

Eemeli Kurki

# Rakennusautomaatiosaneerauksen rakenne

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Automaatiotekniikka

Insinöörityö

27.4.2018

Tekijä(t) Otsikko	Eemeli Kurki Rakennusautomaatiosaneerauksen rakenne
Sivumäärä Aika	26 sivua 27.4.2018
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Automaatiotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	
Ohjaaja(t)	Lehtori Kai Virta Toiminnanjohtaja Marko Liljendahl
<p>Tässä insinööriyössä oltiin mukana toteuttamassa rakennusautomaatiojärjestelmän saneerausta liike- ja toimistotalossa Helsingissä. Työssä käydään läpi rakennusautomaatiojärjestelmälle tyypillinen rakenne ja kerrotaan saneerauksen toteutuksesta. Työosuus kohdistui tässä projektissa alakeskusprosessorien ohjelmointiin ja järjestelmän käyttöönottoon.</p> <p>Saneerauksessa uusittiin kiinteistön teknisiä prosesseja ohjaavat alakeskusprosessorit ja valvomo. Vanhat kenttälaitteet hyödynnettiin uuteen järjestelmään. Vanha rakennusautomaatiojärjestelmä oli elinkaarensa lopussa, koska sen tekninen tuki loppui 2016 vuoden lopussa. Myös valvomon huono toimivuus oli saneeraukseen päätymiseen vaikuttava tekijä.</p> <p>Vanhat alakeskusprosessorit vaihdettiin uusiin Siemens PXC -mallin prosessoreihin ja valvomo-ohjelmisto päivitettiin uusimpaan Siemens Desigo Insightin versioon.</p> <p>Työn lopputuloksena saatiin päivitetty ja toimiva rakennusautomaatiojärjestelmä.</p>	
Avainsanat	Rakennusautomaatio, saneeraus

Author(s) Title	Eemeli Kurki The Structure of Building Automation System Modernization
Number of Pages Date	26 pages 27 April 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automation Technology
Specialisation option	
Instructor(s)	Kai Virta, Senior Lecturer Marko Liljendahl, Executive Director
<p>In this study a building automation system modernization project was operated at an estate in Helsinki. The work part in this project was to make new programs for new programmable logic controllers and the commissioning of the system.</p> <p>In the modernization project old PLCs were changed to new ones. PLCs are used to control different types of technical processes in the building. Old field devices were reused in the new system. The old building automation system was at the end of its life cycle, because systems' technical support was expired in the end of year 2016. Poorly working management station was also one of the reasons why building automation system modernization was executed.</p> <p>Old PLCs were changed to new Siemens PXC-models and the management station software was updated to the latest version of Siemens Desigo Insight.</p> <p>The result of the modernization project is an updated and well-functioning building automation system.</p>	
Keywords	Building Automation, Modernization

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Rakennusautomaation vaiheita	2
3	Rakennusautomaatiojärjestelmä	4
3.1	Rakenne	4
3.1.1	Hallintotaso	4
3.1.2	Automaatiotaso	4
3.1.3	Kenttätaso	5
3.2	Tiedonsiirto	5
3.2.1	BACnet	5
3.2.2	MS/TP	6
3.2.3	Ethernet	7
3.3	Lämmitys	7
3.4	Jäähdytys	8
3.5	Ilmanvaihto	8
3.6	Sähkö- ja erillispisteet	10
4	Rakennusautomaatiojärjestelmän saneeraus	11
4.1	Elinkaari	11
4.2	Tarve saneeraukselle	11
4.3	Tarjouspyyntö	13
4.4	Tarjous	14
4.5	Suunnittelu ja dokumentointi	15
4.6	Ohjelmointi	15
4.6.1	Käyttöveden lämpötilasäätö	16
4.6.2	IV-verkoston häiriö	17
4.6.3	Poistoilman viileän energian talteenotto	17
4.7	Valvomo	18
4.7.1	Visonik Insight	18
4.7.2	Siemens Desigo Insight	18
4.7.3	Kiinteistön valvomo	19

4.8	Verkon rakennus	20
4.9	Proessorin vaihto	21
4.10	Käyttöönotto	23
5	Työn tulokset	24
5.1	Asiakkaan hyödyt	24
5.2	Urakoitsijan hyödyt	25
5.3	Omat ajatukset	25
	Lähteet	26

## Lyhenteet

ANSI	American National Standards Institute. Amerikkalainen standardeja käsittelevä organisaatio.
BTL	The BACnet testing laboratories. Sertifikaatti, joka annetaan BACnet-laitteille, jotka The BACnet testing laboratories on onnistuneesti testannut.
CAD	Computer-aided desing. Tietokoneavusteinen suunnittelu.
CE	Conformité Européenne. CE-merkinnällä valmistaja takaa, että tuote täyttää Euroopan unionin vaatimat direktiivit.
CFC	Continous function chart. Siemensin ohjelmointityökaluohjelma.
EC	Electronically commutated. Elektronisesti toteutettu kommutointi. Käytetään harjattomissa tasavirtamoottoreissa.
FBD	Function block diagram. Eräs ohjelmoitavien logiikoiden ohjelmointikieli.
HMI	Human-machine interface. Ihmisen ja koneen välinen käyttöliittymä.
IP	Internet protocol. Tiedonsiirtoprotokolla.
ISO	International Organization for Standardization. Kansainvälinen standardisointijärjestö.
IV	Ilmanvaihto.
I/O	Input/Output. Automaatiojärjestelmän tulo- ja lähtökanavat.
PDF	Portable document format. Hyvin yleisesti käytetty dokumenttien tiedostomuoto.
RAU	Rakennusautomaatio.
SDLC	Synchronous Data Link Control. Tiedonsiirtoprotokolla.

VDSL	Very high bit-rate digital subscriber line. Tiedonsiirtotekniikka, jolla tietoa siirretään kuparikaapelissa.
YSE	Yleiset sopimusehdot.

## 1 Johdanto

Insinööriyössä oltiin toteuttamassa rakennusautomaatiojärjestelmän saneerausta liike- ja toimistotaloon Helsingissä. Työosuuteen kuului alakeskusprosessorien ohjelmoiminen ja järjestelmän käyttöönotto. Lisäksi suunniteltiin alustavasti uuden valvomon prosessien visualisointi.

Työ tehtiin Marcontrol Oy -nimisessä yrityksessä, joka on kiinteistö- ja rakennusautomaatioon erikoistunut yritys. Se on perustettu 2008 ja toimii Uudenmaan alueella ja tekee asiakkaille kiinteistö- ja rakennusautomaatiojärjestelmiin liittyviä töitä, kuten urakointia, suunnittelua, konsultointia, vikakorjauksia ja huoltoja.

Työssä käsitellään kiinteistöautomaatiojärjestelmään tyypillisesti kuuluvat komponentit ja kerrotaan, mitkä niiden tehtävät ovat ja miksi niitä olisi hyvä saneerata. Asiat käydään läpi yleisellä tasolla ja lopuksi kerrotaan järjestelmäsaneerauksesta, joka toteutettiin Helsingissä sijaitsevaan liike- ja toimistotaloon. Saneeraus koostui valvomon uusimisesta, sekä alakeskusprosessorien vaihtamisesta. Kenttälaitteita ja I/O-moduuleita ei vaihdettu uusiin, sillä ne pystyttiin liittämään uuteen järjestelmään I/O-väylämuuntimien avulla.



## 2 Rakennusautomaation vaiheita

Nykyisen kaltainen rakennusautomaatio sai alkunsa 1970-luvun loppupuolella, jolloin digitalisoitumisen myötä markkinoille tuli ensimmäisiä digitaalista tiedonsiirtoa käyttäviä ja ohjelmoitavia alakeskuksia. Tämä mahdollisti hyvät ohjaus- ja valvontaominaisuudet yhdessä samassa järjestelmässä. Uudet järjestelmät olivat kuitenkin erittäin kalliita, niissä ei ollut säätöä ja säästösyistä alakeskusten määrä pyrittiin pitämään mahdollisimman pieninä. Tästä seurasi taas pitkät kaapelointietäisyydet, jotka saattavat aiheuttaa ongelmia järjestelmän toiminnassa ja vianetsinnässä. Lisäksi käytössä oli paljon paikallisia säätimiä, joita ei voitu liittää valvontajärjestelmään. Niillä säädettiin esimerkiksi rakennuksen patteriverkoston tai ilmastointikoneen lämmityspatterin lämpötilaa. Paikallisten säätimien valvonta ja säätö olivat melko työläitä, sillä ne täytyi mennä tekemään aina paikallisesti. Tällöin laitteissa olevia vikoja oli vaikeampi havaita.

1980-luvulla paikallissäätimet tulivat mahdollisiksi liittää valvontajärjestelmään, jolloin niiden käytettävyys parani huomattavasti. Valvomon ja alakeskusten välillä tiedonsiirto oli täysin digitaalista, ja lisäksi useita rakennuksia pystyttiin liittämään yhteen valvomoon. Tässä vaiheessa säätölaitteet olivat riippuvaisia valvomosta, josta ne saivat asetuseronsa.

1990-luvun alussa tietokoneiden ja Windowsin yleistyessä kehitys mahdollisti säätötekniikan sulautumisen valvontajärjestelmiin. Tästä seurasi alakeskusten itsenäistyminen, jolloin ne eivät enää olleet riippuvaisia valvomosta. 1990-luvulla syntyi myös käsitys nykyisestä kolmetasoisesta hierarkiasta, joka sisältää kenttälaitetason, alakeskustason ja valvomotason.

2000-luvulla internetin yleistyminen mahdollisti kaukovalvonnan etäyhteyksien avulla. Ongelmiksi tässä vaiheessa muodostui alakeskuksien monimerkkisyys, sillä eri valmistajien laitteita oli melko haasteellista tai mahdotonta liittää samaan kiinteistövalvomoon. Tästä syystä automaatiojärjestelmät jouduttiin hankkimaan useimmiten samalta laitevalmistajalta.

Langattoman tiedonsiirron ja tiedonsiirtonopeuksien kasvaessa yleistyivät myös Web-pohjaiset valvomot, joita voitiin helposti tarkastella tietokoneen selaimen kautta.

Nykytilanteessa rakennusautomaatiossa on yleistymässä tietyt standardit tiedonsiirrolle ja järjestelmille. Järjestelmiä on nyt mahdollista tehdä eri laitevalmistajan laiteilla, jotka ovat liitettävissä samaan valvomoon. Toinen kehityssuunta on erilaiset väylät, joihin liitetään kenttälaitteita. Kenttäväylät ovat itsessään vanha keksintö, mutta väylään liitettäviä kenttälaitteita on ollut huonosti saatavilla. Tällä hetkellä markkinoilla alkaa olemaan rakennusautomaatioon tarkoitettuja väyläpohjaisia tuotteita kattavasti. Väylän avulla voidaan siirtää suuria määriä tietoa pienillä kaapeloimiskustannuksilla, ja samalla keskuksessa tarvittavan I/O-moduulien määrä vähenee huomattavasti. [1.]

### 3 Rakennusautomaatiojärjestelmä

Rakennusautomaatiota voidaan käyttää yhden omakotitalon kokoisista kiinteistöistä aina useiden toimistokonttoreiden ja teollisuuslaitosten hallinnoimiseen. Sillä valvotaan, ohjataan ja säädetään rakennusten teknistä toimintaa, kuten lämmitystä, jäähdytystä, ilmanvaihtoa ja erilaisia sähköohjauksia. Siihen on myös mahdollista liittää muita kiinteistöön kuuluvia järjestelmiä kuten esimerkiksi palovalvonta, kulunvalvonta ja energiankulutuksen seuranta.

Rakennusautomaation tarkoitus on hallita ja valvoa haluttuja olosuhteita, ylläpitää niitä, sekä säästää energiaa. Hyvin toteutettuna ja ylläpidettynä automaatiojärjestelmällä saavutetaan energiainsäästöjä.

#### 3.1 Rakenne

Rakennusautomaatiojärjestelmälle hyvin tyypillinen rakenne sisältää kolme tasoa, jotka on esitelty alla.

##### 3.1.1 Hallintotaso

Hallintotaso on hierarkian ylin taso, joka koostuu valvomosta. Valvomo voi olla paikallinen, muualla sijaitseva etävalvomo tai molemmat. Käytännössä se on yleensä PC, johon on asennettu jokin valvomo-ohjelmisto ja siihen on tehty graafiset prosessikuvat, joista voidaan katsoa kiinteistön prosesseja. Valvomo kerää valvonta-alakeskuksilta hälytyksiä, trendejä ja muuta dataa. Siitä voidaan muun muassa muuttaa asetusarvoja ja hallita kiinteistön eri teknisiä järjestelmiä. Asetusarvojen muutokset ja muu tieto siirretään valvonta-alakeskuksille. Valvomo toimii HMI:nä ja rajapintana automaatiotasolle.

##### 3.1.2 Automaatiotaso

Automaatiotaso on hierarkian toinen taso ja siihen sisältyy valvonta-alakeskukset, joissa sijaitsevat prosessorit, erityyppiset I/O-moduulit. Prosessoreihin tehdään ohjelmat, joiden mukaan ne toteuttavat eri toimintoja. Ohjelmilla on suuri merkitys prosessien toimimisen kannalta, sillä niitä voidaan ohjata monella eri tavalla. I/O-moduuleihin kytketään

kenttälaitteet, joista prosessori lukee arvoja ja laskee ohjelman mukaisesti säätö- ja ohjausarvoja.

### 3.1.3 Kenttätaso

Kenttätasoon kuuluu kaikki anturit ja toimilaitteet, joilla mitataan ja ohjataan prosesseja. Kenttälaitteita on lukuisia erilaisia ja moneen mittaustapaan perustuvia. Ne voivat olla liitetty alakeskuksen I/O-moduuleihin omalla kaapelilla tai integroituna kenttäväylän kautta.

## 3.2 Tiedonsiirto

Rakennusautomaatioon liittyy useita erilaisia tiedonsiirtotapoja ja -protokollia. Tässä luvussa käsitellään yleisesti tähän saneeraukseen liittyneet tiedonsiirtotavat- ja protokollat.

### 3.2.1 BACnet

BACnet tulee englannin kielen sanoista Building automation and control network. Se on tiedonsiirtoprotokolla, jota on aloitettu kehittää jo vuodesta 1987, ja vuonna 1995 se sai ANSI-standardin, sekä vuonna 2003 ISO-standardin. BACnetiä kehittää ja ylläpitää ASHRAE SSPC 135 -komitea ja sitä valvoo BACnet International -järjestö. BACnet international myöntää laitteille niin sanotun BTL-hyväksynnän, jolloin se takaa laitteen BACnet-yhteensopivuuden. Järjestö pitää listaa kaikista BTL-leiman saaneista laitteista, ja se on nähtävissä järjestön verkkosivuilla. BACnet on levinnyt maailman laajuisesti, ja on kasvavassa asemassa myös Suomessa. [2.]

BACnet on erityisesti kiinteistö- ja rakennusautomaatiota varten kehitetty tiedonsiirtoprotokolla, ja se mahdollistaa eri laitevalmistajien laitteiden välisen tiedonsiirron alakeskustason ja hallintotason tai eri järjestelmien välillä. Se on laitteille tehty yhteinen kieli, jonka avulla voidaan integroida eri laitteet, järjestelmät ja valvomot. Yhdistettävien laitteiden ja järjestelmien tulee vain olla BACnet-yhteensopivia. [3.]

Vanhat järjestelmät ovat yleisesti rakennettu käyttäen tiettyä laitevalmistajaa, koska tiedonsiirtoprotokollaa ei ollut standardisoitu ja siksi laitevalmistajat kehittivät omia protokolliaan. Tiedonsiirtoprotokollat muuttuivat yleensä tuotteiden uusiutumisen myötä,

jolloin uudet tuotteet eivät olleet enää yhteensopivia vanhan järjestelmän kanssa. Tästä syystä varaosien sekä korvaavien osien löytäminen on melko haasteellista ja jopa mahdotonta osien valmistamisen loppumisen myötä, jolloin järjestelmän täysi uusiminen tulee välttämättömäksi.

BACnetistä saatavia etuja ovat riippumattomuus laitevalmistajasta, alakeskuslaitteista, valvomosta ja taattu yhteensopivuus myös tulevaisuudessa. Näiden ansiosta järjestelmäkomponenttien vaihto on joustavampaa, niiden elinkaari pitenee ja uusien laitteiden ja osien hankintaa voidaan kilpailuttaa paremmin. BACnetin mahdollistaa rakennusautomaatiojärjestelmän komponentin vapaamman vaihdettavuuden, eri järjestelmien välisen kommunikoinnin ja integroinnin yhteen valvomoon.

### 3.2.2 MS/TP

MS/TP tulee sanoista Master-Slave/Token-Passing. Se on tiedonsiirtoprotokolla, joka perustuu RS-485 -sarjaliikenteeseen. BACnet tukee MS/TP-tiedonsiirtoa, joten siihen ei tarvitse erillisiä muuntimia.

MS/TP:n ominaisuudet:

- teoreettinen maksiminopeus 115 kB/s
- väylän maksimipituus ilman vahvistimia 1 200 metriä
- väylään liitettävien laitteiden määrä maksimissaan 128 kappaletta.

MS/TP:n tiedonsiirtonopeus on hyvin rajallinen. Sitä voidaan käyttää kohteissa, joissa ei ole tarvetta lähes reaaliaikaiselle seurannalle tai jos väylän kaapelointimatkan on erittäin pitkä. Esimerkiksi hajautetuissa järjestelmissä kaapelointipituuden voivat olla todella pitkiä. Väylän kaapelointi on melko yksinkertaista, sillä se tarvitsee toimiakseen vain kaksi johdinta. Sitä kuitenkin suositellaan käytettäväksi kolmella johtimella paremman häiriönsietokyvyn takaamiseksi. Väylä täytyy rakentaa topologialtaan linjaan, koska se ei toimi muilla väylärakenteilla. [4.]

### 3.2.3 Ethernet

Ethernet perustuu tiedonsiirtopaketteihin ja on lähes poikkeuksetta käytetty tietokoneiden tiedonsiirrossa lähiverkossa.

Ethernetin ominaisuudet:

- teoreettinen maksiminopeus kuparikaapelissa jopa 10 GB/s
- verkkokaapelin maksimipituus aktiivisten komponenttien välillä 100 metriä
- verkko laajennettavissa ja muokattavissa joustavasti.

Ethernetin tiedonsiirtonopeus vastaa nykyistä tarvetta, koska tiedonsiirto ja saatavan tiedon hyödyntäminen automaatiojärjestelmissä kasvaa jatkuvasti. Ethernetin rajoittava tekijä on sen rajallinen kantavuus. Verkon aktiivisten komponenttien välinen kaapelietäisyys kuparikaapelia käytettäessä ei saa ylittää 100 metriä. Tätä pidemmällä matkoilla täytyy käyttää erilaisia mediamuuntimia, joilla voidaan tietoa siirtää huomattavasti pidempiä matkoja esimerkiksi valokuidun avulla. Ethernet-verkolle ei ole määritelty tiettyä rakennetta millaiseksi se pitäisi rakentaa, vaan se on helposti muokattavissa ja laajennettavissa tarpeen mukaan. [4.]

### 3.3 Lämmitys

Lämmitysjärjestelmän keskeisin osa joka kiinteistössä on lämmönjakohuone, jossa kaukolämpö tai muilla menetelmillä tuotettua lämpöä jaetaan rakennuksen eri verkostoihin. Verkostoja on muun muassa käyttövedelle, ilmanvaihdolle ja patteriverkostolle. Verkostoissa pyritään pitämään haluttua lämpötilaa yllä säätämällä kaukolämmön virtausta kunkin verkoston oman lämmönvaihtimen läpi. Ulkolämpötilan vaihtelusta johtuen rakennuksen lämmityksen tarve ei ole vakio. Siksi tarvitaan rakennusautomaatiojärjestelmää ohjaamaan venttiiliä tai venttiilejä, jotta lämpötilan verkostoissa pysyy asetusarvon mukaisena. Lämpimän käyttöveden verkosto on venttiilien säädön kannalta haastavin toteuttaa, sillä käyttövesiverkostossa kulutus voi vaihdella todella nopeasti.

Lämmönvaihtimella siirretään lämpöenergiaa verkostosta toiseen. Verkosto on oma suljettu järjestelmänsä. Lämmitysverkostojen tehtävä on kuljettaa tarpeeksi lämpöenergiaa rakennusta lämmittäville elementeille, kuten IV-koneille ja lämmityspattereille. Liian

alhainen verkoston lämpötila aiheuttaa rakennuksen jäähtymistä. Liian korkea lämpötila verkostossa taas aiheuttaa enemmän hukkaenergiaa ja lämmitysventtiilien huonoa säädettävyyttä, joka aiheuttaa toimilaitteiden kulumista ja jopa tarpeetonta olosuhteiden vaihtelua.

### 3.4 Jäähdytys

Jäähdytysjärjestelmä toimii lähes samalla tavalla, kuin lämmitysjärjestelmä. Vedenjäähdytyskojeella tuotetaan kylmää rakennuksen jäähdytysverkostoon, josta jäähdytykseen käytettävät laitteet ottavat sitä tarpeensa mukaan. Kylmää voidaan myös toimittaa kaukojäähdytyksen avulla rakennuksiin, jolloin omaa vedenjäähdytyskojetta ei tarvita. Vedenjäähdytyskoje on kuitenkin vielä kaukojäähdytystä yleisempi jäähdytysmuoto.

Jäähdyttäviä laitteita rakennuksissa ovat muun muassa jäähdytyspuhallinkonvektorit, jäähdytyspalkit ja ilmanvaihtokoneissa olevat jäähdytyspatterit.

### 3.5 Ilmanvaihto

Ilmanvaihto toteutetaan niihin tarkoitetuilla koneilla, joilla puhalletaan ulkoilmaa rakennuksen sisälle ja poistetaan rakennuksen sisältä niin sanottua jäteilmaa.

Tyypillisesti ilmanvaihtokone sisältää seuraavat komponentit:

- tulo- ja poistoilmapuhallin
- lämmityspatteri
- lämmön talteenottoyksikkö
- jäähdytyspatteri
- raitis- ja jäteilmapelti.

Puhaltimia on erityyppisiä, mutta niillä liikutetaan ilmaa kanavissa. Nykyään käytetään pyörimisnopeudeltaan portaattomasti säädettäviä puhaltimia, joita ovat esimerkiksi taa-juusmuuttajalla varustetut oikosulkumoottorit ja EC-puhaltimet. Ennen portaattoman säädön yleistymistä käytössä oli yksi- ja kaksinopeusmoottoreita.

Lämmityspatterilla lämmitetään rakennuksen sisään puhallettava ilma oikean lämpöiseksi. Lämmityspatterissa kiertää IV-verkoston vesi, jonka virtausta patterin läpi säädelään konekohtaisilla lämmitysventtiileillä. Lämmityspatterin toiminta on yksi kriittisimpiä toimintoja IV-koneessa, sillä ulkolämpötilan ollessa alle 0 °C on mahdollista, että vesi jäätyy patterin sisälle ja rikkoo sen laajentuessaan. Jäätymisen voi estää takaamalla riittävän lämpötilan ja kierron IV-verkoston vedelle patterin sisällä. Lämmityspatterin lämpötilaa valvotaan rakennusautomaatiolla patteriin asennetuilla lämpötilamittauksilla ja tarvittaessa kone sammutetaan, jotta jäätymisen estetään. Tämä on yksi tärkeimmistä tehtävistä, johon rakennusautomaatiota käytetään IV-koneissa. Jäähdytyspatteria käytetään niissä IV-koneissa, joissa on tarve jäähdyttää tiloja. Toimintaperiaate on sama kuin lämmityspatterissa. Kuumen veden sijaan jäähdytyspatterissa kiertää kylmä neste.

Puhallettaessa ilmaa rakennuksen sisään joudutaan sitä kylminä vuoden aikoina lämmittämään, jolloin kulutetaan energiaa. Lämmitetty ilma puhalletaan tuloilmakanavia pitkin IV-koneen palvelualueelle. Tässä prosessissa siirretään energiaa ilmaan IV-lämmitysverkoston vedestä. Kun ilma poistetaan rakennuksesta poistoilmakanavia pitkin, menee suuri määrä ilman lämmittämiseen käytettyä energiaa hukkaan. Lämmöntalteenotolla tarkoitetaan tämän hukkaenergian talteen ottamista ja sen uudelleen käyttämistä rakennuksen sisään puhallettavan ilman lämmitykseen. IV-koneissa lämpöä otetaan talteen poistokanavasta ja siirretään tulokanavaan lämmittämään ulkoa tulevaa ilmaa. Lämmön talteenottomenetelmiä on monia ja yleisesti IV-koneissa käytetään joko nesteeseen perustuvaa lämmöntalteenottoa, pyörivää lämmönsiirrintä tai ristilevylämmönsiirrintä.

Raitis- ja jäteilmapelleillä on tarkoitus estää ilman tarkoitukseton virtaus ilmastointikoneen läpi. Koneen sammussa ilmapellit sulkeutuvat.

IV-koneet on yleensä keskitetty samoihin tiloihin rakennuksessa, ja näitä tiloja kutsutaan ilmanvaihtokonehuoneiksi. Tyypillisesti IV-konehuoneet on sijoitettu rakennuksen yläkerrokseen tai vesikatolle. Ilmaa siirretään konehuoneen kautta kanavia pitkin koneen palvelualueelle.



### 3.6 Sähkö- ja erillispisteet

Rakennusautomaatiolla käsitellään myös sähköpisteitä. Sähköpisteitä ovat muun muassa sähkölämmitykset, valaistus, ovilukot ja pistorasiat. Sähköpisteiden kontaktorit sijaitsevat yleensä sähkökeskuksissa ja niiden ohjaukseen käytetään 230 voltin ohjausjännitettä. Rakennusautomaation valvonta-alakeskuksessa olevilla potentiaalivapailta kärjillä katkotaan tätä ohjausjännitettä ohjelmaan määritetyllä tavalla. Sähköpisteitä voidaan ohjata myös 24 voltin jännitteellä, joka on melko yleistä ainakin ovilukoissa.

Lisäksi rakennusautomaatiojärjestelmän valvonnan piiriin liitetään erillispisteitä, jotka ovat kiinteistön kannalta tärkeitä tai kriittisiä. Näihin pisteisiin kuuluu muun muassa palovalvontaan, viemärointiin ja sähköön liittyvät hälytykset. Kriittisiin hälytyksiin täytyy reagoida, ja niistä järjestelmä lähettää jatkohälytyksiä kiinteistöstä vastaaville henkilöille. Hälytyksiin voidaan ohjelmoida myös erilaisia toimintoja, joilla vahinkoja voidaan ehkäistä.

## 4 Rakennusautomaatiojärjestelmän saneeraus

### 4.1 Elinkaari

Elinkaarella tarkoitetaan jonkin tuotteen tai asian matkaa suunnittelusta käytöstä poistumiseen. Elinkaari alkaa suunnittelu vaiheesta ja päättyy, kun tuote poistetaan käytöstä tai joutuu jätteeksi. Tuotteen elinkaaren loppuvaiheessa tekninen tuki ja varaosien saanti on hyvin rajallista tai jopa loppunut kokonaan. [5.]

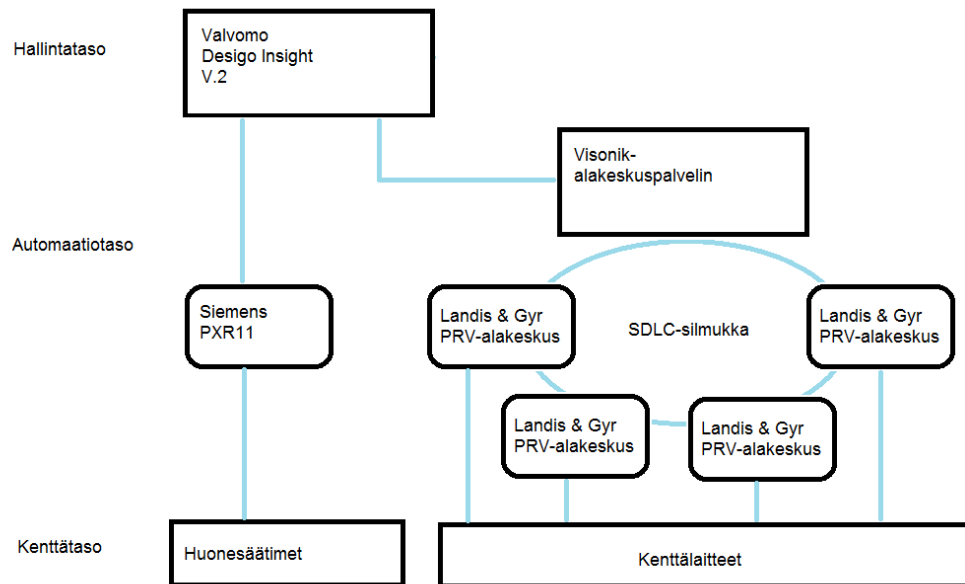
### 4.2 Tarve saneeraukselle

Rakennusautomaatiojärjestelmän elinkaari on järjestelmä- ja valmistajakohtainen. Erilaisille komponenteilla on suuresti vaihtelevat elinkaaret:

- Passiiviset anturit jopa 50 vuotta.  
Passiiviset anturit eivät sisällä aktiivisia komponentteja, kuten mittauselementin vastuksen muuttumiseen perustuvat lämpötilamittaukset.
- Aktiiviset anturit noin 5–30 vuotta.  
Aktiiviset mittaukset, jotka yleensä lähettävät 0–10 voltin jänniteviestiä tai 4–20 mA:n virtaviestiä. Käytetään esimerkiksi lämpötila-, paine- ja ilmanlaatumittauksissa.
- Erilaiset toimilaitteet 20–30 vuotta.  
Venttiilitoimilaitteet ja erityyppiset peltimoottorit.
- Alakeskuslaitteet 10–30 vuotta.  
Proessorit ja I/O-lohkot.
- Valvomo noin 7–10 vuotta.  
Valvomotietokone ja -ohjelmisto.

Rajoittavin tekijä järjestelmän elinkaareissa on valvomo-ohjelmisto, jonka elinkaari on muihin järjestelmän osiin verrattuna melko lyhyt. Valvomo-ohjelmisto on yleensä tehty tiettyä tietokoneen käyttöjärjestelmää varten. Tämän takia valvomotietokonetta vaihdettaessa joudutaan yleensä uusimaan myös koko valvomo-ohjelmisto, koska vanhaa käyttöjärjestelmää ei ole enää saatavilla.

Käytettyjen laitteiden laatu määrittää merkittävästi rakennusautomaatiojärjestelmän elinkaaren pituuden. Laadukkaasti toteutettua järjestelmää on halvempi ylläpitää, koska laitteet on valittu sopiviksi, jolloin ne toimivat oikein. Laadukkailla tuotteilla on lisäksi pidempi varaosien saatavuus ja ne tehdään yleensä yhteensopiviksi, jolloin uusia ja vanhoja tuotteita voidaan käyttää samassa järjestelmässä. [6.]



Kuva 1. Vanha järjestelmäkaavio. Kuva on suuntaa antava.

Saneerattava kiinteistö sisälsi erilaisia ravintola- ja toimistotiloja. Kuvassa 1 on vanha järjestelmäkaavio, joka kuvaa vanhan järjestelmän rakennetta. Vanha järjestelmä oli 1990-luvun alussa rakennettu Landis & Staefan luoma Visonik Insight -valvontajärjestelmä, johon oli liitetty 13 alakeskusprosessoria. Visonik-järjestelmään oli edellisessä saneerauksessa liitetty kerroksiin asennettuja huonesäätimiä. Tämän saneerauksen yhteydessä vanha Visonik-valvomo-ohjelmisto oli päivitetty uudempaan Siemens Desigo Insight versio 2:een, koska huonesäätimien lisäksi käytettiin uutta PXR-mallista järjestelmäpalvelintä. PXR-mallin järjestelmäpalvelintä ei ole mahdollista liittää Visonik Insight-valvomoon. Visonik oli kuitenkin liitettävissä Desigo Insight-valvomoon, jolloin vanhaa automaatiojärjestelmää ei ollut tarvetta saneerata täysin ja huonesäätimet saatiin liitettyä kiinteistön valvomoon seurantaan varten. Tästä seurasi hieman monimutkainen järjestelmärakenne. Valvomotietokoneita koneita oli kaksi kappaletta, joista toisessa toimivat Visonik-järjestelmän prosessit ja toisessa Designon.

Visonik-järjestelmän tuki on lopetettu vuonna 2016, eikä siihen liitettyihin prosessoreihin ole saatavilla varaosia. Lisäksi valvomotietokoneen käyttöjärjestelmä ei voi olla Windows XP:tä uudempi, koska Visonik Insight ei tue sitä uudempaa käyttöjärjestelmää.

Yksi asiakkaan suurimmista ongelmista oli Visonik-valvomotietokoneen epävarma toiminta. Tietokone toimi hitaasti, ja se täytyi käynnistää uudelleen useita kertoja viikossa. Lisäksi osa ilmanvaihtokoneiden ohjauksista ei toiminut järjestelmän kautta kunnolla, jolloin huoltomiehen täytyi käyttää niitä paikallisilla käsikäyttöisillä kytkimillä suoraan sähkökeskuksista.

### 4.3 Tarjouspyyntö

Tarjouspyyntö on asiakkaan tai asiakkaan edustajan tekemä dokumentaatio, jossa selvitetään tämän hetkinen tilanne järjestelmästä, tavoitteet ja vaatimukset uudelle järjestelmälle, sekä muuta oleellista tietoa työn toteutuksesta. Asiakas voi tehdä tarjouspyynnön itse tai käyttää esimerkiksi suunnittelutoimiston konsultointia tai pyytää ehdotusta järjestelmän parantamiseksi suoraan urakoitsijalta. [6.]

Tarjouspyynnön pohjalta lasketaan urakalle tarjoushinta, jolla ollaan valmiita myymään haluttu kokonaisuus asiakkaalle. Urakka myydään yleensä kiinteähintaisena, jolloin kaikki kulut tarvikkeista työpalkkoihin tulee olla sisällytettynä tarjoukseen. Asiakkaan hyväksyessä tarjouksen solmivat osapuolet urakkasopimuksen, jolla sitoutuvat urakan tekemiseen. Sopimuksia on olemassa erityyppisiä ja yleensä urakan koosta riippuen käytetään urakkasopimusta, pienurakkasopimusta tai sitten tilaaja tilaa urakan tarjouksen mukaan. Urakka- ja pienurakkasopimus pohjautuvat rakennusurakan yleisiin sopimusehtoihin (YSE 1998), joissa sovitaan yhteisesti urakan osapuolten vastuista, velvollisuuksista, urakka-ajasta, -hinnasta ja muista urakkaan liittyvistä asioista. [7.]

Oleellista tarjousvaiheessa on kartoittaa olemassa olevan järjestelmä ja sen komponentit ja missä vaiheessa niiden elinkaarta mennään. Kaikkia järjestelmän osia ei ole aina tarpeellista vaihtaa, jos niiden elinkaarta katsotaan olevan riittävästi jäljellä ja ne voidaan hyödyntää uudessa järjestelmässä. Kartoituksen perusteella tehdään päätös siitä, milaista uutta järjestelmää lähdetään tarjoamaan. Kartoituksessa tulee myös huomioida saneeraukseen liittyvät rajoittavat tekijät, kuten esimerkiksi olemassa oleva järjestelmän välinen tiedonsiirtotapa, sillä vanhaa ei välttämättä voida enää hyödyntää uudessa.

Saneerauksia voidaan toteuttaa monella eri tavalla. Siihen budjetoitu rahamäärä vaikuttaa siihen, kuinka laaja ja laadukkailla osilla se on mahdollista toteuttaa.

Kallein ja perusteellisin tapa on järjestelmän täydellinen saneeraaminen. Tällöin poistetaan kaikki vanha alkaen kenttälaitteista aina valvomoon asti. Tässä tavassa on etuina täysin uusittu ja toimintavarma järjestelmä, koska ei jää mitään vanhoja komponentteja. Huonona puolena on melko korkea hinta, joka johtuu uusien kenttälaitteiden ja asennustyön suuresta määrästä. Siitä syystä tätä saneerausmallia käytetään melko vähän. Se voi kuitenkin olla ainoa vaihtoehto, jos vanhat kenttälaitteet ja alakeskuskomponentit eivät ole hyödynnettävissä uuteen RAU-järjestelmään.

Hintaa voidaan laskea jättämällä vaihdettavia järjestelmäkomponentteja pois, jolloin yleensä ensimmäisenä yritetään säästää vanhat kenttälaitteet. Tässä mallissa on etuina kilpailukykyisempi hinta ja silti kriittiset komponentit uusittaisiin järjestelmässä, jolloin saadaan jatkettua sen elinkaarta. Kenttälaitteet säästämällä vältytään suurelta määrältä asennustöitä ja uusien kenttälaitteiden ostokustannuksilta. Suurin osa kenttälaitteista käyttää standardiviestejä kuten 0–10 V:n jänniteviestiä tai 4–20 mA:n virtaviestiä ohjaukseen ja mittaustiedon lähettämiseen. Tällöin vanhat kenttälaitteet voidaan liittää uusiin alakeskuksiin. Alakeskukset ovat rakennusautomaatiojärjestelmän ydin, ja ne olisi hyvä pitää ajan tasalla järjestelmän toimivuuden kannalta. Huonona puolena järjestelmään jää vanhoja kenttälaitteita, joiden kestävyys ja toimintavarmuus voivat vaihdella suuresti.

Vielä nykyään vanhoissa järjestelmissä joudutaan uusimaan alakeskusten vaihdon yhteydessä valvomo-ohjelmisto, koska vanhat valvomo-ohjelmistot eivät ole tukeneet uusia prosessoreita, eikä niitä ole ollut mahdollista liittää toisen valmistajan valvomoon. Tästä syystä alakeskukset ja valvomo-ohjelmisto vaihto on ollut vähimmäisvaatimus saneerauksessa. Valvomotietokone on myös syytä vaihtaa saneerauksen yhteydessä, sillä valvomo-ohjelmistot ovat yleisesti tietokoneen käyttöjärjestelmään sidottuja ja kustannus uudesta tietokoneesta on yleensä urakkahintaan nähden melko pieni. Etuna valvomon tietokoneen vaihdossa on päivitetty suorituskyky. [6.]

#### 4.4 Tarjous

Saneerauksessa pyrittiin pääsemään asiakkaan kannalta parhaaseen ratkaisuun, jolla kohtuullisilla kustannuksilla saataisiin maksimoitua järjestelmän käyttöikä ja taattua

varaosien saanti, sekä toimintavarmuus. Tämän perustella päädyttiin ratkaisuun, jossa tultaisiin vaihtamaan alakeskuksista vain prosessorit ja valvomotietokone ohjelmistoi-  
neen. Kenttälaitteita ja I/O-moduuleita vaihdettiin uusiin vain rikkinäisten tilalle. Vanhat Landis & Staefan valmistamat PTM-tyyppiset I/O-moduulit ovat yhdistettävissä uuteen alakeskusprosessoriin Siemensin PXX-PBUS -väylämuunninmoduulilla. I/O-moduulien vikaantumisriski on melko pieni ja elinkaari melko pitkä (jopa 30 vuotta), ja sitä on jäljellä ainakin 10 vuotta. Tästä syystä moduulien vaihtoa uusiin ei katsottu tarpeelliseksi. Li-  
säksi uusiin prosessoreihin on mahdollista liittää uusia Siemensin TXM-mallisia I/O-mo-  
duuleita, jolloin vanhat PTM-moduulit voidaan korvata niiden vikaantuessa tai poistuessa käytöstä.

#### 4.5 Suunnittelu ja dokumentointi

Tarvittavia suunnitelmia ja dokumentteja olivat uusi järjestelmäkaavio, alakeskuskohtai-  
set dokumentit ja valvomon dokumentaatio. Alakeskusten kytkentäkuvien tekemiseen  
käytettiin CAD-pohjaista piirto-ohjelmaa, josta kuvat tulostettiin sähköisiksi PDF-tiedos-  
toiksi. Vain kytkentäkuvien prosessoriin liittyvät sivut vaihdettiin uusiin, koska I/O-mo-  
duulien kytkennät pysyivät ennallaan. Lisäksi alakeskuksiin tulostettiin pistelistaukset,  
josta voi nähdä jokaisen I/O-pisteeseen ohjelmoidut toiminnot, selityksen ja I/O-osoit-  
teen.

Suunnittelutoimisto toimitti urakkaa koskevat säätökaaviot ja toimintaselostukset, joiden  
perusteella alakeskusohjelmointi toteutettiin.

Kiinteistövalvomon toimitettuun työn loppudokumentaatioon kuului kaikkien alakeskus-  
ten dokumentit, valvomon pikakäyttöopas, saneerauksessa käytettyjen laitteiden käyttö-  
ohjeet ja CE-todistukset. Saneerauksessa käytettävissä laitteissa tulee olla CE-merkintä,  
ja todistukset siitä pitää luovuttaa asiakkaalle työn yhteydessä.

#### 4.6 Ohjelmointi

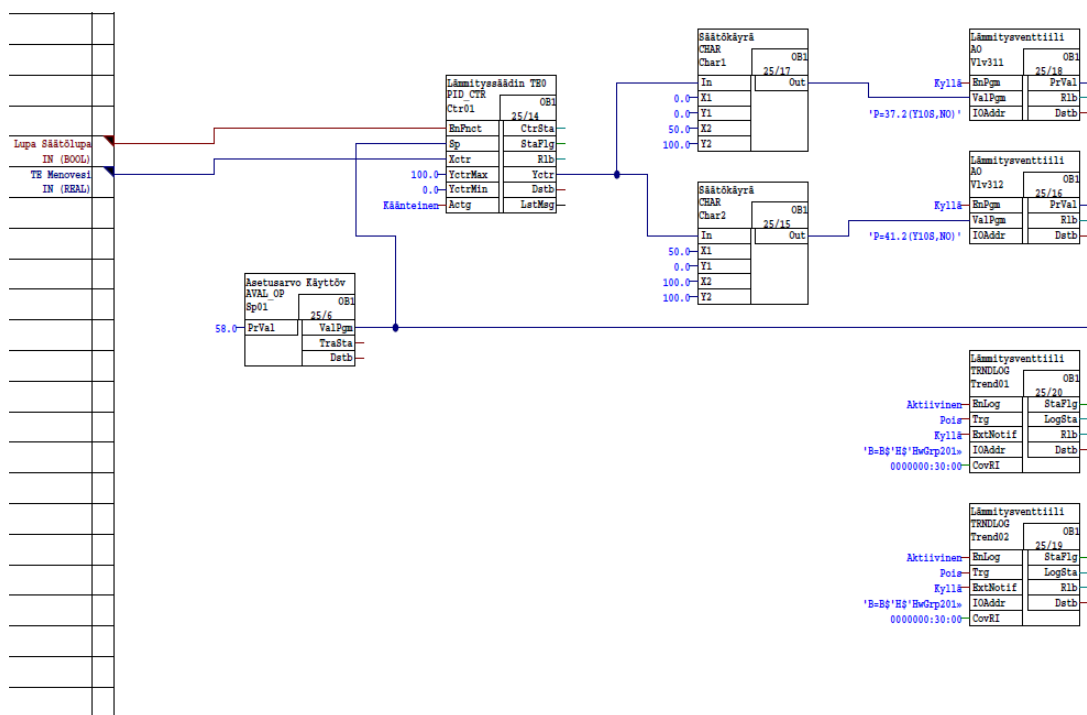
Siemensin PXC-alakeskusprosessorit ohjelmoitiin Siemensin Xwork Plus -ohjelman  
CFC-ohjelmointityökalulla. Ohjelmointikielenä käytettiin FBD:ia. Se on graafinen

ohjelmointikieli, jossa käytetään erilaisia toimilohkoja. Toimilohkoista yhdistellään viivoilla loogisia kokonaisuuksia, jonka mukaan alakeskusprosessorit ohjaavat eri laitteita.

Ohjelma muodostettiin luomalla alakeskuskohtaisesti eri järjestelmille omat kaaviot, kuten ilmanvaihdolle, lämmitykselle ja sähkölle. Järjestelmäkaavioiden sisään luotiin taas omat kaaviot jokaiselle laitteelle tai koneelle. Ohjelman rakenne pyrittiin pitämään samana jokaisessa alakeskusprosessorissa.

Vanhat ohjelmat oli mahdollista tulostaa paperille, koska vanhojen PRV-prosessorien ohjelmointi on toteutettu tekstipohjaisena käskyjä riveille kirjoittaen. Uudet ohjelmat tehtiin verraten vanhoja ohjelmia säätökaavioihin, jotka suunnittelutoimisto oli kerännyt ja toimittanut muiden suunnitelmien mukana.

#### 4.6.1 Käyttöveden lämpötilasäätö



Kuva 2. Kuvakaappaus ohjelmakaaviosta, jossa on lämpimän käyttöveden lämpötilasäätö.

Kuvassa 2 on toteutettu lämpimän käyttöveden lämpötilasäätö. Käyttöveden lämpötilaa pyritään pitämään verkostossa vakiona. Lämpötilan heilumista aiheuttaa kuitenkin vaihteleva kulutus, jota syntyy lämpimän veden käyttämisestä, kuten esimerkiksi suihkusta

tai vesihanan aukaisusta. Mitä enemmän lämmintä vettä käytetään, sitä enemmän sitä täytyy lämmittää.

Kuvan 2 ohjelmassa säädinlohkon Sp-parametriin annetaan asetusarvo, jota säädin pyrkii pitämään kaiken aikaa. Säätimen Xctr-parametriin eli mittaustuloon on yhdistetty verkostoon menevän veden lämpötilamittaus. Säätimen ohjauslähtöön eli Yctr-parametriin on liitetty kaksi lämmitysventtiiliä, joita ohjaamalla pidetään verkoston veden lämpötila asetusarvossaan. Venttiilit toimivat ohjelman mukaan sarjassa, jolloin toinen venttiili avautuu ensin täysin auki ennen toisen venttiilin aukeamisen alkamista. Tämä on toteutettu kahdella muunnostaulukolla. Ensimmäinen muunnin muuntaa säätimen 0–50 %:n säätöviestin ensimmäiselle venttiilille 0-100 %:n säätöviestiksi ja toinen muunnin taas säätimen säätöviestin alueen 50-100 %:a toiselle venttiilille 0-100 %:n viestiksi. Tällainen säätötapa oli toimiva, koska lämmitysventtiilit olivat samankokoisia. Kummastakin venttiilistä kerätään asentotietoa trenditietokantaan, josta voidaan jälkepäin tarkastella niiden asentoja tietynä ajan hetkellä esimerkiksi vianetsinnässä.

Ohjelmiin katsottiin tarpeelliseksi lisätä muutamia ominaisuuksia, jotka pienentävät energiankulutusta ja estävät järjestelmän kriittistä vikaantumista.

#### 4.6.2 IV-verkoston häiriö

IV-verkoston häiriöllä tarkoitetaan sitä, kun IV-verkoston lämmönsiirtokykyyn tulee häiriö. Syitä tälle on verkoston pumpun pysähtymien tai verkoston paineen lasku. Kummassakin tapauksessa IV-verkosto ei pysty siirtämään lämpöä IV-koneiden lämmityspattereille, jolloin patteri saattaa jäätymään ulkolämpötilan ollessa pakkasella. Kun IV-verkoston häiriön ehdot täyttyvät ja ulkolämpötilan ollessa tarpeeksi kylmä, järjestelmä pysäyttää automaattisesti kaikki IV-koneet.

#### 4.6.3 Poistoilman viileän energian talteenotto

Lämmöntalteenoton tehtävä on ottaa lämpöä poistoilmasta ja siirtää sitä tuloilmaan, mutta se toimii myös päinvastoin. Sillä voidaan siirtää lämpöä lämpimästä tuloilmasta kylmempään poistoilmaan, jolloin sisään puhallettavan ilman lämpötilaa voidaan laskea ja säästää jäähdytysenergiaa. Tätä ominaisuutta voidaan käyttää jäähdytetyissä tiloissa. Se kuitenkin vaatii, että rakennuksesta poistettava ilma on lämpötilaltaan alhaisempaa



kuin ulkoa tuleva ilma. Suomessa tämä ominaisuus ei ole kovin merkittävä, koska ulkolämpötila kesällä nousee vain muutamina päivinä riittävän ylös. Tämä ominaisuus ohjelmoitiin kuitenkin varmuuden vuoksi kaikkiin IV-koneisiin, koska se säästää toimiessaan selvästi energiaa ja sen ohjelmointityö oli melko pieni.

## 4.7 Valvomo

### 4.7.1 Visonik Insight

Visonik Insight on Landis & Gyrin rakennusautomaation valvomojärjestelmä. Yrityskauppojen myötä Siemens on jatkanut sen kehittämistä ja ylläpitoa omalla tuotenimellään, joka on Desigo Insight.

Visonikin teknisen tuen loputtua vuoteen 2016 toimintavarmuuden ylläpitämiseksi järjestelmä tulisi saneerata, jotta sen elinkaarta saataisiin jatkettua.

### 4.7.2 Siemens Desigo Insight

Desigo Insight on Siemensin valvomo-ohjelmisto, jolla voidaan toteuttaa rakennusautomaation hallinta ja prosessien visualisointi. Desigo Insight-ohjelmisto sisältää seuraavat perusominaisuudet:

- Object viewer. Työkalu järjestelmän pisteiden tarkasteluun ja muokkaamiseen.
- Alarm viewer. Käytetään järjestelmän hälytyksien keräämiseen ja tarkasteluun.
- Alarm router. Reitittää hälytykset haluttuun paikkaan esim. tulostimelle, matkapuhelimeen tai sähköpostiin.
- Time scheduler. Ominaisuus ajastettujen toimintojen käsittelyyn.

Perusominaisuuksien lisäksi Desigoon on saatavilla lisäominaisuuksia:

- Plant viewer. Graafinen käyttöliittymä.
- Trend viewer. Tiedonkeruu- ja tarkastelutyökalu.
- Log viewer. Tapahtumahistorian keruu- ja tarkastelutyökalu.

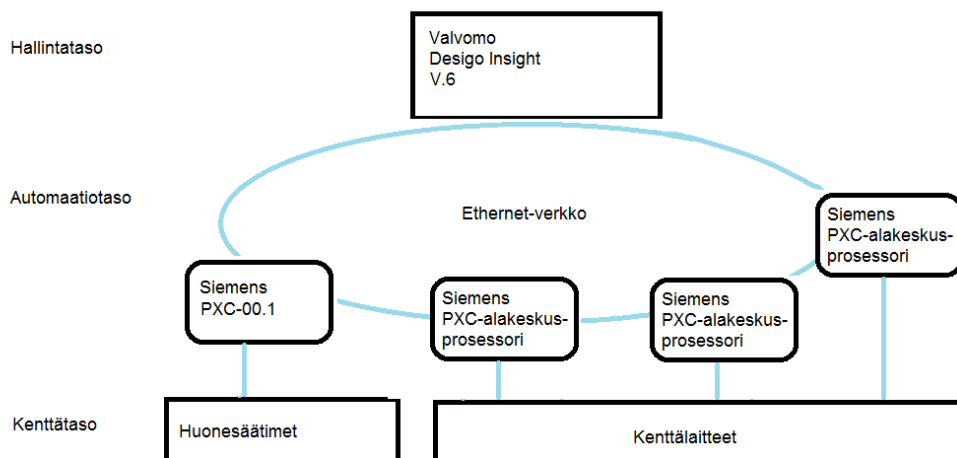
- Raportointi. Mahdollistaa raporttien tulostamisen ja lähettämisen suoraan valvomosta.
- Reaction processor. Toistuvien toimintojen automatisointiin tarkoitettu työkalu.

Desigo on saatavilla myös web-pohjaisena versiona, jolloin sitä voidaan käyttää pelkällä selaimella Internetin kautta eli valvomonäkymä nähdään muun muassa tablet-tietokoneella. [8.]

#### 4.7.3 Kiinteistön valvomo

Vanha kiinteistövalvomo koostui kahdesta erillisestä tietokoneesta, joista toisessa toimi alkuperäinen Visonik Insight ja toisella version 2 Desigo Insight. Desigo Insight oli lisätty edellisen saneerauksen yhteydessä valvomoon, koska kerroksiin oli asennettu huonesäätimiä. Huonesäätimiä ei voitu liittää vanhaan Visonik-järjestelmään niiden yhteensopimattomuuden vuoksi. Tästä syystä valvomo oli päivitetty Desigoon. Visonik on käytännössä Desigon vanhempi versio, joten Desigoon on jätetty mahdollisuus liittää vanha Visonik-järjestelmä. Visonik-alakeskuspalvelin luki tietoja vanhoilta prosessoreilta ja lähetti ne eteenpäin Desigolle. Tällöin Visonik-järjestelmää voidaan käyttää Desigon kautta, jolloin ei ole tarvetta kahdelle erilliselle valvomolle.

Järjestelmäsaneerauksessa oli yksinkertaisinta päivittää koko valvomo uusimpaan Desigon versioon. Kun uudet prosessorit voitiin yhdistää suoraan Desigo-valvomoon, vanhaa Visonikia ei enää tarvittu ja se voitiin poistaa. Uusi järjestelmäkaavio on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Uusi järjestelmäkaavio, Kuva on suuntaa antava.

Versionpäivityksen myötä prosessien grafiikkakuvat piirrettiin kokonaan uudestaan. Grafiikoista yritettiin tehdä mahdollisimman helppokäyttöiset ja käyttäjäystävälliset, jotta huoltohenkilöstön olisi niitä helppo käyttää. Merkittävä parannus grafiikoissa oli vanhan 4:3 kuvasuhteen vaihtaminen leveämpään 16:9, jolloin grafiikkakuviin saatiin sivureunoille paljon enemmän tilaa. Suuremman kuvakoon ansiosta saatiin grafiikkakuviin sisällytettyä enemmän tietoja ja tärkeitä asetusarvoja, sekä yksinkertaistettua valvomon valikkorakennetta.

#### 4.8 Verkon rakennus

Vanha tiedonsiirtotapa alakeskusten ja valvomon välillä tapahtui SDLC-protokollalla. Vanhan verkko oli topologiaaltaan kehämäinen. Tätä ei voitu käyttää enää uusissa prosessoreissa, joten tästä muodostui tarve rakentaa uusi tiedonsiirtoverkko. Uusi verkko oli käytännössä mahdollista rakentaa kahdella eri tavalla. [9.]

Saneerauksessa päädyttiin rakentamaan Ethernet-verkko. MS/TP-väylää olisi ollut myös mahdollista käyttää ja sen olisi saanut rakennettua hyvin pienillä muutoksilla olemassa olevaan kehämäiseen tiedonsiirtoväylään. Johtuen kuitenkin valvonta-alakeskusten määrästä MS/TP-väylän tiedonsiirtokyky oli riittämätön.

Saneerauskohteen kartoituksessa kävi ilmi, että valvonta-alakeskukset keskittyivät rakennuksen pohjakerrokseen ja tekniselle ullakolle. Vanha tiedonsiirtoväylä oli rakennettu niin, että se kulki jokaisen valvonta-alakeskuksen kautta muodostaen kehän. Olemassa olevassa kaapeloinnissa oli Ethernet-verkolle tarpeeksi vapaita johtimia, joten verkko pystytiin rakentamaan sitä hyödyntäen. Kohteen verkon rakentaminen uusia kaapeleita käyttäen ei olisi ollut kannattavaa, sillä verkottamisesta koituvat asennus- ja kaapelointikustannukset olisivat nousseet urakkaan nähden liian korkeiksi. [6.]

Verkon uusimisen suurena hyötynä on vanhaan verrattuna paljon suurempi tiedonsiirtonopeus. Uuden verkon rakenteesta tuli topologiaaltaan puu. Siinä teknisen ullakon alakeskukset on yhdistetty omaan kytkimeen ja kellarikerroksen omaansa. Näiden kahden kytkimen välisen kaapelin pituus arvioitiin olevan yli 100 metriä, joten tiedonsiirtoon tällä välillä toteutettiin VDSL2/Ethernet-mediamuuntimilla. VDSL2-tekniikalla saadaan siirrettyä tietoa parikaapelissa pitkiä matkoja jopa 100 MB/s nopeudella. [10.]

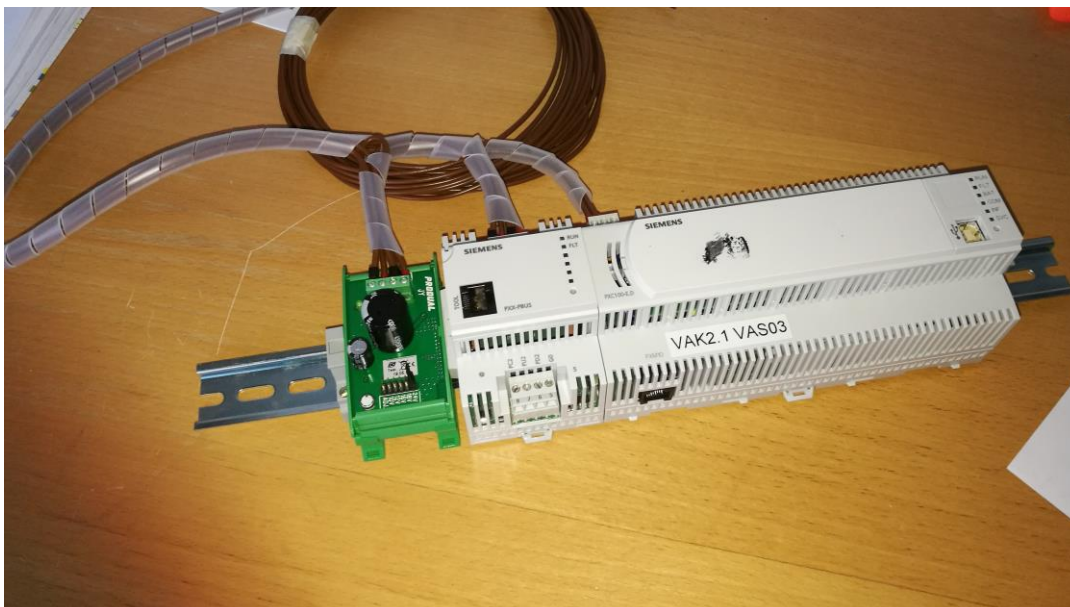
Siemensin PXC-alakeskusprosessorien E.D-malli on varustettu RJ45-portilla ja käyttää BACNet/IP-tiedonsiirtoprotokollaa kommunikoimiseen muun järjestelmän kanssa. Prosessori on tästä syystä helppo kytkeä esimerkiksi kytkimeen Ethernet-verkkokaapelilla. Saneerauksessa käytettiin Gigabit Ethernet -verkkokytkimiä, jotka tukevat tiedonsiirtonopeuksia aina 1 Gb/s asti. Käytännössä nopeuden tuoma etu havaitaan tietojen nopeampana päivittymisenä tietokantaan ja valvomon HMI:hin verrattaessa vanhaan järjestelmään.

#### 4.9 Prosessorin vaihto

Prossessorin vaihto aloitettiin asentamalla uusi prosessori sopivaan paikkaan alakeskuksessa. Vanhan prosessorin erilaisen muodon vuoksi jouduttiin yleensä tekemään pieniä muutoksia, jotta saatiin tarvittava tila uusia laitteita varten. Vanha prosessori pyrittiin pitämään toiminnassa uuden prosessorin valmistelujen ajan. Uuden prosessorin valmisteluihin kuului tarvittavien johtojen kytkentä, verkkopistokkeiden asentaminen ja verkkoyhteyksien testaus.

Uudet prosessorit oli koottu, johdotettu ja testattu valmiiksi, jolloin niiden asentaminen on nopeampaa ja kentällä tehtävä työ paljon vähäisempää. Kytkettäviä johtoja olivat

- I/O-moduuliväylän kolme johtoa
- 24 voltin vaihtovirtasyöttö prosessorille
- 24 voltin vaihtovirtasyöttö erilliselle tasajännitemuuntajalle
- yhteinen ketjutettu nollajohdin.



Kuva 4. Kuvassa tasavirtalähteestä, I/O-väylämuunnimesta (Siemens PXX-PBUS) ja prosessorista (Siemens PXC100-E.D) muodostuva kokonaisuus valmiiksi johdotettuna.

PXC100-E.D on Siemensin valmistama modulaarinen kiinteistö- ja rakennusautomaatioon tarkoitettu prosessori. Modulaarisuuden vuoksi siihen voidaan liittää I/O-lohkoja tarpeen mukaan, mikä mahdollistaa järjestelmän muokkaamisen juuri sopivaksi. Prosessorissa itsessään ei ole fyysistä I/O:ta. I/O-moduuleita saa monille eri pistetyypeille ja monilla erilaisilla ominaisuuksilla.

Vanhoille PTM-mallisille I/O-moduuleille tarkoitetun väylän kytkemiseen prosessoriin tarvitaan PXX-PBUS I/O-väylämuunnin, joka on tarkoitettu vanhojen I/O-moduulien liittämiseen uusiin PXC-tyyppisiin prosessoreihin. Prosessorin väyläjohtojen liittäminen moduuleihin ei itsessään riitä, vaan PXX-PBUS:in yhteen väyläjohtoon täytyy kytkeä 24 voltin tasajännite, jotta väylä alkaa toimia. Tähän tarkoitukseen lisättiin tasajännitemuuntaja, joka muuntaa vaihtojännitteestä tasajännitettä.

Kytkenään ja sen tarkastuksen jälkeen voitiin kytkeä sähkö takaisin alakeskukseen pääsulakkeelta.

#### 4.10 Käyttöönotto

Saneeraus toteutettiin vaiheittain, koska näin saatiin minimoitua prosessorien vaihdoista johtuvat käyttökatkokset. Käyttökatkos pystyttiin pitämään erittäin lyhyenä, ja keskimäärin ilmanvaihto ja muut prosessit keskeytyivät noin 15 minuutin ajaksi.

Prossessori liitettiin verkkokaapelilla tietokoneeseen käyttöönoton vuoksi. Käyttöönotossa tarkastetaan XWorksin CFC-työkaluohjelmalla alakeskusprossessorin ohjelman yleinen toimivuus ja korjataan sitä tarvittaessa. Ensin tehtiin tarkistus, jossa todetaan ohjelmien käynnistyminen ja toimivuus. Tämän jälkeen aloitetaan pistetarkastukset, joissa tarkastetaan kaikki I/O-moduuleihin liitetyt pisteet ja niihin liittyvät toiminnot tarkemmin. Pistetarkastuksissa esimerkiksi mittauspisteissä todetaan mittaustulos paikansa pitäväksi ja irrotetaan anturin johto, jolloin piste antaa hälytyksen vian merkiksi. Käyttöönotossa perusteellinen ja huolellinen tarkastus kannattaa, sillä silloin voidaan olla varmoja järjestelmän toimivuudesta. Kaikki vialliset kenttälaitteet tulee kartoitetuksi, ja esimerkiksi asiakkaalle nämä voidaan esittää korjausehdotuksena.

Tarkastusten jälkeen voidaan prosessori liittää valvomoon kytkemällä verkkokaapeli prosessorin ja sille tehdyn verkkopistokkeen välille. Valvomoon liittämisen jälkeen prosesseja voidaan tarkastella ja hallita valvomosta käsin.

## 5 Työn tulokset

### 5.1 Asiakkaan hyödyt

Saneerauksen tuloksena asiakas sai päivitetyn rakennusautomaatiojärjestelmän, joka on läpikäyty ja toimii niin kuin pitää. Nyt järjestelmän ylläpito on helpompaa, koska siihen on taas varaosia saatavilla. Tarkastuksien yhteydessä tulleiden piilevien vikojen, kuten esimerkiksi rikkiinäisten pelti- ja venttiilimoottorien korjausten jälkeen niillä ohjattavat prosessit toimivat oikein. Oikein toimivilla prosesseilla saadaan parannettua kiinteistössä olevia olosuhteita ja säästettyä energiaa.

Urakka kattaa myös sovitun takuuajan järjestelmälle, jonka aikana urakoitsija vastaa saneeraukseen liittyvän järjestelmän oikeasta toimivuudesta ja vuosihuollosta.

Valvomon uusimisessa piirrettiin myös uudet grafiikkakuvat, jotka päivitettiin, paranneltiin ja tehtiin helppokäyttöisemmiksi. Suuremman näytön resoluution avulla voitiin kasvattaa kuvien kokoa, sisällyttää enemmän informaatiota yhteen kuvaan ja samalla grafiikkakuvia lukumäärällisesti vähentämään. Valvomon BACnet-yhteensopivuus avaa mahdollisuuden käyttää muitakin prosessorivalmistajia kuin Siemensiä. Tai vaihtoehtoisesti voidaan valvomo-ohjelmisto vaihtaa toiseen BACnetia tukevaan, koska kaikki uudet prosessorit käyttävät BACnetia kommunikoimiseen. Tulevien saneerausten kilpailuttaminen on näin monipuolisempaa ja juostavampaa.

Valvomon päivityksen yhteydessä valvomoon liitettiin etäyhteyslaite, jolla voidaan muodostaa tietoturvallinen ja salattu yhteys suoraan valvomoon Internet-yhteyden avulla. Tämä on niin kiinteistön huoltohenkilökuntaa kuin urakoitsijaa varten tehty helpottamaan järjestelmän käyttöä, huoltotoimia ja hälytyksiin reagoimista. Huolto sai käyttöönsä myös tablet-tietokoneen, josta voidaan käyttää valvomotietokonetta samaa etäyhteyslaitetta hyödyntäen. Tabletin suurin hyöty on mukana kulkeva valvomo. Siinä on täysin samat toiminnot kuin varsinaisessa valvomossa, ja sen edut nousevat parhaiten esiin vikojen selvittelyssä ja käytöstä työajan ulkopuolella. Enää ei tarvitse olla paikan päällä käyttämään valvomoa.

Urakkaan kuului myös siihen kuuluvien dokumenttien päivittäminen nykyistä vastaavaksi. Uudesta järjestelmästä piirrettiin uusi järjestelmäkaavio ja päivitettiin

alakeskusdokumentaatioon kuuluvat kytkentäkuvat ja I/O-pistelista nykyistä vastavaksi. Ajan saatossa eri kerrosten rakenne on muuttunut remonttien takia, jolloin vanhat kerrosten tasokuvat eivät enää vastanneet todellisuutta. Nämäkin kuvat katsottiin hyödylliseksi päivittää valvomon grafiikalle hyödyntäen arkkitehdin päivittämiä CAD-tasokuvia.

## 5.2 Urakoitsijan hyödyt

Etäkäytön mahdollistaminen on helpottanut urakoitsijan kannalta kohteen tarkastelua taakuun aikana ja huoltohenkilöstön ohjeistamisessa uuteen järjestelmään. Tilanteen vaatiessa tuki on nopeasti saatavilla. Urakoitsijan kannalta etänä tehtävä työ on kustannuksiltaan pienemmät kuin verrattaessa aina kohteessa paikan päällä käymiseen.

## 5.3 Omat ajatukset

Saneerausprojekti oli minulle ensimmäinen, jossa olen ollut alusta loppuun asti mukana, ja oli mielenkiintoista nähdä toteutetun saneerausprojektin eri työvaiheet.

Ohjelmointityö oli haastavaa, sillä minulla ei ollut hirveästi aikaisempaa kokemusta alakeskusprosessorien ohjelmoinnista ja siihen käytettävästä työkaluohjelmistosta. Opetteluun ja ohjelmointityön tekemiseen kului aikaa noin kuukausi ja järjestelmän käyttöönottoon kaksi viikkoa.

Olen tyytyväinen työn monipuolisuuteen ja siihen, miten paljon opin työtä tehdessä. Projektin jälkeen minulla on hyvä käsitys alakeskusprosessorien ohjelmointiin liittyvistä asioista, rakennusautomaatiojärjestelmän käyttöönotosta ja yleisesti saneerausprojektin kulusta.



## Lähteet

- 1 ST-käsikirja 17. Rakennusautomaatiojärjestelmät. 2012. Sähkötieto ry
- 2 About BACnet international. (Järjestön WWW-sivut.) BACnet international. <<http://www.bacnetinternational.org>> Luettu 3.4.2017.
- 3 Official Website of ASHRAE SSPC 135. (Järjestön WWW-sivut.) ASHRAE <BACnet <http://www.bacnet.org/>> Luettu 3.4.2017.
- 4 Desigo Ethernet, TCP/IP, MS/TP and BACnet Technical principles. Siemens. Dokumentti Marcontrol Oy:n verkkoasemalta. Luettu 24.4.2018.
- 5 Tuotteen elinkaari. Verkkodokumentti. <<http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/logistiikka-ja-toimitusketju/tuotteen-elinkaari/>>. Luettu 25.4.2018.
- 6 Liljendahl Marko. Toiminnanjohtaja. Marcontrol Oy. Keskustelut ajalta 1.6.2016–27.4.2018.
- 7 Rakennustieto Oy. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998 RT 16-10660.
- 8 Siemens Suomi verkkosivut. Desigo Insight- valvomo. <[http://www.siemens.fi/fi/infrastructure\\_and\\_cities/talotekniikka/rakennusautomaatio/saatolaitteet\\_ja\\_jarjestelmat/desigo\\_insight\\_valvomo.htm](http://www.siemens.fi/fi/infrastructure_and_cities/talotekniikka/rakennusautomaatio/saatolaitteet_ja_jarjestelmat/desigo_insight_valvomo.htm)>. Luettu 23.4.2017.
- 9 Visonik Building Level Network, SDLC-ring. Siemens. <<https://www.downloads.siemens.com/download-center/Download.aspx?pos=download&fct=getasset&id1=20718>>. Luettu 25.4.2018.
- 10 Kolme tapaa laajentaa Ethernet-verkkoa. Verkkodokumentti. <<http://blog.black-box.eu/fi/blog/2015/06/3-tapaa-laajentaa-ethernet-lan-verkkoa/>>. Luettu 5.11.2017.

