

Pasi Kosonen

OLAVINLINNAN  
RAKENNUSAUTOMAATIO-  
JÄRJESTELMÄN SANEERAUS

Opinnäytetyö  
Sähkötekniikan koulutusohjelma


Toukokuu 2011




**MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU**

Mikkeli University of Applied Sciences

## KUVAILULEHTI

 <p><b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences</p>	<p><b>Opinnäytetyön päivämäärä</b></p> <p>12.5.2011</p>	
<p><b>Tekijä</b> Pasi Kosonen</p>	<p><b>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</b> Sähkötekniikan koulutusohjelma Insinööri (AMK)</p>	
<p><b>Nimeke</b></p> <p>Olavinlinnan rakennusautomaatiojärjestelmän saneeraus</p>		
<p><b>Tiivistelmä</b></p> <p>Opinnäytetyöni tarkoituksena oli esitellä rakennusautomaatiojärjestelmän suunnittelu ja toteutus rakennusautomaatiourakoitsijan näkökulmasta normaalista poikkeavassa kohteessa. Työssä tutkittiin myös uuden järjestelmän mukana saavutettuja parannuksia sekä järjestelmän käyttäjien, että kiinteistön energiatehokkuuden kannalta.</p> <p>Työn kohteena oli keväällä 2010 toteutettu Savonlinnassa sijaitsevan Olavinlinnan vanhan yksikkösäädinjärjestelmän saneeraus uudella Schneider Electricin Atmoscare -kiinteistöautomaatiojärjestelmällä. Kohteen tilojen käytön epäsäännöllisyys, kausittaiset tapahtumat sekä rakenteelliset ominaisuudet loivat haasteellisen pohjan järjestelmän suunnittelulle ja toteutukselle.</p> <p>Työssä esitellään kohteen automaatioon liittyvä talotekniikka, kohteeseen suunniteltu ja rakennettu taloautomaatiojärjestelmä sekä urakkamuotoisesti toteutetun saneerausprojektin kulku. Työssä esitellään myös käyttäjiltä haastattelujen perusteella saatuja käyttökokemuksia sekä vertaillaan uutta sekä vanhaa automaatiojärjestelmää kiinteistön talotekniikan käytettävyyden sekä energiatehokkuuden kannalta.</p> <p>Työstä käy ilmi, että hyvin suunniteltuna ja oikein toteutettuna voidaan nykyaikaisella järjestelmällä ohjata vaikeankin kiinteistön talotekniikkaa käyttäjystävällisesti. Automaatiojärjestelmän saneeraus onnistui hyvin huolellisesti laadittujen suunnitelmien sekä johdonmukaisen projektityöskentelyn ansiosta.</p>		
<p><b>Asiasanat (avainsanat)</b></p> <p>LVIS-tekniikka, saneeraus, automaatio</p>		
<p><b>Sivumäärä</b> 32 + 21</p>	<p><b>Kieli</b> Suomi</p>	<p><b>URN</b></p>
<p><b>Huomautus (huomautukset liitteistä)</b></p>		
<p><b>Ohjaavan opettajan nimi</b> Arto Kohvakka</p>	<p><b>Opinnäytetyön toimeksiantaja</b> Schneider Electric Buildings Finland Oy</p>	

## DESCRIPTION

 <p><b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences</p>		<b>Date of the bachelor's thesis</b>  12.5.2011
<b>Author</b> Pasi Kosonen	<b>Degree programme and option</b> Degree programme in Electrical engineering Bachelor of Electrical engineering	
<b>Name of the bachelor's thesis</b>  Renovation of Olavinlinna's building automation system		
<b>Abstract</b>  The purpose of this bachelor's thesis was to present the design and implementation process of building automation system for an exceptional building. The thesis presents the process from the building automation contractor's point of view. This work also analyses the improvements in usability and energy efficiency provided by the new automation system.  This thesis analyses the replacement of Olavinlinna castle's old single controller system with new Schneider Electric Atmoscare building automation system. The new system was built during the winter in 2010, and it was implemented according to the instructions made by the HVAC designer. The implementation included building automation contractor's own planning, installations and testing the new system. I also interviewed the janitors to survey the usability of the new system.  This work shows that good planning and implementation of a modern building automation system enables easy control and good usability even for the HVAC systems of exceptional and challenging buildings.		
<b>Subject headings, (keywords)</b>  Building automation, HVAC-automation		
<b>Pages</b> 32 + 21	<b>Language</b> Finnish	<b>URN</b>
<b>Remarks, notes on appendices</b>		
<b>Tutor</b> Arto Kohvakka	<b>Bachelor's thesis assigned by</b> Schneider Electric Buildings Finland Oy	

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	1
2	OLAVINLINNA .....	2
2.1	Vanhat säätöjärjestelmät.....	3
2.2	Aiemmat talotekniikan saneeraukset.....	4
3	LVIAS-SUUNNITELMAT .....	4
3.1	Tuloilmakoneet .....	5
3.2	Lämmitysjärjestelmät .....	7
3.3	Alakeskukset.....	8
3.4	Sähköerillispisteet .....	9
3.5	Kiinteistöautomaatiovalvomo.....	10
4	AUTOMAATIOURAKKA .....	10
4.1	Projektin käynnistys ja suunnittelu .....	11
4.2	Alakeskusohjelmointi.....	13
4.3	Asennukset ja kytkennät.....	14
4.4	Järjestelmän käynnistys ja itselleluovutus.....	17
4.5	Valvomolaitteet ja yhteydet.....	19
4.6	Ilmanvaihdon hätäpysäytys .....	22
5	LUOVUTUS JA TAKUUHUOLLOT .....	22
5.1	Toimintakokeet .....	23
5.2	Käytönopastus.....	24
5.3	Luovutusdokumentit .....	25
5.4	Takuuhuollot.....	26
6	YHTEENVETO .....	27
6.1	Järjestelmän käytettävyys.....	27
6.2	Parannukset vanhaan järjestelmään nähden .....	28
6.3	Saneerauksen vaikutus energiankulutukseen.....	30
6.4	Projektin yhteenveto.....	30
	LÄHTEET .....	32

### LIITTEET

- 1 LVIA-työselitys
- 2 Tuloilmakone 1 TK säätökaavio
- 3 Oopperasyvennyksen lämmityslaitteet säätökaavio

- 4 Sähkösuunnittelijan kaapelointikaavio
- 5 Rakennusautomaatiolaitteiden järjestelmäkaavio
- 6 Asiakastyytyväisyyskyselyn lomake

## 1 JOHDANTO

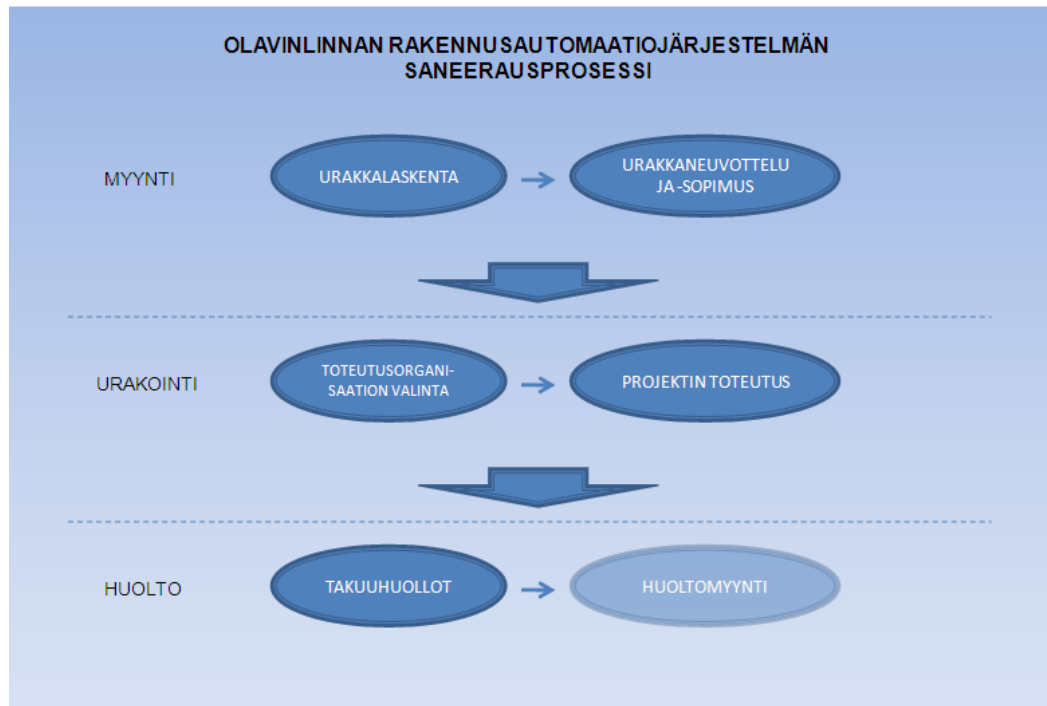
Rakennusautomaatiojärjestelmän tarkoituksena on ohjata kiinteistön talotekniikkaa mahdollisimman käyttäjäystävällisesti sekä energiatehokkaasti kiinteistössä vaadittujen olosuhteiden ehdoilla. Toimintojen automaattisten ohjausten lisäksi rakennusautomaatiojärjestelmä valvoo talotekniikan toimintaa ja ilmoittaa käyttäjälle mahdollisista häiriöistä. Kuten Piikkilä ym. (2001, 29) mainitsevat, rakennusautomaatiojärjestelmästä saatavat tiedot helpottavat kiinteistön hallintaa olennaisella tavalla.

Normaalissa kiinteistössä automaatiojärjestelmä voi ohjata esimerkiksi rakennuksen ilmanvaihtoa, lämmitystä sekä valaistusta. Yksinkertaisimmillaan mikroprosessoripohjainen taloautomaatiojärjestelmä voi koostua ohjelmistoa pyörittävästä alakeskuksesta sekä siihen kytketyistä kentällä sijaitsevista tuntoelimistä ja toimilaitteista eli kenttälaitteista. Myös kiinteistössä mahdollisesti olevien paloilmoitin-, kulunvalvonta- ja turvavalaistusjärjestelmien toiminnasta kertovat tiedot ja hälytykset voidaan liittää taloautomaatiojärjestelmään. Rakennusautomaatiojärjestelmä voi kerätä ja analysoida tietoa myös kiinteistön veden- ja energiankulutuksesta.

Nykyään yhä useammin järjestelmään lisätään käytön helpottamiseksi myös valvomotietokone, josta voidaan ohjata ja seurata järjestelmän toimintoja vaivattomammin kuin alakeskuksen omalta näyttöpäätteeltä. Verkkoyhteyksien nopean kehittymisen myötä myös taloautomaatiojärjestelmien kauko-ohjausmahdollisuudet ovat parantuneet huomasti viimeisen vuosikymmenen aikana. Monissa uusissa järjestelmissä automaatiojärjestelmän sisäinen tiedonsiirto perustuu Ethernet-tekniikkaan, joten järjestelmän hallinta myös valvottavan kiinteistön ulkopuolelta verkon avulla on yleistynyt. Etäyhteyden luonti kiinteistön valvomoon tai alakeskukseen onnistuu vaivatta, tarvittaessa vaikka toiselta puolen maapalloa. Järjestelmän ilmoittamat hälytykset voidaan ohjata gsm-tekniikan avulla esimerkiksi huoltoyhtiön päivystäjän puhelimeen ja samalla esimerkiksi kiinteistön omistajan sähköpostiin. Kauko-ohjausvalmiudella varustetut mikroprosessoripohjaiset alakeskusjärjestelmät korvaavat nykyään yhä useammin ennen varsinkin pienemmissä kohteissa käytetyt yksikkösäätimet.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kuvailla normaalia erikoisemman kohteen rakennusautomaatiojärjestelmän saneerausprojektin eri vaiheet sekä analysoida valmiin järjestelmän toimivuutta käyttäjien sekä kiinteistön energiatehokkuuden kannalta. Ku-

vassa 1 on esitetty Olavinlinnan rakennusautomaatiojärjestelmän nykyaikaistamisprosessi kokonaisuudessaan rakennusautomaatiourakoitsijan näkökulmasta. Tässä opinnäytetyössä keskitytään kaaviossa esitettyihin urakointi- sekä huolto-organisaatioiden suorittamien toimenpiteiden sekä itse rakennusautomaatiojärjestelmän ja sen ohjaaman talotekniikan esittelyyn.



**KUVA 1. Olavinlinnan rakennusautomaatiojärjestelmän saneerausprosessi**

Opinnäytetyön kirjoitushetkellä rakennusautomaatiojärjestelmä on ollut toiminnassa yhden vuoden ajan, ja näin ollen myös kohteen kaksi ensimmäistä takuuhuoltoa on suoritettu. Yhtenä osana kohteen saneeratun automaatiojärjestelmän toimivuuden kartoitusta tehtiin haastattelu kohteen huoltohenkilöstölle.

## 2 OLAVINLINNA

Museoviraston mukaan (2010) Olavinlinnan rakennus on aloitettu alun perin vuonna 1475. Linna sijaitsee Savonlinnassa veden ympäröimässä kalliosaarella Haukiveden ja Pihlajaveden yhdistävässä Kyrönsalmessa (kuva 2). Linnan rakennusmateriaaleina on käytetty pääasiassa puuta ja kiveä. Nykyisin linna on ympäri vuoden auki oleva turistikohde ja tämän lisäksi suurella linnanpihalla järjestetään jokakesäiset Savonlinnan Oopperajuhlat. Linnan tiloissa järjestetään myös paljon erilaisia näyttelyitä. Lin-

nasta voi myös vuokrata tiloja yksityistilaisuuksiin ja talvisin linnassa järjestetään mm. jäänveistokilpailut.



**KUVA 2. Olavinlinna on rakennettu kalliolle keskelle Kyrönsalmea**

Olavinlinnassa on paljon erilaisia tiloja, joiden käyttötarkoitukset muuttuvat tilanteen mukaan ja tilojen käyttö on muutenkin hyvin epäsäännöllistä. Juuri tämän takia taloteknisten järjestelmien ohjausten käytettävyyttä voidaan pitää tämän kohteen rakennusautomaation tärkeimpänä ominaisuutena. Linnassa on museoviraston toimistotiloja, joissa työskentelee muutamia ihmisiä ympäri vuoden. Kohteen kiinteistöhuollosta vastaa kolme museoviraston omaa vakituista kiinteistöhoitajaa. Kesällä sesongin aikana huoltoon palkataan lisää henkilöitä.

## **2.1 Vanhat säätöjärjestelmät**

Olavinlinnaa on korjattu ja saneerattu moneen kertaan, ja keväällä 2010 saneeratut talotekniikkaa säätäneet yksikkösäätimet olivat alun perin asennettu vuosien saatossa sitä mukaa, kun vaihdon tarvetta oli ilmennyt. Vanha ilmastointia ja lämmitystä säätänyt laitekanta koostui pääosin Ouman-merkkisistä yksikkösäätimistä. Tallisaaren huoltorakennuksessa oli saneeraukseen saakka vanha, käyttäjien mukaan vaikeakäyttöinen kaukokäyttölaite, jonka toiminnasta ei ollut täyttä varmuutta. Tästä johtuen



valaistusta ja erillisiä poistopuhaltimia ohjattiin kevään 2010 automaatio saneeraukseen saakka pääosin ryhmäkeskusten käsikytkimistä sekä erillisestä linnassa sijaitsevasta valaistuksen ohjaustaulusta.

## **2.2 Aiemmat talotekniikan saneeraukset**

Vuonna 2005 linnan toimistorakennuksen ullakolle asennettiin lämmöntalteenottokuitiolla sekä taajuusmuuttajilla varustettu ilmanvaihtokone. Tämän ilmanvaihtokoneen automatiikkaa säätelee samaan aikaan asennettu AtmosCare A88 –mallisella keskusyksiköllä varustettu alakeskus. Tässä toimistotiloja palvelevassa tuloilmakoneessa on vesilämmitteinen patteri.

Vuonna 2008 saneerattiin oopperajuhlien käyttämät maskeeraustilat, jotka sijaitsevat linnan koilliskulmassa. Remontin yhteydessä lähellä sijaitseviin ullakkotiloihin lisättiin sähkölämmityspatterilla sekä taajuusmuuttajilla varustettu maskeeraustiloja palveleva ilmanvaihtokone sekä sen automatiikkaa hoitava AtmosCare iC1000 -keskusyksiköllä varustettu rakennusautomaatioalakeskus.

## **3 LVIAS-SUUNNITELMAT**

Keväällä 2010 toteutetun projektin LVIA-suunnitelmat oli toteutettu hyvissä ajoin ennen saneerauksen ajankohtaa vuonna 2008 helsinkiläisen Insinööritoimisto Jarmo Lehtonen Oy:n toimesta. LVIA töihin liittyvät sähkösuunnitelmat toteutti Insinööritoimisto Sähkö-ohmi Oy, myös Helsingistä. LVIA-työselityksessä (liite 1) määriteltiin, että automaatio saneerausurakan tulisi sisältää viisi uutta alakeskusta, ja että niiden lisäksi vuonna 2008 asennettu alakeskus liitettäisiin uuteen järjestelmään. Myöhemmin saneerausurakan aikana uuteen rakennusautomaatiojärjestelmään liitettiin myös aiemmin vuonna 2005 asennettu toimistotilojen ilmanvaihdon automatiikkaa säätelevä alakeskus. Järjestelmän hälytystensiirtoprotokolla sekä valvomolaitteet määriteltiin myös LVIA-työselityksessä. Olavinlinnan automaatiojärjestelmän saneeraus oli suunniteltu tehtäväksi kokonaisvaltaisena urakkana siten, että tehtävään valittava pääurakoitsija tulisi vastaamaan kaikista saneeraukseen liittyvistä sähkö-, LVI- ja automaatiotöistä.

Tarkemmat kojekohtaiset toimintaselostukset ilmanvaihdon ja lämmitysten säätöjen osalta oli esitetty LVIA-suunnittelijan laatimissa säätökaavioissa. Lisäksi automaatiojärjestelmään liitettävät valo-ohjaukset sekä erilliset hälytyspisteet oli määritelty sähkö- ja LVIA-suunnitelmissa.

### 3.1 Tuloilmakoneet

Automaation osalta kokonaan saneerattavia tuloilmakoneita kohteessa oli yhteensä seitsemän kappaletta. Lisäksi kohteessa oli nykyaikaisella ja käyttöön jäävällä automatiikalla varustettuja koneita kaksi kappaletta. Säätökaavioissa koneet oli nimetty taulukon 1 mukaisesti. Taulukosta käy myös ilmi tuloilmakoneiden vaikutusalueet, lämmöntalteenottotapa, taajuusmuuttajat sekä konetta ohjaavan automatiikan vaihtotai saneerausajankohta.

**TAULUKKO 1. Olavinlinnan tuloilmakoneet (Lehtonen 2008)**

TULOILMAKONE	VAIKUTUSALUE	LÄMMÖNTALTEENOTTO	TAAJUUSMUUTTAJAT	AUTOMAATIO
1 TK	Vaate- ja keskushalli	ei	ei	2010
2 TK	Juhlasali	ei	ei	2010
3 TK	Toimistot	ei	ei	2010
4 TK	Kongressisali	ei	ei	2010
5 TK	Keittiö	ei	ei	2010
6 TK	Ortodoksikirkko	ei	ei	2010
7 TK	Museo	ei	ei	2010
TK1	Toimistot	LTO-kuutio	kyllä	2005
TK01	Maskeeraus	ei	kyllä	2008

Saneerattavista tuloilmakoneista 1 TK (kuvassa 3), 2 TK, 3 TK, 6 TK sekä 7 TK olivat säätötoiminnoiltaan täsmälleen samanlaisia toistensa kanssa. Näissä kaikissa tuloilmakoneikoissa oli iv-konehuoneisiinsa sijoitetut erilliset tulopuhallinkojeikot sekä katolle sijoitetut erilliset poistopuhallinkojeet. Kaikissa edellä mainituissa ilmanvaihdonkoneissa oli vesilämmityspatterit sekä kontaktorivetoiset yksinopeuspuhaltimet. Koneiden tulopuoli koostui automaatiolaitteiden osalta jousipalautteisesta tuloilmapeltimeoottorista, kalvotoimisesta suodatinvahdistista, lämmityspatterin venttiilimoottorista ja paluuviesianturista sekä tuloilman lämpötilaa mittaavasta kanavalämpötila-anturista. Poistopuolen kanavaan oli määritelty myös kanavalämpötila-anturi poistoilman lämpötilan mittausta varten. Säätökaavioissa koneisiin oli suunniteltu myös osoittavat

viisarilämpötilamittarit kunkin kanavalämpötila-anturin viereen sekä yksi viisarilämpötilamittari kanavaan ennen lämmityspatteria. Liitteessä 2 on esitetty tuloilmakone 1 TK:n säätökaavio sekä toimintaselostus.



**KUVA 3. Tuloilmakone 1TK**

Keskenään samaan konehuoneeseen sijoitetut tuloilmakoneet 4 TK ja 5 TK poikkesivat hieman toiminnoiltaan aiemmin esitellyistä tuloilmakoneista. Nämä tuloilmakoneet käsittivät kuitenkin aiempien tapaan konehuoneeseen sijoitetut erilliset tulopuhallinosat sekä katolle sijoitetut erilliset poistopuhallimet. Erona aiemmin esiteltyihin tuloilmakoneisiin 4 TK:ssa oli kiertoilmatoiminto, jossa osa lämpimästä ulospuhallettavasta jäteilmasta puhalletaan takaisin sisään yhtenä tuloilmasäädön lämmitysportaa-

na. Tuloilmakoneessa oli myös yhden tuloilmapuhaltimen sijaan kaksi tuloilmakana-  
vaan peräkkäin sijoitettua puhallinta. Koneessa 5 TK oli myös kaksi tulopuhallinta,  
mutta muilta osin iv-kone oli samanlainen kuin 1 TK, 2 TK, 3 TK, 6 TK sekä 7 TK.

### 3.2 Lämmitysjärjestelmät

Linnan lämmöntuotannosta huolehtii kaksi lämmönjakohuoneeseen sijoitettua öljypol-  
tinta. Kooltaan polttimet ovat 150 kilowattia sekä 400 kilowattia, ja niitä käytetään  
pääosin vuorotellen siten, että isompi on käytössä talvisin ja pienempi kesäisin. Läm-  
mönjakohuone on linnan eteläisellä puoliskolla sijaitseva korkea tila, joka on jaettu  
kolmeen eri tasoon ritilälattioilla. Automaatiosaneerauksen yhteydessä myös lämmi-  
tyksen säätöautomaatiikka oli suunniteltu uusittavaksi, joten lämmönjakohuoneeseen  
oli määritelty lisättäväksi lämmityksen säädöstä huolehtiva uusi automaatioalakeskus.  
LVI-suunnittelijan säätökaavioissa oli esitetty lämmitysten säätöpiirien lämpötila-  
antureiden ja säätöventtiilien sijoitukset sekä säätöjen toimintaperiaatteet.

Lämmityksen säätöpiirejä piirustuksissa oli yhteensä viisi kappaletta. Lisäksi linnan  
käyttöveden lämpötilan säätö oli määritelty automaatioalakeskuksen ohjattavaksi.  
Lämmityksen säätöpiirit oli suunnitelmissa jaettu alkuperäisten säätöpiirien tavoin  
lattialämmitys-, patteriverkosto- ja ilmanvaihtoverkoston säätöpiireihin. Lisäksi koh-  
teen toimistotilojen lämmitysverkoston menoveden lämpötilaa oli suunniteltu säadet-  
täväksi omalla säätöpiirillä. Normaalista kohteesta poiketen Olavinlinnassa on myös  
oma säätöpiirinsä kesäisin oopperajuhlien ajaksi linnanpihalle rakennettavalle orkeste-  
risyvennyksen lämmitykselle (liite 3). Tähän ooppera-aikaiseen kesälämmityspiiriin  
oli lisäksi suunniteltu erillinen lämmönsiirrin, jottei koko verkostoa tarvitsisi tyhjentää  
juhlien jälkeen verkoston purkutöiden alkaessa. Lisäksi muista verkostoista poiketen  
tämän piirin lämpötilan säätöön oli suunnitelmiin piirretty 3-tieventtiili. Muihin koh-  
teen lämmityspiireihin oli suunnitelmissa määritelty lämmitysveden virtausta säätävä  
2-tieventtiili sekä verkostoon menevän sekä verkostosta palaavan veden lämpötilaa  
mittaavat vesianturit.

Kaikkien lämmityspiirien toimintatavaksi oli suunniteltu normaalistikin kiinteistöjen  
lämmitysverkostoiden säädöissä käytetty menoveden lämpötilan säätö ulkolämpötila-  
kompensoinnilla. Lämpimän käyttöveden riittävydestä vastaa kohteen entinen läm-  
minvesivaraaja, jonka säätölaitteet oli myös suunniteltu uusittavaksi saneerauksen

yhteydessä. Varaaja on tilavuudeltaan kolme kuutiota, ja siitä käyttövesiverkoston lähtevän veden lämpötilaa oli piirretty säädettäväksi 3-tieventtiilillä. Kaikista lämmityspiirien sekä käyttöveden säätöön liittyvistä pumpuista oli piirretty lämpörehälytykset liitettäväksi automaatioalakeskukseen. Linnan lämmitysten säätöpiirien kaikki säätöventtiilit, niiden toimilaitteet sekä kaikki lämpötila-anturit oli määritelty uusittaviksi saneerauksen yhteydessä.

### 3.3 Alakeskukset

Normaalisti käytön kannalta rakennusautomaatioalakeskukset on järkevintä sijoittaa samaan tilaan, tai ainakin mahdollisimman lähelle sen säätelämä talotekniikkaa. Yleensä uudisrakennuksissa alakeskukset sijoitetaan ilmanvaihtokonehuoneisiin sekä lämmönjakohuoneisiin jossa tärkeimmät talotekniset järjestelmät sijaitsevat. Näin käyttäjät voivat paikallisesti käyttää automaatiojärjestelmää, ja esimerkiksi tuloilmakoneiden automaation vikojen paikallistaminen helpottuu, kun laitteita voidaan ohjata ja järjestelmän antamia mittaustuloksia tarkastella suoraan alakeskuksen näytöltä ilmanvaihtokonehuoneessa.

Olavinlinna oli LVIA-suunnittelijan alkuperäisten suunnitelmien mukaan määritelty asennettavaksi kaiken kaikkiaan yhteensä viisi uutta automaatioalakeskusta. Kohteen erikoisuudesta johtuen kaikkien alakeskusten sijoituspaikkoja ei suunnittelija pystynyt määrittelemään samoihin tiloihin säätelämänsä talotekniikan kanssa, vaan alakeskukset oli suunniteltu lähimpään mahdolliseen sopivaan ja järkevään tilaan. Kuten jo aiemminkin mainittiin, lämmönjakohuoneeseen säätöpiirien kanssa samaan tilaan oli suunniteltu lämmitystä säätävä alakeskus VAK 1. Säätelämänsä ilmanvaihtokoneiden kanssa samaan tilaan oli pystytty suunnittelemaan alakeskukset VAK 2 ja VAK 4. Toimiston ja keittiön ilmanvaihdosta vastaavien ilmanvaihtokoneiden valvonta-alakeskus VAK 3 oli ilmanvaihtokonehuoneen ahtaudesta johtuen jouduttu suunnitelmassa sijoittamaan konehuoneen alapuolella sijaitsevan käytävän varrelle. Ahtaassa paikassa ortodoksikirkon sekä museon tilojen välikatossa sijaitsevien tuloilmakoneiden 6 TK ja 7 TK alakeskus VAK 5 oli suunniteltu asennettavaksi ilmanvaihtokoneita ohjaavan ryhmäkeskuksen kanssa samaan tilaan linnan vanhaan viinikellariin. Myöhemmin urakkaa tehdessä suunnitelmiin ja järjestelmään lisättiin pääosin Olavinlinnan sisä- ja ulkovalaistuksen ohjauksia hoitava alakeskus VAK8. Tämä alakeskus sijoitettiin valaistuksen jännitteensyöttöä hoitavan ryhmäkeskuksen kanssa samaan huoneeseen.

seen, linnan kirkkotornissa sijaitsevaan tekniseen tilaan. Sähkösuunnittelijan kaapelointikuvasta (liite 4) selviää alkuperäisten suunnitelmien mukaisten uusien alakeskusten sijainnit.

Liitteen 1 LVIA-työselityksen luvussa 3.2 on määritelty tarkasti alakeskusten tekniset, ohjelmalliset sekä rakenteelliset vaatimukset. Lisäksi työselityksessä on mainittu, että ennen hankintaa ja asennusta alakeskusten tyytit on hyväksyttävä suunnittelijalla, ja että alakeskuksiin on varattava tilaa vähintään 30 % mahdollisesti myöhemmin lisättäviä moduuleita varten.

### **3.4 Sähköerillispisteet**

Automaatiojärjestelmään liitettävät sähköerillispisteet voivat normaalisti käsittää mm. kiinteistön valaistuksen ohjauksia, saattolämmitysten ohjauksia sekä erillisistä järjestelmistä saatavia automaatioon liitettäviä hälytystietoja. Myös erillisten poistoilmapuhaltimien ohjaukset voidaan sisällyttää suunnitelmissa sähköerillispisteluetteloihin tai -kaavioihin. Olavinlinnan sähköerillispisteet oli esitetty LVIA-suunnittelijan säätökaavioissa sekä sähkösuunnittelijan erillisessä vak-pisteluettelossa.

Erillispoistopuhaltimia kohteen suunnitelmissa oli määritelty automaatiojärjestelmään liitettäväksi yhteensä kahdeksan kappaletta, ja ne oli numeroitu vanhojen tunnustensa mukaisesti poistopuhaltimiksi 12 PK 1 – 19 PK 1. Toimintaselostuksessa nämä kontaktoriohjatut puhaltimet olivat suunniteltu ohjattaviksi automaatioalakeskuksesta kukin oman aikaohjelmansa ohjaamana. Puhaltimia ohjaavien kontaktoreiden apukoskettimilta oli määritelty myös tilatiedot liitettäväksi automaatiojärjestelmään, ja ohjauksen ja tilatiedon vertailulla oli määritelty tehtäväksi ohjelmalliset ristiriitahälytykset.

Sähkösuunnittelija oli kerännyt sähkökeskusten valo-ohjaukset, sähkölämmitysten ohjaukset sekä lämmönjakohuoneessa sijaitsevien pumppujen hälytykset erilliseen vak-pisteluetteloon. Osa ryhmäkeskuksista uusittiin kokonaan saneerauksen yhteydessä, ja osaan keskuksista tehtiin muutoksia, jotta olemassa olevia valaistuksia voitiin liittää automaatiojärjestelmän ohjattaviksi. Ulkovalaistukset oli suunniteltu ohjattaviksi ulkovaloisuuden tason sekä kukin ryhmä omien aikaohjelmiansa mukaan. Sisävalaistuksista osa oli suunniteltu aiempien toimintojensa mukaisesti siten, että automaation ohjaus lisättiin olemassa olevan pulssipainonappiohjauksen rinnalle, ja osa sisäva-

laistuksesta oli määritelty ohjattavaksi ainoastaan automaatioalakeskuksesta. Kaikille sisävalojen ohjausryhmille oli määritelty omat aikaohjelmat sekä tilatiedot keskusten kontaktoreiden apukoskettimilta ohjelmallisia hälytyksiä varten. Kaikki sähkövastuksilla toteutettujen lämmitysten ohjaukset oli suunniteltu ohjattaviksi ulkolämpötilan perusteella.

### **3.5 Kiinteistöautomaatiovalvomo**

Automaatiojärjestelmään oli suunnitelmissa määritelty valvomolaitteisto, joka oli määrä asentaa linnan vieressä sijaitsevaan Tallisaaren erilliseen huoltorakennukseen. Itse linna sijaitsee myös saarella, ja linnaan tullaan kahden sillan kautta. Näistä ensimmäinen on kaupungin sekä tallisaaren välissä ja toinen tallisaaren sekä Olavinlinnan välissä. Sähkösuunnittelijan kaapelointikuvasta (liite 4) käy ilmi, että tiedonsiirto linnan ja Tallisaaren välillä oli suunniteltu toteutettavaksi olemassa olevia vesistökaapeleita hyväksikäyttäen. Kuvaan on myös merkitty alakeskusten väliseen tiedonsiirtoon käytettävät aiemmin vedetyt JAMAK 8x(2+1)x0,5 väyläkaapelit.

Valvomotietokoneen sijoituspaikka sekä tekniset vaatimukset oli esitetty LVIA-työselityksen (liite 1) kohdassa 3.5. Vaatimuksena oli nykyaikainen, tunnetun valmistajan Pentium-tasoinen mikrotietokone näppäimistöllä, hiirellä sekä 19” SVGA -tasoisella näytöllä varustettuna. Valvomokoneeseen oli määritelty toimitettavaksi A4-lasertulostin sekä ylijännitesuoja PC:n syöttöjohtoon. Valvomo-ohjelmiston graafisen käyttöliittymän minimivaatimukset oli myös esitetty tässä kohdassa LVIA-työselitystä.

## **4 AUTOMAATIOURAKKA**

Museovirasto kilpailutti urakan kokonaisvaltaisena sähkö-, LVI- ja automaatio saneerauksen sisältävänä urakkana, ja urakkakilpailun voitti YIT Verkkopalveluiden Savonlinnan yksikkö. Schneider Electric Buildings Finland Oy:n ja YIT:n välillä käytyjen aliurakkaneuvotteluiden ja museoviraston hyväksynnän jälkeen automaatio saneeraus sovittiin toteutettavaksi sähköurakan aliurakkana. Automaatiojärjestelmän saneerauksen yhteydessä tehtäviin LVI-töihin urakoitsijaksi valikoitui YIT Kiinteistötekniikan Savonlinnan toimipiste.

Kohteen automaatiojärjestelmän suunnittelun ja rakentamisen toteutti Schneider Electric Buildings Finland Oy:n Savonlinnan toimipiste. Urakka-aikana rakennuttaja valvoi saneeraustöiden etenemistä sekä järjesti ja johti työmaakokoukset noin kuukauden välein. Pääurakoitsijan ominaisuudessa YIT Verkkopalvelut johti toimintaa työmaalla, sekä seurasi ja vastasi työmaan työturvallisuudesta. Pääurakoitsija järjesti myös viikoittaiset urakoitsijapalaverit ja piti päiväkirjaa työmaan tapahtumista.

#### **4.1 Projektin käynnistys ja suunnittelu**

Automaatiosaneerausprojekti käynnistyi myyntiosaston luovutettua urakka-asiakirjat toteutusosastolle. Projektin toteuttajiksi valittiin Savonlinnan yksikön urakointitiimi, joka tulisi hoitamaan projektin johdon, suunnittelun, ohjelmoinnin sekä asennuksen. Projekti avattiin taloushallintaan, ja suunnittelijoiden piirustuksista sekä urakoitsijan omista urakkaan liittyvistä asiakirjoista perustettiin kansiot projektin johtoa, suunnittelua ja asennustöitä varten. Työskentelytiimin kanssa käytiin läpi projektin suunnitelmapiirustukset ja samalla sovittiin projektia koskevat henkilökohtaiset vastualueet.

Suunnittelutyöt aloitettiin alakeskusten kytkentäsuunnitelmien laadinnalla. Kytkeäsuunnitelmat tehtiin LVIA-suunnittelijan säätökaavioiden ja pisteluetteloiden perusteella käyttäen Atmosware atkytke -ohjelmaa. Pistetunnusten ohjelmaan syöttämisen jälkeen ohjelma luo alakeskuskohtaiset kytkentäpiirustukset sekä hyvin tarpeellisen automaatiojärjestelmän kaapelointiluettelon kaapelointityöt suorittavalle urakoitsijalle. Kytkeäsuunnittelu on normaalisti projektin ensimmäinen vaihe, jolloin toteutusorganisaatiosta valittu suunnittelija käy ensimmäisen kerran kohteen suunnitelmat tarkasti läpi. Jos suunnitelmissa tällöin ilmenee ristiriitoja tai muita epäkohtia, pyritään ne heti selvittämään suunnittelijoiden kanssa. Näin järjestelmän toteutus on heti alusta lähtien mahdollisimman hyvällä pohjalla ja kaikki epäselvyydet on selvitetty jo varhaisessa vaiheessa projektia. Olavinlinnan sähkö- ja automaatio-suunnitelmat osoittautuivat kytkentäsuunnittelijan tarkistuksen jälkeen selkeiksi ja hyvin perusteellisesti laadituiksi. Varsinkin sähkösuunnitelmat oli suunniteltu hyvin yksityiskohtaisesti ja suunnitelmista kävi ilmi, että kohteeseen oli käyty tutustumassa huolellisesti ennen suunnitelmien laadintaa.

Seuraavaksi tehtiin kytkentäsuunnitelmista ilmenevien pistemäärien perusteella alakeskussuunnitelmat. Alakeskusten perustyyppiä suunnittelijalla hyväksyttiin vakio-



kokoonpanolla varustetut ja Darekon Electron kokoamat 600x1000x250 mm kokoiset vakit. Poikkeuksena normaaliin, linnan vanhaan viinikellariin suunniteltu alakeskus täytyi kellarin sisäänkäyntiaukon pienestä koosta johtuen rakentaa erikseen kolmesta 400x500x210 mm kokoisesta kotelosta, jotka myöhemmin asennusvaiheessa koottiin yhdeksi keskuksesi paikan päällä. Viinikellarin alakeskuksen osat pyrittiin valmistelemaan mahdollisimman valmiiksi jo etukäteen, joten alakeskuksiin asennettiin din-kiskot ja moduulit sekä tarvittavat riviliittimet Savonlinnan konttorilla. Alakeskuksiin suunniteltiin myös tässä vaiheessa kunkin keskuksen tarvitseman pistemäärän mukainen määrä IO-kortteja. Atmosware järjestelmässä yhdessä digitaalitulokortissa, eli DI-moduulissa, on 16 kappaletta sisääntuloja ja analogisessa mittauskortissa, eli AI-moduulissa, sisääntuloja on 8 kappaletta. Digitaalisia ohjauspisteitä on yhdessä DO-moduulissa 8 kappaletta ja analogisia lähtöjä AI-moduulissa on niin ikään kahdeksan kappaletta. Kaikkiin alakeskuksiin sisällytettiin suunnittelijan määritelmiä mukaisesti ylijännitesuojat syöttöjännitteelle sekä tiedonsiirtokaapeleille. Suunnittelijan hyväksynnän jälkeen alakeskukset laitettiin tilaukseen, ja viinikellarin keskuksen valmistelut työt aloitettiin.

Kenttälaitteiden valinnassa noudatettiin normaaleja toimintatapoja, ja ne valittiin sää- tökaavioiden ja laiteluetteloiden mukaisesti. Laitteet pyrittiin, kuten normaalisti, valitsemaan Schneider Electric Buildings Finland Oy:n omasta mallistosta. Taulukossa 2 on esitetty kohteen rakennusautomaatiojärjestelmän kenttälaitteiksi valitut laitteet.

## TAULUKKO 2. Olavinlinnan rakennusautomaation kenttälaitteet

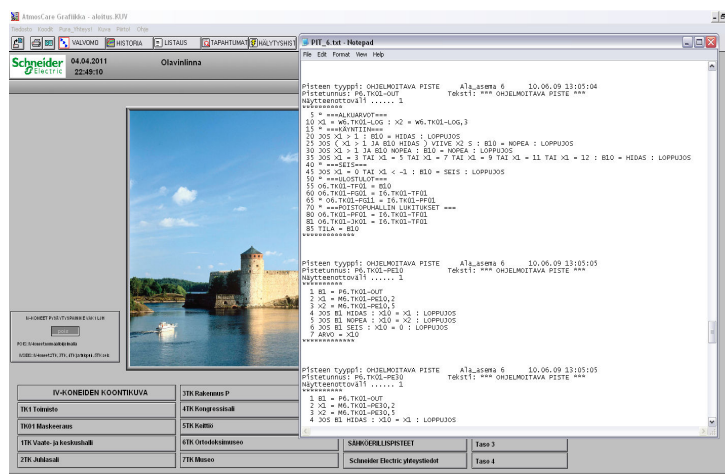
Toiminta	Valittu laite
Lämpötilan mittaus kanava	TAC STD200-250 anturi kanava 10 kOhm
Lämpötilan mittaus paluuvesi	Produal TEV-PT1000 250mm
Lämpötilan mittaus lämmitys	TAC STP200-100 anturi vesi 10 kOhm, taskuun + mess. tasku
Lämpötilan mittaus käyttövesi	TAC STP220-120 anturi vesi, nopea 10 kOhm
Lämpötilan mittaus pinta	TAC STC200 anturi, pinta, rasiolla 10 kOhm
Lämpötilamittarit kanava	A4802-40+60 kanavalämpömittari
Peltimoottorit	TAC AFR24 ON/OFF/JOUSI peltimoottori
Suodatinvahdit	DPG/PS600 paine-ero yhdistelmä
Venttiilit, lämmitys	TAC V211T- ja V311T sarjan istukkaventtiilit
Venttiilit, iv-koneet	Belimo R200- sarjan 2-tie palloventtiilit
venttiilimoottorit	TAC Forta M400 ja M800, sekä Belimo HRYD24-SR
Ulkolämpötila ja valoisuus	Produal LUX 34

## 4.2 Alakeskusohjelmointi

Alakeskusten ohjelmistot ohjelmoitiin toimistolla omalla tätä tarkoitusta varten olevalla iC1000-keskusyksiköllä. Kuten normaalisti, myös tämän kohteen ohjelmointi pyrittiin tekemään yhtäjaksoisesti alusta loppuun laadun varmistamisen ja samalla myös ohjelmoijan työskentelytehokkuuden takaamiseksi.

Atmosware-järjestelmässä ohjelmointi alkaa tyhjän valvomotietokannan luomisella. Valvomo-ohjelmisto käynnistyy oletusasetuksilla, ja ensikäynnistyksen jälkeen asetellaan ohjelman asetuksiin kohteen perustiedot. Seuraavaksi lähetetään Atkytke-ohjelman kytkentäsuunnitelmien pisteet uuteen tyhjään valvomotietokantaan ja tämän jälkeen voidaan aloittaa graafisen käyttöliittymän tarvitsevien grafiikka- eli prosessikaavioiden piirtäminen.

Kohteen valvomoon piirrettiin taloteknisten järjestelmien prosessien ja sähköerillispiesteiden toimintaa esittävien prosessikaavioiden lisäksi LVIA-työselytyksessä vaaditut paikantamiskaaviot eli tasopiirustukset, joista käy ilmi rakennusautomaatiolaitteiden ja talotekniikan sijoituspaikat kohteessa. Paikantamiskaavioiden piirtämisessä hyödynnettiin sähkösuunnittelijalta saatuja kohteen sähköisiä pohjapiirustuksia. Grafiikkakuvia piirtäessä voidaan myös hyödyntää prosessikaavioita aiemmista kohteista, kuten myös varsinaista ohjelmaa rakentaessa voidaan hyödyntää palasia vanhojen kohteiden (kuva 4) tietokannoista. Kuitenkin ohjelmointi on hidasta ja työlästä ja kaikki yksityiskohdat on käytävä tarkasti läpi, ennen kuin ohjelmoitu tietokanta päästetään kentälle.



**KUVA 4. Alakeskuksen ohjelmoinnissa hyödynnettiin aiempia ohjelmia**

Atmosware-järjestelmää tehdessä itse ohjelmointityö voidaan aloittaa heti grafiikkakuvien valmistumisen jälkeen, ja näin tehtiin myös Olavinlinnan projektia tehtäessä. Valmiit alakeskusohjelmat tallennettiin työkoneelle ja varmuuskopioitiin Savonlinnan konttorin varmuuskopiopalvelimelle odottamaan myöhempää kohteessa tapahtuvaa alakeskuksiin latausta.

### 4.3 Asennukset ja kytkennät

Asennukset suoritettiin talven edetessä pääurakoitsijan kanssa yhteistyössä suunnittelun yleisaikataulun mukaisesti. Kohteen saneeraus oli suunniteltu toteutettavaksi tarkoituksella sesonkikauden ulkopuolella, jolloin saneerattavien ilmanvaihtokoneiden käyttö oli vähäistä ja joidenkin koneiden osalta jopa olematonta. Näin ollen työskentelyn helpottamiseksi ilmanvaihtokoneet voitiin pysäyttää kokonaan ja säätölaitteet tehdä jännitteettömiksi saneeraustöiden ajaksi. Toisaalta asennustöiden suorittamista hankaloitti linnan sijainti, sillä kuten jo aiemmin mainittiin, Olavinlinna on rakennettu saarelle ja linnaan kuljetaan kahden peräkkäisen sillan yli. Ainoastaan toinen silloista on tarpeeksi kestävä henkilöauton ylitettäväksi, joten kaikki alakeskukset, kentälaitteet, asennustarvikkeet ja -välineet oli kuljetettava kohteeseen jälkimmäisen sillan yli kuljetuskärryjä hyväksi käyttäen.

Omat haasteensa automaatiojärjestelmän asennustöihin toivat myös vaikeat kulkureitit linnan sisällä. Näitä haasteita tarjosivat mm. korkeat ja kapeat portaat kirkkotornin VAK 8:n luokse, ahdas kulkuväylä viinikellariin VAK 5:n sijoituspaikkaan (kuva 5) sekä korkealla museon sekä ortodoksikirkon ahtaissa välikatoissa sijaitsevat tuloilmakoneet 6 TK sekä 7 TK. Kulkeminen museon ja ortodoksikirkon välikatoissa sijaitsevien ilmanvaihtokoneiden luokse saneerausurakan aikana järjestettiin pääurakoitsijan toimesta linnan varustukseen kuuluvien HAK1 -telineiden avulla. Telineitä hyväksikäyttäen ilmanvaihtokoneiden uudet kentälaitteet sekä niiden asennuksessa tarvittavat työkalut ja tarvikkeet saatiin kuljetettua helposti asennuspaikoilleen. Telineiden avulla kulkeminen korkeaan välikattoon voitiin suorittaa työturvallisuusmääräysten mukaisesti. Pääurakoitsijan velvollisuuksien mukaisesti YIT Verkkopalveluiden hankkima ulkopuolinen telineasentaja asensi telineet saneeraustöiden alettua ja purki telineet töiden valmistuttua.



**KUVA 5. Kulkureitti viinikellariin VAK 5:n sijoituspaikkaan**

Asennustyöt pyrittiin suorittamaan mahdollisimman kustannustehokkaasti työn laadun siitä kuitenkaan kärsimättä. Asennukset suoritettiin Schneider Electric Buildings Finland Oy:n Savonlinnan, Mikkelin sekä Lappeenrannan toimipisteiden teknikoiden toimesta. Asennustöitä oli teknikoiden apuna suorittamassa myös yksi työharjoittelija Savonlinnan toimipisteestä. Kustannustehokkaan asennustyöskentelyn tärkeimpänä ominaisuutena voidaan mielestäni pitää asennustöiden eri vaiheiden oikea-aikaista suorittamista muiden urakoitsijoiden suorittamiin työvaiheisiin nähden. Hyvin suunniteltu projektin asennusaikataulu ehkäisee ylimääräisiä kuluja kerryttäviä turhia työmaakäyntejä sekä odotteluja. Olavinlinnan projektin asennustöitä suunnitellessa omien asennusten aikatauluttaminen oli paljon helpompaa kuin normaalia uudisrakennusta tehdessä. Tämä johtui siitä, että omien töiden suoritusjärjestyttä suunnitellessa täytyi ottaa huomioon ainoastaan sähkötöiden eteneminen. Uudisrakennuksen ja kokonaisvaltaisen saneerauksen työvaiheistus on pelkästään sähkö- ja automaatiojärjestelmien osalta saneerattaviin kohteisiin verrattuna monin verroin hankalampaa, sillä normaalisti rakennusautomaatiotyöt seuraavat muiden urakoitsijoiden töiden etenemistä viimeisenä urakoitsijana. Kuten normaalisti, myös Olavinlinnan projektissa asennustyöt pyrittiin jaksottamaan vähintäänkin muutaman päivän peräkkäisiin asennusjaksoihin. Asennusten jaksottaminen vähintään parin päivän jaksoihin helpottaa ja nopeuttaa asennustyöskentelyä mm. siten, ettei työkaluja tarvinnut kantaa asennuspäivien väli-

seksi ajaksi pois kohteesta ja muutenkin ainoastaan yksittäisiä päiviä samassa kohteessa tehdessä töiden aloittamistoimiin hukkaantuu helposti moninkertainen aika verrattaessa pidemmissä jaksoissa tapahtuvaan työskentelyyn. Rakennusautomaatiojärjestelmän asennustyöt sujuivat Olavinlinnassa odotetusti, ja työskentelyajat pysyivät suunniteltujen raamien sisällä.

Kun kaikki alakeskukset ja kenttälaitteet oli lajiteltu sekä kannettu lähelle lopullisia kiinnityspaikkoja, asennustyöt aloitettiin alakeskusten kiinnittämisellä seinään suunnitelmien mukaisiin paikkoihin. Alkuperäisistä suunnitelmista poiketen keittiön käytävälle sijoitettavaksi suunniteltu VAK 3 päätettiin käytävän ahtauden vuoksi upottaa käytävän puurunkoisen väliseinän sisään siten, että alakeskuksen kansi asettui seinän tasalle. Linnan viinikellariin sijoitettavaksi määritellyn alakeskus VAK 5:n (kuva 6) irralliset moduulikotelot kasattiin paikan päällä kellarissa ennen alakeskuksen kiinnittämistä linnan muuriin. Lämmönjakohuoneen seinien epätasaisuuksien vuoksi VAK 1 asennettiin jo olemassa oleviin metallikehiköihin atk- ja puhelinkaappien viereen. Muut alakeskukset kiinnitettiin pääosin tiloissa oleviin betoni- ja tiiliseiniin normaaleja asennustapoja noudattaen. Myöhemmässä käyttöönottovaiheessa kaikkiin asennettuihin alakeskuksiin kiinnitettiin ketjulla alakeskuksen kannen avain LVIA-suunnittelijan vaatimusten mukaisesti.



**KUVA 6. Ahtaan kulkuaukon takia palasista rakennettu VAK 5 asennettuna**

Alakeskusten kiinnitysten jälkeen töitä jatkettiin vanhojen kenttä- sekä säätölaitteiden purkamisella. ilmanvaihtokoneiden osalta uusittavista kenttälaitteista upotettavat laitteet asennettiin mahdollisuuksien mukaan vanhoja asennusreikiä hyväksi käyttäen, ja kaikissa muissakin asennuksissa noudatettiin rakennusautomaation ST-käsikirjan määräyksiä ja ohjeita sekä yleisiä hyviä asennustapoja. Saneerauksen yhteydessä uusittavat automaatiourakoitsijan hankinnassa olevat vesianturit ja -taskut sekä säätöventtiilit toimitettiin suoraan työmaalle putkimiehille asennettaviksi paikoilleen.

Asennustöiden valmistuttua sähköurakoitsija uusi kaikki rakennusautomaatioon liittyvät kaapeloinnit ilmanvaihtokonehuoneissa sekä lämmönjakuhuoneessa automaatiourakoitsijan ohjeiden ja sähkösuunnitelmien mukaisesti. Sähköurakoitsija merkitsi kaapelit sähkösuunnittelijan merkintäohjeen mukaisesti muovisilla merkintäliuskoilla ja pujotti kaapelit alakeskusten sisälle. Tämän jälkeen automaatiourakoitsijan teknikko kuori kaapelit sekä kytki alakeskukset ja kenttälaitteet kytkentäsuunnitelmien mukaisesti. Kaapeleita pujottaessa sekä kytkettäessä keskijännite- ja heikkovirtakaapelit sijoitettiin alakeskusten sisällä kummatkin omiin kouruihinsa.

#### **4.4 Järjestelmän käynnistys ja itselleluovutus**

Asennusten ja kytkentöjen valmistuttua aloitettiin kohteen rakennusautomaatiojärjestelmän käynnistystyöt. Asennus ja käyttöönottovaiheessa on tärkeää, että kohteen ohjelmoinut ohjelmoija sekä kohteessa asennustöiden parissa työskennellyt teknikko ovat yhdessä käynnistämässä kohdetta, jotta työ voidaan tehdä valmiiksi mahdollisimman sujuvasti sekä tehokkaasti. Tällä tavalla varmistetaan, että kohteen asennukset ja ohjelmistot ovat käyttöönottajilla hyvässä tiedossa ja muistissa. Olavinlinnan automaatiojärjestelmä käynnistettiin kohteen asennustöistä vastanneen teknikon sekä ohjelmat ohjelmoineen asiantuntijan toimesta. Ohjelmien lataaminen sekä pisteiden testaus ja itselleluovutus tehtiin alakeskus kerrallaan suoraan alakeskukseen kiinnitetyn kannettavan pc:n avulla.

Nykyään yhä useammat suunnittelijat vaativat LVIA-työselityksessä automaattisesti rakennusautomaatiourakoitsijalta virallisesti dokumentoitua käynnistys- ja itselleluovutuspöytäkirjaa. Kun automaatiourakoitsija on itselleluovutuksessa käynyt automaatiojärjestelmänsä tarkasti piste pisteeltä läpi ja toimittanut omasta testauksesta virallisen pöytäkirjan, niin suunnittelijan pitämässä toimintakokeessa järjestelmä voi-

daan todeta koestetuksi ja koe voidaan suorittaa pistokoemaisesti. Suunnittelijan ohjeiden mukaisesti myös Olavinlinnan rakennusautomaatioautomaatiojärjestelmän käynnistyksen yhteydessä tapahtuneesta itselleluovutuksesta tehtiin itselleluovutus-pöytäkirja myöhemmin suunnittelijoille sekä työn rakennuttajalle esitettäväksi.

Käynnistys tapahtui siten, alakeskuksen kytkentätarkastuksen jälkeen alakeskus tehtiin jännitteelliseksi, ja samalla mahdollisten jännitekatkojen aikana alakeskuksen ohjelmistoa suojaava keskusyksikön muistivarmennusparisto otettiin käyttöön. Tämän jälkeen järjestelmäasiantuntija latsi aiemmin toimistolla ohjelmoimansa tietokannan alakeskuksen keskusyksikköön (kuva 7).



**KUVA 7. Alakeskuksen IC1000 –keskusyksikkö**

Seuraavaksi alakeskuksen kaikki pisteet koestettiin yksi kerrallaan, ja testauksessa toimivaksi todettu piste merkattiin itselleluovutuspöytäkirjaan testatuksi. Lämpötilamittaukset testattiin siten, että kaikki mittaustulokset todettiin oikeiksi vertaamalla niitä koneikkojen ja putkistojen analogisiin mittareihin sekä oikosulkemalla mittauspisteet anturin päästä. Venttiilimoottorit sekä järjestelmän muut toimilaitteet ajettiin molempiin ääriasentoihinsa toimivuuden varmistamiseksi ja ilmanvaihtokoneiden lämmityspattereiden jäätymissuojatermostaatit koestettiin ajamalla lämmityspatteri viileäksi ulkoilmalla. Tuloilmakoneiden suodattimien likaantumisen johtuvasta pai-

ne-eron noususta hälyttävät paine-erokytkimet testattiin puhaltamalla letkuihin ja samalla varmistettiin, että letkut olivat kytketty suodattimien yli oikein päin. Myös ryhmäkeskusten ohjauspisteet sekä tilatiedot testattiin pistekohtaisesti. Samalla koestettiin keskusten sisäiset ilmanvaihtokoneisiin liittyvät lämmityspattereiden pumppujen ja tuloilmapuhaltimien keskinäiset turvalukitukset. Itselleluovutuksessa tarkastettiin ja kirjattiin ylös myös kaikkien puhaltimien oikeat pyörimissuunnat.

Järjestelmän käynnistys ja itselleluovutus aloitettiin lämmönjakohuoneen alakeskuksesta, sillä saneeraustyöt ajoittuivat lämmityskaudelle ja lämmitysten säädöt oli syytä saada toimintaan vielä kevään viimeisille pakkasille. Lämmönjakohuoneen käynnistuksen ja itselleluovutuksen jälkeen siirryttiin käynnistämään IV-konehuoneiden alakeskuksia. Käynnistykset ja omat testaukset suoritettiin Olavinlinnassa muutaman päivän jaksoissa, ja kukin alakeskus pyrittiin käynnistämään ja koestamaan yhdessä jaksossa alusta loppuun saakka.

#### **4.5 Valvomolaitteet ja yhteydet**

LVIA-työselityksen määritelmien mukainen valvomotietokone ja sen oheislaitteet tilattiin projektin alkuvaiheessa Savonlinnan toimipisteen varastoon odottamaan myöhempää asennusta kohteeseen. Rakennusautomaatiojärjestelmään liitetty valvomotietokone on Olavinlinnan kaltaisessa kohteessa todella tarpeellinen ja kiinteistöhoitoa oleellisella tavalla helpottava laite, sillä linna on sokkeloinen ja osa alakeskuksista ja niiden ohjaamasta talotekniikasta ovat vaikeiden kulkureittien takana.

Valvomotietokone tilattiin vakiotoimittajalta ja koneeksi valittiin vakiomallinen Fujitsu Siemensen valmistama 3.0 GHz:n Intel Pentium -prosessorilla ja 1024 megabitin keskusmuistilla varustettu yrityskäyttöön suunniteltu pöytäkone esiasennetulla Windows XP käyttöjärjestelmällä. Kone varustettiin työselostuksessa esitettyjen minimivaatimusten mukaan Viewsonicin 19 tuumaisella tft-näytöllä. Valvomoon varattiin lasertulostimen lisäksi nykyään rakennusautomaatiojärjestelmien valvomoissa yhä harvemmin käytetty matriisihälytystulostin, joka valittiin Epsonin valikoimasta. Valvomoon laitteiston toimintaa mahdollisten sähkökatkojen aikana ylläpitämään varattiin APC:n valmistama 500 VA:n UPS -laite. Taulukossa 3 on esitetty valvomoon asennettujen laitteiden tyypit ja tarkemmat tekniset tiedot.



**TAULUKKO 3. Valvomon laitteisto**

LAITE	TYYPPI / MALLI	VALMISTAJA
Keskusyksikkö	ESPRIMO P5915	Fujitsu Siemens
Näyttö	VA903B, 19" TFT, 8MS	Viewsonic
Hälytystulostin	LX-300+ matriisitulostin	Epson
Tulostin	Laserjet	HP
Ylijännitesuoja	MATCH 500 VA	APC

Alakeskusten itselleluovutuksen ja käynnistyksen jälkeen aloitettiin alakeskusten ja valvomolaitteiston välisten yhteyksien käyttöönotto sekä valvomon asennus. Valvomotietokone oli alun perin määritelty suunnitelmissa sijoitettavaksi tallisaaren huoltorakennukseen. Valvomo jouduttiin kuitenkin asentamaan väliaikaisesti lämmönjakohuoneeseen alakeskus 1:n viereen, sillä suunnitelmissa linnan ja Tallisaaren huoltorakennuksen väliseen yhteyteen määriteltyä kuitukaapelia ei ollut päätelty ennen saneeraustöiden alkamista, vaan asia huomattiin vasta kun valvomoyhteyttä alettiin rakentaa. Kuitujen päättäminen atk-kaappien kytkentärimoihin muodostui haasteelliseksi, sillä Tallisaaren ja linnan muuntamohuoneen välinen vesistökaapeli osoittautui yksimuotokuiduksi, kun taas muuntamon ja lämmönjakohuoneen välinen kaapeli oli tyyppiltään yleisempää monimuotokuitua. Näin ollen muuntamon tilaan jouduttiin asentamaan erillinen kytkentäkotelo jossa monimuotokuitu yhdistettiin yksimuotokuituun kuitu/ethernet –muuntimilla. Sähköurakoitsija tilasi kuitujen hitsaustyöt erilliseltä toimijalta ja kuitumuuntimet sovittiin hankittaviksi siten, että yksimuotokuitumuuntimet hankki sähköurakoitsija ja monimuotokuitumuuntimet automaatiourakoitsija.

Lämmönjakohuoneen ja Tallisaaren huoltorakennuksen välisen verkkoyhteyden toimintaan saattamisen jälkeen valvomotietokone siirrettiin alkuperäisten suunnitelmien mukaisesti linnan viereisessä Tallisaareessa sijaitsevaan huoltorakennukseen (kuva 8). Valvomo liitettiin kuitukaapelin kautta lämmönjakohuoneen alakeskukseen Ethernet-tekniikkaan hyväksi käyttäen. AtmosCare-alakeskuksen iC1000-keskusyksikössä on sisäänrakennettu 10/100 Ethernet –liitäntä joka on huomattavasti vanhempaa RS422-yhteyttä nopeampi. Olavinlinnan rakenteesta ja kaapelointireittien puutteellisuudesta johtuen atk-kaapelointia alakeskuksille ei kuitenkaan päätetty ryhtyä tekemään joten muut alakeskukset liitettiin lämmönjakohuoneen VAK 1:een aiemmin kaapeloidun JAMAK väyläkaapelin välityksellä sekä RS422 –muuntimien avulla.



**KUVA 8. Valvomo Tallisaaren huoltorakennuksessa**

Liitteessä 5 on esitetty valvomon ja alakeskusten väliset yhteydet sekä järjestelmän yleiskaavio. Kaaviosta käy myös ilmi Olavinlinnan rakennusautomaatiojärjestelmästä päivystykseen siirrettävien hälytysten siirtotapa. Alkuperäisten suunnitelmien mukaan hälytysten oli tarkoitus siirtyä huoltoyhtiölle valvomoon asennetun GSM-modeemin välityksellä tekstiviestin muodossa. Tilaaja päätti kuitenkin järjestelmän käyttöönotto-vaiheessa, että koko automaatiojärjestelmän 1. prioriteetti-alueen hälytykset rakennettiin siirrettäväksi alakeskus VAK 1:een ohjelmoidun hälytysreleen kautta kohteessa olemassa olevaan rikosilmoitinjärjestelmään, josta ne siirtyvät edelleen Turvatiimin päivystyskeskukseen yhtenä LVI-koontihälytyksenä.

#### 4.6 Ilmanvaihdon hätäpysäytys

Suomen rakentamismääräyskokoelman D2 rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto määräykset ja ohjeet 2003 mukaan ”ilmanvaihtojärjestelmä on suunniteltava ja rakennettava siten, että sen toiminta voidaan hälytystilanteessa kokonaisuudessaan pysäyttää selvästi merkityllä pysäytyskytkimellä.” Lisäksi tekstissä mainitaan, että asennettavan pysäytyskytkimen tulee olla helposti saavutettavassa paikassa (D2 rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto määräykset ja ohjeet 3.1.5/2003). Kiinteistön kaikki koneellinen ilmanvaihto on saatava pysäytettyä nopeasti ja luotettavasti mm. tulipalotilanteessa. Normaalisti painikkeet sijoitetaan poistumisreittien varrelle näkyvälle paikalle esimerkiksi tuulikaappeihin, jotta kuka tahansa voi hätätilanteessa painaa painiketta. Painikkeita voi kiinteistön koosta ja rakenteesta johtuen olla myös useampia, jolloin ne linkitetään toisiinsa ja kiinteistön ilmanvaihtoon joko kytkennällisesti tai ohjelmallisesti. Hätäseispysäytys voidaan toteuttaa suoraan 230 voltin ohjausjännitteen katkaisevana, tai kuten nykyään useammin on tapana, heikkovirtakytkentänä rakennusautomaatiojärjestelmään liitettynä. Ilmanvaihdon hätäseispainikkeina käytetään monesti keltaista rikottavan lasin sisältävää painiketta, jonka rikottu lasi voidaan tarvittaessa vaihtaa uuteen.

Olavinlinnan rakennusautomaatiojärjestelmän saneerauksen yhteydessä Tallisaaren huoltorakennukseen asennettiin uusi ilmanvaihdon hätäpysäytyspainike, jonka tehtävänä on hätätilanteessa pysäyttää kaikki kohteen ilmanvaihtolaitteet. Sähköurakoitsija hankki ja asensi sienimallisen kuitattavan painikkeen huoltorakennukseen, ja suoritti hälytystiedon välilytkennät lämmönjakohuoneen alakeskukselle saakka olemassa olevaa vesistökaapelia ja muita linnan sisällä olevia kaapelointeja hyväksi käyttäen. Ilmanvaihdon hätäpysäytyspainike kytkettiin lämmönjakohuoneen alakeskus VAK 1:een, josta hätäpysäytystieto ohjelmoitiin siirtyväksi muihin ilmanvaihtoa ohjaaviin alakeskuksiin alakeskusväylän kautta ohjelmallisena hälytyksenä. Hätäseispainikkeen toiminta koestettiin itselleluovutusvaiheessa ja todettiin toimivaksi.

### 5 LUOVUTUS JA TAKUUHUOLLOT

Olavinlinnan rakennusautomaatiojärjestelmän saneerauksen luovutusajankohdan oli tilaaja määritellyt urakkalaskenta-asiakirjoihin. Joka kesäisiä oopperajuhlia varten linnaan rakennetaan mittavat katsomo- ja lavarakenteet, ja niiden valmistelevat työt

aloitetaan jo huhtikuussa, hyvissä ajoin ennen heinäkuisia juhlia. Kesän sesonki ajasta johtuen saneeraustyöt oli alun perin ajoitettu suoritettaviksi linnan käytön kannalta hiljaisena aikana eli talvella, ja töiden oli määrä valmistua hyvissä ajoin ennen juhlien valmistelevien töiden alkua. Alkuperäisessä aikataulussa pysyttiin ja tilaaja vastaanotti urakan alkuperäisen aikataulun puitteissa. Kuitenkin normaalin käytännön mukaisesti osa urakan aikana ilmenneistä lisätöistä tehtiin vasta varsinaisen urakan luovutuksen jälkeen.

## 5.1 Toimintakokeet

Rakennusautomaatiojärjestelmän toimintakokeiden tarkoituksena on koestaa ja todeta, että kohteen järjestelmä on käyttöönottoa sekä rakennuttajalle luovutusta varten valmis. Kokeiden yhteydessä tarkastetaan normaalisti myös muiden urakoitsijoiden rakentamat kiinteistöautomaatiojärjestelmään liittyvät laitteet ja asennukset. Toimintakoe pidetään yleensä muutamia viikkoja ennen kohteen luovuttamista ja käyttöönottoa, sähkö-, LVI-, ja rakennusautomaatiourakoitsijan omien testausten jälkeen. Automaatiojärjestelmän toimintakokeessa testataan järjestelmän toimivuutta rakennuttajan määräämän suunnittelijan, valvojan tai muun asiantuntijan johdolla. Toimintakokeiden laajuus vaihtelee toimintakokeiden järjestäjästä riippuen pintapuolisesta pistokoemaisesta katselmuksesta tarkkaan pistekohtaiseen koestukseen. Kuten Olavinlinnan rakennusautomaatiojärjestelmän saneerauksenkin yhteydessä, monesti toimintakokeiden yksityiskohdat on määritelty LVIA-suunnittelijan toimesta LVIA-työselityksessä. (liite 1 s.3)

Olavinlinnan rakennusautomaatiojärjestelmän saneerauksen toimintakokeita varten osti museovirasto konsultoinnin ulkopuoliselta Tamperelaiselta asiaan hyvin perehtyneeltä LVIAS-asiantuntijalta. Normaaliin tapaan toimintakokeiden päivämäärä ja kellonaika sovittiin muutamaa viikkoa ennen kyseistä ajankohtaa, joten urakoitsijoiden itselleluovutukset ehdittiin tehdä ja niissä havaitut puutteet ja virheet korjata. Järjestelmän laajuudesta johtuen toimintakokeisiin varattiin aikaa kaksi päivää, jotta laitos ehdittäisiin kiertää huolellisesti läpi.

Olavinlinnan kohteessa rakennusautomaatiojärjestelmän toimintakokeisiin osallistui museoviraston tarkastajan, LVIAS-asiantuntijan ja sähkösuunnittelijan lisäksi pääuraakoitsijan sekä aliurakoitsijoiden työnjohtajat ja työmaavastaavat. Toimintakokeissa

järjestelmä tarkastettiin huolellisesti ja virheitten sekä puutteiden ilmetessä rakennuttajan edustaja kirjasi ne ylös puutelistaan. Kaksi päivää kestäneissä toimintakokeissa järjestelmä todettiin toimivaksi joitakin virheitä ja puutteita lukuun ottamatta. Toimintakokeissa suoritettiin myös LVIA-työselityksen sivulla 3. määritelty asennustaparakastus. Rakennusautomaatiojärjestelmän toimintakokeiden jälkeen rakennuttaja toimitti urakoitsijoille puhtaaksi kirjoitetun puutelistan kokeissa korjausta vaativiksi havaituista puutteista. Toimintakokeissa havaitut virheet ja puutteet todettiin korjatuiksi myöhemmissä jälkitarkastuksissa.

## 5.2 Käytönopastus

Yleensä mikroprosessoripohjainen rakennusautomaatiojärjestelmä ohjelmoidaan sekä rakennetaan kohdekohtaisesti kohteeseen suunniteltujen tai kohteessa olevien taloteknisten järjestelmien perusteella, joten automaatiojärjestelmän käytönopastusta järjestelmän tuleville käyttäjille voidaan pitää yhtenä erittäin tärkeänä osana kohteen luovutusta. Rakennusautomaatiojärjestelmän tehokasta käyttöä helpottaa LVI-, säätö-, sähkö-, ja tietotekniikan perustietojen hallinta. Järjestelmän laaja-alaisuus johtuu siitä, että normaalisti rakennusautomaatiojärjestelmällä hallitaan ainakin osia kaikista näistä edellä mainituista taloteknisistä järjestelmistä. Normaalisti käytönopastus ja luovutusdokumenttien minimivaatimukset esitetään urakka-asiakirjoissa, ja niin oli myös tehty Olavinlinnan LVIA-työselityksessä. Monesti talotekniikan käytönopastukset järjestetään siten, että kaikki urakoitsijat pitävät opastuksen samana päivänä ja osittain jopa samaan aikaan, johtuen järjestelmien päällekkäisyyksistä.

Olavinlinnan käytönopastus sovittiin pidettäväksi rakennusautomaatiourakoitsijan edustajan johdolla, ja rakennuttajan vastuulle jäi hankkia kohteen järjestelmän käyttäjät opastukseen. Käytönopastusta annettiin linnan kolmelle kiinteistönhuoltajalle ja opastuksessa oli mukana myös sähkö- sekä LVI-urakoitsijoiden edustajat, jotka opastivat samalla omaan urakkaansa kuuluneiden laitteiden toiminnot. Käytönopastuksessa kierrettiin linnan kaikki talotekniset tilat ja lopuksi järjestelmää tutkittiin rakennusautomaatiovalvomosta käsin. Valvomossa käytiin läpi kiinteistönhoidon useimmin käytämät toiminnot, kuten aikaohjelmien ja lämpötilasäätöjen muutokset. Opastuksen yhteydessä katsottiin myös läpi AtmosCare –valvomon on sisäänrakennettu ohjekortisto. Kuten normaalistikin opastuksessa käsiteltiin asioita hyvin pintapuolisesti, sillä monesti niin opastettavien kuin urakoitsijan aika on rajallista ja järjestelmän laajuu-

desta johtuen asioita ei kannata kerralla opiskella liikaa. Käytönopastuksessa sovittiin, että opastusta jatkettaisiin puhelimitse aina kun jotakin kysyttävää ilmaantuisi sekä tarvittaessa käymällä epäselviä asioita läpi paikan päällä uudelleen. Käytön opastusta sovittiin myös jatkettavaksi viimeistään takuuhuoltojen yhteydessä, sillä monesti käyttäjän kannalta on hyvä, että uuteen järjestelmään pääsee tutustumaan itsenäisesti ja ajan kanssa.

### 5.3 Luovutusdokumentit

Rakennusautomaatiojärjestelmän luovutusdokumentit helpottavat olennaisella tavalla järjestelmän hallintaa järjestelmän koko elinkaaren aikana. Ajan tasalla oleva dokumentointi helpottaa myöhemmin mahdollisesti järjestelmässä esiintyvien vikojen etsintää ja korjausta, sekä antaa ohjeita laitteiston mahdollisesti vaatimia huolto- ja kunnossapitotoimenpiteitä suoritettaessa. Myös järjestelmään myöhemmin mahdollisesti tehtävät lisäykset ja muutokset ovat huomattavasti vaivattomampia toteuttaa olemassa olevan dokumentoinnin ansioista. On myös tärkeää muistaa päivittää dokumentit ajan tasalle aina kun järjestelmään tehdään muutoksia. Luovutusdokumentit voidaan luovuttaa tilaajasta ja rakennuttajasta riippuen joko sähköisessä tai paperisessa muodossa, ja pääpiirteittäin ne käsittävät kaiken tarvittavan tiedon kohteeseen asennetusta tekniikasta ja ohjelmistoista. Lisäksi dokumentit sisältävät järjestelmään asennettujen laitteiden huoltotoihin tarvittavat ohjeistukset.

Saneeraustöiden valmistuttua museovirastolle luovutettiin rakennusautomaatiojärjestelmän paperiset luovutusdokumentit. LVI-työselityksen kohdassa 1.5 vastaanottomenettely (liite 2, s.3) oli tarkasti määritelty rakennusautomaatiourakkaan kuuluvien luovutusasiakirjojen sisältö. Luovutuskansioita tulostettiin vaatimusten mukaisesti kaksi kappaletta, ja ne molemmat sisälsivät alakeskusten kytkentäpiirustukset, ohjelmatulostukset, datalehdet ja käyttöohjeet kaikista kohteen automaatiojärjestelmän laitteista sekä toimintaohjeet yleisimpien hälytysten sattuessa. Kansioiden lisäksi kaikki edellä mainitut tiedot poltettiin myös tiedostomuodossa cd-levylle, ja samalla levylle tallennettiin myös varmuuskopiot valvomosta ja kaikista alakeskuksista. Kuten jo edellä mainittiin, AtmosCare valvomo-ohjelmisto sisältää sisäänrakennetun sähköisen ohjekortiston, ja sen laajuudesta johtuen sitä ei erikseen luovutettu tulostettuna versiona. Luovutuskansioiden sekä sähköisten dokumenttien lisäksi toimitettiin tilaajalle LVIA-

työselityksessä vaadittu laminoitu lämmitysjärjestelmän kytkentäkaavio lämmönjako-  
huoneen seinälle kiinnitettäväksi.

#### **5.4 Takuuhuollot**

Sähkö- ja teleurakointiliiton (2011) mukaan rakennusurakan yleiset sopimusehdot määrittelevät urakkamuotoisesti toteutetun urakan takuuajaksi kaksi vuotta. Urakoitsija on velvollinen korjaamaan toimittamassa järjestelmässä takuuajana mahdollisesti havaitut virheet ja puutteet, sillä käyttöönoton ja luovutuksen aikaisista urakoitsijoiden sekä suunnittelijoiden tarkastuksista huolimatta virheitä ja puutteita voi ilmetä myöhemmin käytön aikana. Olavinlinnan rakennusautomaatiourakka noudatteli yleisiä sopimusehtoja, joten takuuajaksi oli määritelty 2 vuotta liitteen 1 LVIA-työselityksen kohdassa 1.6. Takuuajan alkamisajankohdaksi oli yleisten sopimusehtojen mukaan määritelty kohteen urakan luovutuspäivämäärää seuraava päivä. Takuuhuoltojen sisältöä ei Olavinlinnan rakennusautomaatiojärjestelmän suunnitelmissa tämän tarkemmin määritelty, joten takuhuollot suoritetaan Schneider Electric Buildings Finland Oy:n omien takuhuoltokäytäntöjen mukaisesti.

Opinnäytetyön kirjoitushetkellä, huhtikuussa 2011, Olavinlinnan automaatiojärjestelmään oli suoritettu kaksi ensimmäistä takuuajan huoltoa. Ensimmäinen takuhuolto suoritettiin syksyllä 2010, juuri ennen lämmityskauden alkamista noin puoli vuotta urakan luovutuksen jälkeen, ja toinen opinnäytetyön kirjoitustyön aikana maaliskuussa 2011. Toisen vuoden takuuajan huollot tullaan suorittamaan samaan tapaan, ensimmäinen syksyllä 2011 ennen lämmityskauden alkua ja toinen takuuajan lopussa keväällä 2012.

Jo suoritetuissa takuhuolloissa koestettiin saneeratun järjestelmän varolaitteet ja toiminnot, sekä annettiin täydentävää käytönopastusta käyttöhenkilöstölle. Rakennusautomaatiojärjestelmään liittyvien laitteiden ja alakeskusten toiminnot tarkastettiin paikallisesti lämmönjako- sekä ilmanvaihtokonehuoneissa, ja lopuksi siirryttiin valvomoon jossa käytiin läpi järjestelmän ohjelmalliset säädöt ja asetukset. Myös valvomolaitteisto ja sen toiminnot sekä hälytysten siirrot huoltoyhtiön tarkastettiin takuhuollon yhteydessä. Takuuhuoltojen jälkeen huoltotöistä kirjoitettiin kahdet kappaleet alakeskuskohtaisia raportteja, joista toiset lähetettiin museoviraston tarkastajalle puhtaak-

sikirjoitettuna arkistointia varten, ja toiset arkistoitiin Schneider Electric Buildings Finland Oy:n Savonlinnan toimipisteen palvelimelle.

## 6 YHTEENVETO

### 6.1 Järjestelmän käytettävyys

Yhtenä osana linnan rakennusautomaatiojärjestelmän käytettävyyden selvittämistä haastateltiin käyttäjiä keväällä 2011 suoritettuna takuuhuollon yhteydessä. Käyttäjien mielipiteitä järjestelmästä ja sen tuomista parannuksista talotekniikan ohjattavuuteen kartoitettiin mm. kysymällä linnan eri tilojen käytöstä sekä selvittämällä vanhan pois saneeratun yksikkösäädinjärjestelmän toimivuutta.

Haastattelun (Soini & Vuo 2011) mukaan taloteknisten järjestelmien käytettävyys ja ohjattavuus on parantunut huomattavasti uuden rakennusautomaatiojärjestelmän myötä. Linnan epänormaali ja sokkelomainen rakenne hankaloittaa kohteessa kulkemista normaaliin kiinteistöön verrattuna joten järjestelmän valvonta Tallisaaren huoltorakennuksesta on helpottanut talotekniikan hallintaa olennaisella tavalla. Kohteen ilmanvaihdon tarve on kausiluonteista ja muutenkin epäsäännöllistä, joten uuden järjestelmän avulla ilmanvaihtokoneiden lämpötilasäätöjen sekä käyntiaikojen muutokset on helppo tehdä Tallisaaren päätteeltä. Myös lämmitysten säädöt ja valvonta on vaivattomasti suoritettu valvomosta. Rakennusautomaatiojärjestelmästä ohjattavat sisävalaistukset ohjataan edelleen paikallisista valopainikkeista vanhaan tapaan, sillä tilojen ovet täytyy käydä avaamassa joka aamu ja valojen päälle laittaminen on helppo tehdä samalla käynnillä. Sisävalaistukset sammutetaan valopainikkeista iltakierroksella ovien lukitsemisen yhteydessä. Linnan ulkovalaistusta ohjataan ja säädellään uuden rakennusautomaatiojärjestelmän kautta. Haastattelusta käy ilmi, että järjestelmän käyttöönoton ja alkuvaiheen säätöjen jälkeen toiminta on ollut moitteetonta ja käyttäminen kohtalaisen helppoa. Haastattelussa ilmeni myös, että käyttäjät kokivat saaneensa lisäopastusta urakoitsijalta järjestelmän käyttöön aina tarvittaessa, vähintäänkin puhelimitse.

Tallisaaressa sijaitseva valvomotietokone on liitetty myös museoviraston omaan verkkoon lämmönjakohuoneessa sijaitsevan ATK-jakamon kautta, joten valvomoon voidaan ottaa tarvittaessa myös etätyöpöytäyhteys miltä tahansa museoviraston verkkoon



liitettyltä tietokoneelta, mukaan lukien linnan toimistotiloissa olevat tietokoneet. Tämä mahdollistaa rakennusautomaatiojärjestelmän täydellisen valvonnan sekä käytön niin linnan sisäpuolelta, kuin myös museoviraston eri toimipisteistä ympäri suomen. Normaalisti Schneider Electric Buildings Finland Oy:n rakentamien tämän kokoluokan rakennusautomaatiojärjestelmien etävalvonta on otettu takuuajaksi myös Schneider Electricin etävalvonnan piiriin, mutta kohteen läheisestä sijainnista johtuen näin ei Olavinlinnan saneerauksen tapauksessa kuitenkaan menetelty.

## 6.2 Parannukset vanhaan järjestelmään nähden

Olavinlinnan vanha talotekniikkaa ohjannut säätöjärjestelmä koostui pääosin vanhoista Ouman –merkkisistä yksikkösäätimistä (kuva 9), ja niitä oli vuosien saatossa uusittu ja korjattu aina tarpeen mukaan. Yksikkösäätinjärjestelmässä säätimien samanlaisuus helpottaa käyttöä, mutta etähallinnan puutteellisuus voi tehdä siitä hankalaa varsinkin suurissa kohteissa. Kuvassa näkyvät säätimen käyttöliittymänä toimiva näppäimistö sekä matriisinäyttö eivät ole vertailukelpoisia nykyaikaiselle mikroprosessoripohjaiselle tietokoneelta valvottavan järjestelmän käytettävyydelle. Toisaalta yksinkertainen ja kustannustehokas yksikkösäädin on monesti parempi vaihtoehto kalliimmalle vapaasti ohjelmoitavalle automaatiojärjestelmälle etenkin pienemmissä kohteissa.



**KUVA 9.** Vanha järjestelmä koostui Ouman –merkkisistä yksikkösäätimistä

Vanha säätöjärjestelmä purettiin saneerauksen yhteydessä ja ehjät säätimet sekä kenttälaitteet luovutettiin LVIA-työselostuksen mukaisesti tilaajalle varaosiksi muihin kohteisiin käytettäväksi.

Haastateltavien (Soini & Vuo 2011) mukaan vanhan säätöjärjestelmän käytettävyys oli Olavinlinnan kohteessa merkittävästi hankalampaa kuin uuden. Säätimien lämpötilojen ja aikaohjelmien muutokset täytyi tehdä paikallisesti ja vikojen hallinta sekä etsintä oli hankalampaa verrattuna uuteen järjestelmään. Uuden järjestelmän myötä asennettu valvomotietokone sekä siihen piirretyt graafiset prosessikaaviot kustakin taloteknisestä kokonaisuudesta helpottavat talotekniikan toimivuuden kokonaiskuvan hahmottamista. Kaikkien lämmityspiirien säädöt, lämpötilat sekä säätöventtiilien asennot voi nähdä yhdestä kuvasta, samoin myös kaikki tärkeimmät ilmanvaihtoon liittyvät toiminnot. Kuvassa 10 on esitetty valvomoon asennettu kohteen kaikista ilmanvaihtokoneista tärkeimmät tiedot kertova grafiikkakuva.

PALVELUALUE	AIKAOHJELMA	LP VENTTIILI	KIERTOPELTI	TULO	PUMPPU	POISTO	PALUUVESI	TULOILMA	POISTOILMA	KÄYRÄ
TK1 Toimisto HIDAS NORMAALI OHJELMA		0%		Käy	Käy	Käy	15,0 °C 29,2 °C	17,0 °C 29,3 °C	27,6 °C	
TK01 Maskeeraus HIDAS NORMAALI OHJELMA				Käy		Käy		18,0 °C 31,3 °C	25,4 °C	
1TK Vaate ja keskushalli KÄY RISTIRITAISESTI		32%		Käy	Käy	Käy	12,0 °C 23,4 °C	20,5 °C 20,7 °C	21,5 °C	
ZTK Juhlasali KÄY NORMAALI OHJELMAA		0%		Käy	Käy	Käy	12,2 °C 30,2 °C	18,0 °C 30,6 °C	24,4 °C	
3TK Toimistot KÄY NORMAALI OHJELMAA		0%		Käy	Käy	Käy	12,2 °C 30,7 °C	18,0 °C 31,3 °C	29,6 °C	
4TK Kongressisali KÄY NORMAALI OHJELMAA		0%	0%	Käy	Käy	Käy	12,1 °C 29,8 °C	18,0 °C 30,7 °C	26,8 °C	
5TK Keittiö KÄY NORMAALI OHJELMAA		0%		Käy	Käy	Käy	12,1 °C 29,4 °C	18,0 °C 29,9 °C	34,1 °C	
6TK Ortodoksikirkko SEIS AUTOMAATILLA		0%		Seis	Käy	Seis	17,0 °C 36,7 °C	20,0 °C 27,8 °C	25,4 °C	
7TK Museo SEIS AUTOMAATILLA		0%		Seis	Käy	Seis	17,0 °C 35,7 °C	20,0 °C 28,1 °C	25,7 °C	

**KUVA 10. Uuden järjestelmän ilmanvaihtokoneiden koontikuva valvomossa**

Parannuksena vanhaan järjestelmään voisi mainita myös uuden järjestelmän valvomo-ohjelmiston mukana tulleen historiaseuranta ohjelman. Kaikki kohteen rakennusautomaatiojärjestelmässä olevat pisteet voidaan liittää historiaseurantaan, joten esimerkiksi säätöpiirien toimintaa voidaan seurata erittäin tehokkaasti. Mahdollisesti huojuvat säätöpiirit tai muut viat on helppo havaita maksimissaan vuoden pituista seuranta

ylläpitävällä trendiohjelmalla. Olavinlinnan tapauksessa historiaseurantaohjelma asetettiin pyörimään Tallisaaren valvomotietokoneeseen, mutta AtmosCare alakeskuksessa historiaseuranta on nykyisten vaatimusten mukaisesti mahdollista suorittaa myös alakeskuksen iC1000 –keskusyksikössä.

### **6.3 Saneerauksen vaikutus energiankulutukseen**

Motivan (2010) verkkosivujen mukaan ”kiinteistön asianmukaisella käytöllä ja ylläpidolla on oleellinen vaikutus energiankäytön tehokkuuteen. Kiinteistönhoidon ammattitaitoinen, aktiivinen ja motivoitunut henkilöstö on edellytys kiinteistön energiatalouden hallinnalle”. Lisäksi sivuilla kerrotaan, että kiinteistöhoitajien lisäksi myös kiinteistön käyttäjät voivat vaikuttaa siihen, kuinka paljon energiaa kulutetaan. Rakennusautomaatiojärjestelmää sekä sitä hallinnoivaa organisaatiota voidaan pitää yhtenä tärkeimmistä työkaluista kiinteistön energiankulutusta hallitessa ja seurattaessa.

Taloteknisten energiankulutuksen kannalta oleellisten laitteiden oikeanlainen käyttö on avainasemassa myös Olavinlinnan kohteessa. Vanha linna on kiinteistönä haasteellinen ikänsä sekä historiallisen rakenteensa takia eikä sen lämpimien tilojen rakenne ja eristeet eivät välttämättä ole ihanteellisia minimaalisen energiankulutuksen kannalta. Uskon, että oikein säädettyä uuden rakennusautomaatiojärjestelmän myötä energiankulutusta on kuitenkin mahdollista vähentää vanhaan järjestelmään nähden, ennen kaikkea siksi, että uudella järjestelmällä talotekniikan toiminnan valvominen on parantunut oleellisesti.

Olavinlinnan energiankulutuslukemia ennen ja jälkeen rakennusautomaatiojärjestelmän saneerauksen ei lähdetty tässä opinnäytetyössä vertailemaan, sillä uusi järjestelmä on ollut käytössä vasta noin vuoden ajan. Uuden järjestelmän asetukset on hyvä säätää ja käytön vakiintua muutaman ensimmäisen käyttövuoden jälkeen, jotta energiankulutuksen lukemat olisivat vertailukelpoisia keskenään.

### **6.4 Projektin yhteenveto**

Automaatiourakoitsijan näkökulmasta Olavinlinnan rakennusautomaatiojärjestelmän saneeraustyöt sujuivat odotettuun tapaan. Projekti ehdittiin suunnittelemaan huolellisesti, vaikka urakkasopimuksen allekirjoittamisesta töiden alkamisajankohtaan oli

aikaa vain muutamia viikkoja. Töiden aikatauluttaminen onnistui myös hyvin, joten turhilta työmaakäynneiltä pystyttiin välttymään muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta. Osaltaan töiden hyvin sujumista edesauttoi kohteen läheisyys Savonlinnan toimipisteestä sekä linnan huoltohenkilöstön ja muun henkilökunnan positiivinen suhtautuminen saneeraustöiden aiheuttamiin haittoihin.

Olavinlinnan rakennusautomaatiojärjestelmä toteutettiin alkuperäisten suunnitelmien mukaisesti muutamaa poikkeusta ja lisätyötä lukuun ottamatta. Sähkö ja LVIA-suunnitelmat olivat keskimääräisiä suunnitelmia tarkemmin toteutetut, joten suuremmilta työaikaisilta yllätyksiltä välttyttiin. Sähkösuunnittelijan säännölliset työmaakäynnit sekä viikoittaiset urakoitsijapalaverit ja kuukauden välein pidetyt työmaakoukset takasivat hyvän kommunikoinnin urakoitsijoiden, suunnittelijoiden, rakennuttajan sekä kiinteistön käyttäjien ja kiinteistöhuoltajien välillä. Museoviraston tarkastajan asiantuntemus ja hyvä ote rakennuttamiseen johdatteli automaatiourakan päätökseen urakan tilaajaa sekä järjestelmän toimittajaa tyydyttävällä tavalla. Tästä on todistena liitteen 6 urakan loppuunsaattamisen jälkeen Schneider Electric Buildings Finland Oy:n Savonlinnan myyntiosaston suorittaman asiakastyytyväisyyskyselyn lomake.

Kaikkien kannalta hyvin onnistunut projekti on hyvä lähtökohta pitkäaikaiselle asiakassuhteelle, joten uskon, että yhteistyö museoviraston ja Schneider Electric Buildings Finland Oy:n välillä ei pääty Olavinlinnan osalta keväällä 2010 saneeratun rakennusautomaatiojärjestelmän takuuajan loputtua.

## LÄHTEET

Kiinteistöjen energianhallinta. WWW-dokumentti.  
[http://www.motiva.fi/julkinen\\_sektori/energiankayton\\_tehostaminen/kiinteistojen\\_energianhallinta](http://www.motiva.fi/julkinen_sektori/energiankayton_tehostaminen/kiinteistojen_energianhallinta). Päivitetty 7.12.2010. Luettu 16.4.2011.

Olavinlinna. WWW-dokumentti. <http://www.nba.fi/fi/olavinlinna>. Päivitetty 5.11.2010. Luettu 10.3.2011.

Piikkilä, Veijo, Alikoski, Jukka, Forsman, Jukka, Harjanne, Panu, Heikkilä, Pekka, Koskenranta, Tuomas, Ruoho, Timo, Räikkönen, Jari, Sahlstén, Toivo, Siirtola, Marko, Sulku, Jukka, Sutinen, Leo 2001. Rakennusautomaatiojärjestelmät, ST-käsikirja. Sähköinfo Ry.

Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto Määräykset ja ohjeet 2003. WWW-dokumentti. Ei päivytystietoa. Luettu 17.4.2011.

Rakennusurakan yleiset sopimusehdot. WWW-dokumentti.  
<http://www.stul.fi/Default.aspx?id=2372>. Ei päivytystietoa. Luettu 16.4.2011.

Soini, Mauri, Vuo, Tuomas 2011. Haastattelu 1.4.2011. Olavinlinnan kiinteistöhuolto. Museovirasto.

**LIITE 1(1).  
LVIA-työselitys**

**TYÖ N:O 449**

**OLAVINLINNA  
SAVONLINNA**

**LVIA - TYÖSELITYS 31.10.2008**

**INSINÖÖRITOIMISTO JARMO LEHTONEN OY**

**1 YLEISTÄ**

**1.1 TYÖKOHDDE**

Työ käsittää Olavinlinnaa tehtävät, tämän suunnitelman määrittämät LVIA-työt.

**1.2 SUUNNITELMA**

Suunnitelma käsittää tämän työselityksen ja piirustusluettelon mukaiset piirustukset.

**TILAAJA / KÄYTTÄJÄ**

**RAKENNUTTAJA**

Museovirasto  
Nervanderinkatu 13  
PL 913  
00101 Helsinki  
Sakari Lakka 050-63 835  
sakari.lakka@nba.fi

**Käyttäjän edustaja (paikalla käynnit)**

Heikki Ahtiainen 050-5272625

**LVI-suunnittelu**

Insinööritoimisto Jarmo Lehtonen Oy  
Klanceettitie 1-3 C  
00420 Helsinki  
Jarmo Lehtonen 09-537 676  
0400-442 130  
jarmo.lehtonen@inststo.inet.fi

**Sähkösuunnittelu**

Sähkö - Ohmi Oy  
Purpuripolku 7-9  
00420 Helsinki  
Heikki Pekonen 09-566 4452  
0400-421745

**1.3 URAKAT, NIMISTÖ**

Kaikki LVIA - työt sisältyvät säätö- ja valvontalaiturakkaan (AU).  
AU toimii pääurakoitsijana siihen liittyvine lakisääteisine velvoitteineen.

Kaikki sähkötyöt alistetaan säätö- ja valvontalaiturakkaan.  
Sähkötyöt on määritetty Sähkö - Ohmi Oy:n suunnitelmissa, pvm. 31.10.2008.

1.4 **TÖIDEN AIKATAULU**

Tämän suunnitelman määrittämät työt tehdään urakkaohjelman mukaisesti.

Lämmönjakohuoneeseen liittyvissä töissä on huomioitava, että lämmityslaitteisto pyritään pitämään toiminnassa koko ajan. Järjestelmä on toteutettu kaavion mukaisesti kahdella lämmityskattilalla (LVI-200). Katkokset minimoidaan ja niistä sovitaan erikseen rakennuttajan kanssa.

1.5 **VASTAANOTTOMENETTELY**

**Yleistä**

Urakoitsija suorittaa tässä ja jäljempänä työselityksen ko. osissa mainitut kokeet, säädöt ja mittaukset ja laatii niistä pöytäkirjat.

Toimenpiteistä on ennakolta (vähintään 3 vrk ennen suoritusta) ilmoitettava rakennuttajalle ja pöytäkirja on välittömästi toimenpiteen jälkeen luovutettava rakennuttajalle.

Säädöt ja mittaukset saadaan aloittaa vasta, kun toimintakoe on hyväksytysti suoritettu.

Urakoitsija suorittaa mittaukset hankkimillaan mittalaitteillaan.

**Toimintakoe**

Toimintakokeet tehdään sen jälkeen, kun urakoitsijat ovat ilmoittaneet laitteidensa olevan toimintakuntoisia ja seuraavat ehdot on täytetty:

- sähkövirran syötöt lopullisia
- laitteissa on ainakin tilapäiset merkinnät
- mittarit on asennettu
- varolaitteet toimivat
- mittarit toimivat
- hälytykset toimivat

**Asennustarkastukset**

Laitetarkastukset suorittaa rakennuttajan edustaja yleensä työmaakokousten yhteydessä.

Laitetarkastuksissa todetaan laitteiden, tarvikkeiden ja työn laatu sekä työn edistyminen.

**Vastaanottotarkastus**

Vastaanottotarkastus pidetään urakan täysin valmistuttua ja urakoitsijan pyydettyä sen suorittamista kirjallisesti. Tarkastuksen edellytyksenä on, että myös muut urakat tätä urakkaa sivuavina osin ovat täysin valmiit.

Vastaanottotarkastuksessa selvitetään, täyttääkö urakoitsijan hankinta sille sopimusasiakirjoissa esitetyt vaatimukset.

**Luovutusasiakirjat sekä käyttö- ja huolto-ohjeet**

Urakoitsijan tulee luovuttaa suoritustaan koskevat, jäljempänä luetellut piirustukset ja tiedot rakennuttajalle.

Luovutusasiakirjojen kopioinnin kustantaa rakennuttaja.



Kaikkien hoito-, huolto- ja käyttöohjeiden sekä kytkentäkaavioiden tulee olla suomenkielisiä. Laitteiden kokoonpanopiirustukset ja purkamis- sekä korjausohjeet voivat olla ruotsin-, englannin- tai saksankielisiä.

Seuraavat asiakirjat luovutetaan seläkkeillä varustettuna ja rengaskansioihin sijoitettuna:

**Kahtena (2) sarjana**

- laitteiden täydelliset kytkentä-, työ- ja asennuspiirustukset ja työselitys, joissa on otettu huomioon myös työn aikana tehdyt muutokset
- piirustukset laitteiden sisäisistä kytkennöistä ja liittymistä toisten urakoitsijoiden laitteisiin
- huolto- ja hoito-ohjeet, huollon tarve ja suoritustapa
- mittaus- ja säätöpöytäkirjat
- konekortit
- säädön asetusluarvo
- kalibrointipöytäkirja tuntoantureiden toiminnasta

**Yhtenä (1) sarjana:**

- lämmityksen kytkentäkaavio, joka sijoitetaan seinälle laminoituna.

**Käytön opastus**

Säätölaiteurakkaan kuuluu käyttöhenkilökunnan opastus ao. urakoitsijan toimittamien ja asentamien laitteiden osalta.

Opastukseen kuuluu käyttöhenkilökunnan tutustuttaminen laitteiden toimintaan, käyttöön, huoltoon, valvontatoimenpiteisiin ja urakoitsijan luovuttamiin piirustus- ja huolto- yms. materiaaleihin.

Käytönopastus tulee suorittaa tarvittavilta osin urakoitsijoiden yhteistyönä niin, että laitteiden kokonaistoiminnasta saadaan havainnollinen kokonaiskuva.

**1.6 TAKUUAIKA**

Takuuaika on kaksi (2) vuotta.

Takuuajan huolto kuuluu urakkaan.

**1.7 LAITTEIDEN MERKITSEMINEN**

Kaikki hankintaan sisältyvät laitteet merkitään kone- ja tunnuskilvillä. Tunnuskilvet tehdään kerrosmuovista.

Kaikki vanhat laitteet, jotka on esitetty piirustuksissa, merkitään uusin tunnuskilvin.

Kanavat merkitään teipein, jotka ilmaisevat virtaussuunnan ja kanavalaadun. Putket merkitään teipein, jotka ilmaisevat putkilajin ja virtaussuunnan.

Ilmarivaihtokojien tunnuskilpiin merkitään:

- puhaltimen numero
- ilmamäärät m<sup>3</sup>/s
- vaikutusalue
- VAK:n numero

Linjasäätöventtiilit varustetaan ketjukilvin, johon on merkitty linjasäätöventtiilin numero, virtaama, painehäviö ja venttiilin asetusarvo.

Mittauksista laaditaan pöytäkirja.

**2. SÄÄTÖLAITEURAKKAAN SISÄLTYVÄT PUTKITYÖT (PU)**

**2.1 YLEISTÄ**

Putkiurakoitsija asentaa vesituntoanturitaskut ja säätölaiteurakoitsijan toimittamat moottoriventtiilit.

**LÄVISTYKSET, KANNAKOINTI**

Putkilävistyksissä käytetään muovisia läpivientihylsyjä.

Kannakkeen ja putkien välissä käytetään ko. kannaketyypille tarkoitettua eristekumia.

**2.2 LÄMMITYSLAITTEET**

**YLEISTÄ**

Tässä urakassa asennetaan piirustusten mukaisesti tuloilmakojoiden lämmitysputkistöihin uudet putkistovaruusteet ja puretaan vanhoja putkikytkeitä.

Lämmönjakohuoneessa asennetaan piirustusten mukaisesti uusia tuntoantureita, uusi käyttöveden moottoriventtiili ym. ja puretaan toinen käyttövesipumppu.

**PUTKIJOHDOT**

Piirustuksissa putkikoot merkitty nimellisuuruuksina.

Lämpöjohdot, tasiopuoli: DN 10...DN 40, teräsputkea hitsaus- ja kierrelitoksin  
DN 50... , teräsputkea hitsaus- ja kierrelitoksin

**PUMPUT**

Pumput ovat suoraan putkistoon asennettavia keskipakoispumppuja.

Pumppujen akselin tulee olla ruostumatonta materiaalia, pesä valurautaa, juoksupyörää korroosiota kestävästä materiaalista.

Pumput tulee valita siten, että toimintapisteet ovat optimihyötysuhteen kohdalla. Juoksupyörää vaihtamalla on pumpun tuottoa pystyttävä lisäämään tai pienentämään 20%.

Sähkömoottorien (400 V, 50 Hz) on oltava täysin suojattuja oikosulkumoottoreita.

Lämpöpumppujen suurin sallittu pyörimisnopeus = 25 r/min.

**VENTTIILIT**

Sulkuventtiilit, ensiöpuoli	DN 15 ...	Palloventtiili 37532xxx (Naval)
Sulkuventtiilit, toisiopuoli:	DN 15...50 DN 65...	Palloventtiili 37135 (Oras) Palloventtiili 37532 (Naval)

Yksisuuntaventtiili:	DN 15...50 DN 65 ...	39111xxx (Högfors) 39133xxx (Högfors)
Täyttöventtiilit:		40122xx (Oras)
Lämmitysjärjestelmän linjasäätöventtiilit:		(Oras)
Tyhjennyshanat:		Pallosulkuventtiili (VEXVE)
Painemittarit:		4531xxx (SERPENS)
Lämpömittarit messinkisuojus):		4511022 (SUOMEN LÄMPÖMITTARI)
Roskasuodattimet:	DN 15...50	3922xxx (Högfors) tai 3923xx (Högfors)

#### ILMAKELLOT JA ILMANPOISTO

Ilmakellot (IK) asennetaan piirustusten osoittamiin paikkoihin.

Urakoitsijan kuuluu asentaa sulkuventtiilein (asennuskorkeus 1,5 m) varustetut ilmanpoistoputket, DN 10 verkoston niihin kohtiin, joihin muodostuu haitallinen ilmapussi ja , joihin ei piirustuksissa ole merkitty ilmakelloa.

#### IV-KOJEHUONEIDEN PUTKIASENNUKSET

IV-patterien pumppu- ja venttiilivarusteet asennetaan hoitokorkeudelle. Laitteiden kytkentäjohtot varustetaan irtoliittimin siten, että tärkeimmät komponentit voidaan vetää tarvittaessa ulos putkistoa rikkomatta.

### 2.5 ERISTYKSET

#### YLEISTÄ

Tässä urakassa eristetään kaikki asbestipurkutöissä puretut putkiosuudet. Putkimetrimäärät on arvioitu piirustuksissa. Myös kaikki kohdat, joihin lisätään vanhaan putkistoon tuntoantureita tms., palautetaan vastaamaan alkuperäistä asennustasoa.

#### ERISTEET

Kaikki putkistot eristetään tiimaamalla kiinnitettävällä 13 mm umpisolukumilla tai sarjaan 22 eristetyllä mineraalivillacristeellä, johon tulee päällysteeksi ISOGENOPAK.

Lämmönjakuhuoneessa eristyskorjaukset tehdään siten, että lopputulos on alkuperäisen mukainen.

### 3 SÄÄTÖ- JA VALVONTALAITTEET (AU)

#### 3.1 YLEISTÄ

Tässä urakassa uusitaan Olavinlinnan säätö- ja valvontalaitteet.

Järjestelmä muodostuu valvomolaitteistosta, joka sijoitetaan sillan vieressä olevaan valvomorakennukseen ja viidestä alakeskuksesta VAK1 ... VAK5. Näiden lisäksi järjestelmään kytketään vuonna 2008 asennettu VAK6.

Suunnitelmissa esitettyjen kiinteistön laitteiden LVIS -järjestelmien säätö ja valvonta toteutetaan Hajautetulla DDC - säätö- ja valvontajärjestelmällä suunnitelmien mukaisessa laajuudessa.

Järjestelmä sisältää:

- Itsenäisesti toimivat, vapaasti ohjelmoitavat DDC - alakeskukset
- Ohjelmistot
- Valvomolaitteet, ks. Tarkemmin jäljempänä
- Viisi siirrettävää käyttöpäätettä. Kytettäessä käyttöpäätte valvonta-alakeskukseen, siitä saadaan koko järjestelmän tiedot.
- Viestinsiirron valvomon, alakeskusten ja kenttälaitteiden välillä
- Kenttälaitteet
- Anturit
- Moottoriventtiilit
- Peltimoottorit
- Termostaatit
- Kytkimet (paine, paine-ero, lämpötila)
- Tarvittavat muuntajat (230/24 V)
- Käyttöpainikkeet

Säätölaitetöihin kuuluu lisäksi toimittaa hankintaansa kuuluvien, putkistöihin asennettävien Antureiden suojauskatko. urakoitsijalle asennustöitä varten.

### 3.2

#### JÄRJESTELMÄN TOIMINTAPERIAATE

##### ALAKESKUS

Alakeskus on itsenäinen yksikkö, joka toimii riippumatta keskusyksikön ja tiedonsiirron toiminnasta ainakin seuraavien ominaisuuksien osalta:

- säätötoiminnot
- aikaohjelmat
- lukitukset ja tapahtumaohjelmat
- trend -tallennus
- määrämittaukset (impulsit)

Alakeskusten ohjelmistojen tulee säilyä sähkökatkoksen aikana (min. 72 h) siten, että alakeskus käynnistyy katkosta edeltäneeseen tilaan jännitteen palautuessa.

Alakeskukseen kytkettävälle käyttöpäätteellä pitää pystyä tekemään vähintään seuraavat toimenpiteet:

- lukea käyttötila- ja mittausarvot selkokielellä
- muuttaa säätöparametrejä
- muuttaa aikaohjelmaa
- kuitata hälytykset
- virittää säätimiä
- ylijännitesuojauksilla

##### OHJELMOINTI JA LAITOKSEN KÄYNNISTYS

Kaikki järjestelmän ohjelmointiin ja parametrien asetteluun liittyvät toimenpiteet tulee voida suorittaa alakeskukseen kytkettävän käyttöpäätteen avulla.

Ohjelmat tallennetaan levykkeelle, josta ne ovat käyttöhallinnon jälkeen helposti uudelleen ladattavissa alakeskukseen.

3.3

#### ALAKESKUKSET

##### SÄÄTÖTOIMINNOT

Järjestelmässä tulee olla käytettävissä ainakin seuraavat säätötoiminnot ja –ohjelmat:

- P, PI, PID-säätö
- Sarjasäätö 5 portaalle
- Kompensointisäädöt ja kaskadisäädöt
- Min- ja max-rajoitustoiminnot
- Lepoväläyksen muodostus
- Asetusarvon siirto, ”kuollut alue” säätöportaiden välillä
- Mittauksen keskiarvot ja min ja max-valinnat
- Aikafunktiot, viiveet
- Keski- talvisiirrot, asetusarvojen automaattinen siirto jäähdytys-/lämmitysprosessissa

Lähdöllä tulee voida ohjata suoraan sähköisiä pollin- ja venttiilien toimilaitteita.

##### HÄLYTYSOIMINNOT

Hälytykset voidaan indikoida joko kosketinhälytyksinä tai ohjelmallisesti esim. käyttötila pisteisiin liittyen. Kullekin hälytykselle tulee voida ohjelmoida viive 0...3600 s, jonka jälkeen aktiivisena ollut hälytystieto tulkitaan hälytykseksi. Hälytysviiveen tulee olla käyttäjän helposti muutettavissa.

Hälytys on voitava lukita järjestelmään liitetyn muun pisteen tilaan. Hälytys sallitaan, kun ao. lukituspiste on halutussa tilassa. Lukituksen on oltava käyttäjän helposti muutettavissa.

Hälytykset on voitava estää pistekohtaisesti, raja-arvohälytyksien osalta jokainen raja-arvo erikseen.

##### KOSKETINHÄLYTYKSET

Kosketinhälytykset saadaan potentiaalivapailta hälytyskoskettimilta. Hälytys on voitava indikoida sekä avautuvalta, että sulkeutuvalta koskettimelta.

##### OHJELMALLISET HÄLYTYKSET

Ohjelmallisia hälytyksiä ovat mm. ristiriitahälytykset ja raja-arvohälytykset.

Ristiriitahälytys toteutuu, jos kojeen käyttötila poikkeaa järjestelmän viimeksi antamasta ohjauskäskystä.

Raja-arvohälytykset ovat hälytyksiä, jotka aktivoituvat suureen ylittäessä, tai alittaessa asetellun hälytysrajan. Hälytysrajat tulee voida ohjelmoida kiinteiksi, tai riippuviksi joistakin muusta suureesta (ns. liukuva raja-arvo).

Hälytyspisteet tulee voida määritellä neljään ei kiireellisyysluokkaan, joka on käyttäjän muutettavissa.

##### HÄLYTYSTEN JÄLLEENANTO

Hälytysten jälleenanto tapahtuu valvomosta selväkielisenä, yksilöitynä tekstiviestinä. Valvomossa määritetään, miten viestit lähetetään eteenpäin.

#### KÄYTTÖTILAVALVONTA

Käyttötilavalvonta ilmaisee kojeen käyttötilan. Tilatiedot indikoidaan potentiaalivapaalta koskettimilta.

#### MITTAUSTOIMINNOT

Järjestelmän on kyettävä mittaamaan analogisia suureita ja kokonaismääriä.

Mittaukset tapahtuvat joko järjestelmän omilla antureilla (esim. lämpötila), tai lähettimien antamien standardiviestien avulla.

Raja-arvovalvonnessa verrataan mittausarvoa asetettuun raja-arvoon, jonka saavuttaminen ilmaistaan hälytyksenä, tai toimintakäskynä. Kaikille analogisille mittauksille on voitava asetella kaksi ylä- ja kaksi alaraja-arvoa.

#### OHJAUSTOIMINNOT

Ohjauksia varten alakeskukset on varustettu relelähdein (220 VAC/2A).

Järjestelmällä on voitava suorittaa sekä kaksitilaisia, että impulssiohjauksia.

Järjestelmässä on oltava ohjelmoitava logiikka, jolla suoritetaan kahden, tai useamman digitaalisen tiedon, tai raja-arvohälytysten perusteella ohjaustoimenpiteitä.

#### OHJELMAT

Aikaohjelmat

Aikaohjelma toteuttaa järjestelmän kelloaikaan sidotut toiminnot aseteltavan käyttörymin mukaisesti.

Kullekin aikaohjelmalle tulee voida määritellä jokaiselle viikonpäivälle vapaasti kolme (3) käynnistys- ja kolme (3) pysäytysaikaa.

Järjestelmällä tulee voida määrittää myös erikoispäiväohjaukset esim. vuosikellon avulla.

#### LUKITUKSET

Alakeskuksen ohjelmistoon tulee sisältyä lukitusten ja pakko-ohjausten toteuttamiseksi ns. ohjelmoitavan logiikan ominaisuuksista ainakin seuraavat:

- loogiset funktiot (AND, OR, NAND, NOR, XOR)
- viiveet

#### TREND-SEURANTA

Kerätty data tallennetaan valvomon PC:lle. Data tallennetaan ja arkistoidaan halutulla tavalla.

#### RAKENNE

Alakeskuksen on oltava mikroprosessipohjaisia ja täysin itsenäisiä kaikkien säätö-, valvonta- ja aikaohjaustoimintojen osalta.

Alakeskus on toimitettava tehtaalta sisäisesti valmiiksi kytkettynä sisältäen prosessiyksikön, virtalähde- ja akustoyksikön, viestisiirron sovituselektronikan yksiköt ja liitäntälaitteet.

Liityntäyksikoissa on oltava kaikki pistetaulukoiden edellyttämiin hälytys-, indikointi-, mittaus- ja ohjaustoimintoihin tarvittavat yksiköt, releet, muuntimet yms. siten, ettei ulkopuolisia apulaitteita tarvita.

Suhteellisesti ohjattavien toimilaitteiden (venttiilit) ohjausviesti alakeskuksesta lähtevänä tulee olla suhteellinen DC-viesti. Toimilaitteiden tarvitsema DC/AC -muunnin tulee sijaita toimilaitteissa kiinteästi asennettuna.

Alakeskuskoteloiden tulee olla kaappimallisia ja läpiviennit huomioituna rakennetta IP43. Putki- ja kaapeli läpiviennit tulee varustaa suomalaisten standardien mukaisilla kaapelitiivisteillä. Tiivisteet mitoitetaan kaapelikokoja vastaavaksi. Alakeskuskotelot mitoitetaan niin, että moduuleja lisäämällä pisteitä voidaan lisätä vähintään 30%.

Alakeskukseen on varattava varalle 20% ylimääräisiä riviliitintiloja.

Koteloiden tulee olla saranoituja, irrottavalla avaimella lukittavia. Oviin tehdään taskut piirustuskansioita varten.

Koteloiden koot tulee tarkistuttaa asennuspaikkakohtaisesti niin, että tarpeettomalta tilanahtaudelta vältytään.

Erillis-, varo- ja apulaitteet tulee ryhmitellä keskuksen järjestelmällisesti niin, että laitoksen käyttö ja tarkkailu tulee selkeäksi. Laitteet tulee asentaa riittävän väljästi, jotta kytkennät ja huoltotoimenpiteet voidaan suorittaa vaivatta.

Alakeskusten laitesijoituspiirustukset on hyväksyttävä suunnittelijalla.

Avaimet kiinnitetään ketjulla seinään.

Keskuksessa käytettävien riviliitintien on oltava numeroituja, johdinkokoja vastaavia ja asennettuja kojeittain ryhmiteltyinä riviliitinkiskoon. Vähintään ryhmä-, ohjaus- ja lukitusjohdoille asennetaan katkaistavat riviliitintimet.

Johtimet tulee keskuksissa asentaa kannellisiin johdinkouruihin.

#### **YLIJÄNNITESUOJAUKSET**

Valvonta-alakeskusten sähkön syöttöjohdot varustetaan ylijännitesuojauksella.

Valvonta-alakeskusten väliset väyläkaapelit varustetaan ylijännitesuojauksella.

### **3.4**

#### **ALAKESKUKSIIN TEHTÄVÄT PISTEVARAUKSET**

VAK 1:           1 kpl DO  
                  2 kpl DI  
                  2 kpl AI  
                  1 kpl AO

VAK2 ... VAK 5: kuten VAK 1

### 3.5 VALVOMOLAITTEET

Valvomolaitteet sijoitetaan valvomoon.(valvomorakennus sillan vieressä)  
Valvomo käsittää seuraavat laitteet kytkettyinä ja koekäytettyinä:

- Pentium-tasoinen tunnetun valmistajan mikrotietokone, kiintolevy, polttavalla DVD/CD-  
asemalla. Käyttöjärjestelmä Windows XP tai VISTA.  
Suorittimen, kiintolevyn ja RAM-muistin mitoituksessa tulee huomioida ohjelmien nopea  
suoritus, trend -tietojen tallennuskapasiteetti ja laajennus- sekä päivitystarpeet
- Skandinaavinen näppäimistö funktionäppäimillä ja numeronäppäinosalla
- Hiiri ja hiirialusta
- 19" SVGA -tasoinen näyttö
- A4 lasertulostin (varalla 1 riisi paperia)
- ohjelmiston grafiikassa on kyettävä esittämään:
  - jokainen määritetty piste
  - valaisinkaavio linnasta, jossa näkyvät valaistut alueet
  - paikantamiskaavio linnasta, jossa näkyvät erikseen ja yhdessä valvonta-alakeskukset ja  
ryhmäkeskukset
  - kaikki kaaviot (ilmanvaihtokojeet yms.)
  - myöhemmin mahdollisesti lisättävät tasokuvat
  - hälytyksien siirtoon GSM-terminaali
- PC:n syöttöjohto varustetaan ylijännitesuojauksella.

Valvomojärjestelmään tulee tallentua määritellyksi ajaksi järjestelmän antamat ilmoitukset,  
Hälytystapahtumat yms.

### 3.6 KENTTÄLAITTEET

#### ANTURIT

#### LÄMPÖTILA-ANTURIT

Lämpötila-anturien tuntevana elimenä käytetään lämpötilastabiloitua vastuselementtiä Ni 1000.

Kanava-anturit perustuvat keskiarvomittaukseen tuntoelimen koko pituudelta.

Mittausantureiden suojakoteloiden tulee olla korroosiosuojattua materiaalia, sekä tyypiltään ja  
kiinnikkeiltään sijoituspaikkaan sopivia.

Ulkoanturin kytkentärasian tulee olla roiskevedeltä suojattua rakennetta ja varustettu sopivalla  
kaapeliivisteellä.

Huoneantureiden asennuskorkeus 180 cm, mikäli piirustuksissa ei toisin mainittu.

Ulkotuntoelin asennetaan itä- tai pohjoisseinälle.

Kapillaarien, kaapeleiden ym. läpiviennit on suojattava ja tiivistettävä.

#### VENTTIILIT

Venttiilien tulee olla tiiviisti sulkeutuvia ja verkoston rakennevaatimukset täyttäviä venttiilejä.  
Vuoto saa olla korkeintaan 0,05 KVS -arvosta.

Säätöventtiilit ovat istukkamallisia NP 10 , t = 120°C. Sisäosat ovat ruostumatonta terästä tai  
pronssia, sulkupaine on vähintään 2 bar. NS 50 ja sitä suuremmat venttiilit ovat laipallisia.  
Säätösuhde vähintään 1:50.

Venttiilien säätökäyrän tulee olla logaritminen.



#### TOIMILAITTEET

Säätöventtiilit ja säätöpellit varustetaan riittävällä määrällä riittävän voimakkaita toimilaitteita.

Toimilaitteet varustetaan asennosoituksella ja käsiasettelulaitteella.

Tuloilmakojeen ulkoilmapelien toimilaitteet tulee varustaa jousipalautuksella virtakatkojen varalta, jos ei toisin mainita.

#### MUUT KENTTÄLAITTEET

Jäätymisvaaratermostaattit

Kaikki etulämmityspatterit varustetaan vesitilaan asennettavilla antureilla. Ohjelmallisen jäätymisuojan tulee olla käsin viritettävä, varustettuna hälytys- ja ohjauskoskettimilla sekä ns. ennakoititoiminnalla, joka ohjaa venttiiliä suhteellisesti paluuv veden lämpötilan laskiessa lähelle jäätymisvaaratilannetta.

Hälytyksen kuittauspainikkeet asennetaan alakeskukseen.

#### TERMOSTAATIT

Putkiin, kanaviin, konehuoneisiin ja ulkoilmaan asennettavissa termostaateissa tulee olla kapillaarianturi sekä roiskevedeltä suojattua rakennetta oleva kotelo kaapelitiivistein.

Huonetermostaateissa tulee olla parimetallianturi.

Termostaattien toimintapiste ja eroalue tulee olla erikseen aseteltavissa.

Termostaateissa tulee olla nähtävissä asetellut lämpötilat.

Termostaattien kytkineliminä tulee olla vaihtokosketin 220 V jännitteellä.

#### PAINE-EROKYTKIMET

Suodatinvartijoiden tulee olla paine-erolla toimivia kalvotoimilaitteita ja varustettuja itse palautuvalla vaihtokoskettimella. Kytkentäpaineen tulee olla aseteltavissa.

#### PAIKALLISET MITTARIT

Ilmanvaihtokojelle asennetaan kalibroidut lämpömittarit. Mittareiden asteikko 0...+60°C, ulkoilmakanavissa -40...+40°C. Antureiden tulee olla vähintään 200 mm.

Lämpömittareita asennetaan jokaisen lämpötilan muuttavan käsittelyvaiheen jälkeen sekä lisäksi piirustusten osoittamiin paikkoihin.

Ilmanvaihtokojien suodattimille asennetaan säätökaavioiden mukaisesti paine-eromittarit. Mittarit ovat esim. mallia Magnehelic. Mittarit on asennettava niin, että ne antavat oikean lukeman ja ovat helposti luettavissa.

### 3.7

#### VALVONTA-ALAKESKUS VAK 6

Tasolle 3 on asennettu v. 2008 uusi VAK6, jonka palvelualueena on TK8 ja PK11, jotka myös on asennettu v. 2008.

Urakkaan kuuluu VAK6:n kytkeminen uuteen valvontajärjestelmään.

VAK6 on mallia TAC. Mikäli tämän VAKin tiedonvälitys uuteen järjestelmään ei onnistu, uusitaan ko. VAK:n laitteet siten, että järjestelmä toimii.

VAK 6:ssa on noin 20 pistettä

- tavanomainen, pieni tuloilmakoje, jossa sulkupellit ja lämmityspatteri, ei LTO:ta
- tavanomainen poistoilmakoje

#### 4 SÄÄTÖLAITEURAKKAAN (AU) SISÄLTYVÄT PURKUTYÖT

##### 4.1 YLEISTÄ

Kaikki purkutyöt, myös asbestipurkutyö, kuuluu säätölaiteurakkaan. Purku-urakkaan kuuluu myös purettavien laitteiden poiskuljetus kaatopaikalle/kierrätykseen.

##### 4.2 PUTKIPURKUTYÖT

Urakoitsija purkaa kaikki purettaviksi esitetyt laitteet ja tulppaa kaikki paineelliset päät.

##### 4.3 SÄÄTÖLAITTEIDEN PURKUTYÖT

Urakoitsija purkaa kaikki vanhat säätölaitteet säätölaitekoteloineen.

Myös käyttämättömiksi jääneet vanhat säätölaitekeskukset puretaan.

##### 4.4 ASBESTIPURKUTYÖT

Asbestipurkutöihin kuuluu piirustusten mukaisesti asbestia sisältävien putkieristeiden purkutyöt ilmanvaihtokonehuoneissa.

Urakoitsijan on varauduttava myös vähäisiin asbestipurkutöihin lämmönjakohuoneessa (5 m putkieristettä).

Asbestipurkutyöt teetetään Työsuojeluhallituksen valtuuttamalla erikoisliikkeellä noudattaen purkutöistä annettuja määräyksiä ja ohjeita ja Suomen Asbesti- ja Pölysanerausliikkeiden liitto Ry:n yleisiä toimitusehtoja.

Asbestipurku-urakoitsijalla on oltava voimassaoleva työsuojeluhallituksen valtuutus asbestipurkutyön tekemiseen.

Urakoitsijan tulee:

- toimittaa viranomaisille näiden edellyttämät tiedot purkutyöstä mm työsuunnitelma ja aloittamisilmoitus
- purkutyön tiedotus, opasteet ja varotoimenpiteet ja -merkinnät
- puretun asbestimateriaalin välikvarastointi, poiskuljetus sekä käsittelymaksut
- asbestipitoisuusmittausten ja tulosten analysoinnin teettäminen ja kustantaminen purkutyön valmistumisen jälkeen
- osastoinnin poisto, jos mittausulos on hyväksyttävä, save eli asbestipölypitoisuus on enintään 0,01 kuitua/cm<sup>3</sup>
- jos pölypitoisuus ylittää vaatimusrajan, puhdistusta on välittömästi jatkettava rajan alittamiseksi, uudestaanmittaus kuuluu urakkaan

Purkutöissä tulee noudattaa seuraavia periaatteita:

- asbestieristeitä ei saa työstää työmaalla kuin niillä osin, mikä on tarpeellista laitteiden ja putkistojen purkamiseksi siirtämistä varten
- purettavien putkistojen osat ja laitteet siirretään työmaalta mahdollisimman suurina osina
- puretut putkiston osat ja venttiilit pakataan välittömästi tiiviisiin pakkauksiin ja merkitään ohjeiden mukaisesti
- suojauksia ei saa poistaa työmaa-alueelta

#### **5 SÄÄTÖLAITEURAKKAAN SISÄTYVÄT RAKENNUSTEKNISET APUTYÖT**

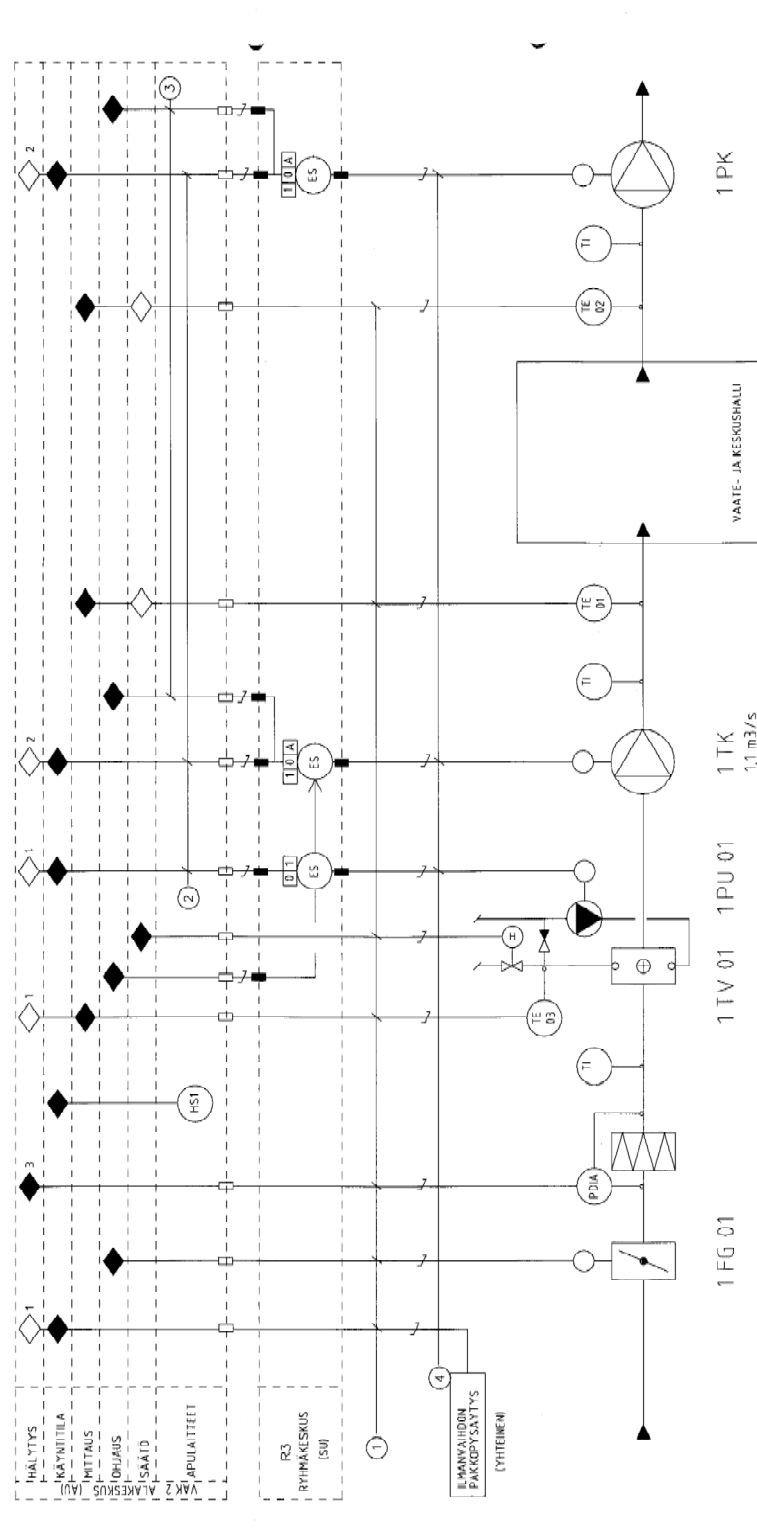
Kaikki tavanomaiset rakennustekniset aputyöt kuuluvat urakkaan

- telineet
- siivoustyöt
- suojaustyöt
- jälkipaikkaukset
- lattian jälkipaikkausvalu TK4/TK5 ilmanvaihtokonehuoneessa poispurettujen putkien kohdalta.
- Lämmönjakohuoneessa ruostesuojatun ja maalatun teräskehikon rakentaminen VAK 1:n tukikehikoksi.

Säätölaiteurakoitsija saa rakennuttajalta käyttöönsä IIAKI -telineet, jotka urakoitsija noutaa varastosta ja kokoaa palvelemaan kahta alakattotilassa sijaitsevaa ilmanvaihtokonehuonetta (6 TK näyttelytilassa T 101 ja 7 TK näyttelytilassa T 103).

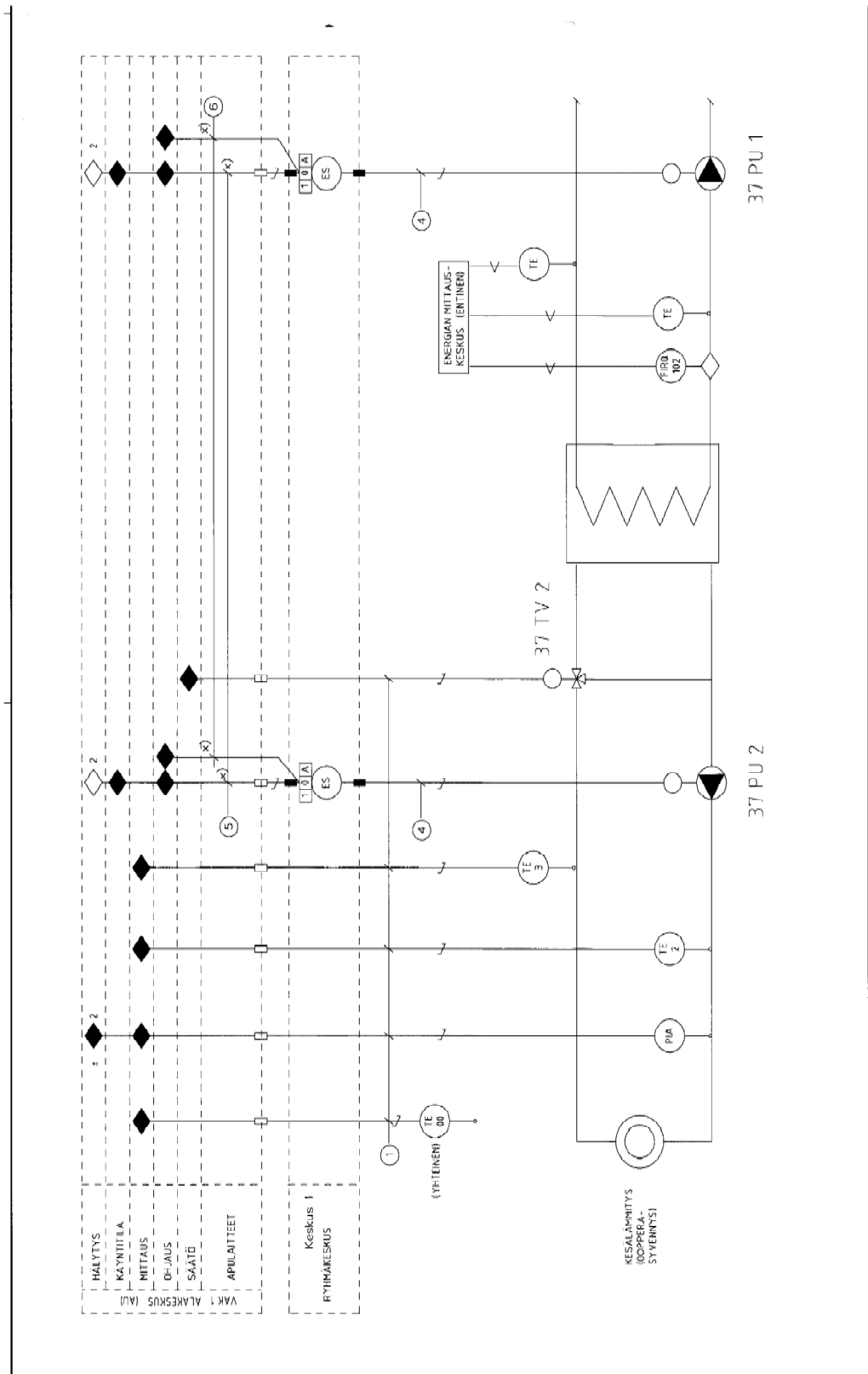
Urakan valmistumisen jälkeen urakoitsija purkaa telineet ja vie ne takaisin varastoon.

Tuloilmakone 1 TK säätökaavio





Oopperasyvennyksen lämmityslaitteet -säätökaavio



Oopperasyvennyksen lämmityslaitteet -säätökaavio

TURVUS	NIMIYYS	TEKNISET TIEDOT ASETUSARVOT	HUOM.
00 TE 00	LÄMPÖTILA-ANTURI	UIKOLÄMPÖTILA / YHTEINEN	AU
31 TE 02	LÄMPÖTILA-ANTURI	SAÄTÖKÄYRÄN MUKAINEN	AU
31 TE 03	LÄMPÖTILA-ANTURI	PÄLIÖLÄMPÖTILA	AU
31 TV 2	MOOTTORVENTTILI	1,42 cm <sup>3</sup> /s 10 MPa	AU
31 PU 1	LÄMMITYSPUMPPU		IDENTTINI
31 PU 2	LÄMMITYSPUMPPU		IDENTTINI
PIA	PAINIMITTARI	VERKOSTON YLÄ- JA ALARAJA	AU

TOIMINTASELOSTUS

LÄMMITYS

SAATOJÄRJESTELMÄ OHJAA SAATOVENTTILIA TV 2 MENEDEN TUNTOILIMEN (TE 2) JA LUKKILMAN TUNTOILIMEN (TE 00) MITTAUSARVOJEN PERUSTEELLA. PITÄEN LÄMMITYSVERHOSTON LAHTEVAN MENEDEN LÄMPÖTILAN SAATOJÄRJESTELMÄN ASETETUN SAÄTÖKÄYRÄN MUKAISEN.

SAÄTÖKESKÖSSÄ ON MENEDEN LÄMPÖTILAN MAKSIMI- JA MINIMIALOITIN

PUMPUT KÄYVÄT VAIN KESÄKÄNNÄ, JOLLOINNE KÄYVÄT AINA TÄLLÄKÄÄN SAÄTÖJÄRJELMÄ OHJAA PUMPPIIN KÄYMAAN NOIN 15 MIN VIKOSSA

AU = HANKINTA- JA ASENNUSTYÖT SAÄTÖLAITEURAKASSA  
 = JOHDOTUS- JA KYTKENTÄTYÖ SARHOURAKASSA  
 = VARHAT JOHDOTUKSET

0 = RATA  
 1 = VAARA (0-1h)  
 2 = YRKA (0-24 h)  
 3 = HULLU (0-5 vtr)

◇ = OHJELMALINEN TOIMINTA  
 ◆ = FYYSINEN LITÄNTÄ ALAKESKUKSEEN

x) = YHTEINEN KAAPPELI KSP.IIR.  
 3754-06-417, -418, -419,  
 3754-06-431, -432, -433, -434 JA -435

OHJAUS- JA HÄLYTYSOHJODOT  
 KSP.IIR. 3754-04-100.330

UJDET KAAPPELIT (SU)

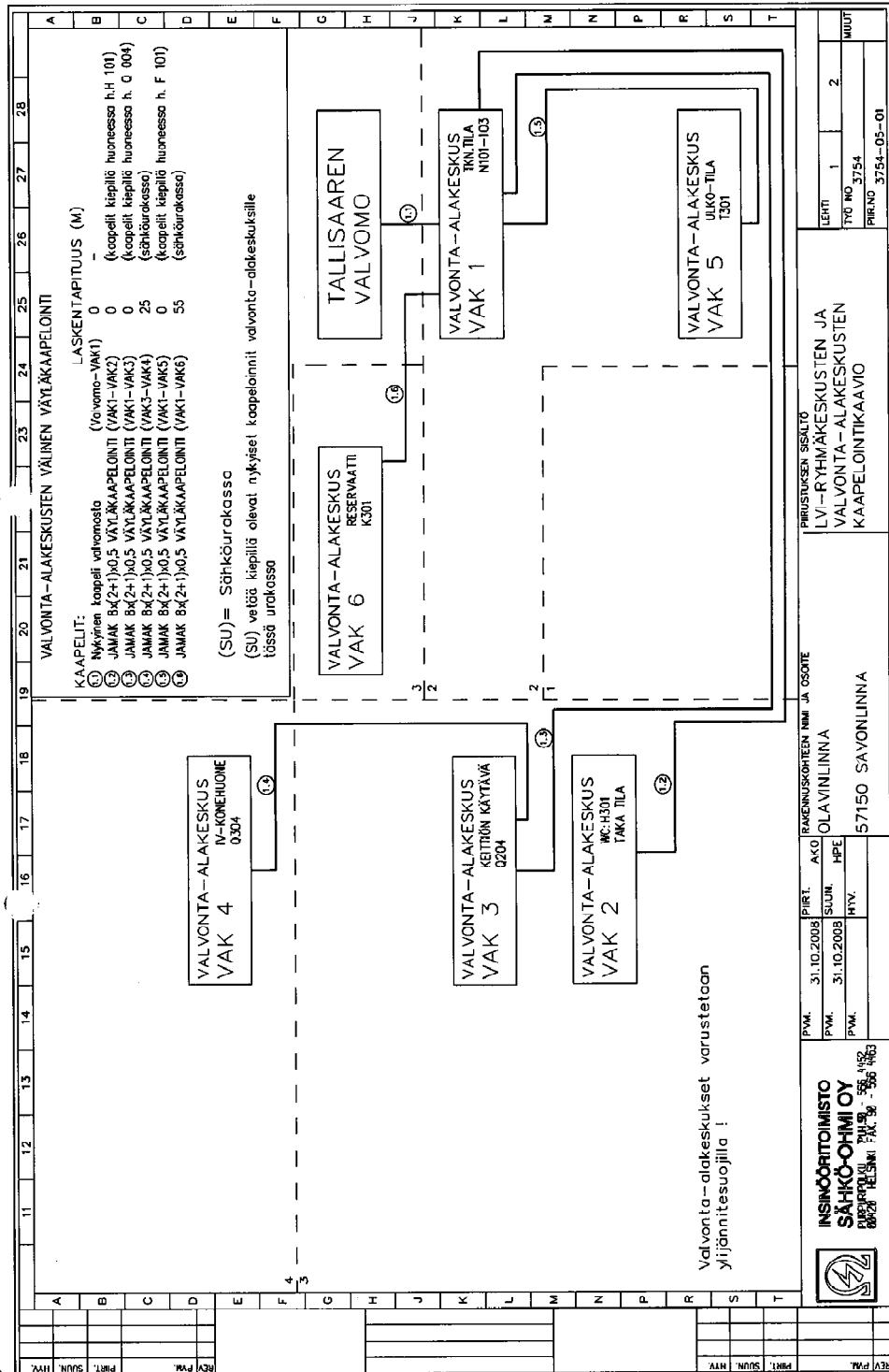
- ① = Redok 2x2x0,5+0,5
- ② = Redok 12x2x0,5+0,5
- ③ = MWO 12x1,5
- ④ = MAJ 4x1,5S
- ⑤ = Redok 24x2x0,5-0,5
- ⑥ = MWO 19x1,5

INSINÖÖRITOIMISTO SÄHKÖOHJAI OY PAPERINKI 7-9 P.O. BOX 566 HELSINKI 00010	PÄIVÄ 31.10.2008 TILAUS N:o 3754 MITTAKAANA -	FIRTEL. - SUUN. JRS HYV. -	PERUSTUKSEN SISÄLTÖ Kesädiatr. copperasym. SÄÄTÖKAAVIO FIR.NO 3754-06-437
	YHTEINEN TOIMINTA- JA TOIMINTA- OHJE		

YHTEINEN TOIMINTA- JA TOIMINTA- OHJE KÄYTTÖOHJE KÄYTTÖOHJE	YHTEINEN TOIMINTA- JA TOIMINTA- OHJE KÄYTTÖOHJE KÄYTTÖOHJE
SAÄTÖKAAVIO LÄMMITYSLAITTEET KESÄLÄMMITYS OOPPERASYVENNYKSI	LVI - 449 - 437 TUUSKANGAS

INSINÖÖRITOIMISTO JARMO LEHTONEN OY  
 Manneritie 1-2C, 00400 HELSINKI  
 Puh. (09) 531 478, fax (09) 538 124  
 CA.PROJEKTIIVITYO 449.LVL.VI...437.DWG

Sähkösuunnittelijan kaapelointikaavio



LEHTI	1	2
TYO NO	3754	
PIIRNO	3754-05-01	
MUUT		

PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ  
 LVI-RYHMÄKESKUSTEN JA  
 VALVONTA-ALAKESKUSTEN  
 KAAPELOINTIKAAVIO

PROJEKTIN SUOJITE  
 OLA VINLINNA  
 57150 SAYONLINNA

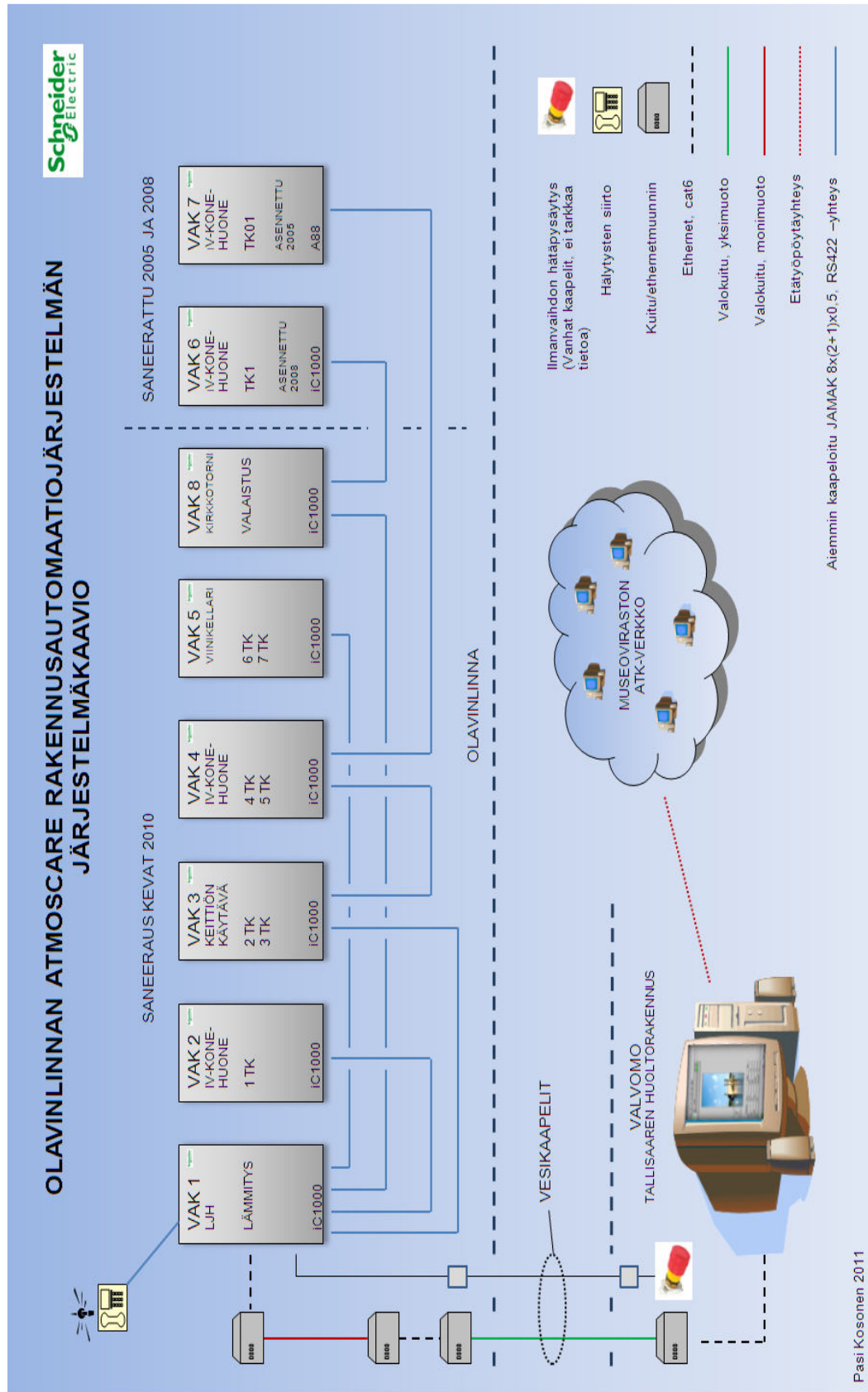
PVM.	31.10.2008	PIIRIT.	AKO
PVM.	31.10.2008	SUUNN.	HPE
PVM.	31.10.2008	HTV.	

**INSINÖÖRITOIMISTO**  
**SÄHKÖ-OHMI OY**  
 PÄÄKATU 11  
 00100 HELSINKI  
 Puh. 09-555 4463  
 Faksi 09-555 4463


PIIRIT.	AKO
SUUNN.	HPE
HTV.	



Rakennusautomaatiolaitteiden järjestelmäkaavio



## ASIAKASTYYTYVÄISYYSKYSSELYN LOMAKE

	<b>PROJEKTIN LOPETUS - ASIAKASTYYTYVÄISYYSKYSSELY</b>
<b>Palautelomake</b>	Sivun 1 / 1

PROJEKTIN NIMI:	OLAVINKILINNA		
PROJEKTI No:	10004964	PROJEKTIN TEHTÄ:	PASI KOSONEN
KYSYSELYN TEHTÄ:	PARI VÄLTTINEN	ALUE:	EAST / SLM
AIKAKAS:	SAAARI LAKEA	ASIAKAS Rüh. No:	050 63835
ASIAKASYRITYS:	MUSEOVIRASTO		

Kehittääksemme palveluamme toivomme teidän vastaavan seuraaviin kysymyksiin asteikolla 0-10 (0 Erittäin huono - 10 Erinomainen)

Q1. Ovatko suoritusemme, myynnistä - toteutukseen, täyttäneet odotuksenne? (0-10)	9-
---	----

Q2. Kuinka hyvin ja tehokkaasti saimme projektin tehtyä? (0-10)	9
---	---

Q3. Kuinka hyvin kommunikoidimme kanssanne projektin aikana? (0-10)	9
---	---

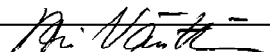
Q4. Perustuen toimintaamme <b>tämän projektin aikana</b> , voisitteko suositella meitä vastaaviin projekteihin kollegoillenne? (0-10)	9
---	---

Q5. <b>Kaiken kaikkiaan</b> , kuinka tyytyväinen olette Schneider Electricin toimintaan tässä projektissa? (0-10)	9 1/2
---	-------

Q6. Voisitko perustella, jos vastauksenne edellisiin kysymyksiin Q4 tai Q5 oli <b>0-6 tai 9-10</b> ? HYVÄ OTE ASIOIHIN, NOPEUS, OSAAMINEN JA PROJEKTIN SITOUTUMINEN
---

Q7. Voisimmeko tarjota Teille muita palvelujamme / ratkaisujamme? KATSOTAAN TAKUUN JÄLKEEN
---

Lisäkommentit: HYVÄ JA RAKENTAVIA MENKI KOKO TYÖN AJAN
--

ALLEKIRJOITUS		Pvm: 28.9.2018
---------------	---	----------------