

Emppu Karhinen

# Rakennusautomaatio LVI-saneerauksessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari AMK

Rakennusalan työnjohto

Opinnäytetyö

7.2.2013

Tekijä(t) Otsikko	Emppu Karhinen Rakennusautomaatio LVI-saneerauksessa
Sivumäärä Aika	24 sivua + 2 liitettä 7.2.2013
Tutkinto	rakennusmestari AMK
Koulutusohjelma	rakennusalan työnjohto
Suuntautumisvaihtoehto	LVI-tekniikan työnjohto
Ohjaaja(t)	yksikönpäällikkö Marko Vaarne lehtori Erkki-Olavi Sainio
<p>Työssäni selvitän Rakennusautomaation osuutta onnistuneessa LVI-saneerauksessa. Työn tarkoituksena on selvittää vanhojen automaatiojärjestelmien laajennus ja saneerausmahdollisuudet.</p> <p>Kirjoitustani varten haastattelin pitkän linjan ammattilaisia rakennusautomaatioalalta sekä seurasin suurehkon liikekiinteistön automaatio saneerausta. Haastatteluista selvisi, että rakennusautomaatio toimijoiden kirjo on suuri eikä vanhan järjestelmän saneeraajan löytäminen ole aina helppoa.</p> <p>Lopputulokseksi sain ohjeet, joiden mukaan vanha automaatiojärjestelmä voidaan saneerata osana suurempaa TATE-saneerausta. Lisäksi selvitin yleisimpien vanhojen toimijoiden nykyiset vastineet.</p>	
Avainsanat	rakennusautomaatio, saneeraus

Author(s) Title	Emppu Karhinen Building automation`s role in HVAC renovation
Number of Pages Date	24 pages + 2 appendices 7 Feb 2013
Degree	Bachelor of Construction Management
Degree Programme	Construction Site Management
Specialisation option	HVAC Engineering
Instructor(s)	Marko Vaarne, Unit Leader Erkki-Olavi Sainio, Senior Lecturer
<p>The final year project investigated the proportion of building automation in a successful HVAC renovation. The purpose was to study the opportunities there are to renovate and expand old automatic systems.</p> <p>For the final year project a long line of professionals in the field of building automation were interviewed and a fairly large building automation restructuring was followed. The interviews revealed that the actors in the building automation field are diverse and it is not always easy to find renovators of an old system.</p> <p>This study results in instructions on how an old automation system can be renovated as a part of a larger HVAC overhaul and explains the current equivalents for old actors.</p>	
Keywords	building automation, renovation

## Sisällys

<b>1</b>	<b>Johdanto</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Rakennusautomaatio</b>	<b>2</b>
2.1	Rakennusautomaation määritelmä	2
2.2	Vanha ja uusi tekniikka	3
<b>3</b>	<b>Vanhojen automaatiojärjestelmien saneerausmahdollisuudet</b>	<b>5</b>
3.1	Lähtökohdat	5
3.2	Kenttälaitteiden hyödyntäminen	9
3.3	Saneerauksen toteutus	10
3.4	Yleisimpien järjestelmien toimijat ja järjestelmien avoimuus	11
<b>4</b>	<b>Rakennusautomaatio toimitilasaneerauksessa</b>	<b>13</b>
4.1	Yleistietoja kohteesta	13
4.2	Alkutilanne	13
4.3	PC-pohjaisen valvomon rakentaminen	17
4.4	Saneerauksen kulku	18
<b>5</b>	<b>Yhteenveto</b>	<b>23</b>
	<b>Lähteet</b>	<b>24</b>
	Liitteet	
	Liite 1. VAK2 LJH, loppukuvat	
	Liite 2. Lämmönjakuhuone, A-porras	

## 1 Johdanto

Liikekiinteistöjä saneerataan jatkuvasti uusien käyttäjien toiveiden mukaisiksi. Talotekniikan näkökulmasta vanhoissa liikekiinteistöissä haasteeksi nousee uuden LVI-tekniikan liittäminen rakennuksessa olevaan vanhaan automaatiojärjestelmään. Taloudellisessa mielessä koko automaatiojärjestelmän uusiminen ei ole kannattavaa, joten olemassa olevaa järjestelmää laajennetaan. Kuitenkin usein automaation järjestelmäkuvaukset ja fyysiset kuvat ovat puutteelliset, eikä ole varmuutta, millä toimijalla on oikeudet tai osaaminen juuri kyseessä olevaan järjestelmään.

Työssäni pyrin selvittämään vanhojen rakennusautomaatiojärjestelmien yhteensopivuuden nykyisten toimijoiden järjestelmiin. Käytän työssä referenssikohdetta, jossa vanhan liikekiinteistön 14 erillistä ohjauskeskusta yhdistetään yhdeksi valvontalakeskukseksi. Ensimmäisessä osassa käydään läpi yleisimpien vanhojen automaatiojärjestelmien nykyiset sovellukset. Toisessa osassa seurataan todellisen kohteen mittavaa automaati saneerausta.

Tarkoituksena on saada aikaan ohjeet joilla voidaan päivittää automaatiojärjestelmä vastaamaan uuden LVI-tekniikan ja käyttäjän tarpeita. Toinen tavoite on saada yleisimpien automaatiojärjestelmien nykyiset toimijat selville.

## 2 Rakennusautomaatio

### 2.1 Rakennusautomaation määritelmä

Rakennusautomaatiolla tarkoitetaan kiinteistön eri teknisten järjestelmien, esimerkiksi valaistus, lukitus, lämmitys, ilmanvaihto, käyttöä, säätöä ja valvontaa. Vanhoissa järjestelmissä jokainen edellä mainituista järjestelmistä on oma yksilö, jota säädetään yksikkösäätimestä. Pahimmissa tapauksissa yhdessä kiinteistössä voi olla kymmeniä Ilmanvaihtokoneita, useita lämmönvaihtimia. Jos kyseisessä tapauksessa automaatiojärjestelmä on toteutettu yksikkösäätimillä, on nykyisellä kiinteistöhuollolla erittäin raskas tehtävä säätää kaikkia järjestelmiä toimimaan saumattomasti ja energiatehokkaasti. Nykyaikaisiin automaatiojärjestelmiin rakennetaan keskitetty valvonnalakeskus (VAK). VAK:ia voi yhdessä kiinteistössä olla useita. Kaikki VAK:t liitetään valvomoon, josta kiinteistön kaikkia teknisiä järjestelmiä voidaan säätää yhdestä paikasta pc-pohjaista käyttöjärjestelmää pitkin. [1; 2; 3.]

Rakennusautomaatio jaetaan kolmeen osaan: kenttälaitteisiin, alakeskuksiin ja valvomoihin. Kenttälaitteet ovat mittaavia ja säätäviä, eli ne konkreettisesti mittaavat jotain suuretta tai säätävät jotain toimilaitetta. Kenttälaitteet toimittavat tiedot alakeskuksiin. Alakeskukset myös lähettävät ohjausviestit kenttälaitteille. Alakeskukset puolestaan toimittavat tiedot valvomoon, jossa ne muutetaan luettavaan muotoon. Valvomoista myös lähetetään ohjauskäskyt alakeskuksille (kuvio 1). [6]



Kuvio 1. Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne [6]

## 2.2 Vanha ja uusi tekniikka

Kun automaatiojärjestelmää lähdetään saneeraamaan, yleensä pyritään hyödyntämään vanhaa järjestelmää mahdollisimman paljon. Automaatioon laitteiden käyttöikä on karkeasti noin 20 vuotta. Iän lisäksi laitteen vaihtoperusteena voi olla mekaaninen rikkoutuminen. Rikkoutuneen laitteen varaosien valmistus on voitu jo lopettaa, jolloin se vaihdetaan uuteen. Valmistajat ilmoittavat, milloin jonkun laitteen valmistus lopetetaan. [9]

Vanhoissa alakeskuksissa olemassa olevia moduuleja voidaan hyödyntää väylämuuntimen avulla. Väylämuuntimen avulla vanhoja moduuleja (kuvio 2) voidaan käyttää rinnan uusien moduulien kanssa samassa prosessorissa. Tästä on hyötyä esimerkiksi huoltotoiminnassa. Vanhan moduulin rikkoutuessa se voidaan korvata uudella ilman prosessorin vaihtoa. Otetaan vain vanha moduuli irti väylämuuntimesta ja liitetään uusi moduuli suoraan prosessoriin. [9]



Kuvio 2. Pro dual MIO 12-PT I/O -liityntämoduuli [10]

Lähtökohtaisesti vanhat yksikkösäätimet eivät ole liitettävissä tai laajennettavissa kiinteistön valvontajärjestelmään. Nykyisin on saatavilla yksikkösäätimiä, jotka voidaan liittää valvonnan piiriin. Kun rakennetaan uusi valvontajärjestelmä, vanhat yksikkösäätimet puretaan ja pisteet liitetään VAK:n kautta valvomoon. [9]

Vanhat 70-luvulta peräisin olevat kenttälaitteet ovat 3-pisteohjattuja. Joissain tapauksissa, esimerkiksi hotelleissa, on voitu käyttää pneumaattisia kenttälaitteita. Nykyisin pneumatiikkaa käytetään teollisuudessa, laivoissa ja joissain huonesäädinjärjestelmissä, esimerkiksi Neste Oil Oyj:n konttorikeilaniemessä. Jänniteohjatut 0–10 V:n kenttälaitteet yleistyivät 80-luvulla. Nykyisin kenttälaitteiden ohjauksia on 230 V, 24 V, viestit joko 3-pisteohjattuja tai 0–10 V. Peltimoottorit voivat olla joko 3-pisteohjattuja tai säätäviä 0–10 V. Jousipalautettuja tai ilman jousipalautusta. Peltimoottorin voima valitaan pellin pinta-alan (m<sup>2</sup>) mukaan ja venttiilimoottori iskupituuden 2,5–40 mm mukaan. [9]

Nykyaikaiset alakeskukset ovat itsenäisesti toimivia, joko omalla grafiikkanäytöllä varustettuja IP-pohjaisia vapaasti ohjelmoitavia tai kiinteä i/o-pistemääräisiä.[9]



### 3 Vanhojen automaatiojärjestelmien saneerausmahdollisuudet

#### 3.1 Lähtökohdat

LVI-saneerausta suunnitellessa ja toteuttaessa törmätään usein vanhoihin automaatiikkajärjestelmiin. Vanhoja järjestelmiä on useita, eikä kyseisen järjestelmän tehnyttä yritystä ole enää edes olemassa. Tässä vaiheessa tulee tietää alalla nykypäivänä toimivat yritykset sekä yritysten järjestelmät.

Saneerausta suunniteltaessa tarvitaan tietenkin jokin tavoite, johon koko urakalla pyritään. Kesäkuussa 2007 ympäristöministeriö antoi määräyksen energiatodistuksesta (kuvio 3). [7]

Rakennuksen energiatehokkuus ilmaistaan tässä asetuksessa säädetyllä tavalla rakennuksen energiatehokkuusluvulla, joka saadaan jakamalla rakennuksen tarvitsema vuotuinen energiamäärä rakennuksen bruttopinta-alalla. [7, s. 1.]

Nykyisin tähdätään energiankulutuksen pienentämiseen, ja näin kiinteistön käyttökustannusten pienenemiseen. Energiankulutuksen pienenemiseen tähtäävään remontiin automaatiikkasaneerauksen sisällyttäminen on erittäin viisasta. Pienehköllä tai keskisuuralla automaatiikkasaneerauksella voidaan saada aikaan huomattavia säästöjä.

# ENERGIATODISTUS

---

**Rakennus**  
 Rakennustyyppi: \_\_\_\_\_ Valmistumisvuosi: \_\_\_\_\_  
 Osoite: \_\_\_\_\_ Rakennustunnus: \_\_\_\_\_

---

**Energiatodistus on annettu**

rakennuslupamenettelyn yhteydessä ja perustuu laskennalliseen kulutukseen  
 energiakatselmuksen yhteydessä ja perustuu toteutuneeseen kulutukseen  
 erillisen tarkastuksen yhteydessä ja perustuu toteutuneeseen kulutukseen

---

ET-luku	Vähän kuluttava	Rakennuksen ET-luokka
	A	
	B	
	C	
	D	
	E	
	F	
	G	
	<i>Paljon kuluttava</i>	

---

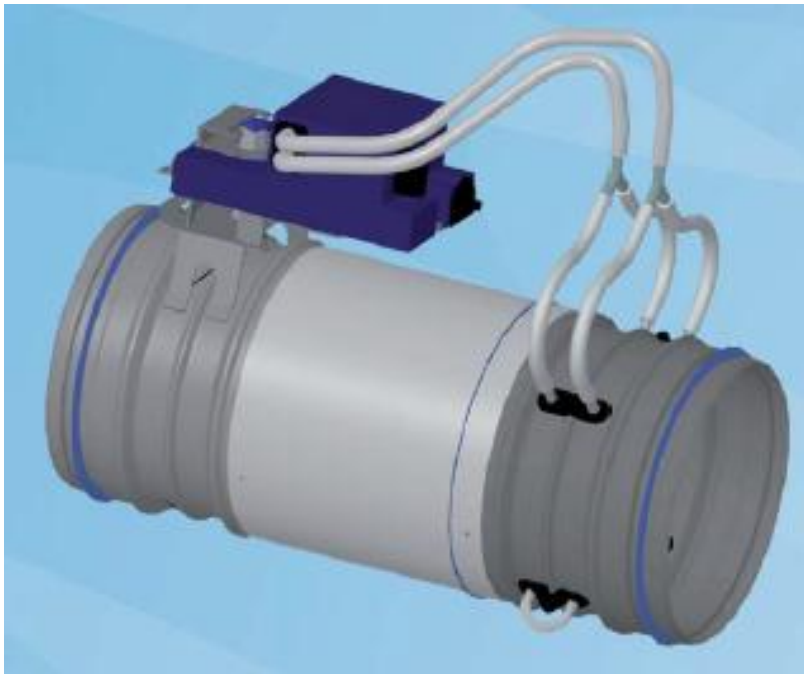
Rakennuksen energiatehokkuusluku (ET-luku, kWh/brm<sup>2</sup>/vuosi): \_\_\_\_\_  
 Energiatehokkuusluvun luokitteluasteikko: \_\_\_\_\_

---

Todistuksen antaja: _____  Allekirjoitus: _____	Todistuksen tilaaja: _____
Todistuksen antamispäivä: _____	Viimeinen voimassaolopäivä: _____

Kuvio 3. Energiatodistus, joka tuli pakolliseksi 2007 [7]

Seuraavaksi tarvitsee selvittää keinot, joilla tavoitteeseen päästään. Onko kiinteistössä keskitetty ilmanvaihto. Tällöin voidaan kanavistoihin laittaa vyöhykepeltejä (IMS), joilla saadaan säädettyä ilmanvaihtoa kiinteistön käyttöasteen mukaan. Jokin osa kiinteistöstä on käytössä arkipäivisin 08.00-16.00 ja toinen osa arkisin 17.00-22.00 ja viikonloppuisin 12.00-16.00, ilmanvaihto puhaltaa vakiopaineella ilmaa molempiin osioihin ko-koajan. Tuloilma on lämmitettyä, eikä kukaan tarvitse sitä. Energianhukka on suuri. IMS-pelleillä voidaan kuitenkin ohjailta ilmanvaihto hyvin pieneksi (n.10 % mitoitusarvoista) niinä aikoina, jolloin jossain kiinteistöosassa ei ole toimintaa (kuvio 4). Näin ollen hinnaltaan melko edullinen remontti saa aikaan suuria säästöjä. Kyseisessä remontissa toki tarvitaan myös ilmanvaihtourakoitsijaa, mutta automatiikkaurakoitsija kuitenkin virittää ja säätää järjestelmät toimintakuntoon.



Kuvio 4. Halton Oy HFB -ilmavirtasäädin (IMS) [5]

Toinen erittäin hyödyllinen toimenpide on taajuusmuuttajien asentaminen (kuvio 5). Tavoite taajuusmuuttajien asentamisella on melko sama kuin vyöhykepelteillä, mutta niitä voidaan hyödyntää myös kiinteistössä, jossa on hajautettu ilmanvaihto. Tällöin ei ole runkokanavia, joihin voisi laittaa vyöhykepellit. Taajuusmuuttaja remontissa jokaiselle puhaltimelle asennetaan oma taajuusmuuttaja. Ensin pitää varmistaa, että puhaltimen moottori soveltuu taajuusmuuttajakäyttöön. Jos se ei sovellu taajuusmuuttajakäyttöön moottori joudutaan uusimaan taajuusmuuttajakäyttöön sopivaksi. Taajuus-

muuttajalla on tarkoitus ohjata puhaltimen kierroslukua mahdollisimman pieneksi tarpeen mukaan. Tällöin puhaltimen sähkömoottorin ottoteho ja samalla energiankulutus pienenee huomattavasti. Ohjaus tapahtuu muuttamalla taajuusmuuttajan hertsi lukua. Säättömies asettaa kiinteistön ilmanvaihdon suunnitteluarvoja vastaaviksi ja samalla etsii taajuusmuuttajasta sen hertsi luvun jolla suunnitteluarvot toteutuu. Sitten taajuusmuuttaja liitetään kiinteistön automatiikkaan, joka voi ohjata puhaltimen kierroslukua kiinteistön käyttöasteen mukaan.



Kuvio 5. Danfoss-taajuusmuuttaja (kuva Emppu Karhinen)

Myös palopeltien liittäminen automaatiovalvonnan piiriin on hyödyllinen toimenpide. Sillä ei saavuteta kustannussäästöjä mutta parannetaan turvallisuutta. Vanhoissa manuaalisissa palopelleissa ei ole mitään ilmaisinta, joka kertoisi, milloin palopelti on lauenut. Esim. kuilussa voi syttyä tulipalo, jolloin palopelti laukeaa ja rajaa paloa. Kukaan ei kuitenkaan tiedä palosta enne kuin savu tai liekit tullevat jonkun materiaalin läpi oleskeluvyöhykkeelle. Jos kyseinen palopelti olisi ollut yhteydessä automatiikkaan, olisi huoltomies saanut hälytyksen lauenneesta palopellistä. Huoltomies olisi käynyt toteamassa palon olevan todellinen ja hälyttänyt apua. Näin apu on paikalla nopeammin, ja vahinkoja voidaan rajata. Samanlaisen hälytyksen saa toki aikaan palohälyttimillä. Palopeltien automatisointi on vain yksi keino parantaa turvallisuutta.

### 3.2 Kenttälaitteiden hyödyntäminen

Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että nykyaikaiset järjestelmät pystyvät käyttämään lähes kaikkia vanhoja kenttä- ja toimilaitteita, kunhan ne ovat vakiovirtaviesti 4–20 mA tai vakiojänniteviesti 0–10 V -ohjattuja. Poikkeuksen sääntöön tekevät vastusanturit, joiden sopivuus tarvitsee tarkastaa tapauskohtaisesti. Vastusanturit ovat pitkälti järjestelmäsidonaisia, eivätkä ne välttämättä käy uuteen järjestelmään. Myös erilaisilla ohjausviesteillä toimivia laitteita voidaan hyödyntää, mutta se edellyttää muuntajien käyttöä eikä se ole taloudellisesti kannattavaa. [8]

Jänniteohjatut venttiilimoottorit (kuvio 6) 0–10 V voidaan hyödyntää. Peltimoottorit voidaan hyödyntää. Lämpö-, paine- ja virtauslähettimet voidaan hyödyntää, jos ne ovat vakiovirta- tai vakiojänniteviestiohjattuja. Mahdollisia vanhoja taajuusmuuttajia voidaan myös hyödyntää, jos ne ovat vakiovakiojänniteviesti ohjattuja. [8]



Kuvio 6. Belimo HR24-3 -venttiilin toimilaite [11]

### 3.3 Saneerauksen toteutus

Tässä luvussa käydään läpi automaattiosaneerauksen suunnittelu ja kulku. Suunnittelu-työ pitäisi kuulua hoitaa suunnittelijan ja tilaajan välillä. Kuitenkin koska automatiikan hintaosuus hankesuunnittelussa on vain 1–2 %, ja suunnitelmat tekee LVI-suunnittelija, joka ei välttämättä ole saanut minkäänlaista koulutusta rakennusautomaatioon, selvittely jää usein hyvin pieneksi ja siirtyy pääosin TATE-urakoitsijan huoleksi. Yleensä automatiikka on sisällytetty ilmanvaihtourakkaan, jolloin ilmanvaihtourakoitsija joutuu selvittämään automatiikan ongelmia.

Aluksi selvitetään vanha järjestelmä. Kuka järjestelmän on tehnyt? Onko siihen jätetty tilaa laajennuksille vai joudutaanko koko järjestelmä mahdollisesti uusimaan? Jos vanha järjestelmä on ns. suljettu järjestelmä, voidaan miettiä sen vaihtamista kokonaan avoimeen järjestelmään. Tällöin välitön saneerauskustannus on suurempi, mutta jatkoa ajatellen huolto ja mahdolliset laajennukset ovat halvempia. [1; 2.]

Seuraavaksi saneerauksessa tarkastetaan kiinteistössä olevat toimilaitteet ja niiden ohjaus. Onko toimilaitteissa jänniteohjaus 0–10 V vai 3-pistehjaus? Nykyisin ei enää käytetä 3-pistehjausta, mutta muuntaja avulla ne voidaan muuttaa 0–10 V - ohjautuviksi. Näin ollen toimilaitteita ei tarvitsisi uusia. Toimilaitteilla tarkoitetaan kaikkia kenttälaitteita. [1; 2.]

Kaapeloinnit on myös syytä tarkastaa. Jos vanhojen kaapelien luokat vastaavat uudessa työselityksessä annettuja luokkia, voidaan kaapelit hyödyntää. Kaapeleilla ei periaatteessa ole käyttöikä. Jos esim. puhaltimet vaihdetaan taajuusmuuttajakäyttöisiksi, tarvitsee niiden kaapelointi uusia. Uudet taajuusmuuttajat tarvitsevat häiriösuojattua kaapelia. Kaapelointi on muutenkin yksi hankalimmista ja kalleimmista työvaiheista. Vanhoissa kiinteistöissä ei yleensä ole tilaa uusien sähköarinoiden sijoitukseen. Myös mahdolliset alakatot ovat umpinaisia, jolloin kaikki kaapelit tarvitsee vetää pintavetona. Umpinaisten kattojen avaaminen on suuri kustannuslisä. [1; 2; 3.]

Sitten tarkastetaan valvomo. Jos kiinteistössä ei ole valvomoa, sellainen rakennetaan. Jos valvomo on, sen ohjelmat tulee päivittää. Myös itse valvomon PC on syytä päivittää, jos vanhan käyttöjärjestelmä on yli 10 vuotta vanha. Ohjelmien päivityksien hinnat ovat hyvin marginaalisia, ja jokaisen toimijan uusin päivitys käy minkä tahansa vanhan version päälle. [1; 2.]

### 3.4 Yleisimpien järjestelmien toimijat ja järjestelmien avoimuus

Rakennusautomaatiikkaa on käytetty jo 70-luvulta asti. Silloin tehtiin esimerkiksi pneumaattisia järjestelmiä. Vanhoissa järjestelmissä käytettiin mittaus, hälytys ja ohjausviestejä, mutta säätö oli vain paikallisilla yksikkösäätimillä. Nykyisiin järjestelmiin on lisätty myös säätö. Nykypäivänä rakennusautomaatiikka on hyvin kriittinen osa toimivaa kiinteistöä. LVI-laitteet ovat hyvin teknisiä, järjestelmät monimutkaisia ja määräykset tiukkoja. Mitään edellä mainittuja asioita ei saada käytettyä tai toteutettua ilman hyvää automaatiojärjestelmää.

Alalla on vuosien saatossa toiminut suuri joukko eri toimijoita, joilla kaikilla on ollut oma järjestelmä. Eri järjestelmät eivät kuitenkaan ole kaikilta osin yhteensopivia keskenään. Saneerauksissa ongelmaksi usein nouseekin löytää toimija, joka pystyy ohjelmoimaan kyseistä järjestelmää. Seuraavassa on luetteloitu yleisiä ja vanhoja toimijoita sekä nykyisiä toimijoita.

*Regulator* muuttui Landis & Gyrksi joka muuttui Landis & Stefaksi jonka omistaa nykyisin Siemens. Siemens siis pystyy saneeraamaan ja korjaamaan kaikkia edellisten valmistajien järjestelmiä. Siemensin järjestelmä on ns. avoin, eli he kouluttavat muita toimijoita omaan järjestelmäänsä. Heiltä saa myös tarvittavat ohjelmistot.

*Athmostec* muuttui TAC:si joka meni yritysostolla Schneider Elektricsille. Schneiderin järjestelmä on suljettu, eli heidän järjestelmäänsä pääsee käsiksi ainoastaan heidän kauttaan.

*Computec* meni yritysostolla YIT:lle. YIT:n järjestelmä on Schneiderin tavoin suljettu.

*Fidelix* on pysynyt aina samana. Fidelixin käyttämä järjestelmä on Siemensin tavoin avoin.

Viimeisenä vanhana toimijana on *Honeywell*, joka on myös pysynyt omana itsenään. Honeywell myös omistaa yleisesti käytetyn järjestelmäprotokollan Trendin. Honeywellin käyttämä Trend-järjestelmä on suljettu. Tämä tarkoittaa sitä, että jokainen toimija, joka käyttää Trendiä, on jossain suhteessa Honeywelliin. Trendiä käyttää esim. Arealtec Oy, joka sulautui EMC Talotekniikkaan.

Pienempien järjestelmien toimijana voidaan mainita *Ouman*. Ouman on erikoistunut pienempien automaatiojärjestelmien rakentamiseen. Esimerkiksi omakotitalojen, yksittäisten ilmanvaihtokoneiden ja kaukolämpöpakettien sisäisiksi automaatiikoiksi.

Kentällä voi myös törmätä pienempiin ja harvinaisempiin järjestelmiin, jotka vaativat enemmän selvittelyä. Voi myös olla, että kukaan ei pysty saneeraamaan jotain järjestelmää, tällöin ainoa vaihtoehto on vaihtaa koko järjestelmä. Näistä esimerkkinä hotelleissa käytetty pneumaattinen automaatiojärjestelmä. Pneumaattisia järjestelmiä ei käytetä enää muualla kuin laivoissa tai teollisuudessa.



## 4 Rakennusautomaatio toimitilasaneerauksessa

### 4.1 Yleistietoja kohteesta

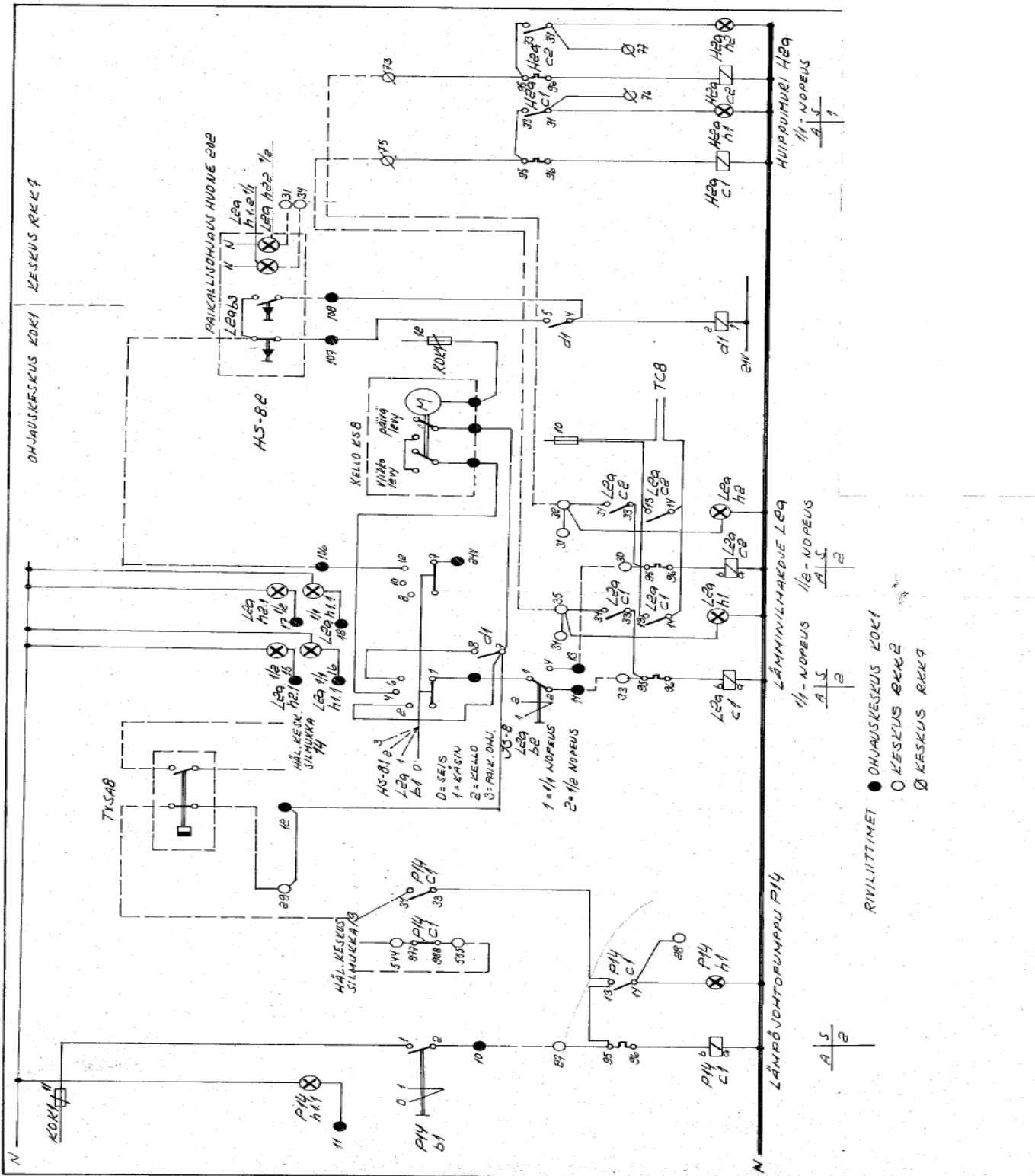
Seurasin 70-luvun lopulla rakennetun liikekiinteistön rakennusautomaatiosaneerausta. Kiinteistö on 7-kerroksinen ja 1-portainen liikekiinteistö. Jokainen kerros on jaettu kahden osaan, joissa molemmissa on oma tuloilmakoneensa (kuvio 8). Yhteensä kiinteistössä on 14 erillistä tilaa. Tilat ovat vuokrattuja. Kiinteistössä on yksi lämmönjakokeskus kellarissa. Poistoilmakoneet ovat huippuimurimallisia, ja ne sijaitsevat katolla. Tilojen käyttöaste on ollut hyvin vaihtelevaa. Tästä syystä ilmanvaihto on usein ollut turhaan käynnissä tyhjässä tilassa.[4]

### 4.2 Alkutilanne

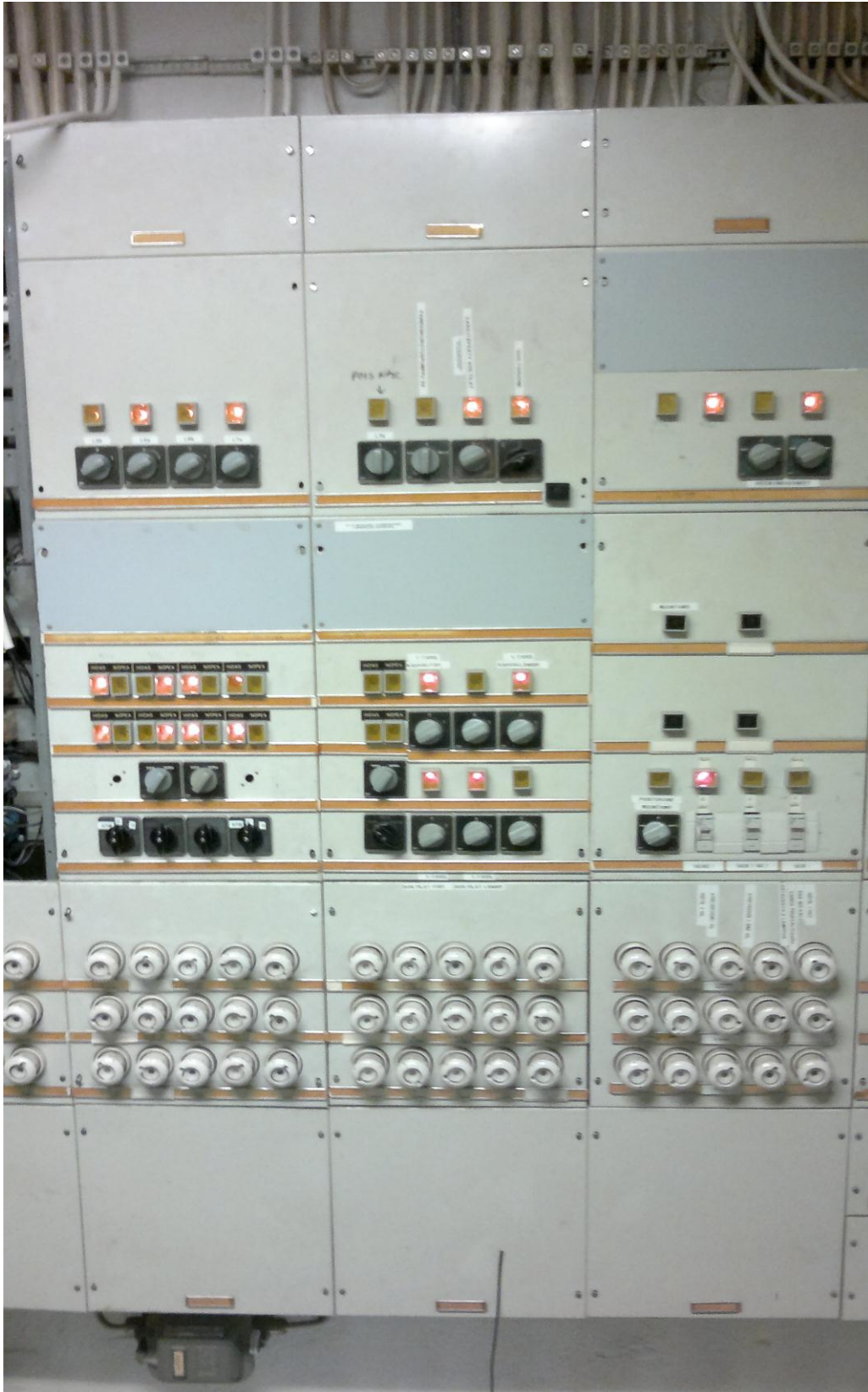
Alkutilanteessa jokaisessa kerroksessa on yksi ryhmäkeskus, jossa on kaksi kontaktoria tuloilmakoneille (kuvio 7). Kontaktori on sähkömekaaninen kytkin. Ryhmäkeskukselta menee kaapeli sekä alakertaan ohjauskeskukseen (kuvio 9) että yläkertaan poistoilmakoneiden ohjauskeskukseen. Ohjaus on tapahtunut alakerrasta ohjauskeskukselta, jossa sijaitsee joka koneelle oma ohjauskytkin ja kello. Kelloon asetetun ajan mukaan tulokoneet ovat menneet päälle siihen asetukseen (täysinopeus, puolinopeus tai seis), johon huoltomies on kytkimen asettanut. Poistokoneet on lukittu toimimaan samoilla nopeuksilla kuin tulokoneet. Minkäänlaista ohjelmallista ohjausta ei ole. [4]



Kuvio 7. Danfoss-kontaktori CI 9 37 H 0021 / 220 V

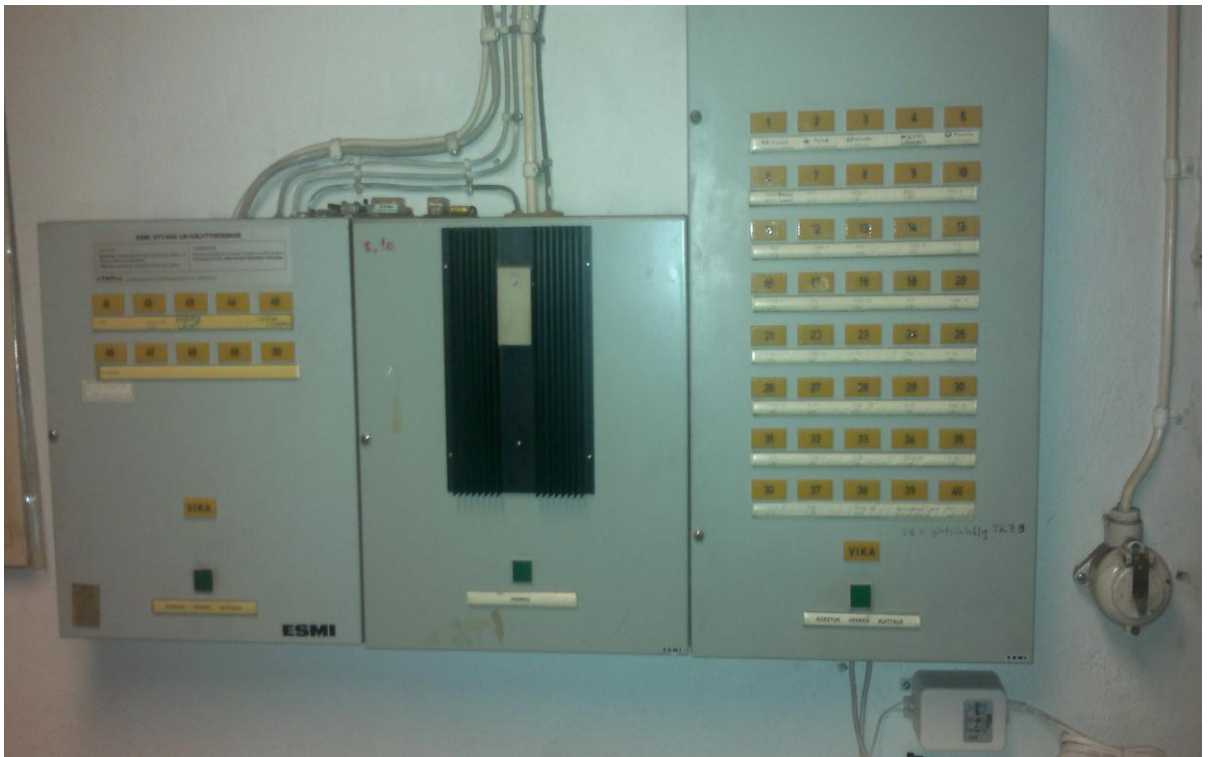


Kuvio 8. Tuloilmakoneen piirikaavio.



Kuvio 9. Alakerrassa sijaitseva ohjauskeskus. Tämän ohjauskeskuksen kellokytkimet oli jossain vaiheessa purettu pois. (kuva: Empu Karhinen)

Vanha automatiikka ei ole tarvinnut erillisiä tilatietoja toimiakseen. Jos kellokytkimeen asetettuna aikana tuloilmakoneen kontaktori on kestänyt, on ilmanvaihto käynnistynyt asetetulla nopeudella. Ainoa tilatieto, joka välittyy huoltomiehelle, on ohjauskeskuksessa syttyvä valo. Huoltomies ei ole voinut tietää varmuudella, pyörivätkö puhaltimet vai ei. Työsulakkeet voivat olla palaneet, tai vaikka hihna on mennyt poikki. Varolaitteina järjestelmässä on ollut ainoastaan pumpun pysähtymisestä ilmoittava kontaktorin apukosketin ja lämmityspatterin jäätymisvaarasta ilmoittava koneen jäätymissuoja. Molemmissa tapauksissa kone on pysähtynyt, ja hälytys on mennyt alakerrassa sijaitsevaan hälytyskeskukseen, jossa on alkanut vilkkua valo (kuvio 10). Huoltohenkilökunta on voinut havaita hälytyksen vain olemalla jatkuvasti paikalla, tai joku kiinteistön käyttäjä on huomannut ilmanvaihdon pysähtyneen ja ilmoittanut asiasta huoltomiehelle.[4]



Kuvio 10. Hälytyskeskus (kuva: Emppu Karhinen)

#### 4.3 PC-pohjaisen valvomon rakentaminen

Kohteen automaatioasaneerauksen tarkoituksena on luoda uusi PC-pohjainen valvontaohjelmisto vanhan fyysisen ohjauksen tilalle. Tätä ohjelmistoa käyttäen voidaan valvoa ja säätää useampia järjestelmiä kerralla. PC:itä nähdään suoraan koneiden ilmavirta-

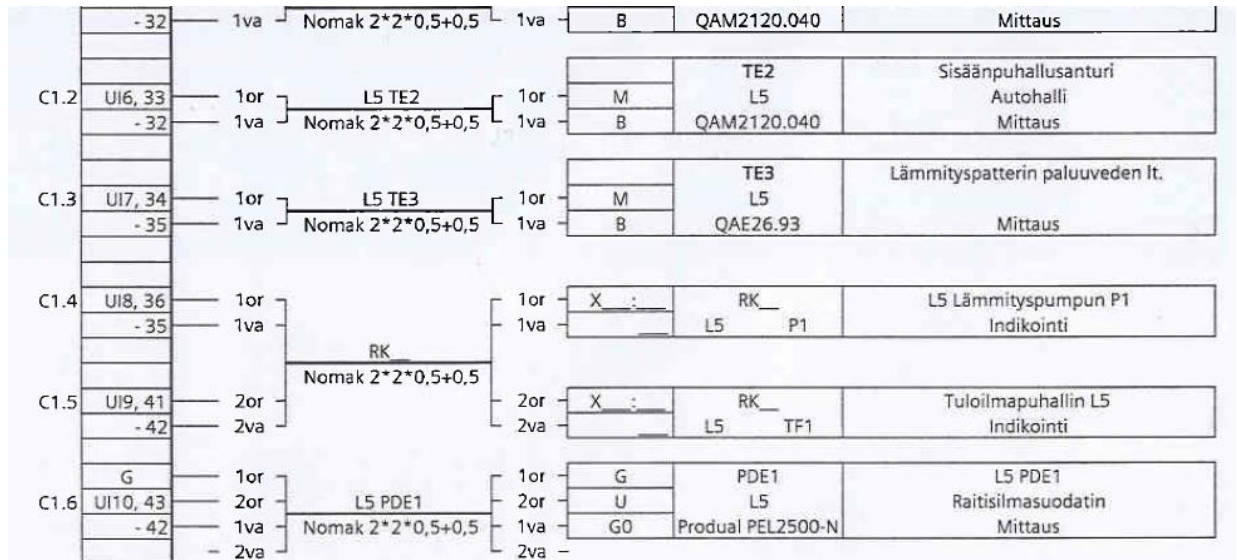
ukset, lämpöpatterien lämpötilat, kanava-anturien lämpötilat, moottoriventtiilien asennot sekä tulo- ja poistokoneiden tilatiedot kontaktoreista. Hälytykset tulevat näytölle, josta ne voidaan suoraan ohjata huoltoyhtiöön. Näin vältytään huoltomiehen jatkuvalta fyysiseltä päivystämiseltä. PC-järjestelmän valvontaa voidaan tulevaisuudessa laajentaa koskemaan mitä tahansa järjestelmää kiinteistössä. [4]

#### 4.4 Saneerauksen kulku

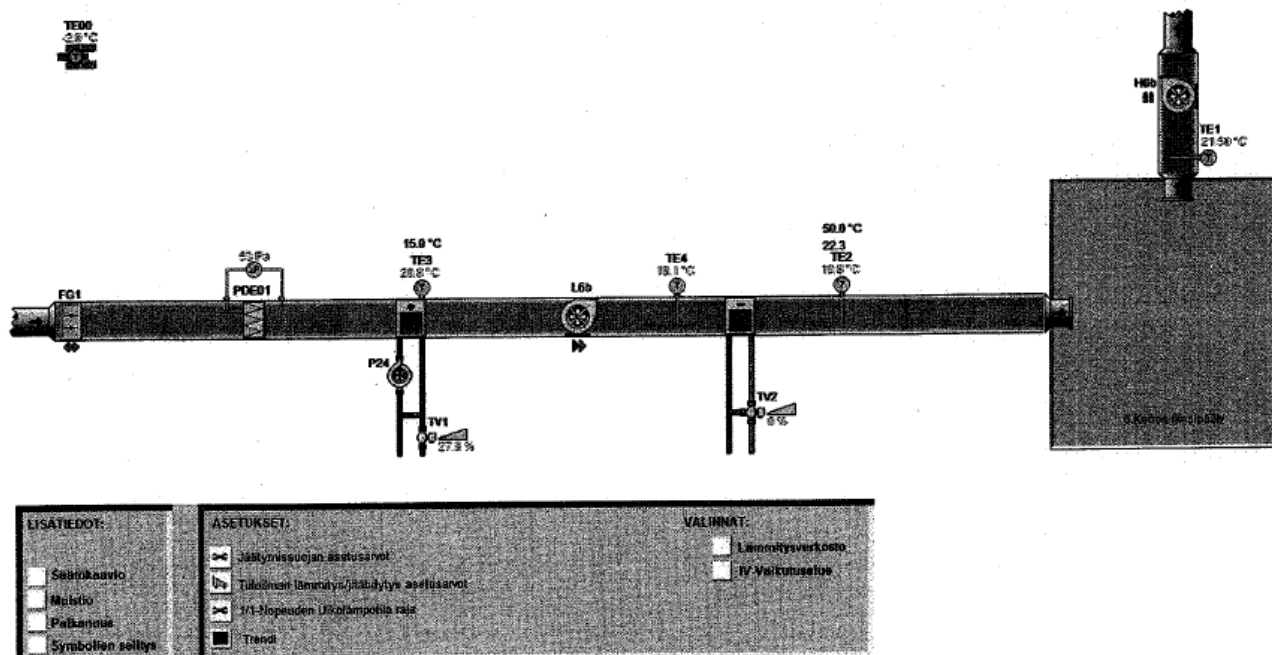
Saneerauksessa lähdettiin liikkeelle *vanhaa hyväksikäyttäen* -periaatteella. Vanhoja uuteen järjestelmään soveltuvia kenttälaitteita ei siten lähdetty vaihtamaan, vaan ne ainoastaan sovitettiin osaksi uutta järjestelmää. [8; 3.]

Urakka aloitettiin valvomon pystytyksellä. Hommattiin uusi valvomo (PC), johon ohjelmoija alkoi vanhoja backup-tiedostoja käyttäen luoda uusia ohjelmia ja grafiikoita. Ohjelmoija siis vertasi vanhoja kaavioita uuteen toimintaselostukseen ja muokkasi ne toimimaan uuden toimintaselostuksen mukaisiksi. Tässä kohteessa oli tärkeää saada valvomo valmiiksi ennen asennustyön aloitusta, koska näin jokainen VAK voitiin liittää itsenäisesti uuteen valvomoon heti asennustyön valmistuttua. Näin toimimalla saatiin työn aikana mahdollisesti tulevat hälytykset suoraan valvomoon ja sitä kautta kiinteistöhuollon tietoon. [8; 3.]

Valvomon pystytyksen ja grafiikoiden luonnin jälkeen (kuvio 12; liite 1) tehtiin asentajille työkuvat (kuvio 11) ja pisteluettelot.



Kuvio 11. Työkuva, joka toimii sähköasentajalle vetoluettelona ja automatiikka-asentajalle kytkentäkuvana. (kuva Empu Karhinen)



Kuvio 12. Tuloilmakoneen L6b ja poistokoneen H6b grafiikka. Vasemmalta: sulkupelti, suodatin ja suodatinvahti, lämmityspatteri, puhallin, termostaatti, jäähdytyspatteri, termostaatti. (kuva Empu Karhinen)

Samat kuvat toimivat sähköasentajille kaapeleidenvetokuvina. Saneerauksen luonteesta johtuen ei ole tiedetty vanhojen kaapeleiden tyyppejä, vaan on käytetty nykyaikaisia vakiotyyppejä. Kaapelityypit korjataan loppukuvissa vastaamaan todellisuutta. Automaatioasentaja saa kytkentäkuvista omien I/O-pisteidensä paikat. [8; 3.]

Seuraavaksi kohteessa alkoi fyysinen asennustyö. Automaatioasentaja ja ohjelmoija kävivät yhdessä järjestelmän läpi piste ja VAK kerrallaan. Tässä vaiheessa käyvät myös ilmi mahdolliset väärät kaapelit, jotka sähköasentajat vaihtavat oikeisiin. Esimerkiksi kohteessa oli vanhat suodatinvahdit. Ne toimivat kärkitiedolla, eli ne tarvitsevat vain kaksi sähkökarvaa. Suodatinvahdit vaihdettiin nykyaikaisiin paine-eromittareihin, jotka tarvitsevat kolme sähkökarvaa, eli kaikkien suodatinvahtien sähköjohdot oli vaihdettava. Samassa yhteydessä vedettiin tiedonsiirtoväylä VAK:lta valvomon PC:lle. Tiedonsiirtoväylä vedettiin sen takia, että mahdolliset hälytykset saadaan välittömästi eteenpäin. [8; 3.]

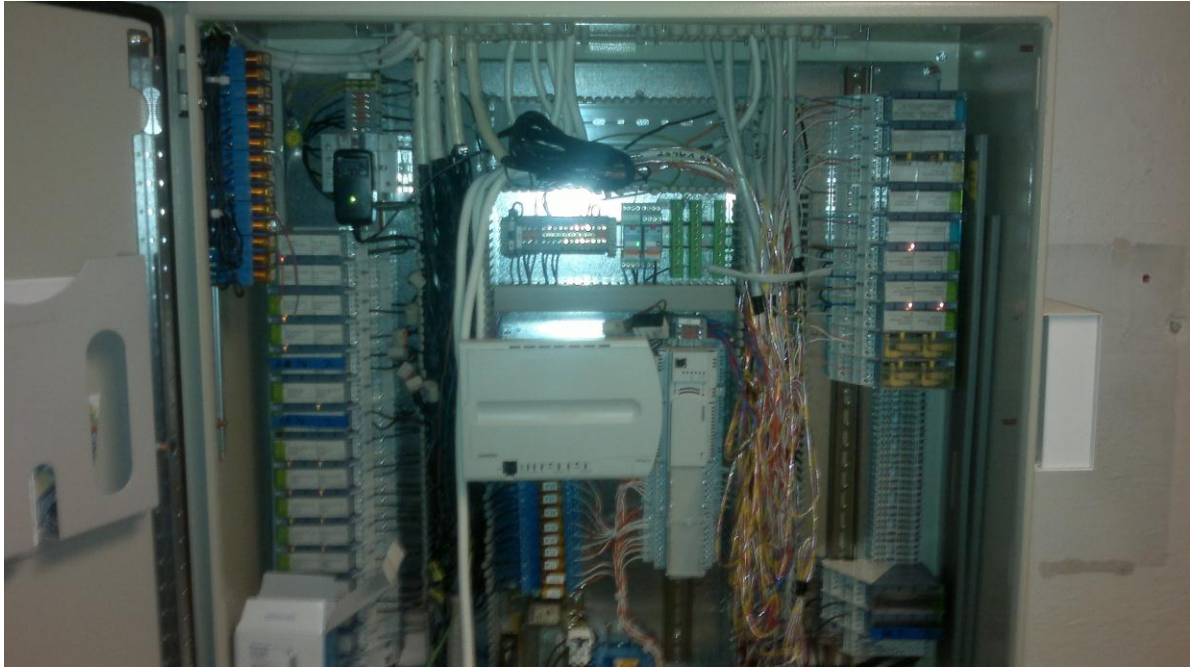
VAK:ten asennuksen jälkeen tarkastettiin anturien soveltuvuus uuteen järjestelmään. Suurimmaksi osaksi vanhoja antureita voitiin hyödyntää. Kiinteistössä oli paljon NI-1000 (kuvio 13) vastusantureita (työkielellä nikkelitonna), näitä voitiin käyttää suoraan uudessa järjestelmässä. Kiinteistössä oli myös PT-100-, PT-1000- ja NTC-vastusantureita, mutta näitä ei voitu hyödyntää. Niiden vastuskaala ei sovi uusiin I/O-mittausmoduuleihin. [8; 3.]





Kuvio 13. Lämpötila-anturi NI-1000.[10]

Anturien tarkastuksen jälkeen VAK:ia alettiin ottaa käyttöön yksi kerrallaan. Toinen vaihtoehto on ottaa kaikki VAK:t yhtä aikaa käyttöön, mutta se ei ollut mahdollista tässä kohteessa. VAK:t koestettiin ja niiden hälytykset tarkastettiin. Kaikki VAK:ten ohjelmat ja säädöt toimivat itsenäisesti, mutta niiden ilmoittamat hälytykset eivät siirry eteenpäin, ellei väyläkaapelointia valvomoon ole tehty. Koeistuksen aikaan alettiin myös tekemään itselleluovutuspyytäkirjoja. Tässä vaiheessa kartoitettiin vielä kertaalleen epäkuuntoiset laitteet ja ne vaihdettiin toimiviin. Koko laitos viritettiin toimintakuntoon. Lopuksi vielä tehtiin toimintakokeet ja piirrettiin loppukuvat (liite 1). [8]



Kuvio 14. Kiinteistöön rakennettu VAK. (kuva Emppu Karhinen)

Kuviossa 14 on kiinteistöön rakennettu VAK. Kaikki ohjaukset ja valvonnat on ohjattu kyseiseen laitteeseen, joka puolestaan ohjaa kaiken tiedon keskitetysti PC:n valvontaohjelmaan. Valvontaohjelmaa käyttämällä huoltomies voi ajaa haluamiaan käyntiohjelmaa. Samaa ohjelmaa käyttäen hoidetaan myös laitteiden säädöt ja mahdolliset mittaukset. Valvontaohjelma myös rekisteröi hälytykset ja pysäyttää prosessit tarvittaessa. [4]

## 5 Yhteenveto

Energiämääräysten kiristyessä oikein toteutetulla LVI-saneerauksella saadaan aikaan huomattavia säästöjä lämmön ja sähkön kulutuksessa, mutta paraskaan LVI-laitteisto ei toimi ilman oikein suunniteltua ja toteutettua kiinteistöautomaatiojärjestelmä. Automaatiojärjestelmien kirjo ja suunnitelmien puutteellisuus aiheuttaa TATE-urakoitsijalle usein päänvaivaa. TATE-urakoitsijalla ei yleensä ole koulutusta rakennusautomaatioon, mutta hänen pitäisi kuitenkin osata toimittaa tarkoituksenmukainen järjestelmä kohteeseen.

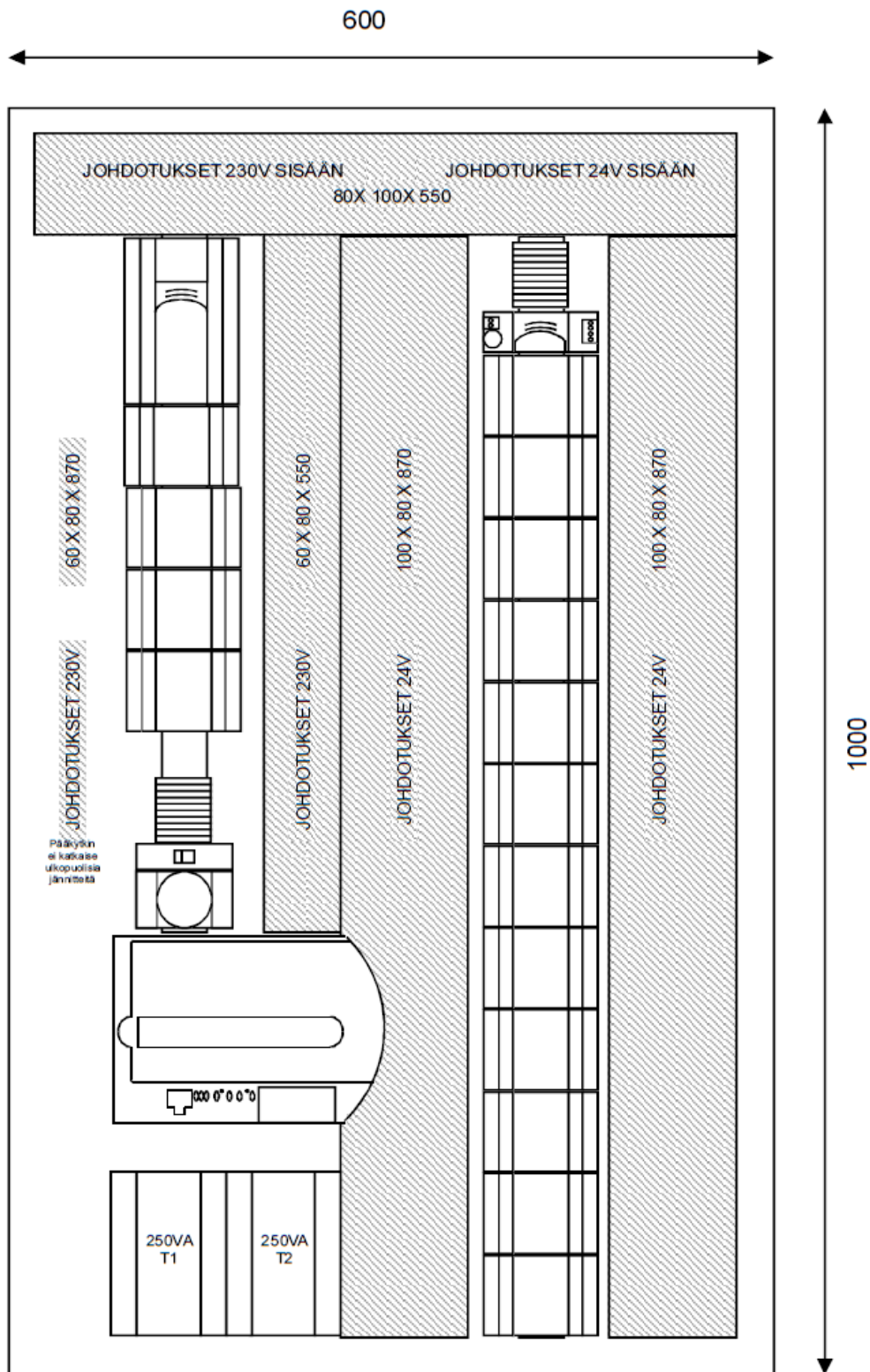
Tätä työtä tehdessäni syvennyin rakennusautomaation maailmaan ja opin ymmärtämään LVI-laitteiden ja säätöjärjestelmien yhteistoimintaa. Hyvin suunnitellun ja oikein rakennetun valvontajärjestelmän kautta voidaan helposti hallinnoida suuriakin kiinteistöjä ja laajoja järjestelmiä. Esimerkkikiinteistön valvontajärjestelmän saneerauksesta saatu palaute on ollut pääasiassa positiivista, kuitenkin suurimmat haasteet ja tärkein palaute käyttäjältä saadaan vasta keväällä lämmityskauden päättyessä. Tällöin mahdolliset ongelmat, epäkohdat ja ristiriidat tulevat ilmi.

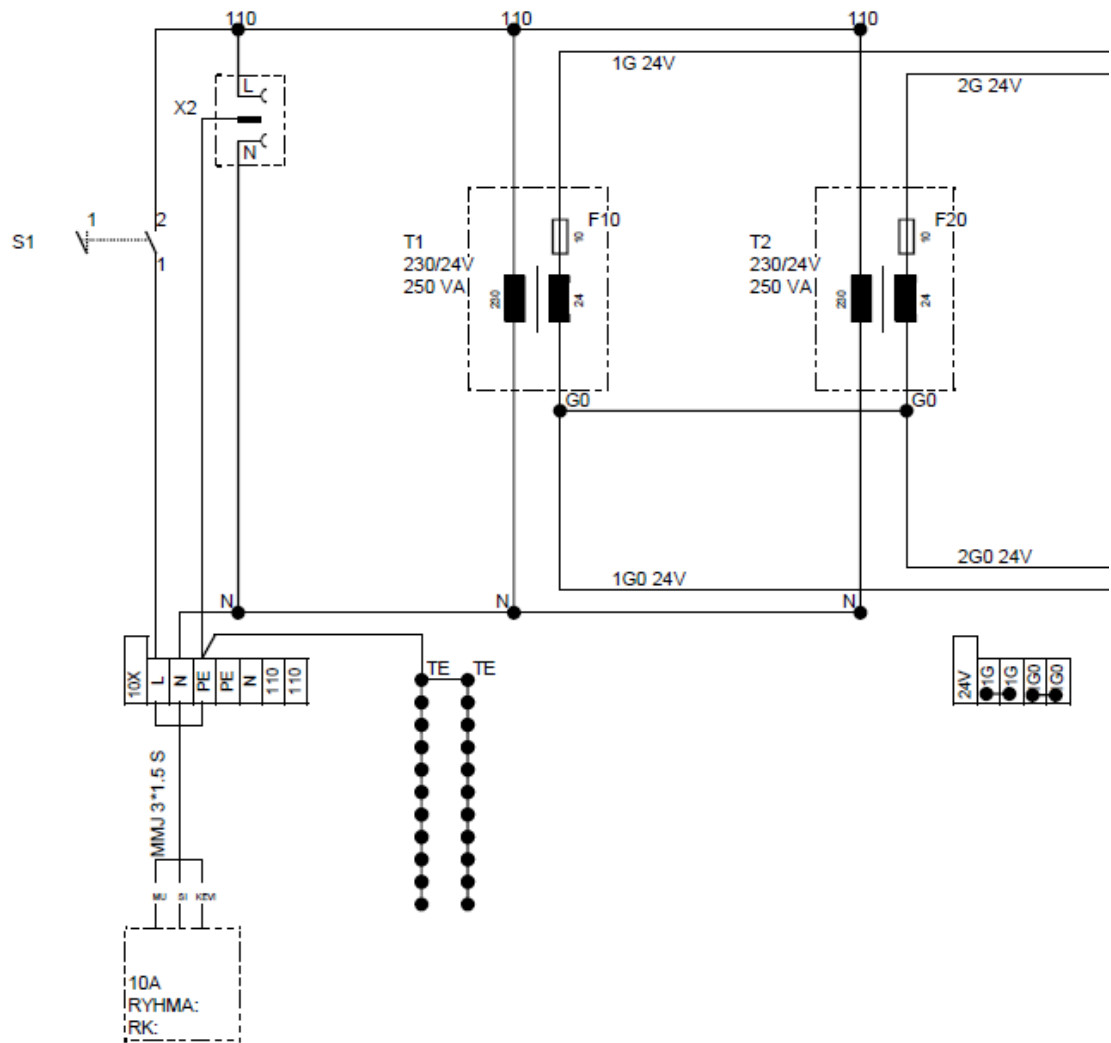
Työssä kehittäessäni automatiikkasaneerauksen kulunohjetta tullaan soveltamaan yrityksessä tarjouslaskennan ja asiakaspalvelun apuvälineenä. Ohjeen avulla voidaan karkeasti kartoittaa järjestelmien muutostarpeita sekä esittää tilaajalle uusia kiinteistön hallintajärjestelmiä.

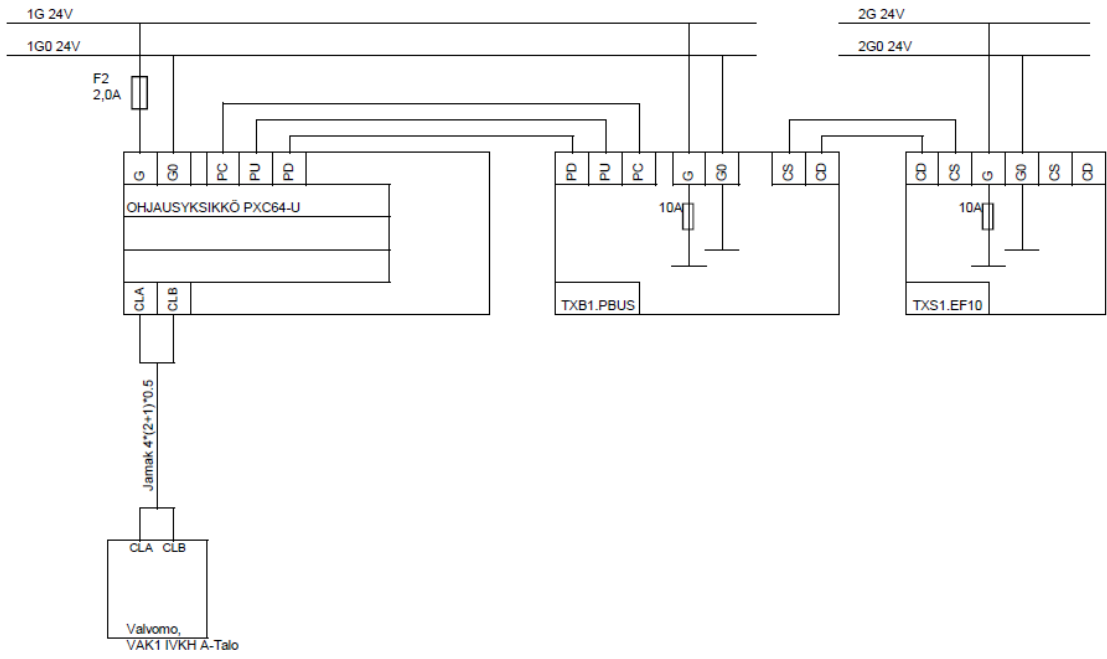
## Lähteet

- 1 Savolainen, Esko. 2012. Toimitusjohtaja, Ceus Oy. Keskustelu 11.10.2012
- 2 Savolainen, Esko. 2012. Toimitusjohtaja, Ceus Oy. Keskustelu 27.11.2012
- 3 Työmaakäyntejä 1.11.2012 – 31.12.2012
- 4 Vaarne, Marko. 2012. Yksikönpäällikkö, Consti Talotekniikka Oy. Keskustelu 5.9.2012
- 5 Halton Oy tekninen esite FHB ilmavirtasäädin. 2013. Tekninen esite. Halton Oy
- 6 ST-käsikirja 22 Kiinteistöjen valvomojärjestelmät. 2008. ST-käsikirja.
- 7 (487/2007 ) Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta. 2007. Määräys. Ympäristöministeriö
- 8 Savolainen, Esko. 2013. Toimitusjohtaja, Ceus Oy. Keskustelu 11.1.2013
- 9 Savolainen, Esko. 2013. Toimitusjohtaja, Ceus Oy. Keskustelu 4.2.2013
- 10 NI-1000. 2013. Verkkodokumentti. Pro dual Oy.  
<http://www.produal.fi/FI/Tuotteet/L%C3%A4mp%C3%B6tilan%20mittaus/NTC%2010-KB/TEKA%20NTC%2010-KB-500>. Päivitetty 7.1.2013. Luettu 12.1.2013
- 11 HR24-3. 2013. Verkkodokumentti. Belimo Oy.  
<http://www.belimo.fi/products.php?model=HR24-3>. Päivitetty 1.1.2013. Luettu 6.2.2013

### VAK2 LJH, loppukuvat

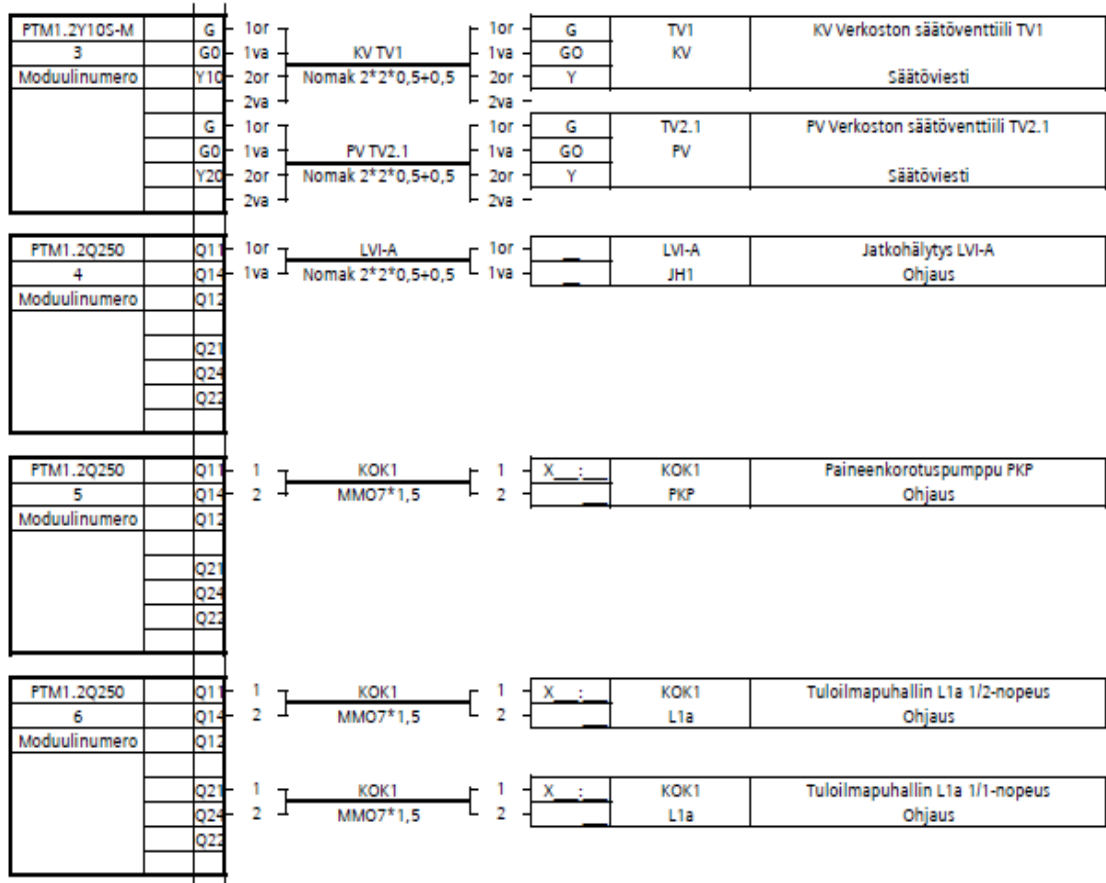






PTM1.4R1K						
1		M				
Moduulinumero		B1				
		M	1or	KV TE1	1or	TE1
		B2	1va	Nomak 2*2*0,5+0,5	1va	KV QAE2122.013
						Käyttöveden menolämpötila
						Mittaus
		M	1or	PV TE2	1or	TE2
		B3	1va	Nomak 2*2*0,5+0,5	1va	PV QAE2120.010
						Patteriverkoston menolämpötila
						Mittaus
		M	1or	IV TE3	1or	TE3
		B4	1va	Nomak 2*2*0,5+0,5	1va	IV QAE2120.010
						Ilmastointiverkoston menolämpötila
						Mittaus
PTM1.8D20E						
2		G0	1or	OK	1or	X :
Moduulinumero		E1	1va	Nomak 2*2*0,5+0,5	1va	OK KV P1
						KV Lämmityspumpun P1
						Indikointi
		G0	1or	OK	1or	X :
		E2	1va	Nomak 2*2*0,5+0,5	1va	OK PV P2
						PV Lämmityspumpun P2
						Indikointi
		G0	1or	OK	1or	X :
		E3	1va	Nomak 2*2*0,5+0,5	1va	OK IV P3
						IV Lämmityspumpun P3
						Indikointi
		G0	1or	L1a HS1	1or	X :
		E5	1va	Nomak 2*2*0,5+0,5	1va	L1a HS1 Kytkin
						Ilmastointi jatko aika kytkin 1/2-Nopeus
						Indikointi
		G0	1or	L1a HS2	1or	X :
		E6	1va	Nomak 2*2*0,5+0,5	1va	L1a HS2 Kytkin
						Ilmastointi jatko aika kytkin 1/1-Nopeus
						Indikointi
		G0	1or	PV PIA	1or	X :
		E7	1va	Nomak 2*2*0,5+0,5	1va	PV PIA
						Patteriverkoston Paine
						Hälytys
		G0	1or	IV PIA	1or	X :
		E8	1va	Nomak 2*2*0,5+0,5	1va	IV PIA
						Ilmastointiverkoston Paine
						Hälytys

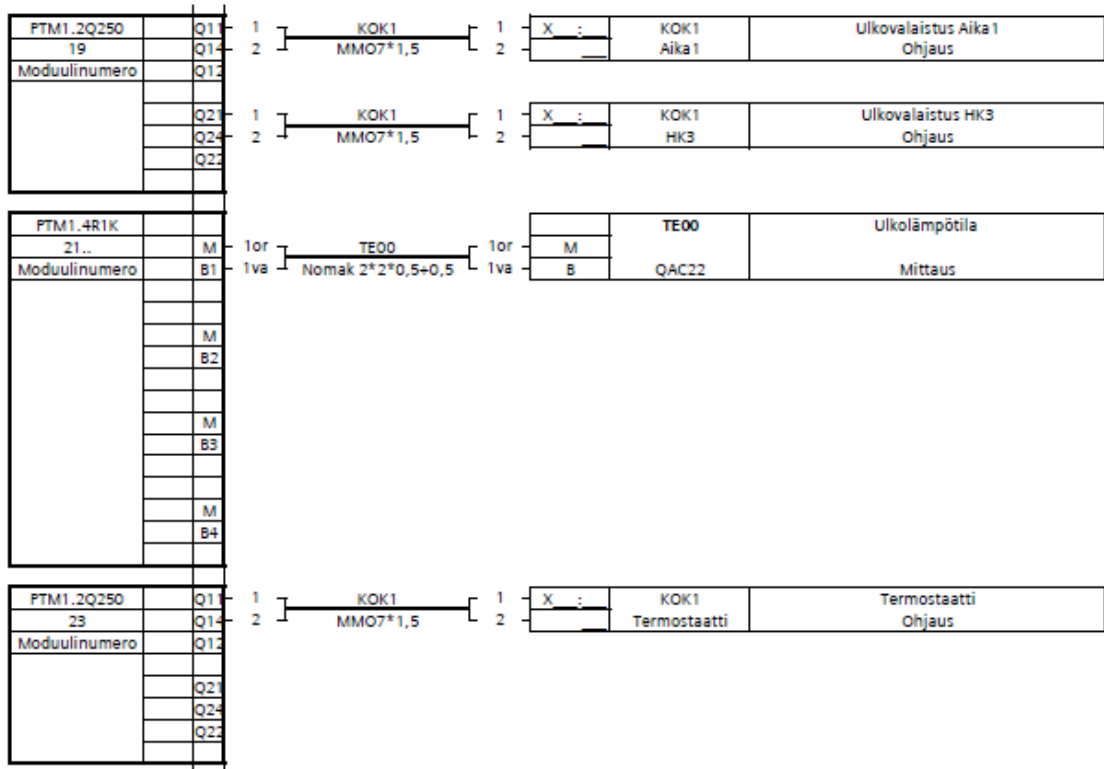




PTM1.2Q250	Q11	1	KOK1 MMO7*1,5	1	X	:	KOK1 L6b	Tuloilmapuhallin L6b 1/2-nopeus Ohjaus
7	Q14	2						
Moduulinumero	Q13							
	Q21	1	KOK1 MMO7*1,5	1	X	:	KOK1 L6b	Tuloilmapuhallin L6b 1/1-nopeus Ohjaus
	Q24	2						
	Q23							
PTM1.2Q250	Q11	1	KOK1 MMO7*1,5	1	X	:	KOK1 L2a	Tuloilmapuhallin L2a Ohjaus
8	Q14	2						
Moduulinumero	Q13							
	Q21							
	Q24							
	Q23							
PTM1.2Q250	Q11	1	KOK1 MMO7*1,5	1	X	:	KOK1 L3a	Tuloilmapuhallin L3a Ohjaus
9	Q14	2						
Moduulinumero	Q13							
	Q21							
	Q24							
	Q23							
PTM1.2Q250	Q11	1	KOK1 MMO7*1,5	1	X	:	KOK1 L4b	Tuloilmapuhallin L4b 1/2-nopeus Ohjaus
10	Q14	2						
Moduulinumero	Q13							
	Q21	1	KOK1 MMO7*1,5	1	X	:	KOK1 L4b	Tuloilmapuhallin L4b 1/1-nopeus Ohjaus
	Q24	2						
	Q23							

PTM1.2Q250 11 Moduulinumero	Q11	1	KOK1	1	X ;	KOK1 L5a	Tuloilmapuhallin L5a 1/2-nopeus Ohjaus		
	Q14							2	MMO7*1,5
	Q13								
	Q21	1	KOK1	1	X ;	KOK1 L5a	Tuloilmapuhallin L5a 1/1-nopeus Ohjaus		
Q24	2							MMO7*1,5	2
Q23									
PTM1.2Q250 12 Moduulinumero	Q11	1	KOK1	1	X ;	KOK1 L5b	Tuloilmapuhallin L5b 1/2-nopeus Ohjaus		
	Q14							2	MMO7*1,5
	Q13								
	Q21	1	KOK1	1	X ;	KOK1 L5b	Tuloilmapuhallin L5b 1/1-nopeus Ohjaus		
Q24	2							MMO7*1,5	2
Q23									
PTM1.2Q250 13 Moduulinumero	Q11	1	KOK1	1	X ;	KOK1 L3c	Tuloilmapuhallin L3c Ohjaus		
	Q14							2	MMO7*1,5
	Q13								
	Q21								
PTM1.2Q250 14 Moduulinumero	Q11	1	KOK1	1	X ;	KOK1 H3d	Poistoilmapuhallin H3d Ohjaus		
	Q14							2	MMO7*1,5
	Q13								
	Q21	1	KOK1	1	X ;	KOK1 H6c	Poistoilmapuhallin H6c Ohjaus		
Q24	2							MMO7*1,5	2
Q23									

PTM1.2Q250 15 Moduulinumero	Q1	1	KOK1 MMO7*1,5	1	X	:	KOK1 H8	Poistoilmapuhallin H8 Ohjaus
	Q1	2						
	Q12							
	Q21	1	KOK1 MMO7*1,5	1	X	:	KOK1 H9	Poistoilmapuhallin H9 Ohjaus
Q24	2							
Q22								
PTM1.2Q250 16 Moduulinumero	Q1	1	KOK1 MMO7*1,5	1	X	:	KOK1 H11	Poistoilmapuhallin H11 Ohjaus
	Q1	2						
	Q12							
	Q21	1	KOK1 MMO7*1,5	1	X	:	KOK1 H12	Poistoilmapuhallin H12 Ohjaus
Q24	2							
Q22								
PTM1.2Q250 17 Moduulinumero	Q1	1	KOK1 MMO7*1,5	1	X	:	KOK1 HK1	Ulkovalaistus HK1 Ohjaus
	Q1	2						
	Q12							
	Q21	1	KOK1 MMO7*1,5	1	X	:	KOK1 Aika1	Ulkovalaistus Aika1 Ohjaus
Q24	2							
Q22								
PTM1.2Q250 18 Moduulinumero	Q1	1	KOK1 MMO7*1,5	1	X	:	KOK1 HK2	Ulkovalaistus HK2 Ohjaus
	Q1	2						
	Q12							
	Q21	1	KOK1 MMO7*1,5	1	X	:	KOK1 Aika2	Ulkovalaistus Aika2 Ohjaus
Q24	2							
Q22								



PTM1.2Q250	Q11	1	KOK1	MMO7*1,5	1	X	KOK1	Räystäslämmitys Itä SL1				
24	Q11	2							2	SL1	Ohjaus	
Moduulinumero	Q12											
	Q21	1	KOK1	MMO7*1,5	1	X	KOK1	Räystäslämmitys Etelä SL2				
	Q21	2							2	SL2	Ohjaus	
	Q22											
PTM1.2Q250	Q11	1	KOK1	MMO7*1,5	1	X	KOK1	Valaistus NEON				
25	Q11	2							2	NEON	Ohjaus	
Moduulinumero	Q12											
	Q21											
	Q22											
PTM1.2Y105-M	G	1or	IV TV3.1	Nomak 2*2*0,5+0,5	1or	G	TV3.1	IV Verkoston säätöventtiili TV3.1				
27	GO	1va							1va	GO	IV	Säätöviesti
Moduulinumero	Y10	2or							2or	Y		
		2va	2va									
	G	1or	IV TV3.2	Nomak 2*2*0,5+0,5	1or	G	TV3.2	IV Verkoston säätöventtiili TV3.2				
	GO	1va							1va	GO	IV	Säätöviesti
	Y20	2or							2or	Y		
		2va	2va									
PTM1.2Y105-M	G	1or	PV TV2.2	Nomak 2*2*0,5+0,5	1or	G	TV2.2	PV Verkoston säätöventtiili TV2.2				
30	GO	1va							1va	GO	PV	Säätöviesti
Moduulinumero	Y10	2or							2or	Y		
		2va	2va									
	G											
	GO											
	Y20											

TXM1.16D									
Modulinumero 32.	(.1)	↓	1	1or	KOK1	1or	X ;	KOK1	L6a Lämmityspumpun P23 Indikointi
		↑	2	1va	Nomak 24*2*0,5+0,5	1va		L6a P23	
	(.2)	↓	3	1or	KOK1	1or	X ;	KOK1	L5b Lämmityspumpun P22 Indikointi
		↑	4	1va	Nomak 24*2*0,5+0,5	1va		L5b P22	
	(.3)	↓	5	1or	KOK1	1or	X ;	KOK1	L5a Lämmityspumpun P21 Indikointi
		↑	6	1va	Nomak 24*2*0,5+0,5	1va		L5a P21	
	(.4)	↓	7	1or	KOK1	1or	X ;	KOK1	L4b Lämmityspumpun P20 Indikointi
		↑	8	1va	Nomak 24*2*0,5+0,5	1va		L4b P20	
	(.5)	↓	9	1or	KOK1	1or	X ;	KOK1	L3c Lämmityspumpun P18 Indikointi
		↑	10	1va	Nomak 24*2*0,5+0,5	1va		L3c P18	
	(.6)	↓	11	1or	KOK1	1or	X ;	KOK1	L3a Lämmityspumpun P16 Indikointi
		↑	12	1va	Nomak 24*2*0,5+0,5	1va		L3a P16	
	(.7)	↓	13	1or	KOK1	1or	X ;	KOK1	L2a Lämmityspumpun P14 Indikointi
		↑	14	1va	Nomak 24*2*0,5+0,5	1va		L2a P14	
	(.8)	↓	15	1or	KOK1	1or	X ;	KOK1	L1a Lämmityspumpun P11 Indikointi
		↑	16	1va	Nomak 24*2*0,5+0,5	1va		L1a P11	
	(.9)	↓	18	1or	RK	1or	X ;	RK_	Tuloilmapuhallin L7a 1/2-nopeus Indikointi
		↑	19	1va	Nomak 2*2*0,5+0,5	1va		L7a TF1	
	(.10)	↓	20	1or	RK	1or	X ;	RK_	Tuloilmapuhallin L7a 1/1-nopeus Indikointi
		↑	21	1va	Nomak 2*2*0,5+0,5	1va		L7a TF1	
	(.11)	↓	22	1or	KOK1	1or	X ;	KOK1	L6b Lämmityspumpun P24 Indikointi
		↑	23	1va	Nomak 24*2*0,5+0,5	1va		L6b P24	
	(.12)	↓	24	1or	KOK1	1or	X ;	KOK1	L7a Lämmityspumpun P25 Indikointi
		↑	25	1va	Nomak 24*2*0,5+0,5	1va		L7a P25	
	(.13)	↓	26	1or	RK	1or	X ;	RK_	Tuloilmapuhallin L6b 1/2-nopeus Indikointi
		↑	27	1va	Nomak 2*2*0,5+0,5	1va		L6b TF1	
	(.14)	↓	28	1or	RK	1or	X ;	RK_	Tuloilmapuhallin L6b 1/1-nopeus Indikointi
		↑	29	1va	Nomak 2*2*0,5+0,5	1va		L6b TF1	
	(.15)	↓	30	1or	RK	1or	X ;	RK_	Tuloilmapuhallin L6a 1/2-nopeus Indikointi
		↑	31	1va	Nomak 2*2*0,5+0,5	1va		L6a TF1	
	(.16)	↓	32	1or	RK	1or	X ;	RK_	Tuloilmapuhallin L6a 1/1-nopeus Indikointi
		↑	33	1va	Nomak 2*2*0,5+0,5	1va		L6a TF1	

TXM1.16D									
Modulinumero 33.	(.1)	↓ ↑	1 2	1or 1va	RK Nomak 2*2*0,5+0,5	1or 1va	X : L5b	RK_ TF1	Tuloilmapuhallin L5b 1/2-nopeus Indikointi
	(.2)	↓ ↑	3 4	1or 1va	RK Nomak 2*2*0,5+0,5	1or 1va	X : L5b	RK_ TF1	Tuloilmapuhallin L5b 1/1-nopeus Indikointi
	(.3)	↓ ↑	5 6	1or 1va	RK Nomak 2*2*0,5+0,5	1or 1va	X : L5a	RK_ TF1	Tuloilmapuhallin L5a 1/2-nopeus Indikointi
	(.4)	↓ ↑	7 8	1or 1va	RK Nomak 2*2*0,5+0,5	1or 1va	X : L5a	RK_ TF1	Tuloilmapuhallin L5a 1/1-nopeus Indikointi
	(.5)	↓ ↑	9 10	1or 1va	RK Nomak 2*2*0,5+0,5	1or 1va	X : L4b	RK_ TF1	Tuloilmapuhallin L4b 1/2-nopeus Indikointi
	(.6)	↓ ↑	11 12	1or 1va	RK Nomak 2*2*0,5+0,5	1or 1va	X : L4b	RK_ TF1	Tuloilmapuhallin L4b 1/1-nopeus Indikointi
	(.7)	↓ ↑	13 14	1or 1va	RK Nomak 2*2*0,5+0,5	1or 1va	X : L3c	RK_ TF1	Tuloilmapuhallin L3c 1/2-nopeus Indikointi
	(.8)	↓ ↑	15 16	1or 1va	RK Nomak 2*2*0,5+0,5	1or 1va	X : L3c	RK_ TF1	Tuloilmapuhallin L3c 1/1-nopeus Indikointi
	(.9)	↓ ↑	18 19	1or 1va	RK Nomak 2*2*0,5+0,5	1or 1va	X : L3a	RK_ TF1	Tuloilmapuhallin L3a Indikointi
	(.10)	↓ ↑	20 21	1or 1va	RK Nomak 2*2*0,5+0,5	1or 1va	X : L2a	RK_ TF1	Tuloilmapuhallin L2a Indikointi
	(.11)	↓ ↑	22 23	1or 1va	RK Nomak 2*2*0,5+0,5	1or 1va	X : L1a	RK_ TF1	Tuloilmapuhallin L1a 1/2-nopeus Indikointi
	(.12)	↓ ↑	24 25	1or 1va	RK Nomak 2*2*0,5+0,5	1or 1va	X : L1a	RK_ TF1	Tuloilmapuhallin L1a 1/1-nopeus Indikointi
	(.13)	↓ ↑	26 27						
	(.14)	↓ ↑	28 29						
	(.15)	↓ ↑	30 31						
	(.16)	↓ ↑	32 33						



PTM1.2Q250	Q11	1	KOK1	1	X	KOK1	Tuloilmapuhallin L6a 1/2-nopeus
57	Q11	2	MMO7*1,5	2		L6a	Ohjaus
Moduulinumero	Q12						
	Q21	1	KOK1	1	X	KOK1	Tuloilmapuhallin L6a 1/1-nopeus
	Q21	2	MMO7*1,5	2		L6a	Ohjaus
	Q22						
	Q23						
PTM1.2Q250	Q11	1	KOK1	1	X	KOK1	Tuloilmapuhallin L3c 1/2-nopeus
100	Q11	2	MMO7*1,5	2		L3c	Ohjaus
Moduulinumero	Q12						
	Q21	1	KOK1	1	X	KOK1	Tuloilmapuhallin L3c 1/1-nopeus
	Q21	2	MMO7*1,5	2		L3c	Ohjaus
	Q22						
	Q23						
PTM1.2Q250	Q11	1	KOK1	1	X	KOK1	Tuloilmapuhallin L7a 1/2-nopeus
101	Q11	2	MMO7*1,5	2		L7a	Ohjaus
Moduulinumero	Q12						
	Q21	1	KOK1	1	X	KOK1	Tuloilmapuhallin L7a 1/1-nopeus
	Q21	2	MMO7*1,5	2		L7a	Ohjaus
	Q22						
	Q23						

# Lämmönjakuhuone, A-porras

