

Ville Järvenpää

# Asuinkiinteistön liittäminen nykyaikaiseen kiinteistöautomaatiojärjestelmään

Metropolia Ammattikorkeakoulu  
Insinööri AMK  
Talotekniikan koulutusohjelma  
Insinöörityö  
05.05.2011

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Ville Järvenpää Asuinkiinteistön liittäminen nykyaikaiseen kiinteistöautomaatiojärjestelmään 45 sivua + 9 liitettä 05.05.2011
Tutkinto	insinööri AMK
Koulutusohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	rakennusten sähkö- ja tietotekniikka
Ohjaajat	automaatioasentaja Mikko Pasanen lehtori Jarmo Tapio
<p>Kiinteistöautomaatioalalla toimivia yrityksiä on Suomessa vähän verrattuna alan jatkuvaan kasvuun. Työn osaajalta vaaditaan tuntemusta usealta alalta sekä vallitsevista määräyksistä, mikä on varmasti osasy ammattitaitoisten tekijöiden vähyyteen.</p> <p>Työn toimeksiantajalla on ollut ongelmana se, että työharjoitteluun tulevilla opiskelijalla ei ole juuri minkään näköistä kuvaa kiinteistöautomaatioalasta. Tämän insinöörityön tavoitteena on luoda lukijalleen käsitys asuinkiinteistöön kohdistuvan automaatiourakan hankinnasta sekä siitä, mitä se yleensä pitää sisällään. Teorian lisäksi työssä esitellään kahden erilaisen automaatioasaneerauskohteen käytännön toteutus.</p> <p>Teoriaosuudessa tuodaan esiin rakennusautomaatiohankinnan vaiheet sekä esitellään käytännön osuudessa käytettävät tuotteet. Käytännön osan esimerkkikohteet toteutettiin molemmat kotimaisen Oumanin säätölaitteita käyttäen. Molemmat kohteet sijaitsevat Etelä-Suomessa ja ovat perinteisiä betonielementtirakenteisia kerrostaloja. Ensimmäisessä kohteessa uusitaan automaatio ainoastaan ilmanvaihdon laitteiden osalta. Toisessa esimerkissä vaihdetaan koko taloyhtiön automaatiojärjestelmä uuteen ja se liitetään selainpohjaiseen etävalvontaan.</p>	
Avainsanat	kiinteistöautomaatio, Ouman, etävalvonta

Author Title	Ville Järvenpää Modern automation system for a residential building
Number of Pages Date	45 pages + 9 appendices 05 May 2011
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	Electrical Engineering for Building Services
Instructors	Mikko Pasanen, Automation Assembler Jarmo Tapio, Principal Lecturer
<p>Compared to the continuous growth of the sector, the number of companies that work with Building Automation in Finland is small. The sector requires knowledge from several fields, as well as about the prevailing rules and regulations, which probably is one of the reasons for the current situation.</p> <p>A student that starts his or her work placement does usually not know much about building automation. The aim of this final year project is to give the reader an idea about how a building automation contract is usually acquired and carried through.</p> <p>The final year project consisted of two parts. First, the acquisition of building automation was introduced and the products used in the project were presented. Second, two real-life examples about how automation system has been exchanged to a new one were explained. Both examples, common apartment buildings of precast concrete, were located in Southern Finland. In the first one, only the automation ventilation control devices were replaced. In the second one, the automation system in the entire building was replaced with a new one, connected to a web-based remote desktop solution.</p>	
Keywords	

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Työssä esiintyvien teknisten laitteiden toiminnalliset selitykset	2
2.1	Lämmönjakokeskus	2
2.2	Säädin	3
2.3	Taajuusmuuttaja	4
3	Rakennusautomaatiojärjestelmän hankinta	5
3.1	Merkitys ja tavoitteet	5
3.2	Rakennusautomaatiojärjestelmän valinta	6
3.3	Hankintaprosessi	7
4	Laitteet	9
4.1	Lämmitys- ja käyttövesi	10
4.2	Ilmanvaihto	14
4.3	Muut säätö-, ohjaus- ja valvontajärjestelmät	20
4.4	Väylätekniikka	21
4.4.1	RS-485	21
4.4.2	Modbus	23
4.4.3	LON	23
4.5	Lisävarusteet	24
4.5.1	GSM-ohjaus	24
4.5.2	EH-net	25
4.5.3	Trendiohjelma	26
4.6	Kokonaisuus	26
5	Toteutus käytännössä	27
5.1	Esimerkkikohde 1	27
5.1.1	Kohteen esittely	27
5.1.2	Ilmanvaihtokone	28
5.1.3	Toteutus	28
5.1.4	Lopputulos	32
5.2	Esimerkkikohde 2	32
5.2.1	Kohteen esittely	32
5.2.2	Toteutus	34
5.2.3	Lopputulos ja lisätyö	43

6	Yhteenveto	44
	Lähteet	45
	Liitteet	
	Liite 1. Rakennusautomaation hankintaperusteet	
	Liite 2. IV-tehonohjauksen prioriteetit	
	Liite 3. A-luokan hälytykset	
	Liite 4. B-luokan hälytykset	
	Liite 5. Lämmönjakokeskuksen toimintakaavio	
	Liite 6. EH-203, kytkentäkuva	
	Liite 7. Puhaltimien nimet ja vaikutusalueet	
	Liite 8. Alakeskusten 1–5 kytkentäkuvat	

## 1 Johdanto

Automaatiojärjestelmän tavoitteena on luoda tiloihin käyttäjän toivomat olosuhteet sekä toteuttaa halutut talotekniset ominaisuudet. Rakennusautomaation merkitys onkin oikeastaan ymmärretty vasta 1990-luvulla. Tätä ennen järjestelmää on pidetty ainoastaan välttämättömänä pahana, johon satsattiin mahdollisimman vähän aikaa ja rahaa.

Nykyaikainen kiinteistöautomaatiojärjestelmä antaa mahdollisuuden seurata ja ohjata kiinteistön tilojen toimintaa reaaliaikaisesti. Kehittyneen tekniikan ansiosta hallintatoiminnot on nykyään mahdollista toteuttaa etäkäyttöjärjestelmänä, mikä on mahdollistanut sen, että kiinteistöhoitajat voivat hälytyksen tullessa tarkistaa Internetistä, mikä kohteessa mahdollisesti on vikana ja varata varaosat sen mukaan.

Oikeanlaisella automaatiojärjestelmällä saadaan lisäksi tehtyä säästöä energiankulutuksessa. Hyödyntämällä tietoa tilojen käyttöajoista saadaan oikeanlaisilla aikaohjelmilla luotua tehokas lämmityksen-, jäähdytyksen- ja sähköenergian optimointi. Hyvin suunnitellulla ja rakennetulla automaatiojärjestelmällä saatetaan säästää jopa viidennes rakennuksen käyttämästä energiasta.

Tänä päivänä järjestelmiä, ja niiden valmistajia, on monta erilaista joten hankintaa suunniteltaessa täytyy olla tarkkana, ettei valitse jo valmiiksi vanhentunutta järjestelmää. Toisaalta uusien järjestelmien ensiversioissa on aina korjaustarpeita. Kannattaa ottaa selvää mikä olisi sopivin laitteisto kiinteistöön ja tulevaisuutta silmälläpitäen selvittää onko mahdollisesti huollosta kilpailevia yrityksiä, löytyykö järjestelmään varaosia sekä onko järjestelmää mahdollista päivittää tai laajentaa tulevaisuudessa.

Työ tehtiin yhteistyössä HK-Säätö Oy:n kanssa. Yrityksellä on 20 vuoden kokemus kiinteistöautomaatioalalta, jolla se työskentelee niin uudispuolen- kuin saneeraus- ja huoltotöiden kanssa. Tämän opinnäytetyön tarkoitus on luoda yritykseen tuleville uusille työntekijöille sekä -harjoittelijoille kuva yrityksen tekemästä työstä sen käyttämistä tuotteista kiinteistöautomaatioalalla. Työssä tuodaan esiin rakennusautomaatiojärjestelmän hankintaprosessi tarveselvitysvaiheesta toteutukseen. Toteutusvaihetta havainnollistetaan kahdella todellisella automaatio-saneeraustyömaalla. Ensimmäisessä koh-

teessa on tarkoituksena uusia 1980-luvulla rakennetun kiinteistön ilmanvaihdon automaatio. Toinen kohde on laajempi, neljästä asuinkerrostalosta koostuva, 1970-luvulla rakennetun taloyhtiön koko automatiikan uusiminen. [1, s. 29; 2, s. 15.]

## 2 Työssä esiintyvien teknisten laitteiden toiminnalliset selitykset

### 2.1 Lämmönjakokeskus

Lämmönjakokeskuksella tai lämpökeskuksella tarkoitetaan kiinteistötekniikassa systeemiä, jonka tarkoitus on siirtää lämpöä rakennuksen tarkoituksiin. Lämpökeskukseen liitetään lämpöä tuova osa, esimerkiksi lämmityskattila tai kaukolämpö, jolla lämmitetään rakennuksen lämmitystä tarvitsevat järjestelmät. Tällaisia ovat lämmin käyttövesi sekä kiinteistön lämmityspiirit. Automaation avulla hoidetaan lämmityksen toiminta.

Lämpö saadaan siirrettyä lämmityspiiriin siihentarkoitettuun lämmönvaihtimella. Vaihtimessa lämmittävä- ja lämmitettävä piiri eivät sekoitu keskenään. Siirrin on rakennettu siten, että se on täynnä metallilevyillä jaettuina lokeroita, joissa piirit kulkevat vieretysten. Näin lämpimät lokerot lämmittävät kylmää puolta johtamalla. Kuvassa 1 näkyy lokeroiden toiminta sekä vaihtimen ulkonäkö.



Kuva 1. Lämmönvaihtimen toiminta ja ulkonäkö.

Lämmityskattila lämmityksessä vesi lämmitetään polttimella. Polttoaineena asuinrakennuksissa yleensä on joko polttoöljy tai maakaasu. Käyttövesipiiri tarvitsee lämmönvaihtimen, mutta lämmitysverkostot voivat käyttää lämmitettävää vettä suoraan.

Kaukolämpökeskukset rakennetaan niihin kytkettävien lämmityspiirien mukaan. Kaukolämpö ei koskaan kierrä kiinteistöjen pattereissa, vaan niillä on omat vesipiirinsä. Jokaiselle piirille tulee yleensä oma vaihtimensa. Vanhat kattilalaitokset on suhteellisen helppo muuttaa kaukolämpökeskukseksi. [4, s. 8, 9.]

## 2.2 Säädin

Säätimen tehtävä on pitää yksittäinen suure halutussa arvossaan erilaisista häiriöistä huolimatta. Tällaisia suureita voivat olla esimerkiksi huone-, käyttöveden lämpötila tai ilmavirtaus. Häiritseviä tekijöitä voivat olla esimerkiksi ulkolämpötila, ihmiset, valaisimet tai lämpimän käyttöveden vaihteleva kulutus.

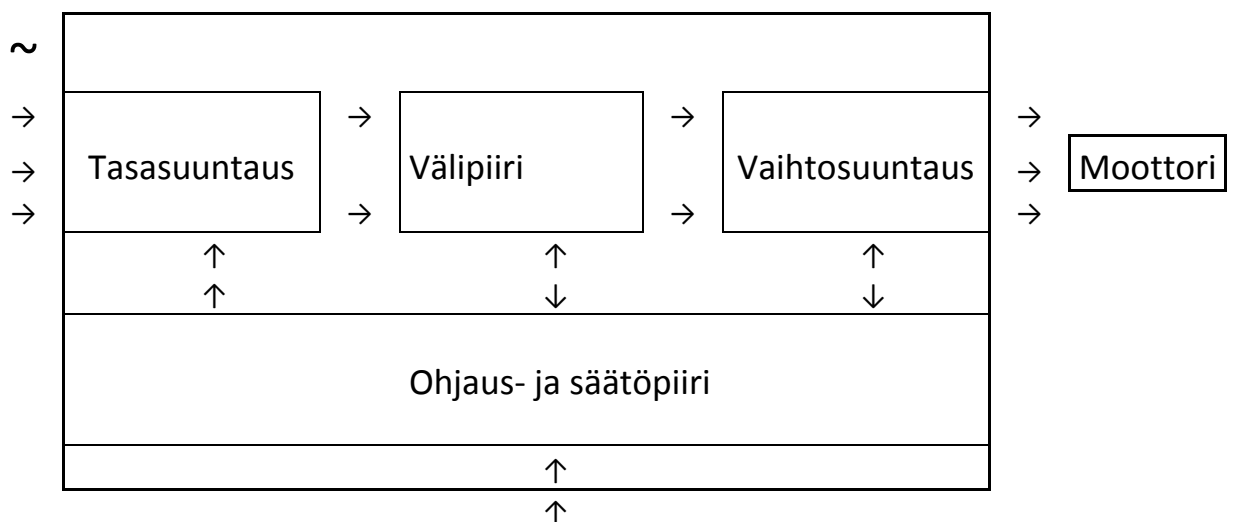
Lämpimän käyttöveden, lämmitysverkoston tai ilmastoinnin säätöön käytetään yleensä P-, PI- tai PID-säätimiä. PID-säädin tarkoittaa, että säätö tapahtuu kolmella toiminnolla. P (engl. Proportion) on säädön suhteellinen osa, joka vastaa toiminnaltaan vahvistinta. Säätimestä lähtevä ohjausviesti on suoraan verrannollinen erosuureen (asetusarvo – mittausarvo = erosuure) arvoon. P-säätöä kutsutaan suhteelliseksi säädöksi, sillä se ei pyri saamaan mittausarvoa tarkasti asetusarvoon. Mittausarvon ja asetusarvon välistä eroa kutsutaan pysyväksi säätöpoikkeamaksi. Liian suurella vahvistuksella säätöpiiri alkaa helposti värähdellä. I on integroiva osa, joka kasvattaa (integroii) säädön ulostuloa määrällä, joka on verrannollinen eroviestin suuruuteen ja integrointiaikaan. Integroinnin tarkoitus on poistaa säätöpoikkeama piiristä. Lyhyellä integrointiajalla saadaan säätöpoikkeama korjattua nopeammin, mutta liian lyhyt aika muuttaa kuitenkin säädön epästabiiliksi, sillä säätö ei ehdi reagoida korjaukseen. D on derivoiva osa, jolla säätimen nopeutta voidaan kasvattaa. Säädin derivoi mittausviestiä, kun se ei ole vakaa (derivaatta = käyrän kulmakerroin). Jos säätöpiiri on tasapainotilassa, ei derivoimista tarvita, sillä vakiosignaalin kulmakerroin on nolla. Lisäksi derivoinnilla saadaan säädön mittaushitautta eli niin sanottua kuollutta aikaa vähennettyä. Kuollut aika kertoo, kuinka kauan säätimellä kestää reagoida, kun mittausarvo muuttuu. [1, s. 55, 56, 57, 58; 8 s. 58, 61, 62, 63, 66.]



## 2.3 Taajuusmuuttaja

Taajuusmuuttajaa käytetään kiinteistötekniikassa yleensä puhaltimien tai pumppujen ohjauksissa. Sillä voidaan ohjata moottoreiden pyörimisnopeuksia portaattomasti sillä oikosulkumoottorin pyörimisnopeus on suoraan verrannollinen taajuuteen. Sen merkittävimmät edut ovat energian säästö sekä moottoreiden kulumisen väheneminen. Kulamista se vähentää siten, että riippumatta moottorin kuormasta käynnistys ja pysäytys tapahtuvat aina pehmeästi ja tarkasti. Lisäksi taajuusmuuttaja korjaa moottorille menevän virran sinikäyrää, jolloin moottorin tuottama lisälämpö pienenee.

Taajuusmuuttajan toiminnassa on neljä pääosaa, jotka on esitetty kuvassa 2. Ensin syötetty vaihtojännite muunnetaan tasasuuntaajan avulla sykkiväksi tasajännitteeksi. Seuraavaksi tulee välipiiri, jollaisia on kolmenlaisia. Yhdessä mallissa tasasuuntaajassa muunnettu jännite muutetaan tasavirraksi. Toisessa taas sykkivä tasajännite stabiloidaan ja lähetetään vaihtosuuntaajaan. Kolmannessa tyypissä tasasuuntaajan vakiotasajännite muunnetaan muuttuvaksi jännitteeksi. Välipiirin jälkeen seuraa vaihtosuuntaus. Tässä vaiheessa ohjataan aina moottorille menevä taajuus. Toisaalta myös tässä vaiheessa voidaan vakiotasajännite muuntaa muuttuvaksi vaihtojännitteeksi. Kaikkia kolmea edellä mainittua osaa voidaan ohjata taajuusmuuttajan rakenteesta riippuen erillisellä ohjauspiirillä. [3, s. 89, 90, 109.]



Kuva 2. Taajuusmuuttajan toiminnan periaatekuva.

### 3 Rakennusautomaatiojärjestelmän hankinta

LVI-laitoksia koskevat ohjeet ja määräykset liittyvät myös automaatiojärjestelmien asennuksiin ja käyttöön, sillä ne ovat merkittävä osa LVI-järjestelmien toiminnassa. Tämän lisäksi automaatioon liittyvien sähköasennuksien tulee täyttää SFS-standardit joten automaatiosta vastaavan yrityksen tulee olla hyvin ajan tasalla sekä ammattitaitoinen, jotta asennukset täyttävät nykyajan tiukat vaatimukset.

#### 3.1 Merkitys ja tavoitteet

Rakennusautomaatiojärjestelmän tavoite on luoda käyttäjälleen viihtyisät, terveelliset sekä turvalliset olosuhteet. Järjestelmälle tulee asettaa sekä toiminnallisia että taloudellisia vaatimuksia. Tästä syystä kiinteistön hallintalaitteita suunniteltaessa suunnittelijoiden tulee toimia tiiviissä yhteistyössä.

Automaatiojärjestelmää suunniteltaessa pitää ottaa huomioon suunnitelmalle asetettavat tavoitteet. Yleensä nämä tulevat kiinteistön omistajalta sekä kiinteistön hallintaorganisaation kiinteistönpitostrategiasta. Suunnittelijan ja omistajan on syytä kuitenkin keskustella, minkätasoiseksi järjestelmä halutaan esimerkiksi tilojen hallittavuuden kannalta. Järjestelmä on syytä suunnitella huolella, sillä sen kanssa tullaan toimimaan vuosia eteenpäin.

Automaatiojärjestelmälle itselleen tulee myös antaa tavoitteita. Automaatioprosessit tulee suunnitella ennen järjestelmän valintaa, jolloin järjestelmälle saadaan oikeat vaatimukset. Kiinteistöautomaatiojärjestelmä on myös suunniteltava siten, että se on käyttäjälleen helppokäyttöinen. Hienot ominaisuudet ovat täysin turhia, jos niitä ei osata käyttää. Lisäksi työn laatu on oltava hyvää, jotta laitteistot toimivat oikein ja mahdollisimman pitkään.

Elinkaari rakennusautomaatiojärjestelmillä on rakennusosista lyhyimpiä, vain noin 10–15 vuotta. Pääosin tämä johtuu tele- ja elektroniikka-alojen nopeasta kehityksestä, jolloin kiinteistöjen atk- ja tietoliikenneverkot vanhenevat ensimmäisinä. Tämän takia jo uudehkoihinkin taloihin on ollut tarpeen rakennusautomaation uusiminen.

Rakennuksen elinkaarta ajatellen suurimmat säästöt energiankulutuksessa saadaan kiinteistön ohjausjärjestelmällä. Säästöt saavutetaan energiankäyttöä parantamalla. Optimoitu energiankulutus saadaan aikaan siten, että laitteistot eivät ole päällä silloin kun niillä ei ole käyttöä. Säästöä saadaan esimerkiksi kun valaistus ohjataan liikeantureilla ja ilmanvaihto hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>) -pitoisuuden mukaan.

Rakennuskustannuksissa talotekniikan osuus uudisrakennuksessa nykypäivänä on noin 30 % ja saneerauskohteissa osuus on noussut jo yli 50 %:n. Rakennusautomaation osuus on kuitenkin yleensä vain 1–2 % koko rakennushankkeen kustannuksista. On kuitenkin huomioitava että automaatiojärjestelmällä luodaan kiinteistön "aivot", jolla ohjataan ja valvotaan rakennuksen talotekniikkaa. Voidaankin todeta että se on viimeinen asia, josta kannattaa tinkiä, sillä valitsemalla ominaisuuksiltaan köyhä rakennusautomaatiojärjestelmä ja säästämällä näin noin 0,5 % rakennuskustannuksissa, saadaan pahimmillaan aikaan usean kymmenen prosentin ylimääräiset vuotuiset käyttökustannukset. [1, s. 30, 31, 32, 36.]

### 3.2 Rakennusautomaatiojärjestelmän valinta

Järjestelmätyyppejä on kahdenlaisia. On perinteisempi DDC- sekä avoin (hajautettu) järjestelmä. Molemmilla on etunsa riippuen kiinteistönpitostrategiasta ja rakennuksen sijainnista sekä käyttötarkoituksesta. DDC-järjestelmän yhteyteen ei yleensä voida liittää rakennusautomaation, valaistuksen ohjauksen ja erillishälytysten lisäksi muita rakennuksen tietojärjestelmiä. Tätä voidaankin kutsua niin sanotuksi suljetuksi järjestelmäksi. Vahvin etu tässä on se, että laitetoimittajan vastuu on selkeä.

Avoimessa järjestelmässä eri toimittajan laitteet voivat keskustella keskenään yhteisellä väylä- ja protokollarakenteella. Rakennusautomaation lisäksi siihen voidaan liittää useita sähköisiä tietojärjestelmiä, kuten kulunvalvonta-, murtosuojaus-, ja palovaroitinjärjestelmät. Mikäli avoimeen järjestelmään liittyy eri valmistajan laitteita, on oltava täysin varma laitteiden yhteensopivuudesta, sillä jos jokin järjestelmässä ei toimi, on syyllisten ja vastuun ottajat vaikea löytää. [1, s. 34, 35.]

### 3.3 Hankintaprosessi

Rakennusautomaatiojärjestelmän peruskorjaus ei poikkea juurikaan muista kiinteistöihin tehtävistä korjaustöistä. Kriteerit ovat samat. Huomioon tulee ottaa kuitenkin se että rakennukset ovat koko ajan käytössä.

#### *Tarveselvitys*

Hankintaprosessi alkaa saneerauskohteissa tarveselvityksestä. Tarkoituksena on selvittää, täytyykö kiinteistön säätö- ja valvomojärjestelmä uusia. Jos tullaan tulokseen, että järjestelmä uusitaan, tällöin arvioidaan aloitusajankohta ja alustavasti tehdään kustannusarvio. Samalla asetetaan tulevalle hankkeelle alustavat tilojen vaatimukset, vertaillaan eri mahdollisuuksia sekä mietitään elinkaariedullisuutta.

#### *Hankesuunnittelu*

Nykyinen kiinteistöpolitiikka on johtanut siihen, että rakennusten on oltava hyvin muuntautumiskykyisiä, jotta tilat pysyvät vuokrattuina ja rahan tulo omistajille ei keskeydy. Tästä syystä olisikin hyvä olla vahva visio tulevaisuuden tilatarpeesta ja siihen liittyvistä ominaisuuksista.

Hankesuunnitteluvaiheessa olisi järkevää miettiä oman kiinteistöstrategian kautta, millainen rakennusautomaatiojärjestelmä sopisi kiinteistölle parhaiten. Tässä vaiheessa asetetaan hankkeelle täsmällistä laajuutta, toimivuutta, laatua, kustannuksia ja ylläpitoa koskevat tavoitteet. Huomiota tulee kiinnittää etenkin järjestelmän käyttäjäystävällisyyteen, joustavuuteen, sekä energiansäästöominaisuuksiin.

Ihannetilanteessa uudiskohteessa rakennusautomaatiohankintaa ja sen toteutusmuotoa selvitetäisiin jo hankesuunnitteluvaiheessa. Todellisuudessa hankintaa aletaan yleensä miettiä vasta työpiirustusvaiheessa. Lisäksi on hyvä miettiä, pysytäänkö perinteisessä DDC-järjestelmässä vai valitaanko avoin protokolla.

### *Toteutussuunnittelu*

Oikea taho rakennusautomaatiosuunnitelmien laatijaksi on paljon kiistelty aihe. Yleensä suunnitelmat on tehnyt LVI-suunnittelija, jolla on käsitys kiinteistön olosuhteisiin vaikuttavista prosesseista. Kuitenkin kun automaatiojärjestelmään on lisätty muutakin kuin pelkät LVI-prosessit, vaaditaan LVI-suunnittelijalta ammattitaitoa. Olisikin hyvä, jos rakennusautomaatioon keskittyisi yksi henkilö, jolla on vahva kokonaisnäkemys rakennuksen toiminnasta. Tehtävään valitun henkilön tulee aktiivisesti toimia muiden suunnittelijoiden kanssa ja varmistaa järjestelmien yhteensopivuudet.

Kiinteistöautomaatiota suunniteltaessa on tärkeää, että koko rakennuksessa on yhdenmukaiset prosessit. Kokemus on osoittanut, että erilaisten järjestelmäprosessien toteutuksessa tulee olemaan äärimmäisiä vaikeuksia.

Kun tilojen tarvitsemat prosessit sekä rakennustason järjestelmäprosessit on päätetty, voidaan päättää, tuleeko kiinteistöön avoin vai DDC-järjestelmä. Päätös tulee miettiä tarkkaan, sillä jos järjestelmä halutaankin muuttaa, saattavat kaikki valmiit suunnitelmat mennä uusiksi.

### *Toteutusmuodon valinta*

Rakennuttaja ja tilaaja pääsevät helpoimmalla, mikäli valitsevat toteutusmuodoksi tuotesakaupan. Tästä seuraa kuitenkin se, että tilaajan on hyvä olla perillä talotekniikasta, jottei joudu olemaan täysin urakoitsijan ja tämän asiantuntijoiden armoilla ja kokonaisuuden toimivuus varmistuu. Jotta työstä saadaan hyvä lopputulos, on tilaajan esitettävä tarkat vaatimukset tulevien tilojen ja rakennusten toiminnasta, energiankulutuksesta sekä valvonnasta. Toteutusmuodot on esitelty liitteessä 1.

Kokonaisurakasta puhutaan usein rakennusautomaatiosaneerauksen yhteydessä. Silloin rakennusautomaatiourakoitsija vastaa myös niistä sähkö-, putki-, ja rakennusaputöistä, jotka varsinaisen automaation ohessa tulee tehdä, esimerkiksi kaapeloinneista, syötöistä, venttiilien vaihdoista sekä mahdollisista keskusten tukirakenteista.

### *Toimittajan valinta*

Rakennusautomaatiotoimittajan valinta on haastava tehtävä, sillä kilpailutusta ei voida toteuttaa ainoastaan tarjousten perusteella. Toimittajan valintaan vaikuttavat vahvasti tarjottavan järjestelmän ominaisuudet ja suorituskyky. Kun tarjoajien laitteiden tekninen toimivuus ja laatu on kilpailutettu, voidaan parhaista valita edullisin.

### *Toteutus*

Uudistyömaalla automaatiotoimittajan suurin ongelma on se, että työ päästään todenteolla aloittamaan vasta kun ohjattavat prosessit on asennettu rakennukseen, eli kun työmaa on jo lähes luovutusvaiheessa. Tämän takia onkin tärkeää, että laitteistojen sekä ohjelmien toiminta olisi testattu jo valmiiksi, jotta käyttöönotossa järjestelmä toimisi moitteetta.

Tilojen ja rakennuksen moitteeton toiminta saadaan varmistettua ainoastaan siten, että varmistetaan, että työ luovutetaan ja vastaanotetaan huolellisesti. Lisäksi järjestelmään täytyy tehdä vaadittavat toimintakokeet ja koekäytöt erittäin tarkasti.

### *Käyttökoulutus*

Valmista tuotetta luovuttaessa on tuleva käyttäjä perehdytettävä uuteen laitteistoon siten, että käyttäjälle jää sellainen tunne, että hän osaa käyttää laitetta. Hankalaksi koulutuksen kuitenkin tekee se, että kiinteistöhuoltaja nimetään niin myöhäisessä vaiheessa, että koulutus on hankala antaa. Ongelmia tuottaa myös käyttäjän ammattitaidon puute sekä huoltohenkilökunnan vaihtuvuus. [1, s. 36, 38, 39, 41, 42; 5 s. 71, 74.]

## **4 Laitteet**

HK-Säätö Oy käyttää asuinkiinteistöjen sekä vastaavan kokoisissa automaatioprojekteissa pääosin kotimaisen Ouman Oy:n valmistamia ohjaus- ja säätölaitteita. Oumanin tuotteet ovat helppokäyttöisiä sekä luotettavia, eikä niiden käytöstä joudu maksamaan erillisiä lisenssimaksuja.

Ouman on kotimainen kiinteistöautomaatioon keskittyvä, vuonna 1988 perustettu yritys. Sen tuotevalikoimaan kuuluvat säätöjärjestelmät kaikenlaisiin ilmanvaihtoratkaisuihin, lämmönsäätöön sekä muihin kiinteistön ohjaus- ja valvontatarpeisiin. Tällä hetkellä yritys onkin lämmönsäädössä markkinajohtajana Suomessa.

Pääkonttori, jossa toimii lisäksi tuotanto sekä tuotekehitys, sijaitsee Kempeleessä. Espoon myyntikonttori vastaa Etelä-Suomen, Baltian ja Venäjän myynnistä. Lisäksi Oumanilla on myyntikonttori Tukholmassa, jossa vastataan Ruotsin myynnistä. [6]

#### 4.1 Lämmitys- ja käyttövesi

Kuten kaikki nykyaikaiset kiinteistöön liittyvät prosessit, myös lämmitys vaatii automaatiota toimiakseen oikein. Rakennuksessa saattaa olla samanaikaisesti useampi lämmitystä vaativa piiri. Esimerkiksi taloyhtiössä, jossa on useampi kerrostalo, voi olla käyttöveden lisäksi huoneistojen pattereille, lattalämmityksille sekä ilmanvaihtokoneen pattereille omat lämmityspiirinsä. Jokainen lämmityspiiri vaatii omanlaisensa lämmityskäyrän sekä toimilaitteensa.

#### **Ouman EH-200-sarja**

EH-203 on vesikiertoisiin lämmitysjärjestelmiin tarkoitettu helppokäyttöinen, mutta silti monipuolinen lämmönsäädin. Sillä on mahdollista säätää käyttöveden lisäksi kahta lämmityksen säätöpiiriä. Kaukolämmönvaihtimien, kattilalaitoksien, varaajien ja alue- lämpölaitoksien automaatiot on kaikki mahdollista toteuttaa EH-203-säätimen avulla. Kuvassa 3 on esitetty säätimen ulkonäkö.



Kuva 3. Helppokäyttöinen EH-203

### *Yleiset tiedot*

EH-203:n käyttöjännite on 230 VAC, ja säädin sisältää 0,2 A lasiputkisulakkeen. Säädin voidaan kaapeloida joko ylhäältä tai alhaalta sillä näyttö ja näppäimistö ovat käännettävissä. Suojausluokaltaan se on IP 41.

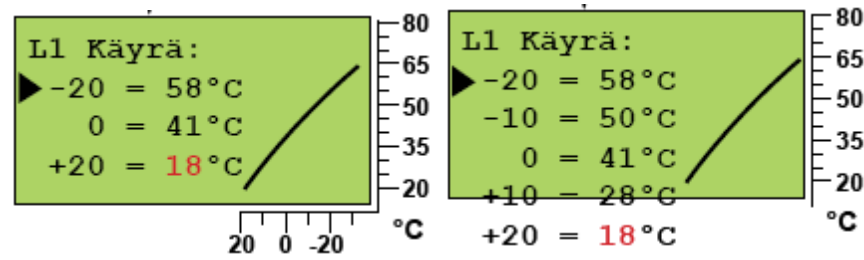
Mittauksia säätimeen voidaan asettaa samanaikaisesti 14 kappaletta, joista 11 on NTC-mittauksia ja 3 digitaalista tuloa. Digitaalituloihin voidaan kytkeä joko kosketintieto tai pulssitieto. Pulssitiedon avulla voidaan säätimeen kytkeä tieto kaukolämpöenergia- tai vesimittarilta. Väylästä voidaan myös lukea mittauksia esimerkiksi ulko- tai huonelämpötila. Mittauksista neljä on vapaasti nimettäviä info-tyyppisiä mittauksia, joilla voidaan mitata esimerkiksi lämpötilaa ja erikoistapauksissa tuulta tai painetta. Lisäksi jänniteohjattujen venttiilimoottoreiden asentotieto on nähtävissä.

Oumanin säätimien kello huomioi kesä- ja talviajan muutokset sekä karkausvuodet. Kellon toiminta on varmistettu noin 10 vuotta kestäväällä paristolla. EH-203:lla on mahdollista ohjelmoida kelloa käyttäviä ohjauksia esimerkiksi lämmityspiirien pudotukset, käyttöveteen lämpötilan korotus (bakteerien tappotoiminto) sekä aikaohjelmat säätimen kahdelle releelle.

### *Ohjaukset*

Suomessa lämpötilojen vaihtelut ovat suuria, ja tämä asettaa lämmitykselle omat vaatimuksensa. Lämmönsäätimen tarkoitus on säätää lämmityksen menovesi aina oikeaksi lämpötilojen vaihdellessa eri vuodenaikoina. Yksinkertaisessa säätömallissa säädin tarvitsee ainoastaan anturitiedot ulkolämpötilasta sekä lämmityslaitteelle menevän veden lämpötilasta. Näiden kahden tiedon avulla se osaa soveltaa siihen asetetun säätökäyrän avulla lämmityspiirin moottoriventtiilin ohjausta. Oumanin tarjoamaan EH-203-säätimeen on mahdollista asettaa joko kolmipisteinen tai viisipisteinen säätökäyrä. Säätökäyrät on esitetty kuvassa 4.

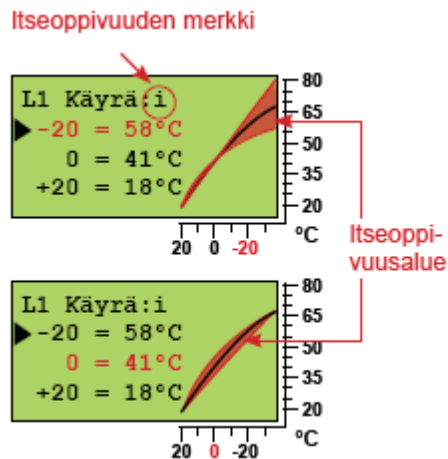




Kuva 4. Kolmipisteinen- sekä viisipisteinen säätökäyrä

Käyriä asettaessa on tietenkin oltava tarkkana siitä, minkä lämmitysjärjestelmän käyrää muokkaa, ettei esimerkiksi lattialämmitykseen mene patteriverkolle tarkoitettua lämpötilaa. Menoveden lämpötilalla on kuitenkin mahdollisuus poiketa käyrän arvoista silloin jos säätimeen asetetut asetusarvot tulevat vastaan. Tällaisia rajoja voivat olla minimi- ja maksimirajat, kello-ohjelmat, tuuli- ja aurinkokompensointi tai syyskuivaus.

Kun käytössä on kolmipisteinen säätökäyrä, voidaan perussäädin muuttaa lämmityspiirien osalta itseoppivaksi säätimeksi. Tämä tarkoittaa sitä, että säädin muokkaa säätökäyräänsä automaattisesti huoneanturin antaman palautteen perusteella. Maksimimuutos kuitenkin on +/-10 % alun perin asetetusta säätökäyrästä. Kuvassa 5 on esitetty itseoppivuuden toiminnasta esimerkki.

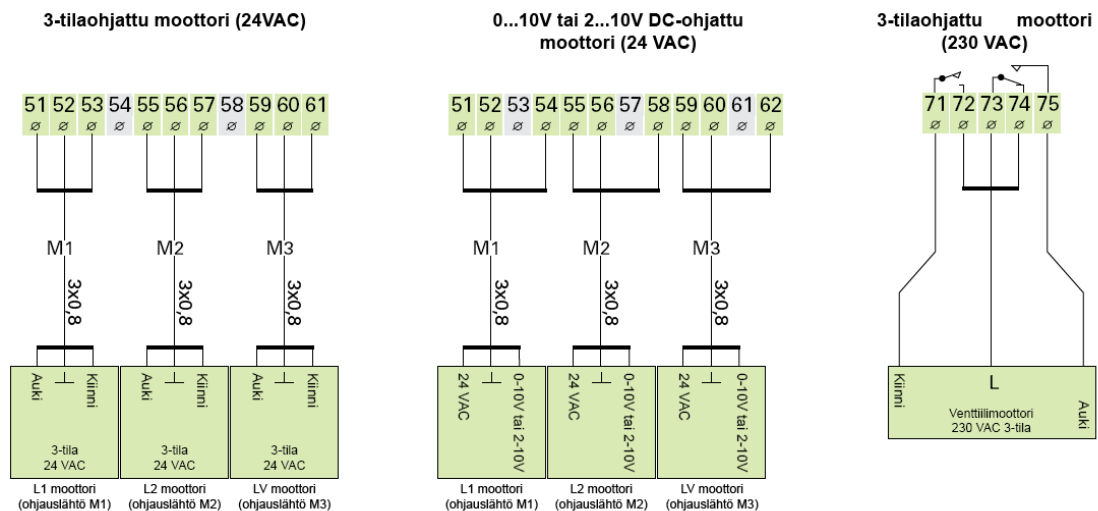


Kuva 5. EH-203:n itseoppivuusalueet. Esimerkiksi asetusarvolla 58 °C itseoppivuusalue on 52–64 °C eli +/- 10 %.

Säätimessä on kaksi 230 VAC/6A:n relettä, joista ensimmäinen on vaihtokosketinrele ja toinen on/off-rele. Releitä voidaan toteuttaa monenlaisia eri käyttötarkoituksia esimerkiksi pumppujen, polttimien ja sähkövastusten ohjauksia. Kohteissa, joissa tarvitaan

pumppujen vuorottelua, voidaan ohjaus toteuttaa käyttämällä säätimen molemmat releet sekä kaksi digitaalista tuloa. Releillä ohjataan vuoroviikoin toinen pumppu pääpumpuksi ja toinen varapumpuksi. Digitaalituloihin kytketään pumppujen ylivirtasuojakäyntitieto, jolloin häiriötilanteessa varapumppu käynnistyy ja hälytys syttyy. Vuorottelulla pyritään pidentämään pumppujen käyttöikä.

Säätimeen on valittavissa kolme erilaista venttiilimoottorin ohjaustapaa. Voidaan valita joko 24 VAC 3-tilaohjaus, 0...10 VDC-jänniteohjaus tai yksi 230 VAC kolmitilaohjaus (kuva 6). 230 V:n moottoriohjausta voidaan käyttää ainoastaan lämmityspuolella, kun säädin ohjaa vain yhtä lämmityspiiriä. Lisäksi ohjaus ottaa käyttöön molemmat säätimen releet. Moottoreita käyttöön otettaessa säätimeen on asetettava moottoreiden ajoajat.



Kuva 6. Venttiilimoottoreiden kytkentä mahdollisuudet.

EH-203 sisältää kolme PID-säädintä. Mikäli alkuasetusarvoilla säätö huojuu, saattaa viritysarvojen muuttaminen olla tarpeellista. P-alueen tehdasasetus, eli menoveden lämpötilan muutoksen suuruus, jolla moottori ajaa venttiiliä 100 %, on asetettu lämmityspiirissä 140 °C:seen ja käyttövedessä 70 °C:seen. Molemmissa asettelualue on 10–300 °C. I-aika, jolla menoveteen jäänyt lämpötilan poikkeama asetusravoon nähden korjataan ajamalla P-ajomäärä joka I-jakson aikana, on lämmityspuolella 50 s ja käyttövedellä 18 s. Asettelualue on 0–300 s. D-aika, eli säädön reagoinnin nopeus lämpötilan muuttuessa, on vakioasettelussa 0 s kaikilla piireillä. Asettelualue kuitenkin on 0,0–10 s.

Käyttövesipiirissä on PID:n lisäksi asetusarvoina ennakointi sekä pika-ajo. Ennakointi käyttää kiertovesianturin mittaustietoa nopeuttaakseen säätöä käyttöveden kulutusmuutoksissa. Kun ennakointiarvoa kasvatetaan, reagointi kulutusmuutoksiin pienenee. Pika-ajoa voidaan käyttää kulutusmuutoksien aikana ja jos tätä arvoa pienentää, reagointi nopeisiin lämpötilanmuutoksiin vähenee.

EH-200 sarjaan kuuluvat myös EH-201/V sekä EH-201/L. Näihin säätimiin voidaan asettaa ainoastaan yksi säätöpiiri. 201/V on käyttöveden säädin joka toimii sekä kaukolämmönvaihtimissa että kattilalaitoksissa. 201/L on yhden piirin lämmönsäädin. Nämä säätimet toimivat hyvin kohteissa joissa erillisen piirin säädin hajoaa ja muulle automaatiolle halutaan antaa vielä lisääaikaa. [6]

## 4.2 Ilmanvaihto

Ilmanvaihdon tarkoituksena on tuoda huoneisiin puhdasta ilmaa ja huolehtia sisäilman laadusta poistamalla ilmasta epäpuhtauksia sekä kosteutta. Jossakin tilanteissa ilmaa täytyy kosteuttaa ja jossain tilanteissa lämmittää tai jäähdyttää.

Tänä päivänä ilmanvaihdolta vaaditaan mukavuutta ajatellen hyvin paljon. Kesällä ei saa olla kuuma eikä talvella kylmä. Energiaa kuitenkin ei saa kulua vanhaan järjestelmään verrattuna sen enempää. Ilmanvaihdon ohjaukselle nämä seikat asettavat äärimmäiset vaatimukset.

### **Ouman EH-105**

EH-105-säädin on monipuolinen ja älykäs ilmastoinninsäädin, jolla voidaan toteuttaa vaativimmatkin sovelluskohteet. Se on hyvin käyttäjäystävällinen helpon käyttöliittymänsä ansiosta. Mittaustietojen lukeminen ja käytön aikana tehtävät muutokset ovat helposti toteutettavissa (kuva 7).



Kuva 7. Ouman EH-105:n yleisnäyttö.

### *Yleiset tiedot*

Säätimeen saadaan samanaikaisesti 18 mittausta (6 NTC-mittausta, 5 lähetinmittausta ja 7 digitaalista kosketintietoa), kolme 24 VAC:n ohjauslähtöä, kuusi jänniteohjauslähtöä (0...10 VDC) sekä neljä relettä, joista yksi toimii hälytysreleenä. Käyttöjännite on 230 VAC ja säädin sisältää 0,2 A sulakkeen. IP-luokitus on 41.

NTC-mittauksilla mitataan prosessin lämpötiloja esimerkiksi ulkoilman sekä tulo- ja poistoilman lämpötiloja. Lähetinmittauksilla taas mitataan paine-eroja, virtauksia, CO<sub>2</sub>-pitoisuuksia tai kosteusprosentteja. Digitaalisilla kosketintiedoilla (on/off-input) voidaan ottaa esimerkiksi puhaltimien ja pumppujen käyntitiedot tai niitä voidaan käyttää näiden lämpöreleinä. Vapaaksi jäädessään voidaan myös NTC- sekä lähetinmittauksia käyttää on/off-tietojen vastaanottamiseen.

Mikäli säätimeen on kytketty jänniteohjattuja toimilaitteita, laitteen toimiasennon voi tarkistaa säätimestä. Lisäksi mittauksista on mahdollisuus saada lisätietoja, esimerkiksi säädin osaa laskea lämmöntalteenoton (LTO) hyötysuhteen jonka, laskentakaava on esitetty kuvassa 8.

$$(T_{\text{LTO}} - T_u / T_p - T_u) * 100\%$$

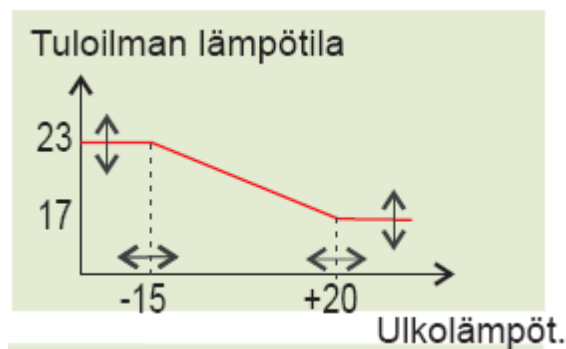
$T_{\text{LTO}}$	Tulolämpötila LTO:n jälkeen °C
$T_u$	Ulkolämpötila °C
$T_p$	Poistolämpötila °C

Kuva 8. LTO:n hyötysuhteen laskentakaava.

### Ohjaustavat

EH-105 voi ohjata ilmanvaihtokoneita tulo-, huone- ja poistoilman, ulkolämpötilan sekä taajuusmuuttajien kanssa paineen mukaan. Lisäksi säätimeen on mahdollista asettaa käynnistys tai tehon nosto CO<sub>2</sub>-pitoisuuden mukaan. Ulkoilman lämpötila saattaa kuitenkin rajoittaa IV-tehoa kylmällä ilmalla.

Tulo-ohjatussa säädössä pyritään tuloilman lämpötila pitämään tuloilma-asetusarvon mukaisena. Huone-/poisto-ohjatussa säädössä tuloilman lämpötila säädetään huone- lämpötilan mukaan. Ulkolämpötilaan perustuvassa ohjauksessa tuloilman lämpötilaa säädetään ulkoilman mukaan, esimerkiksi kun lämpötila laskee alle -15 asteen, sisään puhallettavan ilman lämpötilaksi säädetään 23 astetta, ja kun ulkolämpötila nousee yli 20 asteen, puhallusilman lämpötilaksi asetetaan 17 astetta.

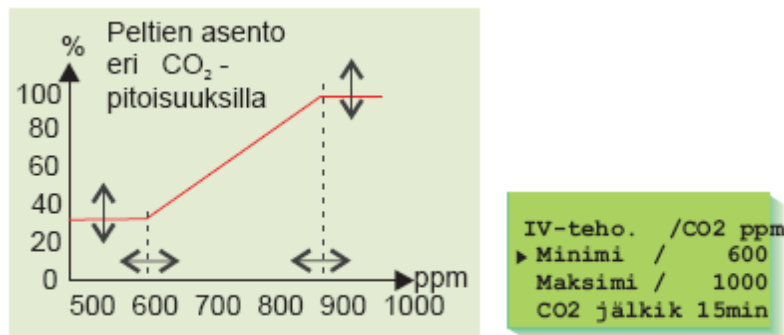


Kuva 9. Esimerkki ulkolämpötilaohjatun IV-koneen sisäänpuhalluslämpötilan käyrästä .

CO<sub>2</sub>-pitoisuuden mukaan ohjatussa ilmanvaihdossa säätimeen asetetaan pitoisuuksille minimi- ja maksimi-arvot. Kun ilmanvaihtokoneessa on kaksi nopeutta, CO<sub>2</sub>-pitoisuuden noustessa yli 100 ppm (engl. parts per million) asetetun minimi-arvon käynnistyvät puhaltimet puolinopeudelle. Täysnopeudelle koneet menevät pitoisuuden ylittäessä

maksimiarvon. Kone laskee tehon puoleen tai sammuu säätimeen asetettavan jälkikäyntiajan jälkeen, kun pitoisuudet laskevat alle raja-arvojen. Lisäksi taajuusmuuttaja-ohjatuilla koneilla on mahdollista toteuttaa portaaton tehon säätö. Säätimeen asetetaan kuitenkin jälkikäyntiviive, joka estää puhaltimien liiallisen herkkyyden vaihtaa toimintaa tilasta toiseen (tehdasasetuksena 15 min).

Ilmanvaihtokoneissa, joissa on kiertoilmatoteutus, ilmanlaatua voidaan ohjata myös peltiportaan avulla. Säädin muuttaa raitisilmapellin minimiasentoa CO<sub>2</sub>-pitoisuuden mukaan siihen asetettujen minimi- ja maksimiasentojen mukaan. Kun alaraja ylittyy, alkaa raitisilmapelti avautua ja kierto sulkeutua. Jos CO<sub>2</sub>-pitoisuus saavuttaa maksimiarvonsa, on raitisilmapelti täysin auki (kuva 10). Peltiporrassohjaukset toteutetaan PID-säädöllä.



Kuva 10. Esimerkki CO<sub>2</sub>-pitoisuuden mukaan ohjatun yksinopeus-IV-koneen peltien asentoa ohjaavasta käyrästä sekä kaksinopeus-IV-koneen asetusarvoista.

Paineen mukaan säädin ohjaa taajuusmuuttajien avulla ilmanvaihtokoneita siten, että kanavissa pysyy vakioaine. Paineohjatussa IV-koneessa on PI-säätö. Tulo- sekä poistoilmakojetta varten on omat viritysarvot. Tässä ohjaustavassa tulee ottaa huomioon että liian pieniksi tai -suuriksi asetetut painerajat voivat rajoittaa kanavapaineen toteutumista.

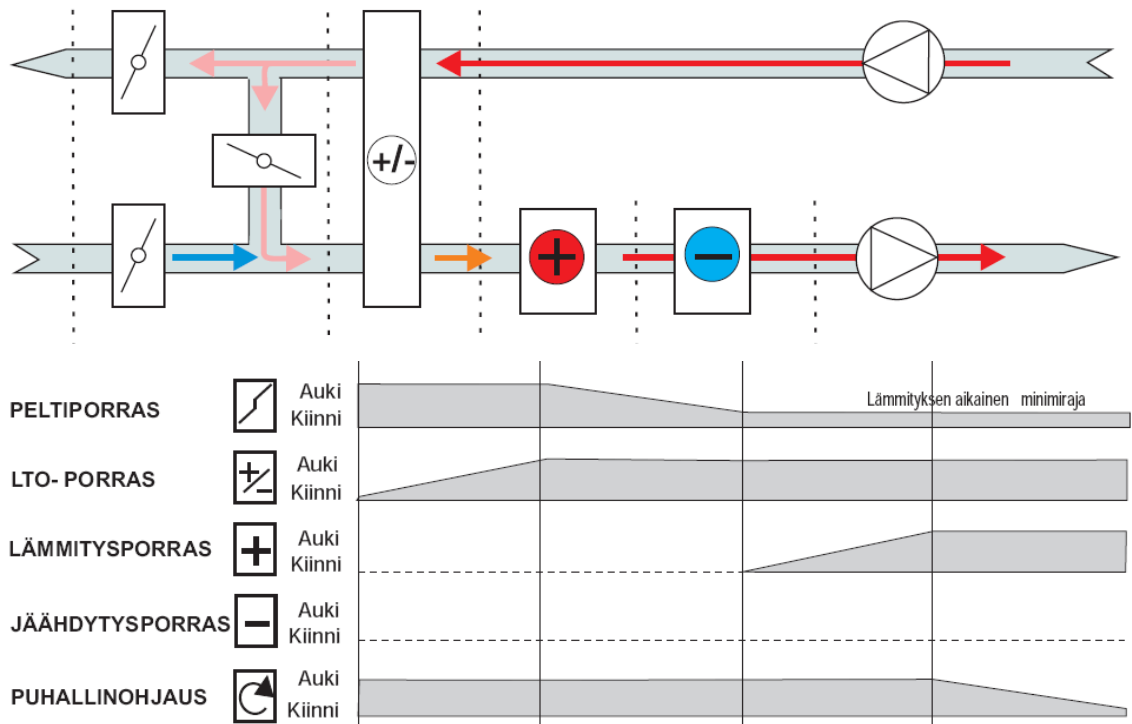
EH-105 voi ohjata myös pyöriviä-, levy- tai glykolilämmöntalteenottolaitteita ilmanvaihtokoneissa. LTO-laitteita voidaan ohjata normaali lämmitystoiminnan lisäksi kesäisin käänteisesti, mikäli sisätiloissa on viileämpää kuin ulkona. Jos LTO:n jälkeinen poistoilma laskee liian alas, säädin pienentää pyörimisnopeutta huurtumisen (jäätymisen) estämiseksi. Huurtuminen voidaan estää myös paine-erokytkimen tai paine-eroanturin avulla. Kun paineraja ylittyy, aloittaa säädin LTO:n sulatustoiminnon eli pudottaa sen

tehoa. Kun paine-ero on laskenut takaisin normaaliin, toimii LTO vielä jälkikäynnin ajan vajaatehoisena. Ilmanvaihtokone voidaan sulatusaikana joko ohjata käymään miniminopeudella tai siten, että käyntinopeus ei muutu. EH-105:ssa on LTO-portaassa PID-säätö.

Jotta haluttu tuloilman lämpötila saavutetaan, joudutaan prosessissa usein käyttämään joko lämmitys- tai jäähdytyspatereita. EH-105 voi ohjata lämmityspiirissä joko vesipattereita tai sähköpatereita. Sähkölämmityksessä patterin teho menee nolnaan hälytyksen tullessa virtausvartijalta, suodattimen tai puhaltimen minimipaineesta tai A-luokan hälytyksestä. Vesipatterikäytössä säädin turvaa patteria jäätymissuoja-anturilla, joka asennetaan patterin paluuvesiputkeen. Lämpötilan laskiessa alle asetetun arvon ilmanvaihtokoneen puhallin pysähtyy ja säädin tekee A-luokan hälytyksen. Sähköpatteria käytettäessä ei tarvita jäätymissuojaa.

Jäähdytystä voidaan ohjata joko käänteisillä LTO:n ja peltiportaen toiminnalla, yötuuletuksella tai koneellisella jäähdytyksellä. Koneellinen jäähdytys voidaan toteuttaa kahdella erilaisella tavalla. Glykolipatterilla voidaan käyttää jatkuvaa säätöä, jossa säädin ohjaa patterin venttiilimoottoria 0...10 V:n tasajännitteellä. Magneettiventtiileillä toteutetaan on/off-tyyppinen säätö, jolloin magneetteja ohjataan 0...10 V:n tasajännitteellä EHR-jänniteohjattujen releiden tai EH-686:n kautta. Koneellista- tai yöjäähdytystä käytettäessä on ulkoanturin oltava ulkona (ei raitisilmakanavassa) ja huoneanturin huone-tilassa (ei poistoilmakanavassa). Jäähdytys toimii PI-säädön avulla.

Jotta ilmanvaihdon yhteydessä hukkaan menevää energiaa saadaan hyväksikäytettyä, voidaan ilmanvaihtokoneet ohjata niin sanotun sarjasäädön mukaan (kuva 11). Lämmityksessä lämmöntalteenoton saavutettua maksimitehonsa alkavat peltiportaen kiertoilmakanavan sulkupelti avautua ja raitisilmapelti sulkeutua. Kun pellit ovat saavuttaneet minimiraitisilma-asennon, alkaa lämmityspatteri lämmittää. Jotta energiaa säästyisi, koneen teho vielä puolittuu asetetun pakkasrajan mukaan.



Kuva 11. Sarjasäädön periaate

### Ohjelmointi

EH-105:een on mahdollista asettaa monipuoliset aikaohjelmat. Normaalin viikko-ohjelman lisäksi on mahdollista asettaa erikoispäiväohjelma, jossa lisätään viikkoon ylimääräinen päiväohjelma tietyksi ajaksi esimerkiksi kesäsunnuntait, tai poikkeuskalenteriohjaus, jossa voidaan muuttaa jonkin tietyn kalenteripäivän ohjausta esimerkiksi juhlapyhät.

EH-105 on myös helppo kytkeä tietokoneeseen. Tällä tavalla säätimen tietoja voidaan tarkastella tietokoneeseen asennettavan konfigurointiohjelman avulla (kuva 12). Lisäksi ohjelmalla voidaan määrittää asetus- ja viritysarvot sekä aikaohjelmat, jotka voidaan tulostaa myöhemmin virityspöytäkirjan muodossa. Ohjelmasta saadaan myös säätimen kytkentäkaavio. [6]



Konfigurointi | Kytkenkäkaavio

**EH-105 konfiguraatio**      Laitetyyppi: EH-105      Ohjelmaversio: >= V1.42      Tunnista laite

**Toimintatapa**

Lämpötilan ohjaustapa: Huone-ohjattu

IV puhallimet: Puhallinien ohjaus: Taajuusmuuttaja, Taajuusmuuttajan ohjaustapa: Min-max paine

Peltiporras: Peltiporras toimintatapa: ON/OFF, Kesätoiminto: Ei käänteinen

LTD-porras: LTD-porras toimintatapa: Käytössä, Huutumisuojaustapa: Painelähtin, IV teho sulatusaikana: IV teho ei muutu

Lämmitysporras: Lämmitysportaan toimintatapa: Vesipatteri, Jäähdytysporras: Jäähdytysportaan toimintatapa: Jatkuva säätö

24 VAC lähtöjen valinnat: 24 VAC lähtö 42: Jäähdytyspiirin pumppu, 24 VAC lähtö 43: Lämmityspiirin pumppu, 24 VAC lähtö 51: Pelti ON/OFF

Pysäyttävien hälytysten etäkuittaus sallittu       TF ja PF ristinäilytykset käytössä

**IV tehon ohjaus**: Rajoitus ulkolämpötilan mukaan: Käytössä, Rajoitus sarjasäädöllä: Ei käytössä, Tehostus CO2:n mukaan: IV auto/kytkin,  IV käynnistys CO2 minimirajalla, Tehostus huonelämmön mukaan: IV auto/kytkin, Tehostus kosteuden mukaan: Ei käytössä

**Toimilähteiden valinnat**: Peltiporras toimilähte: 24VAC ON/OFF 51, LTD-porras toimilähte: 0-10V, Lämmitysportaan toimilähte: 0-10V, Jäähdytysportaan toimilähte: 0-10V

**Digitaalitulojen valinnat**: Digitaalitulo 21: TF 1/1 käyntitieto, Digitaalitulo 22: PF 1/1 käyntitieto, Digitaalitulo 23: Kytkinohjaus 1/1, Digitaalitulo 24: Kytkinohjaus AUTO, Digitaalitulo 25: Lämmityspumpun käyntitieto, Digitaalitulo 26: Jäähdytyspumpun käyntitieto, Digitaalitulo 27: Hätä seis

**Analogiatulojen valinnat**: Mittaus 1 (NTC): Ulkolämpötila, Mittaus 2 (NTC): Tulolämpötila, Mittaus 3 (NTC): Poistolämpötila, Mittaus 4 (NTC): Huonelämpötila, Mittaus 5 (NTC): Patterin paluuvesi, Mittaus 6 (NTC): Tulolämpötila B, Mittaus 7 (0-10 V): CO2-pitoisuus, Mittaus 8 (0-10 V): Tuloilman paine, Mittaus 9 (0-10 V): Poistoilman paine, Mittaus 10 (0-10 V): Tulosuodattimen PDE, Mittaus 11 (0-10 V): Poistosuodattimen PDE

**Toiminnasta koodi** → **Toimintakoodi:** P1TvP o0J51 25473 GEFKL SUOQY uR **Koodista toiminta** →

Laiteosite: 0      Kohde: Ouman Finland Oy      Sisältö: Tuotantotilojen ilmastointi      Päivämäärä: 26.06.2005  
Nimi:

Kuva 12. Yleisnäkyä EH-105:n konfigurointiohjelmasta

#### 4.3 Muut säätö-, ohjaus- ja valvontajärjestelmät

##### **Ouman EH-686**

EH-686 on yleiskäyttöinen ohjaus- ja valvontayksikkö, joka voidaan ohjelmoida käyttökohteen tarpeiden mukaisesti. Ohjelmointi tapahtuu PC:llä siihen tarkoitettun konfigurointiohjelman avulla.

Ohjausyksikkö voi toimia RS-485-väylässä isäntälaitteena, joka mahdollistaa kommunikoinnin GSM-modeemin välityksellä usealle laitteelle. Mikäli halutaan web-selainpohjainen käyttö, EH-686 kytketään EH-net-palvelimeen Modbus-väylän kautta.

EH-686:een voidaan kytkeä 8 samanaikaista mittausta joko siten, että mittauksista 4 on NTC-mittausta ja 4 lähetinmittausta, tai siten, että kaikki 8 on potentiaalivapaita kosketintietoja. Yksikössä on myös 6 relettä, jotka voidaan ottaa joko 230 VAC- tai 24 VAC/DC-käyttöön. Lisäksi siinä on 2 analogista 0...10V:n ohjauslähtöä.

Releitä voidaan ohjata joko automaattisesti aikaohjelmien mukaan tai jatkuvana ja ajastettuna on/off-toiminnalla. Ajastuksessa releelle annetaan haluttu tila tietyksi ajaksi. Asetetun ajan jälkeen rele palaa automaattiohjaukseen. Automaattiohjauksessa releille ohjelmoidaan viikko-ohjelma, jonka mukaan ne toimivat. Näin voidaan ohjata esimerkiksi kiukaat, ovilukot, lämmönpudotukset ynnä muut. Normaalista viikko-ohjelmasta poikkeaville päiville voidaan tehdä poikkeuskalenteri tai erikoispäiväohjelma.

EH-686-ohjausyksikkö on mahdollista toteuttaa sähkökatkosten varalta akkuvarmennutuna. Akkuvarmennus kuitenkin antaa ulos 12 VDC, jolloin releet putoavat pois käytöstä. Releet voidaan ohjelmoida normally closed (NC)-tilaan, jolloin sähkön katketessa yksikkö antaa hälytyksen akkuvarmennuksesta.

Ouman EH-686:n käyttöjännite on 24 VAC, jolloin se vaatii muuntajan toimiakseen. Ohjausyksikkö on mahdollista kiinnittää DIN-kiskoon jolloin sen saa siististi asennettua sähkökeskukseen tai omaan koteloonsa. Moduulin suojausluokka on IP20. [6]

#### 4.4 Väylätekniikka

1980-luvulta alkoi esiintyä erilaisia kenttäväyläratkaisuja. Ne olivat pääosin valmistaja-kohtaisia suljettuja ratkaisuja, jotka palvelivat tiettyä osaa kiinteistössä esimerkiksi valistuksen ohjausta tai kulunvalvontaa. Näiden eri valmistajien järjestelmien yhdistäminen olikin usein hankalaa, epävarmaa sekä kallista. Tällaisia järjestelmiä on vielä nykyäänkin käytössä, mutta yleinen suuntaus on avoimiin ja valmistajariippumattomiin järjestelmiin.

Oumanilla on käytössä kolme eri väylävaihtoehtoa joihin laitteet voidaan yhdistää. Yhtenä väyläratkaisuna käytetään omaa, EH-485, protokollaa ja kahdessa muussa taas kansainvälisesti standardoitua protokollaa. [7, s. 101.]

##### 4.4.1 RS-485

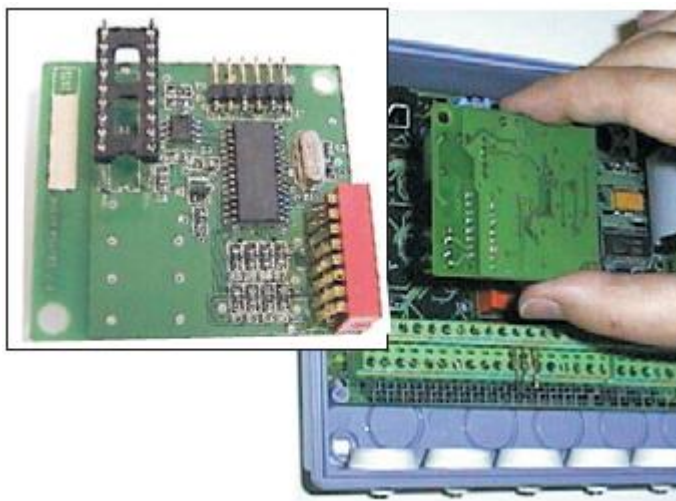
Lyhenne RS tulee sanoista Recommended Standard. RS on Electronics Industries Associationin (EIA) tekemä standardi, josta RS-485 on yksi variaatio sarjaliikenteessä.

RS-485-väylä perustuu differentiaaliseen tiedonsiirtotapaan, jossa signaali lähetetään kahta johdinta pitkin siten, että toinen signaali on käännettynä, esimerkiksi johtimessa A menee +2 V:n jännite ja johtimessa B -2 V:n jännite. Kun signaali vastaanotetaan, jännitteet kumoavat toisensa. Etuna on se, että mahdolliset häiriöt myös kumoavat toisensa, mutta alkuperäinen signaali tulee kaksinkertaisena. Maksimitiedonsiirtonopeudeksi 15 m:n linjalla saadaan 10 Mbit/s ja maksimietäisyydellä 1 200 m nopeutta saadaan 100 kbit/s.

Oumanin laitteet käyttävät kolmejohtimellista (yksi maajohdin), vuorosuuntaista (engl. half duplex) RS-485-väylää, jossa on oma EH-485 protokolla. Tämä on kaksisuuntainen järjestelmä, jossa lähettäjän ja vastaanottajan roolit voivat vaihtua. Tässä järjestelmässä voi olla vain yksi lähettäjä kerrallaan, jolloin laitteet toimivat vuorollaan.

Oumanin EH-686-ohjausyksikköä voidaan käyttää valmiiksi RS-485-väylän isäntälaitteena. EH-105:n sekä EH-200-sarjan säätimet vaativat erillisen väyläsovittimen liittyäkseen RS-485-väylään. Sovitin asennetaan säätimen sisään, jolloin se ei tarvitse lisätilaa (kuva 13). Lähettäviä ja vastaanottavia laitteita voi olla väylässä yhteensä 32, ja jokaiselle annetaan omat osoitteet. Lisäksi väylän ensimmäiselle sekä viimeiselle laitteelle asennetaan 120  $\Omega$ :n päätevastukset.

RS-485-väylää käytetään, kun Oumanin automaatiolaitteet halutaan etäkäyttää GSM:n avulla. Tällöin väylään asennetaan myös GSM-modeemi, joka kytketään isäntälaitteeseen. [8; 6.]

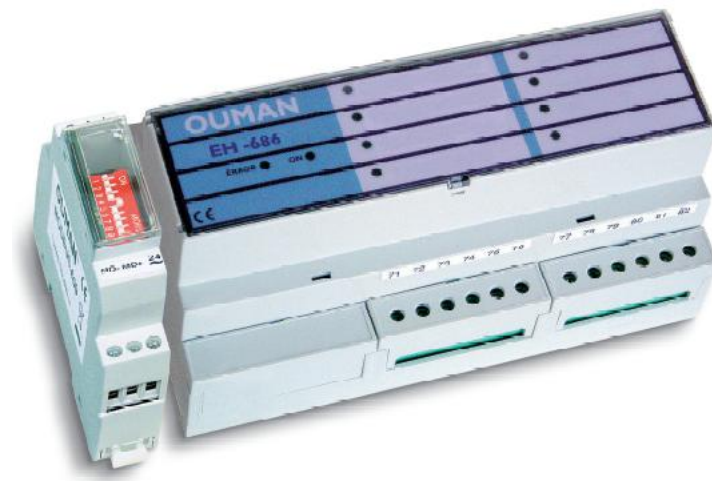


Kuva 13. Sovitinkortti RS-485-väylään ja asennus Oumanin säätimeen.

#### 4.4.2 Modbus

Modbus on sarjaliikenneprotokolla, jota käytetään niin elektroniikassa kuin teollisuudessaakin. Sen etuja ovat avoimuus, lisenssimaksuttomuus, helppo käyttöönotettavuus sekä se, että se ei tottele laitevalmistajien asettamia datansiirron rajoituksia. Modbus-protokollia on useita, mutta Oumanin laitteet käyttävät RTU-protokollaa.

Ouman käyttää Modbus-väylää silloin, kun automaatiojärjestelmää halutaan selata etänä Internetin kautta. Pohjana toimi RS-485-väylä Modbus protokollalla. Tällöin siis vanhan Oumanin laitteilla toteutetun GSM-ohjatun järjestelmän laajentaminen web-selattavaksi ei vaadi muutosta väylään. Laitteille täytyy kuitenkin vaihtaa Modbus-väylään sopivat sovitinkortit (myös EH-686:lle, katso kuva 14) ja isäntälaitetta ei tarvita. Selainkäytössä väylään tulee myös EH-net-web-palvelin. [9; 6.]



Kuva 14. EH-686 sekä Modbus-600-väyläsovitin.

#### 4.4.3 LON

Lyhenne LON tulee englannin kielen sanoista Local Operating Network. LON-väylätekniiikan sekä siihen soveltuvan LonTalk-tiedonsiirtoprotokollan perusti yhdysvaltalainen Echelon Corporation. Väylärakenteena voidaan käyttää kierrettyä parikaapelia, valokuitukaapelia, sähköverkkoa tai radiotaajuuksia. LonWorks on avoin järjestelmä, jossa yksiköiden toiminta perustuu niiden omaan tietoisuuteen, jolloin ne eivät välttämättä tarvitse ohjausta ylemmältä tasolta.

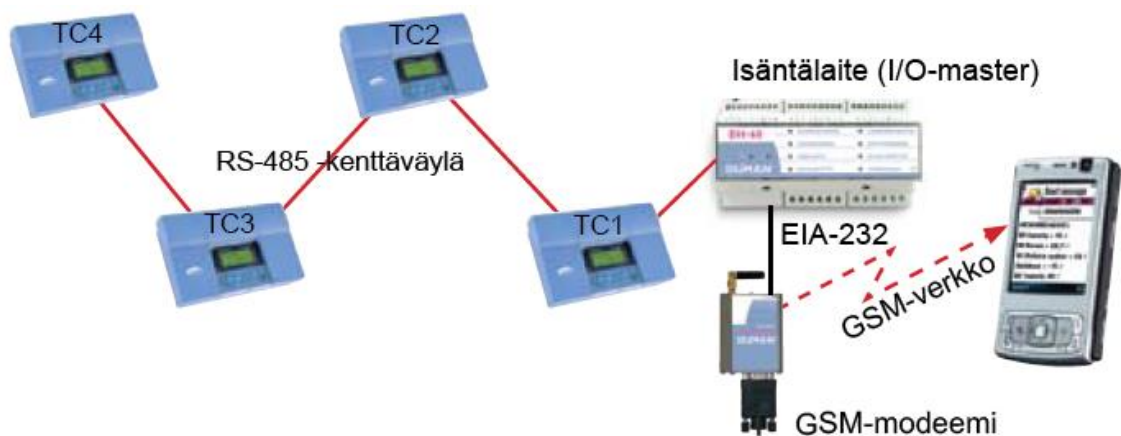
EH-105 sekä EH-200-sarjan tuotteet on mahdollista liittää LON-väylään (FTT-10A, 78 kbit/s) LON-100- sekä LON-200-sovitinkorttien avulla. [5, s. 9; 6.]

## 4.5 Lisävarusteet

### 4.5.1 GSM-ohjaus

GSM-modeemin avulla Oumanin säätimet voidaan kytkeä GSM-ohjaukseen. Tällöin säädintä voidaan ohjata tekstiviestein tai kännykän graafisella käyttöliittymällä. Graafian toisto vaatii kuitenkin toimiakseen puhelimeen Nokian kehittämän Symbian S60- tai S80-käyttöliittymän sekä vapaasti ladattavan Ouman-mobiilisovelluksen. Useamman Ouman-laitteen kytkeminen GSM-modeemin perään vaatii RS-485-väylän käyttöä. Kuva 15 esittää RS-485-väylän periaaterakenteen.

Hälytyksen sattuessa säädin lähettää tekstiviestin siihen asetettuihin numeroihin (2 kappaletta). Hälytyksen voi kuitata lähettämällä saman viestin takaisin. Tekstiviestillä voi myös joko ohjata säädintä tai siltä voi pyytää tietoja esimerkiksi senhetkisistä mitaustiedoista. Ouman edellyttää GSM-käytössä liittymälle saldorajaa, jotta vikatilanteessa kustannukset eivät nousisi kohtuuttomiksi. [6]



Kuva 15. RS-485-väylän laitteet liitettynä GSM-modeemiin.

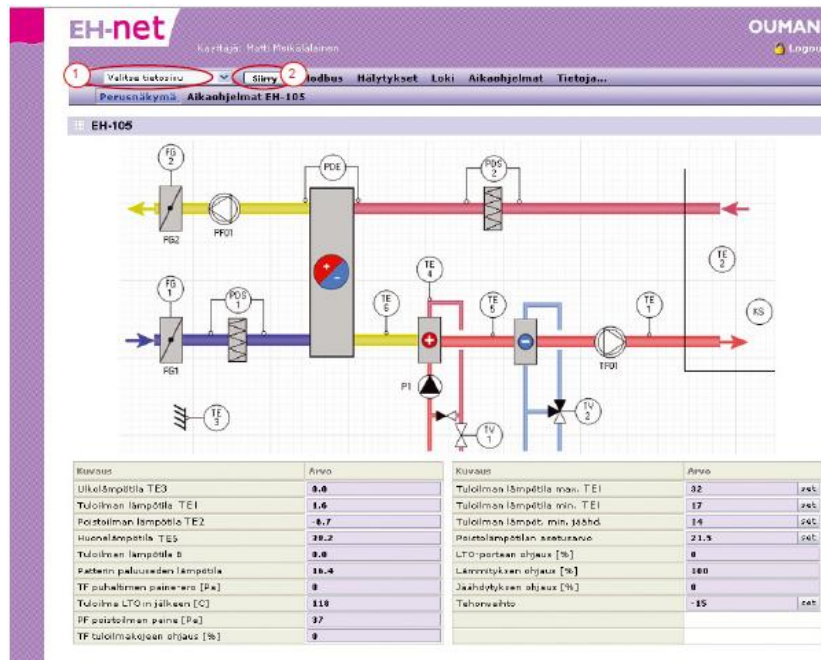
#### 4.5.2 EH-net

Oumanin EH-105 ja EH-200-sarjan säätimet sekä EH-686-ohjausyksikkö voidaan kaikki kytkeä EH-net-palvelimeen. EH-net on selainpohjainen etäohjaus- ja valvontaratkaisu, joka ei vaadi tietokoneeseen erillistä lisäohjelmaa toimiakseen.

EH-netin avulla voidaan kaikki rakennuksen keskeiset toiminnot ohjata Internet-selaimella paikasta riippumatta. Tämä mahdollistaa useiden prosessien tarkastelun samasta käyttöliittymästä, mikä helpottaa säätöjen optimointia ja siten parantaa energia- tehokkuutta. Internet-yhteyden katketessa ongelmia ei synny, sillä Ouman säätimet jatkavat toimintaansa itsenäisesti.

EH-net laitteet liitetään yhteen Modbus-väylän avulla. Väylästä saadaan hälytys lähetettyä sähköpostiin tai GSM-puhelimeen. GSM-hälytyksiin väylään tulee liittää GSM-modeemi.

EH-netin käyttäjät jaetaan neljään eri tasoon. Ylimpänä on ylläpitäjä, jolla on kaikki oikeudet käyttää ja muokata palvelinasetuksia. Ylläpitäjänä voi toimia automaatioura-koitsija. Toisena tulee pääkäyttäjä, joka voi lisätä kirjoitus ja lukuoikeudellisia käyttäjiä muttei pääse muokkaamaan palvelimen asetuksia. Nämä toiminnot voi olla esimerkiksi isännöitsijällä. Kolmantena ovat kirjoitusoikeudelliset käyttäjät, joilla on pääsy hälytyk- siin, aikaohjelmiin sekä Modbus- ja lokinäkymiin. Tällä oikeudella käyttäjä voi kuitata hälytykset sekä muuttaa aikaohjelmia ja asetusarvoja. Kirjoitusoikeudet voidaan antaa esimerkiksi asukkaille (kuva 16). Viimeisenä ovat lukuoikeudet, joilla voi selata perus- näkymää, katsoa hälytyksiä sekä tarkastaa aikaohjelmia. Hälytyksiä ei voi kuitenkaan kuitata eikä aikaohjelmia muuttaa. Esimerkiksi vartiointiliikkeet voivat olla lukuoikeudel- lisiä. [6]



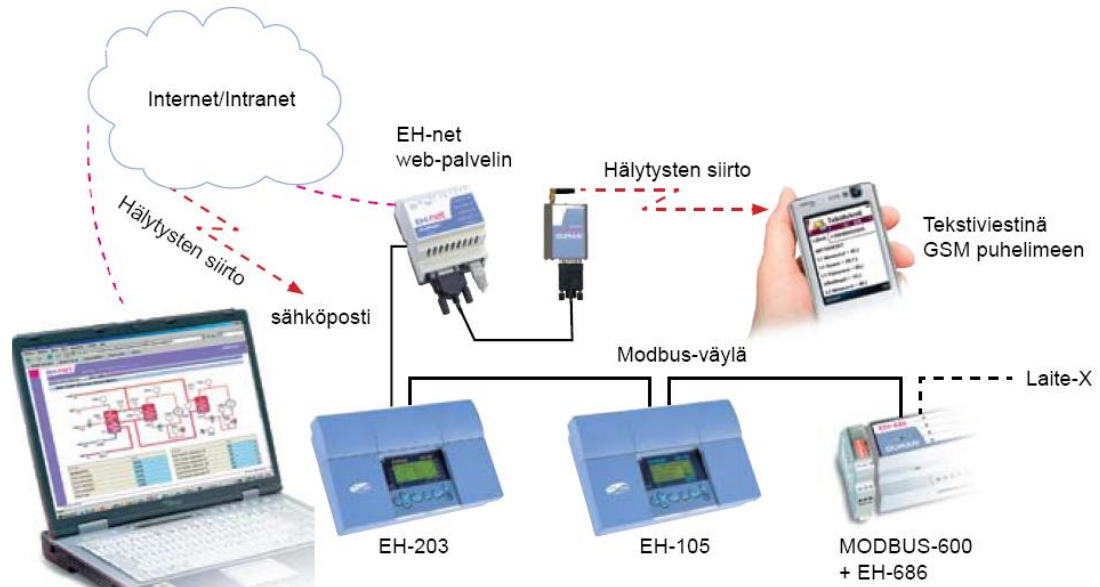
Kuva 16. Esimerkki EH-net-kirjoitustason perusnäköymästä.

#### 4.5.3 Trendiohjelma

Kytettäessä EH-105:n tai EH-200-sarjan säädin tietokoneen COM-porttiin voidaan Ouman Trend-ohjelman avulla kerätä mittaustietoja säätimiin kytketyistä mittauksista ja ohjauksista. Kerätyt tiedot tulevat graafisesti pc:n näytölle, ja tiedot voidaan tallentaa myöhempiä tarkasteluita varten. Toiminto on kätevä, jos säätimen ohjaamia toimintoja täytyy analysoida ja tarkkailla. [6]

#### 4.6 Kokonaisuus

Oumanin tarjoamilla laitteilla saadaan rakennettua hyvinkin laaja automaatiojärjestelmä, joka ei rajoitu ainoastaan asuinkiinteistöihin. Väylätekniikan avulla kiinteistöjen eri prosessien säätimet voidaan yhdistää, jolloin yhteistä tietoa voidaan kuljettaa säätimeltä toiselle. Selain- ja GSM-ohjauksen ansiosta järjestelmästä saadaan reaaliaikaista tietoa laitteiden toiminnasta. Etenkin hälytystilanteessa tästä tekniikasta on äärimmäistä hyötyä, kun huoltomies saadaan välittömästi paikalle. Kuvassa 17 on esitetty järjestelmää havainnoiva kuva.



Kuva 17. Oumanilla toteutettu järjestelmä, jossa on selain- sekä GSM-käyttömahdollisuudet.

## 5 Toteutus käytännössä

Työn tarkoituksena ei ole vertailla kiinteistöjen vanhaa automaatiojärjestelmää uuteen eikä pohtia, miten se ennen oli rakennettu tai toiminut. Työssä kerrotaan, kuinka kohteista on saatu toimivat kokonaisuudet uusimalla halutun prosessin automaatiojärjestelmä.

Käytännön esimerkkejä on kaksi. Ensimmäisessä esimerkissä kerrotaan 1980-luvulla rakennetun asuinkiinteistön alakerrassa toimivien liiketilojen ilmanvaihdon automaatiolaitteiston uusimisesta. Toisessa taas aiheena on 1970-luvulla rakennetun taloyhtiön automaation saneeraus.

### 5.1 Esimerkkikohte 1

#### 5.1.1 Kohteen esittely

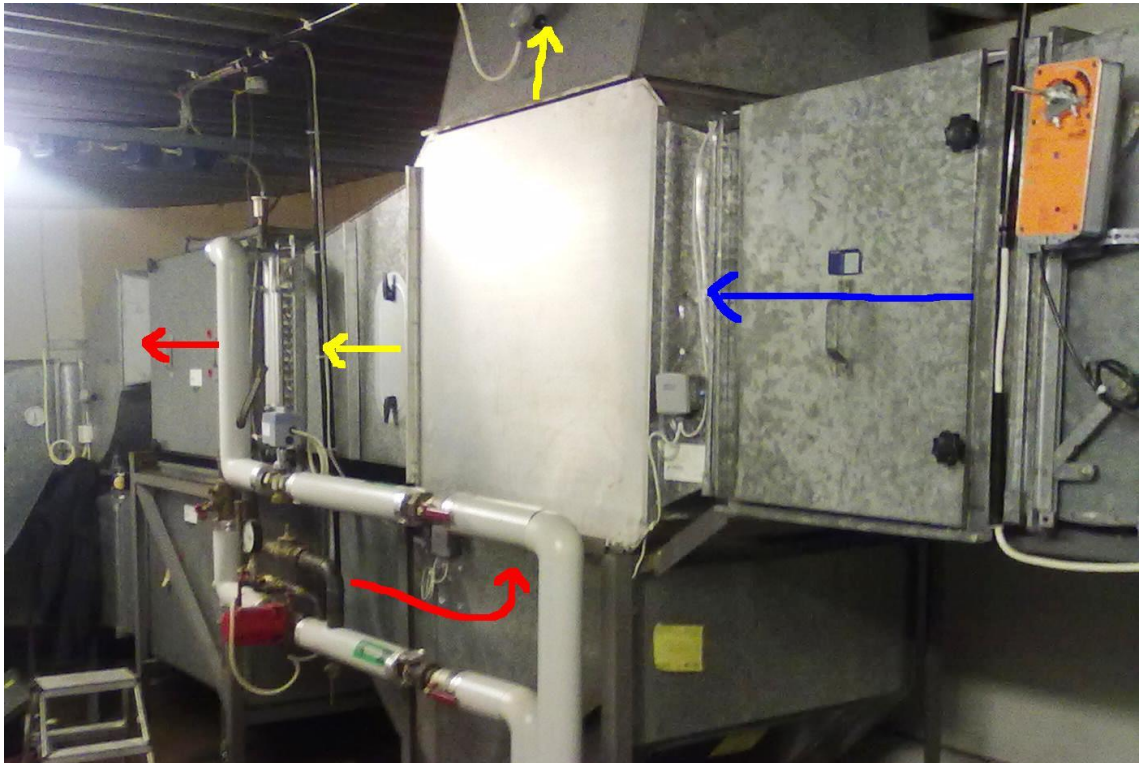
Esimerkin rakennus on rakennettu vuonna 1981. Se on nelikerroksinen betonielementtitalo, jonka alakerrassa on liiketiloja. Rakennus sijaitsee Etelä-Suomessa.



Kiinteistön koko automaatiikka on tarkoituksena uusia, mutta vanhalle järjestelmälle on päätetty antaa vielä hieman lisääaikaa. Liiketilojen osalta ilmanvaihdon ohjaus- ja säätöjärjestelmä sen sijaan on tarkoitus saada aikaisemmin kuntoon.

### 5.1.2 Ilmanvaihtokone

Ilmanvaihto koostuu tulo- sekä poistoilmakoneesta (kuva 18). Kun ilma otetaan koneeseen, se saapuu tulopuolelta ohittaen raitisilmapellin sekä suodattimen ja siirtyy levy LTO:n kautta lämmityspatterille. Lopuksi ilma virtaa puhaltimen sekä kanavan kautta liiketiloihin. Poistoilmakanavien kautta ilma palaa ilmanvaihtokoneelle sen poistopuhaltimelle ja suodattimen läpi LTO-laitteelle ja ulos. Ilmanvaihto pitää toteuttaa siten, että rakennus jää ulkoilmaan nähden alipaineiseksi, jotta voitaisiin välttyä kosteusvaurioilta rakenteissa sekä mikrobien aiheuttamilta terveyshaitoilta.



Kuva 18. Tuloilma saapuu oikealta ja LTO:n sekä patterin kautta siirtyy lämpimänä huoneisiin.

### 5.1.3 Toteutus

Koska automaatio uusittaisiin ainoastaan yhdelle ilmanvaihtokoneelle, riitti kun säätöyksiköksi valittiin yksi EH-105, joka tarpeen vaatiessa voidaan liittää myös osaksi suurempaakin automaatiojärjestelmää. Vanhasta järjestelmästä ei säästetty toimilaitteita

eikä antureita. Ainoastaan osa niistä kaapeleista sekä kaapelireiteistä, joita pystyttiin käyttämään uudelleen, säästettiin.

Tulokanavaan peltimoottoriksi valittiin Belimon AFR24-SR, jonka käyttöjännite on 24 VAC. Ajoaika moottorilla on 160 s, ja se on jousipalautteinen. Peltiä ohjataan siten että kun kone on menossa päälle, on moottorilla lyhyt avausaika ennen kuin puhaltimet käynnistyvät. Näin vältetään käynnistyksestä johtuva painepiikki kanavistossa. Jousi sulkee pellin, jos puhaltimet pysähtyvät ohjatusti tai sähkökatkon vuoksi.

Lämmön talteenotto oli toteutettu levylämmönsiirtona. Levylämmönsiirtimessä tulo- ja poistoilmat erotetaan metallilevyillä toisistaan. Kun lämmin poistoilma kulkee siirtimen kautta, se lämmittää levyjä, jotka lämmittävät puolestaan seinämän toisella puolella virtaavaa kylmää tuloilmaa. Ulkoilmalle ei ollut kiertokanavaa, joten ilma menee aina LTO:n läpi. Poistokanavalle ei ollut sulkupeltiä. [2, s. 65.]

Patterin venttiiliin moottoriksi asennettiin Oumanin M41A15, jolle annetaan 24 VAC:n käyttöjännite ja ohjaus tapahtuu 0–10 VDC:n viestillä. Nopean ajoaikansa johdosta se on hyvä moottori ilmanvaihtokoneen patterin venttiiliin.

Mittalaitteiksi valittiin Proidualin anturit (kuva 19). Kaapeloinnissa käytettiin suojattua KLMA 4x0,8+0,8 kaapelia. Lämpötilaa mitattiin lämmityspatterista, ulkoilmasta, tulo- ja poistoilmasta sekä poistosta LTO:n jälkeen. Ilman lämpötilaa mittaaviksi antureiksi valittiin TEK NTC-10. Nimi kertoo, että anturissa on 10 k $\Omega$  NTC-termistori eli vastus (engl. Negative Temperature Coefficient), jonka resistanssin lämpötilakerroin on negatiivinen, eli kun lämpötila kasvaa, resistanssi pienenee. Patterin veden lämpötilaa mitattiin TEV-anturilla, jossa on sama 10 k $\Omega$  NTC-termistori. Tärkeää tässä jäätymissuojan anturin asentamisessa on se, että se laitetaan nimenomaan patterin paluuveden puolelle, jolloin saadaan sen matalin todellinen lämpötila-arvo. Koneen seisona-aikana patterin paluuveden asetusarvo on 25 °C .

Paine-eroa mitattiin molempien kanavien suodattimilta. Tämän tarkoituksena on saada tieto, kun suodatin on likainen ja tarvitsee vaihtoa. Mittalaitteena käytettiin PEL-2000-paine-erolähetintä. Mitta-alueeksi valittiin 0...500 Pa. Lähettimen mittaviesti on 0...10 VDC ja käyttöjännite 24 VAC.



Kuva 19. Käytetyt Produalin anturit. Vasemmalta PEL-2000, TEK NTC-10, TEV NTC-10.

Puhaltimet olivat kolmivaiheisia, tehoiltaan 3 kW, pyörimisnopeudeltaan 1430 rpm ja virtaa ne ottivat noin 7 A. Alun perin moottorit toimivat yhdellä nopeudella, mutta uuden järjestelmän haluttiin ohjaavan puhaltimia taajuusmuuttajilla, jolloin käyttöön saataisiin kahdella eri nopeudella toimiva ilmanvaihto. Sopivat taajuusmuuttajat olivat Mitsubishin D700-sarjan tuotteet (kuva 20). Puhaltimille määritettiin toiminta-alue, joka asetettiin korkeimmilleen 50 Hz:iin ja matalimmilleen 25 Hz:iin, eli niin sanottuihin täys- ja puolitehoihin. Tätä aluetta käytetään lineaarisesti ohjaustarpeen muuttuessa. Syöttö tuotiin MMJ 5x2,5 S kaapelina turvakytkimen kautta. Taajuusmuuttajasta puhaltimelle käytettiin hyvin häiriösuojaukseen soveltuvaa MCCMK 3x2,5/2,5 kaapelia.



Kuva 20. Tulo- sekä poistokoneiden taajuusmuuttajat asennettiin seinälle vierekkäin.

Taajuusmuuttajille oli vielä vietävä säätimeltä ohjauskaapelit. Säätimen releet 1 ja 2 otettiin käyttöön ja niihin kytkettiin puhaltimien käyntiluvut. Lisäksi taajuusmuuttajille täytyi viedä ohjaus, ja sieltä piti saada takaisin käyntitieto. Näin ollen säätimen ja taa-

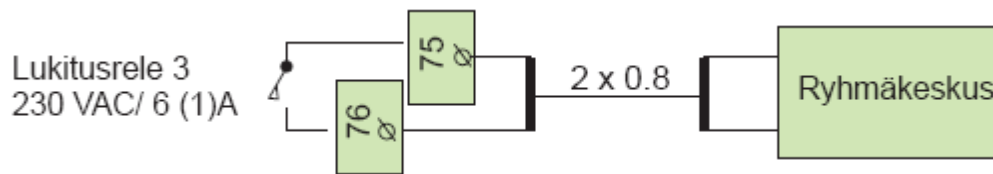
juusmuuttajien väliin tarvittiin 6 johdinparia per taajuusmuuttaja. Kaapelointi toteutettiin neljällä KLMA 4x0,8+0,8 kaapelilla.

Jotta energiakulutusta saatiin laskettua, haluttiin, että puhaltimet olisivat käynnissä ainoastaan silloin, kun niille olisi käyttöä. Koska liiketilojen käyttöaika oli ainoastaan arkipäivisin kello 7.30–16.30, asetettiin säätimeen aikaohjelma, jonka mukaan ilmanvaihto ohjataan käynnistymään 6.30 ja sammumaan 17.30. Viikonloppuisin koneet ovat seis.

Energiatehokkuuden parantamiseksi ohjelmoitiin säädin laskemaan pakkasella puhaltimien tehoja. Ulkoilman lämpötilan laskiessa alle  $-5\text{ °C}$  aloittavat taajuusmuuttajat tehon pudotuksen. Tehon pudotus tapahtuu lineaarisesti, kunnes lämpötila saavuttaa  $-10\text{ °C}$ , jolloin ohjaus on puoliteholla.

Ilmanvaihtokonetta päätettiin ohjata poistoilman lämpötilan mukaan. Tällöin säätimeen asetetaan poistoilmalle asetusarvo. Ohjaukseen säädin mittaa ennen LTO-laitetta tulevan poistoilman lämpötilan, jonka perusteella säädetään tiloihin puhallettavan tuloilman lämpötila. Tuloilmalle on kuitenkin asetettu ylä- ja alaraja, jottei säädin halua liian kylmää tai kuumaa ilmaa tiloihin. Säädetäviä kutsutaan kaskadisäädöksi, jossa kahden prosessin arvoilla säädetään näistä vain toista.

Ilmanvaihtokoneelle saattaa samanaikaisesti olla ristiriitaisia tehonohjaustarpeita. Esimerkiksi viikko-ohjelma haluaa ohjata koneita täysillä, mutta ulkolämpötilasta johtuva tehonrajoitus määrää tehon puolelle. Tämän takia ohjaukset on priorisoitava. Liitteessä 2 on lista ohjausten tärkeysjärjestyksestä. Prioriteettilistassa ylempänä oleva voittaa aina alemman. Voimakkaimmat ohjaukset pysäyttävät koneet, sillä ne ovat joko ihmisen turvallisuuteen tai itse koneen turvallisuuteen liittyviä ohjauksia. Hätä-seis sekä huolto seis ovat ihmisiä varten. Koneita suojaavat hälytykset on järjestetty kahteen eriarvoiseen luokkaan. A-luokan hälytykset, esimerkiksi patterin paluuveden jäätymisvaara, pysäyttävät aina koneet, jotteivät ne vaurioituisi. Seis-pakkoajot ja A-luokan hälytykset katkaisevat ilmanvaihtokoneen käynnin säätimen lukitusreleen kautta (kuva 21). B-luokan hälytykset, esimerkiksi lämpötilojen poikkeamat, eivät sen sijaan aina pysäytä konetta. Hälytykset ovat listattuina liitteissä 3 ja 4. [6]



Kuva 21. IV-käyntilupa ryhmäkeskukselle.

#### 5.1.4 Lopputulos

Kun työt oli saatu päätökseen, piti laitteisto vielä testata. HavaitSIMME, että poistopuhallin pyöri väärinpäin, mutta kahden vaiheen paikkaa vaihtamalla saatiin moottori pyörimään oikein päin. Muita korjauksia ei tarvinnut tehdä. Työ saatiin nopeasti ja siististi valmiiksi.

## 5.2 Esimerkkikohde 2

### 5.2.1 Kohteen esittely

Tarkasteltava kohde on vuonna 1971 Etelä-Suomeen rakennettu taloyhtiö, joka koostuu neljästä kiinteistöstä. Rappuja yhtiössä on yksitoista ja ne sisältävät yhteensä 87 huoneistoa. Raput ovat jakautuneet A–B, C–D, E–F ja G–K taloihin, jolloin viimeisin on kaikista suurin. Kerroksia kiinteistöissä on neljä, joista asuinkerroksia on kolme. Kellarikerroksessa sijaitsevat talokohtaiset saunat, talopesula, kerhotilat, varastot sekä tekniset tilat. Hissejä ei taloissa ole. Kiinteistöt on peruskorjattu vuosina 1988 sekä 2001.

### *Ilmanvaihto*

Talojen ilmanvaihdosta vastaavat talojen poistoilmakoneet. Tuloilmaa ei ole koneellistettu asunnoissa vaan korvausilma otetaan raitisilmaventtiileistä. Saunoihin ilma saadaan tuloilmapuhaltimen avulla. Poistoilmakoneet ovat huippuimureita, joita on yhteensä 16, joista 10 huoneistoille, 4 saunoille sekä 2 kerhotiloille. Saunatiloissa tulokanavaan oli asennettu erilliset ilman lämmittimet (kuva 22).



Kuva 22. Saunatiloihin ulkoilma kulkee lämmittimen läpi.

Aikaisemmassa saneerauksessa poistopuhaltimet on otettu taajuusmuuttajalla ohjattaviksi. Niiden kunto oli hyvä, joten niiden vaihtamisen ei katsottu olevan tarpeellista.

### *Lämmönjako*

Lämmitysjärjestelmänä on vesikiertoinen patterilämmitys, joka on jaettu kahteen piiriin rakennusten perusteella. Toinen piiri lämmittää A–D rappuja, ja toinen, joka on suurempi piiri, rappuja E–K. Taloyhtiössä on yksi kaukolämpökeskus, joka sijaitsee talossa G–K. Kahden lämmityspiiriin lisäksi keskuksessa on käyttöveden lämmitys. Pumppujen sekä venttiilimoottoreiden kunnot olivat hyvät, joten niitä ei tarvinnut vaihtaa.

### *Muut huomiota vaativat asiat*

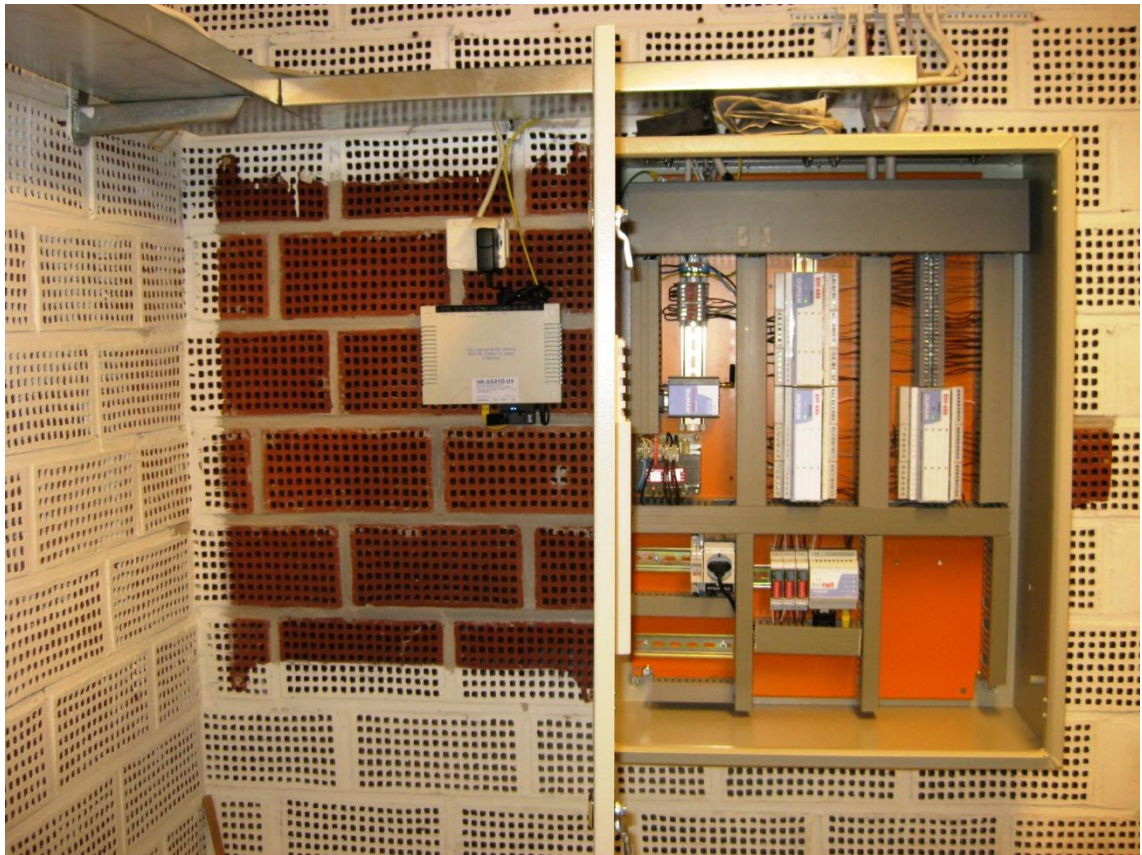
Taloyhtiön jokaisessa rakennuksessa on yhteissaunat (rakennuksessa G–K on saunoja 2 kappaletta). Kiukaiden ohjauskeskuksille tulee antaa saunavuorojen mukainen käyntilupa. Taloyhtiössä on myös yhteinen pesulatupa, kylmiö sekä kerhotila. Pesulatuvan koneille tulee antaa aikaohjelma, jonka mukaan asukkaat voivat niitä käyttää. Lisäksi kylmiön lämpötiloja halutaan seurata. Talon automaatiojärjestelmällä ohjataan myös ulkovaloja ja ovilukkoja.

### 5.2.2 Toteutus

Kaikki säädöt ja ohjaukset laskettiin yhteen ja niiden avulla alettiin luoda listaa tarpeista. Lämmönsäätimiksi valittiin EH-203, jolla saatiin hoidettua koko lämmönjakopaketin ohjaukset. Koska ilmanvaihdossa oli vain poistokoneita, katsottiin että jokaisen ohjauksen toteuttaminen EH-105-säätimellä ei olisi ollut tässä tapauksessa järkevää eikä käytännöllistä. EH-686-ohjausyksiköillä voidaan sen sijaan toteuttaa muiden ohjausten lisäksi puhallinohjauksia, joten se oli tähän kohteeseen sopivin vaihtoehto.

Yhteensä ohjausyksiköitä taloyhtiöön asennettiin 6 kappaletta. Laitteet yhdistettiin toisiinsa Modbus-väylän avulla, jolloin jokainen yksikkö sai oman sovittimen sekä väylänumeron 1–6. Laitteet otettiin EH-netin avulla etäkäyttöön. Järjestelmään asennettiin verkko- ja palomuurilaite sekä 3G-liittymä. Lisäksi GSM-modeemilla järjestelmästä saadaan hälytykset tekstiviestinä huoltomiehen matkapuhelimeen. Väylärakenne sekä laitteiden numerointi näkyvät liitteessä 5.

Lämmönjako tapahtuu G–K-talossa, jonne tulee myös kuvassa 23 oleva päävalvonta-alakeskus (VAK). Lämmönsäädin asennettiin lämmönjakokeskuksen kylkeen, jolloin kaapelimatkat antureilta ja toimilaitteilta saatiin lyhyiksi. Antureiden kaapeloinnissa käytettiin KLMA 4x0,8+0,8 kaapelia.



Kuva 23. Vanhan VAK:n kaappi saatiin uudelleenkäytettyä. Ennen kaappeja oli kaksi.

Kiinteistöjen lämmitys ohjattiin lämpökäyrän arvojen mukaan. Ulkolämpötilan mukaan säädin määrittää käyrältä lämmityspiireihin syötettävän veden lämpötilan. Lämmityspiirin veden lämpötilaa säädetään ohjaamalla kaukolämmön venttiiliä moottorin avulla haluttuun suuntaan. Venttiilimoottorille viedään syöttöjännite 24 VAC sekä ohjausviesti 0–10 VDC.

Käyttövesipiirin vaihtimeen ohjataan lämmittävä vesi samalla periaatteella kuin lämmityspiirissä. Vaihtimeen tuleva kylmä vesi kuitenkin esilämmitetään patteriverkon vaihtimen paluuedellä. Näin saadaan energian käyttö tehostettua. Kaukolämmön käyttövesivaihtimeen menevän putken venttiilin moottorin on kuitenkin oltava nopeampi kuin lämmitysverkon, jotta käyttöveden lämpötila pysyy hallinnassa käytön heilahdellessa. Lämpimän käyttöveden verkostoon asetettiin asetusarvoksi 58 °C. Säädin saa menoveden anturilta lämpötilatiedon, jonka perusteella se ohjaa venttiilimoottoria. Käyttöveden kulutusmuutoksissa säädin nopeuttaa säätöä ennakoimalla kiertovesianturin mittaustietoa. Lämmönjakokeskuksen toiminnan piirustus on esitetty liitteessä 5 ja kuvassa 24.



Ulkolämpötilan ylittäessä kesällä 19 °C lämmityspuolen venttiilit ajavat itsensä kiinni, jolloin myös lämmityksen pumput pysähtyvät. Pumppujen kiinnijuuttumisen ehkäisemiseksi säädin käyttää niitä muutaman minuutin päivässä.

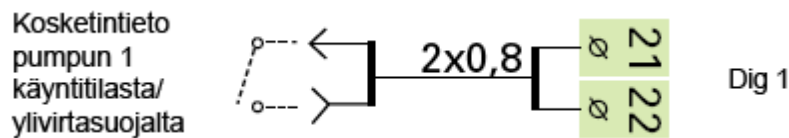


Kuva 24. Lämmönjakokeskus.

Hälytystilanteessa säätimen näyttöön ilmestyy hälytysilmoitus ja hälytysreleen kosketin sulkeutuu. Mittauksista saatavia hälytyksiä ovat anturivika, poikkeamat, käyttöveden yllilämpötila sekä jäätymisvaara. Digitaalituloista hälytykset saadaan verkoston paineesta sekä pumppujen lämpösuojista.

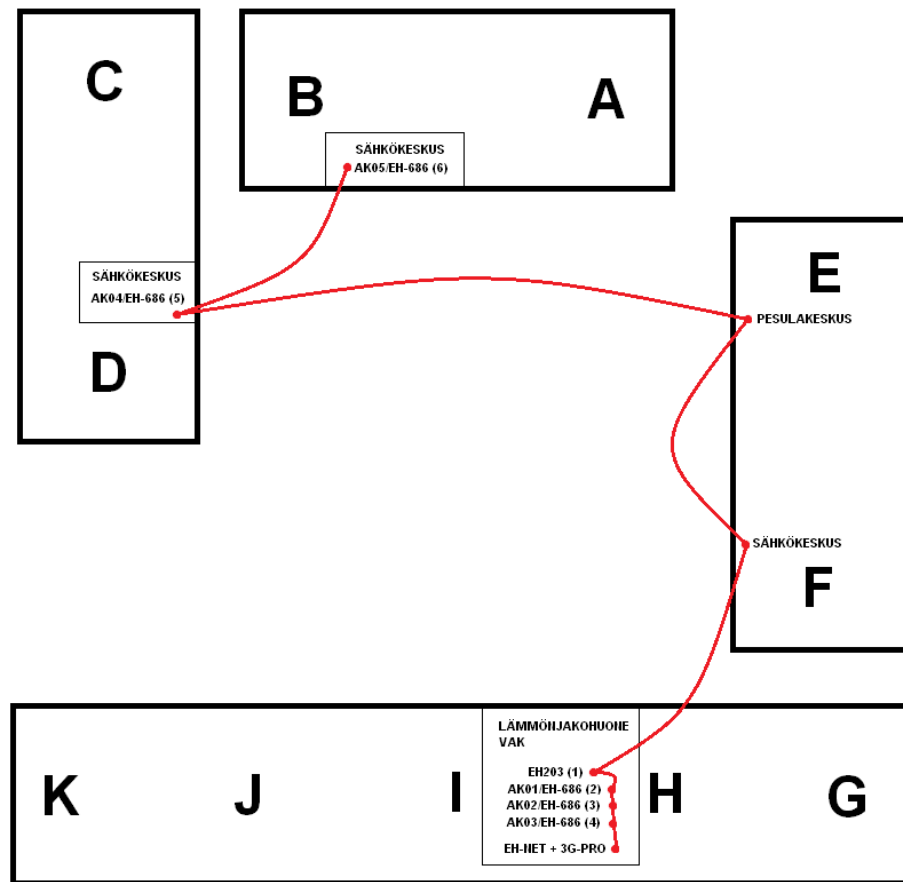
Poikkeamahälytys tulee esimerkiksi, kun lämmityksen menoveden lämpötila ylittää maksimipoikkeaman ja on siellä yli asetetun poikkeaman keston (tehdasasetus 60 minuuttia). Käyttöveden yllilämpötilahälytys tulee, kun menoveden lämpötila ylittää asetetun rajan (tehdasasetus 65 °C). Jäätymisvaarahälytys taas ilmoittaa, kun menoveden lämpötila laskee alle vapaan pudotuksen alarajasta lasketun raja-arvon.

Digitaalisista tuloista saatava hälytys perustuu ulkopuoliseen kärkitietoon (kuva 25). Kun kärjen tila muuttuu, eli piiri avautuu tai sulkeutuu, säädin saa tiedon ja syntyy hälytys. Tämän avulla saadaan tieto, kun pumpun lämpörele laukeaa. Tässä tapauksessa käyttövesipiirin pumpulle kytkettiin oma hälytyspaikka ja lämmitysverkon pumpuille yhteinen. Viimeiseen säätimen digitaalituloon kytkettiin painehälytyksen rajahälytys. Paineen ylittäessä asetetun ylä- tai alarajan, säädin hälyttää paineesta. Hälytykset siirtyvät väylää pitkin GSM-modeemille ja sitä kautta tekstiviestinä huoltomiehelle. EH-203:n kytkentäkuva on esitetty liitteessä 6.



Kuva 25. Kärkitiedon liittäminen digitaalituloon.

Selkeyden vuoksi EH-686:t nimettiin alakeskuksiksi (AK). Kolme näistä alakeskuksista asennettiin pää VAK:een ja kaksi eri rakennusten sähkökeskuksiin. Väylänä rakennusten välillä käytettiin aikaisemmin asennettua väyläliikenteeseen tarkoitettua puhelin-kaapelia. Väylä oli rakennettu kuvan 26 mukaisesti. EH-686-releillä ohjataan sähkökeskuksissa olevia kontaktoreita.



Kuva 26. Modbus-väylä kiertää kaikkien alakeskusten ja ohjauspaikkojen kautta.

### *Alakeskukset*

Poistopuhaltimien numerointi sekä niiden vaikuttavat alueet näkyvät liitteessä 7. Alakeskusten kytkentäkuvat on esitetty liitteessä 8.

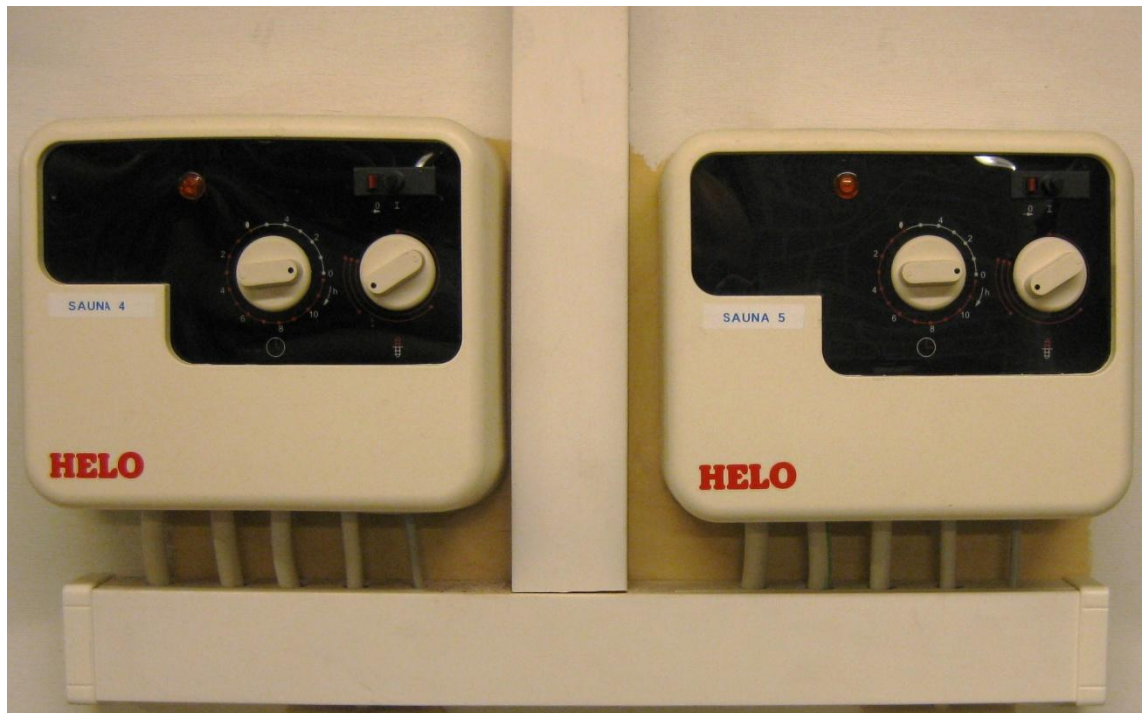
AK1 sijaitsee G–K rakennuksen lämmönjakohuoneessa päävalvonta-alakeskuksessa. Se ohjaa kolmella releellä aikaohjelman avulla taloyhtiön ulkovalaistusta, rappujen G–K poistopuhaltimien tehostusta sekä ovilukkoja. Valot eivät kuitenkaan syty, jos valoisuusanturi mittaa valoisuudeksi yli 100 luksia. Ero-alue 50 lx sekä ajastin pitävät huolen etteivät ulkovalot välky.

AK1:n mittauksiin on kytketty seitsemän kärjen tilatiedot sekä valoisuusanturi. Tilatietoina tulevat taajuusmuuttajien vikatiedot rapuista G–K, talon E–F IV-hätäseis sekä talojen G–K ja E–F siivouskytkimen tieto. Mikäli IV-hätäseis painetaan, hälytys lähtee välittömästi ja puhaltimet pysähtyvät. Taajuusmuuttajien vikakärjen avautuessa

hälytysviiveenä on 10 sekuntia. Siivouskytkimien asennosta hälytetään, jos se on ollut käsi-asennossa yli kaksitoista tuntia.

AK2 sijaitsee myös pää VAK:ssa. Se ohjaa talon G–K kerhotilan ja saunojen poistojen taajuusmuuttajia sekä kiukaita. Kerhotilan poistolla ei ole aikaohjelmaa, vaan puhaltimet pyörivät aina puoliteholla, mikäli tiloissa olevaa tehostuskytkintä ei ole painettu. Tehostus toimii päästöhidasteisesti eli tietyn ajan jälkeen ohjaus palaa puolitehoon. Kuitenkin jos pakkasta on  $-12\text{ °C}$  tai alle, koneet pysyvät puoliteholla.

Saunat 4 ja 5, jotka sijaitsevat talossa G–K, saavat kiukaanohjauskeskukseltaan (kuva 27) käyntiluvan, jota ohjataan AK2:n aikaohjelmalla. Varotoimena kiukaanohjauskeskus sammuttaa kiukaan ja antaa hälytyksen, mikäli se on ollut päällä yli 9 tuntia.



Kuva 27. Saunojen 4 ja 5 kiukaanohjauskeskukset.

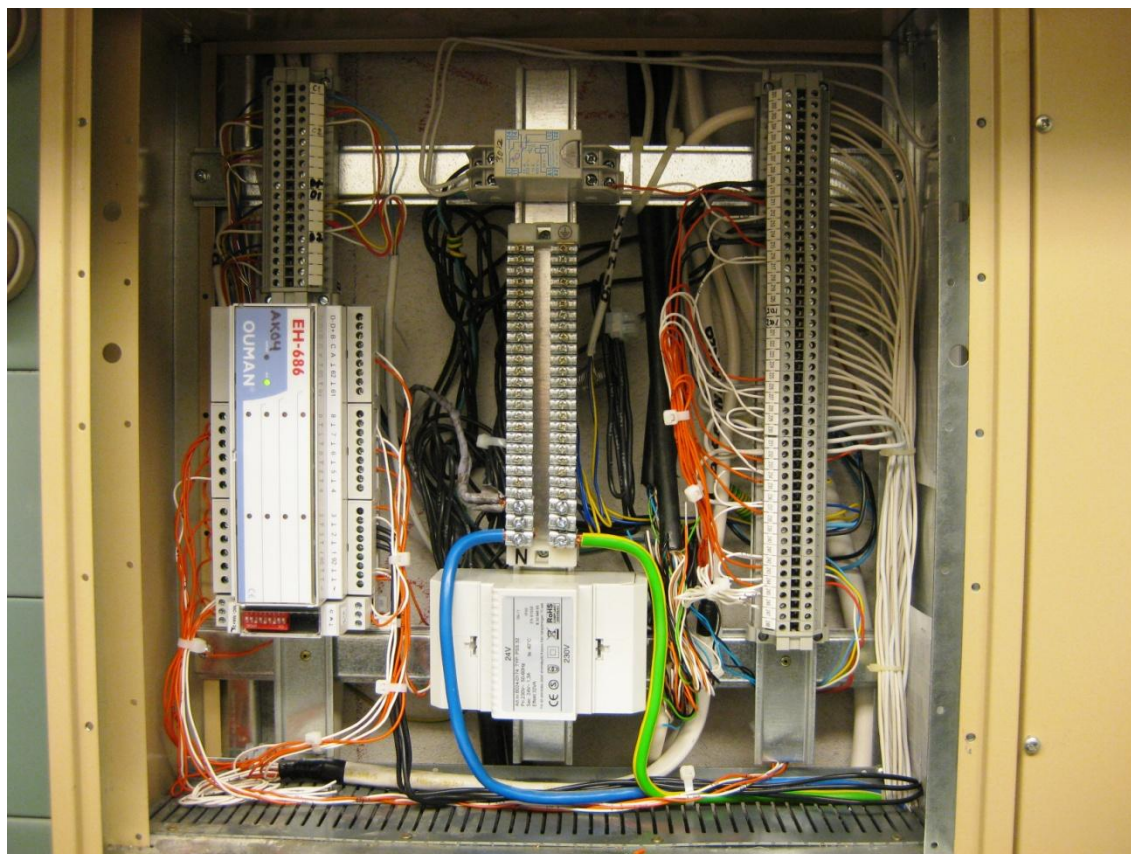
Mittauksiin AK2:een tulevat kerhotilan sekä saunatilojen ilmanvaihtokoneiden tilatiedot, saunojen lämpötilat sekä kerhotilan ja G–K talon IV-hätäseispainikkeiden kärke tiedot. Tilatietojen avulla saadaan ristiriitahälytykset käyttöön, eli jos koneet ovat täydellä teholla, vaikka ohjaus on puolikkaalle, tai toisinpäin, tulee hälytys. Saunojen lämpötilaa

myös seurataan, ja jos lämpötila ei nouse yli 30 °C:n kolmessakymmenessä minuutissa siitä kun kiuas on ohjattu käyntiin, lähtee hälytys.

AK3 on viimeinen G–K taloon sijoitetuista ohjauslaitteista. Sen releillä ohjataan talon E–F pesulan ja kiukaan käyntiluvat sekä näiden tilojen ilmanvaihdot. Pesulatilassa on kerhotilan tapaan myös tehostukselle oma painikkeensa.

Mittauksiin AK3:een on kytketty saunan ja pesutuvan poistopuhaltimen tilatiedot, saunan lämpötila, asuntojen taajuusmuuttajien hälytystieto rapuista E–F, pesulan laitteiden syötön tilatieto ja IV-hätäseis.

AK4 sijaitsee rakennuksessa C–D teknisessä tilassa sähkökeskuksessa (kuva 28). Sen releet ohjaavat kiinteistön saunan kiuaskeskusta sekä tilan ilmanvaihtoa ja asuntojen poistoa. Mittauksiin tulevat saunan lämpötila ja puhaltimien tilatiedot kylmiön lämpötila, asuntojen poistoa ohjaavien taajuusmuuttajien vikatiedot, rappujen IV-hätäseispainikkeen kärkitieto sekä siivouskytkimen tilatiedot. Kylmiöllä on oma ohjausjärjestelmänsä, mutta tilasta haluttiin saada lämpötilatieto sekä hälytys, mikäli lämpötila ei ole toivottu. Hälytyksen ylärajan lämpötilaksi asetettiin 10 °C ja alarajaksi 1 °C. Hälytykselle asetettiin kuitenkin 15 minuutin viive.



Kuva 28. Alakeskus 4 sijaitsee rakennuksen C–D sähkökeskuksessa.

Väylän loppupäässä rakennuksessa A-B toimii AK5 joka on AK4:n tapaan sijoitettu sähkökeskukseen. Se on lähes identtinen AK4:n kanssa myös ohjauksissa ja mittauksissa. Ainoa ero on se, että talossa A–B ei ole kylmiötä.

### *Aikaohjelmat*

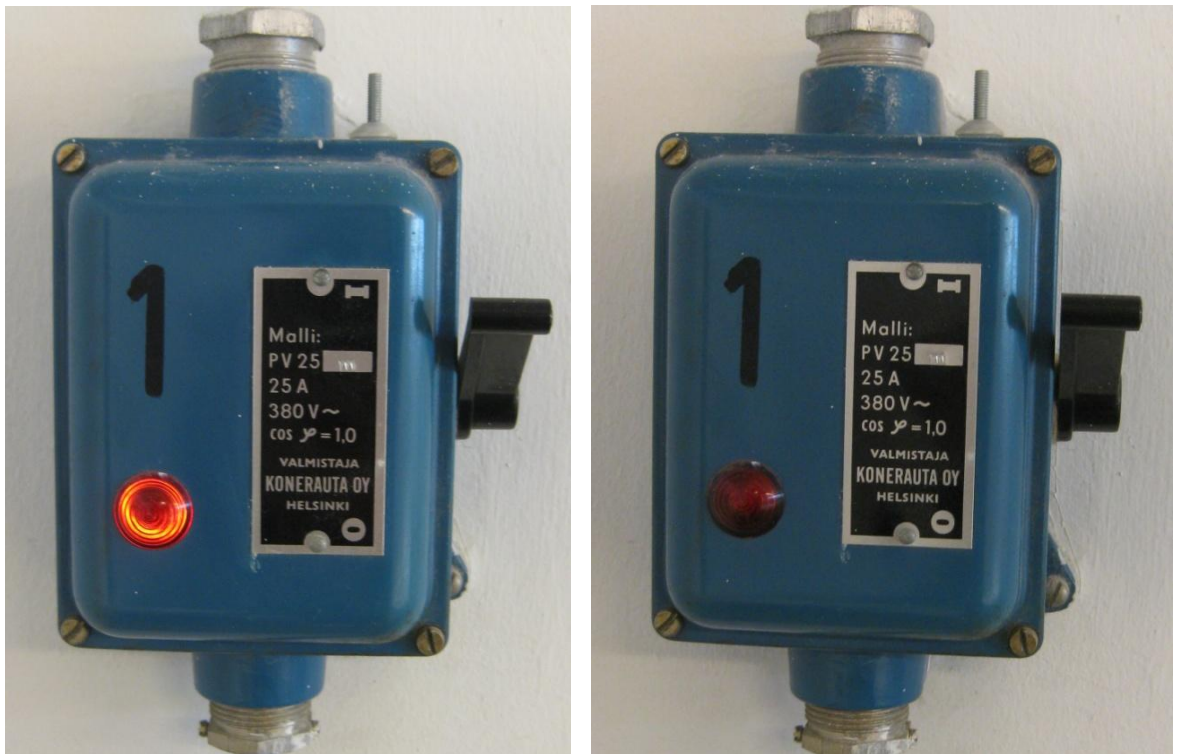
Ulkovaloja ohjataan maanantaista sunnuntaihin aikaohjelmalla syttymään kello 15.00 ja sammumaan kello 9.00. Rakennusten ulkovalojen kontaktorit sijaitsivat talojen omissa sähkökeskuksissa. Pylväsvalaistus ohjattiin talon G–K pääkeskuksesta.

Asuntojen poistopuhaltimille tehtiin aikaohjelma, jonka mukaan koneet käyvät täysteholla (50 Hz). Puoliteho (25 Hz) on aina päällä, mikäli ohjelma ei muuta määrää. Ohjaus tapahtuu viikko-ohjelmalla, jossa kello 7.00–9.00, 11.00–13.00 ja 15.00–20.00 välisinä aikoina täysteho ohjataan päälle. Pakkasrajana on  $-12\text{ °C}$  jonka jälkeen koneet pysyvät puoliteholla. Eroalue on  $2\text{ °C}$ , jolloin täystehoon siirtyminen vaatii vähintään  $-10\text{ °C}$ :n ulkolämpötilan siirtyäkseen jälleen täydelle teholla.

Saunojen ohjaus tapahtuu saunavuorojen mukaan, joita on kiinteistöstä riippuen tiistaisin, keskiviikkoisin, perjantaisin sekä lauantaisin. Tilojen poisto ohjataan täydelle teholle, kun kiuas on päällä. Lisäksi silloin käynnistyy myös tuloilmakone, jossa on lämmitin. Kiukaan sammuttua poisto toimii vielä kaksi tuntia täydellä teholla. Lattialämmitys on päällä koko ajan.

Ovilukoilla on myös viikko-ohjelma. Aamulla lukot aukeavat kello 6.00 ja menevät lukkoon kello 21.00.

Pesulan laitteille on vuorokaudessa myös oma käyttöaikansa. Niiden sähkönsyöttöä ohjataan viikko-ohjelmalla, jolloin käyttöaika alkaa kello 6.00 ja päättyy kello 21.00. Kun koneita on mahdollista käyttää, laitteen turvakytkimessä palaa merkkivalo (kuva 29).

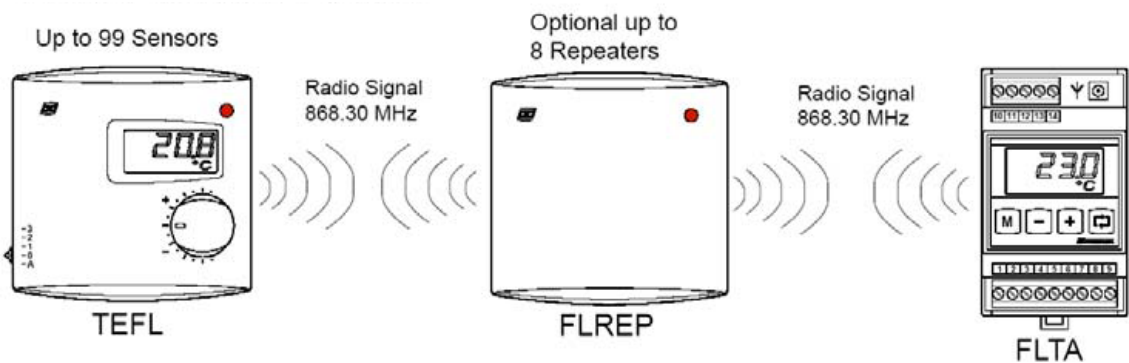


Kuva 29. Pesulan laitteille tulevaa sähköä ohjataan aikaohjelmalla. Turvakytkimistä näkee, voiko laiteita käyttää.

### 5.2.3 Lopputulos ja lisätyö

Lopulta työ saatiin onnistuneesti päätökseen. EH-netin pääkäyttäjän ominaisuudet annettiin isännöitsijälle ja kirjoitusoikeudet huoltoyhtiölle. Näin huoltoyhtiö voi muuttaa talojen aikaohjelmat.

Lisätyönä taloyhtiö toivoi kuitenkin vielä, että satunnaisten huoneistojen lämpötiloja voitaisiin tarkastella EH-netin avulla. Hankalan kaapeloinnin takia päätettiin kokeilla Produalin tarjoamaa langatonta vaihtoehtoa, joka saataisiin liitettyä Modbus väylään. Laitteistossa on tukiasema, joka kerää mittaustiedot ja lähettää ne väylän kautta eteenpäin. Antureiden ja aseman väliin saatetaan joutua asentamaan vahvistimia, sillä kuuluvuusalue on rakennuksissa 20 metristä 100 metriin ja 500 metriä avoimessa tilassa (kuva 30).



Kuva 30. Huoneistojen lämpötiloja seurattaessa todennäköisesti tullaan tarvitsemaan signaalinvahvistimia antureiden ja tukiaseman väliin.

Järjestelmää testatessa havaittiin, että vaikka antureita voidaan asettaa 63 eri tukiasemalle ja 99 eri osoitteella, saattaa lähistöllä olla järjestelmä, jossa käytetään antureilla samoja osoitteita. HK-säädön testauslaboratoriossa oli päällekkäin kaksi testaus-työtä, joissa käytettiin samaa Produalin järjestelmää. Molemmissa töissä oli samanniminen anturi, mutta toinen oli sisätiloissa ja toinen pakastimessa. Pakastimen arvoa seurattaessa ihmeteltiin rajuja lämpötilan vaihteluita, jotka eivät korjaantuneet edes anturia vaihtamalla. Käytännössä ongelmia saattaa siis ilmetä, jos vierekkäisissä taloyhtiöissä tehtävät remontit suoritetaan eri yritysten toimesta. Tällöin antureille saatetaan asettaa tietämättä samoja osoitteita.



## 6 Yhteenveto

Yksinkertaisella esitystavalla työstä saatiin aikaan helppolukuinen kokonaisuus, jonka avulla onnistuttiin luomaan lukijalle käsitys perinteisen suomalaisen automaatioprojektin etenemisestä, aina hankinnasta toteutukseen asti. Teoreettisessa osassa kerrottiin automaatiourakan eteneminen ja käytännön työtä esiteltiin kahdella todellisella työmaaesimerkillä.

Yleensä asuinkiinteistöihin tehtävät automaatiiosaneeraukset ovat työn alettua nopeasti valmiit. Alkuun työtä hidastavat vanhojen ohjausten ja hälytysten löytäminen sekä väylien selvittäminen. Jokaisessa työmaassa on tietenkin vielä jotain omalaatuisia ja enustamattomia ongelmia, kuten kaapelireitit sekä vanhojen tuotteiden sijainnit. Asiaa vaikeuttaa usein myös se, että alkuperäiset luovutuspaperit harvoin ovat enää paikkansapitäviä eikä korjaustöistä ole jätetty papereita.

Alalle tuleva opiskelija ei usein tiedä ennen ensimmäistä harjoittelujaksoa työstä eikä alalla käytettävistä tuotteista juuri mitään. Tämän opinnäytetyön ansiosta HK-Säätö Oy:n tulevat työharjoittelijat saavat käsityksen yrityksen toiminnasta jo ennen varsinaisia työmaakäyntejä. Työn lukemisen jälkeen harjoittelijan olisi hyvä päästä samankaltaiselle työmaalle, jotta luettu oppi sisäistetään käytännön tasolla.

## Lähteet

1. Alikoski Jukka, Forsman Jukka, Harjanne Panu, Heikkilä Pekka, Koskenranta Tuomas, Piikkilä Veijo, Ruoho Timo, Räikkönen Jari, Sahlstèn Toivo, Siirtola Marko, Sulku Jukka, Sutinen Leo. 2001.  
Rakennusautomaatiojärjestelmät, ST-käsikirja 17. Espoo; Sähköinfo Oy.
2. Harju Pentti. 2006. Talotekniikan automaatio. Hamina; Kotkaset Oy.
3. Tiainen Esa, Hiltunen Ilkka, Lehtonen Roger, Mäkinen Pertti, Pennanen Maija-Liisa, Vitikka Veli-Pekka, Metsikkö Arja. 1998.  
Sähköasennustekniikka 3. Espoo; Sähköinfo Oy.
4. Värjä Pertti, Mikkola Jukka-Matti. 1999.  
Automaatio- ja säätötekniikka. Kuusankoski; Micro-oppi Ky.
5. Aalto Erkki, Ahonen Timo, Ahonen Matti, Kokkonen Mauri, Matikainen Erkki, Kinnunen Tapani, Lehtinen Antero, Niskakangas Raimo, Ruohonen Risto, Sahlsten Toivo, Seppälä Raimo, Suurnäkki Tomi, Sätilä Heikki, Söderholm Bo, Turkulainen Arto. 1999.  
Kiinteistöautomaation hankintamenettely Lon Works-tekniikka. Tampere; RAKLI ry.
6. Ouman tuotteet. Verkkodokumentti. Ouman Oy. <<http://www.ouman.fi/>>. Year 2011. Luettu 2.4.2011.
7. Bamberg Harri, Jussila Tuomas, Laaksonen Tero, Piikkilä Veijo, Sahala Antti, Sahlstén Toivo, Spangar Tapani, Sulku Jukka. 2008.  
Kiinteistöjen valvomojärjestelmät, ST- käsikirja 22. Espoo; Sähköinfo Oy.
8. RS-485. Verkkodokumentti. Tampereen teknillinen yliopisto Porin yksikkö. <<http://www.pori.tut.fi/~tiru/rs.htm>>. Year 1998. Luettu 31.3.2011.
9. Modbus. Verkkodokumentti. <<http://www.modbus.org>>. Year 2011. Luettu 31.3.2011.

# Liite 1






## Rakennusautomaation hankintaperusteet [1]

<b>TARVESELVITYSVAIHE</b>	
<p>Vain, jos kysymyksessä on talotekninen tai rakennusautomaatioasaneeraus Määritetään oman kiinteistöstrategian mukaiset tavoitteet</p>	
<b>HANKESUUNNITTELUVAIHE TOTEUTUSVAIHTOEHDON VALINTA</b>	
<p>Määritetään hankkeen toiminta-, käyttö- ja ylläpitotavoitteet. Valitaan tavoitteisiin sopiva rakennusautomaatio ratkaisu (DDC / avoin)</p>	
<b>TOTEUTUSVAIHE</b>	
<p><b>JÄETTU URAKKA</b></p> <p>SUUNNITTELU Tilaaajan osallistuminen tärkeää. Avoimessa ratkaisussa LVI- ja S-suunnittelijan yhteistyö tärkeää.</p> <p><b>RAKENTAMINEN</b> Tarjouskyselyt vain halutuille toimittajille. Valvonta normaalia tasoa. Vastuunajat selkeät. Avoimessa ratkaisussa tarkistettava taloteknisten suunnitelmiin yhdenmukaisuus!</p>	<p><b>RAU ALIURAKKANA</b></p> <p>Ei suositella avoimessa järjestelmässä. SUUNNITTELU Tilaaajan osallistuminen tärkeää, jos halutaan rajata toimittajia.</p> <p><b>RAKENTAMINEN</b> Riski saada huono laitos. RAU-toimittajien valinta vaikeaa, jos ei ole tehty etukäteisrajausta. Valvontaan ja vastaanoittoon panostettava erityisesti.</p>
<p><b>RAU TUOTEOSAKAUPPA</b></p> <p>Sopii hyvin, kun kyseessä on sopimustoimittaja SUUNNITTELU Suunnittelun tavoitteiden oltava erityisen selkeitä. Olosuhde- ja toimintavaatimukset ovat kaiken A ja O. RAKENTAMINEN Yleensä onnistuu hyvin, kun kysymyksessä pitkäaikainen yhteistyökumppani.</p>	<p><b>TALOTEKNINEN TUOTEOSAKAUPPA</b></p> <p>SUUNNITTELU Suunnittelun tavoitteiden oltava erityisen selkeitä. Olosuhde- ja toimintavaatimukset ovat kaiken A ja O. RAKENTAMINEN Riski saada huono laitos, jos suunnittelun ohjaukseen ei ole normaalia tarkempi vastaanoitto.</p>

## Liite 2

### IV-tehonohjauksen prioriteetit [6]

#### VOIMAKKAIN

- 1** IV-kojeen pysäytys "Hätä-SEIS"-kytkimeltä tai säätimen käyntiohjauksen ollessa "Huolto SEIS" tai SEIS-käskyn tullessa väylältä sekä A-häilytyksen aiheuttama pysäytys. Pysäytys tapahtuu releiden 1 ja 2 lisäksi myös käyntilupareleeseen 3 kautta.
- 2** B-häilytys, joka pysäyttää IV-kojeen.
- 3** Yölämmitys ja esilämmitys. Voivat käynnistää IV-kojeen vain, jos mikään muu ei käske IV-kojetta päälle. (Poikkeus: yölämmitys ja esilämmitys eivät toimi jos "Kytkin-ohjaus Auto" on otettu käyttöön ja säätimeen kytketty kytkin ei ole A-asennossa, ks.s. 44). 
- 4** IV-tehono rajoitus ulkolämpötilan, LTO:n sulatuksen tai sarjasäädön määräämänä.
- 5** Ilmanvaihdon tehostus CO<sub>2</sub>-pitoisuuden, huonelämpötilan tai huoneilman kosteuden mukaan, kun on valittu "MyösKytkOhit"-valinta (voi ohittaa ulkopuoliset kytkinohjaukset ks. s. 29).
- 6** Säätimeen kytketty 1/1, 1/2-kytkinohjaus (painonappi, ajastin) tai taajuusmuuttajan ohituskytkin TF TMohitus/ PF TMohitus. Teho-ohjauksen jälkikäyntiviiveet toimivat kohdan 9 mukaisin ehdoin. Ks. s. 44, IV-kojeen tehon pudotuksen esto 1/2-kytkimellä. 
- 7** Kytkinohjaus "Auto" otettu käyttöön ja säätimeen kytketty kytkin ei ole A-asennossa. Säädin ohjaa IV-kojeen 0-teholle. IV-kojeen teho riippuu valintakytkimen asennosta. 
- 8** Säätimen käyntiohjaukset: jatkuva 0, 1/2 tai 1/1.
- 9** Säätimen käyntiohjaukset: ajastettu 0, 1/2 tai 1/1.
- 10** Poikkeuskalenterin kautta tehdyt käynnin pakko-ohjaukset 0, 1/2 tai 1/1.
- 11** Ilmanvaihdon tehostus CO<sub>2</sub>-pitoisuuden, huonelämpötilan tai huonekosteuden perusteella, kun on valittu "AutomOhitus"-valinta. Katso sivu 29.
- 12** IV-kojeen käynnistys CO<sub>2</sub>-pitoisuuden mukaan, jos aikaohjaukset eivät ohjaa IV-kojetta käyntiin.
- 13** Yötuuletus, yöjäähdytys (voivat käynnistää IV-kojeen, jos aikaohjelmien mukaan koje ei käy).
- 14** Poikkeuskalenterin kautta tehdyt käynniohjaukset käyttäen päivän vaihtoa (Ma-Su tai Ep).
- 15** Aikaohjaus viikkokellon mukaan.

#### HEIKOIN

## Liite 3

### A-luokan hälytykset [6]

Hälytystyyppi:	Hälytysnimi:	Merkitys:	R1 R2	R3
Jäätymisvaara!	Patt.paluuvesi	Patterin paluuveden lämpötila on alle "Jäätvaara" -arvon (ks. sivu 37). Säädin pysäyttää IV-kojeen.		
Palovaara!	Tulolämpötila Poistolämpötila	Tulo- tai poistoilman lämpötila on yli "Palovaara" -arvon (ks. sivu 24). Säädin pysäyttää IV-kojeen.		
Lämpörelehälytys	Lämmityspumppu	IV-kojeen lämmityksen kiertovesipumpun lämpörelehälytys. Säädin pysäyttää IV-kojeen.		
Pumppuhälytys	Lämmityspumppu	Käyntitietoa IV-kojeen lämmityksen kiertovesipumpulta ei tule. Säädin pysäyttää IV-kojeen. Pumppuhälytystä ja IV-kojeen pysäytystä ei tule, jos säädin on ohjannut lämmityspumpun pysähtymään. Säätimen ohjatessa pumppua päälle pumppuhälytys voi tulla aikaisintaan 10 s kuluttua ohjauksesta.		
Yliämpöhälytys	Sähköpatteri	Sähköpatterin yliämpösuoja hälyttää (avautuva kosketin). Säädin pysäyttää IV-kojeen. Kuittaus mahdollisesti myös sähköpatterilta.		
Anturivika	Patt.paluuvesi	Err- mittausarvon paikalla kertoo anturiviasta. Patterin paluuveden anturivikahälytys, säädin pysäyttää IV-kojeen.		
	Tulolämpö	Anturivika "Tulolämpö"-anturilla. Säädin pysäyttää IV-kojeen		
Hälytys!	Savuhälytys	Savuhälytystieto (avautuva kosketin) pysäyttää IV-kojeen (sähkölämmitteisillä IV-kojeilla ei jälkituuletusta). Hälytystilanteessa pellit ohjataan valittuun asentoon. Ks. s. 44-45.		
Hälytys!	Hätä-SEIS!	Säätimeen kytketyltä ulkopuoliselta hätä-SEIS-kytkimeltä annettu SEIS-käsky IV-kojeelle		
Painehälytys!	IV-verkostovesi	Hälytys IV-lämmitysverkoston veden yli- tai alipaineesta. (ks. s. 45).		
Hälytys!	SähPattYlik	Hälytys pysäyttää IV-kojeen sähköpatterin ylikuumentumissuojan lauettua.		

## Liite 4

### B-luokan hälytykset [6]

1/2

Hälytystyyppi:	Hälytysnimi:	Merkitys:	R1 R2	R3
Poikkeamahälytys	Tulolämpö Poistolämpö Huonelämpö	Tulo-, poisto- tai huoneilman lämpötila poikkeaa liikaa säätimen määräämästä lämpötilasta. Hälytysrajat ja poikkeaman kestoajat annetaan huoltotilassa. Tuloilman poikkeamahälytys asetusarvon alituksesta pysäyttää sähköpatterilla varustetun IV-kojeen. Vinkki: katso myös "Tuloilmainfo".		
	TF paine PF paine	Tulo- tai poistoilman kanavapaine poikkeaa 5 min ajan liikaa senhetkisestä asetusarvostaan.		
	PF käyntitieto	Poikkeamahälytys annetaan, jos PF ei käynnistynyt 35 s:n kuluessa TF:n käynnistymisestä eivätkä ristiriitahälytykset ole käytössä.		
Virtaushälytys	TF virtaus PF virtaus	Tulo- tai poistoilman virtausnopeus on 2 min ajan alle hälytysrajan. Virtaushälytys aktivoituu mikäli virtaus on 10s ajan alle hälytysrajan. Hälytyksen syynä voi olla esim. hihnan katkeaminen. *)Säädin pysäyttää IV-kojeen, jos on valittu huoltopuolen yleisistä asetusarvoista: "Koje pysähtyy".		
	TF suodatin PDE PFsuodatin PDE	Tulo- tai poistoilman suodattimen yli oleva paine-ero (Pa) on 2 min koneen käynnistymisestä alle hälytysrajan (esim. hihnan katkeaminen).		
Painehälytys	TF puhallin PDS PF puhallin PDS TF puhallin PDE PF puhallin PDE	Tulo- tai poistoilman puhaltimen (tai ilmamäärän mittarenkaan) yli oleva paine-ero (kytkin- tai painelähetintieto) on alle asetusarvon 35 s koneen käydessä, esim. hihnan katkeaminen.		
	TF käyntitieto PF käyntitieto	Kun säädin on antanut puhaltimen käyntiohjauksen, eikä saa siitä 35 s kuluttua käyntitietoa, säädin antaa ristiriitahälytyksen. *) 2-nopeuskojeissa säädin ohjaa IV-kojeen 1/2-nopeudelle, kun on 1/1 ristiriitahälytys.		
	TF 1/2käyntitieto PF 1/2käyntitieto	Kun säädin on antanut puhaltimen 1/2-tehon käyntiohjauksen, eikä saa siitä 35 s kuluttua käyntitietoa, säädin antaa ristiriitahälytyksen.		
Pumppuhälytys	IV-pääpumppu	Kun säädin ei saa pääpumpun käyntitietoa, säädin antaa pumppuhälytyksen, mutta ei jatkohälytystä. (Ks. s. 45)		
	LTO:n pumppu	Säädin ei saa LTO:n glykolipumpun käyntitietoa 1)		
	Jäähdytyspumppu	Säädin ei saa jäähd. glykolipumpun käyntitietoa 1)		
		1) Pumppuhälytystä ei anneta, jos säädin on ohjannut pumpun pysähdyksiin.		
Lämpörelehälytys	TF 1/1 puhallin PF 1/1 puhallin	Puhaltimen lämpörele (ylivirtasuoja) on lauennut. *) 2-nopeuskoneissa säädin ohjaa IV-kojeen 1/2 nop.		
	TF 1/2 puhallin PF 1/2 puhallin	Puhaltimen lämpörele (ylivirtasuoja) on lauennut.		
	LTO:n pumppu	LTO:n glykolipumpun lämpörele on lauennut.		
	Jäähdytyspumppu	Jäähdytyksen glykolipumpun lämpörele on lauennut.		
Hyötysuhdehälyt.	LTO laitteisto	LTO:n hyötysuhde on laskenut alle hälytysrajan.		
Kytkinohitus	TF taajuusmuutt. PF taajuusmuutt.	TF (PF) taajuusmuuttaja on ohitettu käsikytkimellä, puhaltimet käyvät maksiminopeudella.		

Hälytystilanteessa säädin pysäyttää IV-kojeen katkaisemalla R1 ja R2 releohjauksen.



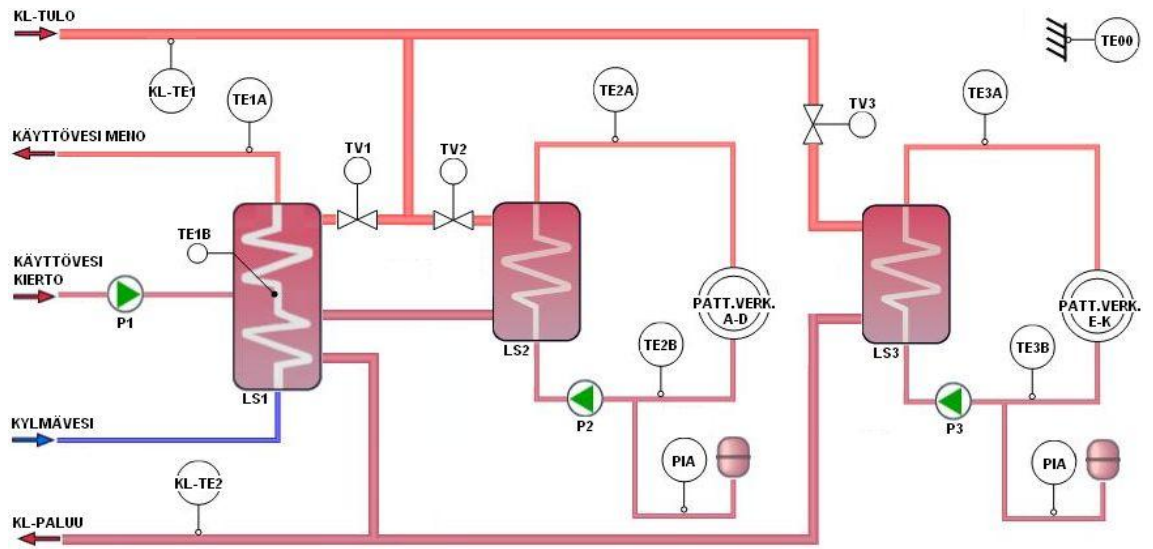
Hälytystilanteessa säädin pysäyttää IV-kojeen myös lukitusrele R3:n kautta (kytk. ryhmäkeskukseen).



Hälytystyyppi:	Hälytysnimi:	Merkitys:	R1 R2	R3
Suodatinhälytys	Tulosuodatin PDS Poistosuodat. PDS	Suodatin likainen. Puhdista tai vaihda suodatin. (PDS= tieto paine-erokytkimeltä)		
	Tulosuodatin PDE Poistosuodat. PDE	Suodatin likainen. Puhdista tai vaihda suodatin. (PDE= tieto paine-erolähtimeltä)		
Painehälytys	LTO:n glykoli	Hälytys LTO:n glykolipiirin yli- tai alipaineesta		
Hälytys	Jäähdytyskone	Vikahälytys jäähdytyskoneelta		
	LTO:n pyörintä	Vikahälytys LTO-laitteelta		
	Vuosihuoltoaika	IV-kojeen käyntiaikalaskuri ylittänyt "Huoltoväli-rajaa"		
Anturivika  Huone- tai poisto- lämpöanturin vika- tapauksessa säädin vaihtaa IV-kojeen tulolämpöohjatuksi.	Huonelämpö Huonelämpö B Poistolämpö Ulkolämpö LTO poistolämpö TuloLTONJälk Kaukoasetus Vapaa mittaus	Err-mittausarvon paikalla merkitsee, että anturilinja on poikki tai oikosulussa		
	Tulolämpö B	"Tulolämpö B"-anturin vikaantuaessa ohjaus siirtyy "Tulolämpö"-anturille.		

# Liite 5

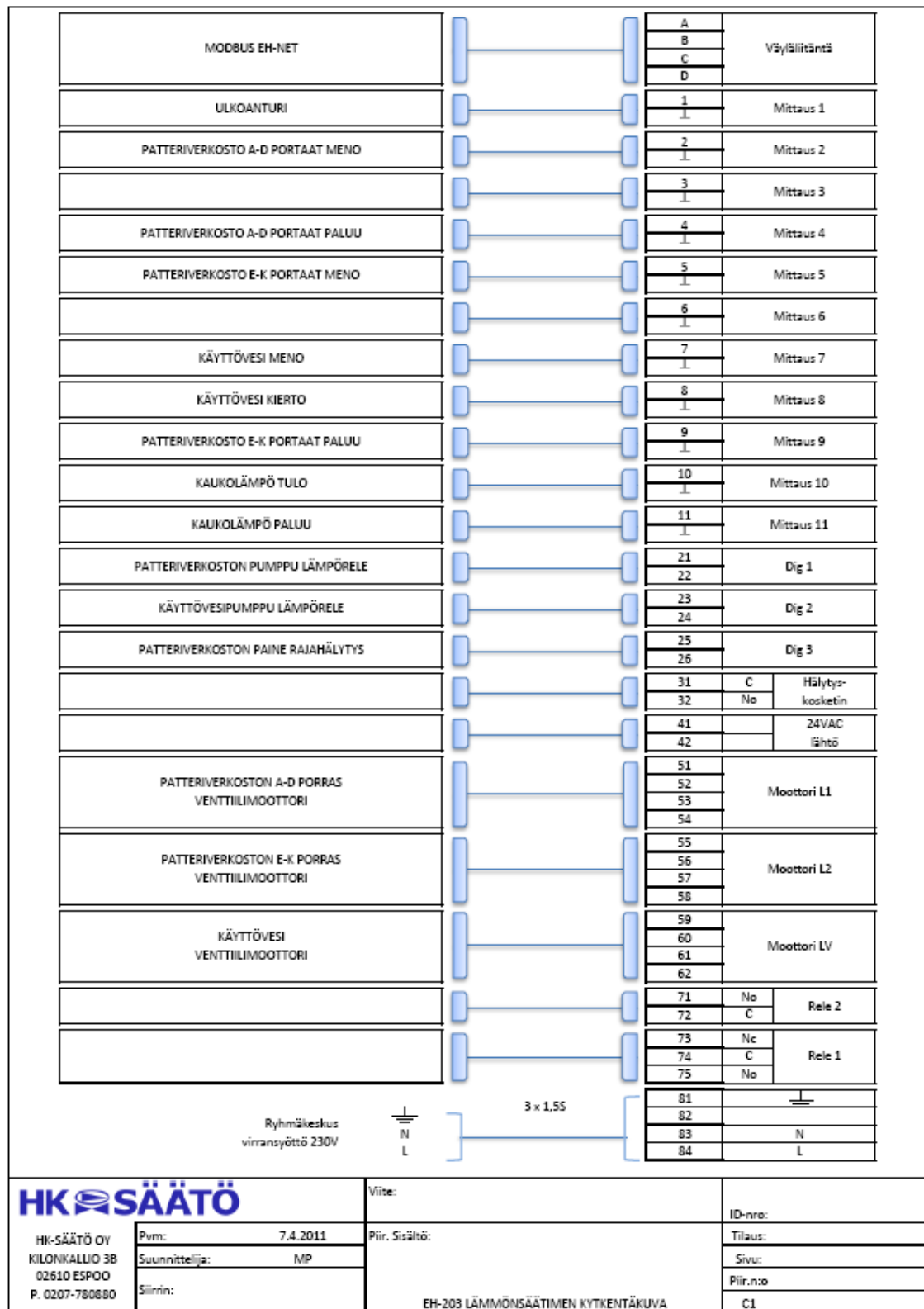
## Lämmönjakokeskuksen toimintakaavio





## Liite 6

### EH-203, kytkentäkuva



**HK SÄÄTÖ**

HK-SÄÄTÖ OY  
KILONKALLIO 3B  
02610 ESPOO  
P. 0207-780880

Pvm: 7.4.2011  
Suunnittelija: MP  
Siirrin:

Viite:

Piir. Sisältö:

EH-203 LÄMMÖNSÄÄTIMEN KYTKENTÄKUVA

ID-nro:

Tilaus:

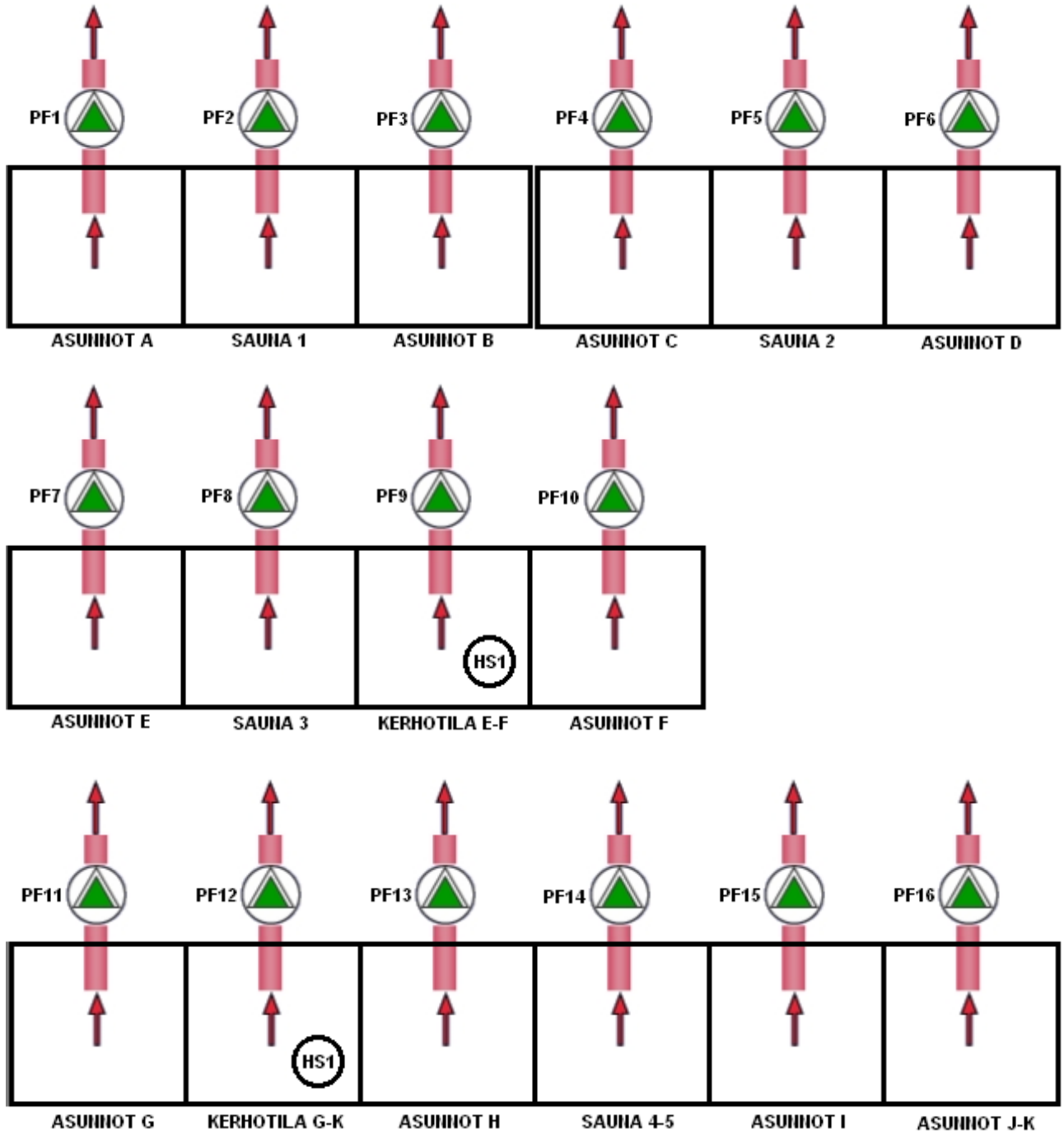
Sivu:

Piir.no

C1

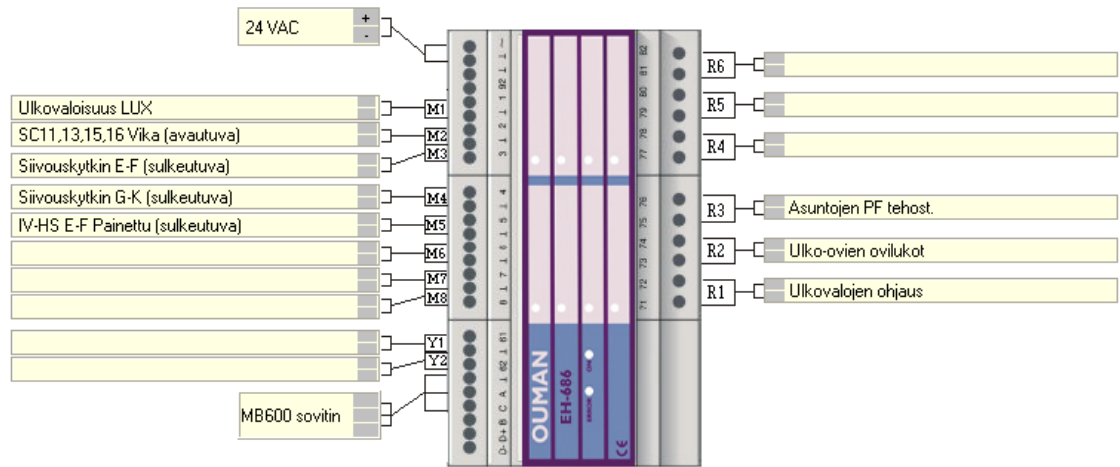
## Liite 7

Puhaltimien nimet ja vaikutusalueet

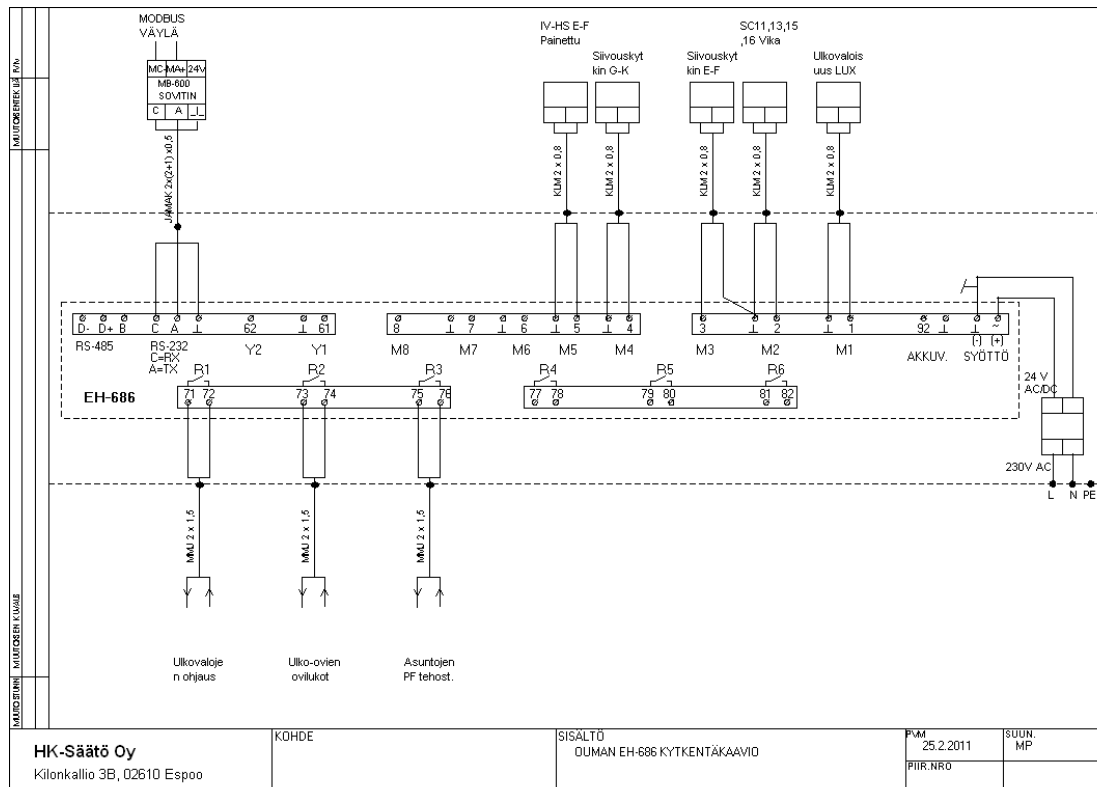


# Liite 8

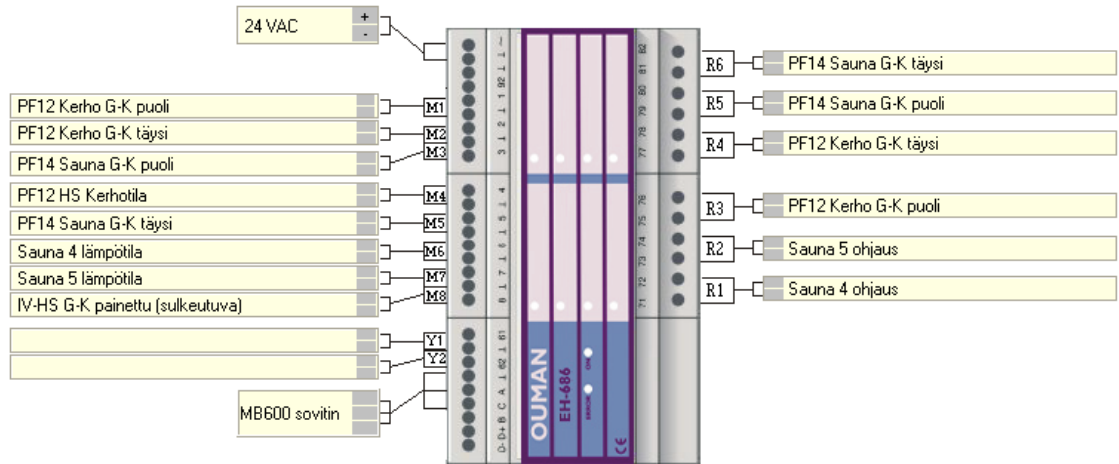
## Alakeskusten 1-5 kytkentäkuvat



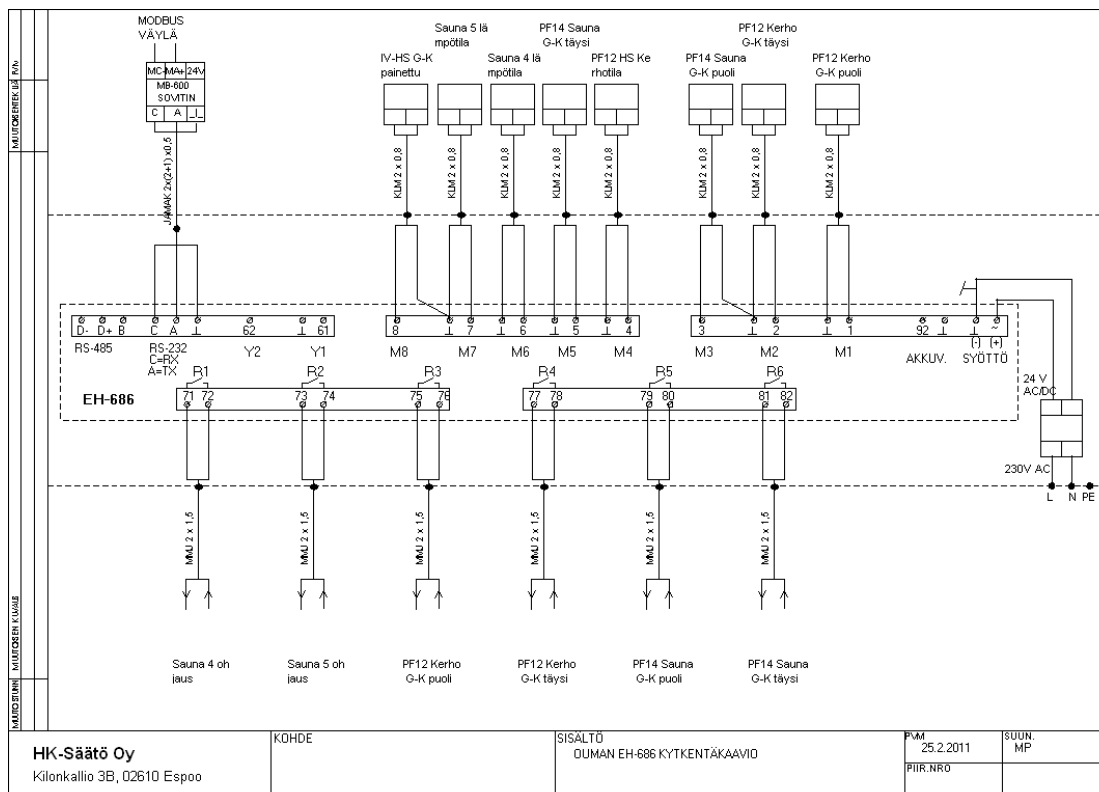
Laitetunnus: AKD1



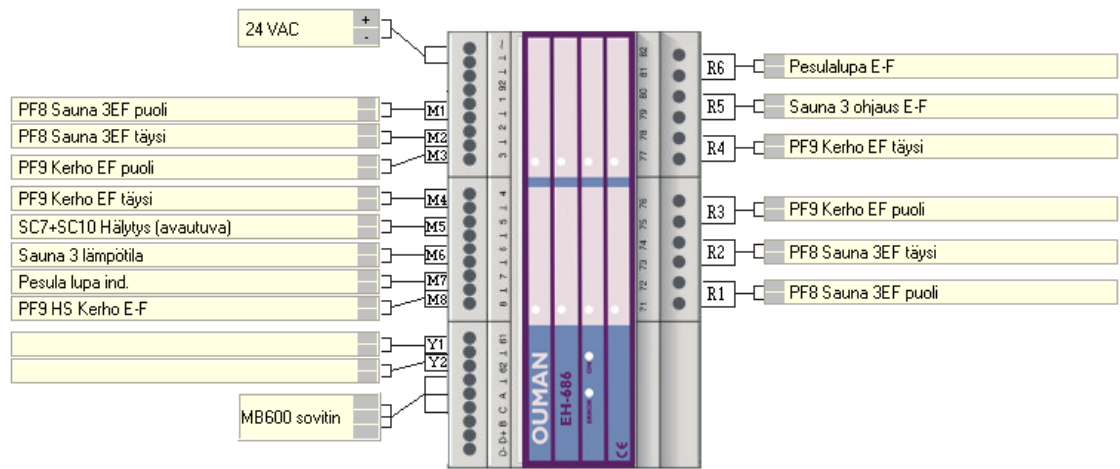
<b>HK-Säätö Oy</b> Kilonkallio 3B, 02610 Espoo	KOHDE	SISÄLTÖ OUMAN EH-686 KYTKENTÄKAAVIO	PVM 25.2.2011 PIIR.NRO	SUUN. MP
---	-------	--	------------------------------	-------------



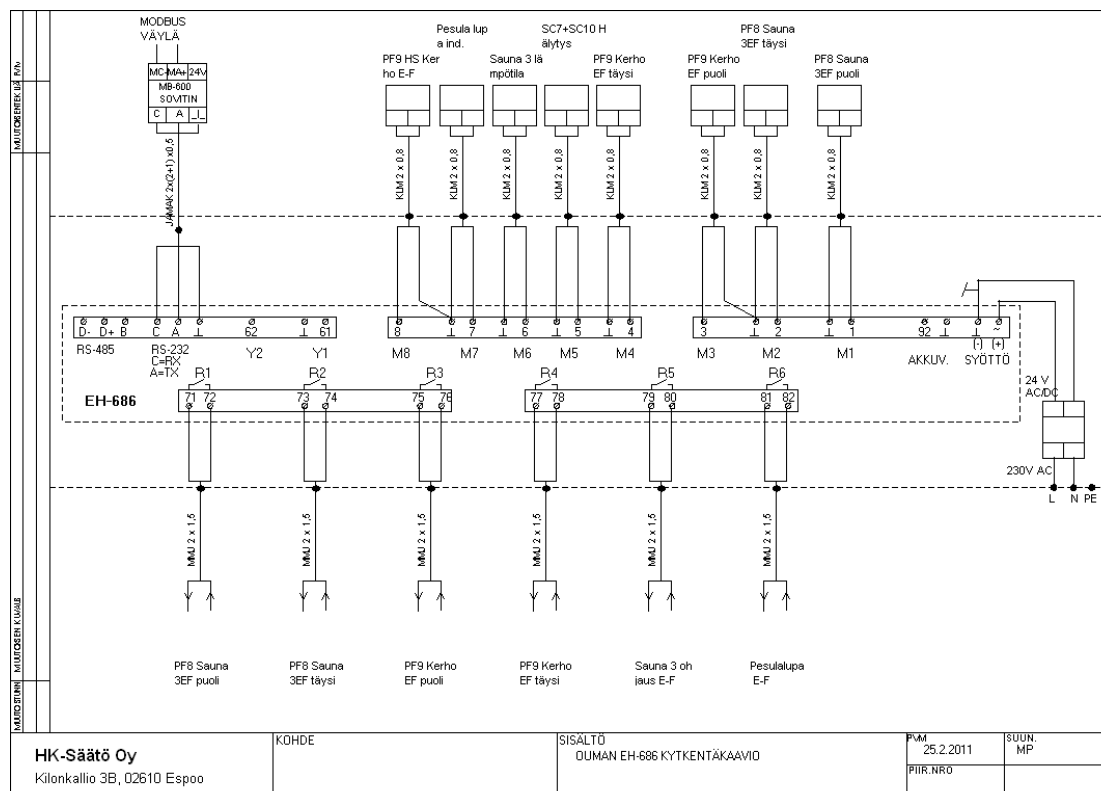
Laitetunnus: AK02

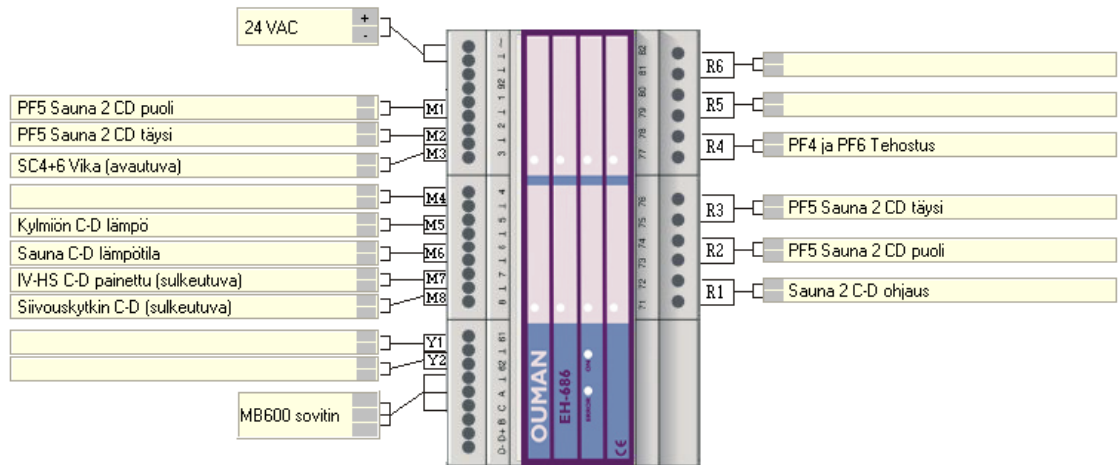


<b>HK-Säätö Oy</b> Kilonkallio 3B, 02610 Espoo	KOHDE	SISÄLTÖ OUMAN EH-686 KYTKENTÄKAAVIO	PVM 25.2.2011	SUUNN. MP
			PIIR.NRO	PIIR.NRO

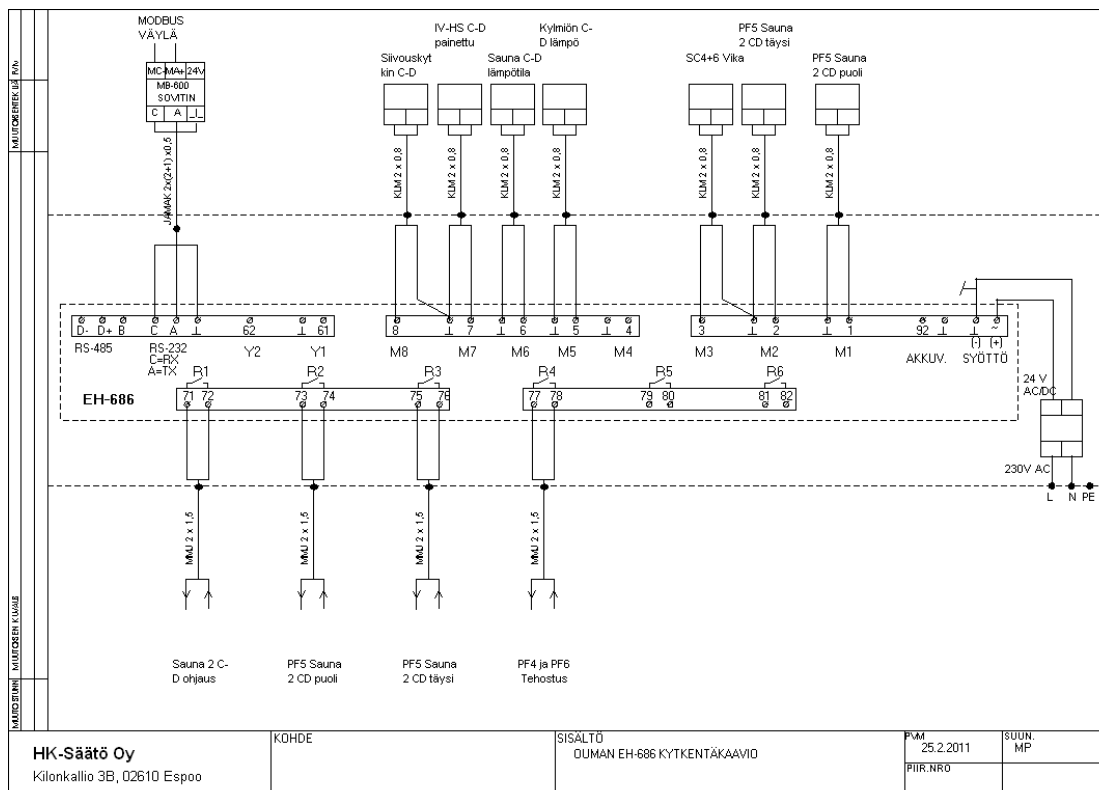


Laitetunnus: AK03





Laitetunnus: AKD4



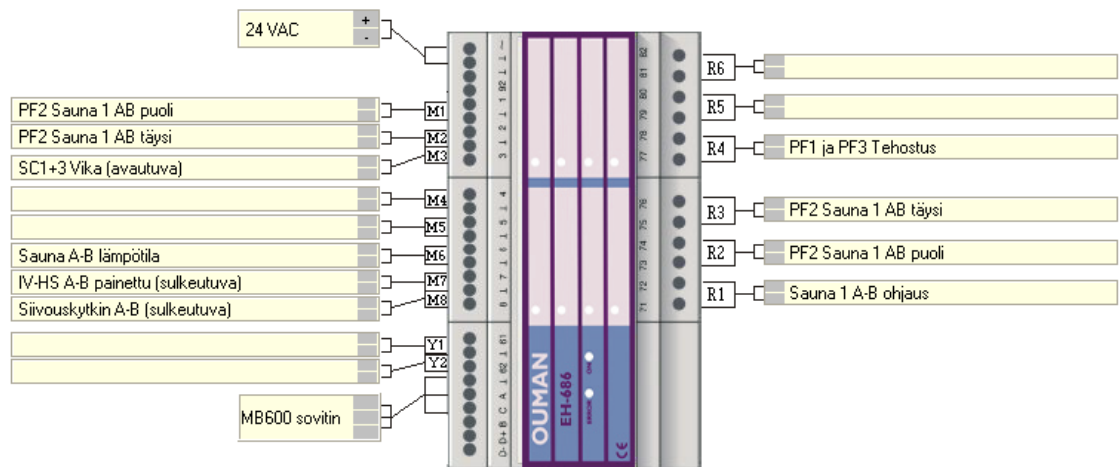
**HK-Säätö Oy**  
Kilonkallio 3B, 02610 Espoo

KOHDE

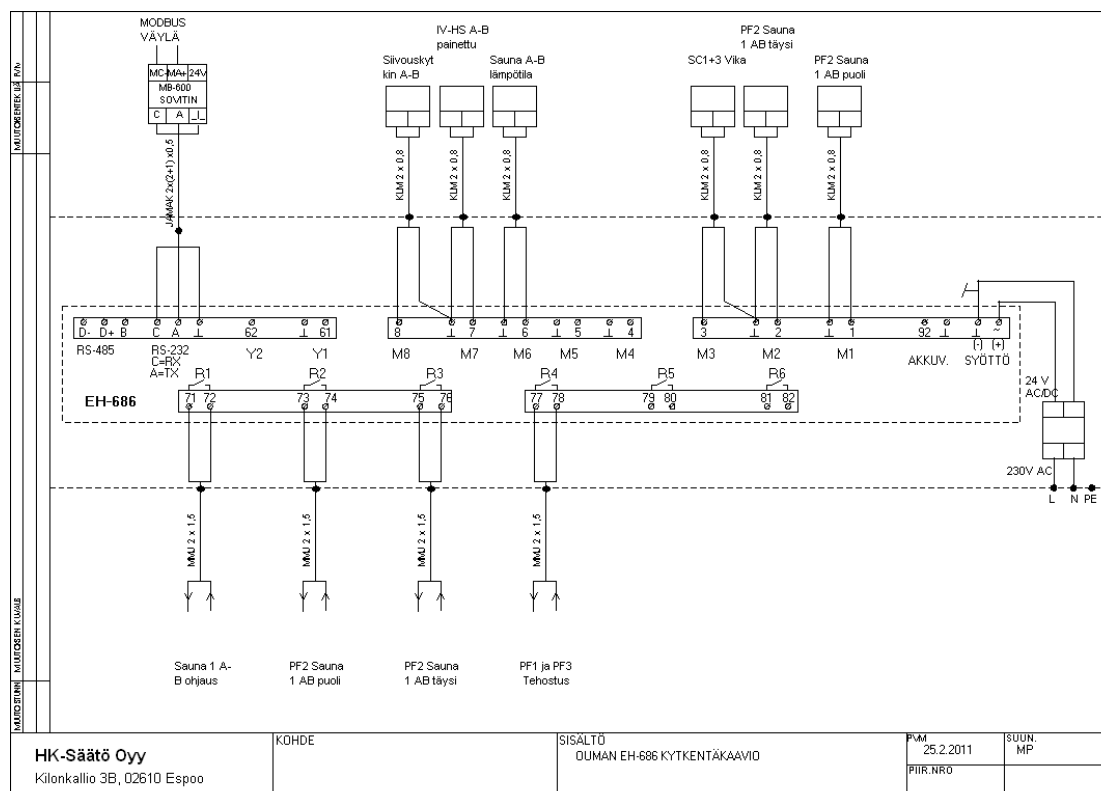
SISÄLTÖ  
OUMAN EH-686 KYTKENTÄKAAVIO

PVM  
25.2.2011  
PIIRI.NRO

SUUN  
MP



Laitetunnus: AK05



<b>HK-Säätö Oyy</b> Kilonkallio 3B, 02610 Espoo	KOHDE	SISÄLTÖ OUMAN EH-686 KYTKENTÄKAAVIO	P.M. 25.2.2011	SUUN. MP
			PIIR.NRO	