

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikka
Automaatiotekniikka
Rauli Mäkinen

Opinnäytetyö

Rakennusautomaatioprojektin toteutus automaatiojärjestelmällä

Työn ohjaaja
Työn tilaaja
Tampere 1/2010

Lehtori Harri Joki
ActiveSet Ky, Juha Lamberg

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikka
Automaatiotekniikka
Rauli Mäkinen

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikka, Automaatiotekniikka

Tekijä(t)	Rauli Mäkinen
Työn nimi	Rakennusautomaatioprojektin toteutus automaatiojärjestelmällä
Sivumäärä	55 sivua + 22 liitesivua
Työn valmistumiskuukausi ja vuosi	Maaliskuu 2010
Työn ohjaaja	Lehtori Harri Joki
Työn tilaaja	ActiveSet Ky

TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä käydään läpi rakennusautomaatiota kiinteistön lämmönjakokeskuksen ja ilmastoinnin osalta. Työssä käytetään myös esimerkkinä erästä rakennusautomaatioprojektia. Rakennusautomaatio jaetaan neljään osa-alueeseen, joita ovat asuintalojen automaatio, teollisuuslaitokset, yhdyskuntien laitokset ja keskitetty kiinteistövalvonta. Näissä kaikissa osa-alueissa rakennusautomaatiolla saavutaan monia etuja, joita ovat mm. energian säästö, huolto- ja kunnossapidon helpottuminen ja sisäilman laatu sekä kustannussäästöt. Automatisoituihin toimintoihin pääasiallisesti kuuluvat suureiden mittaukset ja prosessiin vaikuttavien laitteiden ohjaukset. Ohjaukset hoitavat automaatiojärjestelmään kuuluvat säätimet, joiden tyyppi valitaan käyttökohteen mukaan. Rakennusautomaatiojärjestelmä koostuu tasoista, joita ovat valvomo-, alakeskus- ja kenttätaaso. Lämmönjakokeskus on kokonaisuus, josta hallitaan rakennuksen lämmitystä, joka on yksi prosesseista, jonka hoitaa automaatiojärjestelmä. Kaukolämpö on tärkeä lämpöenergian siirtotapa ja se on yleisesti käytössä isommissa kiinteistöissä, kuten myös vesikiertoinen lämmitystapa. Tärkeimmät LVI-prosessit, joita automaatiojärjestelmä hallitsee, ovat lämminkäyttövesi, lämmitys ja ilmastointi.

Avainsanat
rakennusautomaatio, RAU, rakennusautomaatiojärjestelmä

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikka
Automaatiotekniikka
Rauli Mäkinen

TAMK University of Applied Sciences
El-tekniikka, automationstekniikka

Writer(s) Rauli Mäkinen
Thesis Building automation project with control system

Pages 55 pages, 22 appendices pages

Month and Year of Completion March 2010

Thesis Supervisor Lehtori Harri Joki

Co-operating Company ActiveSet Ky

ABSTRACT

Building automation can be divided into four sections which are house automation, industry, community departments and centralized house automation. Automation in all of these sections provides many advantages like energy saving, easier maintenance, quality of room air and cost saving. Automation main functions are process measurement and control. Controllers which are part of the control system controls all the field devices and the types of controllers vary by the application they are fitted in. Building control system has three levels which are operation, controller and field. Building heating is controlled from heating distribution center and it is controlled by the control system. District heating is common way to move heat energy when building is heated by radiators. The most important HPAC processes are controlled by building control system and these are warm service water, heating and air-conditioning.

Keywords

building automation, BMS system, control system

SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto.....	6
1.1	ActiveSet Ky.....	6
1.2	Työn tavoitteet	7
2	Rakennusautomaatio	8
2.1	Rakennusautomaation osa-alueita.....	8
2.2	Rakennusautomaation hyötyjä.....	9
2.2.1	Energian säästö.....	9
2.2.2	Sisäilman laatu	9
2.2.3	Huolto ja kunnossapito.....	9
2.2.4	Kustannussäästöt	10
2.3	Rakennusautomaation toimintoja.....	10
2.4	Säätimet rakennusautomaatiossa	11
2.4.1	Säätimen toimintaperiaate.....	11
2.4.2	Rakennusautomaatiossa käytettäviä säätimiä.....	12
2.4.2.1	Yksikkösäädin	13
2.4.2.2	Keskitetty säätö- ja valvontajärjestelmä.....	13
2.4.2.3	Kaksiasentosäädin	14
2.4.2.4	PID-säädin	15
3	Kaukolämmitys ja lämmönjakokeskuksen automaatio	17
3.1	Kaukolämmitys	17
3.1.1	Kaukolämmityksen etuja.....	18
3.1.2	Kaukolämmön energiamittaus.....	18
3.2	Lämmönjakokeskuksen automaatio.....	20
3.2.1	Lämmönjakokeskukseen liittyvät säätölaitteet ja -venttiilit.....	22
3.2.1.1	Säätöventtiilit.....	22
4	Patteriverkosto	23
4.1	Patteriverkoston automaatio.....	23
4.2	Patteriverkoston veden lämpötilan säätöperiaate.....	24
5	Käyttövesiverkoston automaatio	26
5.1	Käyttövesiverkoston veden lämpötilan säätöperiaate.....	26
6	Ilmastointiverkosto ja ilmastointikoneen automaatio	28
6.1	Ilmastoinnin merkitys ja peruslaitteisto	28
6.2	Ilmastointikone	29
6.3	Ilmastoinnin automaatio.....	30

7	Rakennusautomaatiojärjestelmä.....	33
7.1	Rakennusautomaatiojärjestelmän tehtäviä.....	33
7.2	Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne.....	34
8	Rakennusautomaatioon liittyviä standardeja	37
9	Rakennusautomaatioprojekti	38
9.1	Rakennusautomaatioprojektin lähtötiedot	38
9.2	Rakennusautomaatioprojektin kartoittaminen ja suunnittelu.....	39
9.2.1	Lämmitystekniset tiedot	39
9.2.2	Lämmönjakokeskuksen laitteiden mitoitus.....	39
9.2.3	Lämmönjakokeskuksen säädön toiminta	40
9.2.4	Lämmönjakokeskuksen PI-kaavio	40
9.2.5	Ilmastoinnin säädön toiminta	41
9.2.6	Ilmastoinnin PI-kaavio	41
9.2.7	Piste-, laite- ja kaapeliluettelo	42
9.2.7.1	Pisteluettelo	42
9.2.7.2	Laiteluettelo	43
9.2.7.3	Kaapeliluettelo.....	43
9.3	Rakennusautomaatioprojektin kenttätyöt.....	43
9.3.1	Valvonta-alakeskuksen rakentaminen ja kytkennät	44
9.3.1.1	Alakeskus TREND IQ204.....	46
9.3.2	Kenttälaitteiden asennukset ja kytkennät	49
9.3.2.1	Lämpötila-anturit.....	49
9.3.2.2	Jäätymissuoja-anturi ja termostaatti	50
9.3.2.3	Pelti- ja venttiilimoottorit	51
9.4	Rakennusautomaatioprojektin päättäminen ja tarkastukset.....	53
10	Yhteenveto	54

LÄHTEET

LIITTEET

1 Johdanto

Rakennusautomaatiolla saavutetaan monia etuja, joista tärkeimpiä ovat kiinteistön hallinta automaation avulla. Kiinteistön toimintojen valvonta ja käyttö voidaan automatisoida, jolloin vapautetaan kiinteistön hoitohenkilökunta tärkeimpiin tehtäviin. Automaation avustama kiinteistön toiminnoissa saavutetaan jopa parempi toimivuus ja kustannustehokkuus. Kiinteistön toimintoja on mm. kulunvalvonta, lämmitys, ilmastointi ja valojen ohjaus, jotka kytketään automaatiojärjestelmään. Automaatiojärjestelmä koostuu valvomosta, alakeskuksista ja kenttälaitteista. Valvomon tehtävä on toimia järjestelmän ja ihmisen välisenä tietokanavana. Alakeskukset ovat nykyään mikroprosessoripohjaisia laitteita, jotka hoitavat prosessin mittauksia ja ohjauksia. Alakeskukset voidaan ohjelmoida tiettyä tehtävää varten, kuten lämmityksen säätö. Alakeskukset ovat yhteydessä valvomoon ja kenttälaitteisiin. Kenttälaitteet ovat prosessin laitteita, jotka vaikuttavat suoraan prosessiin esim. lämpimän veden virtaukseen. Kenttälaitteita ovat mm. anturit ja moottorit, jotka on kytketty alakeskuksiin. Tässä työssä kerrotaan rakennusautomaation teoriaa lämmönjakokeskuksen ja ilmastoinnin automaatiosta. Työssä käydään myös läpi myös eräs rakennusautomaatioprojekti, jonka on toteuttanut opinnäytteen tilannut yritys ActiveSet Ky.

1.1 ActiveSet Ky

Opinnäytetyön tilaaja on yritys nimeltä ActiveSet Ky, joka toimii rakennusautomaatioalalla lähinnä Pirkanmaalla. Rakennusautomaatiokohteita ovat niin saneerauskohteet kuin uusien rakennusten automaatio. Yritys toteuttaa kohteissa pääasiassa lämmönjakokeskusten ja ilmastointien automatisoinnin TREND-automatijärjestelmällä. ActiveSet Ky on pieni yritys, joka työllistää muutaman henkilön.

1.2 Työn tavoitteet

Tämän työn tavoitteena on kuvata rakennusautomaatioon liittyviä prosesseja ja laitteita sekä rakennusautomaatioprojektin läpivienti dokumentteineen. Työn tavoite on antaa opastusta rakennusautomaation parissa työskenteleville henkilöille, joille rakennusautomaatio on uusi asia. Työssä erityisesti on tarkoitus perehtyä projektin läpiviennin osalta kenttätasoon ja alakeskustasoon, jotka ovat oleellisia automaatioasentajille. Alakeskustasolta työstä on rajattu pois alakeskusten ohjelmointi. Rakennusautomaatio käsittää laajan kokonaisuuden, joten tämä työ on rajattu LVI-tekniikan automatisointiin.

Työssä on selvitettävä seuraavat rakennusautomaation aihealueet:

- mitä rakennusautomaatio on
- rakennusautomaation hyödyt ja keskeiset toiminnot
- rakennusautomaatiossa käytettävät perussäätimet ja niiden toiminta
- kaukolämmön käyttö ja sen jakaminen asiakkaalle sekä siihen liittyvät säädöt, mittaukset sekä edut
- lämmönjakokeskuksen periaatteellinen rakenne, säätölaitteet ja toiminta
- patteriverkoston toimintaperiaate ja siihen liittyvät säädöt sekä laitteet
- käyttövesiverkoston toimintaperiaate ja siihen liittyvät säädöt sekä laitteet
- ilmastointiverkoston perusrakenne ja -toiminta sekä siihen liittyvät säätimet
- ilmastointikoneen perusrakenne ja säätölaitteet
- ilmastoinnin perusprosessin toiminta ja säätöperiaate
- rakennusautomaatioon liittyviä standardeja
- rakennusautomaatioprojektin suunnitteluun, kartoittamiseen ja toteuttamiseen tarvittavat dokumentit
- rakennusautomaatioprojektin kenttätyöhön liittyviä asennuksia, laitteita ja kytkentöjä
- rakennusautomaatioprojektin päättämiseen liittyvät toimenpiteet

2 Rakennusautomaatio

Rakennusautomaatio on automaation osa-alue, joka perustuu rakennukseen kuuluvan tekniikan automatisointiin (Baff, 2005, 1).

Rakennusautomaatiojärjestelmä on oleellinen osa rakennuksen LVI-järjestelmää ja sillä tarkoitetaan kiinteistöjen yleisien toimintojen automaatio, näitä ovat mm. lämmitys ja ilmanvaihto. Kiinteistöautomaatio on suurempi kokonaisuus, johon sisällytetään toiminnot, kuten kulunvalvonta ja valo-ohjaukset, kun taas rakennusautomaatiota voidaan pitää kiinteistöautomaation yhtenä kokonaisuutena, johon kuuluvat lämmitys sekä ilmastointi.

2.1 Rakennusautomaation osa-alueita

Rakennusautomaatio jaetaan neljään osa-alueeseen, joita ovat asuintalojen automaatio, teollisuuslaitokset, yhdyskuntien laitokset ja keskitetty kiinteistövalvonta. Asuintalojen automaatiojärjestelmän tavallisin tehtävä on valvoa ja hoitaa asuintalon lämmitystä. Automaatiojärjestelmä valvoo lämmitykseen liittyvien laitteiden toimintaa. Näitä laitteita ovat mm. kaukolämmön lämmönsiirtimet, pumput ja lämmitysverkostot. (Värjä & Mikkola 1999, 5-6.) Yleisimmät rakennusautomaatiojärjestelmän lämmitykseen liittyvät säädettävät suureet ovat käyttöveden lämpötila, rakennuksen sisälämpötila ja rakennukseen sisään puhallettavan ilman lämpötila.

Keskitetyssä kiinteistövalvonnassa muodostetaan valvontaverkko, jossa kulkevat kaikkien rakennusten automaatiojärjestelmän tiedot. Valvontaverkossa on valvomo tai useita valvomoita, joilla koko verkkoa valvotaan keskitetysti. Kiinteistöjen hoitaja voi seurata verkon rakennusten lämpötilaa, oviohjauksia ym. yhdestä paikasta, johon valvonta on keskitetty. Verkkoon liitetään jokaisen rakennuksen oma digitaalinen kiinteistökeskus, joka sijaitsee siinä rakennuksessa, jota se valvoo ja hoitaa. Kiinteistökeskus on itsenäinen yksikkö, joka hoitaa rakennuksen mittaukset, ohjaukset, valvonnan ja hälytykset. Kiinteistökeskukset on yhdistetty valvomoon, josta jokaisen eri kiinteistökeskuksen suureita voidaan muuttaa. Näitä suureita ovat esim. valo-ohjaukset ja ovien lukitukset. (Värjä 1999, 6-7.) Kiinteistökeskuksia kutsutaan myös toiselta nimeltä alakeskuksiksi.

2.2 Rakennusautomaation hyötyjä

2.2.1 Energian säästö

Rakennusautomaation avulla säästetään energiaa. Energiaa säästetään, kun lämpötilaa, ilmvirtaa ja valaistusta ohjataan vain tarpeen mukaan. Energian hallinnan avulla energiankulutustavoitteet on helposti saavutettavissa, koska energian käyttöä seurataan. (Baff, 2005, 1.)

2.2.2 Sisäilman laatu

Rakennusautomaatiota käyttämällä saavutetaan hyvä sisäilma, jonka oikealla ohjauksella saavutetaan sisäilmastotavoitteet. Rakennusautomaatio antaa hyvän tuottavuuden ja olosuhdeseuranta helpottuu. Sisäilmaa voidaan tarkkailla mittaushistoriaa hyödyntämällä. (Baff, 2005, 1-2.)

Rakennusautomaation avulla voidaan parantaa kiinteistön sisäilmaa, kun säädettäviksi suureiksi otetaan esim. huoneilman lämpötila ja kosteus. Ainoastaan laitteet, jotka tuottavat lämpöä tai kostuttavat ilmaa ei riitä, vaan näitä laitteita tulee myös ohjata oikealla tavalla. Laitteiden ohjauksen hoitaa automaatiojärjestelmä, minkä vuoksi automaation kautta saavutetaan parempi sisäilma.

Mittaushistoriaa hyödyntämällä häiriötilanteiden selvittäminen helpompaa, koska säädettävän suuren muutokset ovat helppo löytää. Mittaushistoriasta nähdään esim. huoneen lämpötila tietyllä ajanjaksolla, mistä voidaan tehdä päätelmiä, jota kautta säätöä voidaan parantaa. (Baff, 2005, 2-3.)

2.2.3 Huolto ja kunnossapito

Huolto- ja kunnossapitotoiminta helpottuu käytettäessä automaatiota. Automaatiojärjestelmä antaa vikadiagnostiikkaa ja -ilmoituksia järjestelmän toiminnasta. Näiden tietojen ansiosta vahingoilta voidaan välttyä aikaisessa vaiheessa ja vikatilanteet vähenevät. Vikojen selvittäminen nopeutuu ajan tasalla olevan

diagnostiikan avulla, mikä vähentää kustannuksia. Automaatio mahdollistaa kaukovalvonnan, joka helpottaa huoltotöissä. Päivystystehtävissä käytettävällä etähallinnalla voidaan selvittää vikatilanteita ilman, että ollaan varsinaisessa kohteessa. Vikaennakointia suoritetaan myös käyttämällä laitteiden käyttöaikalaskuria, josta nähdään niiden kuluminen. (Baff, 2005, 2.)

2.2.4 Kustannussäästöt

Rakennusautomaation tärkeimpiä hyötyjä ovat kustannussäästöt. Kulutusten seurannan kautta vaikutetaan kustannuksiin, joihin on mahdollista päästä seuraamalla niin veden kuin lämmitysenergian kulutusta. Huipputehosta säästetään kytkemällä pois käytöstä turhia kuormia kuormituksenhuipputilanteessa, mikä laskee käyttäjän ja energiantuottajan kustannuksia. Automaatiojärjestelmään voidaan liittää ohjelmallinen trend-seuranta, joka piirtää käyrää, josta nähdään esim. huoneen sisälämpötila ajan suhteen. Jos automaatiojärjestelmä sisältää trend-seurannan, niin muutostilanteiden tarkkailu on helpompaa kuin ilman seurantaa. Muutostilanteita tutkimalla on automaatiojärjestelmän säädön viritys tehokkaampaa kuin ilman trend-seurantaa. (Baff, 2005, 2-3)

2.3 Rakennusautomaation toimintoja

Rakennusautomaation toimintoihin pääasiallisesti kuuluvat suureiden mittaukset ja prosessiin vaikuttavien laitteiden ohjaukset. Automaatiojärjestelmään liitetään seurattavia suureita, joita ovat mm. energian kulutus, vesimäärien laskenta sekä rakennuksen valvonta- hälytystoiminnot. Rakennusautomaatiojärjestelmän ohjauksiin sisältyvät esim. valojen ohjaus ja lämmitysjärjestelmän venttiilien ohjaus sekä hälytystoiminnot. Rakennuksen automaatiojärjestelmä voidaan liittää suurempaan verkkoon eli keskitettyyn kiinteistövalvontaan, josta useamman rakennuksen toimintojen seuraaminen on tehokasta. (Värjä 1999, 5.)

2.4 Säätimet rakennusautomaatiossa

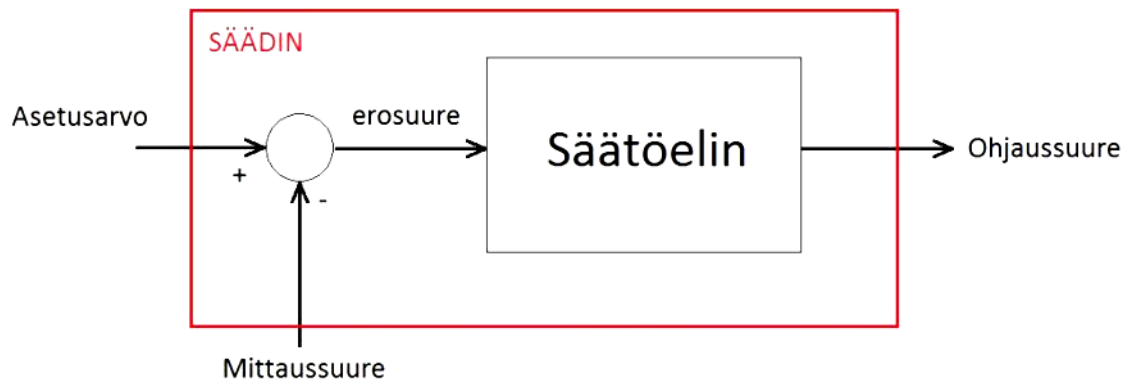
Säätimet ovat erittäin tärkeitä niin teollisuus- kuin rakennusautomaatiossa. Säädin on laite, joka pitää säädetyn suureen jossakin halutussa arvossa. Tässä kappaleessa käydään läpi hieman säätimiä ja niiden toimintoja erityisesti rakennusautomaatiossa. Säädin sisältää säätöelimen, jossa varsinainen laskenta tehdään. Tämän laskennan perusteella säädin antaa ohjaussuureen arvon. Säädin on mahdollista asettaa myös auto/manuaaltilaan. Automaattitilassa säädin toimii kappaleen 2.4.1 mukaisesti kun taas manuaaltilassa käyttäjä antaa säätimen ohjaussuureen arvon käsin.

Säätimet on merkitty järjestelmää kuvaavaan prosessin instrumentointikaavioon C-kirjaimella, esim. lämpötilan säädin on TC. Prosessin instrumentointikaaviota kutsutaan lyhennetyksi nimellä PI-kaavio. Sen piirrosmerkit ja kirjainkoodit on esitetty liitteessä 1.

2.4.1 Säätimen toimintaperiaate

Säädin perusosat ovat eroelin ja säätöelin (kuvio 1). Eroelimen tehtävä on laskea ero suure asetusrvon ja mittaussuureen erotuksesta. Säätöelimen tehtävä on laskea eroarvon perusteella ohjaussuure. Säätimeen tuodaan kaksi tietoa, jotka ovat asetusrvo ja mittaussuure. Asetusrvo on yleensä käyttäjän antama, haluttu arvo säädetylle suureella. Säädetty suure voi olla esim. patteriverkon veden lämpötila. Mittaussuure on arvo, jonka -laite esim. lämpötila-anturi lähettää. Lämpötila-anturi mittaa esim. veden lämpötilaa. Näiden kahden arvon perusteella säädin laskee ohjaussuureen, jolla prosessiin halutaan vaikuttaa eli käytännössä siis patteriverkon lämpötilaan. Ohjaussuure on yleensä kytketty toimilaitteeseen, joka avaa tai sulkee esim. venttiiliä, jonka avautuessa kuumempaa vettä pääsee patteriverkkoon ja huoneet lämpenevät.

Esimerkiksi, jos kiinteistön hoitaja haluaa patteriverkon veden lämpötilan olevan 50 °C, hän asettaa sen asetusarvoksi. Säätimelle tuleva mittausarvo on 40 astetta celsiusta eli 10 astetta vähemmän kuin haluttu asetusarvo. Mittaussuure on patteriverkon sen hetkisen veden lämpötila. Eroelin laskee asetusarvon ja mittaussuureen erotuksen ja välittää tiedon säätöelimelle, joka laskee ohjaussuureen toimilaitteelle, joka avaa venttiiliä. Venttiili avautuu ja lämpimämpää vettä pääsee verkostoon. Säädin jatkaa toimilaitteen ohjaamista kunnes asetusarvo ja mittaussuure ovat samansuuruisia eli eroarvo on nolla. Kun säätö on tasoittunut, patteriverkon veden lämpötila on 50 astetta.



Kuvio 1: Säätimen rakenne

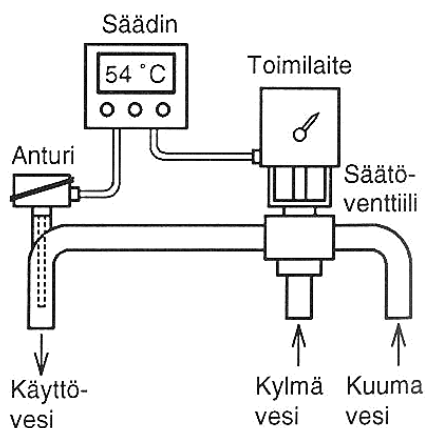
2.4.2 Rakennusautomaatiossa käytettäviä säätimiä

Rakennusautomaatiossa voidaan käyttää erilaisia säätimiä, joiden lajin määrittelee prosessin tyyppi ja mittaus- sekä ohjauspisteiden lukumäärä. Säätimen valintaan vaikuttaa myös sen käyttötarkoitus. Säädin voi sijaita lämmönjakokeskuksessa ihan mittauspisteen tai ohjattavan toimilaitteen läheisyydessä. Laajemmissa kokonaisuuksissa säädin voi sijaita alakeskuksessa tai olla erillinen tietokoneohjelma.

2.4.2.1 Yksikkösäädin

Yksikkösäädintä käytetään yleensä yhden säätöpiirin järjestelmissä ja se asennetaan ohjattavan toimilaitteen läheisyyteen. Yhtenä sovelluksena voidaan mainita lämpimän käyttöveden lämpötilan säätö, jossa asetusarvoa ei välttämättä tarvitse muuttaa valvomosta käsin. Kuviossa 2 on esitetty lämpimän käyttöveden säätöpiiri. (Värjä 1999, 58.)

Yksikkösäädintä operoidaan säätimeltä siihen sijoitettujen nappien kautta. Säädin sisältää valikkoja, joista eri parametreja ja toimintoja voidaan muuttaa (Värjä 1999, 58). Toimintoja ovat esim. asetusarvon syöttö, automaatti/manuaali-tila ja viritysparametrien muuttaminen. Yksikkösäätimiä on analogisia ja digitaalisia, näistä analogisia käytetään yhden säätöpiirin prosesseissa kun taas digitaalisilla pystytään hoitamaan useita säätöpiirejä. (Värjä 1999, 58.)



Kuvio 2: Yksikkösäädin, anturi, toimilaite ja venttiili (Värjä 1999, 58)

2.4.2.2 Keskitetty säätö- ja valvontajärjestelmä

Suurissa rakennusautomaatiokohteissa käytetään yleisesti keskitetty säätö- ja valvontajärjestelmää eli DDC:tä (Direct Digital Control). Tämän kaltaisen keskitetyn järjestelmän etuna on se, että siihen saadaan yhdistettyä useita eri rakennuksia. Jokaisessa rakennuksessa toimii oma alakeskus, johon on yhdistetty esim. rakennuksen mittaukset, ohjaukset ja hälytykset. Kaikki eri rakennuksissa sijaitsevat alakeskukset on yhdistetty yhteiseen valvontakeskukseen, josta on mahdollista operoida kaikkien

rakennuksien toimintoja ja seurata järjestelmän toimintaa. Valvontakeskus koostuu yleensä yhdestä tai useammasta tietokoneesta, joihin valvomo-ohjelmisto on tehty. DDC:ssä säädin on ohjelmallinen ja yleensä sijoitettu valvontakeskuksen ohjelmaan. (Värjä 1999, 59.)

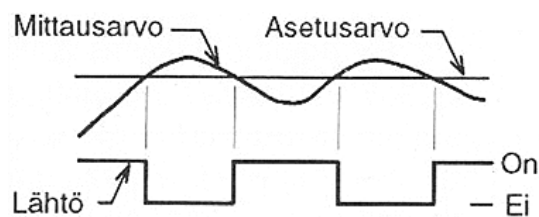
2.4.2.3 Kaksiasentosäädin

Kaksiasentosäädintä voidaan kutsua termostaatiksi, koska sen ohjaussuure (lähtö) on digitaalinen eli päälle tai pois. Muissa säätimissä, kuten PID-säätimessä ohjaussuure on analoginen ja se saa muita arvoja kuin 0 tai 1. Kaksiasentosäädin kytkee lähdön pois toiminnasta kun mittausarvo ylittää asetusarvon. Mittausarvon ollessa pienempi säädin kuin asetusarvon säädin kytkee lähdön toimintaan. Kaksiasentosäätimen toiminta esitetään kuviossa 3.

Kaksiasentosäädintä ei voida käyttää patteriverkon, lämpimän käyttöveden eikä ilmastointiverkon automatisoinnissa. (Värjä 1999, 61).

Edellä mainituissa verkoissa säädettävän suureen vaihtelut eivät saa olla suuria. Kaksiasentosäätö aiheuttaa säädettävässä suuressa vaihtelua, jolloin eroarvo on vuoroin positiivinen ja negatiivinen. Tämän kaltainen vaihtelu ei sovi säätöpiiriin, jossa pyritään stabiiliin säädettävän suureen arvoon. Kaksiasentosäätö ei tämän tyyppisessä piirissä kumoa mahdollisesti prosessiin aiheutuvia häiriöitä tarpeeksi tehokkaasti.

Kaksiasentosäädintä on hyvä käyttää esim. normaalissa uunissa, jossa lämpötilan vaihtelulla ole merkitystä.



Kuvio 3: Kaksiasentosäädön toimintaperiaate (Värjä 1999, 61)

2.4.2.4 PID-säädin

PID-säädin on yksi tärkeimmistä säätimistä niin teollisuus- kuin rakennusautomaatiossa. Sen säätöelimen monipuolisuuden vuoksi se on hyvin käyttökelpoinen hyvin erilaisissa prosesseissa. Säätimen nimi tulee säätöelimen toimintojen nimistä, joita ovat proportional (suhdesäätö), integral (integrointi) ja derivate (derivointi). Jokaisella termillä on ominaisuus, joka vaikuttaa säätimen laskemaan ohjaukseen. Säätimen termejä voidaan käyttää erikseen, jolloin saadaan variaatioita kuten PI-säädin, P-säädin ja PD-säädin. Näistä variaatioista eniten käytetty on PI-säädin.

P-termi on ns. suhdesäätö, jonka tehtävänä on pitää mitta-arvo säätöalueella. Säätöalue määräytyy P-termin vahvistuksen arvon mukaan. P-säädin jättää aina pysyvän säätöpoikkeaman. Suurella vahvistuksen arvolla säädettävä suure alkaa värähdellä, mutta säätöpoikkeama on pieni. (Värjä 1999, 62.)

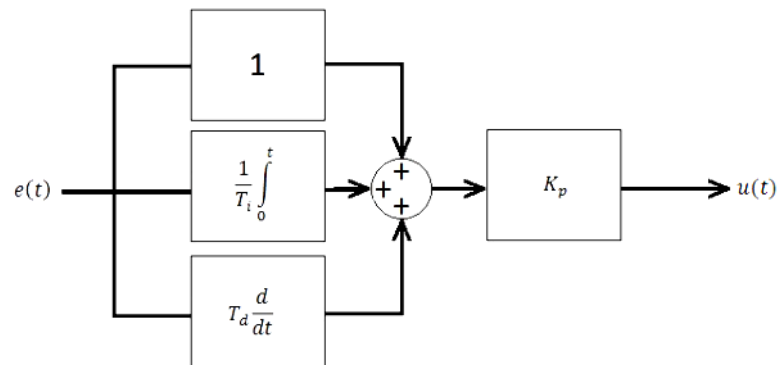
P-termi yhdistettynä I-termillä on PI-säädin. Kun P-säätöön lisätään I-termi, saadaan säätöpiiriin ns. tasoittava säätö, joka vastaa nopeasti eroarvon suurenemiseen. I-termin toinen etu on pysyvän säätöpoikkeaman poistaminen eli eroarvo poistuu säädettävän suureen stabiloiduttua asetusarvoon.

Joskus käytetään myös D-termiä P- ja I-termin lisäksi. D-termin tehtävä on vastata nopeasti eroarvon muutosnopeuteen, minkä vuoksi sitä kutsutaan ennakoivaksi säädöksi. Suuren D-termin vaikutus säätöpiirissä voi olla huono, koska se aiheuttaa värähtelyä.

"PID-säätöä käytetään melko harvoin, useimmiten riittää P- tai PI-säätö" (Värjä 1999, 66).

PID-säätimen viritys voidaan tehdä Ziegler-Nicholsin askelvaste- tai värähtelymenetelmällä.

PID-säätimiä on monta tyyppiä, joista yhden tyyppisen säätimen säätöelimen toimintaa kuvataan kuvion 4 lohkokaaviossa, jossa erosuure on merkitty $e(t)$ ja säätimen lähtösuure on $u(t)$.



Kuvio 4: PID-säädin lohkokaaaviona

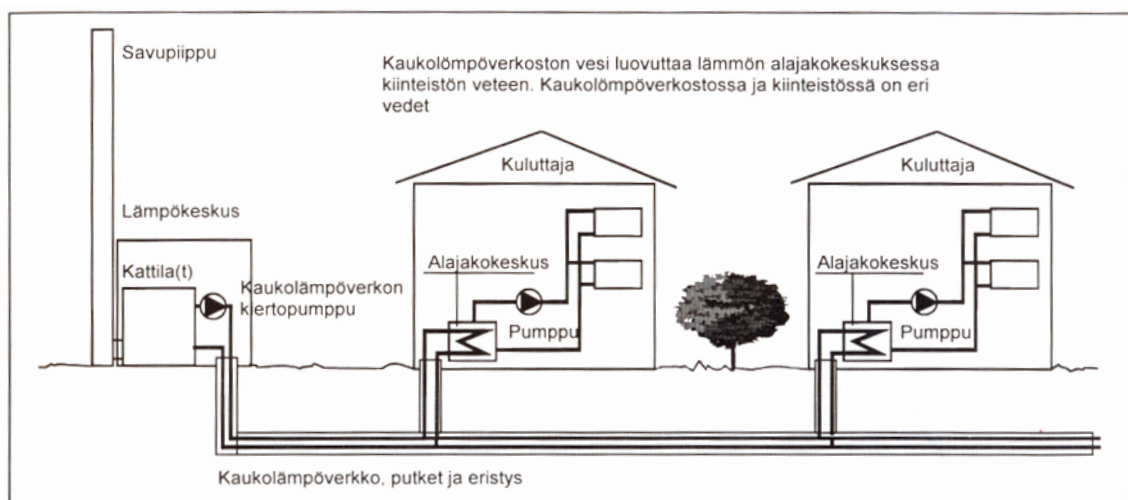
3 Kaukolämmitys ja lämmönjakokeskuksen automaatio

Rakennusten lämmitysenergia voidaan tuottaa monella eri tavalla. Tässä työssä käsiteltävässä projektissa rakennuksen lämmitysenergia saadaan kaukolämmöstä, joten tätä lämmitystapaa käydään läpi tässä kappaleessa.

3.1 Kaukolämmitys

Kaukolämmitys on keskitetty lämmitystapa. Sen avulla lämmitetään useita rakennuksia ja jopa kokonaisia kaupunkeja. Kaukolämpö tuotetaan lämmityskeskuksissa, joista lämpö johdetaan rakennuksiin maanalaisia putkia pitkin. Putket liitetään kiinteistössä sijaitsevaan alajakokeskukseen eli lämmönjakokeskukseen. (Harju 1994, 169 ; Seppänen 2001, 263.)

Lämmönjakokeskuksessa kaukolämmöstä saatava lämpöenergia siirretään lämmönvaihtimien kautta rakennuksen verkostoihin. Kaukolämpöä ei esim. kierrätetä suoraan pattereissa. Kaukolämmön siirtymistä esitetään kuviossa 5.



Kuvio 5: Kaukolämmön siirtyminen kuluttajalle. (Harju 1994, 169)

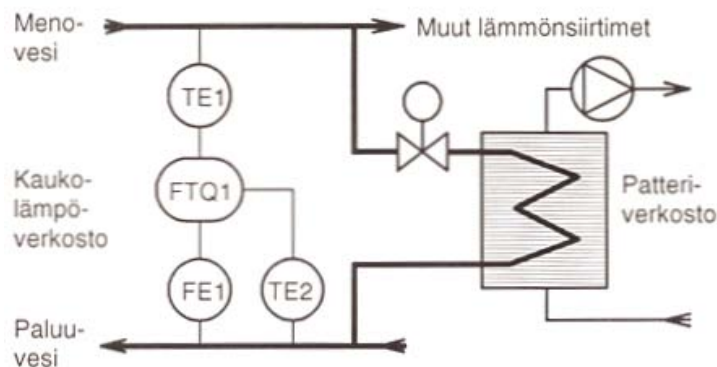
3.1.1 Kaukolämmityksen etuja

Seppänen (2001, 263) nimeää kaukolämmityksen eduiksi seuraavat:

- Kaukolämmityksen tuottamiseen on mahdollista hankkia halpoja polttoaineita, koska hankinta tapahtuu suurissa erissä.
- Kaukolämpö kehitetään isoissa kattiloissa, jolloin lämmöntuoton hyötysuhde on parempi kuin pienien rakennusten kattiloissa tuotettavan lämmön.
- Lämpökeskuksen automatisointi tehokkailla säätö- ja valvontalaitteilla tulee suhteellisesti edullisemmaksi kuin pienissä yksiköissä.
- Kun kaukolämpö tuotetaan keskitetysti, niin asutuskeskukset pysyvät puhtaina.
- Jokaista tuotettua energiayksikköä kohden aiheutetut saastemäärät ovat pienempiä suurien kattilalaitosten hyvän palamishyötysuhteen takia verrattuna pienien kattiloiden saastemääriin.
- Savukaasupuhdistimilla varustaminen on taloudellista suuriin laitoksiin.

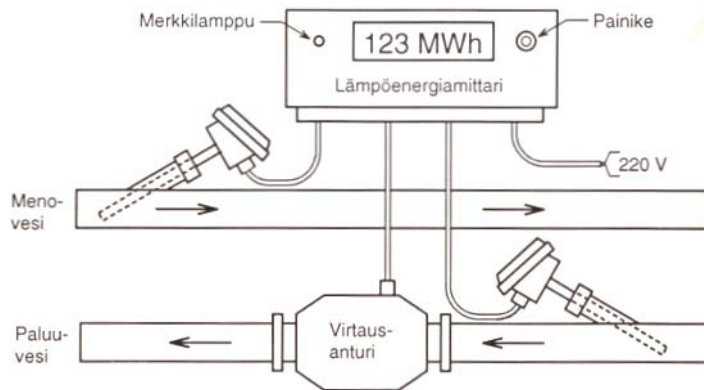
3.1.2 Kaukolämmön energiamittaus

Kiinteistöön tulevan ja lähtevän kaukolämmön lämpöenergian eroa mitataan lämpöenergiamittarilla. Energiaa mitataan, koska halutaan tietää rakennukseen siirtyneen lämpöenergian määrä.



Kuvio 6: Lämpöenergian mittaamiseen tarvittavat laitteet (Värjä 1999, 31)

Kuviossa 6 on esitetty lämpöenergian mittaamiseen käytettävät laitteet ja niiden kytkennät kaukolämpöverkkoon. Mittaamiseen tarvitaan kaksi lämpötila-anturia, virtausanturi ja lämpöenergiamittari. TE1 ja 2 ovat lämpötila-antureita, FE on virtausanturi ja FTQ on lämpöenergiamittari.



Kuvio 7: Enermet-lämpöenergiamittarin osat (Värjä 1999, 32)

Lämpöenergiamittarin osat on esitetty kuviossa 7. Lämpöenergiamittari laskee energiamäärän kaukolämmön meno- ja paluueden erotuksen, kaukolämmön paluueden virtauksen ja tiheyden perusteella. Tiheyden määrittämiseen mittari käyttää paluueden lämpötilaa. Mittarissa on toiminto, joka osoittaa kiinteistössä käytetyn energian määrän. (Värjä 1999, 32.)

Lämpöenergiamittarit on mahdollista kytkeä etäluentaan, jolloin mittarin lukemaa ei tarvitse tulla paikanpäälle kiinteistöön tarkastamaan. Mittarit voidaan myös kytkeä automaatiojärjestelmään, jossa kiinteistön energian kulutusta on helppo tarkastella valvomosta. Energian kulutuksesta voidaan piirtää trendikäyriä, joista nähdään kiinteistön energian tarve vaikka eri vuodenaikoina. Energian kulutuksen perusteella automaatiojärjestelmän säätötoimintoja voidaan myös virittää ja tutkia, voidaanko järjestelmän toimintaa parantaa energiatehokkaammaksi.

3.2 Lämmönjakokeskuksen automaatio

Lämmönjakokeskus on laitekokonaisuus, joka liitetään kaukolämpöverkkoon.

Lämmönjakokeskukseen liitetään myös kiinteistön mittauskeskus, käyttö- ja lämmitysverkostot sekä paisuntalaitteet. Laitekokonaisuus sisältää lämmönvaihtimet ja niihin kytkettävät putkistot. On mahdollista, että lämmönjakokeskuksen toimitukseen sisältyvät myös säätölaitteet, kiertovesipumput ja venttiilit. (Seppänen 2001, 271.)

Lämmönjakokeskus on kaukolämmön kuluttajalaite. Tällä tarkoitetaan laitetta, jossa virtaa kaukolämpövesi, joka on kuluttajan omistuksessa tai hallinnassa.

Lämmönjakokeskus kootaan tavallisesti valmiiksi kokonaisuudeksi tehtaalla. (Seppänen 2001, 271.)

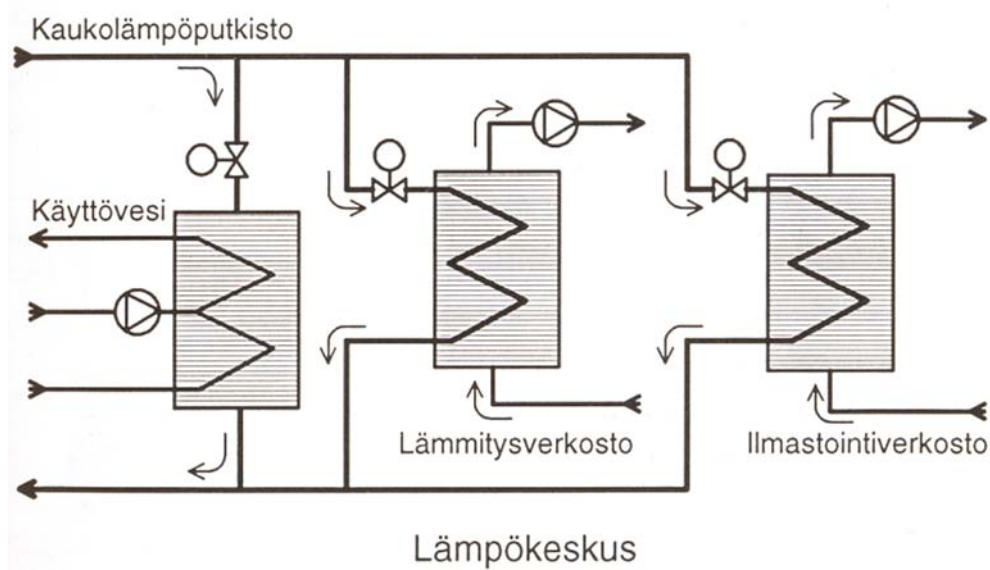
Kaukolämpöverkon asiakkaat kytketään verkkoon epäsuoralla kytkennällä.

Kytkentätapa on esitetty kuviossa 8.

Kytkentätavassa on lukuisia etuja, joita ovat seuraavat:

- Asiakkaan patteriverkon syöpymät ja vuodot eivät vahingoita kaukolämpöverkkoa.
- Lämpökeskuksen ja kiinteistön verkostojen paineiden vaihtelut ja erot eivät vaikuta toisiinsa sekä painetasojen hallinta on helppoa.
- Asiakkaan laitteistoa ei tarvitse mitoittaa kaukolämmön suurelle paineelle.
- Turvallisuus parantuu.

(Seppänen 2001, 271.)



Kuvio 8: Periaatekuva lämmönjakokeskuksesta (Värjä 1999, 9)

Lämmönjakokeskuksen periaatetta kuvataan kuviossa 8. Kaukolämpöputkisto liitetään lämmönvaihtimen ensiöpuolelle. Jokaisella verkostolla on oma lämmönvaihdin, joiden toisiopuolesta lämpö siirtyy verkoston veteen. Tätä kytkentätapaa kutsutaan ns. epäsuoraksi kytkennäksi. Kaukolämpövesi ei ole kosketuksissa kiinteistön verkostoiden kanssa vaan ainoastaan lämpöenergia siirtyy vedestä. Kun kaukolämpövesi on virrannut lämmönvaihtimen läpi, niin se palaa lämmityskeskukseen.

Lämmönjakokeskukseen kuuluu yleensä myös hälytysjärjestelmä, joka seuraa lämmönjakokeskuksen vesien lämpötilaa ja painetta. Hälytysjärjestelmä seuraa myös vesipumppujen toimintaa ja hälyttää tarvittaessa, jos pumppu pysähtyy. Hälytykset annetaan yleensä myös liian suurista tai pienistä vesilämpötiloista ja paineista. (Värjä 1999, 9.)

3.2.1 Lämmönjakokeskukseen liittyvät säätölaitteet ja -venttiilit

Lämmönjakokeskuksen tehtävä on jakaa kaukolämmöstä lämpöenergiaa kiinteistön verkostoihin. Tehtävä jakautuu kiinteistön huoneiden lämpötilan ja lämpimän käyttöveden lämpötilan ylläpitämiseksi erilaisissa kuormitustilanteissa. Jotta säätö on tarkkaa ja taloudelliset menetykset minimoidaan, on tärkeää että järjestelmässä käytettävät säätölaitteet ovat viritetty oikein. Säätölaitteiden asennuksen jälkeen tulee jokaisen laitteen toiminta tarkastaa. Kiinteistöjen verkostot ovat yksilöllisiä, joten laitteiden toimintaa täytyy hienosäätää verkoston normaalin käytön aikana. On tärkeää, että laitteet säädetään normaalin käytön aikana, koska silloin säätölaitteiden toimintaa voidaan tarkkailla normaalissa tilanteessa. Tällöin saadaan kyseiselle kiinteistölle sopivat säätöarvot.

3.2.1.1 Säätöventtiilit

Verkostoissa virtaavan veden lämpötilaa säädellään kaukolämpöputkiin asennetuilla venttiileillä. Jos verkostossa olevan veden lämpötila on liian korkea, niin kyseiseen verkostoon tulevan kaukolämmön veden virtausta vähennetään sulkemalla venttiiliä. Virtauksen vähentyessä lämpöenergian siirtyminen kaukolämmöstä eli vaihtimen ensiöpuolelta verkostoon eli vaihtimen toisiopuoleen pienenee ja verkostossa virtaavan veden lämpötila laskee. Tämän säädön hoitaa rakennusautomaatiojärjestelmä.

4 Patteriverkosto

Lähes aina suuret kiinteistöt lämmitetään vesikiertoisella keskuslämmityksellä, jossa lämpö välitetään veden tai muun aineen välityksellä yhteisestä lämpölähteestä lämmönluovuttimille. Lämmönsiirtoaineena voidaan käyttää vettä, ilmaa tai höyryä. Kaikkein käytetyin lämmönsiirtoaine on vesi. Lämmönluovuttimina kiinteistöissä usein käytetään lämpöpattereita. Keskuslämmitys on helppohoitoinen ja luotettava, mikä on tehnyt siitä erittäin suosittua lämmitysmuodon. (Seppänen 2001, 119.)

Vesikiertoinen keskuslämmitys koostuu seuraavista osista:

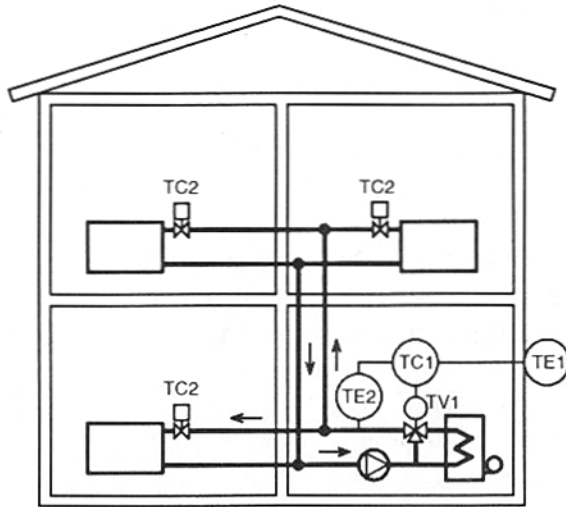
- lämmönlähde
- lämmönsiirtoverkosto
- lämmönluovuttimet eli patterit tai putket

(Seppänen 2001, 119).

Lämmityslähteinä voidaan käyttää, joko kattilalaitosta, sähkölämmitystä tai kaukolämpöä. Lämmönsiirtoverkosto sisältää putket, säätölaitteet, venttiilit, mittarit, suodattimet yms. Lämmönluovuttimien tehtävä on luovuttaa lämpöä siellä missä ne sijaitsevat. Kohteita ovat yleensä huoneet. (Seppänen 2001, 119.)

4.1 Patteriverkoston automaatio

Kuviossa 9 esitetään kiinteistön patteriverkko yksinkertaisesti ja siitä nähdään selkeästi verkoston toiminta niin kuin se on esitetty kappaleessa 3.3. Lämmönluovuttimet on sijoitettu kiinteistön huoneisiin. Luovuttimille tuodaan kaksi putkea, joista toinen on menoputki ja toinen paluuputki. Pumppu kierrättää verkoston vettä lämmönvaihtimen läpi, jossa se lämpiää. Lämmin vesi siirretään edelleen lämmönluovuttimille, joista se palaa kylmempänä takaisin pumpun imupuolelle.



Kuvio 9: Yksinkertaistettu piirros kiinteistön patteriverkosta (Värjä 1999, 83)

Kuvion 9 esittämässä verkostossa lämmityslähteenä on kattila. Kattilalämmityksessä käytetään kolmitie-säätöventtiiliä, mutta verkoston toimintaperiaate on sama kuin kaukolämmöllä lämmitettävässä verkostossa. Kuviossa 9 on esitetty myös patteriverkon veden lämpötilan säädön kannalta tärkeät laitteet.

Laitteet ovat seuraavat:

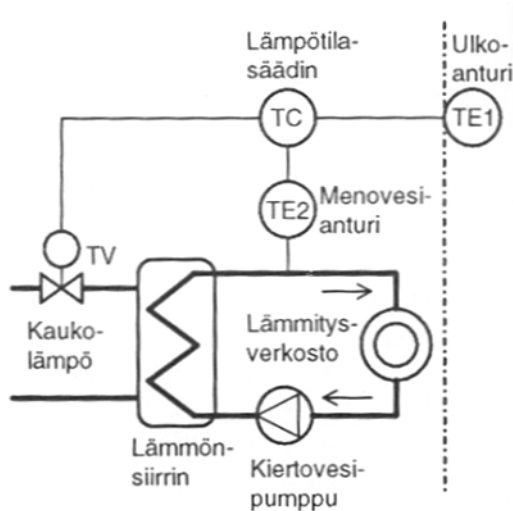
1. TC1 = menoveden lämpötilasäädin.
2. TE1 = ulkolämpötila-anturi.
3. TE2 = patteriverkon menoveden lämpötila-anturi.
4. TV1 = kolmitie-säätöventtiili.

(Värjä 2001, 83).

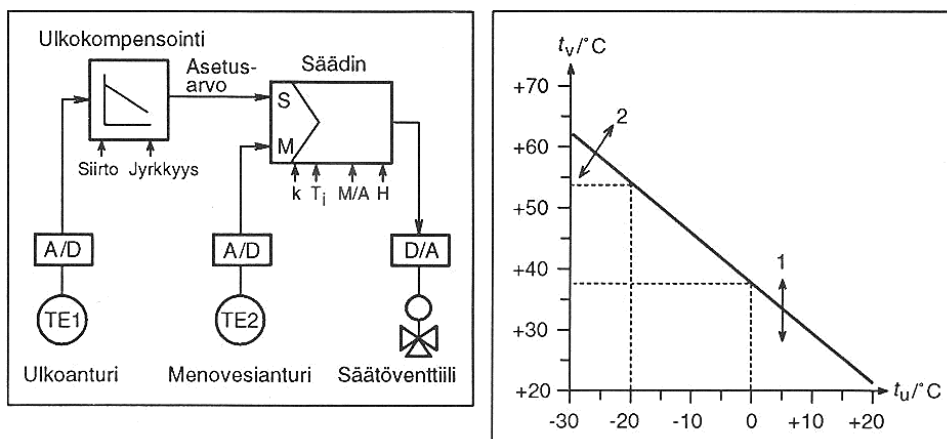
4.2 Patteriverkoston veden lämpötilan säätöperiaate

Patteriverkoston säädettävä suure on verkostossa kiertävän veden lämpötila, jota säädetään ulkolämpötilan mukaan. Säätöperiaate esitetään kuvion 10 mukaisen lämmitystavan mukaan, joka on kaukolämmitys. Patteriverkoston veden lämpötilaa säädetään mittaamalla ulkolämpötilaa anturilla TE1. Säätimelle annettava asetusarvo määräytyy ulkolämpötilan ja asetusarvokäyrästä (kuvio 11) mukaan. Tätä kutsutaan

ulkokompensoinniksi. Asetusarvokäyrästä pystyakselilla on patteriverkon veden lämpötila ja vaaka-akselilla on ulkolämpötila. Säädin mittaa patteriverkoston menevän veden lämpötilaa anturilla TE2. Käyrästä lukemalla saadaan menoveden lämpötilaksi 38 °C, kun ulkolämpötila on 0 °C. Tässä tapauksessa menoveden lämpötilan asetusarvoksi saadaan 38 °C. Ulkokompensointi tehdään ohjelmallisesti automaatiojärjestelmään, mikä antaa asetusarvon säätimelle. Jos menoveden lämpötila poikkeaa asetusarvosta, niin säädin ohjaa säätöventtiiliä TV, jotta eroarvo saadaan nolllaksi. Asetusarvokäyrästä on kiinteistökohtainen ja sen jyrkkyyden suuntaissiirron muutoksien tekemiseen vaikuttaa esim. rakennuksen lämmöneristyksen laatu. (Värjä 1999, 84–85.)



Kuvio 10: Patteriverkosto veden lämmityksen periaate (Värjä 1999, 84)



Kuvio 11: Patteriverkoston säätö ja asetusarvokäyrästä (Värjä 1999, 85)

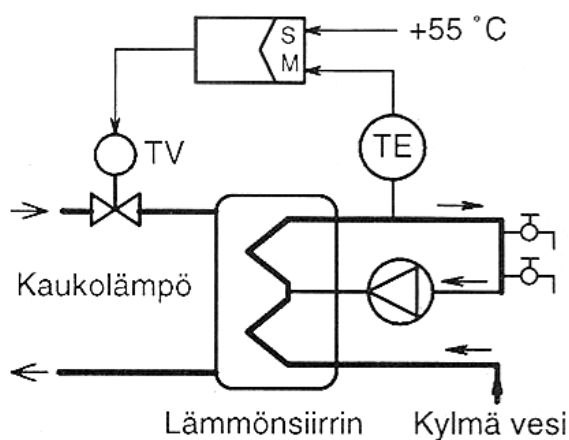
5 Käyttövesiverkoston automaatio

Käyttövesiverkoston tehtävä on jakaa puhdasta ja lämmintä vettä kiinteistöön. Tässä kappaleessa tarkastellaan käyttöveden lämmityksen toteutus kaukolämmityksellä.

5.1 Käyttövesiverkoston veden lämpötilan säätöperiaate

Käyttöveden lämmitys kaukolämmöllä tehdään kierrättämällä käyttövesi lämmönvaihtimen toisiopuolen kautta. Säättöpiiri on esitetty kuviossa 12. Lämmönvaihtimen ensiöpuolella kiertää kaukolämpövesi, jonka virtausta säädetään venttiilillä. Käyttövettä kierrätetään pumpulla lämmönsiirtimeen, josta se siirtyy lämmitettynä kiinteistön vesipisteille. Vesipisteillä vettä kulutetaan, minkä takia verkostoon tarvitaan lisää vettä, joka otetaan kylmävesiputkesta. Kylmä vesi vie lämmönsiirtimen läpi jonka jälkeen se sekoittuu palaavaan käyttöveteen.

Käyttöveden lämpötilaa mitataan lämpötila-anturilla TE. Lämpötila-anturilta mittausviesti kulkee säätimelle, joka ohjaa lämmönvaihtimen ensiöpuolella kiertävän kaukolämmön virtausta säätevää toimilaitetta ja venttiiliä TV. Käyttövesiverkoston säädön tulee olla tarpeeksi nopea, jotta se pystyy palauttamaan käyttöveden lämpötilan asetusarvoon suurenkin kuormituksen alaisena.



Kuvio 12: Kaukolämmöllä lämmitettävän käyttöveden säätöpiiri (Värjä 1999, 79)

Lämpimän käyttöveden lämpötila eli asetusarvo on 55 °C. On tärkeää, että lämpötila on vähintään 55 °C, koska silloin käyttövesiverkossa olevat bakteerit kuolevat. Vesi ei saa olla myöskään liian kuumaa, jotta sitä on mukavampi ja turvallisempi käyttää. (Värjä 1999, 79.)

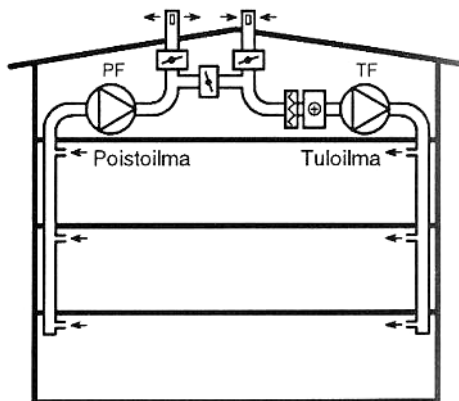
6 Ilmastointiverkosto ja ilmastointikoneen automaatio

Tässä kappaleessa käydään läpi perusilmastointiprosessi ja siihen tarvittavat säätölaitteet sekä toiminnot. Perusprosessilla tarkoitetaan ilmastointia, joka toteutetaan yhdellä tuloilma- ja poistoilmakoneella. Prosessi sisältää myös kiertoilmatoiminnon. Ilmastointiprosessi voi sisältää, ilmankostuttimia, jäähdytyksiä ja lämmöntalteenottojärjestelmiä, joita tämä prosessi ei sisällä.

6.1 Ilmastoinnin merkitys ja peruslaitteisto

Ilmastoinnin tarkoitus on tuoda rakennukseen puhdasta ilmaa ja poistaa käytetty ilma. Hyvin suunniteltu ja toteutettu ilmanvaihto poistaa ilman epäpuhtauksia ja parantaa ilman laatua.

Ilmastoinnin peruslaitteisto ja –periaate on esitetty kuviossa 13. Jokaiseen huoneistoon puhalletaan ilmaa tuloilmakoneella (TF), jonka jälkeen ”käytetty” ilma poistetaan rakennuksesta poistoilmapuhaltimella (PF).



Kuvio 13: Ilmastoinnin peruslaitteisto rakennuksessa (Värjä 1999, 104)

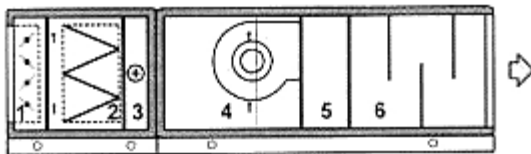
Lämpöenergian säästämiseksi prosessiin on lisätty kiertoilmapelti, jonka kautta otetaan osa poistoilmasta tuloilmaan. Lämpöenergiaa säästyy, koska rakennukseen tuotu tuloilma on lämmitetty tuloilmakoneen lämmityspatterissa.

6.2 Ilmastointikone

Seppänen määrittelee teoksessaan ilmastointikoneen standardin SFS-EN 13053 mukaan seuraavasti:

”Standardin SFS-EN 13053 mukaisesti ilmastointikone on tehdasvalmisteinen laite, jossa käsitellään tulo-, poisto-, palautus- ja/tai kierrätysilmaa. Koneeseen kuuluu aina vähintään puhallinosa, johon voidaan liittää ilman käsittelyyn tarvittavia osia kuten suodatinosa, yksi tai useampia lämmönsiirtimiä, kostutusosa, äänenvaimentimia jne.”
(Seppänen 2004, 73.)

Ilmastointikoneen rakennetta kuvataan kuviossa 14. Kone koostuu ulkoilmapellistä (1), suodattimesta (2), lämmityspatterista (3), puhaltimesta (4), liitososasta (5) ja äänenvaimentimesta (6). (Seppänen 2004, 73.)



Kuvio 14: Tuloilmakoneen rakenne (Seppänen 2004, 73)

Poistoilmakone on hieman yksinkertaisempi, koska se ei sisällä lämmityspatteria.

Ilmastointikone voi olla myös kokonaisuus, johon on yhdistetty sekä tuloilmakone että poistoilmakone. Tätä kokonaisuutta käytetään silloin kun ilmastointiprosessi sisältää lämmöntalteenoton (LTO).

6.3 Ilmastoinnin automaatio

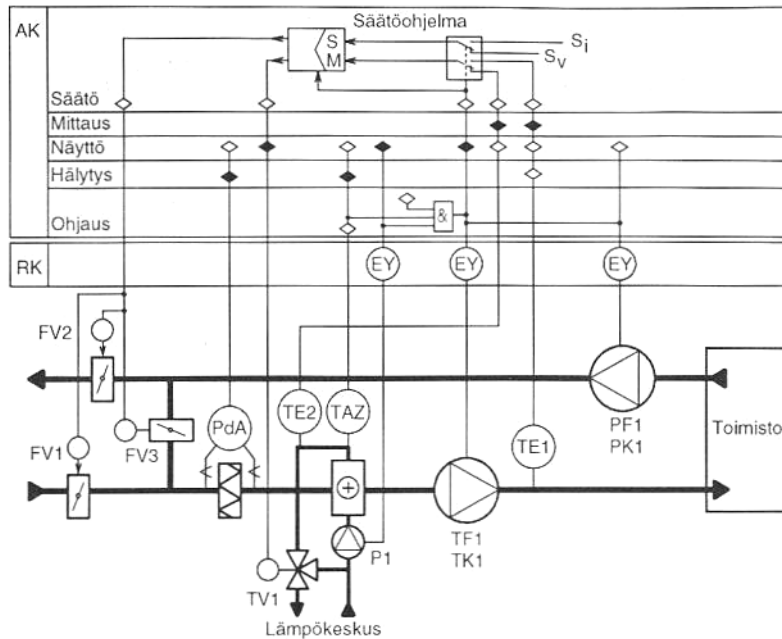
Rakennusautomaatiojärjestelmä hoitaa ilmastointiprosessin tärkeitä toimintoja. Hyvin toteutettu automaatiojärjestelmä vähentää myös rakennuksen ilmastoinnista aiheutuvia kuluja.

Rakennusautomaatiota tarvitaan vähentämään ja poistamaan ilmastointiprosessiin aiheutuneita häiriötekijöitä. Seppänen (2004) on teoksessaan luetellut seuraavia häiriötekijöitä:

- ”ulkoilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden muutokset”
- ”tuulen suunnan ja voimakkuuden muutokset”
- ”auringon säteilyn suunnan ja voimakkuuden muutokset”
- ”rakennuksen sisäisten kuormien muutokset (henkilöt, ATK- ja muut laitteet)”
- ”kaukolämpöverkon lämpötilan ja paineen muutokset”

(Seppänen 2004, 245.)

Ilmastointiprosessiin liittyvä säädettävä suure on yleensä rakennukseen tuotavan tuloilman lämpötila. Toinen säädettävä suure on esim. tuloilman kosteus. Tuloilman lämpötilaan vaikutetaan ilmastointikoneen sisällä sijaitsevalla patterilla, jonka läpi tuloilma johdetaan. Jos tuloilmaa halutaan kostuttaa, niin silloin ohjataan kostutuskonetta, joka lisää ilmaan kosteutta esim. vedellä.



Kuvio 15: PI-kaavio ilmastoinnin perusprosessista (Värjä 1999, 106)

Ilmanvaihdon perusprosessi on esitetty kuviossa 15. Kuvio on esitetty prosessin instrumentointikaaviona. Kaavioon on piirretty kaikki ilmastointiprosessiin kuuluvat laitteet, alakeskukset ja ryhmäkeskukset, sekä niiden kytkennät prosessiin. Piirroksen paksut viivat esittävät ilmanvaihtokanavia ja ohuet viivat prosessin kytkentöjä.

Ilmanvaihdossa on seuraavat laitteet:

- TF1 = tuloilmapuhallin
- PF1 = poistoilmapuhallin
- FV1 = tuloilmapelti
- FV2 = poistoilmapelti
- FV3 = kiertoilmapelti
- P1 = lämmityspatterin pumppu
- + = lämmityspatteri

Iltanvaihtoon liittyvät seuraavat säätö- ja kenttälaitteet:

- Peltien FV1, 2 ja 3 peltimoottorit
- PdA = suodattimen yli paine-eroa mittaava anturi
- TE2 = lämmityspatterin paluuveden lämpötila-anturi
- TAZ = Jäätymissuojatermostaatti, josta käytetään myös merkintää TZA
- TV1 = lämmityspatteriveden säätöventtiili

Iltanvaihto on tässä prosessissa toteutettu niin, että tuloilmapuhallin 1 (TF1) puhalttaa tuloilmaa toimistoon, josta se poistetaan poistoilmapuhaltimella (PF1). Tuloilmapellin (FV1) kautta ilma kulkee suodattimen läpi, jossa siitä poistetaan hiukkasia ja muita roskia. Suodatettu ilma kulkeutuu ilmastointikoneen patterin läpi ja siirtyy lämmitettyinä toimistoon. Pumppu (P1) kierrättää lämmönjakokeskuksesta lämmitettyä vettä lämmityspatterissa. Toimistosta ilma poistetaan poistoilmapuhaltimella. Poistoilmasta suurin osa poistuu rakennuksesta poistoilmapellin FV2 kautta ja osa menee kiertoilmapellin FV3 kautta tuloilmaan.

Prosessissa on tyypillisesti lukitukset ja hälytykset pumpulle, tulo- ja poistoilmapuhaltimille ja ulkoilmapelleille seuraavasti:

- Tulo- ja poistoilmapellit avautuvat kun puhaltimet käynnistyvät
- Tulo- ja poistoilmapellit sulkeutuvat puhaltimien tai pumpun pysähtyessä (hälytys)
- Puhaltimet pysähtyvät jos jäätymissuojatermostaatti laukeaa (hälytys)
- Puhaltimet pysähtyvät jos tuloilman lämpötila nousee liian korkeaksi (hälytys)
- Puhaltimet pysähtyvät ristiriitatapauksessa (hälytys)

Ristiriitahälyksillä tarkoitetaan tilanteita, jolloin ohjaus ei toteudu halutusti. Tällainen tilanne on esim. silloin kun ryhmäkeskuksesta puhallin on käsiohjauksella asetettu puolelle nopeudelle, mutta alakeskusohjelma haluaa ajaa puhallinta täydellä nopeudella. Tilanteeseen on syntynyt ristiriita ja siitä annetaan hälytys valvomoon.

7 Rakennusautomaatiojärjestelmä

Rakennusautomaatiojärjestelmä on tärkeä osa rakennuksen LVI-tekniikan säädössä ja valvonnassa. Aina rakennusautomaatiojärjestelmän yhteydessä puhutaan säädöstä. (Seppänen O. & Seppänen M. 1996, 242.) Säädöllä tarkoitetaan kiinteistön laitteiden ohjausta niin, että säädettävät suureet pysyvät haluttuina. Säädettäviä suureita LVI-tekniikan osalta ovat mm. lämpötila, kosteus ja hiilidioksidipitoisuus.

Rakennusautomaatiojärjestelmän koko ja pisteiden määrä on kiinteistökohtainen. Jos kiinteistön automaatiojärjestelmän halutaan hoitavan LVI-osuus, kulunvalvonta, sammutinjärjestelmä ja valojen ohjaus, voi automaatiojärjestelmä olla varsin suuri. (Seppänen & Seppänen 1996, 242)

7.1 Rakennusautomaatiojärjestelmän tehtäviä

Rakennusautomaatiojärjestelmän tehtävät määräytyvät kiinteistökohtaisesti. Kiinteistöille asetetaan omat tavoitteet, joiden mukaisesti järjestelmä toimii. (Seppänen 1996, 243)

Seppänen & Seppänen (1996) mainitsevat, että rakennusautomaatiojärjestelmän tehtävä on huolehtia seuraavista asioista:

- ”rakennus ja sen tekniset järjestelmät toimivat moitteettomasti”
- ”sisäolosuhteet pysyvät halutulla tasolla”
- ”rakennuksen energiankulutus pysyy hallittuna.”

(Seppänen & Seppänen 1996, 243)

Rakennusautomaatiojärjestelmän yksi suurimmista eduista on kustannusten hallinta ja niiden minimoiminen. Tähän pyrittäessä tulisi tavoitella seuraavia asioita:

- ”*teknisten ja toiminnallisten riskien hallinta*”
- ”*LVIS-laitteiden ja kiinteistötekniikan käytön hallinta*”
- ”*olosuhteiden hallinta*”
- ”*henkilöstön tehokkaampi käyttö*”
- ”*huolto- ja kunnossapitotoiminnan tehostaminen*”
- ”*turvallisuuden hallinta*”
- ”*energiankäytön hallinta*”

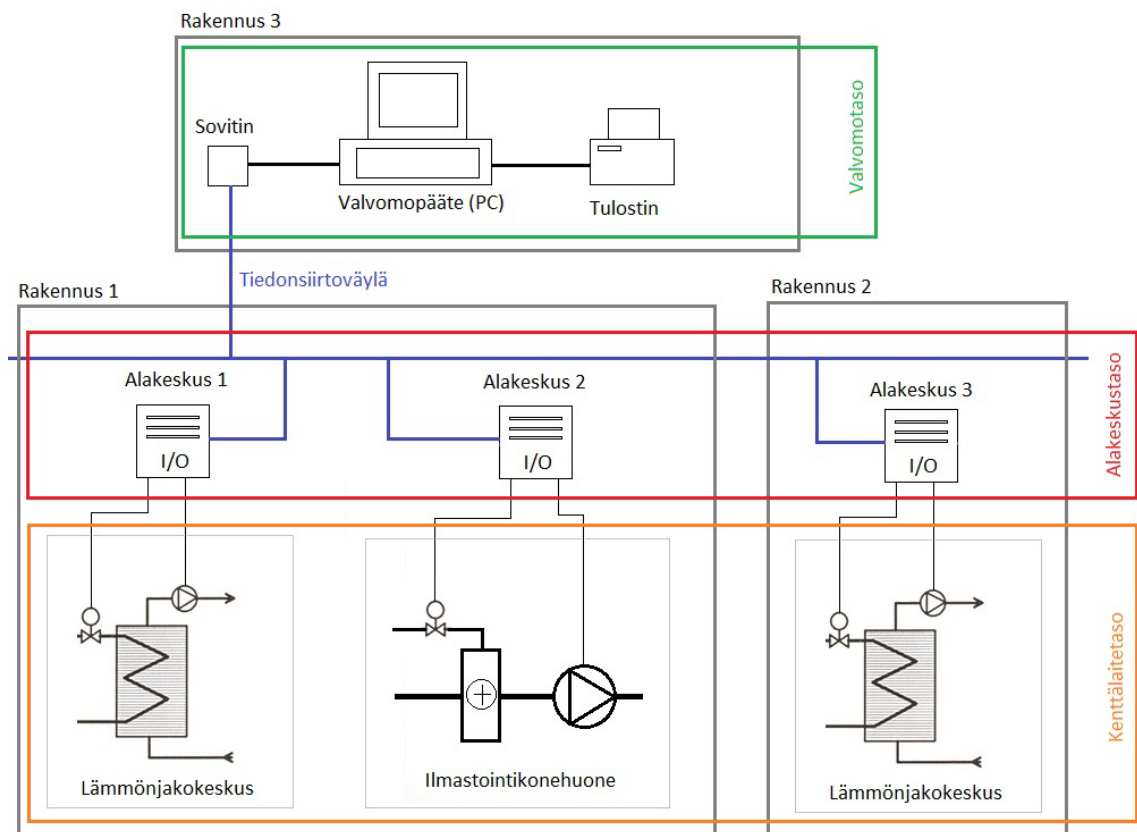
(Seppänen & Seppänen 1996, 243)

7.2 Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne

Seppänen & Seppänen (1996) mukaan rakennusautomaatiojärjestelmä koostuu kolmesta osasta: valvomotaso, alakeskustaso ja kenttälaitetaso. (Seppänen & Seppänen 1996, 243).

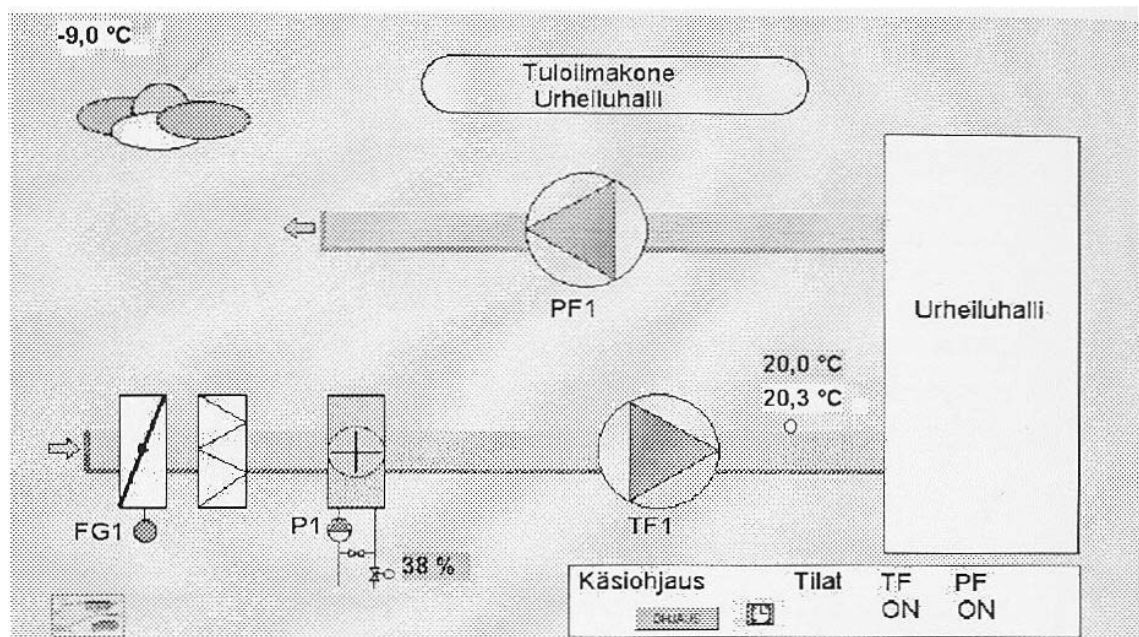
Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne esitetään kuviossa 16. Kenttälaitetasolla sijaitsevat kaikki prosessiin suoraan kytköksissä olevat laitteet kuten venttiilit, anturit, pumpput yms. Kenttälaitetason laitteet on kytketty alakeskuksien sisään- ja ulostuloihin. Alakeskukset ovat tietokonepohjaisia laitteita, jotka sisältävät säätöohjelman, johon on yleensä sisällytetty myös säädin. Alakeskukset mittaavat prosessin suureita ja ohjaavat laitteita asetusarvon mukaisesti. On tärkeää tietää, että alakeskukset toimivat itsenäisesti järjestelmässä ja ne eivät tarvitse valvomotasoa toimiakseen. Alakeskukset ovat yhteydessä toisiinsa ja valvomoon tiedonsiirtoväylän kautta. Tyypillinen esimerkki jolloin alakeskukset viestittävät toisilleen on tuloilman lämpötilan säätö. Tällöin toinen alakeskus mittaa huoneen lämpötilaa ja viestittää sen toiselle alakeskukselle, joka ohjaa ilmastointikoneen patteriveden lämpötilaa.

Valvomotason tarkoitus on välittää prosessin tietoja kuten mittauksia, ohjauksia, hälytyksiä ja trend-käyriä käyttäjälle, joka prosessia valvoo. Toisin sanoen valvomosovellus on prosessin ja ihmisen välinen yhteys. Valvomotaso yleensä sisältää sovittimen tai modeemin, valvomotietokoneen ja yhden tai useamman tulostimen. Sovittimen tehtävä on muuntaa tiedonsiirtoväylän kaapeli tietokoneelle sopivaksi kaapeliksi. Modeemia käytetään, kun kyseessä on kaukovalvomo, jolloin tiedonsiirto välitetään puhelinverkon kautta. Kaukovalvomoa käytetään, jos valvomon etäisyys valvottaviin kiinteistöihin on pitkä. Tulostimet tulostavat raportti- ja hälytystietoja valvojalle. Tiedot sisältävät hälytyksen kohteen, kuvauksen ja kellon ajan. Valvomotason tärkein osa on valvomotietokone, joka näyttää graafisesti ja numeerisesti tietoja prosessista. Valvomosovellukseen on piirretty prosessista kuva, josta nähdään lämpötiloja, paineita, virtauksia, venttiilien asentotietoja, pumppujen tilatietoja ja ohjauksia. Valvomosta ohjataan prosessin kenttälaitteita esim. pumppu käyntiin tai seis.



Kuvio 16: Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne

Kuviossa 17 on kuva valvomotietokoneen näytöstä ja se kuvaa ilmanvaihtoprosessia. Näytöstä nähdään kohde, johon tuloilmaa puhalletaan. Tuloilman lämpötilan mittauspiste on osoitettu pallolla heti tuloilmakoneen TF1 jälkeen. Näytöstä nähdään myös ulkolämpötila, patterin säätöventtiilin asentotieto, pumppujen ja puhaltimien tilatiedot, sekä tuloilmapellin FG1 asento. Näytöstä voidaan myös operoida puhaltimien ohjausta.



Kuvio 17: Valvomon ilmanvaihtokaavio (Värjä 1999, 190)

8 Rakennusautomaatioon liittyviä standardeja

Tärkeimpiä rakennusautomaatioon liittyviä standardeja ovat seuraavat:

- SFS 5511, Ilmastointi. Rakennusten sisäilmasto. Lämpöolojen kenttämittaukset
- SFS 5768 ja SFS 5769, Ilmastointijärjestelmien säädön toiminnalle asetettavat vaatimukset. Mittaukset.

Standardin SFS 5511 mukaan lämpötilaolosuhteet mitataan pääasiassa työ- tai oleskelupisteestä 1,1 m korkeudella lattiasta. Jos huoneen koko tai muoto vaatii, niin voidaan valita lisämittauspisteitä. Standardi määrittelee myös vaatimukset mittauksille, joista tärkein asia automaatioasentajille on anturityypit. Standardin mukaan huoneen ilman lämpötilaa voidaan mitata termoelementillä, termistorilla, vastusanturilla tai elohopealämpömittarilla.

Standardia SFS 5768 ja 5769 sovelletaan ilmastoinnin säädön toimintaan liittyviin asioihin ja se asettaa vähimmäisvaatimukset, että ilmastointi toimii tyydyttävästi. Standardista sovelletaan sitä kohtaa, joka on kyseisen kiinteistön ilmastoinnin säädettävä suure. Jos kiinteistössä on keskusilmastointikone ja säädettävänä suurena on keskusilmastointikoneen jälkeisen ilman lämpötila, niin silloin vaatimukset säädettävälle suurelle antaa standardin kohta 5.1. Automaatioasentajan kannalta tärkeintä on tietää lämpötilan mittauslaitteet ja – menetelmät. Tämä kohta määrittää, että mittauksia suorittava laitteisto täyttää sille asetettavat vaatimukset. Standardissa kerrotaan mittausteknisiä asioita, kuten mittauskohdan valinta.

9 Rakennusautomaatioprojekti

Tässä työn osassa projekti käydään läpi kenttä- ja alakeskustasolla ja se sisältää pääasiassa LVI-tekniikan automatisointia. Kenttätaso-osuudessa tarkastellaan kentällä käytettävät laitteet ja niiden asentamiseen tarvittavat tiedot. Alakeskusosuudessa esitetään projektissa käytettävien alakeskusten asennukseen liittyviä asioita. Tässä projektissa käytetty automaatiojärjestelmän valmistaja on TREND Control Systems.

9.1 Rakennusautomaatioprojektin lähtötiedot

Projekti sisältää lämmönjakokeskuksen kolme verkostoa ja ilmanvaihtojärjestelmän automatisoinnin. Lämmönjakokeskuksen verkostot ovat: lämminkäyttövesiverkosto, patteriverkosto ja ilmastointiverkosto. Ilmastoinnin osalta projekti sisältää yhden tuloilmakoneen ja kahden poistoilmakoneen automatisoinnin. Esimerkkiprojektin kohde on saneerauskohte, johon tehtiin verkostoiden ja ilmastoinnin uudelleen automatisointi. Automatisointi tehtiin uusimalla kenttälaitteet, sähköistykset ja valvonta-alakeskus, joka sisälsi kaksi alakeskusta. Projektin kohteena oli kiinteistö, johon kuului ruokala ja atk-tila.

Prosessin säädettäviä suureita ovat:

- Rakennuksen käyttöveden lämpötila, (Käyttövesiverkosto)
- Rakennuksen sisälämpötila, (Patteriverkosto)
- Rakennuksen tuloilman lämpötila, (Ilmastointiverkosto)

9.2 Rakennusautomaatioprojektin kartoittaminen ja suunnittelu

Rakennusautomaatioprojektin kartoittaminen aloitetaan tarkastelemalla suunnittelutoimiston antamia dokumentteja. Prosessin suunnittelija lähettää automaatiourakoitsijalle toimintaselostuksen, PI-kaaviot ja muita oleellisia teknisiä dokumentteja. Toimintaselostus kertoo kuinka säädön tulisi toimia eri verkostoissa ja siinä kerrotaan myös järjestelmästä halutut hälytykset sekä määrämittaukset. Jokaiseen verkostoon kuuluvat eri laitteet ja säätötavat.

9.2.1 Lämmitystekniset tiedot

Projektikohteen lämmitystekniset tiedot on esitetty liitteessä 2. Tästä dokumentista nähdään rakennuksen lämmitykseen liittyviä tietoja. Lämmitystehon erittelyssä ilmoitetaan rakennukseen tarvittavat lämmitystehot käyttövesipiirille, lämmityspattereille ja ilmanvaihtopattereille. Tehot on ilmoitettu kilowatteina (kW) erikseen jokaiselle piirille. Kiinteistöön tuotavan kaukolämmön teho on 145 kW. Tärkeimmät tämän dokumentin tiedot ovat mitoitus-sarakkeessa, josta nähdään kunkin piirin mitta-alueet. Mitta-alueesta nähdään piirin säädettävän suureen minimi- ja maksimiarvo paikkakunnan mitoitusulkolämpötilassa. Kiinteistön maantieteellinen sijainti vaikuttaa mitoitusulkolämpötilaan. Säädön kannalta on tärkeä tietää, että käyttöveden lämpötila pidetään kaikissa tilanteissa alueella 50 - 55 °C.

9.2.2 Lämmönjakokeskuksen laitteiden mitoitus

LJ-keskuksen laitteiden mitoitusdokumentin laatii insinööritoimisto, joka on suunnitellut kiinteistön lämmönjakoon tarvittavien laitteiden ominaisuudet. Projektin lämmönjakokeskuksen laitteiden mitoitusdokumentti on liitteessä 3. Dokumentista nähdään jokaiseen piiriin liittyvät laitteet, kuten lämmönsiirtimet, säätöventtiilit, kiertovesipumput ja varolaitteet. Näistä automaation kannalta tärkeimmät ovat säätöventtiilit. Tässä projektissa käytettiin säätöventtiileinä Belimo Oy:n venttiileitä, joiden mitoitus kuului suunnittelutoimistolle, mutta hankinta kuului automaatiourakoitsijalle.

9.2.3 Lämmönjakokeskuksen säädön toiminta

Säädön toiminta-dokumentissa kerrotaan nimensä mukaan kiinteistön verkostoiden säädön toiminta. Dokumentti sisältää myös muita säätöön liittyviä huomautuksia, hälytyksiä ja määramittauksia. Projektin säädön toimintaa kuvaava dokumentti on liitteenä 4.

Käyttövesiverkoston veden lämpötila pidetään kaikissa olosuhteissa alueella 50 – 55 °C. Patteriverkoston ja ilmastointiverkostojen vesien lämpötilaa säädetään kuvien mukaisia käyriä noudattaen eli ulkolämpötilan mukaan. Nämä säätökäyrät ovat tärkeitä automaatiojärjestelmän alakeskuksen ohjelmoitsijalle, koska hän määrittää ne alakeskuksen digitaaliseen säätöön.

Lämmönjakokeskuksen osalta hälytykset otetaan liian suurista tai pienistä paineista ja lämpötiloista sekä pumppujen käyntitiedoista. Projektin lämmönjakokeskuksessa on pumppukeskus, jossa sijaitsee verkostojen pumppujen lämpöreleet. Vikatilanteessa pumpun lämpörele laukeaa ja siitä tulee järjestelmään tieto. Projektissa mitattiin myös kaukolämmön energiamäärää. Kaukolämmön energiamittauksesta on kerrottu kappaleessa 3.1.2.

9.2.4 Lämmönjakokeskuksen PI-kaavio

PI-kaaviot ovat tärkeitä dokumentteja automaatiourakoitsijalle. Näistä nähdään prosessin luonne ja tarvittavat pisteet automatisoinnin kannalta. Projektin PI-kaavio on liitteenä 5.

Lämmönjakokeskuksen PI-kaaviosta nähdään alakeskuksiin liitettävien pisteiden tiedot. Alakeskukseen liitettävät pisteet on osoitettu PI-kaavion yläosassa viivastolle, joka koostuu osioista: ohjaus, indikointi, hälytys, säätö ja mittaus. Nämä osiot kuvaavat alakeskuksen eri toimintoja. Lämpimän käyttöveden säätöventtiilin TV03 on osoitettu säätö-osioon eli venttiiliä säädetään alakeskuksesta. Viivastolla olevia pisteitä on kahdenlaisia ympyröitä. Punaisella kokonaan täydennetty ympyrä tarkoittaa fyysistä pistettä ja ympyrä pelkillä reunaviivoilla ohjelmallista pistettä. Fyysinen piste on prosessissa fyysisesti olemassa esim. säätöventtiilin toimilaite. Ohjelmallinen piste on ohjelman sisäinen. Esimerkkinä voidaan käyttää käyttövesipumpun PU03

hälytyspistettä, jolloin hälytys tehdään ohjelmallisesti pumpun pysähtyessä. Hälytystä varten ei ole fyysistä laitetta, joka sen tekisi, mutta käyntitieto järjestelmään saadaan pumppukeskukselta.

9.2.5 Ilmastoinnin säädön toiminta

Ilmastoinnin säädön toimintaa kuvaava dokumentti on liitteessä 6. Projektin ilmastointi toimii aikaohjelman mukaan. Aikaohjelma ohjelmoidaan alakeskukselle ja pitää ilmastoinnin päällä tiettyinä aikoina. Aikaohjelmaan voidaan asettaa ilmastoinnin ajaksi esim. kaikki arkipäivät klo: 7:00 – 16:00 välinen aika, joka asetellaan asiakkaan toiveiden mukaiseksi. Tämän kiinteistön ilmastoinnin ohjaukseen on lisätty myös lisäaikakytkin, jolla ilmastointi saadaan päälle myös käsin muina aikoina ja se sijaitsee kiinteistön huoneessa, josta se on helposti käytettävissä.

Säädön toiminnan ymmärtäminen on ehdottoman tärkeää alakeskuksen ohjelmoitsijalle, mutta asentajalle riittää prosessin perusymmärrys. On hyvä ymmärtää mitä kentälaitteita asennetaan ja mitä kytkentöjä tehdään, jotta prosessi toimisi moitteetta.

9.2.6 Ilmastoinnin PI-kaavio

Ilmastoinnin PI-kaavio on samantyyppinen kuin lämmönjakokeskuksen. Tämän kiinteistön kaavio on liitteessä 7. Kaaviosta nähdään alakeskukseen liitettävät pisteet. Ilmastointikoneiden ja pumpun käsikytkimet sijaitsevat ryhmäkeskuksessa RK1. PI-kaavioon käsikytkimet on merkitty kirjaintunnuksin ES. Käsikytkimistä saadaan ohjattua ilmastointikoneet eri käyntitiloihin, joita ovat: automaatti (A), seis (0), puolinopeus (1/2) ja täysinopeus (1). Kytkimen ollessa automaatti-asennossa automaatiojärjestelmä ohjaa ilmastointikoneen toimintaa. Poistoilmakoneille PF01 ja PF02 on tehty lukitus tuloilmakoneen käyntitilaan nähden. Tämä tarkoittaa, että poistoilmakoneet sammuvat, kun tuloilmakone sammuu. Sama lukitus on tehty myös tuloilmakoneelle (FG01) eli se sulkeutuu, kun tuloilmakone sammuu. Nämä lukitukset on tehty ryhmäkeskuksessa ns. kovalle puolelle kontaktoreilla. Kovalla puolella tarkoitetaan 230 V jännitettä. Lukitusta ei siis tehdä alakeskuksen ohjelmaan. Saneerauskohteissa, kuten tässä ryhmäkeskuksen kytkennät on tehty valmiiksi jo

rakennusvaiheessa. Joissain tapauksissa automaatioasentaja voi joutua lisäämään ryhmäkeskukseen kontaktoreita, jotta laitteiden tilatiedot saadaan alakeskukseen. Uudiskohteissa ryhmäkeskuskytkennät kuuluvat sähköurakoitsijoille.

9.2.7 Piste-, laite- ja kaapeliluettelo

Projektiin tehtiin dokumentit käytettävistä pisteistä, laitteista ja kaapeleista, mistä nähdään tarkemmin tietoja projektista.

9.2.7.1 Pisteluettelo

Lämmönjakokeskuksen ja ilmastoinnin PI-kaavioiden perusteella tehdään pisteluettelo, jossa luetellaan alakeskuksiin kytkettävät pisteet, jotka ovat lajiteltu analogisiin ja digitaalisiin sisääntuloihin sekä ulostuloihin. Pisteluettelosta nähdään nopeasti tarvittavien alakeskusten määrä ja sen perusteella valitaan projektissa käytettävät alakeskukset. Projektin pisteluettelot on esitetty liitteissä 8 ja 9, mitkä on jaettu alakeskusten mukaan. Projektissa käytettiin kahta alakeskusta, jotka nimettiin AK-48:ksi ja AK-49:ksi. Projektin alakeskusten pisteet on jaettu niin, että AK-48:aan liitetään lämmönjakokeskukseen liittyvät pisteet ja AK-49:ään ilmastointiin liittyvät pisteet, pois lukien tuloilmakoneen suodattimen yli olevaa painetta mittaava piste TK02PDIA01, joka on kytketty AK-48:aan. Pisteluettelon pisteissä on käytetty samoja tunnuksia kuin PI-kaaviossa, joten laitteiden kytkennät alakeskuksiin on helppoja hahmottaa ja vikatilanteiden paikallistaminen helpottuu. Pisteluetteloon voidaan merkitä projektin edettyä pisteisiin tehtyjä toimenpiteitä, joita ovat seuraavat: asennettu, kytketty, testattu, grafiikka, jatkohälytys ja eristysvastusmittaus. Projektin kiinteistössä on käytössä jatkohälytyskeskus, johon on kytketty A-prioriteetin hälytyksenä patteriverkoston ja ilmanvaihtoverkoston pumppujen tilat. Alemman B-prioriteetin hälytykseksi on kytketty lämpimän käyttöveden pumpun tila, iv-koneen suodattimen paine-ero ja rasvanerotuskaivo. Jatkohälytyskeskus antaa hälytyksen kiinteistönhuoltajille mahdollisista vioista. Pisteluettelon perusteella suunnitellaan alakeskusten kytkentäkuvat, joita käydään läpi kappaleessa 9.3.1.

9.2.7.2 Laiteluettelo

Projektin lämmönjakokeskuksen ja ilmastoinnin automatisointiin liittyvistä laitteista tehtiin laiteluettelo (liite 10), josta nähdään laitteiden tunnuksset, lyhyt kuvaus, kappalemäärät ja valmistajat. Tämä luettelo on varsin hyödyllinen kenttätöskentelijälle, koska siitä nähdään asennettavan laitteen positio. Laiteluetteloon voidaan merkitä myös valvonta-alakeskuksien sisäiset komponentit, kuten releet, A/D-muuntimet ja muuntajat. Laiteluettelosta on hyötyä myös jos viallinen laite tarvitsee vaihtaa, jolloin listasta voidaan helposti tarkastaa viallisen laitteen tyyppi ja valmistaja. Tietoa laitteesta ei tarvitse etsiä vaikeasti ja uusi laite saadaan tilattua nopeasti. Jos kuitenkin samanlainen laite löytyy varastosta, se voidaan nopeasti käydä vaihtamassa huoltokohteessa.

9.2.7.3 Kaapeliluettelo

Tämän projektin kaapeliluettelo on liitteenä 11, sen tarkoitus on kertoa sähköasentajille mihin mikäkin kaapeli vedetään. Jos urakkasopimukseen on sisällytetty kaapelivedot automaatiourakoitsijalle, niin automaatioasentaja vetää ne. Kaapeliluettelosta nähdään kaapeloinnit valvonta-alakeskuksesta kenttälaitteille ja päinvastoin. Dokumentti sisältää kaapeleista seuraavat tiedot: numero, tyyppi ja selvennys. Kuten edellä todettiin, kaapeliluettelo toimii viestinä automaatiourakoitsijan ja sähköurakoitsijan välillä. Luettelo annetaan sähköasentajille ja sen mukaan kaapelivedot tehdään. Ennen kaapelivetojen aloittamista on kuitenkin hyvä osoittaa sähköasentajille valvonta-alakeskuksen paikka kiinteistössä, sekä kenttälaitteiden sijainnit, jotka voidaan esim. merkitä teipeillä, joihin on kirjoitettu laitepositio. Näiden tietojen avulla sähköasentajat tietävät kaapelivetojen alku- ja loppupisteet.

9.3 Rakennusautomaatioprojektin kenttätö

Projektin edettyä suunnitteluvaiheesta toteutukseen aloitetaan varsinaiset kenttätö ja VAK:en rakentaminen. Jo suunnitteluvaiheessa voidaan aloittaa rakentamaan VAK:ia, jos tiedetään varmasti, mitä laitteita se tulee sisältämään. Tärkeää on myös toimittaa

mahdollisimman pian kaikki kenttälaitteet muille projektin urakoitsijoille, jos kyseisten laitteiden asennusvastuu on heillä, tällä taataan projektin eteneminen sujuvasti.

9.3.1 Valvonta-alakeskuksen rakentaminen ja kytkennät

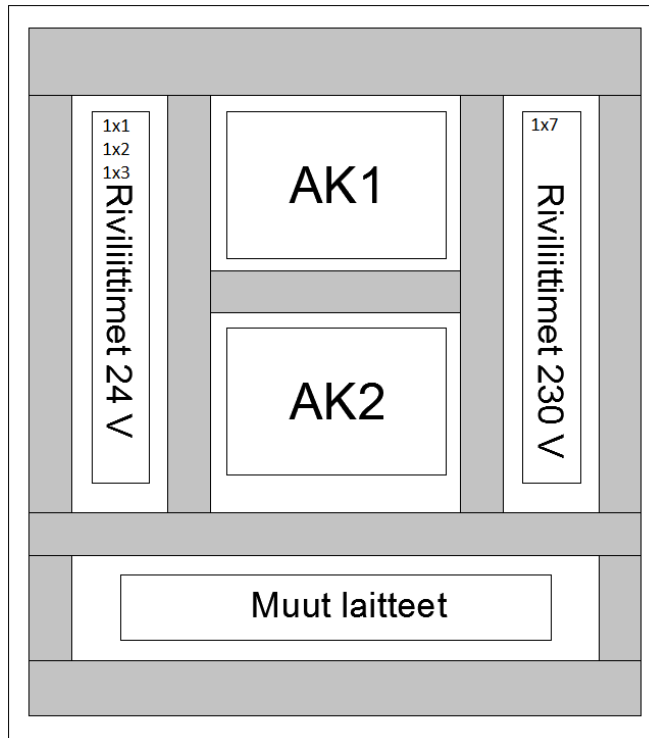
Kun tiedetään kiinteistön automaatiojärjestelmän pisteiden määrä ja kytkennät, voidaan aloittaa VAK:in rakentaminen. Valvonta-alakeskus rakennetaan kytkentäkaappiin, jonka sivulle sovitetaan laippa, josta kaapelit vedetään sisään. Kaappiin asennetaan alakeskukset, kourut, kiskot ja muut laitteet (kuvio 18). Hyvä tapa rakentaa VAK-kaappi on siten, että 230 V:n kaapelit viedään omille riviliittimille toiselle puolelle kaappia ja pienempi jännitteiset toiselle puolelle. Riviliitinrivit merkitään seuraavilla tunnuksilla:

- 1x1 = LAN kommunikointi
- 1x2 = Alakeskuksille tulevat signaalit (mittaukset), 24 V
- 1x3 = Alakeskuksilta lähtevät signaalit (ohjaukset), 24 V
- 1x7 = 230 V:in johtimet
- G = AC 24 V ja G0 = 0 V

VAK:in alaosaan voidaan tehdä oma tila laitteille joita ovat A/D-muuntimet, 2RM-relemoduuli, jäätymissuoja ja muut releet. Ilmastointikoneita ohjaavat releet asennetaan 1x7 riviliittimille. Projektissa näitä releitä ovat K1, K2 ja K3. Muuntaja asennetaan myös 1x7 riviliittimien läheisyyteen.

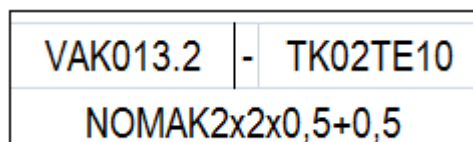
Valvonta-alakeskuksen sisäisiin heikkovirtakytkentöihin käytetään 0,5 mm kytkentäjohtimia ja 230 V:n kytkentöihin ML 1,5 kaapelia pois lukien alakeskusten syötöt, jotka tehdään MKMJ 3x1,5 kaapelilla.

Kenttäkaapeleille tulostetaan erilliset kaapelilaput, joista nähdään mihin laitteeseen ja alakeskukseen se on kytketty (kuvio 19).



Kuvio 18. VAK:in esimerkki pohjakuva

Valvonta-alakeskuksen sisäiset ja ulkoiset kytkennät tehdään kytkentäkuvien mukaan. Projektin valvonta-alakeskuksen kytkennät on esitetty liitteissä 13–20. Kytkentäkuviin on merkattu riviliitinriman tunnukset 1x1, 1x2, 1x3 ja 1x7 sekä riviliitin numerot. Kenttälaitteille kytkettäviin kaapeleihin on merkitty johtimen parin numero ja väri, esim. 1,2 OR tarkoittaa johdin parin 1 ja 2 oransseja johtimia. Tällöin ne holkitetaan yhteen riviliittimellä ja kenttälaitteella. Kaapelin kohdalle on myös merkitty sama johdintunnus, joka löytyy kaapeliluettelosta, myös kaapelityyppi on merkitty. Sähköasentajat merkitsevät kaapelit tunnuksilla molemmista päistä esim. W105, joka on ulkolämpötila-anturille menevä kaapeli.

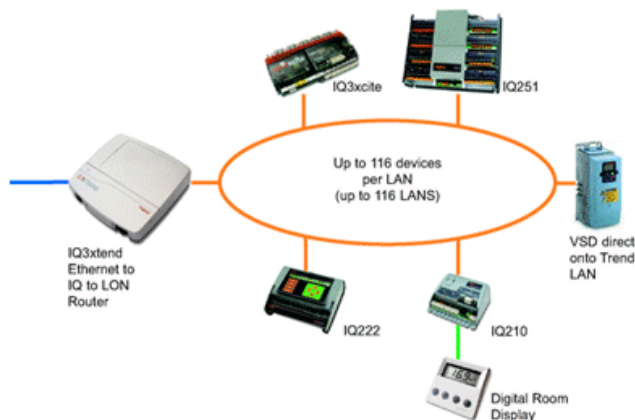


Kuvio 19. Kaapelitunnuslappu

9.3.1.1 Alakeskus TREND IQ204

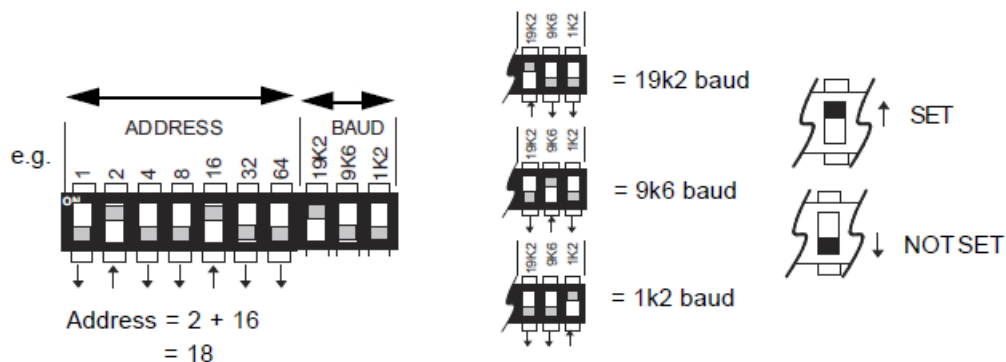
Käytettävien alakeskuksien tyypit ja määrät valitaan suunnitteluvaiheessa, riippuen pisteiden määrästä. Liitteessä 12 on IQ204 alakeskuksen piirros, josta nähdään alakeskuksen liittimet.

Alakeskukset liitetään kommunikoimaan valvomon ja toisten alakeskuksien kanssa LAN-verkkoon, jonka verkkotopologia on rengas-tyyppinen. Kuviossa 20 on esitetty esimerkki LAN-verkosta, missä oranssi kuvaa LAN-verkkoa, sininen järjestelmävyylää ja vihreä väri kenttäkaapelointia.

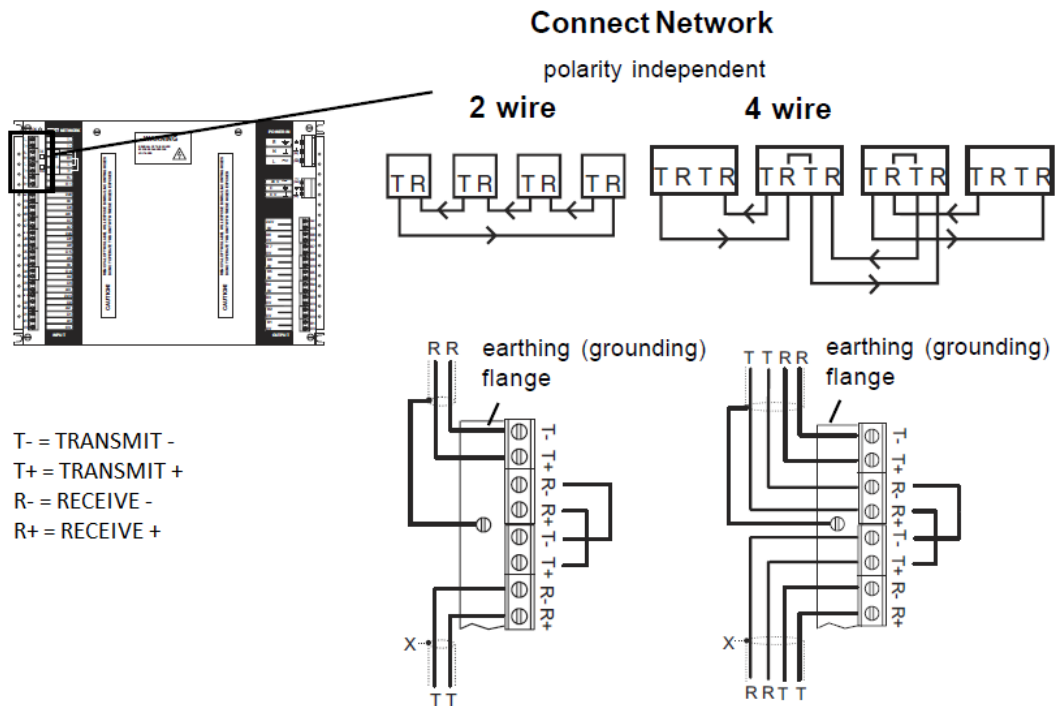


Kuvio 20. LAN-verkko (TREND 2010)

Tässä projektissa alakeskukset kytkettiin toisiinsa 2-johdin tyyppisesti (Kuvio 22). LAN-kytkentä on myös esitetty liitteessä 13. Alakeskuksille määritetään myös verkon baudinopeus ja alakeskuksen osoite erillisillä dippikytkimillä (Kuvio 21).



Kuvio 21. Alakeskuksen osoite ja baudinopeus (TREND 2006, 5-6)

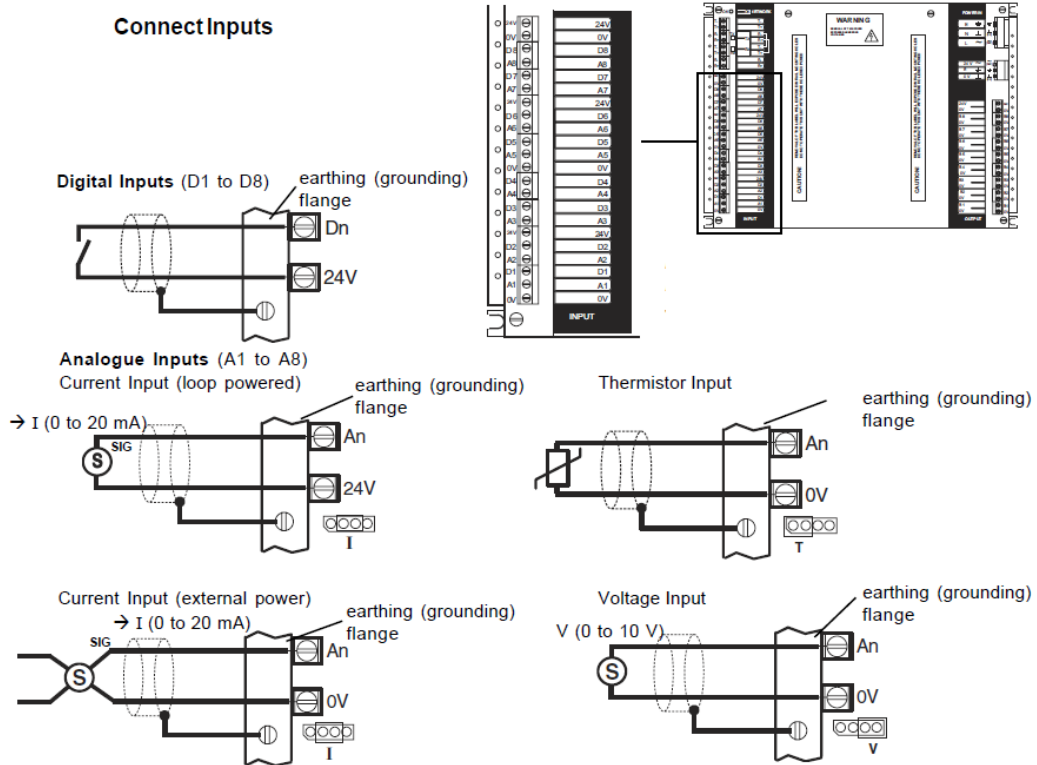


Kuvio 22. Alakeskuksen LAN-kytkentä (TREND 2006, 3)

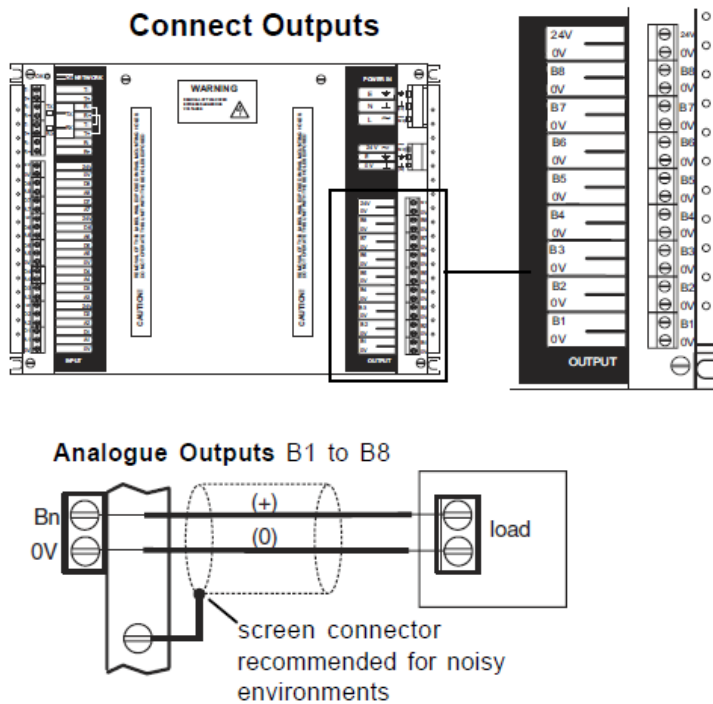
IQ204-alakeskuksissa on kahdeksan digitaalista ja analogista sisääntuloa sekä kahdeksan analogista ulostuloa. Analogisten sisääntulojen tyyppiä voidaan vaihtaa alakeskuksen kannen alla sijaitsevista dippikytkimistä. Kuviossa 23 on esitetty kaikki sisääntulojen ominaisuudet ja dippikytkimien asennot. Analogiset sisääntulot voidaan asetella neljällä eri tavalla, joita ovat seuraavat:

- Virtamittausviesti valittavissa väliltä 0 – 20 mA, alakeskus syöttää
- Virtamittausviesti valittavissa väliltä 0 – 20 mA, syöttö kentältä
- Termistorimittaus
- Jännitemittausviesti 0 – 10 V

Virtamittauksessa käytetään virta-aluetta 4 - 20 mA, jolloin virran katkeamisesta saadaan tieto järjestelmään. Projektissa käytettiin kaikille termistoreille luonnollisesti sisääntulojen termistorimittauksia. Analogiaulostulot antavat 0 – 10 V ohjauksen jännitettä kentälaitteille (Kuvio 24). Alakeskuksessa ei tarvita digitaalisia ulostuloja erikseen, koska analogisilla ulostuloilla voidaan ohjata releitä ja näin saada aikaan digitaalinen viesti.



Kuvio 23. IQ204 sisääntulot (TREND 2006, 3)



Kuvio 24. IQ204 ulostulot (TREND 2006, 4)

9.3.2 Kenttälaitteiden asennukset ja kytkennät

Kenttälaitteita on paljon erilaisia kiinteistöstä riippuen. Tässä kappaleessa käydään läpi tärkeimpien kenttälaitteiden kytkennät ja asennukset. Kenttälaitteiden kytkennät näkyvät myös liitteinä olevista kytkentäkuvista.

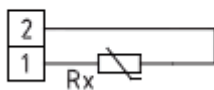
9.3.2.1 Lämpötila-anturit

Projektissa käytettävät lämpötila-anturit ovat 10k ohmisia NTC-termistoreja. Kuviossa 25 on esitetty putkeen asennettava anturi vasemmalla ja oikealla ilmastointikanavaan asennettava anturi. Putkeen asennettavat anturit sisältävät taskun, joka toimii yhtenä prosessiin. Antureiden kytkentä on varsin yksinkertainen ja se on esitetty kuviossa 26.



Kuvio 25. Lämpötila-anturit (S+S 2007, 26;48)

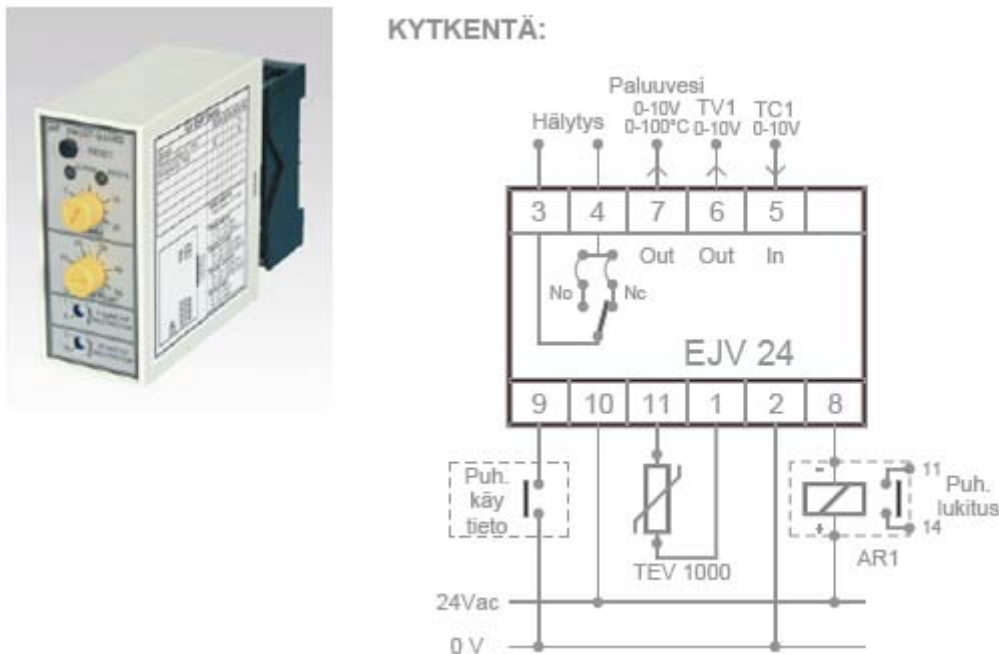
Connecting diagram
1x two-wire connection



Kuvio 26. Anturin kytkentä (S+S 2007, 27)

9.3.2.2 Jäätymissuoja-anturi ja termostaatti

Jäätymissuoja on erittäin tärkeä, koska sen tarkoitus on estää ilmastointikoneen patterin jäätyminen. Jäätymissuoja-anturi on sijoitettu lämmityspatterin paluuvesiputkeen ja se mittaa paluuv veden lämpötilaa. Jäätymissuojatermostaatti asennetaan VAK:iin minkä kytkentäkuva on kuviossa 27. Valvonta-alakeskuskohtainen kytkentä on liitteessä 21. Jäätymissuojalukitus toteutetaan releellä AR1.



Kuvio 27. Jäätymissuoja EJV 24 ja kytkentä (Produal esite 2008)

Jäätymissuojatermostaatti mittaa paluuv veden lämpötilaa, jos lämpötila laskee hälytysrajan alle, se tekee seuraavia toimenpiteitä:

- Laittaa ilmastointikoneet pois päältä, jolloin pellit sulkeutuvat.
- Antaa hälytyksen.
- Avaa lämmityspatterin säätöventtiiliä, jotta patteriin virtaisi lämmintä vettä.

Produalin esitteessä kuvataan jäätymissuojatermostaatin toiminta:

”1. Käyntiaikana: IV-kojeen käydessä EJV 24 valvoo ja tarvittaessa säätää patterin paluuveden lämpötilaa. TEV 1000 -anturi mittaa paluuveden lämpötilaa ja EJV24 lähettää sitä vastaavan mittausviestin valvontajärjestelmälle. Lämpötilan alittaessa ennakkoinnin aloituspisteen (= hälytyspiste + ennakkoinnin aloitus) alkaa jäätymissuoja korjata valvontajärjestelmästä toimilaitteelle menevää viestiä (vihreä merkkivalo).

Lämpötilan alittaessa hälytyspisteen EJV 24 pysäyttää IV-kojeen ja antaa hälytyksen (punainen merkkivalo).

Hälytys kuitataan kuittauspainikkeella tai kaukokuittauksena katkaisemalla EJV 24:n syöttöjännite.

2. Seisonta-aikana: IV-kojeen seistessä EJV 24 säätää patterin paluuveden lämpötilan seisonta-ajalle aseteltuun arvoon.

HUOM!

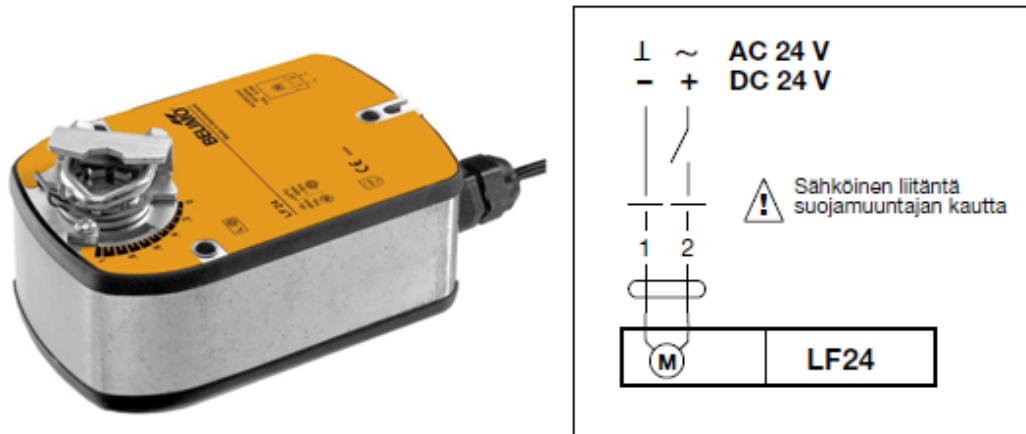
Anturivika aiheuttaa hälytyksen ja EJV 24 ohjaa toimilaitteen (patterin säätöventtiilin) täysin auki.

EJV 24:n syöttöjännitteen katkos pysäyttää IV-kojeen mutta ei aiheuta hälytystä.”
(Produal esite 2008).

9.3.2.3 Pelti- ja venttiilimoottorit

Peltimoottorit

Peltimoottoreiden tarkoitus on sulkea tai avata ilmavirtaus, kuitenkin on olemassa peltimoottoreita, joita käytetään säätötarkoituksiin. Näitä peltimoottoreita käytetään esim. kiertoilmapelteinä. Tämän projektin ilmastoinnissa on ainoastaan yksi pelti, jota ohjaa Belimon jousipalautteinen LF24 peltimoottori (kuvio 28). Jos moottori on jousipalautteinen, se sulkee tai avaa pellit syöttöjännitteen katketessa. Raitisilmapelit suljetaan, kun ilmastointikone pysähtyy. Tämän projektin peltimoottori on lukittu ilmastointikoneen käyntitilaan eli se sulkeutuu, kun ilmastointikone pysähtyy.

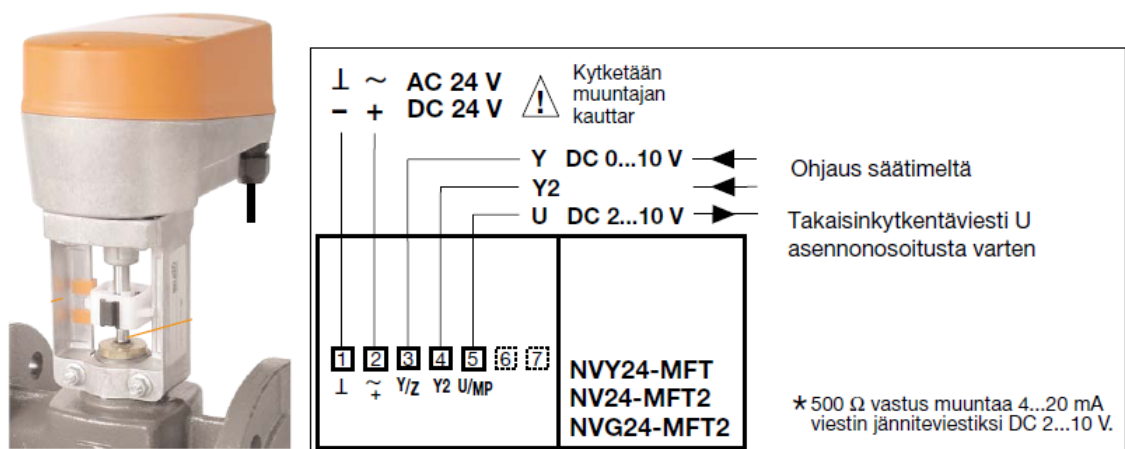


Kuvio 28. LF24 peltimoottori ja kytkentäkaavio (Belimo 2006, 1;4)

Liitteessä 22 on Belimon ohje peltimoottorin asentamisesta pellin akselille.

Venttiilimoottorit

Venttiilimoottorit ovat toimilaitteita, joilla avataan tai suljetaan venttiileitä prosessin säädön mukaan. Projektin venttiilimoottoreita ovat Belimon NVY24-MFT (kuvio 29), tyypissä numero 24 tarkoittaa käyttöjännitettä 24 AC/DC ja MFT tarkoittaa jänniteohjausviestiä.



Kuvio 29. NVY24-MFT venttiilimoottori ja kytkentä (Belimo 2006c, 1, 2006b, 1)

Projektissa venttiilimoottoreille kytkettiin G ja G0 eli AC 24 V (liittimet 1 ja 2) sekä 0-10 V jänniteohjausviesti alakeskuksilta (liitin 3). Eri valmistajien venttiilimoottorit toimivat eritavalla, joten aina asentaessa kannattaa tutustua valmistajan ohjekirjaan, jotta asennus onnistuisi ja laite toimisi oikein.

9.4 Rakennusautomaatioprojektin päättäminen ja tarkastukset

Rakennusautomaatioprojektin päätetään käyttöönottotarkastuksiin ja kiinteistöhoitajan tai omistajan käyttökoulutukseen. Käyttöönottotarkastus tehdään asiakkaan kanssa ja siinä käydään läpi säätöjen, lukitusten, kentälaitteiden ja hälytysten toiminta. Erityisen tärkeää on tarkastaa järjestelmän tietojen siirtyminen valvomoon ja sieltä prosessiin. Tarkastus olisi vielä hyvä tehdä silloin, kun kiinteistön toiminnat ovat normaalilla rasiuksella, jolloin esim. kulutetaan lämmintä käyttövettä normaaliin tapaan. Eristysvastusmittauksessa tarkastetaan johtimien eristyksien kunto, joka on erityisen tärkeää 230 V johtimissa, tällä pyritään löytämään mahdolliset oikosulkujen aiheuttajat ja näin välttämään vikatilanteiden syntyminen.

Käyttökoulutukseen kuuluu asiakkaan perehdyttäminen automaatiojärjestelmän käyttöön. Perehdytyksessä käydään läpi valvomon ja käsikäyttölaitteen toimintaa. Käsikäyttölaite eli SDU (Smart Display Unit) on laite, joka voidaan kytkeä kentällä suoraan alakeskukseen ja siitä voidaan muuttaa alakeskuksen parametreja. Etuna tässä on se, että ei tarvita tietokonetta, joka sisältää alakeskuksen ohjelmointiin tarkoitetun sovelluksen, vaan tärkeiden parametrien muutokset voidaan suorittaa käsikäyttölaitteelta. Huolto- tai vikatilanteesta voidaan selvittää laitteen avulla, mikä on erittäin hyödyllinen pienissä kohteissa, joissa ei ole valvomoa, josta parametreja voidaan muuttaa.

Tarkastusten ja koulutuksen jälkeen asiakkaalle luovutetaan projektimappi, joka sisältää tässä työssä läpi käydyt dokumentit. Projektin jälkeen voidaan myös tehdä huoltosopimus.

10 Yhteenveto

Tämän työn tarkoituksena oli käydä läpi LVI-tekniikan automatisointia ja toimia hyvänä pohjana tuleville rakennusautomaation ammattilaisille. Tämä tavoite saavutettiin niin työn teoriaosuudessa kuin käytännön esimerkkiprojektin osalta. Työssä saavutettiin tavoite käydä läpi yleisellä tasolla kuinka rakennusautomaatiota käytetään hyödyksi kiinteistöjen lämmityksessä ja ilmastoinnista, sekä siihen sisältyvät perussäätimet. Myös rakennusautomaatiolla saavutettavia hyötyjä käytiin läpi. Tarkoitus työssä ei ollut käydä läpi jokaista eri pistettä tai kytkentää, vaan antaa lukijalle yleiskuva automaatiokokonaisuudesta. Tällöin lukijalle jää myös tilaa omaan mietintään.

Tavoitteet saavutettiin kaikilta osin, joita olivat ilmastoinnin ja lämmönjaon perustoiminnot ja automaatio, ja näihin liittyvät säätimet sekä laitteet. Työssä käsiteltiin myös paljon kiinteistöjen lämmityksessä käytettävää kaukolämpöä, josta kerrottiin sen jakaminen asiakkaalle, säätölaitteet, mittaukset ja edut. Standardit sekä projektin dokumentit ovat osa rakennusautomaatioprojektin läpivientiä ja nämä asiat sisällytettiin työhön, kuten myös projektin päättäminen. Työtä voisi parannella hieman laajentamalla sitä tutkimaan kaikkia rakennusautomaatioon liittyviä toimintoja, kuten kulunvalvonta ja valojen ohjaus. Työhön voisi lisätä myös eri valmistajien automaatiojärjestelmiä ja kenttälaitteita sekä käydä niiden asennuksia läpi kenttätöiden osalta. Nykyään kiinteistöautomaatiossa on paljon käytetty LON-väylä-ratkaisuja ja se olisi yksi hyvä lisäys tähän työhön. Rakennusautomaatiojärjestelmän ohjaavia prosesseja on paljon erilaisia, näiden tarkastelua voisi laajentaa esim. ottamalla mukaan sisäilman kosteuden säätö. Tulevaisuutta ajatellen siirrytään entistä energiatehokkaampiin lämmityksiin ja työssä voisi tutkia mm. aurinkolämmöllä tuotettua lämpöä ja sen yhdistämistä kiinteistön lämmitykseen kaukolämmön lisäksi. Oleellista työn kehittämisen kannalta olisi myös lisätä alakeskusten ohjelmointiosuus, jossa kerrotaisiin ohjelman toimintoja ja käskyjä eri prosesseille.

Lähteet







- Baff, 2005 Rakennusautomaatiolla saavutettavissa olevat hyödyt. [online] [viitattu 25.1.2010] http://www.automaatioseura.fi/index/tiedostot/BAFF_%20hyodyt.pdf.
- Harju, Pentti 1994. LVI-tekniikan perusteet. Keuruu: Otava.
- Seppänen, Olli & Seppänen, Matti 1996. Rakennusten sisäilmasto ja LVI-tekniikka. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- Seppänen, Olli 2001. Rakennusten lämmitys. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy.
- Seppänen, Olli 2004. Ilmastoinnin suunnittelu. Forssa: Forssan kirjapaino Oy.
- Värjä, Pertti, Mikkola, Jukka-Matti 1999. Uusi kiinteistöautomaatio: Automaatio ja säätötekniikka. Uudistettu painos. Elimäki: Korian kirjapaino Ky.
- TREND, 2006 IQ204 Installation Instructions TG200143 Issue 1/H 15/11/06. [online] [viitattu 20.3.2010] <https://pnet.trend-controls.com/trendproducts/.../en-tg200143-uk0yr1106.pdf>.
- TREND, 2010 Järjestelmäarkkitehtuuri. [online] [viitattu 21.3.2010] <https://www.trendcontrols.com/fi-FI/bmssystem/Sivut/default.aspx>
- S+S Regeltechnik, 2007 Main catalogue Sensor technology & field devices. [online] [viitattu 21.3.2010] <http://www.swoy.fi/?file=138>
- Produl esite, 2008 Säättävä jäätymisvaara EJV 24. [online] [viitattu 21.3.2010] http://www.produal.se/files/798_EJV24a.pdf
- Belimo, 2006a LF-2 Jousipalautustoimilaitteet. [online] [viitattu 22.3.2010] <http://www.belimo.fi/pdf/LF.pdf>
- Belimo, 2006b NVY24-MFT, NVG24-MFT2, NV24-MFT2 Istukkaventtiilien toimilaite. [online] [viitattu 22.3.2010] http://www.belimo.fi/pdf/NVY-TOIMILAITTE%204-20mA_OHJAUS.pdf
- Belimo, 2006c NV-SARJAN TOIMILAITTEET [online] [viitattu 22.3.2010] <http://www.belimo.fi/pdf/NV-toimilaitteet.pdf>

Liite 1.

Standardin ISO-3511-1 ja ISO-3511-2 mukaiset kirjainkoodit

1	2	3	4
	Ensimmäinen kirjain ¹⁾		Seuraava kirjain ¹⁾
	Mittaussuure tai sen alkuperä ⁵⁾	Lisämäärite	Näyttö- tai lähtötoiminta
A			Hälytys
B			
C			Säätö
D	Tiheys	Ero	
E	Sähkösuureet ²⁾		
F	Virtaama		
G	Mittaus, pituus tai asento		
H	Käsiohjaus (käynnistys käsin) ⁶⁾		
I			Osoitus
J		Suhde	
K	Aika tai aikaohjelma		
L	Pinnan korkeus ⁶⁾		
M	Kosteus		
N	Käyttäjän valittavissa ³⁾		
O	Käyttäjän valittavissa ³⁾		
P	Paine tai tyhjä		
Q	Laatu ²⁾ Esim. Analyysi Pitoisuus Johtavuus	Integroiva tai summaava laskenta	Yhdistäminen tai summaaminen
R	Ydinsäteily (radioaktiivinen)		Tallennus
S	Nopeus tai taajuus		Kytkeätoiminta
T	Lämpötila		Lähettoiminta
U	Monimuuttuja ⁴⁾		
V	Viskositeetti		
W	Paino tai voima		
X	Määrittelemättömät suuret ³⁾		
Y	Käyttäjän valittavissa ³⁾		
Z			Hätä- tai turvatoiminta (lukitus)

Standardin ISO-3511-1 ja ISO-3511-2 mukaiset piirrosmerkit

Piirrosmerkki	Selite
	Paikallinen instrumentointi
	
	Valvomo-ohjauspaneeli
	
	Paikallinen ohjauspaneeli
	

LÄMMÖNJAKOKESKUKSEN LAITTEIDEN MITOITUS									
LÄMMÖNSIIRTIMET	Yksikkö	Käyttövesiverkosto LS1	Patteriverkosto LS2		Ilmastointiverkosto LS3				
Valmistaja									
Malli									
Teho	kW	225	70		70				
Virtaus	dm ³ /s	ensio	toisio	ensio	toisio	toisio			
Lämpötilat	°C – °C	1,05	1,2	0,69	0,85	0,56			
Painehäviö	kPa	70 – 17	10 – 55	90–65	60–80	40–70			
Suunnittelupaine	MPa	14	21	3	5	16			
Rakenneline		1,6	1,6	1,6	1,6	1,6			
		AISI 316	AISI 316	AISI 316	AISI 316	AISI 316			
SÄÄTÖVENTTIILIT		Käyttövesiverkosto LV01 TV03	Patteriverkosto TV01		Ilmastointiverkosto TV02				
Valmistaja		BELIMO OY	BELIMO OY	BELIMO OY	BELIMO OY				
Malli		H420B	H415B	H414B	H414B				
Virtaus	dm ³ /s	1,05	0,69	0,38	0,38				
Painehäviö	kPa	28	39	30	30				
Koko / kvs-arvo	DN/kvs	25/6,3	15 / 4	15 / 2,5	15 / 2,5				
KIERTOVIKESIPUMPUT		Käyttövesiverkosto PU03	Patteriverkosto PV01PU01		Ilmastointiverkosto N02PU02				
Valmistaja		KOLMEKS	KOLMEKS	KOLMEKS	KOLMEKS				
Malli / -lisätiedot	/mm	AP-15/4L	AE-26/4FCC	AE-20/4L	AE-20/4L				
Virtaus	dm ³ /s	0,25	0,85	0,56	0,56				
Nostokorkeus	kPa	28	31	35	35				
Moottorin ottama teho	W	50 (400V)	270 (400V)	270 (400V)	270 (400V)				
VERKOSTO, PAISUNTA- JA VAROLAITTEET			Yksikkö		P502				
Verkon tilavuus / Verkon painehäviö			dm ³ /kPa	600 / 25	300 / 23				
Paisuntasäiliön tilavuus / -esipaine			dm ³ /kPa	80 / 100	50 / 100				
Varoventtiilin koko / -avautumispaine			DN/kPa	15 / 250	15 / 250				

SÄÄDÖN TOIMINTA

1. KÄYTTÖVESIVERKOSTO

- Lämpimän käyttöveden lämpötila TE03 pidetään halutussa asetusarvossa ohjaamalla venttiiliä TV03.

2. PATERIVERKOSTO

- Verkostoon menevän veden lämpötila TED1 pidetään halutussa asetusarvossa ohjaamalla venttiiliä TV01. Ulkolämpötila muuttaa verkoston säätökäyrän asetusarvoa kuvan 1. säätökäyrän osoittamalla tavalla.

3. ILMASTOINTIVERKOSTO

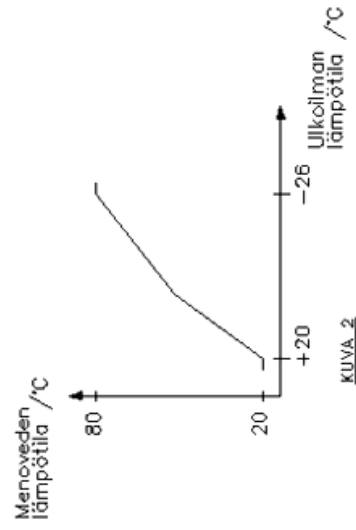
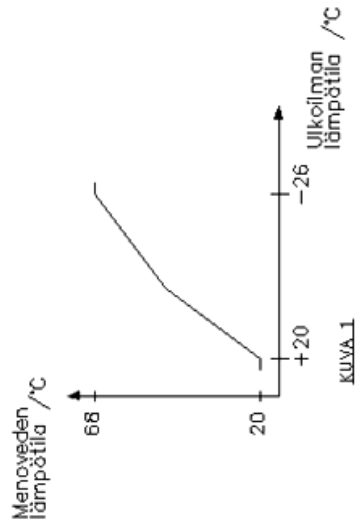
- Verkostoon menevän veden lämpötila TE02 pidetään halutussa asetusarvossa ohjaamalla venttiiliä TV02. Ulkolämpötila muuttaa verkoston säätökäyrän asetusarvoa kuvan 2. säätökäyrän osoittamalla tavalla.

4. HÄLYTYKSET

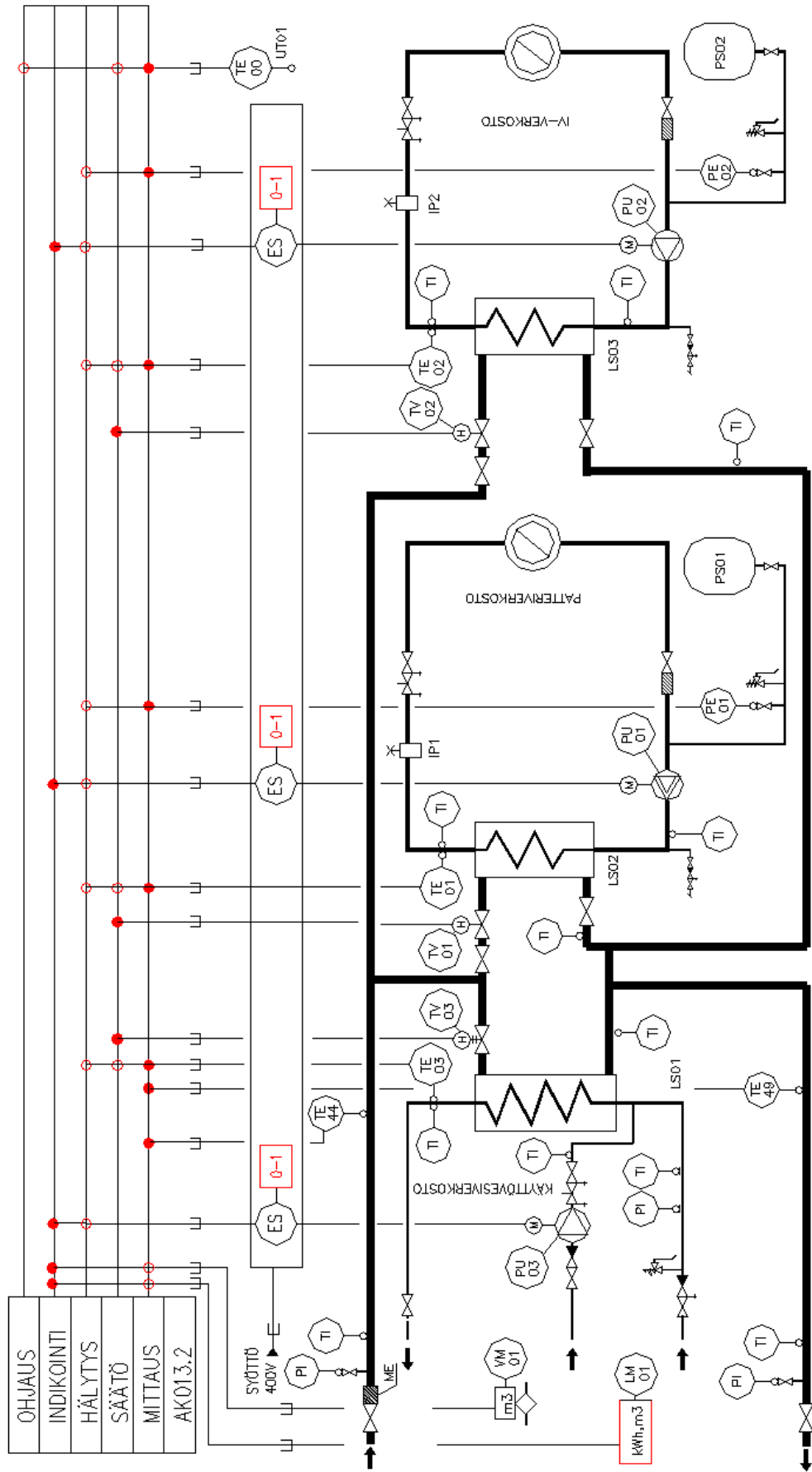
- Lämpöjohtopumppujen häiriöhälytykset pumpukeskuksen kontaktoreilta.
- Lämmitysverkostojen paineantureilta, ylä- ja alarajhälytykset
- Verkostoihin lähtevän veden liukuvat lämpötilahälytykset, ylä- ja alaraja
- Lämpimän käyttöveden lämpötilasta ylärajahälytys viiveellä.

5. MÄÄRÄMITTAUKSET

- Koko kiinteistön lämpöenergiamittarilta energiamäärä ja kylmävesimäärä (impulssi). Vanhat mittarit ennalleen.



Liite 5.



KÄYTTÖ

Puhaltimet TK02 ja PF02 käyvät aikaohjelman ohjauksena 1/2-teholla rinnan.

Lämmityspatterin pumppu käy aina.

IV:n lisäaikakytkimellä HS10 käynnistetään TK02 ja PF02 1/1-nopeudelle halutuksi ajaksi (kavalukitus).

QE10 asetettava yläraja-arvo kytkee TK02 ja PF02 1/1 tehalle.

LUKITUKSET JA VARTOIMINNOT

Kojeet pysähtyvät, kun

- lämpöjohtopumppu P04 pysähtyy
- lämmityspatterin paluuveden lämpötila TE05 laskee alle raja-arvon, jäätymissuojatermostaatti laukeaa,
- tuloilman lämpötila nousee yli raja-arvon +55 ast.
- kaikilta puhaltimilta saadaan ristiriitahälytykset.

SÄÄTÖ

Kojeloiden käynnistyminen

- ulkoilmapelit avautuvat ja puhaltimet käynnistyvät

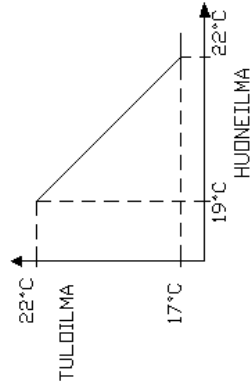
Kojeloiden käydessä

- säätöohjelma pitää tuloilman TE10 lämpötilan asetusarvossaan ohjaamalla lämmitysventtiiliä TV01 huonekompensoidusti TE20 tai QE10 perusteella, kumpi säätö haluaa kylmempää (kuva 1, kuva 2).
- tuloilman ei anneta ohittaa säädettyjä ala- ja yläraja asetuksia.
- lämmityspatterin paluuveden lämpötilan TE05 lasku alle asetusarvon estetään ohjaamalla venttiiliä TV01 aukkipäin.

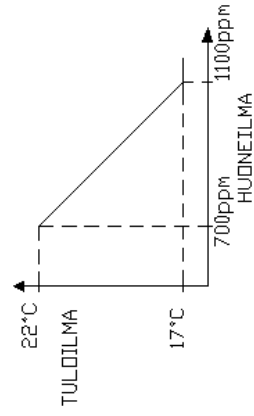
Kojeloiden pysähtyminen

- puhaltimet pysähtyvät
- ulkoilmapelit sulkeutuvat
- säätöohjelma ohjaa lämmitysventtiiliä pitäen lämmityspatterin paluuveden lämpötilan asetusarvossa

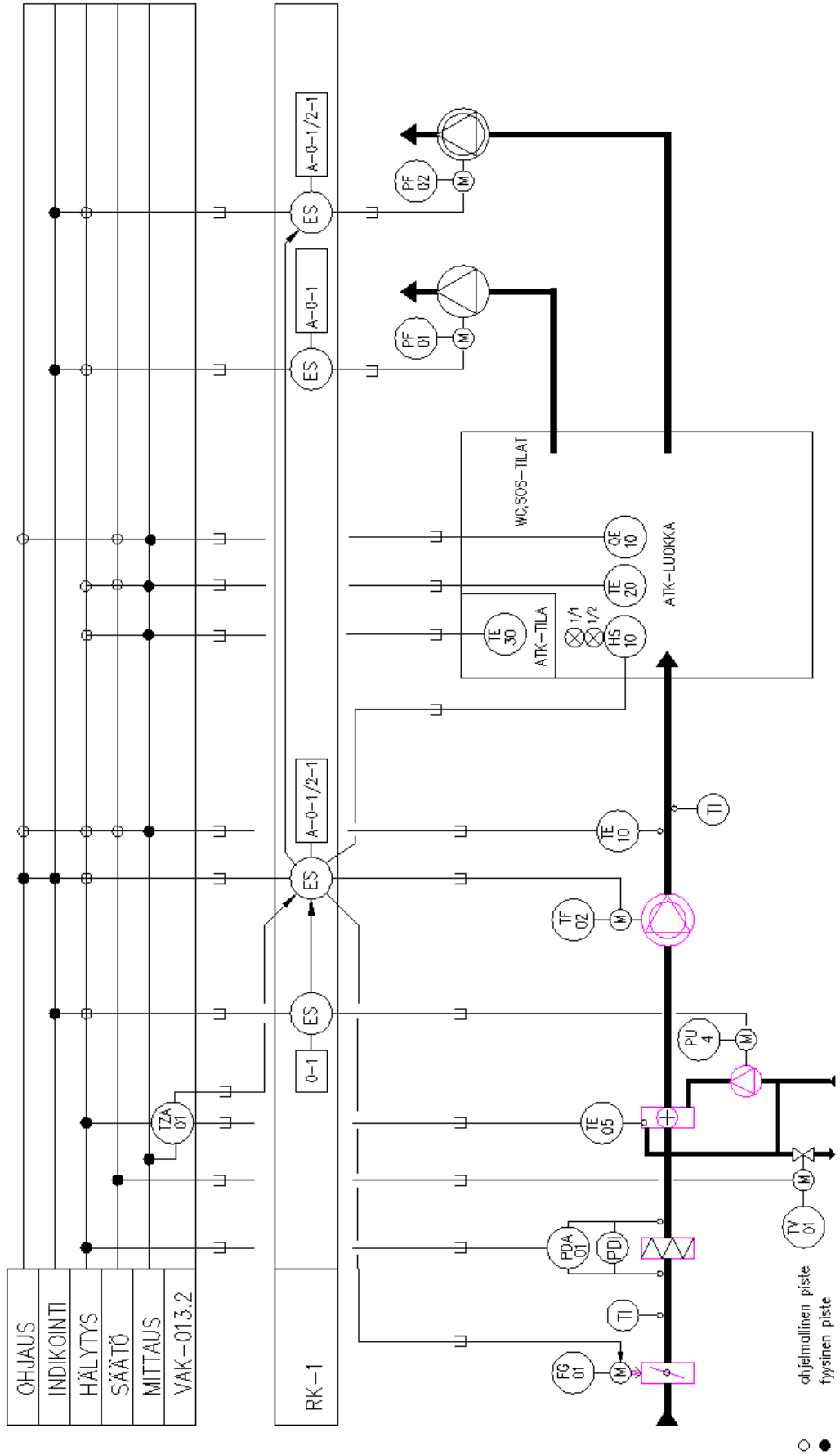
KUVA 1.



KUVA 2.



Liite 7.



PISTELUETTELO**ANALOGIA SISÄÄNMENOT**

IN 1	013TE00 ULKOILMA	ANALOGINEN
IN 2	013TE01 PATT.VERKOSTO MENO	ANALOGINEN
IN 3	013TE02 IV-VERKOSTO MENO	ANALOGINEN
IN 4	013TE03 LKV-VERKOSTO MENO	ANALOGINEN
IN 5	013PE01 PATT.VERKOSTO PAINE	ANALOGINEN
IN 6	013PE02 IV-VERKOSTO PAINE	ANALOGINEN
IN 7	013TE44 KAUKOLÄMPÖ TULO	ANALOGINEN
IN 8	013TE49 KAUKOLÄMPÖ PALUU	ANALOGINEN

DIGITAALI SISÄÄNMENOT

IN1	013P01 PATT.VERKOSTO	IND	DIGITAALINEN
IN2	013P02 IV-VERKOSTO	IND	DIGITAALINEN
IN3	013P03 LKV-VERKOSTO	HÄL	DIGITAALINEN
IN4		IND	DIGITAALINEN
IN5	013TK02PDIA01 SUODATIN	HÄL	DIGITAALINEN
IN6	013REK RASVANER.KAIVO	HÄL	DIGITAALINEN
IN7	013LM01 LÄMPÖMÄÄRÄ	IND	DIGITAALINEN
IN8	013VM01 VESIMÄÄRÄ	IND	DIGITAALINEN

ULOSTULOT

B 1	013TV01 PATT.VERKOSTO VENTTIILI	OHJAUS
B 2	013TV02 IV-VERKOSTO VENTTIILI	OHJAUS
B 3	013TV03 LKV-VERKOSTO VENTTIILI	OHJAUS
B 4		OHJAUS
B 5		0-10 V
B 6		0-10 V
B 7	013LVI-A JATKOHÄLYTYS MERKKIVALO	OHJAUS
B 8	013LVI-B JATKOHÄLYTYS MERKKIVALO	OHJAUS

Eristysvastusmittaus mittari DI-6300 250V yli 200Mohm.

ERISTYSVAST.
JATKOH.
GRAFIKKA
TEST.VALV.
KYTKETTY
ASENNETTU

				A	
				A	
				B	
				B	
				B	

KIINTEISTÖ: 013**VK:** 13.2**ALAKESKUS:** IQ 204**AK:** 48**TEKIJÄ:** JL**PVM:**

ACTIVESET KY

PISTELUETTELO**ANALOGIA SISÄÄNMENOT**

IN 1	013TK02TE10 SISÄÄNPUHALLUS	ANALOGINEN
IN 2	013TE30 ATK HUONE	ANALOGINEN
IN 3	VARALLA	ANALOGINEN
IN 4	013TK02TE20 LUOKKA HUONE	ANALOGINEN
IN 5	013TK02QE10 LUOKKAHUONE ILMANLAATU 013TK02TE05	ANALOGINEN
IN 6	PATT.PALUU	ANALOGINEN
IN 7	VARALLA	ANALOGINEN
IN 8	VARALLA	ANALOGINEN

ERISTYSVAST.
JATKOH.
GRAFIKKA
TEST.VALV.
KYTKETTY
ASENNETTU

DIGITAALI SISÄÄNMENOT

IN1	013TK02 1/2 TILA	IND	DIGITAALINEN
IN2	013TK02 1/1 TILA	IND	DIGITAALINEN
IN3	013P04 PUMPPU	IND	DIGITAALINEN
IN4	013TK02PF02 1/2 TILA	IND	DIGITAALINEN
IN5	013TK02PF02 1/1 TILA	IND	DIGITAALINEN
IN6	013TK02PF01 TILA	IND	DIGITAALINEN
IN7	013HS10 IV-LISÄAIKA	IND	DIGITAALINEN
IN8	013TK02TZA01 J-VAARA	HÄL	DIGITAALINEN

ULOSTULOT

B 1	013TK02 1/2 OHJAUS	OHJAUS
B 2	013TK02 1/1 OHJAUS	OHJAUS
B 3	013TK02PF01 OHJAUS	OHJAUS
B 4		OHJAUS
B 5		OHJAUS
B 6		0-10 V
B 7	013TK02TV01 VENTTIILI	0-10 V
B 8		0-10 V

Eristysohjausmittaus mittari DI-6300 250V yli 200Mohm.

KIINTEISTÖ: 013

VK: 13.2

ALAKESKUS: IQ 204

AK: 49

TEKIJÄ: JL

PVM:

ACTIVESET KY

LAITE-ERITTELY**VAK 013.2 ALAKESKUS**

VAK013.2	2x600x600x200 LAITEKOTELO	1 KPL	ELTEOSÄHKÖ OY
AK-48	IQ-204 PROSESSIASEMA	1 KPL	TREND
AK-49	IQ-204 PROSESSIASEMA	1 KPL	TREND
EM1	230/24VAC MUUNTAJA 50VA	1 KPL	INTERTRAFO OY
CDL7	VIKAVIRTASUOJA PISTORASIALLE	1 KPL	MALMBERG OY
JL196M7	MAAD.PISTORASIA	1 KPL	ONNINEN OY
MCN 106E	PÄÄKYTKIN 6A	1 KPL	ONNINEN OY
K1-K5	M15MAH0018+ZD35 12VDC RELE+KANTA	5 KPL	CARLO GAVAZZI OY
UY1-UY4	C12-A21BX+S12 24VAC RELE+KANTA	4KPL	OEM FINLAND OY
013TK02TZA01	EJV24+AR1 JÄÄT.SUOJAYKS+APURELE	1KPL	PRODUAL OY

013 PATERIVERKOSTO

013TE01	ETF2.5 VESIANTURI+TASKU	1 KPL	SW OY
013PE01	ADZ-SML10.0 0-4BAR	1 KPL	SW OY
013TV01	H415B KV4.0 2-TIE VENTTIILI	1 KPL	BELIMO OY
	NVY24-MFT VENTTIILITOIMILAITE	1 KPL	SW OY

013 ILMASTOINTIVERKOSTO

013TE02	ETF2.5 VESIANTURI+TASKU	1 KPL	SW OY
013PE02	ADZ-SML10.0 0-4BAR	1 KPL	SW OY
013TE02	H414B KV2,5 2-TIE VENTTIILI	1 KPL	BELIMO OY
	NVY24-MFT VENTTIILITOIMILAITE	1 KPL	BELIMO OY

013 KÄYTTÖVESIVERKOSTO

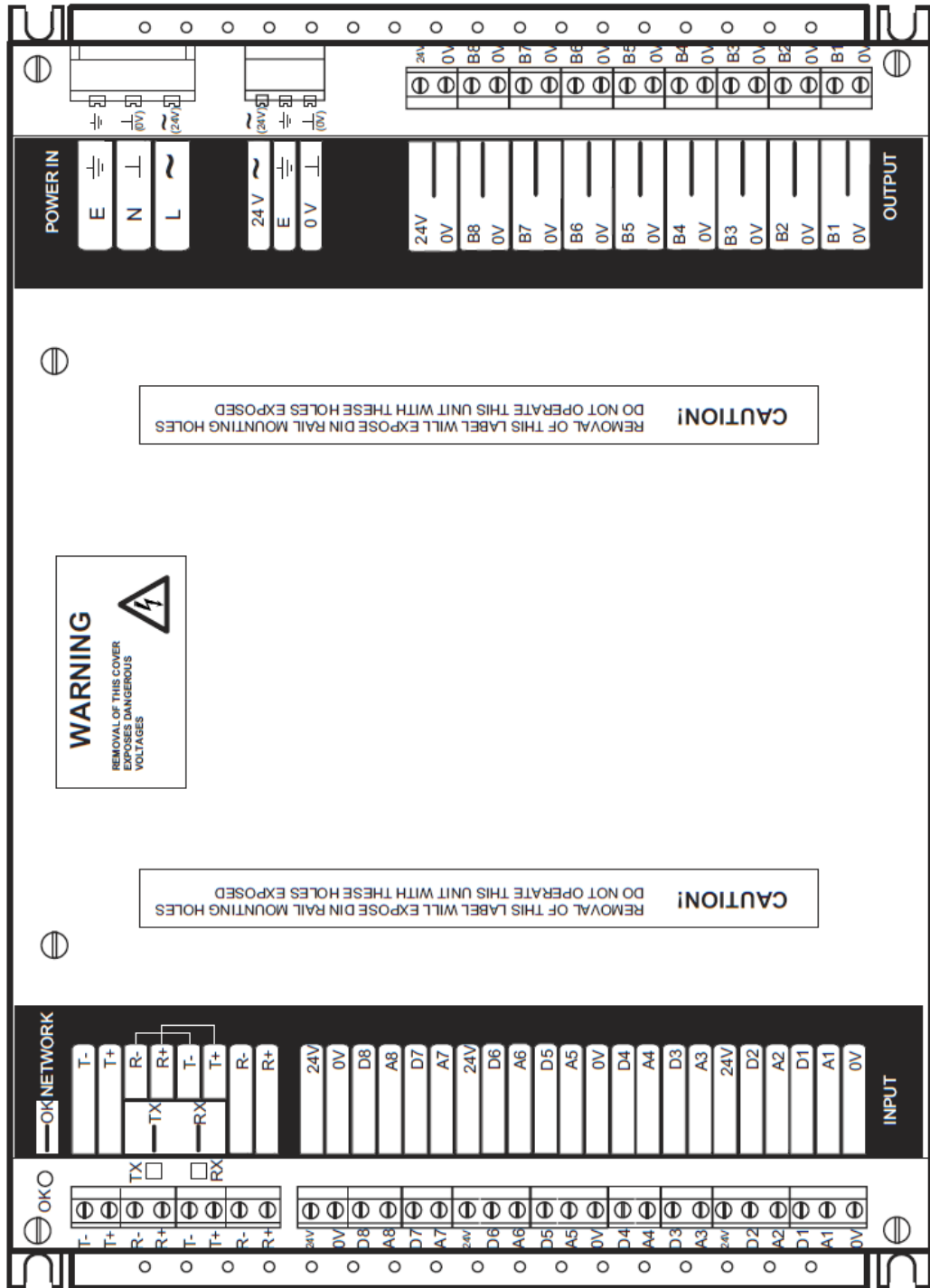
013TE03	ESTF1.5 VESIANTURI	1 KPL	SW OY
013TV03	H420B KV6.3 2-TIE VENTTIILI	1 KPL	BELIMO OY
	NVY24-MFT VENTTIILITOIMILAITE	1 KPL	BELIMO OY
013TE00	TE/TO ULKOANTURI	1 KPL	TREND
013TE44	ETF2.5 VESIANTURI+TASKU	1 KPL	SW OY
013TE39	ETF2.5 VESIANTURI+TASKU	1 KPL	SW OY

013TK02 TULOILMAKONE

013FG01	LF24 PELTIMOOTTORI	1 KPL	BELIMO OY
013TE05	TEV1000 JÄÄT.SUOJA ANTURI	1 KPL	PRODUAL OY
013PDIA01	SW500E SUODATINVAHTI NÄYTÖLLÄ	1 KPL	SW OY
013TE10	SISÄÄNPUHALLUSANTURI	1 KPL	SW OY
013TV01	TAV294 VANHA LAITE	1 KPL	TAC-COM OY
	NVY24-MFT-R VENTTIILITOIMILAITE	1 KPL	BELIMO OY
013TE30	RTF1 HUONEANTURI	1 KPL	SW OY
013QE10/TE30	A-SENSE CO2+LÄMPÖTILA ANTURI	1 KPL	SW OY

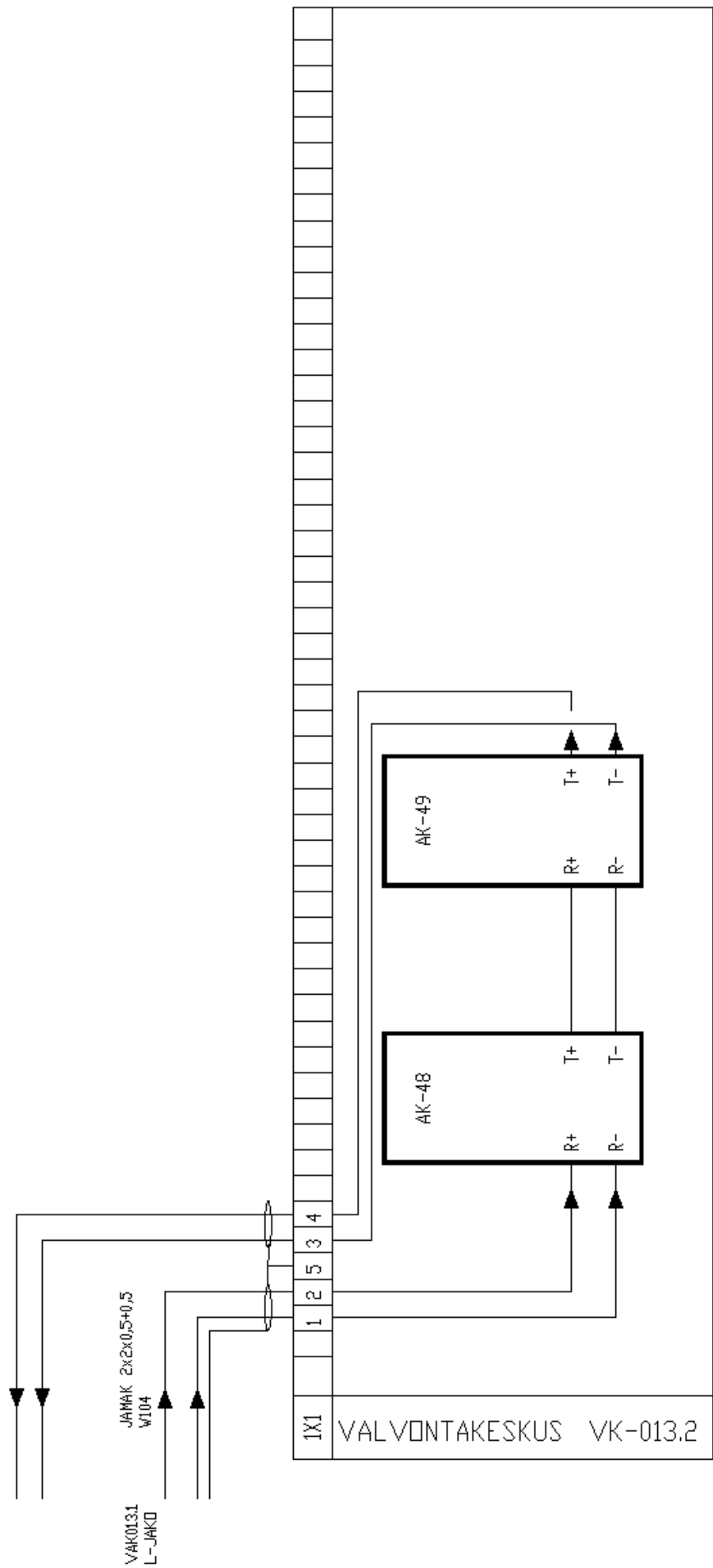
KAAPELILUETTELO

MISTÄ	NRO	PINTA-ALA	TYYPPI	MIHIN	SELVENNYS
RK 1	013.2W100	3x1,5S	MMJ	VAK 013.2	VAK013.2 SYÖTTÖ
RK 1	013.2W101	12x1,5	MMO	VAK 013.2	OHJAUKSET
RK 1	013.2W102	8x2x0,5+0,5	NOMAK	VAK 013.2	TILATIEDOT
VAK 013.2	013.2W103	2x2x0,5+0,5	NOMAK	PUMPPUK	TILATIEDOT
VAK 013.2	013.2W104	2x2x0,5+0,5	JAMAK	VAK 013.1	RUNKOKAAPELI
VAK 013.2	013.2W105	2x2x0,5+0,5	NOMAK	013TE00	ULKOLÄMPÖTILA
VAK 013.2	013.2W106	2x2x0,5+0,5	NOMAK	013TE01	PATT.VERKOSTO MENO
VAK 013.2	013.2W107	2x2x0,5+0,5	NOMAK	013TE02	IV-VERKOSTO MENO
VAK 013.2	013.2W108	2x2x0,5+0,5	NOMAK	013TE03	LKV-VERKOSTO MENO
VAK 013.2	013.2W109	2x2x0,5+0,5	NOMAK	013PE01	PATT.VERKOSTO PAINE
VAK 013.2	013.2W110	2x2x0,5+0,5	NOMAK	013PE02	IV-VERKOSTO PAINE
VAK 013.2	013.2W111	2x2x0,5+0,5	NOMAK	013TE44	KAUKOLÄMPÖ TULO
VAK 013.2	013.2W112	2x2x0,5+0,5	NOMAK	013TE49	KAUKOLÄMPÖ PALUU
VAK 013.2	013.2W113	2x2x0,5+0,5	NOMAK	013LM01	LÄMPÖMÄÄRÄ
VAK 013.2	013.2W114	2x2x0,5+0,5	NOMAK	013VM01	KYLMÄVESIMÄÄRÄ
VAK 013.2	013.2W115	2x2x0,5+0,5	NOMAK	013TV01	PATT.VERKOSTO VENTTIILI
VAK 013.2	013.2W116	2x2x0,5+0,5	NOMAK	013TV02	IV-VERKOSTO VENTTIILI
VAK 013.2	013.2W117	2x2x0,5+0,5	NOMAK	013TV03	LKV VERKOSTO VENTTIILI
VAK 013.2	013.2W118	2x2x0,5+0,5	NOMAK	013TK02PDIA01	TULOLIMASUODATIN
VAK 013.2	013.2W119	2x2x0,5+0,5	NOMAK	013TK02TE10	SISÄÄNPUHALLUS
VAK 013.2	013.2W120	2x2x0,5+0,5	NOMAK	013TK02TE30	ATK-HUONE
VAK 013.2	013.2W121	2x2x0,5+0,5	NOMAK	013TK02QE10/TE20	ILMANLAATU/L-TILA ATK-LUOKKA
VAK 013.2	013.2W122	2x2x0,5+0,5	NOMAK	013TK02FG01	RAITISILMAPELTI
VAK 013.2	013.2W123	2x2x0,5+0,5	KLMA4x0,8+0,8		RISTIKYTK.LVIA+B HÄL.
VAK 013.2	013.2W124	2x2x0,5+0,5	NOMAK	013REK01	RASVAKAIVO HÄLYTIN
VAK 013.2	013.2W125	2x2x0,5+0,5	NOMAK		
VAK 013.2	013.2W126	2x2x0,5+0,5	NOMAK	013TK02TE05	PATT.PALUU

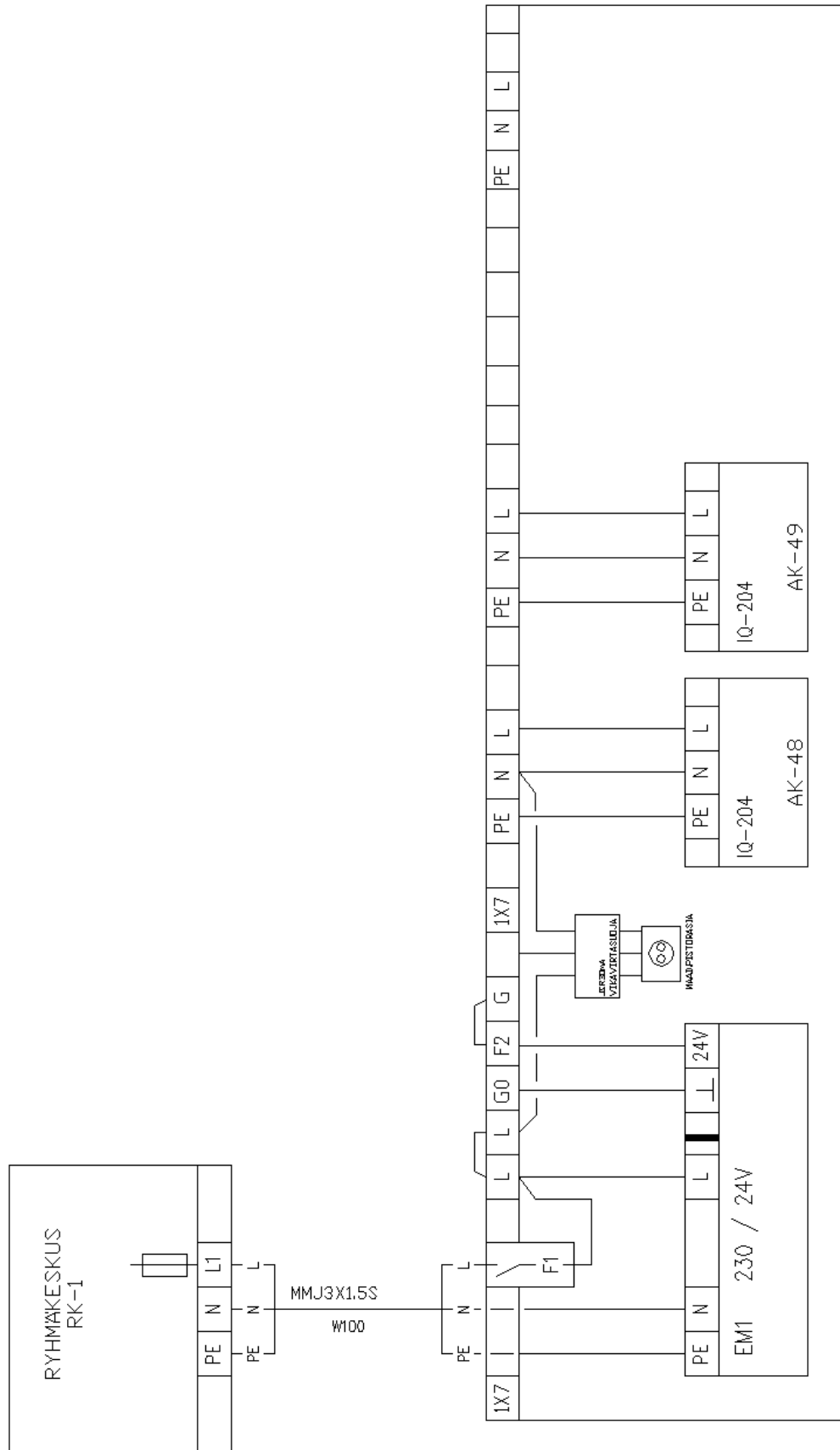


TREND IQ204 – alakeskus (TREND 2006, 2)

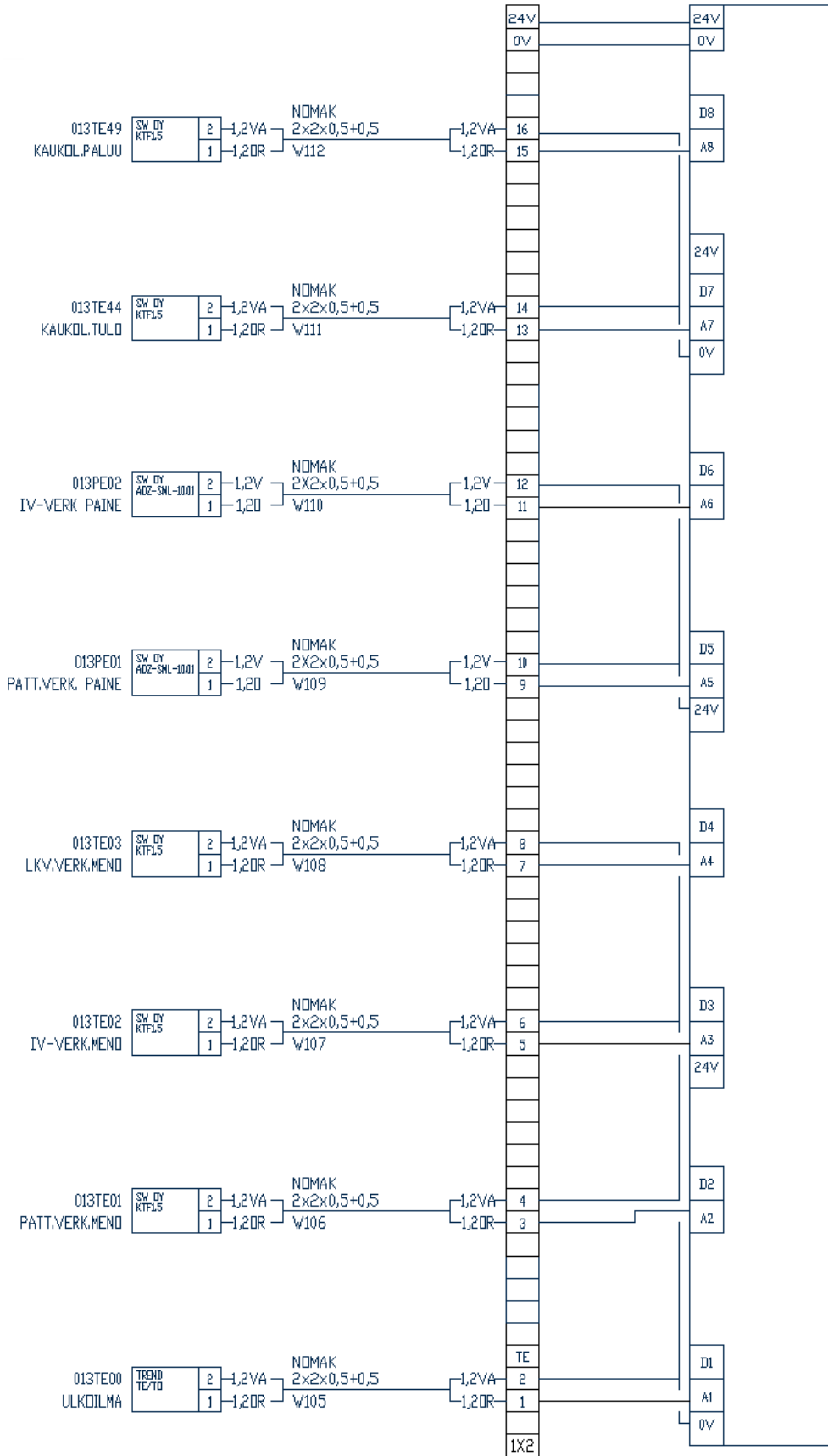
Liite 13. LAN-kommunikointi



Liite 14. Tehonsyöttö

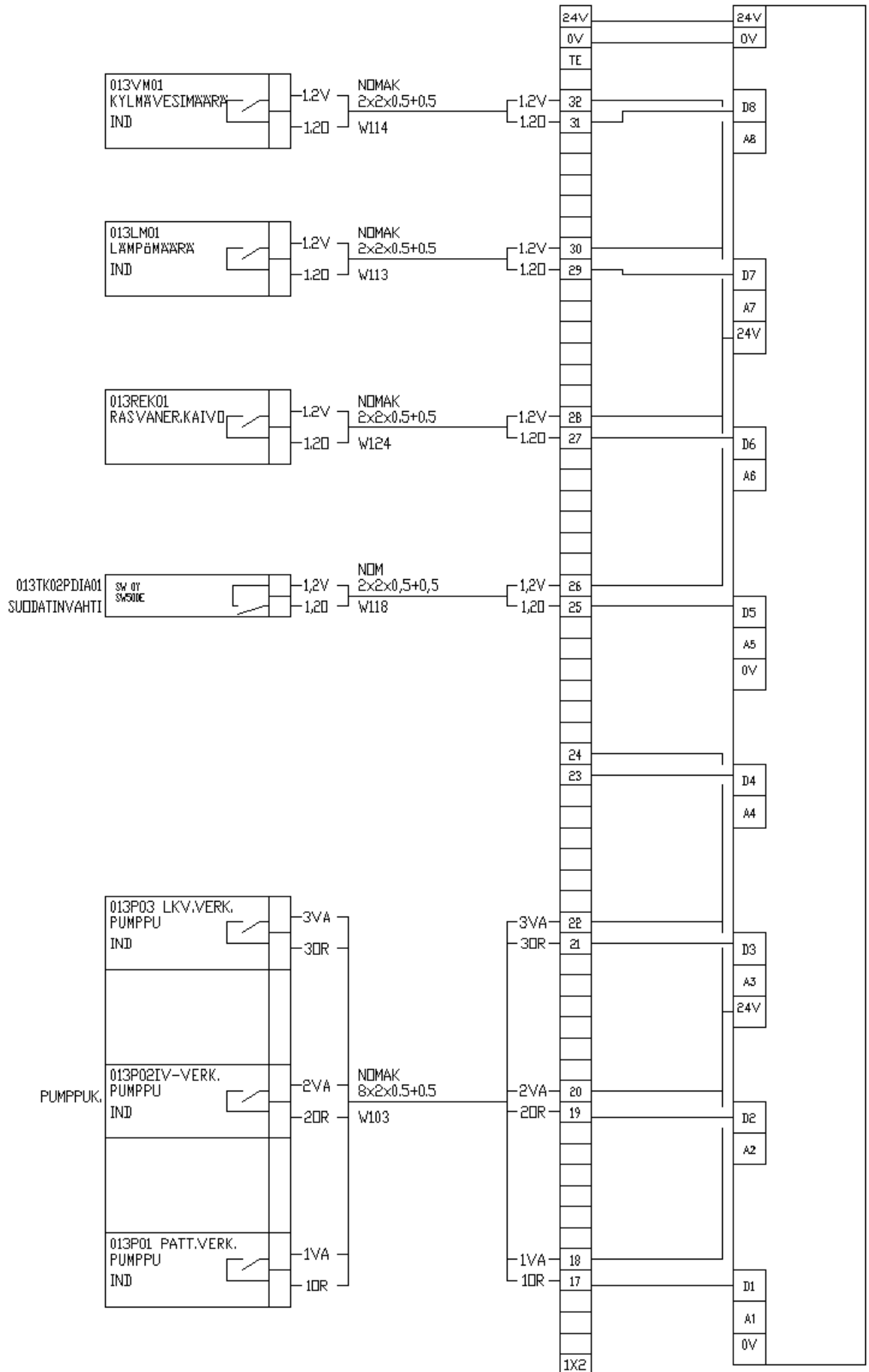


Liite 15. AK-48 sisääntulot

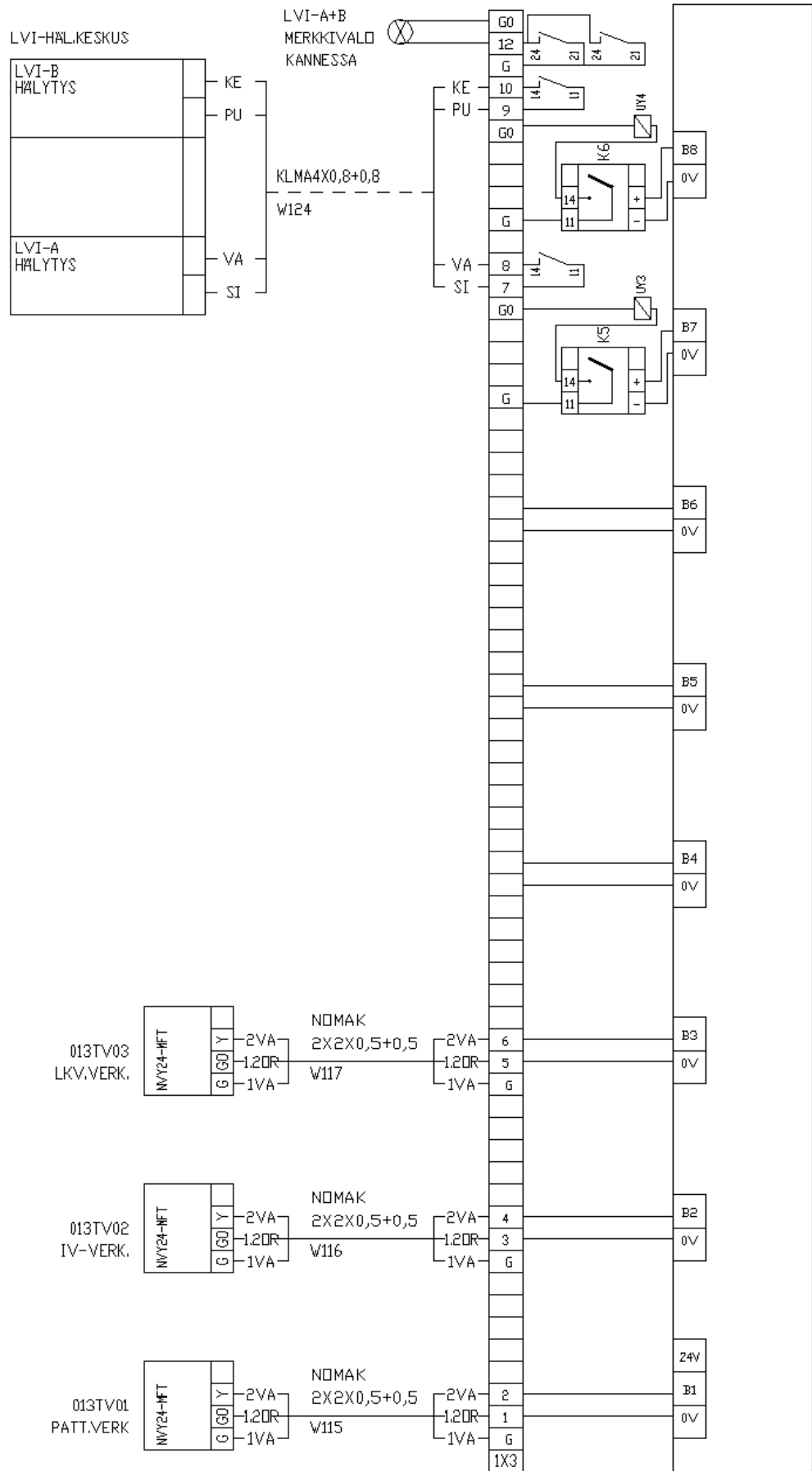


10204+

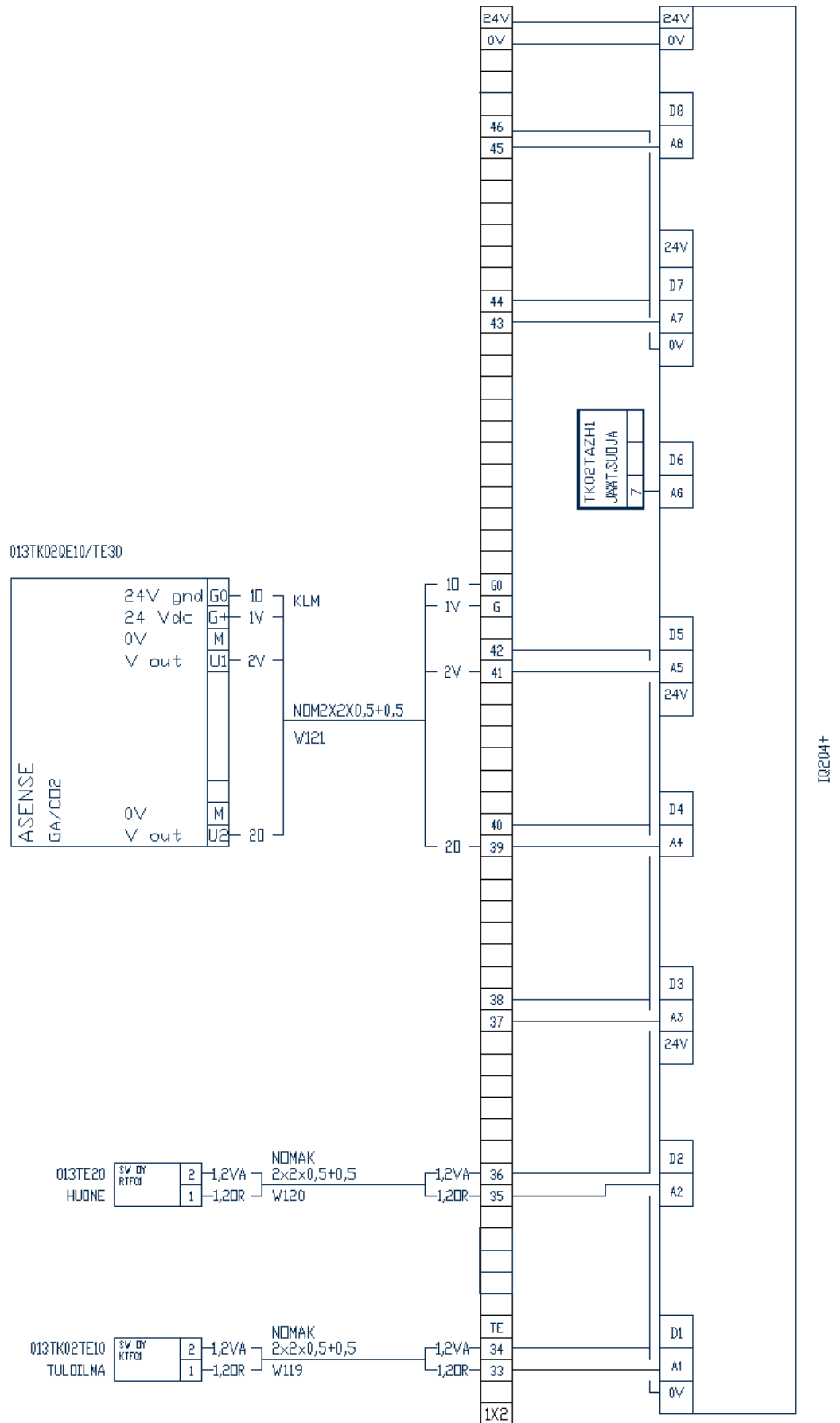
Liite 16. AK-48 sisääntulot



Liite 17. AK-48 ulostulot

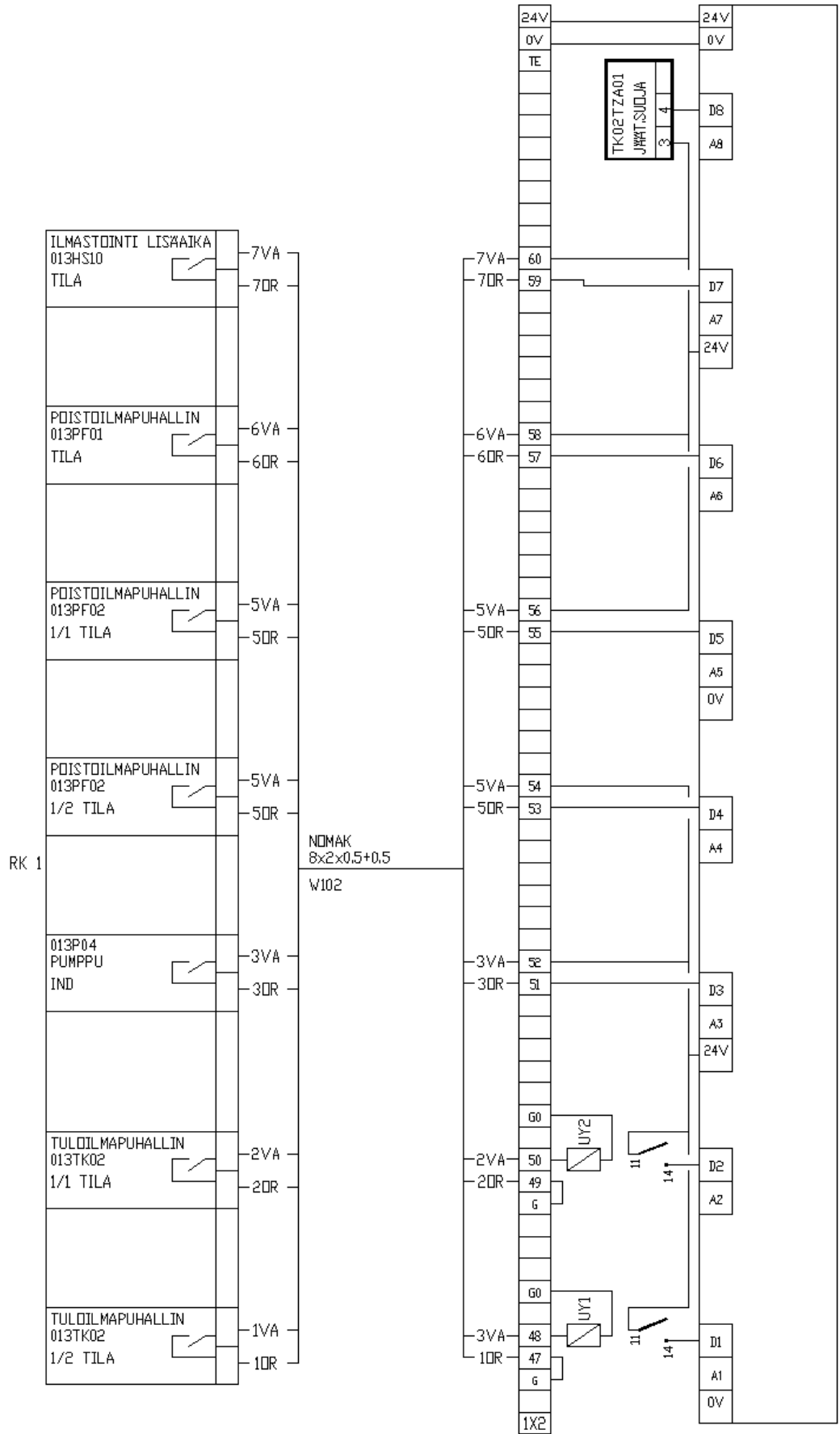


Liite 18. AK-49 sisääntulot

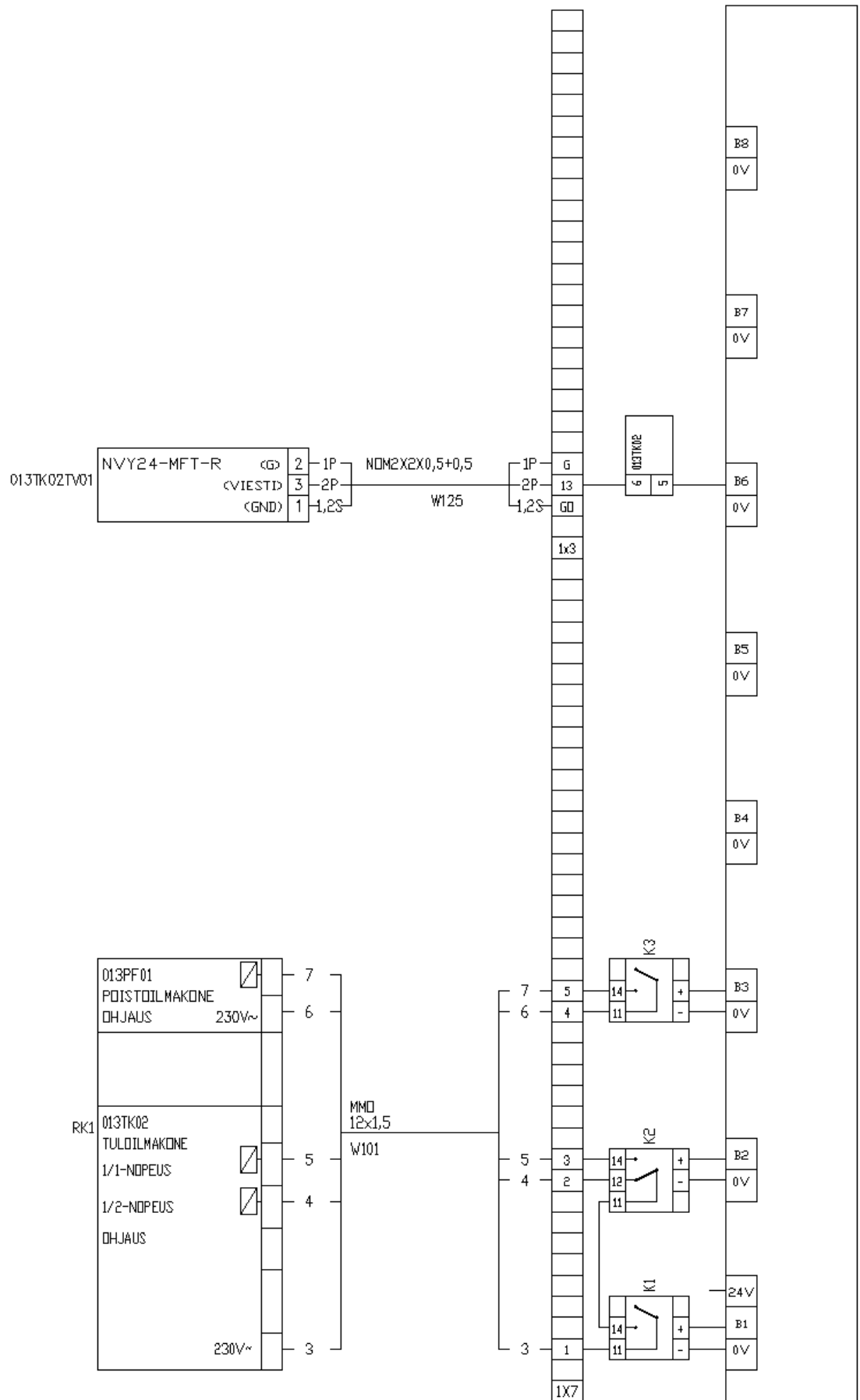


10204+

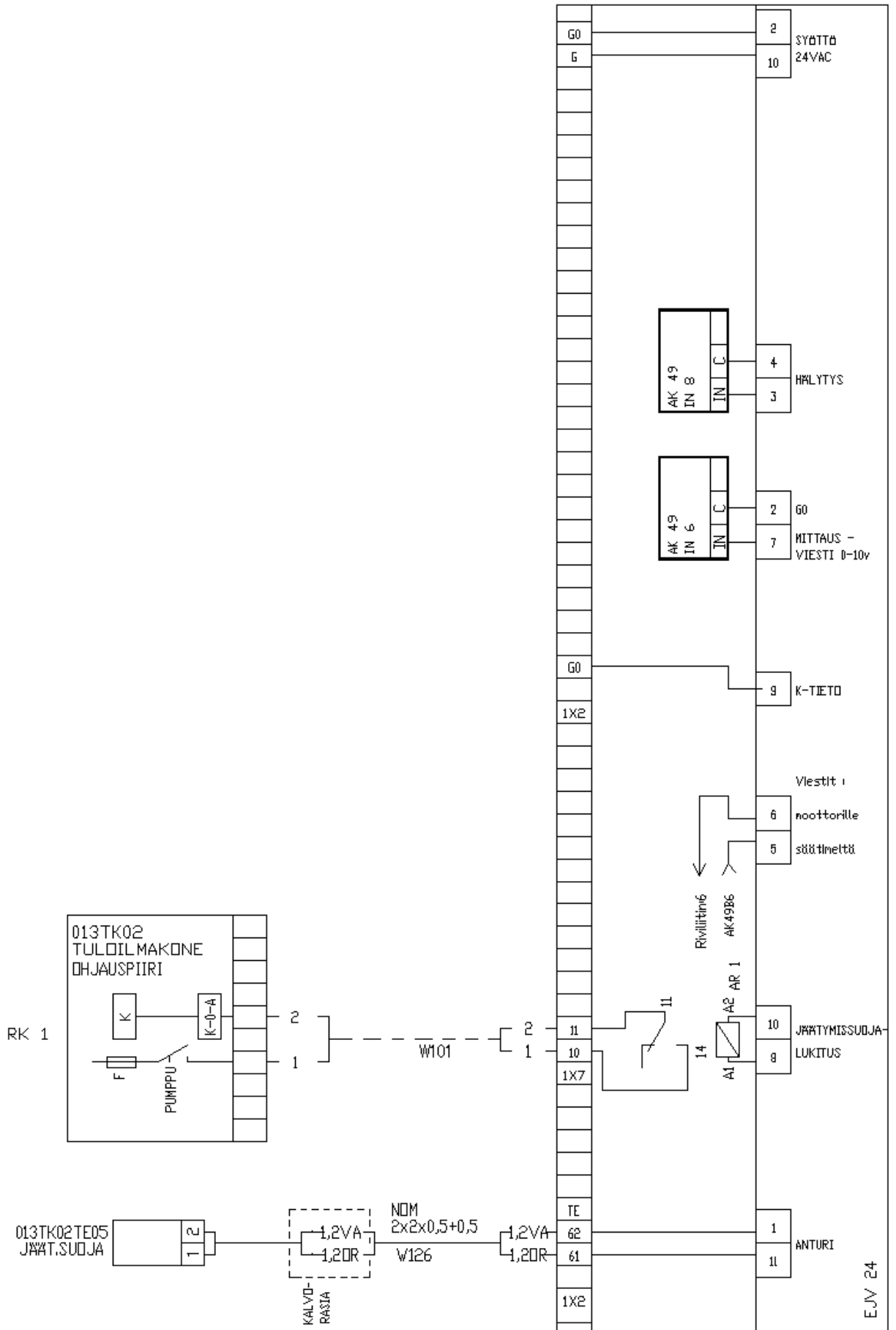
Liite 19. AK-49 sisääntulot



Liite 20. AK-49 ulostulot



Liite 21. Jäätymissuoja



Liite 22. Belimo LF24 asennus pellin akselille. (Belimo 2006, 13)

