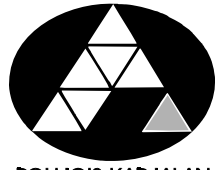


POHJOIS-KARJALAN AMMATTIKORKEAKOULU
Tietotekniikan koulutusohjelma

Oinonen Joonas

RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN SANEERAUS

Opinnäytetyö
Toukokuu 2011



POHJOIS-KARJALAN
AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2011
Tietotekniikan koulutusohjelma

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
p. (013) 260 600

Tekijä(t)
Joonas Oinonen

Nimeke
Rakennusautomaatiojärjestelmän saneeraus

Toimeksiantaja
Joensuun Kuntokeidas

Tiivistelmä

Opinnäytetyössä saneerattiin Joensuun Kuntokeitaan A-osan rakennusautomaatiojärjestelmä. Työ piti sisällään ilmanvaihtokoneen, lämmönjakokeskuksen, valaistuksen sekä erillispuhaltimien alakeskuksen uusimisen ja liittämisen osaksi keskitettyä valvomoa. Saneeraus tehtiin käyttäjän halusta varmistua rakennuksen energiatehokkaasta käytöstä ja hallita rakennuksen lämpöoloja ja ilmanlaatua.

Työssä käytiin läpi eri vaiheet entisen järjestelmän tilan kartoittamisesta aina uuden järjestelmän toiminnallisuuksien suunnitteluun ja toteutukseen. Uusi järjestelmä pohjautui vanhoihin toimintaselosteisiin, joita muokattiin käyttäjävaatimusten ja tavoitteeksi asetetun sisäilmastoluokan S1 saavuttamiseksi. Lisäksi perehdyttiin yleisellä tasolla rakennusautomaatiojärjestelmiin sekä niiden hierarkkiseen rakenteeseen.

Uusi järjestelmä kenttälaitteineen saatiin asennettua ja testattua todeten sen toimivan toimintaselosteiden vaatimusten mukaisesti. Alakeskuksen ala-asetat liitettiin valvomon Ethernet-väylän kautta. Uudella järjestelmällä käyttäjä pystyy seuraamaan ohjattavien prosessien tilaa, trendihistoriaa sekä halutessaan vaikuttamaan rakennuksen lämpöoloihin sekä ilmanlaatuun.

Kieli
suomi

Sivuja 52
Liitteet 8
Liitesivumäärä 19

Asiasanat
tietotekniikka, rakennusautomaatio, ilmanvaihto, lämmitys



NORTH KARELIA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

THESIS
May 2011
Degree Programme in Informati-
on Technology
Karjalankatu
FIN 80200 JOENSUU
FINLAND

Author(s)
Joonas Oinonen

Title
Renovation of Building Automation System

Commissioned by
Joensuun Kuntokeidas

Abstract

The purpose of this thesis was to renew the building automation system of part A in Joensuun Kuntokeidas. The work included the air supply unit, the heat distribution center, lighting and standalone fan dependent exchange renewal and pasting it into a centralized monitoring station. The renovation was made because the user desired to ensure the building's energy efficient use and manage the thermal conditions and air quality in the building.

The work went through different phases from mapping the state of the former system to design and implementation of system functionalities. The new system was based on the old descriptions of operations, which were edited to achieve user requirements and the target indoor climate category S1. In addition, building automation systems and their hierarchical structure were studied at a general level.

A new system with field equipment was installed and tested it was found out to work according to the requirements of the description of operations. Sub-stations were attached to the control station via Ethernet. As a result the user is able to monitor the state-controlled processes, the trend of history, and at will to influence the building's thermal conditions and air quality.

Language
Finnish

Pages 52
Appendices 8
Pages of Appendices 19

Keywords

information technology, building automation, ventilation, heating

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	Johdanto.....	6
2	Rakennusautomaatiojärjestelmät yleisesti	7
2.1	Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne	8
2.1.1	Kenttälaitetaso.....	8
2.1.2	Alakeskustaso	9
2.1.3	Valvomotaso.....	9
3	Saneerattavan järjestelmän nykytilan kartoitus	9
3.1	Käyttäjäkokemukset ja vaatimukset uudelta järjestelmältä	10
3.2	Alakeskus AK-1	11
3.3	Ilmanvaihtokone	12
3.4	Lämmitys	13
3.5	Valaistus.....	14
3.6	Kiukaat	14
3.7	Valvomon tilanne.....	15
4	Integrointi muihin järjestelmiin	15
4.1	Rikosilmoitinjärjestelmä.....	15
4.2	Kulunvalvonta.....	16
4.3	Kameravalvonta	16
4.4	Paloilmoitinjärjestelmä.....	16
4.5	Kiukaiden ohjausjärjestelmä.....	16
5	Toimintavaatimusten määrittäminen.....	17
5.1	Ilmanvaihtokone TK-1	17
5.2	Lämmönjakokeskus LJK-1	19
5.3	Poistoilmapuhaltimet PK1.2 ja PK4.....	21
5.4	Ulkovalaistus	22
5.5	Kiukaiden ohjaus	22
6	Järjestelmän suunnittelu ja ohjelmointi.....	23
6.1	Pisteluettelot.....	23
6.2	Kenttälaiteluettelot.....	24
6.3	Kaapelointiluettelot	25
6.4	Kytkenäkuvat.....	25
6.5	Grafiikkakuvien piirtäminen valvomoa varten.....	26
6.6	UIO 32 -ala-asemien konfigurointi.....	26
6.7	Ohjelmointi	28
6.8	Tiedonsiirto.....	32
7	Toteutus	33

7.1	Kenttälaitteiden ja ala-asemien asennus.....	34
7.1.1	Lämpötilanmittaus	38
7.1.2	Painemittaus.....	40
7.1.3	Jäätymisvaaratermostaatti	41
7.1.4	Hiilidioksidimittaus	42
7.1.5	Peltimoottorit	43
7.1.6	Taajuusmuuttajat.....	43
7.2	Toimintakokeet.....	45
7.3	Luovutusdokumentointi	45
7.4	Valvomoon liittäminen	46
7.5	Koulutus	46
8	Pohdinta	47
	Lähteet.....	50

Liitteet

- Liite 1. TK-1 ilmanvaihtokoneen toimintaseloste
- Liite 2. TK-1 ilmanvaihtokoneen PI-kaavio
- Liite 3. LJK lämmönjakokeskuksen toimintaseloste
- Liite 4. LJK lämmönjakokeskuksen PI-kaavio
- Liite 5. Esimerkki kytkentäkuvasta
- Liite 6. Kenttälaiteluettelo
- Liite 7. Taajuusmuuttajien parametrintipöytäkirjat
- Liite 8. Kuvia valvomosta

1 Johdanto

Valitsin opinnäyttöaiheekseni rakennusautomaatioon liittyvän työn. Työ käsittää ilmanvaihtokojeen, lämmönjakokeskuksen sekä valaistuksen automatiikan modernisoinnin Joensuun Kuntokeitaalle. Olen työskennellyt rakennusautomaatioalan tehtävissä opintojeni aikana YIT Kiinteistötekniikka Oy:n automaatoratkaisuissa (myöhemmin tässä työssä mainittu YIT:nä). Näin minulle on tarjoutunut mahdollisuus suorittaa ensimmäinen itse tekemäni saneerausprojekti yhdistämällä työkokemukseni, opintoni sekä kiinnostukseni kiinteistöjen LVIS-järjestelmien automatisoimiseksi.

Opinnäytetyön tavoitteena on vaihtaa rakennuksen A-osan ilmanvaihtoa, lämmitystä sekä valaistusta ohjaava automaatiojärjestelmä nykyaikaiseen järjestelmään. Järjestelmä tullaan liittämään osaksi keskitettyä valvomoa Ethernet-väylän kautta, johon kuuluu myös toinen valvottava kiinteistö. Uusi järjestelmä tulee toiminnallisuksiltaan perustumaan rakennuksen LVI-suunnitelmien toimintavaatimuksiin. Automaatiojärjestelmän saneeraustyö tehdään, koska vanhalla järjestelmällä ohjattavien prosessien reaaliaikainen ja trendihistorian seuraaminen on mahdotonta. Näin ei voida varmistua energian tehokkaasta käytöstä ja mahdollisista huoltotöiden tarpeesta. Työn tuloksen tavoitteena on että käyttäjä pystyy valvomo-ohjelmiston avulla hallitsemaan rakennuksen lämpöoloja ja vaikuttamaan sisäilmaston laatuun.

Uuden automaatiojärjestelmän toteutusvaihtoehtoja rajasi saneerauksen ensimmäisessä vaiheessa toteutettu rakennuksen B-osan automatiikan uusiminen YIT:n rakennusautomaatiojärjestelmällä. Työssä tullaan käsittelemään myös yleisellä tasolla rakennusautomaatiojärjestelmien toimintaa ja rakennetta, vanhan järjestelmän nykytilaa sekä integrointimahdollisuuksia rakennuksen muihin järjestelmiin. Työ painottuu kuitenkin toteutuksen ja sitä edeltävien työvaiheiden tarkasteluun.

2 Rakennusautomaatiojärjestelmät yleisesti

Rakennusautomaatiojärjestelmä on työkalu, jolla vaikutetaan rakennusten sisäilmastoon ja valaistukseen sekä laajasti tulkiten myös rakennusten turvallisuuteen. Rakennusautomaatiolla ohjataan rakennuksen teknisiä laitteita ja pyritään minimoimaan energiankulutus, laitteiden kuluminen, melu ja muut laitteiden käytöstä aiheutuvat haitat. (Baff 2005, 1.)

Toimivalla rakennusautomaatiojärjestelmällä hallitaan energiankäyttöä ohjaamalla kiinteistön lämpötilaa, ilmavirtaa ja valaistusta vain tarpeen mukaan. Hallitulla energiankäytöllä voidaan puuttua raportointien ja trendiseurannan avulla väärin toimiviin kohteisiin ja täten säästää energiaa.

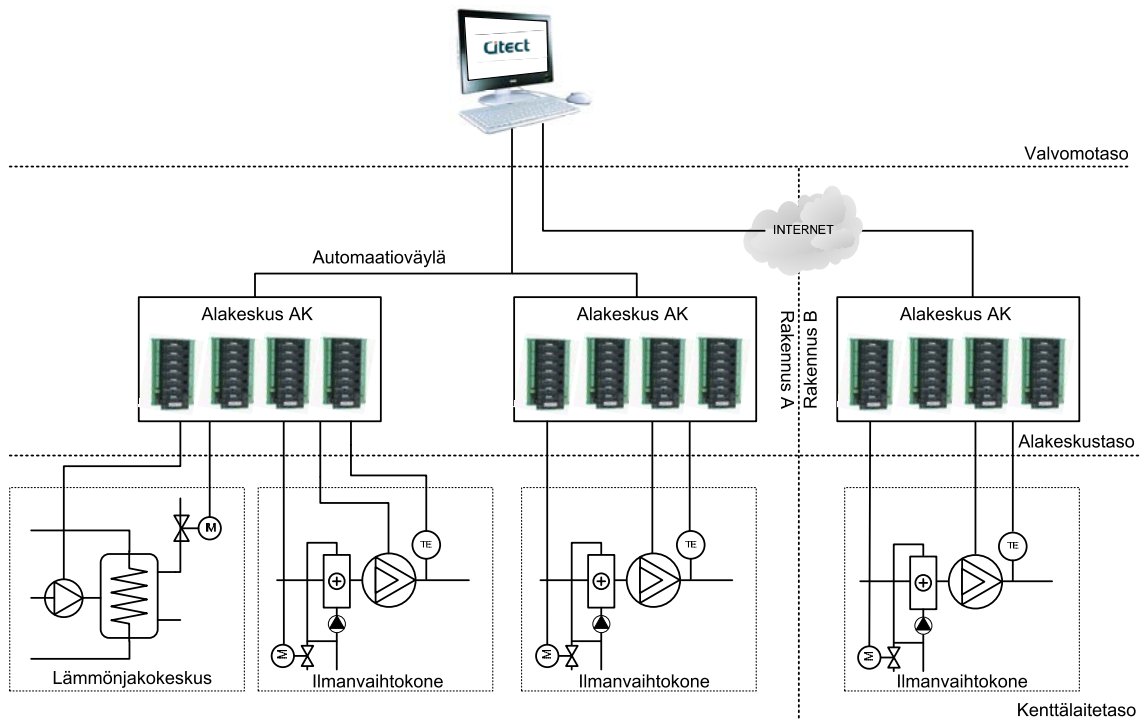
Oikein säädetyllä sisäilmastolla lisätään viihtyvyyttä, saavutetaan parempi tuottavuus sekä vaikutetaan rakennusturvallisuuteen. Esimerkiksi väärin säädetty ilmanvaihto aiheuttaa vedon tunnetta, ilman tunkkaisuutta tai ilman epäpuhtauksien ja kosteuden tunkeutumista rakenteisiin.

Rakennus on suunniteltava ja rakennettava kokonaisuutena siten, että oleskeluvyöhykkeellä saavutetaan kaikissa tavanomaisissa sääoloissa ja käyttötilanteissa terveellinen, turvallinen ja viihtyisä sisäilmasto. (D2 2003, 4).

Mekaanisten toimilaitteiden huoltoa ja kunnossapitoa voidaan tehostaa esimerkiksi käyttöaikalaskureiden perusteella. Tiedetään esimerkiksi, että hihnakäyttöisen puhaltimen hihnan vaihtoaika lähenee, kun puhallin on käynyt tietyn aikaa. Hälytys ja vikatilanteessa huoltomiehen ei välttämättä tarvitse mennä kohteeseen suorittaakseen huoltotyön. Kaukovalvonnan avulla osa huoltotehtävistä voidaan suorittaa vaikka ”kotoa käsin”. (Baff 2005, 2.)

2.1 Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne

Rakennusautomaatiojärjestelmä on perusrakenteeltaan kolmitasoinen. Järjestelmässä hierarkkisesti alimpana on kenttälaitetaso, seuraavana alakeskustaso ja ylimpänä valvomotaso. (ST 22 2010, 15.) Kuvassa 1 on esitetty rakennusautomaatiojärjestelmän hierarkiatasot.



Kuva 1. Rakennusautomaatiojärjestelmän hierarkia.

2.1.1 Kenttälaitetaso

Kenttälaitteilla tarkoitetaan prosesseihin liitettäviä standardiviestein toimivia mittaja toimilaitteita. Mittalaitteita voivat olla esimerkiksi lämpötila-, hiilidioksidi- ja kosteusanturit. Toimilaitteilla tarkoitetaan prosessien säätöön vaikuttavia kojeita, kuten venttiili- ja peltimoottorit. Saneerauksessa käytettiin YIT:n yhteistyökumppaneiden antureita sekä toimilaitteita.

2.1.2 Alakeskustaso

Alakeskusten (AK) ala-asetat (nodet) analysoivat mittalaitteiden välittämät tiedot ja lähettävät säätöohjelmien perusteella lasketut ohjausviestit toimilaitteille. Ala-asetat sisältävät toimintaselosteiden perusteella laaditut ohjelmat, joiden mukaan eri prosesseja ohjataan. Tiedonsiirto ala-asettien ja valvomon välillä tapahtuu väyläpohjaisesti käyttäen standardoituja kommunikointiprotokollia, esimerkiksi Modbus-RTU:ta.

2.1.3 Valvomotaso

Rakennusautomaatiojärjestelmän kolmas taso toimii rajapintana käyttäjän ja alakeskusten välillä. Valvomo mahdollistaa prosessien seurannan sekä manuaalisten ohjauksien käytön. Prosessien toiminnoissa ilmenevät hälytykset tallentuvat valvomon hälytyslistaan ja tarvittaessa siirtyvät esim. tekstiviestillä päivystäjän matkapuhelimeen.

3 Saneerattavan järjestelmän nykytilan kartoitus

Valitettavan usein rakennusautomaatiojärjestelmän saneeraus suoritetaan vasta kun järjestelmään kuuluvat laitteet ovat käyttöikänsä loppupäässä. Laitteiden tekninen käyttöikä on yleensä 10 - 15 vuotta. Valvomolaitteilla käyttöikä on lyhyempi, noin 3 - 5 vuotta. Varaosien tai järjestelmien toimittajien vetäytyminen markkinoilta voi lyhentää taloudellista käyttöikää huomattavasti. Rakennusautomaatiojärjestelmän saneeraus voidaan joutua tekemään rakennuksen käyttöiän (peruskorjausvälin 50 vuotta) aikana useaan kertaan, johtuen varaosien yhteensopimattomuudesta, kiinteistöjen huollon kehittymisen, energiansäästöjen sekä ympäristötekijöiden tuomien paineiden seurauksena. (ST 710.12 2007, 1.)

Rakennusautomaatiojärjestelmiä ei saneerata pelkästään laitteiden uusimisen takia, vaan taustalla ovat rakennuksen ja sen laitteiden käyttö tehokkaammin, taloudellisemmin ja ympäristöystävällisemmin. (ST 710.12, 1.)

3.1 Käyttäjäkokemukset ja vaatimukset uudelta järjestelmältä

Käyttäjänä toimii yrityksen omistaja. Käyttäjän kokemuksen mukaan vanhan järjestelmän toimintaa on hankala seurata, säätää ja ohjata vaikeakäyttöiseltä valvomo-koneelta. Tällöin käyttäjän on mahdotonta hallita lämpötilaoloja, sekä vaikuttaa rakennuksen ilmanlaatuun.

Lämmityskauden kovilla pakkasilla käyttäjä on huomannut saneerauksen kohteisiin kuuluvan ilmanvaihtokoneen TK-1 jäätymisvaaratermostaatin laenneen useaan otteeseen. Tästä hän on saanut tiedon vartiointiliikkeeltä jonne hälytykset ovat siirtyneet. Kovilla pakkasilla käyttäjä on huomannut myös rakennuksen sisälämpötilan nousseen kohtuuttoman korkeaksi.

Ilmanvaihdon ja ulkovalaistuksen aikataulut eivät vastaa liikkeen aukioloaikoja, eikä niitä pysty tarpeen mukaan muuttamaan. Käyttäjän toiveissa oli että ulkovalaistuksen päälläoloaika pystyisi rajaamaan aikataululla. Nykyisellään ulkovalaistus on päällä läpi yön, vaikka tarvetta siihen ei ole. Ulkovalaistuksen ja ilmanvaihdon ohjaamisessa ei pysty myöskään huomioimaan juhlapäiviä ja muita erikoispäiviä.

Rakennuksen B-osan kuuluessa jo uuden automaatiojärjestelmän valvontaan, haluaa käyttäjä myös A-osan saneerattavan. A-osaa täytyy pystyä valvomaan samalta valvomo-PC:ltä kuten B-osaa. A-osan saneeraus tulee keskittää samaan valvomoon myös sen takia, koska käyttäjän toisen toimipisteen rakennusautomaatiojärjestelmää valvotaan myös samasta valvomosta. Tällöin saadaan hallinnoitua kaikkien toimipisteiden järjestelmiä keskitetysti samasta valvomosta.

3.2 Alakeskus AK-1

Kiinteistössä on sen valmistumisesta, vuodesta 1987 asti ollut käytössä Honeywellin DDC-järjestelmä (Direct Digital Controller). Järjestelmän ala-asetat suorittavat niihin liitetyissä prosesseissa ohjauksia ja säätöjä, perustuen antureiden ja ilmaisimien antamiin tietoihin. Ala-asetat jakavat osan indikointitiedoista ja mittauksista S-bus -protokollalla kommunikoivalla RS485-väylällä. Alakeskuksia on mahdollista valvoa ja ohjata Dos-pohjaisella valvomo-ohjelmistolla.

Rakennus on jaettu kahteen osaan A ja B. Opinnäytetyöni saneerauksen kohde on A-osan IV-konehuoneessa sijaitseva alakeskuskaappi AK-1, joka sisältää ilmanvaihtokonetta, lämmönjakokeskusta (LJK), valaistusta sekä muita erillispisteitä ohjaavan CPU:n ja I/O-moduulit. Asennukset on suoritettu siististi ja keskus on muutenkin hyvässä kunnossa. Keskuksessa on runsaasti tilaa ja se mahdollistaa sen hyödynnettävyyden uuden järjestelmän laitteille. Kuvassa 2 näkyy alakeskuksen vanhat säätölaitteet.



Kuva 2. Alakeskus AK-1:en vanhat säätölaitteet.

Kenttäkaapeloinnissa on käytetty nykyäänkin yleisesti rakennusautomaatiossa käytössä olevia kaapeleita kuten KLMA:ta ja JAMAKia. Keskuksessa on olemassa paperiversiona kaapeli- ja kytkentätaulukot. Kaapelit on päätetty suoraan I/O-moduuleille ja silmämääräisesti tarkasteltuna taulukot näyttävät pitävän paikkansa. Saneerausvaiheessa pyrittiinkin hyödyntämään jo olemassa olevaa kaapelointia.

Toimilaitteista on järkevää hyödyntää toimivat pelti- ja venttiilimoottorit, jotka toimivat standardiviestein (esim. 0-10V tai 4-20mA). Toimilaitteet ovat kuitenkin kulutustavaraa eivätkä noudata rakennusautomaation yleistä elinkaarta. Tästä syystä mikäli uuden järjestelmän testausvaiheessa huomataan toimilaitteen toiminnassa häiriötä, vaihdetaan se uuteen. Tämä käytäntö sen takia, koska uuden järjestelmän toimittajalla YIT:llä on välittömästi saatavilla varaosina tarvittavia toimilaitteita. Toimilaitteen vaihto ei myöskään aiheuta järjestelmään rakenteellisia sekä ohjelmallisia muutoksia. (ST 710.12 2007, 4.)

Antureiden kustannustaso on niin pieni, että niiden toiminnan testaus ei ole kannattavaa. Dokumentoinnin perusteella voidaan myös todeta käytössä olevat vastuslämpötila-anturit ja eivät sovellu käytettäväksi uudessa järjestelmässä. Nykyisen järjestelmän anturit ovat Honeywellin omia antureita (Balco 500), joiden vastuksen resistiivisyys +23,3 °C:n lämpötilassa on 500 Ohmia. Uuteen järjestelmään on mahdollista liittää vastusantureista PT1000 (1000Ohm/0 °C) sekä NTC10k (10kOhm/+25 °C). (Honeywell 2006, 1-4.)

3.3 Ilmanvaihtokone

Saneerauskohteena on ilmanvaihtokone TK-1. Koneessa on puhaltimet tuloilman ottoa sekä jäteilman poistoa varten. Puhaltimet ovat yksinopeuksisia, joten suunnitelmien muutostyössä tuli ottaa huomioon puhaltimien muuttaminen taajuusmuuttajakäyttöisiksi. Taajuusmuuttajien avulla keskimääräisen ilmapvirtatarpeen pudotus 20 %:lla pienentää sähkönkulutuksen puoleen (ST 715.00 2010, 2). Tuloilman

lämmitys tapahtuu kiertoilmalla, kuutiomallisella lämmöntalteenottolaitteistolla (LTO) sekä vesikiertoisella patterilla. Nykyisellään ilmanvaihtokone toimii aikaohjautusti sekä yölämmitystoiminnolla mikäli lämpötila tennishalleissa laskisi koneen seisokkiaikana. Ilmanlaadun takaamiseksi tuli huomioida tuloilman lämmityksen säädön lisäksi tennishallien hiilidioksidipitoisuuden mukaan raittiin- ja kiertoilman suhteeseen perustuva ilmavirran säädön toteutus.

3.4 Lämmitys

Kiinteistön lämmitys tapahtuu lämmönjakokeskuksessa (kuva 3) siirtämällä kaukolämmön menoveden lämpöenergia lämmönvaihtimien avulla lämmitysverkostoissa kiertävään veteen. Patteriverkostolla lämmitetään kiinteistön toimisto- ja sosiaalitaloja. Lämmönjakokeskuksen säätölaitteiden toimintaa ohjaa sama alakeskuksessa AK-1 sijaitseva CPU kuten ilmanvaihtokonetta TK-1. Patteriverkostossa sekä ilmanvaihtoverkostossa kiertävä vedenlämpötila riippuu ulkolämpötilasta.



Kuva 3. Lämmönjakokeskus.

3.5 Valaistus

AK-1:ssä sijaitseva CPU ohjaa rakennuksen ulkovalaistusta. Näitä ovat ulko-ovien, numerovalojen, mainosvalojen sekä parkkialueen valaistus. Valaistusta ohjataan hämäräkytkimellä joka sijaitsee rakennuksen pohjoisseinustalla. Nykyisellään valot ovat päällä läpi yön eikä käyttäjällä ole mahdollisuutta rajata valaistuksen päälläoloaika esim. aikaohjelmalla. Suunnitelmien tarkastelussa huomioitiin valaistuksen ohjauksen ohjaustapamuutos perustuen valoisuuden(LUX)-mittaukseen ja aikaohjelmilla rajattuihin käyntiaikoihin. Valoisuusmittauksen avulla käyttäjä voi valvomosta asettaa ulkovalaistuksen päälle kytkemiseen halutun valoisuusrajan. AK-1:een tulee myös indikointitietoja tennis- ja squashallien 22 valaistuspisteestä.

3.6 Kiukaat

Rakennuksen saneerauksen yhteydessä on uusittu 2 saunaa sekä rakennettu 1 uusi VIP-käyttöön. Kaikkiin saunoihin on kiukaat ja niiden ohjausjärjestelmät toimitanut Harvia. Entisiä kiukaita on ohjattu vastaanottotiskin luona sijaitsevasta ohjauspaneelistä. Rakennusautomaatiojärjestelmässä on ollut ohjaus- sekä indikointipiste kahdelle kiukaalle.

Harvian kiukaiden ohjausjärjestelmä mahdollistaa kiukaiden ohjauksen paikallisesti sähköpääkeskuksessa sijaitsevasta käyttöpaneelistä. Käyttöpaneelistä on mahdollista ohjelmoida kiuas päälle suoraan tai ohjelmoimalla siihen vuorokausirytmiiin perustuvan ohjauksen. Ohjausyksikössä on myös digitaalinen tulopiste kauko-ohjausta varten sekä digitaalinen lähtöpiste tilatietoa varten. Vastaanottotiskin ohjauspaneelin painikkeiden tilatiedot on kytketty AK-1:n I/O – moduuliin. Uuteen rakennusautomaatiojärjestelmään liittämisen seurauksena kiukaiden ohjaus voidaan suorittaa myös valvomosta aika- tai pakko-ohjatusti. Aikaohjauksen avulla välttyttäisiin vahingoilta jotta asiakas menisi kylmään saunaan tai kiuas unohtuisi yöksi päälle.

3.7 Valvomon tilanne

Valvomo sijaitsee ratamestarin toimistossa. Valvomosta on mahdollista ohjata ja valvoa alakeskuksien toimintaa. Tietokone valvomo-ohjelmistoinen on erittäin vanhanaikainen ja vaikeakäyttöinen. Dos-pohjaista valvomo-ohjelmistoa käytetään numerollisin komennoin eikä siitä ole mahdollista saada trendi-historiaa järjestelmän keskeisistä toiminnoista. On selvää että myös valvomo on tullut elinkaarensa päähän jo monta vuotta sitten.

Ennen rakennuksen B-osassa olevan tuloilmakoneen TK-2 saneerausvaihetta on kiinteistöön toimitettu valvomo-PC. Valvomoon on liitetty ennen saneerauksen aloittamista yrityksen omistaman kuntosalin tuloilmakonetta ja lämmönjakokeskusta ohjaava YIT:n järjestelmä.

4 Integrointi muihin järjestelmiin

Rakennuksen tehokkaamman käytön mahdollistamiseksi tutkittiin rakennuksessa olevien erillisjärjestelmien integrointimahdollisuutta rakennusautomaatiojärjestelmään. Helppokäyttöisen käyttöliittymän kautta yhden järjestelmän tietoa voisi hyödyntää laajempaan toimintojen kokonaisuuteen. Tässä luvussa on esitelty kiinteistön eri järjestelmiä sekä niiden integroimisesta seuraavaa hyötyä. (ST 17 2001, 129.)

4.1 Rikosilmoitinjärjestelmä

Kiinteistössä on rikosilmoitinjärjestelmä, jonka ilmaisimina toimivat liiketunnistimet. Hälytykset siirtyvät suoraan vartiointiliikkeeseen. Rikosilmoitinjärjestelmän toimittajalta tuli selvittää hälytyspisteiden liitännämahdollisuus rakennusautomaatiojärjestelmään. Integroinnin seurauksena saataisiin keskitettyä rakennusta valvovia järjestelmiä yhteen paikkaan.

4.2 Kulunvalvonta

Kiinteistön omistajalla ei ole tällä hetkellä aikomusta lisätä kulunvalvontaa kiinteistöön. Kanta-asiakkaille voisi tarjota esimerkiksi kuntosali- tennis- ja squashliikuntamuotojen käyttöä rajatulla aikavälillä kiinteistön ollessa suljettuna. Tätä vaikeuttaa se että kiinteistössä liikkuminen tapahtuu pääovesta ja näin kulkua ei voida rajata pelkästään tiettyihin kohteisiin.

4.3 Kameravalvonta

Kiinteistön omistaja on kesällä suoritetun kiinteistön remontin yhteydessä asennuttanut tallentavan kameravalvontajärjestelmän. YIT:n rakennusautomaatiojärjestelmään ei ole mahdollista integroida kameravalvontaa.

4.4 Paloilmoitinjärjestelmä

Paloilmoitinjärjestelmällä sekä kiinteistöautomaatiojärjestelmällä on integraatioita keskenään. Paloilmoitinjärjestelmässä on palotilanteen sattuessa hälytyspiste, jota käytetään lukituksena ilmanvaihtokoneiden käyntiehtoon.

4.5 Kiukaiden ohjausjärjestelmä

Saunatilojen kiukaiden ohjaus tapahtuu Harvian ohjausyksiköistä. Ohjausyksiköissä on liitäntäpisteet kauko-ohjausta varten. Integroiminen rakennusautomaatiojärjestelmään toisi mahdollisuuden ohjata kiukaita joko aika- tai pakko-ohjatusti valvomosta.

5 Toimintavaatimusten määrittäminen

Uusien toimintaselosteiden suunnittelussa käytettiin pohjana vanhojen LVI-suunnitelmien toimintaselosteita. LVI-suunnitelmissa ilmenee toimintamallit joiden mukaan prosesseja ohjataan, säädetään ja mitkä tilanteet aiheuttavat hälytyksiä. Suunnitelmiin tehtiin lisäyksiä useisiin samankaltaisiin kohteisiin suunniteltujen energiatehokkuuteen ja ilmanlaadullisiin toimintoihin perustuen. Toimintaselosteiden päivytyksen jälkeen laadittiin PI-kaaviot, sekä IV-koneesta että lämmönjakokeskuksesta. Sisäilman laadun ja lämpöolojen hallinnan kannalta tavoitteeksi asetettiin Sisäilmayhdistys ry:n laatiman sisäilmaluokituksen yksilöllinen sisäilmastoluokka S1.

Tilan sisäilman laatu on erittäin hyvä ja lämpöolot ovat viihtyisät kesällä ja talvella. Tilan käyttäjä pystyy yksilöllisesti hallitsemaan lämpöoloja ja tarvittaessa parantamaan sisäilman laatua tehostamalla ilmanvaihtoa. Lämpöolot ja ilman laatu täyttävät pääsääntöisesti myös käyttäjien erityisvaatimukset. (Husma, Roto & Seuri 2002, 28.)

5.1 Ilmanvaihtokone TK-1

Ilmanvaihtokoneen tarkoituksena on säätää tennishallien lämpötilaa, sekä taata laadukas sisäilma sinne virtaavan tuloilman avulla. Suurin muutostyö kohdistui pääpuhaltimien TK-1 ja PK-1 muuttamiseksi taajuusmuuttajaohjatuiksi. Tällöin puhaltimien kierrosnopeutta pystytään säätämään portaattomasti. Puhaltimien kierrosnopeuden pienentämisellä optimoidaan tarvittavan ilmavirran määrä lämmitys- ja jäähdytystarpeen sekä ilmanlaadun mukaan. Ennen saneerausta ilmanvaihtokoneen puhaltimet pyörivät jatkuvasti täydellä teholla. Toimintaseloste on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 1 sekä PI-kaavio liitteessä 2.

Ilmanvaihtokone sisältää tuloilmapuhaltimet TK1 ja TK1.1, sekä poistoilmapuhaltimet PK-1 ja PK1.1. Ilmanvaihtokonetta ohjataan aikaohjelmilla, käsikäytöllä valvosta sekä käsikäytöllä sähkökeskukselta. Puhaltimien TK1 ja PK1 ollessa käynnissä, käyvät puhaltimet TK1.1, PK1.1 ja sosiaalityöpoistopuhallin PK-5 suuremmalla pyörimisnopeudella. Kun puhaltimet TK1 ja PK1 ovat seis-tilassa, jäävät puhaltimet PK1.1 ja PK-5 pyörimään pienemmällä pyörimisnopeudella sekä puhallin TK1.1 pysähtyy.

Tuloilman lämmitys tapahtuu säädön ensimmäisessä portaassa LTO-kuution lävitse virtaavan sosiaalityöpoistoilman avulla. LTO:n tehoa säädetään ohjaamalla raitisilma joko LTO:n kennoston lävitse tai ohittamalla kennosto. Sääto tapahtuu ohjaamalla peltimoottoria FZ1.4. Tuloilman lämmityksen toisena portaana ohjataan raittiin sekä kiertoilman suhdetta peltimoottoreilla FC1.1, FC1,2 ja FC1.3. Tennishallien poistoilma ohjataan kiertoilmapellistön kautta takaisin tuloilmaan, näin lämmittäen sitä. Kolmantena portaana tuloilmaa lämmitetään ilmastointikoneen tulokanavassa olevalla lämmityspatterilla, jonka tehoa säädetään venttiilimoottorilla TV1.1. Tuloilman lämmölle on asetettu säätimeltä minimi ja maksimi lämpötilat. Yölämmitystilanteessa kojeisto käy kiertoilmalla ja ilmaa lämmitetään tarvittaessa lämmityspatterilla. Yölämmitystoiminta on mahdollista sallia tai estää sen käyttö.

Jäähdytystilanteessa säätimen toiminta on vastakkainen. Lisäyksenä suunnitelmiin tehtiin kojeistolle kesäajan yöjäähdytystoiminto. Yöjäähdytys voidaan sallia tai estää sen käyttö. Sen käyttö edellyttää kuitenkin, että tennishallien lämpötila on yli määritellyn yöjäähdytysasetusarvon, ulkolämpötila ei ole alle +8 °C sekä ulkolämpötila on yli 4 °C viileämpää kuin tennishallien lämpötilakeskiarvo. Koska ilmanvaihtokoneessa ei ole erillistä jäähdytyspatteria, käytetään jäähdytykseen viileää raitisilmaa. Tästä syystä täytyy ulkolämpötilan olla tarpeeksi korkea jotta ilmaa ei tarvitse lämmittää jäähdytyskäyttöön. Lisäksi ulkolämpötilan tulee olla tarpeeksi viileää verrattuna tennishallien lämpötilaan, jotta jäähdytysvaikutus saadaan aikaiseksi.

Sisäilmanlaatua mitataan tennishallien poistoilmakanavaan lisättävällä CO²-anturilla. Hiilidioksidipitoisuuden noustessa tennishalleissa, lisätään raittiin ilman määrää ohjaamalla peltimoottoreita FC1.1...FC1.3 ominaiskäyrän mukaan. Ominaiskäyrä on muokattavissa valvomosta.

Rakennuksen rakenneturvallisuuden, lämmitysjärjestelmän sekä ilmanvaihtokoneen turvallisen käytön takaamiseksi ilmanvaihtokoneen toimintaa valvotaan raja-arvohälytyksin sekä pakkolukituksin. Raja-arvohälytyksiä ovat esim. puhallettavan tuloilman ali- tai ylilämpö. Pakkolukituksia ovat puolestaan kojeen käyntiehdon sitominen toisen kojeen tilatietoon. Esimerkiksi tuloilmakone ei saa pyöriä mikäli ilmanvaihtoverkoston pumppu ei ole käynnissä, jolloin pakkasella on vaarana lämmityspatterin jäätyminen.

Lämmityspatterin paluueden lämpötilaa mitataan lämpötila-anturilla TE1.3. Jäätymisvaaratilanteessa jäätymisvaaratermostaatti TZA1.1 ohjaa lämmitysventtiilin TV1.1 täysin auki. Jäätymisvaaratermostaatin lauettua katkeaa taajuusmuuttajien syöttöjännite pysäyttäen puhaltimet TK1 ja PK1 ja käynnistäen lämmityspatterin pumpun P1.1. Kojeistoa ei saa käyntiin ennen jäätymisvaaratermostaatin käsin kuittaamista. Näin varmistetaan että käyttäjä käy paikallisesti tarkistamassa lämmityspatterin tilanteen ja suorittaa tarvittavat huollot.

Palotilanteessa paloilmoitinkeskukselta tuleva indikointi palohälytyksestä pysäyttää kaikki puhaltimet. Palotilannesuojauksen voi aiheuttaa myös tuloilman ylilämpömittauksen TE1.2 perusteella, palohälytys sekä IV-hätäseis painikkeen painallus. Jokaisen suojaustoiminnon laukeamisen jälkeen kojeisto käynnistyy, kun hälytykset on kuitattu valvomosta.

5.2 Lämmönjakokeskus LJK-1

Lämmönjakokeskuksessa rakennuksen käyttöveden-, patteriverkoston sekä ilmanvaihtoverkoston menoveden lämpötilaa säädetään moottoroiduilla säätöventtiileillä.

Toimintaselostetta päivitettiin ainoastaan pumppujen ohjausten osalta, sekä kiinteän painehälyttimen korvaamisella painemittaukseen. Lämmönjakokeskuksen toimintaseloste ja PI-kaavio on esitetty liitteessä 3. ja 4.

Ilmanvaihtoverkoston ja lämmitysverkoston pumppujen ohjaukset muutettiin vuodenaikojen mukaisiksi. Tällöin lämmitystarpeen pienentyessä eli ulkolämpötilan ollessa yli asetusarvon esim. +15 °C, poistuu pumppujen käyntiehto. Pumput käynnistyvät, mikäli lämmitystarvetta ilmenee, sekä päivittäisen pakkokäyttöajan ajaksi esim. 5min. Päivittäisellä käytöllä minimoidaan verkostoissa seisovan veden sakkautuminen ja verkostojen tukkeutuminen. Lämpimän käyttöveden pumppu käy jatkuvasti ohjattuna sähkökeskuksen käsikytkimestä. Pumppujen käyntitilaa verrataan ala-aseman ohjaukseen. Jos tilatieto poikkeaa ohjauksesta, annetaan viiveellä ristiriitahälytys. (K1/2003 2003, 34.)

Lämpimänkäyttöveden (LKV) menolämpötila pidetään asetusarvossaan (+55 °C). Asetusarvo on Suomen rakentamismääräysten D1 vaatimus käyttöveden lämpötilan minimille. Asetusarvo voidaan määrittellä valvomosta lämpimänkäyttöveden säätimelle. Sääto tapahtuu ohjaamalla venttiilillä LKV-TV2 lämmönvaihtimen LS 1 tehoa.

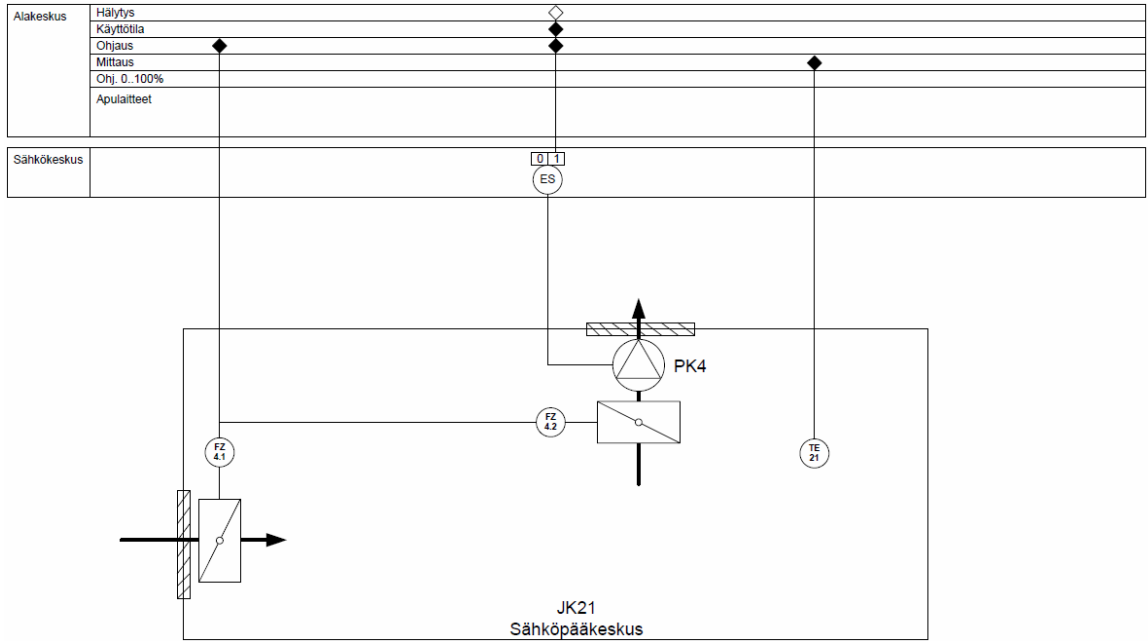
Lämmitysverkoston (LV) menoveden lämpötilan asetusarvo lasketaan ulkolämpötilan ja ohjelmoidun ominaiskäyrän perusteella. Ominaiskäyrän muotoa on mahdollista muuttaa valvomosta. Menoveden lämpötila pidetään asetusarvossaan ohjaamalla kolmitieventtiiliä LV-TV1.

Ilmanvaihtoverkoston (IV) menoveden lämpötilan asetusarvo lasketaan ulkolämpötilan ja ohjelmoidun ominaiskäyrän perusteella. Ominaiskäyrän muotoa on mahdollista muuttaa valvomosta. Sääto tapahtuu ohjaamalla venttiilillä LKV-TV3 lämmönvaihtimen LS 2 tehoa.

5.3 Poistoilmapuhaltimet PK1.2 ja PK4

Erillispuhaltimien tarkoituksena on poistaa yllämpöä niiden vaikutusalueen tiloista. Puhaltimien käynti lukitaan palohälytykseen, sekä IV-hätäseispainikkeeseen. Puhaltimia ja peltimoottoreita on mahdollista ohjata myös käsin valvomosta. Ohjattavat peltimoottorit ovat toiminnaltaan on/off – tyyppisiä, eli ne eivät ole portaattomasti säädettäviä. Poistoilmapuhaltimien tilatietoa verrataan ala-aseman ohjaukseen. Jos tilatieto poikkeaa ohjauksesta, annetaan viiveellä ristiriitahälytys. Ristiriitalla tarkoitetaan esim. ohjaus- ja indikointitilan poikkeamista toisistaan.

Poistoilmapuhaltimet sijaitsevat TK-1:n IV-konehuoneessa ja sähköpääkeskuksessa JK-21. Molemmissa huoneissa on puhaltimien lisäksi poistoilmapellit ja niiden moottorit, jotka sijaitsevat ilmastointikanavissa toinen pystyseinustalla ja toinen katon rajassa. IV-konehuoneen poistoilmapeltimoottorit ovat positioiltaan FZ1.2.1 ja FZ1.2.2. Sähköpääkeskuksessa puolestaan FZ4.1 ja FZ4.2. Puhaltimilla jäähdytetään konehuonetta ja sähköpääkeskusta valvomosta määritellyn lämpötilan asetusarvon ylittyessä. Ennen poistoilmapuhaltimen käynnistystä avautuvat poistoilmapellit. Lämpötilan noustessa edelleen 2 °C:ta ja peltien ollessa auki käynnistyy poistoilmapuhallin. Lämpötilan laskiessa toiminta on vastakkainen. Puhaltimia ei käynnistetä samaan aikaan peltien avaamisen kanssa, koska huoneen jäähdyttämiseksi voi riittää pelkkä viileän korvausilman virtaaminen huoneeseen. Näin pystytään minimoimaan käytettävän sähköenergian tarve. Kuvassa 4 on esitetty sähköpääkeskuksen erillispuhaltimen PI-kaavio.



Kuva 4. PK4 PI-kaavio.

5.4 Ulkovalaistus

Ulkovalaistusta ohjataan valoisuusmittauksen ja aikataulun avulla, käsikäytöllä valvomosta tai sähkökeskuksesta. Valoisuusohjaukselle voidaan määritellä valvomosta päälle- ja poisohjausasetusarvot. Aikaohjelmalla voidaan rajata ulkovalojen pääläoloaika. Valojen tilatietoa verrataan ala-aseman ohjaukseen. Jos tilatieto poikkeaa ohjauksesta, annetaan viiveellä ristiriitahälytys.

5.5 Kiukaiden ohjaus

Miesten ja naisten saunojen kiukaiden ohjaus tapahtuu, joko vastaanottotiskin painikkeesta tai käsikäytöllä valvomosta. Valvomon aikaohjelmalla rajataan vastaanottotiskin painikkeen kautta tapahtuva ohjaus. Kiukaiden käyttötilatietoa verrataan ala-aseman ohjaukseen. Jos tilatieto poikkeaa ohjauksesta, annetaan viiveellä risti-

riitähälytys. Näin varmistetaan kiukaan päälläolo ja varoitetaan aikataulun ulkopuolisesta käytöstä.

6 Järjestelmän suunnittelu ja ohjelmointi

Tässä luvussa käydään läpi työvaiheita, jotka tapahtuvat ennen järjestelmän vaihtoa. Toimintaselosteiden ja PI-kaavioiden perusteella selviää rakennettavaan järjestelmään tarvittavat pisteet, joiden perusteella voitiin aloittaa tarvittavien kaapelointien, kenttälaitteiden listaus. Pistelistauksessa käy ilmi myös sovellusten tekemiseen tarvittavat mittaus- ja ohjauspisteet, sekä alakeskuksen ala-asemien määrä.

6.1 Pisteluettelot

Pisteluetteloiden teolla tarkoitetaan ala-asemiin liitettävien prosessissa tarvittavien mittaus- ja ohjauspisteiden listausta. PI-kaavio toimii pisteluetteloinnin apuvälineenä. Siitä ilmenee jokainen prosessista järjestelmään liitettävä piste ja sen tyyppi, joita voivat olla esimerkiksi mittaus, ohjaus, hälytys ja indikointi. Pisteluettelo tehtiin Excel-pohjaan (kuva 5), johon määritellään jokaisen pisteen tunnus, pistetyyppi, mittausalue, mittausviestin tyyppi sekä anturin tyyppi. Jokaisen noden pisteluetteloon määritellään lisäksi käytettävät säätimet sekä pisteiden hälytysmääritykset. Pisteluettelosta selviää suoraan tarvittavien ala-asemien määrä, koska pisteet listataan suoraan I/O-pisteisiin. Ilmanvaihtokoneelle, lämmönjakokeskukselle ja valaistukselle varattiin omat nodet, jotta taataan kunkin prosessi yksilöllinen toiminta. Tarvittaville erillispisteille kuten poistopuhaltimet jne. varattiin yksi node. Pisteitä on mahdollista lukea toiselta nodelta väylän kautta.

YIT		VAK	1	Tunnus	Node9	S=skaala 1=0-100 3=0-2000 5=0-500 7=0-200 9=-1 2=-50-50 4=0-10 6=0-1000 8=0-50 10=0 T=Trendi 1= kyllä -1= käänteinen (100-arvo)									
		NODE NRO	9	Alue	A2	PL= Parametristaus 1,2,...= suodatusko									
		LAITE	UIO32_3	Verkko	Kuntokeidas_UIO2										
PVM			KOHDE												
TEKIJÄ			PROJ NRO												
PISTE TYPE	Laite	Tunnus	TEKSTI SELITE			U	S	T	IO	PL	RK	Skaala • IOtyyppi			
Kortti 1															
1	DI	TK1	SC01	Tulotaajuusmuuttajan indikointi						11			Di indikointi		
2	DI	TK1	SC02	Poistotaajuusmuuttajan indikointi						11			Di indikointi		
3	DI	TK1	P1.1	Lämmityspatterin pumppu tennishallit						11			Di indikointi		
4	DI	TK1	TK1.1	Tuloilmapuhallin käyntitila						11			Di indikointi		
5	DI	PK1	PK1.1	Poistoilmapuhallin f/2-nopeus indikointi						11			Di indikointi		
6	DI	PK1	PK1.1	Poistoilmapuhallin f/1-nopeus indikointi						11			Di indikointi		
7	DI	TK1	TAZ1.1	Jäätymissuoja tennishallit hälytys						11			Di indikointi		
8	AI	TK1	PDE1.1	LTO:n paine-ero			Pa	6	1	6			0-1000 0-10 Y		
1	DO	TK1	SC01	Tulotaajuusmuuttajan ohjaus											
2	DO	TK1	SC02	Poistotaajuusmuuttajan ohjaus											
3	DO	TK1	TK1.1	Tuloilmapuhaltimen ohjaus											
4	DO	TK1	P1.1	Lämmityspatterin pumpun ohjaus											
Kortti 2															
9	AI	TK1	TE1.1a	Huonelämpötila huone 103			°C	1	1	3			0-100 NTC10k		
10	AI	TK1	TE1.1b	Huonelämpötila huone 103			°C	1	1	3			0-100 NTC10k		
11	AI	TK1	TE1.1c	Huonelämpötila huone 121			°C	1	1	3			0-100 NTC10k		
12	AI	TK1	TE1.1d	Huonelämpötila huone 121			°C	1	1	3			0-100 NTC10k		
13	AI	TK1	TE1.2	Sisäänpuhallusilma tennishallit			°C	1	1	3			0-100 NTC10k		
14	AI	TK1	TE1.3	Paluuveden lämpötila			°C	1	1	6			0-100 0-10 Y		
15	AI	TK1	TE1.4	Tennishallit poistoilman lämpötila			°C	1	1	3			0-100 NTC10k		
16	AI	TK1	TE1.5	Sosiaalitalat poistoilman lämpötila			°C	1	1	3			0-100 NTC10k		
9	DO	TK1	PK1.1	Poistoilmapuhaltimen f/2-nopeus ohjaus											
10	DO	TK1	PK1.1	Poistoilmapuhaltimen f/1-nopeus											
11	DO														
12	DO														

Kuva 5. Osa pistelistasta.

6.2 Kentälaiteluettelot

Pistelistöjen avulla luotiin luettelo tarvittavista mitta- ja toimilaitteista. Mittalaitteiden eli antureiden valintaan vaikuttaa niiden käyttökohde (ilmastointikanava, huone jne.) sekä vaadittu mittausalue. Toimilaitteet määritellään ohjauskohteen mukaan esim. säätöpelti tai säätöventtiili. Valittavaan toimilaitteeseen vaikuttaa myös ohjausviestin tyyppi sekä toimilaitteelta vaadittavat vääntö ja turvatoiminnot esim. peltimoottorilla jousipalautus alkuasentoon sähkökatkoksesta. Kaikki tarvittavat kentälaitteet luetteloidiin Excel-listaan, joka toimitettiin YIT:lle tilausta varten. Luvussa 7. on esitelty työssä käytettyjä kentälaitteita.

6.3 Kaapelointiluettelot

Vanhojen kaapelointiluetteloiden paikkansapitävyys tarkastettiin järjestelmään perehtymisen yhteydessä. Alakeskusta AK-1 tarkasteltaessa luettelot näyttivät pitävän paikkansa muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta. Pisteluetteloiden perusteella tarvittavien kaapelointien listaus on helppoa, koska siinä vaiheessa on jo selvillä minkä tyyppinen kenttälaite on kyseessä ja minkälaisen kaapelin se tulee tarvitsemaan. Uusissa kaapeloinneissa käytettiin hyödyksi jo käytössä olleita kaapelityyppejä kuten KLMA ja JAMAK.

Kaapelointien osalta suunnitelmien päivitysten seurauksena osa kaapeloinneista jouduttiin korvaamaan uusilla kaapeleilla uusien antureiden ja toimilaitteiden käyttöönoton takaamiseksi. Esimerkiksi ilmanvaihtokoneessa olleiden suodatinvahtien kaapelointi oli tehty KLMA 2X(0,8+0,8) – kaapelilla jossa on kaksi johdinta häiriösuojaan lisäksi, koska ne antoivat ala-asemalle vain hälytyskärkätiedon. Päivitettyjen suunnitelmien mukaan suodatinvahdit vaihdettiin paine-ero mittaukseen, joka vaatii syöttöjännitteen lisäksi viestijohtimen. Uusien antureiden ja toimilaitteiden lisäyksen seurauksena lisättiin tarvittavat kaapelit käyttäen KLMA 4X(0,8+0,8)- kaapelia.

6.4 KytKentäkuvat

Saneerausvaihetta ja luovutusdokumenteja varten laadittiin piste ja kaapelointiluetteloiden perusteella AutoCad – ohjelmistolla kytkentäkuvat. Kuvista ilmenee kunkin noden liitännäspisteisiin kytketyt kenttälaitteiden liitännät. Lisäksi kuvista selviää kaapelityyppi, johdinparin numero sekä johdinten väri. On tärkeää että kuvat ovat huolellisesti tehty ja mahdolliset muutokset päivittyvät loppudokumentointiin. KytKentäkuvat eivät ole apuna vain saneerausvaiheessa vaan ne ovat yksi tärkeimmistä dokumenteista huolto- ja vikatilanteiden varalle. Esimerkki laaditusta kytkentäkuvasta on esitetty liitteessä 5.

6.5 Grafiikkakuvien piirtäminen valvomoa varten

Grafiikkakuvien piirtäminen valvomoon aloitettiin pisteluetteloiden teon jälkeen, jolloin oli selvää mihin I/O-pisteisiin symbolit liitettäisiin. Valvomosta otetun varmuuskopion pohjalle tehtiin kuvat ilmanvaihtokone TK1:lle, lämmönjakokeskukselle, valaistukselle sekä lisäyksenä vanhaan kuvaan kolme erillispoistopuhallinta.

Kuvien piirtämisessä käytettiin apuna päivitettyä PI-kaavioita joiden mukaan kuvat piirrettiin esittämään ohjattavia prosesseja. PI-kaavioiden avulla myös pisteet saatiin sijoiteltua oikeille paikoilleen. Jokainen mittaus- ja ohjauspiste parametroidiin, jotta ne näkyisivät grafiikalla oikeassa skaalassa sekä oikein yksiköin. Mittauspisteisiin parametroidiin myös pistelistauksissa luotujen raja-arvohälytysten osoitteet. Pistekohtaiset hälytykset näkyvät grafiikalla pisteen vieressä vilkkuvana varoitusmerkinä. Puhaltimien ja pumppujen symboleihin parametroidiin niiden indikointi- ja ohjauspisteet sekä ristiriitahälytyspisteet. Säätimet avautuvat omaan ikkunaansa säädin-painikkeesta. Säätimen parametreja on mahdollista muuttaa vain silloin kun valvomo-ohjelmisto on käynnissä.

6.6 UIO 32 -ala-asemien konfigurointi

UIO 32 (kuva6) on YIT:n valmistava yleiskäyttöinen logiikka, jota voidaan tarvittaessa käyttää pelkkänä I/O:na toiselle laitteelle joka tukee Modbus – kommunikointiprotokollaa. Kaikki UIO 32:n 32 (4*8) – I/O-kanavaa ovat ns. universaaleja, joten kukin kanava voidaan parametroida tuloksi tai lähdöksi, analogiseksi tai digitaaliseksi. Laitteet kalustettiin neljällä I/O – kortilla pistelistojen perusteella, sekä mahdollisten lisätöiden varalle. Jokaisessa I/O-kortissa on RJ45 – liittimellä varustettu nopea ja helppo kytkentäinen lähtö YIT:n valmistamalle relekortille, joita käytetään esimerkiksi puhaltimien ja pumppujen kontaktorien ohjauksiin. (Virjonen & Pöllänen 2006, 6.)

Analogiset tulot:

- Lämpötilamittaukset
 - PT1000 -50..+120 °C
 - Ni1000 -50..+120 °C
 - NTC10 -50..+120 °C
- Virtamittaus
 - 0-20 mA
 - 4-20 mA
- Jännitemittaus
 - 0-10 V

Analogiset lähdöt:

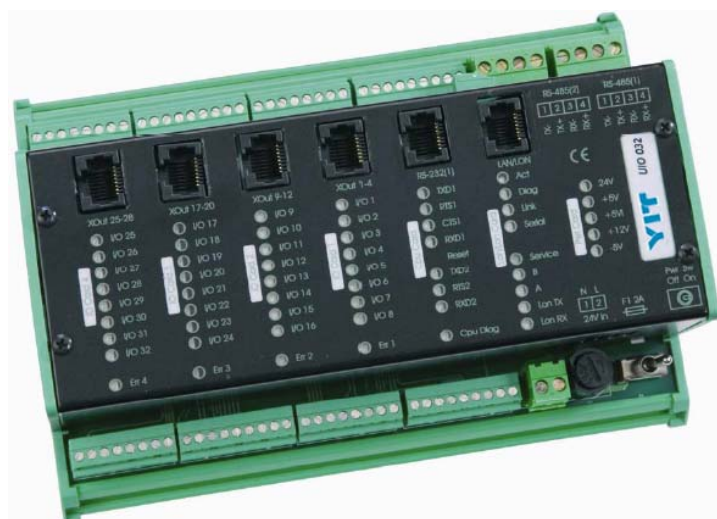
- 0-10 V

Digitaaliset tulot:

- Potentiaalivapaa kärkitieto tai puolijohdeanturi. Kahdeksaa ensimmäistä tuloa voidaan käyttää impulssimittauksia varten.

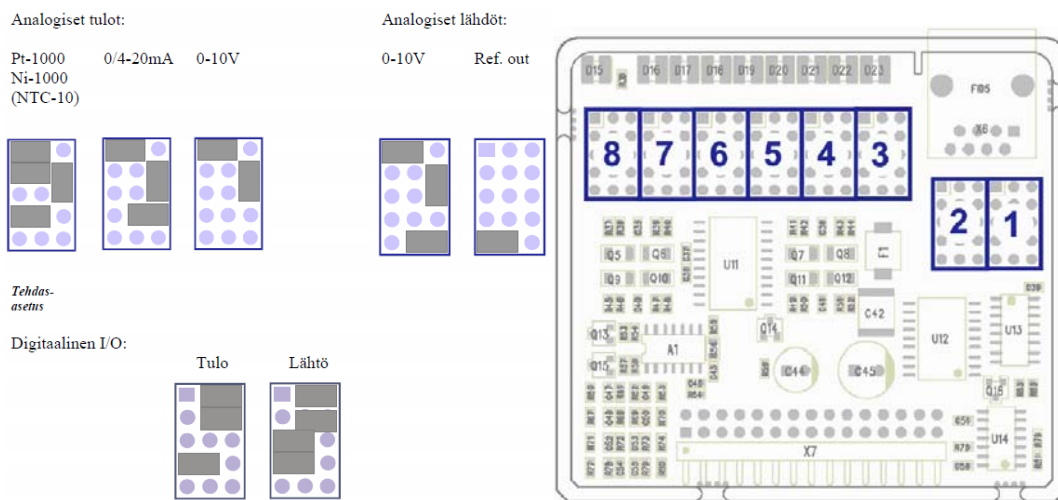
Digitaaliset lähdöt:

- avokollektorilähdöt tai relekorttien relälähdöt.



Kuva 6. UIO 32 – logiikka. (Virjonen & Pöllänen 2006, 6.)

Ennen ohjelmien tekoa tuli jokaisen noden I/O-korttien kanavat sillata oikosulkupa-loilla pistelistauksen mukaiseksi kanavatyyppiä. Jokainen kanava on tehdas-asetuksiltaan PT1000 – analogiamittaus. Jokainen I/O-kanava täytyi määrittellä myös ohjelmallisesti UIO-Toolilla. Samalla sillattiin nodien CPU-korteille modbus – osoitteet sekä tiedonsiirtonopeudet. Kuvassa 7 on esitetty I/O-tyyppien sillatukset ja I/O-kortin rakenne.



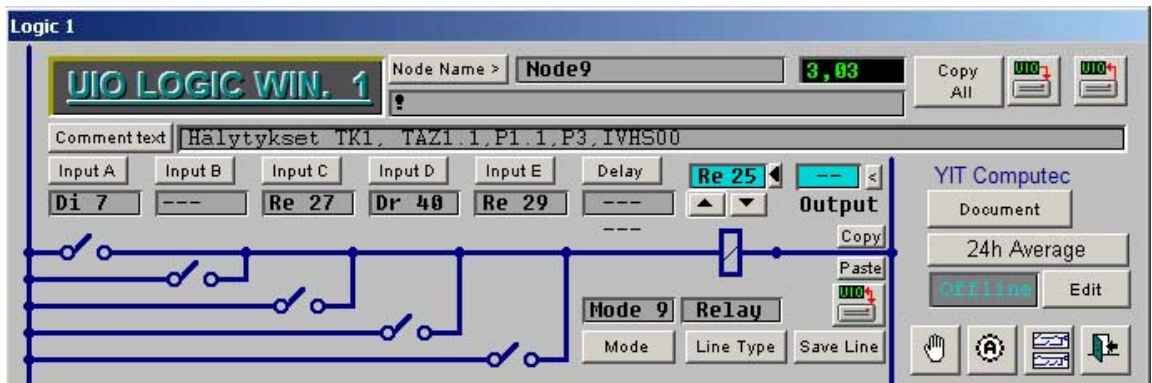
Kuva 7. I/O-tyyppien sillatukset ja I/O-kortti. (Virjonen & Pöllänen 2006, 6.)

6.7 Ohjelmointi

Toimintavaatimusten mukainen logiikkaohjelmien ja säätimien parametointi aloitettiin ennen toteutuspäivää, jotta uusi järjestelmä voitiin ottaa suoraan käyttöön ja aloittaa sen testaaminen. Kaikki käytettävät nodet ja niiden välinen tiedonsiirto rakennettiin pöydälle, jonka jälkeen niihin alettiin luoda toimintaselosteiden mukaista ohjelmaa. Ohjelmia oli helppo testata simuloimalla mittaustietoja sekä tilatietoja. Saneerauksen ensimmäisessä vaiheessa rakennuksen B-osa oli toteutettu YIT:n UIO 32 – logiikalla ei muita vaihtoehtoja edes harkittu.

Ala-asemien logiikkaohjelmat tehdään Citect Scada valvomo-ohjelmiston työkaluilla. UIO 32:n logiikka – ohjelmat tehdään Citecin integroidulla UIO-Toolilla, josta on releriviohjelmoinnin lisäksi mahdollista parametroida säätimiä sekä hälytysmäärittäjiä. Releriveille on mahdollista valita erilaisia toimintoja kuten esim. vertailu, las-kuri, kiikku tai lukkopiiri. Tässä luvussa näytetään esimerkkejä releriviohjelmoinnista sekä säätimien ja ominaiskäyrien toiminnasta.

Relerivejä voidaan käyttää hyödyksi muiden relerivien tulona. Tästä on apua kun rakennetaan esimerkiksi lukituksia ilmanvaihtokoneen käyntiin. Lukituksilla tarkoitetaan ehtoja joiden täytyy olla voimassa ennen kuin toiminta voidaan sallia.



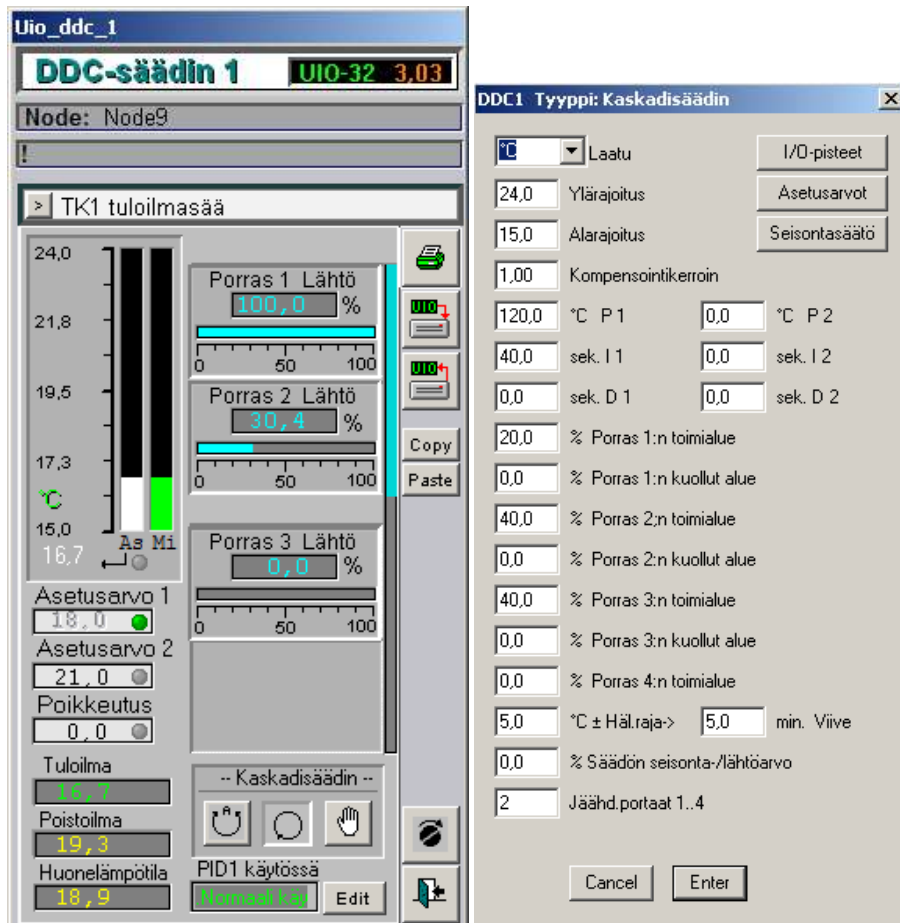
Kuva 8. Lukitusten ohjelmointi relerivillä.

Kuvassa 8 on esimerkkejä tuloilmapuhaltimen käyntiehtoon vaikuttavista lukituksista. Di 7, relerivi Re 27, digitaalinen tulo Di 7, digitaalinen rekisteripiste eli muisti-paikka Dr 40 ja relerivi Re 29 ovat ehtoina puhaltimen käynnistymiselle. Kuvassa olevaa releriviä Re 25 käytetään tulona seuraavassa relerivissä jossa annetaan lisää lukituksia. Esimerkkinä kuvassa olevasta relerivistä täytyy IV-verkoston pää-pumppu pyöriä, jotta taataan lämpimän veden kierto verkostossa.

Jokaisessa UIO 32:ssa on käytössä 8 säädintä. Säätimet ovat valmiiksi määritellyjä eikä käyttäjän tarvitse ohjelmoida niitä erikseen. Säätimelle annetaan ainoastaan parametrit jotka ohjaavat sen toimintoja. Säädintyyppejä ovat:

- Perussäädin normalisäädölle

- Lämminkäyttövesisäädin
- Rajoitussäädin
- Kaskadisäädin
- Lämpöjohtoverkoston säädin
- Kastepistesäädin



Kuva 9. Kaskadisäädin ja parametointi-ikkuna.

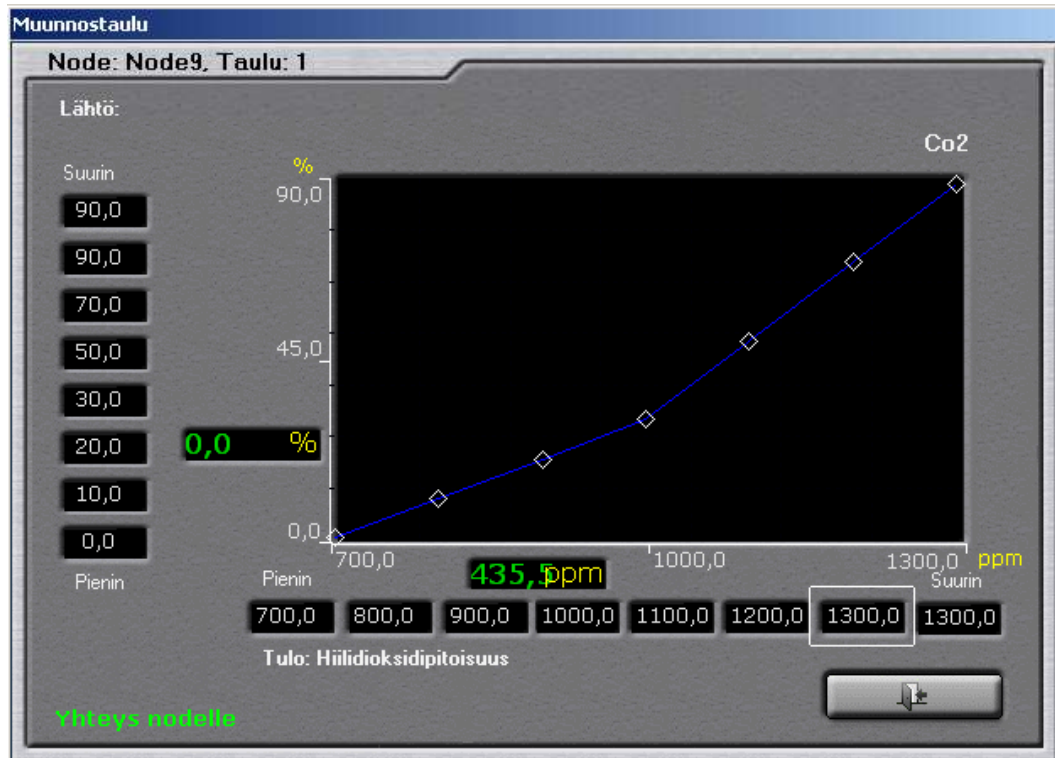
Tuloilman lämmitystä säädetään kolmiportaisella kaskadisäätimellä. Kuvassa 9 näkyy säätimen lämpötilamittaukset poistoilmasta, huonelämpötilojen keskiarvo sekä tuloilman lämpötila. Säätimen parametroidun kompensointikertoimen perusteella säädin laskee tuloilmalle asetusrvon, jotta asetusrvo 1 mukainen lämpötila saavutettaisiin tennishalleissa. Laskettu asetusrvo määräytyy seuraavasti:

Laskettu asetuservo(16,7 °C)

$$= \text{asetuservo}(18 \text{ °C}) - (\text{poistoilma}(19,3 \text{ °C}) - \text{asetuservo}(18,0 \text{ °C})) \\ \times \text{kompensointikerroin} (1,00)$$

Säädön ensimmäisenä portana ohjataan LTO-kuution läpi virtaavan ilman määrää. Toisena portana säädin ohjaa raittiin ja kiertoilman suhdetta ja lämmitystarpeen kasvaessa edelleen kolmantena portana lämmityspatterin venttiiliä. Säätimen parametointi – ikkunassa on säätimen virittämistä varten P –, I – ja D- arvot, sekä portaiden toimialueen määrittäminen prosentteina.

Ilmanlaadun pitämisenä sisäilmastoluokka S1:ssä mitataan tennishallien poistoilmasta hiilidioksidipitoisuutta. Hiilidioksidipitoisuuden noustessa yli ominaiskäyrään määritellyn minimi arvon joka näkyy kuvassa 10, siirtyy y-akselilla vastaava raitisilmapellin ohjausviesti peltimoottoreille FC-1.1...FC-1.3. Koska peltimoottoreiden ohjaus tapahtuu myös tuloilmanlämmityksen säätimellä, tuli ominaiskäyrän ja tuloilmasäätimen lähdöt viedä logiikkariviohjelmoinnissa maksimivalinta – funktion kautta toimilaitteille. Maksimivalinta – funktio valitsee suurimman tuloviestin lähtöviestiksi, jolloin suurimman säätötarpeen omaava toiminta voittaa.



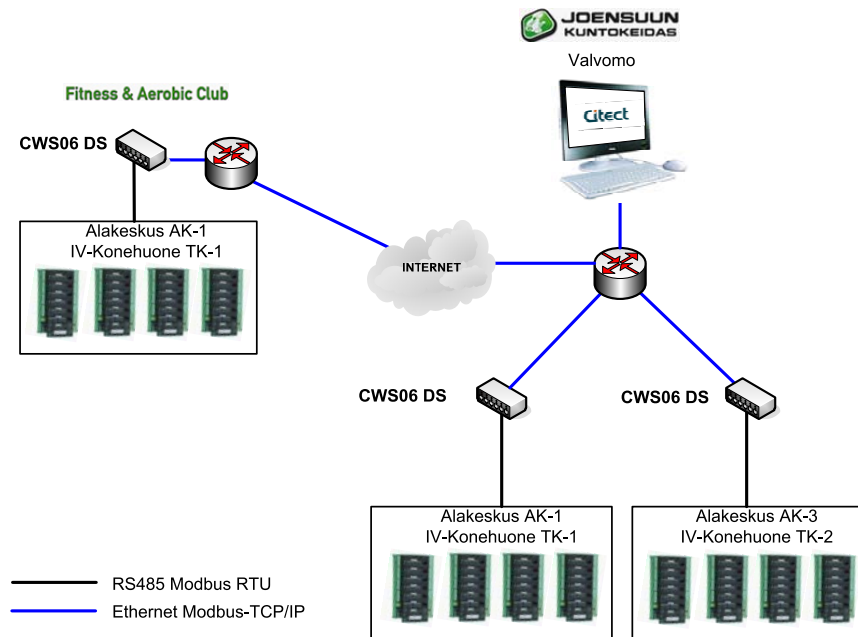
Kuva 10. Ilmavirransäädön ominaiskäyrä.

6.8 Tiedonsiirto

Alakeskusten välinen tiedonsiirto tapahtuu RS485 – sarjaliikenneväylää pitkin Modbus RTU – protokollalla. Modbus – protokolla on Modiconin vuonna 1979 kehittämä, yleisesti teollisuudessa käytetty älykkäiden laitteiden välinen avoin sanomarakenne (Modbus, 2011, 1). Modbusia on sanottu ”De facto” – standardiksi, jolla tarkoitetaan autonomisesti kehittyvää, ilman lakiin tai säädöksiin perustumista (Wikipedia, 2011, 1).

Rakennusautomaatiojärjestelmän saneerauksen valmisteluvaiheessa alakeskuskaapille vedettiin CAT-6 – kierretty parikaapeli, joka päätettiin toimistohuoneeseen missä valvomo-PC sijaitsee. Alakeskuksien ja valvomon välinen tiedonsiirto muutetaan YIT:n CWS06-DS – laitteella RS-485/422 – sarjaliikenneväylästä Ethernet – väyläksi. Myös tiedonsiirto protokolla muuttuu Modbus-TCP:ksi, jolloin Modus-

sanoman sisältävä Modbus-kehys kulkee TCP-kehysten sisällä. Modbus-TCP:n etuja on sen liitettävyyden suoraan atk-verkkoon, jolloin esimerkiksi reitittimen perässä olevaa laitetta voidaan käyttää esim. internetin yli. Pidemmät kaapelointimatkat ja TCP/IP – protokollan virheentunnistusominaisuudet ovat oleellisia etuja käytettäessä Modbus-TCP – protokollaa. Kuvassa 11 on esitetty valvomon liitetyt alakeskukset tiedonsiirtotapoineen.



Kuva 11. Järjestelmärakenne.

7 Toteutus

Ennen varsinaista saneerausvaihetta pyrittiin tekemään kaikki valmistelut niin pitkälle kuin mahdollista, jotta välttyttäisiin pitkäkestoiselta seisokilta. Valmiiden kaapelointiluetteloiden perusteella voitiin ohjeistaa sähkömiestä suorittamaan tarvittavien kaapelointien veto alakeskukselle. Yhteistyössä sähkömiehen kanssa kartoitettiin myös tarvittavat asennustarvikkeet ja komponentit sähkökeskuksen muutos-

töihin. Taajuusmuuttajien tilausta varten otettiin puhaltimien moottoreiden arvokilvistä tiedot ylös.

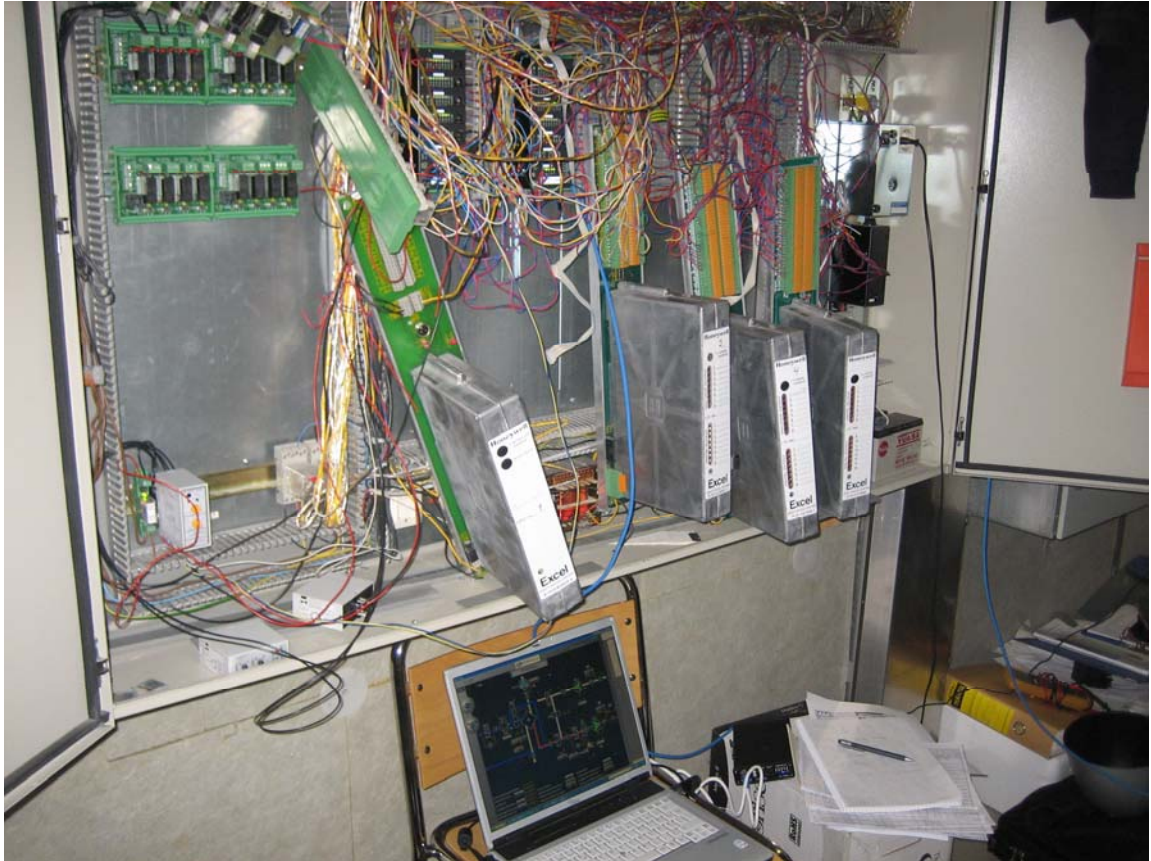
Päivitettyjen suunnitelmien perusteella voitiin tilata tarvittavat anturit, toimilaitteet, logiikat sekä muut oheislaitteet kuten jäätymisvaaratermostaatti. Kaikki kaapelointityöt tehtiin valmiiksi ennen varsinaista järjestelmän vaihtoa, jossa alakeskuksen vanha automaatiojärjestelmä saneerattiin uuteen. Myös taajuusmuuttajat asennettiin IV-konehuoneen seinään, sekä niiden moottoreille menevät kaapelit vedettiin valmiiksi.

Asennustyö aloitettiin sammuttamalla ilmanvaihtokone sähkökeskuksesta, jonka jälkeen alakeskuskäapille menevä syöttöjännite katkaistiin. Alakeskuksen sammu- tus aiheutti tietoisesti lämmönjakokeskuksen lämmitys- ja käyttövesiverkostojen säätöjen seisahtumisen. Seuraavissa luvuissa on käyty läpi eri työvaiheita sekä erilaisia toteutuksissa käytettyjä antureita sekä toimilaitteita.

7.1 Kenttälaitteiden ja ala-asemien asennus

Ensimmäisenä vaihdettiin lämmönjakokeskusta ohjaava node nostamalla se ilmaan ja kiinnittämällä se kaapin ylälaitaan. Tämän jälkeen kaapeloinnit siirrettiin tarkastusten jälkeen uuteen lämmönjakokeskusta ohjaavaan nodeen. Samaan aikaan putkimies suoritti lämmönjakokeskuksessa lämpöantureiden vaihdon ja painelähettimen lisäyksen. Antureiden vaihdon suoritti ammattilainen, jotta liitoksista saatiin pitävät ja välttyttäisiin vuodoilta. Lämmönjakokeskuksen automaatioasaneeraus kesti noin tunnin kun se oli otettu käyttöön. Lopullinen säätöjen testaus ja viritäminen tapahtui myöhemmin. Kuvassa 12 näkyvät irrallaan olevat vanhat ala- asemat.

Seuraavana vaihdettiin ala-asemat, jotka sisälsivät indikointitietoja valaistuksesta, sekä ohjaukset ulkovalaistukselle, kiukaille ja erillispuhaltimille. Näin saatiin siistittyä alakeskuskäappia ja jäljelle jäi enää ilmanvaihtokoneelle tarvittavat pisteet.



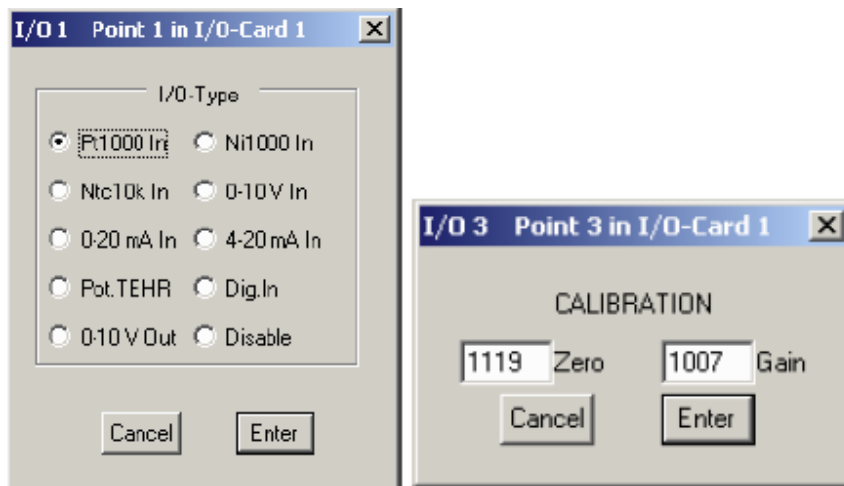
Kuva 12. Ala-asemien vaihtotyö.

Ennen ilmanvaihtokoneen ala-aseman asentamista viimeisteltiin tarvittavat kenttälaiteasennukset ilmanvaihtokoneeseen. Näin välttyttiin mahdollisilta oikosulkujen aiheuttamilta vaurioilta ja sulakkeiden palamisilta alakeskuksessa. Sähköasentajan tehtäviin kuului kytkeä taajuusmuuttajien moottorilähtöjen kaapelit puhaltimien moottoreihin sekä tehdä tarvittavat muutokset sähkökeskukseen. Entisen järjestelmän kentälaitteista käyttöön jäi ainoastaan yksi peltimoottori, jota hyödynnettiin LTO-kuution peltien säätöön. Antureiden häiriöiden vaimentamiseksi alakeskukseen vedettiin rakennuksen potentiaalitasauskiskolta maadoituskaapeli. Kenttäkaapelointien häiriösuojat kytkettiin keskuksen maadoituskiskoon. Tässä luvussa esitellään työssä käytettyjä kentälaitteita.

Ilmanvaihtokoneen kentälaitteiden asennuksen, sähkökeskusmuutosten ja taajuusmuuttajien kytkemisen jälkeen testattiin, että kaikki mittauspisteet näyttävät

järkeviä arvoja, puhaltimien/pumppujen tilatiedot tulevat alakeskukselle ja toimilaitteiden toimisuunta oli oikea.

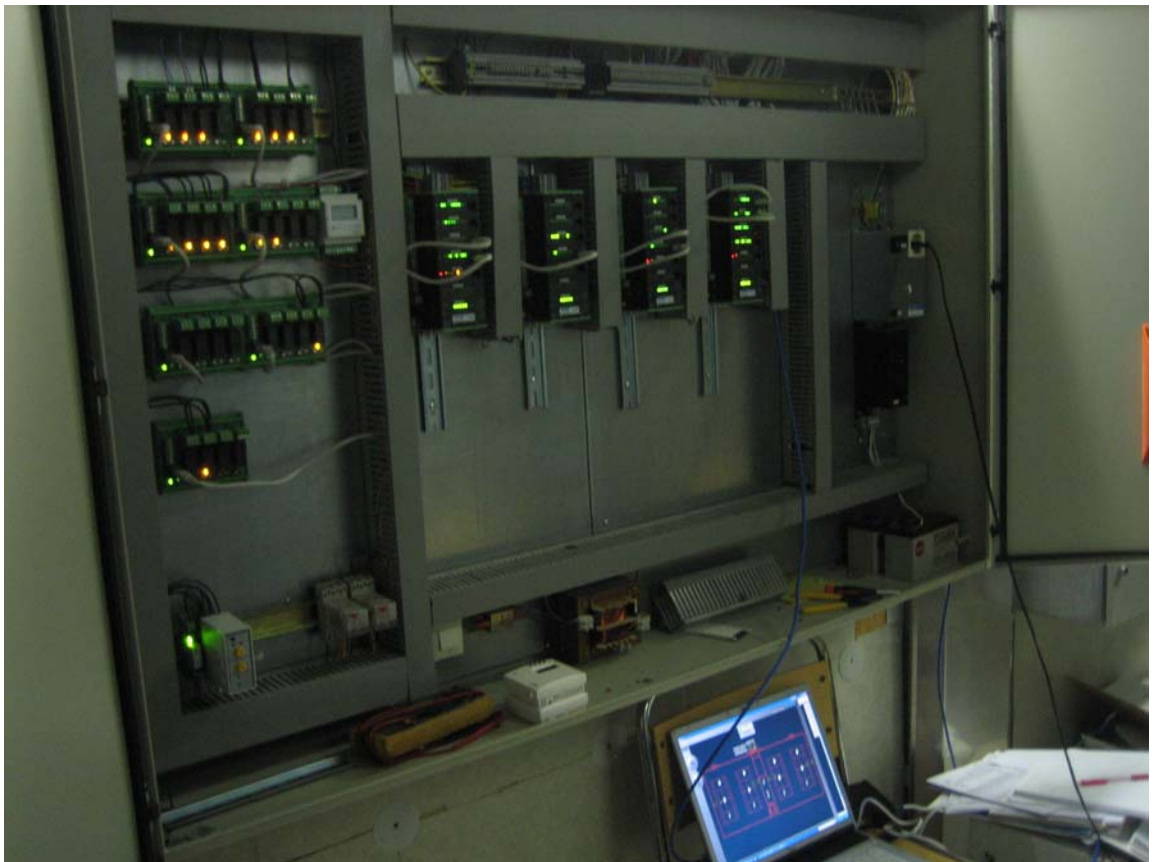
Mittausten I/O-kanavat testattiin irrottamalla anturin johdin, jotta voitiin todeta anturin ilmaisevan mitattavaa suuretta oikealle positiolle ja että se skaalautuu oikeaan alaraja-arvoonsa. Tehdasasetuksilla esim. PT1000 – mittaukset näyttävät lämpötila-arvon välillä -50 °C ...+120 °C. Mittaukset kalibroidiin UIO-Toolin – kalibrointityökalulla, josta Zero – arvoa muuttamalla mittauksen I/O-piste saadaan näyttämään skaalattua alarajaa. Kuvassa 13 on esitetty I/O-typin valinta ja kanavan kalibrointityökalu.



Kuva 13. I/O-kanavien tyyppin määrittäminen ja kalibrointi.

Tämän jälkeen oli vuorossa taajuusmuuttajien parametroida, jossa määritellään esim. ohjattavan laitteen tyyppi, teho, virta-arvot. Taajuusmuuttajien parametroida on esitetty liitteessä 7. Näin pääsimme vaiheeseen jossa puhaltimia voitiin pyörittää käsikäytöllä taajuusmuuttajilta. Puhaltimia ajettiin ensin pienemmällä nopeudella kasvattaen taajuutta aina maksimiin eli 50hz. Puhaltimien pyörimissuunta tarkistettiin IV-koneen tarkistusluukusta sen pyöriessä pienellä nopeudella, sekä kanavien paine-eromittauksista joiden tuli näyttää positiivisia arvoja. Tämä siksi että ilmanpaine puhaltimen puhalluspuolella on suurempi kuin vallitseva ilmanpaine kanavan ulkopuolella, johon ilmanpainetta verrataan.

Jotta ilmanvaihtokone voitiin jättää pyörimään yöksi, testattiin rakennusta ja ilmanvaihtoa suojaavat lukitukset kuten jäätymisvaaratermostaatin toiminta ja lämmityspumppujen lukitukset. Seuraavina päivinä otettiin käyttöön ilmanvaihdon tuloilman lämmityssäädöt, kiukaiden, valaistuksen ja erillispuhaltimien automatiikka. Toimintakokeista ja testauksista on kerrottu tässä opinnäytetyössä myöhemmissä luvuissa. Kuvassa 14 näkyy alakeskuksen ala-asetat relekortteineen ja jäätymisvaaratermostaatti asennettuna.



Kuva 14. Alakeskuskaappi uuden järjestelmän laitteilla.

7.1.1 Lämpötilanmittaus

Ilmanvaihtokoneen kanavissa virtaavan ilman lämpötilanmittauksessa käytettiin Produalin TEK-PT1000 – lämpötila-anturia. Lämpötilanmittaus perustuu anturin yhteen päässä sijaitsevan PT1000- anturielementin resistiivisyyteen. Anturin nimellistavastus on 1000ohm / °C. (Produal 2006, 1.)



Kuva 15. TEK-PT1000. (Kuva: Produal.)

Lämmönjakokeskuksen ensiö- ja toisiopuolen lämmitysverkostojen lämpötilamittauksissa käytettiin lämmitysverkostoihin suunniteltua Produalin TEAT-PT1000 – lämpötila-anturia. Anturi asennettiin ruostumattomaan suojataskuun, näin pidentäen sen elinikää. Lämpimän käyttövesiverkoston lämpötilamittaukseen käytettiin erityisesti käyttövesiverkostojen lämpötilamittaukseen tarkoitettua Produalin anturia TENA-PT1000. TENA-PT1000:n käytön perusteena on sen lyhyempi aikavakio. Käyttövesiverkoston kuorman vaihteluiden johdosta anturilla päästään nopeampaan ja tarkempaan säätöön. Antureiden mittausalue on -50 °C - +120 °C. Putkiasentajan toimesta anturit taskuineen asennettiin entisten antureiden paikalle. (Produal 2006, 1.)



Kuva 16. TEAT-PT1000. (Kuva: Produal.)

Kuva 17. TENA-PT1000. (Kuva: Produal.)

Ulkolämpötilanmittauksessa päädyttiin yhdistelmäanturiin, jolla saatiin myös ulkovaloisuuden arvo ulkovalojen ohjausta varten. Produalin LUX34 mittaa valoisuuden voimakkuutta ja lämpötilaa, antaen suureista lineaariset jänniteviestit 0-10Vdc alakeskukselle.

Anturin asennuksessa jouduttiin huomioimaan rakennuksen ulkoseinän lähellä olevan beachvolleykenttää ympäröivä valaistus. Anturille rakennettiin suojakupu, jotta ympäröivä keinovalo häiritsisi mahdollisimman vähän valoisuuden mittaamista.



Kuva 18. LUX-34. (Kuva: Produal.)

7.1.2 Painemittaus

Ilmanvaihtokanavien painesäädössä sekä suodatinvahteina käytettiin paine-erolähettä. Produalin PEL 1000 on näytöllinen paine-erolähetin, joka mittaa paine-eroa niihin liitettyjen muoviputkien kautta. Muoviputket asennettiin puhaltimien sekä suodattimien molemminpuolin. Ylipaineinen letku kiinnitettiin lähettimen plus – liittimeen ja alipaineinen miinus – liittimeen. Lähettimen mittaviesti 0-10Vdc on suoraan verrannollinen mittayhteiden väliseen paine-eroon.

Painemittauksen avulla lämmitysverkostojen painevaihteluista saadaan kerättyä historiatietoja, jota voidaan hyödyntää esimerkiksi verkostoissa sattuneen vuotoajankohdan paikallistamiseksi. Myös hälytysrajat ovat määriteltävissä valvomosta, sen sijaan että ennen ne määriteltiin painehälyttimestä mekaanisesti.

Lämmitysverkostojen paineen mittaamiseen valittiin VPL-16N, joka on suunniteltu vesiverkostojen painemittauksiin LVI-automatiikka järjestelmissä. Painelähettimen lähtöviesti 0-10Vdc on suoraan verrannollinen verkostoissa vallitsevaan ylipaineeseen. Lähettimen asennuksessa on huomioitavaa, että sitä ei kierretä paikalleen suljettua venttiiliä vasten, jolloin lähettimen tuntoelimen ja venttiilin väliin jää ylipaine joka rikkoo lähettimen. (Produal 2006, 1.)



Kuva 19. PEL-1000. (Kuva: Produal.)



Kuva 20. VPL-16. (Kuva: Produal.)

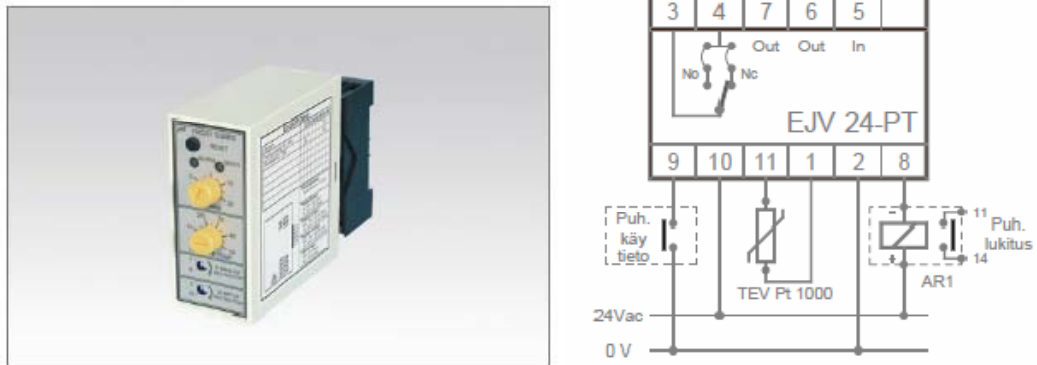
7.1.3 Jäätymisvaaratermostaatti

Tuloilman lämmitykseen käytettävän lämmityspatterin jäätyminen suojataan jäätymisvaaratermostaattilla. Produalin EJ24PT säätävä jäätymisvaaratermostaatti apureleineen asennettiin alakeskuskaappiin AK-1. IV-koneen käydessä termostaatti valvoo lämmityspatterin paluuveden lämpötilaa ja tarvittaessa nostaa sitä termostaattiin asetellun paluuveden asetusravon saavuttamiseksi.

Jäätymisvaaratermostaattiin kytkettiin paluuveden lämpötila-anturi TEV-PT1000 ja säätöventtiilimoottori TV1.1. Node 9:lle saadaan termostaatista lämpötilasta jänniteviesti 0-10Vdc. Ohjausviesti Node 9:ltä säätöventtiilimoottorille 0-10Vdc kytkettiin jäätymisvaaratermostaattiin.

EJ24PT parametroidaan termostaatissa olevilla potentiometreillä. Hälytysrajaksi määritellään lämpötila-arvo josta termostaatti laukeaa ja antaa hälytyksen vaihtokärjeltä alakeskukselle. Ennen hälytysrajaa termostaatti säätää venttiiliä auki ennakoinnin aloituspisteeksi määritellystä arvosta. Ennakoinnin alettua sytty termostaattiin vihreä merkkivalo. IV-koneen seistessä termostaatti säätää paluuveden lämpötilaa parametroituun asetusravoon.

Jäätymisvaaratermostaatin lauettua sytty termostaattiin punainen merkkivalo ja apureleen kärki aukeaa ohjaten taajuusmuuttajille jännitettä syöttävät kontaktorit auki. Samalla termostaatti avaa lämmityspatterin säätöventtiilin täysin auki. Myös anturivika aiheuttaa termostaatin laukeamisen. Syöttöjännitteen katkostilanteessa venttiili aukeaa, mutta hälytystä ei aiheudu.



Kuva 21. EJV 24-PT – jäämisvaaratermostaatti ja kytkentäkuva. (Kuva: Produal.)

7.1.4 Hiilidioksidimittaus

Sisäilmaluokituksen S1 mukaan sisäilmaston hiilidioksidin (CO²) enimmäispitoisuus on 700 ppm (parts per million). Tennishallien hiilidioksidipitoisuutta mitataan poistoilmakanavasta jolloin pitoisuus on mitattu koko tennishallin alalta. Hiilidioksidianturi HDK asennettiin poistoilmakanavan keskelle. (Husman, Roto & Seuri, 2002, 29.)



Kuva 22. HDK-hiilidioksidianturi. (Kuva: Produal.)

7.1.5 Peltimoottorit

Ilmanvaihtokanavassa olevilla pelleillä säädetään esimerkiksi tuloilman lämpötilaa tai laatua. Peltien asentoja säädetään, joko on/off- tai portaattomasti ohjattavilla moottoreilla. Peltimoottorin valintaan vaikuttaa säädettävän pellin koko, ohjaustapa, ja suojaominnot. Suojaominnolla tarkoitetaan esimerkiksi moottorin jousipalautteisuutta suoja-asentoon sähkökatkon sattuessa.

Belimon AFR24-SR soveltuu käytettäväksi n. 3m² peltien portaattomaan säätöön. Ohjausviesti on valittavissa joko 2-10Vdc tai 0-10Vdc dippikytkimin. Uudet moottorit asennettiin tulo-, poisto- ja kiertoilmapelteihin. (Belimo, 1.)



Kuva 23. Belimo AF-24SR. (Kuva: Belimo.)

7.1.6 Taajuusmuuttajat

Taajuusmuuttajalla muodostetaan kiinteästä 50Hz:n verkosta oma moottorilähtö, jonka taajuus on portaattomasti säädettävissä. Tämä tapahtuu tasasuuntaamalla verkosta tuleva syöttöjännite, jonka jälkeen nopeilla pulssimaisilla kytkentätapah- tumilla luodaan haluttu taajuus moottorilähtöön. Taajuusmuuttaja on voimakas häi-

riönlähde, koska moottorilähdön aaltomuotona tavoitellaan siniaaltoja muistuttavaa aaltomuotoa. Yliaaltojen muodostuminen takia moottorinohjauskaapelit vaihdettiin häiriösuojattuihin kaapeleihin. (ST 715.00, 2010, 2.)

Taajuusmuuttajan mitoitus vaikuttaa käytettävän verkkojännitteen lisäksi, puhaltimien teho ja virta-arvot. Puhaltimien moottoreiden kilvistä selvisi, että TK-1:n teho on 15kW ja nimellisvirta 32A. PK-1 on puolestaan hieman pienempi puhallin teholtaan 11kW ja nimellisvirraltaan 21A. Ilmanvaihtokone TK-2 saneerauksessa käytettiin Danfossin taajuusmuuttajia, joten toimittajavalinnassa päädyttiin yhteneväisyyden nimissä samaan toimittajaan. Danfossin mallistosta löydettiin teho ja virta-arvojen perusteella sopivat taajuusmuuttajat puhaltimille. Taajuusmuuttajien parametrintipöytäkirjat ovat liitteessä 7.

Taajuusmuuttajat asennettiin sähkökeskuksen viereen. Moottorinohjauskaapelin suositellaan olevan mahdollisimman lyhyt häiriöiden pienentämiseksi. Pitkä kaapeli toimii signaalinjohtimena aiheuttaen voimakkaan heijastuksen taajuusmuuttajan kytkentäpisteessä, josta seuraa jännitteen nousu. (ST 715.00, 2010, 4.)



Kuva 24. Taajuusmuuttajat asennettuna seinälle ilman kansia.

7.2 Toimintakokeet

Toimintakokeet pidettiin kun kojeiden ja laitteiden rakennetarkastukset oli suoritettu. Toimintakokeissa tarkastettiin, että rakennusautomaatiojärjestelmän laitteet, kojeet ja ohjelmat toimivat oikein ja laadittujen toimintaselosteiden mukaisesti. Saaneerausvaiheen ajan tärkeimpänä työkaluna oli kannettava tietokone valvomo-ohjelmistoinen, josta ohjattavia prosesseja pystyttiin jatkuvasti seuraamaan ja tekemään tarvittavia muutoksia.

Toimintakokeiden suorituksen jälkeen on mahdollista aloittaa säätöjen viritys. Kaikkien säätöpiirien toiminta tarkastettiin trendiseurannalla, josta nähdään säädön toiminta ja asettuminen muutostapahtuman jälkeen. Trendeistä tulee ilmetä säätöpiirin mittaus, asetusarvo sekä toimilaitteen ohjausviesti. Ilmanvaihtokoneen tuloilmanlämmityksen ja ilmanvaihdon lämmitysverkoston säädöt tarkistettiin ilmanvaihtokoneen käynnistystilanteessa, jolloin voitiin todeta säätöjen asettuminen koneiden käynnistyksen jälkeen.

7.3 Luovutusdokumentointi

Käyttäjälle annettiin toimintakokeiden jälkeen luovutuskansio joka sisältää seuraavanlaiset dokumentit rakennusautomaatiojärjestelmästä. Samaiset dokumentit toimitettiin myös alakeskus AK-1:en kaappiin. (ST 710.12, 2010, 19.)

- järjestelmän kuvaus
- laite-esitteet ja luettelot alakeskuksen komponenteista ja kenttälaitteista
- Alakeskuskohtaiset piirustukset
 - pisteluettelot
 - PI-kaaviot
 - järjestelmäkaavio
 - alakeskuksen johdotuspiirustukset ja kytkentäkuvat
- Valvomo-ohjelmiston käyttöopas

7.4 Valvomoon liittäminen

Kohteessa käytettiin ensimmäistä kertaa "All in one" – PC:tä valvomona. Tietokoneessa ei ole erillistä keskusyksikköä, vaan ainoastaan näyttö jonka sisällä on kaikki tarvittavat komponentit. Valvomo-ohjelmistona YIT käyttää Citecin Scada – ohjelmistoa, jota he ovat oman tuotekehityksen tekemillä lisäosilla muokanneet. Valvomosta pystytään reaaliaikaisesti seuraamaan prosessien tiloja, vastaanottamaan ja jatkosiirtämään hälytykset, selaamaan historia tietoja trendi-käyristä jne. Myös ala-asemien ohjelmointi on mahdollista suoraan valvomo-PC:ltä. Etäkäyttöä varten on mahdollista käyttää TightVNC – ohjelmistoa, jolla muodostetaan suojattu yhteys etätyöpöytäsovellukselle.

Ennen rakennusautomaatiojärjestelmän saneerausta tehtiin valvomoa varten pisteytykset, grafiikkakuvat, hälytysmäärittelyt ja alakeskuksien logiikkaohjelmat omalla kannettavalla tietokoneella, jossa on myös Citect Scada-ohjelmisto. Toimintakokien jälkeen kannettavalta tietokoneelta varmuuskopioitiin projekti, jonka jälkeen se siirrettiin valvomo-PC:lle ja otettiin käyttöön valvomo-ohjelmistossa.

7.5 Koulutus

Käyttökoulutuksen tavoitteena on, että käyttäjä hallitsee järjestelmän käytön ja osaa käyttää prosesseja oikein. Käyttäjä on jo aikaisemman saneerausvaiheen jälkeen koulutettu järjestelmän käyttöä varten, mutta uusien prosessien opastuksen yhteydessä tuli hyvää kertausta. Järjestelmän eri toiminnat käytiin läpi ja opastettiin kuinka ne ilmenevät valvomossa. Asetusarvojen, säätökäyrien ja aikaohjelmien muuttamisen kertauksessa käytiin myös läpi hälytykset ja niihin reagoiminen.

8 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli vaihtaa rakennuksen A-osan ilmanvaihtoa, lämmitystä sekä valaistusta ohjaava automaatiojärjestelmä nykyaikaiseen järjestelmään. Saneeraustyö tehtiin käyttäjän tarpeesta varmistua energian tehokkaasta käytöstä seuraamalla ohjattavia prosesseja reaaliaikaisesti ja trendiseurannasta valvomo-PC:ltä.

Järjestelmän toiminnallisuuksien suunnittelussa pohjaututtiin LVI-suunnittelijan tekemiin toimintamäärittämiin. Vanhoja toimintaselostuksien mukaisiin perustoimintoihin ja säätöihin ei kajottu vaan tehtiin ns. hienosäätöä. Lisäksi asetettiin toiminnallisiksi tavoitteiksi sisäilmasto luokka S1 jonka vaatimuksina käyttäjän tulee pysyä hallitsemaan rakennuksen lämpöoloja sekä vaikuttamaan sisäilmaston laatuun.

Uusi järjestelmä saatiin käyttöön otettua ja toiminnot tarkastettua suhteellisen nopealla aikataululla. Toimintakokeet osoittivat, että järjestelmä noudattaa toiminnallisuksiltaan tehtyjä suunnitelmia. Kaikki ei kuitenkaan sujunut ihan kuin tuhkimotarinassa, vaan pieniä ohjelmointivirheitä löytyi testauksen aikana. Valvomon grafiikkaa päivitettiin vielä hieman toimintakokeiden jälkeen selkeämmäksi.

Järjestelmän reaaliaikaisen seuraamisen ansiosta löydettiin ilmanvaihtokoneen lämmitystoiminnoista välittömästi toimintakokeissa energiataloudellisuuteen ja tennishallien lämpöoloihin vaikuttava vika. Ilmanvaihtokoneen lämmityspatterin säätöventtiili vuoti. Tämän seurauksena lämmin vesi pääsi kiertämään lämmityspatterissa, johtaen tuloilman yllilämpöisyyteen. Näin ollen ilmanvaihtoverkostossa kiertävää vettä on jouduttu lämmittämään turhaan kaukolämmöllä, koska verkostossa kiertävä vesi jäähtyy pattereissa. Venttiilin vaihdon jälkeen saavutettiin säätimen tuloilmanlämpötilalle asettama asetusarvo.

Tennishallien kaksi lämpötila-anturia näytti noin 1,5 °C tennishalleissa vallitsevaa lämpötilaa pienempää lukemaa. Tennishallien lämpötila tarkistettiin tarkkuus läm-

pötilamittarilla. Syy voi olla anturikaapelin läpiviennin kautta tuntuva ilmavirta, joka aiheuttaa häiriön mittaukselle. Vian selvitys ja korjaustoimenpiteet tapahtuvat tämän työn ulkopuolella.

Rakennusautomaatiojärjestelmän saneeraus oli ensimmäinen toteuttamani itsenäinen saneerausprojekti. Työn alkuvaiheet sisälsivät paljon tausta-aineiston etsimistä, joilla sain ja tukea omille käsityksilleni rakennusautomaatiosta ja siihen liittyvistä prosesseista. Kattavan lähdeaineiston avulla laadittujen toimintamallien sekä yksityiskohtaisten prosessi- ja laitedokumentaation tavoitteena oli syventää omaa osaamista. Toteutusvaihetta edeltänyt suunnittelu- ja valmisteluvaihe veivätkin työssä eniten aikaa. Lopputuloksen kannalta tavoitteenani olikin, että opettelu tapahtuu ennen saneerausvaihetta jolloin kaiken piti onnistua ilman säheltämistä.

Työ oli laaja ja se käsitti usean eri rakennusautomaatioon liittyvän prosessin toiminnan ymmärtämisen lisäksi niiden liittämisen osaksi keskitettyä valvontaa. Tästä syystä järjestelmän ohjelmointivaiheesta esiteltiin vain muutama esimerkki joita olivat tuloilman lämmityksen säätö, hiilidioksidipitoisuuteen perustuva ilmavirran-säädön toteutus ominaiskäyrällä sekä hieman logiikkariviohjelmointia.

Saneerauksessa käyttöönotettu YIT:n järjestelmä oli tullut tutuksi entuudestaan kesätöideni aikana. Haasteita riitti silti, koska aiemmin en ollut ohjelmoinut työssä käytettyä UIO 32 – logiikkaa ja releriviohjelmointitapa oli myös vieras. Ohjelmoinnin vertaaminen esim. YIT:n CWS06 DS:n ohjelmointiin joka tapahtuu valmiilla funktiolohkoilla, on ero kuin yöllä ja päivällä. Funktio-ohjelmoinnissa valmiiksi ohjelmoiduilla ohjelmalohkoilla muodostetaan ketju josta on nähtävissä koko ohjattavan prosessin toiminta esim. mittauksen käsittelystä aina toimilaitteelle toimitettavaan ohjausviestiin. Releriviohjelmoinnissa puolestaan on hankalampi käsittää kokonaiskuvaa, koska yhdellä relerivillä voidaan toteuttaa vain yksi toiminto ja relerivejä voi kerrallaan olla auki vain 4 kappaletta. Lisäksi säädinten toteutus tapahtuu vasta valvomo-ohjelmiston käydessä.

Mikäli työ olisi suoritettu saneerauksen ensimmäisenä vaiheena, olisi tarkasteluun voinut ottaa muiden eri järjestelmien soveltuvuutta kyseiseen työhön. Paremmin huomioon olisi tällöin lisäksi voinut ottaa tässä työssä tarkasteltu muiden järjestelmien integroinnin mahdollisuus. Koska työ rajautui jo toimeksiannon saadessa tiettyyn järjestelmään, en nähnyt kyseistä tarkastelua tarpeellisena.

Jatkokehityksenä muuttaisin rakennuksen sisävalaistuksen satunnaisessa käytössä olevista sosiaaliloista, squash-, golf- ja seinäkiipeilyhuoneista läsnäolotunnistin ohjatuiksi. Tällöin välttyttäisiin tarpeettomalta valaisemiselta pienentäen sähköenergian kulutusta.

Lähteet

Baff. Rakennusautomaatiolla saavutettavissa olevat hyödyt. 2005.

http://www.automaatioseura.fi/index/tiedostot/BAFF_%20hyodyt.pdf.
10.2.2011.

Belimo. AF-SR24 Spring return actuator. 2010. http://www.belimo.eu/pdf/e/2_AFR-1_e6.pdf. 6.4.2011.

Husman, Roto & Seuri. Sisäilma ja terveys – tietoa rakentajille. 2011.

http://www.ktl.fi/attachments/suomi/julkaisut/julkaisusarja_b/2002b14.pdf.
15.2.2011.

Honeywell. Room temperature sensor. 2003.

http://www.honeywell.com.pl/pdf/automatyka_budynkow/automatyka/t7412abcde.pdf. 20.2.2011.

Julkaisu K1/2003. Rakennusten kaukolämmitys, määräykset ja ohjeet. 2003.

http://www.energia.fi/content/root%20content/energiateollisuus/fi/kaukolampo/kirjasto/julkaisut/liitteet/julkaisuk1_03_04072007.pdf?SectionUri=%2ffi%2fkaukolampo%2fkirjasto%2fjulkaisut. 11.4.2011.

Modbus.org. Modbus FAQ. 2011. <http://www.modbus.org/faq.php>. 11.4.2011.

Produal. Verkoston painelähetin VPL16. 2006.

<http://www.produal.fi/folders/Files/Tekniset%20esitteet/VPL16.pdf>.
6.4.2011.

Produal. TEK PT1000. 2006.

<http://www.produal.fi/folders/Files/Tekniset%20esitteet/TEKPT1000a.pdf>.
6.4.2011

Produal. TENA PT1000. 2006.

<http://www.produal.fi/folders/Files/Tekniset%20esitteet/TENAPT1000a.pdf>.
f. 6.4.2011.

Produal. HDK. 2009.

<http://www.produal.fi/folders/Files/Tekniset%20esitteet/HDKa2.pdf>.
7.4.2011.

Produal. LUX-34. 2010.

<http://www.produal.fi/folders/Files/Tekniset%20esitteet/LUX34.pdf>.

6.4.2011.

Produal PEL-1000. 2010.

<http://www.produal.fi/folders/Files/Tekniset%20esitteet/PEL1000a.pdf>.

7.4.2011.

Sähkötieto ry. 2001. ST-käsikirja 17. Rakennusautomaatiojärjestelmät. Espoo:
Sähköinfo Oy.

Sähkötieto ry. 2010. ST-käsikirja 710.12. Rakennusautomaation peruskorjauksen
toteutus. Espoo: Sähköinfo Oy.

Sähkötieto ry. 2010. ST-käsikirja 715.00. Taajuusmuuttajakäytöt yleistä. Espoo:
Sähköinfo Oy.

Sähkötieto ry. 2010. ST-käsikirja 22. Kiinteistöjen valvomojärjestelmät. Espoo:
Sähköinfo Oy.

Ympäristöministeriö. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. 2002.

<http://www.finlex.fi/pdf/normit/1921-D2s.pdf>. 10.2.2011.

Virjonen Antti Pekka, Pöllänen Ari. 2006. UIO32 – käyttöohje. Kouvola: YIT.

Wikipedia. De facto. 2011. http://en.wikipedia.org/wiki/De_facto. 11.4.2011.

1. OHJAUKSET

Ohiaustavat

Kojeistoa ohjataan seuraavilla tavoilla:

- aikaohjelmilla (vko/vrk).
- käsiikäyttöä ala-asemalta.
- käsiikäyttöä valvomosta.

Valvomotasolta voidaan valita seuraavat peruskäyttötavat:

- kojeisto ei ole käytössä.
- kojeisto käynnistyy aikaohjelmalla päiväkäytölle.
- kojeisto käynnistyy painikkeilla päiväkäytölle.
- kesänajan jäähdytys käytössä.

Puhaltimia ja pumppua voidaan ohjata erikseen myös käsin sähkökeskuksilta ja ala-asemilta.

Ohjaus aikaohjelmilla

Kojeisto käy viikko - vuorokausirytmien mukaan.

Vuodenaikaohjelmilla huomioidaan loma-ajat ja arkipyhät sekä erikoiskäyttäjät. Vuoden-aikaohjelmilla estetään kojeiston käynti vaikka viikko-ohjelma edellyttäisi käyntiä.

Pumpun P-1.1 ohjaus

Pumppu käy aina, kun ulkolämpötila on alle +10 °C. Ulkolämpötilan noustessa +12 °C:een pumpun käyntiento poistuu ja pumppu pysähtyy.

Pysäytettyä pumppua käytetään päivittäin n. minuutin ajan.

Pumppu ohjataan käyntiin aina jäätymisvaaratilanteissa ulkolämpötilasta riippumatta.

Taajuusmuuttajan SIC11 ohjaus

Taajuusmuuttajan käyntiin/seis – ohjaus valitaan K-0-A-kytkimellä, joka on ala-asemalla.

Automaatti (A) – asennolla taajuusmuuttaja ohjataan käyntiin alaseaman aika-ohjelmien mukaan.

Käsi (K) – asennossa ohjataan taajuusmuuttaja käyntiin käsin ja perusilmanvaihdolle.

Tuloilmakanavan paine-ero, PDE1.1, pidetään asetusarvossaan ohjaamalla taajuusmuuttajalla SC01 tuloilmapuhaltimen pyörimisnopeutta.



PCH OJS-KARJALAN
AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennuskohteen nimi ja osoite
JOENSUUN KUNTOKEIDAS

Piirustuksen sisältö
**ILMASTOINTI
ILMAKOJEISTO TK-1/PK-1, TAAJUUSMUUTTAJAT
LTO-KUUTIO
TOIMINTASELOSTUS**

Sivu 1 (5)
Työnro. 0501348
Piirustus TK1&PK1
Muutos

Taajuusmuuttajan SIC02 ohjaus

Taajuusmuuttajan käyntiin/seis – ohjaus valitaan K-0-A-kytkimellä, joka on ala-asemalla.

Automaatti (A) – asennolla taajuusmuuttaja ohjataan käyntiin alaseaman aika-ohjelmien mukaan.

Käsi (K) – asennossa ohjataan taajuusmuuttaja käyntiin käsin ja perusilmavaihdolle..

Poistoilmakanavan paine-ero, PDE1.2, pidetään asetusarvossaan ohjaamalla taajuusmuuttajalla SIC02 poistoilmahuuhtaimen pyörimisnopeutta.

Toiminta koneen seistessä

FC-1.1, FC-1.3 ja FZ-1.4 LTO:n ohitushaara ovat kiinni. FC-1.2 ja FZ1.4 ja LTO:n läpimenevä haara ovat auki.

Tällöin jäätymsuojan TAZ-1.1 paluuvesisäädin ohjaa vesianturin TAZ-1.1 mittaus tuloksen perusteella moottoriventtiiliä TV-1.1 siten, että seisonta-aikainen paluuv veden lämpötila vesianturin TAZ-1.1 kohdalla pysyy asetusarvossaan.

Valvontajärjestelmän ohjattua puhaltimet TK-1 / PK-1 seis, sekä PK-1.1 ja PK-5 pienemmälle pyörimisnopeudelle ja tennishallien 103 ja/tai 121 lämpötilan laskiessa huoneanturin TE-1.1 kohdalla siihen asetetun arvon, käynnistyvät TK-1 ja PK-1 kiertoilimakäytölle, FC-1.1 ja FC-1.3 kiinni, sekä FC-1.2 auki. Tällöin säädin TC-1.1 ohjaa huoneanturin TE-1.1 ja kanava-anturin TE-1.2 mittaus tulosten perusteella moottoriventtiiliä TV-1.1 lämmityspatterin tchoa. Sisäpuhall-

luisilman lämpötilalle voidaan asetella säätimeistä TC-1.1 minimi- ja maksimiarvot.



POHJOIS-KARJALAN
AMMATILLINEN KORKEAKOULU

Rakennuskohteen nimi ja osoite
JOENSUUN KUNTOKEIDAS

Piirustuksen sisältö

**ILMASTOINTI
ILMAKOJEISTO TK-1/PK-1, TAAJUUSMUUTTAJAT
LTO-KUUTIO
TOIMINTASELOSTUS**

Sivu 2 (5)

Työno. 0501348
Piirustus TK1&PK1
Muutos

2. LUKITUKSET, SUOJAUKSET JA PAKKO-OHJAUKSET

Pumpun P-1 ja tuloilmapuhaltimen TK-1 välinen lukitus

Tuloilmapuhallin ei saa käynnistyä ellei IV-verkoston pääpumppu ja patterin lämpöpumppu P-1.1 ole käynnissä.

Tuloilmapuhaltimien TK-1 ja TK-1.1, sekä polttoilmapuhaltimien PK-1, PK-1.1 ja PK-5 välinen lukitus

TK-1 / PK-1 käynnistyessä käynnistyy samalla TK-1.1 sekä PK-1.1 ja PK-5 suuremmalle pyörimisnopeudelle. Valvontajärjestelmän pysäyttäessä TK-1 / PK-1 pysähtyy TK-1.1. Puhaltimet PK-1.1 ja PK-5 jäävät käymään pienemmällä pyörimisnopeudella.

IV-HÄTÄ-SEIS-lukitus

Kojeisto pysähtyy palotilanteessa hätäpysäytyspainikkeesta. Vaaratilanteen jälkeen kojeisto käynnistyy käsin.

Jäätymisen suojaus

Lämmityspatterin lämpötilan laskessa vesianturin TAZ-1.1 kohdalla jäätymissuojalle TAZ-1.1 asetettuun arvoon (+8 °C) pysähtyvät puhaltimet ja saadaan hälytys. Ennen jäätymissuojan TAZ-1.1 laukeamista avautuu moottoriventili TV-1.1 täysin jäätymissuojan "suoja-alue" – toiminnan vaikutuksesta. "Muu toiminta" -kohdan "Toiminta koneen seistessä" mukainen jäätymissuojan laukeamisen jälkeen.

Puhaltimet eivät saa käynnistyä ennen jäätymissuojan käsin kuitaamista.

Palotilannesuojaus

Tuloilman lämpötilan, TE-1.2, noustessa +45 °C:een pysäytetään kojeisto viiveen jälkeen. Kojesto saadaan uudelleen käyntiin, kun lämpötila on laskenut < 45 °C:een ja lukitus on kuitattu valvomosta.

Virtausvahti

Mikäli virtausvaudit FES-1.1 ja/tai FES-1.2 eivät tunne ilmanvirtausta antureidensa FE-1.1 ja/tai FE1.2 kohdalla tapahtuu hälytys.

Sähkökatkostilanteet

Sähkökatkon sattuessa tulee peltien sulkeutua toimilaitteiden FC-1.1 ja FC-1.3 jousipalautuksella.

Ala-asemahäiriöt

Ala-aseman sähkökatkoksesta tai toimintahäiriössä (SEIS-tila) jää pumppu PU1.1 käyntiin, kojeisto pysähtyy ja pellit FC1.1 ja FC1.3 sulkeutuvat.



POHJOIS-KARJALAN
AMMATILLINEN KORKEAKOULU

Rakennuskohteen nimi ja osoite
JOENSUUN KUNTOKEIDAS

Piirustuksen sisältö
**ILMASTOINTI
ILMAKOJEISTO TK-1/PK-1, TAAJUUSMUUTTAJAT
I TO-KIIHTII
TOIMINTASELOSTUS**

Sivu 3 (5)
Työnro. 0501348
Piirustus TK1&PK1
Muutos

3. SÄÄDÖT
3.1 Lämpötilan säätö

Kesäajan yöjäähdytys

Kesäaikana huonelämpötilojen painotetun keskiarvon noustessa yli yöjäähdytyksen asetusravon 23 °C käynnistetään kojeisto. Venttili TV1.1 pidetään kiinni ja LTO-pellit FZ-1.4 ohituskäyttöä.

Kojeisto käy, kunnes sisälämpötila on alle halutun rajan (21 °C). Käynti estetään, jos ulkolämpötila on alle +8 °C tai ulkolämpötila ei ole > 4 °C viilempää kuin painotettu huonelämpötila.

Kesäajan yöjäähdytyksen voi valita käyttöön tai estää sen käytön.

Lämmityskäyttö

Säädin TC-1.1 ohjaa huone-anturin TE-1.1 ja kanava-anturin TE-1.2 mittaus tulosten perusteella säädön ensimmäisenä porttana ri/ki – suhdetta peltimootoreilla FC-1.1...FC-1.3 ja säädön toisena porttana moottoriventtiiliä TV-1.1 lämmityspatterin tehoa. Ri/ki – suhteeseen minimiarvo voidaan asetella valvomosta. Sisäilmapuhallusilmalta voidaan asetella säätimestä TC-1.1 minimi- ja maksimiarvot. Jäähdytysilanteissa säädin TC-1.1 ohjaa LTO:n pellin FZ-1.4 ohi-tushaaran auki.

LTO:n rajoitussäätö

LTO:n huurtumista seurataan paine-eromittauksen, PDE-1.1, avulla.

Paine-eron noustessa huurtumisesta varoitetaan arvoon, ohjataan viiveen (n. 10 s) jälkeen LTO:n säätö rajoitussäädölle, jossa LTO:n

läpimenevää haaraa suljetaan. Kun LTO:n paine-ero on laskenut alle rajoitussäädön asetusravon, ohjataan LTO:n säätö normaalkiksi viiveen (10...30 min) jälkeen.

Rajoitussäädön aktivoituminen aiheuttaa viiveen jälkeen hälytyksen.

3.2 Ilmavirran säätö

Tuloilman raittiin- ja kiertoilman suhde lasketaan ominaiskäyrän perusteella. Poistoilman CO² -pitoisuuden noustessa yli asetetun (700ppm) rajan, kasvatetaan raitisilman määrää ohjaamalla peltimootoreita FC-1.1...FC-1.3 ominaiskäyrän mukaan. Käyrän muotoa voidaan muuttaa valvomosta



POHJOIS-KARJALAN
AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennuskohteen nimi ja osoite
JOENSUUN KUNTOKEIDAS
Piiirustuksen sisäilma
ILMASTOINTI
ILMAKOJEISTO TK-1/1PK-1, TAAJUUSMUUTTAJAT
LTO-KUUTIO
TOIMINTASELOSTUS

Sivu 4 (5)
Työnro. 0501348
Piiirustus TK1&PK1
Muutos

4. VALVONNAT, MUUT TOIMINNAT

Valvonnat käyttötilatiedoista

Pumpun ja puhaltimien käyntitiloja verrataan ala-aseman ohjauksiin. Jos tilatieto poikkeaa ohjauksesta, annetaan viiveellä ristiritählytys.

Suotimien likaantumisen valvonta

Tuloilmasuotimien likaantumista seurataan suodatinvaiheilla PDE-1.1 ja PDE-1.2.

Paine-eron noustessa hälytysrajalle annetaan viiveellä hälytys.

Raja-arvohälytykset

Huonemittauksille on kiinteät ylä- ja alarajahälytysarvot.

Tuloilmakanavan lämpötilan mittauksille on säätöpoikkeamahälytykset kojeiston käydessä.

Tulo- ja poistoilmakanavan paine-eromittauksille on säätöpoikkeamahälytykset kojeiston käydessä.

Patterin paluuvesisäädölle on säätöpoikkeamahälytys kojeiston seisonta-aikana.

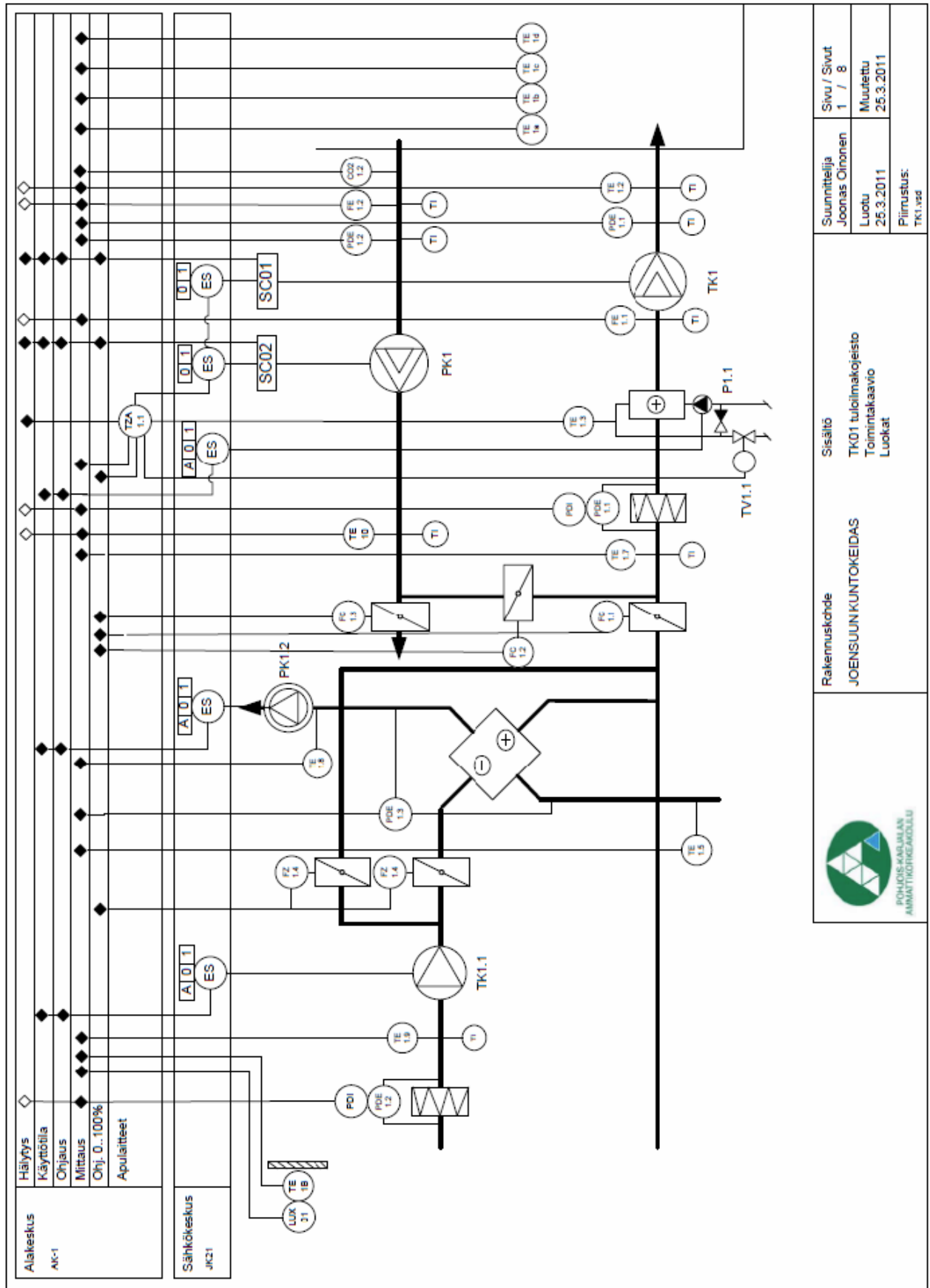



POHJOIS-KARJALAN
AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennuskohteen nimi ja osoite
JOENSUUN KUNTOKEIDAS

Piirustuksen sisäliö
ILMASTOINTI
ILMAKOJEISTO TK-1/1PK-1, TAAJUUSMUUTTAJAT
LTO-KUUTIO
TOIMINTASELOSTUS

Sivu 5 (5)
Työnro. 0501348
Piirustus TK1&PK1
Muutos



 POHJOIS-SAVOLAINEN AMMATTIOPISTO	Rakennuskohde	JOENSUUN KUNTOKEIDAS	Sisältö	TK01 tulolimakkeisto Toimintakaavio Luokat	Suunnittelija	Joonas Oinonen	Sivu / Sivut	1 / 8
					Luotu	26.3.2011	Muutettu	26.3.2011
					Piirustus:	TK1.vsb		

1. OHJAUKSET

Pumpun LV01-PU1 ohjaus

Pumppu käy aina, kun ulkolämpötila on alle +15 °C. Ulkolämpötilan noustessa +15 °C:een pumpun käyntiehto poistuu ja pumppu pysähtyy kuitenkin siten, että lämmitystarve käynnistää pumpun.

Pysäytettyä pumppua käytetään kuitenkin päivittäin n. 5 minuutin ajan.

Pumppua voidaan ohjata käsin sähkökeskuksesta.

Pumpun IV01-PU3 ohjaus

Pumppu käy aina, kun ulkolämpötila on alle +15 °C. Ulkolämpötilan noustessa +15 °C:een pumpun käyntiehto poistuu ja pumppu pysähtyy kuitenkin siten, että lämmitystarve käynnistää pumpun.

Pysäytettyä pumppua käytetään kuitenkin päivittäin n. 5 minuutin ajan.

Pumppua voidaan ohjata käsin sähkökeskuksesta.

Pumpun LKV01-PU02 ohjaus

Pumppu käy jatkuvasti.

Pumppua voidaan ohjata käsin sähkökeskuksesta.



POHJOIS-KARJALAN
AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennuskohteen nimi ja osoite
JOENSUUN KUNTOKEIDAS

Piirustuksen sisältö
LÄMMÖNJAKO
KÄYTTÖVESIVERKOSTON VAIHDIN,
LÄMMITYS- JA ILMANVAIHTOVERKOSTON VAIHDIN
TOIMINTASELOSTUS

Sivu 1 (4)
Työnro 0501348
Piirustus LJK-01
Muutos

2. LUKITUKSET, SUOJAUKSET JA PAKKO-OHJAUKSET

Ala-asemahäiriöt

Ala-aseman sähkökatkoksesta tai toimintahäiriössä (seis-tila) jäävät pumput käyntiin.

Pumpun IV01-PU3 ja ilmastointikoneiden välinen lukitus

Ulkolämpötilan ollessa alle 0 °C ja pumpun ollessa seis estetään viiveen jälkeen ilmastointikoneiden käynti.

Menoveden lämpötilan IV01-TE3A ja ilmastointikoneiden välinen lukitus

Ulkolämpötilan ollessa alle 0 °C ja menoveden lämpötilan laskiessa 20 °C alle asetusarvon estetään viiveen jälkeen ilmastointikoneiden käynti.

Ilmanvaihtoverkoston paineen IV01-PT3 ja ilmastointikoneiden välinen lukitus

Ulkolämpötilan ollessa alle 0 °C ja verkoston paluupaineen laskiessa alempaan hälytysrajaan estetään viiveen jälkeen ilmastointikoneiden käynti.

3. SÄÄDÖT

3.1 Lämminkäyttövesi LKV01 (Vaihdin LKV01-LS02)

Lämpimän käyttöveden säätö, LKV01-TICA2

Menoveden säädön mittauksessa ovat mukana seuraavat lämpötilat:

- menoveden lämpötila, TE-2A.

Menoveden lämpötilan asetusarvo on valvomosta annettava arvo.

Menoveden lämpötila, TE-2A, pidetään asetusarvossaan ohjaamalla venttiilillä LKV01-TV-2 vaihtimen LKV01-LS02 tehoa.

3.2 Lämmitysverkosto LV01 (Vaihdin LV01-LS01)

Lämmitysverkoston menoveden säätö, LV01-TICA01

Menoveden säädön mittauksessa ovat mukana seuraavat lämpötilat:

- menoveden lämpötila, TE-1A.

-ulkolämpötila TE-1B

Menoveden lämpötilan asetusarvo lasketaan ulkolämpötilan ja ohjelmoidun ominaiskäyrän perusteella. Käyrän muotoa voidaan muuttaa valvomosta.

Menoveden lämpötila, TE03, pidetään asetusarvossaan ohjaamalla venttiiliä LV01-TV01.



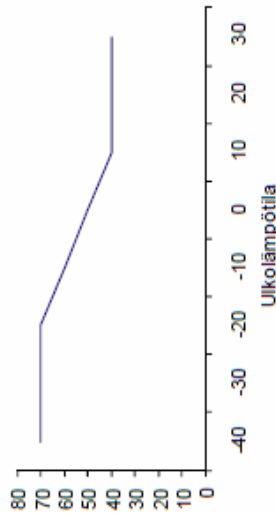
POHJOIS-KARJALAN
AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennuskohteen nimi ja osoite
JOENSUUN KUNTOKEIDAS

Piirustukseen sisältö
LÄMMÖNJAKO
KÄYTTÖVESIVERKOSTON VAIHDIN,
LÄMMITYS- JA ILMANVAIHTOVERKOSTON VAIHDIN
TOIMINTASELOSTUS

Sivu 2 (4)
Työnro 0501348
Piirustus LJK-01
Muutos

Menoveden lämpötila Lämmitysverkoston lämpötila



Menoveden maksimirajoitus

Menoveden lämpötilalle on maksimirajoitus, joka on kiinteä.

Menoveden minimirajoitus

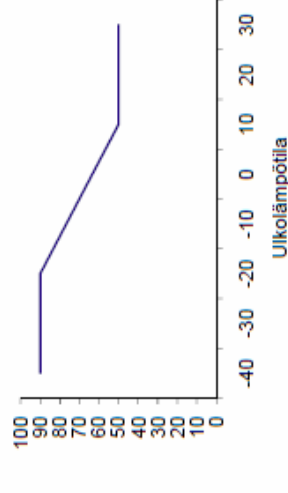
Menoveden lämpötilalle on minimirajoitus, joka on kiinteä.

Menoveden säädön mittauksessa ovat mukana seuraavat lämpötilat:

- menoveden lämpötila, TE03.
- ulkolämpötila TE-1B

Menoveden lämpötilan asetusarvo lasketaan ulkolämpötilan ja ohjelmoidun ominaiskäyrän perusteella. Käyrän muotoa voidaan muuttaa ala-asemalta ja valvomosta.

Menoveden lämpötila Ilmastointiverkoston lämpötila



Menoveden lämpötila, TE-3A, pidetään asetusarvossaan ohjaamalla venttiiliä IV01-TV03 vaihtimen IV01-LS01 tehoa.

Menoveden maksimirajoitus

Menoveden lämpötilalle on maksimirajoitus, joka on kiinteä.

Menoveden minimirajoitus

3.3 Ilmanvaihtoverkosto IV01 (Vaihdin IV01-LS01)

Ilmanvaihtoverkoston menoveden säätö, IV01-TICA03



POHJOIS-KARJALAN
AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennuskohteen nimi ja osoite
JOENSUUN KUNTOKEIDAS

Piirustuksen sisältö
LÄMMÖNJAKO
KÄYTTÖVESIVERKOSTON VAIHDIN,
LÄMMITYS- JA ILMANVAIHTOVERKOSTON VAIHDIN
TOIMINTASELOSTUS

Sivu 3 (4)
Työnro 0501348
Piirustus LJK-01
Muutos

Menoveden lämpötilalle on minimirajoitus, joka on kiinteä.

4. VALVONNAT, MUUT TOIMINNAT

Valvonnat käyttötilaliedoista

Pumpun käyntitilaa verrataan ala-aseman ohjaukseen. Jos tilatieto poikkeaa ohjauksesta, annetaan viiveellä ristintahálytyis.

Raja-arvohálytykset

Painemittaukselle on kiinteät ylä- ja alarajahálytyisarvot.

Menoveden lämpötilan mittaukselle on säätöpoikkeamahálytykset pumpun käydessä.

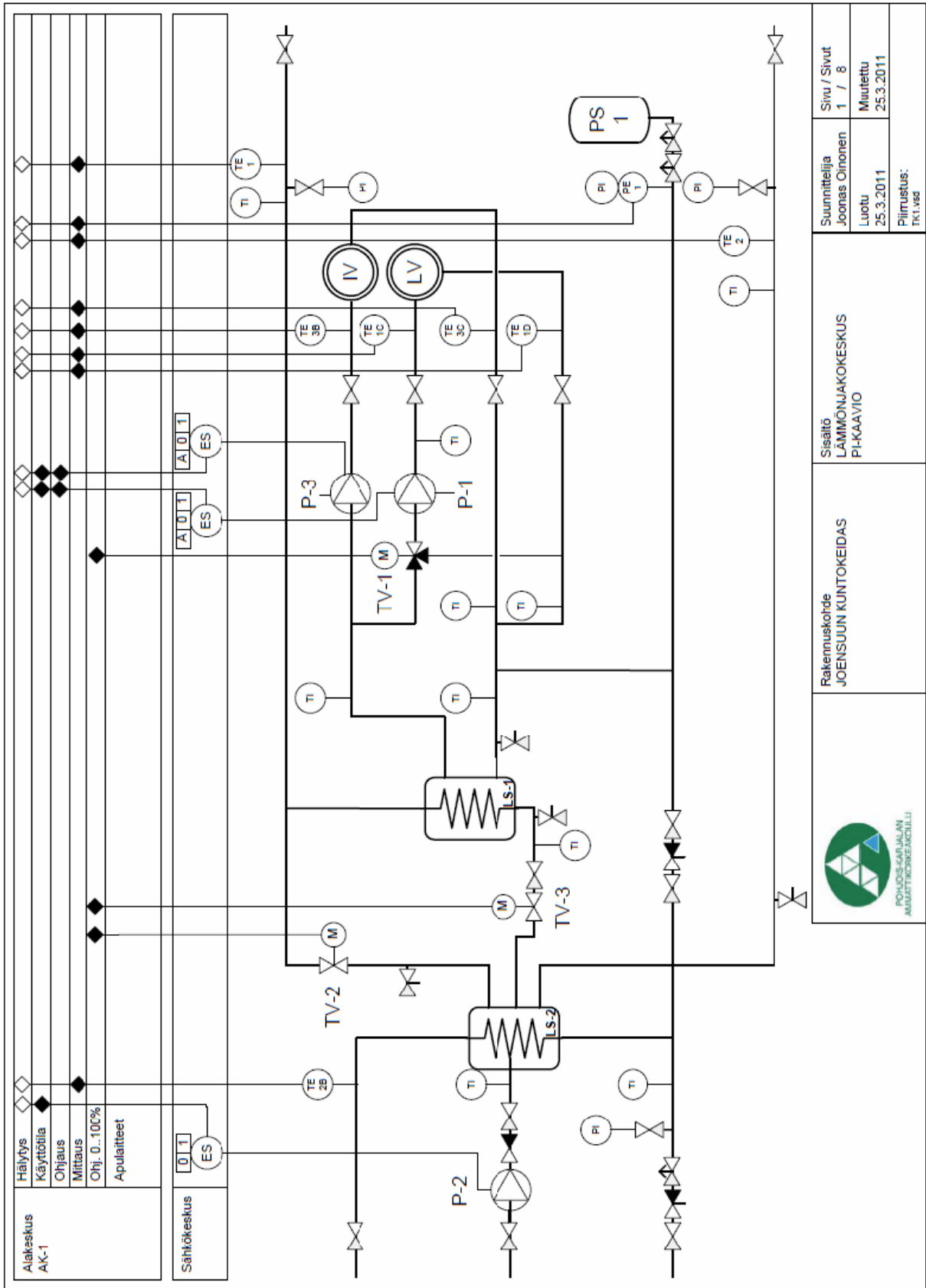


POHJOIS-KARJALAN
AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennuskohteen nimi ja osoite
JOENSUUN KUNTOKEIDAS

Piirustuksen sisältö
LAMMONJAKO
KÄYTTÖVESIVERKOSTON VAIHDIN,
LÄMMITYS- JA ILMANVAIHTOVERKOSTON VAIHDIN
TOIMINTASELOSTUS

Sivu 4 (4)
Työnro 0501348
Piirustus LJK-01
Muutos



POHJOIS-KARJALAIN
AMMATTINEUVONKUNTA

Rakennuskohde
JOENSUUN KUNTOKEIDAS

Sisäilma
LÄMMÖNÄKÖKESKUS
PI-KAAVIIO

Suunnittelija Joonas Oinonen	Sivu / Sivut 1 / 8
Luotu 25.3.2011	Muutettu 25.3.2011
Piirustus: TKI.168	

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
A				Node 9 AD31 CARD14	31 -	1pu 1sl					JAMAK 4x(8P1)3x5P13				TK-1 Tuulilämpöpölyn t.j:n säätö 0-10V			
B				Node 9 AD31 CARD14	1 -	2pu 2sl									TK-1 Tuulilämpöpölyn t.j:n Tilaleto			
C				Node 9 AD31 CARD14	1 -	MRE11 AI AE IC ND TE			3va 3or						TK-1 Tuulilämpöpölyn t.j:n ohjous			
D																		
E				Node 9 AD32 CARD14	32 -	1pu 1sl					JAMAK 4x(8P1)3x5P13				PK-1 Poistolämpöpölyn t.j:n säätö 0-10V			
F				Node 9 AD32 CARD14	2 -	2pu 2sl									PK-1 Poistolämpöpölyn t.j:n Tilaleto			
G				Node 9 AD32 CARD14	2 -	MRE11 AI AE IC ND TE			3va 3or						PK-1 Poistolämpöpölyn t.j:n ohjous			
H				Node 9 DJ.3 CARD11	3 -	1pu 1sl					54/78 -JAMAK 12x(8P1)3x5				P1.1 Lämpösiipin pumppu tennishallit Tilaleto			
I				Node 9 DJ.4 CARD11	4 -	6pu 6sl									TK1.1 Tuulilämpöpölyn kätynsäätö Tilaleto			
J				Node 9 DJ.5 CARD11	5 -	4pu 4sl									PK1.1 Poistolämpöpölyn 1/2-nopeus indikoiti Tilaleto			
L				Node 9 DJ.6 CARD11	6 -	5pu 5sl									PK1.1 Poistolämpöpölyn 1/1-nopeus indikoiti Tilaleto			
M				Node 9 DJ.7 CARD11	7 -						ANIN 12x(8P1)3x5P13				T421.1 Jäätynissuoja tennishallit hälytys Hälytys			
N																		
D																		
P																		
Q																		
R																		
S																		
												Joensuun Kuntokehoas		SUUNNITTELMÄ		1		
YIT Klimateistetekniikka Oy												15.2.2011		Node 9		Koodi		
Automaattiorjankalut												Jaomas 0		Työn numero		Määrä		
												Suunnittelija		Tekijä		Hyväksyjä		
												Päiväys		Koord.		Määrä		
												Määrä		Määrä		Määrä		

**JOENSUUN KUNTOKEIDAS
AK-1 SANEERAUS
KENTTÄLAITELUETTELO**

AK-1

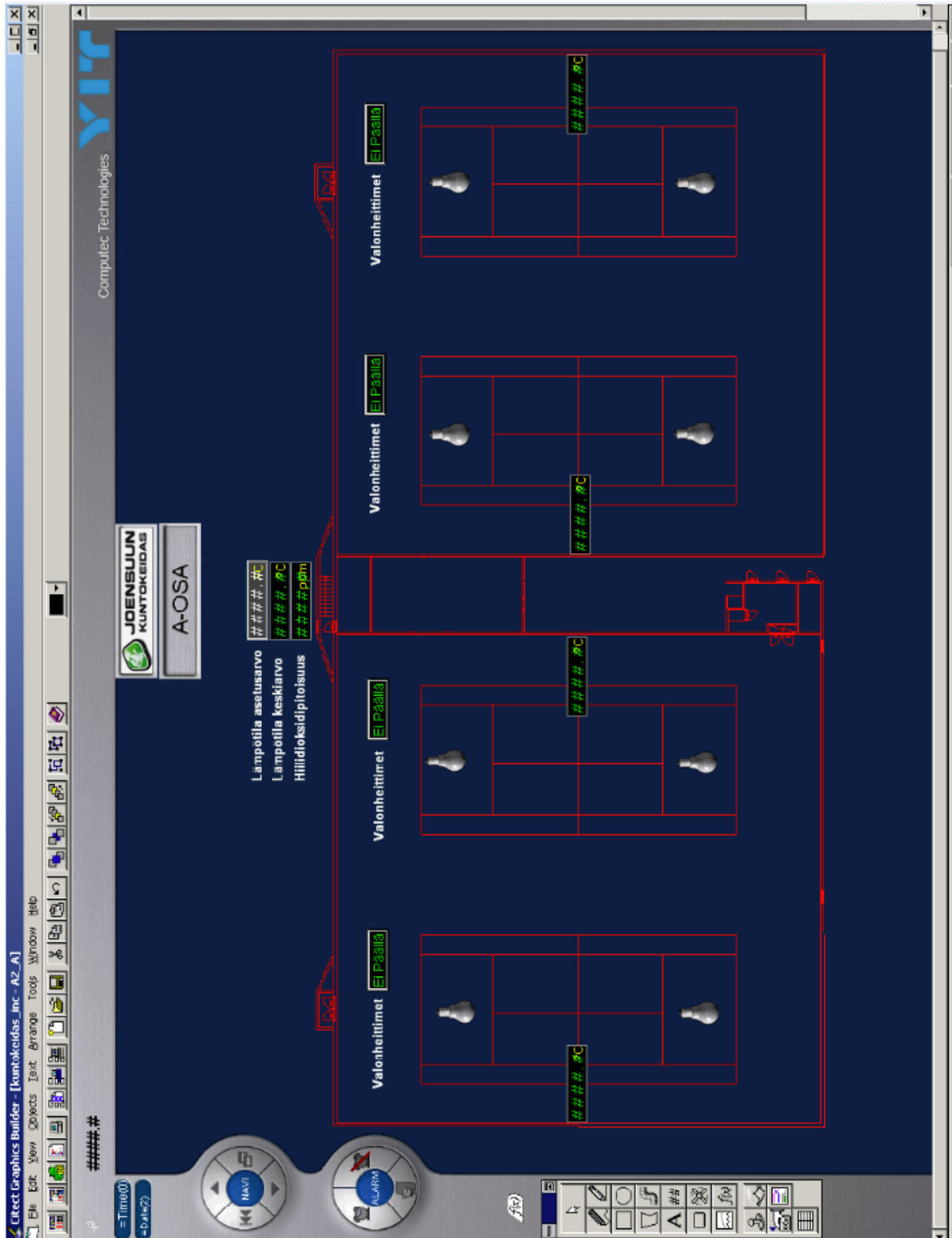
TUNNUS	LAITE	TEKSTI SELITE	LAITE JA VALMISTAJA		MÄÄRÄ
TK1	SC01	Tulotaajuusmuuttaja	15KW	Danfoss	1 kpl
TK1	SC02	Poistotaajuusmuuttaja	11KW	Danfoss	1 kpl
TK1	FE1.1	Tuloilmakanavan virtaus	IVL-10	Produal	1 kpl
TK1	FE1.2	Poistoilmakanavan virtaus	IVL-10	Produal	1 kpl
TK1	TE1.2	Tuloilman lämpötila tennishalli	TEK PT1000	Produal	1 kpl
TK1	TE1.5	Poistoilman lämpötila ennen lto:ta	TEK NTC10K	Produal	1 kpl
TK1	TAZ1.1	Jäätymissuoja	EJV24-PT1000 + AR1	Produal	1 kpl
TK1	TE1.3	Paluueden lämpötila LP1.1	TEV-PT1000	Produal	1 kpl
TK1	PDE1	Tuloilmakanavan paine	PEL1000-N	Produal	1 kpl
TK1	PDE2	Poistoilmakanavan paine	PEL1000-N	Produal	1 kpl
TK1	FC1.1	Tuloilmapelti säätö	AF24-SR	Belimo	1 kpl
TK1	FC1.2	Poistoilmapelti säätö	AF24-SR	Belimo	1 kpl
TK1	FC1.3	Kiertoilmapelti säätö	AF24-SR	Belimo	1 kpl
TK1	TV1.1	Lämmitysventtiili LP1.1 säätö	entinen	Honeywell	
TK1	PDE1.1	Lämmöntalteenoton paine-ero	PEL1000-N	Produal	1 kpl
TK1	TE1.1a	Huonelämpötila huone 103	TEHR NTC10K	Produal	1 kpl
TK1	TE1.1b	Huonelämpötila huone 103	TEHR NTC10K	Produal	1 kpl
TK1	TE1.1c	Huonelämpötila huone 121	TEHR NTC10K	Produal	1 kpl
TK1	TE1.1d	Huonelämpötila huone 121	TEHR NTC10K	Produal	1 kpl
TK1	TE1.4	Poistoilman lämpötila tennishallit	TEK NTC10K	Produal	1 kpl
TK1	TE1.6	Tuloilman lämpötila LTO:n jälkeen	TEK PT1000	Produal	1 kpl
TK1	TE1.7	Tuloilman lämpötila sekoitusosan jälkeen	TEK PT1000	Produal	1 kpl
TK1	TE1.8	Poistoilman lämpötila LTO:n jälkeen	TEK PT1000	Produal	1 kpl
TK1	TE1.9	Raitisilman lämpötila ennen LTO:ta	TEK PT1000	Produal	1 kpl
TK1	PDE1.2	Tuloilmasuodatin paine-ero	PEL1000-N	Produal	1 kpl
TK1	PDE1.3	Tuloilmasuodatin sekoitusosa paine-ero	PEL1000-N	Produal	1 kpl
TK1	QE1.2	Co2-pitoisuus poistoilma	HDK-N	Produal	1 kpl
KL	TE1	Kaukolämpö menolämpötila	TEAT PT1000	Produal	1 kpl
KL	TE2	Kaukolämpö paluulämpötila	TEAT PT1000	Produal	1 kpl
PV	TE1C	Patteriverkoston menovesi	TEAT PT1000	Produal	1 kpl
PV	TE1D	Patteriverkoston paluuvesi	TEAT PT1000	Produal	1 kpl
PV	TV1	Patteriverkoston säätö	entinen	Honeywell	1 kpl
LKV	TE2B	Lämminkäyttövesi	TEAT PT1000	Produal	1 kpl
LKV	TV2	Lämminkäyttövesi säätö	entinen	Honeywell	1 kpl
IV	TE3B	IV-verkoston menovesi	TEAT PT1000	Produal	1 kpl
IV	TE3C	IV-verkoston paluuvesi	TEAT PT1000	Produal	1 kpl
IV	TV3	IV-verkoston säätö	entinen	Honeywell	1 kpl
PV&IV	PE3	Patteri&IV-verkoston paine	VPL-16	Produal	1 kpl

Joensuun Kuntokeidas
Taajuusmuuttajan parametrintipöytäkirja 28.3.2011
TK1-SC01

Valikko	Selite	Asetus
0-01	Kieli	Suomi
0-02	Moottorin nopeusyks.	Hz
1-03	Momentin ominaiskäyrä	1 muuttuva momentti
1-20	Moottorin teho [kW]	15
1-22	Moottorin jännite [V]	400
1-23	Moottorin taajuus	50
1-24	Moottorin virta	31
1-25	Moottorin nimellinopeus [r/min]	1450
1-73	Kytkeyt. Pyöriv. Moott.	Käytössä
1-90	Moottorin lämpösuojaus	ETR-4
3-03	Maksimiohjearvo [Hz]	50
3-15	Ohjearvo 1 lähde	1 analog tulo 53
3-41	Ramppi 1:n nousuaika	40s
3-42	Ramppi 1 rampin seisonta-aika	20s
4-14	Moott. Nopeuden yläraja [Hz]	50
5-10	Liitin 18, digitaalitulo	8 käynnistys
5-12	Liitin 27, digitaalitulo	52 Käyntilupa
5-40	Toimintorele	5 Käy

Joensuun Kuntokeidas
Taajuusmuuttajan parametrintipöytäkirja 28.3.2011
TK1-SC02

Valikko	Selite	Asetus
0-01	Kieli	Suomi
0-02	Moottorin nopeusyks.	Hz
1-03	Momentin ominaiskäyrä	1 muuttuva momentti
1-20	Moottorin teho [kW]	11
1-22	Moottorin jännite [V]	400
1-23	Moottorin taajuus	50
1-24	Moottorin virta	21
1-25	Moottorin nimellinopeus [r/min]	1450
1-73	Kytkeyt. Pyöriv. Moott.	Käytössä
1-90	Moottorin lämpösuojaus	ETR-4
3-03	Maksimiohjearvo [Hz]	50
3-15	Ohjearvo 1 lähde	1 analog tulo 53
3-41	Ramppi 1:n nousuaika	40s
3-42	Ramppi 1 rampin seisonta-aika	20s
4-14	Moott. Nopeuden yläraja [Hz]	50
5-10	Liitin 18, digitaalitulo	8 käynnistys
5-12	Liitin 27, digitaalitulo	52 Käyntilupa
5-40	Toimintorele	5 Käy



Computer Technologies

JOENSUUN
KUNTOKEIDAS

A-OSA

Lampotila asetusarvo
Lampotila keskiarvo
Hiilidioksidipitoisuus

Valonheittimet

Valonheittimet

Valonheittimet

Valonheittimet

PC

PC

PC

PC

Time:00

Date:22

