

Tuomas Kämäräinen

SÄHKÖTILOJEN RAKENNUSAUTOMAATION TOTEUTUS



SÄHKÖTILOJEN RAKENNUSAUTOMAATION TOTEUTUS

Tuomas Kämäräinen
Opinnäytetyö
4.2.2011
Automaatiotekniikan koulutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

Koulutusohjelma	Opinnäytetyö	Sivuja	+	Liitteitä
Automaatiotekniikka	Insinöörityö	49	+	9
Suuntautumisvaihtoehto	Aika			
Projektointi	Kevät 2011			
Työn tilaaja	Työn tekijä			
YIT Kiinteistötekniikka Oy Automaatiotratkaisut	Tuomas Kämäräinen			
Työn nimi				
Sähkötilojen rakennusautomaation toteutus				
Avainsanat				
Automaatio, rakennusautomaatio, ilmastointi, lämmitys, jäähdytys, YIT Kiinteistötekniikka Oy				

Tässä insinöörityössä lähtötilanteena oli automaatioprojektin toteutus uudiskohteen ilmanvaihtoon, jäähdytykseen ja lämmitykseen. Kohteena olivat Rautaruukin rakenteilla olleen sataman kaksi sähkötilaa, jotka ovat toisistaan erillään olevia rakennuksia. Työ sisälsi automaatiosovelluksen luonnin sekä automaatiolaitteiden asennuksen ja käyttöönoton. Työssä pyrittiin saamaan toimiva kokonaisuus ja monipuolinen selostus kaikista työn vaiheista. Tavoitteena oli myös tutkia taustalle olevaa teoriaa ja saada siitä koottua yksiselitteinen ja kattava osuus opinnäytetyöhön.

Työn lähtöaineistoina olivat suunnittelutoimiston laatimat säätökaaviot ilmanvaihto- ja jäähdytyskoneista sekä lämpökeskuksista. Säätökaavioiden mukaan laadittiin automaatiopisteluettelot ja toimintaselostuksen mukaan ohjelmoitiin logiikkaohjelmistaukset. Logiikkaohjelmat ajettiin tämän jälkeen valvonta-alakeskuksessa sijaitseville I/O-prosessiasemille eli UIO 032 -moduuleille, joiden avulla ilmanvaihtoa ja lämmitystä säädellään. Prosessiasemat sijaitsevat kahdessa valvonta-alakeskuksessa (VAK), jotka ovat molemmat yhteydessä TCP/IP-verkon kautta Rautaruukin rakennusautomaation päävalvomoon.

Automaatiosovellus saatiin toimivaksi ja asennustyöt suoritettua ajallaan. Toimintakokeet sujuivat hyvin ja automatiikka toimi säätökaavioissa annettujen lähtötietojen mukaisesti. Työssä päästiin opinnäytetyön tavoitteeseen kokonaisuudessaan.

ALKULAUSE

Tämän insinööriyön tilaajana on toiminut YIT Kiinteistötekniikka Oy Automaattioratkaisut. Työn ohjaajana YIT:n puolesta on toiminut Automaattioratkaisujen Pohjois-Suomen aluepäällikkö Jari Jussinniemi ja valvovana opettajana lehtori Tero Hietanen Oulun seudun ammattikorkeakoulun tekniikan yksiköstä.

Haluan kiittää työn ohjaajaa Jari Jussinniemeä sekä muita mukana olleita YIT Automaattioratkaisujen työntekijöitä antamastaan panostuksesta opinnäytetyön tekemiseen. Työn valvovaa lehtoria Tero Hietasta sekä kielenohjaaja, viestinnänopettajaa Sirkka Lehtoa haluan kiittää opinnäytetyön ohjaamisesta ja tarkastamisesta.

Oulussa 4.2.2011



Tuomas Kämäräinen

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

ALKULAUSE

SISÄLTÖ

TERMIT JA LYHENTEET

1 JOHDANTO	8
2 RAKENNUSAUTOMAATIO	9
2.1 Ilmastointi	9
2.2 Lämmitys	11
2.3 Jäähdytys	12
3 JÄRJESTELMÄ JA LAITTEET	14
3.1 Valvomosovellus.....	15
3.2 Verkkoasema	15
3.3 I/O-prosessiasema	16
3.4 Kenttälaitteet	18
4 SOVELLUKSEN TOTEUTUS JÄRJESTELMÄÄN	20
4.1 Konfigurointi	20
4.1.1 I/O-kanavat ja niiden määrittely.....	22
4.1.2 Säätimet ja rekisteripisteet.....	24
4.2 Alakeskuskuvien piirtäminen AutoCADilla.....	25
4.3 Valvomon grafiikoiden piirtäminen.....	26
4.4 Logiikkaohjelmointi	27
4.5 DDC-säätimet.....	30

5 ASENNUSTYÖT JA KÄYTTÖÖNOTTO	34
5.1 Kenttälaitteiden asentaminen	34
5.2 Kenttälaitteiden kytkentä	37
5.3 Testaus ja käyttöönotto	40
6 YHTEENVETO.....	44
LÄHTEET.....	47
LIITTEET.....	49

TERMIT JA LYHENTEET

Ai	Analogiatulo
Ao	Analogialähtö
Ar	Analoginen rekisteri
CWS	CompuTec Web Station
DDC	Direct Digital Control, suora digitaalinen säätö
Di	Digitaalitulo
Do	Digitaalilähtö
Dr	Digitaalinen rekisteri
I/O	Input/Output, tulo/lähtö
IV	Ilmanvaihto
KK	Kiertoilmakone
JK	Jäähdytyskone
JVS	Jäätymisvaarasuoja
LJK	Lämmönjakokeskus
LTO	Lämmöntalteenotto
TK	Tuloilmakone
UIO	Universal Input Output, Universaali säädin
VAK	Valvonta-alakeskus

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tilaajana toimi YIT Kiinteistötekniikka Oy Automaatoratkaisut. Automaatoratkaisut-liiketoimintayksikkö on keskittynyt toiminnassaan kiinteistöjen rakennusautomaatiotekniikkaan, sen toteutukseen ja ylläpitoon.

YIT Kiinteistötekniikka Oy osti Computec Oy:n koko osakekannan vuonna 2008, ja näin syntyi YIT Kiinteistötekniikka Oy Automaatoratkaisut. Automaatoratkaisut-liiketoimintayksikkö toimii tällä hetkellä seitsemällä eri paikkakunnalla. Toimipaikkoja Oulun lisäksi on Helsingissä, Turussa, Tampereella, Joensuussa, Kouvolassa ja Jyväskylässä. (1.)

Liiketoiminta-alueina Automaatoratkaisut-liiketoimintayksiköllä on rakennusautomaatio- ja energianhallintajärjestelmät, prosessiautomaation hallinta sekä säätö- ja ohjausjärjestelmät. YIT Kiinteistötekniikka Oy Automaatoratkaisut on täysin kotimainen rakennusautomaatio- ja valvontajärjestelmiä valmistava yritys. (1.)

Rakennusautomaatio pohjautuu kolmeen hierarkiatasoon, joita ovat valvomo, alakeskuslaitteistot ja kenttälaitteet (2, s. 12). Tässä opinnäytetyössä tulevat esille kaikki hierarkiatasot, mutta eniten on keskitytty alakeskuksen ja valvomon ohjelmointiin ja toteutukseen. Teoriaosassa käsitellään myös työhön liittyviä LVI-prosesseja ja niiden yleisimpiä toimilaitteita sekä säätö- ja automaatiotekniikkaa.

Toteutettu automaatioprojekti Rautaruukin sataman sähkötiloihin sisältää kaksi lämmönjakokeskusta, kolme tuloilmakojetta, kaksi kertoilmakojetta sekä kaksi jäähdytyskojetta. Nämä ovat jakautuneet kahteen rakennukseen, joissa molemmissa on oma valvonta-alakeskus. Alakeskukset ovat yhteydessä toisiinsa ja Rautaruukin päävalvomoon TCP/IP-verkon kautta.

2 RAKENNUSAUTOMAATIO

Rakennusautomaatio on yksi automaation osa-alue, jossa ohjailaan ja säädetään kiinteistön toimintoja ilman välitöntä ihmisen vaikutusta. Näitä toimintoja ovat muun muassa rakennuksen ilmanvaihto, lämmitys, jäähdytys ja valojen ohjaukset. Rakennusautomaation tavoitteena on saada kiinteistölle mahdollisimman energiatehokas, turvallinen ja toimiva LVI-prosessien ohjausjärjestelmä teknisiä laitteita apuna käyttäen. (3, s. 1.)

Rakennusautomaation tärkeimpiä hyötyjä ovat energia säästö, parempi sisäilma, turvallisuus ja keskitetty laitteiden valvonta- ja ohjauspaikka. Energian säästöihin päästään laitteiden oikealla käyttöasteella, ja automaation avulla energian käytön seuranta tehostuu. Sisäilman laatua voidaan korottaa mittamalla huoneilmasta esimerkiksi hiilidioksidipitoisuutta, jonka avulla säädetään tuloilmapuhaltimen kierrosnopeutta. (3, s. 1.)

Turvallisuuteen rakennusautomaatio vaikuttaa muun muassa palopeltien kautta. Mikäli rakennuksessa syttyy tulipalo ja tulee hälytys, kaikki rakennuksen ilmanvaihtokanavissa olevat palopellit laukeavat ja estävät toiminnallaan savukaasujen leviämisen ilmastointikanavia pitkin muihin huoneisiin. (3, s. 2.)

Keskitetyllä valvonta- ja ohjauspaikalla saadaan useiden kiinteistöjen hälytykset ja vikailmoitukset nopeasti yhteen paikkaan. Saatujen ilmoitusten perusteella pystytään muuttamaan automaatiotoimintoja ja näin säästetään kustannuksissa sekä ehkäistään mahdollisia laitevaurioita. Suurimmissa valvonta- ja ohjausjärjestelmissä on kymmeniä rakennuksia ja jopa satoja alakeskuksia huolehdittavana. (4, s. 80.)

2.1 Ilmastointi

Ilmastoinnilla tarkoitetaan rakennuksen sisäilman laadun, lämpötilan, kosteuden ja puhtauden ylläpitämistä ilmastointilaitteiden ja ilmanvaihtokoneiden avulla. Ilmastointijärjestelmään kuuluvat ilmastointikone, jäähdytyskone, lämmöntalteenotto-laitte, kanavat säätölaitteineen ja huonelaitteet. Huonelaitteita voivat olla muun muassa lämpötila-, kosteus- ja hiilidioksidianturit. (5, s. 180.)

Käyttökohteisiin johdettavaa ilmaa voidaan käsitellä monilla eri tavoilla. Käsitteilytapoja ovat muun muassa suodatus, lämmitys, jäähdytys ja kostutus. Ilmaa sekoitetaan myös toisten huoneiden ilman kanssa. Poistoilmasta otetaan yleensä lämpöä talteen lämmöntalteenotolla (4, s. 58). Tässä opinnäytetyössä ilmanvaihtokoneilla tehtävät käsittelyt painoutuivat lähinnä suodatukseen, lämmitykseen ja jäähdytykseen.

Ilmastointikoneessa ilmaa lämmitetään lämmityspatterilla, joka on yleensä vesikiertoinen, ja jäähdytetään jäähdytyspatterilla. Tarvittava jäähdytysenergia saadaan aikaan erillisellä jäähdytyskoneella, josta kylmää nestettä kierrätetään jäähdytyspatteriin. Tarvittaessa ilman kosteuttakin voidaan säädellä suihkuttamalla vesisumua tuloilmaan tai höyrystämällä vesi sähkön avulla tai kuljettamalla ilmaa huokoisten kostutuskennojen läpi. (4, s. 62.)

Tuloilmakanavan suodattimet estävät pölyhiukkasten pääsyä sisäilmaan ja vähentävät täten sisäilman epäpuhtauksia ja kanavan laitteiden likaantumista. Suodattimia on perustyyppiltään kahdenlaisia: pussisuodattimia ja tasosuodattimia. Pussisuodattimissa kangas on poimutettu ja ommeltu pusseiksi ja tasosuodattimissa on kuitumassaa kahden verkon välissä. Suodattimien tukkeutumista seurataan mittaamalla paine-eroa suodattimen molemmin puolin. Kun paine-ero nousee asetettuun rajaan asti, tulee hälytys suodattimen tukkeutumisesta valvomoon. (6, s. 105.)

Ilmaa puhalletaan kanavassa joko keksipakopuhaltimella tai aksiaalipuhaltimella. Näitä puhaltimia pyörittää tavallisesti keskipakomoottori. Moottorit ovat yleensä joko yksi- tai kaksinopeuksisia tai taajuusmuuttajaohjattuja, jolloin voidaan säätää puhaltimen kierrosnopeutta. Säädön perustana ovat paineeroanturit tulo- ja poistoilmakanavassa tai huoneessa. Näiden avulla saadaan laskettua siirtyneen ilmamassan tilavuus ja tarvittaessa nostaa sitä lisäämällä puhaltimeen kierroksia. Kaksinopeuksisia puhaltimia käytetään muun muassa kouluissa ja toimistorakennuksissa, joissa ei ole toimintaa kuin päiväsaikaan. Yöllä voidaan pitää puhaltimet puoliteholla, ja päivällä siirrytään ilmastointitarpeen lisääntyttyä täydelle teholle. (6, s. 104–105.)

Kiinteistön järkevän energiatalouden käytön vuoksi poistoilma otetaan yleensä talteen lämmöntalteenottolaitteistolla (LTO-laitteisto). Yleensä poistoilman lämpöenergia siirretään tuloilmaan. Periaatteessa poistoilmaa voitaisiin suoraan tuoda tuloilmana takaisin huoneilmaan, mutta on järkevämpää yleensä siirtää vain poistoilman lämpö. Jos poistoilma tuotaisiin suoraan takaisin huoneilmaan, samalla palautuisi käytetyn ilman kosteus ja hajut. (4, s. 65.)

Yleisesti käytettyjä LTO-laitteistoja ovat muun muassa levysiirrin, nestekiertoinen LTO ja pyörivä LTO-laitteisto. Levysiirrin sisältää alumiiniset toisistaan erotetut tuloilma- ja poistoilmasolat. Kun poistoilma kulkee siirtimen kautta, se lämmittää levyjä, jotka puolestaan lämmittävät levyseinämän toisella puolella kulkevaa tuloilmaa. Nestekiertoisessa LTO:ssa lämpöenergia otetaan talteen jäätyttömällä nesteseoksella täytettyyn patteriverkostoon. Tämä nesteseos kiertää myös tuloilmakanavan patteriin ja lämmittää näin raitisilmaa. Pyörivä LTO-laitteisto perustuu suureen pyörivään LTO-kiekkoon, jonka läpi tulo- ja poistoilma kulkee. Poistoilma lämmittää kiekkoa, joka pyörimisellään siirtää lämmön tuloilmakanavaan, jossa raitisilma puhaltaa kiekon läpi ja lämpenee. Pyörivän siirtimen tehonsäätö tapahtuu kiekon pyörimisnopeutta säätämällä. (4, s. 65–67.)

2.2 Lämmitys

Rakennusten tarvitsema lämpöenergia siirretään lämmönjakokeskuksesta (LJK) lämmönvaihtimien avulla rakennuksen patteriverkostoon, lattialämmitykseen ja ilmastointikoneissa oleville lämmityspattereille. Lämmönvaihtimille tuotu energia on joko kaukolämpöä tai lämmityskattilalla tuotettua. Kattilan avulla tuotettu lämmin vesi kiertää lämmitys- ja ilmastointiverkostossa, mutta lämmin käyttövesi lämmitetään lämmönvaihtimella. Kaukolämpöverkoston vettä ei ohjata ollenkaan kiinteistön lämpöverkkoihin, vaan vesi kiertää aina lämmönvaihtimen kautta. (6, s. 9.)

Kaukolämpöä käytetään yleensä aina suuremmissa rakennuksissa ja asutusalueilla, joihin se on mahdollista saada, koska sillä saavutetaan huomattavasti parempi hyötysuhde kuin paikallisella kattilalämmityksellä. Keskitetyn lämmön-

tuotannon etuna on myös se, että asutuskeskukset pysyvät puhtaampana ja ilman saastuminen vähenee. (7, s. 263.)

Kaukolämpöverkon energiamittaus tapahtuu mittaamalla kaukolämmön vesimäärää ja tulevan ja lähtevän veden lämpötilaa LJK:ssa. Mitä suurempi kulutus rakennuksella on, sitä suurempia ovat vesimäärät ja lämpötilaerot tulevassa ja lähtevässä putkessa. (6, s. 9.)

Lämmitysverkostot mitoitetaan aina laskennallisen huippulämmitystehon mukaan. Lämmitystehoa säädetään muuttamalla verkoston menoveden lämpötilaa lämmitystarpeen mukaan. Usein lämmitystarve määräytyy laskennallisesti ulkolämpötilan mukaan. Säättöohjelmaan ladataan taulukko tai säätökäyrä, jonka mukaan lämmitysverkostolle menevän veden lämpötilaa säädetään. Säättö tapahtuu LJK:ssa yleensä kolmitieventtiilin avulla, jossa sekoitetaan paluuveteen sopivassa suhteessa lämmönsiirtimeltä tulevaa kuumaa vettä. (7, s. 187.)

Käyttöveden lämmityksessä on huomioitava se, että käyttövesi säädetään arvoon 55...65 °C. Jos veden lämpötila laskee alle tämän, on vaarana legionelabakteerikannan kasvu, joka voi olla hengenvaarallinen iäkkäille henkilöille. Liian kuumaksikaan käyttövettä ei ole hyvä säätää, koska palovammojen saamisen riski kasvaa suureksi. Lämpimän käyttöveden säätäminen on vaikeaa, koska veden virtaama vaihtelee kovasti, varsinkin ero yöllä ja päivällä on suuri. Tämä asettaa haasteita erityisesti lämpötila-anturille ja säätöventtiilille, joiden täytyy reagoida tarpeeksi nopeasti jyrkästi kasvavaan käyttömäärään. Hyvää säätöä halutessa käytetäänkin usein varaajia tai lämpimän käyttöveden pumpua. (4, s. 52–53.)

2.3 Jäähdytys

Sisälämpötilat voivat nousta kohtuuttoman suuriksi tiloissa, joissa on paljon lämpöä tuottavia lämmönkohteita, kuten tietokoneita ja muita sähkölaitteita. Myös tämän opinnäytetyön tarkasteltavissa kohteissa eli sataman sähkötiloissa lämpö voi nousta huomattavan korkealle, jos asianmukaista jäähdytystä säätölaitteineen ei rakenneta. Jäähdytys toteutetaan usein tämän kaltaisissa projekteissa jäähdytyspatterilla, joka on liitetty aivan kuten lämmityspatterikin tuloil-

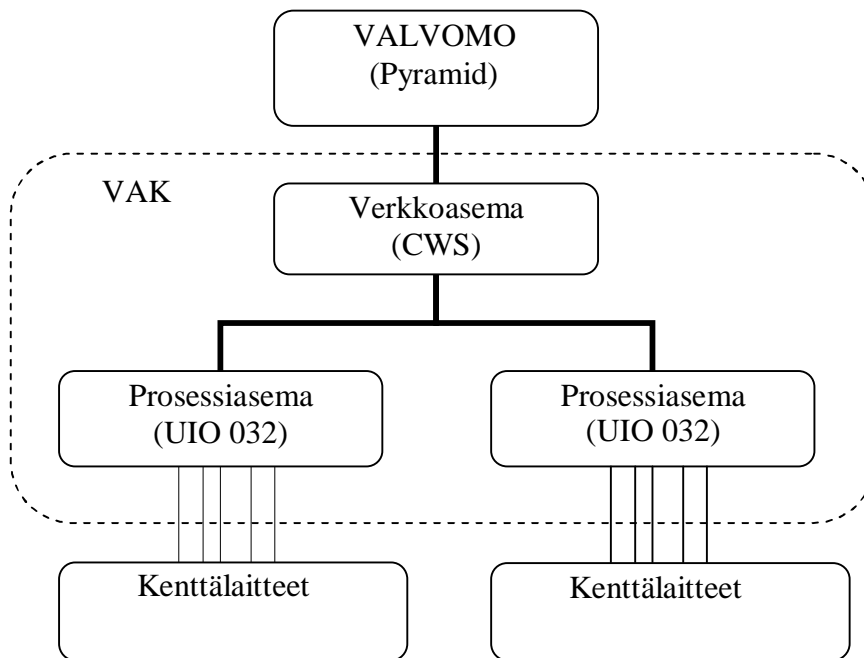
makoneistoon. Patterissa kiertää yleensä vesi-etyleeniglykoliseos, jota jäähdytetään jäähdytyskojeen avulla.

Jäähdytysprosessin toiminta perustuu siihen, että nesteen höyrystymiseen tarvitaan suuri lämpöenergiämäärä ja vastaavasti höyryn lauhtuminen nesteeksi vapauttaa saman lämpömäärän. Jäähdytysjärjestelmässä kylmäaineneste höyrystetään höyrystimessä, esimerkiksi jäähdytyspatterissa, alentamalla nesteen painetta paisuntaventtiilin avulla. Kylmäaineneste kiertää tämän jälkeen lauhtuttimeen, mutta sitä ennen paine korotetaan kompressorin avulla. (8, s. 308–309.)

Kylmäkoneeseen kuuluvia osia ovat kompressori, lauhtutin, lauhtutus- ja jäähdytysverkoston pumput, paisuntaventtiili, höyrystin ja kylmäaineen lämpötilaa ja painetta mittaavat anturit (8, s. 310). Kylmäkoneet ja sen osat ovat yleensä rakennusautomaatiosta erillisiä, ja ne käyvät oman ohjaus- ja laitekeskuksen ohjaamina. Tässäkin projektissa olleille jäähdytyskojeille JK-48.2 ja JK-49.2 rakennusautomaatiosovelluksesta annetaan tarvittaessa vain käyntilupa.

3 JÄRJESTELMÄ JA LAITTEET

Rakennusautomaatio pohjautuu kolmeen hierarkiatasoon, joita ovat valvomo, valvonta-alakeskuslaitteistot (VAK) ja kenttälaitteet (kuva 1). Näistä kolmesta tasosta korkeimpana ovat valvonta- ja ohjausjärjestelmät, esimerkiksi valvomo. Valvomosta käsin voidaan seurata ja ohjata reaaliajassa kiinteistössä tapahtuvia LVI-prosesseja. Valvomot toimivat rajapintana ihmisen ja järjestelmän välillä. (2, s. 12–13.)



KUVA 1. Hierarkiataso rakennusautomaatiossa

Toisena hierarkiatasona tulevat alakeskuslaitteistot, jotka sisältävät mittauksen ja säädön kannalta tärkeimmät laitteistot, esimerkiksi mikroprosessorilla varustetut I/O-moduulit. Mittalaitteiden välittämät tiedot kerätään alakeskuslaitteille ja sieltä välitetään eri ohjaukset toimilaitteille. Myös mittaviestien fysikaaliseksi suureeksi muuttaminen, ohjauksien laskeminen sekä muu laskenta suoritetaan alakeskuksissa. (2, s. 12–13.)

Viimeisenä tasona ovat kenttälaitteet ja instrumentit. Näiden mittaus- ja ohjauksipisteiden avulla luodaan pohja prosessien vaatimalle säädölle ja niillä vaikutetaan esimerkiksi lämmitykseen ja ilmastointikoneen toimintaan. Mittauspisteinä

on esimerkiksi lämpötilan mittaus, ja tämän säätöpiirin vaikutuksen alaisena on ohjauspisteenä esimerkiksi moottoriventtiili. (2, s. 13.)

3.1 Valvomosovellus

Pyramid-valvomo on Citect-SCADA-alustalle kehitetty valvomosovellus, johon on rakennettu sovellukset ja esitysmuodot rakennus- ja vesilaitosautomaatioihin sekä erilaisiin kaukovalvottaviin kohteisiin. Pyramid-valvomoratkaisut tukevat sekä kiinteitä että langattomia, paikallisia tai alueellisia IP-verkkoja, muun muassa GPRS:ää ja 3G-verkkoja. Tietoliikennetkaisu voidaan valita huomioiden asiakkaan käyttötarpeet ja palvelujen vaatimukset. (9.)

Yleisille toimintatilanteille on ohjelmistoon rakennettu vakioidut kirjastot, joita voidaan laajentaa projektikohtaisilla sovelluksilla. Valvomosovellus tukee kaikkia yleisimpiä teollisuusstandardin mukaisia protokollia (muun muassa Profibus, LON, BACNET, Modbus ja OPC), ja siihen on rakennettu liittynät useisiin kiinteistöjen hallintajärjestelmiin. (9.)

Raportointi tukee Microsoft Office Excel -ohjelmaa, jolloin on helppo tehdä yleisen tiedostonmuodon raportteja. Yleisimpiä tarvittavia raportteja ovat esimerkiksi tapahtuma-, hälytys-, kulutusraportit sekä trendi-kuvaukset. (9.)

3.2 Verkkoasema

Verkkoasemana käytettiin CWS 06 DS -asemaa (CompuTec Web Station), joka on hajautettu webserver ja säätökeskus. Yhdessä UIO 032 -säätimen kanssa se mahdollistaa kiinteistön hajautetun säätöjärjestelmän toteuttamisen ja valvonnan. Järjestelmäratkaisu on tarkoitettu LVI-prosessien säätöön, ohjaukseen ja valvontaan. Itsenäiset alakeskukset mahdollistavat energian seurannan, DDC-säädön, hälytyksien käsittelyn sekä tilastoinnin. (10.)

CWS-ratkaisuja voidaan hallita Pyramid-valvomon tai Internet-selaimen avulla. Alakeskus voi toimia itsenäisenä tai se voidaan liittää suuremmaksi kokonaisuudeksi TCP/IP-protokollaa käyttäen. CWS voi toimia myös TCP/UDP-modbusin ja RTU-modbusin reitittimenä. (10.)

Laitteen Web-käyttöliittymä on tarkoitettu keskuksen parametrien, keskuksen liitettyjen laitteiden ja keskuksen laitteista keräämään tiedon hallintaan. Käyttöliittymällä voidaan myös selailta keskuksella olevia kaaviokuvia IV-laitteista, ohjauksista, mittauksista ja hälytyksistä. Lisäksi voidaan kysellä keskuksen laitteilta tallentamia historiatietoja. (10.)

3.3 I/O-prosessiasema

I/O-prosessiasemana UIO 032 on yleiskäyttöinen säädin, joka voidaan liittää myös toiseen laitteeseen I/O-moduuliksi. Tähän liittämiseen tarvitaan Modbus-tuki, joka löytyy esimerkiksi CWS-verkkoasemasta. (11, s. 5.)

UIO 032 -säädin on rakenteeltaan pienikokoinen ja modulaarinen, eli siihen voidaan liittää I/O-kortteja tarpeen mukaan. Jokaiseen UIO 032 -moduuliin on mahdollista liittää enintään neljä kappaletta I/O-kortteja, ja näissä korteissa on jokaisessa käytettävissä kahdeksan I/O-kanavaa. Yhteensä kanavia on siis käytössä 32 kappaletta. Kukin kanava voidaan muuttaa oikosulkupalan eli niin sanotun siltauksen avulla tuloksi tai lähdeksi, analogiseksi tai digitaaliseksi (kuva 2). Tällaista I/O-kanavaa kutsutaan universaaliseksi kanavaksi. (11, s. 5–6.)

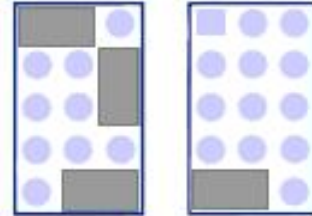
Analogiset tulot:

Pt-1000 0/4-20mA 0-10V
Ni-1000
(NTC-10)



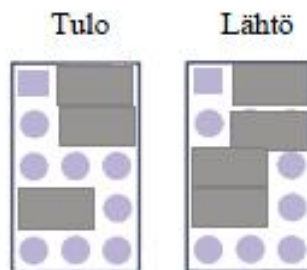
Analogiset lähdöt:

0-10V Ref. out



Tehdas- asetus

Digitaalinen I/O:



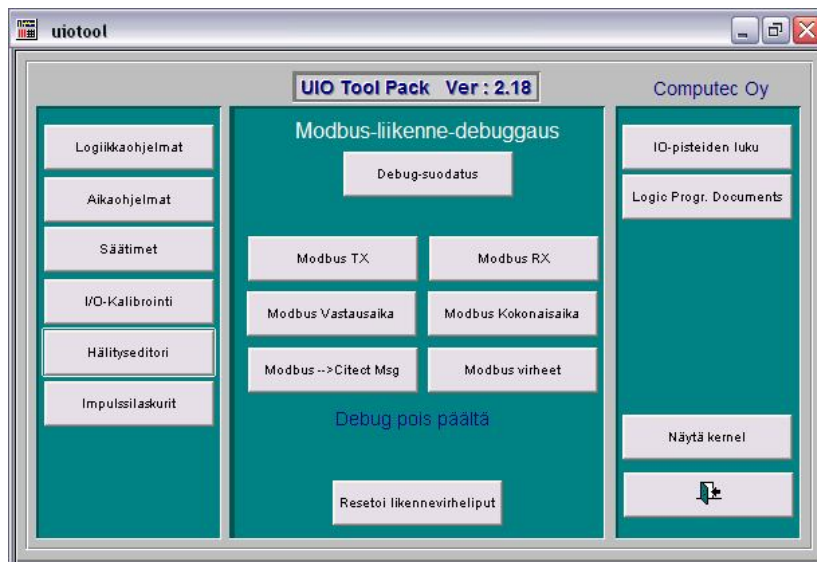
www.computec.fi

KUVA 2. Siltaukset (11, s. 8)

I/O-kanavien lisäksi UIO 032 -moduuliin on mahdollista liittää RJ-45-kaapelilla MRE-releyksikkö jokaiselle kortille. Releiden kautta ohjataan ja annetaan käyntilupa muun muassa pumpeille ja puhaltimille. Yksi releyksikkö sisältää neljä kappaletta vaihtokoskettimellisiä relälähtöjä. Näin ollen yhteen UIO 032 -moduuliin on mahdollista liittää yhteensä 16 kappaletta relälähtöjä. (11, s. 6.)

UIO 032:ssa on myös alakeskusominaisuus, jolloin se voi olla itsenäinen eli niin sanottu stand alone -laite. Laitteeseen on mahdollisuus tehdä 8 aikaohjelmaa, 8 säädintä, 80 hälytyskäsittelijää ja 80 logiikkariviä. (11, s. 5.)

Ohjelmointi suoritetaan UIO Tool Packin avulla, joka on Citect-SCADA-sovellus (kuva 3). Sen avulla voidaan rakentaa logiikkaohjelmat UIO 032 -moduuliin ja kalibroida mittauksia. Myös säätimien parametrit ja viritystyökalut sekä aikaohjelmat löytyvät tämän sovelluksen kautta.



KUVA 3. UIO Tool Pack

3.4 Kenttälaitteet

Yleisimpiä kenttälaitteita rakennusautomaatiossa ovat erilaiset anturit, toimilaitteet ja toimielimet. Anturi on mittalaite, joka tunnistaa mitattavan suureen arvon ja välittää mittaustiedon säätimelle. Toimilaitteita ovat esimerkiksi toimielimiä ohjaavat säätömoottorit. Tässä projektissa kaikki anturit olivat Pro dual-merkkisiä mittalaitteita ja kaikki venttiili- ja peltimoottorit olivat Belimo Oy:n toimittamia tuotteita.

Antureista eniten käytetty on lämpötila-anturi. Yleisimmät lämpötila-anturit ovat passiiviset Pt1000-, Ni1000- ja Pt100-anturit. Jonkin verran käytetään myös NTC- ja PTC-vastusantureita. Näiden kaikkien edellä mainittujen lämpötila-antureiden toiminta perustuu mittauselementin vastuksen muutokseen lämpötilan muuttuessa. On olemassa myös niin sanottuja aktiivisia antureita, joissa suoritetaan muunnos fyysikaalisesta suureesta sähköiseksi signaaliksi mittaosassa, josta signaali siirtyy lähetysohjauksella eteenpäin useimmiten 4–20 mA:n standardiviestinä. (4, s. 24–27.)

Lämpötila-antureita käytetään muun muassa mittaamaan lämpötilaa ulkoa, huonetilasta ja IV-koneiden kanavista. Nesteiden lämpötiloja mittaavat anturit asennetaan suojataskuihin. Muita paljon käytettyjä antureita ovat kosteusanturi,

valonvoimakkuusanturi, hiilidioksidi- ja häkäpitoisuusanturi, paineanturi ja painekytin.

Toimilaitteista yleisimpiä ovat sähkömekaaniset toimilaitteet eli toimimoottorit, joilla ohjataan muun muassa venttiileitä ja säätöpeltejä. Moottorin liike muutetaan vaihteiston avulla säätöventtiilin tarvitsemaksi edestakaiseksi liikkeeksi tai liikkeeksi pellin vivustoon. Vääntömomenttia saadaan kasvatettua pienestäkin moottorista vaihteiston avulla. Toimilaitteet voidaan jakaa portaattomasti ohjauviin ja on/off-toimisiin moottoreihin. Portaattomasti ohjattavia toimilaitteita ovat säätöventtiilien ja säätävien IV-peltien toimilaitteet. Sähköisten toimilaitteiden säätöviestien jännite on yleensä 0–10 V ja varsinainen käyttöjännite 24 V tai 230 V. (4, s. 28–29.)

Toimielimiä ovat rakennusautomaatiossa säätöventtiilit ja säätöpellit. Venttiili voi olla 2- tai 3-tieventtiili, ja sitä käytetään yleensä sekoitusventtiilinä lämmityspatterien yhteydessä. Näin pattereille menevän veden lämpötila saadaan vastaamaan sen hetkistä lämmöntarvetta. Säätöpelti taas on yleensä IV-koneen kanavassa kuristamassa johonkin kanavan osaan tai huoneistoon menevän ilman virtausta pienentäen näin ollen ilman määrää. Säätöpelti voi olla myös poistoilmakanavassa, millä saadaan huoneeseen esimerkiksi ylipainetta kuristamalla poistoilman määrää. (4, s. 30.)

4 SOVELLUKSEN TOTEUTUS JÄRJESTELMÄÄN

Automaatiojärjestelmän sovelluksen tekeminen aloitettiin Excelillä luomalla tarvittava konfigurointitiedosto. Konfigurointitiedosto löytyy valmiina pohjana ESV-Congif.xls-nimellä YIT:n rakennusautomaatiojärjestelmästä ja siitä muokataan jokaiselle automaatioprojektille oma tiedostonsa. Rautaruukin pellettisataman projektia varten tiedoston nimeksi muutettiin Satama_Kohde_Config.xls.

Kun konfigurointitiedosto eli pistelistaus oli saatu valmiiksi, aloitettiin alakeskuskuviin ja kaapelinvetoluettelon piirtäminen AutoCADilla. Alakeskuskuvat lähetettiin VAKin toimittajalle ja kaapelinvetoluettelo sähköurakoitsijalle. Tämän jälkeen aloitettiin logiikkaohjelman tekeminen ja valvomokuvien piirtäminen Citectin automaatiojärjestelmällä.

4.1 Konfigurointi

Tiedoston muokkaaminen aloitettiin Nodet-välilehdeltä. Aluksi lisättiin ja samalla varattiin nodeille eli UIO 032 -moduuleille omat numeronsa. UIO 032 -laitteet ovat alakeskukseen sijoitettavia fyysisiä I/O-prosessiasemia.

Nodet-välilehdessä on listattuna kaikki Rautaruukin nodet, jotka ovat YIT-automaatoratkaisujen (entinen Computec Oy) toimittamia. Kaikki tässä projektissa tarvitsemat nodet lisättiin listaan ja niiden nimeksi tulivat järjestyksessään Node204...Node210. Kuvassa 4 näkyy Nodet-välilehti ja siihen määritellyt ominaisuudet. Samalla määriteltiin verkko-osoitteen numero ja nimi. Verkko-osoitteen numeroksi määräytyi 36 ja nimeksi Satama_CWS1. Kuvassa 4 näkyvät xxx-merkillä olevat rivit ovat laajennuksia varten jätetty käyttämättä.

200	Node200	35	Kiertovesip_CWS1	3	UIO32_2
201	xxx				
202	xxx				
203	xxx				
204	Node204	36	Satama_CWS1	1	UIO32_2
205	Node205	36	Satama_CWS1	2	UIO32_2
206	Node206	36	Satama_CWS1	3	UIO32_2
207	Node207	36	Satama_CWS1	4	UIO32_2
208	Node208	36	Satama_CWS1	5	UIO32_2
209	Node209	36	Satama_CWS1	6	UIO32_2
210	Node210	36	Satama_CWS1	7	UIO32_2
211					

KUVA 4. Nodet-välilehti

Kaikille I/O-moduuleille täytetään oma Node-taulukkonsa, josta löytyvät kaikki projektissa tarvittavat fyysiset pisteet sekä muut hälytys- ja säädinpisteet. ESVConfig.xls-tiedostosta kopioitiin seitsemän kappaletta Node-pohjia konfigurointitiedoston välilehtiin. Kuvassa 5 on ensimmäisen välilehden alkuosa valmiiksi muokattuna.

UIO32_2

		YAK	SA:LI:R0013	Tunnus	Node204	S=skala 1=0-100 3=0-2000 5=0-500 7=0-200 9=-15-5 11= 0-8					IO= lot	
		NODE NRO	204	Alue	Satama	2= -50-50 4=0-10 6=0-1000 8=0-50 10= 0-600						
		LAITE	UIO32_2	Verkko		T=Trendi 1= kyllä -1= käänteinen (100-arvo)						
PVM		KOHDE	RR/Satama									
TEKIJÄ		PROJ NRO										
PL= Parametristaus 1,2,...= suodatuskoodi												
PISTE TYPE	Laite	Tunnus	TEKSTI SELITE	U	S	T	IO	PL	RK	Skala + IOtyyppi	Nro	TYPE
Kortti 1												
1	Äi	LK-14	TI111-B410	Menovesi lattialämmitys-verkosto	°C	1	1	1		0-100 Pt1000	1	H
2	Äi	LK-14	TI113-B420	Paluuvesi lattialämmitys-verkosto	°C	1	1	1		0-100 Pt1000	2	H
3	Äi	LK-14	PI114-T420	lattialämmitys-verkoston paine	Bar	4	1	6		0-10 0-10 V	3	H
4	Di	LK-14	FO112-G430	Lämpöjohtopumppu lattia sähkökeskus ok				11		Di indikoiti	4	H
5	Di	LK-14	FO112-G420	Lattialämmityspiirin Lämpöjohtopumppu köy				11		SNIMI?	5	H
6										SNIMI?	6	H
7										SNIMI?	7	H
8										SNIMI?	8	H
9	DO	LK-14	FO112-G420	Lattialämmityspiirin Lämpöjohtopumpun ohjaus							9	H
10	DO	JK-48.2	TC035-E520	Vedenjähdytin käyntiin Ohjaus							10	H
11											11	H
12											12	H
Kortti 2												
9	Äi	JK-48.2	TI031-B001	Ulkoilman lämpötila	°C	2	1	1		-50-50 Pt1000	14	H
10	Äi	LK-14	PI103-T430	IV-verkoston paine	Bar	4	1	6		0-10 0-10 V	15	H
11	Äi	LK-14	TI104-B480	Kaukolämpö tulo lämpötila	°C	1	1	1		0-100 Pt1000	16	H
12	Äi	LK-14	TI103-B430	Kaukolämpö paluu lämpötila	°C	1	1	1		0-100 Pt1000	17	H
13	Äi	LK-14	TI106-B410	Menovesi IV-verkosto	°C	1	1	1		0-100 Pt1000	18	H
14	Äi	LK-14	TI108-B430	Paluuvesi IV-verkosto	°C	1	1	1		0-100 Pt1000	19	H
15	Äi	LK-14	PI102-T480	Kaukolämpö tulo paine	Bar	4	1	6		0-10 0-10 V	20	H
16	Äi	LK-14	PI101-T430	Kaukolämpö paluu paine	Bar	4	1	6		0-10 0-10 V	21	H
9	DO										22	H
10	DO										23	H
11	DO										24	H
12	DO										25	H
Kortti 3												
17	Ao	LK-14	TI105-G480	Lämmitysventtiilin IV-Verkosto ohjausviesti	%	1	1	6		0-100 0-10 V	27	H
18	Ao	LK-14	TI110-G480	Lämmitysventtiilin lattialämmitysv. ohjausviesti	%	1	1	6		0-100 0-10 V	28	H
19	Di	LK-14	FO107-G430	Lämpöjohtopumppu IV sähkökeskus ok				11		Di indikoiti	29	H
20	Di	LK-14	FO107-G430	Lämpöjohtopumppu IV piiri köy				11		SNIMI?	30	H
21	Äi	JK-48.2	PI038-T530	Louhdutinpiirin paine	Bar	4	1	6		0-10 0-10 V	31	H
22	Di	JK-48.2	TC035-E520	Ohjaus- ja laitekeskus indikoiti 1				11		SNIMI?	32	H
23	Di	JK-48.2	TC035-E520	Ohjaus- ja laitekeskus indikoiti 2				11		SNIMI?	33	H
24	Di	JK-48.2	TC035-E520	Ohjaus- ja laitekeskus indikoiti 3				11		SNIMI?	34	H

KUVA 5. Node204-välilehti

Välilehti koostuu yläreunassa olevasta selittävästä informaatiosta, joka täytettiin ensimmäisenä. Sen jälkeen on lueteltu kaikki I/O-korttien sisältämät fyysiset pisteet sekä niiden ominaisuudet, muun muassa pisteen tyyppi (Ai, Ao, Di, Do) ja tunnus.

Yläreunassa olevien U-, S-, T-, IO- ja RK-sarakkeiden kohdalle täytettiin pisteen tarvitsemat tiedot. U-sarakkeeseen kirjoitettiin pisteen yksikkö. S-sarakkeeseen

laitettiin mittapisteen skaalaus, eli esimerkiksi, jos lämpötilan skaala on 0...100 °C, S-sarakkeeseen tulee numero 1. T-sarakkeesta saadaan trendikäyrät käyttöön, ja ne on mahdollista saada näkymään valvomosovelluksessa. IO-sarakkeessa määriteltiin I/O-tyyppi kuvan 6 mukaisesti.

IO= Iotyyppi	2=Ni1000	5=4-20mA	11=Di Ind
0=raaka arvo	3=NTC10k	6=0-10V	12=Di Häly.
1=Pt1000	4=0-20mA	7=Potikka	13=Di Imp

KUVA 6. IO-tyypit sarakkeeseen

Esimerkiksi ulkolämpötilaa mitattaessa yksittäisestä rivistä tulee seuraavanlainen (kuva 7). Prosessiaseman toiseen I/O-korttiin pisteeseen 9 on kytketty analogiatulona (Ai) ulkoilman lämpötila-anturi. Sen positiotunnuksena on TI091-B001, asteikkona Celsius ja skaala -50...50 astetta. Anturi on tyyppiltään Pt1000.

Kortti 2										
9	Ai	JK-48.2	TI091-B001	Ulkoilman lämpötila	°C	2	1	1		-50-50 Pt1000

KUVA 7. Esimerkkirivi Node204-välilehdellä

4.1.1 I/O-kanavat ja niiden määrittely

I/O-korttien kanavoiksi Node-taulukkoon asetettiin laite-, tunnus- ja tekstiselite-osiot LVI-suunnittelijan laatimien säätökaavioiden perusteella. Ensimmäisessä moduulissa eli Node204:ssa on käytössä kanavat lämmönjakokeskuksen (LK-14) ja jäähdytyskoneen (JK-49.8) pisteille. Node205 sisältää pelkästään yhden tuloilmakoneen (TK-48) tarvittavat pisteet ja Node206 sisältää kiertoilmakoneen (KK-48.1) pisteet. Tällä tavoin täytettiin kaikki nodet aina Nodeen 210 asti. Tässä pyritäänkin usein siihen, että yhden koneen kaikki fyysiset pisteet saataisiin liitettyä samalle nodelle, jotta esimerkiksi huoltotoimenpiteet olisivat helpommin tehtävissä loogisen järjestelyn ansiosta. Aina tämä ei kuitenkaan ole järkevää, koska harvoin tietyn koneen pistemäärä vastaa tarkasti yhden moduulin sisältämää määrää, joten ylimääräisiä ”hukkapisteitä” tulisi liikaa.

Jokaisen I/O-kortin universaalien kanavoiden lisäksi kaikille korteille on mahdollista yhdistää neljä kappaletta DO-ohjauksia eli relelähtöjä. Näitten avulla ohjataan esimerkiksi puhaltimet ja pumput käyntiin. Kuvassa 8 on kaksi kappaletta ohjauspisteitä, joilla ohjataan lattialämmityspiirin lämpöjohtopumppua sekä vedenjäähdytintä.

PISTE TYPE	Laite	Tunnus	TEKSTI SELITE	U	S	T	IO	PL	RK
Kortti 1									
1	Ai	LK-14	TI11-B410	Menovesi lattialämmitys-verkosto	°C	1	1	1	
2	Ai	LK-14	TI13-B420	Paluuvesi lattialämmitys-verkosto	°C	1	1	1	
3	Ai	LK-14	.PI14-T420	lattialämmitys-verkoston paine	Bar	4	1	6	
4	Di	LK-14	FO12-G430	Lämpöjohtopumppu lattia sähkökeskus ok				11	
5	Di	LK-14	FO12-G420	Lattialämmityspiirin Lämpöjohtopumppu käy				11	
6									
7									
8									
1	DO	LK-14	FO12-G420	Lattialämmityspiirin Lämpöjohtopumpun ohjaus					
2	DO	JK-48.2	.TC095-E520	Vedenjäähdytin käyntiin Ohjaus					
3	DO								
4	DO								

KUVA 8. Releohjaukset

Jokaiseen Node-taulukon lisättiin tarvittavat hälytyspisteet. Hälytyspisteille annettiin jokaiselle oma tunnus ja tekstiselite hälyttävän laitteen tai mittauksen mukaan. Kaikille hälytyspisteille täytyi myös asettaa hälytysrajat ja viiveaika. Kuvassa 9 on näkyvissä osa lämmönjakokeskuksessa ja vedenjäähdyttimessä olevista hälytyspisteistä.

15-5 11= 0-6							Hälyehto: (A<=B) AND (C OR D)		
0-600	IO= lotyyppi		2=Ni1000	5=4-20mA	11=Di Ind				
	0=raaka arvo		3=NTC10k	6=0-10V	12=Di Häly.				
	1=Pt1000		4=0-20mA	7=Potikka	13=Di Imp				
vodi									
Nro	TYPE	Laite	Tunnus	TEKSTI SELITE	Apusivu	C	Ana.Piste	VERTAILE	Raja
Hälytykset							Huom! 'Laite' tai 'Tunnus'-kentässä on oltava teksti, muuten piste ei liitetään Citectin häly		
							A		B
1	H								
2	H								
3	H	LK-14	FO112-X422	lattiapiiri Lämpöjohtopumppu ristiriitahälytys	satama_LK14	1			
4	H	LK-14	FO107-X432	IV-piirin Lämpöjohtopumppu ristiriitahälytys	satama_LK14	1			
5	H	LK-14	FO112-G430	Lämpöjohtopumppu IV sähkökeskus hälytys	satama_LK14	1			
6	H	LK-14	FO107-G430	Lämpöjohtopumppu lattian sähkökeskus hälytys	satama_LK14	1			
7	H	JK-48.2	.TC095-E520	Vedenjäähdytin tuvakytkin kiinni	satama_JK48.2	2			
8	H	JK-48.2	.TC095-E520	Vedenjäähdytin Yhteishälytys	satama_JK48.2	2			
9	H	JK-48.2	PI098-T530	Lauhdutinspiirin paine ylärajahälytys	satama_JK48.2	1	Ai21	>=	300
10	H	JK-48.2	PI092-T520	Jäähdytyspiirin paine ylärajahälytys	satama_JK48.2	1	Ai30	>=	300
11	H	JK-48.2	PI098-T530	Lauhdutinspiirin paine alarajahälytys	satama_JK48.2	1	Ai21	<=	100
12	H	JK-48.2	PI092-T520	Jäähdytyspiirin paine alarajahälytys	satama_JK48.2	1	Ai30	<=	100
13	H	LK-14	TI106-B410	Menovesi IV-verkosto ylärajahälytys	satama_LK14	2	Ai13	>=	900
14	H	LK-14	TI106-B410	Menovesi IV-verkosto alarajahälytys	satama_LK14	2	Ai13	<=	50

KUVA 9. Hälytyspisteet

Yleisimmät tarvittavat hälytykset liittyvät paineeseen ja lämpötilaan. Esimerkiksi IV-verkostolle menevän veden lämpötilalle annettiin 90 °C:n ylärajahälytys ja 5 °C:n alarajahälytys. Viiveeksi asetettiin yksi minuutti ja hälytysluokaksi määriteltiin 2. Hälytysluokkia on käytössä Citectissa kolme kappaletta. 1-luokka on kiireellisille ja vakaville, turvallisuuteen vaikuttaville hälytyksille, esimerkiksi palovaarahälytys, jos lämpötila tuloilmakanavassa menee yli 50 °C. 2-luokan hälytykset on tarkoitettu hälytyksille, jotka eivät ole niin vaarallisia ja 3-luokan hälytykset on tarkoitettu ei-kiireellisille ja vaarattomille hälytyksille. Esimerkiksi suodattimen tukkeutuminen aiheuttaa 3-luokan hälytyksen.

4.1.2 Säätimet ja rekisteripisteet

Node-taulukoihin lueteltiin myös kaikki prosessissa tarvittavat säätimet. Yleisimpiä säätimiä ovat lämpötilan ja paineen säätimet (kuva 10). Säätimistä kerrotaan tarkemmin luvussa 4.5, jossa käydään läpi yksityiskohtaisesti niiden toiminta.

Säätimet									
1	DDC	TK-48	TI072-B100_AS	Lämmityksen säädin	°C	1	1		
2	DDC	TK-48	PI0071-T701_AS	Kanavapaineen säädin	Pa	6	1		
3	DDC	TK-48	PI073-T200_AS	Sähkötilan paine-ero	Pa	6	1		
4	DDC								
5	DDC								
6	DDC								
7	DDC								
8	DDC								
Rekisteripisteet									
1	Ar	TK-48	FI070-T100	Tuloilmakanava Paine asetus säätimelle					
2	Ar			Tuloilman asetusarvo KK-48:ltä					N206_DDC
3	Ar								
4	Ar								
5	Ar								
6	Ar	TK-48	PI073-T200	Paine-eroasetus					
7	Ar								
8	Ar	TK-48	FI070-T100	Tuloilmapuhallin Paine-ero m3 grafiikalle					
9	Ar			Pakkaspudotusraja					
10	Ar			Pakkaspud. Asetusarv tr3					
11	Ar	TK-231	TC155-Q420	Lämmitysventtiilin Ohjausviesti säätimeltä					
12	Ar								
13	Ar	TK-48	FI071-T701	Tuloilmapuhallin Paine-ero skaalaus grafiikalle					
1	Dr	TK-49	FC131-G700	Tuloilmapuhallin käsin käy					
2	Dr	TK-49	FC131-G700	Tuloilmapuhallin käsin seis					
3	Dr	TK-49	TI132-B100	Tuloilman lämpötila Palovaara kuittaus					

KUVA 10. Säätimet ja rekisteripisteet

Rekisteripisteet ovat ohjelmallisia, analogisia (Ar) tai digitaalisia (Dr) pisteitä. Näitä pisteitä käytetään logiikkaohjelmassa ja valvomosovelluksen näytöllä. Ar-pisteet ovat usein esimerkiksi jonkun analogiatulon skaalaus grafiikalle tai asetusarvoja säätimelle. Dr-pisteitä ovat muun muassa palovaaran kuittaus tai puhaltimen käsivalintaohjaukset Käy ja Seis valvomon grafiikkakuvissa.

4.2 Alakeskuskuvien piirtäminen AutoCADilla

Valvonta-alakeskusten (VAK) toimittajalle täytyy piirtää ja lähettää laitekuvauspiirustus sekä johdotus- ja kytkentäkaaviokuvat alakeskuksesta hyvissä ajoin ennen varsinaisten asennustöiden aloittamista. Johdotus- ja kytkentäkaaviot piirrettiin AutoCAD-suunnitteluohjelmalla ja näiden kuvien mukaan valmistettiin alakeskukset.

VAK:iin tulevia laitteita ovat UIO 032 -moduulit, MRE-releyksiköt, jäätymisvaarasuojat (JVS), riviliittimet, TE- ja PE-maadoituskiskot, muuntaja 230VAC/24VDC, tarvittavat sulakkeet, pistorasiat CWS-moduuleille sekä pää-

kytkin Q1. Liitteessä 1 on nähtävissä ensimmäisen sähkötilan alakeskuksen, tunnukseltaan +SA-LI.R0013, laitekaaviopiirustus. Liitteessä 2 on nähtävissä johdotus- ja kytkentäkaaviokuva samasta VAK:sta.

Konfigurointitaulukon pohjalta piirrettiin myös sähköasentajille tarkoitettu kaapelinvetoluettelo. Luettelo piirrettiin AutoCADilla, ja se sisälsi informaation kaikista automaatiolaitteiden tarvitsemista kaapeleista eli mistä ja minne kaapelit vedetään. Rautaruukki toimitti tarkat kaapeleiden yksilöidyt nimet, joita käytimme kaapelivetoluettelossa. Esimerkkisivu kaapelinvetoluettelosta löytyy liitteestä 3, jossa on Noden 206 ensimmäisen I/O-kortin pisteet ja yksi relelähtö, jolla ohjataan kiertoilmapuhallin käyntiin.

4.3 Valvomon grafiikoiden piirtäminen

Valvomoon tulevien grafiikkakuvien piirtäminen suoritettiin Citect graphic builder -nimisellä ohjelmalla. Apuna piirtämisessä oli LVI-suunnittelijan laatimat säätökaaviot, joiden pohjalta oli helppo lähteä sijoittelemaan laitteet oikeille paikoille ilmanvaihtokanaviin ja putkistoihin. Piirtämisessä käytettiin hyväksi myös vanhoja grafiikkakuvia Rautaruukin muista rakennusautomaatiojärjestelmistä, joista pystyttiin katsomaan, että tyyli pysyi samana valvomokuvissa.

Valvomon grafiikkakuvien piirtäminen pitää sisällään niin kuvien piirtämisen kuin mittaus- ja ohjauspisteiden parametrien lisäämisen. Jokaiselle anturille ja mittauspisteelle tulee valvomokuvaan oma pisteensä ja siihen liitetään myös anturin osoittama lukema. Tämä lukema näkyy vihreänä tekstinä mustan laatikon sisällä. Samalla tavalla myös ohjausviestin suuruus prosentteina laitetaan näkymään valvomografiikkokuvaan sinisellä tekstillä ohjattavan laitteen viereen. Asetusarvojen syöttö tapahtuu kirjoittamalla lukema sille varattuun tilaan.

Laitteiden, kuten pumppujen ja puhaltimien, indikoinnit tulevat näkyviin vihreänä värinä laitteen käydessä. Puhaltimille ja usein myös lämpöjohtopumpuille on olemassa oma käyttöpaneelinsa valvomokuvissa, joista voidaan valita automaatti- tai käsiohjaus. Säätimet saadaan avattua valvomokuvassa olevista symboleista, joissa on suurennuslasi ja käden kuva. Hälytykset tulevat myös näkyviin valvomokuvaan vilkkuvina punaisina symboleina sen laitteen tai anturin

viereen, mistä hälytys on peräisin. Jokaisessa valvomokuvassa on näkyvissä myös ulkoilman lämpötila vasemmassa yläkulmassa.

Kuvia tuli yhteensä 13 kappaletta, joista kolme on tuloilmakoneiden kuvia, kaksi kiertoilmakoneiden kuvia, kaksi jäähdytyskojeiden kuvia, neljä lämmönjakokeskusten kuvia, yksi erillishälytysten kuva ja valvomon päänäyttökuva. Koska sataman molemmat sähkötilat sisälsivät lähes samanlaiset LVI-laitteistot ja tämän vuoksi myös valvomon grafiikkakuvat ovat lähes identtiset, liitteissä 4–9 on vain toisen sähkötilan grafiikkakuvat.

Liitteistä löytyvät valvomokuvat, joista ensimmäinen on valvomon päänäyttö (liite 4), seuraavana on kuva tuloilmakoneesta TK-48 (liite 5). Liitteessä 6 on kuva kiertoilmakoneesta KK-48.1 ja liitteessä 7 on yksi kuva jäähdytyskojeesta JK-48.2. Seuraavat kaksi kuvaa ovat lämmönjakokeskuksesta LK-14 (liite 8) ja viimeisenä on valvomokuva erillishälytysluettelosta liitteessä 9.

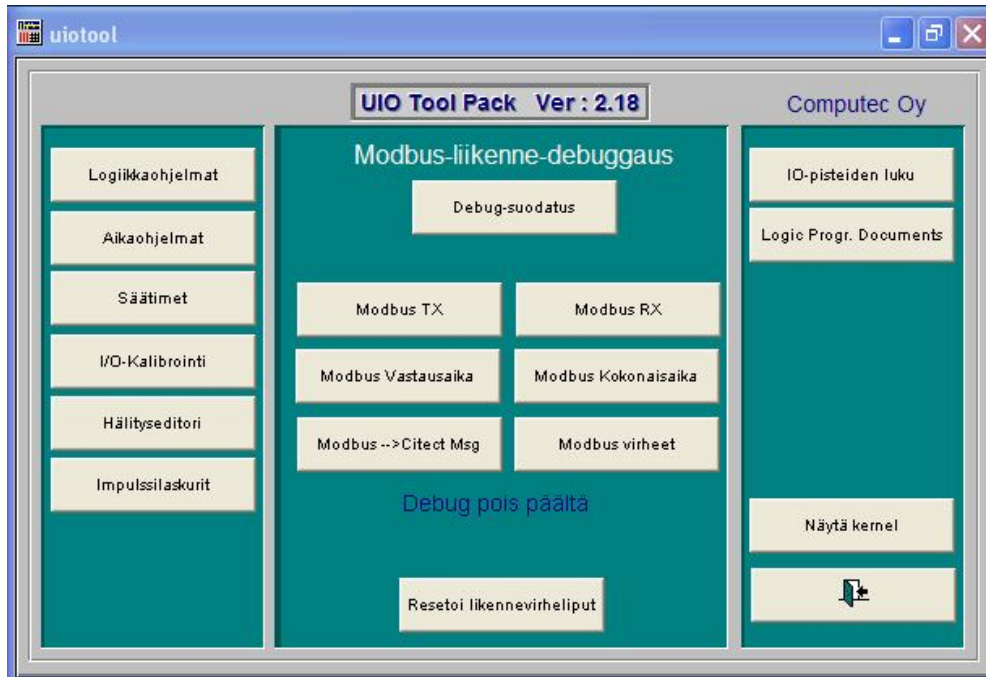
4.4 Logiikkaohjelmointi

Yleensä rakennusautomaatio-ohjelmia tehdessä sovelletaan erittäin paljon vanhoja ja hyväksi todettuja ohjelmia. Näitä jo käytössä olevia ohjelmia pyritään muokkaamalla saamaan käyttöön uuteen ympäristöön mahdollisimman pienellä vaivalla. Tämän etuna on monesti se, että ohjelmia tehdessä voidaan helposti korjata vanhassa ohjelmassa jo olevat virheet. Toisaalta tämän haittana on se, että ohjelmat saattavat jämähtää paikalleen ja jäädä kehityksestä jälkeen.

Tässäkin projektissa käytettiin hyväksi YIT:n automaatoratkaisujen toimittamaa ja käytössä olevaa rakennusautomaatiologiikkaa Rautaruukin kiertovesipumppaamolle. Usein jo olemassa olevat lämmönjakokeskukset ja tuloilmakoneet ovat hyvin pitkälti samanlaisia kuin uudet rakennetut, niin fyysisiltä olemuksiltaan kuin vaatimuksiltaan. Näin kävi myös sataman kohteen ja kiertovesipumppaamon välillä. Näin ollen on järkevää lähteä muokkaamaan jo valmiina olevia logiikkarivejä.

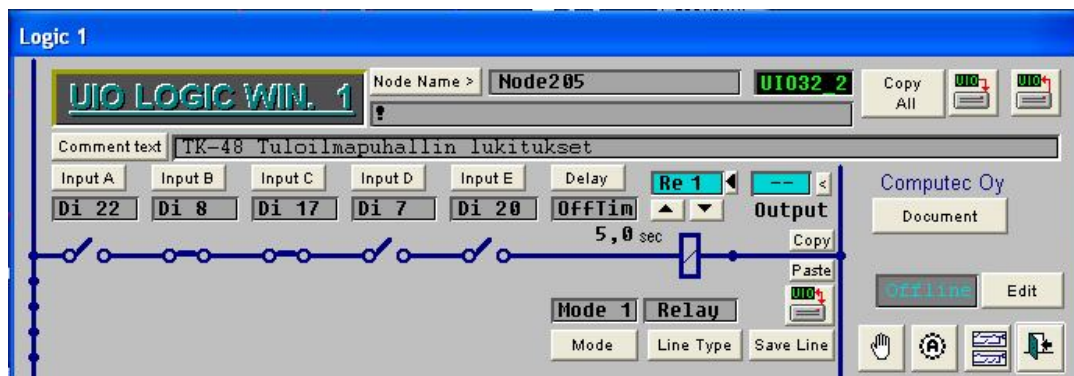
Logiikkaohjelmointi aloitettiin käynnistämällä Citect-SCADA-rakennusautomaatio-ohjelmisto. Ohjelman valikosta löytyvän UIO Tool Pack -työkalusta päästiin logiikkaohjelmointiin avaamalla vasemmassa yläkulmassa

oleva *Logiikkaohjelmat*-linkki (kuva 11). Valikosta päästään myös muokkaamaan muun muassa aikaohjelmia, säätimiä sekä lukemaan ja kalibroimaan I/O-pisteitä.



KUVA 11. UIO Tool Pack -ohjelmointityökalu

Logiikkaohjelmat-linkin kautta avautui seuraavanlainen releriviohjelmointiin tarkoitettu työkalu, joka näkyy kuvassa 12.

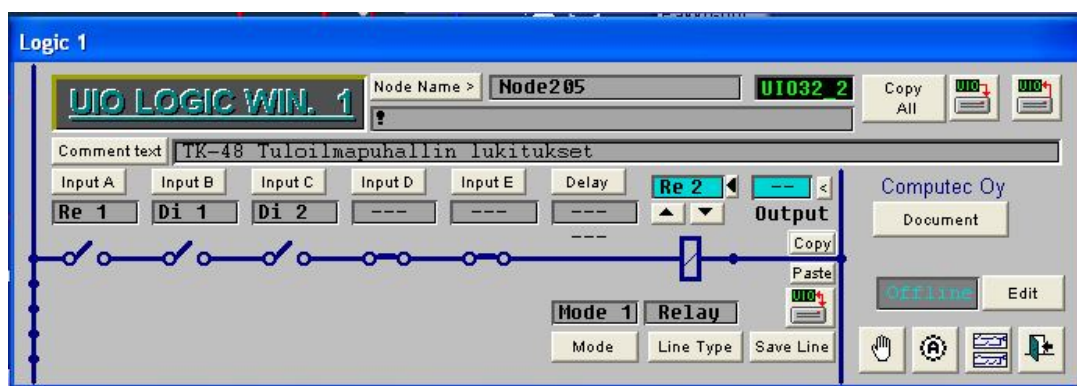


KUVA 12. Tuloilmahuuhaltimen lukitukset

Kuvassa 12 on Noden 205 tuloilmakoneen TK-48 lukitukset. Tietyt ehdot, jotka näkyvät digitaalisina tuloina (esimerkiksi tässä digitaaliset tulot 22, 8, 17, 7, 20), täytyvät olla aktiivisena, ennen kuin lähtö toteutuu.

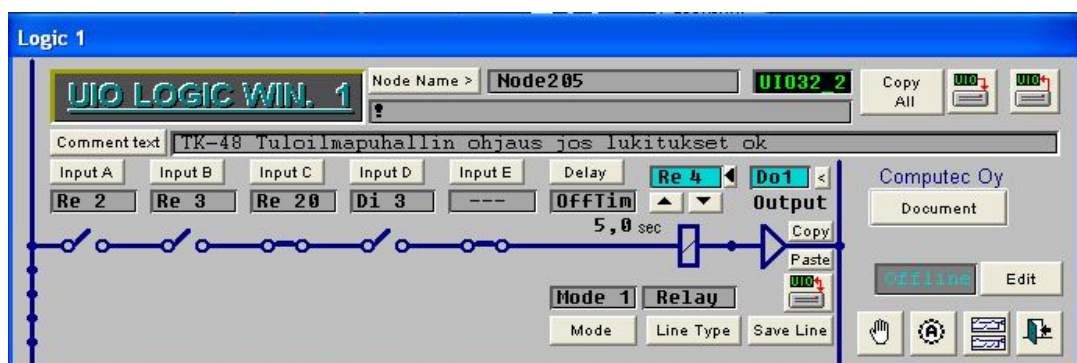
Jokaiseen lähtöön voidaan lisätä myös viivettä *Delay*-kohtaan. Aikaviive voi olla esimerkiksi veto- tai päästöhidastettu. Relerivin haluttu toiminta voidaan muokata *Line Type* -linkin kautta, josta on valittavissa muun muassa seuraavanlaisia vaihtoehtoja: Latch (lukkopiiri), FlipFlop (kiikku), Counter (laskuri), Compare (vertailupiiri), Ramp (ramppi) sekä yleisimmät laskutoimituspiirit. *Mode*-valikon alta voidaan valita logiikkarivin muoto, esimerkiksi AND- ja OR-toiminnot.

Jokaisen relerivin lähtöä voidaan käyttää muissa relerivipiirissä myös tulona. Seuraavassa kuvassa (kuva 13) edellisen relerivin lähtöä käytetään toisella relerivillä tulona. Se käyttäytyy samalla tavalla kuin digitaaliset tulot Di 1 ja Di 2.



KUVA 13. Relerivi 2

Seuraavassa kuvassa on näkyvillä relerivi 4 (kuva 14). Siinä tapahtuu tuloilmapuhaltimen käyntiin ohjaus. Relerivit 2, 3 ja 20 sekä digitaalinen tulo Di 3 ovat ehtoina puhaltimen käynnistykselle.



KUVA 14. Tuloilmapuhaltimen ohjaus

Tuloilmapuhaltimen ohjaus tehdään säätökaaviossa annettujen lähtötietojen mukaan. Ehtoina säätökaavion mukaan tuloilmapuhaltimen TK-48 toiminnalle

ovat muun muassa se, että pumput käyvät, raitisilmapelti on auki, hätäseis-
kytkin ei ole painettuna ja lämmityspattereiden paluuvesilämpötila on yli aset-
tun alarajan. Mikäli yksikään näistä ehdoista ei toteudu, tuloilmapuhallin sam-
muu ja järjestelmään tulee hälytys.

Releriveillä ohjataan myös puhaltimien ja pumppujen lisäksi ilmanvaihtokana-
van peltejä. Koneiden käydessä pellit ovat auki ja tuloilmakoneen ollessa py-
sähdyksissä ovat ulkoilman tuloilmapelti ja poistoilman ylipainepelti kiinni. Pa-
loilmoitinjärjestelmän hälyttäessä kone pysähtyy ja ulkoilmapelti ja poistoilma-
kanavan ylipainepelti sulkeutuvat välittömästi.

Tähän samaan tyyliin tehtiin jokaiselle ilmanvaihto-, kiertoilma- ja jäähdytysko-
neiden puhaltimille, pumpuille ja ilmanvaihtokanavan pelleille omat logiikkari-
vinsä, jotka ohjaavat rakennusautomaatiota säätökaavioissa annettujen ohjei-
den mukaan. Kaikki releriviohjelmat ovat myöhemmin muutettavissa olevia.

4.5 DDC-säätimet

UIO 032 -prosessiasemassa on kahdeksan säädintyyppiä käytössä. Valittavina
ovat seuraavat säädintyypit: perussäädin normaalisäädölle, perussäädin jääh-
dytykselle, lämminkäyttövesi säädin, rajoitussäädin, kaskadisäädin, lämpöjoh-
toverkko säädin ja kastepiste säädin. (11, s. 48.)

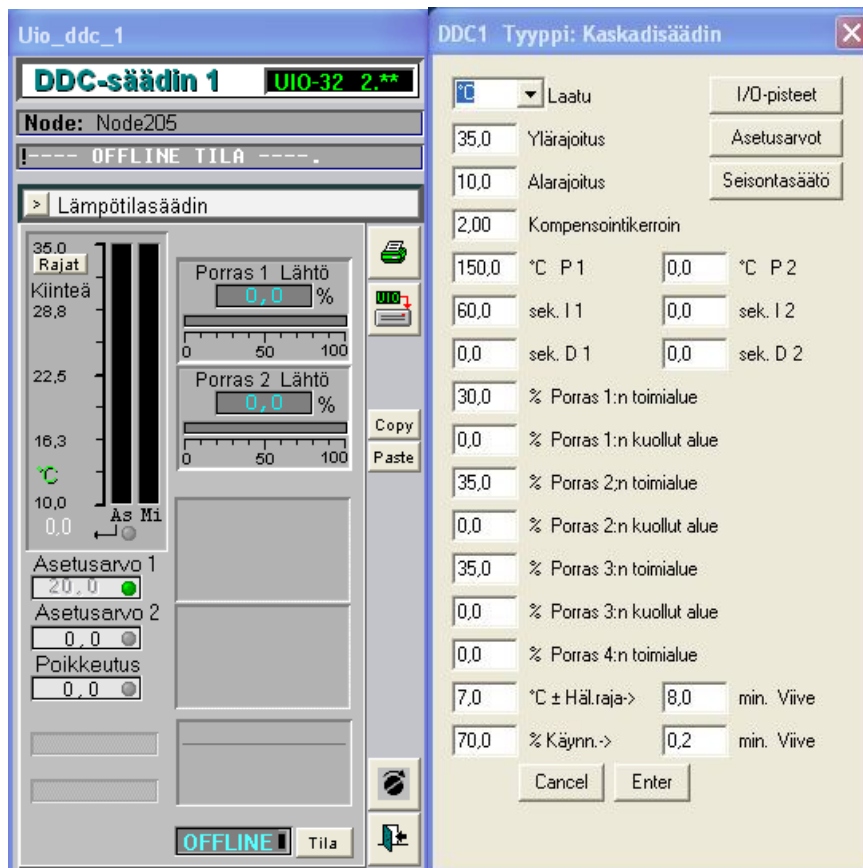
Sataman prosessissa kaikki käytetyt säätimet olivat joko perussäätimiä tai kas-
kadisäätimiä. Säätimet ovat valmiiksi kuvattu, ja näyttötaulu on valmiiksi määri-
tetty. Käyttäjän pitää vain antaa parametrit, jotka ohjaavat säätimen toimintaa.
Seuraavassa kuvassa (kuva 15) on DDC-säätimien valikko.



KUVA 15. DDC-säätimien valikkokuva

Valikkoikkunaan *Node nimi* -kohtaan syötetään noden numero, jolle säädin halutaan rakentaa. Jokaiselle nodelle on mahdollista liittää maksimissaan kahdeksan säädintä.

Kuvassa 16 näkyvät Noden 205 lämpötilasäätimen säädinikkuna ja parametrien asetteluikkuna. PI-säädintä käytetään lämpötilasäätöön tuloilmakoneessa TK-48. Säätimen asetusarvona on tuloilman asetusarvo, ja se ohjaa lämmitys- ja jäähdytyspattereiden venttiileitä halutun lämpötilan mukaan portaittain. Muita säätimiä tuloilmakoneessa TK-48 ovat kanavapaineen säädin ja sähkötilan paine-erosäädin.



KUVA 16. Säädin- ja parametri-ikkuna

Oikean yläkulman *I/O-pisteet*-valikon kautta päästään muokkaamaan säätimen tarvitsemia *I/O-pisteitä*. Kuvan 16 säätimessä tulona on tuloilman lämpötilanturin analogiatulo ja lähtönä kaksi analogiaviestiä, joilla ohjataan lämmitys- ja jäähdytysventtiileitä portaittain. Portaiden vaikutusta voidaan säädellä parametri-ikkunassa.

Säädintä voidaan virittää muokkaamalla P1- ja I1-parametreja. Tämä muokaus tehdään yleensä vasta koneen käydessä, jotta saadaan mahdollisimman hyvät ja luotettavat säädöt aikaan. Lämpötilansäätöön vaikuttavat monet tekijät, muun muassa lämmitettävän huoneen tilavuus sekä lämmityspattereiden koko ilmanvaihtokanavassa. Tämän vuoksi ei ole olemassa selkeitä ohjearvoja parametreille P1 ja I1. Tavoitteena on saada aikaan mahdollisimman nopeasti lämpötilanmuutoksiin reagoiva säätö. Kun pyritään nopeaan säätöön, lähtee säätimen lähtöarvo helposti huojumaan. Huojunta on poistettavissa hidastamalla säätöä. Tämän vuoksi on löydettävä säätöön kompromissi, jossa lämpötilanmuutos on tarpeeksi nopea, mutta stabiili.

Esimerkkinä olevan tuloilmakoneen TK-48 lämmityksen säätö toteutetaan portaittain. Koneen käydessä ensiksi etulämmityspatterin säätöventtiili lukitaan auki. Tuloilman lämpötila pidetään asetusarvossaan ohjaamalla sarjassa jäähdytyspatterin ja lämmityspatterin säätöventtiilejä. Lämmitystarpeen kasvaessa ensimmäisenä portaana sulkeutuu jäähdytyspatterin säätöventtiili ja toisena portaana avautuu lämmityspatterin säätöventtiili. Asetusarvo seuraa kiertoilmakoneen KK-48.1 tuloilman asetusarvoa. Tuloilmakoneen TK-48 seistessä lämmityspatterien paluuvesien lämpötila pidetään asetusarvossaan ohjaamalla lämmityspatterien säätöventtiilejä.

Puhaltimen yli vaikuttavasta paine-erosta saadaan laskettua ilmavirtausmäärä, kun kanavan poikkipinta-ala tiedetään. Tätä virtausmäärää säädetään kanavapaineensäädöllä. Kanavapaineensäädin ohjaa puhaltimen kierrosnopeuksia taajuusmuuttajan kautta. Paine-ero sähkötilassa saadaan pidettyä asetusarvossaan paine-erosäätimen avulla. Säädin ohjaa analogiaviestin välityksellä poistoilman säätöpeltiä. Tähän tyyliin jokaiselle tulo- ja kiertoilmakoneelle sekä poistoilmakanavan säätöpelleille tehtiin omat säätimensä, jotka ohjasivat sähkötilojen lämmitystä ja ilmanvaihtoa.

5 ASENNUSTYÖT JA KÄYTTÖÖNOTTO

Opinnäytetyö sisälsi myös valvonta-alakeskuksen (VAK) ja kenttälaitteiden asentamisen ja kytkemisen. Ennen varsinaisten asennustöiden aloittamista tilattiin piirrettyjen kuvien perusteella keskuksat molempiin sähkötiloihin ja toimitettiin sähköasentajalle kaapelinvetoluettelot.

Asennusvaiheen jälkeen oli vuorossa testaus ja käyttöönotto. Testaukset tehtiin aluksi omatoimisesti ja korjailtiin löytyneitä puutteita. Testauksen jälkeen oli vuorossa I/O-pisteiden tyyppin valinta ja kalibrointi haluttuun skaalaukseen. Kun laitteet oli saatu toimintakuntoon, pidettiin varsinaiset toimintakokeet, joissa valvoja tarkasti testauspöytäkirjan mukaisessa järjestyksessä laitteiden toiminnan.

5.1 Kenttälaitteiden asentaminen

Asennukset aloitettiin viemällä VAK-kaapit paikan päälle ja asentamalla ne niille varattuihin paikkoihin. Molemmat tässä projektissa olleet VAK:t ovat kaappimaisia, seinään asennettavia yksiköitä. Asennus suoritettiin yhdessä sähköasentajien kanssa, ja he myös kytkivät 230 V jännitteen muuntajalle sekä pääkytkimelle.

Molempien sähkötilojen VAK-kaapit tulivat samaan tilaan ilmanvaihtokoneiden ja lämpökeskuksen kanssa. Tämä auttoi sähköasentajia kaapelivedossa ja meitä automaatioasennuksessa, koska mittauspisteiden ja toimilaitteiden testaaminen oli helpompaa laitteiden läheisyyden vuoksi. VAK-kaapit ovat pölysuojattuja, joten sen ei pitäisi aiheuttaa ongelmia, vaikka ne ovatkin samassa tilassa muiden LVI-laitteiden kanssa. Yleensä kaapelit viedään VAK-kaappiin yläkautta, mutta Rautaruukin vaatimuksesta johtuen kaikki kaapelit tuotiin kaappiin alakautta.

Kenttälaitteiden asentaminen aloitettiin merkkaamalla teipillä antureiden ja toimilaitteiden paikat säätökaavion mukaisiin paikkoihin. Merkkaus on tärkeää, koska se auttaa myös sähköasentajia, jotta he tietävät vetää oikean kaapelin oikeaan paikkaan.

Antureiden asentamisessa oli huomioitava muutamia seikkoja, muun muassa se, että lämpötila-anturit (kuva 17) ilmanvaihtokoneissa eivät tulleet heti lämpöpatterin viereen ja ne asennettiin keskivaiheille ilmanvaihtokanavaa mahdollisimman totuudenmukaisen mittaustuloksen varmistamiseksi. Myös paineanturit täytyi sijoittaa riittävän etäälle puhaltimista, että saadaan tarpeeksi tasainen ja todellinen painemittaus aikaan kanavasta.



KUVA 17. Produalin Pt 1000 lämpötila-anturi (12)

Toimilaitteita ja erityisesti venttiilimoottoreita (kuva 18) asentaessa tuli huomioida karan asento, jotta laite toimisi oikein. Jos venttiili oli kiinni, toimilaitteen vipu piti ensin kääntää manuaalisesti kiinni asentoon ja sen jälkeen pystyttiin laittamaan moottorin ja karan välinen akseli paikalleen ja ruuvaamaan moottori kiinni venttiiliin.



KUVA 18. Venttiili ja Belimon toimilaite (13)

Ilmanvaihtokanavan peltien jousipalautteisia moottoreita (kuva 19) asentaessa täytyi tarkistaa peltien asento, koska pelleistä ei nähnyt ulospäin ensisilmäyksellä sitä, oliko pelti auki vai kiinni. Tämä saatiin kuitenkin selvitettyä avaamalla kanavan luukku, josta nähtiin peltien asento.



KUVA 19. Belimon peltimoottori (14)

5.2 Kenttälaitteiden kytkentä

Asennuksen jälkeen oli vuorossa kenttälaitteiden ja alakeskuksen kytkentä. Kytchentäytöt aloitettiin kytkemällä VAK:n ja kenttälaitteen väliset kaapelit. Työt jakaantuivat yleensä siten, että toinen asentaja kytki VAK:n päästä kaapelit ja toinen oli kentän päässä kytkemässä kenttälaitteita.

Eniten käytetty kaapeli tässä kohteessa oli Nomak-asennuskaapeli. Nomakissa on kaksi johdinparia, ja pari jakaantuu punaiseen ja oranssiin johtimeen. Mittausantureihin, joihin ei tarvittu jännitteen syöttöä, kytkettiin vain yksi johdinpari, oranssi ja valkoinen johdin. Tällaisia antureita olivat muun muassa lämpötila- ja paineanturit, joissa ei ollut laitteen kotelossa mittaustulosta näytettävää näyttöä. Jos jännitteen syöttö tuli, se kytkettiin parikaapelin toisella parilla laitteen miinus- ja plusnapaan. Tällaisia laitteita olivat muun muassa näytölliset paineanturit (kuva 20).



KUVA 20. Produalin paine-erolähetin (15)

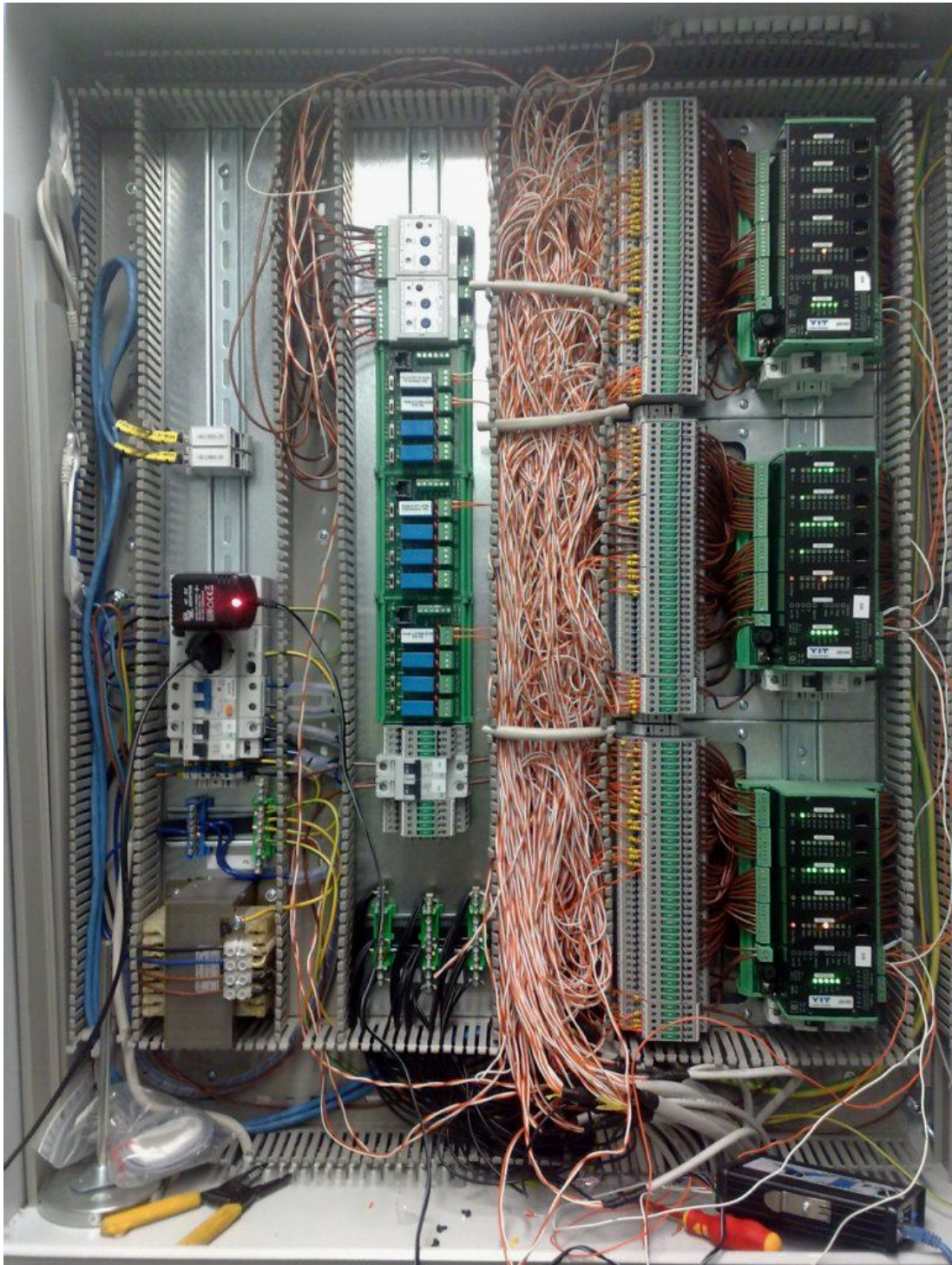
Venttiilien ja peltien toimilaitteet tarvitsivat ohjausviestin ja jännitteen syötön. Ohjausviesti oli kaikissa tämän kohteen tapauksissa 0–10 V. Kun ohjaus on 10 V, venttiili tai pelti on täysin auki. Käyttöjännite toimilaitteilla on joko 24 V tai 230 V. Sataman sähkötilojen kaikki venttiili- ja peltimoottorit olivat 24 V:n toimilaitteita. Palopelleiltä riitti pelkkä indikointi ja se saatiin kytkemällä yksi johdinpari palopellin mikrokytkimeen. Kun palopelti laukeaa, virtapiiri katkeaa ja näin tulee

hälytys järjestelmään. Kytkentä on yleensä sarjakytkentä ja siinä saattaa olla useita peltejä samassa sarjassa.

VAK:n kytkentä aloitettiin kuorimalla kaappiin tulevat kaapelit. Kun kaapelit oli saatu kuorittua, jokaisessa kaapelissa oleva häiriönsuojajohdin suojattiin kuristesukalla ja kytkettiin nippuihin käärittynä TE- eli häiriönsuojakiskoon.

Sähkömies oli merkannut VAK-kaappiin tulevat johdot hyvin, mikä auttoi kytkentää. Kytkennässä ei tullut minkäänlaisia ongelmia. I/O-signaalit ja jännitteen syöttö kenttälaitteille kytkettiin kaikki riviliittimiin kytkentäkuvien perusteella. Riviliittimet olivat valmiiksi kytketty johtimilla UIO 032 -moduuliin VAK-kaapin valmistajan toimesta. I/O-kortteihin, joissa tarvittiin digitaalisia lähtöjä maksimissaan 230 V, kytkettiin MRE-releyksikkö. Relelähtöjä käytetään yleisesti muun muassa suorissa pumppujen ohjauksissa. Kaapelina I/O-kortin ja releen välillä oli RJ-45-tyyppinen parikaapeli.

Kuvassa 21 on nähtävillä VAK asennusvaiheessa. Kuvan oikeassa reunassa on kolme kappaletta DIN-kiskoon asennettua UIO 032 -prosessiasemia ja sen vieressä riviliittimet, joihin kenttälaitteilta tulevat kaapelit kytketään. Kuvassa keskellä ylhäällä on kaksi valkoista Proidualin jäätymisvaaratermostaattia malliltaan JVS 24. Niiden alla on kolme MRE-releyksikköä.



KUVA 21. Valvonta-alakeskus asennusvaiheessa

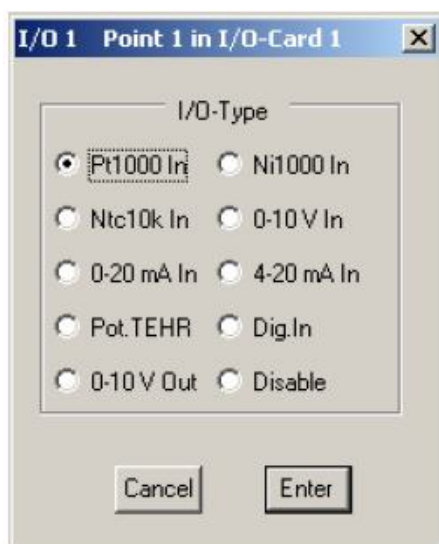
VAK:n oveen asennettiin lisäksi vielä kosketusnäytöllinen, erittäin litteä PC-tietokone. PC:llä saadaan CWS:n ja Internet-selaimen avulla luotua yhteys valvomoon, josta voidaan seurata rakennusautomaation toimintaa. Kohteeseen asennettiin molempiin sähkötiloihin PC:t johtuen pitkistä välimatkoista Rautaruukin valvomoon. Jos käyttökäytökunta menee tekemään esimerkiksi huolto-

toimenpiteitä ilmanvaihtokoneisiin ja niiden antureihin, kohteen vieressä oleva operointinäyttö helpottaa työtä paljon.

5.3 Testaus ja käyttöönotto

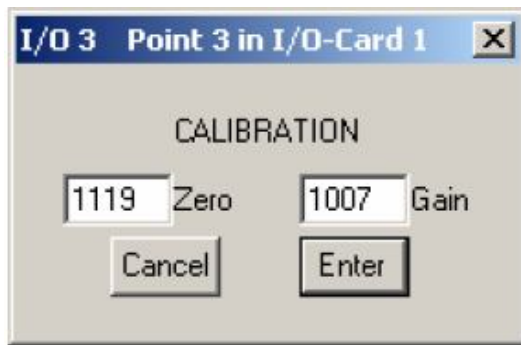
Kun asennus ja kytkentätyöt oli saatu valmiiksi, oli testauksen ja käyttöönoton aika. Käyttöönotto aloitettiin kytkemällä CWS eli verkkoasema, jolla Modbus/CWS-väylän avulla luodaan yhteys UIO 032 -prosessiasemaan. Yhteys saatiin kytkemällä kolme paria parikaapelia. Yksi pari kaapelista on tulevaa dataa varten ja toinen pari lähtevää dataa varten. Kolmannella parilla tuodaan CWS:lle käyttöjännite. Rautaruukin päävalvomoon ollaan yhteydessä CWS:ltä tiedonsiirtokaapelin Ethernet-liittimen avulla.

CWS-verkkoaseman kytkemisen jälkeen oli vuorossa jokaisen mittauspisteen kalibrointi. Kalibrointi suoritettiin ESV_Uio_Tool-ohjelmalla. Jokaisen fyysisen I/O-pisteen tyyppi piti ensin valita ja valinnan jälkeen kalibroida. Tämä tehtiin painamalla pisteen *Set I/O-x TYPE* -painiketta. Tästä ikkunasta (kuva 22) valittiin kyseisen I/O-pisteen tyyppi. Mikäli pistettä käytettiin digitaalisena lähtönä, pisteen tyyppi sai olla mikä tahansa. Analoginen lähtö piti valita ikkunasta, jos sitä haluttiin käyttää.



KUVA 22. I/O-pisteen tyyppin valinta

Pisteen kalibrointitiedot saatiin näkymään painamalla *Calib. I/O-x* -painiketta, josta avautui kuvan 23 mukainen ikkuna.



KUVA 23. Kalibrointitiedot Zero ja Gain

Jokainen kalibroitavissa oleva I/O-tyyppi oli valmiiksi kalibroitu. Kalibrointeja jouduttiin kuitenkin muuttamaan, kun haluttiin vaihtaa esimerkiksi lämpötila-anturin Pt1000 mittaus näyttämään muita kuin oletuksena oleva arvoja 500...1200, joka vastaa lämpötilan lukemia 50...120 °C. *Zero*-lukua muuttamalla voidaan vaikuttaa mittauspisteen nollakohtaa, ja *Gain*-luku vaikuttaa vahvistukseen.

CWS:n kytkemisen ja mittauspisteiden kalibrointien jälkeen oli vuorossa jokaisen I/O-pisteen testaaminen. Aluksi testattiin kaikki digitaaliset tulot ja analogiset anturit ja lähettimet. Lämpötila-anturit testattiin oikosulkemalla anturissa olevat navat ylimääräisellä johtimella. Tämä sai aikaan mittausarvossa suuren muutoksen, joten tällä tavalla pystyttiin varmistamaan se, että asennettu anturi toimi ja oli positioltaan oikea.

Paineanturit testattiin irrottamalla tulo- eli pluspuolen paineletku ilmanvaihtokanavasta ja tukkimalla se. Tällä tavoin kyseisen paineanturin mittausarvo lähti jyrkkään nousuun, mikä pystyttiin tarkistamaan operointinäytöltä sekä anturin näytöltä.

Suodattimien paine-erolähettimet testattiin esimerkiksi puhaltamalla pluspuolen letkuun ja tarkistamalla, että tulee hälytys, kun paine nousee asetetun, tilaajalta saadun rajan yli. Raja oli tyypillisesti 100...200 Pascalin välissä.

Tulipalon tullessa palopeltien täytyy laueta ja valvomoon pitää tulla tilatieto näiltä pelleiltä. Varsinaista palopeltien toiminnan testausta palotilanteessa luonnollisestikaan ei voitu tehdä, mutta palopellit testattiin laukaisemalla käsin jousiviritteiset palopellit. Näin saatiin hälytys ja tilatieto palopeltien asennosta valvojärjestelmään.

Seuraavaksi oli vuorossa lähtöjen testaamisen vuoro. Aluksi testattiin venttiilit ajamalla niitä ääriasentoihin ja tiettyyn ohjausprosenttiin asti ja tarkastamalla venttiilin asennosta, että näin kävi. Venttiileistä täytyi tarkastaa myös toimintasuunta. Ilmanvaihtokanavien säätöpeltien toimilaitteet testattiin samaan tapaan. Näiden peltien avulla sähkötiloissa pidetään yllä pientä ylipainetta.

Digitaalisista lähdoistä testattiin ensimmäiseksi peltimoottorit ja pumpput. Peltimoottoreista testattiin se, että pelti aukeaa ja palautinjousi palauttaa pellin takaisin kiinni. Suurin osa ilmanvaihtokanavan pelleistä oli jousipalautteisia. Pumppuja testatessa huomattiin, että osa niistä pyöri väärään suuntaan. Tämä asia saatiin korjattua kutsumalla sähkömies paikalle. Sähköasentaja vaihtoi pumppujen pyörimissuuntaa sähkökeskuksesta.

Puhaltimien testaus aloitettiin ottamalla moottoreista parametrit ylös. Tarvittavat parametrit löytyivät moottorien arvokilvistä. Parametrit, joita olivat jännite, maksimivirtamäärä, kierrosluku, teho ja tehokerroin, syötettiin taajuusmuuttajiin. Näin taajuusmuuttaja osaa laskea puhaltimille syötettävän tehon ja taajuuden pyörimisnopeuden säädön mukaan. Kun parametrit oli saatu syötettyä taajuusmuuttajiin, puhaltimia testattiin ensin pienillä kierroksilla ja niiden pyörimissuunta tarkistettiin. Kaikki oli hyvin puhaltimien osalta ja kierroksia uskallettiin nostaa vaiheittain.

Testaukseen kuuluivat myös muiden laitteiden indikointien toiminnan tarkastaminen, hätäseis-toiminnan kokeilu ja jäätymisvaara-antureiden testaaminen. Jäähdytyskoneista kokeiltiin hälytyksiä ja varmistettiin niiden toiminta. Säädinten toimintaa testattiin muuttamalla asetusarvoja ja seuraamalla, että säädinten lähdöt muuttuivat halutulla tavalla.

Ennen virallisten toimintakokeiden alkua kaikki automaatiolaitteet tuli merkitä positiotunnuksen mukaisilla lätkillä. Lätkät olivat yksinkertaisia, kovapintaisia

tarroja, jotka liimattiin kenttälaitteiden välittömään läheisyyteen helpottamaan kenttälaitteiden tunnistamista. Kun tämä kaikki oli valmista ja laitteet sekä järjestelmä toimintakunnossa, oli virallisten toimintakokeiden aika.

Toimintakokeissa valvoja tarkasti rakennusautomaatiikan toiminnan ennalta tehdyn tarkastuspöytäkirjan mukaan. Testaus meni saman kaavan mukaan, jolla testattiin ennen toimintakokeita. Samalla tarkastettiin ja asetettiin myös asetusrivot lämpötiloille, paineille ja suodatinvahdeille.

Toimintakokeiden tulokset olivat hyvät ja automaatiikka toimi säätökaavoissa annettujen lähtötietojen mukaisesti. Pieniä puutteita toimituksessa oli, muun muassa joitakin positiotunnuksia oli jäänyt laittamatta, mutta ne eivät vaikuttaneet laitteiden toimintaa.

6 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli rakentaa toimiva rakennusautomaatiojärjestelmä Rautaruukin uuden pellettisataman kahteen sähkötilaan. Molemmat sähkötilat olivat erillisiä rakennuksia. Työ sisälsi automaatiojärjestelmän ja valvomokuvien suunnittelun ja toteutuksen sekä asennus- ja kytkentätyöt kohteessa. Viimeisenä työvaiheena oli rakennusautomaatiojärjestelmän testaus ja käyttöönotto.

Opinnäytetyön tavoitteet tulivat täytettyä hyvin ja järjestelmä saatiin toimintakuntoon annettujen lähtöaineistojen eli LVI-suunnittelijan tekemien säätökaavioiden mukaisesti. Opinnäytetyön raportin kirjoittaminen sujui hyvin ja osaltaan jopa alkuperäistä aikataulua nopeammin. Raportin teoriaosassa on käyty läpi rakennusautomaation taustoja ja LVI-tekniikan peruselementit eli lämmitys, jäähdytys ja ilmastointi. Näitä kaikki tarvittiin myös automaatiojärjestelmän toteutukseen sataman sähkötiloihin.

Rakennusautomaation toimintakokeet pidettiin 17.11.2010, ja siinä oli mukana useampi rakennuttajan edustaja, LVI-urakoitsija ja säätölaite- eli automaatiourakoitsijat. Toimintakokeet sujuivat hyvin ja testauksessa ei ilmennyt kovinkaan suuria ongelmia. Muutama lämpötila-anturi näytti väärää lukemaa ja joitakin kenttälaitteiden positiotunnuskylttejä puuttui. Puutteet korjattiin myöhemmin.

Valvomon grafiikkakuviin tehtiin myös muutoksia toimintakokeiden jälkeen. Valvomon sähkötilojen päänäytöksi vaihdettiin piirretyt poikkileikkauskuvat sataman sähkötiloista. Tämä edesauttaa ilmanvaihtokoneiden ja laitteiden hallintaa, koska silloin pystytään valitsemaan huonekohtaisesti laitteiden tarkemmat grafiikkakuvat.

Rakennusautomaatiojärjestelmä toteutettiin Citect-SCADA-pohjalle tehdyllä Pyramid ESV -rakennusautomaatio-ohjelmistolla. Ohjelmisto tuli minulle tutuksi kesän 2010 aikana, jolloin olin työharjoittelussa YIT:n automaatiotratkaisulla. Opinnäytetyön aloitin heti työharjoittelun päätyttyä, joten opinnäytetyötä tehdessä minulla oli muutaman kuukauden kokemus käytetystä rakennusautomaatiojärjestelmästä.

Koulussa käytettyihin Metson ja Siemensin automaatiojärjestelmiin verrattuna opinnäytetyössä tutuksi tulleen Citectin ohjelmiston erot olivat suuret. Logiikkaohjelmointi tehtiin Citectilla releriviohjelmoinnilla, mutta Metson ja Siemensin järjestelmässä toimilohko-ohjelmointina. Omronin ohjelmoitavan logiikan tika-puukaavio-ohjelmointi, jota harjoiteltiin yhdellä koulun kurssilla, sisälsi hieman samantyylistä logiikkaohjelmointia.

Aluksi releriviohjelmointi oli hieman hankalaa ja ei niin loogista kuin toimilohkoilla tehty ohjelmointi. Citectin logiikkaohjelmassa oli aluksi vaikea hahmottaa esimerkiksi tietyn toimilaitteen logiikkaohjelman tai säätöpiirin kokonaisuutta. Citectissa relerivejä pystyy olemaan vain tietyn verran samaan aikaan auki ja säätöpiiri on kuvattu vielä erikseen, kun taas toimilohko-ohjelmoinnissa yleensä pystyy koko laitteeseen ohjelmoitu toiminta tai säätöpiiri olemaan kerralla näkyvissä. Pääsin kuitenkin kohtalaisen hyvin käsiksi releriviohjelmointiin tutustumalla esimerkkiohjelmiin ja valmiisiin ratkaisuihin muissa kohteissa.

Yksi automaatiotekniikan kannalta merkittävä ero järjestelmissä on myös se, että Metson ja Siemensin järjestelmässä PI-säätimet tehdään ja parametroidaan toimilohkomuotoisena. Citectissa PI-säätimet avataan grafiikkakuvien kautta, joihin ne on valmiiksi kuvattu. Parametrien antaminen suoritetaan myös grafiikkaikkunasta aukeavan näyttötaulun kautta. PI-säätimen rakentaminen on Citectissa siis hieman yksinkertaisempaa, mutta monipuolisuus on Metsolla ja Siemensillä etuna säätimiä suunniteltaessa.

Grafiikkakuvien piirtäminen Rautaruukin valvomoon sujui hyvin, ja ohjelma, jolla niitä piirrettiin, tuli tutuksi jo kesän työharjoittelun puitteissa. Grafiikkaohjelmien piirtotyökalu oli selkeä ja monella tapaa parempi kuin koulussa käytetyt MetsoDNA:n ja Siemensin grafiikkatyökalut. Piirtäminen Citect Graphic builderillä oli nopeaa. Tämän mahdollisti se, että siinä oli helppo kopioida kuvasta toiseen samankaltaisia grafiikkakokonaisuuksia, esimerkiksi antureiden vaatimat mittaus- ja asetusarvon syöttölaatikot ja tekstikokonaisuudet.

Asennustyöt suoritettiin yhdessä kokeneempien projektinhoitajien kanssa. Asennus- ja testaustyöt sujuivat työkohteessa kohtuullisen vaivattomasti ja itselleni asennustyöt olivat erittäin opettavaisia, koska silloin pääsi näkemään

käytännössä niitä asioita, joita oli aikaisemmin suunnitellut. Asennustyöt tehtiin huolellisesti ja siitä ei tullut mitään moitittavaa tilaajan puolesta. Kokemusta automaatioasennustyöstä minulla oli pelkästään kesän harjoittelun ajalta, joten uusia asioita asennus- ja käyttöönotto työstä tuli esille paljon.

Työ kokonaisuudessaan sujui hyvin, ja minulle jäi hyvä kuva rakennusautomaatioprojektin toteutuksesta teollisuusympäristöön. Työ oli kohtuullisen kattava ja käsitti tärkeimmät osa-alueet rakennusautomaatiosta. Puuttuvia osa-alueita olisivat olleet muun muassa valaistuksen ohjaus ja kulunvalvonta, jotka kuuluvat yleensä asuin- ja liikekiinteistöjen rakennusautomaatiourakkaan. Luonnollisesti kulunvalvontaa ei tarvittu sataman sähkötiloihin ja valaistus hoidettiin perinteisin keinoin.

Tulevaisuuden ratkaisut tulevat varmasti muuttamaan merkittävästi rakennusautomaatiota, niin pienkiinteistöjen kuin liike- ja teollisuusrakennusten puolella. Automaatio on nousemassa rakentamisessa merkittävään rooliin ja kehittyminen on nopeaa. Erinäköiset kenttäväyläratkaisut, kuten LON ja ModBus, ovat olleet käytössä rakennusautomaatiossa jo vuosia ja niitä kehitetään edelleen. Seuraava edistysaskel rakennusautomaatiossa, varsinkin pientalojen automaatiikassa, tulee olemaan tiedonsiirron langaton välittäminen laitteiden keskinäisessä kommunikoinnissa.

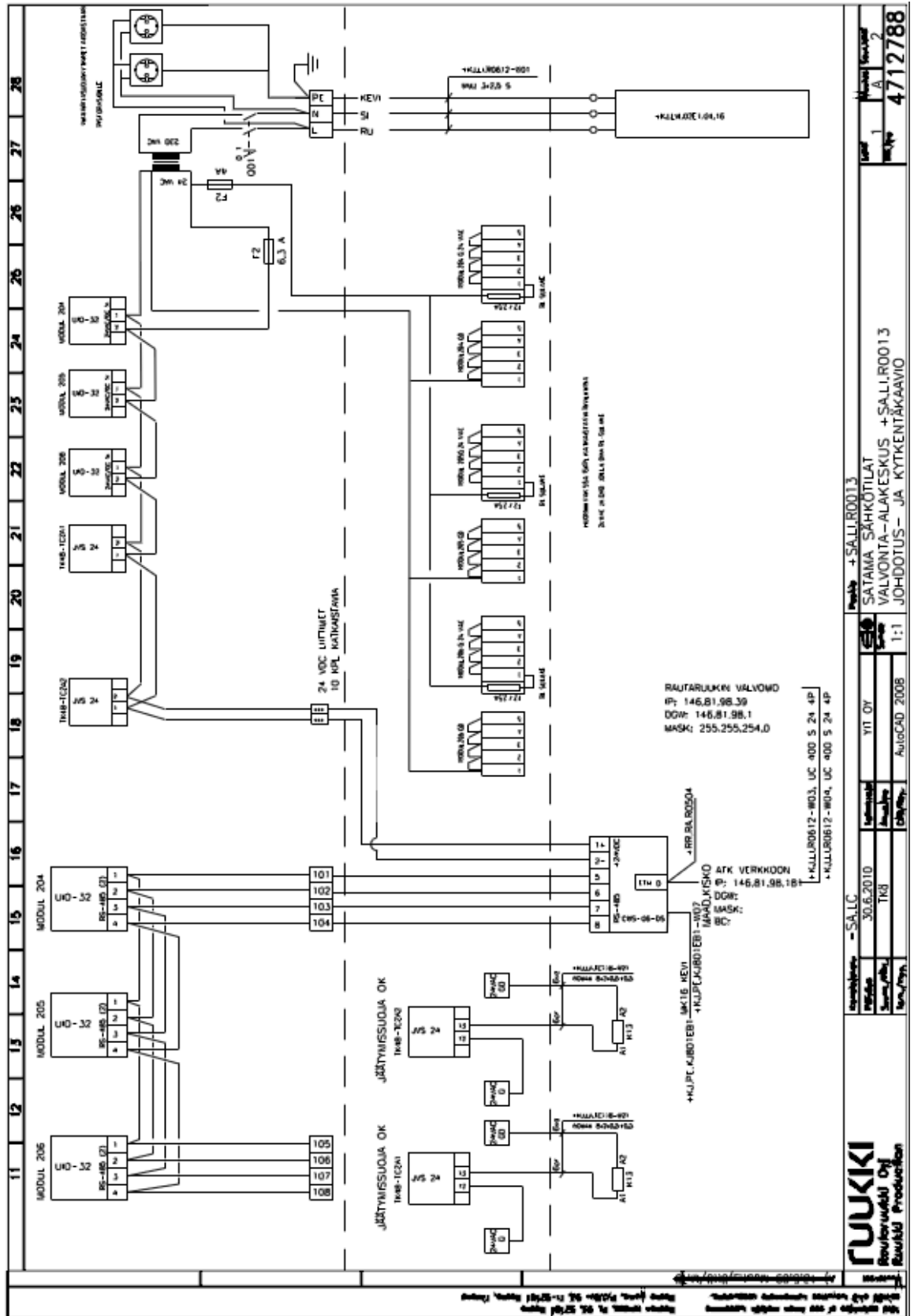
LÄHTEET

1. Computec sulautuu YIT Kiinteistötekniikkaan. Saatavissa: http://www.yit.fi/palvelut/yritykset/kiinteistotekniikka/investoinnit_ ja_modernisoinnit/computec/esittely. Hakupäivä 20.10.2010.
2. Piikkilä, Veijo 2008. Kiinteistöjen valvomojärjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy.
3. Rakennusautomaatiolla saavutettavissa olevat hyödyt. Saatavissa: http://www.automaatioseura.fi/index/tiedostot/BAFF_%20hyodyt.pdf. Hakupäivä: 14.10.2010.
4. Harju, Pentti 2006. Talotekniikan automaatio. 2. painos. Kouvola: Penan Tieto-Opus Ky.
5. Seppänen, Olli – Seppänen, Matti 1997. Rakennusten sisäilmasto ja LVI-tekniikka. Toinen korjattu painos. Helsinki: Sisäilmayhdistys ry.
6. Värjä, Pertti – Mikkola, Jukka-Matti 2003. Uusi kiinteistöautomaatio. Neljäs painos. Kuusankoski: Mikro-oppi Ky.
7. Seppänen, Olli 2001. Rakennusten lämmitys. 2. päivitetty painos. Helsinki: Suomen LVI-liitto ry.
8. Seppänen, Olli 1996. Ilmastointitekniikka ja sisäilmasto. Espoo: Lvi-kustannus Oy.
9. Pyramid valvomo. Esite. Computec Oy.
10. Pöllänen, Ari – Virjonen, Antti-Pekka 2006. UIO 032 käyttäjän käsikirja v.1.0. Computec Oy.
11. CWS 06 DS, hajautettu selainpohjainen säätökeskus. Esite. Computec Oy.
12. TEK PT 1000. Saatavissa: <http://www.produal.fi/FI/Tuotteet/L%C3%A4mp%C3%B6tilan%20mittaus/PT%201000/TEK%20PT%201000>. Hakupäivä 12.1.2011.

13. HR24-3. Saatavissa: <http://www.belimo.fi/products.php?model=HR24-3>. Hakupäivä 12.1.2011
14. AF24. Saatavissa: <http://www.belimo.fi/products.php?model=AF24>. Hakupäivä 12.1.2011
15. Paine-erolähtimet. Saatavissa: <http://www.produal.fi/FI/Tuotteet/Mittal%C3%A4hettimet/Paine-erol%C3%A4hettimet/PEL%201000-N>. Hakupäivä 12.1.2011.

LIITTEET

- Liite 1. VAK +SA.LI.R0013:n laitekuvauspiirustus
- Liite 2. VAK +SA.LI.R0013:n johdotus- ja kytkentäkaavio
- Liite 3. Esimerkkisivu kaapelinvetoluettelosta
- Liite 4. Valvomon päänäyttökuva
- Liite 5. Tuloilmakoneen TK-48 valvomokuva
- Liite 6. Kiertoilmakoneen KK-48.1 valvomokuva
- Liite 7. Jäähdytyskoneen JK-48.2 valvomokuva
- Liite 8. Lämmönjakokeskuksen LJK-14 valvomokuvat
- Liite 9. Erillishälytysten valvomokuva

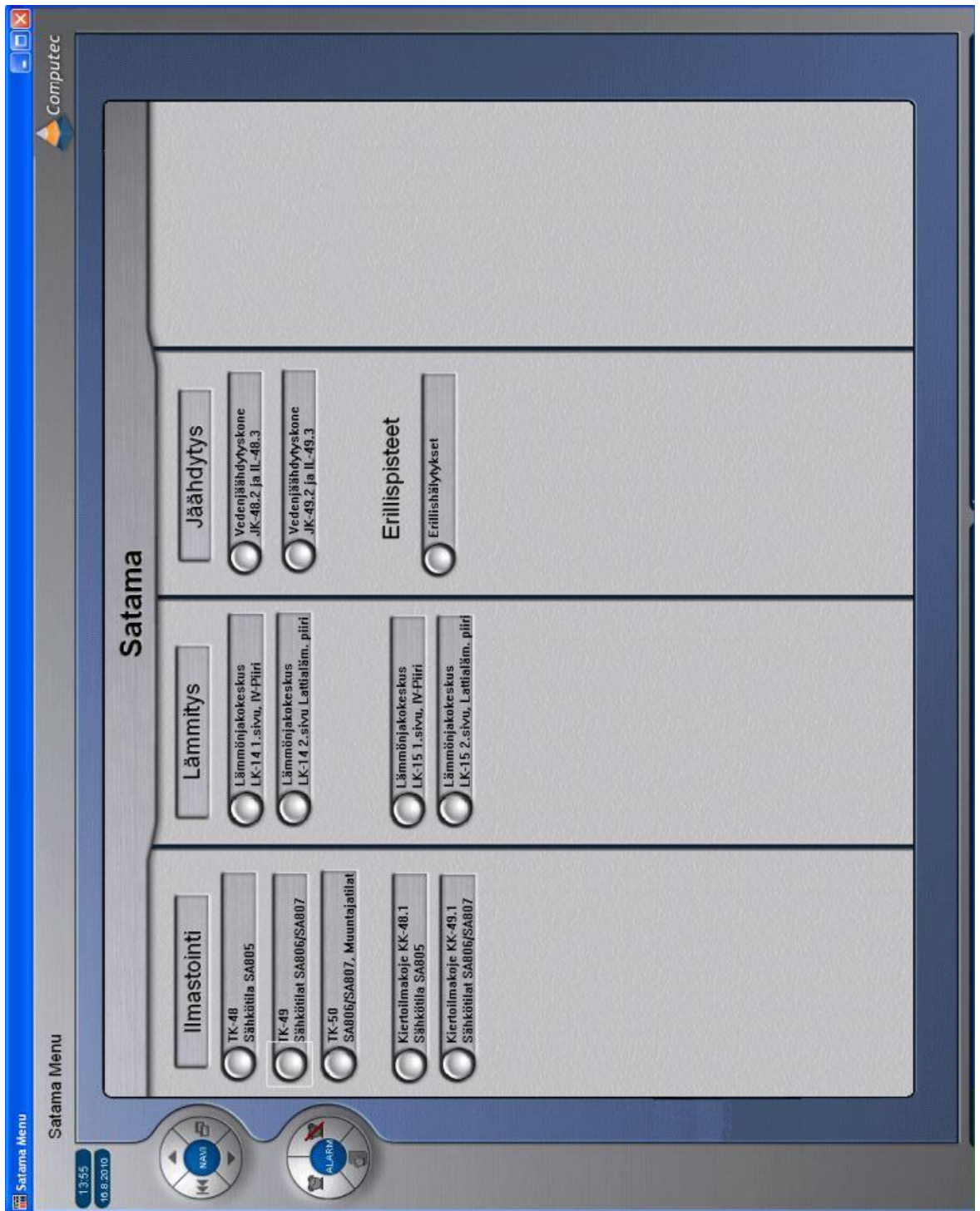


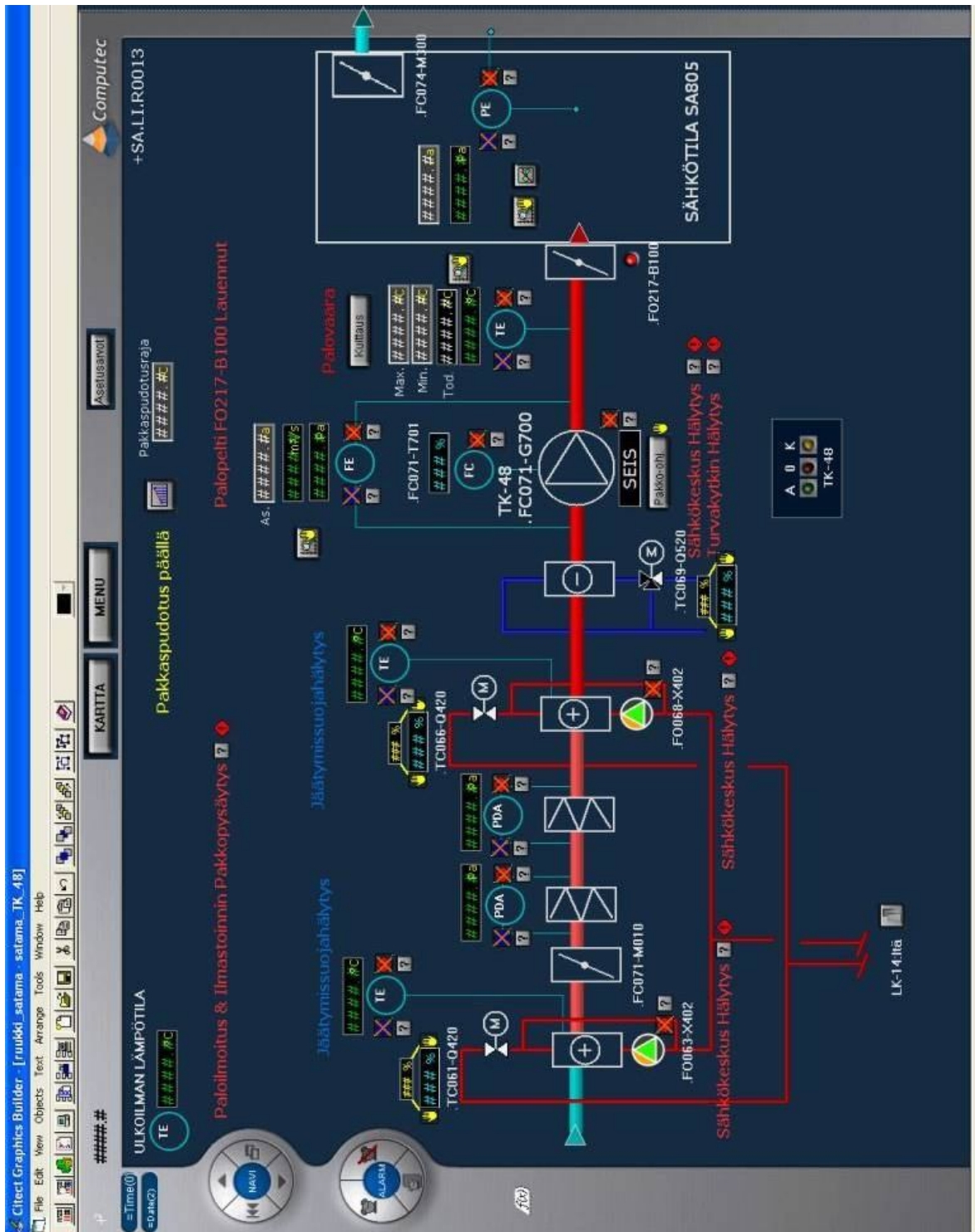
RUKKI
Reinhold Oy
Raukku Production

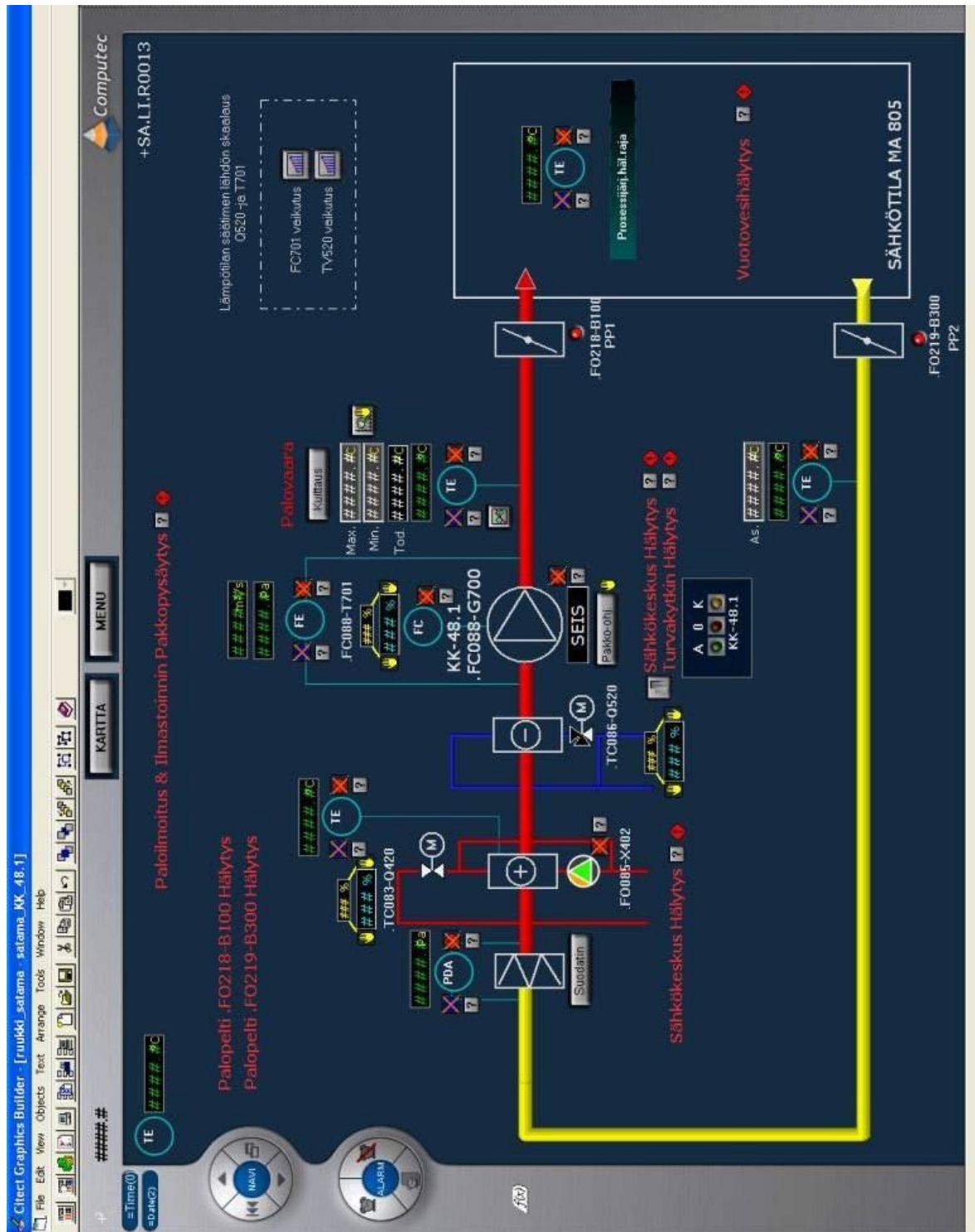
Projekti + SALLI.R0013
SATAVA SÄHKÖTILAT
VALVONTA-ALAKESKUS + SALLI.R0013
1:1 JOHDOTUS- JA KYTKENTÄKAAVIO

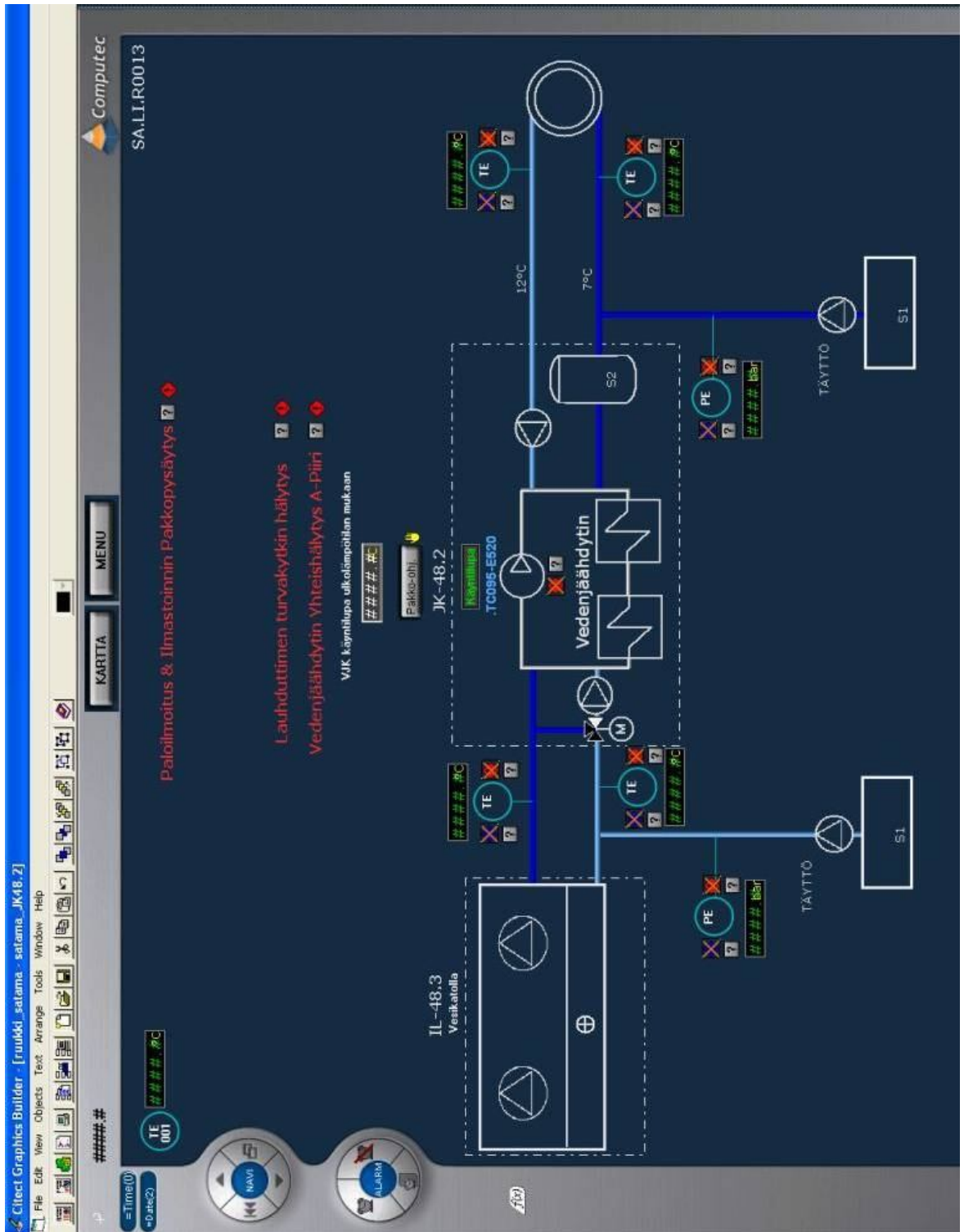
Seuraava	30.6.2010	YIT OT
Viimeinen		
Luonnos		
Siunaus		
TKB		
CHK/Myy	AutoCAD 2008	

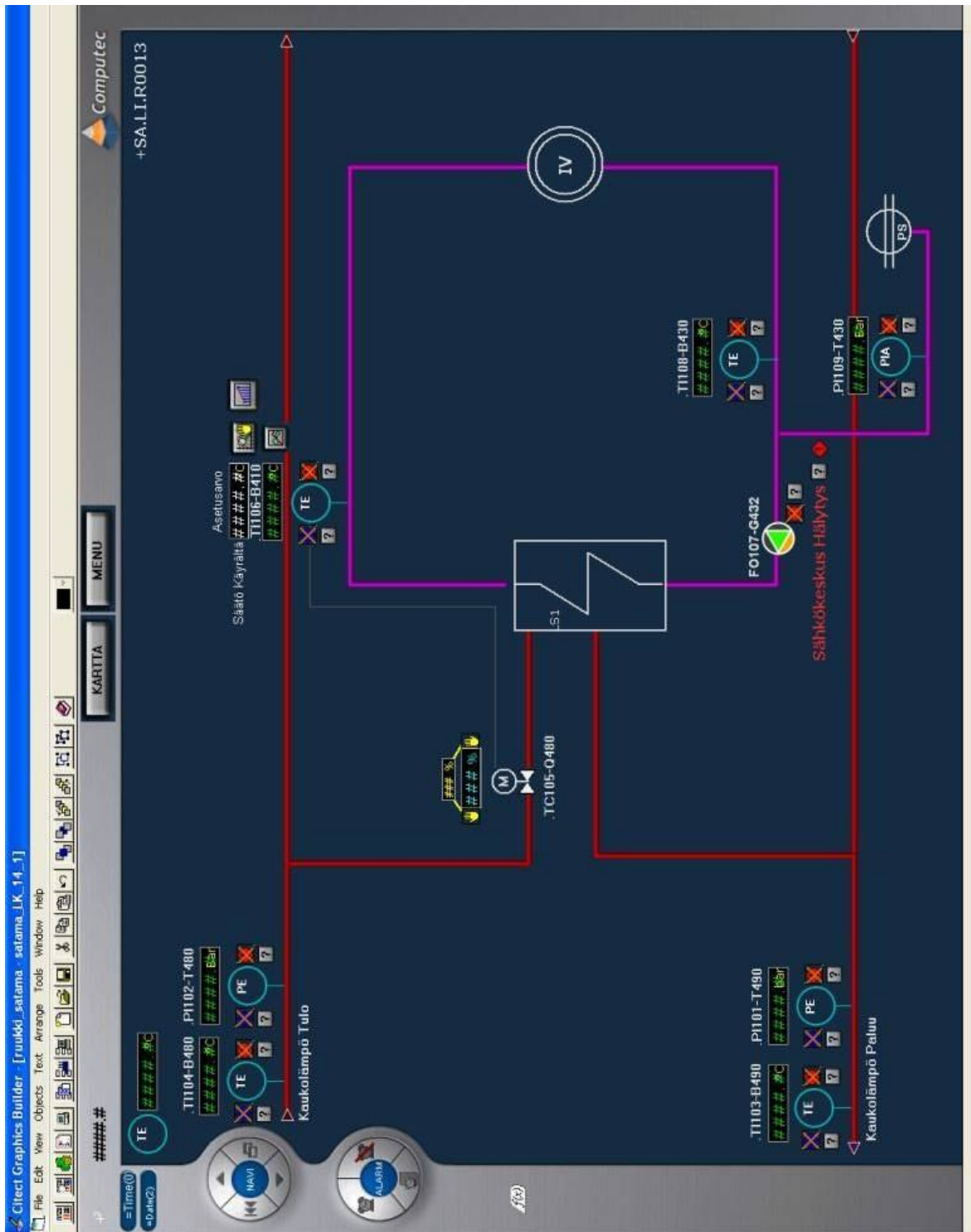
Sheet 1
Kappale 2
4712788

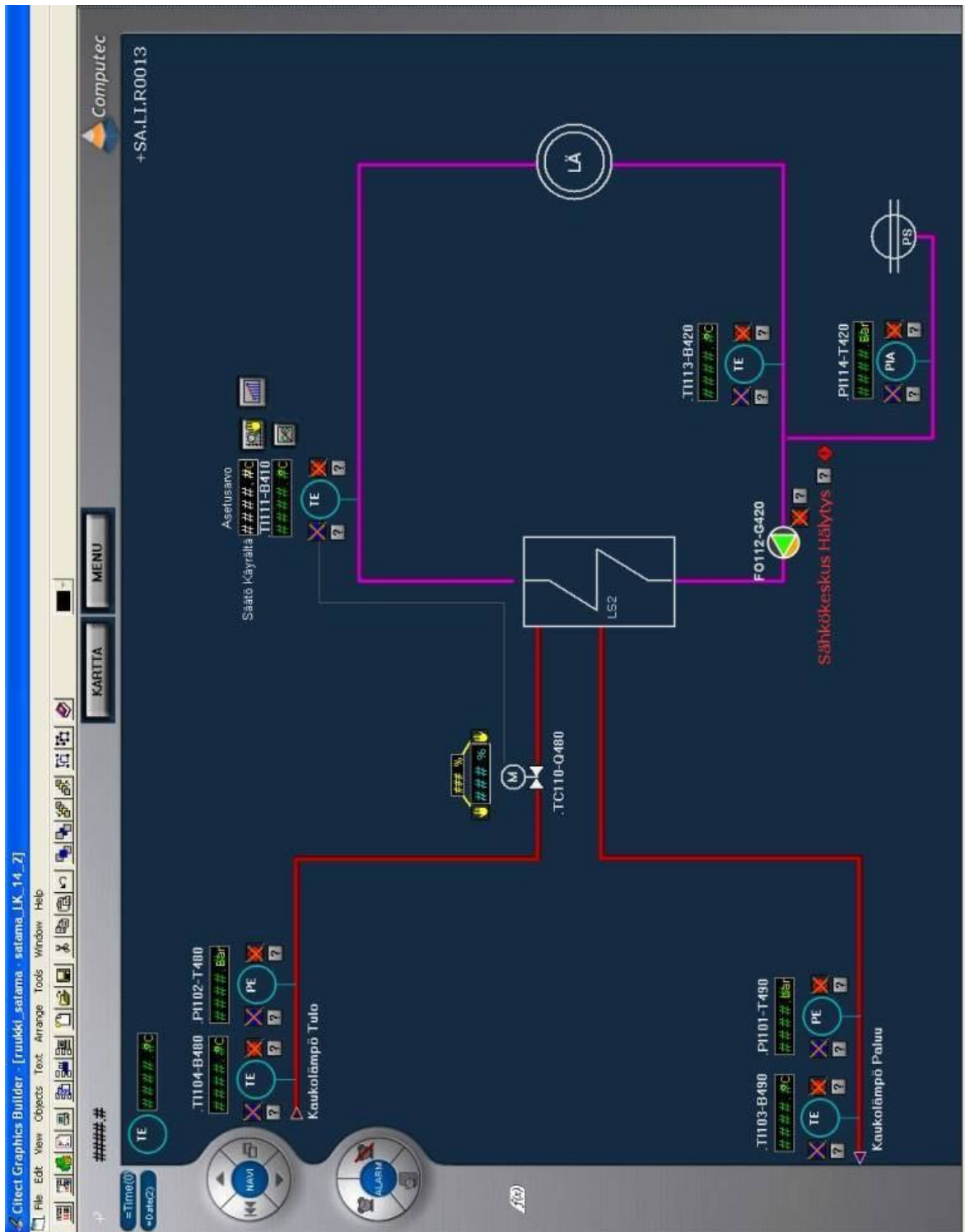












Computec
+SA.LI.R00013 ja
+SA.LI.R00014

KARTTA MENU

Erillishälytykset

TC193-E001	SULANAPITOLÄMMITYS HÄLYTYS, TUONTILAITURI
TC194-E001	SULANAPITOLÄMMITYS HÄLYTYS, TUONTILAITURI
TC195-E001	SULANAPITOLÄMMITYS HÄLYTYS, TUONTILAITURI
TC196-E001	SULANAPITOLÄMMITYS HÄLYTYS, TUONTILAITURI
TC197-E001	SULANAPITOLÄMMITYS HÄLYTYS, SYVÄLAITURI
TC198-E001	SULANAPITOLÄMMITYS HÄLYTYS, SYVÄLAITURI
TC199-E001	SULANAPITOLÄMMITYS HÄLYTYS, SYVÄLAITURI
TC200-E001	SULANAPITOLÄMMITYS HÄLYTYS, SYVÄLAITURI
MA212-T205	JÄTEVESIPINNAN YLÄRAJAHÄLYTYS
MA213-T205	JÄTEVESIPINNAN YLÄRAJAHÄLYTYS
MA214-T205	JÄTEVESIPINNAN YLÄRAJAHÄLYTYS

Safama Erillishälytykset
14.03
10.8.2010
TE 001
0,0 °C

MAVI
ALARM