



RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma

Automaatiotekniikka

Syksy 2005

Jani Lähdesmäki

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Automaatiotekniikka

Lähdesmäki, Jani

Tutkintotyö

Työn valvoja

Työn teettäjä

Lokakuu 2005

Hakusanat

Rakennusautomaatiojärjestelmän suunnittelu ja toteutus

61 sivua + 6 liitesivua

Harri Joki

TAC Finland oy

LON, LonMaker, SNVT, TAC, Vista, Menta, TANV, tietokanta

TIIVISTELMÄ

Tämän työn tarkoituksena on esitellä rakennusautomaatiojärjestelmän suunnittelu ja toteutus automaatiourakoitsijan näkökulmasta. Tässä tutkintotyössä keskitytään vain suurien rakennusten automatisointiin, joka poikkeaa pienen omakotitalon automatisoinnista suuresti.

Työ on tehty käyttäen TAC Finland oy:n ohjelmointityökaluja sekä LonMaker -ohjelmaa.

Valmis työ tulee TAC Finland Oy:n koulutuskäyttöön antamaan uusille ohjelmoinnin pariin tuleville työntekijöille yleiskatsauksen ohjelmointityössä käytettävistä ohjelmista ja kertomaan käynnistykseen kuuluvia asioita.

Työn tukena käytetään todellista, kirjoitushetkellä käynnissä olevaa projektia. Vammalassa sijaitseva Muistolan koulu liitetään täysin automaation osalta kaupungin valvomoon, josta voidaan tarkkailla ja ohjata koulun toimintoja.

Huolellisesti viritettynä automaatiojärjestelmä takaa lämpö- ja sähköenergian taloudellisen käytön mukavuudesta tinkimättä. Hyvin suunniteltuna ja toteutettuna automaatiojärjestelmä on helppokäyttöinen ja toimii sekä huoltohenkilökunnan työn tukena että kiinteistön kuluista vastaavan tahon raportointityökaluna.

TAMPERE POLYTECHNIC

Degree Programme in Electrical Engineering

Automation Engineering

Lähdesmäki, Jani Rakennusautomaatiojärjestelmän suunnittelu ja toteutus

Engineering Thesis 61 pages + 6 appendices

Thesis Supervisor Harri Joki

Comissioning Company TAC Finland Ltd

October 2005

Keywords LON, LonMaker, SNVT, TAC, Vista, Menta, TANV, tietokanta

ABSTRACT

The goal of this thesis is to demonstrate planning and accomplishment of complete building automation system in the angle of an automation contractor.

This thesis is done by using the programming tools created by TAC Finland Ltd and the LonMaker created by Echelon corporation.

Finished thesis will be education material for the programming employees coming to work in TAC Finland Ltd. The thesis will give a survey of the programming tools used and tell the need to know facts in a start-up of a project.

As an background assistance of the thesis is a real project under construction at the time present when writing this thesis. A building automation system of a school of Muistola, located in the city of Vammala, is going to be connected to the control room of the city. From the control room of the city you can then fully control and monitor the building automation system of Muistola.

Carefully aligned automation system ensures an economical use of heating and electrical energy with out reduce of comfort. Well planned and realized automation system is easy to use and works as an assistance of the maintenance personnel as well as the reporting tool for the organization responsible for the expenses of the estate.

ALKUSANAT

Tämä insinöörityö on tehty TAC Finland Oy:lle Tampereella. Työ on tehty koulutusprojektina allekirjoittaneelle ja koulutusmateriaaliksi työn teettäjälle.

Kiitän TAC Finland Oy:tä tutkintotyön mahdollistamisesta. Kiitän työni valvojia Tampereen ammattikorkeakoulun lehtoria Harri Jokea ja TAC Finland Oy:n suunnittelijaa Kalle Pinomäkeä. Suuret kiitokset myös muille työtovereille, jotka ovat edesauttaneet työni valmistumista.

Erityinen kiitos tyttöystävälleni kannustamisesta työtä kirjoittaessa ja työni kieliasun tarkastamisesta.

Tampereella 29. lokakuuta 2005

Jani Lähdesmäki

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	2
ABSTRACT	3
ALKUSANAT	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	7
1.1 TAC FINLAND OY 1,	7
1.2 TYÖN TAVOITTEET	8
2 SUUNNITELMAT	8
2.1 AUTOMAATIOON VALITTAVAT TOIMINNOT	9
2.2 SÄÄSTÖKOhteita	10
2.3 LAITEVALINNAT JA SUUNNITTELU	10
2.4 SUUNNITTELUdokumentit	11
3 OHJELMOINTI JA GRAFIIKAN PIIRTO	13
3.1 MENTA-OHJELMOINTI JA XENTA-AUTOMAATIOLAITTEET	13
3.1.1 FBD-TOIMILOHKOT	13
3.1.2 MENTA-OHJELMOINTI	24
3.1.3 TAC -TIEDONSIIRTO	25
3.1.3.1 SNVT-MUUTTUAJAT	26
3.1.3.2 TANV-MUUTTUAJAT	27
3.2 VISTA- GRAAFINEN KÄYTTÖLIITTYMÄ	28
3.2.1 OPEROINTIPANEELI	28
3.2.2 VISTA-VALVOMO	29
3.2.2.1 Fyysinen puoli	29
3.2.2.2 NETWORK CONFIGURATION TOOL	30
3.2.2.3 LOOGINEN PUOLI	33
3.2.2.4 VALVOMO-GRAFIIKKA	34
3.3 LONMAKER	36
3.3.1 LON-LAITTEIDEN LUOMINEN	36
3.3.2 LON-LAITTEIDEN KÄYTTÖÖNOTTO	38
3.4 VISTA SMS	39
4 XENTOJEN SIMULOINTI JA LATAUS	42
4.1 MENTA-OHJELMAN SIMULOINTI	42
4.2 XENTAN LATAUS	44
5 KÄYNNISTYS JA TOIMINTAKOKEET	45

5.1	ANTURIEN JA TOIMILAITTEIDEN TESTAUS	45
5.2	KÄYNNISTYKSEN EDELLYTysten TARKISTAMINEN	47
5.3	LÄMMÖNJAKOHUONE	47
5.4	ILMASTOINTIKONEHUONE	47
5.4.1	TAAJUUSMUUTTAJAT	47
5.4.2	LUKITUKSET	48
5.4.3	ILMASTOINTIKONEIDEN KÄYNNISTYS JA OHJELMIEN TESTAAMINEN	49
5.5	SÄHKÖPISTEET	50
5.6	VALVOMO	51
5.6.1	TIETOKANNAN JA GRAFIIKOIDEN TEKEMINEN	51
5.6.2	VALVOMOYHTEYDEN LUOMINEN KOHTEESEEN	52
5.6.3	TRENDIEN TEKEMINEN JA TESTAAMINEN PITKÄN AJAN KULUESSA	53
5.6.3.1	LÄMMÖNSÄÄTÖJEN TRENDIT	54
5.6.3.2	SÄHKÖPISTEIDEN TRENDIT	55
5.6.3.3	KYLMÄHUONEIDEN TRENDIT	55
5.7	TOIMINTAKOKEET	55
6	ASIAKKAIDEN OPASTUS	56
7	LUOVUTUSDOKUMENTIT	57
8	TUTKINTOTYÖN ALKUPERÄINEN AIHE	58
	LÄHDELUETTELO	61
	LITTEET	61

1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena on selvittää taloautomaatioprojektin kulku ja työvaiheet ohjelmoijan näkökulmasta. Kokonaisuuden hahmottamiseksi kerrotaan myös hieman suunnittelusta ja asennustöistä.

Aluksi kerrotaan suunnitelmista ja taloautomaatiosta yleisesti. Tämän jälkeen siirrytään varsinaiseen asiaan, taloautomaatioprojektin ohjelmoijan työtoimenkuvaan.

Ohjelmoijan työtehtävien kokonaisuuden selvittämiseksi esitellään ensin ohjelmoijan käyttämät ohjelmistot. Tämän jälkeen siirrytään työmaalle ja kerrotaan projektin kulusta ja kontakteista muihin urakoitsijoihin.

Työ on tehty taloautomaatiofirman TAC Finland Oy:n automaatiolaitteilla ja ohjelmistolla.

1.1 TAC Finland Oy |1|

TAC Finland Oy on 130 henkilöä työllistävä vuonna 1977 perustettu TAC-konsernin tytäryhtiö. TAC-konserni työllistää noin 3700 työntekijää 75 maassa. TAC Finland Oy:n toimialana on talotekniikan automatisointi. Talotekniikan automatisoinnilla pyritään ympäristöystävälliseen, energiatehokkaaseen ja käyttäjäystävälliseen kiinteistöjen ylläpitoon. TAC Finland Oy:n automaatiotyökaluilla on mahdollista ohjata kaikkia kiinteistöjen sähköisiä laitteita analogisesti, digitaalisesti ja LON-väylän kautta. TAC-konsernilla on oma taloautomaatiolaitteiden valmistus, mutta myös kolmannen osapuolen tuotteita pystytään ohjaamaan yhtäläisesti.

Vuonna 2005 TAC Finland Oy siirtyi Schneider Electric -konsernin omistukseen. Vuoden 2005 syksyllä Schneider Electric -konserni osti myös toisen Suomessa toimivan taloautomaatioyrityksen Atmostech Oy:n. Vuoden

2006 alusta TAC Finland Oy ja Atmostech Oy yhdistetään TAC Atmostech -nimiseksi yritykseksi. Molempien yritysten tuotteita tullaan silti kehittämään jatkossakin. Fuusion yhteydessä Schneider Electric –konsernin omistaman TAC Atmostechin markkinaosuus Suomessa kasvaa huomattavasti.

1.2 Työn tavoitteet

Työn alkuperäisenä tavoitteena oli TAC Finland Oy:n taloautomaatiolaitteiden ja ESMIn kulunvalvontajärjestelmän yhdistäminen niin, että kaikkia toimintoja olisi voitu ohjata yhdestä, TAC:n, valvomosta. Yhdistämisen oli tarkoitus tapahtua LON-väylän kautta. Vastaavaa yhdistämistä ei ollut aiemmin tehty, jolloin tutkintotyöstä olisi tullut koulutusprojekti ja uusi osaamisen alue yritykselle. Projektia suunnitelleet tahot eivät kuitenkaan olleet täysin perillä järjestelmien mahdollisuuksista ja ESMIn Esmikko-kulunvalvontajärjestelmään ei löytynyt sopivaa LON-ohjainkorttia. Järjestelmien yhdistämistä ei vielä kirjoitushetkellä ole täysin tyrmätty, mutta koska projekti niiltä osin keskeytyi toistaiseksi vaihtui tutkintotyön aihe normaalin taloautomaatioprojektin kulun selvittämiseen. Samalla vaihtui myös valmiin työn tavoite. Työn oli alun perin tarkoitus olla koulutusprojekti, mutta koska normaalin projektin kulussa ei ole allekirjoittaneelle enää juurikaan mitään epäselvää, tuli työn tavoitteeksi tehdä yritykseen tulevalle uudelle ohjelmoijalle lyhyt katsaus TAC:n käyttämistä ohjelmointityökaluista ja muusta työtoimenkuvasta.

2 SUUNNITELMAT

Automaatioprojekti alkaa, kuten mikä tahansa projekti, suunnittelulla. Toisin kuin muut rakentamisen alat, automaatioprojektia ei välttämättä aloiteta vielä siinä vaiheessa, kun muut suunnitelmat ovat tekeillä. Joskus taloa jo rakennetaan, kun automaatioryrityksiä vasta kilpailutetaan. Jos asiakas on tietoinen eri rakennusalojen vaikutuksista toisiinsa, ei ”myöhäisellä” aloituksella ole välttämättä mitään merkitystä. Monesti käy kuitenkin niin, että automaatio ajatellaan kokonaisuutena, jonka voi lisätä irti muusta rakentamisesta valmiiseen rakennukseen. Osin se pitääkin paikkaansa, mutta

vain siinä tapauksessa, että esimerkiksi putkitöissä on valittu oikeanlaiset venttiilit, joihin sopivat rakennusautomaatioyrityksen venttiilitoimilaitteet.

Rakennusautomaatio on vielä sen verran uusi ja kasvava ala, että siitä tiedetään liian vähän niin asiakaspuolella kuin muiden rakennusalojen suunnittelupuolella. Suurien, odottamattomien lisälaskujen välttämiseksi olisi toivottavaa, että mahdollisimman suuria kokonaisuuksia tilattaisiin samalta toimittajalta. Tällaisella menettelyllä laitteiden yhteensopivuus jäisi urakoitsijan huoleksi ja mahdolliset lisäkustannukset eivät tulisi asiakkaan maksettaviksi. Valitettavan usein halvimmalta näyttävä tarjous tulee loppujen lopuksi paljon tarjousta kalliimmaksi ja ainakin työmaa-aikataulut venyvät hurjasti.

2.1 Automaatioon valittavat toiminnot

Rakennusautomaatiota suunniteltaessa on automaatiourakoitsijan ja asiakkaan kanssa hyvä olla mukana myös arkkitehti, sähkösuunnittelija ja ilmastointisuunnittelija. Suunnitteluvaiheessa käydään läpi kaikki osa-alueet, joita asiakas haluaa liitettäväksi automaatioon. Samalla myös automaatiourakoitsija pystyy kertomaan toiveitaan mahdollisista muutoksista rakennussuunnitelmiin ennen kuin mitään on ehditty rakentamaan. Yleisesti automaatioon liitetään aina seuraavat osat:

- lämmönjakuhuone (lämmin käyttövesi, patteriverkostot, ...)
- ilmastointikonehuone
- erilaisia lämpötilojen seurantoja
- valvomo
- jatkohälytykset (robottipuhelin, GSM-tekstiviestit)

Edellä mainittujen lisäksi projektiin käytettävän budjetin mukaisesti, voidaan liittää mm. myös seuraavia toimintoja:

- valo-ohjaukset
- oviohjaukset
- murtohälytykset
- kylmiömittauksia

2.2 Säästökohteita

Rakennusautomaatiossa on valtavasti kohteita, joissa voi säästää. Säästöjä voidaan tehdä pelkästään rahansäästömielessä tai siksi, ettei maksettaisi mistään sellaisesta, mitä ei käytetä. Tämä ei tarkoita sitä, että asiakkaalle yritettäisiin myydä aina niin paljon tavaraa kuin vain kaupaksi menee, vaan että loppukäyttäjää on paljon eritasoisia. Erilaisten trendikäyrien luominen ja säästömahdollisuuksien ohjelmoiminen on turhaa, jos niitä ei koskaan aiotakaan käyttää. Toisaalta automaatio poikkeaa tavallisesta nykypäivän elektroniikasta siinä, että automaatioon kannattaa monestikin hankkia tulevaisuuden varalle optioita. Siinä kuin nykypäivän elektroniikkatuotteet halpenevat kovaa vauhtia, on rakennusautomaation ominaisuuksien lisääminen jälkikäteen monesti paljon kalliimpaa, kuin jos olisi hankittu ohjauspisteitä jo valmiiksi varalle. Hyvänä esimerkkinä toimii ulko-ovien ohjaus. Suuren rakennuksen ulko-ovet aukeavat monesti ryhminä samaan aikaan, jolloin ryhmää kohden tarvitaan periaatteessa vain yksi ohjauspiste ja ovien yhdistäminen on tehty sähkökeskuksessa. Jos kyseessä on kuitenkin liikerakennus ja jonkin huoneiston ovia pitäisikin pystyä myöhemmin ohjaamaan erikseen muista, tehdään seuraavat toimenpiteet: irrotetaan yksi ovi sähkökeskuksesta ja lisätään sille paikka automaatiokeskukseen ja sähkökeskukseen sekä ohjelmoidaan ovi uudestaan järjestelmään. Yksinkertaiseen asiaan tarvittaisiin automaatio- ja sähköurakoitsijaa muuttamaan johdotuksia ja kytkentäkuvia. Jos jokainen ovi olisi ollut erikseen ohjattavissa, olisi se tullut hankittaessa kalliimmaksi. Ohjauksen muutos olisi kuitenkin onnistunut pelkästään ohjelmallisesti, kytkentöjä muuttamatta ja yleisimmin vielä automaatiourakoitsijan omalta toimistolta etäkäytöllä, jolloin uusi toiminto olisi käytössä jopa kymmenen minuutin päästä tilauksesta muutaman päivän sijaan. Lasku muutoksesta olisi varmasti vain murto-osa verrattuna ensimmäiseen vaihtoehtoon.

2.3 Laitevalinnat ja suunnittelu

Asiakas yleensä pyytää tarjoukset automaation toimilaitteista ilmastointi- ja automaatiourakoitsijoilta. Toimilaitteisiin kuuluvat mm. venttiilimoottorit,

peltimoottorit, mitta-anturit ja lähettimet. Kaikki laitteet ovat periaatteessa täysin kilpailutettavissa, koska ne toimivat standardien mukaan. Laitteiden asennus on kuitenkin automaatiourakassa, jolloin paras yhteensopivuus taataan, kun ne tilataan automaatiourakoitsijalta. Automaatioasentaja osaa sanoa esimerkiksi, millaiset peltimoottorit on helpoin asentaa ja saada toimimaan kunnolla käydessään työmaalla. Ilmastointikuvista ei nimittäin käy ilmi, mitä kaikkia ulkopuolisia esteitä asennuksille on. Esimerkiksi käytävissä on monesti alas lasketut katot, joissa on paljon tukirautoja ja laudoituksia, jotka vaikeuttavat asennusta ja huoltoa.

Kun toimitusrajoitukset on sovittu, alkaa suunnittelijan varsinainen työ. Suunnittelija saa käsiinsä piirustukset, joissa näkyvät esimerkiksi ilmastointikoneiden koko ja sijainti sekä vaikutusalueet. Tarpeellisen ilmamäärän ja lämmitys- ja jäähdytyspatterien lämpökapasiteetin mitoitus on ilmastointiurakoitsijan vastuulla. Automaatiosuunnittelija suunnittelee ilmastoinnin säätöperiaatteet osin itse ja osin käyttäjän kanssa yhteistyönä. Lämmönjakohuoneen toiminta on täysin automaatiosuunnittelijan suunnittelema. Myös suurin osa erillispisteistä, kuten valot ja oviohjaukset ovat automaatiosuunnittelijan suunnittelema. Asiakas tietää yleensä vain pääpiirteittäin, kuinka haluaisi asioiden olevan, minkä perusteella automaatiosuunnittelija osaa ehdottaa tiettyjä vaihtoehtoja toteutettavaksi. Tällaisella yhteistyöllä kootaan automaatiojärjestelmän suunnitelmat, joiden avulla asentaja ja ohjelmoija toteuttavat järjestelmän.

2.4 Suunnitteludokumentit

Kun suunnitelmat ovat periaatteessa valmiit, jaetaan ne kaikille niitä tarvitseville urakoitsijoille, kuten sähkö-, putki- ja ilmastointiurakoitsijoille. Käytännössä kaikki suunnitelmat muuttuvat suurestikin työmaan aikana, jolloin asiakas saa dokumentit vasta työmaan valmistuttua, korjattuina.

Suunnitteludokumentteihin kuuluvat seuraavat osa-alueet:

1. Tiedonsiirto- ja järjestelmäkaavio [Liite 1]
2. Automaatioselitys
3. Laiteluettelo
4. Sääntökaaviot (LJKH, IVKH, jne.) [Liitteet 2, 3 ja 4]
5. Pistelistat [Liite 5]
6. Johdotuskaaviot [Liite 6]

Tiedonsiirto- ja järjestelmäkaaviosta käyvät ilmi automaatioalakeskusten sijainnit ja niihin liitetyt koneet ja laitteet.

Automaatioselityksessä kerrotaan yleisesti, mitkä kaikki asiat kuuluvat automaatiotoimitukseen ja mitkä eivät. Selityksessä kerrotaan myös, mitä jännitteitä ja virtoja keskuksissa käytetään. Kenttälaitteista ilmoitetaan liitännät ja maksimi säätö- ja mittapoikkeamat. Johdotuksista kerrotaan hyväksyttävät johtotyypit sähköurakoitsijaa varten. Tämän lisäksi kerrotaan suoritettavista tarkastuksista, luovutusdokumenttien sisällöstä ja lopuksi pidettävästä käytönopastuksesta. Viimeisenä kohtana ovat takuuehdot.

Laiteluettelo tehdään yleensä alakeskuksittain. Siitä käyvät ilmi kaikki laitteet ja tarvikkeet, joita alakeskukseen toimitetaan ja tavaroittain sen toimittaja.

Sääntökaavioissa on kerrottu koko järjestelmän toiminta koneittain ja / tai pisteittäin. Sääntökaaviot ovat ohjelmoijan tärkeimmät dokumentit. Toimintaselostuksen lisäksi sääntökaavioissa on mainittu lähes kaikki asetusarvot, joihin automaatiojärjestelmän avulla pyritään mittaukset säätämään. Sääntökaavioita hyväksi käyttäen suoritetaan myös toimintakokeet ja lopuksi kopiot sääntökaavioista jäävät alakeskuksiin huoltohenkilökunnan tiedoksi ja muistin tueksi.

Pistelostat ovat ainoat dokumentit, joita ei välttämättä tarvitse ollenkaan. Kaikki samat asiat käyvät ilmi johdotuskaavioista. Pistelostat tehdään ohjelmoijien

tueksi, koska pistelistoista näkee nopeasti, mitä pisteitä on kytketty minkin ohjelmointitietokoneen tuloon tai lähtöön.

Johdotuskaaviot ovat asentajan tärkeimmät dokumentit ja hyödyllisiä myös ohjelmoijalle, varsinkin käynnistysvaiheessa. Johdotuskaavioista asentaja näkee, mistä ohjaustietokoneen pisteestä mihin kenttälaitteeseen kunkin johdon kuuluisi olla asennettu. Kaaviossa on kerrottu johtojen asennus johdin kerrallaan liittimiseen, jolloin asentajan tarvitsee vain noudattaa tarkasti selostusta. Varsinaisten kenttälaitteiden asennuspaikat ja osin asennustavatkin päättää kuitenkin asentaja itse parhaaksi katsomallaan tavalla.

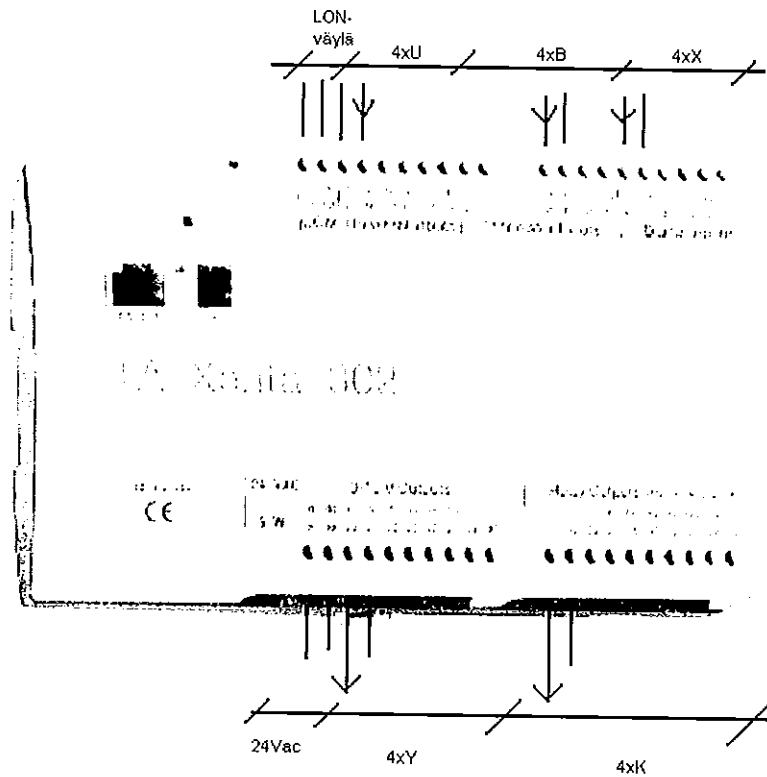
3 OHJELMOINTI JA GRAFIIKAN PIIRTO

TAC:n automaatiojärjestelmään kuuluu useita TAC:n omaan käyttöön tehtyjä ohjelmia, joilla ohjelmoidaan ohjaustietokoneet sekä luodaan valvomo ja jatkohälytykset. Tutkintotyössä esitellään tärkeimmät, yleisimmin projekteissa käytettävät ohjelmat.

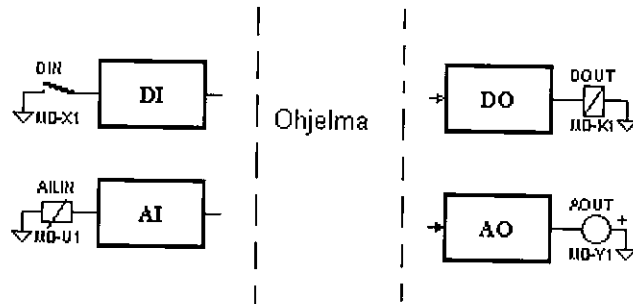
3.1 Menta-ohjelmointi ja Xenta-automaatiolaitteet

3.1.1 FBD-toimilohkot

Menta on varta vasten TAC:n käyttöön tehty ohjelmointityökalu, jolla ohjelmoidaan TAC Xenta-automaatioyksikkö. Ohjelmointi tapahtuu pääasiassa graafisesti FBD-muodossa. FBD-ohjelmoinnissa on erilaisia parametri- ja toimilohkoja, joissa on tuloja ja lähtöjä. Toimilohkoja yhdistellään vetämällä viivoja haluttujen toimintojen aikaansaamiseksi. Seuraavissa kuvissa on esitelty hieman yleisimmin käytettäviä toimilohkoja. Ensin on kuitenkin kuva itse Xentasta, kuva 3.1



Kuva 3.1 TAC Xenta-tuotteen automaatiolaite Xenta 302



Kuva 3.2 Lähdöt ja tulot

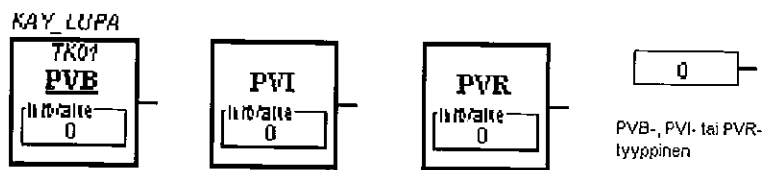
Kuvassa 3.2 on esitetty Menta-ohjelman lähdöt ja tulot, joiden väliin varsinainen ohjelma rakentuu. Mikäli lähtöjä tarvitaan enemmän kuin ohjelmoitavassa Xentassa on, voidaan käyttää toisen Xentan lähtöjä hyväksi. Silloin tieto Xentasta toiseen siirretään TANV-tietona LON-väylän kautta. TANV-muuttujista kerrotaan luvussa 3.1.3.2.

DI-tulon edessä näkyvä merkintä M0-X1 tarkoittaa fyysistä kytkentäpaikkaa. M0 on Xenta, jossa on ohjelma, esimerkiksi Xenta 302. M1 - M10 olisivat apuyksiköitä vastaavat merkinnät. X1 tarkoittaa digitaalista sisääntuloa.

Tuloja ja lähtöjä tarkentavia merkintöjä on viisi (ks. Kuva 3.1):

- X on digitaalinen sisääntulo
- B on vastusanturin sisääntulo, esimerkiksi lämpömittari
- U-tuloa voidaan käyttää X-tulona, B-tulona tai 0- (1...24V) sisääntulona
- K-lähtö on relelähtö
- Y-lähtö on analoginen lähtö

Tekniikan halvennuttua kaikki sisääntulot vaihtuvat vähitellen U-tuloiksi, jolloin muutosten mahdollisuus ja Xentojen käyttökohteet laajenevat entisestään.



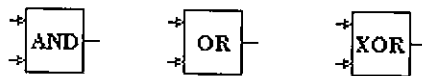
Kuva 3.3 Vakioasetusarvot

Kuvassa 3.3 on esitetty lohkoja, joita voi käyttää hyväksi esimerkiksi laskennassa tai joihin voi antaa PID-säätimen asetusarvo. Jos lohkolle annetaan nimi, kuten toimilohkossa PVB, voidaan lohkon arvoa muuttaa valvomosta muuttamatta ohjelmaa. Jos lohkolla ei ole nimeä, pitää jokaisen muutoksen jälkeen ladata ohjelma uudestaan Xentaan. Tällaisille lohkoille annetaankin yleensä aina nimi.

Lohkot vasemmalta oikealle:

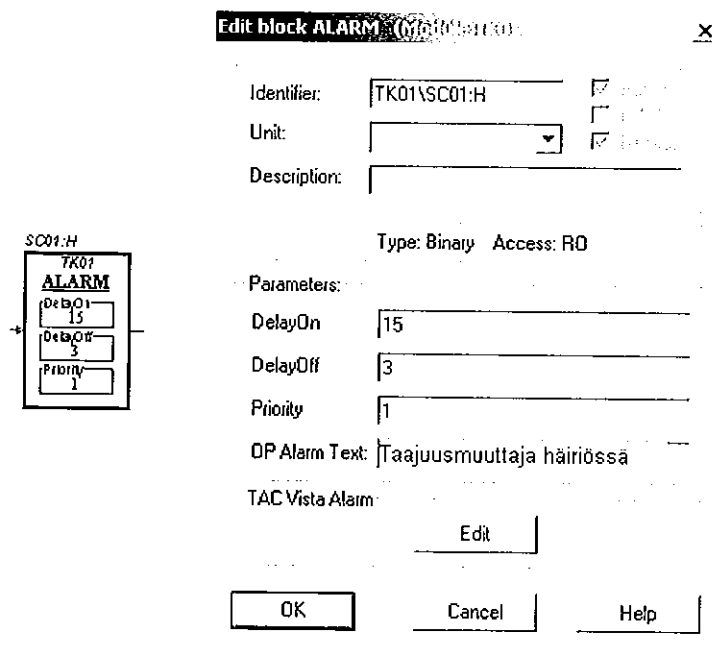
- PVB on binääriarvo (0 tai 1)
- PVI on kokonaisluku (1,2,3,...)
- PVR on reaaliluku (1,02; 34,45; ...)

Viimeistä toimilohkoa on kaikkien kolmen edellä mainitun muotoista. Lohkotyyppi on tavallaan jääne aiemmista ohjelmointityökaluista. Ohjelmoija voi itse päättää, kumpia käyttää. Suosittu tapa on käyttää isompia toimilohkoja silloin, kun arvolle annetaan nimi ja pienempiä lohkoja kiinteille arvoille.



Kuva 3.4 Loogiset toimilohkot

Kuvassa 3.4 ovat loogiset toimilohkot. AND-lohkon lähtö muuttuu ykköseksi, kun molemmat tulot ovat ykkösiä, OR-lohkoissa riittää, kun toinen tuloista on ykkönen. XOR-toimilohkon lähtö aktivoituu, kun toinen tuloista on nolla ja toinen ykkönen. Tätä lohkoa käytetään usein esimerkiksi ristiriitahälytyksissä, joissa toinen tulo on ohjaus ja toinen on tilatieto. Hälytys tehdään kuvassa 3.5 vasemmalla näkyvällä toimilohkolla. Samassa kuvassa oikealla on hälytystoimilohkon konfigurointinäkymä.



Kuva 3.5 Hälytystoimilohko

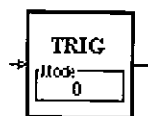
Hälytystoimilohkoon voidaan asettaa:

- hälytyksen nimi
- yksikkö
- kuvaus, ohjelmoijan tiedoksi ja muistutukseksi
- kytkeväviive
- poistumisviive
- prioriteetti (Hälytysten prioriteetista ja siirrosta enemmän luvussa 3.4)
- valvomossa näkyvä hälytysteksti



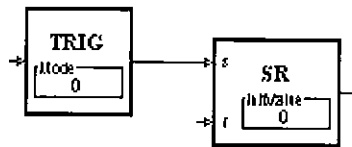
Kuva 3.6 Vertailutoimilohkot

Vertailutoimilohkoilla voidaan tehdä esimerkiksi hälytys- tai käynnistysrajoja. Vertailutoimilohkoihin voidaan tuoda mittaustieto tai antaa suora arvo PVR-toimilohkolla.



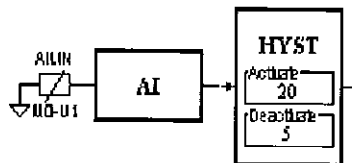
Kuva 3.7 Triggeri

Kuvan 3.7 TRIG-toimilohkolla voidaan havaita binäärisignaalin nouseva tai laskeva reuna. TRIG-toimilohko on aktivoituessaan aktiivinen yhden ohjelmakierron ajan. Sillä voidaan esimerkiksi aktivoida SR-kiikku, kuten kuvassa 3.8 on esitetty.

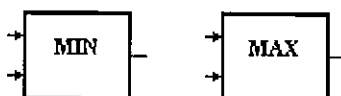


Kuva 3.8 SR-kiikku

HYST-toimilohkoa voidaan käyttää usealla eri tavalla. Sillä voidaan tehdä valo-ohjaukseen hystereesiä, jotta valot eivät ohjautuisi päälle ja pois rajakohdalla, silloin kun valoja ohjataan pelkästään valoisuuden mukaan. Toinen käyttöesimerkki on tehdä anturitulosta binääritulo, koska anturitulo näyttää kytkin auki lämpötilaa -50 astetta ja kytkin kiinni +150 astetta. Kuvassa 3.9 on tehty juuri tällainen toiminto. Hyst-toimilohkossa olevat luvut 20 ja 5 ovat vapaasti laitettavat hystereesirajat. Luvut voi vapaasti valita väliltä -50 ja +150. Tässä tapauksessa luvut on valittu niin päin, että toimilohko toimii NO-tulona. Päinvastoin aseteltuna tulisi toimilohkosta NC-tulo.

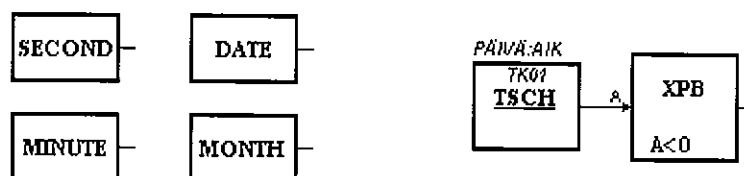


Kuva 3.9 HYST-toimilohko



Kuva 3.10 MIN- ja MAX-toimilohkot

Kuvan 3.10 toimilohkoilla valitaan tuloarvoista suurin tai pienin

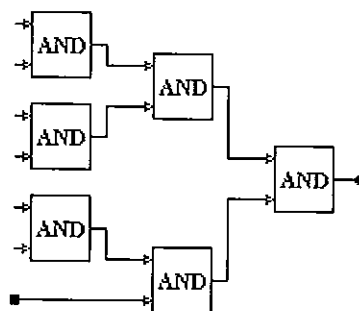


Kuva 3.11 Aikatoimilohkot

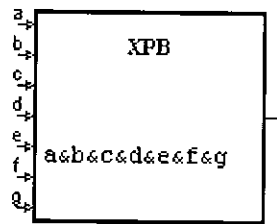
Kuvan 3.11 toimilohkoilla hallitaan ohjelman aikariippuvaisia toimintoja. Vasemman puoleiset toimilohkot ilmoittavat Xentassa olevan ajan ja päivämäärän. Esimerkiksi kuukausitoimilohkolla saadaan pysäytettyä patteriverkostot kesäkuukausiksi.

Kuvassa 3.11 oikealla näkyy Mentan aikaohjelmalohko TSCH. Lähdössä näkyy positiivinen tai negatiivinen minuuttiluku joka ilmoittaa, kuinka paljon on aikaa tilan muutokseen. Asetetut toiminta-ajat näkyvät negatiivisina jaksoina. Minuuttitiedolla ei kuitenkaan ole yleensä mitään käyttöä vaan Expression-toimilohkolla tehdään aikaohjelmasta tieto, käyntilupa päällä tai pois.

Usein sama toiminto toistuu useita kertoja peräkkäin. Esimerkkinä monen binääritulon täytyy vaihtaa tilaansa nolasta ykköseksi, jotta ehto toteutuu. Tällöin käytetään useata AND-lohkoa rinnan ja peräkkäin, koska AND-lohkoissa on vain kaksi sisääntuloa. Graafinen ohjelmointitila on kuitenkin rajallinen ja usein onkin järkevämpää tehdä rinnakkaiset käskyt Expression-toimilohkolla, johon voidaan ohjelmoida tekstipohjaista koodia. Samaa lohkoa käytetään myös tilanteissa, jolloin halutun toiminnan suorittavaa lohkoa ei ole olemassa. Expression-toimilohko myös selkeyttää ohjelmaa ohjelmoijalle, joka yrittää selvittää, mitä toisen ohjelmoijan tekemä ohjelma tekee. Kuvassa 3.12 on esitetty 7. binääritulon yhdistäminen FBD-toimilohkoilla. Kuvassa 3.13 on vastaava toiminto toteutettu Expression-lohkoilla.

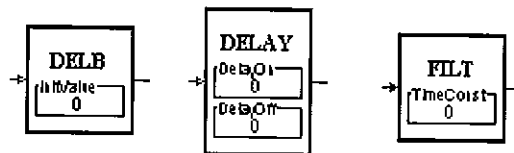


Kuva 3.12 7. binääritulon yhdistäminen AND-toimilohkoilla



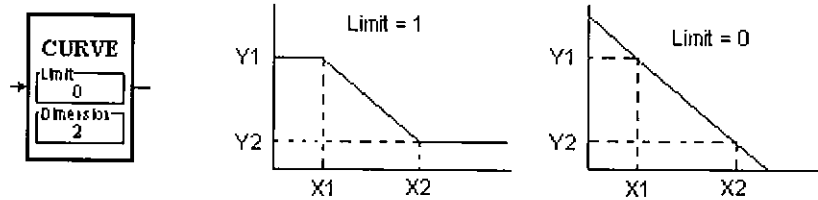
Kuva 3.13 7. binääritulon yhdistäminen Expression-toimilohkolla

Expression-toimilohkoon voi kirjoittaa koodia lähes rajattomasti, mutta yleisesti yhteen lohkoon pyritään keräämään vain yksi toiminnallinen kokonaisuus. Toimilohkoja yhdistelemällä saadaan sitten aikaan kokonainen ohjelma. Expression-lohkossa on myös yksi puute, jonka vuoksi lohkojen koko ei kasva kovinkaan suureksi. Lohkoon saa rajattoman määrän sisääntuloja, mutta vain yhden lähdön.



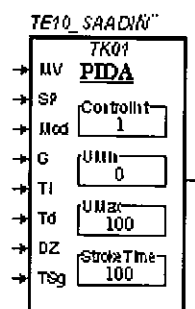
Kuva 3.14 Viivästystoimilohkot

Seuraavaksi on esitetty viivästystoimilohkot. DELB-toimilohko viivästyttää binääritietoa yhden ohjelmakierron. DELAY-toimilohkolla voidaan viivästyttää lähdön aktivoitumista ja palautumista haluttu sekuntimäärä. FILT-toimilohko ei tavallaan ole yhtä selvä viivästyslohko, sillä se laskee tulon keskiarvoa halutulla aikajaksolla, mutta sillä voidaan myös loiventaa, toisin sanoen viivästyttää äkillistä muutosta. FILT-toimilohkoa käytetään monesti ulkolämpötilan mittauksessa. Esimerkiksi patteriverkoston lämpötilaa säädetään monesti mieluummin vuorokauden keskilämpötilan mukaan kuin hetkellisten lämpötilamuutosten mukaan.



Kuva 3.15 CURVE-toimilohko

Kuvan 3.15 CURVE -toimilohkolla annetaan esimerkiksi asetusarvo lämpötilasäätimelle. CURVE-toimilohkoon annetaan nimensä mukaisesti käyrän pisteitä X_1, Y_1 ; X_2, Y_2 ; ..., minkä mukaan toimilohko rakentaa käyrän ja laskee lähdön arvon. X-akselilla voi olla esimerkiksi huoneen lämpötila ja lähdössä Y-akselilla sisään puhalluksen lämpötilan asetusarvo. Jos esimerkin huonelämpötila menee käyrän ulkopuolelle, määritellään Limit-arvolla, kuinka lähtö käyttäytyy. Limit-arvolla 0 käyrä jatkaa molemmissa päissä kahden lähimmän pisteen mukaista kuviteltua suoraa pitkin. Limit-arvolla 1 lähtö jää viimeiseen aseteltuun arvoon. Sisään puhalluksessa käytetään yleensä Limit-arvoa 1, koska huoneeseen ei mukavuussyistä puhalleta juuri koskaan alle 17 tai ainakaan alle 15 asteen, vaikka huoneessa olisi todella kuuma. Poikkeuksena ovat tilat, joissa oleskellaan vain väliaikaisesti, kuten esimerkiksi ATK-laitetilat.



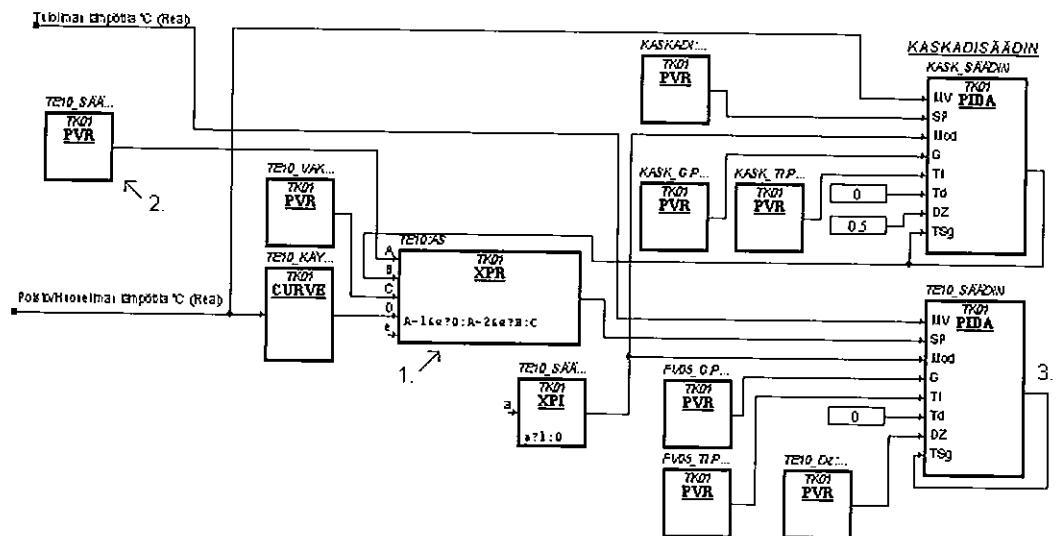
Kuva 3.16 PIDA-säädin

Kuvan 3.16 PIDA-säädin on yleisesti lähes kaikissa säätöpiireissä käytetty toimilohko. Sisääntulot ylhäältä alkaen:

- MV on mittaus toisin sanoen prosessilla säädettävä arvo
- SP on asetusarvo
- Mod-toimintatila, arvot 0...3
 - 0 säädin pysäytetty, lähtö on nolla
 - 1 säädin säätää normaalisti
 - 2 säätimen lähtö pakotettu arvoon U Max
 - 3 säätimen lähtö pakotettu arvoon U Min
- G on vahvistus
- Ti on integrointiaika
- D on derivointiaika
- DZ on "kuollut" väli eli säädin reagoi vasta, kun mittaus muuttuu yli astellun arvon
- TSg arvo, johon säätimen lähtö jää, kun se pysäytetään eli toimintatila vaihtuu nolnaan (TSg yleisimmin takaisinkytketään lähdestä)

Controlnt (Control interval) tarkoittaa, kuinka usein säädin lukee tulonsa ja asettaa lähdön. U Min ja U Max asetellaan esimerkiksi tuloilmakoneen lämpötilan säädössä sen mukaan, kuinka monta säätöporrasta on käytettävissä (jäähdytys/lämmön talteenotto/lämmitys). Stroke Time on säätimen ajoaika eli aika, joka kuluu, kun säädin ajaa ääripäästä toiseen.

Erilaisia toimilohkoja on Menta-ohjelmassa moninkertainen määrä esiteltyihin nähden, mutta yleisimmät jokaisen tuloilmakoneen tai lämmönjaon ohjelmoinnissa käytetyt toimilohkot on esitetty edellä. Seuraavassa kuvassa 3.17 on esitetty pätkä tuloilmakoneen ohjelmasta, jolla säädetään tuloilman lämpötilan perusasetusarvo.



Kuva 3.17 Menta -ohjelmointia

Kuvan 3.17 kohdan 1. toimilohkoon kerätään kolme eri tuloilman asetusarvoa:

- vakioasetusarvo
- käyräasetusarvo
- kaskadiasetusarvo

Asetusarvoista valitaan haluttu asettamalla toimilohkoon 2. kyseinen numero.

Tässä esimerkissä, toimilohkossa 2.:

- 0 vastaa vakioasetusarvoa
- 1 on käyräasetusarvo, huone- tai poistoilmasta
- 2 on kaskadisäätimen valinta

Kohdan 3. säätimen lähtö asetellaan toimimaan välillä -100 - +200, jos tuloilmakoneessa on jäähdytyspatteri, lämmön talteenotto ja lämmityspatteri.

- -100 - 0 on jäähdytyspatterin ohjaus 100% - 0%
- 0 - 100 on lämmön talteenoton ohjaus 0% - 100%
- 100 - 200 on lämmityspatterin ohjaus 0% - 100%

Periaatteessa säätimen 3. lähdöstä voidaan PRCNT-lohkoilla jakaa säätöviesti suoraan AO-lähtöihin, mutta käytännössä jokaisella patterilla on vielä oma

toimilohkokokonaisuus, jonka läpi säätöviesti kulkee ennen kuin viesti menee AO-lähtöön.

3.1.2 Menta-ohjelmointi

Menta-ohjelmointiympäristö on tehty taloautomaation tarpeita ajatellen. Taloautomaatiossa mittaukset ovat epätarkempia ja säädöt selvästi hitaampia, kuin prosessiteollisuudessa. Esimerkiksi huonelämpötiloja on turha yrittää säätää asteen osien tarkkuudella, koska ihminen ei tunne kovin pieniä lämpötilan muutoksia. Sen vuoksi mitta- ja toimilaitteet ovat huomattavasti edullisempia ja ohjelmointi jonkin verran helpompaa kuin prosessiteollisuudessa. Menta-ohjelma pyörähtää ympäri yleisimmin kerran sekunnissa. Prosessiteollisuudessa vastaava aika on sekunnin osia.

Menta-ohjelma ladataan Xentaan. Xenta on TAC:n kehittämä taloautomaatiolaite. Xentoja on paljon erilaisia. Suurimmassa osassa on analogisia ja digitaalisia tuloja ja lähtöjä. Digitaalinen puoli on kärkitietojen lukemista ja ohjaamista. Analogiseen sisään menoon voidaan liittää suoraan vastusanturi tai lukea jänniteviestejä 0...1V, 0...10V ja 2V...10V. Analogiselle lähdölle määritetään arvo 0%:ssa ja 100%:ssa. Tällä välillä lähtö käyttäytyy lineaarisesti kahden pisteen määräämällä suoralla. Lähdön arvo voi vaihdella välillä 0...24V. Yleisimmin käytetään ohjausta 0...10V.

Jokaisessa Xentassa on siis rajallinen määrä tuloja ja lähtöjä. Edellä mainittujen määrää voi kuitenkin lisätä fyysisesti lisäämällä apuyksiköiden määrää. Apuyksiköt ovat Xentoja, joihin ei voi ladata ohjelmaa, vaan jotka toimivat pääyksikön jatkeena. Apu-Xentoja saa lisättyä ohjelman sisältävää Xentaa kohden tavallisimmin kaksi kappaletta, mutta joihinkin Xenta-malleihin jopa kymmenen. Yhteen apuyksikköön mahtuu noin kymmenen tuloa ja/tai lähtöä.

Tulot ja lähdöt voivat olla myös ohjelmallisia. Xentat ovat LON-laitteita, joissa tiedonsiirto tapahtuu eri valmistajien yhteisesti sopiman protokollan mukaan. Esimerkki ohjelmallisesta tulosta on itsenäisesti toimiva LON-lämpötilamittari,

joka lähettää tiedon Xentalle LON-väylää pitkin. Tällöin ei siis kulu yhtään fyysistä tuloa eikä lähtöä Xentasta, mutta anturiin saadaan yhteys. Ohjelmallisia tuloja ja lähtöjä saadaan otettua käyttöön noin 30 Xentaa kohti. Yleisimmin ohjelmoinnissa käy kuitenkin niin, että Xentasta loppuu ohjelmointitila ennen kuin tulot ja lähdöt. Tällaisessa tilanteessa ohjelmaa voidaan jakaa toisiin pääyksiköihin, joissa on vielä tilaa. Ohjelmointitilan loppuminen johtuu yhä useammin siitä, että suunnittelijat tietävät ohjelmallisesti pystyttävän toteuttamaan lähes millaisia ohjauksia tahansa. Ohjelmoinnin mahdollisuudet houkuttelevat suunnittelijoita suunnittelemaan aina vain monimutkaisempia ohjauksia, jotka taasen vievät ohjelmointitilaa Menta-ohjelmassa.

3.1.3 TAC -tiedonsiirto

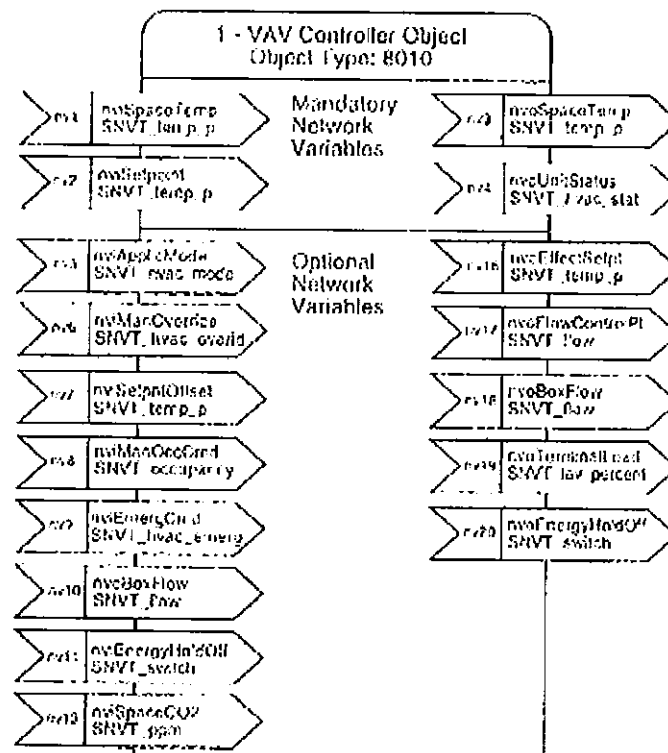
Xentat, Vista-valvomo ja LON-pohjaiset kentälaitteet ovat yhteen liitettynä LON-parikaapelilla. Väyläkaapeli ketjutetaan laitteelta toiselle. Käyttöönoton jälkeen kukin laite tietää muiden laitteiden osoitteen ja voi keskustella haluamansa laitteen kanssa, joka on liitettynä samaan väylään. Yhteydenpito älykkäisiin kentälaitteisiin tapahtuu LON-väyläprotokollan mukaan SNVT-tyyppisinä tietoina. Xentat ja Vista-valvomo keskustelevat keskenään TANV-tyyppisillä muuttujilla käyttäen yhteydenpitoon samaa väyläkaapelia kuin keskusteluun LON-laitteiden kanssa.

LON-laitteet vähentävät huomattavasti fyysisen kaapeloinnin tarvetta. Hyvänä esimerkkinä toimii taajuusmuuttaja, jolla pyöritetään pumppua tai ilmastoinnin puhallinta. Yleisimmin taajuusmuuttajalle annetaan käyntilupa ja nopeusohjearvo ja paluutietona saadaan käyntitieto ja pyörimisnopeus. Käytössä on siis yksi kappale kaikkia: DI, DO, AI ja AO tuloa ja lähtöä. Näiden tietojen siirtämiseen tarvitaan perinteisesti neljä paria johtimia. Kun taajuusmuuttajaan lisätään LON-kortti, saadaan kaikki tiedot siirtymään yhtä parikaapelia pitkin. Etuna on myös se, että jos ohjaustapaa muutetaan myöhemmin tai laitteesta halutaan enemmän tietoja, ei fyysisiä johdotuksia tarvitse muuttaa. Yksinään taajuusmuuttajassa on usea kymmenen muutettavaa parametria, joihin kaikkiin pääsee käsiksi väylän kautta.

3.1.3.1 SNVT-muuttajat

SNVT-muuttajat ovat kansainvälisen LON-väyläprotokollan mukaisia muuttujia. SNVT tulee sanoista Standard Network Variable Type, mikä tarkoittaa yritysten kansainvälisesti yhdessä sopimia muuttujatyyppejä. Eri valmistajien LON-laitteet pystytään siis saattamaan toimimaan yhdessä. Vastaava esimerkki voidaan ottaa Xentan mittaustulosta. Jos sisääntuloa mitataan välillä 0...10V on standardissa sovittu, mitä lämpötilaa vastaa jännite 0V ja mitä lämpötilaa vastaa jännite 10V ja että lämpötila tällä välillä käyttäytyy lineaarisesti. SNVT-standardissa lämpötilalle jännitteessä 0V on annettu lukuarvo heksalukuna ja vastaavasti jännitteelle 10V:ssa.

Kuvassa 3.18 on osa Xenta 102-VF-huonesäätimen SNVT -muuttujista. Kuvassa vasemmalla ylimpänä on nviSpaceTemp tyyppiä SNVT_temp_p. NviSpaceTemp on vapaasti nimettävä kuvaus. Nvi tarkoittaa yleisesti sisääntuloa DI tai AI ja nvo lähtöä DO tai AO. Xenta 102-VF-huonesäätimeen voidaan siis joko liittää normaali vastusanturi suoraan Xentan liittimiin tai lukea lämpötila, minkä tahansa valmistajan LON-lämpötila-anturista, jonka lähtö on tyyppiä SNVT_temp_p. Jos muuttujan alkuosa on nci, tarkoittaa se vakioasetusarvoa, kuten PVR-toimilohko Menta-ohjelmassa.



Kuva 3.18 SNVT-muuttujat

Xenta 102-VF-huonesäädin on yksi TAC:n säätimistä, joka on valmiiksi ohjelmoitu ja johon ei voi ladata Menta-ohjelmaa. Xenta 102-VF otetaan käyttöön kuin mikä tahansa LON-laite, ja jotta sitä pystytään ohjaamaan, täytyy liitokset Mentaan tehdä LonMaker-ohjelmalla. LonMakerista on kerrottu kappaleessa 3.3.

SNVT-muuttujien lista on pitkä ja kasvaa jatkuvasti. Tämän vuoksi on koottu lista tärkeimmistä, yleisimmin käytetyistä SNVT-muuttujista. Lista löytyy osoitteesta www.snvt.com.

3.1.3.2 TANV-muuttujat

TANV-muuttujat on tehty, kuten edellä mainittiin, TAC:n laitteiden väliseen keskusteluun. Laitteilla on siis täydellinen yhteensopivuus siinä mielessä, että DO-tyyppisen lähdön voi poikkeuksetta viedä DI-tyyppiseen tuloon ja vastaavasti AO-lähdön AI-tuloon. AO- ja DO-lähtöjen ei tarvitse edes tarkoittaa

kirjaimellisesti AO- ja DO-toimilohkoa vaan minkä tahansa ohjelmassa olevan oikean tyyppisen toimilohkon tiedon voi lukea TANV-tuloon.

TANV-muuttajat siirtyvät tapahtumapohjaisesti. Tämä tarkoittaa sitä, että tuloihin ja lähtöihin, jotka siirtyvät laitteelta toiselle, valitaan muutoksen suuruus, joka aktivoi tapahtuman. Esimerkkinä on lämpötilan siirto. Lämpötilan tarvitsee muuttua esimerkiksi puoli astetta, jotta muutos lähetetään eteenpäin. Lohkoissa on aina lisänä aika, jonka välein tieto lähetetään joka tapauksessa. Aikavälein lähetyksellä saadaan todettua, että yhteys laitteiden välillä toimii, vaikka lämpötila pysyisi samana pitkäänkin. Muutoksen suuruutta taasen voidaan muuttaa tiedon tarpeellisuuden mukaan. Kun suurta määrää tietoja ei lähetetä turhaan edestakaisin, saadaan väyläliikennettä pienennettyä ja tiedonsiirron varmuutta parannettua.

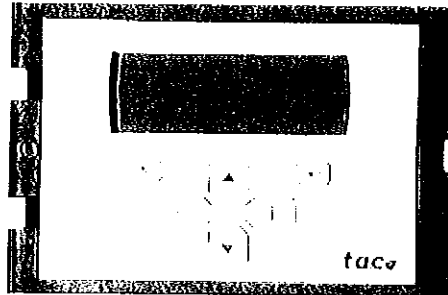
3.2 Vista- graafinen käyttöliittymä

Vista on Mentan ja Xentan tavoin TAC:n oma tuote. Grafiikkaan voidaan piirtää ilmastointikoneiden, lämmönjakohuoneiden, jne. säätökaaviot ja -käyräsivut. Säätökaaviosta käyttäjä näkee nopeasti, minkälainen kone on kyseessä. Mittaustietojen näkyessä grafiikassa oikeilla paikoillaan on käyttäjän huomattavasti helpompi havaita säätöjen toimivuus. Säätökäyräsivulle kerätään käyttäjän haluamat mittaus- ja säätöarvot. Säätökäyrät ovat selvälukuisempia graafisina kuin yksittäisinä lukuina.

3.2.1 Operointipaneeli

Xenta-alakeskuksiin tulee yleensä operointipaneeli, josta näkee mittaus- ja tilatiedot, ohjaukset, parametrit, jne. Asiakkaalle operointipaneelista on yleensä hyötyä aikaohjelmien muutoksissa ja hälytysten lukemisessa. Yksittäiset mittaustiedot eivät kokemattomalle käyttäjälle helposti aukene. Operointipaneeli on kuitenkin hyvin käytännöllinen käynnistyksessä ja tilanteissa, joissa pitää pakottaa ohjauksia päälle ja pois. Kokeneet käyttäjät

tekevätkin kaikki muutokset yhtä helposti operointipaneelilla kuin tietokonepäätteeltä.

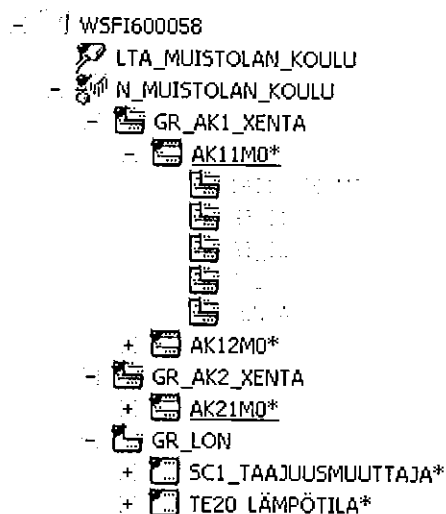


Kuva 3.19 Xenta OP -operointipaneeli

3.2.2 Vista-valvomo

3.2.2.1 Fyysinen puoli

Vista-valvomon teko aloitetaan tekemällä fyysinen puoli, joka vastaa kentällä olevia laitteita. Xentoista tehdään oma verkkonsa ja LON-laitteista omansa. Xentat vielä ryhmitellään ja nimetään yleensä alakeskuksittain.



Kuva 3.20 Vista-valvomon fyysinen puoli

Kuvassa 3.20 puurakenteen alkupäässä ensimmäisenä on TAC Vista-ohjelma, jonka alle kerätään valvomoon haluttavat kohteet. Seuraavana näkyy serveri,

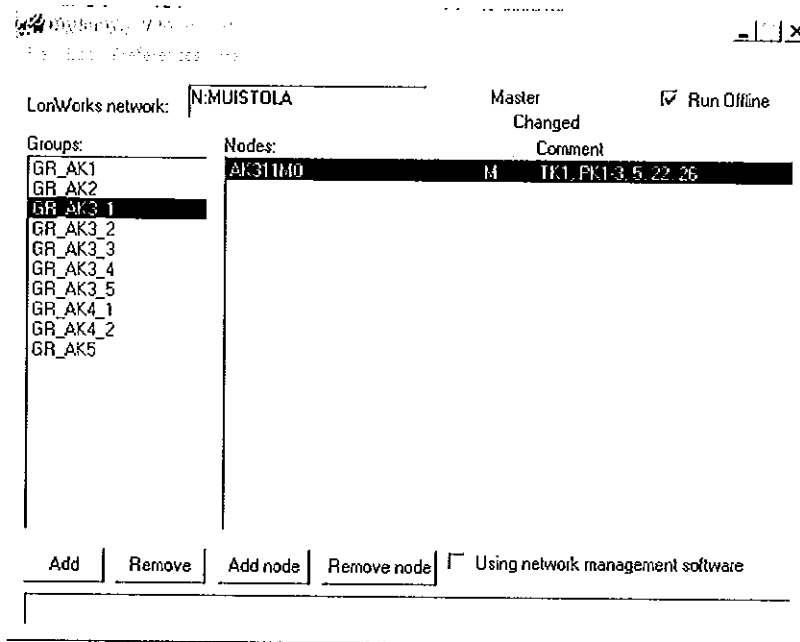
joita yleisimmin on vain yksi- pääkone. Serveri on nimetty WSFI600058:ksi. Serverin alla näkyvät kyseiseen serveriin liitetyt verkot modeemin kautta tai suoraan serverin LON-kortille. Tässä tapauksessa serveriin on liitetty vain yksi kohde/verkko, joka on nimetty N_MUISTOLAN_KOULU. Verkossa olevat laitteet keskustelevat valvomoon portin kautta, joka on nimetty LTA_MUISTOLAN_KOULU. Jokaisella verkolla on oltava oma porttinsa. Seuraavalla tasolla ovat Xenta- ja LON-ryhmät. Xenta-ryhmät voidaan tehdä haluamallaan tavalla riippumatta siitä, kuinka Xentat fyysisesti kentällä sijaitsevat. Käytännössä on kuitenkin selvempää, että ryhmät tehdään vastaamaan kentällä olevia alakeskuksia. Kentällä olevat laitteet on myös nimetty vastaavilla nimillä, jolloin hälyttävät laitteet ovat helposti paikannettavissa ja tunnistettavissa. LON-laitteet kerätään yleisesti kaikki samaan ryhmään, koska LON-laitteet tuodaan valvomoon vain, jotta nähdään, että ne pysyvät linjoilla ja jotta joskus voidaan muuttaa joitain parametreja. LON-laitteista ei kuitenkaan tehdä loogista puolta lainkaan, koska valvomosta ei juurikaan ohjata LON-laitteita suoraan vaan Xentoja, jotka ohjaavat LON-laitteita.

3.2.2.2 Network Configuration Tool

Lopputyön kohteena olevan Muistolan koulu tulee kaupungin valvomoon liitettäväksi. Vammalan kaupungin valvomossa on vielä kirjoitushetkellä käytössä vanhempi Vista-versio, minkä takia erillinen verkko-ohjelma, Network Configuration Tool on esitelty. Osoitteet ja neuron_ID:t annetaan myös uudemmissa järjestelmissä vastaavanlaisesti, vain ohjelman graafinen esitystapa on muuttunut.

Vanhemmissa järjestelmissä tehdään erikseen fyysinen puoli ja verkko. Fyysinen puoli tehdään muuten samalla tavalla kuin edellisessä kappaleessa on esitetty, mutta ohjelma ei ole graafisesti yhtä selkeä. Vastaavanlainen verkkorakenne tehdään sitten vielä erikseen Network Configuration Tool -ohjelmalla.

Verkon teko aloitetaan tekemällä ryhmät vastaavasti kuin kappaleessa 3.2.2.1
Fyysinen puoli. Ryhmät sijaitsevat kuvassa 3.21 vasemmalla. Kuvan oikeaan
reunaan lisätään jokaisessa ryhmässä olevat Xentat. Kuvan esimerkissä,
ryhmässä AK3_1 on yksi Xenta AK311M0. Kommenttiosuuteen on vielä
mainittu, minkä koneiden ohjauksia kyseinen Xenta sisältää.



Kuva 3.21 Network Configuration Tool

Kun verkko on tehty, pitää sen solmut eli Xentat vielä yksilöidä vastaamaan
juuri tiettyjä Xentoja. Jokaisella Xentalla on oma yksilöllinen neuron_ID, jolla
se tunnistetaan. Sama yksilöllinen neuron_ID on myös muiden valmistajien
LON-laitteilla, joista lisää kappaleessa 3.3. Sen lisäksi, että jokaisella Xentalla
on yksilöllinen neuron_ID, annetaan sille myös yksilöllinen nimi sekä aliverkon
ja solmunumeron yhdistelmä. Näillä tiedoilla jokainen Xenta löytyy verkosta
oli se kytkettynä mihin kohtaan väylää tahansa. Osoite vastaa tavallaan GSM-
puhelimien puhelinnumeroa. Xentaa voi saman väylän varrella siirtää fyysisesti
mihin tahansa ja se löytyy aina osoitteensa perusteella.

Edit node - AK311M0 [X]

File Edit

Database: Base unit:

Device name: AK311M0 [Down arrow] []

Subnet: 3 [Down arrow] []

Node: 10 []

Neuron ID: 043DA30E0100 []

Version: 3.61 []

Unit type: 301 []

Master

Comment: TK1, PK1-3, 5, 22, 26 []

I/O modules:

No	Preconf.	Subnet	Node	NeuronID	Type	Version	Status
1	No	3	13	04E8503C0100	410	1.04-01	.

[Close]

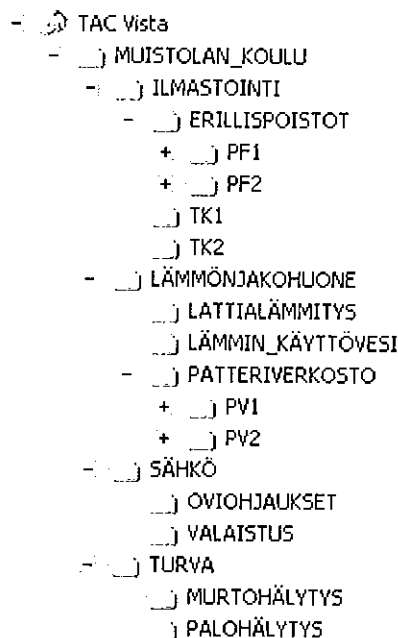
Kuva 3.22 Network Configuration Tool: solmun ominaisuudet

Kuvassa 3.22 on Xentalle annettu nimi AK311M0. Loput parametrit ylhäältä lukien ovat:

- aliverkko, joka on aina sama ryhmän sisällä
- solmunumero. Ohjelman sisältävä Xenta vie kolmen solmun tilan ja alkaa annetusta eli kuvan 3.22 esimerkin mukaan solmut 10, 11 ja 12. Apuyksiköt vievät vain yhden solmun.
- yksilöllinen neuron_ID-numero
- Xentan versionumero, joka tarkoittaa Xentan omaa käyttöjärjestelmää vastaavasti kuin on Windowsin versiot 2000 ja XP.
- Unit Type kertoo, millaisesta Xentasta on kyse. Xenta-tyyppien eroavaisuudet ovat tulojen ja lähtöjen tyyppissä ja määrässä ja siinä, saako niihin ladattua ohjelmaa vai ei.

Alempana kuvassa 3.22 näkyvät apuyksikön vastaavat tiedot.

3.2.2.3 Looginen puoli



Kuva 3.23 Vista-valvomon looginen puoli

Loogiselle puolelle tehdään normaalia Windowsin resurssienhallintaa vastaava puustorakenne kansioilla. Puusto alkaa yleisimmin kohteen nimellä.

Seuraavalla tasolla on jaoteltu ilmastointikonehuone, lämmönjakohuone, sähköpisteet, oviohjaukset, jne. Yleensä seuraava taso on viimeinen ja ilmastoinnissa se tarkoittaa kansioita koneittain (TK1, TK2, jne.).

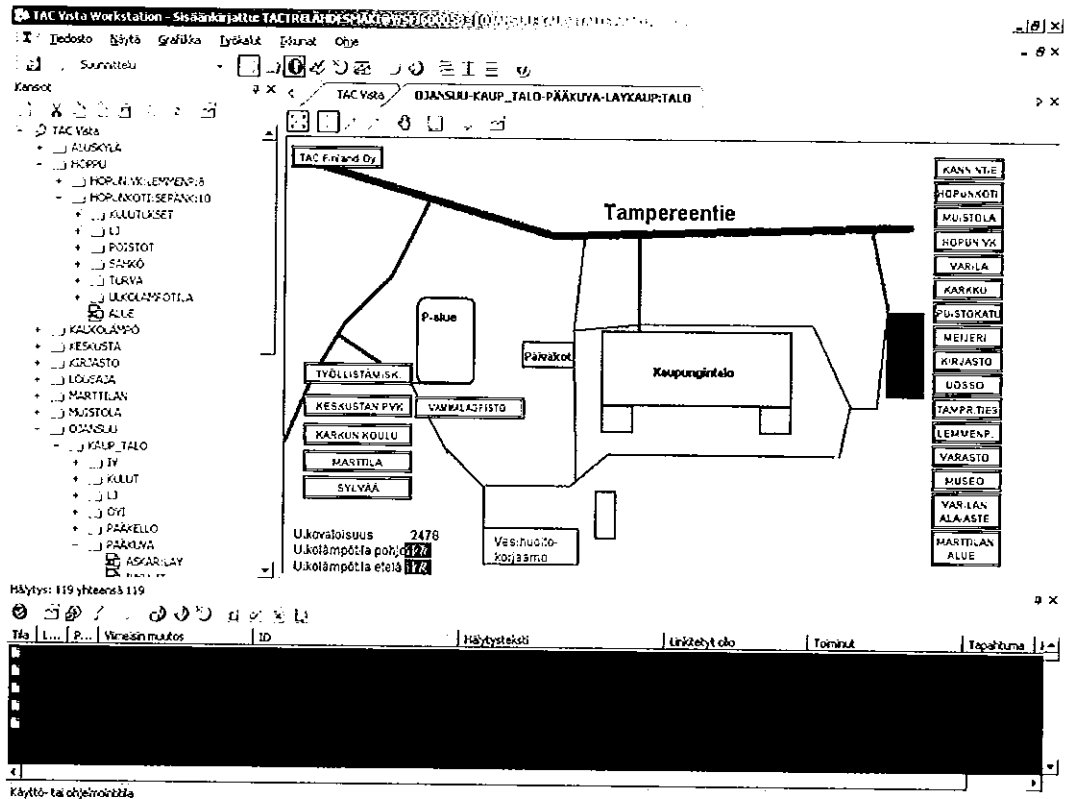
Lämmönjakohuoneissa on taas eroteltu patteriverkostot, lämmin käyttövesi, lattialämmitys, jne. Looginen puoli selventää grafiikan tekemistä ja pisteiden etsimistä koneen käyttövaiheessa. Fyysisellä puolella saattaa nimittäin olla yhden ilmastointikoneen ohjaus ja säätö jaettuna kolmeen eri Xentaan ohjelmointitilan tai laitteiden fyysisen sijoittelun vuoksi. Ilmastointikone saattaa sijaita ison liikekeskuksen alakerrassa, mutta poistokojeet ovat yleisimmin talon katolla. Sen sijaan, että alhaalta vedettäisiin johdot jokaiselle koneelle erikseen, on helpompi siirtää ohjaustieto lähellä kattoa olevaan Xentaan ja johdottaa ohjausjohdot siitä katolle. Edellä mainittujen syiden vuoksi, nimetään mittauspisteet seuraavan esimerkin mukaisesti: TK1\TE10:M, jossa ensimmäinen osa kertoo koneen tunnuksen. Kaikista Xentoista kerätään

tällä tunnuksella alkavat mittaukset ja ohjaukset loogiselle puolelle kansioon TK1. Jälkimmäinen osa tarkoittaa tässä tapauksessa tuloilman lämpötilan mittausta, TAC:n standardien mukaan. Merkinnät ja tunnukset selviävät suunnitelmien säätökaaviosta.

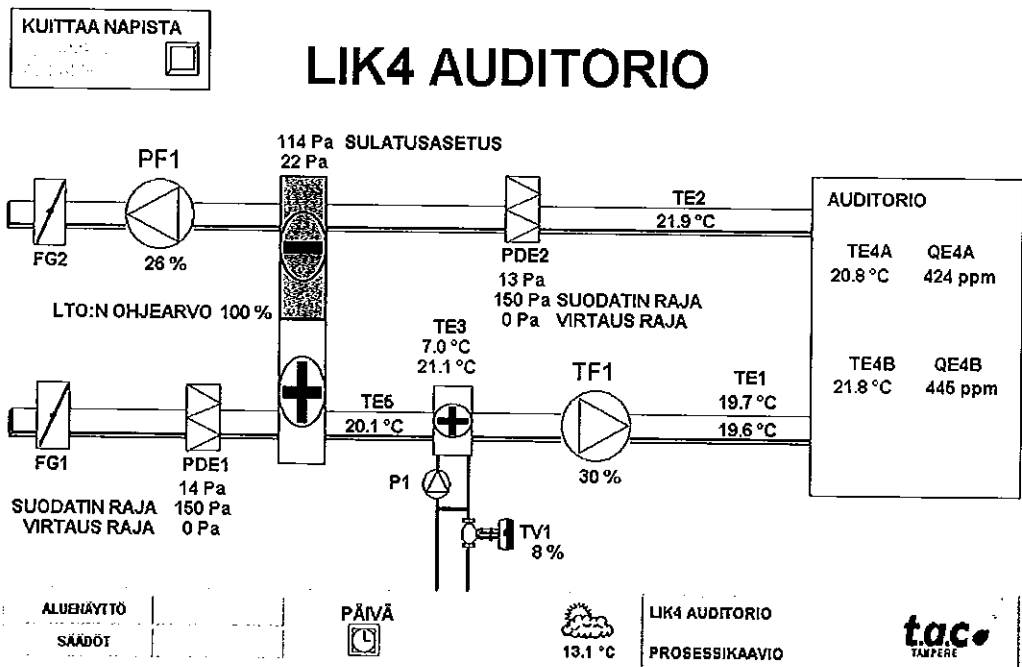
Kun kansiorakenne tehdään näillä ehdoilla ja nimeyskäytäntö pidetään samanlaisena alusta loppuun, nopeutetaan grafiikan tekemistä huomattavasti. Esimerkkinä voidaan ottaa suuri kohde, jossa on viisi samanlaista ilmastointikonetta. Ensimmäisen koneen kuvat piirretään alusta loppuun melkein tyhjästä pohjasta ja lisätään mittauspisteiden arvot oikeille kohdilleen. Sen jälkeen linkitetään jokainen lukuarvo grafiikassa sitä vastaavaan mittauspisteeseen loogisella puolella, joka taas viittaa fyysisen puolen kentällä olevaan varsinaiseen mittaukseen. Kun kaikki on tehty, tallennetaan kuva kyseisen koneen kansion alle. Tämän jälkeen kuva tallennetaan neljän muun vastaavan koneen kansioihin ja mittauspisteet linkittyvät automaattisesti aina kyseisen koneen mittaustietoihin. Vain nimiöissä lukevat koneen tiedot pitää muuttaa aina kyseisen koneen tietoihin.

3.2.2.4 Valvomo-grafiikka

Nykyisessä Vista-valvomon grafiikassa on kolme ikkunaa. Varsinainen grafiikkapuoli, jossa nappeja painelemalla siirrytään sivulta toiselle. Grafiikassa näkyy siis kaikki valvomoon liitetyt koneet. Tietokantapuoli, jossa näkyy fyysisen ja loogisen puolen rakenne. Kolmas ikkuna on varattu hälytyksille. Ikkunaan ilmestyvät hälytykset sitä mukaa kun niitä tulee. Kuitattaessa poistuneet hälytykset poistuvat listalta, mutta vielä voimassa olevat vaihtavat vain väriä ja poistuvat silloin, kun hälytystila poistuu. Kuvissa 3.24 ja 3.25 on esitetty esimerkkejä valvomo-grafiikasta.



Kuva 3.24 Vista-valvomo

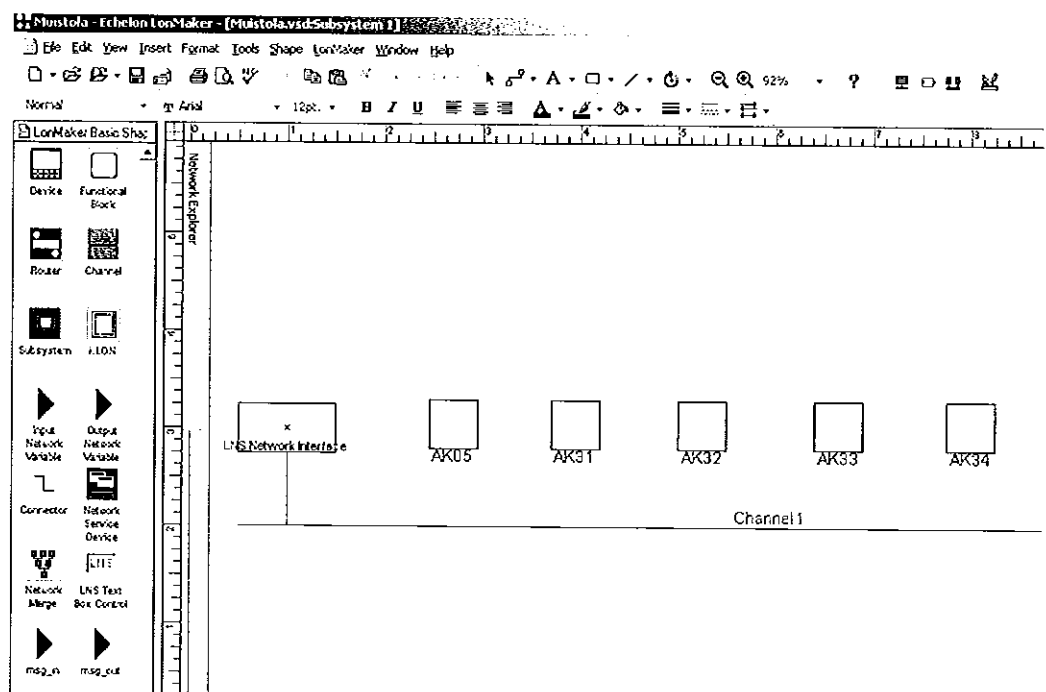


Kuva 3.25 Vista-valvomo: ilmastointikoneen prosessikaavio

3.3 LonMaker

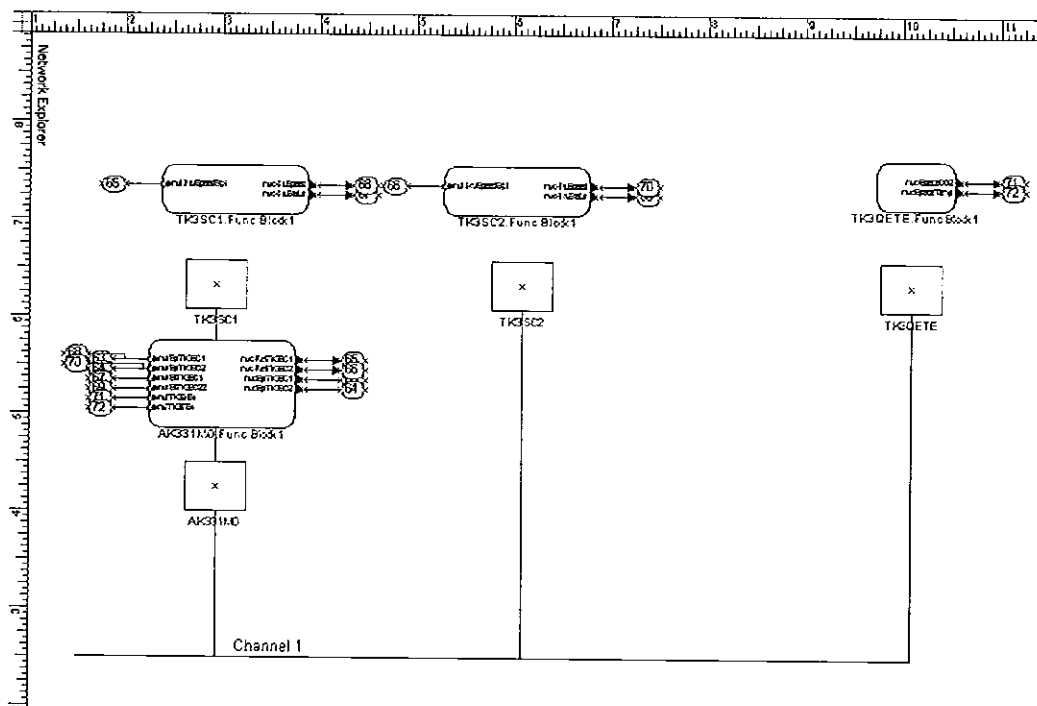
3.3.1 LON-laitteiden luominen

LonMaker on Echelon-nimisen yrityksen kehittämä ohjelma, jolla saadaan LON-laitteet keskustelemaan keskenään. Ohjelmaan tehdään kaavio järjestelmässä olevista laitteista ja väylistä. Kuvassa 3.26 on ohjelman päätaso, jossa esitellään ainoastaan käytettävät väylät, tässä tapauksessa yksi, ja alakeskukset.



Kuva 3.26 LonMaker-ohjelman päätaso

Jos kohde on pieni ja siinä on vain muutama LON-laite, luodaan kaikki laitteet jo päätasolle, mutta yleisimmin päätaso näyttää tältä. AK05, AK31, jne. tarkoittavat alakeskuksia, joissa Xentat sijaitsevat. Alakeskuskuviin pääsee tupla klikkaamalla kyseistä alakeskusta. Kuvassa 3.27 ollaan AK33:n alakuvassa.



Kuva 3.27 Alakeskus AK33

Kuvassa 3.27 alhaalla lukee Channel 1, joka tarkoittaa pääkuvassakin näkyvää kanavaa yksi. Tässä tapauksessa kanavia on vain yksi, koska välimatkat kohteessa ovat riittävän lyhyitä. Jos väylän pituus ylittää 500 m suorana tai n.200 m tähtimuotoisena, täytyy väylää jatkaa reitittimellä. Tällaisessa tapauksessa LonMakerissä näkyisi Channel 1 ja Channel 2.

Kuvassa 3.27 kaikki laitteet näkyvät neliöinä ja niiden yläpuolella olevat, kulmista pyöristetyt neliöt, kuvaavat aina kyseisen laitteen tuloja ja lähtöjä. LonMakerin esitysgrafiikka on todella yksinkertaista ja laitteet erottaa toisistaan vain SNVT-muuttujien nimien perusteella. LonMaker onkin tehty vain käyttöönotto työkaluksi, jolloin varsinaisen käyttäjän ei tarvitse tietää koko ohjelman olemassaolosta. Valvomoihin ei kyseistä ohjelmaa koskaan asenneta.

Kuvassa 3.27 vasemmalla alinna on Xenta, AK331M0. Ylärivissä vasemmalta lukien on kaksi taajuusmuuttajaa TK3SC1 ja TK3SC2 ja viimeisenä huoneilman hiilidioksidipitoisuutta ja lämpötilaa mittaava anturi TK3QETE.

Laitteet on nimetty TAC:n standardien mukaan, josta ohjelmoija näkee, mihin koneeseen kyseiset laitteet kuuluvat ja nimen loppuosasta, mitä laitteita mikin on.

Kun laitteet on luotu, johdotetaan ohjaavan laitteen lähtö ohjattavan laitteen tuloon, kuten tehtiin Menta-ohjelmassa. Vastaavasti johdotetaan mittausarvot Xentan tuloihin. Kuvassa 3.27 on johdotuksen jälkeen katkaistu johdot ja merkitty ne numeroin. Sama numero tulee luonnollisesti johdon molempiin päihin. Näin kuva näyttää selkeämmältä, kun johtoja ei mene sikin sokin.

Johdotuskuviiin ei yleensä tuoda näkyviin kuin ne johdot, jotka kytetään. Esimerkiksi kuvan 3.27 taajuusmuuttajilla on XIF-kuvaustiedostossaan kymmeniä tuloja ja lähtöjä, jotka eivät näy kuvassa, jotta kuvat olisivat mahdollisimman helppolukuisia. Käyttämättömät tulot ja lähdöt voidaan tuoda tarvittaessa näkyviin myöhemmin.

LonMakerissä samaan tuloon voi tuoda useamman tilan. Tällaista toimintoa käytetään johtokatkojen havaitsemiseen. Esimerkiksi LON-taajuusmuuttajalta tulee tilatieto Xentaan 30 sekunnin välein. Tämän lisäksi Xenta lähettää lähdöstään samaan tuloon virhekoodia 90 sekunnin välein. Jos virhekoodi on voimassa yli 60 sekuntia, jonka aikana taajuusmuuttajalta olisi pitänyt tulla tila vähintään kerran, tehdään hälytys johtokatkosta.

3.3.2 LON-laitteiden käyttöönotto

Kun tietokanta on tehty eli laitteet luotu ja johdotettu, kytetään tietokone samaan väylään käyttöönotettavien laitteiden kanssa. Käyttöönotto on hyvin yksinkertaista. Jokaiseen laitteeseen kirjoitetaan vastaavan fyysisen laitteen laitekohtainen neuron_ID-tunnus ja valitaan 'ota käyttöön' valikosta. Käyttöönotossa laitteiden neuron lastulle tallentuu tiedot laitteista kenen kanssa keskustellaan ja mitä tietoja vaihdetaan. Kun jokainen laite on otettu käyttöön, voi tietokoneen irrottaa väylästä ja laitteet jatkavat tietojen vaihtoa. Tämän

jälkeen ei LonMaker-ohjelmaa kohteessa enää tarvita, ennen kuin laitteet joskus hajoavat ja vaihdetaan uusi tilalle tai uusia tuloja / lähtöjä otetaan käyttöön.

3.4 Vista SMS

Vista SMS on TAC:n käyttöön tehty hälytysten siirto-ohjelma, jolla saadaan siirrettyä Xentojen hälytykset GSM-puhelimeen tekstiviestinä. Hälytysviestin pituus voi olla 160 merkkiä.

Ensimmäiseksi määritellään lähettäjän tiedot, kuvan 3.28 mukaisesti ylhäältä lukien:

- viestikeskus ja protokolla, tässä esimerkissä Sonera ja UCP
- GSM-modeemin tyyppi
- GSM-modeemissa olevan liittymän puhelinnumero

VistaSMS - Asetukset

Yleiset | Puhelinnumerot | Ryhvät | Vista yhteys

SMS Keskus: Sonera

Protokolla: UCP TAP AT+C

SMS Modeemi: Agere Systems AC'97 Mo

Ulossoitonnumero: 0

Lähettäjän numero: 0452213554

Uudelleenyriytyksiä: 10

Kieli: Suomi

Loki näytöllä: 5 Sec Debug

Tallenna

Sulje

Kuva 3.28 Vista SMS - yleiset asetukset

Seuraavaksi määritetään puhelinnumerot, joihin hälytysviestit lähetetään (Kuva 3.29).

VistaSMS - Asetukset

Yleiset Puhelinnumerot Ryhmät Vista yhteys

Henkilöt ja puhelinnumerot

Nimi	Numero
Huoltomies	0505140214
Vartiointiliike	0406571355

Nimi

Numero

Kuva 3.29 Vista SMS - puhelinnumerot

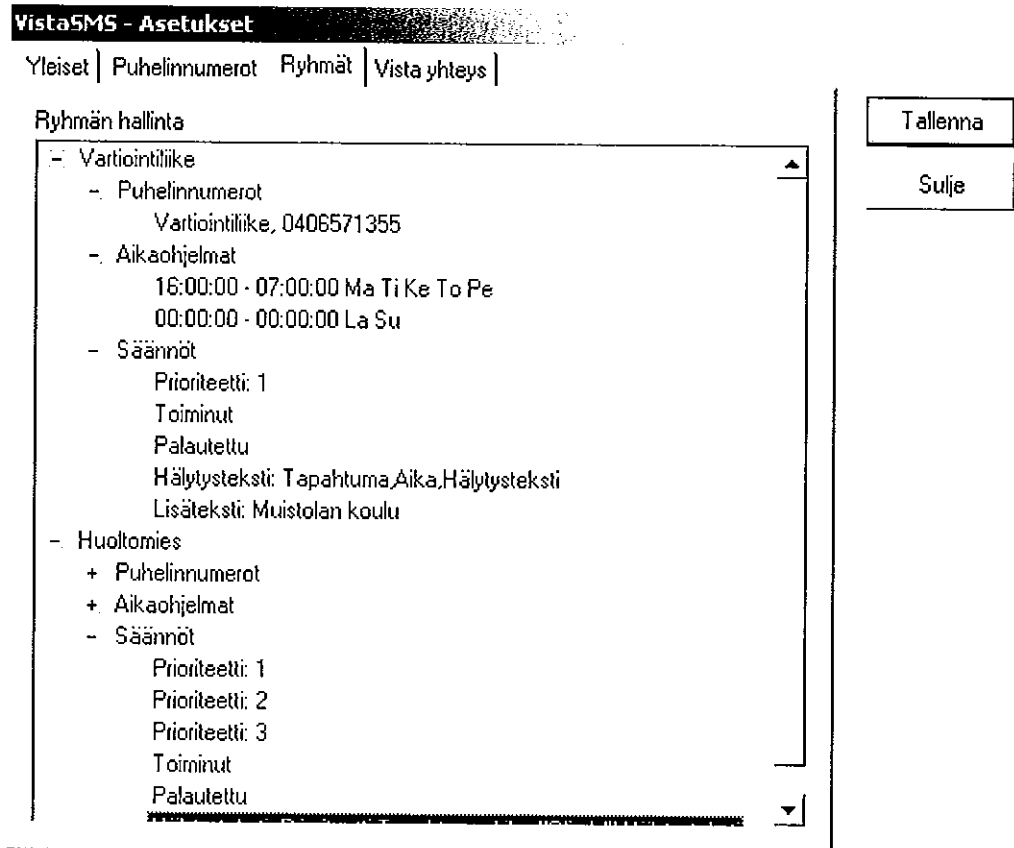
Kuvassa 3.30 on varsinaiset asetukset jossa näkyy, mitä lähetetään, kenelle ja milloin. Tehtävät asetukset ovat seuraavat:

- puhelinnumerot, joihin ryhmän viestit lähetetään. Numeroita voi olla useita samassa ryhmässä.
- aikaohjelmat eli aikaväli, jonka aikana tulleet hälytykset lähetetään eteenpäin. Esimerkissä hälytykset lähetetään työaikana huoltomiehelle ja muulloin vartiointiliikkeeseen.

- säännöissä määritellään, millä prioriteetilla olevat hälytykset lähetetään. Menta-ohjelmassa hälytystoimilohkoon ALARM asetetaan hälytysprioriteetti välillä 1- 9. Yleisesti prioriteetti yksi on kiireinen, heti toimintaa tarvitseva hälytys ja prioriteetti kolme on huollon tarpeesta kertova, ei kiireellinen, hälytys. Muita prioriteetteja käytetään tarpeen mukaan. Kappaleessa 3.1.1 on kuva hälytystoimilohkosta - kuva 3.5. Esimerkissä vartiointiliikkeelle lähetetään vain tärkeimmät hälytykset, joidenka tarvitsemat huoltotoimenpiteet eivät välttämättä voi odottaa seuraavaan työpäivään. Huoltomiehelle lähetetään, työaikana, kaikki hälytykset.

Pelkästään prioriteetin yksi hälytyksiä on suurissa, usean kohteen, valvomossa niin paljon, että niistäkin on valittava vain kaikkein tärkeimmät eteenpäin lähetettäväksi. Hälytyksiä voidaan karsia tietyillä avainsanoilla. Joku avainsanoista on siis löydyttävä hälytystekstistä, jotta se lähetetään eteenpäin. Tällä toiminnolla voidaan myös huoltomiehille jakaa vain omien alueidensa hälytykset.

Ehtojen lisäksi, sääntövalikosta saa valita, mitä asioita hälytysteksti sisältää. Valittavana on mm. hälytysteksti, prioriteetti, päivämäärä ja aika. Esimerkiksi vartiointiliikettä varten on vielä tehty lisätekstikenttä, jonka sisältämällä tekstillä jokainen kyseisestä kohteesta lähetetty viesti alkaa. Näin vartiointiliikkeessä tiedetään heti, mistä kohteesta kyseinen viesti on lähetetty.



Kuva 3.30 Vista SMS - hälytysryhmät

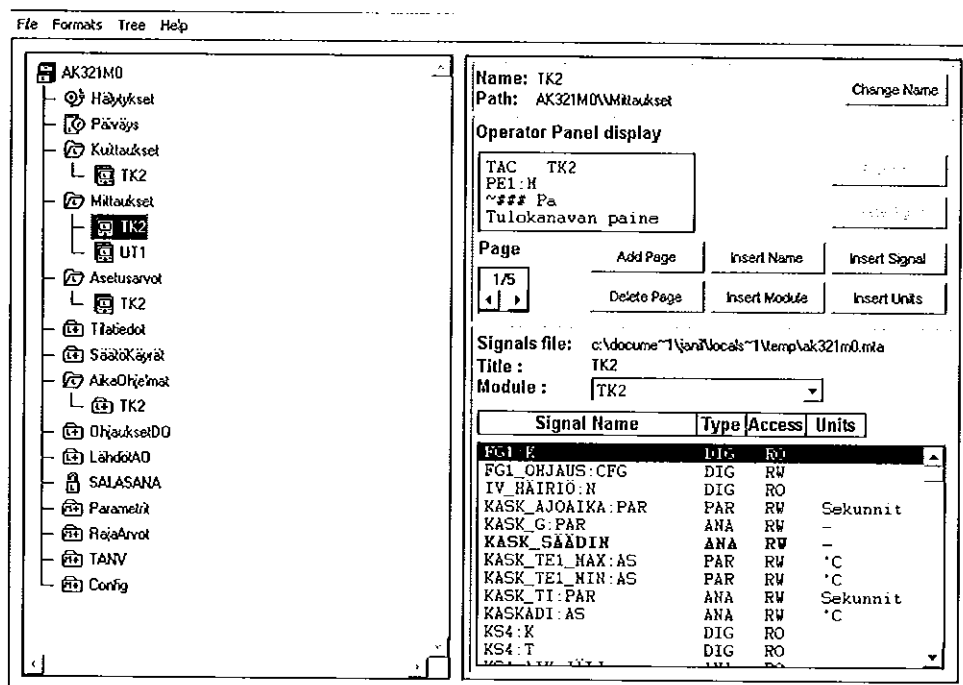
4 XENTOJEN SIMULOINTI JA LATAUS

4.1 Menta-ohjelman Simulointi

Kun Menta-ohjelma on valmis, siirrytään simulointitilaan. Siirryttäessä ohjelma tarkistaa ettei ohjelmaan ole jäänyt liian pitkiä parametrien nimiä eikä samoja tuloja tai lähtöjä ole käytetty kahteen kertaan. Menta tarkistaa myös ettei ohjelma jää jumiin toimiessaan. Ohjelmaan saattaa nimittäin tulla silmukka, jossa jonkun toimilohkon lähtö vaihtaa tilaansa edellisen tilansa perusteella. Jos takaisin kytkentään ei laita toimilohkoa, joka viivästyttää paluutietoa yhdellä ohjelmakerrolla, jää ohjelma jumiin vaihtamaan tilaansa edestakaisin. Menta huomaa myös ylimääräiset parametrit, jotka eivät ole käytössä. Toimilohkoihin voi laittaa esimerkiksi viiveen pituuden joko suoraan lukuna tai vaihtoehtoisesti parametrina, jolloin sitä voi muuttaa suoraan valvomosta lataamatta ohjelmaa

4.2 Xentan lataus

Kun ohjelma ohjelmoijan mielestä toimii oikein, ladataan ohjelma Xentaan. Tietokoneen COM-porttiin liitetään johto, jonka toisessa päässä on RJ-45-liitin. Liitin laitetaan Xentan RS-232-liittimeen (ks. kuva 3.1). Ladatessa Menta kysyy, ladataanko myös operointipaneelin tiedosto. Tähän vastataan aina kyllä, koska ilman sitä Xentaan ei pääse kiinni operointipaneelilla. Kuvassa 4.2 näkyy operointipaneelin teko-ohjelma, joka on osa Menta-ohjelmaa. Oikeassa yläkulmassa näkyy operointipaneelin näkymä, vasemmalla puustorakenne, jossa liikutaan operointipaneelin nuolinäppäimillä.



Kuva 4.2 Operointipaneelin teko

Latauksen jälkeen Xentassa vilkkunut punainen valo vaihtuu vihreäksi hitaasti vilkkuvaksi valoksi, merkiksi siitä, että Xentaan on ladattu verkko ja/tai ohjelma. Vihreä valo Xentassa ei siis välttämättä tarkoita sitä, että Xenta olisi toimintavalmis. Vanhemmissa Vista-valvomoissa ladattiin erikseen ohjelma Mentasta ja verkko verkko-ohjelmalla. Uudemmissa järjestelmissä ladataan Xentat yleisimmin suoraan tietokannasta, jolloin tieto verkosta tulee samassa latauksessa. Tämä on huomattavasti kätevämpää, kun ei tarvitse ylläpitää erillistä verkkoa ja tietokantaa, joidenka on kuitenkin oltava ajan tasalla

keskenään. Verkon lataaminen Xenta-järjestelmässä vastaa tavallaan kappaleessa 3.3 LonMaker kerrottua komissioimista eli käyttöönottoa. Verkoista on kerrottu enemmän kappaleessa 3.2.2 Vista -valvomo.

5 KÄYNNISTYS JA TOIMINTAKOKEET

Käynnistys alkaa ohjelmoijan osalta siinä vaiheessa, kun asentaja on saanut suurimman osan kenttälaitteista asennettua. Käynnistuksen ensimmäinen vaihe jaetaan yleensä asentajan kanssa, pisteistä riippuen, noin puoliksi. Asentaja testaa, että mittaustiedot näkyvät operointipaneelissa ja että ohjaukset toimivat, pakottamalla ne suoraan operointipaneelista. Asentaja voi myös laittaa koneet käyntiin ja testata, että lukitukset toimivat. Ohjelmoija testaa sitten tarkemmin säätöjen toimivuuden ja että esimerkiksi tuloilmakoneiden erilaiset käyttötilanteet toimivat, kuten suunnittelija on suunnitellut niiden toimivan.

5.1 Anturien ja toimilaitteiden testaus

Ensimmäisessä vaiheessa alakeskuksiin laitetaan sähköt päälle. Alakeskuksissa on tyypillisesti 24Vac-jännitemuuntaja, Xentat ja apureleet. Edellä mainittujen lisäksi ilmastointialakeskuksissa on vielä jäätymissuoja tai pelkkä kuittauspainike, jos jäätymissuoja on ohjelmallinen. Jäätymissuoja estää lämmityspatterin jäätyminen ja putkien halkeamisen, pysäyttämällä koneen ja sulkemalla ulkoilmapellit. Sähköjen päälle laiton jälkeen tarkastetaan, että kaikissa Xentoissa vilkkuu vihreä ledi rauhalliseen tahtiin, joka tarkoittaa, että kaikki Xentat toimivat oikein ja pääyksiköillä on yhteys apuyksiköihin.

Sähköjen kytkemisen jälkeen, johonkin Xentoista kytketyn, operointipaneelin näytölle alkaa ilmestyä hälytyksiä kojeista, jotka eivät noudata ohjausta ja mittauksista, jotka mahdollisesti ovat vielä kytkemättä. Seuraavaksi aletaan testaamaan laitteita. Mitta-antureista tarkistetaan, että jokainen anturi näyttää järkevää lukemaa. Oikosulkemalla anturin liittimet saadaan mittaustulos näyttämään positiivista maksimia ja irrottamalla toinen liitin vastaavasti negatiivista minimiä. Näin tarkistetaan, että kyseinen anturi on liitetty oikeaan

tuloon. Esimerkiksi ilmastointikoneissa ristikkäisiä antureita ei muuten havaita, koska koneen ollessa pysähdyksissä kaikki mittarit näyttävät lähes samaa lämpötilaa. Pumpuista ja taajuusmuuttajista testataan tilatiedot, häiriöhälytykset ja mahdolliset ohjelmalliset hälytykset. Säästöventtiileistä testataan, että venttiilit ajavat oikeaan suuntaan. 100% ei kaikissa suunnitelmissa tarkoita, että venttiili olisi täysin auki vaan täysin kiinni. Samalla tarkistetaan myös se, että ohjaustavaksi on valittu oikeat rajat. Yleensä käytetään ohjausta 0...10V, mutta joskus myös ohjausta 2...10V. Jälkimmäisessä tapauksessa koitetaan, että venttiili liikkuu jo kymmenen prosentin ohjauksella jonkin verran. Jos ohjaustavaksi on vahingossa jäänyt 0...10V, vastaa kymmenen prosenttia yhden voltin ohjausta, jolloin venttiili ei vielä liiku. Joskus kahta venttiiliä käytetään sarjasäätönä yhdestä 0...10V:n lähdöstä, jolloin ensimmäistä venttiiliä ohjataan jännitteellä 0...5V ja jälkimmäistä 5V...10V. Tällöin tarkastetaan, että venttiileistä on valittu oikeat asetukset dippi-kytkimillä.

Kahden venttiilin etuna on säädön herkkyys ja värähtelemättömyys.

Ensimmäinen venttiileistä on pienemmässä putkessa, jolla saadaan tarkasti säädettyä virtaama. Jälkimmäinen venttiili on suuremmassa putkessa, jolla taas saadaan kasvatettua virtauksen volyyymiä nopeasti. Tällaista säätöä käytetään monesti lämpimässä käyttövedessä, jossa menolämpötilan säädön pitäisi olla mahdollisimman tarkka, mutta kuitenkin pystyä vastaamaan yhtäkkisiin kulutushuippuihin esimerkiksi kerrostaloissa.

Peltien ohjaukset testataan käsin pakottamalla suoraan ja pakottamalla koneiden tilatiedot päälle, joka yleisimmin ohjelman kautta pakottaa pellit auki. Yleisesti kaikista ohjauksista, tilatiedoista ja hälytystiedoista tarkistetaan, että kärkitiedot ovat oikein päin. Varsinkin hälytyksissä on monesti ristiriitaisuuksia suunnitelmien kanssa. Suuri osa hälytyksistä on avautuvalla kärjellä, jolloin nollatila tarkoittaa hälytystä. Monesti toiset urakoitsijat joutuvat kuitenkin vaihtamaan laitteita suunnitelmista poiketen tai suunnitteluvaiheessa ei ole ollut mitään tietoa, kumpi tila, nolla vai yksi, tarkoittaa hälytystilaa ja kumpi normaalia tilaa. Pääsääntöisesti käynnistyksessä joudutaankin muokkaamaan lähes jokaista ohjelmaa jonkin verran ja lataamaan Xentoja uudestaan.

5.2 Käynnistyksen edellytysten tarkistaminen

Toisesta vaiheesta eteenpäin käynnistyksen suorittaa yleisesti ottaen ohjelmoija yksinään. Ennen kuin koneita aletaan käynnistämään, on muilta urakoitsijoilta tiedusteltu, onko kaikki heidän työnsä suoritettu ja onko jotain mitä pitäisi tietää kyseisistä koneista. Varsinkin talvisin, lämpimän veden puuttuminen estää koneiden käynnistämisen jäätymisvaaran takia. Joskus käy myös niin, että muualla päin taloa on putkityöt kesken, jonka vuoksi vedenpaine ei ole riittävä koneiden käynnistämiseen. Vaikka lämpöpatteriin tuleva vesi siis olisikin tarpeeksi lämmintä, tarvitaan myös tarpeeksi kova kierto putkiin. Suuret ilmastointikoneet täydellä puhallusteholla voivat jäädyttää patterit, vaikka ulkona olisikin muutama aste plussan puolella. Jos kaikki tarvittava on tehty, voidaan koneet käynnistää.

5.3 Lämmönjakuhuone

Seuraavaksi laitetaan pumput käyntiin ja ilmastointikoneiden taajuusmuuttajat päälle. Tässä vaiheessa suuri osa hälytyksistä poistuu ja säädöt alkavat toimimaan. Esimerkiksi talvisaikaan lämmönjakohuoneissa kaikki säädöt toimivat yötä - päivää ainoina ehtoina, että verkostoissa on tarpeeksi suuri paine ja pumput ovat käynnissä. Kesäaikaan patteriverkostot ovat pysähdyksissä. Lämmitysverkostoista tarkastetaan tässä vaiheessa lähinnä vain se, että säädöt ajavat asetusarvoihinsa. Paremmiin säätöjä testataan myöhemmässä vaiheessa valvomosta käsin.

5.4 Ilmastointikonehuone

5.4.1 Taajuusmuuttajat

Ilmastointikoneet puolestaan testataan suurimmaksi osaksi tässä vaiheessa. Ensimmäisenä testataan, että taajuusmuuttajan käyntilupa, tilatieto, asetusarvo ja nykyinen tila. Jos taajuusmuuttajia ohjataan suoraan Xentan lähdeistä ei tässä vaiheessa yleensä ole juurikaan testaamista. Nykyään kuitenkin yleistyy jo aiemmin mainitut LON-väylän kautta ohjattavat taajuusmuuttajat. LON-

taajuusmuuttaja otetaan käyttöön LonMaker-ohjelmalla. Ohjelmasta on kerrottu luvussa 3.3. Taajuusmuuttajan yhteydessä testataan, että ohjaukset menevät perille ja tilatiedot tulevat oikein takaisin. Eri taajuusmuuttajien valmistajilla on kaikilla oma tapansa ilmoittaa taajuusmuuttajan tila. TAC:lla on omavalmisteisiakin taajuusmuuttajia, mutta aina laitteet eivät kuulu automaatiourakkaan, jolloin esimerkiksi ilmastointiurakoitsija päättää, mitkä taajuusmuuttajat haluaa. Tällöin pitää ottaa selvää, kuinka mikin laite toimii. LonMakeria varten pitää hankkia erityinen xif-tiedosto jokaiselle laitteelle. Xif-tiedosto on kuvaustiedosto, joka kertoo LonMakerille, mitä parametreja, tuloja ja lähtöjä kyseinen laite sisältää. Xentojen kuvaustiedostot pitävät sisällään tiedon vain tuloista ja lähdöistä. LON-taajuusmuuttajista xif-tiedostot kertovat kuitenkin paljon enemmän. Tiedostossa on paljon vastaavanlaisia parametreja, kuin Xentan sisältämässä Menta-ohjelmassa. Kun LonMakerilla on luotu laitteet ja johdotettu tarvittavat kytkennät tarvitsee vielä muuttaa muutamaa parametria taajuusmuuttajassa. Taajuusmuuttajaan asetetaan aikavälit jonka välein taajuusmuuttaja vähintään vastaanottaa ja lähettää tietoja, vaikka muutoksia ohjauksissa ei tapahtuisikaan. Tällä varmistetaan, että väylä on kunnossa ja havaitaan mahdolliset viat. Lisäksi ilmoitetaan, minkälaisella asteikolla ohjaus tapahtuu eli käytännössä tämä parametri on aina sata, koska nopeusohje annetaan välillä 0...100%. Kun kaikki tämä ja kappaleessa 3.3 mainitut asiat on tehty, on taajuusmuuttaja otettu käyttöön.

5.4.2 Lukitukset

Seuraavaksi alkaa varsinainen koneiden käyttäminen. Koneet käynnistyvät pääsääntöisesti seuraavien ehtojen ollessa täytettyinä: lukitukset ovat pois päältä, mahdollinen ulkopuolinen jäätymissuoja on kuitattuna, lämpötila kanavassa on riittävä ja aikaohjelma on päällä tai lisäaikanappi painettuna. Sisäiset koneet pysäyttävät lukitukset ovat:

- lämmityspumppu seis
- yلیلämpö kanavassa
- jäätymissuojan laukeaminen
- suodattimien tukkeutuminen, joka myös aiheuttaa yلیلämmön vaaran.

Ulkopuolisiin lukituksiin kuuluu:

- ilmastoinnin hätäseis-painikkeet
- palohälytys
- häiriö lämmönjaossa, jolloin lämmönjaosta tuleva vesi ei ole tarpeeksi lämmintä tai sitä ei tule riittävällä paineella.

Ulkopuolisten lukitusten tiedot tulevat useimmiten toisaalta talosta muista alakeskuksista. Tässä vaiheessa kuitenkin on väylä yleensä poikki muihin alakeskuksiin, jolloin edellä mainitut ulkopuoliset lukitukset pitää pakottaa käsin pois päältä. Nämä ulkopuolisten lukitusten syyt tulisikin tarkistaa, väylän ollessa poikki, käymällä itse katsomassa työmaa ympäri ettei mitään käynnistystä estävää syytä ole havaittavissa. Ulkolämpötilatieto on lukitusten lisäksi myös sellainen tieto, joka ei vielä tässä vaiheessa usein välity, joten lämpötila asetellaan suurin piirtein oikeaksi käsin. Ulkolämpötilaa käytetään ilmastointikoneissa lähinnä kesäajan havaitsemiseen, painesäätöisten koneiden rajoittamiseen kylmään talvisaikaan ja lämmön talteenoton hyötysuhteen laskemiseen.

5.4.3 Ilmastointikoneiden käynnistys ja ohjelmien testaaminen

Koneiden käynnistyessä tarkistetaan, että pellit aukeavat. Suuritehoiset puhaltimet käynnistetään viidenkin minuutin rampilla maksiminopeuteen, jotta hitaat peltimoottorit ehtivät aukaisemaan pellit. Jos kone käynnistyy liian nopeasti saattaa alipaine imaista kanavat ruttuun ja niinkin on käynyt, että kanavat ovat lopuksi tippuneet katosta alas. Käynnistäjän on siis oltava hyvin selvillä kaikista mahdollisista seurauksista, joita saattaa tapahtua ja tarkistaa ettei loppukäyttäjä voi tahattomastikaan aiheuttaa vastaavia tapaturmia. Liian nopea käynnistyminen voi myös jäädyttää patterin tai ainakin aiheuttaa jäätymissuojan laukeamisen, koska aina lämpimälle vedelle ei järjestetä kiertoa ilmastointikonehuoneeseen. Tällaisessa tapauksessa, kun kone käynnistetään aamulla kylmän yön jälkeen ja lämmin vesi alkaa nousta alakerran lämmönjaosta katolla olevaan ilmastointikonehuoneeseen, pitää koneen

käynnistystä hidastaa selvästi enemmän, kuin tapauksessa jolloin lämmintä vettä on heti saatavilla. Normaalisti koneita kuitenkin käynnistetään niin harvoin, kerran tai kaksi vuorokaudessa, ettei käynnistyksen hitaudella ole juurikaan merkitystä.

Koneiden käynnistyttyä seurataan, kuinka nopeasti säädöt hakevat paikkansa ja etteivät ne ala värähtelemään. Yleisesti ottaen vahvistuksia ja integrointiaikoja tavallisissa koneissa ei juurikaan tarvitse muuttaa, koska ohjelmoinnissa käytetään hyväksi valmiita ohjelman pätkiä, jotka on testattu moneen kertaan. Pidemmällä aikavälillä testaus tapahtuu vastaavasti kuin lämmitysverkostoissa. Siitä lisää edempänä.

5.5 Sähköpisteet

Sähköpisteiden testaus on yleensä hyvin yksinkertainen toimenpide, lukuun ottamatta murtohälytysten testaamista. Valo- ja oviohjaukset pakotetaan päälle yksi kerrallaan ja testataan, että nimet eivät ole menneet ristiin eli oikea ovi aukeaa ja oikeat valot syttyvät ohjauksesta. Valojen ohjauslogiikka on yleensä suoraan aikaohjelman ohjaama ja ulkovaloissa lisänä on valoisuusrajat päälle ja pois. Isoissa järjestelmissä murtohälytysten ja oviohjausten ohjelma on monesti mutkikas. Jokaisella ovella voi olla esimerkiksi oma aikaohjelma, jonka ohitse ovet lukitsee murtohälytysten aikaohjelma. Murtohälytyksille tulee aikaohjelmien lisäksi erilaisia avainohituskytkimiä poikkeuskäyttöä varten, joidenka käyttö voi poistaa murtohälytyksiä osasta rakennusta ja avata joitain ovia.

Suurin hankaluus murtohälytysten ja oviohjausten ohjelmoimisessa on usein puutteelliset toimintaselostukset. Loppukäyttäjät eivät monesti tiedä, mitä automaatiolaitteilla voi ja kannattaa tehdä ja lyhyen käyttöjakson jälkeen monesti vielä muutetaan ohjauslogiikkaa.

5.6 Valvomo

5.6.1 Tietokannan ja grafiikoiden tekeminen

Kun koneita on riittävästi testattu kentällä, mennään valvomoon. Normaalisti, koneiden toimiessa moitteettomasti, käyttäjän ei tarvitse käydä kentällä ollenkaan katsomassa laitteita vaan säädöt tapahtuvat valvomosta käsin. Kentällä käydään vain silloin tällöin hälytysten sattuessa tai tarkastamassa tilojen yleinen kunto. Tästä syystä valvomografiikasta pitää löytyä kaikki, oleelliset, säädettävät parametrit ja mittaukset.

Jos valvomo on uusi, tehdään se kappaleen 3.2 mukaan. Ensin tehdään fyysinen puoli. Sitten tehdään järjestyksessä: looginen puoli, kuvat, trendit ja hälytysten siirrot. TAC:n asiakkaista suurin osa on kuitenkin ”vanhoja” asiakkaita. Vanhoilla asiakkailla tarkoitetaan tässä tapauksessa asiakkaita, joilla on jo olemassa oleva valvomo, johon uusi kohde, saneerauskohte tai lisäsiipi liitetään. Esimerkiksi kaupungeilla on yleensä yksi päävalvomo, josta pääsee kaikkiin kaupungin omistamiin kohteisiin. Voidaan siis rakentaa täysin uusi koulu, jolloin kaikki rakentaminen on uudisrakentamista, mutta valvomoliitos pitää silti tehdä olemassa olevien kohteiden ehdoilla. Suurilla asiakkailla on yleensä alavalvomot, joista esimerkiksi kyseisen koulun huoltomies näkee oman kohteensa automaatioon liitetyt koneet. Alavalvomoissa ei kuitenkaan ole mitään varsinaista liitosta kentälaitteisiin vaan ainoastaan päävalvomoon. Alavalvomoiksi riittää tietokone, jolla pääsee internetiin. Käyttäjille tehtävien salasanojen avulla voidaan rajata kunkin käyttäjän näkemät kohteet ja hälytykset. Näin ollen käyttäjän ei tarvitse etsiä suuresta listasta oman kohteensa hälytyksiä, eikä myöskään voi tehdä muutoksia muiden kohteiden säätöihin.

Päävalvomoon tehdään varsinainen Vistan tietokanta kappaleen 3.2 mukaisesti. Ennen kuin olemassa olevaan kohteeseen aletaan tekemään muutoksia, tehdään muutama varotoimenpide. Pienemmissä kohteissa sammutetaan Vista SMS. Ohjelmasta on kerrottu tarkemmin luvussa 3.4. Tällä estetään turhat jatkohälytykset ladattaessa ja testattaessa koneita. Suuremmissa, monen

kohteen valvomoissa, ei Vista SMS:ää sammuteta, vaan ilmoitetaan liitettävän kohteen jatkohälytyksien vastaanottajille ettei tietyn aikavälin hälytyksistä tarvitse välittää. Kaikissa tapauksissa Vista SMS kuitenkin sammutetaan hetkeksi varmuuskopion tekemisen ajaksi. Varmuuskopio on hyvä tehdä aina ennen kuin suureen tietokantaan tekee isoja muutoksia. Varmuuskopiota edeltää vielä yksi vaihe. Kun Mentat luodaan tietokantaan tallentuvat ne sellaisina parametreineen. Asetusarvojen muutokset grafiikassa eivät muuta Mentassa olevia alkuasetusarvoja. Muutetut parametrit saadaan talteen lähettämällä käsky kohteiden alakeskuksiin, jolloin Xentat kukin vuorollaan lähettää parametrinsa Vistaan, joka taasen tallentaa ne tietokantaan uusiksi ”oletusarvoiksi”. Tämä on tärkeä toimenpide siltä varalta, että jokin menee pieleen ja varmuuskopio otetaan käyttöön. Ilman parametrien vastaanottamista on hyvin työlästä ja aikaa vievää hakea jokaisen kohteen muutetut parametrit lokitiedoista tai ilmoittaa jokaisen kohteen huoltomiehille, että tarkistaa säätöjensä toiminnan.

5.6.2 Valvomoyhteyden luominen kohteeseen

Yhteenliittäminen aloitetaan tekemällä portti liitettävään kohteeseen. Liitos vaatii, että molemmat päät ovat liittyneet ATK-verkkoon. Isoissa valvomoissa on aina kiinteä internet-yhteys. Kohteessa porttia vastaa sitä varten tehty Xenta. Jos kohteessa on myös kiinteä internet-yhteys, laitetaan vapaa valinnaiseen kohtaan väylää Xenta911, johon tuodaan ATK-jaosta ATK-verkko. Xenta911:lle ei riitä pelkkä normaali internet-yhteys, vaan tarvitaan yhteys, jossa on kiinteä IP-osoite. Jos kohteessa ei ole kiinteätä yhteyttä, voidaan yhteys muodostaa hitaammalla yhteydellä puhelin-modeemin kautta. Tässä tapauksessa Xenta901 kytketään Xenta911:n tapaan väylään. Xenta901:stä viedään ATK-verkko joko tavalliseen puhelin-modeemiin tai sitten gsm-modeemiin. Hitaampi yhteys saadaan täten muodostettua vaikeisiinkin paikkoihin langattoman gsm-modeemin avulla. Myös modeemin kautta liitettäessä tarvitaan kiinteä osoite, joka on tässä tapauksessa puhelinnumero. Tavallisen lankapuhelin-modeemin liitöksessakin pyritään automaatiolle varaamaan oma puhelinnumero, jottei tavallinen puhelimen käyttö varaa linjaa ja estä valvomon kommunikointia kenttälaitteiden kanssa. Tapauksessa, jossa

valvomo on kohteessa, tuodaan LON-väylä suoraan valvomokoneeseen. Tällöin valvomokoneessa on Xenta911:ä / Xenta901:ä vastaava LON-sovitin.

Yhteyden toimivuuden testaamiseksi tarvitsee vielä luoda jotain fyysiselle puolelle, jotta portin toisessa päässä olisi jotain tietoa, jota valvomo voisi sieltä kysellä. Yleensä tässä vaiheessa luodaan koko fyysinen puoli. Jos verkon yhteys pelaa, muuttuu se tässä vaiheessa vihreäksi. ATK-verkon kautta tapahtuvien yhteyksien ongelmat johtuvat yleensä asiakkaan palomuurista, joka ei salli liikennettä koneiden välillä. TAC:n valvomon kanssa ei suurta tietoturvariskiä kuitenkaan tule, koska riittää kun palomuriin avataan päävalvomokoneen IP-osoite ja portit 443 ja 1048. Modeemiyhteydet ovat hitaita, mutta toimivat lähes aina moitteetta.

Yhteyden avauduttua voidaan koittaa, päästäänkö jonkun Xentan kanssa yhteyteen. LON-liitännäiset laitteet tulevat linjoille itsestään sen jälkeen, kun yhteys on saatu toimimaan. Xentassa on oma osoite, neuron_ID, jonka avulla oikea Xenta väylältä löytyy. Jos Xenta ilmoittaa oman tilansa olevan ok, on yhteys Xentaan kunnossa. Tämän jälkeen ladataan sama Menta-ohjelma, joka Xentassa jo on, valvomosta käsin vielä uudelleen, koska Vista näyttää kunkin Xentan kohdalla, että ohjelma Xentassa on eri kuin Vistan tietokannassa. Tässä tapauksessa Vista näyttää tavallaan väärin, mutta muuten toiminto on hyödyllinen, jotta tiedetään, onko valvomossa viimeisimmät ohjelmat. Xentoissa ei nimittäin ole vielä toimintoa, jolla ohjelma voidaan ladata valvomoon päin. Ainoastaan muutetut parametrit voi ladata Xentasta valvomoon. Latauksen jälkeen myös Xenta muuttuu vihreäksi ja valvomosta voi lukea kohteen Xentoihin liitettyjen laitteiden parametreja, mittauksia, tuloja, jne.

5.6.3 Trendien tekeminen ja testaaminen pitkän ajan kuluessa

Kun kaikki laitteet ovat valvomossa vihreänä, linjoilla, voidaan tehdä looginen puoli ja valvomografiikat ellei niitä ole jo tehty etukäteen. Grafiikoiden ollessa valmiit, voidaan tarkastaa, että kaikki toimii, kuten kentällä oltaessakin.

5.6.3.1 Lämmönsäätöjen trendit

Seuraava testauksen vaihe on trendien teko. Ainakin kaikista tärkeistä mittauksista tehdään trendit. Trendeihin luetaan arvoja n. 5 - 10 minuutin välein. Mittaustietoja kerätään talteen vuoden ajan, jonka jälkeen uusi arvo syjäyttää aina vanhimman. Tällöin siis kaikkia trendejä voi tarkastella vuoden takaisesti. Vuoden mittaisella arvojen tallentamisella on merkitystä, kun halutaan tarkastella esimerkiksi eri lämmityskausien kulutuksia tai säästöjä ennen saneerausta olleeseen aikaan. Yksittäisillä trendeillä ei sinänsä tee juuri mitään, minkä takia trendeistä kerätään erilaisia diagrammeja.

Trendidiagrammiin kerätään toisiinsa vaikuttavia mittauksia. Esimerkiksi tuloilmakoneen tuloilman asetusarvo määräytyy monesti poistoilman lämpötilan perusteella. Tästä tilanteesta tehdään diagrammi, johon kerätään tuloilman lämpötila, tuloilman asetus ja poistoilman lämpötila. Diagrammista näkee, mistä tuloilma on saanut asetuksensa ja kuinka hyvin tuloilman säätö on saanut pidettyä lämpötilan asetusarvossaan. Vastaavanlaiset diagrammit tehdään venttiileistä, jotta nähdään ettei venttiilien säätö ole liian herkkä. Jos venttiilit ”sahaavat” edestakaisin, kuluvat ne vaihtokuntoon nopeasti. Edellä mainitusta diagrammista näkee myös, jos venttiili on jo syksyllä lähestulkoon koko ajan täysin auki. Tällaisessa tapauksessa lämmityspatteri on mitoitettu liian pieneksi, eikä se kylmällä talvi-ilmalla enää pysty lämmittämään ilmaa tarpeeksi. Vastaavan diagnoosin voi tehdä myös jäädytyspatterille keväällä. Lämmityspatterin mitoitusvirheet ovat harvinaisia, mutta jäädytystehon tarve on useasti alimitoitettu. Mitoitusvirheitä ei monestikaan korjata, jos virhe ei ole suuri, mutta asia kannattaa silti ilmoittaa suunnittelijalle ja tilaajalle. Käyttäjät kun syyttävät yleisimmin automaatiota kaikista puutteista, jotka jotenkin liittyvät automaatiolaitteistoon. Automaatiolaitteet kuitenkin pystyvät säätämään prosesseja vain kenttälaitteiden määräämissä rajoissa, eikä täten korjaa putkiston, ilmastointikanavien, säätömoottorien, yms. mitoitusvirheitä.

5.6.3.2 Sähköpisteiden trendit

Oviohjauksista ja murtohälytysjärjestelmästä voidaan myös tehdä trendejä. Nämä trendit luetaan useammin esimerkiksi minuutin välein ja tallennusaika voi olla viikon tai kaksi. Trendidiagrammiin luetaan silloin ovien ohituskytkimien, ovien ja hälytysten tilat. Tällaisella trendillä havaitaan esimerkiksi ohjelmien virheet eli väärät hälytykset ja tilanteet, joissa ovet eivät lukitukaan silloin kun pitäisi. Mahdollisessa murtotapauksessa havaitaan missä tiloissa on liikuttu ja milloin, ja ovatko hälytykset olleet ohitettuina. Jos ohitus on toteutettu numerokoodilla, voidaan mahdollisesti yksilöidä hälytysten ohittaja. Murtohälytysten trendejä ei tarvitse tehdä pidemmälle aikavälille, koska trendejä yleensä tarkastellaan muutaman päivän sisällä murrosta. Myöhempää käyttöä varten trendikäyrät voi tulostaa.

5.6.3.3 Kylmähuoneiden trendit

Hieman erilainen trendi on kylmähuoneen trendi, jossa ei tarkastella säädön toimivuutta, koska kylmiöitä ei järjestelmällä säädetä. Trendit kylmähuoneille tehdään elintarvikeviranomaisten tarkastuksia varten, jotta voidaan todistaa elintarvikkeiden lainmukainen varastointi. Tällaisia trendejä tehdään monesti suurille laitoksille, kuten koulut, sairaalat ja työpaikkojen ruokaloille. Kylmähuoneiden mittauksista lähetetään aina myös jatkohälytykset, jotta viat ehditään korjata ennen kuin elintarvikkeet ehtivät pilaantua.

5.7 Toimintakokeet

Toimintakokeet pitää yleensä LVISA-töiden johtaja. Isoilla työmailla on monesti useampikin työnjohtaja, jolloin toimintakokeet pidetään useassa osassa. Esimerkiksi lämmönjaon toimintakokeissa on mukana putkityöurakoitsija automaatiourakoitsijan lisäksi. Vastaavasti ilmastointia testaamassa on automaatiourakoitsijan lisäksi: ilmastointi-, sähkö-, putki- ja jäähdytyskoneurakoitsijat. Ovi- ja murtohälytysjärjestelmät testataan automaatio-, sähkö- ja lukko-urakoitsijan voimin. Silloin tällöin toimintakokeita pidetään urakoitsijakohtaisesti, mikä on yleensä huono asia, koska jos kaikki

olisivat yhtä aikaa paikalla, saataisiin jokaiselle puutteelle heti selitys, mistä mikin johtuu ja urakoitsijat voisivat heti sopia keskenään korjaustoimenpiteet ja mahdolliset lisälaskutukset.

Automaation osalta toimintakokeisiin kuuluu järjestelmän vastaavuuden testaaminen toimintaselostuksiin nähden. Yleisesti testattavia asioita ovat:

- koneet pysäyttävät lukitukset
- säätöjen toimivuus eli kuinka säädettävät suureet pysyvät asetusarvoissaan (askelvasteet, käynnistystilanteet, ..)
- hälytykset valvomoon ja jatkohälytykset GSM-puhelimiin

Käytännössä toimintakokeissa testataan ja hyväksytetään kaikki samat asiat, jotka käynnistäjän pitäisi testata käynnistettäessä. Tarkastajan hyväksytyä työ oikein tehdyksi, siirtyy vastuu koneiden toimivuudesta hänelle ja urakoitsijat voivat laskuttaa tilaajaa. Jatkossa tehtävät muutostyöt ovat lisätilauksia ja näin ollen maksullisia asiakkaalle. Tämän vuoksi tarkastaja tarkastaa toimintakokeissa toiminnot välillä hyvinkin perusteellisesti, jottei asiakkaalle tule yllätyksiä jatkossa.

6 ASIAKKAIDEN OPASTUS

Päinvastoin kuin toimintakokeet, pidetään asiakkaiden eli tilaajan ja loppukäyttäjien opastus urakoitsijakohtaisesti. Ainoana poikkeuksena, ilmastointikoneet opastaa yleensä ilmastointikoneurakoitsija ja automaatiourakoitsija yhdessä. Automaation opastukseen kuuluu yleisesti ottaen koko järjestelmän toiminnoista kertominen. Vanhoille käyttäjille, kuten huoltomiehille, joille tulee esimerkiksi yksi kohde lisää valvomoon, kerrotaan lähinnä vain poikkeuksellisista laitteista. Tarkempaa opastusta ei yleensä tarvita, koska ohjauslogiikka ja valvomokuvat toimintoihin pyritään tekemään aina mahdollisimman samankaltaisesti kuin saman valvomon edelliset kohteet on tehty.

Uusien asiakkaiden opastus alkaa yleensä valvomosta. Grafiikasta selostetaan piirrosmerkit ja grafiikoiden logiikka, kuten mitä arvoja voi muuttaa ja mitkä ovat ohjelman laskemia arvoja. Kun laitteet on käyty läpi valvomossa katsotaan vastaavat asiat kohteessa, jotta käyttäjät osaavat yhdistää grafiikkakuvia vastaavat laitteet. Käyttäjille opastetaan myös mitä toimenpiteitä tarvitsee suorittaa, jos koneita käytetään käsiajolla, ettei satu mitään vahinkoa. Kokematon käyttäjä voi ilmastointikonetta käyttäessään saada hyvinkin kallista vahinkoa aikaiseksi jäädyttäessään lämpöpatterin tai käynnistäessään koneen pellit kiinni, jolloin kanavat voivat rutistua uusittavaan kuntoon.

Muistin tueksi käyttäjille tuodaan aina käyttöohjeet ja suuret kohteet opastetaan osissa eri päivinä, jotta käyttäjät pystyisivät sisäistämään mahdollisimman paljon saamastaan informaatiosta.

7 LUOVUTUSDOKUMENTIT

Asiakkaalle luovutetaan dokumentit järjestelmästä viimeistään opastuksen yhteydessä. Dokumentit sisältävät käyttöohjeiden lisäksi kappaleen yksi mukaiset kiinteistöautomaatiosuunnitelmat korjattuna työmaalla tehtyjen muutosten mukaisiksi. Dokumenttien avulla huoltomiehet tietävät, kuinka koneiden tulisi toimia erilaisissa käyttötilanteissa. Dokumenteista selviää myös kaikki käytetyt laitteet, jotta asiakas voi tulevaisuudessa hankkia itsekin uuden laitteen rikkoutuneen tilalle. Dokumentit lähetetään kokonaisuudessaan tilaajalle / maksajalle eli esimerkiksi kaupungille. Tämän lisäksi toiset kopiot jaetaan alakeskuskohtaisesti kohteeseen käyttäjän eli huoltomiehen luettavaksi. Jokaisessa alakeskuksessa on siis dokumentit, jotka koskevat vain kyseistä alakeskusta, jolloin huoltomies tietää, mitä laitteita alakeskuksen Xentat ohjaavat.

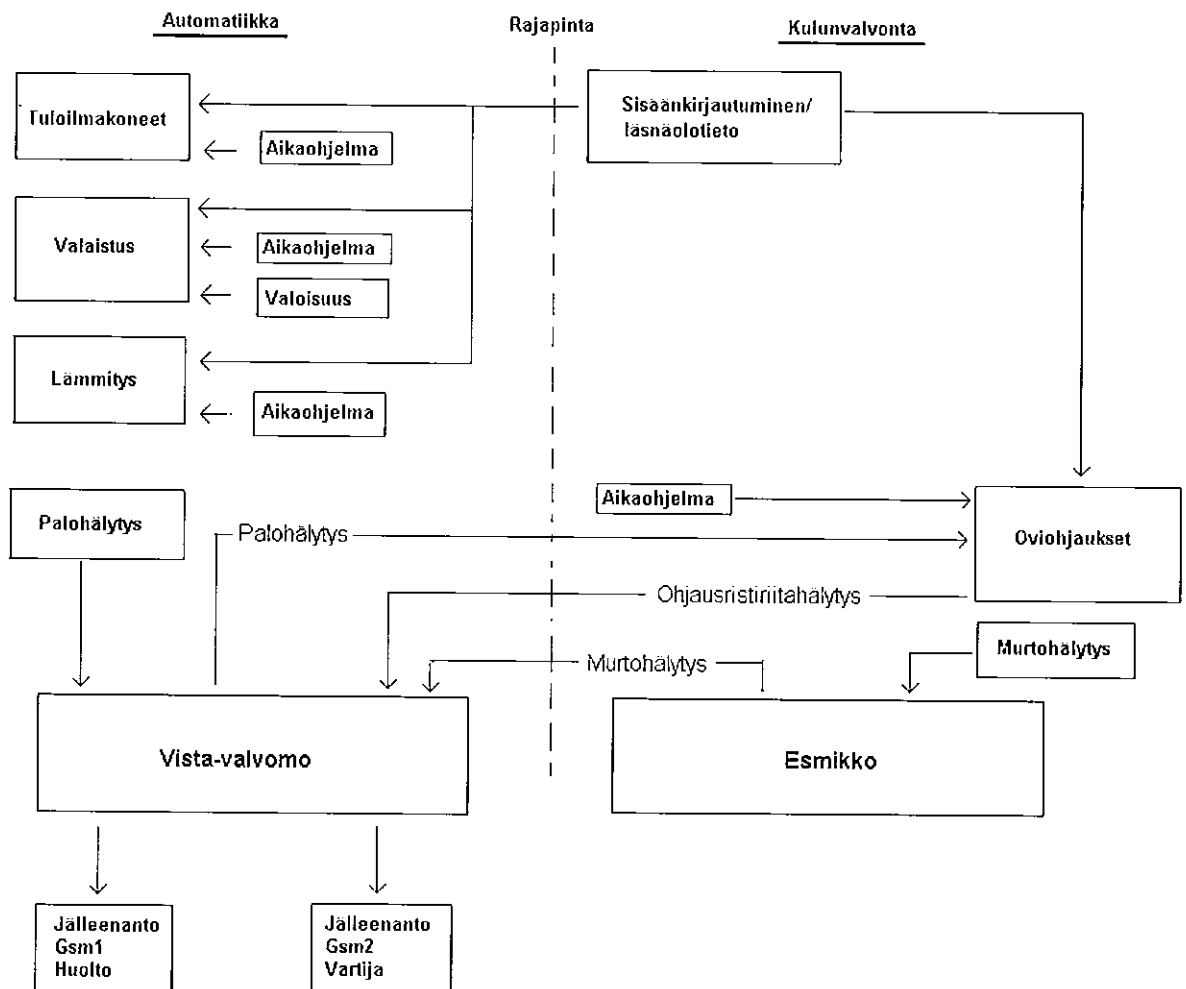
8 TUTKINTOTYÖN ALKUPERÄINEN AIHE

Tutkintotyötä aloitettaessa, oli alkuperäinen aihe rajattu paljon suppeammalle alalle. Tarkoituksena oli ensimmäistä kertaa yhdistää TAC:n Vista-valvomo ESMI:n Esmikko-kulunvalvontajärjestelmän kanssa, Muistolan koulun projektissa. TAC Vistasta piti tulla ainoa valvomo loppukäyttäjille, josta käsin olisi voitu täysin hallinnoida myös Esmikka LON-väylän kautta.

Tutkintotyön alussa selvitettiin Esmikon toimintoja ja otettiin yhteyttä ESMIn konttoriin. Lupaukset LON-väylän kautta hallinnoimisesta eivät näyttäneet täysin pitävän paikkaansa ja ainoa LON-sovitin Esmikko-järjestelmään oli kortti, jonka kautta voitiin vaihtaa ainoastaan digitaalisia tietoja. Tämä tarkoitti käytännössä sitä, että piti tehdä jonkinlainen taulukko vaihdettavista tiedoista järjestelmien välillä. Sen jälkeen olisi pitänyt ohjelmoida ensin Esmikko antamaan halutut tiedot ja ottamaan vastaan halutut ohjaukset. Tämän jälkeen olisi tehty vielä normaali ohjelmointi Mentaan ja Vista-valvomoon. Kaikki oviohjausten ja murtohälytysten ohjelmat olisi siis tehty kahteen kertaan ja jatkossa muutokset olisi tehtävä vastaavalla tavalla.

Tässä vaiheessa jo selvisi, että käyttöön tulee kaksi valvomoa ja Vista-valvomoon tuotaisiin vain tärkeimmät hälytykset Esmikko -järjestelmästä. Vistasta ajateltiin ohjata Esmikka ainoastaan ovilukitusten osalta.

Edellä mainitun pohjalta tehtiin kuvan 8.1 mukainen toimintakaavion pohja sähkösuunnittelijalle.



Kuva 8.1 Järjestelmien välinen toimintakaavio

Kuvan 8.1 mukaisessa ideassa ajattelin, että ainoa tieto, joka viedään Esmikolle, on tieto palohälytyksestä. Tällä tiedolla Esmikko osaisi avata ovien turvalukituksen, jotta mahdolliset sisällä olijat varmasti pääsisivät ulos talosta hälytyksen sattuessa. Vastaavasti Esmikolta tulisi tiedot oviahjauksen ristiriidoista ja murtohälytys, mitkä voitaisiin välittää eteenpäin tekstiviesteinä. Tämän lisäksi oli idea ottaa tiedot ihmisten liikkeistä talossa murtohälytystutkien avulla. Näin olisi vältetty kaksien tutkien asennus. Kulkuluvista olisi tehty käyttäjäryhmiä ja yhdistettynä liiketietoihin olisi saatu

erilaisia toimintatiloja, jotka olisi välitetty Vistaan. Tällaisella kokoonpanolla olisi, erityisesti iltakäyttäjien, kulkeminen talossa helppo rajata halutuille alueille. Kun esimerkiksi liikuntasalin käyttäjä kirjautuisi sisään, henkilökohtaisella tunnuksellaan, aukeasi kaikki tarvittavat ovet ulkoa liikuntasaliin. Tämän lisäksi syttyisivät valot ja ilmastointi käynnistyisi. Näin säästettäisiin energiaa ja käyttäjien ei tarvitsisi muistaa sammutella valoja ja lukita ovia poistuessaan vaan automatiikka hoitaisi kaikki uloskirjautumisen yhteydessä.

Seuraavaksi tehtiin kuvan 8.2 mukainen totuustaulukko.

Kulunvalvontajärjestelmä				Rakennusautomaatiojärjestelmä									
Ohjauvat järjestelmät (kulunvalvonta-alueet)				Ohjattavat järjestelmät									
Tunnus	Selvitys	Liityntätiedot		Tu'olmakoj'heet									
		Toiminto	Verkkomuuttuja	TK01	TK02	TK03	TK04	TK05	TK06	TK07	TK08	SJ1SV1	SJ1SV2
VA01	Liikuntasalikäyttö	Sisäänkirjaus	SNVT_switch nvo11	X									
		Läsnäolo	SNVT_switch nvo12	X								X	
VA02	Hammashotolan iltakäyttö	Sisäänkirjaus	SNVT_switch nvo13		X		X		X				X
		Läsnäolo	SNVT_switch nvo14		X		X		X				X
VA03	Keittiön iltakäyttö	Sisäänkirjaus	SNVT_switch nvo15										
		Läsnäolo	SNVT_switch nvo16										
VA04		Sisäänkirjaus	SNVT_switch nvo17										
		Läsnäolo	SNVT_switch nvo21										
VA05		Sisäänkirjaus	SNVT_switch nvo22										
		Läsnäolo	SNVT_switch nvo23										
VA06		Sisäänkirjaus	SNVT_switch nvo24										
		Läsnäolo	SNVT_switch nvo25										
VA07		Sisäänkirjaus	SNVT_switch nvo26										
		Läsnäolo	SNVT_switch nvo27										
VA08		Sisäänkirjaus	SNVT_switch nvo31										
		Läsnäolo	SNVT_switch nvo32										
VA09		Sisäänkirjaus	SNVT_switch nvo33										
		Läsnäolo	SNVT_switch nvo34										
VA10		Sisäänkirjaus	SNVT_switch nvo35										
		Läsnäolo	SNVT_switch nvo36										

TJ1PH1	Palohälytys Vista -> Esmikko	Hälytystieto	SNVT_switch nvo11
--------	------------------------------	--------------	-------------------

Kuva 8.2 Totuustaulukko Vistan ohjaamista varten

Kuvassa 8.2 keskellä olevat verkkomuuttujat ovat Esmikon LON-kortin lähtöjä. Verkkomuuttujien perusteella oli tarkoitus ohjelmoida Mentaan halutut ohjaukset. Pääsuunnittelijan ja tilaajan oli tarkoitus täyttää yhdessä esitetyt taulukko sen mukaan, kuinka haluaisivat automaation toimivan.

Kuvassa vasemmalla ylhäällä on ensimmäinen tilanne tunnuksella VA01, liikuntasalin käyttö. Taulukon mukaan, kun iltakäyttäjä ulko-ovella kirjautuisi

sisään, käynnistyisi tuloilmakone TK1. Kyseisen tilan valot SJ1SV1 syttyisivät vasta käyttäjän astuttua saliin, liiketutkan ohjaamana.

Tätä pidemmälle projekti ei ole vielä kirjoitushetkeen, lokakuu-05, mennessä edennyt. Projektin piti olla kokonaisuudessaan valmis jo elokuuhun-05 mennessä, mutta työmaa on paljon myöhässä aikataulusta. Esitetyttä listaakaan ei ole tullut täytettynä takaisin. Mitään korvaavaakaan ehdotusta tilanneohjauksille ei ole tullut, joten Muistolan koulun rakennusautomaatiosta on näillä näkymin tulossa tavanomainen rakennusautomaatioratkaisu. Näistä syistä johtuen päätin tutkintotyössäni kertoa tavallisesta rakennusautomaatioprojektista ilman eri järjestelmien yhdistämistä ja ilman erikoisia LON-ratkaisuja.

LÄHDELUETTELO

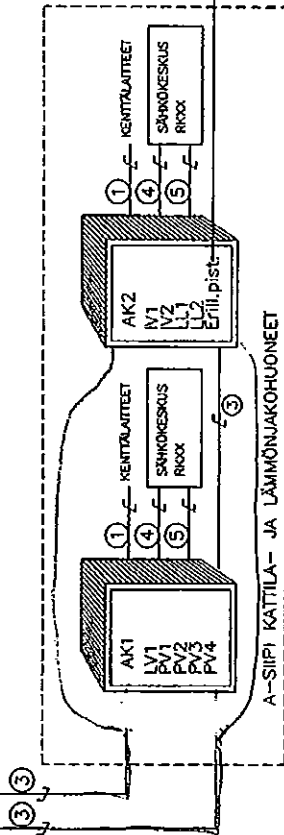
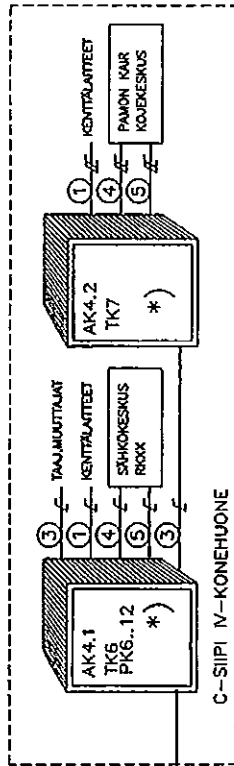
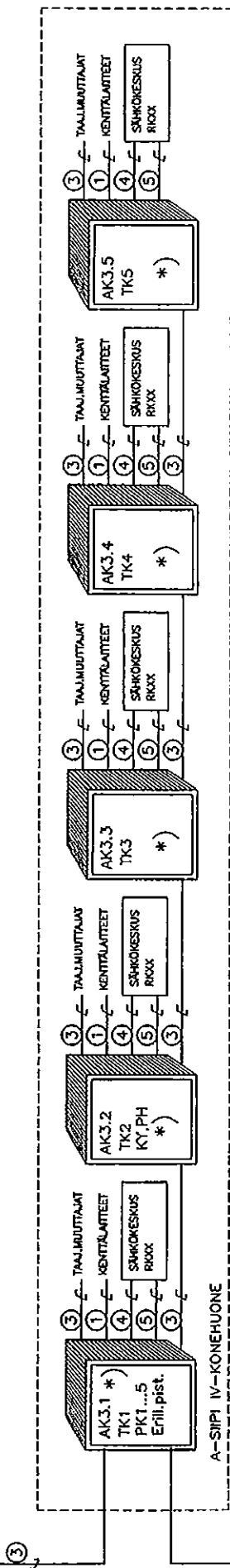
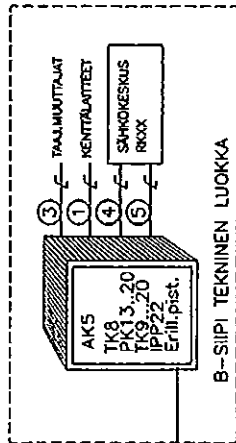
[1] www.tac.com/fi

LIITTEET

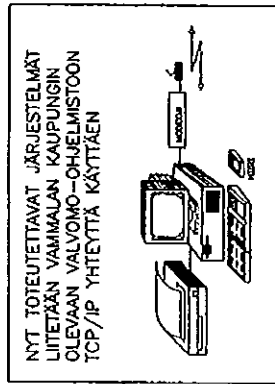
- Liite 1. Tiedonsiirto- ja järjestelmäkaavio
- Liite 2- 4. Sääntökaaviot
- Liite 5. Pistelista
- Liite 6. Johdotuskaavio

- 1 KENTTÄ KAAPELIT
- 2 ATK-VERKKO
- 3 VÄYLÄKAAPELI
- 4 OHJAUKSET RK
- 5 INDIKOINNIT RK

KAPELOINTI SÄHKÖURAKASSA
 KAPELOINTI PAKETTIKOIVELMISTAJAN TORNISTA



Alakeskus AK1 on toteutettu aiemmin. I/O-liitännät sekä venttiilimoottorit ja vesianturit hyödynnetään uusinnassa. Alakeskusohjelma tarkastetaan toimintaselostuksen mukaisesti. Nyt hankittavat alakesukset AK2...AK5 ovat uusia, tässä urakassa toteutettavia alakeskuksia. Hankittavien laitteiden tulee olla yhteensopivia olemassaolevien laitteiden sekä valvomo-ohjelmiston kanssa. Tähdellä merkitty alakeskus tulee olla rakenteeltaan kevyt muovimoduulikotelo, jonka maksimileveys on 410mm.

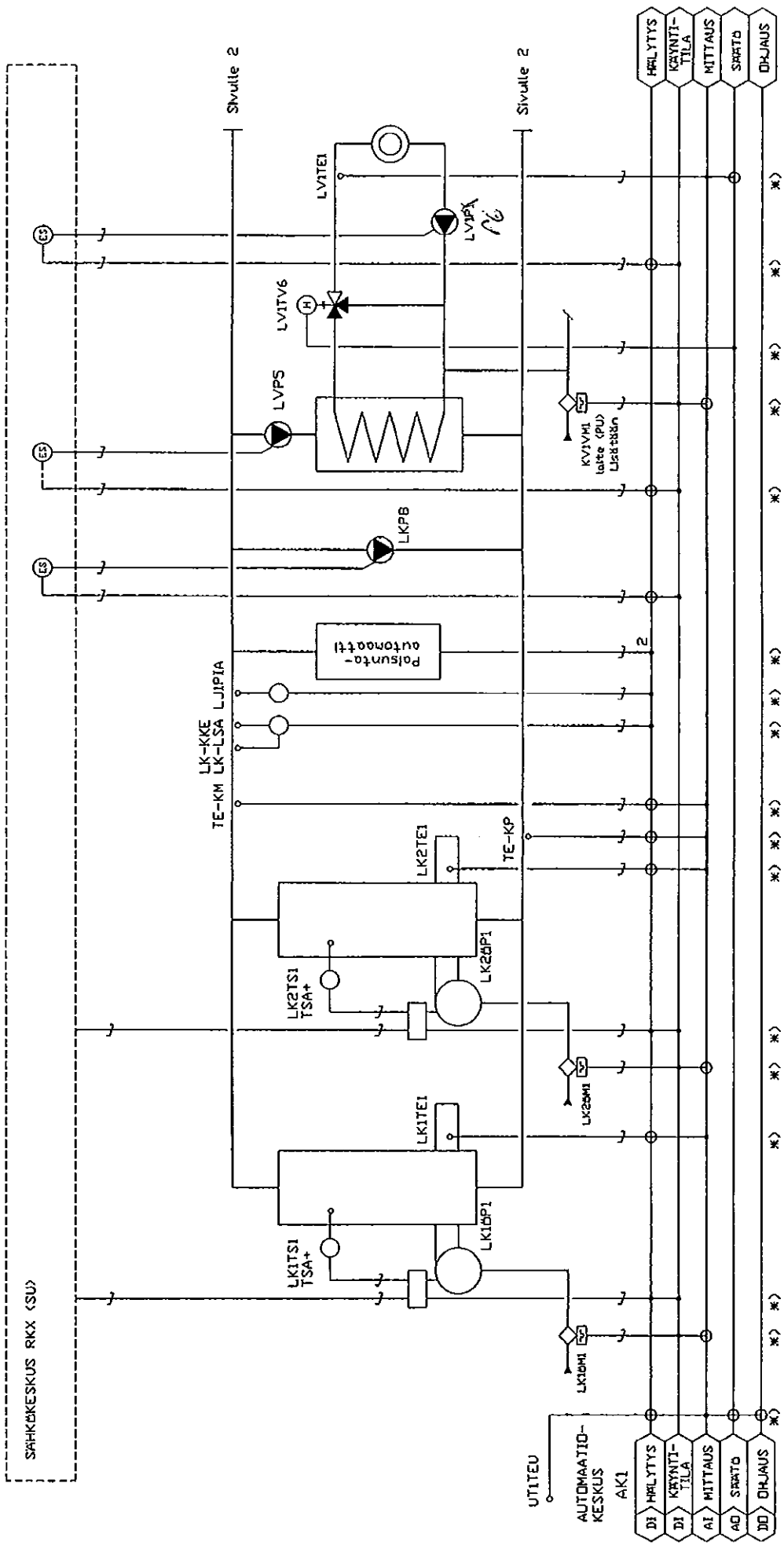


24RU45 (SU)
 (AU)
 INTRANET TCP/IP
 (Tiloojan hankinta)

Rev	Pöytäkirja	Kuvaus	Projektin sisältö					
•			Suun.	KPI	Piin	KPI	Tark.	KPI
•			RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ					
•			TIEDONSIIRTO- JA					
			JÄRJESTELMÄKAAVIO					
			Päiväys	30.7.2004	Wk			
			Piir.no	0010	Siv	1/1		

Kehde
 MUISTOLAN KOULU
 NUUPALANKATU 28
 36210 VAMMALA

tac TAC Finland Oy
 PATANKATU 7 33800 TAMPERE
 P. (03)2340 700 F. (03)2340 701
 etunimi.sukunimi@tacfinland.fi



— FYSINEN YHTEYS — OHJELMALLINEN YHTEYS

- Tässä piirustuksessa on esitetty säädön ja valvonnan toiminnalliset yhteydet. Kaapeloinnin ja kytkennät urakoitsija esittää johdotuspiirustuksissaan.

OLEMASSAOLEVAT AUTOMAATIOIJTYNNAT ON MERKITYT TÄHDellä *). ALAKESKUS, VENTTIILIMOOTTORIT JA VESIANTURIT HYÖDYNNETTÄÄN SANEERAUKSESSA. MIKÄLI JOKIN LAITE ON RIKKILÄ, SE VAIHDETAAN TARPEEN TULLEN UUTEEN. VAIHTO TARJOTAAN YKSIKKÖHINTA-PERUSTEISESTI.
AUTOMAATIOLAITTEIDEN PUTKISTOISTA PURKU JA VARASTOINTI LVU.

Rev	Päiväys	Tekijä	Kuvaus	Projekti	Suun.	KPI	Piir.	Tark.	KPI
*				Finntekninen sähkös					
*				Finntekninen sähkös					
*				LÄMMITYSKATTILAT JA VERKOSTOT SÄÄTÖKAAVIO					
				Kohde					
				MUISTOLAN KOULU NUUPALANKATU 28 38210 VAMMALA					
				tac TAC Finland Oy					
				PATANKATU 7 33500 TAMPERE P.(03)2340 700 F.(03)2340 701 etunimi.sukunimi@tacfinland.fi					
				Projekti					
				Suun.	KPI	Piir.	Tark.	KPI	
				Päiväys	30.7.2004	Wk		AK1	
				Piir.no	0401	Sivu	1/5		

Ryhmäkeskustelut

- Koje ei voi käydä, mikäli lämmityspatterin pumppu PUI on seis.
- Jäätymisvaaratermostaatti pysäyttää kojeen ja hälyttää, jos patteriveden lämpötila TE3 alittaa asetellun raja-arvon.
- Kaikki puhaltimet pysähtyvät, kun sähkökeskuksen IV-hätäseis-apurele ohjataan alakeskuksesta jännitteettömäksi.

Aikeskustelut ja varotoiminnot

- Tulollman lämpötilan TE1 ylittäessä (45°C) tal alittaessa (5°C) raja-arvon koje pysähtyy ja tulee hälytyä. Hälytyä on kuitattava ohjelmallisesti, jotta koje voi käynnistyä uudestaan.
- IV-hätäseisäskytintä palnettaessa ohjataan kaikki puhaltimien ohjaukset sekä IV-hätäseisäskytintä palnettaessa ohjaukset pois toiminnasta.
- Palohälytyskeskuksen hälyttäessä palosta, ovat kalkkien puhaltimien ohjaukset sekä IV-hätäseisäskytintä palnettaessa ohjaukset pois toiminnasta.
- Jos kojeen käydessä tulo- tai polstollmakanavassa ei ole riittävää painetta, tapahtuu hälytyä.
- Koje ei voi käydä, mikäli IV-verkostolta tulee jokin hälytyä (pumppu ei käy, allämpötila- tai allämpötila- tai allämpötila- tai allämpötilan oltava alle asetussarvon (+3°C).
- Kalkille mittauksille ohjelmoidaan ylä- ja alaraja-arvohälytykset (anturivikahälytykset).
- Anturille TE1 ohjelmoidaan säätöpolkkeamhälytyä (kojeen käydessä). Mikäli säätöpolkkeamaa (>+5°C) esiintyy yli asetettavan ajan (20min), tapahtuu hälytyä. Hälytyä on estetty ulkolämpötilan ollessa yli +17°C.
- Anturille TE3 ohjelmoidaan säätöpolkkeamhälytyä (seisakkisäädöllä). Mikäli säätöpolkkeamaa (>+5°C) esiintyy yli asetettavan ajan (2h), tapahtuu hälytyä.
- Anturille PE1 ohjelmoidaan säätöpolkkeamhälytyä (kojeen käydessä). Mikäli säätöpolkkeamaa (>+50Pa) esiintyy yli asetettavan ajan (10min), tapahtuu hälytyä.
- Anturille PE2 ohjelmoidaan säätöpolkkeamhälytyä (kojeen käydessä). Mikäli säätöpolkkeamaa (>+50Pa) esiintyy yli asetettavan ajan (10min), tapahtuu hälytyä.
- Anturille TE3 ohjelmoidaan säätöpolkkeamhälytyä (seisakkisäädöllä). Mikäli säätöpolkkeamaa (>+5°C) esiintyy yli asetettavan ajan (2h), tapahtuu hälytyä.

TOIMINTASELOSTUS

ILMASTOINTIJÄRJESTELMÄN TEHTÄVÄ

Kojeen tehtävänä on hoitaa tilan ilmanvaihto.

KÄYTTÖ

Alkiohjelma ohjaa kojeen asetettavalle minimikanavapainetasolle. (20% nitoitusilmämäärää vastaava kanavapaineen asetussarvo).

SWÄDIN TOIMINTA

Kojeen käynnistyessä

Pelti FG1 avautuu. Pelti FG2 avautuu.

Säättö ohjaa määrääjäksi LTDin täydelle teholle, sekä venttiilille TV1 asetettulle avautumalle.

Kojeen käydessä

- Tulollman lämpötila TE1 pidetään asetussarvossaan.
- Tulollman lämpötilan asetussarvo muuttuu huonelämpötilan TE4 perusteella (kuva 1).
- Säättö ohjaa sarjassa LTDin ja lämmityspatterin tehoa (kuva 2).
- Polstollman lämpötilan ollessa alempi, kuin ulkolämpötila, ohjelmaa ohjaa LTDin täydelle teholle.
- Tulo- ja polstollmakanavien paineet pidetään asetussarvoissaan.
- Säättö ohjaa puhaltimien TF1 nopeutta taajuusmuuttajalla SCI painemittauksen PE1 perusteella.
- Säättö ohjaa puhaltimien PF1 nopeutta taajuusmuuttajalla SCC painemittauksen PE2 perusteella.
- Kanavapaineen asetussarvot muuttuvat huonehilloksidipitoisuuden OE4 perusteella (kuva 3).
- LTDin huurtumisen estämiseksi pienennetään LTDin tehoa ohjaamalla peltiä FG3 ja FG4 siten, että LTDin pihntalämpötila TE5 ei alita asetettua raja-arvoa (-0....-2°C).
- Patterin paluuveden lämpötilan TE3 lasku raja-arvon (8°C) alapuolelle estetään ohjaamalla venttiilillä TV1 aukipäin.

Rev	Päiväys	Tekijä	Kuvaus	Mökö	Projekti	Suun.	KPI	Päätt.	KPI	Tark.	KPI
*				<p>TAC TAC Finland Oy PATAMENKATU 7 33900 TAMPERE P. (03)2340 700 F. (03)2340 701 etunimi.sukunimi@tacfinland.fi</p>	<p>Pinustuksen sisäilma TUOLILMAKOJE TK3 RUOKKALA SÄÄTÖKAAVIO</p>	<p>30.7.2004</p>	<p>0103</p>	<p>2/3</p>			
+				<p>MUISTOLAN KOULU NUUPALANKATU 28 38210 VAMMALA</p>							



TAC Finland Oy
 Patamäeräkatu 7, 33500 Tampere
 Puh. +358 3 2310 700

PISTELUETTELO

P-9140101
 MUISTOLAN KOULU
 NUUPALANKATU 28
 38210 VAMMALA

AK5

piir.no: 1150
 päiväys: 28.10.2004
 Laalija: Jla
 muutos:

Xenta 301 AK051M0

Laske: Piste

Piste	Laji	Tunnus	Selite	Alue	Rev	Kytkeyty	Test. AK	Test. Valv.
B01	TH	TK8TE1	TULOILMANLÄMPÖTILA TEKNINEN TYÖ	1800ohm/25°C				
B02	TH	TK8TE4	HUONELÄMPÖTILA TEKNINEN TYÖ	1800ohm/25°C				
B03	TH	TK8TE3	PALUULÄMPÖTILA LÄMMITYSPATTERI	1800ohm/25°C				
B04	TH	*	*	1800ohm/25°C				
K01	DO	TK8FG1	TULOILMAPELTI TEKNINEN TYÖ	NC/IOUS/24v				
K02	DO	*	*	NC/NO				
K03	DO	TK8TZA	JÄÄTYMISSUOJALUKITUS	NO				
K04	DO	TJ1ES1	IV-HÄTÄPYSÄYTYSLUKITUS	NO				
K05	DO	TK8PF1	OHJAUS AHJO	NO				
K06	DO	TK8PF2	OHJAUS KONETILA	NO				
L01	SNVT	TK8SC1	TAAJUUSMUUTTAJA TULOILMAPUHALLIN	3-400v+FTT10				
L02	SNVT	TK8SC2	TAAJUUSMUUTTAJA POISTOILMAPUH.PF3	3-400v+FTT10				
U01	AI	TK8PE1	TULOILMAKANAVANPAINTEKNINEN TYÖ	0...10v/0...500Pa				
U02	AI	TK8TE2	POISTOILMANLÄMPÖTILA AHJO	0...10v/0...400°C				
U03	TH/AI/DI	*	*	NC/NO/0...10v				
U04	TH/AI/DI	*	*	NC/NO/0...10v				
X01	DI	TK8TZHS	JÄÄT.SUOJA KUITTAUS	NO				
X02	DI	TK8PU1	PUMPUNINDIKOINTI LÄMMITYSPATTERI	NO				
X03	DI	TK8KS4A	AJASTINKYTKIN TEKNINEN TYÖ	0...6h/NO				
X04	DI	TK8KS4B	AJASTINKYTKIN MAALAUSTILA	0...12h/NO				
Y01	AO	TK8TV1	LÄMMITYSVENTTIILI TEKNINEN TYÖ	0...10v/0...100%				
Y02	AO	*	*	0...10v				

Xenta 4xx AK051M1

Laske: Piste

Piste	Laji	Tunnus	Selite	Alue	Rev	Kytkeyty	Test. AK	Test. Valv.
K01	DO	PK13PF1	OHJAUS KÄYT134 B-SIIPI	NO				
K02	DO	PK14PF1	OHJAUS ARKISTO.JNE. B-SIIPI	NO				
K03	DO	PK19PF1	OHJAUS ET227 B-SIIPI	NO				
K04	DO	LG1FV1	OHJAUS NESTEKAASUVENTTIILI	NO				
K05	DO	*	*	NO				
X01	DI	PK13PF1	INDIKOINTI KÄYT134 B-SIIPI	NO				
X02	DI	PK14PF1	INDIKOINTI ARKISTO.JNE. B-SIIPI	NO				
X03	DI	PK19PF1	INDIKOINTI ET227 B-SIIPI	NO				
X04	DI	*	*	NC/NO				

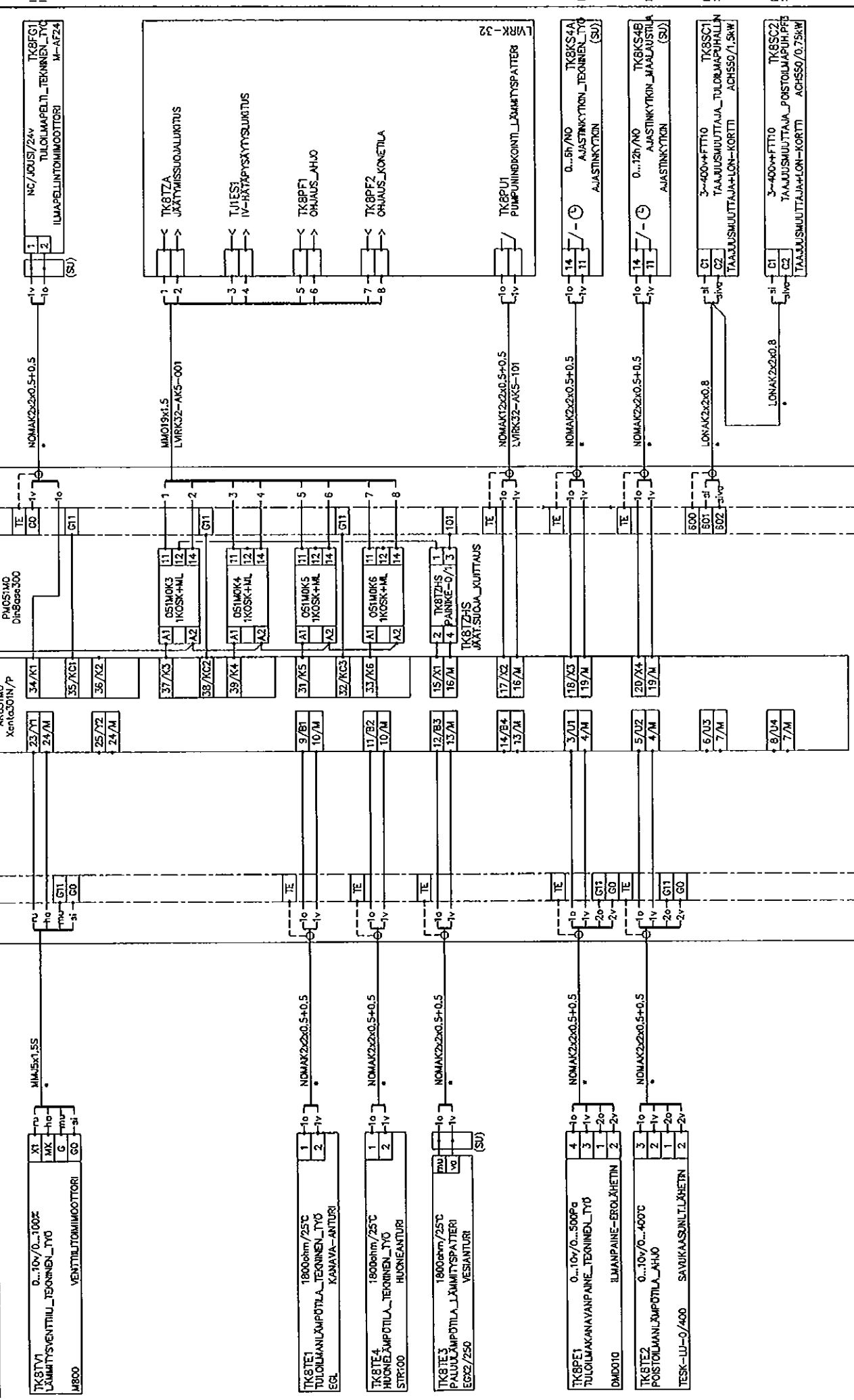
Xenta 411 AK051M2

Laske: Piste

Piste	Laji	Tunnus	Selite	Alue	Rev	Kytkeyty	Test. AK	Test. Valv.
X01	DI	TK8PF1	INDIKOINTI AHJO	NO				
X02	DI	TK8PF2	OHJAUS KONETILA	NO				
X03	DI	PK16PF1	INDIKOINTI VAR+SK B-SIIPI	NO				
X04	DI	PK17PF1	INDIKOINTI WC-TILAT B-SIIPI	NO				
X05	DI	PK20PF1	INDIKOINTI WC150,151 B-SIIPI	NO				
X06	DI	PK23PF1	INDIKOINTI RADONPOISTO B-SIIPI	NO				
X07	DI	PK27PF1	INDIKOINTI PUTKIKUILU B-SIIPI	NO				
X08	DI	PK28PF1	INDIKOINTI MAALIVARASTO B-SIIPI	NO				
X09	DI	IPP/ITP22	INDIKOINTI PURUNPOISTO	NO				
X10	DI	IPP/ITP22	YHTEISHÄLYTYS PURUNPOISTO	NO				

* KENTTÄLAITEKAAPELIN TUNNUKSEKSI MERKITÄÄN LAITETUNNUS

* KENTTÄLAITEKAAPELIN TUNNUKSEKSI MERKITÄÄN LAITETUNNUS



Rev	Päiväys	Tekijä	Kuvaus
•			
•			
•			

Projekti	P-9140101		
Suun.	JL6	PK	JL6
Pöytäpöytä	25.5.2005	WAK	AK5
PK:nro	AKO51MO	Skv	1/1

Yhtiö	TAC Finland Oy
osoite	MUJISTOLAN KOULU NUUPALANKATU 28 38210 VAMMALA

Yhtiö	TAC Finland Oy
osoite	PATAMENKATU 7 33600 TAMPERE P. (03)2240 700 F. (03)2240 701 etunimi.lahti@tacfinland.fi

Yhtiö	JOHDOTUSKAAVIO AKO51MO
osoite	RAKENNUSAUTOMAATIO
Yhtiö	ALAKESKUS