

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Talotekniikka

Tutkintotyö

Ville Kaivo

## **TAC FINLAND OY:N UUSI HAJAUTETTU ILMASTOINNIN OHJAUSJÄRJESTELMÄ**

Työn valvoja  
Työn teettäjä  
Tampere 2006

DI Veijo Piikkilä  
TAC Finland Oy, ohjaajana insinööri Ari Valkama

## TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkötekniikka

Talotekniikka

Kaivo, Ville TAC Finland Oy:n uusi hajautettu ilmastoinnin ohjausjärjestelmä

Tutkintotyö 50 sivua + 9 liitesivua

Työn valvoja DI Veijo Piikkilä

Työn teettäjä TAC Finland Oy, ohjaajana insinööri Ari Valkama

Toukokuu 2006

Hakusanat Rakennusautomaatio, hajautettu, ilmastointijärjestelmä

## TIIVISTELMÄ

Rakennusten koneellisten ilmastointijärjestelmien lisääntyessä on tärkeää kehittää niiden ohjausjärjestelmien ominaisuuksia. Kehitystyössä keskeistä on miettiä muutosten vaikutusta kaikkiin osapuoliin aina rakentajasta loppukäyttäjään. Tässä työssä esitellään TAC Finland Oy:n uutta hajautettua ilmastoinnin ohjausjärjestelmää.

Hajautuksella on parannettu ohjausjärjestelmien luotettavuutta, alennettu rakennuskustannuksia ja helpotettu työmaan aikataulutusta. Tässä työssä ilmastointijärjestelmää on tutkittu lähinnä hajautetun ja keskitetyn järjestelmän erojen avulla. Tämänkaltaisen käsittely auttaa ymmärtämään tehtyjen muutosten syitä.

Työssä esitellään ilmastointijärjestelmän toimintaselostus, jolla on pyritty antamaan lukijalle kuva IV-koneen toiminnasta eri käyttötilanteissa. Järjestelmän ominaisuuksia ja toimintoja on tarkasteltu seuraavilta osin: hajautuksen aiheuttamat muutokset järjestelmän luonnissa, kokoonpanossa sekä muutosten vaikutukset automaatio- ja sähköurakoitsijan lisäksi loppukäyttäjälle.

Tulevaisuudessa ilmastoinnin hajautetun ohjausjärjestelmän toimivuuteen ja ominaisuuksiin tulee kiinnittää huomiota. Näin voidaan taata järjestelmän optimaalinen toimivuus ja kartoittaa mahdolliset jatkokehitystarpeet.

TAMPERE POLYTECHNIC

Electrical engineering

Building Services Engineering

Kaivo, Ville

New decentralized controlling system for air conditioning systems from  
TAC Finland Incorporated

Engineering Thesis

50 pages, 9 appendices

Thesis Supervisor

Veijo Piikkilä (MSc)

Commissioning Company

TAC Finland Incorporated. Tutor: Ari Valkama (BSc)

May 2006

Keywords

Building automation, decentralized, air conditioning system

## ABSTRACT

As buildings automatic air conditioning systems are becoming larger and more complex, it is very important to develop the controlling systems of such machinery. In the development work of the controlling systems, it is essential to carefully consider the effects that the changes have on all the parties involved. This engineering research report presents the operation of the new decentralized controlling system for air conditioning systems from TAC Finland Incorporated.

The decentralization of the controlling system for air conditioning systems helps to improve the reliability of the system, reduces building costs and makes the scheduling during construction easier. In this engineering research report, the air conditioning system is examined mainly through the differences between the decentralized and the centralized systems. This type of processing of the subject helps one understand the reasons behind the changes made.

This report presents the air conditioning systems operation report, which aims to recreate the different functions of the air conditioning system for the reader. The different features and functions of the system are examined from following views: difference in construction and composition of the system, due the decentralization, and the effects that the decentralization has on the automation- and electric-contractor as well as on the end user.

A lot of attention should be invested on the decentralized air conditioning system in the near future so that the systems optimal functionality can be guaranteed and possible need for further development can be plotted.

## ALKUSANAT

Tämä tutkintotyö on tehty opinnäytteeksi Tampereen ammattikorkeakoulun sähkötekniikan osastolle. Työ käsittelee TAC Finland Oy:n uuden hajautetun ilmastointijärjestelmän toimintaa. Tavoitteena oli esitellä hajautettu ohjausjärjestelmä ja tarkastella järjestelmämuutoksen vaikutuksia eri osapuoliin.

Kiitän työni valvojaa DI Veijo Piikkilää hänen panoksestaan ja hyvistä neuvoista, vaikeasta tilanteestaan huolimatta. Haluan myös kiittää TAC:en Ari Valkamaa, joka toimi ohjaajanani, sekä Kalle Pinomäkeä. Heiltä sain apua ja neuvoa aina tarvittaessa.

Suuret kiitokset ansaitsevat myös rakkaimpani sekä kaikki ystäväni, jotka jaksoivat kuunnella, jopa ilman minkäänlaista mielenkiintoa aiheeseen, ja kannustaa työn edetessä.

Tampereella 6. huhtikuuta 2006

Ville Kaivo  
Ritakatu 3 K 26  
33530 Tampere

## SISÄLLYSLUETTELO

<b>SISÄLLYSLUETTELO</b> .....	5
<b>LYHENTEIDEN, MERKKIEN JA TERMIEN SELITYKSET</b> .....	7
<b>1 JOHDANTO</b> .....	8
1.1 Yleistä .....	8
1.2 Työn tavoite .....	9
1.3 Rajaukset.....	10
<b>2 TAC FINLAND OY:N UUSI HAJAUTETTU ILMASTOINNIN OHJAUSJÄRJESTELMÄ</b> .....	11
2.1 Käyttö.....	11
2.2 Säädön toiminta.....	13
2.2.1 Koje käynnissä.....	13
2.2.2 Lämpötilan säätö.....	13
2.2.3 Kanavapaineen säätö .....	15
2.2.4 Seminaarihuoneiden ilmamäärän säätö .....	15
2.2.5 Koje seis .....	15
2.3 Jäätymisvaaratoiminto .....	16
2.4 Lämmön talteenoton hyötysuhteen valvonta .....	16
<b>3 UUSI HAJAUTETTU JÄRJESTELMÄ</b> .....	17
3.1 TAC-järjestelmän ohjaus .....	17
3.2 Xenta-moduulit.....	18
3.2.1 Xenta 301N/P.....	19
3.2.1.1 Tekniset tiedot.....	20
3.2.1.2 Rakenne .....	21
3.2.1.3 Paikallinen operointipäätte .....	21
3.2.1.4 Suoja jännitekatkoksia vastaan.....	22
3.2.1.5 Reaaliaikakello .....	22
3.2.1.6 Kesäaika/normaal aika .....	22
3.2.1.7 Digitaaliset tulot .....	22
3.2.1.8 Yleistulot.....	23
3.2.1.9 Digitaaliset lähdöt.....	23
3.2.1.10 Analogiset lähdöt.....	23
3.2.1.11 Ohjelmointitoiminnot.....	24
3.2.1.12 Asennus .....	25
3.2.1.13 KytKentä .....	26
3.2.2 Xenta 451A .....	27
3.2.2.1 Tekniset tiedot.....	28

3.2.2.2 Kokoonpano .....	29
3.2.2.3 Yleistulot.....	29
3.2.2.4 Termistoritulot.....	29
3.2.2.5 Valodiodit.....	29
3.2.2.6 Asennus .....	30
3.2.2.7 Kytkenä .....	30
3.2.2.8 Huoltokosketin.....	31
3.2.2.9 Tiedonsiirto.....	31
3.3 Keskuksset .....	32
3.3.1 Ryhmäkeskusosa.....	33
3.3.2 Automaatiokeskusosa.....	34
4 HAJAUTETUN JA KESKITETYN JÄRJESTELMÄN EROT .....	36
4.1 Urakkarajat .....	41
4.2 Suunnittelu.....	42
4.3 Ohjelmointi.....	43
4.4 Kenttälaitteet.....	44
4.4.1 Kaapelointi .....	44
4.4.2 Keskuksset .....	44
5 JÄRJESTELMÄMUUTOKSEN VAIKUTUKSET.....	46
6 TULOKSET .....	47
6.1 Johtopäätökset .....	47
6.2 Tulosten ja tavoitteiden saavuttamisen ja käyttökelpoisuuden arviointi .....	48
6.3 Tulosten soveltamis- ja jatkumahdollisuuden selvitys .....	49
LÄHDELUETTELO.....	50

## LYHENTEIDEN, MERKKIEN JA TERMIEN SELITYKSET

NK	nousukeskus, sähkökeskus, josta otetaan syöttö automaatiokeskukselle
VAK	valvonta-alakeskus, automaation ohjauskeskus, joka koostuu AK- ja RK- osasta
AK	automaatiokeskus, VAK:n automaatio-osa
RK	ryhmäkeskus, VAK:n sähköosa
Vista	valvomo-ohjelma
Menta	sovellusohjelmointiin tarkoitettu ohjelmointityökalu
Xenta	ohjelma erilaisia vapaasti ohjelmoitavia ja kiinteäohjelmaisia säätimiä
TCP/IP	usean tietoverkkoprotokollan yhdistelmä, jota käytetään Internet-liikennöinnissä
OP-paneeli	VAK:ssa sijaitseva Xenta-moduuliin liitettävä automaatiojärjestelmän ohjauspaneeli tai operointipaneeli
TK_ (esim. TK01)	IV-kone, koneikko
TF_ (esim. TF01)	tuloilmapuhallin
PF_ (esim. PF01)	poistoilmapuhallin
PU_ (esim. PU40)	pumppu
HS_ (esim. HS20)	lisäaikakytkin
ML_ (esim. ML20)	lisäaikakytkimen merkkilamppu
TE_ (esim. TE20)	lämpötila-anturi
FG_ (esim. FG01)	peltimoottori
TV_ (esim. TV40)	venttiili
SC_ (esim. SC01)	taajuusmuuttaja
PE_ (esim. PE10)	paineanturi
IV-kone	ilmanvaihtokone, koneikko
koneikko	ilmanvaihtokone

## 1 JOHDANTO

### 1.1 Yleistä

"TAC on markkinajohtaja kiinteistöautomaation integroitujen järjestelmien toimittajana. TAC kehittää, valmistaa ja markkinoi tuotteita sekä avointen järjestelmien ratkaisuja ja palveluja. Nämä parantavat sisäympäristön laatua ja tuovat kiinteistönomistajalle lisäarvoa pienempinä käyttökustannuksina ja kiinnostavimpina kiinteistöinä." /6/

"TAC -konsernin omistaja on maailman johtava Power & Control-asiantuntija Schneider Electric. TAC lisää rakennusten arvoa tarjoamalla sisäilmaston, turvallisuuden ja energiankäytön kehittämiseen korkeateknologisia ja integroituja ratkaisuja. Yhtiössä on maailmanlaajuisesti yli 2700 työntekijää, ja sillä on partnereita sekä yhteistyökumppaneita 75 maassa." /6/

"TAC Atmostech on TAC -konsernin kokonaan omistama tytäryhtiö Suomessa. TAC Atmostech on alan markkinajohtaja Suomessa, joka työllistää 210 rakennusautomaation ammattilaista, ja jonka liikevaihto tilikaudelle 2005 on yli 34 miljoonaa euroa. Suomen pääkonttori on Vantaalla ja toimistoja on Lahdessa, Turussa, Tampereella, Jyväskylässä, Vaasassa, Joensuussa, Kuopiossa, Savonlinnassa, Mikkelissä, Oulussa ja Kemissä." /6/

"TAC Atmostechin ydinliiketoimintaa on kiinteistöjen elinkaaren pidentäminen ja tuottavuuden parantaminen taloteknisten palvelujen avulla. Samalla edistetään ihmisten hyvinvointia ja viihtyvyyttä sisätiloissa. Yritysten tuottamien teknisten ratkaisujen ja palveluiden avulla kiinteistöjen käyttökustannukset saadaan hallintaan ja helposti seurattaviksi. Samalla kiinteistön omistajille syntyy merkittävää säästöä, kun kiinteistöjen lämpötila, energiankulutus ja ilman laatu voidaan optimoida." /6/



## 1.2 Työn tavoite

Työn tavoitteena on esitellä TAC Finland Oy:n uusi hajautettu ilmastointikoneita ohjaava järjestelmä.

Hajautetun järjestelmän esittelyssä on käytetty apuna vanhaa keskitettyä järjestelmää, johon hajautettua systeemiä on verrattu. Hajautettua ja keskitettyä järjestelmää verrattaessa on tullut selväksi, miten tehdyt muutokset on tehty vain osa-alueilla, joissa selkeitä etuja oli saatavissa. Työn yksi tarkoitus onkin kertoa muutoksen tarpeellisuudesta kehitettäessä entistä edullisempaa ja luotettavampaa IV-järjestelmää.

Järjestelmän esittely on aloitettu IV-kojeen toimintaselostuksella, jonka tarkoitus on antaa lukijalle käsitys koneikon toiminnasta erilaisissa tilanteissa. Koneikon toimintaselostus on ote esimerkkikohteen automaatio suunnitelmasta. Työn esimerkkikohteenä on Tampereen yliopiston kirjasto.

Seuraavassa osiossa on paneuduttu vielä enemmän ilmastointia ohjaavan järjestelmän tekniisiin ominaisuuksiin ja kokoonpanoon. Tällä osiolla lukijalle luodaan kuva IV-järjestelmää ohjaavan laitteiston fyysisestä kokoonpanosta, jotta myös ominaisuuksien taustalla olevat laitteistot tulisivat tutuiksi.

Koska työn päätarkoituksena on tuoda esille hajautuksen aiheuttamat muutokset IV-koneita ohjaavassa järjestelmässä, työssä on vertailtu keskitetyn ja hajautetun järjestelmän eri osa-alueita keskenään. Työssä on kerätty järjestelmän luonnista keskeisiä muutoksia, joita hajautus aiheuttaa. Erot on yritetty esittää selkeästi, mutta ei liian yksityiskohtaisesti, mikä mahdollistaa järjestelmän luonnissa syntyvien erojen keskeisten asioiden hahmottamisen.

Lopussa on kerätty yhteen hajautuksen aiheuttamat muutokset ja siitä seuranneet hyödyt ja haitat. Kuten jo aiemmin on kerrottu, haittoja etsittäessä lukijalle jää kuva, miten järjestelmää on muutettu ainoastaan niiltä osin, josta selkeitä etuja on saatavissa. Tämän vuoksi järjestelmämuutoksesta on löydettävissä hyvin vähän haitaksi luettavia osa-alueita.

Lopuksi on pohdittu, miten aihetta voisi myöhemmin tutkia ja mitkä osa-alueet olisi järkevää vielä tarkemmin käydä läpi toisen työn avulla. Tällä annetaan lukijalle kuva siitä

minkä osa-alueiden jatkotutkiminen kiinnostaisi TAC Finlandia, sekä heidän tulevia asiakkaitaan.

### 1.3 Rajaukset

Työn tarkoituksena on luoda lukijalle kuva TAC:n laitteilla toteutetusta ilmastointia ohjaavasta järjestelmästä ja kertoa järjestelmän hajautuksen aiheuttamista muutoksista ja sen mahdollisista eduista ja haitoista. Koska järjestelmän hajautuksen seurauksia olisi mahdollista pohtia erittäin monelta eri kannalta, työ on ajanpuutteen takia pitänyt rajata tiettyihin asioihin.

Työ perustuu automaatiourakoitsijan osuuteen rakennusprojektin IV-järjestelmästä ja sen hajautuksen aiheuttamiin muutoksiin automaatiourakoitsijan kannalta. Työn lopputuloksissa on lisäksi käsitelty jonkin verran hajautuksen vaikutuksia sähköurakoitsijaan ja työn tilaajaan.

Koska työssä on käyty läpi myös IV-järjestelmän perustoimintaa, sillä on pyritty laajentamaan lukijan kuvaa ilmanvaihtokoneiden toiminnasta ja laitteistoista sen takana, eikä tarkoitus ole ollut pelkästään keskittyä järjestelmässä tapahtuneisiin muutoksiin. Työn lukijalla olisi hyvä olla hieman pohjatietoa IV-järjestelmien ohjauksista, jotta työn sisältö täysin selviäisi.

## 2 TAC FINLAND OY:N UUSI HAJAUTETTU ILMASTOINNIN OHJAUSJÄRJESTELMÄ

Esimerkkikohteessa on viisi hieman erilaista ilmastointijärjestelmän ohjausmuotoa. Kohteessa on:

- Lämpötilan- ja ilmanlaatumittauksiin perustuvaa toimistojen huonesäätöä
- Isojen kirjasto-, luento- ja ruokailutilojen lämpötilanmittaukseen perustuvaa säätöä
- Keittiön ilmanvaihdon säätöä
- Porras- ja hissikuilujen ilmanvaihto
- Autohallin lämpötilan- ja CO-mittauksiin perustuvaa säätöä.

Useista eri säätövaihtoehdoista huolimatta kaikissa uusissa TAC:n laitteilla toteutetuissa IV-koneita ohjaavissa järjestelmissä on tietty suppea runko, joka on miltei sama säädettävästä kohteesta riippumatta. Siihen kuuluvat IV-kojeen tulo- ja poistopuhaltimien rinnakkainen toiminta, tuloilmakoneen raitis- ja poistoilmapeltien rinnakkaistoiminta, puhaltimien käynnistyksen hidastus, koneen raitis- ja poistoilmapeltien ja lämmityspatterin säädön toiminta kojeen ollessa seis, sekä jäätymisvaaratoiminto.

Esimerkkikohteesta on otettu esimerkiksi toimistotilojen ilmastointijärjestelmän toimintaselostus. Tämä selostus toimii esimerkkikohteessani tuloilmakojeen TK01 toiminnallisena ohjeena. TK01 on esitetty liitteenä 1.

Toimintaselostus kertoo, miten liitteen 1 IV-koje toimii. Kojeen perustehtävänä on hoitaa tilojen ilmanvaihto ja jäähdytys.

### 2.1 Käyttö

Liitteessä 1 esitettävää IV-kojetta käytettäessä, tuloilmapuhaltimen TF01 käyntiä ohjataan aikaohjelman mukaisesti, mutta tuloilmapuhallin ei saa käydä, mikäli lämmityspatte-

rin pumppu PU40 ei ole käynnissä. Normaalitylanteessa lämmityspatterin pumppu PU40 käy piirin toimiessa jatkuvasti. Poistoilmapuhaltimen PF01 käynti on ohjelmallisesti lukittu tuloilmapuhaltimen TF01 käyntiin. /4/

Toisena poistona toimiva poistoilmapuhallin PF02 käy tuloilmapuhaltimen TF01 käydessä täydellä teholla. Muuna aikana poistoilmapuhallin PF02 käy puolella teholla. Poistoilmapuhaltimen toiminta-alue on esitetty liitteessä 2. /4/

Tuloilmapuhallin voidaan käynnistää aikaohjelman ulkopuolella liitteen 2 tilassa sijaitsevilla lisäaika-ajastimilla HS20, HS21 tai HS22. Tuloilmapuhallin käy tällöin lisäaikaajastimeen asetellun ajan, esimerkiksi 0...4h. Myös liitteessä 2 näkyvät merkkilamput ML20, ML21 ja ML22 osoittavat tuloilmapuhaltimen käynnin. Liitteessä 3 nähdään seminaarihuoneiden säätökaavio. /4/

Tuloilmapuhaltimen TF01 ollessa järjestelmän ohjaamana seis seurataan liitteen 3 muakasten tilojen sisälämpötilaa, joka saadaan mittauksen TE21 – TE28 keskiarvosta. Tässä tilanteessa keskiarvon ollessa yli aseteltavan raja-arvon, esimerkiksi + 24 °C, ja ulkoilman lämpötilan TE00 ollessa samanaikaisesti välillä + 12...+ 18 °C käynnistetään ns. yöjäähdytystoiminta. /4/

Yöjäähdytystilanteessa koje käy täydellä ilmamäärällä, eli kaikki liitteessä 3 esitettävien huonetilojen tehostuspellit FG1\_ ja FG3\_ ovat auki pelkällä raitisilmakäytöllä ja poistoilmapuhallin PF02 käy täydellä teholla. Tällöin jäähdytysventtiili TV60 on kiinni ja lämmitysventtiili TV45 on lämmityspatterin paluuviesianturin TE45 säätämässä arvossa ja LTO-kiekko on seis. Yöjäähdytyskäyttö jatkuu, kunnes poistoilman lämpötila TE30 on saavuttanut aseteltavan raja-arvon, esimerkiksi + 22 °C, ulkoilman lämpötila poistuu saltilulta alueelta tai järjestelmä käynnistää kojeen normaalikäytölle. /4/

Tulo- ja poistoilmapuhaltimien TF01 ja PF01 taajuusmuuttajiin SC10 ja SC30 on ohjelmoitu käynnistyksen hidastus, jolloin puhaltimet käynnistyvät haluttuun tehoon, esimerkiksi 5 minuutin aikana. /4/

## 2.2 Sädön toiminta

Sädön toimiessa normaalisti järjestelmällä on viisi erilaista säätötoimintoa, joilla jokaisella on oma toimintatilanteensa. Eri säätömuotoja ovat:

- Koje käynnissä
- Lämpötilan säätö
- Kanavapaineen säätö
- Seminaarihuoneiden ilmamäärän säätö
- Koje seis

Seuraavassa on selvitetty kunkin tilanteen toimintaa.

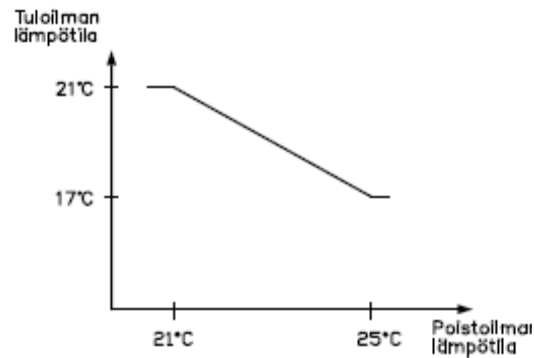
### 2.2.1 Koje käynnissä

Tuloilmakojeen käydessä ovat raitisilma- ja poistoilmapellit FG01 ja FG30 auki. /4/

### 2.2.2 Lämpötilan säätö

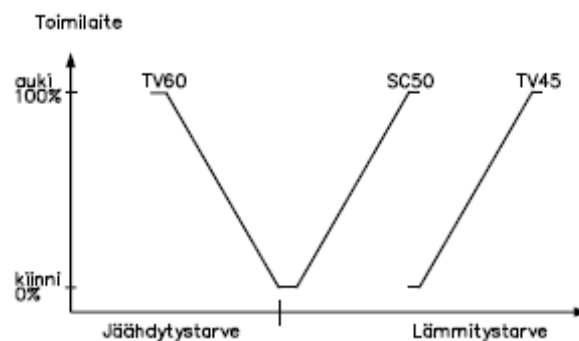
Tuloilmapuhaltimen käynnistyessä aikaohjelman ohjaamana ohjataan LTO-kiekko pyörimään täydellä pyörimisnopeudella asetelluksi ajaksi lämmöntarpeesta riippumatta, esimerkiksi 1 minuutiksi. Tämän jälkeen käynnistyy normaali lämpötilansäätöohjelma. /4/

Tuloilman lämpötila TE10 pyritään pitämään poistoilman TE30 lämpötilaan verrannollisessa arvossaan kuvan 1 mukaisesti. /4/



**Kuva 1. Tulokoneen lämpötilan säätökäyrä /4/**

Lämmöntarpeen kasvaessa ohjataan ensimmäisenä portaana lämmitysventtiiliä TV45 kuvan 2 mukaisesti. /4/



**Kuva 2. IV-kojeen portaittainen lämmönsäätö /4/**

Lämmöntarpeen vähentyessä toiminnot ovat päinvastaiset. LTO-kiekon huurtumisen estämiseksi, eli paine-eron PE50 ylittäessä asetellun ilmamäärää vastaavan raja-arvon, joka on määritelty olevan 60 % yli normaalin paineen, ohjataan LTO-kiekon pyörimisnopeus 0,5 kierrokseen minuutissa. Paineen laskiessa määrittynyt raja-arvoon eli noin 30 % yli normaalin paineen palataan normaalikäytölle. /4/

### 2.2.3 Kanavapaineen säätö

Säätö pyrkii pitämään liitteessä 2 näkyvät kanavapaineen mittaukset PE11/12 ja PE31/32 haluttua ilmamäärää vastaavassa arvossaan. Säätöohjelma ohjaa taajuusmuuttajien SC10 ja SC30 välityksellä puhaltimien TF01 ja PF01 pyörimisnopeutta, joka mahdollistaa paineen pitämisen vakiona lisäaikapeltien asennoista riippumatta. Mikäli kanavapaine ei saavuta haluttua asetusarvoa asetellun ajan, esimerkiksi 15 minuutin kuluessa puhaltimien käynnistämisestä, annetaan hälytys. /4/

### 2.2.4 Seminaarihuoneiden ilmamäärän säätö

Tuloilmapuhaltimien TF01 ollessa *seis* ovat liitteen 3 tilojen ilmanvaihdon tehostuksen tulo- ja poistoilmapelit FG1\_ ja FG3\_ kiinni. Tuloilmapuhaltimen TF01 käydessä ovat tilojen ilmanvaihdon tehostuksen tulo- ja poistoilmapelit normaalisti kiinni. /4/

Seminaarihuoneiden huoneilman lämpötilan noustessa yli aseteltavan raja-arvon, esimerkiksi + 23 °C, tai huonetilan ilman CO<sub>2</sub>-pitoisuuden noustessa yli aseteltavan raja-arvon, esimerkiksi 900 ppm, avautuvat kyseisen huonetilan ilmanvaihdon tehostuksen tulo- ja poistoilmapelit FG1\_ ja FG3\_. Pelit sulkeutuvat tämän jälkeen, mikäli tuloilmapuhallin pysähtyy, huoneilman lämpötila laskee eroalueen verran, esimerkiksi 2 °C, tai CO<sub>2</sub>-pitoisuus alenee eroalueen verran, esimerkiksi 300 ppm. /4/

### 2.2.5 Kojе seis

Tuloilmakojeen ollessa *seis* raitis- ja poistoilmapelit FG01 ja FG30 ovat kiinni. Jäätymisvaaran ehkäisemiseksi pyritään lämmityspatterin paluuvien lämpötila TE45 pitämään asetusarvossaan, esimerkiksi + 15 °C:ssa, ohjaamalla venttiiliä TV45. /4/

### 2.3 Jäätymisvaaratoiminto

Ohjelmallisen jäätymisvaaran eli patterin paluuvedenlämpötilan TE45 mittauksen raja-arvon toimiessa tuloilmapuhallin TF01 pysähtyy. Sen jälkeen säätö toimii kuten kohdassa 2, koje seis. Lauettuaan jäätymisvaara on kuitattava alakeskuksesta manuaalisesti ennen kuin normaalitoiminta voi käynnistyä. /4/

Laitteiden lukitustoiminnot on esitetty taulukossa 1, laitteiden tilat ja ohjaukset

**Taulukko 1. IV-kojeen laitteiden lukitustoiminnot /4/**

Laitte	Koje käynnissä	Koje seis	Koje käy ybjähd.	Jäätymisvaara
PU40	käy	käy	käy	käy
TF01	käy	seis	käy	seis
PF01	käy	seis	käy	seis
FG01	auki	kiinni	auki	kiinni
FG30	auki	kiinni	auki	kiinni
TV45	säätö	TE45	TE45	TE45
TV60	säätö	kiinni	kiinni	kiinni
SC50	ohj.	seis	seis	seis
PF02	käy 1/1	käy 1/2	käy 1/1	käy 1/2
FG11/31	TE/QE21	kiinni	auki	kiinni
FG12/32	TE/QE22	kiinni	auki	kiinni
FG13/33	TE/QE23	kiinni	auki	kiinni
FG14/34	TE/QE24	kiinni	auki	kiinni
FG15/35	TE/QE25	kiinni	auki	kiinni
FG16/36	TE/QE26	kiinni	auki	kiinni
FG17/37	TE/QE27	kiinni	auki	kiinni
FG18/38	TE/QE28	kiinni	auki	kiinni

### 2.4 Lämmön talteenoton hyötysuhteen valvonta

Lämmön talteenoton hyötysuhdetta valvotaan lämpötilanmittausten TE00, TE02 ja TE30 mukaan huomioon ottaen tulo- ja poistoilmavirtojen määrä. Hyötysuhteen lukuarvo esitetään reaaliaikaisena valvomon grafiikkakuvassa. /4/



Lämmön talteenoton hyötysuhteen pysyessä alle asetellun raja-arvon määrääjän, esimerkiksi 10 minuuttia, annetaan hälytys. Edellä mainittu hälytys kuitenkin estetään, mikäli koje on käynyt alle 15 minuuttia, ulkolämpötila on yli 14 °C, huurtumisen estotoiminto on päällä tai säätö ei pyydä täyttä tehoa LTO-laitteelta. /4/

Tämä toimintaselostus on hyvin kattava ja pienillä kohteittaisilla variaatioilla voidaan kaikki huonetilojen ilmanvaihdot hoitaa samalla säädöllä. Erilaisissa kohteissa ja ilmastointitarpeissa käytetään luonnollisesti monenlaisia eri vaihtoehtoja tarpeellisuuden ja taloudellisten seikkojen vuoksi, mutta yllä oleva toimintaselostus kattaa melko suuren osan TAC:n uusien isojen kohteiden ilmanvaihtojärjestelmien ohjauksista. /4/

### 3 UUSI HAJAUTETTU JÄRJESTELMÄ

TAC:n IV-koneita ohjaava järjestelmä koostuu fyysisesti:

- Prosessia mittaavista antureista
- Ohjattavista pelti- ja venttiilimoottoreista
- Tulo- ja poistopuhaltimista
- Puhaltimia ohjaavista taajuusmuuttajista
- LTO-kiekkoa ohjaavasta taajuusmuuttajasta
- Lisäaika-ajastimista
- Lämmitys- ja jäähdytyspiirien pumpuista
- Valvonta-alakeskuksesta (VAK), joka sisältää prosessin ohjaukseen ja säätöön tarvittavat Xenta-moduulit ja releet.

#### 3.1 TAC-järjestelmän ohjaus

TAC käyttää TAC-VMX valvonta- ja säätöjärjestelmää. Järjestelmän lyhenne VMX tulee sanoista **V**ista (valvomo-ohjelma), **M**enta (sovellusohjelmointiin tarkoitettu ohjelma) ja **X**enta (erilaisia vapaasti ohjelmoitavia ja kiinteäohjelmaisia säätimiä). Näillä ”työkaluilla” voidaan luoda kattava järjestelmäkokonaisuus, jolla voidaan ohjata kaikkia rakennusautomaation prosesseja. ” /1, s. 174./

Kuten jo edellä on kerrottu, ohjelmointi tehdään TAC Menta-ohjelmalla, minkä jälkeen ohjelmat siirretään Xenta-moduuleihin. Valmistuttuaan järjestelmä liitetään TAC Vista-valvomo-ohjelmaan, joka voidaan liittää järjestelmään kiinteällä kaapeliyhteydellä tai nykyään yleisesti käytetyllä TCP/IP-yhteydellä. Nykyisin usein parhaana ratkaisuna pidetään TAC Finlandin ylläpitämää etäkäyttövalvomoa, jonka avulla järjestelmien käyttö ja seuraaminen on saatu siirrettyä alan ammattilaisille.

### 3.2 Xenta-moduulit

Esimerkkikohteessa IV-kojeita ohjataan Xenta 301N/P-päämoduulilla ja Xenta 451A-apumoduulilla, jotka ovat vapaasti ohjelmoitavia säätimiä. Koska yhden IV-kojeen ohjaukseen ei tarvita suuria määriä mittauksia, ohjauksia tai indikoiteja, tarvitaan yhteen VAK:een vain päämoduuli ja yksi apumoduuli, jotka on liitetty väylällä toisiinsa. Seuraavassa on esitelty esimerkkikohteen koneikon ohjaukseen tarvittavat Xenta-säätimet.

### 3.2.1 Xenta 301N/P



**Kuva 3. Xenta 301N/P /7/**

”TA Xenta 300 on yhteisnimitys useille sisäänrakennetulla tiedonsiirrolla varustetuille vapaasti ohjelmoitaville säätimille, jotka on tarkoitettu pieniin ja keskisuuriin lämmitys- ja il-mankäsittelylaitoksiin. TA Xenta 300:ssa on täydelliset LVI-toiminnot, mm. säätösilmukat, käyrät, aikaohjelmat ja hälytysten käsittely. TA Xenta 300 säädintä on kahta rakennetta, TA Xenta 301 ja TA Xenta 302, joiden lähtöjen määrässä on eroa. Tarvittaessa säätimiin voidaan liittää myös I/O-moduuleja.” /2/

”TA Xenta 300 säädin voidaan asentaa standardien mukaiseen koteloon tai laitekaappiin. TA Xenta 300 säädin on helppo ottaa käyttöön graafisen TA Menta ohjelmointityökalun avulla. Säätimet voidaan liittää verkkoon ja vaihtaa keskenään tietoja, esim. toimistorakennuksessa, jossa on useita il-mankäsittelylaitteita ja lämmitysjärjestelmiä.” /2/

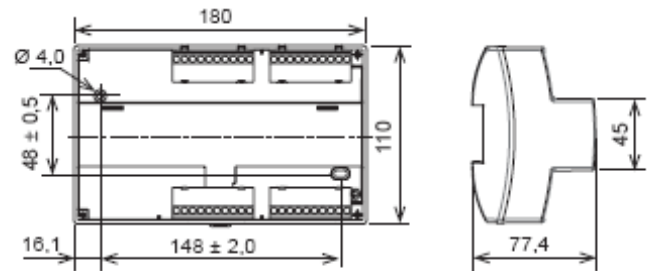
”TA Xenta 300 voidaan liittää keskitettyyn TA Vista -esitysjärjestelmään. Kiinteästi asennettavaan TA Xentaan voidaan liittää TA Xenta OP-operointipaneeli. Paneelissa on näyttöikkuna ja näppäimistö ja sitä käytetään arvojen lukemiseen ja parametrien säätöön. Operointipaneeli voidaan asentaa säätimeen tai kaapin etulevyyn, tai sitä voidaan käyttää kannettavana päätteenä.” /2/

### 3.2.1.1 Tekniset tiedot

Taulukossa 2 on esitetty Xenta-300 sarjan teknisiä tietoja.

**Taulukko 2. Xenta-300 sarjan tekniset tiedot /2/**

Syöttöjännite .....	24 V AC $\pm 20\%$ , 50/60 Hz tai 24 V DC $\pm 20\%$
Tehonkulutus .....	maks. 5 W
Ympäristön lämpötila:	
Varastointi .....	-20 °C - +50 °C
Käyttö .....	$\pm 0$ °C - +50 °C
Ilmankosteus .....	maks. 90% RH, ei kondensoituva
Kotelointi:	
Kotelo .....	ABS/PC
Tiiviysluokka .....	IP 10
Mitat (mm) .....	ks. piirros
Paino .....	1,0 kg
Reaaliaikakello:	
Tarkkuus +25 °C:ssä .....	$\pm 12$ minuuttia vuodessa
Varakäynti jännitekatkoksessa .....	min. 72 h
Digitaaliset tulot (X1–X4):	
Määrä .....	4 kpl
Jännite avoimen koskettimen yli .....	26 V DC
Virta suljetun koskettimen läpi .....	4 mA
Pulssien kesto .....	min. 20 ms
Yleistulot (U1–U4):	
Määrä .....	4 kpl
– digitaalisina tuloina;	
Jännite avoimen koskettimen yli .....	26 V DC
Virta suljetun koskettimen läpi .....	4 mA
Pulssien kesto .....	min. 20 ms
– termistorituloina;	
TA termistorianturi .....	1800 ohm 25 °C:ssä
Mittausalue .....	-50 °C - +150 °C
– jännitetuloina;	
Tulosignaali .....	0–10 V DC
Tuloresistanssi .....	100 kohm tarkkuus 1%
Anturitulot (B1–B4):	
Määrä .....	4 kpl
TA termistorianturi .....	1800 ohm 25 °C:ssä
Mittausalue .....	-50 °C - +150 °C



Digitaaliset lähdöt (releet, K1–K6 tai K1–K4):

Määrä,

TA Xenta 301 .....

TA Xenta 302 .....

Jatkuva jännite, rellälähdöt .....

Jatkuva virta, lähtöjen suojaus maks. 10 A .....

Analogiset lähdöt (Y1–Y2 tai Y1–Y4):

Määrä,

TA Xenta 301 .....

TA Xenta 302 .....

Lähtösignaali .....

Lähtösignaalin kuormitus, oikosulkusuojuj. ....

Poikkeama .....

Tiedonsiirto:

Sarjaportti .....

OP(verkko)-liitäntä ..

Täyttää seuraavat vaatimukset:

Emissio .....

Vastuuvapaus .....

Tuotenumerot:

Elektroniikkaosa Xenta 301/N .....

Elektroniikkaosa Xenta 302/N .....

KytKentäpohja Xenta 300/3000 .....

Operointipaneelil Xenta OP .....

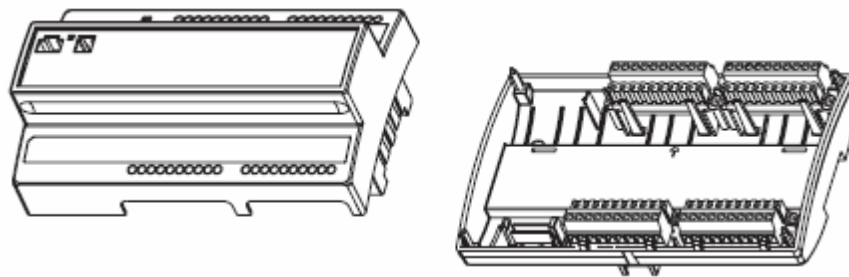
I/O-yksiköt TA Xenta .....

Liitäntäkaapeli Xenta – RS232 .....

Echelon® ja LON® ovat Echelon Corporationin, Kalifornia, USA, rekisteröityjä tavaramerkkejä. LonWorks™, LonTalk™ ja LonMark™, ovat Echelon Corp:n, Kalifornia, USA, tavaramerkkejä.

### 3.2.1.2 Rakenne

"TA Xenta 300 säädin on suunniteltu yleiskäyttöiseksi paikalliseksi ohjausyksiköksi. Tästä syystä se voidaan asentaa ohjattavan laitteiston välittömään läheisyyteen, mikä minimoi johdotustarpeen. TA Xenta 300 on mikroprosessoripohjainen. Siinä on kytkentäpohjaosa ja elektroniikkaosa, jotka kytketään toisiinsa." /2/ Kuvassa 4 on esitetty 300-sarjan fyysinen rakenne.



**Kuva 4. Xenta 300 sarjan fyysinen rakenne /2/**

"TA Xenta 300 voidaan liittää moniin erilaisiin mittausantureihin ja toimilaitteisiin. Kaikki kaapelit liitetään kytkentäpohjaan. Tästä syystä elektroniikkaosa on helppo irrottaa huoltoon yms. varten tarvitsematta irrottaa kytkentäpohjan liitännöitä." /2/

### 3.2.1.3 Paikallinen operointipääte

"TA Xenta OP on pieni operointipääte, joka voidaan liittää säätimeen etulevyssä olevan liittimen kautta. Käyttäjä voi tarkastaa pisteen tilan, pakottaa arvoja, lukea mittausarvoja, säätää asetusarvoja jne. TA Xenta OP-pääteeltään. Haluttu toiminto valitaan valikoista. Säätimen käyttö on suojattu käyttökoodilla. Pääteeltä pääsee myös saman verkon muihin yksiköihin." /2/

#### 3.2.1.4 Suoja jännitekatkoksia vastaan

"Jännitekatkokset eivät vaikuta haihtumattomaan (flash-) muistiin, vaan kaikki rekisteröidyt arvot ovat tallella uudelleen käynnistettäessä." /2/

#### 3.2.1.5 Reaaliaikakello

"Kello käsittelee aikatietoja vuosina, kuukausina, päivinä, viikonpäivinä, tunteina, minuutteina ja sekunteina. Sisäänrakennettu kondensaattori pitää kellon käynnissä vähintään 72 tuntia mahdollisessa jännitekatkoksessa." /2/

#### 3.2.1.6 Kesäaika/normaaliaika

"Kun toiminto on valittu, kesä-/ normaaliaikaan siirtyminen tapahtuu täysin automaattisesti. Toiminto voidaan myös kytkeä toiminnasta tai määritellä itse kesä/normaaliajan kytkentäaika ja aikaeron suuruus." /2/

#### 3.2.1.7 Digitaaliset tulot

"Digitaalisia tuloja käytetään hälytyskoskettimille, käyttötiloille, pulssilaskureille jne. Jokainen digitaalinen tulo voi toimia pulssilaskurina esim. virtausmittauksessa. Toinen käyttöalue on hälytysten valvonta. Aina kun tietty hälytys toimii, laskurin summa kasvaa yhdellä, mitä voidaan hyödyntää hälytysten tilastoinnissa. Digitaaliset tulopiirit saavat syöttöjännitteen laitteen sisältä." /2/

### 3.2.1.8 Yleistulot

"Yleistulot voidaan määrittellä, kukin erikseen, analogiseksi tai digitaaliseksi. Ylä- ja alaraja voidaan asettaa yksilöllisesti. Kun yleistuloa käytetään digitaalisena tulona, sillä voidaan tunnistaa esim. kytkimien tilat. Yleistulojen tyyppi määritellään sovellusohjelmasta."

/2/

### 3.2.1.9 Digitaaliset lähdöt

"Säätimessä on digitaaliset lähdöt olioiden, kuten puhaltimien, pumppujen ja vastaavien ohjaukseen. Lähtösignaalin pulssileveyttä voidaan moduloida ja ulostuloja voidaan siten käyttää myös lisää/vähennä-tyyppisille toimilaitteille." /2/

### 3.2.1.10 Analogiset lähdöt

"TA Xentassa on analogiset lähdöt esim. toimilaitteiden hallintaan tai säätökeskuksiin liittämistä varten. Ulkoista jännitesyöttöä ei tarvita." /2/

### 3.2.1.11 Ohjelmointitoiminnot

"TA Mentalla, toimintolohkokaavioita (FBD) käytävällä graafisella ohjelmointityökalulla, TA Xenta 300 on helppo sovittaa erityyppisiin ohjaus-, säätö- ja valvontatehtäviin. Perusohjelmisto sisältää valmiit rutiinit seuraaville toiminnoille:"

- digitaalisten tulojen luku (hälytykset, pulssilaskurit, lukitukset)
- yleistulojen luku (voidaan valita joko analogisiksi tai digitaalisiksi)
- digitaalisten lähtöjen ohjaus
- analogisten lähtöjen ohjaus
- hälytysten käsittely: tunnistaa hälytykset sekä digitaalisista että analogisista tuloista.
- päälle ja poiskytkentäviiveet
- pulssien laskenta digitaalisista tuloista
- käyttöaikamittaukset valinnaisesta oliosta
- aikakanavat (käynnistys- ja pysäytysajat tunneissa ja minuuteissa): viikkottain ja lomajaksot
- käynnistys/pysäytyksen optimointiohjelma
- käyrätoiminnot
- PID-säätimet (säätimet voidaan kytkeä myös kaskadiin)
- liitäntä yhteen tai kahteen I/O lisäyksikköön
- paikallinen tiedonsiirto TAC OP – päätteeltä
- sisäänrakennettu verkkotuki LONTALK™-protokollan mukaisesti

/2/

"Perusohjelmisto sovitetaan ko. sovellukseen kytkemällä yhteen valmiit FBD kaaviot ja asettamalla sopivat parametrit. Kytkennät ja parametrit tallennetaan haihtumattomaan muistiin. Parametreja voidaan muuttaa käytön aikana joko keskusjärjestelmästä tai paikallisesti TA OP-operointipaneelilta." /2/



### 3.2.1.12 Asennus

"TA Xenta 300 säädin asennetaan laitekaappiin EN 50 022 standardin mukaisella 35 mm:n TS-kiskolla. Säätimen kotelossa on kaksi osaa, ruuviliittimillä varustettu kytkentäpohja ja elektroniikkaosa, joka sisältää piirilevyn ja elektroniikan. Käyttöä helpottamiseksi kytkentäpohja voidaan asentaa valmiiksi kaappiin." /2/

"Operointipaneeli asennetaan joko säätimen päälle pikaliittimellä tai upotetaan kaapin etulevyyn. Sitä voidaan käyttää myös kannettavana päätteenä. TA Xenta 300 säätimen seinäasennukseen on saatavana useita vakiokoteloita." /2/

### 3.2.1.13 Kytkenä

"Malleissa TA Xenta 301 ja 302 on erilainen määrä lähtöjä. Myös yleistulojen käytössä on hieman ero." /2/ Taulukossa 3 on esitetty, miten liittimiä käytetään eri säädintyypeissä.

**Taulukko 3. Xenta 300- sarjan liitintaulukko /2/**

Liittimien kytkentä: Tulot			Liittimien kytkentä: Lähdöt			
Liitin nro	Merkintä	Kuvaus	Liitin nro	Merkintä	Kuvaus	
	301/302			301 302		
1	C1	} LONWORKS™ liitäntä	21	G	G	24 V AC (tai DC+)
2	C2		22	G0	G0	Järjestelmänolla
3	U1	Yleistulo	23	Y1	Y1	0–10 V
4	M	Mittanolla	24	M	M	Signaalimaa
5	U2	Yleistulo	25	Y2	Y2	0–10 V
6	U3	Yleistulo	26	–	Y3	0–10 V
7	M	Mittanolla	27	–	M	Signaalimaa
8	U4	Yleistulo	28	–	Y4	0–10 V
9	B1	Termistori	29	–	–	
10	M	Mittanolla	30	–	–	
11	B2	Termistori	31	K5	–	Rele
12	B3	Termistori	32	KC3	–	K5, K6: yhteinen
13	M	Mittanolla	33	K6	–	Rele
14	B4	Termistori	34	K1	K1	Rele
15	X1	Digitaalinen tulo	35	KC1	KC1	K1, K2: yhteinen
16	M	Mittanolla	36	K2	K2	Rele
17	X2	Digitaalinen tulo	37	K3	K3	Rele
18	X3	Digitaalinen tulo	38	KC2	KC2	K3, K4: yhteinen
19	M	Mittanolla	39	K4	K4	Rele
20	X4	Digitaalinen	40	–	–	

"Säätimen etulevyssä on etiketti, jossa on annettu liittimen numero ja merkintä (1 C1, 2 C2 jne.). Numero on valettu myös pääteosan muoviin. Operointipaneeli liitetään verkkoon säätimen etulevyssä olevalla modulaariliittimellä". /2/

"TA Xenta 300 -säätimen elektroniikkaosassa oleva valodiiodi palaa, kun sovellusohjelma on toiminnassa. Käyttöönoton helpottamiseksi verkkoliitännässä säätimen elektroniikkakayksikössä on nk. huoltokosketin. Kun kosketin suljetaan, yksikkö lähettää ID-tunnuksensa verkkoon." /2/

### 3.2.2 Xenta 451A



**Kuva 5. Xenta 451A /3/**

"TAC Xenta 451 ja 452 ovat TAC Xenta säätimille tarkoitettuja analogisia tulo- ja lähtömoduuleja. Ne liitetään TAC Xenta säätimiin tiedonsiirtoverkon kautta. Moduuleissa on neljä yleistuloa, neljä termistorituloa ja kaksi analogista lähtöä. Yleistuloja voidaan käyttää myös digitaalisina tuloina/pulssilaskureina." /3/

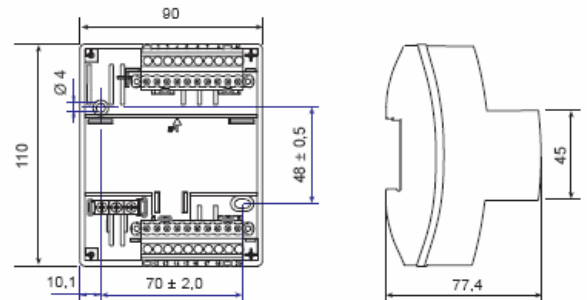
"TAC Xenta 451/452 liitetään säätimeen graafisen TAC Menta -ohjelmointityökalun avulla. Jos samassa verkossa on useita säätimiä ja I/O moduuleja, käyttöönottoasetukset tehdään PC-mikroon asennetulla konfigurointiohjelmalla. Tulojen ja lähtöjen tila voidaan lukea TAC Xenta OP-ohjelmointipaneelilta, joka on helppo liittää vapaavalintaiseen TAC Xenta -säätimeen saman verkon sisällä." /3/

### 3.2.2.1 Tekniset tiedot

Taulukossa 4 on esitetty TAC Xenta 451 teknisiä tietoja.

**Taulukko 4. Xenta 451 moduulin tekniset tiedot /3/**

Syöttöjännite .....	24 V AC $\pm 20\%$ , 50/60 Hz tai 19–40 V DC
Tehonkulutus .....	maks. 2 W
Ympäristön lämpötila:	
Varastointi .....	–20 °C - +50 °C
Käyttö .....	$\pm 0$ °C - +50 °C
Ilmankosteus .....	maks. 90% RH, ei kondensoituvaa
Kotelointi:	
Kotelo .....	ABS/PC
Tiiviysluokka .....	IP 20
Mitat (mm) .....	ks. piirros
Paino .....	0,5 kg
Yleistulot (U1–U4):	
Määrä .....	4 kpl
– digitaalisina tuloina;	
Jännite avoimen koskettimen yli .....	26 V DC
Virta suljetun koskettimen läpi .....	4 mA
Pulssien kesto .....	min. 80 ms
– termistorituloina;	
TAC-termistorianturi .....	1800 ohm 25 °C:ssä
Mittausalue .....	–50 °C - +150 °C
Mittaustarkeus .....	ks takasivun taulukko
– jännitetuloina;	
Tuloviesti .....	0–10 V DC
Tuloresistanssi .....	100 kohm
	tarkkuus 1% täydestä lukemasta
Sensoritulot (B1–B4):	
Määrä .....	4 kpl
TAC-termistorianturi .....	1800 ohm 25 °C:ssä
Mittausalue .....	–50 °C - +150 °C
Mittaustarkeus .....	ks takasivun taulukko



#### Analogiset lähdöt (Y1–Y2):

Määrä .....	2
Lähtöviesti .....	0–10 V DC
Lähtöviestin kuormitus, oikosulkusuojattu ....	maks. 2 mA
Poikkeama .....	maks. 1%

#### Digitaalisen tulon tilan ilmaisu (vain TAC Xenta 452):

Määrä .....	4
Väri .....	punainen tai vihreä, valittavissa DIP-kytkimillä

#### Analogisten lähtöjen käsiohjaus (vain TAC Xenta 452):

Määrä .....	2
Kytkimen asennot .....	MAN, AUTO
Ohjausväli .....	0–10 V

#### Tiedonsiirto:

Verkko .....	Echelon LonWorks™ FTT-10, 78 kbps
--------------	-----------------------------------

#### Täyttää seuraavat vaatimukset:

Häiriönpäästö .....	EN 50081-1
Häiriönsieto .....	EN 50082-1

#### Tuotenumerot:

Elektroniikkaosa TAC Xenta 451 .....	0-073-0281
Elektroniikkaosa TAC Xenta 452	
(tilan ilmaisulla ja an. läht. käsiohjauksella) ..	0-073-0283
Kytkentäpohja TAC Xenta 400 .....	0-073-0902
Operointipaneeli TAC Xenta OP .....	0-073-0907

### 3.2.2.2 Kokoonpano

"TAC Xenta 451 koostuu kytkentäpohjasta ja elektroniikkayksiköstä, jotka liitetään yhteen. Kaikki kaapelit liitetään kytkentäpohjaan. Näin elektroniikkayksikkö on helppo irrottaa huoltoa yms. varten tarvitsematta koskea liitäntäpohjan liitäntöihin." /3/

### 3.2.2.3 Yleistulot

"Yleistulot voidaan valita yksilöllisesti analogiseksi tai digitaaliseksi. Myös ylä- ja alaraja voidaan asettaa yksilöllisesti. Yleistulona käytettävällä digitaalisella tulolla voidaan tunnistaa esim. kytkinasennot. Yleistulojen tyyppi määrätään sovellusohjelmasta." /3/

### 3.2.2.4 Termistoritulot

Neljä tuloa on varattu TAC-termistorin tai vastaavan anturin liittämiseen. Analogiset lähdöt Säätimessä on kaksi analogista lähtöä esim. toimilaitteiden ohjaukseen tai säätökeskuksiin liittämistä varten. Ulkoista syöttöä ei tarvita." /3/

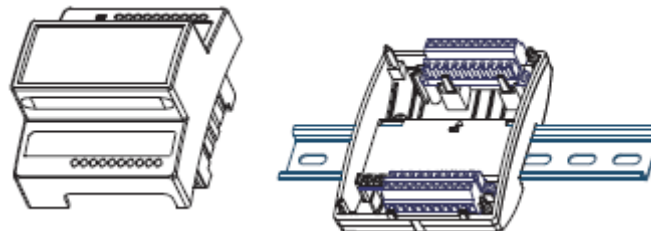
### 3.2.2.5 Valodiodit

"Moduulin etulevyssä on kaksi valodiodia. Punainen valodiodi syttyy, jos laitteistossa ilmenee vika. Vihreä valodiodi vilkkuu, kun sovellusohjelma on käynnissä." /3/

### 3.2.2.6 Asennus

"TAC Xenta 451/452 asennetaan laitekaappiin EN 50022:n mukaisella 35 mm:n TS-kiskolla. Tulo- ja lähtömoduulissa on kaksi osaa, ruuviliittimillä varustettu kytkentäpohja ja elektroniikkaosa, joka sisältää piirilevyn ja elektroniikan." /3/

"Käyttöönoton helpottamiseksi kytkentäpohja voidaan asentaa valmiiksi. Yksikön seinäasennukseen on saatavana useita vakiokoteloita." /3/ Kuvassa 6 on esitetty TAC Xenta 451 fyysinen rakenne.



**Kuva 6. Xenta 451 moduulin fyysinen rakenne /3/**

### 3.2.2.7 Kytkeä

"Moduulin etulevyssä on etiketti, jossa on annettu liittimen numero ja merkintä (1 C1, 2 C2 jne.). Numero on valettu myös pääteosan muoviin." /3/

### 3.2.2.8 Huoltokosketin

”Käyttöönoton helpottamiseksi verkkoliitännässä säätimen elektroniikkayksikössä on nk. huoltokosketin. Kun kosketin suljetaan, yksikkö lähettää Id-tunnuksensa verkkoon. Neuronikohtainen ID-numero on yksikön takalevyssä olevassa etiketissä.” /3/ Taulukossa 5 on esitetty moduulin liittimien käyttötarkoitus.

**Taulukko 5. Xenta 451 moduulin liitintaulukko /3/**

Liitin nro	Merkintä	Kuvaus	Liitin nro	Merkintä	Kuvaus
1	G	24 V AC/DC	11	Y1	Analoginen lähtö
2	G0		12	M	Viestimaa
3	C1	LONWORKS™-liitäntä	13	Y2	Analoginen lähtö
4	C2		14	B1	Termistori
5	U1	Yleistulo	15	M	Mittanolla
6	M	Mittanolla	16	B2	Termistori
7	U2	Yleistulo	17	B3	Termistori
8	U3	Yleistulo	18	M	Mittanolla
9	M	Mittanolla	19	B4	Termistori
10	U4	Yleistulo	20	-	-

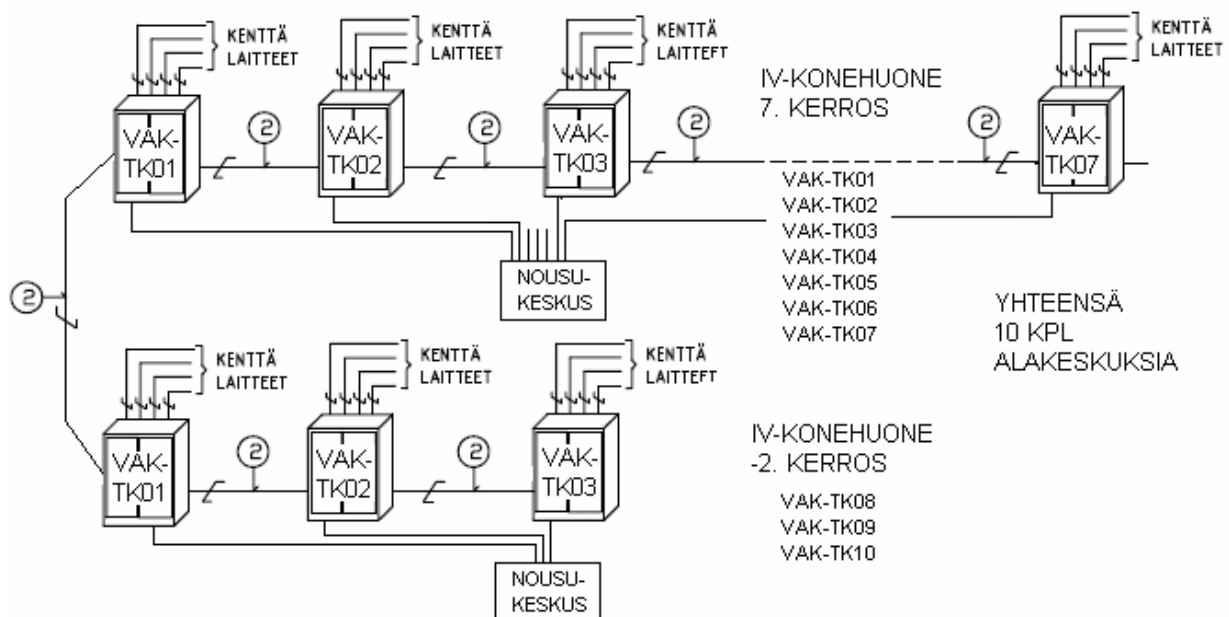
### 3.2.2.9 Tiedonsiirto

”LONTALK™-protokolla mahdollistaa muussa laitteistossa määriteltyjen Verkkomuuttujien (NV, esim. I/O - muuttujat) käytön. TAC Xenta OP- operointipaneeli liitetään myös verkkoon, joten se pystyy kommunikoimaan verkon muiden yksiköiden kanssa. Liitäntä tehdään säätimen etulevyssä olevan modulaariliittimen kautta.” /3/

”TAC Xenta 300/400 -säätimet ja I/O moduulit kommunikoivat keskenään LONWORKS™-yhteydellä yhteisellä väylällä, Echelon LONWORKS™ FTT-10, Free Topology, 78 kbps. Säätimet voidaan liittää verkkoon, jossa ne voivat vaihtaa keskenään tietoja. Verkkoon voidaan liittää myös ylimääräisiä I/O-yksiköitä tarpeen mukaan. I/O-yksikkö on aina säädinkohtainen.” /3/

### 3.3 Keskukset

VAK:et on kytketty keskenään yhteen väyläkaapelilla. Kuvassa 7 on esitetty IV-konehuoneen järjestelmäkaavio.



**Kuva 7. Esimerkkikohteen IV-konehuoneen järjestelmäkaavio. /4/**

Kuvasta 7 voidaan nähdä että TAC:n uudessa hajautetussa järjestelmässä jokaista koneikkoa kohtaan on oma valvonta-alakeskus (VAK). Tämä keskus on jaettu automaatio- (AK) ja ryhmäkeskusosaan (RK). Kaikki VAK:et on yhdistetty Lon-väylällä ja ilmastointikoneet on saatu eriytettyä sähkökeskuksista miltei kokonaan lisäämällä VAK:een RK osa.

VAK:en kotelona käytetään joko pientä muovi- tai metallikotelo, joista muovinen Fiboxin valmistama vakiokotelo on yleisin. Uudella järjestelmällä keskusten koot on saatu minimoitua, niiden nimellisvirran ollessa huomattavasti pienempi verrattuna vanhaan järjestelmään. Esimerkkikohteessa on käytetty Fiboxin muovikotelo. Muovisen vakiokotelon etuina ovat pieni koko, keveys ja nopea saatavuus.



### 3.3.1 Ryhmäkeskusosa

Kotelon ”sähkökeskus” puoli on melko pieni, mutta sen avulla voidaan säästää paljon kaapelointia ja tällä tavalla saadaan muutettua kenttälaitteiden kontaktorilähdöt sulakelähdöiksi, näin ollen hallinta OP-päätteeltä mahdollistuu. VAK:een siirretty RK-osa poistaa myös nousukeskukselta suuren määrän automaation ohjaukseen tarkoitettuja kontakteita, kytkimiä ja niihin liitettyjä merkkilamppuja, joka taas säästää rahaa. Liitteessä 4 on esitetty VAK:en RK puolen kytkennät. Kuvassa 8 on esitetty esimerkki TAC:n käyttämästä Fibox RK-kotelosta.



**Kuva 8. Esimerkki valvonta-alakeskuksen RK-kotelosta /5/**

Kuten liitteestä 4 voidaan nähdä, RK puolelle tuodaan 230VAC kolmivaihe tehonsyöttö nousukeskukselta, joka on VAK:en ainut liitos sähkökeskuksiin. RK osasta jaetaan syötöt keskuksen sisäpuolelle ja kenttälaitteille. Keskuksen sisällä siirretään yksivaihe syöttö AK osalle, joka AK osassa muunnetaan 24VAC käyttöjännitteeksi, eli G:ksi.

Keskuksen ulkopuolelle lähtee yksivaiheinen 230V syöttö IV-kojeen huoltovalolle sekä LTO-keskukselle, ja kolmivaiheinen syöttö lämmityspiirin pumpulle. Tulo- ja poistoilmapuhaltimien taajuusmuuntajien syötöt olisi myös mahdollista ottaa VAK:sta, jolloin NK:lta tuleva syöttö mitoitetaan riittämään myös puhallinkuormat.

Syötön siirto VAK:een vaatii automaatiokeskusten syötön kuormitettavuuden kasvattamista ja puhaltimien sulakkeiden asentamista VAK:een. Esimerkkikohteessa sähköura-koitsija on toteuttanut taajuusmuuttajien syötöt nousukeskukselta. Ratkaisun on laskettu tulevan tässä kyseisessä kohteessa kaapelikustannuksiltaan edullisemmaksi.

### 3.3.2 Automaatiokeskusosa

VAK:en AK puolelta voidaan nähdä jälleen miten sähkökeskuksista eriytyminen on vähentänyt kaapelointia, kun AK:lle ei tarvitse tuoda sähkökeskuksilta ohjauskaapelia. Liitteessä 5 on esitetty VAK:en AK puolen tehonsyöttö. Kuvassa 9 on esitetty esimerkki Fi-box VAK:en AK-kotelosta.



Kuva 9. Valvonta-alakeskuksen AK-kotelo /5/

Liitteestä 5 voidaan nähdä miten keskuksen AK osaan tuodaan syöttö joka vie 100VA, 230/24VAC muuntajan kautta eteenpäin. Keskuksen AK osassa muuntajan lisäksi 24Vac 1-kosketinreleet ja alakeskusmoduulit. AK osassa olevasta 24Vac G-kiskosta saavat käyttäjännitteensä venttiilimoottorit ja paineanturit. Käyttäjännitteestä otetaan myös ohjauksen taajuusmuuttajien, jäätymissuojan ja peltien 24Vac 1-kosketin indikointireleille.

Kuten jo aiemmin on kerrottu, tarvitsee esimerkkikohteeni koneikko Xenta 301N/P päämoduulin lisäksi yhden 451A apumoduulin. Liitteessä 6 on esitetty VAK:en päämoduulin, Xenta 301N/P:n, kytkentäkuvat.

Kuvasta selviää miten kenttälaitteet kytketään VAK:en päässä päämoduuliin, sekä kenttään kytkennät. Liitteessä 7 on esitetty AK:en riviliitinkytkennät, joihin kytketään Lon-ohjatut taajuusmuuntajat, ja raitis- sekä poistoilmapellit, joita ohjataan puhaltimien käynnistä riippuen auki tai kiinni. Liitteessä 8 on esitetty vastaava kytkentäkuva Xenta 451A apumoduulista.

Kuten liitteistä 6, 7 ja 8 nähdään, ei sähkökeskuksen ja VAK:en välillä kulje muuta kaapelia kuin sähkönsyöttö. Liitteestä 1 nähdään, että nykyjärjestelmässä ainoat nousukeskukset syöttönsä saavat kenttälaitteet ovat taajuusmuuttajilla ohjatut puhaltimet, johtuen suuresta kuormastaan. Järjestelmän ainoat liitoskohdat sähkökeskuksiin ovat siis VAK:en ja puhallinmoottorien syötöt, joista puhaltimien taajuusmuuttajien syötöt voisi tuoda VAK:en kautta, jolloin liitoskohtia olisi vain yksi.

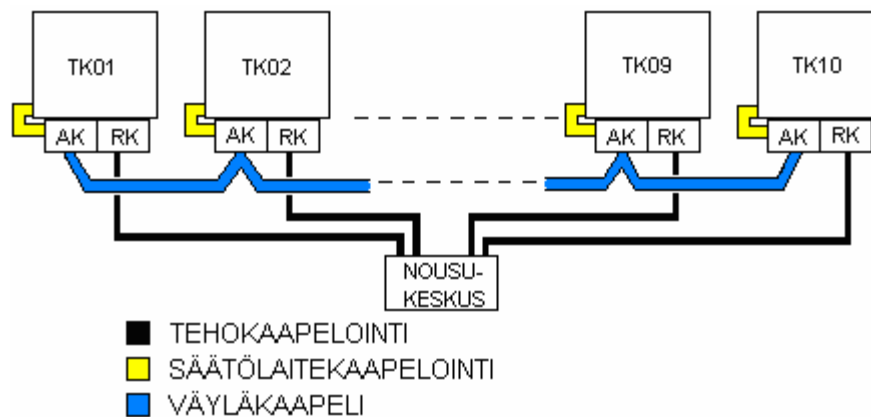
Kuvista 8 ja 9 voidaan nähdä malli keskusten merkinnöistä. Keskusten asennusten sujuvuuden kannalta yhtenevä merkintätapa on tärkeää. Kotelot on merkitty yhteisellä numerotunnuksella, joka auttaa oikeiden AK ja RK koteloiden yhdistämisessä työmaalla. Numerotunnusten eteen on vielä lisätty merkintä VAK, ja RK-koteloon tämän lisäksi kirjaimet TK keskustunnusten mukaan. Keskusten merkintätavassa tärkeintä on yhtenevyys sekä tehtyihin suunnitelmiin että AK ja RK osien numerotunnusten välillä.

#### 4 HAJAUTETUN JA KESKITETYN JÄRJESTELMÄN EROT

TAC:n uudessa hajautetussa ja vanhassa keskitetyssä järjestelmässä on selkeät fyysiset erot. Kuvissa 10 ja 11 on esitetty hajautettu ja keskitetty järjestelmä, josta nämä erot selkeästi näkyvät.

Kuten kuvasta 10 voidaan nähdä, uusi hajautettu järjestelmä koostuu neljästä pienemmästä kokonaisuudesta:

- IV-koje
- Nousukeskus
- Automaatiokeskuksen AK osa.
- Automaatiokeskuksen RK osa.

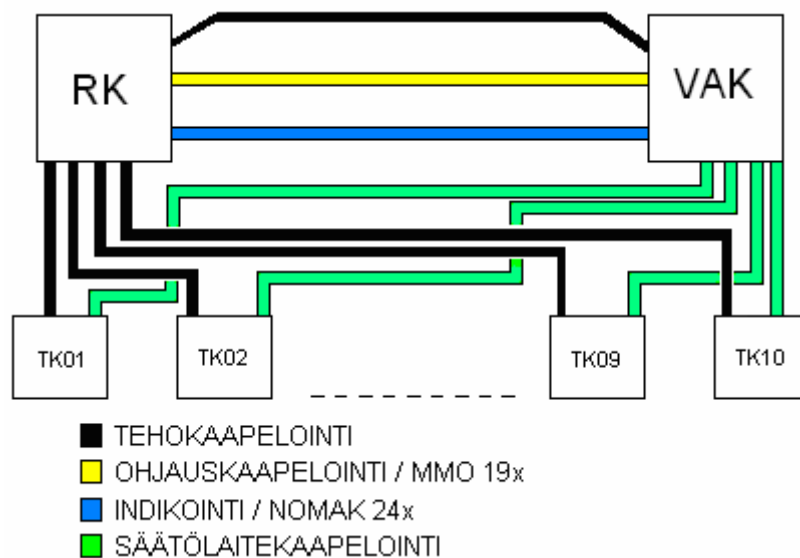


**Kuva 10. Uusi hajautettu järjestelmä /8/**

Järjestelmän kaapelointi on erittäin taloudellista. Nousukeskukselta lähtee tehokaapelointi jokaisella RK osalle syötöksi, VAK:ien AK osien välillä tiedonsiirtoa varten kulkee väyläkaapelointi ja AK osalta lähtee kenttälaitteille lyhyt säätölaittekaapelointi. /8/

Kuvan 11 vanhasta järjestelmästä voidaan nähdä sen rakenteen monimutkaisuus. Vanha järjestelmä koostuu kolmesta pienemmästä kokonaisuudesta.

- IV-koje
- Ryhmäkeskus
- Valvonta-alakeskus

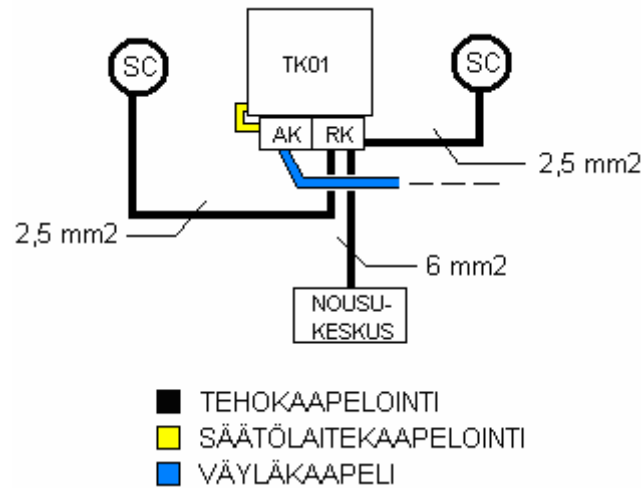


**Kuva 11. Keskitetty järjestelmä /8/**

Vanhan järjestelmän kaapelointi on erittäin raskas. Ryhmäkeskukselta lähtee tehokaapelointi jokaisella koneikolla puhaltimien syötöksi ja RK:lta lähtee syöttö VAK:lle. RK:en ja VAK:en välille, järjestelmän ohjausta sekä indikointia varten on vedetty paksut ohjaus- ja indikointikaapelit. VAK:lta lähtee myös jokaisen koneikon kenttälaitteille pitkä säätölaitekaapelointi. Kuvia 10 ja 11 verratessa on helppo huomata miten paljon järjestelmä fyysisesti yksinkertaistuu ja kevenee. /8/

Kuvissa 12 ja 13 on vielä esitetty uuden hajautetun järjestelmän kaksi erilaista toteutustapaa, joiden käytöstä sähköurakoitsija voi päättää. Järjestelmien valinta riippuu erilaisten kaapelityyppien saatavuudesta ja hinnasta. Kuvissa esiintyvät kaapelikoot on otettu kuvitteellisesta projektista, joka voitaisiin toteuttaa molemmilla tavoilla.

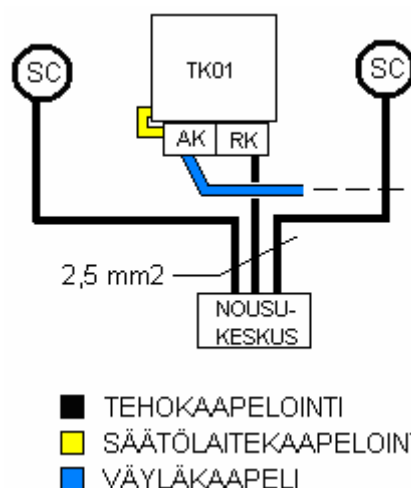
Kuvassa 12 on esitetty järjestelmä, joka tarvitsee vain yhden 3~ syötön nousukeskukselta, koska taajuusmuuttajien syötöt otetaan VAK:en RK osasta.



**Kuva 12. Uuden hajautetun järjestelmän yksisyöttöinen 3~ rakenne /8/**

Tällä rakenteella voidaan minimoida NK:lta otettavat 3~ syötöt yhteen, mutta kaapelin ko-koa joudutaan kasvattamaan kuormituksen kasautuessa yhteen syöttökaapeliin. /8/

Kuvan 13 järjestelmä on toteutettu ottamalla NK:lta erilliset syötöt taajuusmuuttajille. Kol-  
mesta erillisestä syöttölähdöstä johtuen saadaan kaapelikoot pienennettyä. /8/

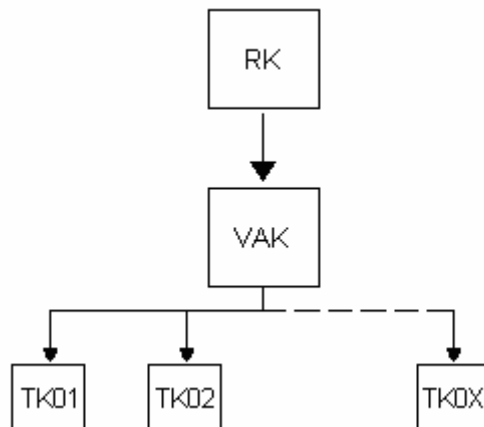


**Kuva 13. Uuden hajautetun järjestelmän 3~ kolmisyöttöinen rakenne /8/**

Kuten jo aiemmin todettiin, näiden kahden eri järjestelmämallin käytöstä päättää sähkö-  
urakoitsija riippuen erilaisten kaapelityyppien saatavuudesta ja hinnasta.

Yleisesti ottaen kuvan 10 yksisyöttöistä järjestelmää pidetään suositeltavampana sen yksinkertaisuuden takia. Kuvassa 14 ja 15 on esitetty vanhan ja uuden järjestelmän periaatekuvat, josta selviää miten paljon helpompi uusi järjestelmä on ottaa käyttöön osissa. Myös aikataulutuksen hallinta helpottuu ja luotettavuus paranee verrattuna vanhaan järjestelmään.

Kuten kuvasta 14 nähdään, vanha järjestelmä koostuu kolmesta portaasta. Kaiken pohjana on sähkökeskus, josta VAK saa syöttönsä. Seuraavana portaana on VAK, josta jokaisen IV-kojeen kaapelointi toteutetaan. Viimeisenä portaana ovat itse IV-kojeet, jotka kaustetaan ja kytketään kun kaikki IV-kojeet ja kaapeloinnit ovat valmiit.



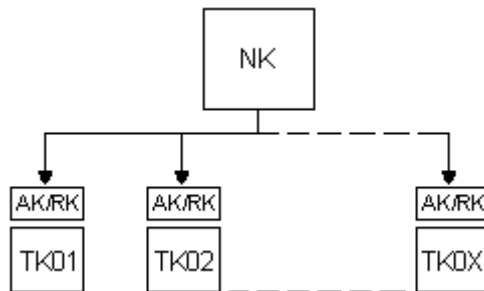
**Kuva 14. Vanhan sarjajärjestelmän periaatekuva /8/**

Sarjajärjestelmän ongelmana on sen haavoittuvuus ja jäykkyys. Kuten kuvasta 14 nähdään, kaikki IV-kojeet ovat yhden VAK:en alaisuudessa, joka aiheuttaa aikataulutuksessa ongelmia sekä luotettavuus kärsii.

Aikataulutuksen kannalta ajateltuna, jos VAK:en valmistuminen tai saapuminen työmaalle myöhästyy, myöhästyy kaikkien IV-kojeiden valmistuminen. Myös IV-kojeiden käyttöönotto osissa on erittäin vaikeaa, koska yhdessä keskitetyssä VAK:ssa on kaikkien kojeiden ohjausjärjestelmät.

Järjestelmän luotettavuuden kannalta erot uuteen järjestelmään syntyvät vikatilanteessa. Keskitetyssä järjestelmässä VAK:ssa ilmennyt ongelma pysäyttää kaikki, tai ainakin useamman IV-kojeen, kun taas hajautetussa järjestelmässä VAK:ssa ilmenevät vikatilanteet vaikuttavat vain yhteen koneeseen. Vianetsintä helpottuu ja rakennuksen muut osat toimivat täysin normaalisti. /8/

Kuvasta 15 nähdään miten uusi hajautettu järjestelmä koostuu vain kahdesta portaasta. Kaiken pohjana on edelleen sähkökeskus, josta VAK (AK/RK) saa syöttönsä. Toisena portaana on IV-kojekohtainen VAK, josta kojeiden kaapelointi toteutetaan.



**Kuva 15. Uuden rinnakkaisjärjestelmän periaatekuva /8/**

Rinnakkaisjärjestelmän edut tulevat esille aikataulutuksessa, käyttöönotossa, luotettavuudessa, huollossa ja järjestelmän käytettävyydessä.

Aikataulutuksen kannalta rinnakkaisjärjestelmä on ideaali toimintamalli. Rakennuksen IV-järjestelmä voidaan ottaa uudessa mallissa käyttöön nimensä mukaisesti täysin hajautusti. Jokainen IV-koje on oma yksikkönsä, jonka toiminta ei vaikuta muihin koneisiin. Parhaassa tapauksessa urakan ensimmäiset osat voivat olla jo toiminnassa ennen lopullista valmistumista. Myöskään yhden keskuksen myöhästyminen ei vaikuta lopulliseen urakkaan, koska yksi keskus ohjaa vain yhtä IV-kojetta. /8/

Käyttöönotto voidaan hajautetulla järjestelmällä jakaa moneen osaan. Jos on tarpeellista saada jokin tietty osa urakkaa nopeammin valmiiksi, voidaan sen alueen IV-kojeet toteuttaa ja ottaa käyttöön ilman ongelmia. Tämä on mahdollista juuri siksi, että hajautetussa järjestelmässä eri IV-kojeet eivät ole riippuvaisia toistensa toiminnasta, tai laitetoimituksista. /8/

Kuvista 14 ja 15 nähdään miten uudessa rinnakkaisjärjestelmässä myös luotettavuus paranee. Jos vikatilanne jollain IV-kojeella ilmenee, ei se vaikuta muihin järjestelmän osiin mitenkään. Tämän takia rakennuksen muut osat voivat toimivat täydellisesti ilman käyttökatkoksia. Myös huollon toiminta helpottuu, koska sen toiminta ei vaikuta muuhun järjestelmään. Huollon on myös helpompi löytää ongelmapistet, koska keskuksia on jaettu IV-kojekohtaisesti. /8/



Järjestelmän käyttö yksinkertaistuu myös silloin, kun järjestelmä on rinnakkainen. Loppukäyttäjän ja huollon toiminta helpottuu, koska järjestelmä on hajautettu pienempiin osiin, joita on helpompi hallita ja hahmottaa. /8/

Kaikista rakenteellisista muutoksista huolimatta järjestelmän luonti ei perusrakenteeltaan muutu paljoakaan. Työssä on kuitenkin eritelty osat jotka uudessa järjestelmässä muuttuvat, kun verrataan vanhaan keskitettyyn systeemiin.

Selkeitä eroja syntyy fyysisellä puolella keskuksilla ja kaapeloinnissa, mutta myös urakan aiemmissa vaiheissa.

#### 4.1 Urakkarajat

Uusi hajautettu järjestelmä ei vaadi suuria muutoksia urakkarajoihin, mutta joitain eroja syntyy. Urakkarajoista puhuttaessa on muistettava jokaisen urakan olevan yksilöllinen, ja kaikki luetellut muutokset ovat vain esimerkkejä.

Suurimmat erot syntyvät VAK:en toimituksessa. VAK:en toimitus kuuluu edelleen AU:lle, mutta sen tuonti työmaalle muuttuu. Ennen automaatiourakoitsija toi työmaalle ison metallisen keskuksen, joka kytkettiin, kun kaikkien IV-kojeiden kaapeloinnit oli saatu tehtyä.

Uudella hajautetulla järjestelmällä jokaiselle koneikolle tuodaan oma VAK, joka voidaan kytkeä, kun kyseisen kojeen kaapeloinnit on vedetty. Tämän seurauksena asennustyö jaksottuu ja aikataulua voidaan hallita paremmin, koska järjestelmän rakentaminen voidaan suorittaa palasissa. Työmaan alkupää voi siis olla jo valmis ennen kuin loppuosaa on päästy edes aloittamaan. /8/

Toinen keskuksiin liittyvä urakkarajojen muutos tapahtuu kaikkien ohjausjärjestelmien siirtymisestä nousukeskuksilta VAK:en RK osaan. Tämän seurauksena kontaktorilähdöt muuttuvat sulakelähdöiksi ja sähkökeskuksilta voidaan poistaa rakennusautomaation ohjausosa. Myös koko järjestelmän hallinta OP-paneeliin mahdollistuu, koska järjestelmä siirtyy kokonaan VAK:een. /8/

Muutos koskee myös keskusten suunnittelua. Vanhassa keskitetyssä järjestelmässä, missä osa IV-kojeiden ohjauksista sijaitsi vielä sähkökeskuksilla, ohjauspiirien suunnittelu kuului SU:lle. Uudessa hajautetussa järjestelmässä, jossa kontaktorilähdöt on korvattu sulakelähdöillä, suunnittelu kuuluu AU:lle. /8/

Uudessa järjestelmässä urakoitsijat keskustelevat jossain määrin eri kollegoiden kanssa, kun tietoa halutaan siirtää. Suuria muutoksia ei synny tietomäärän pysyessä samana, mutta tiedon lähde tai tarvitsija voi muuttua. Johtuen keskusten uudesta kokoonpanosta, automaatiourakoitsija ottaa IV-urakoitsijalta selvää puhallintehoista ym., kun tämä ennen kuului SU:lle. /8/

#### 4.2 Suunnittelu

Järjestelmän suunnittelu ei myöskään perusrakenteeltaan liiemmin muutu. Eroja luonnollisesti syntyy, koska järjestelmä muuttuu. Vaikutukset lopulliseen työmäärään ovat kuitenkin melko pienet.

Eroja, uusia mahdollisuuksia ja vaatimuksia syntyy aikataulun hoidossa sekä dokumentoinnissa. Tärkein muutos on mahdollisuus järjestelmän rakentamiseen pienemmissä osissa. Koska uusi järjestelmä on hajautettu, on mahdollista saada jokin työmaan osa valmiiksi jo ennen viimeisen osan alkamista. Tämä tuo valtavia uusia mahdollisuuksia rakennusten käyttöönottoon rakennusautomaation osalta. /8/

Dokumentoinnin kannalta uusi hajautettu järjestelmä on ehkä vaativampi, kuin olemassa oleva keskitetty järjestelmä. Työmaan ja piirustusten yhteneväisyys nousee suureen osaan isoissa rakennusprojekteissa, joissa etäisyydet ja kenttälaitemäärät kasvavat. Tämän takia olisi tärkeää ottaa AU mukaan suunnitteluun jo aikaisessa vaiheessa, jolloin tulee vähemmän epäselvyyksiä urakoitsijoiden välille.

Ensimmäisissä projekteissa järjestelmän suunnittelu on luonnollisesti hieman hitaampaa, koska kaikki pitää aloittaa tavallaan alusta. On arvioitu, johtuen kohteiden vähyydestä, että suunnittelu on noin 10–20% hitaampaa. /8/

Tilanteen normalisoiduttua kokemuksen myötä ei työmäärä vanhaan järjestelmään verrattuna ainakaan lisäännny, ja työn nopeus tulee olemaan vähintään samalla tasolla vanhaan järjestelmään verrattuna. /8/

#### 4.3 Ohjelmointi

Kuten jo aiemmin on kerrottu, ei järjestelmän ohjelmallisella puolella juurikaan tapahdu muutoksia. Ohjelmoinnin osalta mahdolliset muutokset tapahtuvat Xenta-moduulien käytön muutoksella.

Uuden hajautetun järjestelmän yhtenä mahdollisena piirteenä on vakio Xentojen käyttö IV-kojeiden ohjauksessa. Tällä ohjelmointimuutoksella on mahdollista säästää aikaa ja rahaa verrattuna vapaasti ohjelmitaviin järjestelmiin. Näitä vakio Xentoja käytetään myös keskitetyssä järjestelmässä, mutta yleensä lämmönjakojärjestelmän ohjauksessa. /8/

Vakio Xentat tarkoittavat ohjelmointi-moduuleja, jotka saapuvat työmaalle vakiokeskukseen mukana. Nämä moduulit on ladattu jo tehtaalla vakio-ohjelmalla, joten AU:n ei tarvitse erikseen suorittaa ohjelmointia.

Näiden vakiopisteiden käyttö ohjelmoinnissa mahdollistaa ohjelmointityön vähenemisen ja sitä kautta projektin nopeamman valmistumisen. Näiden seurauksena päästään pistehinnan alennukseen, eli jokaisen ohjelmitavan ja asennettavan laitteen sekä ominaisuuden hinnan alennukseen.

Vielä tällä hetkellä vakio Xentoja käytetään vähän, joten ohjelmoinnin kannalta järjestelmän muutos ei aiheuta muutoksia. Tämän seurauksena myös ohjelmoinnin puolelta saavat säästöt eivät ole todellisia. Tulevaisuudessa kuitenkin olisi tarkoitus käyttää enemmän vakiomallisia Xentoja.

#### 4.4 Kenttälaitteet

Kenttälaitteina on tässä työssä ajateltu kaapelointeja ja keskuksia. Kaapelointi ja keskuksset on valittu tutkittavaksi, koska ne ovat kaksi osa-aluetta, jotka muuttuvat järjestelmämuutoksen seurauksena.

##### 4.4.1 Kaapelointi

Kuten kuvissa 8 ja 9 olevia järjestelmiä verratessa voi huomata, suurin ero materiaalmäärissä vanhan ja uuden järjestelmän välillä on juuri kaapeloinnissa. Kun vanhassa järjestelmässä kaikkien IV-kojeiden kaapeloinnit vedettiin yhdeltä VAK:lta kymmenien metrien päästä, uudessa järjestelmässä keskuksset on sijoitettu kunkin IV-kojeen kylkeen. Kaapeloinnit on saatu tätä kautta minimoitua muutamaan metriin.

Uudessa järjestelmässä suurimmat säästöt saadaan juuri kaapeloinnin vähenemisestä. Koska hajautetulla järjestelmällä on tehty vasta vähän kohteita, ei tarkkoja taloudellisia vertailuja ole vielä tehty. Karkeiden arvioiden mukaan esimerkkikohteeni kaltaisessa kymmenen tuloilmakoneen IV-konehuoneen kaapeloinnin kustannukset voidaan jakaa vähintään kolmasosaan, kun verrataan hajautettua ja keskitettyä järjestelmää.

##### 4.4.2 Keskuksset

Uuteen järjestelmään siirryttäessä erittäin suuria muutoksia aiheutuu keskusten lukumäärässä, fyysisessä koossa, sisällössä ja sijoittelussa.

Lukumäärältään keskuksia on reilusti enemmän vanhaan järjestelmään verratessa, mutta samalla myös keskusten malli muuttuu. Vaikka keskusten lukumäärä lisääntyy, niiden kustannukset laskevat, koska pieniä muovikoteloita voidaan käyttää isojen metallikeskusten sijaan. /8/

Verratessa keskitettyyn järjestelmään myös keskusten valmistaminen nopeutuu ja niiden kuljettaminen työmaalle helpottuu. Työmailla, joissa pääsy IV-konehuoneeseen isoa keskusta kantaen on vaikeaa, vaikuttaa pienien muovisten VAK:en käyttö jopa työturvallisuuteen. Pienet VAK:et on helposti siirrettäviä, eikä niiden tuonti työmaalle aiheuta mitään erikoisvalmisteluja.

Sisällöltään suurimmat muutokset keskusten osalta tapahtuvat sähkökeskuksissa. Sähkökeskukselta poistuu kontaktoreita ja muita ohjauskomponentteja, jotka voidaan korvata lisäämällä VAK:een laitteiden sulakelähtö. Keskusten muutosten seurauksena aiheutuvat säästöt ja järjestelmän yksinkertaistuminen hyödyttävät sekä AU:aa ja SU:aa. /8/

Toinen muutos keskusten osalta tapahtuu kenttälaitteiden ohjauksessa. Vanhassa järjestelmässä sähkökeskuksilla sijaitsee kytkimet, joilla ohjataan puhaltimia päälle, pois tai automaatile. Kuten jo aiemmin on kerrottu, uudessa järjestelmässä kontaktorilähdöt on saatu siirrettyä VAK:een ja muutettua sulakelähdöiksi, jolloin kaikkien kenttälaitteiden hallinta siirtyy OP-paneelille. Lähtöjen muutoksesta seuraa kaikkien ohjauskytkimien poistuminen keskuksilta, joka aiheuttaa varsinkin suurissa kohteissa selviä säästöjä. Esimerkkikohteessani säästyy kymmeniä ohjauskomponentteja, kuten kytkimiä ja kontaktoreita, koska laitteiden ohjaukset on siirretty OP-paneelille. /8/

Uudessa hajautetussa järjestelmässä myös keskusten sijoittelu muuttuu ratkaisevasti. Kuten kuvassa 10 on esitetty, keskuksat sijoitetaan IV-kojeiden kylkeen, jolloin kenttälaitteiden kaapelointi lyhenee merkittävästi. Kyseinen muutos on uuden järjestelmän eräs merkittävimmistä.

Asennuspuolella suurin ero hajautetun ja keskitetyn järjestelmän välillä on lisätyn RK-kotelon asennus. RK-kotelon asennus kuuluu yleensä AU:lle. Keskusten asentajan ei tarvitse olla alan ammattilainen vaan tehtävään riittävästi opastettu. Koska keskusten asennus tapahtuu kuitenkin työmaalla, jossa olosuhteet vaihtelevat ja asennustapaan sekä paikkaan tulee kiinnittää huomiota, asentajan olisi hyvä olla sähköalan ammattilainen, jolla on riittävä alan koulutus ja työkokemus.

Hajautettu järjestelmä antaa myös mahdollisuuden muuttaa keskusten asennustapaa. Tehokkain vaihtoehto olisi asentaa VAK IV-koneikon kylkeen jo IV-konetta koottaessa tehtaalla. Tällä tavalla VAK saapuisi työmaalle aina kyseisen koneikon mukana ja keskusten asennuksen voisi suorittaa tarpeellisen opastuksen saanut maallikko. Keskusten asennuksen ja toimituksen muutoksesta seuraisi varmasti uudistuksia urakkasopimukseen.

Keskusten asennukseen vaikuttavista muutoksista huolimatta IV-kojeen ohjaus- ja energiansyöttöjärjestelmät ovat konepäättökseen numero 1314 alaisia. Asennuksen tulee tapahtua koneiden sähkölaitestandardin mukaisesti.

## 5 JÄRJESTELMÄMUUTOKSEN VAIKUTUKSET

Kuten jo aiemminkin on tullut esille, uuden hajautetun järjestelmän käyttö aiheuttaa erilaisia muutoksia, kun sitä verrataan keskitetyn järjestelmän toteuttamiseen.

Liitteessä 9 on esitetty uuden hajautetun järjestelmän aiheuttamien muutoksien seurauksia AU:an, SU:an ja työn tilaajan kannalta. Liitteessä 9 esitettyyn taulukkoon on myös kerätty lopulliset muutokset, jotka rakennusvaiheessa ja työn valmistuttua aiheuttavat muutoksia asiakkaalle, kun verrataan keskitettyyn järjestelmään.

Koska kaikki muutokset järjestelmissä tehdään asiakasta ajatellen, on tärkeää tehdä lopullinen vertaus järjestelmän hyödyistä asiakkaan kannalta. Seuraavassa on kerätty lopulliset muutokset asiakkaalle, urakkasopimusta tehdessä, rakennusvaiheessa ja työn loputtua kun hajautettua ja keskitettyä järjestelmätyyppiä verrataan:

- Urakkahinta laskee
- Urakan valmistuminen nopeampaa
- Käyttöönotto voidaan suorittaa osissa
- Aikataulun pitäminen helpottuu
- Luotettavampi järjestelmä
- Järjestelmän hallinta helpottuu
- Järjestelmän huolto helpottuu

/8/

Saavutetuista eduista voidaan huomata miten hajautetun järjestelmän käyttö vaikuttaa jokaiseen osa-alueeseen, jotka asiakasta kiinnostavat aina urakan hinnasta huollon toiminnan helpottumiseen.

## 6 TULOKSET

Saadut tulokset on jaettu kolmeen eri kategoriaan. Osioilla on lyhyesti pyritty antamaan lukijalle kuva järjestelmämuutoksen tarpeellisuudesta ja siitä miten saatuja tuloksia voidaan käyttää hyväksi sekä työn mahdollisista soveltamismahdollisuuksista. Koska järjestelmämuutoksen aiheuttamat hyödyt ja haitat on kerätty yhteen jo työn aiemmissa vaiheissa, tulokset-osiossa on vain tehty lyhyt yhteenveto.

### 6.1 Johtopäätökset

TAC:n hajautettuun järjestelmään tutustuessa voidaan selkeästi nähdä sen yliveraisuus keskitettyyn järjestelmään verrattaessa, kun kyseessä on IV-järjestelmän ohjaus. Järjestelmän edut ja haitat on esitetty liitteessä 9. Hajautuksen edut näkyvät selkeimmin suurissa kohteissa, koska hajautetun järjestelmän kaapelointi ja kaapelireittien yksinkertaistaminen vähentävät kustannuksia huomattavasti.

Alla olevaan luetteloon on kerätty liitteestä 9 tärkeimmät muutokset AU:an kannalta hajautettuun järjestelmään siirryttäessä.

- Aikataulus helpottuu, jolloin vaiheistus voidaan tehdä koneikkokohtaisesti
- Järjestelmä voidaan ottaa käyttöön hajautetusti
- Ohjelmointi vähenee, jos käytetään vakio Xentoja
- Laitteiden asennus ja kytkentä nopeutuvat
- Alakeskukset on helpompia valmistaa ja kuljettaa
- Huolto helpottuu
- Automaation ohjaus- ja hallintalaitteet sähkökeskuksista korvautuvat RK-osan sulakelähdöillä

/8/

Kaiken kaikkiaan järjestelmämuutoksesta aiheutuu asiakkaalle huomattavaa hyötyä, joka on luonnollisesti se tärkein seikka, kun puhutaan rakentamisesta.

Asiakkaan kannalta tärkeimmät edut on esitetty seuraavassa luettelossa.

- Urakkahinta laskee
- Urakan valmistuminen on nopeampaa
- Järjestelmä on luotettavampi
- Järjestelmän hallinta helpottuu
- Järjestelmän huolto helpottuu

/8/

Automaatiourakoitsijan lisäksi myös esimerkkikohteen sähköurakoitsija on ollut tyytyväinen uuden järjestelmän ominaisuuksiin. SU:an kannalta tärkeimmät seikat on listattu seuraavaan luetteloon.

- Aikataulutus helpottuu, jolloin vaiheistus voidaan tehdä koneikkokohtaisesti
- Kaapelointi ja kytkentä nopeutuvat
- Kaapelointi ja kaapelireitit yksinkertaistuvat
- Kaapelivedot lyhenevät, joten häiriöt pienenevät

/8/

Kun kaikki muutokset lasketaan yhteen, voidaan vain ihmetellä miksi järjestelmää ei ole otettu aiemmin käyttöön. Järjestelmän toiminnasta ja huollosta saadaan vasta lähitulevaisuudessa enemmän tietoa, kun enemmän hajautettuja kohteita valmistuu.

## 6.2 Tulosten ja tavoitteiden saavuttamisen ja käyttökelpoisuuden arviointi

Työn tavoitteena oli esitellä TAC:n uusi, hajautettu ilmastointikoneita ohjaava järjestelmä ja kertoa muutoksen tarpeellisuudesta kehitettäessä edullisempaa ja luotettavampaa IV-järjestelmää. Työtä voidaan käyttää opiskelumateriaalina tutustuttaessa uuteen hajautettuun järjestelmään.



Työssä ei ole ollut tarkoitus paneutua jokaiseen yksityiskohtaan IV-järjestelmien ohjauksessa vaan ennemminkin kertoa hajautetun järjestelmän aiheuttamista muutoksista verrattuna keskitettyyn järjestelmään. jotta jokainen lukija saisi selkeämmän kokonaiskuvan hajautetusta järjestelmästä, työhön on lisätty IV-kojeiden toiminnan kuvaus ja hieman teknistä tietoa TAC:n järjestelmiä ohjaavista laitteista.

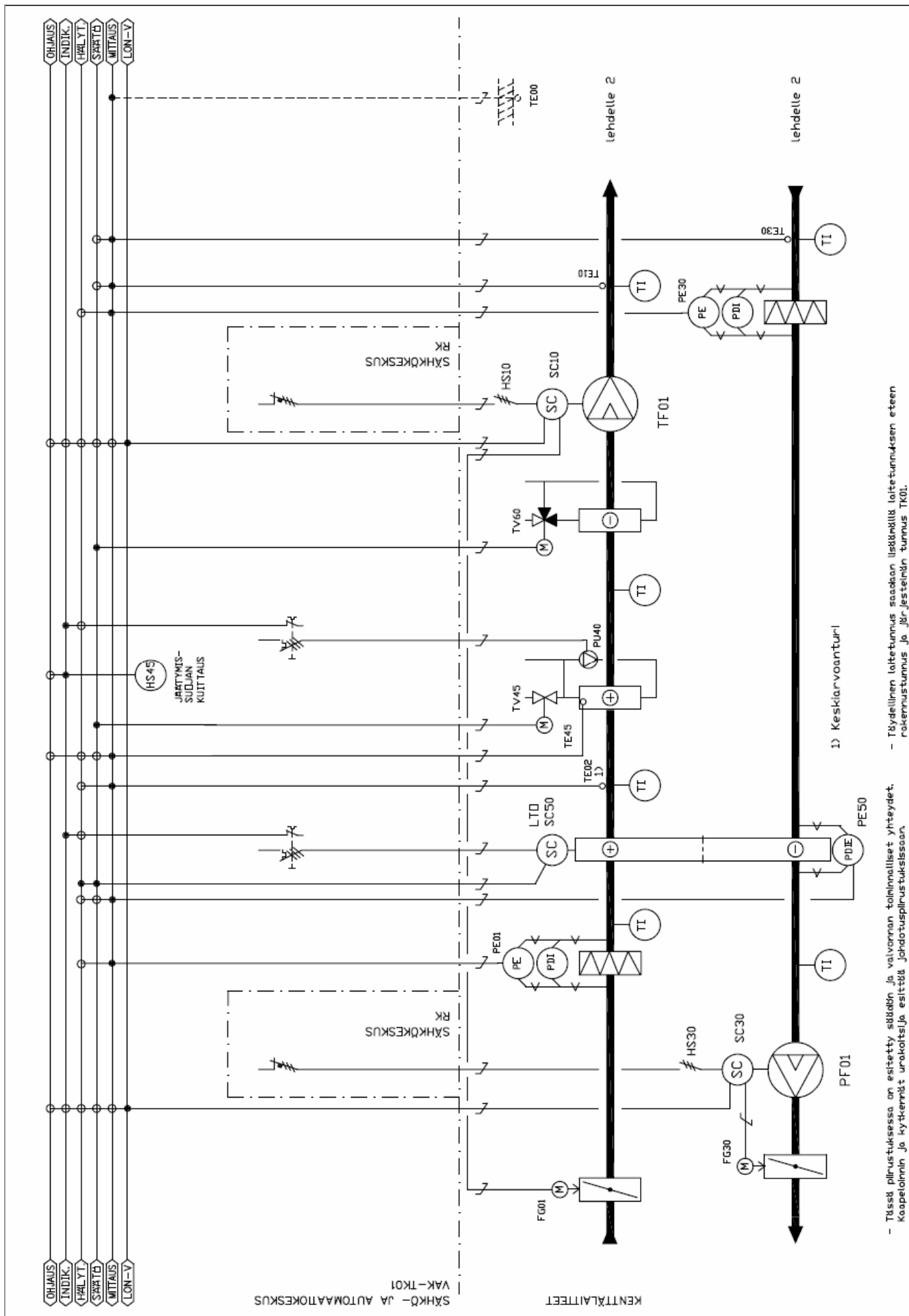
### 6.3 Tulosten soveltamis- ja jatkumahdollisuuden selvitys

TAC Finland Oy:n kannalta ehkä kiinnostavin mahdollinen jatkotutkimus aiheesta olisi vertailla keskitettyä ja hajautettua järjestelmää taloudelliselta kannalta. Työssä mahdollisesti verrattaisiin jonkin esimerkkikohteen avulla järjestelmän kustannuksia eri urakoitsijoiden kannalta.

Järjestelmien luotettavuuden ja huollon toimivuuden vertailu olisi myös varmasti mielenkiintoinen tapa verrata näitä kahta mallia, mutta ennen kaikkea hajautetun järjestelmän kehitys esimerkiksi keskusten osalta olisi kiinnostavin näkökulma jatkaa hajautetun järjestelmän tutkimista.

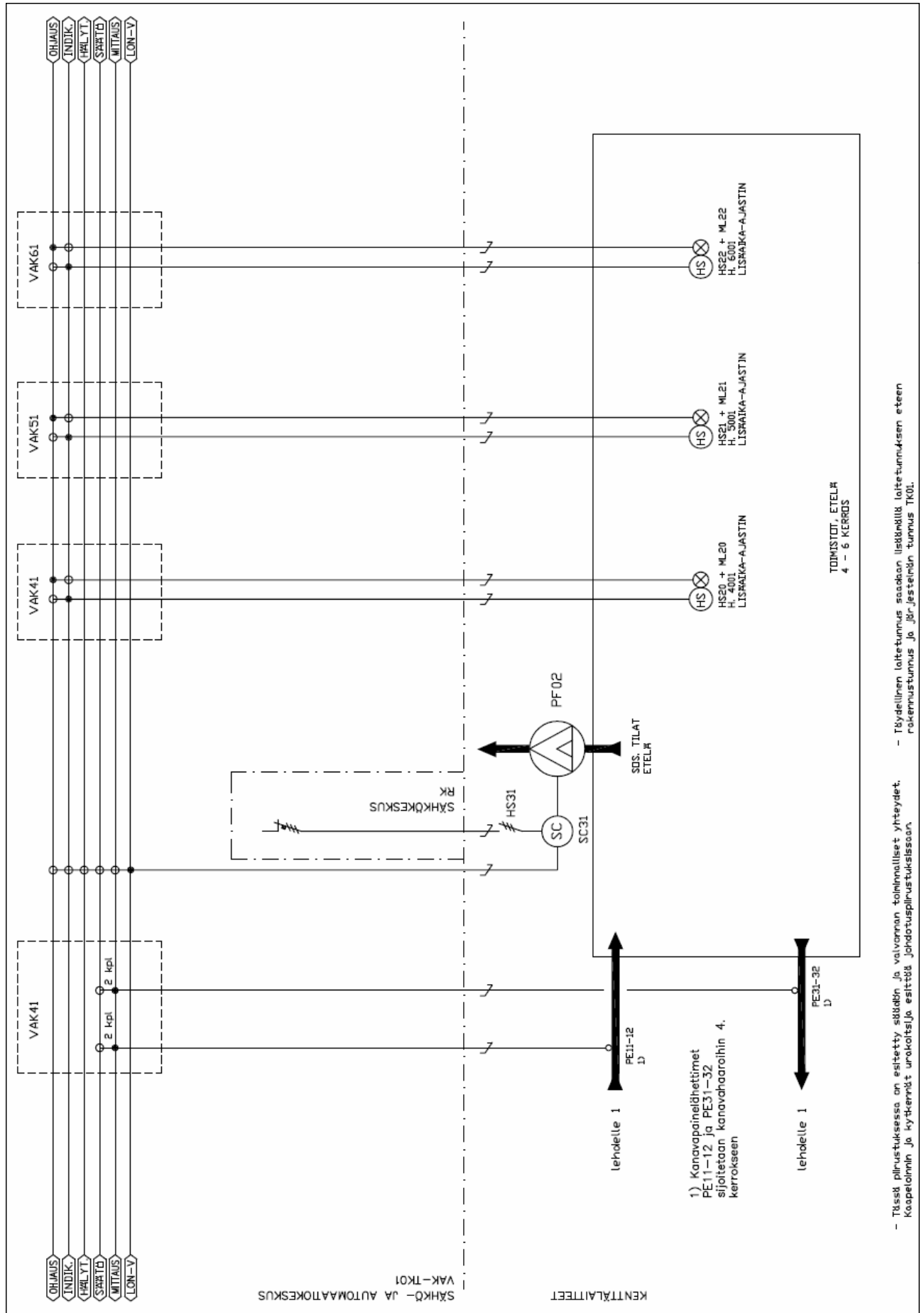
## LÄHDELUETTELO

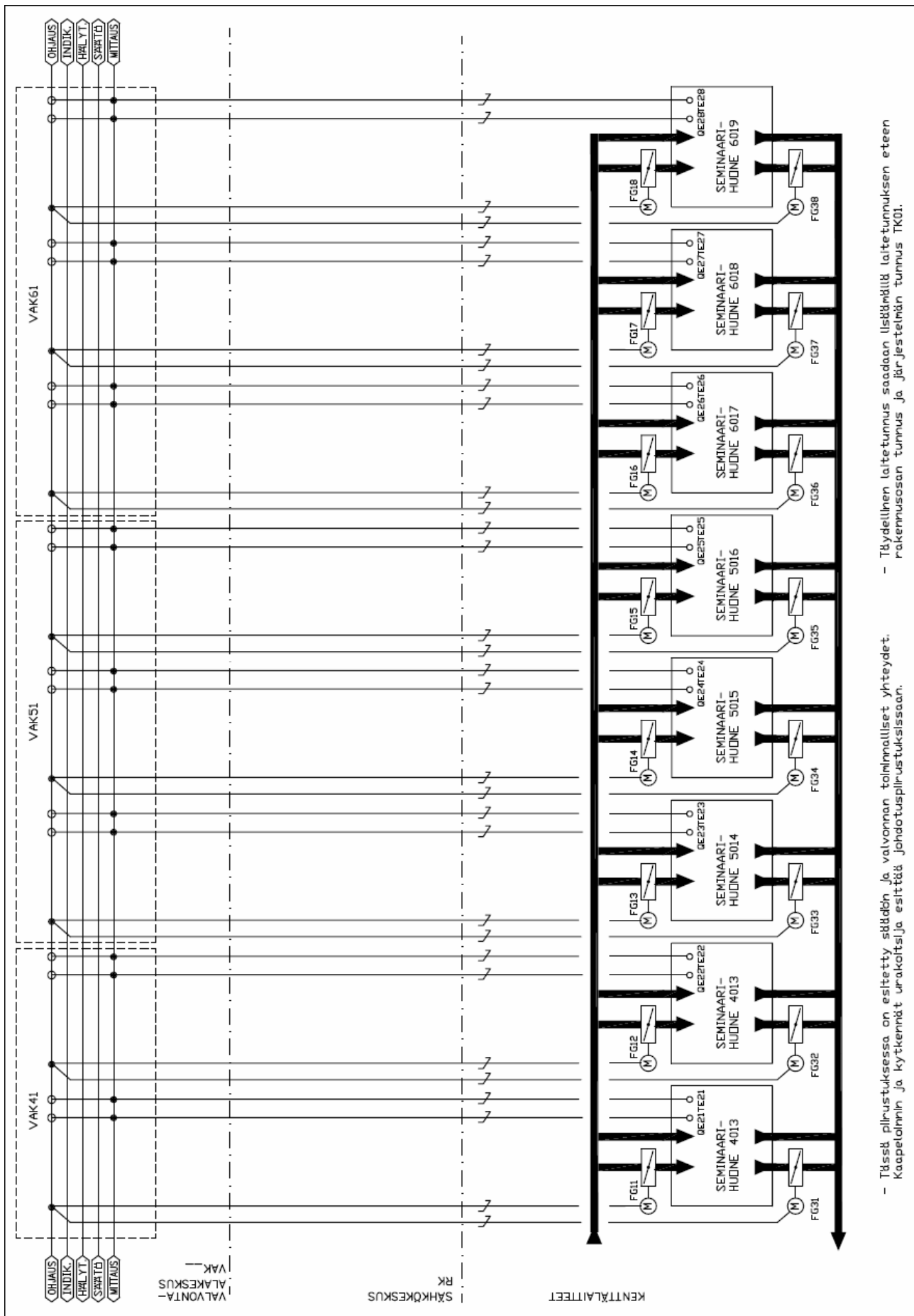
- /1/ Värjä, Pertti, Mikkola, Jukka-Matti 2001. Uusi kiinteistöautomaatio–automaatio- ja säätötekniikka. Kuusankoski: Mikro-oppi Ky, 174.
- /2/ TA Xenta 300 - vapaasti ohjelmoitava säädin 1996. [online]  
[viitattu 15.12.2005]. [www.tac-global.com/docnet/pdf-filer/00318830.pdf](http://www.tac-global.com/docnet/pdf-filer/00318830.pdf)
- /3/ TAC Xenta® 451/452 - Analoginen tulo- ja lähtömoduuli 2003. [online]  
[viitattu 15.12.2005]. [www.tac-global.com/docnet/pdf-filer/00318793.pdf](http://www.tac-global.com/docnet/pdf-filer/00318793.pdf)
- /4/ Automaatiosuunnitelman toimintaselostus 2005. Tampereen Yliopiston kirjasto ja luonnontieteet. Tampere: LVI-insinööritoimisto SOL AIR OY.
- /5/ Kankaisto, Jussi 2006. TAC Finland Oy. Konsepti VAK kuvat. Tampere.
- /6/ Yritysprofiili - TAC Finland Oy 2006. [online]  
[viitattu 2.3.2006]. [www.tac.com/fi/Navigate?node=1824](http://www.tac.com/fi/Navigate?node=1824)
- /7/ TAC Xenta 300 (Xenta 301-U8 & 302-U8) Smoke Control Installation Datasheet 2004. [online] [viitattu 15.12.2005]. [www.tac-global.com/docnet/pdf-filer/L4141000.pdf](http://www.tac-global.com/docnet/pdf-filer/L4141000.pdf)
- /8/ Pinomäki, Kalle, automaatiotekniikan insinööri. Keskustelut 2006. TAC Finland Oy. Tampere.



1) Keskisarvoanturi  
 - Tyydöllinen laitetunnus saadaan lisäändöllä laitetunnuksen eteen rakennustunnus ja järjesteinän tunnus TK01.

- Tässä piirustuksessa on esitetty säädin ja valvannon toiminnalliset yhteydet. Kaapeloinnin ja kytkennät urakoitsija esittää johdotuspiirustuksessaan.



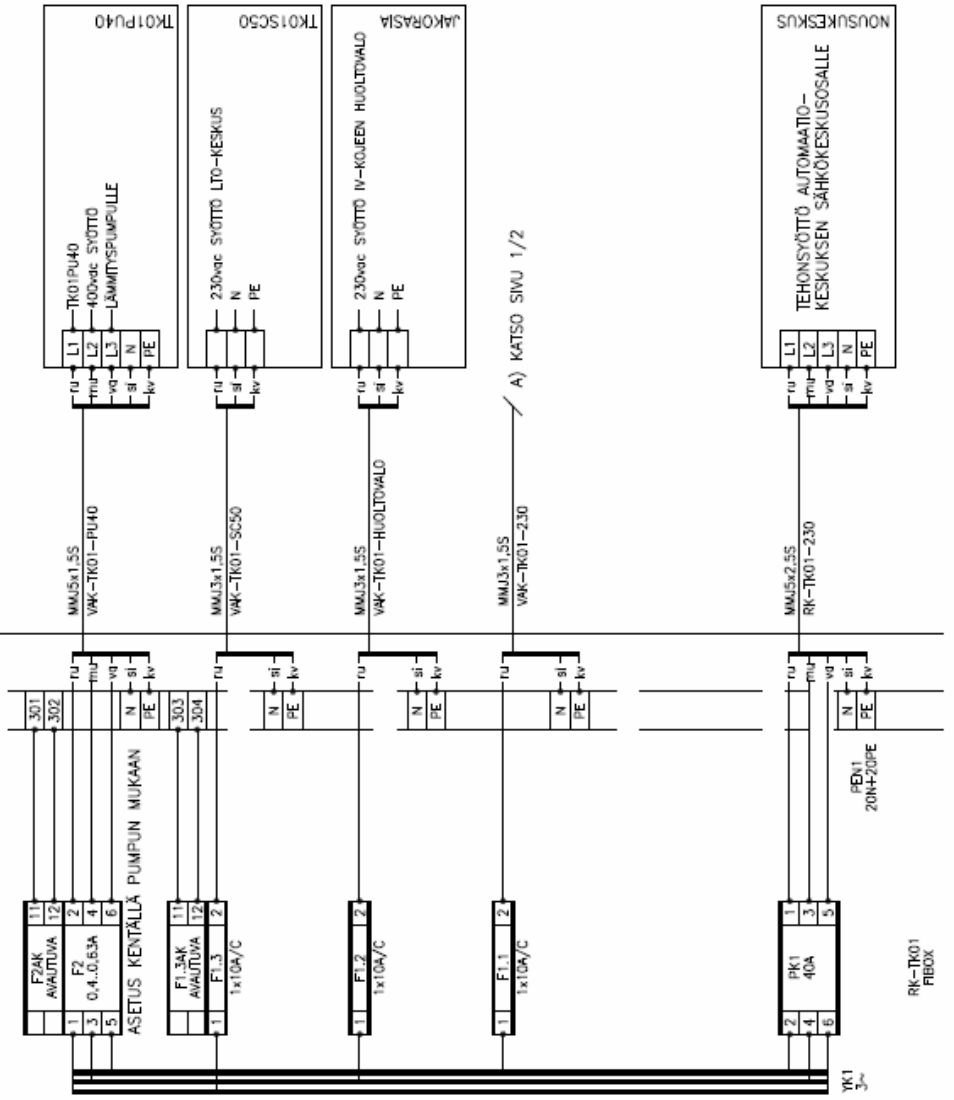


- Täydellinen laitetunnus saadaan lisästä liit. laitetunnuksen eteen rakennuksen tunnus ja järjestelmän tunnus TK01.

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

TÄLLÄ SIVULLA ON ESITETTY  
SÄHKÖKESKUSOSAN RK-TK01  
TEHONSYÖTTÖKYTKENNÄT.

ALAKESKUSOSA VAK-TK01  
ON ESITETTY SIVULLA 1/2

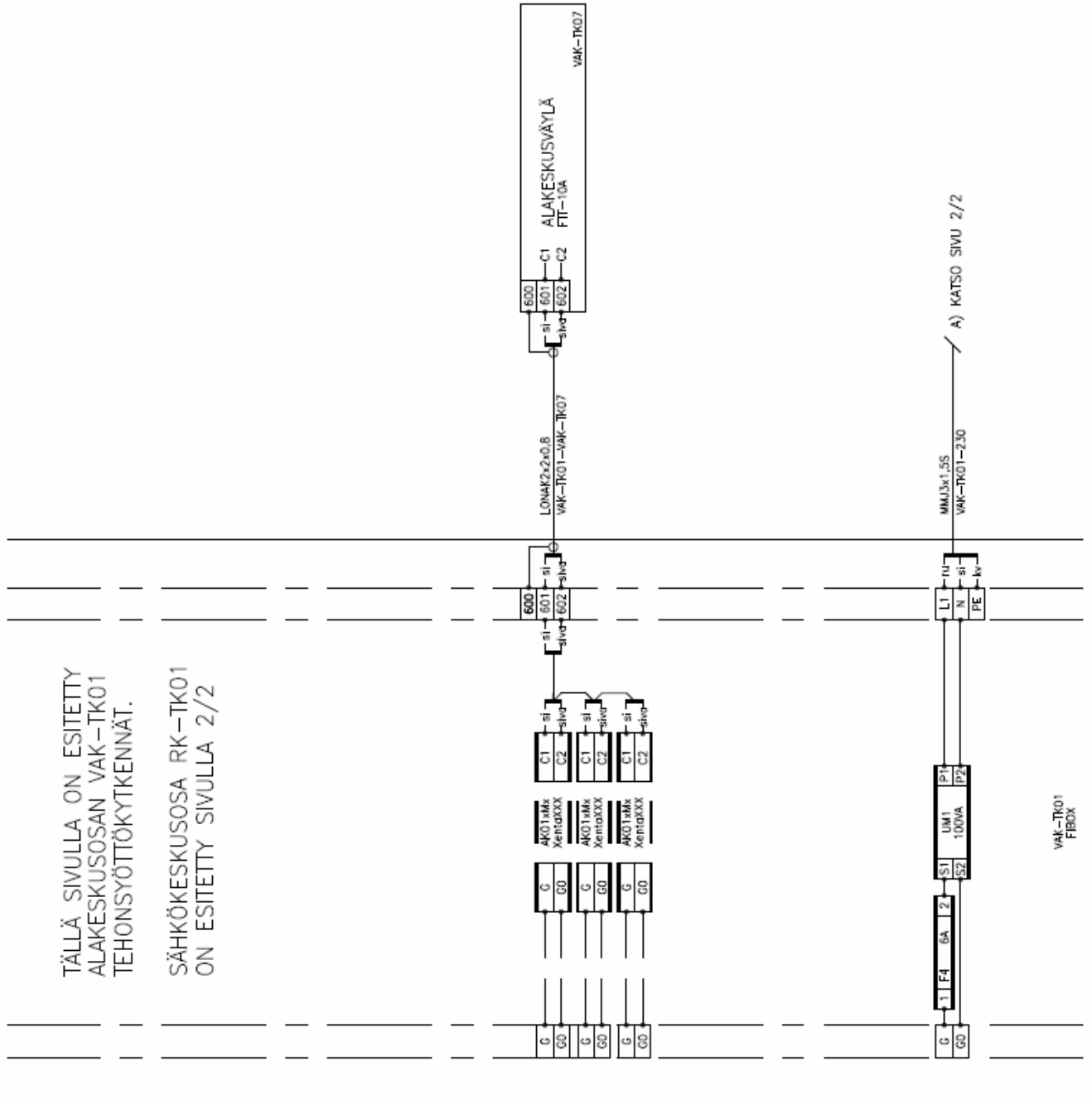


**VÄYLÄLITÄNTÄ**

- LON-VÄYLÄLLE LIITTIMET 601,602
- VÄYLÄ KYTKETÄÄN MODUULITA TOISELLE KUVAN MUKAISESTI, ALKAEN VÄYLÄLITIMILTÄ JA PÄÄTTYEN ALAKESKUKSEN VIIMEISELLE MODUULILLE.

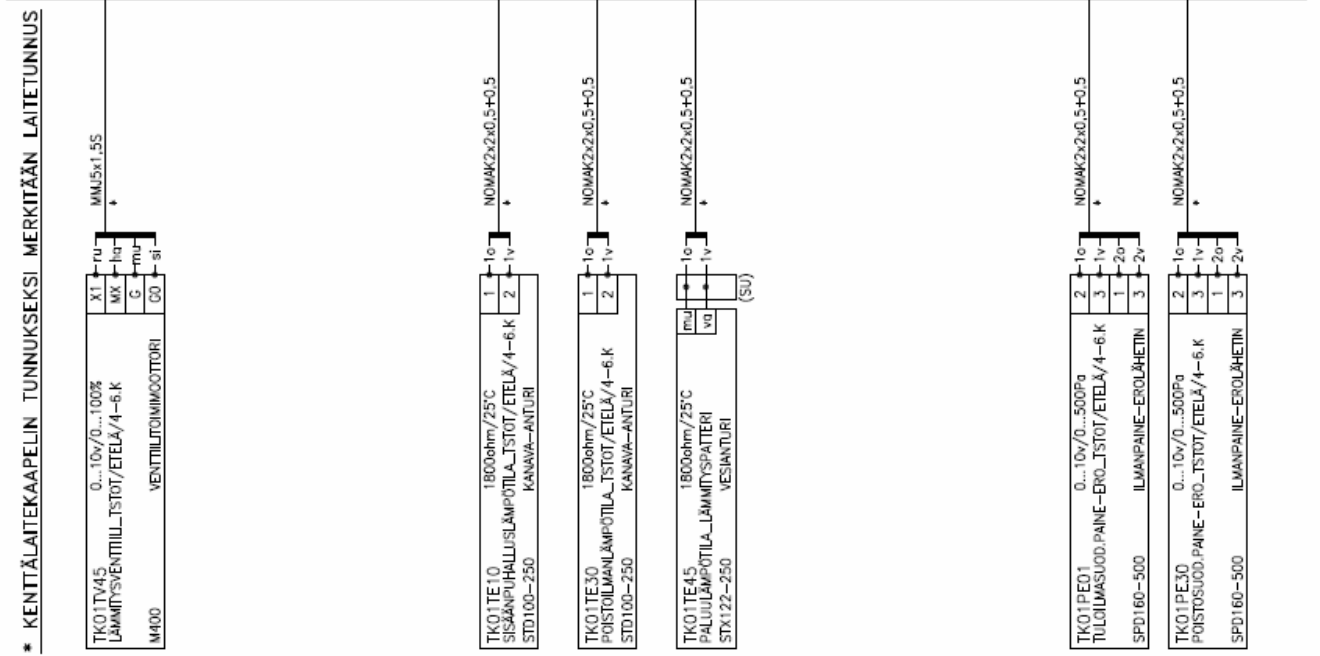
TÄLLÄ SIVULLA ON ESITETTY ALAKESKUKSOSAN VAK-TK01 TEHONSYÖTTÖKYTKENNÄT.

SÄHKÖKESKUSOSA RK-TK01 ON ESITETTY SIVULLA 2/2

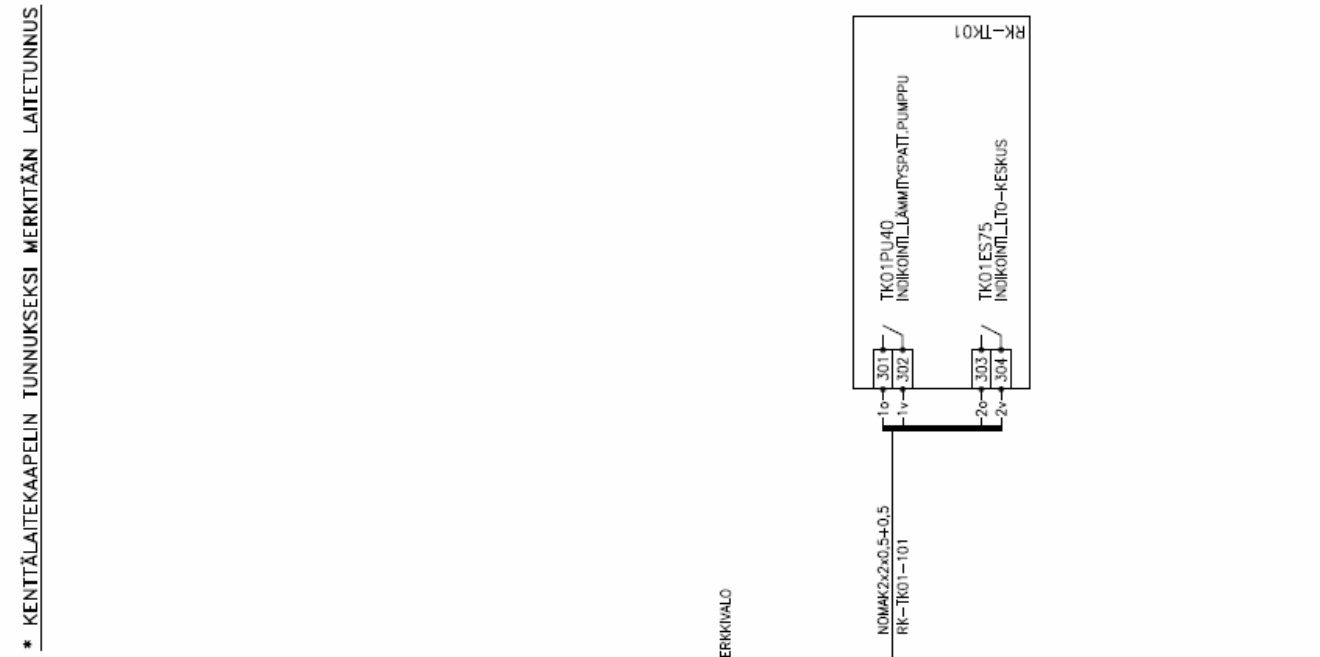


VAK-TK01  
FIBOX

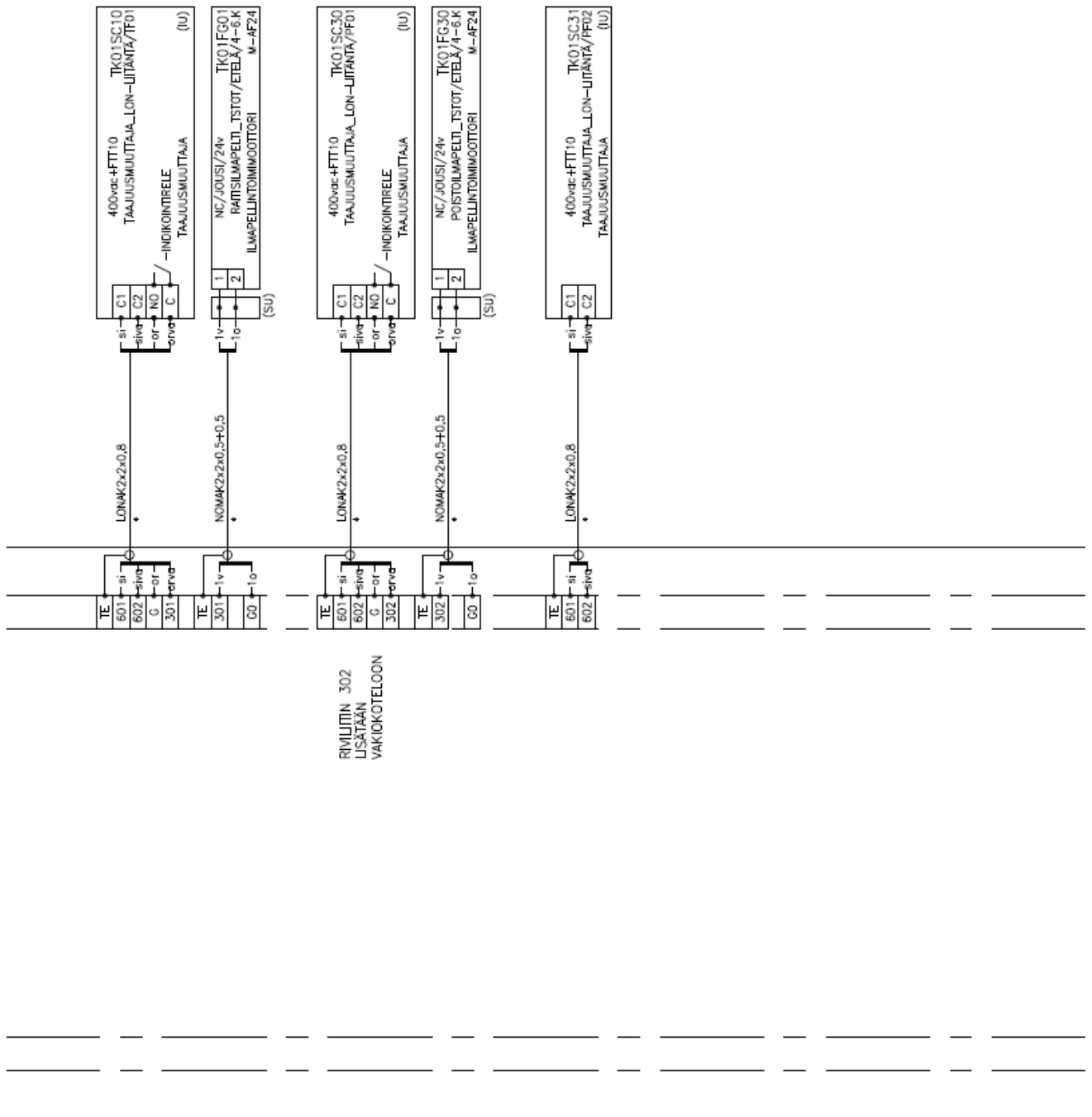
\* KENTTÄLAITEKAAPELIN TUNNUKSEKSI MERKITÄÄN LAITETUNNUS



\* KENTTÄLAITEKAAPELIN TUNNUKSEKSI MERKITÄÄN LAITETUNNUS







\* KENTTÄLAITEKAAPELIN TUNNUKSEKSI MERKITÄÄN LAITETUNNUS

TKO1SC50  
LITO-LAITTEEN OHJELARIO  
LITO-OHJELUSIEKUS (IU)

0...10v/0...100% <  
MAA

1p  
1s

JAMAK4(2+1)x0,5+0,5

TKO1TV60  
JÄHDYTYSVENTILU\_TSTOT/ETELÄ/4-6K  
M800

0...10v/0...100%  
VENTILUOHJELUSIEKUS (IU)

X1  
MX  
G  
G

1u  
1a  
1m  
1s

MM5x1,5S

TKO1SC50  
LITO-LAITTEEN OHJELARIO  
LITO-OHJELUSIEKUS (IU)

0...10v/0...100% <  
MAA

2p  
2s

JAMAK4(2+1)x0,5+0,5

TKO1PE50  
PAINO-EXO\_LITO-MERKKO/PUOSTO-UUJ  
SPD160-500

0...10v/0...500Pa  
ILMANPAINO-EROLAJEHTIN

2  
3  
1  
2  
3

1a  
1v  
2a  
2v

NOMAK2x0,5+0,5

TKO1TE02  
TUULILAMPUOTILA\_LITO-JALKEEN  
STD190

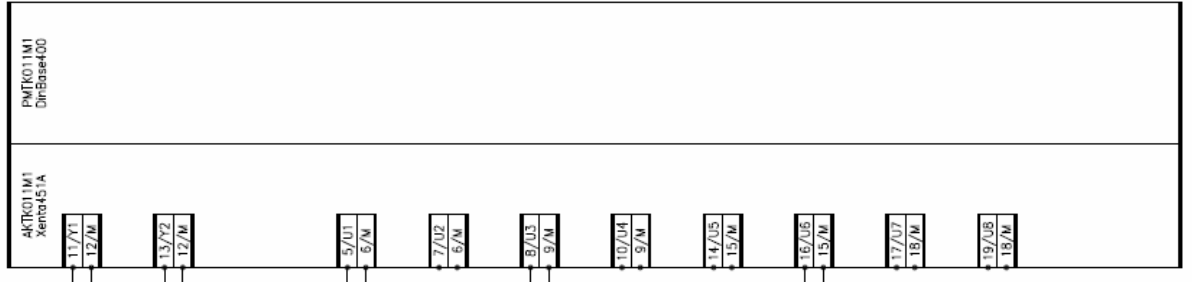
1800ohm/25C  
KESKILAMPUOTILA

1  
2

1a  
1v

NOMAK2x0,5+0,5

\* KENTTÄLAITEKAAPELIN TUNNUKSEKSI MERKITÄÄN LAITETUNNUS



Muutos	AU	SU	Tilaja
Vakio Xentojen käyttö IV-koje ohjauksissa	Ohjelmointi vähenee	-	Urakkahinta laskee
VAK:et hajautetusti IV-kojeiden kyljessä	<p>Aikataulutus helpottuu</p> <p>Voidaan ottaa käyttöön osissa</p> <p>Aikataulun paikkansapitävyys paranee</p> <p>Urakka valmistuu nopeammin</p> <p>Säätölaitekaapeloinnit nopeammin valmiit</p> <p>Nopeuttaa asennusta</p> <p>Enemmän VAK:a</p> <p>VAK:en I<sub>n</sub> pienempi → pienemmät VAK:et</p> <p>VAK:et helpompi kuljettaa</p> <p>VAK:et valmistuvat nopeammin</p> <p>Pienemmät keskuskustannukset</p> <p>Huolto helpottuu</p> <p>AU:n osuus vietävä aikaisemmassa vaiheessa perussuunnitteluun</p>	<p>Kaapelointi vähenee</p> <p>Kaapelireitit vähenevät</p> <p>Taajuusmuuttajan kaapelivedot lyhenee → pienemmät häiriöt</p>	<p>Urakkahinta laskee</p> <p>Voidaan ottaa käyttöön osissa</p> <p>Aikataulun paikkansapitävyys paranee</p> <p>Valmistuu nopeammin</p> <p>Järjestelmä luotettavampi</p>
VAK:een lisätty RK osa	<p>Sähkö- ja automaatiokeskusliitokset vähenee</p> <p>Järjestelmä teknisesti yksinkertaisempi</p> <p>Riippuvuus SU:sta vähenee</p> <p>Automaation ohjauksen kontaktorilähdöt, kytkimet ja merkkilamput sähkökeskukset korvautuu automaatiokeskuksen sulakelähdöillä.</p> <p>Kenttälaitteiden ohjaus OP-paneelille</p> <p>Huolto helpottuu</p>	<p>Sähkö- ja automaatiokeskusliitokset vähenee</p> <p>Automaation ohjauksen kontaktorilähdöt, kytkimet ja merkkilamput häviävät sähkökeskuksilta</p> <p>Sähkökeskus yksinkertaistuu</p> <p>Materiaalimäärät pienemmät</p>	Järjestelmän hallinta helpottuu
Lopputulos: Urakkahinta laskee, urakan valmistuminen nopeutuu, käyttöönotto voidaan suorittaa osissa, aikataulun pitäminen helpottuu, saadaan luotettavampi järjestelmä ja järjestelmän hallinta helpottuu			