

Pasi Kivimäki

**RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN
PERUSKORJAUKSEN SUUNNITTELU**

RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN PERUSKORJAUKSEN SUUNNITTELU

Pasi Kivimäki
Opinnäytetyö
Lukukausi kevät 2014
Automaatiotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Automaatiotekniikan koulutusohjelma

Tekijä: Pasi Kivimäki

Opinnäytetyön nimi: Rakennusautomaatiojärjestelmän peruskorjauksen suunnittelu

Työn ohjaaja: Heikki Kurki

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2014 Sivumäärä: 56 + 8 liitettä

Opinnäytetyön aiheena oli Oulun ammattikorkeakoulun Kaukovainion kampukselle tulevan rakennusautomaatiosaneerauksen esisuunnittelu ja urakkalaskentapaketin valmistelu. Työn toimeksiantajana toimi Insinööritoimisto Ylitalo Oy.

Rakennusautomaatiojärjestelmän valvonta-alakeskuksien uusimispäätös tuli rakennusta hallinnoivalta Oulun seudun koulutuskuntayhtymältä. Työssä selvitettiin vuosina 1999–2001 peruskorjauksen ja lisäsiipien rakennuksen yhteydessä uusitun rakennusautomaatiojärjestelmän nykytilaa sekä kerättiin ja uusittiin tarvittavat asiakirjat tarjouslaskentaa varten. Lisäksi ilmanvaihtojärjestelmiin haluttiin lisätä hiilidioksidiantureita ilmanlaadun ja energiatehokkuuden varmistamiseksi.

Helmikuussa 2014 valmistui tarjouslaskentapaketti, jolla rakennusautomaatiourakka kilpailutetaan. Kilpailutuksella ratkaistaan kohteen urakoitsija.

Asiasanat: automaatio, kiinteistöautomaatio, rakennusautomaatio, automaatio-suunnittelu, Oulun ammattikorkeakoulu

ALKULAUSE

Opinnäytetyön tilaajana toimi Insinööritoimisto Ylitalo Oy. Kiitokset toimitusjohtaja Petri Vuorteelle työmahdollisuudesta ja ohjauksesta sekä muille Ylitalo Oy:llä työskenteleville ja työssäni avustaneille henkilöille. Kiitokset myös yliopettaja Heikki Kurjelle sekä lehtori Tuula Hopeavuorelle työn ohjaamisesta sekä tyttöystävälleni Jennalle avusta ja tuesta.

7.2.2014

Pasi Kivimäki

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKULAUSE	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	6
2 RAKENNUSAUTOMAATION PIIRTEITÄ	8
2.1 Rakennusautomaation kehitys	8
2.2 Rakennusautomaation hyödyntäminen	9
2.2.1 Energiatehokkuus	10
2.2.2 Käyttömukavuus	12
2.3 Sovelluskohteet	14
2.4 Rakennusautomaatiojärjestelmien rakenne	15
2.4.1 Valvomotas	16
2.4.2 Alakeskustaso	18
2.4.3 Kenttälaitetaso	23
2.5 Tiedonsiirto	26
2.6 Dokumentit, asiakirjat ja kaaviot	33
3 SANEERAUSKOHTTEEN RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN NYKYTILANNE	36
3.1 Järjestelmän kartoittaminen	37
3.2 Valvomo	37
3.3 Valvonta-alakeskukset	40
3.4 Kaapelointi ja tiedonsiirto	45
4 TARJOUSLASKENNAN ESIVALMISTELU	48
4.1 Dokumentit	48
4.2 Uudet hiilidioksidianturit	50
4.3 Uudet kuvat	50
4.4 LVI-työselostus	51
5 POHDINTA	53
LÄHTEET	54
LIITTEET	56

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena oli Oulun ammattikorkeakoulun Kaukovainiolla sijaitsevan kampusrakennuksen automaatioasaneerauksen tarjouslaskennan esisuunnittelu. Työn tilaajana toimi oululainen Insinööritoimisto Ylitalo Oy.

Insinööritoimisto Ylitalo Oy on vuonna 1979 perustettu insinööritoimisto. Yrityksen palveluksessa on tällä hetkellä 15 työntekijää. Yrityksen pääasialliset suunnittelualat ovat LVIA-, sähkö-, prosessi- ja laitossuunnittelu. Toimialueena on koko Suomi, mutta suurin osa työkohteista sijaitsee Keski-Pohjanmaalla.

Oulun ammattikorkeakoulun kampus Oulun Kaukovainiolla sijaitsee osoitteessa Kotkantie 1. Kampuksella toimivat korkeakoulun kulttuurialan, luonnonvara-alan sekä tekniikan yksiköt. Rakennuksen omistaa Oulun seudun koulutuskuntayhtymä OSEKK. Oulun ammattikorkeakoulun Tekniikan yksikön perustana on toiminut vuonna 1894 perustettu Oulun teknillinen oppilaitos. Tekniikan yksikön nykyinen toimipaikka Kotkantiellä on valmistunut vuonna 1968. Kiinteistöön on sittemmin valmistunut sähköosaston laajennus vuonna 1977. (1, s. 21, 139–141.) 1999–2001 vanha kampusrakennus peruskorjattiin sekä rakennettiin lisärakennukset Tekniikan ja Kulttuurialan yksiköille. Luonnonvara-alan yksikkö muutti kampukselle vuonna 2013.

2001 valmistuneessa laajennuksessa ja peruskorjauksessa on otettu käyttöön nykyinen Siemensin valmistama Unigr-rakennusautomaatiojärjestelmä. Unigr-järjestelmän tuotteita on valmistettu vuodesta 1991 vuoteen 2007. Nykyinen automaatiojärjestelmä alkaa olla tiensä päässä ja varaosia on vain vähän saatavilla. Ongelmia on ollut myös nykyisen järjestelmän valvonnassa. Eri prosessiasemien tietojen päivittyminen valvomon Unigr Insight -ohjelmistoon on hidas. Lisäksi turhat hälytykset aiheuttavat vaivaa kiinteistöhuollolle.

Opinnäytetyön tavoitteena oli valmistella tarjouslaskentapaketti rakennusautomaatiourakan kilpailutusta varten. Rakennusautomaation toimintaan ei juuri-

kaan tehdä muutoksia. Luokkatiloihin asennetaan uudet hiilidioksidianturit, joilla voidaan valvoa ilman laatua sekä parantaa ilmanvaihdon energiatehokkuutta.

Ongelmakohdiksi nousivat kampuksen rakennusautomaation kuvien ja asiakirjojen ristiriitaisuudet. Kampuksella tehdään jatkuvasti muutoksia, mutta kaikkia dokumentteja ei ole päivitetty ajan tasalle. Opinnäytetyön puitteissa päivitettiin ja tuotettiin uusia dokumentteja.

2 RAKENNUSAUTOMAATION PIIRTEITÄ

Rakennusautomaatiolla tarkoitetaan automaatioalan osa-alueita, jota voidaan verrata prosessiautomaatioon. Toiminnot ja ominaisuuden molemmilla aloilla on lähes samankaltaisia, mutta valvonta- ja säätökohteet on erilaisia kiinteistöissä kuin teollisuuden prosesseissa. (2, s. 5.)

Rakennusautomaation toimintoja ovat erilaiset mittaukset, ohjaukset ja säädöt, energian ja vesimäärien laskennat, valvonta- ja hälytystoiminnot sekä niiden tilastointi ja raportointi. Näiden avulla hallitaan kiinteistön LVIS-prosesseja. Tavallisemmin automaatiojärjestelmä valvoo ja hoitaa kiinteistöissä käyttöveden ja huoneilman lämmityksen sekä ilmanvaihdon toiminnan ja säätää niitä mittauksien perusteella haluttuihin asetusarvoihin. Isommissa kiinteistöissä esimerkiksi virasto- ja koulurakennuksissa automaatio on monipuolisempaa kuin asuinkiinteistöissä. LVI-toimintojen lisäksi järjestelmään voidaan liittää kiinteistön turva- ja valvontajärjestelmiä. (2, s. 5–6.)

2.1 Rakennusautomaation kehitys

Rakennusautomaation historian alkuvaiheet ovat käytännössä säätötekniikan historiaa. 1900-luvun alussa säädöt tapahtuivat manuaalisesti kentällä olevien paikallisten osoittimien perusteella. Tämän jälkeen säädöt ovat asteittain automatisoituneet, etenkin mikropiirien kehittymisen myötä. Rakennusautomaation kehitykselle todellisen harppauksen antoi 1950- ja 1960-lukujen rakennusten ilmanvaihdon koneellistuminen, jonka myötä niiden luotettavalle säädölle ja valvonnalle oli tarvetta. Öljykriisi 1970-luvulla nosti öljyn hintaa, mikä loi tarpeen talotekniikan toimintojen tarkempaan automaattiseen seuraamiseen ja säätämiseen. Tuohon aikaan ei vielä kiinteistöautomaation toiminnasta saatu riittävästi tietoa, jolla olisi voitu ohjata energiaa säästäviä toimia. Vuosikymmenen lopulla ryhdyttiin rakentamaan ensimmäisiä keskitettyjä talovalvomoita. Valvontajärjestelmät toimivat alussa analogiatekniikalla, jolloin jokainen hälytys-, mittaus-, indikointi- ja käyntitilatieto tarvitsi oman kaapeliparin kojeelta valvontakeskukseen. Tarvetta oli jopa 100-parisille runkokaapeleille, jotta kaikki pisteet saatiin

liitettyä valvomoon. Vielä alkuvaiheessa lämmitysjärjestelmät olivat erillään valvontajärjestelmästä. (3, s. 23–24.)

Nykymuotoisen rakennusautomaation kehitystä on auttanut puolijohdetekniikan siirtyminen digitaalisten signaalien käyttöön. Markkinoille tuli saataville minitietokoneisiin perustuvia keskuslaitteita, joihin liitettiin ohjelmitavia alakeskuksia. Tekniikan kehitys oli tuonut ensi kertaa mahdollisuuden monipuolisille ohjaus-, mittaus- ja valvontatoiminnoille. 1980-luvulla yleistyivät DDC-pohjaiset (direct digital control) eli suorat digitaaliset säädöt, joilla voitiin asettaa parametreja säätimille suoraan valvomosta. Valvomon ja alakeskusten välinen tiedonsiirto oli täysin digitaalista, jolloin kaapeloinnin ja kytkentäpisteiden määrän vähentymisen pienensi myös vikamahdollisuuksia. Ensin tärkeimpiä hälytyksiä siirrettiin kiinteistöhoitajille päivystysajan ulkopuolella robottipuhelimella. Myöhemmin 1990-luvun puolen välin jälkeen on siirrytty tekstiviestihälytyksiin. (3, s. 24–25.)

1990-luvulla tietokoneiden ja Windowsin yleistyessä valvontajärjestelmiin voitiin integroida säätötekniikan sovelluksia. Tässä kehitysvaiheessa alakeskuksista alkoi tulla itsenäisesti toimivia yksiköitä. Vaativimmissa kohteissa vakiintui kolmitasoinen hierarkia, johon kuuluivat valvomo-, alakeskus- ja kenttälaitetasot. (3, s. 25–26.)

2000-luvun internetin kehitys on mahdollistanut isojen kiinteistönomistajien tarpeen keskitetyille kaukovalvomoille, joista voitiin ohjata reaaliaikaisesti koko kiinteistökantaa sijainnista riippumatta. Alkuaikojen tiedonsiirron rajoitteiden, laitteiden kirjavuuden ja hintojen halpenemisen jälkeen on päästy nykytilanteeseen. Nykyään voidaan internetin kautta ottaa yhteys langattomasti mihin ja milloin tahansa. (3, s. 25–26.)

2.2 Rakennusautomaation hyödyntäminen

Rakennusautomaatiolla pyritään parantamaan ennen kaikkea kiinteistön energiatehokkuutta sekä käyttömukavuutta. Automaatio vähentää rutiinityötä, mutta myös taloudellisia ja henkilöriskejä. (4, s. 27.)

2.2.1 Energiatehokkuus

Energiantehokkuutta halutaan parantaa ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi. Energiatehokkuudella pyritään mahdollisimman vähäiseen energiankulutukseen kiinteistön standardikäytössä. Se sisältää veden ja huoneilman lämmityksen, jäähdytyksen, ilmanvaihdon, valaistuksen sekä muun energian käytön. EU:n yhteisenä tavoitteena on parantaa energiatehokkuutta 20 % vuoteen 2020 mennessä. Tällä pyritään vähentämään ilmastonmuutosta lisääviä kasvihuonepäästöjä. Lisäksi energiatehokkuudella pyritään tuontienergian vähentämiseen, energian saatavuuden turvaamiseen sekä energiakustannusten alentamiseen. Suomi on energiatehokkuudessa kansainvälisesti johtavia maita. (5.)

Energiatehokkuuden jatkuva parantuminen on muokannut myös LVIA- ja sähkötekniikan suunnittelu- ja toteutusperiaatteita. Tarpeetonta energiankäyttöä on pyritty vähentämään, mikä on osaltaan johtanut tarkentuneisiin säätötavoitteisiin, prosessien mukauttamiseen käyttötilanteen mukaan sekä säätö- ja ohjausmahdollisuuksien ulottamiseen yhä pienempiin kulutusyksiköihin. Nämä tavoitteet voidaan saavuttaa oikealla instrumentoinnilla ja ohjelmistoilla sekä käyttäjän omalla valvonnalla. Energiatehokkuuden parantamiseksi rakennusautomaation keskeisiä toimintatavoitteita ovat prosessin optimointi, valvonta ja hälytys sekä raportointi ja informaation tuottaminen. (6, s. 47–51.)

Prosessin optimointi

Prosessin energiatehokkuuden optimoinnissa suunnittelulla on suuri merkitys. Rakennusautomaation oikeanlainen toiminta, jossa säädöt ja ohjaukset toimivat suunnitellulla tavalla, on avainasemassa. Ohjelmallisesti voidaan käyttää hyvin monimutkaisia säätö- ja ohjaustapoja. Turhan monimutkaisilla ohjelmilla voidaan kuitenkin ajautua ongelmatilanteisiin. Prosessin ohjauksessa käyttöajoilla, oikeilla mitoituksilla ja säätötarkkuudella on keskeinen merkitys energiansäästössä. (6, s. 50–51.)

Valvonta ja hälytys

Prosessin toimiessa automaatiojärjestelmä valvoo jatkuvasti prosessin laitteistoa. Hälytysten käsittelyt ovat kiinteistöhuollon keskeisiä rutiinitehtäviä. Vikati-

lanteessa voi energiankulutus kasvaa huomattavasti sekä laiterikkojen mahdollisuus kasvaa. Järjestelmä hälyttää vikatilanteista kiinteistönhoitajalle. Hälytystasoa on yleisesti n. 3 kpl, niiden kiireellisyyden mukaan. Kriittisimmissä hälytyksissä on toimittava välittömästi, esimerkiksi laitteiston jäätymisvaaran vuoksi, jolloin jäätyminen voi johtaa laitteiston rikkoontumiseen. Kiireettömissä hälytyksissä esimerkiksi suodattimen likaantumisen johtuva paine-eron kasvu ei vaikuta juurikaan prosessin toimintaan, jolloin huoltotoimenpiteet voidaan suorittaa myöhemmin. (6, s. 51–52.)

Raportointi ja informaation tuottaminen

Kiinteistöjen energiaseuranta perustuu rakennukselle arvioituun kulutustasoon. Se voi olla suunnitteluvaiheen mitoitusravasta laskettu tai perustua edellisvuosien kulutustasoon. Kiinteistöille voidaan antaa ominaiskulutuksen tavoitetaso, esimerkiksi lämmönkulutuksen energiamääräksi 25 kWh/m³/vuosi. Kulutustasoa määrittäessä tulee huomioida myös todelliset käyttöajat sekä sisäilmaston oikeat lämpötilat ja ilmavirrat. Rakennusautomaation työkaluohjelmilla voidaan tutkia kiinteistön energiatehokkuutta sekä toimintaa. Kiinteistön energiatehokkuus saadaan laskemalla lämmön, sähkön ja veden absoluuttinen vuosikulutus. Järjestelmästä voidaan tulostaa graafinen kuukausittainen diagrammi kulutuksesta, jota voidaan vertailla esimerkiksi vastaavaan aikaan edellisvuosina tai muihin vastaavankaltaisiin kiinteistöihin. (6, s. 52; 7, s. 3.)

Yksittäisen prosessin tai laitteen toimintaa voidaan tarkkailla graafisella trendikuvaajalla. Trendikuvaajalle voidaan valita tietty suure sekä ajanjakso, jota halutaan tutkia. Vertailemalla kuvaajaa vastaavaan historiatallenteeseen voidaan esimerkiksi analysoida satunnaisia häiriötilanteita tai laitteiston kulumista. (6, s. 52.)

Hälytykset kertovat vika- ja häiriötilanteista. Vikahälytyksiä on kahden tyyppisiä: kertaluontoisia, jolloin hälytys johtuu selvästi laiterikosta tai vastaavasta, sekä toistuvasti esiintyviä, joiden syytä ei välttämättä tiedetä. Kaikki hälytykset kirjataan lokiin, josta niitä voidaan myöhemmin tutkia. Lokista voidaan havaita eni-

ten hälytyksiä aiheuttaneet laitteet, jolloin huoltotoimenpiteet voidaan kohdistaa olennaisiin asioihin. (6, s. 52.)

Lisäksi rakennusautomaatiojärjestelmää voidaan hyödyntää energiatehokkuudessa mm. tehoja rajoittamalla, käyntiaikalaskennalla tai yksittäisten laitteiden seurannalla.

2.2.2 Käyttömukavuus

Ilmanvaihto on tärkeä osa viihtyvyyttä asuin-, toimisto- ja oppilaitosrakennuksissa. Suomen rakentamismääräyskokoelmassa todetaan: ”Rakennus on suunniteltava ja rakennettava kokonaisuutena siten, että oleskeluvyöhykkeellä saavutetaan kaikissa tavanomaisissa sääoloissa ja käyttötilanteissa terveellinen, turvallinen ja viihtyisä sisäilmasto”. (8, s. 5.)

Määräyksissä on lisäksi annettu ohjearvoja eri rakennuksille. Ohjearvoina on annettu ulkoilman virtaus kuutiodesimetriä sekunnissa per henkilö tai neliometri, poistoilmavirta ($\text{dm}^3/\text{s}/\text{m}^2$), äänitaso desibeleinä sekä ilmannoisuus talvella ja kesällä. Esimerkiksi taulukosta 1 luettaessa oppilaitoksen opetustilan ulkoilmavirtaus tulisi olla 6 ($\text{dm}^3/\text{s}/\text{hlö}$) tai 3 ($\text{dm}^3/\text{s}/\text{m}^2$), äänitason 33 dB ja maksimissaan 38 dB sekä ilmannoisuus talvella 0,2 ms ja kesällä 0,3 m/s. Näitä ohjearvoja tulisi käyttää minimiarvoina suunnitteluvaiheessa. Lisäksi ilmanvaihdon tehoa voidaan ohjata esimerkiksi lämpötilan, kosteuden tai hiilidioksidipitoisuuden mukaan. Rakennusmääräyksissä annetaan ohjearvot myös hiilidioksidin määrälle ilmassa, lämpötilalle sekä erilaisille epäpuhtauksille. Hiilidioksidin enimmäismäärä tavanomaisessa käytössä tulisi olla enintään $2160 \text{ mg}/\text{m}^3$ (1200 ppm) sekä lämpötilan n. $21 \text{ }^\circ\text{C}$. Erikoistiloissa voidaan käyttää myös huonesäätimiä, joilla varmistetaan parempi tuuletus poikkeustiloissa. (8, s. 26.)

TAULUKKO 1. Ilmavirtojen, ilmanliikkeen ja äänitason ohjearvoja oppilaitoksille (8, s. 26.)

Tila / käyttötarkoitus	Ulkoilma- virta (dm ³ /s)/hlö	Ulkoilma- virta (dm ³ /s)/m ²	Poistoilma- virta (dm ³ /s)/m ²	Äänitaso LA,eq,T / LA,max dB	Ilman nopeus talvi / kesä m/s	Huom!
Opetustilat	6	3		33 / 38 *	0,20 / 0,30	#4, *C1 ohje
Käytävät / Aulat		4		38 / 43		#2
Liikuntasali:						#3
– liikuntasalikäyttö		2		38 / 43	0,30	
– juhlasalikäyttö		6		33 / 38	0,25	
Luentosali	8	6		33 / 38	0,20 / 0,30	#4
Ryhmätyötila	8	4		33 / 38	0,20 / 0,30	#4
Ruokala	6	5		33 / 38	0,25	
Varastot			0,35			#S
#1 Hygieniatilojen poistoilmavirrat kts. taulukko 11 Hygieniatilat. #2 Kiinteiden työpisteiden ilmankäytön ohjearvot kuten toimistohuoneessa. #3 Sisäilmasto ja ilmanvaihto mitoitetaan vaatimimman käytön mukaisesti, oltava ohjattavissa tarpeen mukaan eri käyttötilanteisiin. #4 Tilan ilmanvaihto on oltava ohjattavissa tarpeen mukaan. #S Voi käyttää siirtoilmaa						

Ilmanvaihtojärjestelmissä keskeinen tekijä energiatehokkuuden kannalta on lämmöntalteenotto. Suomessa hellepäiviä lukuun ottamatta sisäilma on lämpimämpää kuin ulkoa otettava raitisilma. Lämmöntalteenottolaitteisto esilämmittää ulkoa tulevan ilman sisältä otettavalla poistoilmalla, jolloin tuloilmaa ei tarvitse lämmittää niin paljoa asetusarvon saavuttamiseksi. Lämmöntalteenottolaitteistolle hyötysuhteeksi valmistajat lupaavat 50–85 %. Lämmöntalteenottimen hyötysuhdetta voidaan seurata rakennusautomaatiojärjestelmän avulla mittauksista laskemalla. Lämpötilahyötysuhde ulkoilmaan voidaan laskea kaavalla 1.

$$\eta_u = \frac{(T_s - T_u)}{(T_p - T_u)} \quad \text{KAAVA 1}$$

η_u = lämmöntalteenottimen hyötysuhde ulkoilmaan

T_s = tuloilman lämpötila lämmöntalteenoton jälkeen

T_u = ulkoilman lämpötila

T_p = poistoilman lämpötila ennen lämmöntalteenotinta. (7, s. 6.)

Hyötysuhteen perusteella voidaan seurata ja optimoida lämmöntalteenoton toimintaa esimerkiksi trendiseurantaohjelmalla. Kustannussäästöjä saadaan myös liittämällä mm. lämmityksen, käyttöveden sekä valaistuksen ohjaukset rakennusautomaatiojärjestelmään.

Integroituihin rakennusautomaatiojärjestelmään voidaan liittää myös kiinteistön taloteknisiä valvontajärjestelmiä. Kulunvalvonta-, paloilmoin- ja rikosilmoitusjärjestelmillä on yleensä omat keskuksensa, mutta niistä voidaan esimerkiksi liittää hälytyksiä suoraan automaatiojärjestelmään. Valvomon PC:llä voidaan myös hallita sekä automaatiojärjestelmää että turvajärjestelmää. Tällöin voidaan säästää investointi- ja käyttökustannuksissa sekä esimerkiksi kulunvalvontatiedon mukaan ohjata ilmastointia ja valo-ohjauksia. Myös palovaaran uhatessa paloilmoinkeskus voi antaa tiedon automaatiojärjestelmälle, jolloin ilmanvaihtokoneet pysäytetään. Nykyaikaisissa ilmanvaihtojärjestelmissä kiinteistöt on suojattu palopelleillä. Palopellit katkaisevat ilmastointikanavat rakennuksen eri osien välistä, jotta palo ja savukaasut eivät leviäisi. (9, s. 95–96.)

2.3 Sovelluskohteet

Rakennusautomaatiolle on useita sovelluskohteita. Automaatiojärjestelmään voidaan liittää kaikki kiinteistön säätöä, ohjausta tai valvontaa tarvitsevat LVIS-laitteistot. Yleisesti rakennusautomaatiolla tarkoitetaan ilmanvaihto-, lämmitys- ja valaistuksenohjausjärjestelmiä.

Kampusrakennuksen rakennusautomaatiojärjestelmään on kytketty ilmanvaihtokoneet, joita on noin 25 kappaletta, sekä kymmeniä erillisiä poistopuhaltimia. Lisäksi automaatiojärjestelmään on liitetty lämmitysverkosto, jäähdytyskompressori, perusvesipumput, palopeltejä, ulko- ja käytävävalot, erillisiä lämmitys- ja kylmälaitejärjestelmiä sekä hissien hälytykset. Kuvassa 1 on kampusrakennuksen tuloilmakoje TK08.



KUVA 1. Tuloilmakoje TK08

2.4 Rakennusautomaatiojärjestelmien rakenne

Rakennusautomaatiojärjestelmät rakentuvat yleensä kolmeen tasoon: valvomo-, alakeskus- ja kentälaitetasoihin. Lisäksi laajoissa järjestelmissä voi olla ns. hallintajärjestelmä tason ylimpänä tasona, linkkinä muihin kiinteistön tietojärjestelmiin tai vyöhykesäädintason alakeskustason jälkeen (kuva 2). Hallintaverkoon voidaan liittää erillään olevia kiinteistövalvomoja. Järjestelmän hajauttamisella saadaan lisättyä järjestelmän luotettavuutta. Itsenäisesti toimivat alakeskukset sekä säätimet jatkavat toimintaansa, myös järjestelmän toisen osan vikaantuessa. Alakeskukset on kytketty toisiinsa automaatioväylällä, josta on yhteys myös valvomolaitteistolle. Väylällä siirtyvät hälytys-, mittaus-, ohjaus- ja säätöviestit valvomolle sekä alakeskusten välillä. (10, s. 9–12.)



KUVA 2. Hierarkkinen rakenne väyläpohjaisessa järjestelmässä (10, s. 10.)

Avoimissa järjestelmissä rakennusautomaation lisäksi voidaan liittää mm. kuulunvalvonta-, rikosilmoitin- ja palovaroitinjärjestelmät. Eri järjestelmät käyttävät samaa kaapelointia ja tiedonsiirtoprotokollaa. Huolto- ja muutostöitä voivat tehdä muutkin tahot kuin tietyn osajärjestelmän toimittaja.

Suljettuihin järjestelmiin ei yleensä voida liittää muita kiinteistön tietojärjestelmiä. Yleisesti siihen on liitetty vain rakennusautomaatio, valaistuksenohjaus sekä erillishälytyksiä. Muutoksia järjestelmään voi tehdä vain järjestelmän toimittaja tai valtuutettu huoltoliike. Perinteiset DDC-järjestelmät ovat yleensä suljettuja järjestelmiä.

2.4.1 Valvomotaso

Valvomotason tehtävänä on toimia rajapintana järjestelmän ja käyttäjän välillä. Valvomotaso koostuu yleensä Windows-pohjaisesta tietokoneesta sekä järjestelmän käyttöliittymästä. Valvomossa voi sijaita myös tulostin, joka toimii häly-

tys- ja raporttikirjoitimenä. Valvomoon tulevat tiedot hälytyksistä ja prosessin tilasta. Sieltä voidaan myös tehdä haluttuja muutoksia asetusarvoihin. Suuret kiinteistötoimijat pyrkivät parantamaan kiinteistöjen hallintaa ja kustannustehokkuutta keskittämällä kiinteistöjen valvonnan keskusvalvomoihin. Hallintotason valvomoihin liitetään yleensä erillään olevia kiinteistöjä, joita voidaan kaukovalvoa kiinteistöjen sijainnista riippumatta. Kiinteistöjen omiin valvomoihin saadaan yhteys internetin kautta. Hallintotason valvomoissa on yleensä myös erilaisia kunnossapidon ja raportoinnin lisätyökaluja, joilla voidaan seurata kiinteistön energiatehokkuutta. Valvomot ovat myös kiinteistöhuollon tärkeä työkalu. Valvomosta voidaan havaita järjestelmän tila ja sen hetkinen toiminta. (9, s. 93, 100–102.)

Kampusrakennuksessa on oma valvomo, joka sijaitsee ilmanvaihtokonehuoneessa 402. Valvomona toimii Windows-pohjainen tietokone. Järjestelmään voidaan ottaa myös etäyhteys ulkopuolelta internetin kautta.

Käyttöliittymä

Valvomoiden käyttöliittymät on yleensä toteutettu Windows-pohjaisina graafisina liittyminä. Käyttöliittymät suunnitellaan tapauskohtaisesti ja yksilöllisiä käyttötarkpeita varten. Järjestelmään kehitetyillä sovellusohjelmilla käyttäjä kommunikoi järjestelmän kanssa. Sovellusohjelmia voidaan käyttää esimerkiksi hälytyskäsittelyssä tai raportoinnissa. Ne hoitavat myös näkymättömiä tehtäviä esimerkiksi tietoliikenteen ja prosessinohjauksen. (9, s. 97.)

Hälytykset

Hälytysten tärkein tehtävä on tuottaa informaatiota järjestelmän sen hetkisistä vikatilanteista. Eri I/O- ja ohjelmapisteen hälytyksille on määritelty kiireellisyysasteet, jonka mukaan kiinteistöhoitaja toimii. Kriittiset hälytykset voivat käynnistää myös oman ohjelman, jolla suojataan laitteistoa. Esimerkiksi jäätyminen voi rikkoa laitteiston osia. Tällaisissa vikatilanteissa järjestelmä pysäyttää itsensä ja käynnistykseen tarvitaan käsikuittaus, jotta vaarassa ollut laitteiston osa tarkastettaisiin. Yleisimmin hälytyksistä annetaan tieto kiinteistöhoitajalle tekstiviestillä.

2.4.2 Alakeskustaso

Valvonta-alakeskukset (VAK) hoitavat itsenäisesti niihin liitettyjen kenttälaitteiden säätö-, ohjaus-, ja hälytystoiminnot. Alakeskukset sisältävät prosessorin, joka ohjaa toimintaa, sekä siihen liitetyn muistin, jossa sijaitsevat käyttöliittymä sekä säätöohjelmat. Modulaarinen alakeskus sisältää I/O-moduuleita, joihin prosessori ja kenttälaitteet liitetään.

Alakeskuksessa, jossa on ainoastaan yksi elektroniikkakortti, voidaan kytkeä kiinteä määrä fyysisiä pisteitä. Tällöin myös CPU-osa sekä muistit on integroitu samaan korttiin. Alakeskuksessa voidaan myös käyttää kahta korttia, jolloin CPU-osa ja I/O-pisteet ovat omilla korteillaan. I/O-pisteet on tyypillisesti määriteltä valmiiksi tai osa voidaan ohjelmoida vapaasti kokonaispistekapasiteetin rajoissa. Vapaasti ohjelmoitavia pisteitä on muun muassa UI-pisteet (universal input) sekä esimerkiksi mittaustulo voidaan ohjelmoida hälytys- tai indikointipisteeksi. Kapasiteettia voidaan yleensä kasvattaa lisäkorteilla. (9, s. 102–103.)

Kenttälaitteiden kaapelointi kustannusten minimoimiseksi alakeskukset sijoitetaan yleensä lähelle kiinteistötekniisiä laitteistoja, kuten ilmastointikone- tai lämmönjakohuoneisiin. Myös huolto- ja vianetsintätoimenpiteet on helpompi toteuttaa, kun ohjattavat laitteistot sijaitsevat lähellä alakeskusta. (10, s. 11.)

Kampusrakennuksessa on yhteensä 19 valvonta-alakeskusta. Alakeskukset ovat modulaarisia ja perinteisiä DDC-järjestelmiä, jossa kaikki kenttälaitteet on kaapeloitu omilla pareilla alakeskukselle.

Alakeskuksissa on yleensä oma näyttöpaneeli- ja operointiyksikkö. Näyttöpaneeli voi olla keskuksen oveen integroitu kosketusnäyttö tai CPU-yksikössä oleva näyttö. Näistä voidaan paikallisesti tehdä erilaisia käyttötila muutoksia tai lukea pisteiden tiloja. Kosketusnäytöllisissä näyttöpaneeleissa voidaan myös esittää graafisia prosessikuvia. (9, s. 103–104.)

Alakeskukset asennetaan tavallisesti omaan laitekaappiin, johon sijoitetaan myös muita prosessinohjaukseen tarvittavia laitteita. Kaapelointi tuodaan kote-

lon sisään, jossa kuljetetaan heikko- ja vahvavirtajohtimet erillisiä kaapelikouruja pitkin I/O-liittimille. Keskukseen asennetaan 24 VDC-muuntaja kenttälaitteiden ja alakeskuksen jännitesyöttöä varten sekä pistorasia, sulake, pääkytkin ja virransyötön häiriösuodatin. Kaappiin voidaan sijoittaa myös UPS-varajännitelähde, jos sitä vaativia kenttälaitteita on liitetty alakeskukseen. (9, s. 104.)

Kampuksella valvonta-alakeskukset sijaitsevat IV-konehuoneissa, lämmönjakohuoneissa ja sähkökeskuksessa. Näin alakeskukset ovat lähellä ohjattavia laitteistoja. Keskukset on sijoitettu omiin laitekaappeihin, paitsi prosessiyksiköt 9.1 ja 9.2 on asennettu samaan kaappiin. Esimerkiksi valvonta-alakeskus 01 sisältää n. 50 I/O-pistettä ja 17 I/O-moduulia.

I/O-moduulit (pisteet)

Alakeskuksen prosessori käsittelee kaiken kenttälaitteilta tulevan informaation ja antaa valvomolaitteistolle sen tarvitsemat tiedot. Alakeskuksen prosessori ohjaa ja valvoo kenttälaitteita I/O-pisteiden kautta. Modulaarisissa järjestelmissä kenttälaitteet liitetään moduuleiden I/O-pisteisiin. Erilaisilla moduuleilla voidaan toteuttaa tarvittavia ohjaus-, hälytys- ja indikointi-, mittaus-, säätö- ja laskenta-toimenpiteitä.

Moduulit kiinnitetään alakeskuskaapissa sijaitsevaan DIN-kiskoon, erilliseen korttikehikkoon tai pistokeliitäntäisiin moduulipohjiin. Moduulit on liitetty sisäisellä sarjaväylällä CPU-korttiin (central processing unit). Moduuleita on erityyppisiä käyttötarkoituksen mukaan. Yhteen I/O-moduuliin voidaan kytkeä 8–40 fyysistä pistettä. Moduulipohjaisten alakeskusten vahvuutena on helppo huollettavuus ja joustavuus. Moduuleita vaihtamalla voidaan muuttaa I/O-pisteiden määrää sekä muuttaa niiden tyyppiä tarvittaessa. Tyypillisesti alakeskuksessa on 30–200 tulo- ja lähtöpistettä. I/O-pisteisiin kytketään kenttälaitteiden tarvitsemat tulo- ja lähtösignaalit. Kenttälaitteiden tulo- ja lähtötiedot voivat olla analogisia tai digitaalisia. (9, s. 102.)

I/O-pisteet voidaan jakaa fyysisiin ja ohjelmallisiin pisteisiin. Fyysiset pisteet on liitetty kenttälaitteesta kaapelilla I/O-moduulin koskettimeen, kun taas ohjelmalliset pisteet määritellään säätöohjelmassa. Esimerkiksi koneen käyntiaika voi-

daan laskea kun ohjattavalta koneelta saadaan tilatieto moduulin koskettimelle. Fyysisestä pisteestä voidaan johtaa ohjelmallinen piste laskemalla aika, jolloin kone on päällä. (9, s. 104.)

Erilaiset hälytys- ja tilatiedot vastaanotetaan **DI-moduuliin** (digital input). Kenttälaitteet lähettävät digitaalisen (binäärisen) hälytyksen ja käyttötilatiedon. Kenttälaitteen kosketin voi olla avautuva tai sulkeutuva. Koskettimen normaalitilaa lepotilassa kuvataan NO- (normally open) ja NC-termeillä (normally closed). Moduulilla ei voida ohjata kenttälaitteita, vain vastaanottaa niiden lähettämää tietoa ja jakaa eteenpäin prosessorille. Prosessori tarkastaa jatkuvasti moduulien tietoja, jotta hälytyksiä vaativat tiedot huomataan. Indikointitieto antaa tiedon laitteen käyttötilasta, kun taas hälytystiedoksi määritellyn tulon prosessori käsittelee ja antaa valvomoon hälytyksen. (9, s. 104–105.)

DO-moduulilla (digital output) voidaan ohjata kenttälaitteita kaksitilaisesti. DO-lähdöllä ohjataan usein 230 V:n releitä, jolla voidaan suoraan ohjata koneita päälle tai pois päältä. Yleensä ohjauksikäskyjä valvotaan tilatietopisteellä. Jos tilatieto poikkeaa ohjauksikäskystä, järjestelmä antaa ristiriitahälytyksen. (9, s. 105.)

AI-moduulilla (analog input) valvotaan mittausarvon antavia laitteita. Antureiden mittaussignaalit on yleisesti NTC- tai PTC-tyyppisiä tai 0–10 VDC. Alakeskuksissa viestit skaalataan vastaamaan anturin teknisiä arvoja. Rakennusautomaatiossa teollisuudesta tuttuja mA-tyyppisiä lähetinantureita käytetään harvoin ja niiden virtaviestit muunnetaan jänniteviestiksi. Anturin antamaa mittaustulosta käsitellään ohjelmallisesti luotettavuuden varmistamiseksi. Siitä tarkastetaan muun muassa, että viesti on anturin mittausalueella. Esimerkiksi lämpötilanturille johdetaan jännite ja seurataan anturin aiheuttamaa jännitehäviötä. Anturissa olevan vastuksen resistanssi muuttuu lämpötilan mukaan. Prosessori laskee jännitehäviöstä lämpötilan. (9, s. 106–107.)

AO-moduulit (analog output) antavat analogisen portaattoman jänniteviestin. Jänniteviestillä voidaan ohjata muun muassa peltien ja venttiilien toimilaitteita. Alakeskuksen ohjelmisto laskee laitteelle ohjausarvon säätötyypin mukaan,

esimerkiksi PI-säädön mukaan. Ohjausarvo muutetaan jänniteviestiksi, joka yleisesti on 0–10 tai 2–10 VDC. Virtaviestejä käytetään harvemmin. Prosessori tarvitsee säätämiseen myös säädettävän suureen mittausarvon. Prosessori vertailee mittaustulosta haluttuun asetusarvoon ja tekee sen perusteella tarvittavat säätötoimenpiteet. (9, s. 107.)

Pulssilaskentamoduulilla (IMP) voidaan laskea esimerkiksi veden, sähkön tai energian kulutusta. Mittari antaa impulssin tiettyä kulutusmäärää kohden. Esimerkiksi vesimittari antaa pyöriessään tietyn määrän impulsseja tiettyä vesimäärää kohden, esimerkiksi 1 pulssi vastaa 10 litraa. Kierroslukumäärä annetaan prosessorille, joka laskee siitä kulutuksen. Prosessori antaa tiedot valvomolle, josta voidaan seurata kulutusta. Kulutus voidaan tilastoida päivä-, viikko- ja kuukausikohtaisesti. (9, s. 107.)

Pienipistemääräinen alakeskus voidaan korvata pelkällä moduulikotelolla, jos järjestelmä tämän sallii. Tällöin voidaan pelkästään I/O-moduuleita sisältävä kotelo liittää sarjaväylällä läheiseen alakeskukseen. Alakeskuksen prosessori ohjaa moduulikotelon toimintaa samalla lailla kuin alakeskuksen moduuleita. Tämä on edullisempi vaihtoehto, kun toista alakeskusprosessoria ei tarvita. (9, s. 103.)

Ohjelmat

Alakeskuksilla on useita eri ohjelmia eri käyttötarkoituksille. **Säätöohjelmat** kootaan säädettävälle laitteelle. Ohjelma koostuu ohjelmalohkoista, kuten PID-säätimistä, loogisista ehtolauseista, viivepiireistä, matemaattisista lausekkeista, yms. Adaptiivisia säätöalgoritmeja käytetään, kun prosessin dynamiikka muuttuu eri käyttötilanteissa. Näitä käytettäessä haetaan automaattisesti oikeat viritysparametrit. Epälineaarisisa prosesseissa säädön matemaattista mallia voi olla vaikea kuvata. Prosessia säädettäessä voidaan tällöin käyttää niin sanottua sumeaa logiikkaa. (9, s. 110.)

Aikaohjelmat ovat yleisesti viikko-ohjelmia ja erikoispäiväohjelmia. Aikaohjelmat on tallennettu alakeskuksiin. Viikko-ohjelmaan voidaan määritellä jokaiselle viikonpäivälle erilaisia käynnistys- ja pysäytysaikoja. Kalenteripohjaiseen ohjel-

maan voidaan määritellä eri pyhäpäivien ja lomajaksojen käyttöasteet. Järjestelmästä riippuen voidaan tehdä myös tilapäisiä muutoksia aikaohjelmaan, jotka ovat voimassa vain määritellyn ajan. (9, s. 110.)

Tapahtumaohjelmat käsitellään usein erillisellä ohjelmalla. Ohjelma valvoo tiettyjä I/O-pisteitä, joiden tilamuutokset käynnistävät tapahtumaohjelman. Ohjelma voi esimerkiksi tulostaa raportin tai jatkaa koneiden käyttöaika. Pakko-ohjaukset tai lukitusohjelmat ovat tyypillisesti ennakoivia varotoimia. Esimerkiksi lämmönjaon häiriöstä käynnistyvä ohjelma saattaa pysäyttää ilmastointikoneet. (9, s. 111.)

Energianhallintaohjelmilla pyritään käyttämään laitteita mahdollisimman energiatehokkaasti. Optimoidulla käynnistys- tai pysäytysohjelmilla voidaan optimoida jaksottaisen lämmityksen tai jäähdytyksen aloitukset ja lopetukset. Optimoinnissa otetaan huomioon sisä- ja ulkoilman muutokset ja rakennuksen massan aiheuttama muutoshitaus. Rakennuksen käyttöjaksot määritellään ohjelmaan ja ohjelmisto laskee edullisimmat aloitus- ja lopetusajankohdat. Tällä varmistetaan rakennuksen tavoitteelliset olosuhteet käyttöjaksojen ajan. Uusimmissa ohjelmistoissa voidaan käyttää ulkopuolista sääennustetta, jolloin voidaan ennakoida säämuutoksia. (9, s. 111.)

Yötuuletusta käytetään jäähdyttämään rakennuksen rakenteita. Jäähdytyksen käytössä on yleistynyt veden vapaajäähdytys, jolloin jäähdytysenergia saadaan ulkoilmaa hyödyntämällä. Ulkoilman ollessa alle 12 °C voidaan ulkoilmalla jäähdyttää rakennuksia kustannustehokkaasti. (9, s. 112.)

Entalpiaohjauksella optimoidaan kiertoilman ja ulkoa otettavan ilman suhdetta tuloilmassa, jotta jäähdytysenergiaa tarvitaan mahdollisimman vähän. Mittaus-ten perusteella otetaan huomioon ilman lämpötila sekä kosteus. (9, s. 112.)

Jaksoittaisella ohjauksella voidaan ohjata sähkökojeita, joiden portaaton säätö on mahdotonta tai kannattamatonta. Päälläolojaksot voivat olla ennalta määrättyjä tai niiden pituutta voidaan säätää mittauksien perusteella, esimerkiksi autolämmityksen ohjaus ulkolämpötilan mukaan. (9, s. 112.)

Huipputehon rajoituksella voidaan ensisijaisesti minimoida sähkölaitoksen huipputehomaksut. Kylmimpinä talvikuukausina sähkölaitokset mittaavat huipputehoa, jonka mukaan huipputehomaksu määräytyy. Kokonaiskuormitukselle voidaan asettaa raja-arvo, jolloin sitä lähestyttäessä sähkökuormia voidaan säädellä. Eri kuormille määritellään prioriteetti ja niiden mukaan voidaan muuttaa niiden päälle/pois-aikaa, kytkentäkiertojärjestystä jne. (9, s. 112.)

Poikkeustilojen jälkeinen käynnistys, esimerkiksi sähkökatkojen jälkeen, tehdään omalla ohjelmalla. Ohjelma pyrkii käynnistämään kiinteistön LVIS-järjestelmät porrastetusti, jolloin suojellaan verkostoa ja pyritään välttämään haitallisia kuormitushuippuja. (9, s. 113.)

2.4.3 Kenttälaitetaso

Kenttälaitetasolla tarkoitetaan prosesseissa ja eri tiloissa sijaitsevia mittausantureita ja toimilaitteita. Rakennusautomaatiossa yleisimpiä mittauksia ovat lämmitys- ja ilmanvaihtoprosesseissa käytettävät lämpötila- ja painemittaukset. Mittauksilla varmistetaan prosessin oikeanlainen toiminta. Kenttälaitetasolla voi myös olla hajautettuja I/O-moduuleita, jotka on kytketty kenttäväylällä alakeskukseen sekä itsenäisiä huonesäätimiä tai pakettijärjestelmiä, esimerkiksi IV-koneita, joissa on integroidut säätimet ja toimilaitteet. (9, s. 95.)

Anturit

Antureilla mitataan prosessista haluttuja suureita. Mitattavia suureita voivat olla ilman tai nesteen virtaus, lämpötila, kosteus, energia ja analyysisuureet. Anturit välittävät tiedon mittalaitteelle, säätimelle tai alakeskukselle mittausmoduulin kautta. Mittauksissa käytetään kalibroituja mittalaitteita mittavirheen minimoimiseksi. Mittavirheitä voi aiheuttaa anturin likaantuminen, väärä sijoituspaikka sekä ulkopuoliset tekijät, esimerkiksi lämpöä säteilevät laitteet.

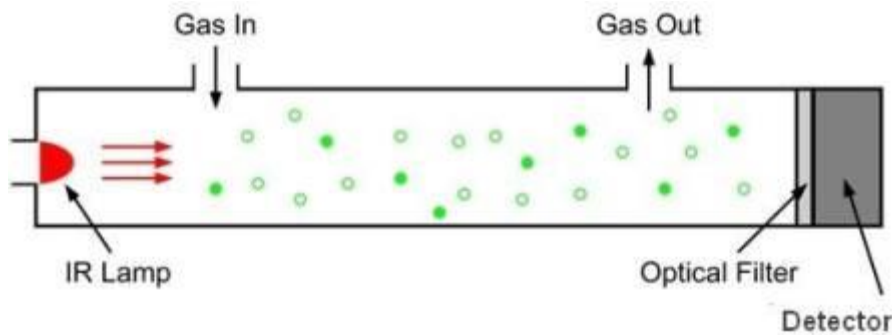
Suurin osa rakennusautomaatiossa käytettävistä antureista on **lämpötila-antureita**. Lämpötilamittaus perustuu mittauselementin resistanssin mittaukseen. PTC-antureiden (positive temperature coefficient) resistanssi kasvaa lämpötilan noustessa ja NTC-antureiden (negative temperature coefficient) re-

sistanssi laskee. Käytetyimpiä antureita ovat Pt100-, Pt1000-, Ni1000-, NTC10k- ja NTC20k-anturit. Pt-anturit on valmistettu platinasta ja Ni-anturit nikkelistä. NTC-anturit ovat niin sanottuja termistoreita, joiden mittaelementti on puolijohde. Antureiden valinnassa tulee ottaa huomioon lämpötila-alue, mitattava väliaine, toimintanopeus, asennuspaikka, kotelointiluokka sekä paineen kesto. (9, s. 115–117.)

Paine-ero- ja paineantureita käytetään neste- ja ilmanvaihtoverkostoissa. Paineen mittauksessa mitattava paine aiheuttaa pienen muodonmuutoksen tai jännityksen anturin mittauskalvossa. Muutos muutetaan sähköiseen muotoon erilaisten kapasitiivisten, induktiivisten tai pertsosähköisten elementtien avulla. (9, s. 117)

Ilman suhteellisen **kosteuden mittaus** perustuu usein kapasitiiviseen polymeeri-anturiin. Anturin polymeeri sitoo tai luovuttaa ilmassa olevaa kosteutta. Polymeeriin sitoutunut kosteus muuttaa anturin kapasitanssia, jolloin anturin ulostulojännite muuttuu. (9, s. 117)

Hiilidioksidiantureiden mittaus perustuu yleisimmin NDIR-tekniikkaan (non dispersive infrared). Hiilidioksidi anturin rakenne on kuvattu kuvassa 3. Mittausanturi lähettää infrapunasäteilyä ilmatäytteisessä putkessa. Osa infrapunasäteilystä absorboituu ilmassa olevaan hiilidioksidiin, loput infrapunasäteilystä jatkaa optiseen suodattimeen. Suodatin heijastaa säteilyä ja päästää läpi ainoastaan aallonpituudeltaan saman säteilyn, kuin hiilidioksidiin absorboituu. Vastaanotin vertaa läpi päässeeseen säteilyn määrää lähetetyn säteilyn määrään. Tästä saadaan laskettua hiilidioksidin määrä ilmassa. Normaalisti ulkoilmassa on hiilidioksidia 400 ppm ja huonetilojen pitoisuus pidetään alle 1000 ppm:n. (11.)



KUVA 3. Hiilidioksidianturin rakenne (11.)

Toimilaitteet

Toimilaitteet ovat joko kaksiasentoisia tai suhteellisia, portaattomasti ohjattavia. Niillä ohjataan ilmanvaihdon peltien tai nesteverkostojen venttiileitä. Ohjaus toteutetaan normaalisti 0–10 tai 2–10 VDC:n ohjausviestillä. Useimmiten toimilaitteiden **moottorit** ovat askelmoottoreita tai vaihteellisia AC/DC-moottoreita. Moottorien käyttöjännite on normaalisti 24 VAC/DC tai 230 VAC. Turvallisuuden vuoksi toimilaitteet voivat olla jousivoimalla avautuvia tai sulkeutuvia jännitteen hävitessä. **Venttiileiden** ohjaus tapahtuu liikuttamalla venttiilikaraa lineaarisesti tai kiertämällä. Kiertyvien venttiileiden kuten pallo- ja läppäventtiileiden karan liike on 90°. Venttiilien ajoaika on noin 30–120 s. Peltien valinnassa vaikuttaa myös ohjattavien peltien koko. Normaalisti peltineliötä kohti vaaditaan 5 Nm vääntömomentti. Normaalisti peltien ajoaika on noin 2–3 minuuttia, mutta nopeimpien toiminta-aika on vain 5 s. Palorajoittimia (palopellit) sekä savunpoistojärjestelmät voidaan kytkeä myös rakennusautomaatiojärjestelmään. (9, s. 123–126.)

Huonesäätimet sijaitsevat yleensä käytävien alaslasketun välikaton yläpuolella tai ilmanvaihtokonehuoneissa. Huonesäätimillä voidaan ohjata yksittäisen tai useamman huoneen ilmanvaihtoa tai valaistusta. Ilmamääräsäädöissä pyritään pitämään tarvittava virtaus kanaviston paineenvaihtelusta huolimatta. Huonesäätimillä voidaan ohjata muun muassa ilmastointikanavan jälkilämmityksen tai jäähdytyksen venttiiliohjauksia, IMS-yksikön ilmamääräpeltejä tai valaistuk-

sen ohjaimia. Huonesäätimille voidaan antaa tietoja mm. läsnäolosta, huone- tai kanavalämpötiloista tai hiilidioksidianturilta. (9, s. 126.)

Taajuusmuuntajia käytetään säätämään vaihtovirtamoottoreita. Vaihtovirtamoottoreiden säädössä joudutaan jännitteen lisäksi myös muuttamaan jännitteen taajuutta. Taajuusmuuntajilla voidaan myös ylläpitää vakiomomenttia esimerkiksi teollisuuden kuljettimissa. Pumppujen ja puhaltimien ohjauksessa taajuusmuuntajalla muutetaan kierrosnopeutta, jolloin saadaan muutettua virtausta. (9, s. 127.)

Kampusrakennuksen ilmastointijärjestelmässä on käytetty edellä mainittua antureita. Muun muassa lämpötila-antureina käytetään PTC-tyyppisiä Ni-1000-antureita. Toimilaitteita ohjataan pääsääntöisesti 0–10 VDC:n jänniteviestillä.

2.5 Tiedonsiirto

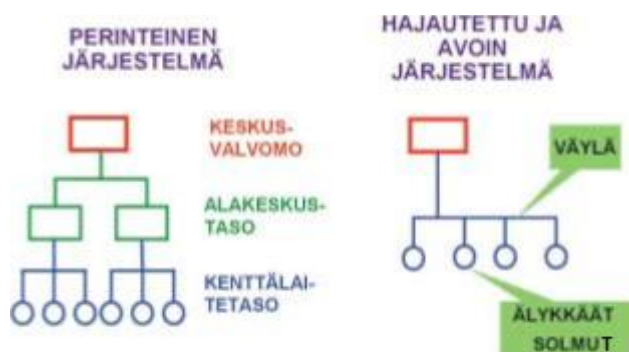
Rakennusautomaatiojärjestelmät voidaan jakaa kahteen perustyyppiin, perinteiseen keskitettyyn eli hierarkkiseen ja hajautettuun järjestelmään. Hajautetut ja avoimet kenttäväyläratkaisut antavat järjestelmille uusia mahdollisuuksia ja joustavuutta. Järjestelmän avoimuus tarkoittaa kaikille käytettävissä olevia avoimia ja tunnettuja tiedonsiirtoprotokollaa. Avoimet järjestelmät eivät sido järjestelmää yhteen toimittajaan, vaan antaa mahdollisuuden vapaasti valita järjestelmän tai laitteiden toimittajan. (10, s. 16.)

Perinteisessä järjestelmässä on useita hierarkkisia tasoja ja ylempi taso määrää aina alempien toiminnan. Alakeskukset on liitetty väylällä toisiinsa ja kenttälaitteet yksittäisillä kaapeleilla alakeskuksiin.

Kenttäväyläteknikka perustuu tehokkaaseen tiedonsiirtoon ja älykkäisiin kenttälaitteisiin. Älykkäät kenttälaitteet ovat kytketty kenttäväylään ja voivat näin keskustella keskenään ja alakeskuksen kanssa. Väylillä toteutetun järjestelmän etuna on myös toimiva laitediagnostiikka. Älykkäät kenttälaitteet voidaan kalibroida automaattisesti valvomosta käsin sekä valvoa niiden kuntoa.

Väyläohjauksessa tiedot siirtyvät väylällä laitteelta laitteelle tietyn yhteyskäytännön eli protokollan mukaan. Kun perinteisessä järjestelmässä ohjataan jänniteviestillä yhtä toimilaitetta ja anturitiedot luetaan toiselta. Väyläohjausjärjestelmässä laite lähettää väylälle digitaalisen sanoman, joka muodostuu osoitteesta, viestistä sekä tarkistussummasta. Osoite määrää mille laitteelle sanoma on tarkoitettu ja mitkä laitteet reagoivat siihen. Käsky kertoo mitä pitää tehdä ja tarkistussummalla varmistetaan, että vastaanotettu sanoma on varmasti oikein. Esimerkkinä laite lähettää sanoman 101111010. Sanomasta 101 on osoite, 111 käsky ja 010 tarkastussumma. Tarkastussummaa verrataan sanomasta tehtävään laskutoimitukseen, (vastaanotettu viesti + käsky) + protokollan mukainen kaava = tarkistussumma. Sanoman tarkistussumman täytyy olla sama kuin laskutoimituksen tulos, muuten toimenpidettä ei suoriteta. Tarkastussummalla esitetään virheiden syntyminen. (10, s. 13–14.)

Sanomapaketti voidaan lähettää monin tavoin protokollasta riippuen. Esimerkiksi yhden kerran lähetettävään sanomaan ei välttämättä tarvita kuittausta. Kuittausta ei myöskään käytetä, mikäli sanomaa lähetetään useampaan kertaan. Tällöin laite toteuttaa käskyn, jos kaksi samanlaista sanomaa vastaanotetaan. Lisäksi voidaan käyttää niin sanottua pollaavaa väylää, jossa vastaanottava laite lähettää kuittauksen sanoman lähettäneelle laitteelle. Tällöin kaikki laitteet tietävät, että käsky on toimeenpanttu. Mitä enemmän tietoa lähetetään väylällä, sitä enemmän se ruuhkautuu ja hidastuu. (10, s. 14–15.)

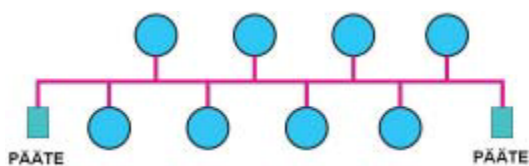


KUVA 4. Järjestelmäjako (10, s. 17.)

Väyliä topologiat

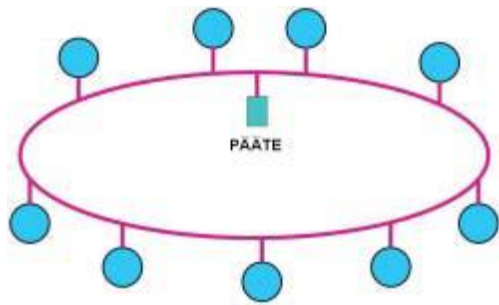
Topologia eli väylän rakenne voidaan jakaa fyysiseen ja loogiseen topologiaan. Fyysinen topologia tarkoittaa verkon kaapeleiden rakennetta ja looginen topologia on verkon käyttämä toimintaperiaate. Verkon toimintaperiaate voi olla eri kuin verkon fyysinen rakenne antaa olettaa. Tärkeimmät verkon topologiat ovat väylä-, rengas- ja tähtiverkko. (6, s. 71.)

Väylätopologiassa kaikki asemat on kiinnitetty samaan kaapeliin, joka on päätetty päätevastuksilla. Päätevastukset vaimentavat häiritseviä signaalien heijastumisia. Väylällä on vain yksi kaapeli, jota pitkin laitteet voivat kommunikoida toistensa kanssa. Kukaan laite voi lähettää sanoman mille tahansa laitteelle, yksi kerrallaan. Jokaisella laitteella on oma verkko-osoitteensa. Kun sanoma lähetetään verkkoon, kaikki laitteet voivat kuunnella sanoman, mutta vain laite jolle se on osoitettu voi lukea sen. Väylämuotoinen verkko on erikoistapaus puutopologiasta. Puumaisessa topologiassa voidaan väylästä vielä ottaa uusia haaroja. (10, s. 72–73.)



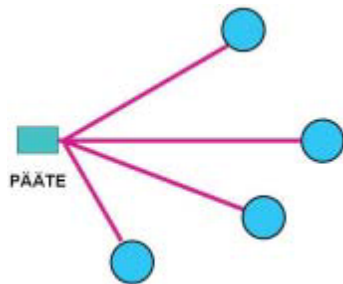
KUVA 5. Väylätopologia (10, s. 72.)

Rengastopologiassa verkon runkokaapeli kiertää laitteet renkaana. Väylän molemmat päät ovat päätetty samaan paikkaan. Väyläverkossa laitteet kuulevat sanoman yhtä aikaa. Kun taas rengasverkossa laitteet toimivat toistimina, jolloin ne vastaanottavat sanoman ja lähettävät sen eteenpäin. Tällä tavalla voidaan kasvattaa väylän pituutta ilman erillisiä toistimia. Toistimia käytettäessä voi yhden laitteen rikkoutuminen lamaannuttaa verkon. (10, s. 73.)



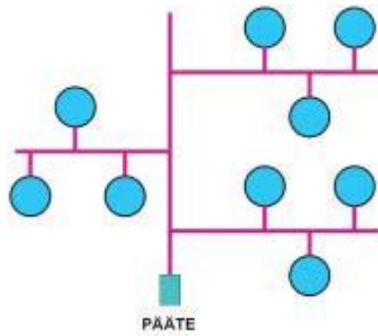
KUVA 6. Rengastopologia (10, s. 73.)

Tähtitopologiassa kaikki laitteet kytketään samaan tähtipisteeseen. Yhdyskätävä yhdistää kaikki laitteet ja sanomat kulkevat sen kautta. Heikkoutena järjestelmässä on, että koko verkko on toimintakyvytön, jos yhdyskätävä rikkoutuu. Etenkin optisilla kuitukaapeleilla rakennettavaan verkkoon tähtitopologia on parhaimpia vaihtoehtoja. Tähtiverkko on joustava ja helppo, järjestelmää muuttaessa. (6, s. 74–75.)



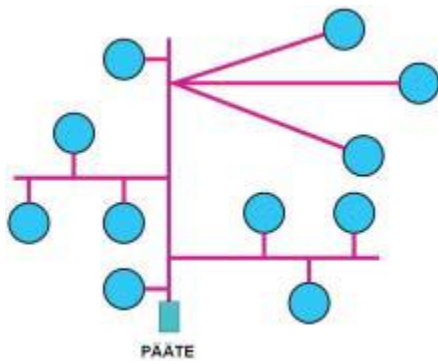
KUVA 7. Tähtitopologia (10, s. 74.)

Puutopologiassa yhdeltä väylältä voidaan ottaa haaraväyliä, johon laitteet kytketään. Puuverkon etuna on muuntojoustavuus sekä säästö kaapeloinnissa. Normaali väylään verrattuna kaapelin kokonaispituus on noin puolet. Verkon runkoväylä päätetään yhdestä kohdasta päätevastuksella. (10, s. 75.)



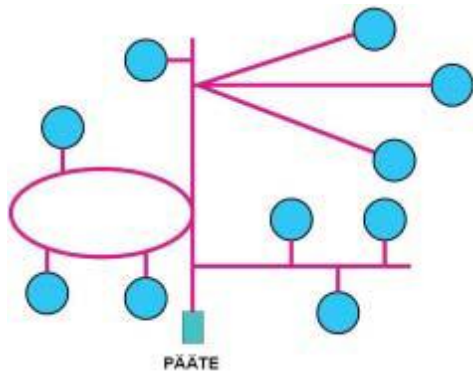
KUVA 8. Puutopologia (10, s. 75.)

Vapaatopologia on sekoitus eri topologioita. Se helpottaa asennusta ja suunnittelua. Kokonaiskaapelipituus on noin puolet väylämuotoiseen verrattuna. (10, s. 76.)



KUVA 9. Vapaatopologia (10, s. 76.)

Yhdistelmätopologia eli niin sanottu hybridiverkko voi syntyä esimerkiksi saaneerauskohteissa. Ongelmana verkossa on sen hallittavuus sekä impedanssisovitukset. Yhdistelmäverkko on kaikkein herkin häiriöille. (10, s. 77.)



KUVA 10. Yhdistelmätopologia (10, s. 76.)

Kampuksella rakennusautomaatiojärjestelmä edustaa perinteistä DDC-järjestelmää. Topologialtaan se on rakennettu väylämuotoon.

Tiedonsiirtomediat

Siirtomediat jaetaan langallisiin ja langattomiin eli johtimellisiin ja johtimettomiin siirtoteihin. Molemmissa on käytännössä useita toteutustapoja, joiden ominaisuudet ja käyttösovellukset vaihtelevat laidasta laitaan. Johtimellisiin kuuluvat erilaiset kierretyt parikaapelit, koaksiaalikaapelit sekä optiset kuidut. Langattomiin kuuluvat mikroaaltolinkit ja radioaaltoihin perustuvat laitteet. (10, s. 98.)

Kierretty parikaapeli koostuu johdinpareista, jotka on kierretty toistensa ympärille. Parien kiertäminen parantaa olennaisesti kaapelin häiriönsietokykyä. Vierekkäisten silmukoiden läpi menevien magneettikenttien virrat kumoavat toisensa, jolloin sähkömagneettiset häiriöt eivät vaikuta kulkevaan signaaliin. Kaapeli tai parit voidaan suojata myös metallivaipalla. Siirtonopeus parikaapelilla on 10 Mbit/s. Kierretty parikaapeli on halpaa ja helppo asentaa ja sitä käytetään muun muassa puhelin-, instrumentointi-, ja dataverkkokaapelina. (10, s. 98–99.)

Koaksiaalikaapeli muodostuu kolmesta osasta: muovisesta ulkokuoresta, jossa on usein metallinen eristejohdin, eristekerroksesta ja sisimmäisestä signaalijohdimesta. Koaksiaalikaapeliin kestää hyvin ulkopuolisia sähkömagneettisia häiriöitä. Lisäksi sen siirto- ja vaimenemisominaisuudet ovat erittäin hyvät, sillä vaimeneminen on merkittävää vasta satojen megahertsien taajuuksilla. Koaksiaali-

kaapelin ongelma on amplitudivääristymät eri taajuuksilla kapasitanssin vuoksi. Koaksiaalikaapelia käytetään datasiirtosovelluksissa sekä antenni- ja videosihtaalina siirtokaapelina. (10, s. 99.)

Optiset kuidut on tehty muovista tai lasikuidusta. Kuitu on valmistettu kahdesta kerroksesta, joiden optiset taitto-ominaisuudet ovat erilaiset. Tämän vuoksi valo heijastuu kuidun sisällä ja etenee kuidussa reunasta reunaan. Halkaisijaltaan yksi kuitu on noin 50–150 mikrometriä. Optinen kaapeli sisältää yhden tai useamman kuidun sekä suojakuoren ja vahvikkeita. Optisen tiedonsiirron hyviä puolia ovat signaalin pieni vaimennus, suuri tiedonsiirtonopeus ja -etäisyys, sähkömagneettisten häiriöiden sieto, kaapelin pieni koko sekä ei-galvaaninen yhteys. Kuitujen käyttö on nopeasti yleistymässä, mutta käyttöä rajoittaa vielä korkea hinta. Myöskään sen luotettavuudesta pitkäaikaisessa käytössä ei ole vielä kokemusta. Kuitukaapeleita käytetään etenkin data-, puhelin- ja kaapelitelevisioverkoissa. (10, s. 100.)

Vaihtoehtoisia verkkoja voidaan rakentaa sähköverkon kautta tai langattomasti radioverkkona tai IR-verkkona. Langattomien verkkojen ongelmana on esteettömyys kohteiden välillä. Nykyaikaisissa järjestelmissä käytetään myös usein internet-pohjaista TCP/IP-protokollaa, yleiskaapelointijärjestelmän kautta.

Perinteisessä suomalaisessa kaapelien merkintäjärjestelmässä tyyppimerkintä koostuu kirjain- ja numero-osasta. Kirjainosassa kuvaillaan kaapelin tyyppi, joka kuvaa kaapelin mekaanista rakennetta. Numero-osassa kerrotaan johtimien, pariin tai kuitujen lukumäärä sekä johtimien halkaisija tai kuitutyypin. Esimerkiksi MMJ 1,5 mm² -kaapelin rakenne on muovi, muovi, johdin ja poikkipinta 1,5 millimetriä. (12, s. 51–52.)

Rakennusautomaation kenttälaitteiden kaapelointi vaihtelee käyttöjännitteen, mittausperiaatteen ja toimilaitteiden toimintaperiaatteen mukaan. Yleisesti käytetään pienoispöjännitteillä (≤ 50 VAC tai ≤ 120 VDC) suojattua parikaapelia (esimerkiksi NOMAK tai KLMA) ja pienjännitteillä (≤ 1 kVAC tai $\leq 1,5$ kVDC) MMJ- tai MMO-kaapeleita. (9, s. 134.)

Alakeskustason kaapeloinnissa käytetään perinteisesti RS-485-protokollaa. RS-485 on Electronics Industries Associationin (EIA) laatima sarjaliikennestandardi. RS-485-standardin suurin sallittu tiedonsiirtonopeus on 10 Mbit/s ja kaapelin pituus voi olla jopa 1200 m. Väylään voidaan liittää jopa 32 laitetta. Kaapelina voidaan käyttää kierrettyä parikaapelia, joko yksi- tai kaksiparisesti. (10, s. 64–67.)

Huonesäätimien väylä rakennetaan usein ketjuttamalla. Kaapelina käytetään yleensä 1- tai 2-parista NOMAK-, JAMAK- tai LONAK-kaapelia. Väylän maksimipituus voi olla muutamasta sadasta metrillä kilometriin. (9, s. 135.)

Avoimessa yleiskaapelointiin perustuvassa kaapelointijärjestelmässä voidaan rakentaa koko rakennuksen kattava perusverkko. Tätä verkkoa voi käyttää usean erillisjärjestelmän tiedonsiirtoon. Verkkoon voidaan liittää esimerkiksi rakennusautomaatiojärjestelmä, tele- ja puhelinjärjestelmät, toimisto-LAN-yhteydet tai yksittäiset säätimet ja anturit. Laitteiden sijoittelun muuttuessa, liitetään laitteet lähimpään liitäntäpisteeseen ja tehdään tarvittavat muutokset kerrosjakamossa. (9, s. 135.)

Kampuksen rakennusautomaatiojärjestelmän väyläkaapelointi on toteutettu pääsääntöisesti JAMAK-kaapelilla. JAMAK-kaapeli on kierrettyä parikaapelia, jota käytetään yleisesti instrumentoinnissa.

2.6 Dokumentit, asiakirjat ja kaaviot

Eri teknisten asiakirjojen ja piirustusten tarkoituksena on esittää tarvittavat tiedot järjestelmän teknisistä ja toiminnallisista ratkaisuista. Suunnittelu tulee toteuttaa niin, että omistajien, käyttäjien ja ylläpitäjien tarpeet otetaan huomioon mahdollisimman hyvin. Lähtökohtana on suunnitella hyvin toimiva, edullinen ja laajennettava järjestelmä. Asennuksen jälkeen kuvat ja asiakirjat korjataan asennuksia vastaaviksi ja luovutetaan käyttäjälle. Asiakirjat ja kuvat toimivat ylläpidon apuvälineenä. Rakennusautomaatiojärjestelmästä laadittavia asiakirjoja ja piirustuksia ovat

- työselitys
- järjestelmäkaavio
- säätökaaviot
- toimintaselostukset
- laiteluettelo
- pisteluettelot
- asennuspiirrokset
- piirustusluettelo
- ohjelmaluettelo. (9, s. 172.)

Työselityksessä on yleiskuvaus rakennusautomaatiojärjestelmästä, jossa kerrotaan toimintaan ja laatuun liittyvät vaatimukset. Työselitys sisältää yleiskuvauksen, järjestelmän asennukseen, dokumentointiin, laadun varmistukseen, tekniikkaan ja toimintaan liittyviä vaatimuksia sekä muita työaikaisia järjestelyjä. Yleiskuvauksessa kerrotaan järjestelmän yleisrakenteesta ja toteutustekniikasta sekä järjestelmän toiminnallisista tavoitteista. (9, s. 179.)

Järjestelmäkaavio kuvaa järjestelmän rakennetta. Järjestelmäkaaviossa tulee esiintyä valvonta- ja alakeskusten lukumäärä ja sijainti rakennuksissa, kenttäkotelot, tiedonsiirtoverkon rakenne ja yhteysmuoto järjestelmän osien välillä, varvoimajärjestelyt, hälytysten siirrot sekä etäkäyttöyhteydet. (9, s. 180.)

Säätökaavioissa esitetään järjestelmän prosessien toimintaa ja annetaan perustiedot laitteistosta. Säätökaavioon merkitään laitteiden positiotunnukset, joista voidaan päätellä laitteiden fyysiset sijainnit. Säätökaaviossa kuvataan myös eri laitteiden liittyminen valvonta-alakeskukseen sekä ryhmäkeskukseen ja liityntäkaapelit. Liityntäpisteet voi olla fyysisiä tai ohjelmallisia. Alakeskuksen liityntäpisteet ovat hälytys, käyntitila, mittaus, ohjaus ja säätö. Säätökaavion lisänä on toimintaselostus, joka kuvaa koneistokohtaiset toiminnot, joita ei piirrosmerkein voi kuvata. Siinä selitetään sanallisesti laitteiden tai kojeistojen ohjaukset, säädöt, lukitukset ja varatoiminnot. Lisäksi ilmoitetaan oleelliset arvot esim. käyntiajat tai ilmamäärät. (9, s. 180–181.)

Laiteluettelossa esitetään kaikki säätöpiiriin tai koneistoon liittyvät kenttälaitteet. Laiteluettelo voi olla myös osana säätökaaviota. Kaikkien kenttälaitteiden mitoitustiedot ja asetetut vaatimukset on esitettävä laiteluettelossa. (9, s. 181–182.)

Pisteluettelossa esitetään alakeskuksiin tai väylämoduuleihin liittyvät I/O-pisteet. Niihin on kerätty kaikki rakennusautomaation liityntäpisteet suunnitelmista. Pisteluettelossa on yksittäisen laitteen kaikki tiedot, laitteen liityntäpiste, rakennus, alijärjestelmä, tunnus, alakeskuksen numero, ryhmäkeskus sekä fyysiset ja ohjelmalliset pisteet ja niiden toiminta. (9, s. 182.)

Asennuspiirustuksissa esitetään kaikki rakennusautomaatioon liittyvät laitteet niiden oikeilla paikoilla rakennuksen pohjapiirustuksessa, sekä järjestelmään liittyvät LVI-laitteet. Tasokuvissa voidaan myös tarpeen vaatiessa esittää kaapelointi, kaapelihyllyt sekä muita laitteita jotka liittyvät rakennusautomaatioon. (9, s. 183.)

Piirustusluettelo on lista kaikista tehdyistä rakennusautomaatiokuvista, -kaavioista ja -luetteloista. Piirustusluettelossa jokaisesta dokumentista esitettävää tietoa ovat mm. projektin tunnus, asiakirjan numero ja sisältö, päivämäärä ja muutospäivämäärä sekä huomiot.

3 SANEERAUSKOHTTEEN RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN NYKYTILANNE

Saneerauksella tarkoitetaan perusparannusta jo olemassa olevalle järjestelmälle tai siihen tehtävää laajennusta. Järjestelmä voidaan uusida kokonaan tai käyttää kunnossa olevia vanhoja asennuksia. Vanhan järjestelmän peruskorjaustarve voidaan määrittää teettämällä hankesuunnitelma. Peruskorjaus voi olla tarpeen myös silloin, kun järjestelmässä tai sen laitteissa esiintyy usein vikoja. Suunnittelijan on otettava huomioon mitä ongelmia nykyisessä järjestelmässä on. Saneerauksen suunnitteluvaiheessa on järjestelmä läpikäyminen paikan päällä välttämätöntä, koska dokumenttien paikkansapitävyyteen ei voi täysin luottaa. Rakennukseen tehtyjä muutoksia ei välttämättä ole dokumentoitu. Järjestelmän joidenkin osien päivittämisellä voidaan selvittää urakasta halvemmalla, mutta järjestelmän käyttöikä ei vastaa uusittua järjestelmää. Perinteisellä tavalla toteutetuissa DDC-pohjaisissa järjestelmissä voidaan yleensä käyttää vanhaa kaapelointia. (13, s. 183–184.)

Kampusrakennuksessa rakennusautomaatiojärjestelmä on Siemensin Unigyr-tuoteperhettä, jonka valmistaminen on loppunut vuonna 2007. Järjestelmään on erittäin vaikea saada varaosia sekä Unigyr-järjestelmän asiantuntijat ovat Suomessa harvassa. Lisäksi järjestelmän valvomon ja alakeskusten välisten tiedonsiirtoyhteyksien heikko toimintavarmuus ja usein toistuvat turhat hälytykset ovat lisänneet saneeraustarvetta.

Järjestelmää on laajennettu ja uusittu ajoittain. Suuressa kampusrakennuksessa muutetaan jatkuvasti käyttötiloja tarpeen mukaan. Eri tilojen muuttuneet käyttötarkoitukset sekä muut muutokset rakennuksessa aiheuttavat myös ilmanvaihtojärjestelmään muutoksia.

Rakennusautomaatiojärjestelmän elinkaari on verrattain lyhyt, noin 10–15 vuotta. Kampusrakennuksessa on tehty laaja peruskorjaus ja kaksi uutta siipeä vuosina 1999–2001. Myös rakennusautomaatiojärjestelmät uusittiin. Tällöin automaatiourakoitsijana on toiminut Siemens Building Technologies Oy.

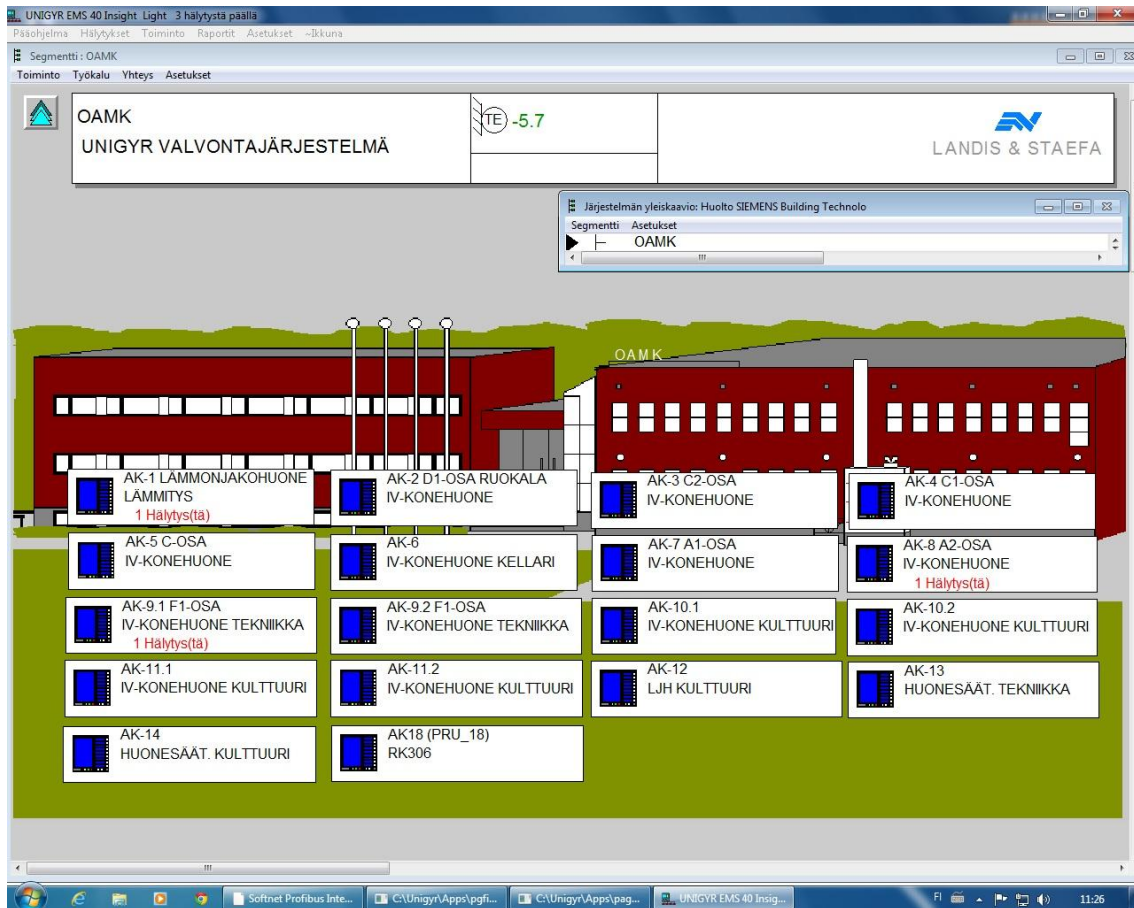
3.1 Järjestelmän kartoittaminen

Tarve saneeraukselle tuli koulun rakennusta hallinnoivan Oulun seudun koulutuskuntayhtymän (OSEKK) halusta uudistaa järjestelmä. Järjestelmästä haluttiin uusia rakennusautomaatiojärjestelmän valvonta-alakeskukset. Tarvekartoituksen avulla selvitetään järjestelmän nykykuntoa ja arvioidaan tarvittavan saneerauksen laajuus. Selvitystyö käynnistyi tutustumalla olemassa oleviin rakennusautomaatiodokumentteihin. Dokumenteista ei löytynyt koko järjestelmän kattavaa järjestelmäkaaviota. Samassa peruskorjausvaiheessa tehdyistä luovutuspiirroksista puuttui vanhan osan uusitut valvonta-alakeskukset. Vanhan osan suunnittelun on toteuttanut Insinööritoimisto Proval Oy ja uudet siivet on suunnitellut AIR-IX Talotekniikka Oy. Proval Oy:n piirustusluettelossa kuitenkin järjestelmäkaavio on merkitty. Tämän vuoksi rakennuksen automaatiojärjestelmän toteutuksesta ei ole yhteisiä kuvia.

3.2 Valvomo

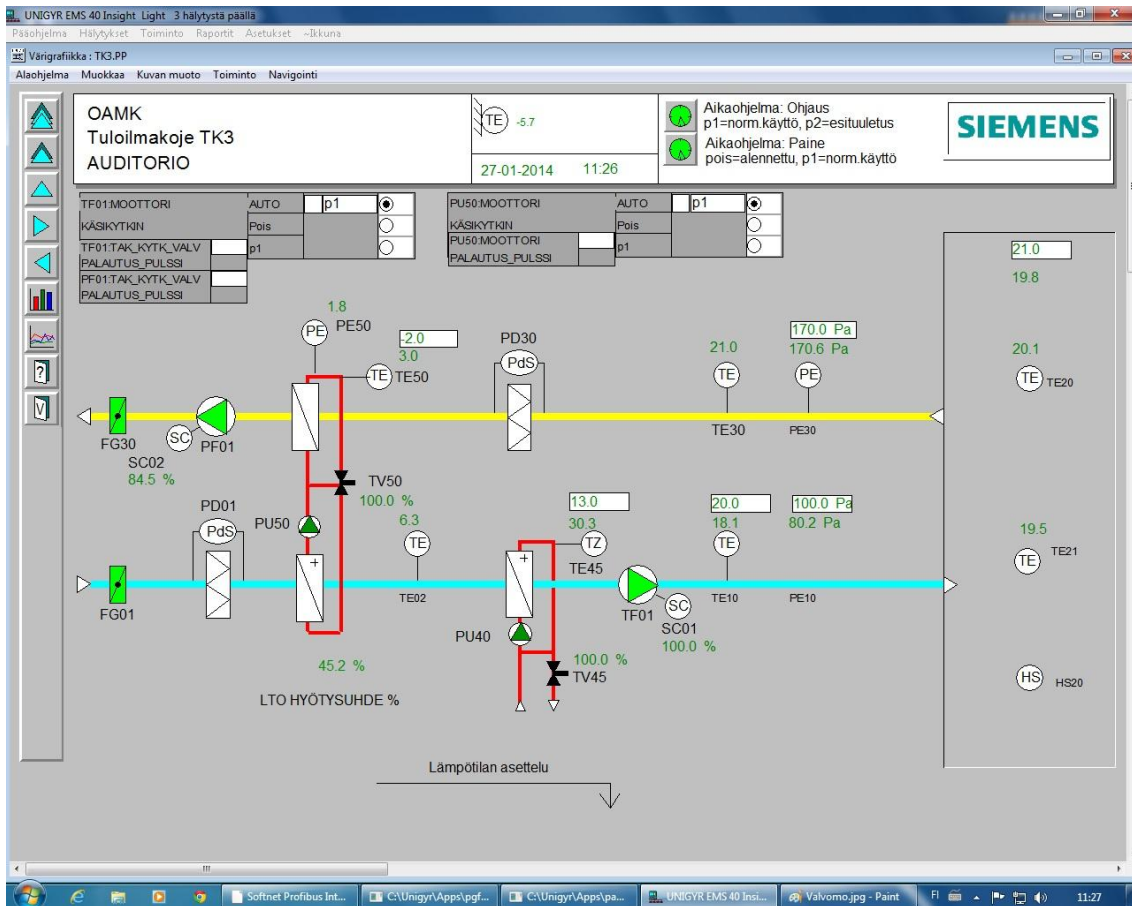
Valvomo sijaitsee rakennuksen C-siiven 4. kerroksen ilmanvaihtokonehuoneessa 402. Samassa tilassa sijaitsee myös valvonta-alakeskus 05. Valvomo on siirretty homeen takia kellarikerroksesta pois. Valvomolaitteistona toimii tietokone, jossa on Windows 7 -käyttöjärjestelmä. Valvontaohjelmisto on Unigyr Insight V7. Unigyr Insight V7 -ohjelmisto on tarkoitettu Unigyr-järjestelmiä varten. Ohjelmistossa on graafinen käyttöliittymä järjestelmän ohjaukseen ja valvontaan. Alakeskuksia voidaan ohjata myös ohjauskorteilla, ohjelmalohkokaaviolla tai aikaohjelmilla.

Värigrafiikka-toiminnossa rakennusautomaatiojärjestelmästä on piirretty kuvat rakennuksesta ja niistä voidaan valita ohjattava järjestelmän osa. Kuvista pääsee tarkastelemaan eri osia klikkaamalla. Koulun rakennuksen valvomon etusivulla on mahdollista valita eri alakeskuksia ja painikkeissa näkyvät myös sen hetkiset hälytykset (kuva 11). Kuitenkin alakeskusta valittaessa päädytään aina samaan listaan, joka sisältää kaikki säädettävät prosessit.



KUVA 11. Kampuksen valvomon etusivu

Haluttu prosessi voidaan avata listalta, jolloin avautuu prosessin säätökaaviokuva. Kuvasta 12 voidaan lukea prosessi- ja parametriarvoja. Prosessi- ja parametriarvot voidaan esittää numeerisena näyttönä sekä graafisena pylväänä. Numeerinen näyttö ilmoittaa esimerkiksi lämpötilan lukuarvon sekä yksikön. Graafinen pylväs näyttää arvon määritetyllä asteikolla pylväänä, ja senhetkinen asetusarvo on merkitty viivalla. Lisäksi voidaan esimerkiksi käyntitiedoista tehdä teksti- tai symbolielementtejä, joiden väri vaihtuu tilanteen mukaan. Ohjauksia ja asetusarvoja voidaan muuttaa klikkaamalla elementtejä, jolloin avautuu valikko ohjelmalohkoasetusten muuttamiseksi. (14.)



KUVA 12. Tuloilmakojie TK03:n prosessikuva

Ilmoitukset ja hälytykset näkyvät hälytysluettelossa ja etusivulla. Uusista hälytyksistä annetaan äänimerkki ja etusivulla vilkkuu punainen teksti, jossa ilmoitetaan hälytysten määrä alakeskuskohtaisesti. Lisäksi hälytykset ohjautuvat kiinteistöhuollon puhelimeen tekstiviestillä. Hälytysluettelossa näkyvät tarkat tiedot hälytyksestä ja alakeskus, johon laite on liittynyt. Hälytykset voidaan kuitata hälytysluettelosta. Hälytykset tallennetaan tiedostoon ja voidaan myös tulostaa kirjoittimelle. Hälytystietoja voidaan käyttää järjestelmän vika-analysointiin. (14.)

Järjestelmän valvomo on liitetty automaatioväylään Profibus-väyläliityntäkotelolla PLU1.X01 (kuva 13).



KUVA 13. Väyläliityntäkotelo PLU.X01

Valvomon läpikäymiseen ei juurikaan käytetty aikaa, mutta jo lyhyellä käyttökeralla huomattiin, että se on vaikeakäyttöinen. Ohjelman etusivulla olevista alakeskuksen valintapainikkeista päädytään kuitenkin aina samaan listaan, josta voi valita tarkasteltavan prosessin. Prosessien selaaminen navigointipainikkeilakin oli vaikeaa. Prosessin eri arvojen päivittäminen oli todella hidasta eli tiedonsiirrossa on selvästi ongelmia. Järjestelmän uusimisen yhteydessä myös valvontaohjelmisto joudutaan päivittämään.

3.3 Valvonta-alakeskukset

Valvonta-alakeskukset sijaitsevat yleensä ilmanvaihtokonehuoneissa, joissa ohjattavat laitteet ovat lähellä. Kampusrakennuksessa valvonta-alakeskuksia on sijoitettu myös lämmönjakohuoneisiin sekä sähkökeskukseen. Yhteensä valvon-

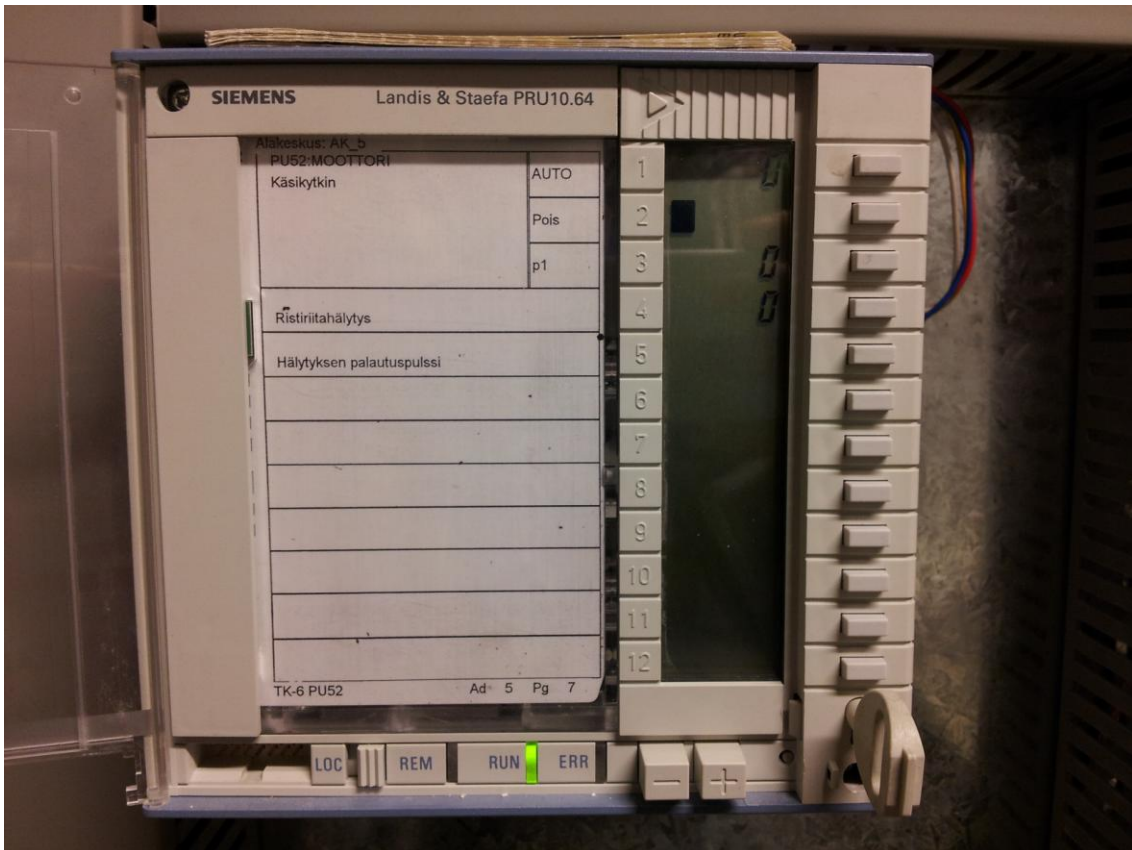
ta-alakeskuksia on 19 kappaletta. Automaatiosaneerauksessa uusitaan kaikki alakeskukset. Järjestelmän nykytilaa selvittäessä ensimmäisenä vaiheena oli löytää kaikki alakeskukset.

Dokumentoinnin puutteellisuuden takia kaikkien alakeskusten sijaintia kampuksella ei voitu selvittää kuvien perusteella. Alakeskusten sijaintien selvittäminen edellytti kiertelemistä rakennuksessa kiinteistönhoitajan opastamana. Yhtä vaille kaikki alakeskukset löytyivät. Myöhemmin löytyi vielä kuviinkin merkkeämätön alakeskus VAK 10.3 (vanha tunnus VAK 18). Alakeskus 10.3 oli muutettu moduulikotelosta itsenäiseksi alakeskukseksi siihen lisätyllä prosessiasemalla. VAK 10.3 oli toiminut VAK 10.1:n moduulilaajennuskotelona, mutta lisäyksien vuoksi I/O-pisteiden määrä kasvoi suureksi. Alakeskukset kuvattiin ja aikaisemmin puuttuvia dokumentteja kerättiin skannausta varten. Alakeskusten sijainneista rakennuksessa piirrettiin myös havaintokuva (liite 1).

Kampuksen rakennusautomaatiojärjestelmän kaikissa alakeskuksissa on Siemensin prosessiyksiköt. Autolaboratorion prosessiyksikköä lukuunottamatta muut ovat vanhempaa Unigr-sarjaa, kaksi PRV2.00- ja loput PRU10.64 -prosessiyksiköitä. Lisäksi väylään on lisätty PLR1.1-väylävahvistimia väylän pituuden kasvattamiseksi. Vahvistimilta voidaan myös haaroittaa väylää. Autolaboratorioon on lisätty myöhemmässä vaiheessa oma alakeskus, jossa on uudempaa Siemensin Desigo-järjestelmää. Keskusta ohjataan paikan päältä käyttöpöydällä ja se on yhdistetty myös rakennuksen automaatiojärjestelmään. Arvoja voidaan lukea valvomosta, mutta ohjaaminen ei onnistu.

Siemens PRU10.64 -prosessiasema (kuva 14) on LVIS-sovellukseen tarkoitettu rakennusautomaation prosessiyksikkö. Prosessiyksikössä on paikallinäyttö ja ohjauspainikkeita. Prosessiyksikköä voidaan käyttää itsenäisenä säätimenä tai järjestelmän osana eri väylien kautta. Vaihtoehtoisia tiedonsiirtoväyliä ovat pääsääntöisesti käytetty P-väylä (prosessiväylä) sekä BLN- (building level network), FLN-väylä (floor level network), tai LON/LONMARK (local operating network) Nides.rx-liitännän kautta. Kampuksen prosessiasemat on kytketty BLN-väylän mukaisesti. Väylä mahdollistaa raportoinnin, ohjauksen ja valvonnan

Insight-valvomolla sekä tietojen vaihtamisen prosessiasemien kesken. Lisäksi yksittäisestä prosessiasemasta voidaan rakentaa puhelinyhteys etäkäyttöä varten. I/O-moduulit ja -kompaktilaitteet liitetään prosessiyksikköön P-väylän kautta. P-väylän kautta liitetyille laitteille annetaan omat osoitteet alueelta 1–255. Väylän kautta syötetään laitteille ja moduuleille 23 VDC:n jännitteet. Suunnitellut käyttöohjelmat ladataan prosessiyksikön ohjelmamoduuliin. (15.)



KUVA 14. PRU10.64-prosessiyksikkö

Suunnitteluvaiheessa tulostetaan myös prosessiyksikköön tarvittavat ohjelmakortit. Ohjelmakorteilla voidaan ohjata laitteita prosessiyksiköstä käsin. Prosessiyksikössä sijaitsee ohjelmakorttienlukija. Lukija lukee päällimmäisen ohjelmakortin sivusta optisen koodin ja antaa siihen liittyvät tiedot näytölle. Kuvassa 15 ohjelmakortille on tulostettu TK-7:n tulopaineen tiedot. Yhdelle ohjelmakortille voidaan tulostaa 12 riviä. Jokaista riviä kohti prosessiyksikössä on toimintanäp-

päin ja näyttörivi. Ohjelmakortissa risuaita merkitsee, että arvo ei ole muutettavissa. Esimerkiksi kuvan 15 mukaisella ohjelmakortilla näytön ensimmäiselle riville saadaan PE10:n tulopaineen mittausarvo. Neljännen rivin PE10 Tulopaine Raja-arvohälytys -riville tulee 1, jos raja-arvohälytys on aktiivinen. Prosessiyksiköstä voidaan muuttaa ja lukea asetusarvoja sekä ohjata laitteita, samalla lailla kuin valvomosta käsin. (15.)

LANDIS & STAefa

Alakeskus: AK_5

UNIGYR EMS 40	# PE10 Tulopaine Mittausarvo (Pa)
5 20	# SC01_Tulo:PID Voimassaoleva asetusarvo
	# SC01 Taajuusmuuttaja Säätöviesti
	PE10 Tulopaine Raja-arvohälytys
	PE10 Tulopaine Raja-arvon asetusarvo (ylä)
	# PE10 Tulopaine Raja-arvon asetusarvo (ala)
	PE10 PID_Tulopaine Vahvistus = 100/P-alue
	PE PID Tulopaine I-aika
	Tulopaine:asettelu Alennettu asetusarvo
	# Tulopaine asettelu Normaali ASETUSARVO
	Tulovirtausvahti Painealaraja Asettelu

TK-7 TULOPAINe Ad 5 Pg 20

KUVA 15. PRU10.64:n ohjelmakortti

Valvonta-alakeskuksissa 13 ja 14 prosessiasemana on PRV2.00. Se on samantyyppinen prosessiyksikkö kuin PRU10.64, mutta siinä ei ole P-väyläliitäntää moduuleille. PRV2.00:aa käytetään ohjaamaan erillisiä huonesäätimiä. Nides.rx:n kautta voidaan rakentaa LON-väylä (Local Operating Network), joka on tarkoitettu väyläksi hajautetulle järjestelmälle, jossa jokainen laiteyksikkö toimii itsenäisesti. Nides.rx-liitännän kautta voidaan luoda yhteys valvomon ja säätimien välille.

Huonesäätiminä käytetään Siemensin RXC31.1-säätimiä, joilla säädetään tulo- ja poistoilmamääriä. Säätimet ohjaavat tulo- ja poistokanavien ilmamääräpeltejä, lämpötilan mukaan. Ilmamääriä säädetään PID-säätimellä.

Unigyr-järjestelmän prosessiasemat voitaisiin korvata suoraan uusilla Siemensin Desigo-sarjan prosessiyksiköillä. Vanhat moduulit ovat myös yhteensopivia uusien Desigo-prosessiyksiköiden kanssa. Näin välttyttäisiin alakeskuksien uudelleen-asennustöistä. Alakeskuksien kokonaan uusimiseen on päädytty järjestelmän epävarman toiminnan takia. Kilpailutuksella ratkaistaan uuden järjestelmän urakoitsija. Rakennusautomaatiojärjestelmän toimittaja määräytyy urakoitsijan ehdotuksen mukaan.

3.4 Kaapelointi ja tiedonsiirto

Kampusrakennuksen automaatiojärjestelmän jo olemassa oleva kaapelointi voidaan hyödyntää järjestelmää saneerattaessa. Puutteellisten dokumenttien vuoksi kaapeloinnin selvittäminen osoittautui vaikeaksi. Unigyr-järjestelmä tulisi rakentaa väylätopologian mukaan ketjuttamalla kaikki prosessiyksiköt. Haaroja voidaan ottaa kuitenkin PLR1.1-väylävahvistimelta. Eri asennuskuvien välillä kuitenkin kaapeleiden reitit ja ketjun järjestys olivat ristiriidassa. Koko järjestelmästä tehdyn järjestelmäkaavion puuttuessa kuvien perusteella ei voinut päätellä todellisesta väylän reitistä. Vanhoista kuvista luonnostellun uuden järjestelmäkaavion kanssa koululla kiertäessä todettiin todellisten kytkentöjen olevan lähes täysin erilaiset kuin kuvissa. Osaan kaapeleista oli kuitenkin merkattu alakeskus, minne kaapeli oli kytketty. Kuitenkin kaapelien merkinnätkin olivat epä-

selviä ja ristiriitaisia. Järjestelmän kaapelointiinkin on tehty muutoksia. Peruskorjauksen jälkeen muun muassa valvomon sijaintia on muutettu.

Väylän rakenteen selvittämiseksi voidaan irrottaa eri alakeskuksia vuorotellen verkosta, jolloin valvomosta voidaan katsoa, mihin alakeskuksiin yhteys katkeaa. Kun ketju katkaistaan, alakeskuksen jälkeiset keskukset eivät ole yhteydessä valvomoon. Toinen selvitystapa on kaapeleiden liitosten kokonaan irrottaminen. Tällöin voidaan kaapelin toiseen päähän syöttää signaalia ja toinen pää voidaan etsiä vastaanottimen avulla. Nämä ovat hyvin työläitä tapoja selvittää johdotusta. Yksi alakeskuksista irrotettiin verkosta, mutta kiinteistöhoitajan pyynnöstä selvittämistä ei jatkettu. Kaapeloinnin selvittäminen todettiin liian työlääksi alakeskusten suuren määrän vuoksi, ja tyydyttiin piirtämään järjestelmäkaavio senhetkisen tietojen mukaan. Järjestelmäkaavio on liitteenä 2.

Unigr-järjestelmän väylänä käytetään Profibus-standardiväylää (PROcess Field BUS). Profibus on väylästandardi, jonka tiedonsiirtoliitäntä on yhteensopiva kaikkien standardin mukaisten laitteiden kanssa. Väylän tiedonsiirto perustuu 7-kerroksiseen ISO/OSI-kerrosmalliin (International Standardization Organization/ Open System Interconnection). Kuitenkin väylällä voidaan käyttää yritysten omia tiedonsiirtomuotoja. Väylällä käytetään niin sanottua vuoronsiirtoa, jolloin ala-asetat vuorottelevat, mikä asema on lähetysvuorossa. Näin väylä ei ruuhkaannu. Maksimipituus on ilman väylävahvistinta 1200 m ja vahvistimien kanssa 4800 m. Yhdellä väylällä voidaan käyttää enintään kolmea PLR1.1-väylävahvistinta. Väylävahvistimelta voidaan tehdä myös haaroitus väylään. (16.)

Järjestelmässä käytetyt kaapelit ovat JAMAK 4x(2x1)x0,5+0,5, JAMAK 8x(2x1)x0,5+0,5 ja KLMA 4x0,8+0,8. Olemassa olevat kaapelit soveltuvat myös uusimpiin järjestelmiin. Järjestelmä on pääosin ketjutettu kellarissa sijaitsevassa kytkentäkotelossa. Väylässä tarvitaan kaksi paria, jolloin kaapelin kahdella muulla parilla voidaan jatkaa väylä takaisinpäin samalla kaapelilla. Huonesäätimet on myös ketjutettu väyläksi, joka ne etenevät laitteelta toiselle.

Valvonta-alakeskuksien tiedonsiirrossa on ongelmia. Yhteydet katkeilivat alakeskusten ja valvomon välillä ja varsinkin VAK 03 ei tahtonut pysyä yhteydessä.

Kampusrakennuksessa on hyvin kattava yleiskaapelointijärjestelmä, jonka kautta voitaisiin myös rakentaa TCP/IP-protokollan mukainen tiedonsiirto rakennusautomaatiojärjestelmälle. Ongelmana on kuitenkin se, että yleiskaapelointiverkkoa hallinnoi eri toimija. Tällöin muutokset ovat vaikeita toteuttaa sekä järjestelmän muutokset voisivat vaikuttaa tahattomasti automaatiojärjestelmän toimintaan.

4 TARJOUSLASKENNAN ESIVALMISTELU

Niin sanottuun tarjouslaskentapakettiin sisällytetään kaikki oleellinen tieto työkohteesta. Urakoitsijat tarvitsevat kaikki tiedot tarjouksen jättämistä varten. Urakoitsija laskee tarvittavat komponentit, laitteet sekä kaapelit ja määrittelee niille yksikköhinnan. Tarjouslaskentaan sisällytetään myös arvioitu asennus- ja ohjelmistotöiden hinta. OSEKK käyttää Buildercom-internetpalvelua, johon voidaan tallentaa sähköisesti kaikki rakennuksen kiinteistöasiakirjat ja muun muassa kilpailuttaa sähköisesti työkohteita. Tarjouslaskentapaketti oli Buildercomissa kaikkien urakoitsijoiden saatavilla ja sitä kautta se kilpailutettiin sähköisesti.

4.1 Dokumentit

Kampusrakennuksen automaatioasaneeraukseen liittyviä asiakirjoja on pakettiin lueteltu 131 kpl. Kaikki tarjouslaskentapaketin sisältämät dokumentit kirjataan asiakirjaluetteloon. Luettelosta voidaan etsiä helpommin tiettyä asiakirjaa. Asiakirjaluetteloon voidaan myös merkitä muun muassa dokumentteihin tehdyt muutokset sekä alat, joita kuvat koskevat Oikean asiakirjan löytämisen helpottamiseksi asiakirjat on järjestelty alakeskuskohtaisesti. Asiakirjaluettelo on liitteenä 3.

Alakeskuksien uusimisen vuoksi valvomon ja alakeskusten sovellukset ja ohjelmat uusitaan. Ohjelmaluettelossa on määritelty eri ohjelmien vaatimukset ilmastoinnille, sähkölaitteille sekä muille järjestelmään kytketyille toiminnoille. Esimerkiksi palovaaran uhatessa palohälytyskeskuksen antaman indikointitiedon perusteella ohjelmaan on määritelty, että järjestelmän kaikki ilmastointikoneet pysäytetään ja uudelleenkäynnistys vaatii käsin kuittauksen. Ohjelmaluettelossa on määritelty kaikki poikkeustapauksiin ja normaalikäyttöön tarvittavat tiedot ohjelmien tekemiseksi. Ohjelmaluettelo on liitteenä 4.

Jokaiselle alakeskukselle on tehty johdotus- ja piirikaavio peruskorjauksen asennuksista. Valvonta-alakeskus 01:n johdotus- ja piirikaavio on liitteenä 5. Kaavio sisältää

- alakeskuksen laitesijoittelupiirustuksen, jossa näkyvät keskuskaapin mitat sekä laitteiden sijoittelu kaapissa
- jännitesyötön piirikaavion, jossa on laitteet ja liitännät
- väylien piirikaavion ja liitännät
- moduuleiden tyypit ja numerot sekä niihin kytketyt laitteet.

Alakeskuksille on tehty peruskorjauksen asennuksista myös pisteluettelot, jotka liitetään tarjouslaskentapakettiin. Kaikista alakeskuksista pisteluetteloa ei ole enää tallella. Pisteluettelossa kerrotaan jokaisen alakeskuksen liittyvän toimilaitteen liityntätiedot, esimerkiksi binäärilähtö sekä käyttöohjelma, joka liittyy kyseiseen pisteeseen. Alakeskus 01:n pisteluettelo on liitteenä 6.

Koulun rakennusautomaatiojärjestelmän toimintaan ei juurikaan tehdä muutoksia, joten vanhat säätökaaviot ovat edelleen päteviä. Säätökaaviot on liitetty tarjouspakettiin pisteiden kytkemistä ja ohjelman tekoa varten. Tuloilmakoje TK03:n säätökaavio on liitteenä 7. Säätökaavio sisältää

- laiteluettelon
- toimintaselostuksen
- säätökaavion.

Laiteluettelossa on kerrottu prosessiin liittyvien laitteiden tyypit, positiotunnus, tekniset arvot sekä urakka, kenelle laitteen hankinta ja asentaminen kuuluu. Toimintaselostuksessa kerrotaan laitteiston toiminnasta, lukituksista ja hälytyksistä sekä säädön toiminnasta. Toimintaselostuksessa annetaan säätökäyrät sekä laitteistoon vaikuttavat ohjelmat, fysikaaliset arvot ja poikkeustoimet. Säätökaaviossa esitetään laitteistoon kuuluvat toimilaitteet. Kaaviossa kuvataan laitteen positio laitteistossa, liittyminen automaatiojärjestelmään sekä tarvittavat sähköliitännät. Alakeskuksen liitynnöissä kuvataan värein, onko kyseessä fyysinen vai ohjelmallinen liitäntä, sekä kerrotaan hälytyksen taso.

Yleisimmin säätökaaviolla kuvataan ilmanvaihto- tai lämmönjakoprosessien toimintaa, mutta säätökaaviossa voidaan kuvata myös muita hälytyksiä ja ohjausta tarvitsevia sähkölaitteistoja.

Lisäksi tarjouspakettiin on liitetty käytössä olevien huonesäätimien tilakaaviot. Tilakaavioihin on merkattu huonesäätimen vaikutusalue, säätöpeltien ja säätimen sijainnit ja ilmanvaihtokone, jonka virtausta säädetään.

4.2 Uudet hiilidioksidianturit

Automaatiosaneerauksen yhteydessä halutaan parantaa ilmanvaihtoa sekä alentaa ilmanvaihdon aiheuttamia energiakustannuksia. Tilaajan pyynnöstä suunniteltiin kaikkiin luokkatiloihin hiilidioksidianturit hyvän ilmanlaadun varmistamiseksi jokaisessa opetustilassa. Hiilidioksidiantureilla seurataan ilmanlaatua ja raja-arvon ylittyessä ilmanvaihtoa tehostetaan. Ilmastointikoneet voivat käydä alhaisemmalla tasolla, kun toimintaa luokissa ei ole. Ilmastointikoneet säädetään vanhojen virtausarvojen mukaan. Ilmastointikoneiden virtausarvoluettelo on liitetty tarjouspakettiin.

Antureista tehtiin anturiluettelo, missä kerroksittain on lueteltu tilat, joihin anturit asennetaan. Luettelossa on kerrottu myös ilmastointikone, johon anturi vaikuttaa, ja valvonta-alakeskus, johon anturi kaapeloidaan. Lisäksi on piirretty asennuskuvat. Asennuskuvissa on merkattu vain anturin paikka ja tila sekä käytettävä kaapeli. Kaapelissa tulee olla neljä paria, jolloin kaksi paria jää varalle, jos luokkiin lisätään tulevaisuudessa lämpötila-anturit. Kaapeloinnin toteuttaminen on jätetty urakoitsijan päätettäväksi. Suuren koulurakennuksen asennuskuvien mittakaava on 1:150 ja kolmen kerroksen kuvat on jouduttu rajaamaan seitsemään eri kuvaan.

4.3 Uudet kuvat

Hiilidioksidiantureiden asennuskuvien lisäksi piirrettiin uudet kuvat järjestelmäkaaviosta sekä paikannuskuvat valvonta-alakeskuksille.

Rakennusautomaatiojärjestelmästä puuttui yhteinen järjestelmäkaavio. Järjestelmän kaapelointia ei saatu selvitettyä kunnolla. Saneerauksen aikana se voidaan selvittää perinpohjaisesti ja yksinkertaistaa kaapelointia. Saneerauksen urakoitsijan tulisi työn jälkeen piirtää päivitetty järjestelmäkaavio (liite 2).

Valvonta-alakeskusten paikannuskuvulle (liite 1) oli tarvetta heti työn alkuvaiheessa. Vanhoista kuvista oli vaikea selvittää alakeskusten sijaintia kampuksella. Tarvetta oli dokumentille, jossa kerrottaisiin, missä kaikki alakeskukset sijaitsevat. Paikannuskuvassa on piirretty tila kampuksen pohjakuvaan, sekä kerrottu tila ja kerros, missä kohde sijaitsee. Varsinkin talon ulkopuoleisen on mahdollista löytää kaikkia alakeskuksia ilman apua. Kuvaa voidaan käyttää myös uuden valvomon havaintokuvana.

Hiilidioksidiantureiden asennuskuvat sekä valvonta-alakeskusten sijaintikuva on piirretty AutoCad-ohjelmalla. Koulun rakennuksen arkkitehtipohjapiirustukset on otettu pohjaksi. Järjestelmäkaavio piirrettiin CADS-ohjelmalla.

4.4 LVI-työselostus

LVI-työselostus on tehty TalotekniikanRYL (rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset) 2002:n vaatimusten mukaisesti. Selostus on laadittu LVI-selostus CD-ohjelmalla, jossa on valmiit otsikot ja pohjat selostuksen tekemiseen.

LVI-työselostus on hankkeesta tehty asiakirja, jolla yksilöidään järjestelmän LVI-tekniinen laatu. Selostuksessa kerrotaan järjestelmän yleisrakenne ja toteutustekniikka sekä toiminnalliset tavoitteet. Yhdessä piirustusten kanssa se kuvaa rakennuksen LVI-järjestelmät. Työselostus määrittelee järjestelmän asennuksen, dokumentoinnin, laadun varmistuksen, tekniikan ja toiminnan vaatimukset. Lisäksi se sisältää työaikaisia erityisjärjestelyitä. Työselostusta käytetään urakalaskennassa, asennusohjeena sekä rakennuttajan valvonta-asiakirjana. Selostus koostuu eri osista, jotka on merkitty kirjaimilla sekä numeroilla. Liitteenä 8 olevassa työselostuksessa on viisi ensimmäistä sivua. Saneeraukseen tehdysä työselostuksessa käytetään pääkohtia G ja J, jotka ovat LVI- ja automaatiojärjestelmien määrittelyn pääosat. Työselostus on tehty TalotekniikanRYL:n

mukaan, jolloin otsikointi on sama selostuksessa sekä RYL:ssä Otsikointia ei saa muuttaa. Työselostuksessa olevaan epäselvään kohtaa voidaan hakea tarkennusta RYL:stä. Jokaiseen kohteeseen liittyvän otsikon alle kirjoitetaan järjestelmän kuvaus maallikollekin sopivalla yleiskielellä.

Liitteenä 8 olevassa selostuksen B-osassa on kerrottu yleistiedot rakennushankkeesta ja kohteesta sekä eri osapuolien yhteystiedot. Selostuksen G-osa käsittelee jo olemassa olevaa LVI-järjestelmää sekä uusien asennuksien tarkastusta sekä luovutusta. G-osassa määritellään mm., että järjestelmä saneerataan yksi alakeskus kerrallaan ja laitteita tulee voida käyttää saneerauksen aikana. Lisäksi on määritelty kaikki tarkastukset, säädöt ja mittaukset sekä työn vastaanottoon tarvittavat tarkastukset, opastukset ja dokumentit.

J7-osa käsittelee automaatiojärjestelmiä. J71 osa on rakennusautomaatiojärjestelmien pääotsikko. Osassa käydään rakennusautomaation vaatimukset läpi. Kappaleissa kerrotaan jokaisen vaiheen laatuvaatimukset. Tämä toimii niin työohjeena kuin työn valvonnan asiakirjana. J7100.08-alkuisissa kappaleissa käydään läpi järjestelmän vaadittavista laadun varmistus tavoista, tarkastuksista ja käytön opastuksen vaatimuksista. Lisäksi käydään läpi valvomon, säätöjärjestelmän, ohjelmiston ja ohjelmien vaatimuksia sekä muut laitteistoon ja tiedonsiirron vaatimukset. Kaikki laitteistoihin ja asennus-, valvonta- ja opastustöihin liittyvät vaatimukset tulee ottaa huomioon jo tarjouslaskentavaiheessa. Asennuskuvien ja selostuksen tulee kuvata kaikki rakennuskohteessa tehtävät työt ja vaadittavat laitteet.

5 POHDINTA

Työn tarkoituksena oli Oulun ammattikorkeakoulun Oulun Kaukovainiolla sijaitsevan kampuksen rakennusautomaatiosaneerauksen suunnittelun aloittaminen ja saattaminen tarjouslaskentavaiheeseen. Työ aloitettiin syksyllä 2013 ja tarjouslaskentapaketti valmistui kilpailutettavaksi helmikuussa 2014.

Työ oli osaksi melko haastava. Selvitettävä rakennusautomaatiojärjestelmä oli laaja, valvonta-alakeskuksia oli yhteensä 19, asiakirjaluetteloon kirjattiin 131 asiakirjaviitettä, uusia hiilidioksidiantureita suunniteltiin 86 ja uusia dokumentteja tehtiin toistakymmentä. Suurin työ oli kuitenkin järjestelmän kaapeloinnin tutkiminen. Järjestelmästä tehdyissä kuvissa sekä kaapeleiden merkinnöissä oli ris-tiriitoja tai ne puuttuivat kokonaan. Unigr-järjestelmä rakennetaan väylämuotoiseksi ketjuttamalla alakeskukset, mutta näin ei tuntunut olevan. Pääpiirteittäin saatiin järjestelmän kaapelointi selvitettyä. Uusi järjestelmäkaavio on piirretty sillä informaatiolla, joka järjestelmästä saatiin. Valitettavan usein rakennusten asennuskuviin ei tehdä muutoksia asennuksien muuttuessa.

Työskentely oli itsenäistä ja kehittävää. Työssä pääsi näkemään kiinteistöautomaatiota ja suunnittelupuolta, jotka itseäni kiinnostavat. Työskentely tapahtui pääsääntöisesti tietokoneella. Kuvien ja asiakirjojen läpikäynnissä tutuksi tulivat laitteistojen ja järjestelmien teoreettiset ominaisuudet. Opinnäytetyön tekstiosasta tuli aika teoriapainotteinen työn luonteen vuoksi. Erittäin hyvää kokemusta tuli käytännön puolella AutoCad- ja CADS-ohjelmilla piirtämisestä. Tästä työkokemuksesta on varmasti hyötyä tulevaisuudessa.

LÄHTEET

1. Alatossava, Ari 1994. Tekniikan tekijät: Oulun teknillinen oppilaitos 100 vuotta 1894–1994. Oulu: Oulun teknillinen oppilaitos.
2. Värjä, Pertti – Mikkola, Jukka-Matti 1998. Uusi kiinteistöautomaatio: Automaatio- ja säätötekniikkaa. 2. korjattu painos. Kuusankoski: Mikro-oppi.
3. Sulku, Jukka 2012. Rakennusautomaation historiaa. Teoksessa Piikkilä, Veijo (päätoim.) – Karppinen, Eeva (toim.). Rakennusautomaatiojärjestelmät: ST-käsikirja 17, Tietotekniset järjestelmät. 3. uusittu painos. Espoo: Sähköinfo Oy. S. 21–26.
4. Koskenranta, Tuomas 1998. Katsaus kiinteistön sähköisiin tietojärjestelmiin ja niiden kehitysnäkymiin. Teoksessa Koivisto, Pekka (päätoim.) – Lähikari, Maritta (toim.). Avoimet rakennusautomaatiojärjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy. S. 25–39.
5. Energiatehokkuus. Työ- ja elinkeinoministeriö. Saatavissa: <http://www.tem.fi/energia/energiatehokkuus> Hakupäivä 2.12.2013
6. Sulku, Jukka 2012. Rakennusautomaation merkitys kiinteistöissä, energiatehokkuus. Teoksessa Piikkilä, Veijo (päätoim.) – Karppinen, Eeva (toim.). Rakennusautomaatiojärjestelmät: ST-käsikirja 17, Tietotekniset järjestelmät. 3. uusittu painos. Espoo: Sähköinfo Oy. S. 47–52.
7. ST-kortisto 2007. Rakennusautomaatiojärjestelmän hyödyntäminen. ST 710.10. Espoo: Sähkötieto Oy.
8. D2 (2012). 2011. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2012. D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa: http://www.finlex.fi/data/normit/37187-D2-2012_Suomi.pdf. Hakupäivä 3.12.2013.

9. Sahlstén, Toivo – Sandström, Börje – Spangar, Tapani 2012. Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne. Teoksessa Piikkilä, Veijo (päätoim.) – Karppinen, Eeva (toim.). Rakennusautomaatiojärjestelmät: ST-käsikirja 17, Tietotekniset järjestelmät. 3. uusittu painos. Espoo: Sähköinfo Oy. S. 91–138.
10. Piikkilä, Veijo – Sahlstén, Toivo 2012. Kiinteistöjen tiedonsiirtoväylät: ST-käsikirja 21. Espoo: Sähköinfo Oy.
11. How Does an NDIR CO2 Sensor Work?. CO2 Meter, 2012. Saatavissa: <http://www.co2meter.com/blogs/news/6010192-how-does-an-ndir-co2-sensor-work>. Hakupäivä 31.12.2013.
12. Koivisto, Pekka 2010. Tiedonsiirtokaapelien valinta. ST-ohjeisto 3. 2. uusittu painos. Espoo: Sähköinfo Oy.
13. Mikkola, Juhana 2012. Rakennusautomaatiojärjestelmän suunnittelu. Teoksessa Piikkilä, Veijo (päätoim.) – Karppinen, Eeva (toim.). Rakennusautomaatiojärjestelmät: ST-käsikirja 17, Tietotekniset järjestelmät. 3. uusittu painos. Espoo: Sähköinfo Oy. S. 165–197.
14. UNIGYR Insight V7, 1999. Siemens Building Technologies Oy. Esite. [https://extra.siemens.fi/SBTesitteet.nsf/JulkaisutWeb/AAA563AC10F4245AC2257290003D38DC/\\$file/N8517fi.pdf](https://extra.siemens.fi/SBTesitteet.nsf/JulkaisutWeb/AAA563AC10F4245AC2257290003D38DC/$file/N8517fi.pdf). Hakupäivä 24.1.2014.
15. PRU10.64, 1999. Siemens Building Technologies Oy. Esite. [https://extra.siemens.fi/SBTesitteet.nsf/JulkaisutWeb/F87C4CFF7007D9D8C2257290003D388F/\\$file/N8211fi.pdf](https://extra.siemens.fi/SBTesitteet.nsf/JulkaisutWeb/F87C4CFF7007D9D8C2257290003D388F/$file/N8211fi.pdf). Hakupäivä 24.1.2014
16. Building Level Network, PROFIBUS, 1997. Siemens Building Technologies Oy. Esite. [https://extra.siemens.fi/SBTesitteet.nsf/JulkaisutWeb/CC14E1A34F744352C2257290003D3867/\\$file/N8023fi.PDF](https://extra.siemens.fi/SBTesitteet.nsf/JulkaisutWeb/CC14E1A34F744352C2257290003D3867/$file/N8023fi.PDF) Hakupäivä 5.2.2014

LIITTEET

Liite 1 Valvonta-alakeskusten sijaintien havaintokuva

Liite 2 Järjestelmäkaavio

Liite 3 Asiakirjaluettelo, sivut 1–2

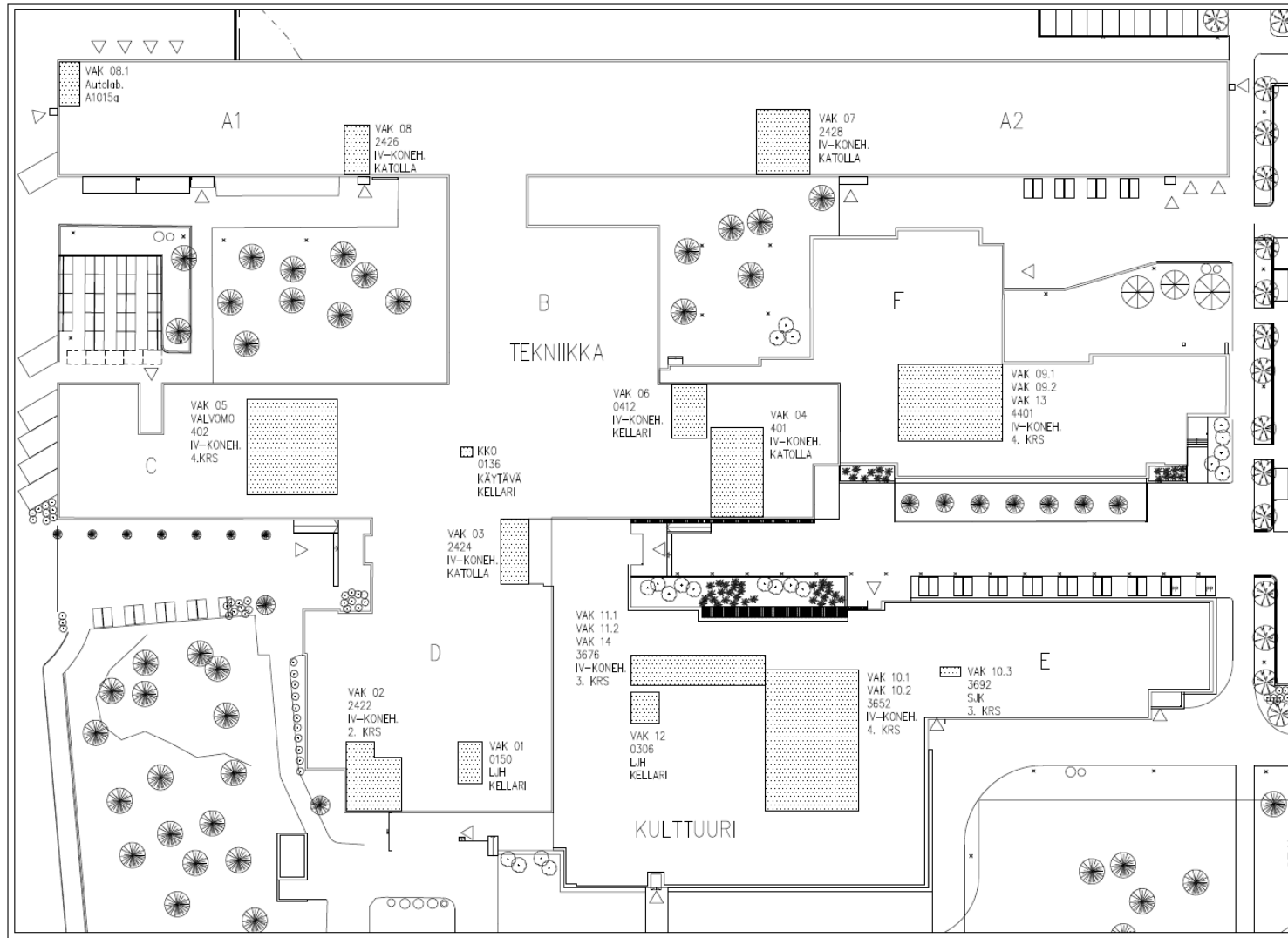
Liite 4 Ohjelmaluettelo

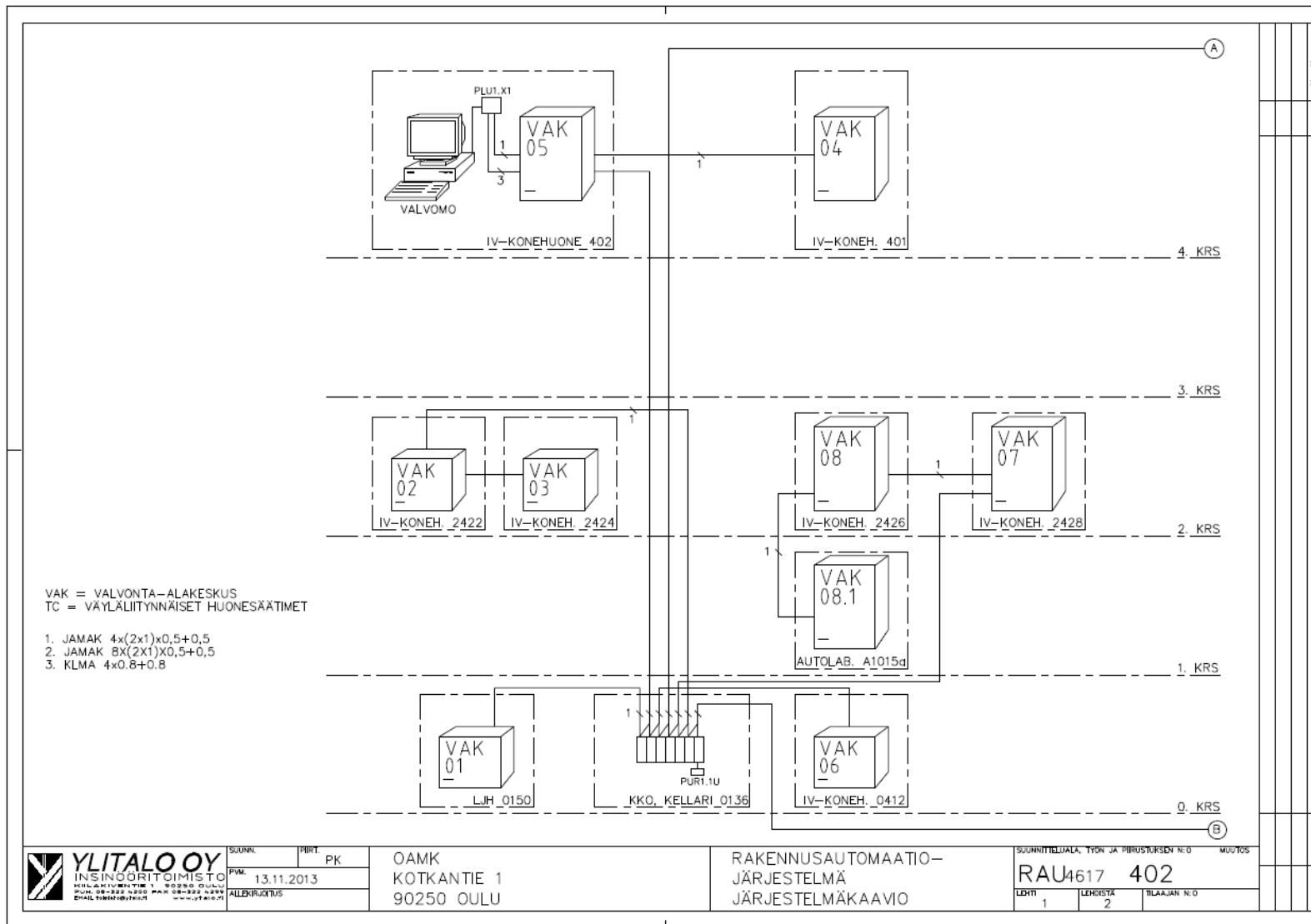
Liite 5 Valvonta-alakeskus 01:n johdotus- ja piirikaavio, sivut 1–4

Liite 6 Valvonta-alakeskus 01:n pisteluettelo

Liite 7 Tuloilmakoje TK03:n säätökaavio

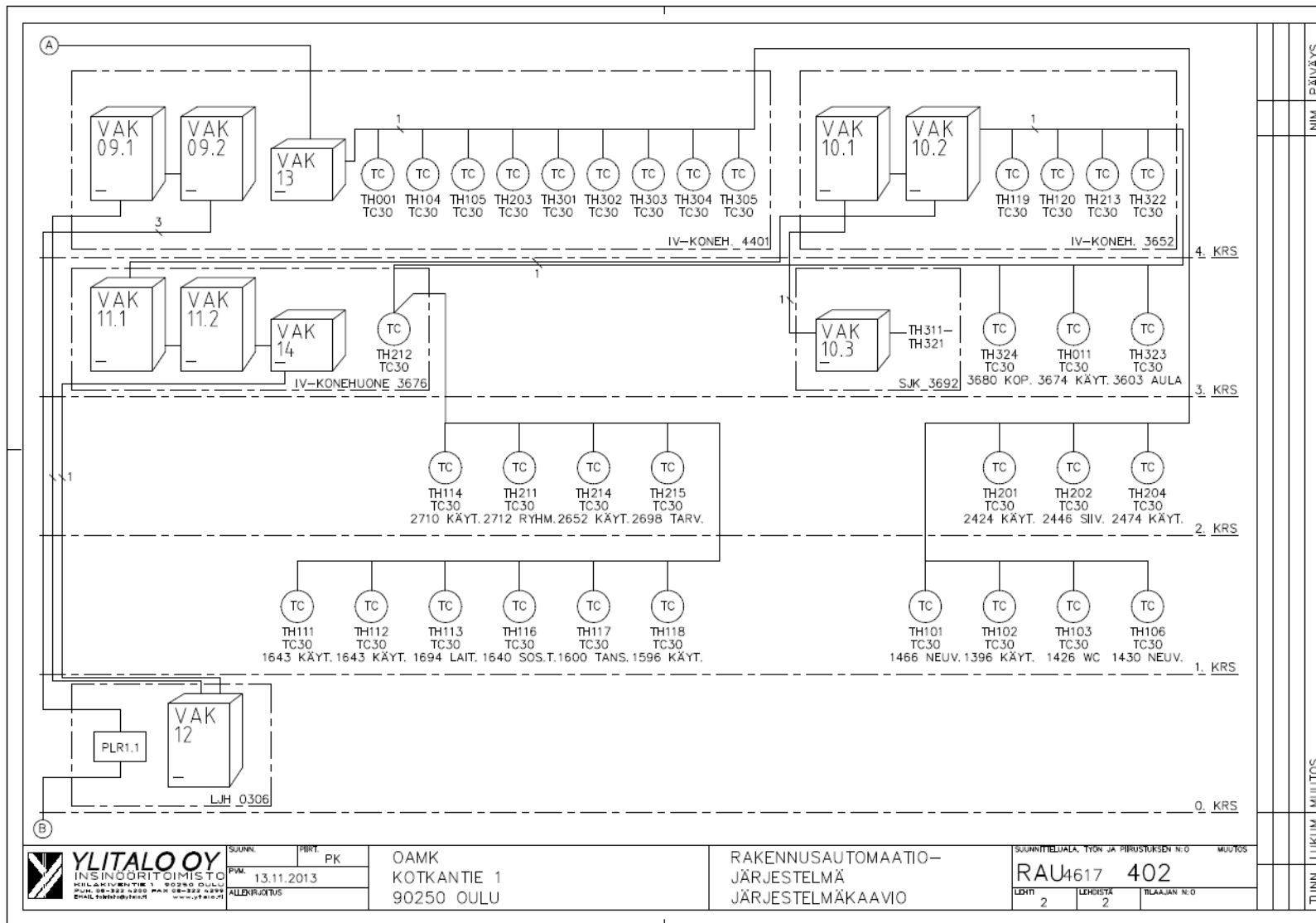
Liite 8 Työselostus, sivut 1–5





NIM. | PÄIVÄYS

TUNN. | LUKUM. | MUUTOS



YLITALO OY
 INSINÖÖRITOIMISTO
 KALLIOVAARANVAIHTIEN 1 00200 OULU
 PUH. 08-322 2200 FAX 08-322 2209
 EMAIL YLITALO@YLITALO.FI WWW.YLITALO.FI

SOINNIN	PIIRIT	PK
PVM. 13.11.2013		
ALLENKIRJOTUS		

OAMK
 KOTKANTIE 1
 90250 OULU

RAKENNUSAUTOMAATIO-
 JÄRJESTELMÄ
 JÄRJESTELMÄKAAVIO

SUORITTELUK. TYÖN JA PIIRUSTUKSEN N:O			MUUTOS
RAU4617 402			
LEHTI	LEHISTÄ	TILAAJAN N:O	
2	2		

NIM. PÄIVÄYS

TUNN. LUKUM. MUUTOS



Projekti: 4617 RAU Urakkalaskenta 08.01.2014

Kohde: OAMK Kaukovainio
Rakennusautomaatiosaneeraus
Kotkantie 1
90250 Oulu

00 Asiakirjat

Luokka	Tunnus	Nimi	mk	Päiväys	Muutos	Muutospvm.	Status	Tiedosto	LVI	RAU	SU	PU	IU	RU	MRU
J6		Ohjelmaluettelo		21.11.2013			Tarjouslaskenta			X					
J6	4617	Anturiluettelo		08.01.2014			Tarjouslaskenta			X					
J6	4617	Rau-työselostus		21.11.2013			Tarjouslaskenta			X					
J6	4617-401	Sijaintikuva		13.11.2013			Tarjouslaskenta			X					
J6	4617-402	Järjestelmäkaavio		13.11.2013			Tarjouslaskenta			X					
J6	4617-408.1	Pohjapiirros		08.01.2014			Tarjouslaskenta			X					
J6	4617-408.2	Pohjapiirros		08.01.2014			Tarjouslaskenta			X					
J6	4617-408.3	Pohjapiirros		08.01.2014			Tarjouslaskenta			X					
J6	4617-409.1	Pohjapiirros		08.01.2014			Tarjouslaskenta			X					
J6	4617-409.2	Pohjapiirros		08.01.2014			Tarjouslaskenta			X					
J6	4617-410.1	Pohjapiirros		08.01.2014			Tarjouslaskenta			X					
J6	4617-410.2	Pohjapiirros		08.01.2014			Tarjouslaskenta			X					

01 AK01

Luokka	Tunnus	Nimi	mk	Päiväys	Muutos	Muutospvm.	Status	Tiedosto	LVI	RAU	SU	PU	IU	RU	MRU
J6		Nykyinen johdotus- ja piirikaavio					Tarjouslaskenta			X					
J6	1413	Säätökaavio, kylmälaitteet					Tarjouslaskenta			X					
J6	1471	Säätökaavio, VJ03					Tarjouslaskenta			X					
J6	1473	Säätökaavio, SJ03					Tarjouslaskenta			X					
J6	2724-0100	Säätö-, valvonta- ja ohjauspisteluetelo					Tarjouslaskenta			X					
J6	2724-3040	Säätökaavio, PK30PF01					Tarjouslaskenta	2724-3020.pdf		X					
J6	2724-3600	Säätökaavio, VJ01UV11-VJ01UV12, VJ01VE00					Tarjouslaskenta	2724-3020.pdf		X					
J6	2724-3800	Säätökaavio, erillispisteet					Tarjouslaskenta	2724-3020.pdf		X					

02 AK02

Luokka	Tunnus	Nimi	mk	Päiväys	Muutos	Muutospvm.	Status	Tiedosto	LVI	RAU	SU	PU	IU	RU	MRU
J6		Nykyinen johdotus- ja piirikaavio					Tarjouslaskenta			X					
J6	1413	Säätökaavio, kylmälaitteet					Tarjouslaskenta			X					
J6	2724-2200	Säätökaavio, TK10					Tarjouslaskenta			X					
J6	2724-2220	Säätökaavio, TK11					Tarjouslaskenta			X					
J6	2724-3600	Säätökaavio, VJ01UV21					Tarjouslaskenta	2724-3020.pdf		X					
J6	2724-3650	Säätökaavio, VJ01SV21					Tarjouslaskenta	2724-3020.pdf		X					

03 AK03

4617

OAMK
KOTKANTIE 1

AUTOMAATIOSANEERAUS

RAKENNUSAUTOMAATIOLAITTEET
OHJELMALUETTELO



N:o	Nimitys	Ohjelman kuvaus
A 1	Kojeiden aikaohjaus	Kojekohtainen aikaohjelma
A 2	Ulkovalojen aikaohjaus	Ulkovalojen yhteinen aikaohjelma
A 3	Kojeiden käyntiaikarajoitus	Ohjelma estää kojeiden ohjelmallisen käynnin esim. paikalliskäyttökytkimen tai olosuhdemittauksen perusteella. Ohjelma ei estä ohjelmallisen lukituksen mukaista käyntiä.
T 1	Hätäpysäytys	Palohälytyskeskuksen viereen sijoitetun lukkiutuvan hätäseis-painikkeen painaminen pysäyttää kaikki ilmastointikojeet. Kojeden käyntilupa palautetaan valvomon käyttöpaneelilta. Hätäpysäytys-ohjelma voidaan käynnistää myös käyttöpaneelilta.
T 2	Kaasuvaara	Ohjelma pysäyttää kaikki ilmastointikojeet. Kojeden käyntilupa palautetaan valvomon käyttöpaneelilta. Hätäpysäytys-ohjelma voidaan käynnistää myös käyttöpaneelilta.
T 3	Palovaara	Tuloilman lämpötilan noustessa aseteltuun arvoon (n. +45 °C) koje pysähtyy ja tapahtuu hälytys. Uudelleenkäynnistys vaatii käsinkuittauksen.
T 4	Palovaara, yleinen	Ohjelma pysäyttää kaikki ilmastointikojeet palohälytyskeskuksesta tulevan indikoinnin perusteella. Uudelleenkäynnistys vaatii käsinkuittauksen.
T5	Ilmamäärän pudotus	Ohjelma siirtää ilmastointikojeen pienemmälle ilmamäärälle ulkolämpötilan laskiessa aseteltuun arvoon (mitoitusulkolämpötila + 15 °C). Taajuusmuuttajakäyttöisillä kojeilla pudotus tapahtuu kanavapaineen asetusarvoa pudottamalla, jos kojeessa on kanavapaineen säätö tai taajuusmuuttajan taajuusarvoa pudottamalla, jos kojeessa ei ole painesäätöä.
T 6	Ilmanvaihdon tehostus	Ohjelma siirtää kojeen suuremmalle ilmamäärälle esim. ulkolämpötilan, sisälämpötilan tai paikalliskäyttökytkimen käytön perusteella. Taajuusmuuttajakäyttöisillä kojeilla nosto tapahtuu kanavapaineen asetusarvoa nostamalla, jos kojeessa on kanavapaineen säätö tai taajuusmuuttajan taajuusarvoa nostamalla, jos kojeessa ei ole painesäätöä.
T 7	Paikalliskäyttö	Koje käynnistyy paikallisella painonappikytkimellä toimintaselostuksen mukaisella tavalla. Käyntiaika ohjelmoidaan alakeskukseen. Koje käynnistyy paikallisella aikavalintakytkimellä valituksi ajaksi toimintaselostuksen mukaisella tavalla.
T 8	Yötuuletus	Ohjelma käynnistää kojeen täydelle ilmamäärälle aikaohjelman ulkopuolella, kun: - sisälämpötila on yli asetellun arvon (n. +24 °C) - ulkolämpötila on yli asetellun arvon (n. +12 °C) - ulkolämpötila on min. 3 °C alempi kuin sisälämpötila - yötuuletuksen aikaohjelma sallii - muita käyttöohjelmia ei ole toiminnassa Jos sisäilman lämpötilan mittausta ei ole, tallentaa ohjelma poistoilman lämpötilan aikaohjelman lopussa käyttäen arvoa sisälämpötilana. Yötuuletuksen aikana muut ilmastointitoiminnot eivät ole toiminnassa ja tuloilman minimilämpötilan asetusarvo on alempi.
T 9	Jäähdytyksen rajoitus	Kojeen jäähdytys ei voi toimia, jos ulkolämpötila on alle asetellun arvon (n. +16 °C).
T 10	Jäähdytyksen talteenotto	Ulkolämpötilan ollessa korkeampi kuin poistoilman lämpötila siirtyy lämmöntalteenotto täydelle teholle.
T 11	Lämmöntalteenottorootorin puhtaaksipuhallus	Kojeen käydessä ja lämmöntalteenoton ollessa pois toiminnasta ohjelma käynnistää rootorin määrätyn aikavälein ja määrätyn ajaksi minimikierrosnopeudelle.

21.11.2013

INSINÖÖRITOIMISTO YLITALO OY

N:o	Nimitys	Ohjelman kuvaus
T 12	Lämmöntalteenottoroottorin huurtumisen esto	Paine-eron roottorin yli kasvaessa aseteltuun arvoon ohjelma siirtää roottorin minimikiertosnopeudelle. Paine-eron laskiessa normaaliksi roottori siirtyy lämmöntalteenottokäyttöön asetellun viiveen jälkeen. Monikiertoslukuisilla kojeilla asetusarvot ovat kierroslukukohtaisia. Taajuusmuuttajakäyttöisillä kojeilla, joilla ei ole IMS- tai vyöhykesulkutoimintoja, asetusarvot määräytyvät ilmamäärää vastaavan taajuusarvon mukaan. Muilla taajuusmuuttajakäyttöisillä kojeilla asetusarvot määräytyvät ilmamäärämittauksen (paine-ero) mukaan.
T 13	Levylämmöntalteenoton huurtumisen esto paine-eron mukaan	Paine-eron lämmöntalteenoton yli kasvaessa aseteltuun arvoon ohjelma säättää ohituspellistön määräajaksi sulatusasentoon. Jos lämmöntalteenotossa on lohkosulatuspellit, ohjelma sulkee pellit vuorotellen määräajaksi. Ohjelma siirtää kojeen pienemmälle ilmamäärälle sulatuksen ajaksi. Ellei paine-ero ole normaali sulatuksen jälkeen toistuu sulatus toiminta. Ellei paine-ero tämänkään jälkeen ole normaali tapahtuu hälytys. Monikiertoslukuisilla kojeilla asetusarvot ovat kierroslukukohtaisia. Taajuusmuuttajakäyttöisillä kojeilla, joilla ei ole IMS- tai vyöhykesulkutoimintoja, asetusarvot määräytyvät ilmamäärää vastaavan taajuusarvon mukaan. Muilla taajuusmuuttajakäyttöisillä kojeilla asetusarvot määräytyvät ilmamäärämittauksen (paine-ero) mukaan.
T 14/2	Energen kojeen lämmöntalteenoton huurteensulatus	Ohjelma säättää ohituspellistöä pitäen poistoilman lämpötilan lämmöntalteenoton jälkeen aseteltua arvoa korkeampana.
T 14	Levylämmöntalteenoton huurtumisen esto lämpötilan mukaan	Ohjelma säättää ohituspellistöä pitäen poistoilman lämpötilan lämmöntalteenoton jälkeen aseteltua arvoa korkeampana.
T 15	Nestelämmöntalteenoton huurtumisen esto	Ohjelma säättää lämmöntalteenoton säätöventtiiliä pitäen poistoilmapatterille menevän liuoksen ja poistoilmapatterilta lähtevän ilman lämpötilan asetusarvon yläpuolella.
T 16	Virtausvahti	Kanavapaineen laskiessa kojeen käydessä alle asetellun arvon (hihnakatkos, lumi tms.) tapahtuu hälytys ja koje pysähtyy.
T 40	Patteriverkoston kesäkäyttö	Ulkoilman lämpötilan ollessa yli asetellun arvon (n. +15 °C) ohjelma pysäyttää lämpöjohtopumput ja käyttää niitä kerran vuorokaudessa asetellun ajan.
T 41	Lämmitysverkostojen vikatilanne	Ulkoilman lämpötilan ollessa alle asetellun arvon (n. +5 °C) ohjelma pysäyttää ilmastointikojeet, jos: - päälämmitysverkoston tai ilmastoinnin lämmitysverkoston pumput eivät toimi - menoveden lämpötila laskee pysyvästi alle raja-arvon - verkoston paine laskee pysyvästi alle raja-arvon
T 42	Kattilalaitoksen vikatilanne	Ohjelma pysäyttää ilmastointikojeet, jos: - öljypoltin on häiriötilassa - kattilatemostaatti hälyttää - kuviinkiehumissuoja toimii
T 43	Vuotohälytys	Vedenkulutuksen ylitettyä asetellun arvon rakennuksen varsinaisen käyttöajan ulkopuolella tapahtuu hälytys.
T 60	Ulkovalot	Ohjelma kytkee valot valoisuuden laskiessa aseteltuun arvoon aikaohjelman rajoittamana aikana.
T 61	Sähkökiuas	Ei saunan lämpötila määrättyssä ajassa lämmityksen käynnistyttyä nouse aseteltuun arvoon tapahtuu hälytys.
T 80	Hälytysluokan muutos	Ohjelma muuttaa kojeen tai laitteen hälytysluokan vuodenajan mukaan.
J 1	Ilmastointikojeen lämmityskäyttö	Varsinaisen käyttöajan ulkopuolella ohjelma käyttää jaksottain ilmastointikojeita kiertoilmalla pitäen huonelämpötilan aseteltujen arvojen välillä.

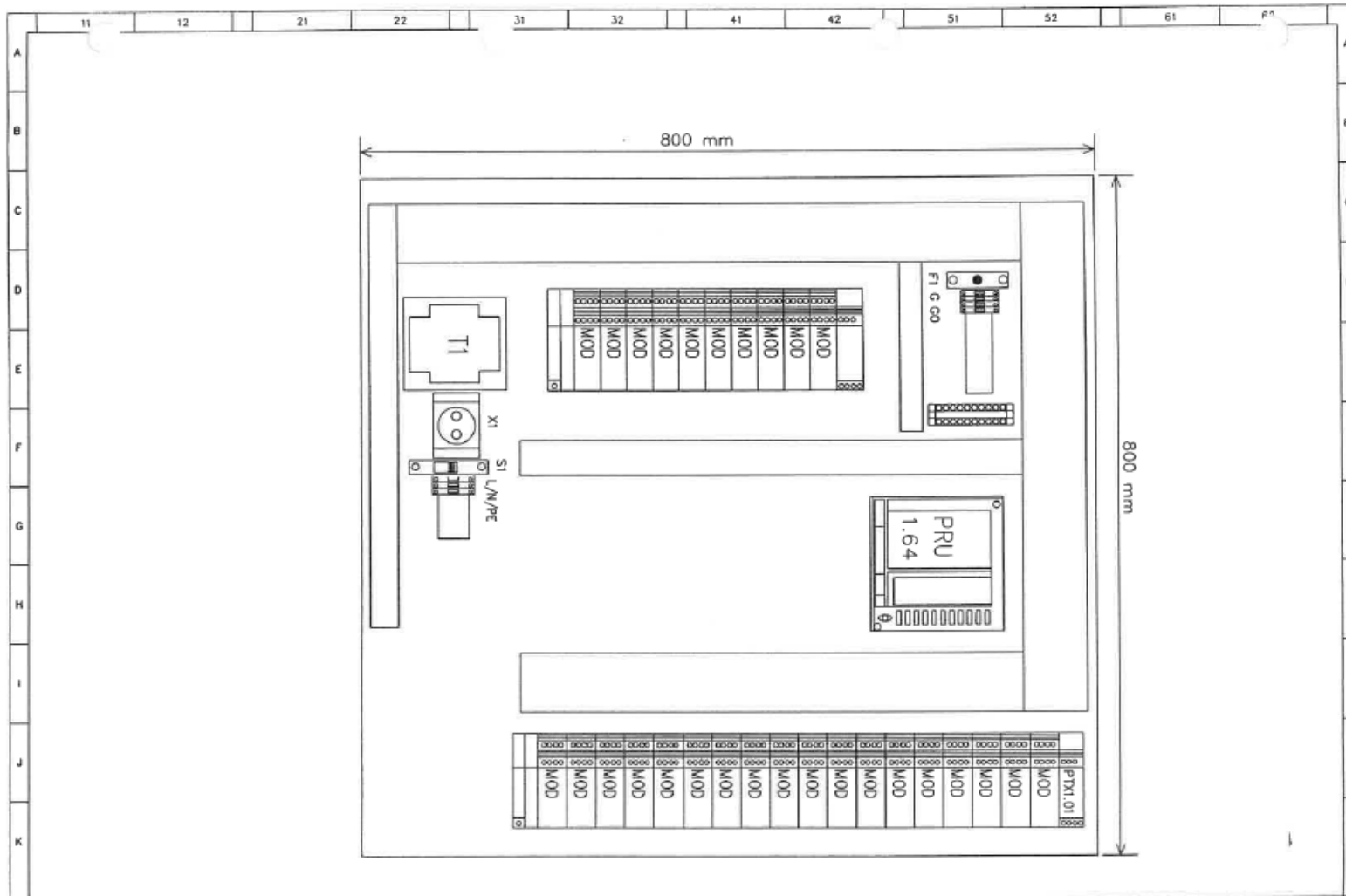
21.11.2013

INSINÖÖRITOIMISTO YLITALO OY

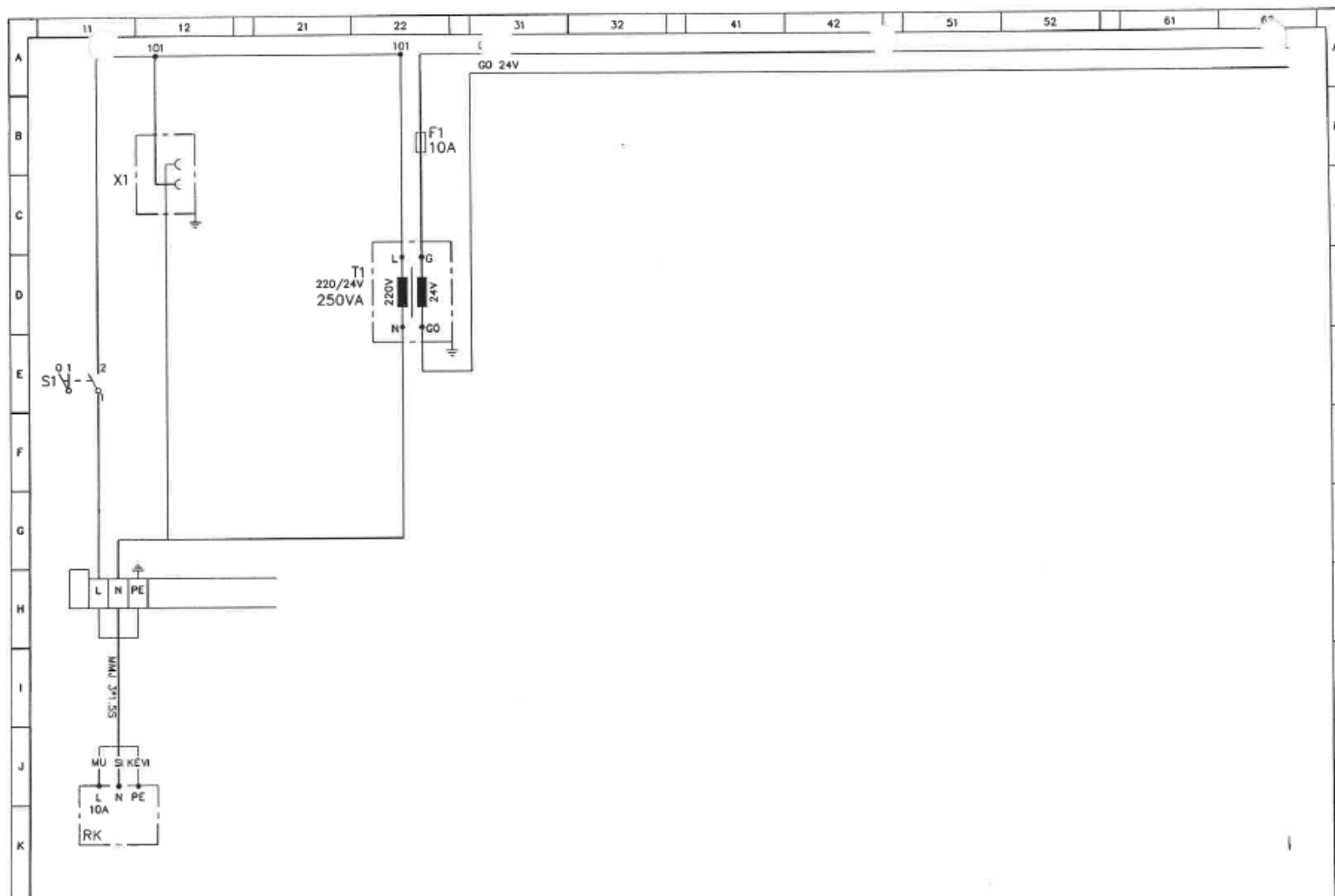
N:o	Nimitys	Ohjelman kuvaus
J 2	Sähkösaatot ulkoilmassa	Ohjelma jaksottaa sähkösaaton kytkentäaika ulkolämpötilasta riippuen.
J 3	Autolämmityspistorasiat	Ohjelma jaksottaa autolämmityspistorasioiden kytkentäaika ulkolämpötilasta riippuen.
O 1	Lämmityksen optimointi	Ohjelma pudottaa normaalin käyttöajan ulkopuolella huonelämpötilan alempaan arvoon pudottamalla lämmitysverkoston menoveden lämpötilaa tai lämmittävän ilmastointikojeen huonelämpötilan asetusarvoa jaksottaisessa käytössä. Ohjelma laskee lämpötilapudotuksen ja -noston alkamisajankohdat siten, että huonelämpötila ei oleellisesti laske ennen käyttöajan päättymistä ja että normaali huonelämpötila saavutetaan ennen työajan alkua. Laskenta tapahtuu huone- ja ulkolämpötilan perusteella sekä aikaisemmin toteutuneiden olosuhteiden perusteella itseoppivasti. Lämpötilan nostovaiheessa ohjelma nostaa menoveden tai tuloilman lämpötilaa. Tuloilman lämpötilan nosto tapahtuu myös pudotuksen aikaisessa jaksottaisessa käytössä.
P 1	Porrastettu käynnistys	Ilmastointikojeen käynnistyessä avautuu ensin raitisilmapelti. Asetellun ajan kuluttua käynnistyy koje ensin osateholle ja sen jälkeen täydelle teholle.
P 2	Porrastettu käynnistys	Ilmastointikojeen käynnistyessä avautuu ensin lämmityksen säätöventtiili. Paluuv veden lämpötilan noustua lähelle ilmastoinnin lämmitysverkon menoveden asetusarvoa käynnistyy koje.
P 3	Porrastettu käynnistys	Ohjelma käynnistää jännitekatkon jälkeen ilmastointikojeet portaittain.
L 1	Lämmöntalteenoton hyötysuhde	Ohjelma laskee lämmöntalteenoton lämpötilahyötysuhteen normaalissa käyttötilanteessa. Alhaisesta hyötysuhteesta tulostuu hälytys.
L 2	Vedenkulutus	Ohjelma laskee vedenkulutuksen ja erotuksen edelliseen laskentakauteen (kuukausi, vuosi) verrattuna.
L 3	Lämpöenergia	Ohjelma laskee todellisen ja normaalivuoteen redusoidun kuukausittaisen ja vuotuisen lämmönkulutuksen sekä eron edellisen laskentakauden kulutukseen ja tavoitekulutukseen. Ohjelma laskee astepäiväluvun kuukausi- ja vuosiarvot.
L 4	Sähköenergia	Ohjelma laskee kuukausittaisen ja vuotuisen sähköenergian kulutuksen sekä eron edellisen laskentakauden kulutukseen.
L 5	Kulutusteho	Ohjelma laskee määrälaskennan perusteella hetkelliset kulutustehot.

21.11.2013

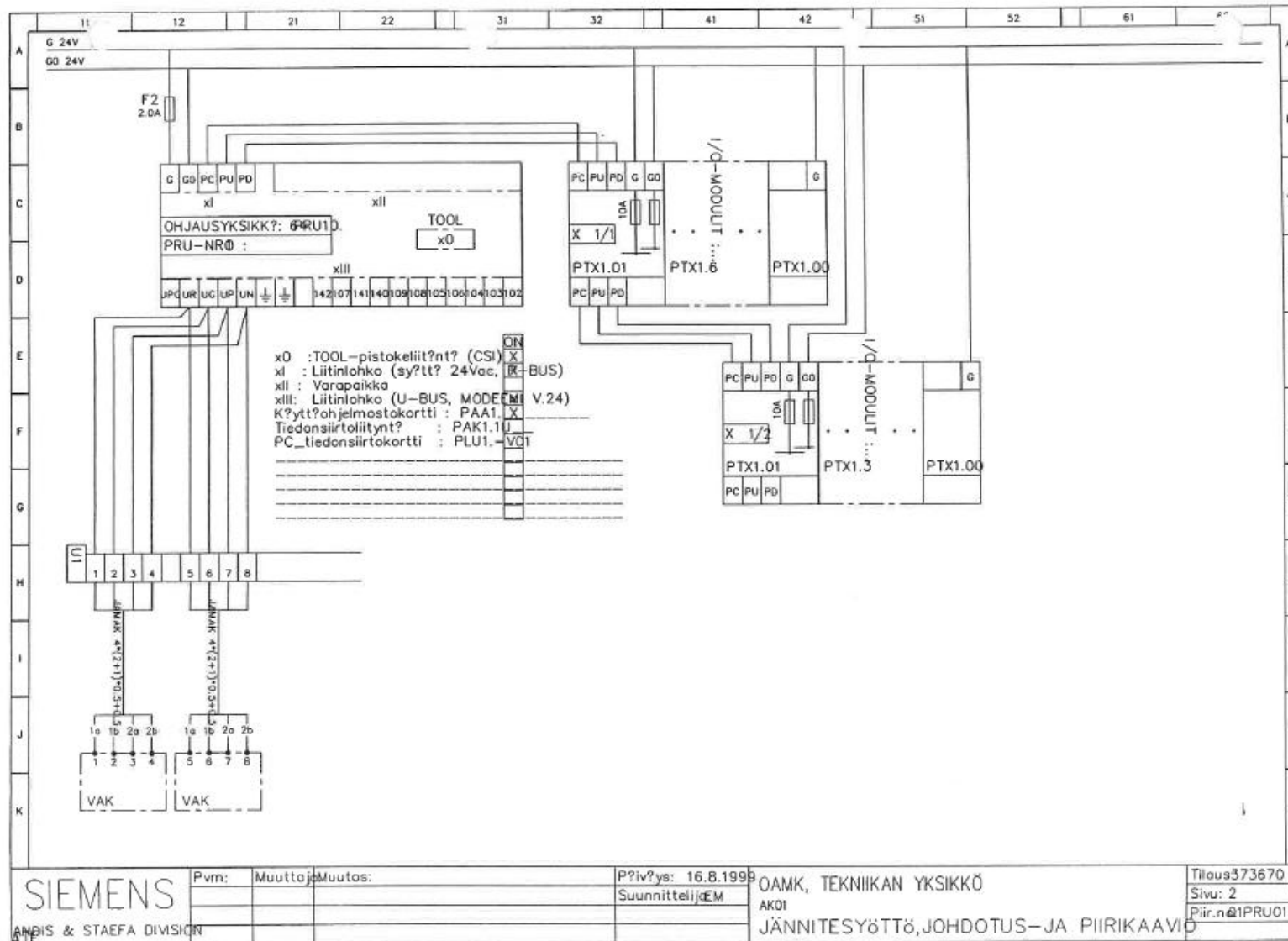
INSINÖÖRITOIMISTO YLITALO OY

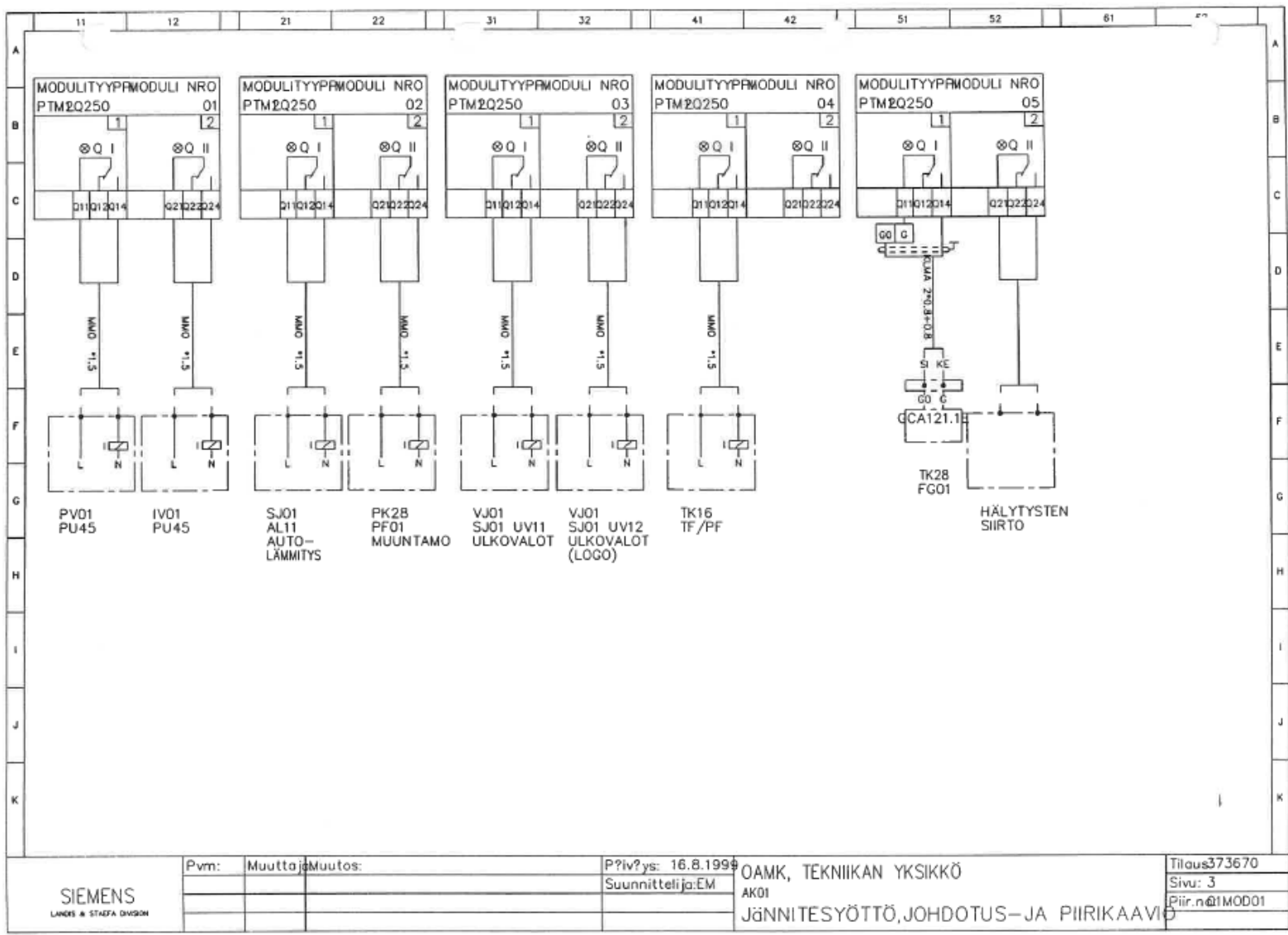


 LANDIS & STAFA DIVISION	Pvm:	Muutos:	Päiväys: 16.8.1999	OAMK, TEKNIKAN YKSIKKÖ AK01 ALAKESKUKSEN LAITESIJOITTELUPIIRUSTUS	Tilaus: 373670
	Muuttaja:	Muutos:	Suunnittelija: EM		Sivu: 0
					Piir.no: 01LAY01



SIEMENS ANDIS & STAEFA DIVISION	Pvm:	Muutos:	Päiväys: 16.8.1999	OAMK, TEKNIKAN YKSIKÖ AK01 JÄNNITESYÖTTÖ, JOHDOTUS- JA PIIRIKAAVIO	Tilaus: 373670
			Suunnittelija:		Sivu: 1





SIEMENS
LANS & STÄFA DIVISION

Pvm:	Muuttaja:	Muutos:	Päiväys: 16.8.1994
			Suunnittelija: EM


OAMK, TEKNIKAN YKSIKKÖ
AK01
JÄNNITESYÖTTÖ, JOHDOTUS- JA PIIRIKAAVIO

Tilaus: 373670
Sivu: 3
Piir.nro: 1MOD01

RAKENNUS: ALAKESKUS: AK01 SIJAINTI: LJIH 012,D-SIIPi, KELLARI			LIITY: EDOOT, PERUSTIEDOT										JELMOINTITIEDOT							MUUT TIEDOT		NIMI	PÄIVÄYS					
			BIN.LÄHDÖT			BIN.TULOT				ANALOS.TULOT			KÄYTTÖOHJELMAT				RYHMÄKESKUS MUU LIIT.PISTE	HUOMAUTUKSET										
SAÄTO-, VALVONTA- JA OHJAUSKOhteET	PISTE- TUNNUS	VANHA TUNNUS	KAY/SEIS (HIDAS)	KAY/SEIS (NOPEA)	AUKI/KIRIINI	KAYNTTILA (HIDAS)	KAYNTTILA (NOPEA)	HALYTYKS/ALUKKA	PULSSITULO	SURT. OHJAUS AD	LAMPÖTILA	KOSTEUS	PAINE/PAINE-ERO	VIRTAUS	KAYTTOPROG. HÄL.	KAYTTOTUNTILASK.			A KÄCHELPIÄ	JÄMSÖTTÄNEEN KAYTTO	TAPANTUMOHJELMA	PORRASTETTU KAYNN.	TIETOEN MUOKKAUS	RAPORTTI	SAIKOTEDIN RAJOITUS			
1	KAUKOLÄMPÖVERKOSTO	KL01																										
2	LÄMPÖENERGIA	LM01																										
3	VESIMÄÄRÄ	VM01						X																				
4	MENOVEDEN LÄMPÖTILA	TE44									X																	
5	PALJUVEDEN LÄMPÖTILA	TE49									X																	
6																												
7	PATTERIVERKOSTO	PV01																										
8	PUMPPU	PU45	X				2											35,37							RK009			
9	MOOTTORIVENTTIILI	TV45								X																		
10	MENOVEDEN LÄMPÖTILA	TE40									X																	
11	VERKOSTON PAINE	PE45										X																
12	ULKOKILMAN LÄMPÖTILA	UT01TE00									X																	
13																												
14	LÄMMINKÄYTTÖVESIVERK.	LV01																										
15	PUMPPU	PU45					3																		RK009			
16	MOOTTORIVENTTIILI	TV45								X																		
17	KÄYTTÖVEDEN LÄMPÖTILA	TE40									X																	
18																												
19	ILMASTOINTIVERKOSTO	IV01																										
20	PUMPPU	PU45	X				2											39							RK009			
21	MOOTTORIVENTTIILI	TV45								X																		
22	MOOTTORIVENTTIILI	TV45								X																		
23	MENOVEDEN LÄMPÖTILA	TE40									X																	
24	VERKOSTON PAINE	PE45										X																
YHTEENSÄ KPL			2				3	2		4	6	2																
LISASELVITYKSIÄ:																												
			Täydellinen säätölaitetunnus saadaan lisäämällä kuvassa esitelyn loppuun ennen rakennustunnus.																									
PROVAL Proval Oy Insinööritoimisto Sunniuskankatu 33 B 33100 Tampere Puh. 931-272 2788, Fax 931-272 2748			SUUNN. RMA PVM: 26.02.99		PÄIV. JPA		OAMK TEKNIIKAN YKSIKKÖ KOTKANTIE 1 90250 DULU						SAÄTO-, VALVONTA- JA OHJAUS- PISTELUETTELO ALAKESKUS AK01						SUUNNITTELUK. TIED. JA PÄIVÄYSKÄSIÄ N:o RAU2724 0100						MÄÄRÄ 1		TILAAJAN N:o 3	
			TUNN. LUKUM. PIILUTOS																									

RAKENNUS: ALAKESKUS: AK01 SIJAINTI: L JH 012,0-SIIP1, KELLARI			LIITY: EDOT, PERUSTIEDOT											JELMONTITIEDOT						MUUT TIEDOT		NPL	PÄIVÄYS	
			BINLÄHDÖT			BIN.TULOT				ANALOG.TULOT				KÄYTTÖOHJELMAT						RYHMÄKESKUS MUU LIIT.PISTE	HUOMAUTUKSET			
			KÄY/SEIS IHIDAS1	KÄY/SEIS INDEPA1	AUKU/KIINI	KÄYNTILA IHIDAS1	KÄYNTILA INDEPA1	HÄLYTYS/LUKKA	PULSSITULO	SURT. OHJAUS AD	LÄMPÖTILA	KOSTEUS	PAINE/PAINE-ERO	VRTAUS	KÄYTTÖOPPOS. HIL.	KÄYTTÖTUNTIKASK.	AKAHOELMA	JAKSOTTANEN KÄYTTÖ	TAPATURVAOHJELMA					PORRASTETTU KÄYNN.
SAÄTÖ-, VALVONTA- JA OHJAUSKOhteet	PISTE- TUNNUS	VANHA TUNNUS																						
1	TULOILMAKOJE	TK16TF01/PH01	X											X										
2	AJASTIN	KS20			X																			01085
3																								
4	KYLMÄVESIMÄÄRÄ	KV01VM01					X									38		7						
5																								
6	RASVANEROTUSKAIVO	JV01RK01					3																	
7	ÖLJYNEROTUSKAIVO	JV01OK03					3																	
8	JÄTEVESIPUMPPU	JV01PU02					3																	
9																								
10	PAINELMAKOMPRESSORI	PI01UK01					3																	
11	POISTILMAPUHALLIN	PK30PF01					3																	
12																								
13	TURVAVALAISTUSKESKUS	TJ01VH01					3																	
14	LOISTEHON KOMPENSOINTI	SJ01CA01					3																	
15	HISSHÄLYTYS	HI01HH01					1																	
16	MUUNTAJA T1, YLLÄMPÖHAL.	SJ01TA01					2																	
17	MUUNTAJA T2, YLLÄMPÖHAL.	SJ01TA02					2																	
18	SÄHKÖMÄÄRÄMITTAUS	SJ01SM01						X																MITTAUSKESKUS
19	LOISTEHOMITTAUS	SJ01SM02						X																MITTAUSKESKUS
20	ULKOVAILO	VJ01UV11	X			X							X											SPK
21	ULKOVAILO (LDSO)	VJ01UV12	X			X							X											SPK
22	VALDISUUSANTURI	VJ01VE00								X														
23	AUTOLÄMMITYSPISTORASIA	SJ01AL11	X			X							X											SPK
24	PALOPELTIEN YHT.HÄLYTYS	TK05YH01					3																	HÄL.KESKUS KELLARI
YHTEENSÄ KPL			4			4	12	3					1											
LISÄSELVITYKSIÄ:																								
PROVAL Proval Oy Insinööritoimisto Sumeliusenkäly 10 B, 33100 Tampere Puh. 931-272 2788, Fax 931-272 2748 0100.0FM			OAMK TEKNIIKAN YKSIKKÖ KOTKANTIE 1 90250 OULU	SAÄTÖ-, VALVONTA- JA OHJAUS- PISTELUETTELO ALAKESKUS AK01	RAU2724 0100 LSN1 2 LSN2 3	Täydellinen säätötaitelunus soodaan lisämällä kuvassa esitelyn lunnuksen eteen rakennustunnus.																		

TUNN. LUKUPE. MUUTOS

RAKELUOKAUS:			LIITY: EOOD, PERUSTIEDOT										EELMONTITIEDOT							MUUT TIEDOT						
			BIN.LÄHDÖT			BIN.TULOT				ANALOG.TULOT			KÄYTTÖOHJELMAT							RYHMÄKESKUS MUU LIIT.PISTE	HUOMAUTUKSET					
SAÄTO-, VALVONTA- JA OHJAUSKOHTEET	PISTE- TUNNUS	VANHA TUNNUS	KÄY/SEIS HIIDASI	KÄY/SEIS INDEPAI	AUKI/KINNI	KÄYNTITILA HIIDASI	KÄYNTITILA INDEPAI	HALYTYYS/LIIDOKKA	PULSSITULO	SÄÄT. OHJAUS AO	LÄMPÖTILA	KOSTEUS	PANE/PANE-ERO	VRTAUS	KÄYTTÖOPPOS. HIL.	KÄYTTÖTUNTLASK.	AKADUELEMA	JAKSOTTAINEN KÄYTTÖ	TAPANTUNNUS			PORRASTETTU KÄYNN.	TIETOJEN MUKKAUS	RAPORTTI	SÄÄTÖOHJELMAN RAJOTUS	PISTEEN SIJAINTI
1	POSTILMAPUHALLIN	PK28PF01	X			X									X											
2	RAITISILMAPELTI	PK28FG01		X																						
3	SISÄILMAN LÄMPÖTILA	PK28TE28								X																
4																										
5																										
6																										
7																										
8																										
9																										
10																										
11																										
12																										
13																										
14																										
15																										
16																										
17																										
18																										
19																										
20																										
21																										
22																										
23																										
24																										
YHTEENSÄ KPL			1	1		1				1																
LISASELVITYKSIÄ:																										
 Proval Oy Insinööri-toimisto Suveluksentoulu 8 B 33100 Tampere Puh. 931-272 2788, Fax 931-272 2748			SUKUP. RMA PÄIV. JPA 26.02.99 000.000	OAMK TEKNIKAN YKSIKKÖ KOTKANTIE 1 90250 OULU	SÄÄTO-, VALVONTA- JA OHJAUS- PISTELUETTELO ALAKESKUS AK01	SEURANTAVIIVAKA, POKI JA PISTELUUNNUS NO RAU2724 0100 LEHTI 3 LEHDIT 3 TEKIJÄN NIMI	TUNN. LUKUM. MUUTOS																			

Täydellinen säätöohjelmatunnus saadaan lisäämällä kuvassa esitellyn tunnuksen eteen rakennustunnus.

POSITIO	LAITE	LAITTEEN TYYPPI	TEKNISET ARVOT	VANHA LAITE	HANKKII	LISÄTIEDOT
TV45	MOOTTORIVENTTILI	<i>VVG 44,15-2,5</i>	2-TIEVENTTILI VRTAAMA 0,45 l/s PAINE-ERO 30 kPa KVS 3		AU	RUNGON ASENTAA PU
TV50	MOOTTORIVENTTILI		3-TIEVENTTILI VRTAAMA 0,75 l/s PAINE-ERO 35 kPa KVS 4,6		AU	RUNGON ASENTAA PU
F601	MOOTTORIFELTI		24 V, JOUSIPALAUTUS		AU	
F630	MOOTTORIFELTI		24 V, JOUSIPALAUTUS		AU	
TE10	LAMPOTILA-ANTURI		KANAVAAN		AU	
TE02	LAMPOTILA-ANTURI		KANAVAAN, KESKIARVO VÄH. 2 M		AU	
TE20	LAMPOTILA-ANTURI		HUDNE		AU	
TE21	LAMPOTILA-ANTURI		HUDNE		AU	
TE30	LAMPOTILA-ANTURI		KANAVAAN		AU	
TE45	LAMPOTILA-ANTURI		PUTKEEN		AU	ASENTAA PU
TE50	LAMPOTILA-ANTURI		PUTKEEN		AU	ASENTAA PU
PE10	PAINANTURI		KANAVAAN, ALUE 0...500 Pa		AU	
PE30	PAINANTURI		KANAVAAN, ALUE 0...500 Pa		AU	
PE50	PAINANTURI		PUTKEEN		AU	ASENTAA PU
P001,02	SUODATINVAHTI		KALVO-OHJATTU MIKROKYTKIN ALUE 40...500Pa		AU	
P030	SUODATINVAHTI		KALVO-OHJATTU MIKROKYTKIN ALUE 40...500Pa		AU	
PI01,-02,-30	PAINE-EROMITTARIT, 2 KPL	ESIM. MINHELC	KALVOTOMINEN, ALUE 0...500Pa		AU	
PI0,-31	PAINE-EROMITTARIT, 2 KPL	ESIM. MINHELC	KALVOTOMINEN, ALUE 0...500Pa		AU	
TI	LÄMPÖMITTARIT, 5 KPL		ALUE -30*...+60* (ULKOILMA) ALUE 0*...+60* (TULO/POISTOILMA)		AU	
SC01	TAAJUUSMUUTTAJA		KTS. TYÖTAPASELOSTUS		AU	
SC02	TAAJUUSMUUTTAJA		KTS. TYÖTAPASELOSTUS		AU	
KS20	AJASTIN-MERKKILAMPPU		0...4h		AU	

Täydellinen säätölaitelunus saadaan lisäämällä kuvassa esitetyt tunnukseen kojelunus TK03

PROVAL Insinööritoimisto Proval Oy Sumenaukenkatu 18 B 33100 Tampere Puh. (03) 2722700, Fax (03) 2722740	Sivot	RY1A	PÄIV.	JPA	DAMK TEKNIIKAN YKSIKKÖ KOTKANTIE 1 90250 OULU	SÄÄTÖKAAVIO AUDITORIO TULOILMAKOJE TK03	SUORITTEEN NIMI JA PÄIVÄKOKO RAU2724 2040	PÄIVÄ 1	LUOKKA 3	PÄIVÄN NRO 1
	PVM 26.02.99 EKP-TALLINEN 2018 DM									

NIMI PAIKAN

TUUN LUKUMI MUIKOS

KÄYTTÖ

Kojeiston käyntiä ohjataan tapaohjelmilla 1, 2, 4, 17 ja 39 sekä aikaohjelmalla. Aikaohjelmalla ohjataan kojeisto aktiivikäyttöaikana käyntiin asetellulla kanavapaineella (IU määrittää). Ulkolämpötilan ollessa alle asetusarvon (-17°C) voi kojeisto käydä 1/2-lehdellä IU määrittää laajuuden/kierrosluvun vastaavuuksella.

Ajastimella KS20 saadaan kojeisto käyntiin määräksi 0 - 4h).

LUKITUKSET

Tuloilmakoje ei voi käydä, mikäli kiertovesipumppu PU48 ei käy.

Poistoilmahuollin PF01 käy rinnan tuloilmahuollimen TF01 kanssa.

SÄÄDÖN TOIMINTA

1. Kojeeisto käynnissä

- Tulo- ja poistoilman paine pidetään asetusarvossaan säätämällä laajuusmuuttajia SC01 ja SC02.
- Tuloilman lämpötila TE10 pidetään asetusarvossaan. Asetusarvo riippuu sisälämpötilasta kuvan 1 esittämällä tavalla. Lämpöä tarvittaessa säädetään ohjauksessa LTO:n pumppua PU50 ja venttiiliä TV50 sekä venttiiliä TV45 kuvan 2 esittämällä tavalla.

2. Kojeeisto on seis

- Jäätymisvaaran ehkäisemiseksi pattereiden lämpötila pidetään halutussa arvossa.

3. Jäätymisvaara tai palovaara

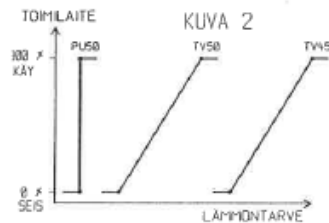
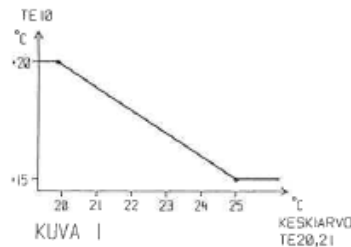
- Sääto kuten kohdassa koje seis.

4. Yliilmän yötuleetus

- Yötuleutukseen käytetään sisäilman keskiarvoa.

TUNNUS	KOHDE	SÄÄTÖLUOTO	ASETUSARVO	HUOMI
TE10	TULOILMAN LÄMPÖTILA	PI	KUVA1	
TE20,21	SISÄILMAN LÄMPÖTILA	P	KUVA1	
TE45	JÄÄTYMISVAARA	ON-OFF	+ 8 °C	
TE45	PATTERIVESI/ KOJE SEIS	P	+ 20 °C	
TE10	PALOVAARA	ON-OFF	+ 45 °C	
PO01,02,30	SUODATINVAHDIT	ON-OFF	Pa	IU ilmoittaa holt.ron
TE50	HUURTEEN ESTO	P	°C	
TE00	TF01/PF01 1/1 -> 1/2	ON-OFF	-17°C	
PE10	TULOILMAN PAIN	PI	Pa	IU ilmoittaa
PE30	POISTOILMAN PAIN	PI	Pa	IU ilmoittaa

KÄYTTÖ- TILANNE	LAITE	(TF01) SC01	(PF01) SC02	PU48	TV45	FG30 FG01	PU50	TV50					
Kojeeisto käynnissä		säätilä	säätilä	käy	säätilä	auki	ohjeus	säätilä					
Kojeeisto seis		seis	seis	käy	TE45	kiinni	seis	kiinni					
Jäätymisvaara		seis	seis	käy	TE45	kiinni	seis	kiinni					
Palovaara		seis	seis	käy	TE45	kiinni	seis	kiinni					
Pumppu PU48 pysähtyksissä		seis	seis	seis	TE45	kiinni	seis	kiinni					
Yliilmän yötuleutus		1/1	1/1	käy	kiinni	auki	seis	kiinni					



Täydellinen säätötilatunnus saadaan lisäämällä kuvassa esitelyä lunnukseen kojelutunus TK03.

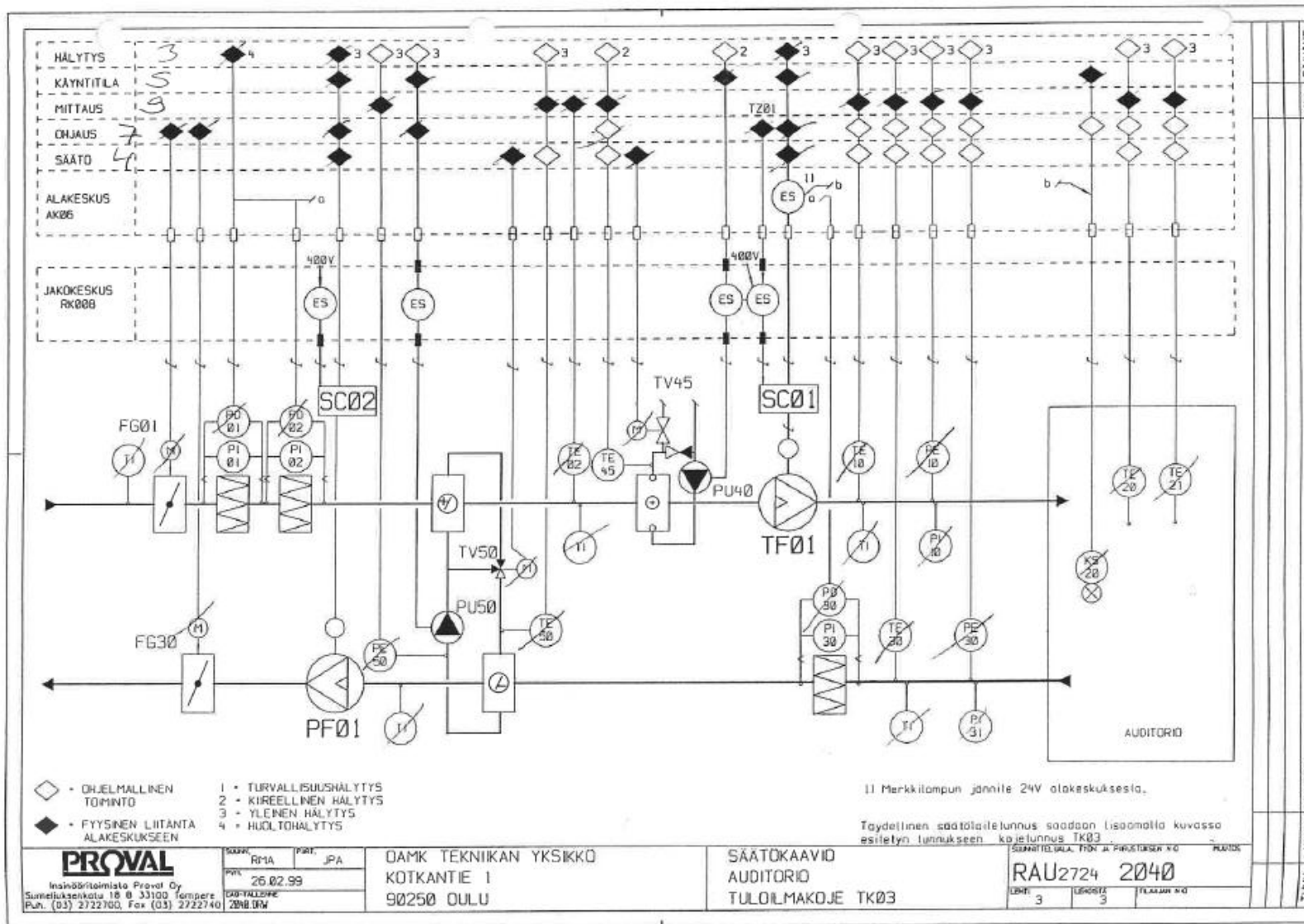
PROVAL
 Insinööritoimisto Proval Oy
 Sumeliuskatu 18 B 33100 Tampere
 Puh. (03) 2722700, Fax (03) 2722740

SOVIK RMA PIRT. JPA
 PRL 26.02.99
 OAMK TEKNIKAN YKSIKKO
 KOTKANTIE 1
 90250 OULU

SÄÄTÖKAAVIO
 AUDITORIO
 TULOILMAKOJE TK03

RAU2724 2040
 KÄYTTÖ 2
 LOPPUS 3
 TILAAJAN NIMI

NPL PAAVAY
 TUNN. LUKUPL. MUUTOS



NIMI: PAIVÄY: TUNN. LUKUM. PIKUTOS

4617

OAMK
KOTKANTIE 1
AUTOMAATIOSENEERAUS

TYÖSELITYS



LVI-selostus**Sisällysluettelo:**

B RAKENNUSHANKKEEN YLEISTIEDOT

B1 Rakennushanke

B2 Kohde

B3 Rakennuttaja

B4 Käyttäjän edustajat

B5 Suunnittelijat, asiantuntijat

G LVI-JÄRJESTELMÄT

G0 LVI-järjestelmien yhteiset laatuvaatimukset

G08 Laadunvarmistus ja käyttöönotto

G08.00 Laadunvarmistuksen ja käyttöönoton yleiset vaatimukset

G08.13 Rakennusaikainen käyttö

G08.20 Laite- ja asennustapataarkastukset

G08.21 Toimintatarkastukset

G08.22 Toimintakokeet

G08.23 Säädot ja mittaukset

G08.24 Rakennusautomaatiotoimintojen parametrien asettelu ja laitteiden viritys

G08.31 Luovutus- ja käyttöasiakirjat

G08.32 Vastaanottotarkastus

G08.40 Käyttöönotto

G08.41 Kiinteistökohtainen käyttö- ja huolto-ohje sekä huoltokirja

G08.43 Käytön opastus

J7 Automaatiojärjestelmät

J71 Rakennusautomaatio

J7100 Rakennusautomaation yleiset vaatimukset

J7100.08 Laadunvarmistuksen ja käyttöönoton yleiset vaatimukset

J7100.08.20 Laite- ja asennustapataarkastukset

J7100.08.22 Toimintakokeet

J7100.08.23 Säädot ja mittaukset

J7100.08.30 Viranomaistarkastukset

J7100.08.32 Vastaanottotarkastus

J7100.08.40 Käyttöönotto

J7100.08.41 Kiinteistökohtaiset käyttö- ja huolto-ohjeet

J7100.08.43 Käytön opastus

J7100.10 Perusvaatimukset

J7100.08.51 Takuuhuolto

J7111 Rakennusautomaation suunnittelutavoitteet

J7112 Urakka-asiakirjat

J712 Käyttöliittymät

J7121 Järjestelmän käyttö

J7122 Grafiikkakuvien määrittely

J7123 Järjestelmän liittyminen muihin tietoverkkoihin

J713 Sääto- ja automaatiotoiminnot

J7130 Sääto- ja automaatiotoimintojen yleiset vaatimukset

J7131 Säätojärjestelmät

J7131.10 Säätojärjestelmän perusvaatimukset

J7132 Ohjausjärjestelmät

J7132.10 Ohjausjärjestelmän perusvaatimukset

J7133 Hälytys- ja ilmoitusjärjestelmät

J714 Tietoliikenne

J7141 Järjestelmän sisäinen tiedonsiirto

J7142 Tiedonsiirto järjestelmästä ulospäin

J715 Kenttäliittymät

J7151 Säätoventtiilit

J7152 Toimilaitteet

J7153 Jäätymissuojaus
J7154 Mittauslaitteet
J7155 Erillisjärjestelmien liittäminen automaatiojärjestelmään
J716 Materiaalit ja mekaaniset vaatimukset
J7161 Laitteiden mekaaninen suojaus
J7162 Kotelointi
J7163 Räjähdyssuojaus
J7164 Paineluokka
J717 Kaapelointi ja apuenergia
J7171 Kaapelointi
J7172 Laite- ja kaapelimerkinnot
J7173 Apuenergia

B RAKENNUSHANKKEEN YLEISTIEDOT

Peruskorjaus koskee rakennuksen 1999 ja 2003 rakennettuja automaatiojärjestelmiä.

B1 Rakennushanke

Hanke käsittää rakennuksen automaatiojärjestelmän peruskorjauksen.

Uuden valvontajärjestelmän rakentamisen
Alakeskusten korvaamisen nykyaikaisella tekniikalla.
Rakennuksen valvonnan liittämisen WEB-käyttöön
Järjestelmän hälytysten edelleensiirotjärjestelmän muutokset.

B2 Kohde

Peruskorjattava kiinteistö sijaitsee Oulussa osoitteessa Kotkantie 1. rakennuksessa toimii tekniikan ja kulttuurin yksikkö.

B3 Rakennuttaja

Rakennuttaja/tilaaja OSEKK Kiinteistöpalvelut
Nimi Arto Keränen
Osoite

Rakennuttaja antaa kaikki tarvittavat tiedot urakoitsijalle ja rakennuttajan antamat vaatimukset ovat sopimusosapuolia sitovia.

B4 Käyttäjän edustajat

Ks. rakennuttaja/tilaaja.

B5 Suunnittelijat, asiantuntijat

RAU-suunnittelu

Toimisto Insinööritoimisto Ylitalo Oy
Osoite Kiilakiventie 1 90250 OULU

Yhdyshenkilö Petri Vuorre
Puhelin 044057964
Faksi
Sähköposti petri.vuorre@ytalo.fi

G LVI-JÄRJESTELMÄT

Laatuvaatimukset

Kohteessa on seuraavat LVI-tekniset järjestelmät

Lämmitysjärjestelmä

- ...kaupungin kaukolämpöverkoston liitettävä vesikiertoinen lämmitys.

Vesi- ja viemärijärjestelmä

- kunnalliseen vesi- ja viemäriverkoston liitettävät vesi- ja viemärlaitteet

Ilmastointijärjestelmä

- koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä lämmöntalteenotolla ja ilmansuodatuksella sekä tuloilman lämmityksellä ja jäähdytyksellä osassa tiloja
- vaaditun sisäilmastoluokan mukainen huonekohtainen lisjäähdytystarve toteutetaan jäähdytyspalkkein ja puhallinkonvektorein.

G0 LVI-järjestelmien yhteiset laatuvaatimukset

Laatuvaatimukset

Tämän osan G0 LVI-järjestelmien yhteiset laatuvaatimukset koskevat kaikkia pääosan G LVI-järjestelmät muita osia ja tarvittaessa myös osia J7 Automaatiojärjestelmät.

Tähän LVI-selostukseen sisällytettyjen LVI-järjestelmien järjestelmä-, tuote- ja asennustekniset laatuvaatimukset on määritetty Talotekniikan rakentamisen yleisissä laatuvaatimuksissa TalotekniikkaRYL 2002:ssa.

LVI-selostuksen otsikot ovat yhtenevät TalotekniikkaRYL 2002:n otsikoihin. Kyseinen otsikointi puolestaan noudattaa TALO 90 -nimikkeistön pääotsikointia.

Nämä tähän LVI-selostukseen sisällytetyt otsikot tuovat mukanaan vastaavien TalotekniikkaRYL 2002:n kohtien vaatimukset materiaalien, laitteiden, tilavarausten, asennuksen, huollon yms. tämän hankkeen LVI-teknisten hankintojen ja -töiden osalta.

Lisäksi voimassa ovat kaikki kyseisen otsikkotason yläpuoliset TalotekniikkaRYL 2002:n kohdat (kohtakohtaiset perusvaatimukset sekä luku- ja osakohtaiset yleiset vaatimukset).

Poikkeamat em. vaatimuksista ja halutut tarkennukset on esitetty asianomaisen otsikon alla.

Urakoitsijaa velvoittavat tekniset asiakirjat on lueteltu asiakirjaluettelossa.

Muut urakoitsijan veloitteet ja keskinäiset vastuut esitetään hankkeen kaupallisissa asiakirjoissa: urakkaohjelmassa, urakkarajaliitteessä ja urakkasopimuksessa sekä Rakennusurakan yleisissä sopimusehdoissa YSE 1998 (LVI 03-10277, RT 16-10660).

G08 Laadunvarmistus ja käyttöönotto

G08.00 Laadunvarmistuksen ja käyttöönoton yleiset vaatimukset

Laatuvaatimukset

Työmaan laatusuunnitelmassa pitää näkyä laadunvarmistuksen toimenpiteet rakentamisen aikana ja käyttöönotossa. Katselmusten tulokset pitää kirjata sovitulla tavalla.

G08.13 Rakennusaikainen käyttö**Laatuvaatimukset**

Kohde on jatkuvassa käytössä ja se tulee huomioida työtä suunniteltaessa.

Alakeskusten vaihto suoritetaan alakeskus kerrallaan, siten että:

- Kiinteistöhuollolle annetaan riittävä opastus toimenpiteen alaisista järjestelmistä ja niiden käyttämisestä alakeskuksen vaihdon aikana
- ulkolämpötilan sallimissa rajoissa laitteet jätetään käyntiin "käsiäjolla"

Rakennusaikaisessa käytössä ilmanvaihtokoneiden tms. sähkökytkentöjen on oltava vähintään ryhmäkeskuksilta lähtien lopullisia ja niiden rakennusautomaatiojärjestelmien ennakkoviritettyjä. Erityisesti varmistetaan varolaitteiden luotettava toiminta ja että järjestelmät on ennakkovirityksessä saatettu vakaiksi.

Rakennusaikaisessa käytössä olleiden LVI-järjestelmien osineen on luovutettaessa oltava asiakirjojen vaatimusten mukaisessa kunnossa.

G08.20 Laite- ja asennustapatarkastukset**Laatuvaatimukset**

Laite- ja asennustapatarkastuksia tehdään koko rakentamisvaiheen ajan toteutuksen etenemisen edellyttämässä järjestyksessä.

Laite- ja asennustapatarkastuksissa todennetaan, että

- LVI-tuotteet, materiaalit ja asennustavat ovat sopimusasiakirjojen mukaisia
- LVI-tuotteiden käyttö-, huolto- ja työturvallisuuskohdat ovat vaatimusten mukaisia
-

Rakennuttaja valvoo työn aikana, että rakennustarvikkeet, rakennusosat, laitteet, materiaalit, työmenetelmät yms. ovat suunnitelma-asiakirjojen ja ennakohyväksyntöjen mukaisia. Tarkastukset koskevat erityisesti peitettäviä rakenteita ja niissä olevia asennuksia kuten

- kaapeleiden seinämäläpiviennit.

G08.21 Toimintatarkastukset**Laatuvaatimukset**

Varmistaakseen työnsä laadun toteuttaja luovuttaa Automaatiojärjestelmät ja -laitteet ensin itselleen ns. itselle luovutuksessa eli toimintatarkastuksessa.

Toteuttajan tekemässä toimintatarkastuksessa käydään läpi yksityiskohdittain järjestelmällisesti LVI-järjestelmien ja -laitteiden toimintakokeissa tarkastettavat toiminnot. Toimintatarkastus tehdään yhdessä kyseisten järjestelmien toteuttamiseen osallistuneiden muiden toteuttajien kanssa.