

Jouni Laukkanen

Myyrmäen kiinteistöautomaation nykytilan selvitys ja modernisointi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Automaatiotekniikan koulutusohjelma

Insinööriytyö

13.3.2013

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Jouni Laukkanen Myyrmäen kiinteistöautomaation nykytilan selvitys ja modernisointi 55 sivua + 10 liitettä 13.3.2013
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Automaatiotekniikka
Ohjaaja(t)	Lehtori Antti Liljaniemi Projektin johtaja Asko Kippo Projektipäällikkö Veikko Koivumaa
<p>Insinöörityö tehtiin osana Smart Campus -hanketta, ja tavoitteena oli selvittää Metropolia Ammattikorkeakoulun, Myyrmäen yksikön kiinteistöautomaation nykytila ja sen modernisointimahdollisuudet. Tulevan infopaneelin liitettävyyden selvitys oli myös osana työn toteutusta. Kehitysehdotusten avulla pitäisi saada parannettua kiinteistöjen energiatehokkuutta ja yleistä viihtyvyyttä.</p> <p>Työn ensimmäinen vaihe oli kartoittaa nykyisen järjestelmän sisältö ja toiminta, minkä aikana tutustuttiin ala-asemiin, lämmönjakohuoneisiin ja kiinteistöautomaation valvomoon. Toinen vaihe työssä oli järjestelmän modernisointisuunnitelmien laadinta ja niille alustavat kustannusarviot.</p> <p>Lopputuloksiksi työstä saatiin selvitys nykyisestä järjestelmästä, modernisointisuunnitelma ja kehitysehdotuksia. Suunnitelmien pohjalta valittiin pilotointikohteeksi Myyrmäen kampuksen B-osasta luokkatilat B243 ja B244, joihin toteutettiin Swegonin tarpeenmukainen ilmanvaihto WISE-järjestelmän avulla. Piloteille tehtiin kustannus- ja takaisinmaksuarviolaskelma, jossa lähtökohtana pidettiin n. 15 % sähköenergian säästötavoitetta. Myöhemmin pilotoinneista saatavien tulosten pohjalta, kiinteistöhallinto voi tulevaisuudessa lähteä suunnittelemaan laajempaa kampuksen modernisointia.</p>	
Avainsanat	kiinteistöautomaatio, Smart Campus, energiatehokkuus, modernisointi

Author(s) Title	Jouni Laukkanen Myyrmäki building automation present state evaluation and modernization
Number of Pages Date	55 pages + 10 appendices 13 Mar 2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automation technology
Instructor(s)	Antti Liljaniemi, Principal Lecturer Asko Kippo, Project Director Veikko Koivumaa, Project Manager
<p>This thesis was made as part of the Smart Campus project and the aim was to find out about the current state and modernization opportunities of building automation at the Myyrmäki Campus of Helsinki Metropolia University of Applied Sciences. Future connectivity of info panel was also part of the work. Development proposals should help to improve the energy efficiency and overall comfort of buildings.</p> <p>The first phase of the thesis project was to identify the current system and its operations; the sub-stations, heat distribution rooms and building automation control room were explored. The second phase of the project was to modernize the system and draw up plans for preliminary cost estimates.</p> <p>The thesis project resulted in a report on the current system, a modernization plans and development proposals. On the basis of the classrooms B243 and B244 in Building B of the Myyrmäki Campus were selected as pilot sites where Swegon's WISE system was implemented to control the ventilation according to the use rate of the classrooms. Cost and repayment estimate calculations based on about 15 % electrical energy savings target. On the basis of the results from the pilot phase, the real estate management can start planning a wider modernization of the Campus in the future.</p>	
Keywords	building automation, Smart Campus, energy efficiency, modernization

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Kiinteistöautomaatio	2
2.1	Valvomo	3
2.2	Ala-asetat	4
2.3	Tiedonsiirto	5
2.4	Muut järjestelmät	6
2.5	Kiinteistön perusjärjestelmät	6
3	Kiinteistöautomaation nykytila	8
3.1	Valvomo	8
3.2	Ala-asetat	12
4	I/O-listaus ja toiminnot	20
4.1	Mittaukset	20
4.2	Ohjaukset	21
4.3	Säädöt	22
4.4	Indikoinnit	22
4.5	Hälytykset	22
4.6	Aikaohjelmat	22
4.7	Muita toimintoja	23
4.8	Muut järjestelmät	26
5	Nykyaikainen kiinteistöautomaatiojärjestelmä	30
5.1	BACNet	31
5.2	Mittaukset ja ohjaukset	33
5.3	Liitännät	35
6	Modernisointiehdotukset	36
6.1	Tarpeenmukainen ilmanvaihto ja lisäsovellukset	37
6.2	Ala-asetat ja uudet mittaukset	38
6.3	Kiinteistön ylläpito	40
6.3.1	Seuranta ja ylläpitojärjestelmät	41
6.3.2	Valvomon modernisointi	41
6.4	Langaton anturiverkko	42

6.5	Pilotointi	44
6.5.1	Pilottikohteet	45
6.5.2	Tehtävät muutokset ja tarpeet	46
6.6	Kustannus- ja takaisinmaksulaskelmat	48
7	Yhteenveto	51
	Lähteet	54
	Liitteet	
	Liite 1. Kotelointikuva ala-asema 21	
	Liite 2. I/O-listaus ala-asema 21	
	Liite 3. Ala-asemien yhteenveto	
	Liite 4. Hierarkiakaavio järjestelmästä	
	Liite 5. Modernisointikaavio ala-asema 21	
	Liite 6. Energiatodistus Granlund	
	Liite 7. Modernisoinnin kustannus- ja takaisinmaksuarvio	

LYHENTEET

AI/AO	Analog Input/Output Analoginen tulo/lähtö
CPU	Central Processing Unit Keskusyksikkö
DALI	Digital Addressable Lighting Interface (Avoin valaistuksenohjausstandardi)
DDC	Direct Digital Control System Suora numeerinen säätöjärjestelmä
DI/DO	Digital Input/Output Digitaalinen tulo/lähtö
DSI	Digital Signal Interface (Suljettu valaistuksenohjausstandardi)
EC -moottori	Electronically commutated motor Elektronisesti kommutoitu moottori
GSM	Global System for Mobile Communications, Matkapuhelinjärjestelmä
I/O	Input/Output (Järjestelmän tulo- tai lähtöliitäntä, johon laitteet kytketään)
IMP-kortti	Impulse board (Impulssimittauskortti, jota käytetään lähinnä kulutustietoja esim. sähkön-, veden- ja lämmönkulutuksesta)
IP	Internet Protocol (TCP/IP-mallin Internet-kerroksen protokolla)
L & T	Lassila & Tikanoja Oy (kiinteistöhuolto-yhtiö)
LON	Local Operating Network (kenttäväyläteknologia)
RS232	Recommended Standard 232 (tietotekniikassa käytetty tietoliikenneportti tiedonsiirtoon)
RK	Ryhmäkeskus (keskuksessa sijaitsee kiinteistönsien sähkönsyötöt, sähköpääkeskuksen ala-asema)
SMS	Short Messaging Service (tekstiviestipalvelu)
VAK	Valvonta-alakeskus (ala-asema), kiinteistöautomaation kytkentä ja ohjauskeskus
VDC	Volts of Direct Current Tasajännitevoltteina
VNC	Virtual Network Computing Etätyöpöytäyhteys

1 Johdanto

Tämän insinööriyön tarkoituksena oli selvittää Metropolia Ammattikorkeakoulun Myyrmäen yksikön kiinteistöautomaation nykytila ja siihen kytkettyjen laitteistojen ja järjestelmien nykyinen toiminta. Selvityksen pohjalta suunniteltiin modernisointiehdotukset, joiden avulla nykyistä kiinteistöautomaatiojärjestelmää voitaisiin päivittää lähemmäksi nykypäivän kiinteistöautomaatiojärjestelmän toimintaa ja vaatimuksia.

Projekti toteutettiin yhteistyössä kiinteistöautomaatiojärjestelmän ylläpidosta vastaavan Schneider Electricin ja kiinteistöhuollosta vastaavan Lassila & Tikanojan kanssa. Heiltä saadut tiedot ja palautteet nykyisen kiinteistöautomaatiojärjestelmän toimivuudesta auttoivat saamaan käsityksen järjestelmän nykytilasta. Projektin yhteydessä toteutetulle pilotoinnille asetettiin tavoitteeksi n. 15 %:n energiansäästö pilottikohteissa ja kiinteistön energialuokituksen parantaminen. Samalla tuli tehostaa kiinteistön toimintaa pilotointien avulla ja raportoida ongelmakohtia, jotta tulevaisuudessa niihin voitaisiin kiinnittää modernisoinnin yhteydessä huomiota.

Projekti, jonka osana insinööriyö tehtiin, on osa EU:n CIP-puiteohjelman (Competitiveness and Innovation Framework Programme) hanketta, joka on nimeltään Smart Campus – Building User Learning Interaction for Energy Efficiency. Smart Campus -projektin tavoite on kehittää hyvinvointia ja energiatehokkuutta ammattikorkeakoulujen ja yliopistojen kampuksissa.

Hankkeessa tullaan kehittämään kaikkia kampusalueen toimintoja ja palveluja, joilla parannetaan energiatehokkuutta, oppimisympäristöjä, palvelutarjontaa sekä logistisia toimintoja (esimerkiksi ruoka-, opiskelu-, terveys- ja sosiaaliset palvelut). Niiden avulla mahdollistetaan opiskelijoiden ja koko henkilökunnan hyvinvointi, jaksaminen ja viihtyminen sekä energiatehokkaan ajattelun edellyttämä kulutustottumusten käyttäytymismuutos. [2]

2 Kiinteistöautomaatio

Kiinteistöautomaatiolla tarkoitetaan kiinteistön tai rakennuksen hallintaan käytettävää järjestelmää. Järjestelmä on hyödyllinen varsinkin silloin, kun itse kiinteistössä ei ole henkilöstöä paikalla. Sen alle pyritään saamaan kaikki kiinteistön toiminnan kannalta konkreettisimmat toiminnot (mm. lämmitys, ilmanvaihto sekä vesi- ja sähköjärjestelmät), joita voidaan ohjata ja hallita ns. automaattisesti. Lisäksi kiinteistöautomaatioon voidaan halutessa liittää mm. kulunvalvontaa, palohälytys- ja sammutusjärjestelmiä yms. Nykyään lähes joka kiinteistössä on jonkinlainen kiinteistönhallintajärjestelmä, mutta suuremmissa kiinteistöissä sitä ohjataan ja valvotaan kiinteistöautomaation avulla.

Kiinteistöautomaation tärkein tehtävä on säätää, ohjata ja valvoa kiinteistön toimintaa ja sen tilojen olosuhteita ja rakennuksen lvi- ja valaistusjärjestelmien toimintaa mm. silloin, kun kiinteistössä ei ole ketään paikalla. Näin varmistetaan, että kaikki toimii ja vikatilanteissa tieto saadaan välitettyä ajoissa tarvittaville henkilöille. Usein kiinteistöautomaatiojärjestelmän hälytykset ja vikatiedot on liitetty GSM-modeemiyhteyteen, jolloin huoltomies tai päivystäjä saa tiedon kiinteistössä mahdollisesti ilmenneistä vioista/vaaroista. Kiinteistöautomaatioon kuuluu vesi, viemäri, jäähdytys, ilmastointi, sähköjakelu, sprinkleri, palohälytys, kulunvalvonta, murtohälytys, hissit, rullaportaat ja aurinkosuojalaitteet. [3]

Kiinteistöautomaatiojärjestelmän toiminnalla on suuri vaikutus kiinteistön energiankulutukseen, joten sen avulla voidaan pienentää energiankulutusta ja samalla saavuttaa säästöä myös muilla osa-alueilla. Nykyään kiinteistöautomaatiojärjestelmät ovat ns. avoimia, eli ne ovat helposti laajennettavissa mm. kulunvalvonta-, murtosuojaus- ja palovaroitinjärjestelmillä. Niitä käytetään myös tietojen koontipisteenä, jolloin kaikki kiinteistön mittaustiedot, laitetiedot ja asiat löytyvät yhdestä paikasta.

Kiinteistöautomaatiojärjestelmä voi koostua yläasemasta ja ala-aseamista tai vain pelkästään ala-aseamista. Yläasema eli valvomo tai käyttöpääte on usein hierarkiassa ylin taso kiinteistöautomaatiossa. Se toimii järjestelmän ”johtoportaana”, ja sinne välitetään usein kaikki ohjauksien kannalta tarvittavat mittaustiedot. Lisäksi valvomon kautta tehdään nykyään myös usein ohjausmuutokset, jolloin ei tarvita erillistä tietokonetta ala-asemaan liittymiseksi, vaan muutokset voidaan tehdä suoraan valvomon päätteeltä. Tämä helpottaa kiinteistönylläpitoa.

Ala-asetat kommunikoivat valvomon kanssa välittäen mittaustietoa mittareilta ja kenttälaitteilta sekä ohjaustiedot toimilaitteille. Ala-asemissa itse tiedon välityksen hoitaa keskusyksikkö eli CPU-yksikkö, joka on eräänlainen tietokone. CPU-yksikköön on liitetty erilaisia kommunikointi ja tiedonkeruukortteja eli I/O-kortteja. Nämä I/O-kortit ovat yhteydessä itse toimilaitteisiin ja välittävät tiedon esim. mittauksista sekä vika- ja hälytystiedoista CPU-yksikön kautta valvomoon. Valvomossa tiedot käsitellään eteenpäin tarvittavalla tavalla esim. trendeiksi tai kaavioiksi.

2.1 Valvomo

Valvomo on kiinteistöautomaatiojärjestelmän pääyksikkö, jonka kautta voidaan hallita ja ohjata kiinteistön eri toimilaitteita sekä tehdä ohjelmallisia muutoksia. Tiedot vioista, sekä hälytyksistä järjestelmässä ja toimilaitteissa tulevat valvomoon, josta ne välitetään tarvittaessa eteenpäin esim. kiinteistön ylläpidosta vastaavalle henkilölle tai päivystäjälle. Valvomon kautta voidaan tehdä muutoksia ohjauksiin, ja tämä on yleisesti käytössä. Lisäksi ohjauksia on mahdollista muuttaa myös ala-aseman CPU-yksikön kautta, jolloin koneen tai laitteen käyntitila saadaan esim. hitaaksi tai nopeaksi. CPU-yksikön kautta on mahdollista lukita myös laitteisto toimimaan koko ajan tietyllä tavalla tai nopeudella. Yleisimmät toimintatavat ovat nopea tai hidas sekä automaatti tai manuaali.

Valvomon pääasiallinen tehtävä on kerätä tiedot järjestelmästä yhteen paikkaan, jotta niiden käsitteleminen olisi mahdollisimman helppoa. Kerättyjen tietojen pohjalta saadaan usein myös tehtyä mm. koontiraportteja, I/O-listauksia sekä kulutus- ja toimintaraportteja. Monesti myös itse valvomossa pidetään ns. huoltokirjaa, johon merkitään kaikki korjaukset ja muutokset järjestelmään tehtäessä. Näin ollen pysytään ajan tasalla, mitä on tehty ja mitä puutteita/ongelmia on ilmennyt.

2.2 Ala-asetat

Ala-asemien (alakeskusten) tarkoituksena on koota jonkin tietyn kiinteistön osan kaikki toimilaitteiden ohjaukset, mittaukset ja säädöt yhteen paikkaan. Tällöin vian etsintä ja esim. I/O:n lisääminen helpottuu, ja myös mahdolliset ristiriidat toiminnallisuuksissa on helpompi välttää ja tarvittaessa löytää. Ala-asetat koostuvat I/O-korteista, joiden tehtävä on ohjata toimilaitteita. Ohjaustiedot tulevat valvomosta ja välittyvät korteille CPU-yksikön kautta. Ala-aseman kautta välitetään toimilaitteilta tulevaa infotietoa kiinteistöautomaation valvomoon ja mahdollisiin muihin järjestelmiin mm. niiden tilasta (Seis/Käy, Hidas/Nopea tai Manuaali/Automaatti) tai mahdollista vika/hälytysilmoituksista. I/O-kortit kommunikoivat CPU-yksikön kanssa riippuen kortin tyypistä, joko saaden ohjaustietoa tai välittäen tila- tai vika/hälytysilmoituksia.

Analogiset tulokortit (AI) ovat ns. mittauskortteja, joiden kautta järjestelmän anturit välittävät mittaustietonsa joko CPU-yksikölle tai valvomoon. Tieto välitetään yleensä 4-20 mA:n viestinä, mutta mahdollista on myös 0-10 VDC:n jänniteviesti. Analogiset lähtökortit (AO) ovat ns. ohjaukskortteja, jotka taas vastaavat esim. tulo- ja poistoilmapuhaltimien tai moottoripeltien ohjauksista. Digitaaliset tulokortit (DI) ovat ns. indikointi- ja hälytyskortteja, jotka voivat antaa tietoa päällä olevista hälytyksistä ja moottorin tilasta päällä/pois. Digitaalisten lähtökorttien (DO) eli ohjaukskorttien avulla voidaan ohjata moottorien tilaa päälle/pois tai peltien asentoa auki/kiinni. Impulssikortit (IMP) ovat mittauskortteja, jotka laskevat impulssipisteiltä tulevat impulssit ja välittävät ne eteenpäin.

Äly-yksikkö (CPU-yksikkö) on eräänlainen logiikka, jonka avulla ohjataan ja kommunikoidaan I/O-korttien kanssa. Sen tehtäviin kuuluu välittää toimilaitteiden ohjaukskorteille (AO, DO) ohjaustiedot ja kerätä mittaustiedot antureilta (AI) tai impulssit (IMP) ja mahdolliset hälytys/vikailmoitukset (DI) sekä välittää ne valvomoon. Usein kytkennät hoidetaan riviliittimien kautta, joissa myös tarvittaessa jaetaan korttien tarvitsema käyttöjännite 24 VDC. CPU-yksikkö on yleensä liitetty joko Ethernet-kaapelin kautta (TCP/IP -protokollan) avulla tai sarjaliikenneportin (RS232) kautta jänniteviestinä (+5 V...+12 V) mikromodeemiin, josta tieto menee reitittimelle. Tieto kuljetetaan reitittimen kautta Ethernet-kaapelilla valvomoon.

2.3 Tiedonsiirto

Vanhoissa kiinteistöautomaatiojärjestelmissä saattaa olla vielä nykyäänkin käytössä monia vanhempia tiedonsiirtotapoja kuten esimerkiksi RS232 tai LON-väylätekniikka. Nykyään kiinteistöautomaation tiedonsiirto on siirtynyt enemmän ja enemmän Ethernet-pohjaiseksi. Myös muita kenttäväylä ratkaisujakin toteutetaan, mutta Ethernet-tiedonsiirto on syrjäyttämässä vanhemmat toteutustavat.

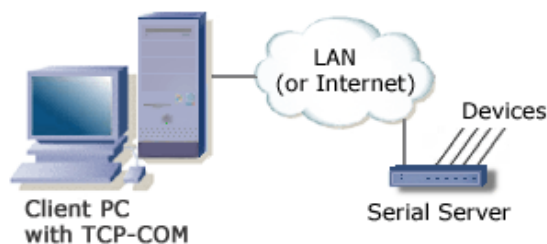
RS232 (Recommended Standard 232) on tiedonsiirtotapa asynkroniseen sarjamuotoon eli tieto liikkuu 1 bitti kerrallaan. [4]

TCP/IP (Transmission Control Protocol, Internet Protocol) on tietoliikenneprotokolla, jonka avulla mm. Ethernet-liityntä voidaan toteuttaa. Tällöin ala-asemien CPU-yksiköille annetaan jokin IP-osoite, ja se välittää tiedon tiettyihin IP-osoitteisiin, jotka on määritetty verkossa. [5]

Hyvä esimerkki TCP/IP-tietoliikenneprotokollaa hyväksikäyttävästä ratkaisusta on BACnet (ks. 5.1 BACnet).

Väylät ovat nykyään yleisimpiä tiedonsiirtotapoja automaatiossa, ja niiden avulla voidaan vähentää merkittävästi tarvittavan kaapeloinnin määrää, koska kenttälaitteet sisältävät ”älyä” ja ne voidaan suoraan liittää väylään. Esimerkkejä kenttäväylistä ovat mm. LON-, Modbus- ja Profibus-väylät.

Mikromodeemi (TCP/Com) on laite, joka voi toimia toistimena tai reitittimenä tietokoneiden välillä. Sen avulla on mahdollista luoda ”virtuaalisia” sarjaporttiliitäntöjä, joiden kautta valvomokone ja ala-asemien CPU-yksiköt voivat keskustella aivan kuten kaksi tietokonetta olisi kytketty suoraan sarjaporttiliitännällä toisiinsa (kuva 1). Mikromodeemin avulla vanha sarjaliikenne voidaan muuntaa TCP/IP-liikenteeksi, jolloin voidaan käyttää ala-asemien ja valvomon välillä Ethernet-yhteyttä.



Kuva 1. TCP-Com-tiedonsiirtomuuntimen ja valvomon välinen liitäntä. [6]

2.4 Muut järjestelmät

Kiinteistöautomaatioon liitetään usein myös muita järjestelmiä, mm. murtohälytys-, videovalvonta-, kulunvalvonta- ja palohälytysjärjestelmiä. Tätä kautta tieto voidaan ohjata keskitetysti tarvittaviin kohteisiin ja valvonta on helpompaa. Myymäen kiinteistön laitteistosta löytyy lisätietoja kohdasta 4.7 Muita toimintoja.

2.5 Kiinteistön perusjärjestelmät

Kiinteistöjen perusjärjestelmiä ovat yleensä ilmanvaihto-, ilmastointi-, vesi-, lämmitys- ja jäähdytys- sekä valaistusjärjestelmät. Nämä vastaavat kiinteistössä vallitsevasta ilmastosta, ja niiden avulla kiinteistössä pidetään yllä tietynlaista tasoa, joka vaaditaan, jotta siellä voidaan olla ja työskennellä.

Ilmanvaihto, lämmitys ja jäähdytys ovat tärkeimpiä osia kiinteistöautomaatiojärjestelmän ohjauksista. Niiden avulla kiinteistön yleinen viihtyvyys ja hyvinvointi pyritään pitämään hyvänä ja riittävänä. Ongelmat tilojen olosuhteissa johtuvat yleensä lämmityksen tai jäähdytyksen puutteellisesta toiminnasta; ilmanvaihto voi myös olla riittämätön tilan kokoon tai käyttäjämäärään nähden. Tästä syystä näiden ohjauksista pitää huolta kiinteistöautomaatiojärjestelmä, mittaustietojen ja säätimien avulla. Kiinteistön ilmanvaihto hoidetaan usein useammalla ilmanvaihtokoneella, joilla on tietyt toiminta-alueet. Tällöin vikatilanteissa ei koko kiinteistön ilmanvaihto lakkaa, vaan muut voivat jatkaa toimintaa normaalisti. Ilmanvaihtokoneita ohjataan usein joko taajuusmuuttajan avulla, mutta myös EC-moottorihjattuja järjestelmiä on alettu ottaa käyttöön.

Ohjaustapojen erona on, että EC-moottorin avulla voidaan säästää energiankulutuksessa (osateholla ajettaessa) n. 50 % verrattaessa tavalliseen AC-moottoriin. Lisäksi EC-moottorin hyötysuhde on parempi, eikä se tarvitse erillistä taajuusmuuttajaa (asennus- ja hankintakustannukset jäävät pois). Samalla myös vältetään taajuusmuuttajalle tyypillisiltä häviöiltä. EC-moottorin hankintahinta on 10-kertainen (3000 - 4000 €) verrattaessa taajuusmuuttajaohjaukseen. Taajuusmuuttajaohjatun AC-moottorin edut ovat tarpeenmukainen ohjaus ja halvempi hankintahinta (n. 300 € - 1000 €) verrattuna EC-moottoriin. Täytyy kuitenkin muistaa varmistaa, soveltuuko taajuusmuuttajaohjaus vanhaan AC-moottoriin vai joutuuko moottorin vaihtamaan toiseen. Tällöin voi EC-moottorivaihtoehto tulla pian halvemmaksi pidemmällä ajanjaksolla. Mainitut kustannukset ovat arvioita eivätkä sisällä asennuskustannuksia.

Valaistus on toinen iso kiinteistön järjestelmä, joka vaikuttaa paljon viihtyvyyteen ja käytettävyyteen. Valaistus on monessa 1980-luvulla rakennetuissa rakennuksissa vielä seinäkytkinohjattu, eli kun tilaan tullaan, saadaan valot päälle painamalla seinän kytkintä ja valojen poiskytkentä tapahtuu samaisesta kytkimestä. Liiketunnistimien avulla voidaan säästää valaistuksen energiankulutuksessa n. 50 % verrattuna normaaliin kytkinkäyttöön, koska se havainnoi liikettä ja tarvittaessa sammuttaa valot, jos tilassa ei ole ketään. Mahdollista on myös olla läsnäoloanturointi, mutta tämä on n. kaksi kertaa kalliimpi verrattuna tavalliseen liiketunnistimeen. [7] [8]

Kiinteistöön vesi tulee vesilaitoksen syöttöputken kautta, joka sijaitsee esim. lämmönjakohuoneessa. Huoneessa on usein myös lämmönsiirrin, ja sen avulla saadaan kylmä vesi lämmitettyä esim. kaukolämmön avulla patteriverkoston tarpeisiin. Joissain harvoissa tapauksissa vettä ei lämmitetä kohteessa itsessään, vaan lämmin- ja kylmävesi tulevat suoraan toimittajalta. Käyttöveden kulutukseen voidaan vaikuttaa lähinnä kulutustottumusten muutoksilla, jotka vaativat parempaa ohjeistusta. Myös mm. anturointien avulla voidaan tehostaa tätä, mutta niiden tuoma hyöty ajatellen koulua on melko mitätön.

3 Kiinteistöautomaation nykytila

Metropolia Ammattikorkeakoulun A-osa on rakennettu vuonna 1988, ja siihen on tehty vuonna 1995 joitain muutoksia. Nykyään käytössä oleva kiinteistöautomaatiojärjestelmä on rakennettu vuonna 2002, kun laajennusosa (B-osa) valmistui. Tämän jälkeen järjestelmään on tehty pieniä muutoksia mm. ilmanvaihtokoneiden aikaohjauksiin ja koneiden käyntinopeuksiin, jotta toimintaa saataisiin tehostettua. A-osassa ei tällä hetkellä ole mitään tilakohtaisia mittauksia, joilla voitaisiin todentaa tiloissa vallitseva olosuhde. Lisäksi ilmanvaihto on riittämätön kasvaneelle opiskelija- ja henkilöstömäärälle. Vuonna 1988 tilat suunniteltiin n. 500 opiskelijaa varten, nykyään Myyrmäen kiinteistöä käyttää kuitenkin noin 2 500 opiskelijaa. Ilmanvaihtojärjestelmiä ei ole mitoitettu vastaamaan tätä opiskelijamäärän kasvua, ja tästä syystä ilmanvaihtokoneet joutuvat pyörimään jatkuvasti maksimiasetuksella, jotta ilmamäärä olisi edes hieman lähempänä vaadittavaa. B-osan järjestelmä on uudempi ja modernimpi kuin A-osan järjestelmä, pitäen sisällään mm. auditorioissa olevat CO₂- ja lämpötilamittaukset, joiden avulla ilmanvaihtoa voidaan säätää olosuhteiden muuttuessa.

Nykyinen järjestelmä on ns. DDC-järjestelmä (Direct Digital Control System) eli suora numeerinen säätö- ja valvontajärjestelmä. Järjestelmään on liitetty kiinteistön LVI-laitteet ja kiinteistön sähkötekniisten laitteiden valvonta ja ohjaukset. DDC-järjestelmää käytetään usein ohjaamaan HVAC (Heat, Ventilation and Air-Conditioning system) -järjestelmän laitteita, mm. venttiileitä ja säätimiä, ohjelmallisesti ja antamaan ohjaavalle logiikalle tarvittava ohjaustieto. Järjestelmän rakennekaaviosta (Liite 4: Hierarkiakaavio järjestelmästä) käy ilmi sisältö pääpiirteittäin, ala-asemakohteisesti.

3.1 Valvomo

Valvomo sijaitsi aiemmin A-osan aulassa, auditorion alapuolella olevassa huoneessa, joka toimi myös huoltomiehen työhuoneena. Valvomo jouduttiin kuitenkin siirtämään A-osan 2. kerroksen tilaan A236 A-auditorion korjauksen ajaksi.

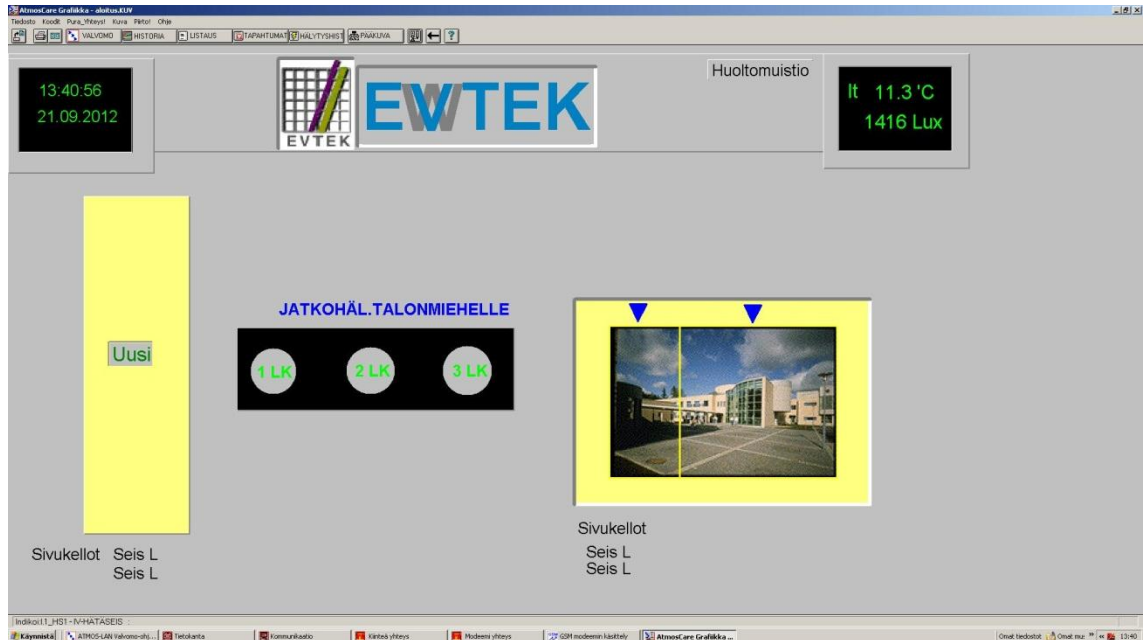
Valvomohuone (kuva 2) koostuu valvomotietokoneesta, jossa valvomo-ohjelmistona toimii Windows-pohjainen Atmostechin Atmoscare grafiikka AT_Show versio 14.4.9/10.8.10-FIN -ohjelmisto. Käyttöjärjestelmänä valvomokoneessa toimii Microsoft Windows XP Professional. Huoneessa on myös toinen tietokone, mistä käsin Ryhti-järjestelmää ja Lassila & Tikanojan käyttämää FIMX-järjestelmää käytetään.



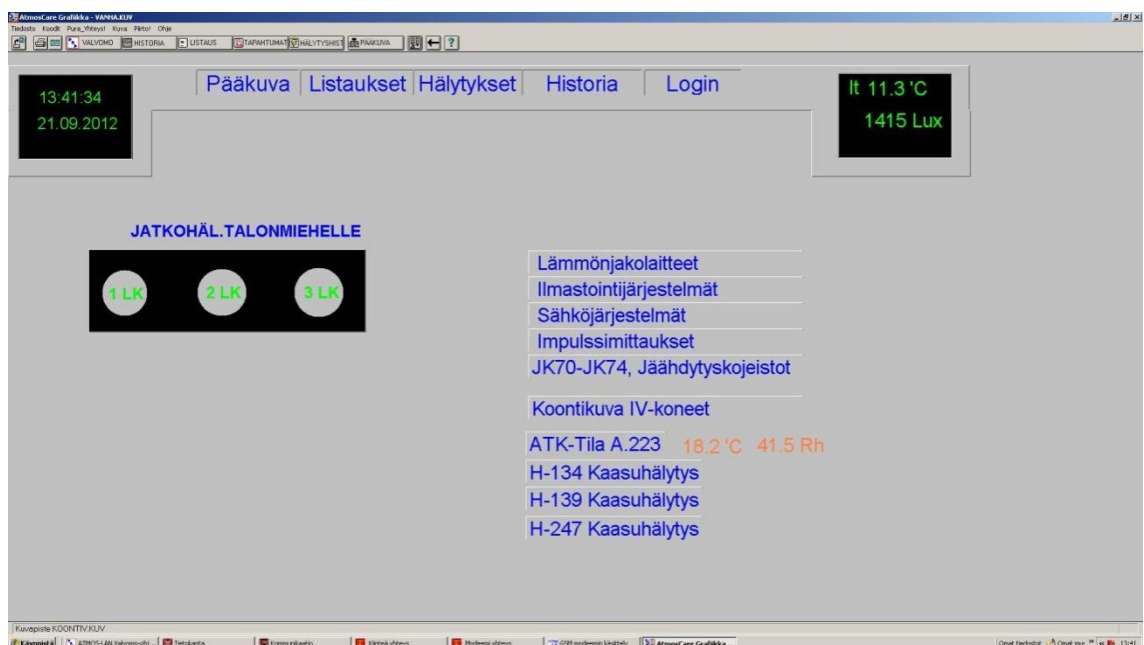
Kuva 2: Valvomo.

Valvomosta on mm. Schneider Electricillä ja Granlundilla etäkäyttöyhteys VNC4 -ohjelmiston avulla, jolla voidaan seurata järjestelmän toimintaa muualta ja tarvittaessa hakemaan tietoa järjestelmästä. Lisäksi kiinteistöstä valvomoon tulevat hälytys- ja viikailmoitukset siirtyvät klo 15:stä alkaen Lassila & Tikanojan keskuksen (huoltomiehen työaika klo 7-15), josta tieto välitetään tarvittaessa eteenpäin huoltomiehille (Hälytys PRI 1). Tämä on toteutettu GSM-modeemin avulla, jolloin tieto saadaan myös huoltomiehelle puhelimeen suoraan tekstiviestinä.

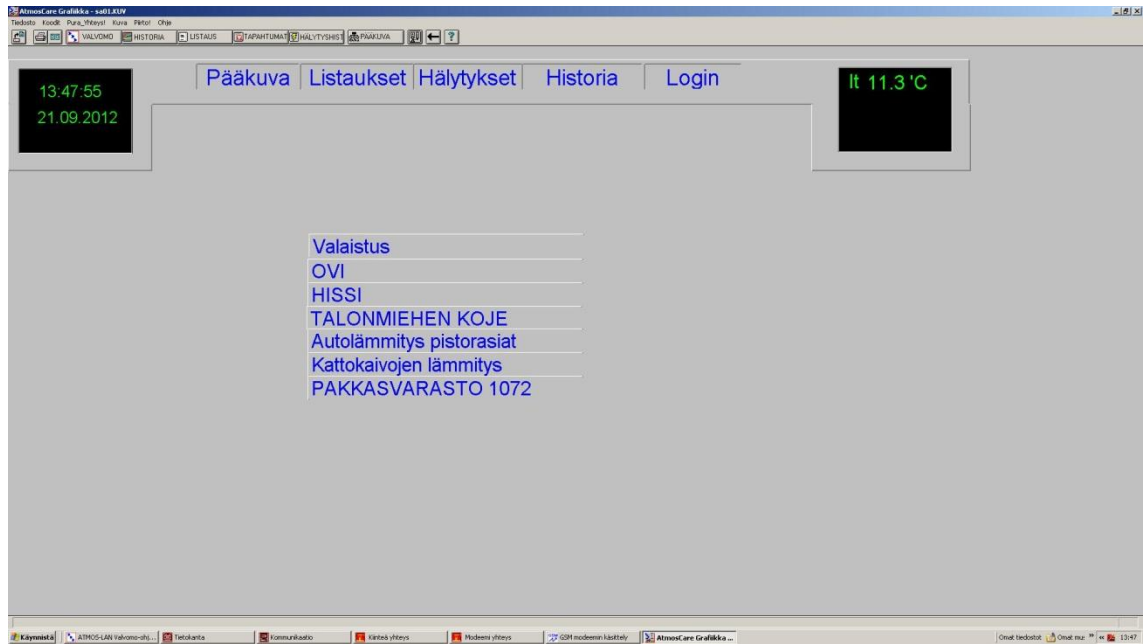
Valvomon käyttöliittymässä (kuvat 3 - 6) on eroteltu A-osa (vanhaosa) ja B-osa (uusiosa) sekä urheiluhalli, näiden alta löytyvät kaikki sen osan ilmanvaihtokoneet, mittaukset, säädöt ja ohjaukset.



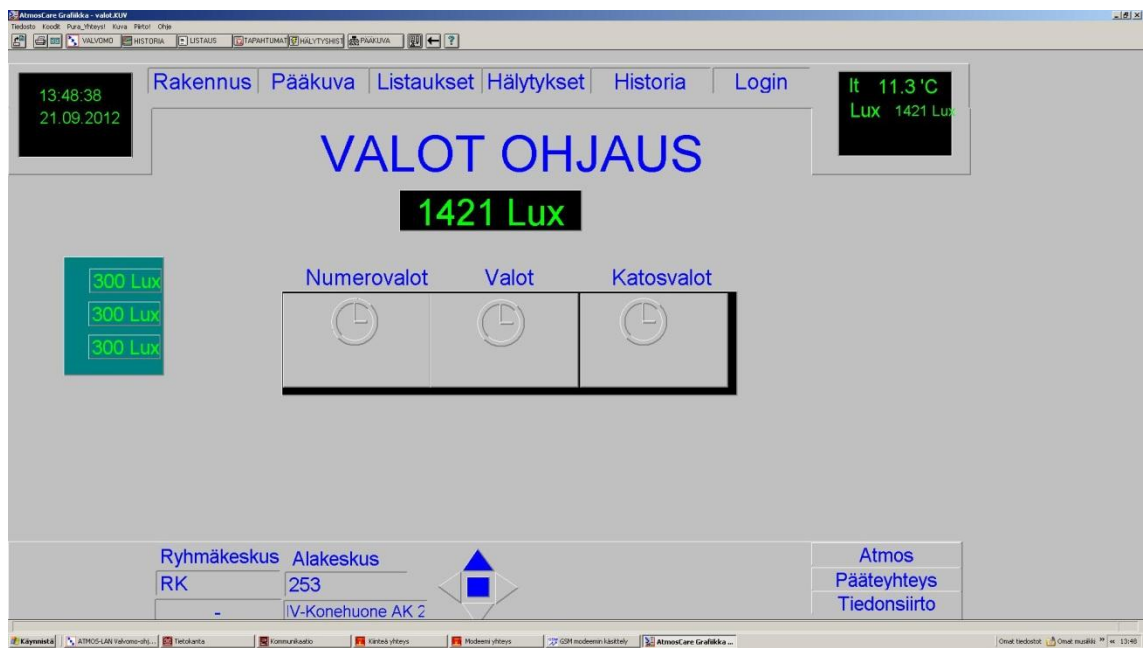
Kuva 3: Valvomon käyttöliittymän päänäkymä.



Kuva 4: Valvomokuva kiinteistön A-osa sisällöstä.



Kuva 5: Valvomokuva kiinteistön A-osa sähköjärjestelmän sisällöstä.



Kuva 6: Valvomokuva kiinteistön A-osan valaistuksenohjauksista.

3.2 Ala-asetat

Kiinteistön ala-asemina toimivat Atmostech Oy:n ATMOS88 ASMC:t ja niiden (ala-asetat 1,3,4,20,21,22) keskusyksikköinä toimivat Atmostechin ATMOS88 CPU-yksiköt, joita on kuusi kappaletta. Ala-asetassa 2 on uusittu Atmosware IC1000 -keskusyksikkö. Vanhat ATMOS88-yksiköt on liitetty sarjaportin (RS232) avulla mikro-modeemille, josta kytkentä tehty reitittimelle ja sitä kautta valvomoon. Uudempi IC1000 CPU -yksikkö on liitetty suoraan Ethernet-kaapelilla (TCP/IP-tiedonsiirtoprotokolla) reitittimelle. CPU-yksikölle ladataan halutunlainen ohjausohjelma ja yksiköstä käsin on myös mahdollista tehdä ohjelmallisia säätöjä ja ohjauksia toimilaitteisiin.

Vanhoissa ATMOS88-yksiköissä on ukonilman ja sähkökatkojen aikana usein ongelmia, normaalitoiminnan jatkuminen vaatii usein käyntiä ilmanvaihtokonehuoneissa ja yksiköiden kuittaamista. Joskus voidaan joutua liittymään yksikköön sarjaportin kautta ja syöttämään ohjausohjelma uudelleen yksikköön, vanhan mennessä sekaisin. Lisäksi yksiköissä on vanhat sarjaporttiliitännät, lukuun ottamatta uutta IC1000-yksikköä.

Kiinteistössä on yhteensä 7 ala-asetamaa, 4 kappaletta A-osassa ja 3 kappaletta B-osassa. Niiden kautta ohjataan mm. 22 ilmanvaihtokoneen toimintaa. TK6 ja TK7 ovat erillisiä ilmanvaihtolaitteita, jotka hoitavat A-osassa sijaitsevien ATK-jakamoiden ilmanvaihdon.

Ala-asema 21:n I/O-korttien ja kytkentöjen sijainnit käyvät ilmi kotelointikuvasta (Liite 1: Kotelointikuva ala-asetasta 21). Kaapit koostuvat yleensä analogisista ja digitaalisista tulo- sekä lähtökorteista, mahdollisesti myös impulssimittauskorteista ja ilmanvaihtokoneiden jäätymissuojatermostaateista, jos sellaisille on ala-asetassa tarvetta.

Ala-asema 1 (kuva 7) sijaitsee A-osassa auditorion yläkerrassa ilmanvaihtokonehuoneessa (3001), siihen on kytketty tuloilmakoneiden (TK) 1 - 7 ohjaukset, mittaukset ja säädöt. Asemassa on Atmostechin CPU-yksikkö ATMOS88, jonka ohjelmistoversio on 15.0. Ala-asema pitää sisällään digitaalisia tulokortteja (DI) 7 kpl, digitaalisia lähtökortteja (DO) 8 kpl, analogisia tulokortteja (AI) 5 kpl ja analogisia lähtökortteja (AO) 2 kpl. Lisäksi asemaan on kytketty tuloilmakoneiden (TK) 1 - 5 jäätymissuojatermostaatit.



Kuva 7: Ala-asema 1:n sisältö ja vanha CPU-yksikkö ATMOS88.

Ala-asema 2 (kuva 8) sijaitsee A-osassa automaatiolaboratorion yläkerrassa ilmanvaihtokonehuoneessa (3005), ja sen kautta tapahtuvat tuloilmakoneiden (TK) 11 - 17 ohjaukset, mittaukset ja säädöt sekä ulkovalaistuksien ohjaukset. Ala-asemassa 2 on uusittu CPU-yksikkö Atmosware IC1000, kuten ala-asemassa 22. Muissa ala-asemissa on tällä hetkellä vanhempi Atmostechin CPU-yksikkö ATMOS88. Asema pitää sisällään digitaalisia tulokortteja (DI) 8 kpl + 1 kpl (kaasuhälytysindikointi), digitaalisia lähtökortteja (DO) 8 kpl, analogisia tulokortteja (AI) 5 kpl ja analogisia lähtökortteja (AO) 2 kpl.



Kuva 8: Ala-asema 2:n sisältö ja uusi CPU-yksikkö IC1000.

Ala-asema 3 (kuva 9) sijaitsee A-osassa lämmönjakuhuoneessa (1102), siihen on kytketty ilmanvaihto- ja patteriverkoston sekä käyttöveden säätöventtiilien ohjaus sekä kaukolämmön ja veden kulutusmittaukset. Patteriverkoston pumppujen ohjaukset ja ulkoilman lämpötilanmittaus on myös kytketty ala-asemaan 3. CPU-yksikkönä alaesemassa toimii Atmostechin ATMOS88, jonka ohjelmistoversio on 14.9. Ala-asema pitää sisällään digitaalisia tulokortteja (DI) 1 kpl, digitaalisia lähtökortteja (DO) 1 kpl, analogisia tulokortteja (AI) 2 kpl, analogisen lähtökortin (AO) 1 kpl ja impulssimoduulin (IMP) 1 kpl.



Kuva 9: Ala-asema 3:n sisältö ja vanha CPU-yksikkö ATMOS88.

Ala-asema 4 (kuva 10) sijaitsee urheiluhallin ilmanvaihtokonehuoneessa, ja siihen on kytketty tuloilmakoneiden TK20 ja TK21 ohjaukset, mittaukset ja säädöt. CPU-yksikkönä ala-asemassa toimii Atmostechin ATMOS88, jonka ohjelmistoversio on 14.9. Ala-asema pitää sisällään digitaalisia tulokortteja (DI) 2 kpl, digitaalisia lähtökortteja (DO) 2 kpl, analogisia tulokortteja (AI) 2 kpl ja analogisen lähtökortin (AO) 1 kpl. Lisäksi asemaan on kytketty tuloilmakoneiden TK20 ja TK21 jäätymissuojatermostaattit.



Kuva 10: Ala-asema 4:n sisältö ja vanha CPU-yksikkö ATMOS88.

Ala-asema 20 (kuva 11) sijaitsee B-osassa lämmönjakohuoneessa (B171), ja siihen on kytketty lämmityskojeen LK60, paineilmakeiston PIK62, lattialämmityksen LL65, kiertoilmakeijon KK66 sekä tuloilmakoneiden TK46 ja TK50 ohjaukset, mittaukset ja säädöt. CPU-yksikkönä ala-asemassa toimii Atmostechin ATMOS88, jonka ohjelmistoversio on 14.9. Ala-asema pitää sisällään digitaalisia tulokortteja (DI) 5 kpl, digitaalisia lähtökortteja (DO) 5 kpl, analogisia tulokortteja (AI) 3 kpl, analogisen lähtökortin (AO) 1 kpl ja impulssimoduulin (IMP) 1 kpl. Lisäksi asemaan on kytketty tuloilmakoneen TK46 jäätymissuojatermostaatti.



Kuva 11: Ala-asema 20:n sisältö ja vanha CPU-yksikkö ATMOS88.

Ala-asema 21 (kuva 12) sijaitsee B-osassa ilmanvaihtokonehuoneessa (B403), ja siihen on kytketty jäähdytinkojeen JK61 ja tuloilmakoneiden (TK) 40–42 ohjaukset, mittaukset ja säädöt. CPU-yksikkönä ala-asemassa toimii Atmostechin ATMOS88, jonka ohjelmistoversio on 14.9. Ala-asema pitää sisällään digitaalisia tulokortteja (DI) 7 kpl, digitaalisia lähtökortteja (DO) 9 kpl, analogisia tulokortteja (AI) 7 kpl ja analogisia lähtökortteja (AO) 3 kpl. Lisäksi asemaan on kytketty tuloilmakoneiden TK40, TK41, TK42 ja JK61 jäätymissuojatermostaatit.



Kuva 12: Ala-asema 21:n sisältö ja vanha CPU -yksikkö ATMOS88.

Ala-asema 22 (kuva 13) sijaitsee B-osassa ilmanvaihtokonehuoneessa (B403), ja siihen on kytketty tuloilmakoneiden (TK) 40, 43–46 ja TK51:n ohjaukset, mittaukset ja säädöt. Ala-aseman CPU-yksikkö on vaihdettu uudempaan Atmosware IC1000-yksikköön. Ala-asema pitää sisällään digitaalisia tulokortteja (DI) 6 kpl, digitaalisia lähtökortteja (DO) 6 kpl, analogisia tulokortteja (AI) 4 kpl ja analogisia lähtökortteja (AO) 1 kpl. Lisäksi asemaan on kytketty tuloilmakoneiden TK43, TK44 ja TK45 jäätymissuoja-termostaatit.



Kuva 13: Ala-aseman 22:n sisältö ja uusittu CPU-yksikkö IC1000.

4 I/O-listaus ja toiminnot

Koulun kiinteistöautomaatiojärjestelmä koostuu 768 I/O-pisteestä. Näistä 222 kpl on analogisia tulopisteitä (AI), 88 kpl on analogisia lähtöpisteitä, 288 kpl on digitaalisia tulopisteitä (DI), 156 kpl digitaalisia lähtöpisteitä (DO) ja 12 kpl on impulssimittauspisteitä (ks. I/O-korttityypeistä on kerrottu enemmän kohdassa 2.2). Yleiskatsaus alasemien sisältöön on käsitelty liitteessä 3: Ala-asemien yhteenveto, jossa on mm. I/O-pisteiden määrien erittely, anturointityypit sekä niiden sijainnit, ilmanvaihtokoneiden ohjauksien sijainnit ja modernisointitarpeet ala-asemittain. (Liite 3: Ala-asemien yhteenveto)

4.1 Mittaukset

Järjestelmä sisältää veden-, lämmön- ja sähkönkulutusmittauksia, ja niihin on liitetty impulssimittaus, minkä kautta mittaustieto on liitetty valvomoon. Ilmanvaihtokoneissa on lisäksi paine-eromittauksia, CO₂-mittauksia, kosteusmittauksia sekä tulo- ja poistoilmanlämpötilanmittauksia. A-osassa ei ole tilakohtaisia mittauksia juuri lainkaan, ainoastaan ATK-jakohuoneessa A223 on yhdistetty lämpötila- ja kosteusanturi, jolla vaikutetaan TK6:n toimintaan. Luokissa B130, B141, B241 ja B338 on lämpötilanmittaus (ATE-7NT). Lisäksi luokassa B223 on yhdistettynä lämpötilan ja kosteudenmittaus (Produal TEFL-RH-N). Joissain huonelämpötila-antureissa on mahdollista säätää luokanlämpötilaa ns. kaukoasettelun avulla (ATE-8NT-anturi). Lisäksi liikuntahallissa ja B-osan auditorioissa B101 ja B301 on CO₂-anturit, joiden tietojen pohjalta ilmanvaihtoa voidaan säätää tarpeen mukaan.

Kaukolämmön kulutustiedot saadaan Kamstrup multical 66C03B1151 -mittarilta (lämmönjakohuone 1102). Ala-asemaan 3 on kytketty myös mittapisteet kaukolämmön mitaustiedoille, ja ne ovat luettavissa valvomosta. Huoltomies käy joka kuukausi lukemassa mittarilukeman mittarilta, mutta tietoja ei kirjata Ryhti-kiinteistönhuoltokirjaan. Mittariin on kytketty myös GSM modem 6, jonka avulla tiedot toimitetaan suoraan Vantaan Energialle.

Sähkönkulutusta varten A-osan sähköpääkeskuksessa on Mitrix Oy:n kilowattituntimittari, joka on liitetty Enermet Melko MT30 E -mittauspääteeseen. Mittauspääteen kautta kulutustieto välittyy sähkölaitokselle, joka tällä hetkellä on Myyrmäen yksikössä Turun Energia. B-osassa sähkönkulutusta mitataan Iskra MT32AT4-1B-K kWh -mittarin avulla.

Ryhti-järjestelmässä olevat mittaustiedot on otettu kiinteistöautomaation valvomosta, mutta ne eivät täysin vastaa toimittajien ja laskujen lukemia. Tähän syynä voi olla mittaustietojen manuaalinen lukeminen ja kirjaaminen tai mittaustiedon otto-/merkitsemisajankohta, mikä vaihteli melko paljon. Lisäksi mittareiden lukemat ovat erisuuret kuin impulssimittaukset, jotka on liitetty kiinteistöautomaatioon. Mitä ilmeisimmin mm. mittauksissa on jotain häiriötä, ja ne tulisi tarkistaa (ks. kohta 6. Modernisointiehdotukset).

4.2 Ohjaukset

Järjestelmällä ohjataan mm. ilmanvaihtokoneiden tulo- ja lähtöilmapuhaltimia, ovien sähkölukkoja, sisä- ja ulkotilojen valoja. Ohjaukset tapahtuvat aikaohjelmien sekä mittausten avulla, ja ne löytyvät valvomosta. Jokaiselle ilmanvaihtokoneelle on oma aikaohjelmansa, ja niistä on pyritty karsimaan turhat käyntiajankohdat pois. Granlund on mm. tehnyt selvityksen ilmanvaihdon nykyisistä ja ehdotetuista käyntiajoista. (Liite 6: Energiatodistus Granlund)

Aulojen, käytävien ja portaiden valaistuksia ohjataan liiketunnistimin kiinteistöautomaatiojärjestelmän aikaohjelmien ulkopuolisina aikoina. Kiinteistön julkisivu- ja pihavalistus tapahtuu ulkovaloisuusanturin ja aikaohjelman ohjaamana. Laajennusosassa (B-osa) olevien suurluokkien (auditoriot, suurluokat) valaistus on toteutettu liiketunnistimien avulla, jolloin saadaan liikkeen avulla sytytettyä kulkuvalaistus. Yleis- ja tauluvalaistuksen sytytys tapahtuu pelkästään seinässä olevista painonapeista, mutta tilan valaistuksen sammutus tapahtuu ajastimen avulla. Useat kiinteistön liiketunnistimista on asetettu kytkemään valaistus pois päältä n. 10 min jälkeen, joskin käytävä valaistus toimii 20 min viiveellä.

4.3 Säädot

CPU-yksiköissä on ohjelmallisesti määritelty mm. ilmanvaihtokoneen osien asetusarvot lämpötilat tulo- ja lähtöilman lämpötiloille, ja niitä verrataan mittausarvoihin. Näiden eron avulla tehdään tarvittavat säädöt mm. ilmanvaihtokoneen toimintaan (lisätään lämmitystä tai jäähdytetään), jos tarpeen. Myös paineen (tulo- ja poistoilman) kohdalla tehdään vertailua asetusarvon ja mittausarvon välillä, ja sen mukaan tehdään tarvittavia ohjausmuutoksia.

4.4 Indikoinnit

Indikointitiedoilla tarkoitetaan jonkin toiminnon tai ohjauksen tilatietojen ilmoittamista, esim. tulo- ja poistoilmapuhaltimien nopeus, ohjausmoottorien tilatiedot ja hälytykset päällä pois jne. Tilatieto on muotoa Seis/Käy, Hidas/Nopea tai 0/1.

4.5 Hälytykset

Hälytykset on jaettu kolmeen kategoriaan (PRI 1, PRI 2 ja PRI 3), joiden avulla voidaan määrittää niiden tärkeysaste. PRI 1 -hälytykset ovat kriittisimpiä, ja ne toimitetaan L & T:n valvontakeskuksesta suoraan huoltomiehelle puhelimeen tekstiviestillä. PRI 2 ja PRI 3 ovat alemman tason hälytyksiä, ja ne tulevat valvomoon sekä L & T:n keskusvalvomoon näkyviin, kun ovat päällä, mutta niitä ei välitetä suoraan huoltomiehelle. Kiinteistössä on myös Esmi Esa -paloilmoitinjärjestelmä.

4.6 Aikaohjelmat

Ilmanvaihtokoneita ohjataan aikaohjelmien avulla, koneet ovat pääasiassa toiminnassa klo 6—21. Kiinteistössä ilmanvaihtokoneet on pääasiassa ohjelmallisesti lukittu toimimaan asennossa ”Nopea”, jolloin ilmanvaihto pyörii sen maksiminopeudella koko aikaohjelman määrittelemän ajan. Koneiden aikaohjelmia on tarkisteltu ja säädettykin, mutta mm. lauantain osalta voitaisiin vielä hiukan käyntiaikoja lyhentää (Liite 6: Energiatodistus Granlund). Ilmanvaihdon aikaohjelmissa on olemassa ns. erikoisjaksot, joiden pohjalta ilmanvaihto voidaan asettaa pois päältä mm. kesä- ja pyhäpäivinä, jolloin kaikissa tiloissa ei ole sille tarvetta. Erikoisjaksoja ei kuitenkaan ole käytössä, johtuen lähinnä epämääräisistä tilojenvarauksista (ks. kohta 6. Modernisointiehdotukset).

Ilmanvaihtokoneet voivat toimia asetuksilla ”Hidas” tai ”Nopea”. Hidas-asetuksella konetta ajetaan puoliteholla ja Nopealla taas maksimiteholla. Puoliteho on yleensä n. 40 % moottorin tehosta ja täysiteho n. 70 % moottorin tehosta.

Aikaohjelmien avulla ohjataan myös osaa kiinteistön valoista, mm. käytävävalaistuksia, aulanvalaistuksia sekä ulko- ja julkisivuvalaistuksia. Esimerkiksi julkisivuvalot menevät päälle klo 16:00 ja kytkeytyvät pois klo 9:00. Ulkovalot menevät päälle arkisin klo 15:05 ja pois päältä klo 9:00. Käytävävalot ovat tavallisesti päällä klo 7:00–21:30 välisen ajan. A- ja B-osan yhdyssillan valaistus kytkeytyy päälle klo 19:00 ja pois päältä klo 6:15.

4.7 Muita toimintoja

Kiinteistössä on ovipuhelinjärjestelmä, mitä kautta voidaan ottaa yhteyttä vahtimestareihin. Ovipuhelinlaitteiden yhteyteen on lisäksi asennettu TV-valvontajärjestelmään, joka koostuu 11 valvontakamerasta (kuva 14) ympäri kiinteistöä. Kameroiden kuvat näkyvät vahtimestarin huoneen monitorista, ja niistä on mahdollista saada tallennettua videokuvaa haluttuna ajankohtana multiplexserin ja digitaalisentallentimen avulla. [9]



Kuva 14: A-osan käytävän valvontakamera

Lisäksi vuonna 2004 tehdyssä sähköjärjestelmäkuvauksessa [ks. tarkemmat tiedot lähteestä 9] kerrotaan mm. seuraavista lisäjärjestelmistä ja laitteistoista:

671

Kulun- ja työajan valvontajärjestelmä

Kulunvalvontajärjestelmällä ohjataan ja valvotaan kiinteistön kulkureittien sähkölukitusta.

Vanhan osan järjestelmään on liitetty seuraavat laajennusosan ovet:

- pääovi
- huoltoyhteyden ulko-ovi
- erityistilojen ovet, kuten ATK-luokat jne.

Järjestelmän keskuslaite (ESMIKKO) ja hallintalaitteiden sijainti on vahtimestarin tilassa. Laajennusosan pääteohjaimet on asennettu laajennuksen teletilaan (2. Krs.).

Työaikapääte on laajennuksen sisääntuloaulassa.

673

Rikosilmoitusjärjestelmä

Laajennusosan rikosilmoitusjärjestelmä liitetty vanhaan osaan, jonka keskus on uusittu.

Järjestelmällä valvotaan rakennuksen kuoren läpi tunkeutumisista käsittäen lähinnä kiinteistön maanpinnan ikkunapinnat ja ovet

674

Automaattinen paloilmoitin

Vanhan osan automaattinen paloilmoitinkeskus on vaihdettu uuteen osoitteelliseen ja analogiseen keskukseen johon vanhan osan silmukat on liitetty sovittimilla. Laajennuksen tilat on varustettu nykymääräysten mukaisilla ilmaisimilla (pääosin savuilmaisimet).

[9]

761

Rakennusautomaatiojärjestelmä

Järjestelmän laitteisto ja toiminta on selvitetty LVI-järjestelmäkuvauksessa.

Rakennusautomaatiojärjestelmään välitetään tietoa seuraavista sähköteknisistä tietojärjestelmistä:

- automaattinen paloilmoitin
- palosuojelujärjestelmät
- kulunvalvontajärjestelmä
- rikosilmoitinjärjestelmä
- hissit
- videovalvontajärjestelmä
- merkki- ja turvavalaistus

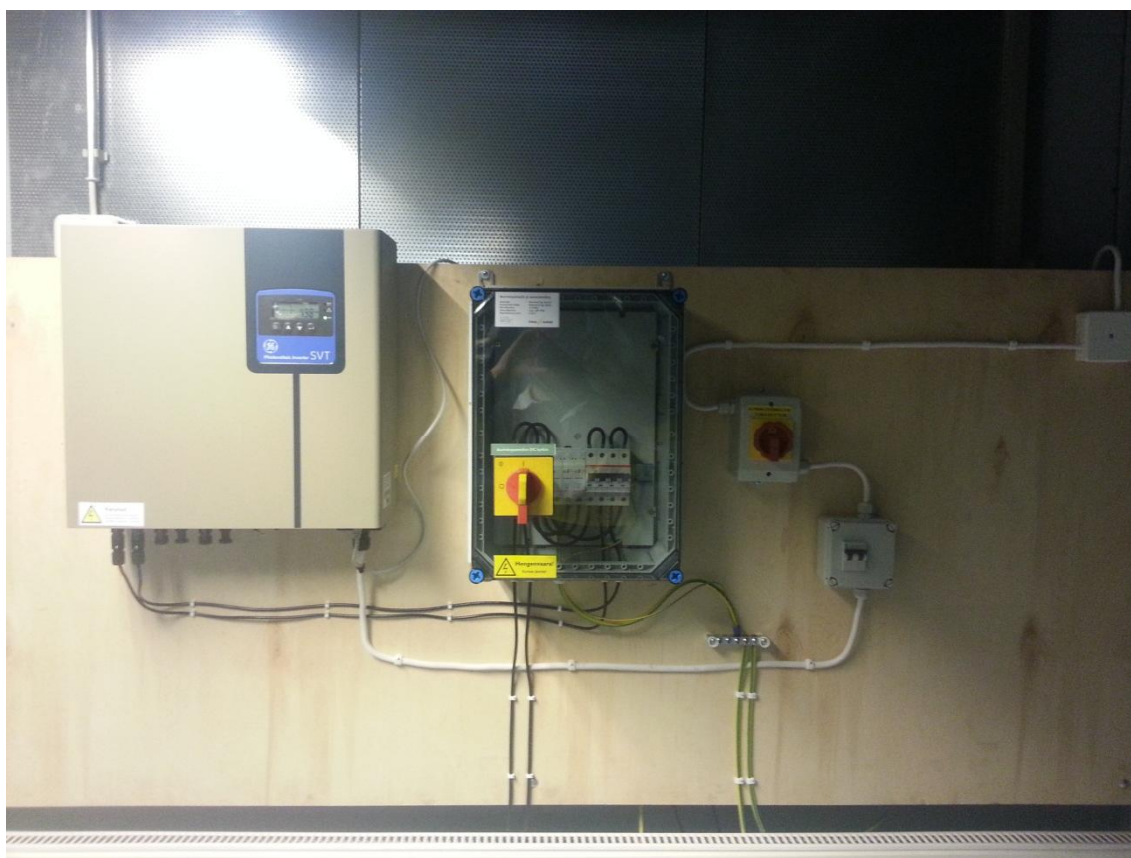
762

Keskeytymättömän käytön laitteet (UPS)

Käyttäjä on hankkinut tarvitsemansa UPS-laitteet (pistorasialiitännäiset). Erillistä UPS-jakeluun tarkoitettua verkkoa ei ole rakennettu. [9]

4.8 Muut järjestelmät

Kiinteistössä on Solarwattin aurinkokeräin (kuva 15), jonka nimellisteho on 2,3 kWp. Se tuottaa n. 2 - 3 kWh vuorokaudessa sähköä, ja se on liitetty sähköverkkoon. Järjestelmä koostuu paneeleista (10 kpl, sijaitsevat B-osan katolla) ja ns. invertteristä (sijaitsee B-osan ilmanvaihtokonehuoneessa), jonka kautta kerätty sähkövirta ohjataan sähköverkkoon. Tiedot kerätystä sähköenergian määrästä saadaan suoraan invertteriltä. Käyttöliittymäsovellus on GE:n SVT, ja se sijaitsee koulun automaatiolaboratorion tietokoneella (IP-osoite: 10.83.86.192). Järjestelmällä on myös oma sivu, joka sijaitsee koulunpalvelimella (IP-osoite: 10.83.86.213:81). Nämä tiedot ovat kokonaistietoja, eli 2011 syksystä tähän päivään asti tuotettu sähköenergian määrä. Sivulla on myös tapahtumaloki, josta käy ilmi, koska paneelit ovat menneet aina päivällä päälle ja koska kytkeytyneet automaattisesti pois päältä. Myös mahdolliset jännitehäiriöt näkyvät lokissa. Järjestelmä toimii siten, että paneelit menevät päälle, kun tietty jännitetaso saavutetaan eli aurinko paistaa tarpeeksi kirkkaasti. Samaten poispäältämeno tapahtuu automaattisesti, kun jännite putoaa tietyn rajan alle.



Kuva 15: Aurinkopaneelien invertteri GE SVT (B-osa)

Ukkostutka/sääasemajärjestelmä (kuva 16) sijaitsee B-osassa ilmanvaihtokonehuoneessa, mutta sitä ei tietoturvasyistä ole liitetty koulun verkkoon. Kuitenkin se on mahdollista liittää kiinteistöautomaatiojärjestelmään Ethernet-liitynnällä. Kaikesta huolimatta järjestelmä toimii hyvin ja se on mahdollista liittää kouluntietoverkkoon, jos näin halutaan. Tällöin sieltä voitaisiin saada mahdollisia ukkosilmatietoja aulan infotauluun sekä muita säähavaintoja. Tutkan käyttöliittymä on Lightning/2000-ohjelma.



Kuva 16: Ukkostutka/sääasema (B-osa)

Kiinteistön varsinainen sääasema sijaitsee B-osan ilmanvaihtokonehuoneen katolla, ja sen liitännät ovat ilmanvaihtokonehuoneessa aurinkopaneelin inverterin vieressä (kuva 17: Vaisalan WXT520-sääasema). Sääasema on Vaisala WXT520, ja sillä on mahdollista mitata mm. tuulen nopeutta, sademäärää ja todennäköisyyttä, ulkolämpötilaa, ilmanpainetta ja suhteellista kosteutta. Sen toiminta tapahtuu siten, että sääaseman liitännä on M12-liitin, joka kytketään RS232-liitännällä Beckhoff 9050 -logiikkaan. Logiikkaan taas ollaan yhteydessä Ethernet-liitynnän kautta, ja järjestelmää voidaan käyttää sille tehdyn Wonderware Intouch -käyttöliittymän kautta.

Mittaustieto välitetään automaatiolaboratoriossa olevalle ns. energiamittausserverille. Näitä mittaustietoja saadaan kiinteistöautomaation käyttöön tekemällä pieni ohjelma tai käyttäen esim. OPC-serveriä, jolla mittaustiedot haetaan automaatiolaboratorion serveriltä ja toimitetaan kiinteistöautomaation käyttöön.



Kuva 17: Vaisala WXT520-sääasemakytkentä

Näistä järjestelmistä saatavat mittaustiedot pyritään välittämään kiinteistöautomaation ja ICT-järjestelmän käyttöön. Mahdollista on myös järjestelmien liittäminen suoraan kiinteistöautomaatiojärjestelmään, jolloin mittaustiedotkin saataisiin sitä kautta. Tiedonkeruu voidaan toteuttaa suoraan mm. tiedonkeruserverille tai ohjausyksikölle (mittaustietojen tallennuspaikka) tehtävällä kyselyllä, jolloin halutut tiedot saadaan vastuksena omaan tietokantaan.

SQL:n eli rakenteisen kyselykielen (Structured Query Language) historia alkaa 1970-luvun lopulla amerikkalaisessa IBM:n tutkimuslaboratoriossa, jossa kieli kehitettiin alun perin DB2:ta varten. Hyvin pian kuitenkin sen potentiaali muissakin tietokantasovelluksissa huomattiin, ja sen jälkeen siitä on tullut lähes standardi tietokantojen ylläpidossa. SQL ei ole rakenteellinen kieli, joten sen avulla tehtävät kyselyt voidaan määrittellä kysymyksellä "mitä" ennemminkin kuin "miten". SQL lähinnä määrittelee, mitkä tiedot haetaan tai lisätään tietokantaan, ei niinkään, miten itse toiminto tapahtuu. [10]

SQL on standardi, kun käsitellään ja haetaan tietoja relaatiotietokannasta. Kaikki keskeiset relaatiotietokantoja hyväkseen käyttävät ratkaisut tukevat / hyödyntävät sitä jollain tapaa. SQL:ää voi hyödyntää niin yhden käyttäjän Windows-sovelluksessa, joka käyttää MS Access -tietokantaa niin kuin 5 000 käyttäjän SQL-serveriohjelmassa. Sen avulla ohjelmoija / tietokannanhoitaja voi

- muokata tietokannan rakennetta
- muuttaa järjestelmän turva-asetuksia sekä lisätä käyttäjän oikeuksia tietokantaan
- suorittaa kyselyjä tietokannasta
- päivittää tietokantaa [10]

Nykyinen kiinteistöautomaatiojärjestelmä ei tue SQL-tietokantakyselyä, mutta vastaavasti Modbus-kysely on toteutettavissa nykyiseen kiinteistöautomaatiojärjestelmään. Modbus-kysely vaatii Modbus-väylän ja laitteen, joka pystyy kommunikoimaan Modbus-väylän kautta. Atmosware IC1000 CPU -yksikkö pystyy kommunikoimaan Modbus-väylän kautta. Modbus-kyselyn toimintaperiaate on vastaava kuin SQL-kyselyssä. Vastaanottaja lähettää kyselyn rekisteriin/tietokantaan, josta tietoa kysytään (tässä tapauksessa CPU-yksikkö) ja rekisteri/tietokanta (CPU-yksikkö) palauttaa vastaavan rekisteri/tietokanta-arvon vastaanottajalle. Näin voidaan mm. mittaus- ja olotilatietoja välittää muihin järjestelmiin. Vastaavasti logiikkakommunikointia varten hyvä toteutustapa on OPC-rajapinta (Open connectivity via open standards), joka on avoimen tiedonsiirron standardi. Sitä käytetään teollisuudenautomaatiosovelluksissa, lähinnä PC-valvomojen ja ohjelmoitavien logiikoiden välillä.

5 Nykyaikainen kiinteistöautomaatiojärjestelmä

Nykyään kiinteistöautomaatiojärjestelmät koostuvat valvomosta, ja liitettävyys tapahtuu väylätekniikalla. Valvomoa käytetään usein internetin kautta, jolloin käyttäjän ei tarvitse olla kohteessa. Näin mm. kiinteistön valvonta voidaan hoitaa yhdestä paikasta ja tiedot vioista ja ongelmista voidaan välittää toimihenkilöille tarpeen niin vaatiessa. Valvomoon tiedot laitteista ja toiminnoista tulevat suoraan ala-asemilta.

Rakennusautomaatiojärjestelmien kehitys on ollut melko nopeaa digitaalitekniikan nopean kehityksen vuoksi. Paljon vielä käytössä oleviin DDC-laitteisiin (Direct Digital Control) siirryttiin vasta 1980-luvun alkupuolella. Sitä ennen käytettiin analogisia säätimiä, ja valvontatoiminnot toteutettiin säätötoiminnoista erillisenä järjestelmänä. Tällä hetkellä kaikki säätö- ja ohjaustoiminnot toteutetaan ohjelmallisesti, mutta eri valmistajilta hankittavat järjestelmät käyttävät omia tiedonsiirtoprotokolliaan. Ne ovat lähes poikkeuksetta suljettuja ja epästandardeja, eivätkä ne siten ymmärrä toisiaan. Lisäksi näiden järjestelmien integrointi on hankalaa ja kallista, eikä sitä juurikaan tehdä. [13, s. 9.]

Nykyisin automaatiojärjestelmät ovat laajenemassa prosessinhallinnasta koko tehtaan hallinnan tietojärjestelmiksi. On arvioitu, että väyläpohjainen ratkaisu vähentää kaapelointia ja kytkentäpisteiden määrää parhaimmillaan jopa 60 – 70 %. Mikäli kustannusarviot osoittautuvat oikeaksi, ovat säästöt todella merkittäviä. [13, s. 33.]

5.1 BACNet

BACnet on avoin rakennusautomaatiojärjestelmän tietoliikenneprotokolla, joka on kehitetty vastaamaan erityisesti talotekniikan tarpeisiin. BACnetin yksi perusajatus on, että se ei ole riippuvainen mistään tietystä laite- tai ohjelmistoalustasta. Protokolla on yhteensopiva sekä Vacon NX -sarjan että uuden Vacon 10:n ja Vacon 100 HVAC:n kanssa.[11]

BACnet-standardi on laajuudeltaan n. 700-sivuinen, ja se määrittelee BACnetin sopivista kaapeleista lähtien yksittäisiin ohjelmakäskyihin asti. BACnet-verkossa toimiville laitteille on määritelty tarvittavat standardiobjektit, ja objektien välinen tietoliikenne muodostetaan standardiviesteillä. [11]

BACnet ei ole:

Kenttäväylä
Komponentti tai ohjelma
Ilmainen
Plug & Play

BACnet on:

BACnet on kommunikointiprotokolla
BACnet on standardikirja
Standardikirja on maksullinen
Osoitteet ovat staattisia

BACnet on vastaus integraation haasteisiin



[11]

Monet eri toimittajien järjestelmät toimivat rinnakkain, esim. talotekniikka, valaistus, paloilmoitus, video- ja kulunvalvonta ja työajanseuranta. BACnet toimii yhteisenä ”kielenä” laitevalmistajien, laitteiden ja järjestelmien sekä valvomoiden välillä. [11]

Eri automaatiojärjestelmien integrointi



Lähtökohtana useamman eri automaatiojärjestelmän integroimisessa yhdeksi kokonaisuudeksi on laatia selkeä automaatiojärjestelmän hierarkiamalli. Hierarkiamallissa on huomioitava kaikki järjestelmän tasot:

Hallinnollinen/järjestelmä taso (management level)

Valvomojärjestelmät

Visualisointi

Automaatiotaso (automation level)

Alakeskukset (VAK)

Muut säätimet (DDC) ja taajuusmuuttajat

Kentälaitetaso (field level)

Taajuusmuuttajat, peltimoottorit, venttiilit jne.

Tulevaisuuden kanssa yhteensopiva

[11]

BACnet alustasta ja valmistajasta riippumattomana protokollana takaa avoimen vertailun. Vuoden 2012 loppuun mennessä 328 valmistajaa oli rekisteröinyt BACnet Vendor ID:n. Jokaisella BACnet-laitteella tulee olla luettava valmistajatunnus, joka estää tehokkaasti ”villit viritelmät”. BACnet-laite on tulevaisuuden kanssa yhteensopiva. Tämä on yksi lisäsy, miksi BACnet on tällä hetkellä voimakkaimmin kasvava protokolla. [11]

5.2 Mittaukset ja ohjaukset

Nykyaikaisessa kiinteistöautomaatiojärjestelmässä on mm. CO₂-, lämpötila- ja kosteusmittauksia sekä mahdollisesti läsnäoloantureita, joiden avulla ilmanvaihtoa ohjataan. Lisäksi valoja ohjataan liiketunnistimilla, läsnäoloantureilla ja/tai valoisuusantureiden avulla. Näiden mittaus/havainnointitietojen pohjalta tehdään myös korjauksia laitteistojen ohjauksiin ja säätökaavioihin, jotta saataisiin viihtyvyyden tasoa nostettua ja energiankulutusta pienennettyä.

Nykyään myös ilmanvaihtokoneiden yhteydessä on oma pieni keskus (CPU-yksikkö), johon tulee kaikki koneeseen liittyvien anturien ja laitteiden kytkennät. Keskuksesta lähtee ainoastaan kaksi johtoa (sähkön syöttö ja tiedonsiirto) ala-asemalle, minkä kautta voidaan tehdä muutoksia koneen toimintaan. Näin saavutetaan tuntuja säästöjä kaapelointikustannuksissa ja käytettävyyden yksinkertaistumisessa. Erillisiä ryhmäkeskuksia ei tämän takia enää nykyään juurikaan uudiskohteissa käytetä.

Valaistus hoidetaan nykyään usein läsnäolotunnistuksen (PIR = Passive infrared sensor) ja/tai liiketunnistuksen avulla. Itse valojen ohjaukset tekee valo-ohjauselektroniikka. Pelkästään valo-ohjauselektroniikan avulla voidaan saavuttaa n. 25 %:n energiankulutuksen säästö. Jos tähän lisätään vielä energiatehokkaammat valaisimet ja läsnäolotunnistus (PIR) sekä vakiovalotaso, voidaan saavuttaa n. 80 %:n energiankulutuksen väheneminen jo pelkästään valaistuksen avulla. Prosenttiarvot kuvastavat arvioitua säästöä energiankulutuksessa, verrattuna tavalliseen valaistuksen ohjaukseen (T8-valaisin vaihdettu T5-valaisimeen ja se on kytketty läsnäolotunnistukseen). Tämän ratkaisun kautta saadaan valaistusta säädettyä vallitsevat luokan käytön mukaan. [7]

Näiden järjestelmien rinnalle on myös tullut ns. digitaalisesti ohjattuja valaistus järjestelmiä, joista esimerkkiratkaisuita ovat mm. AG-DALI ja DSI. Nämä ovat kilpailevia standardeja, joista uudempi DALI on avoin ja vanhempi DSI suljettustandardi. Molemmat perustuvat tekniikan IEC 62386 -standardiin, kuitenkin DALI:n pohjana on käytetty DSI-standardia. Niiden ideana on mahdollistaa 0-10 V valaistuksen säädöt ja tätä kautta myös valojen himmentämisen tarvittaessa. Lisäksi standardeissa on otettu huomioon palavien lampujen havaitseminen, jolloin ne voidaan vaihtaa.

[7] [12]

Vedenkulutukseen vaikuttavat suuresti ihmisten kulutustottumukset, ja näihin vaikuttaminen on ehkä tärkein toimenpide. Ohjeistus ja tiedottaminen esimerkiksi ohjeiden avulla voi vaikuttaa kulutukseen myönteisellä tavalla. Tätä edesauttamaan voidaan esim. hanoiin asentaa liiketunnistimet, eli jos käsi viedään tarpeeksi lähelle hanaa, alkaa vettä virrata, ja kun käsi viedään pois tunnistimelta, katkeaa veden tulo muutamman sekunnin kuluttua. Totta kai myös vettä käyttävien laitteiden vaihtaminen uudempiin energiatehokkaampiin ja taloudellisempiin aikaan saa säästöjä.

Lämmitykseen vaikuttaminen edellyttää kiinteistön ns. vuotokohtien selvittämistä, missä mm. ikkunoiden tai ovien tiivisteet eivät pidä tai pidetäänkö jossain ikkunaa tai ovea turhaa auki, jolloin ilmanvaihtokin saattaa ns. ”seota” eli saa väärää informaatiota. Näihin kohtiin on hyvä kiinnittää huomiota.

Hyvänä esimerkkiratkaisuna voitaisiin pitää Swegon Oy:n tarpeenmukaisen ilmanvaihdon WISE-järjestelmää, jonka avulla voidaan tehdä tila-, vyöhyke- ja aluekohtaisia ohjauksia ilmanvaihdon ja tarvittaessa valaistuksen sekä lämmityksen ohjauksien suhteen. Järjestelmään voidaan liittää muiden valmistajien huonesäätimiä, ja se on mahdollista liittää Super WISE -tiedonsiirtoyksikön kautta joko Modbus RTU- tai BACnet TCP -tiedonsiirron välityksellä kiinteistöautomaatiojärjestelmään, jolloin mm. mittaus- ja ohjaustietoja saadaan valvomoon sekä asetusarvoja voidaan muuttaa valvomosta käsin.

5.3 Liitännät

Nykyaikainen valvomo on käytettävissä internetpohjaisesti (Web-käyttöliittymä), eli verkon yli voidaan seurata ja muokata kiinteistöautomaation toimintaa. Tätä kautta mm. kiinteistöhuolto ja ylläpito voidaan osittain hoitaa kiinteistön ulkopuolelta ja ainoastaan tarvittaessa paikalle tulee huoltohenkilökuntaa. Tällä tavoin resursseja ei tarvita niin paljon ja ylläpito on joustavaa.

Monet uudet kiinteistöautomaatiojärjestelmät toteutetaan kenttäväyläperiaatteella, eli toimilaitteet sisältävät ”älyä” ja voivat muuttaa toimintaansa mittaustietojen ja tarpeiden mukaan ilman erillistä tietokonetta tai keskusyksikköä. Näin vähennetään kaapelointikustannuksia ja saavutetaan yksinkertaisempi järjestelmähierarkia.

6 Modernisointiehdotukset

Kiinteistöautomaation tekniikka kampuksessa eritoten A-osassa on vanhaa, laitteet ja liitännät ovat pääasiassa 1990-luvulta, ja siihen on tehty vain pieniä paikallisia muutoksia 2000-luvulla. Tästä syystä jo pienillä muutoksilla voitaisiin saavuttaa hyviä tuloksia energiatehokkuuden vähentämisessä. Suurimmat ongelmat A-osassa ovat ilmanvaihdon riittämättömyys ja seurannan/mittauksien puute. Uudemmassa osassa (B-osa) on myös ongelmia ilmanvaihdon suhteen, ja siksi tässä on käyty läpi modernisointia koskien kampuksen molempia osia. Tarkemmin on käsitelty B-osan pilottikohteet B243 ja B244 ja niihin toteutettu tarpeenmukainen ilmanvaihtojärjestelmä Swegonin WISE-järjestelmän avulla.

Kiinteistön ilmanvaihtoa olisi syytä kehittää vaihevaiheelta ja saada sitä kautta viihtyvyys ja hyvinvointi paremmalle tasolle. Tällä hetkellä ilmanvaihto toimii monessa paikassa jatkuvasti täydellä teholla, vaikka kaikissa tiloissa ei edes ole toimintaa kuin muutama tunti päivässä tai viikossa. Tässä olisi hyvä säästökohde, jos ilmanvaihto toimisi vain tarpeen mukaan ja ilmanvaihdon tehokkuutta voitaisiin lisäksi parantaa esim. lämpökameramittauksella, jolla saataisiin selville mahdolliset lämpövuotokohdat ja kosteusvaurio, mitkä vaikuttavat tiloissa vallitsevan ilmanlaatuun. Ilmanvaihdon muutokset vaativat myös kiinteistöautomaatiojärjestelmän modernisointia, jolloin tulee arvioida tarkkaan, mikä on kannattavaa, koska modernisoinnista tulee äkkiä melko laaja ja kustannukset kasvavat.

Kiinteistöjen valaistuksen ohjaus on tällä hetkellä pääosin manuaalista, mikä aiheuttaa paljon valojen turhaa palamista. Tämä tietenkin lisää energiankulutusta ja vaikuttaa myös yleiseen viihtyvyyteen, miksi olisikin hyvä pystyä toteuttamaan ratkaisu, jossa voitaisiin käyttää samoja mittauksia ja olemassa olevia toimintoja hyödyksi. Tällöin kustannukset pysyvät alhaisempina ja vältetään päällekkäisyyksiä.

6.1 Tarpeenmukainen ilmanvaihto ja lisäsovellukset

Tarpeenmukainen ilmanvaihto voidaan toteuttaa muutamalla eri tavalla ja normaalilla "vanhalla" toteutustavalla. Ilmanvaihtokoneen ohjaukset muutetaan esim. taajuusmuuttajaohjatuiksi, jolloin taajuusmuuttajaa ohjataan lämpötila- ja paineanturien avulla. Toteutus voidaan tehdä myös EC-moottorihjauksen avulla, joskin sen kustannukset ovat hiukan taajuusmuuttajaohjausta kalliimmat. Mahdollista on myös tilakohtainen ratkaisu, jolloin luokkiin ja tiloihin asennetaan mm. lämpötila-, CO₂- ja kosteusmittaukset sekä läsnäoloanturointi, jolloin ohjauksia voitaisiin muuttaa aina näiden tietojen pohjalta. Tällöin ilmanvaihto toimii aina kun tarvitsee, mutta turha käynti saataisiin pois/vähennettyä. Tähän kehitysajatuksena voitaisiin miettiä myös tilanvarausjärjestelmän tai RFID tagin kautta saatavan läsnäolo-tiedon liittämistä mm. ilmanvaihdon tai lämmityksen hallintaan, jolloin luokkatilojen ilmastointia voidaan säätää jo etukäteen tulevan käyttäjämäärään ja käytön ajankohdan mukaan sopivaksi. Tämä tietysti edellyttää, että järjestelmistä saadut tiedot ovat tarkkoja, koska muutoin ilmanvaihto saattaisi alkaa poukkoilla päällä/pois. Kuitenkin yksinkertaisesti toteutus voisi olla, että tietoja käytetään lisätietona mm. ilmanvaihdon aikaohjelmaan, jolloin ilmanvaihdon toimintaa vain hienosäädetään normaalinohjauksen lisäksi.

Toinen tapa on tehdä tarpeenmukainen ilmanvaihto modernimmalla tavalla, kuten Oy Swegon Ab:n WISE-järjestelmällä. WISE-järjestelmän idea on saada ilmanvaihto yhdeksi kokonaisuudeksi, jolloin sen hallinta on yksinkertaisempaa. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että tilakohtaisesti asennetaan tarvittavat huonesäätöpellit ja tarvittaessa vyöhykesäätöpellit, jotka ohjautuvat järjestelmään kuuluvien lämpötila-, VOC-/CO₂-, ilmanvirtausmittauksien sekä läsnäoloanturien avulla. Näitä peltejä voidaan hallita Web-käyttöliittymän kautta, joka on mahdollista liittää kiinteistöautomaation valvomoon WISE-tiedonsiirtoyksikön avulla. Pilotoinnin edellytyksenä pidettiin järjestelmänhallintaa tarpeen mukaan suoraan valvomosta käsin.

WISE-järjestelmä voi koostua joko pelkistä säätöpelleistä tai ilmanvaihtokoneesta ja säätöpelleistä. Tämän projektin osalta lähetettiin asiaa tutkimaan vain säätöpeltien kautta, koska koko ilmavaihtokoneen vaihtaminen olisi liian suuri investointi projektin aikataulussa eikä asennus olisi mahdollista ilman muutoksia ilmanvaihtokonehuoneeseen, mikä taas tarvitsee pidemmän toteutusajan. WISE:n tiedonsiirto tapahtuu Ethernet-pohjaisesti ja tavallisilla verkkokaapeleilla RJ12 ja RJ45.

WISE-järjestelmän on mahdollisuus hoitaa niin ilmanvaihto, jäähdytys kuin valaistuskin, jolloin ei olisi monta erilaista järjestelmää ja kokonaisuus saataisiin pidettyä yksinkertaisena. Järjestelmän avulla on mahdollista toteuttaa huone-/tila- ja vyöhykekohtaisia ratkaisuja sekä koko kiinteistön kattavia ratkaisuja ilmanvaihdon, lämmityksen, jäähdytyksen ja valaistuksen ohjaukseen. Järjestelmän laajuutta voidaan laajentaa tarvittaessa myöhemmin uusilla vyöhyke- ja huonesäätöpelleillä, jotka WISE-järjestelmä tunnistaa automaattisesti. Lisätyötä tässä voi aiheuttaa kampuksen kuvien puutteellisuus, mikä olisi tärkeä asia korjata ennen mahdollisia suurempia toimenpiteitä tai niiden yhteydessä. Lisäksi haluttaessa hallita järjestelmää valvomosta täytyy valvomografiikkaan lisätä uudet toimilaitteet sekä niiden mittaukset ja säätöarvot sekä luoda käyttöympäristö, jolloin kaikkea voitaisiin hallita yhdestä paikasta.

Ilmanvaihdon ohjaukseen voitaisiin ottaa myös mukaan mm. sääasemilta saatava sää-tieto, jolloin ulkona vallitseva säätila voidaan ottaa huomioon ilmastoinnissa ja ilmanvaihdossa. Aurinko nousee idästä ja laskee länteen, mikä tarkoittaa, että päivällä kiinteistön eteläosassa voi olla kuuma, jolloin lämmitystä ei tarvita niin paljon jos ollenkaan, mutta vastaavasti jäähdytykselle voi olla tarvetta. Toisaalta taas pohjoisosassa voi olla samaan aikaan viileä, jolloin siellä tarvitaan lämmitystä jäähdytyksen sijasta. Tämän johdosta ilmanvaihdon säätäminen tarpeen mukaan vaikuttaa positiivisesti viihtyvyyteen, ja samalla säästetään energiaa, koska lämmintä osaa ei turhaan lämmitetä.

6.2 Ala-asetat ja uudet mittaukset

Ala-asettien laitteistoja olisi syytä uusida, ja hyviä kohteita ovat kaikki vanhalla ATMOS88 CPU -yksiköillä varustetut ala-asetat (1, 3, 4, 20), jotka tulisi vaihtaa uusiin Atmosware IC1000 -yksiköihin, kuten ala-asetalla 2 ja 22 on jo tehty (Liite 3: Ala-asettien yhteenveto, Liite 4: Hierarkiakaavio järjestelmästä) ja ala-asetaan 21 tehdään pilotoinnin yhteydessä. CPU-yksiköiden uusimisella saadaan tiedonsiirto tapahtumaan Ethernet-pohjaisesti, jolloin vältetään useammalta erilaiselta tiedonsiirtotavalta sekä koko järjestelmä olisi yhdenmukainen.

Laajennettavuus paranee ja lisäksi ukkosmyrskyjen aiheuttamat ongelmat yksiköiden toimivuudessa voitaisiin välttää. Tämä myös edesauttaa mahdollisten muiden liitännöiden tekemisiä myöhemmin, kun koko järjestelmä on yhdenmukainen. Esim. mittaus- ja kulutustietojen keruu ulkoisiin järjestelmiin onnistuu Modbus-protokollan avulla yksinkertaisesti.

Uusia mittauksia varten (mm. tarpeenmukaista ilmanvaihtoa varten) kytkentäkortteja voidaan tarvita ja tarvitaankin lisää, siksi I/O-korttien ja ala-asemien laajennusmahdollisuus on otettava huomioon modernisointia tehtäessä. Vuonna 1999 on määritetty kiinteistöautomaation perusvaatimukset Myyrmäen kiinteistön osalta, ja siinä on arvioitu, että olisi hyvä varautua n. 10 % laajennusmahdollisuuteen ala-asemilla ja CPU-yksiköissä tulevaisuudessa. Tällöin mahdollisten lisäohjausten ja mittausten liittäminen osaksi järjestelmän toimintaa onnistuu ilman uusien liitäntäkorttien hankkimista, mikä taas helpottaa muutoksien tekoa hiukan. Tämän perusteella voidaan todeta, että Myyrmäen kiinteistön I/O-pisteiden laajennusmahdollisuus tulisi pitää n. 10 %:ssa kokonaisuudesta ala-asemittain ja CPU-yksiköiden uusimisen yhteydessä saataisiin laajennettua mm. ohjauksien, mittausten ja säätöjen listauksien määrää, jotta jatkosakin kaikki tarvittavat I/O-pisteet saadaan CPU-yksikön käsiteltäväksi.

Tällä hetkellä huonoin tilanne laajennettavuudessa on ala-asemalla 21, jossa on n. 9 % vapaana, ja ala-asemalla 22, jossa on n. 6,5 % vapaana. Näihin voisi hiukan lisätä uusia I/O-kortteja, jotta laajennettavuuteen olisi varauduttu sekä I/O:n hajoamista varten olisi ns. "häätävara". Muilla ala-asemilla (1-4 ja 20) on vielä hiukan varaa lisätä mittauksia ja ohjauksia vanhoihin I/O-kortteihin, mutta nämäkin on hyvä ottaa huomioon modernisointia tehtäessä. Varsinkin, jos ilmanvaihto toteutetaan tarpeenmukaisella ohjauksella, tarvitsee uudet mittaukset, mm. lämpötila, CO₂-mittaukset, läsnäolo- ja/tai liiketunnistimet kytkeä ala-asemaan, jotta niiden mittaustiedon pohjalta voidaan ohjata ilmanvaihtokoneen puhaltimia. Puhaltimien moottoreiden ohjausta varten taas tarvitaan joko taajuusmuuttajat tai EC-moottorit. Molemmissa tapauksissa ala-asemaan tulee kuitenkin vähintään kaksi ohjaustietoa, jotta tulo- ja poistopuhaltimien moottoreita saadaan ohjattua.

6.3 Kiinteistön ylläpito

Kiinteistöautomaatiojärjestelmän ylläpidon ja sen toiminnan seuraamisen puolella olisi syytä selvittää, voitaisiinko saavuttaa parempia ratkaisuja tehostamalla yhteistyötä toimijoiden välillä, tarkistamalla sopimuksien sisällöt ja vähentämällä toimijoiden määrää. Työtä tehtäessä eivät selvinneet täysin kaikkien toimijoiden vastuut ja rajat kiinteistössä, koska kaikkia sopimuksia ei ollut saatavilla. Tämä on kuitenkin tärkeä asia, jos halutaan kehittää kiinteistön energiatehokkuutta tulevaisuudessa ja edesauttaa mahdollisten toteutuksien läpivientiä, koska kaikilla on omat toimialueensa ja niillä vastuhenkilöt.

Kiinteistöautomaation selvityksen yhteydessä tulivat väkisinkin vastaan kiinteistön eri toimijat, ja tätä kautta saatiin jonkinlainen kuva, mitkä ovat kenenkin toimenkuvat ylläpidollisesti. Kiinteistössä toimii tällä hetkellä yhteensä kolme toimijaa, joista L & T vastaa kiinteistönhuollosta ja ylläpidosta, Schneider Electric kiinteistöautomaatiojärjestelmästä ja sen muutoksista/laajennuksista ja Granlund kiinteistön ylläpidon seurannasta sekä kehitysehdotusten välittämisestä kiinteistönhuollolle.

Kaikkien toimijoiden roolia olisi syytä tarkastella, jotta toimijat saataisiin toimimaan enemmän yhteistyössä. Tärkeä seikka on myös, että tieto, mitä ja milloin on tehty, välittyisi ja olisi käytettävissä jokaisella toimijalla. Tällä hetkellä tilanne ei ole tämä, vaan jokainen toimija käy tekemässä omat tehtävänsä, mutta siitä ei informoida mm. kiinteistönhuollolle lainkaan tai hyvin heikosti. Tällöin monet muutokset ja ongelmat voivat jäädä ja jäävätkin muilta toimijoilta huomaamatta. Tavoitteeksi tulevaisuudessa olisikin syytä asettaa, että kaikilla kiinteistön toimijoilla olisi yhteinen tavoite eli kiinteistön energiatehokkuuden parantaminen ja modernisointi. Kun nämä asiat saataisiin kuntoon, hankkeiden toteutuskin olisi yksinkertaisempaa ja välttyään ristiriidoilta sekä epätietoisuudelta, mitä tarvitsee tehdä ja mitä on jo tehty. Kattavampi suunnitelma kiinteistön modernisoinnille tehdään tämän Smart Campus -hankkeen tulosten pohjalta, ja tämä olisi yksi tärkeimmistä ottaa huomioon.

6.3.1 Seuranta ja ylläpitojärjestelmät

Kiinteistön tilaa ja kulutuksia seurataan mm. Granlundin Ryhti-järjestelmän avulla. Kiinteistönseurantatyökalu järjestelmän energiatehokkuuden ja mahdollisten kulutuskohteiden havainnointia varten on hyvä apu, mutta sen käyttö vaatii oikeaa ja täsmällistä käyttöä. Tällä hetkellä seuranta on melko vajaavaista ja tiedot monin paikoin melko puutteelliset. Tämä on johtanut siihen, että esim. Lassila & Tikanoja on alkanut käyttää erillistä FIMX-järjestelmää Ryhti-järjestelmän ohessa. Tähän pitäisi löytää yksi koko kiinteistön kattava hallintatyökalu, jossa olisi ajantasaista tietoa saatavilla. Näin myös raportit kiinteistön toiminnasta ja kulutuksista vastaisivat paremmin totuutta.

Granlundilla on etuna, että se tekee yhteistyötä Schneider Electricin kanssa ja koululla taas on Schneider Electricin ylläpitämä kiinteistöautomaatiojärjestelmä, joten tästä voisi olla hyötyä kaikille osapuolille. Kuitenkin tähän pitäisi saada myös kiinteistöhuolto mukaan, jotta järjestelmästä on jotain hyötyä mm. energiankulutuksen vähentämisessä. Schneider Electricillä on varmasti jotain suunnitelmia, kuinka kiinteistöautomaatiota lähdetään uudistamaan, ja tällöin myös Granlundin järjestelmän rooli olisi hyvä selvittää.

6.3.2 Valvomon modernisointi

Kiinteistöautomaation valvomon osalta mahdollista on modernisoida grafiikat sekä samalla tarkastaa listauksien tilanne, jotta tiedot olisivat ajanmukaiset. Nämä helpottavat jatkossa mahdollisia selvitys- ja muutostöitä, kun ei tarvitse lähteä tutkimaan järjestelmän sisältöä tyhjästä vaan tiedot olisivat ajan tasalla. Myös kuvat ja tiedot kiinteistönsisällöstä ja järjestelmien toiminnoista olisi hyvä päivittää ajan tasalle kaikkiin ylläpitojärjestelmiin. Sähkön-, veden- ja lämmönkulutuksien seurannan osalta tarvetta muutokseen myös on, koska mittaritiedot valvomossa, Ryhdissä ja ala-asemalla 3 (Lämmönjakohuone A-osa) ovat erisuuruisia kuin toimittajien (sähkölaitos, kaukolämmöntoimittaja ja vedentoimittaja) laskuttamat/mittaamat lukemat. Tämä voi johtua siitä, että tiedot mm. Ryhtiin kerätään n. kerran kuukaudessa Granlundin toimesta, mutta tietojen haenta-ajankohta ei ole sama kuin muiden järjestelmien tieto. Tällöin saattaa käydä niin, että lukemat eivät vastaa toisiaan, koska mittaustieto on otettu eri ajankohtina.

Lisäksi kulutuksia luetaan huoltomiehen toimesta manuaalisesti joka kuukauden lopussa ja mittarien luentapäivä näyttää vaihtelevan melko paljon. Lukema tulisi ottaa mittareilta aina kuun alussa, jolloin saadaan koko kuukausi ylös ja vertailu on helpompaa. Vaikuttaa kuitenkin siltä, että näitä huoltomiehen keräämiä tietoja ei käytetä missään hyödyksi, vaan kaikki Ryhdin koonti- ja kulutusraporttien tiedot ovat Granlundin ottamia tietoja. Mahdollista on myös impulssimittareiden mittaustiheyden riittämättömyys, mikä johtuu liian harvasta impulssien lähetyksestä tai siitä, että impulssimittarien kalibrointi ei ole enää kunnossa. Olisi syytä tarkistaa toimijoiden vastuualueita mahdollisesti selvittäessä, että mittaustietoja ei kerää useampi toimija eri ajankohtina, koska se ei ole kenenkään toimijan eduksi eikä auta mitenkään kiinteistön mahdollisten vikojen havaitsemisessa mm. kulutuksia vertailemalla. Kaikilla pitäisi olla käytettävissä samat mittaustiedot, jolloin mahdollisten toimenpiteiden suunnittelu ja toteutus on helpompaa.

Paras ratkaisu saada tiedot täsmäämään olisi saada kulutustieto suoraan toimittajalta, jolloin valvomon tiedot vastaisivat myös laskutettua. Tätä kautta kulutuksien vertaileminen kuukausien ja vuosien välillä olisi helpompaa, ja infotietojenkin levitys olisi järkevämpää, koska kaikilla olisi samat tiedot. Toinen ratkaisu on lisätä tarvittavat mittaukset itse, jolloin esim. varsinaisten mittareiden rinnalle asennetaan toiset mittarit, joilta kulutustiedot saadaan. Tämä takaa mittaustietojen saannin myös tulevaisuudessa, eikä tarvitse miettiä, onnistuuko esim. sähköntoimittajan vaihdoksen jälkeen kulutustietojen saanti.

6.4 Langaton anturiverkko

Ilmanvaihtokoneiden ohjauksien ja muiden mittausten tueksi ja myös seurantaa ajatellen voitaisiin harkita langatonta anturiverkkoa. Verkon avulla voitaisiin seurata joitain haluttuja kohteita kiinteistössä, ilman että tarvitsee asentaa kiinteitä anturointeja. Samalla saataisiin myös todettua konkreettisesti, kuinka langaton anturiverkko voisi tukea kiinteistöautomaatiota ja sen ohjauksia sekä seurantaa, sillä langaton tekniikka on vahvasti tulossa myös kiinteistöautomaatioon (mm. etäluentasähkömittarit, paikannusta) ja sen käyttäminen joissain osissa kohteita voisi olla hyvä paikka laitetoimittajille toteuttaa ja kehittää ratkaisujaan. Samalla koulutkin voisivat hyödyntää uutta tekniikkaa esim. opetuskäytössä.

Anturiverkko pitää kuitenkin pystyä liittämään kiinteistöautomaatioon, jotta esim. mittaustiedot saataisiin koottua yhteen paikkaan ja ne olisi helposti välitettävissä eteenpäin esim. infotauluun käyttäjien nähtäväksi tai huoltomiehen käytettäväksi. Tällöin myös varmistetaan, että verkkoa ylläpidetään, koska se on osa järjestelmää.

Pilotointimielessä langattomat mittaukset voivat olla mielenkiintoisia, ja sen avulla niitä voitaisiin mahdollisesti pyrkiä kehittämään paremmin toimiviksi. Järjestelmä, jossa näiden langattomien antureiden tietoa käytettäisiin, ei tällöin kuitenkaan saisi olla mikään kiinteistön toiminnan ja ylläpidon kannalta kriittinen kohde. Jos langattoman anturin tiedonsiirto jostain syystä häiriintyy, sen toimittaman mittaustiedon pohjalta järjestelmä voi toimia täysin virheellisesti. Siksi langattoman anturin mittaustiedon siirto täytyisi olla erittäin varmaa. Kiinteiden mittausten häiriönsieto on vielä toistaiseksi paremmalla tasolla.

Verkon laajentaminen uusilla mittauksilla ja toimilaitteilla onnistuu helposti, joskin vielä toistaiseksi langattomat ratkaisut ovat melko kalliita verrattaessa kiinteisiin mittausratkaisuihin. Lisäksi langattomien perusantureiden mittaustarkkuus voi olla paikoin riittämätön, ja tällöin tarvitaan kalliimpia, mutta tarkempia antureita. Yleiseen olosuhdemittaukseen perusanturitkin soveltuvat hyvin. Usealla langattoman anturiverkon toimittajalla on laajat valikoimat laajennuksia verkkoon, ja ne käsittävät erilaisista mittauksista aina 100 V/1 A ohjauksiin ja liiketunnistimiin. Näillä ei kuitenkaan voida toteuttaa kuin pieniä, esim. peltien ohjauksia, mutta antureiden mittaustietoa voidaan totta kai käyttää hyödyksi ohjauksia tehtäessä. Automaatioliitettävyyttä varten mm. Wirepasilta on saatavilla Automaatio Gateway (Modbus GW), jolloin tietoja voidaan välittää kiinteistöautomaatiojärjestelmään. Langaton anturiverkko perustuu ns. nodeihin eli solmupisteisiin, ja järjestelmään liitetyt anturit kommunikoivat keskusyksikön kanssa (Gateway), mikä koontaa mittaustiedot serverille. Mahdolliset ohjaukset (pälle/pois) voidaan toteuttaa myös suoraan nodin kautta mittaustietoa apuna käyttäen, jolloin voidaan puhallin esim. käynnistää tai pysäyttää.

6.5 Pilotointi

Projektin pilottikohteiksi valittiin Myyrmäen B-osan luokkatilat B243 ja B244. Suurin syy tilojen valintaa oli A-osan auditorion käyttökielto, jolloin sieltä pilottikohteita ei voitu valita ja kaikkien muiden B-osan ilmanvaihtokoneiden vaikutusalueet olivat liian suuria pilotoinnin toteutusta varten. Luokkatilojen ilmanvaihto hoidetaan ilmanvaihtokoneen TK41, joka vastaa B-osassa 13 luokkatilan, 5 varastotilan, 3 WC-tilan ja käytävien (B-osa, kerrokset 1-3) ilmanvaihdosta. Ilmanvaihtokoneen ohjaukset sekä mittaukset sijaitsevat ala-asemassa 21, B-osan ilmanvaihtokonehuoneessa. Pilotointia varten tehtiin modernisointikaavio ala-asemalle 21 (Liite 5: Modernisointikaavio ala-asema 21). Pilotoinnin tavoitteena on saavuttaa kustannussäästöjä ilmanvaihdon tehokkaamman ohjauksen avulla sekä mahdollistaa huonekohtaisen seuranta, jolloin järjestelmän toimivuuden tehokkuutta voidaan tarkkailla. Pilottiluokissa pilotoinnin avulla pyritään saavuttamaan n. 15 % energiansäästö vuodessa, ja se on mahdollista Swegonin järjestelmän ja kiinteistöautomaation modernisointien avulla.

Toteutuvaa energiansäästöä seurataan EU:n vaatiman vuoden ajan, ja kiinteistöhallinto tekee pilotoinnin pohjalta suunnitelmia kiinteistöjen modernisoinnin suhteen tulevaisuudessa. Pilottihanke jatkuu vuoden 2014 loppuun asti, ja siksi kaikki pilottikohteet ja niiden ratkaisut pyritään liittämään kiinteistöautomaatiojärjestelmään. Tällöin varmistetaan ylläpidon säilyvyys projektin jälkeen, ja pilotointien vaikutuksista sekä toimivuudesta saatava tieto voidaan välittää kiinteistönomistajien ja ylläpidon käytettäväksi tulevaisuuden kehitysehdotuksien pohjaksi.

6.5.1 Pilottikohteet

Tila B243 (kuva 18) on tavallinen luokkahuone, joka koostuu 30 istuinpaikasta, yhdestä opettajan työpisteestä ja kosketusnäyttöllisestä projektoritaulusta. Luokkatilan ilmanvaihto toimii huonelämpötilan ja ilmanvaihkokoneen aikaohjelman mukaan. Valaistus kytketään päälle manuaalisesti seinän kytkimistä, luokkatilassa oleva liiketunnistin Vah-ti-Jussi Master 220 HGL sammuttaa valot, jos liikettä ei 16 minuutin aikana havaita tilassa. Lämmityspattereita luokassa on 2 kappaletta, ja niiden ohjaus tapahtuu termostaattia manuaalisesti säätämällä.



Kuva 18: Luokkatila B243

Tila B244 (kuva 19) on ATK-luokka, joka koostuu 24 työpisteestä, yhdestä opettajan työpisteestä ja projektorista. Luokkatilan ilmanvaihto toimii huonelämpötilan ja ilmanvaihkokoneen aikaohjelman mukaan. Valaistus kytketään päälle ja pois manuaalisesti seinän kytkimistä. Lämmityspattereita luokassa on 2 kappaletta, ja niiden ohjaus tapahtuu termostaattia manuaalisesti säätämällä.



Kuva 19: ATK-luokkatila B244

6.5.2 Tehtävät muutokset ja tarpeet

Tilojen ilmanvaihto muutetaan tarpeenmukaiseen ilmanvaihtoon, ja siinä apuna käytetään Swegonin WISE-järjestelmää. Järjestelmä pitää sisällään WISE-tiedonsiirtoyksikön ja kytkentärasiat Connect Adapt, WISE routerin (reititin), Detect Oa V110 -läsnäoloanturit ja huonesäätöpellit Adapt Damper (tulo- ja poisto kanavaan). Huonesäätöpeltejä on kaksi, joista poistoilmansäätöpelti toimii masterina (isäntä) ja tuloilmansäätöpelti toimii slavena (orja). Master-säätöpellissä on sisäänrakennettu lämpötilamittaus, ilmanvirtausmittaus ja ilmanlaatumittaus, vastaavasti Slave-säätöpelti pitää sisältää lämpötila- ja ilmanvirtausmittaukset.

Peltien mittauksien mukaan säädetään motorisoitujen peltien asentoa tarpeen mukaan. Järjestelmälle annetaan käyttöliittymän kautta halutut läsnä- ja poissaoloaikojen asetusrvot, joiden mukaan järjestelmä tekee tarvittavat säädöt, jotta asetusrvot saavutetaan. Jotta järjestelmän toimii oikein, täytyy mm. läsnäoloanturille asettaa sopiva viive. Näin varmistetaan joustava säätö ja vältytään virhekytkennöiltä.

WISE-järjestelmällä on mahdollista toteuttaa myös toimialueiden jakoa. Tällöin tarvitaan lisäksi Damper-vyöhykesäätöpellit, jolloin ilmanvirtausta voidaan jakaa halutulla tavalla. Mahdollista on myös ohjata valaistusta ja patteritermostaatteja, jolloin käytetään hyödyksi läsnäoloanturia. Näitä laajennuksia ei pilottikohteisiin toteutettu, mutta ne on mahdollista lisätä myöhemmin näin haluttaessa.

Jotta Swegonin WISE-järjestelmästä saataisiin kaikki hyöty irti, täytyy ilmanvaihtokone TK41 muuttaa taajuusmuuttajaohjatuksi. Ilmanvaihtokoneen TK41 ohjaukset ja mittaukset sijaitsevat ala-asemassa 21 (Liite 2: I/O-listaus ala-asema 21), ja sinne kytketään kaikki tarvittavat laajennusosat ja mittaukset, kuten tulo- ja poistokanaviin tulevat painanturit, jotta ilmanvaihtokoneen vaikutusalueelle saadaan vakiopaine sekä taajuusmuuttajien ohjaukset. Nämä siksi, että pilottiratkaisu koskee vain kahta luokkatilaa koko ilmanvaihtokoneen vaikutusalueesta ja haluttiin välttää suuret muutokset muiden vaikutusalueen tilojen ilmanvaihdossa. SUPER WISE -tiedonsiirtoyksikön kautta järjestelmä voidaan liittää kiinteistöautomaatiojärjestelmään Modbus RTU -liitännällä. Myymässä tämä vaatii muutoksia myös kiinteistöautomaatiikkaan, mm. ala-aseman 21 CPU-yksikkö vaihdetaan uudempaan Atmosware IC1000 -yksikköön ja uusien mittauksien ja taajuusmuuttajien ohjauksien takia I/O-korttien lisääminen on välttämätöntä. Ilmanvaihtokoneen TK41 sähkönkulutus saadaan suoraan taajuusmuuttajilta, joten erillisiä sähkömittareita ei tarvita.

Järjestelmän hallinta kiinteistöautomaation valvomosta:

Valvomografiikkaan tehdään pohjakuva kiinteistöstä, missä näkyvät kaikki tilat. Tilojen kohdalla näkyy oletuksena perustietoja, mm. lämpötila, läsnäolo ja mahdollisesti langattoman anturiverkon mittaustietoja. Tarkemmat tiedot tilan olosuhteista ja mittauksista saisi painamalla huoneen nimeä, joka toimisi hyperlinkkinä Swegonin järjestelmään kuuluvaan Web-käyttöliittymään. Näkymä voisi olla joko valvomografiikoilla tehty tai suoraan Web-käyttöliittymänäkymä. Valvomografiikoilla täytyy vain luoda tarvittavat tagit, jotka vastaavat Web-käyttöliittymän kohtia, ja käyttäjän muuttaessa valvomosta jotain arvoa muuttuu sama arvo myös Web-käyttöliittymään ja säätöpellit saavat ohjauksetiedot sitä kautta.

Modernisoinnille edellytykseksi asetettiin, että kiinteistötoimintoja voidaan hallita kiinteistöautomaation valvomosta käsin. Tällöin ei ole ns. itsenäisesti toimivia järjestelmiä, vaan kaikkia hallittaisiin yhdestä pisteestä tarpeen mukaan. Tietenkään järjestelmä ei saa olla riippuvainen vain kiinteistöautomaation valvomosta, vaan pitää pystyä toimimaan itsenäisesti. Esimerkiksi valvomoon tulee vikatilanne tai huoltotauko, jolloin mm. ilmanvaihdon, lämmityksen ja muiden kriittisten toimintojen täytyy pystyä toimimaan normaalisti niin kauan, että mahdollinen vika tai huoltotilanne valvomon osalta saadaan valmiiksi. Valvomo käytön lisäksi myös Swegonin Web-käyttöliittymä liitetään koulun verkkoon, jotta sieltä voidaan tarvittaessa seurata tilannetta ilman tarvetta käydä valvomossa. Web-käyttöliittymään on mahdollista toteuttaa käyttäjätasoja, jolloin vain tietyt käyttäjät voivat muokata järjestelmän asetuksia ja toiset voivat tutustua ja katsoa, mitä järjestelmä pitää sisällään.

Pilotointien mittaustiedot ja kiinteistöjen kulutustiedot on tarkoitus näyttää infopaneelissa, joka on suunnitteilla kampuksen aulaan. Mittaus- ja kulutustiedot saadaan kiinteistöautomaatiojärjestelmästä käsin Modbus-kyselyn avulla, joka mahdollistaa suoran tiedon keruun ala-asemalta käsin. Tällöin ei tarvitse turhaa kuormittaa valvomon tiedonsiirtoa. Modbus-kyselyn toimintaa on käsitelty kohdassa 4.8 Muut järjestelmät.

6.6 Kustannus- ja takaisinmaksulaskelmat

Ala-asemille modernisointi tarpeiden mukaan arvioitu peruskustannus olisi n. 3000 € + työt, mikä pitää sisällään

- CPU-yksikön Atmosware IC1000
- 2 kpl I/O-kortteja
- työn (ohjelmointi, tagien lisääminen järjestelmään, valvomografiikan päivitys, kytkentämuutokset ala-asemaan).

Peruskustannuksien lisäksi tulee lisäkustannuksia, jos ilmanvaihtojärjestelmät muutetaan tarpeenmukaisesti ohjatuiksi. Kustannuksien suuruus riippuu toteutustavasta seuraavasti:

Taajuusmuuttajaohjatuksi muuttaminen maksaa n. 450 €/taajuusmuuttaja + työ (ilmanvaihtokoneen tulo- ja poistopuolet tarvitsevat omansa taajuusmuuttajan), ja lisäksi tiloihin mahdollisesti tulevat lisämittaukset, joilla ohjataan taajuusmuuttajaa kustantavat n. 1000 € (sis. huonetilaan lämpötila-, CO₂- ja läsnäoloanturit). Taajuusmuuttajaohjatun AC-moottorin etuja ovat mm. tarpeenmukainen ohjaus ja halvempi hankintahinta verrattaessa EC-moottoriohjaukseen. Arvioitu kustannussäästö taajuusmuuttajaohjaukselle on n. 30 %.

Vastaavasti korvattaessa vanhat AC-moottorit EC-moottoreilla muodostuu lisäkustannuksiksi n. 3000 - 4000 € + työ sekä EC-moottoriohjausta varten tarvittavat uudet mittaukset n. 1000 € (sis. huonetilaan lämpötila-, CO₂- ja läsnäoloanturit). EC-moottoriohjauksen etuja on mm. laajempi säätömahdollisuus ilman taajuusmuuttajaohjauksen häviöitä. Vaikka alkuinvestointi on paljon kalliimpi, voi EC-moottoriohjaus olla pidemmällä aikavälillä kannattavampi paremman säädettävyytensä ja pienemmän energiankulutuksen (verrattuna tavalliseen AC-moottoriin) vuoksi.

Yleisesti koko ala-asemien modernisoinnin takaisinmaksuaika on taajuusmuuttajaohjauksen avulla arviolta n. 10 - 15 vuotta ja EC-moottoriohjauksen avulla arviolta n. 15 - 30 vuotta. Takaisinmaksuaikaan vaikuttavat suuresti mittaustiedot, joilla taajuusmuuttajia tai EC-moottoreita ohjataan, ja lisäksi lopullinen hankintakustannus. Ilmanvaihtonohjausten lisäksi on mahdollista toteuttaa myös lämmityksien ja valaistuksien tarpeenmukaisia ohjausratkaisuja, millä voidaan saavuttaa lisäsäästöjä ja mitkä osaltaan pienentävät myös investoinnin kokonaistakaisinmaksuaikaa arviolta muutamilla vuosilla.

Pilotointi hoidettiin yhteistyössä Swegonin (tarpeenmukaisen ilmanvaihdon laitteet), Schneider Electricin (ilmanvaihtokoneen ohjausmuutokset ja automaatiojärjestelmän modernisointi) ja LVI- sekä sähköurakoinnin hoitavan Lassila & Tikanojan kanssa. Pilotoinnin kustannusarvio on n. 10 000 €, mikä jakaantuu eri toimijoiden kesken seuraavasti: Swegonin tarpeenmukaisen ilmanvaihdon laitteet ja tarvikkeet n. 2900 €, Schneider Electricin taajuusmuuttajat + ilmanvaihtokoneen ohjelmointi ja muutostyöt + Swegon WISE -järjestelmän liitäntä kiinteistöautomaatiojärjestelmään n. 900 € + 3000 € + 2750 €.

L & T:n asennuskustannuksien (työ + tarvikkeet) tarkkaa kustannusta ei ollut työn tekohetkellä mahdollista saada, mutta ne on arvioitu olevan n. 2000 €. Alkuinvestoinnin ja arvioidun energiansäästön avulla investoinnin takaisinmaksuajaksi saataisiin n. 33 vuotta, johtuen lähinnä pakollisista automaatiojärjestelmään tehtävistä modernisoinneista (CPU-yksikkö ja ilmanvaihtokoneen ohjausmuutokset).

Ilmanvaihtokoneen toiminta-aika päivässä on n. 15 h, ja nykyisellään ilmanvaihtokone toimii koko tämän ajan täydellä teholla, vaikka tilassa ei olisi toimintaa. Jos ilmanvaihtokonetta ohjattaisiinkin sama 15 h siten, että 2 h kone toimisi ns. puolella teholla ja sitten 12 h täydellä teholla ja lopuksi vielä 1 h verran puolella teholla päivän aikana, voidaan tätä kautta saavuttaa arviolta n. 300 - 400 € säästöä per vuosi jo pelkästään sähkönkulutuksessa, mikä taas näkyy takaisinmaksuajassa positiivisesti. Takaisinmaksuaika aikaohjelman muutoksien jälkeen olisi koko investoinnilla n. 27 vuotta. (Liite 7: Modernisoinnin kustannus- ja takaisinmaksuarvio)

7 Yhteenveto

Tulevaisuudessa kiinteistöautomaatiojärjestelmien tehostaminen on yksi askel kohti energiatehokkaampaa kiinteistönylläpitoa, ja automaatio tulee olemaan siinä tärkeässä osassa. Projektin aikana vastaan tuli paljon erilaisia ongelmia ja haasteita, mm. kiinteistöpäällikön puuttuminen ja ala-asemilla olevien listauspapereiden puutteellisuus, jotka hidastivat osin selvitystyötä ja myöhemmin myös pilotointien toteutusta. Järjestelmään tehtyjä muutoksia ei juuri muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta ole kirjattu mihinkään; kirjatut tiedot ovat vuodelta 2002. Kiinteistön toiminnan seurantaan käytetyssä Ryhti-järjestelmässä on paljon vanhaa tietoa, eikä uusia tietoja/raportteja ole tullut vuoden 2009 jälkeen lainkaan, vaikka ne olisivat energiatehokkuuden kannalta ensisijaisen tärkeitä, jotta muutoksia toiminnassa ja vikoja järjestelmässä voidaan havaita ja korjata. A-osassa monia ilmanvaihdon ohjauksia on muutettu ala-aseman CPU-yksiköstä käsin toimimaan tilassa ”Nopea”, ja niiden valvomo-ohjaus on poistettu käytöstä kokonaan. Tällöin ilmanvaihtokoneen aikaohjelma ei vaikuta ilmanvaihtokoneen toimintaan nopeuteen (Hidas, Nopea), mutta ilmanvaihto on päällä, vaikka tilassa/toimialueella ei olisi tarvetta täydelle ilmanvaihdon nopeudelle. Ilmanvaihdon riittämättömyys on suurimpia syitä, miksi aikaohjelman säätö on ohitettu. Tämä tieto on saatavilla vain ala-aseman CPU-yksiköstä, ja siksi olisikin hyvä saada ohjausmuutosmerkinnät tulevaisuudessa selvästi esille.

Kaikesta huolimatta saatiin selville paljon Modernisointiehdotukset-kohdassa (ks. kohta 6. Modernisointiehdotukset) läpi käytyjä ongelmia ja niihin ratkaisuja. Muutostarpeita kiinteistössä on, ja pienillä muutoksilla voidaan jo saavuttaa parannuksia mm. hyvinvoinnin ja viihtyvyyden osalta. Ensimmäinen askel kohti tehokkaammin toimivaa kiinteistöä on saada korjattua suurimmat ongelmat kiinteistön toiminnassa/ylläpidossa, joiden kuntoon saamisen avulla modernisointitarpeet on helpompi viedä läpi, kun kaikilla on yhteinen näkemys asiasta.

Projektin yhteydessä toteutetut pilottikohteet olivat pieni osa koko kiinteistön modernisointitarpeesta, mutta niiden avulla saadaan tietoa modernisoinnin kannattavuudesta ja eri tavoista toteuttaa se. Swegonin tarpeenmukaisen ilmanvaihdon WISE-järjestelmä vaikutti erittäin mielenkiintoiselta ratkaisulta yhdistää ilmanvaihto ja automaatio toisiinsa ja saada tätä kautta tehtyä niistä ns. pakettiratkaisu, jota voidaan tarpeen mukaan räätälöidä asiakkaan toiveiden ja tarpeiden mukaan.

Totta kai tarpeenmukainen ilmanvaihto on vielä melko uusi tapa ilmanvaihdon ohjaukseen, ja varsinkin pakettiratkaisuja, missä ilmanvaihto ja automaatio on liitetty jo toisiinsa, on toistaiseksi vielä melko vähän saatavilla. WISE-järjestelmän kustannukset osoittautuivat paljon pienemmiksi kuin vastaava toteutettuna ”vanhalla” tavalla, jossa ilmanvaihdon eri osat tulevat eri toimijoilta ja kokonaisuutta hallitaan kiinteistöautomaatiosta. Kustannukset nousevat usein, jos toimijoita on useita. Lisäksi pakettiratkaisu on mahdollista toteuttaa melko yksinkertaisesti esim. saneerauskohteeseen, koska se voidaan liittää osaksi vanhaa järjestelmää ja sen asennus on yksinkertaista.

Swegonin WISE-järjestelmää on mahdollista tulevaisuudessa laajentaa nyt toteutetuista pilottikohteista kattamaan aina koko ilmanvaihtokoneen toimialueen ja myöhemmin kaikki kiinteistön ilmanvaihtokoneet. Esimerkiksi ilmanvaihtokoneen TK41 toimialueeseen kuuluu n. 13 luokkatilaa, 5 varastoa, 3 WC-tilaa ja käytävät (B-osa, kerrokset 1 - 3), jolloin nykyisiin ilmanvaihtokanaviin asennettaisiin vyöhykepeltejä, joiden avulla toimialuetta saataisiin jaettua pienempiin osiin/yksiköihin. Näitä osia/yksiköitä voitaisiin sitten hallita ja ohjata tarpeenmukaan, ilman että se vaikuttaisi muiden toimialueeseen kuuluvien tilojen olosuhteisiin. Lisäksi pilottiluokkatiloihin (B243 ja B244) olisi mahdollista lisätä nykyisen järjestelmän yhteyteen mm. valaistuksen- ja patteritermostaattienohjaus sekä huonelämpötilansäätötermostaatti, jolloin voidaan laajentaa tarpeenmukaisen olosuhteidensäädön laajuutta luokkatilassa. Valaistuksen ja patteritermostaattien säädöt voidaan toteuttaa jo olemassa olevien WISE-järjestelmän anturointien avulla. Vastaavanlainen kokonaisuus on mahdollista toteuttaa myös muihin kiinteistöjen luokkatiloihin ja tätä kautta kiinteistön kaikki ilmanvaihto-, lämmitys- ja valaistusjärjestelmät on mahdollista saada tarpeenmukaisesti ohjatuiksi.

Uudenlaiset ohjaustavat ja lisäjärjestelmät vaativat usein muutoksia myös itse kiinteistöautomaatiojärjestelmään, jolloin vanhojen kiinteistöautomaatiojärjestelmien yhteensopivuus uusien ratkaisujen kanssa tulee selvittää tarkasti. Nykyaikainen kiinteistöautomaatiojärjestelmä toimii internetpohjaisesti ja liikennöinti mm. ala-asemien välillä tapahtuu TCP/IP-protokollan avulla, jolloin järjestelmän ylläpitoa varten ei tarvita välttämättä paikalla olevaa henkilökuntaa. Nämä muutokset vaativat vanhoissa kiinteistöissä muutoksia liitännöihin ja laitteisiin, mutta saatu hyöty saavutetaan järjestelmän yhdenmukaistumisella ja etäkäyttö/seurantamahdollisuudella. Lisäksi järjestelmän käyttäminen usein yksinkertaistuu, jolloin käyttökoulutuksen tarve pienenee ja käyttö on helpompaa. Tämä on joustavampi ratkaisu, jos kiinteistön ylläpitohenkilökunta vaihtuu usein. Vaikka järjestelmät kehittyvät ja niiden käyttöä pyritään helpottamaan, täytyy

kaikesta huolimatta muistaa varmistaa käyttäjien kouluttaminen järjestelmien käyttöön. Ilman asianmukaista käyttökoulutusta voi toimivankin järjestelmän saada toimimattomaksi. Koulutuksella samalla varmistetaan, että mahdolliset viat ja ongelmat opitaan havaitsemaan hyvissä ajoin, kun tiedetään järjestelmän toiminta. Tätä kautta tarvittavat korjaukset saadaan tehtyä mahdollisimman pian ongelmia havaittaessa ja järjestelmien normaali toiminta saadaan turvattua.

Erilaisia ratkaisuja kannattaa pilotoida, jolloin nähdään niiden edut ja mahdolliset haitat ja näistä voidaan sitten valita parhaiten kiinteistöön sopiva modernisointitapa ja lähteä tekemään laajamittaisempaa modernisointia koko kampuksen kohdalla. Pilotoinnin seuranta jatkuu vuoden 2014 loppuun saakka, jolloin nähdään, kuinka parannusratkaisut ovat vaikuttaneet ja ovatko ne toteutuskelpoisia laajemmassa mittakaavassa. Kiinteistön laajempi modernisointi suunnitellaan ja toteutetaan osin tämän projektin tulosten pohjalta, jolloin käytettävissä on käyttäjäkokemukset projektin aikana toteutetuista pilotoinneista. Tämä auttaa tulevaisuudessa tekemään ratkaisuja eri modernisointiratkaisujen kannattavuuden välillä.

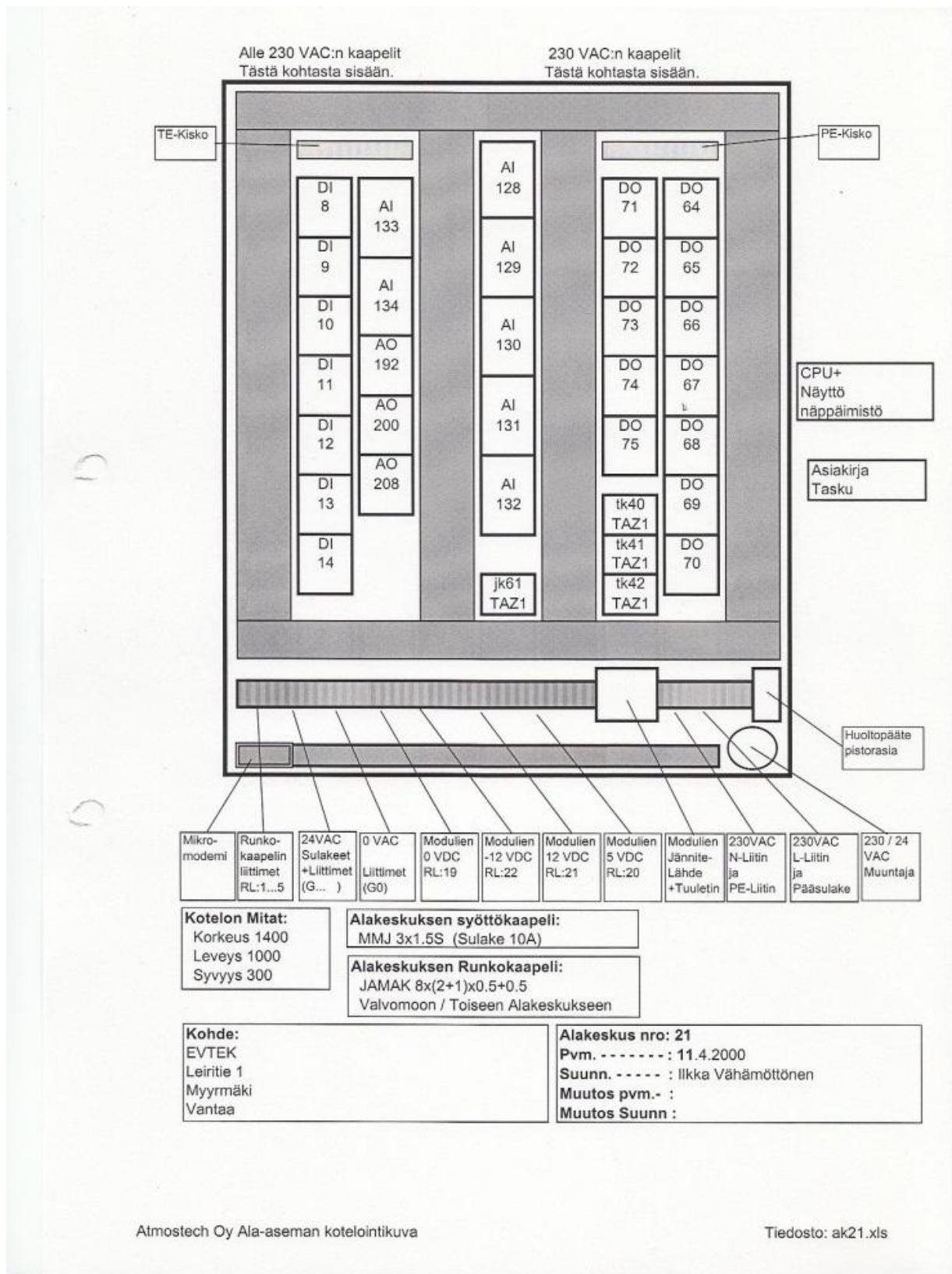
Kustannus- ja takaisinmaksuarvio kertoo, että modernisoinnit ovat pienessä mittakaavassa (pilotointi) vielä kannattamattomia varsinkin, jos järjestelmään joudutaan tekemään paljon toiminnan kannalta välttämättömiä muutoksia. Jos koko kiinteistön ilmanvaihto muutettaisiin kokonaan tarpeenmukaiseksi, olisi alkuinvestointi iso, mutta tällöin siitä saadaan kannattavampi ja se maksaa itsensä takaisin suhteessa lyhyemmässä ajassa. Tärkein tavoite olisi löytää kompromissi kulutuksen sekä hyvinvoinnin ja viihtyvyyden välillä, koska usein kulutusta joudutaan hiukan nostamaan, jotta saavutetaan halutut olosuhteet. Tulevaisuudessa uusien teknologioiden käyttö kiinteistöautomaatiossa auttaa parantamaan toiminnan tehokkuutta, ja siksi modernisointi sekä pilotointi ovat tärkeitä asioita, jotta näitä uusia tekniikoita ja tapoja toteuttaa asioita saadaan kehitettyä vieläkin paremmiksi. Uusi tekniikka ja tavat vaativat kuitenkin, että kiinteistönperustoiminnot ovat kunnossa ja jokainen toimija tietää, mikä on hänen roolinsa kiinteistössä. Tällöin saadaan parannuksia tehtyä ilman suuria erimielisyyksiä, ja kustannuksetkin pysyvät maltillisina, koska sopimukset toimijoiden ja kiinteistönomistajien välillä on kunnossa.

Lähteet

- 1 Atmostech Oy, Evtex, LVIS-Automaatio luovutuskansio, 2002. Osat 1 ja 2. Luettu 4.3.2013. Saatavilla Myyrmäen koulun arkistosta.
- 2 Metropolia – Smart Campus-projekti.
<[http://www.metropolia.fi/ajankohtaista/uutiset/arkisto/?tx_ttnews\[tt_news\]=3593&cHash=d5248953f179ae1a21c068f7e2593be6](http://www.metropolia.fi/ajankohtaista/uutiset/arkisto/?tx_ttnews[tt_news]=3593&cHash=d5248953f179ae1a21c068f7e2593be6)>. Luettu 24.2.2013.
- 3 Automaatioseura. Kiinteistöautomaation käsitteiselvitys.
<http://www.automaatioseura.fi/index/tiedostot/BAFF_2_Stefan_Engelholm.pdf>. Luettu 24.2.2013.
- 4 RS232-sarjaliikennetiedonsiirto.
<http://www.camiresearch.com/Data_Com_Basics/RS232_standard.html>. Luettu 3.3.2013.
- 5 TCP/IP-tiedonsiirto. <<http://www.ietf.org/rfc/rfc793.txt>>. Luettu 3.3.2013.
- 6 TCP/Com-tiedonsiirron muuntaminen. <<http://pcmicro.com/TCP-COM/>>. Luettu 24.2.2013.
- 7 Valaistuksenohjaus energiansäästöissä.
<[http://www.tamk.fi/cms/hakumm.nsf/lupGraphics/Helvar.pdf/\\$file/Helvar.pdf](http://www.tamk.fi/cms/hakumm.nsf/lupGraphics/Helvar.pdf/$file/Helvar.pdf)>. Luettu 24.2.2013.
- 8 Schneider Electric - Elektroniikkatuotteet. <<http://ecatalogue.schneider-electric.fi/GroupList.aspx?navoption=1&navid=32134&grouprowid=109125>>. Luettu 24.2.2013.

- 9 Kiinteistönhuoltokirja Ryhti-järjestelmä - Dokumentit. Luettu 26.11.2012. Projektin aikana oli saatavissa www.ryhti.fi/ryhtiweb/metropolia. Nykyään saatavissa <http://www.ryhti.net/sisaankirjautuminen/>.
- 10 SQL -tietokantakysely. <<http://www.2kmediat.com/sql/alkeet.asp>>. Luettu 6.3.2013.
- 11 BACnet-tietoliikenneprotokolla.
<<http://www.vem.fi/toimialaratkaisut/talotekniikka/bacnet-avoin-rakennusautomaatiojarjestelma>>. Luettu 24.2.2013.
- 12 DALI - digitaalinen valaistuksenohjausväylä.<<http://www.dali-ag.org/>>. Luettu 24.2.2013.
- 13 Piikkilä, Veijo & Alikoski, Jukka. 2001. Rakennusautomaatiojärjestelmät. ST -käsikirja 17. 2. painos. Espoo: Sähkötieto ry.

Kotelointikuva ala-asema 21



I/O -listaus ala-asema 21 digitaalitulot

Modulilista	Ala-asema 21	Yhteensä:	172 kpl I/O -pisteitä	9,30 % vapaana	
	Sijainti: B-osa Ilmanvaihtokonehuone 4.kerros	Vapaana:	16 kpl I/O -pisteitä		
	Digitaaliset tulomoduulit (DI-Moduulit)				
I.21_JK61-P1	PUMPPU LIUOSLAUHD. JK1	21	8	1 1, 2	Indikointi Seis/Käy
I.21_JK61-P2	PUMPPU VARAAJAN LAT.	21	8	2 3, 4	Indikointi Seis/Käy
I.21_JK61-P3	PUMPPU LIUOS VAP. JAAHD.	21	8	3 5, 6	Indikointi Seis/Käy
I.21_JK61-P4	PUMPPU IV-JAAHD. VER.	21	8	4 7, 8	Indikointi Seis/Käy
I.21_JK61-EC1	P5:N TAAJUUSMUUTTAJA	21	8	5 9, 10	Indikointi Seis/Käy
I.21_JK61-LK-JK1	VED.JAAHD.KOMP.JK1 KESK.	21	8	6 11, 12	Indikointi Seis/Käy
I.21_JK61-JF1PF1	LAUHDUTINPUHALLINPARI	21	8	7 13, 14	Indikointi Seis/Käy
I.21_JK61-JF1PF2	LAUHDUTINPUHALLINPARI	21	8	8 15, 16	Indikointi Seis/Käy
I.21_JK61-JF1PF3	LAUHDUTINPUHALLINPARI	21	9	1 1, 2	Indikointi Seis/Käy
I.21_JK61-JF1PF4	LAUHDUTINPUHALLINPARI	21	9	2 3, 4	Indikointi Seis/Käy
I.21_JK61-JF1PF5	LAUHDUTINPUHALLINPARI	21	9	3 5, 6	Indikointi Seis/Käy
I.21_TK40-P1	PUMPPU LP1-PATTERI	21	9	4 7, 8	Indikointi Seis/Käy RYHMAKESKUS
I.21_TK40-TF1	TULOILMAPUH. KÄSIK.	21	9	5 9, 10	Indikointi Seis/Käy RYHMAKESKUS
I.21_TK40-EC1	TAAJUUSMUUNT. TF1	21	9	6 11, 12	Indikointi Seis/Käy
21:09:07	***VARALLA***	21	9	7 13, 14	Varalla
I.21_TK40-PF1	POISTOILMAPUH. KÄSIK.	21	9	8 15, 16	Indikointi Seis/Käy RYHMAKESKUS
I.21_TK40-EC2	TAAJUUSMUUNT. PF1	21	10	1 1, 2	Indikointi Seis/Käy RYHMAKESKUS
21:10:02	***VARALLA***	21	10	2 3, 4	Varalla
I.21_TK40-PF2	POISTOILMAPUH.	21	10	3 5, 6	Indikointi Seis/Hidas
I.21_TK40-PF2	POISTOILMAPUH.	21	10	4 7, 8	Indikointi Seis/Nopea
I.21_TK40-HS1R/HS1	RAJA-/KÄSIKYTK. + LAMPPU	21	10	5 9, 10	Indikointi Seis/Käy LAMPPU
I.21_TK40-HS2R/HS2	RAJA-/KÄSIKYTK. + LAMPPU	21	10	6 11, 12	Indikointi Seis/Käy LAMPPU
I.21_TK40-HS3R/HS3	RAJA-/KÄSIKYTK. + LAMPPU	21	10	7 13, 14	Indikointi Seis/Käy LAMPPU
I.21_TK40-HS4R/HS4	RAJA-/KÄSIKYTK. + LAMPPU	21	10	8 15, 16	Indikointi Seis/Käy LAMPPU
I.21_TK40-HS5R/HS5	RAJA-/KÄSIKYTKIN	21	11	1 1, 2	Indikointi Seis/Käy LAMPPU
I.21_TK40-KS1	KELLOKYTKIN KUUMAS.	21	11	2 3, 4	Indikointi Seis/Käy
I.21_TK40-KS2	KELLOKYTKIN SÄHKÖP.	21	11	3 5, 6	Indikointi Seis/Käy
I.21_TK40-KS3	KELLOKYTKIN HITSAUS	21	11	4 7, 8	Indikointi Seis/Käy
I.21_TK41-TF1	TULOILMAPUHALLIN	21	11	5 9, 10	Indikointi Seis/Hidas RYHMAKESKUS
I.21_TK41-TF1	TULOILMAPUHALLIN	21	11	6 11, 12	Indikointi Seis/Nopea RYHMAKESKUS
I.21_TK41-P1	PUMPPU LP1-PATTERI	21	11	7 13, 14	Indikointi Seis/Käy RYHMAKESKUS
I.21_TK42-OK1/LTO1	LTO1-LAITE OHJ. KESK.	21	11	8 15, 16	Indikointi Seis/Käy Ei kytketty
I.21_TK41-PF1	POISTOILMAPUH.	21	12	1 1, 2	Indikointi Seis/Hidas RYHMAKESKUS
I.21_TK41-PF1	POISTOILMAPUH.	21	12	2 3, 4	Indikointi Seis/Nopea RYHMAKESKUS
I.21_TK42-P1	PUMPPU LP1-PATTERI	21	12	3 5, 6	Indikointi Seis/Käy RYHMAKESKUS
I.21_TK42-TF1	TULOILMAPUH. KÄSIK. OHITUS	21	12	4 7, 8	Indikointi Seis/Käy RYHMAKESKUS
I.21_TK42-EC1	TAAJUUSMUUNT. TF1	21	12	5 9, 10	Indikointi Seis/Käy
21:12:06	***VARALLA***	21	12	6 11, 12	Varalla
I.21_TK42-PF1	POISTOILMAPUH. OHITUS	21	12	7 13, 14	Indikointi Seis/Käy RYHMAKESKUS
I.21_TK42-EC2	TAAJUUSMUUNT. PF1	21	12	8 15, 16	Indikointi Seis/Käy
21:13:01	***VARALLA***	21	13	1 1, 2	Varalla
H.21_JK61-TZA1	JAA TYMISSUOJA LS1	21	13	2 3, 4	Hälytys PRI 1
H.21_JK61-EC1	P5:N TAAJUUSMUUTTAJA	21	13	3 5, 6	Hälytys PRI 1
H.21_JK61-LK-JK1	VED.JAAHD.KOMP.JK1 KESK.	21	13	4 7, 8	Hälytys PRI 1
H.21_TK40-TZA1	JAA TYMISSUOJA	21	13	5 9, 10	Hälytys PRI 1
H.21_TK40-EC1	TAAJUUSMUUNT. TF1	21	13	6 11, 12	Hälytys PRI 2
H.21_TK40-EC2	TAAJUUSMUUNT. PF1	21	13	7 13, 14	Hälytys PRI 2
H.21_TK41-TZA1	JAA TYMISSUOJA	21	13	8 15, 16	Hälytys PRI 1
H.21_TK42-TZA1	JAA TYMISSUOJA	21	14	1 1, 2	Hälytys PRI 1
H.21_TK42-OK1/LTO1	LTO1-LAITE OHJ. KESK.	21	14	2 3, 4	Hälytys PRI 1
H.21_TK42-EC1	TF1:N TAAJUUSM.	21	14	3 5, 6	Hälytys PRI 2
H.21_TK42-EC2	PF1:N TAAJUUSM.	21	14	4 7, 8	Hälytys PRI 2
21:14:05	***VARALLA***	21	14	5 9, 10	Varalla
21:14:06	***VARALLA***	21	14	6 11, 12	Varalla
21:14:07	***VARALLA***	21	14	7 13, 14	Varalla
21:14:08	***VARALLA***	21	14	8 15, 16	Varalla

I/O -listaus ala-asema 21 digitaalilähdöt

Digitaaliset lähtömoduulit (DO-Moduulit)						
O.21_JK61-TV4	MAGN. VENTT. JF1-JK1	21	64	1, 2, 3	Ohjaus Seis/Käy	
O.21_JK61-TV5	MAGN. VENTT. JF1-LS1	21	64	2, 4, 5, 6	Ohjaus Seis/Käy	
O.21_JK61-P1	PUMPPU LIUOSLAUHD. JK1	21	64	3, 7, 8, 9	Ohjaus Seis/Käy	
O.21_JK61-P2	PUMPPU VARAAJAN LAT.	21	64	4, 10, 11	Ohjaus Seis/Käy	
O.21_JK61-P3	PUMPPU LIUOS VAP. JÄÄHD.	21	65	1, 2, 3	Ohjaus Seis/Käy	
O.21_JK61-P4	PUMPPU IV-JÄÄHD. VER.	21	65	2, 4, 5, 6	Ohjaus Seis/Käy	
O.21_JK61-P5	PUMPPU JÄÄHD. PALKKI VER.	21	65	3, 7, 8, 9	Ohjaus Seis/Käy	
O.21_JK61-EC1	P5:N TAAJUUSMUUTTAJA	21	65	4, 10, 11	Ohjaus Seis/Käy	
O.21_JK61-LK-JK1	VED.JÄÄHD.KOMP.JK1 KESK.	21	66	1, 2, 3	Ohjaus Seis/Käy	
O.21_JK61-JF1PF1	LAUHDUTINPUHALLINPARI	21	66	2, 4, 5, 6	Ohjaus Seis/Käy	
O.21_JK61-JF1PF2	LAUHDUTINPUHALLINPARI	21	66	3, 7, 8, 9	Ohjaus Seis/Käy	
O.21_JK61-JF1PF3	LAUHDUTINPUHALLINPARI	21	66	4, 10, 11	Ohjaus Seis/Käy	
O.21_JK61-JF1PF4	LAUHDUTINPUHALLINPARI	21	67	1, 2, 3	Ohjaus Seis/Käy	
O.21_JK61-JF1PF5	LAUHDUTINPUHALLINPARI	21	67	2, 4, 5, 6	Ohjaus Seis/Käy	
O.21_JP67-TC324	JP:N YKSIKÖSÄÄDIN	21	67	3, 7, 8, 9	Ohjaus Seis/Käy	
O.21_TK40-FZ1	PELTIMOOTTORI RAITISILM.	21	67	4, 10, 11	Ohjaus Seis/Käy	
O.21_TK40-FZ2	PELTIMOOTTORI POISTOILM.	21	68	1, 2, 3	Ohjaus Seis/Käy	
O.21_TK40-EC1	TAAJUUSMUUNT. TF1	21	68	2, 4, 5, 6	Ohjaus Seis/Käy	
O.21_TK40-EC2	TAAJUUSMUUNT. PF1	21	68	3, 7, 8, 9	Ohjaus Seis/Käy	
O.21_TK40-FZ11/12	PELTIM. VETOKAAPPI 1	21	68	4, 10, 11	Ohjaus Seis/Käy	
O.21_TK40-PF2	POISTOILMAPUH.	21	69	1, 2, 3	Ohjaus Seis/Hidas	
O.21_TK40-PF2	POISTOILMAPUH.	21	69	2, 4, 5, 6	Ohjaus Seis/Nopea	
O.21_TK40-FZ21/22	PELTIM. VETOKAAPPI 2	21	69	3, 7, 8, 9	Ohjaus Seis/Käy	
O.21_TK40-FZ31/32	PELTIM. VETOKAAPPI 3	21	69	4, 10, 11	Ohjaus Seis/Käy	
O.21_TK40-FZ41/42	PELTIM. VETOKAAPPI 4	21	70	1, 2, 3	Ohjaus Seis/Käy	
O.21_TK40-FZ51/52	PELTIM. VETOKAAPPI 5	21	70	2, 4, 5, 6	Ohjaus Seis/Käy	
O.21_TK40-FZ61/62	PELTIM. KUUMAS.	21	70	3, 7, 8, 9	Ohjaus Seis/Käy	
O.21_TK40-FZ71/72	PELTIM. SÄHKÖPINNOITUS	21	70	4, 10, 11	Ohjaus Seis/Käy	
O.21_TK40-FZ81/82	PELTIM. HITSAUS	21	71	1, 2, 3	Ohjaus Seis/Käy	
O.21_TK42-FZ1	PELTIM. RAITISILMA	21	71	2, 4, 5, 6	Ohjaus Seis/Käy	
O.21_TK41-TF1	TULOILMAPUHALLIN	21	71	3, 7, 8, 9	Ohjaus Seis/Hidas	
O.21_TK41-TF1	TULOILMAPUHALLIN	21	71	4, 10, 11	Ohjaus Seis/Nopea	
O.21_TK42-FZ2	PELTIM. POISTOILMA	21	72	1, 2, 3	Ohjaus Seis/Käy	
O.21_TK42-EC1	TF1:N TAAJUUSM.	21	72	2, 4, 5, 6	Ohjaus Seis/Käy	
O.21_TK42-EC2	PF1:N TAAJUUSM.	21	72	3, 7, 8, 9	Ohjaus Seis/Käy	
21:72:04	***VARALLA***	21	72	4, 10, 11	Varalla	

I/O -listaus ala-asema 21 analogiatulot

Analogiset tulomoduulit (AI-Moduulit)						
M.21_JK61-TE3	LÄMP. LIUOSMENO JF1:LLE	21	128	1, 2	Analoginen mittaus	
M.21_JK61-TE4	LÄMP. LIUOSPALUU JF1:LTÄ	21	128	2, 3, 4	Analoginen mittaus	
M.21_JK61-TE5	LÄMPÖT. VESI JK1:LLE MENO	21	128	3, 5, 6	Analoginen mittaus	
M.21_JK61-TE6	LÄMPÖT. VESI JK1:LTÄ PALUU	21	128	4, 7, 8	Analoginen mittaus	
M.21_JK61-TE7	LÄMPÖT. VARAAJA YLÄOSA	21	128	5, 9, 10	Analoginen mittaus	
M.21_JK61-TE8	LÄMP. VESI LS1 JÄLK.	21	128	6, 11, 12	Analoginen mittaus	
M.21_JK61-TE9	LÄMP. VESI PAL. VERK. MENO	21	128	7, 13, 14	Analoginen mittaus	
M.21_JK61-TE10	LÄMP. VESI PAL. VERK. PALUU	21	128	8, 15, 16	Analoginen mittaus	
M.21_JK61-TE11	LÄMP. VESI IV-J. VERK. MENO	21	129	1, 2	Analoginen mittaus	
M.21_JK61-TE12	LÄMP. VESI IV-J. VERK. PAL.	21	129	2, 3, 4	Analoginen mittaus	
M.21_JK61-TE13	LÄMP. LIUOSMENO LS1:LLE	21	129	3, 5, 6	Analoginen mittaus	
M.21_JK61-TE14	LÄMP. LIUOSMENO JK1:LLE	21	129	4, 7, 8	Analoginen mittaus	
M.21_JK61-PE1	PAINE LAUHD. VERK.	21	129	5, 9, 10	Analoginen mittaus	
M.21_JK61-PE2	PAINE JÄÄHD. VERK.	21	129	6, 11, 12	Analoginen mittaus	
M.21_JK61-PE3	PAINE KONV. VERK. MENO	21	129	7, 13, 14	Analoginen mittaus	
M.21_JK61-PE4	PAINE KONV. VERK. PALUU	21	129	8, 15, 16	Analoginen mittaus	
M.21_KOF68-TE2	HUONELÄMPÖT. B241	21	130	1, 2	Analoginen mittaus	
M.21_KOF68-TE3	HUONELÄMPÖT. B338	21	130	2, 3, 4	Analoginen mittaus	
M.21_TK40-TE0	LÄMPÖT. ULKOILMA	21	130	3, 5, 6	Analoginen mittaus	
M.21_TK40-TE1	LÄMPÖT. SISÄÄNPUHALLUS	21	130	4, 7, 8	Analoginen mittaus	
M.21_TK40-TE2	LÄMPÖT. VESI LP1 PALUU	21	130	5, 9, 10	Analoginen mittaus	
M.21_TK40-TE3.1	LÄMPÖT. HUONEILMA	21	130	6, 11, 12	Analoginen mittaus	
M.21_TK40-TE3.2	LÄMPÖT. HUONEILMA	21	130	7, 13, 14	Analoginen mittaus	
M.21_TK40-TE4	LÄMPÖT. POISTOILMA	21	130	8, 15, 16	Analoginen mittaus	
M.21_TK40-TE5	LÄMPÖT. TULOILMA LTO1 JÄL.	21	131	1, 2	Analoginen mittaus	
M.21_TK40-PDE1	PAINE-ERO TULOILMASUOD.	21	131	2, 3, 4	Analoginen mittaus	
M.21_TK40-PDE2	PAINE-ERO POISTOILMASUOD.	21	131	3, 5, 6	Analoginen mittaus	
M.21_TK40-PDE3	STAATT. PAINE TULOKAN.	21	131	4, 7, 8	Analoginen mittaus	
M.21_TK40-PDE4	STAATT. PAINE POISTOKAN.	21	131	5, 9, 10	Analoginen mittaus	
M.21_TK40-PDE5	PAINE-ERO LTO1	21	131	6, 11, 12	Analoginen mittaus	
M.21_TK41-TE1	LÄMPÖT. TULOILMA	21	131	7, 13, 14	Analoginen mittaus	
M.21_TK41-TE2	LÄMPÖT. LP1 PALUU	21	131	8, 15, 16	Analoginen mittaus	
M.21_TK41-TE3.1	LÄMPÖT. HUONEILMA	21	132	1, 2	Analoginen mittaus	
M.21_TK41-TE3.2	LÄMPÖT. HUONEILMA	21	132	2, 3, 4	Analoginen mittaus	
M.21_TK41-TE4	LÄMPÖT. POISTOILMA	21	132	3, 5, 6	Analoginen mittaus	
M.21_TK41-TE5	LÄMPÖT. TULOILMA LTO JÄLK.	21	132	4, 7, 8	Analoginen mittaus	
M.21_TK41-PDE1	PAINE-ERO TULOILMASUOD.	21	132	5, 9, 10	Analoginen mittaus	
M.21_TK41-PDE2	PAINE-ERO POISTOILMASUOD.	21	132	6, 11, 12	Analoginen mittaus	
M.21_TK41-PDE3	PAINE-ERO LTO1	21	132	7, 13, 14	Analoginen mittaus	
M.21_TK42-TE1	LÄMPÖT. TULOILMA	21	132	8, 15, 16	Analoginen mittaus	
M.21_TK42-TE2	LÄMPÖT. VESI LP1 PALUU	21	133	1, 2	Analoginen mittaus	
M.21_TK42-TE3.1	LÄMPÖT. HUONEILMA	21	133	2, 3, 4	Analoginen mittaus	
M.21_TK42-TE3.2	LÄMPÖT. HUONEILMA	21	133	3, 5, 6	Analoginen mittaus	
M.21_TK42-TE4	LÄMPÖT. POISTOILMA	21	133	4, 7, 8	Analoginen mittaus	
M.21_TK42-TE5	LÄMPÖT. POISTOIL. TSTOT	21	133	5, 9, 10	Analoginen mittaus	
M.21_TK42-TE6	LÄMPÖT. TULOILMA LTO1 JÄLK.	21	133	6, 11, 12	Analoginen mittaus	
M.21_TK42-ME1	POISTOILMAN KOSTEUS	21	133	7, 13, 14	Analoginen mittaus	
M.21_TK42-PDE1	PAINE-ERO TULOILMASUOD.	21	133	8, 15, 16	Analoginen mittaus	
M.21_TK42-PDE2	PAINE-ERO POISTOILMASUOD.	21	134	1, 2	Analoginen mittaus	
M.21_TK42-PDE3	PAINE-ERO LTO1	21	134	2, 3, 4	Analoginen mittaus	
M.21_TK40-EC1	EC1 TAAJUUS	21	134	3, 5, 6	Analoginen mittaus	
M.21_TK40-EC2	EC2 TAAJUUS	21	134	4, 7, 8	Analoginen mittaus	
M.21_TK42-EC1	EC1 TAAJUUS	21	134	5, 9, 10	Analoginen mittaus	
M.21_TK42-EC2	EC2 TAAJUUS	21	134	6, 11, 12	Analoginen mittaus	
M.21_KOF68-TE1	HUONELÄMPÖT. B141	21	134	7, 13, 14	Analoginen mittaus	
21:134:08	***VARALLA***	21	134	8, 15, 16	Varalla	

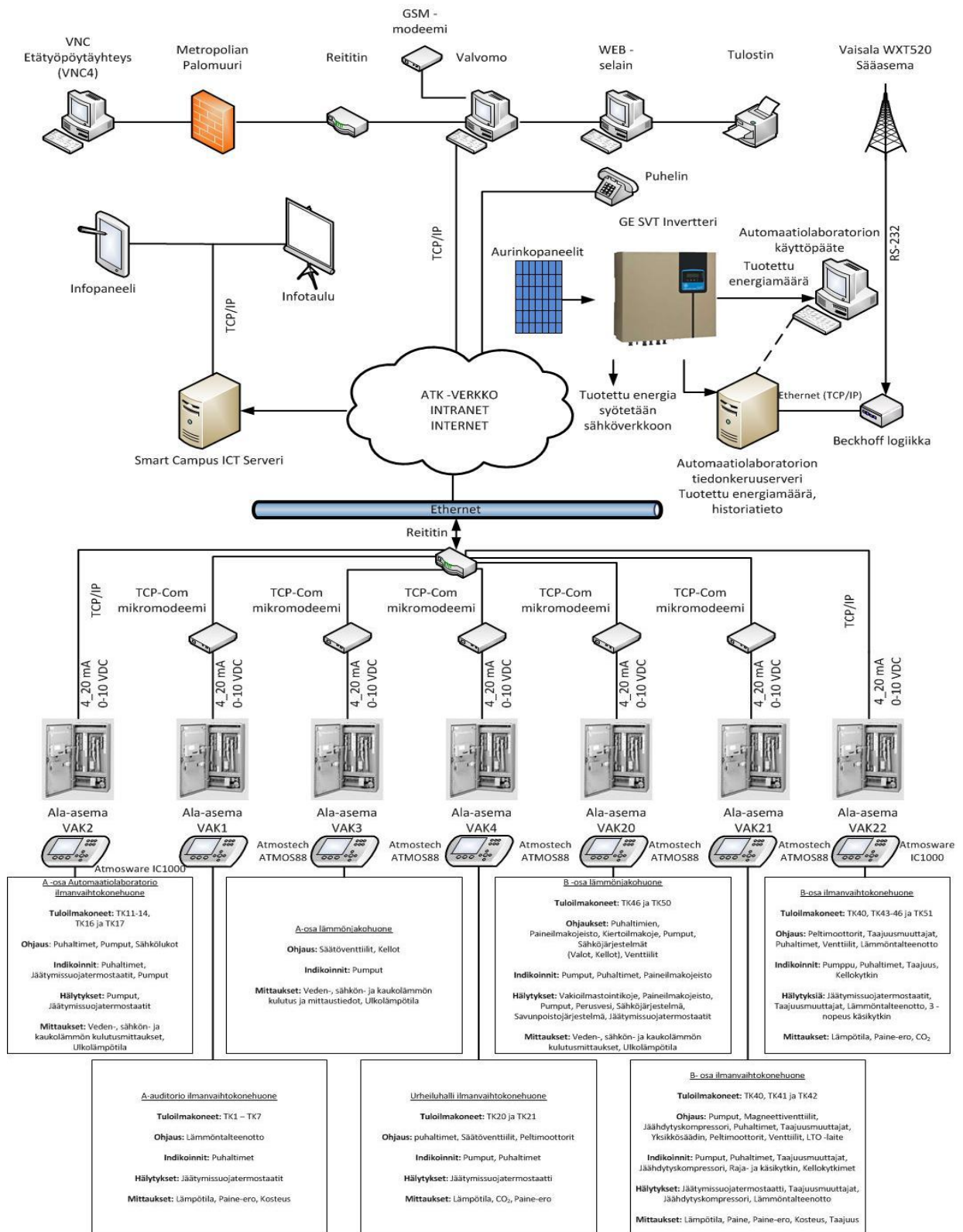
I/O -listaus ala-asema 21 analogialähdöt

Analogiset lähtömoduulit (AO-Moduulit)						
A.21_JK61-TV1	VENTT. JK1 LIUOSLAUHD.	21	192	11, 2	Analogia ohjaus 0-10VDC	
A.21_JK61-TV2	VENTT. VARAAJA-JK1SEK	21	192	23, 4	Analogia ohjaus 0-10VDC	
A.21_JK61-TV3	VENTT. LS1 LIOSVERK.	21	192	35, 6	Analogia ohjaus 0-10VDC	
A.21_JK61-TV6	VENTT. JÄÄHD.PALKKIVERK.	21	192	47, 8	Analogia ohjaus 0-10VDC	
A.21_JK61-EC1	P5:N TAAJUUSMUUTTAJA	21	192	59, 10	Analogia ohjaus 0-10VDC	
A.21_TK40-TV1	VENTT. LP1-PATT	21	192	611, 12	Analogia ohjaus 0-10VDC	
A.21_TK40-FZ3-4	PELTIM. LTO1:N PELLISTÖ	21	192	713, 14	Analogia ohjaus 0-10VDC	
A.21_TK40-EC1	TAAJUUSMUUNT. TF1	21	192	815, 16	Analogia ohjaus 0-10VDC	
A.21_TK40-EC2	TAAJUUSMUUNT. PF1	21	200	11, 2	Analogia ohjaus 0-10VDC	
A.21_TK41-FZ3-4	PELTIM. LTO1:N PELLISTÖ	21	200	23, 4	Analogia ohjaus 0-10VDC	
A.21_TK41-TV1	VENTT. LÄMMITYS	21	200	35, 6	Analogia ohjaus 0-10VDC	
A.21_TK42-TV1	VENTT. LP1-PATT.	21	200	47, 8	Analogia ohjaus 0-10VDC	
A.21_TK42-TV2	VENTT. JP1-PATT.	21	200	59, 10	Analogia ohjaus 0-10VDC	
A.21_TK42-FZ3	PELTIM. TULOK	21	200	611, 12	Analogia ohjaus 0-10VDC	
A.21_TK42-FZ4	PELTIM. POISTOK.	21	200	713, 14	Analogia ohjaus 0-10VDC	
A.21_TK42-OK1/LTO1	LTO1-LAITE OHJ.KESK.	21	200	815, 16	Analogia ohjaus 0-10VDC	
A.21_TK42-EC1	TF1:N TAAJUUSM.	21	208	11, 2	Analogia ohjaus 0-10VDC	
A.21_TK42-EC2	PF1:N TAAJUUSM.	21	208	23, 4	Analogia ohjaus 0-10VDC	
21:208:03	***VARALLA***	21	208	35, 6	Varalla	
21:208:04	***VARALLA***	21	208	47, 8	Varalla	
21:208:05	***VARALLA***	21	208	59, 10	Varalla	
21:208:06	***VARALLA***	21	208	611, 12	Varalla	
21:208:07	***VARALLA***	21	208	713, 14	Varalla	
21:208:08	***VARALLA***	21	208	815, 16	Varalla	

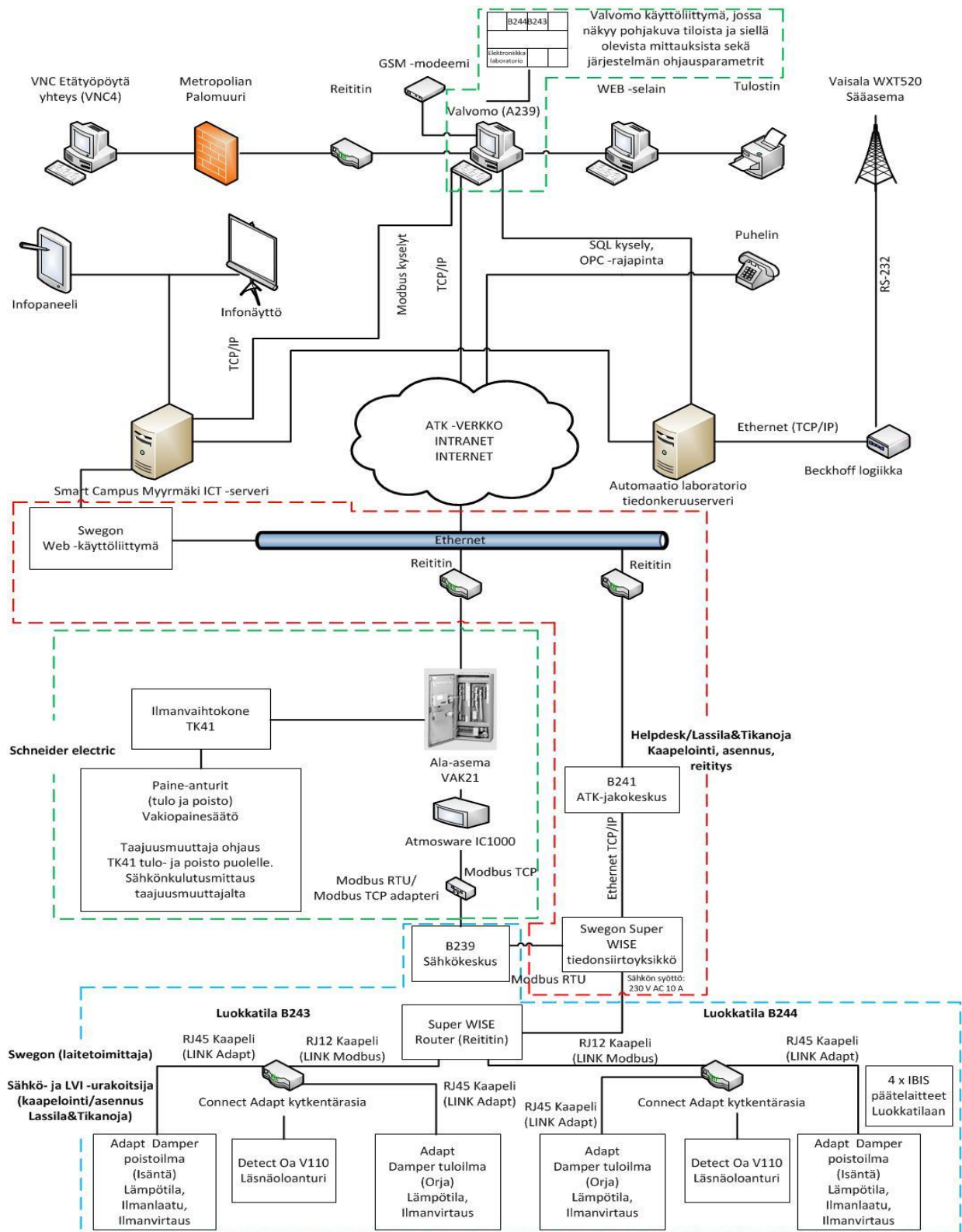
Ala-asemien yhteenveto

Ala-asema 1				Ala-asema 20			
Sijainti: A-osasto Auditorio 3. kerros				Sijainti: B-osasto Lämmönjakohuone 1. kerros			
CPU -yksikkö	Ohjelmistoversio	Modernisointi tarpeet		CPU -yksikkö	Ohjelmistoversio	Modernisointi tarpeet	
Amotech Oy	ATMOS88	15.0	2	CPU -yksikkö vaihtaa Amosware IC1000 yksikköön	Amotech Oy	ATMOS88	14.9
IO -kortit Analogia tuokortteja 5 kpl Analogia lähtökortteja 2 kpl Digitaalilähtökortteja 7 kpl Digitaalilähtökortteja 8 kpl Pistettä vapaana %				IO -kortit Analogia tuokortteja 3 kpl Analogia lähtökortteja 1 kpl Digitaalilähtökortteja 5 kpl Digitaalilähtökortteja 5 kpl Impulssimittauskortteja 1 kpl Pistettä vapaana %			
Analogia tulopisteitä 40 kpl		13		Analogia tulopisteitä 24 kpl		38	
Analogia lähtöpisteitä 16 kpl		31		Analogia lähtöpisteitä 8 kpl		38	
Digitaalilähtöpisteitä 55 kpl		16		Digitaalilähtöpisteitä 40 kpl		20	
Digitaalilähtöpisteitä 32 kpl		41		Digitaalilähtöpisteitä 20 kpl		15	
Kytketyt analogia tulopisteet 35 kpl				Impulssimittauspisteitä 4 kpl		50	
Kytketyt analogia lähtöpisteet 11 kpl				Kytketyt analogia tulopisteet 15 kpl			
Kytketyt digitaalilähtöpisteet 47 kpl				Kytketyt analogia lähtöpisteet 5 kpl			
Kytketyt digitaalilähtöpisteet 19 kpl				Kytketyt digitaalilähtöpisteet 32 kpl			
				Kytketyt digitaalilähtöpisteet 17 kpl			
				Kytketyt impulssimittauspisteet 2 kpl			
Ohjaukset	Mittauksia			Ohjaukset	Mittauksia		
Tubilmakone 1 (TK1)	Lämpötila	25 kpl		Tubilmakone 46 (TK46)	Ukolämpötila	1 kpl	
Tubilmakone 2 (TK2)	Kosteus	1 kpl		Tubilmakone 50 (TK50)	Lämpötila	11 kpl	
Tubilmakone 3 (TK3)	Paine-ero	9 kpl		LK20 (Lämmityskaide 60)	Paine	3 kpl	
Tubilmakone 4 (TK4)				PK22 (Painemittauskaide 62)	Välilämpötila	1 kpl	
Tubilmakone 5 (TK5)				LL65 (Lattialämpötila 65)	Vedenkulutus	1 kpl	
Tubilmakone 6 (TK6)				KK66 (Kiertolämpötila 66)	Sähkönkulutus	1 kpl	
Tubilmakone 7 (TK7)				Kellot			
Sijainti: A-osasto Automaattilaboratorio 3. kerros				Sijainti: B-osasto Ilmanvaihtokonehuone 4. kerros			
CPU -yksikkö	Ohjelmistoversio	Modernisointi tarpeet		CPU -yksikkö	Ohjelmistoversio	Modernisointi tarpeet	
Amosware	IC1000	1	2	Amotech Oy	ATMOS88	14.9	
IC1000 yksikön ohjelmistoversion tarkistus ja mahdollinen päivitys Ilmanvaihto tarpeemmukaisesti esim. CO ₂ ja lämpötila-anturien avulla				Amosware IC1000 CPU -yksikkö Lisää digitaalilähtökortteja (DO) Lisää analogia tuokortteja (AI)			
IO -kortit Analogia tuokortteja 5 kpl Analogia lähtökortteja 2 kpl Digitaalilähtökortteja 9 kpl Digitaalilähtökortteja 8 kpl Pistettä vapaana %				IO -kortit Analogia tuokortteja 7 kpl Analogia lähtökortteja 3 kpl Digitaalilähtökortteja 7 kpl Digitaalilähtökortteja 9 kpl Pistettä vapaana %			
Analogia tulopisteitä 40 kpl		13		Analogia tulopisteitä 56 kpl		25	
Analogia lähtöpisteitä 16 kpl		50		Analogia lähtöpisteitä 24 kpl		25	
Digitaalilähtöpisteitä 72 kpl		15		Digitaalilähtöpisteitä 56 kpl		2	
Digitaalilähtöpisteitä 32 kpl		38		Digitaalilähtöpisteitä 36 kpl		25	
Kytketyt analogia tulopisteet 35 kpl				Kytketyt analogia tulopisteet 55 kpl		16	
Kytketyt analogia lähtöpisteet 8 kpl				Kytketyt analogia lähtöpisteet 18 kpl		3	
Kytketyt digitaalilähtöpisteet 61 kpl				Kytketyt digitaalilähtöpisteet 47 kpl			
Kytketyt digitaalilähtöpisteet 20 kpl				Kytketyt digitaalilähtöpisteet 35 kpl			
Ohjaukset	Mittauksia			Ohjaukset	Mittauksia		
Tubilmakone 11 (TK11)	Lämpötila	23 kpl		Tubilmakone 40 (TK40)	EC/Taajuusmuuttaja	Lämpötila	35 kpl
Tubilmakone 12 (TK12)	Paine-ero	7 kpl		Tubilmakone 41 (TK41)		Paine	4 kpl
Tubilmakone 13 (TK13)	Välilämpötila	1 kpl		Tubilmakone 42 (TK42)	EC/Taajuusmuuttaja	Paine-ero	11 kpl
Tubilmakone 14 (TK14)	Paine	3 kpl		Jäähdytyskaide 61 (JK61)	PS EC/Taajuusmuuttaja	Kosteus	1 kpl
Tubilmakone 16 (TK16)						Taajuus	4 kpl
Tubilmakone 17 (TK17)							
Välilämpötila							
Sijainti: A-osasto Lämmönjakohuone 1. kerros				Sijainti: B-osasto Ilmanvaihtokonehuone 4. kerros			
CPU -yksikkö	Ohjelmistoversio	Modernisointi tarpeet		CPU -yksikkö	Ohjelmistoversio	Modernisointi tarpeet	
Amotech Oy	ATMOS88	14.9	1, 2	Amosware	IC1000	1	
CPU -yksikkö vaihtaa Amosware IC1000 yksikköön Ilmanvaihtokoneiden toiminta-ajojen mahdollinen tarkistaminen ja tehostaminen				CPU -yksikkö vaihtaa Amosware IC1000 yksikköön Ilmanvaihto tarpeemmukaisesti esim. CO ₂ ja lämpötila-anturien avulla			
IO -kortit Analogia tuokortteja 2 kpl Analogia lähtökortteja 1 kpl Digitaalilähtökortteja 1 kpl Digitaalilähtökortteja 1 kpl Impulssimittauskortteja 2 kpl Pistettä vapaana %				IO -kortit Analogia tuokortteja 4 kpl Analogia lähtökortteja 1 kpl Digitaalilähtökortteja 6 kpl Digitaalilähtökortteja 6 kpl Analogia tulopisteitä 32 kpl Analogia lähtöpisteitä 9 kpl Digitaalilähtöpisteitä 48 kpl Digitaalilähtöpisteitä 24 kpl Kytketyt analogia tulopisteet 25 kpl Kytketyt analogia lähtöpisteet 7 kpl Kytketyt digitaalilähtöpisteet 40 kpl Kytketyt digitaalilähtöpisteet 18 kpl			
Analogia tulopisteitä 16 kpl		50		Analogia tulopisteitä 32 kpl		22	
Analogia lähtöpisteitä 8 kpl		50		Analogia lähtöpisteitä 9 kpl		13	
Digitaalilähtöpisteitä 8 kpl		38		Digitaalilähtöpisteitä 48 kpl		17	
Digitaalilähtöpisteitä 4 kpl		50		Digitaalilähtöpisteitä 24 kpl		25	
Impulssimittauspisteitä 8 kpl		38		Kytketyt analogia tulopisteet 25 kpl			
Kytketyt analogia tulopisteet 8 kpl				Kytketyt analogia lähtöpisteet 7 kpl			
Kytketyt analogia lähtöpisteet 4 kpl				Kytketyt digitaalilähtöpisteet 40 kpl			
Kytketyt digitaalilähtöpisteet 5 kpl				Kytketyt digitaalilähtöpisteet 18 kpl			
Kytketyt digitaalilähtöpisteet 2 kpl							
Kytketyt impulssimittauspisteet 5 kpl							
Ohjaukset	Mittauksia			Ohjaukset	Mittauksia		
Lämmitysjärjestelmä (LJ)	Vedenkulutus	1 kpl		Tubilmakone 40 (TK40)		Lämpötila	15 kpl
Tuulikaapin kellot	Kaukolämmön kulutus	1 kpl		Tubilmakone 43 (TK43)		Paine-ero	8 kpl
	Ukolämpötila	1 kpl		Tubilmakone 44 (TK44)		CO ₂	2 kpl
	Sähkönkulutus mittaus	1 kpl		Tubilmakone 45 (TK45)	EC/Taajuusmuuttaja		
				Tubilmakone 46 (TK46)			
				Tubilmakone 51 (TK51)			
Sijainti: Urheiluhalli 2. kerros							
CPU -yksikkö	Ohjelmistoversio	Modernisointi tarpeet					
Amotech Oy	ATMOS88	14.9	1, 2				
CPU -yksikkö vaihtaa Amosware IC1000 yksikköön Ilmanvaihtokoneiden toiminta-ajojen mahdollinen tarkistaminen ja tehostaminen							
Ilmanvaihtokoneiden toiminta-ajojen mahdollinen tarkistaminen ja tehostaminen, lisää CO ₂ -antureita korvien ja tilan							
IO -kortit Analogia tuokortteja 2 kpl Analogia lähtökortteja 1 kpl Digitaalilähtökortteja 2 kpl Digitaalilähtökortteja 2 kpl Pistettä vapaana %							
Analogia tulopisteitä 16 kpl		19					
Analogia lähtöpisteitä 8 kpl		50					
Digitaalilähtöpisteitä 16 kpl		31					
Digitaalilähtöpisteitä 8 kpl		25					
Kytketyt analogia tulopisteet 13 kpl							
Kytketyt analogia lähtöpisteet 4 kpl							
Kytketyt digitaalilähtöpisteet 11 kpl							
Kytketyt digitaalilähtöpisteet 6 kpl							
Ohjaukset	Mittauksia						
Tubilmakone 20 (TK20)	Lämpötila	9 kpl					
Tubilmakone 21 (TK21)	Paine-ero	4 kpl					
	CO ₂	1 kpl					

Hierarkiakaavio järjestelmästä



Modernisointikaavio ala-asema 21



Energiatodistus Granlund

ENERGIATODISTUS Ilmanvaihdon nykyiset ja ehdotetut käyntiajat		Työnnumero: 12.01.12		Arkiönimerkintä: LM/V		Leadittu:		Leadija:		
Koneistus	Palvelualue	Nykyinen käyntiaika	ti-pe	la	SU	Ehdotettu käyntiaika	ti-pe	la	SU	huomautukset
Metropolia Vantaa										
Vanha Puoli										
TK1	Opetustilat käytävät	3:00 - 21:00	5:00 - 21:00	5:00 - 21:00		6:00 - 21:00	6:00 - 21:00	6:00 - 15:30		Lauantaina koulu auki 8:00 - 15:00
TK2	Opetustilat käytävät	5:15 - 20:30	5:15 - 20:30	5:15 - 20:30		6:15 - 21:00	6:15 - 21:00	6:15 - 15:30		
TK3	Aula	1/1: 3:00 - 17:00 1/2: 2:00 - 21:00	1/1: 6:00 - 17:00 1/2: 4:00 - 21:00	1/1: 6:00 - 17:00 1/2: 4:00 - 21:00		1/1: 7:00 - 21:00 1/2: 21:00 - 7:00	1/1: 7:00 - 21:00 1/2: 21:00 - 7:00	1/1: 7:00 - 15:00 1/2: 15:00 - 7:00	1/2: 0:00 - 24:00	
TK4	Auditorio	7:00 - 20:30 1/1: 4:30 - 7:00 1/2: 4:30 - 7:00	7:00 - 20:30 1/1: 4:30 - 7:00 1/2: 4:30 - 7:00	7:00 - 20:30 1/1: 4:30 - 7:00 1/2: 4:30 - 7:00		1/1: 7:30 - 20:30 1/2: 5:30 - 21:00	1/1: 7:30 - 20:30 1/2: 5:30 - 21:00	1/1: 7:30 - 15:00 1/2: 6:00 - 16:00		
TK5	Puhelinvaihtohuone	1/1: 14:00 - 15:00 1/2: 6:10 - 14:00	1/1: 14:00 - 15:00 1/2: 6:10 - 14:00	1/1: 14:00 - 15:00 1/2: 6:10 - 14:00						
TK11	Aulan toimistot	1/1: 6:00 - 20:00 1/2: 20:00 - 21:00	1/1: 6:55 - 21:00 1/2: 7:00 - 9:00	1/1: 6:00 - 20:00 1/2: 7:00 - 9:00		1/1: 7:05 - 20:00 1/2: 6:00 - 21:00	1/1: 7:05 - 20:00 1/2: 6:00 - 21:00	1/1: 7:05 - 9:00 1/2: 7:05 - 9:00		
TK12	Ruokala ja keittiö	1/1: 5:40 - 20:10 1/2: 5:20 - 5:40	1/1: 5:40 - 20:10 1/2: 5:20 - 5:40	1/1: 5:40 - 20:10 1/2: 5:20 - 5:40						
TK13	Organisoinen kemia Lab.	1/1: 6:00 - 21:00 1/2: 21:00 - 6:00	1/1: 6:00 - 21:00 1/2: 21:00 - 6:00	1/1: 6:00 - 21:00 1/2: 21:00 - 6:00						Laboratorion ilmanvaihto pitää olla päällä 24h
TK14	Kem- ja ympäristötekniikan laboratorio	1/1: 6:00 - 21:00 1/2: 21:00 - 6:00	1/1: 6:00 - 21:00 1/2: 21:00 - 6:00	1/1: 6:00 - 21:00 1/2: 21:00 - 6:00						Laboratorion ilmanvaihto pitää olla päällä 24h
TK16	Painelma kompr. Huone									
TK17	Laboratoriot	1/1: 6:00 - 21:00 1/2: 21:00 - 6:00	1/1: 6:00 - 21:00 1/2: 21:00 - 6:00	1/1: 6:00 - 21:00 1/2: 21:00 - 6:00						
TK20	Likuntasali	7:00 - 22:00	7:00 - 22:00	7:00 - 22:00						Onko liikuntasalissa muita lämmityksiä? Voidaanko sammuttaa sunnuntaiksi? Voiko lauantaina koneet sammuttaa aikaisemmin?
TK21	Sosiaaliliitt	1/1: 7:30 - 22:00	1/1: 7:30 - 22:00	1/1: 7:30 - 22:00				1/1: 7:30 - 16:00		Voiko lauantaina koneet sammuttaa aikaisemmin?
Uusi puoli										
TK40	Opetus	5:00 - 21:00	5:00 - 21:00	5:00 - 21:00		6:03 - 21:00	6:03 - 21:00	6:00 - 15:30		Lauantaina koneet voisi sammuttaa aikaisemmin
TK41	Opetus	6:00 - 21:00	6:00 - 21:00	6:00 - 21:00				6:00 - 15:30		Lauantaina koneet voisi sammuttaa aikaisemmin
TK42	Luokat ja Toimistot	6:05 - 20:40	6:05 - 20:40	6:05 - 20:40				7:00 - 15:30		Lauantaina koneet voisi sammuttaa aikaisemmin
TK43	Suuruus B301.2	7:30 - 21:00 1/1: 6:00 - 7:30 1/2: 6:00 - 7:30	7:30 - 21:00 1/1: 6:00 - 7:30 1/2: 6:00 - 7:30	7:30 - 21:00 1/1: 6:00 - 7:30 1/2: 6:00 - 7:30				1/1: 7:30 - 15:00 1/2: 6:30 - 16:00		Lauantaina koneet voisi sammuttaa aikaisemmin
TK44	Suuruus B101.2	6:00 - 21:00 1/1: 5:00 - 6:00 1/2: 5:00 - 6:00	6:00 - 21:00 1/1: 5:00 - 6:00 1/2: 5:00 - 6:00	6:00 - 21:00 1/1: 5:00 - 6:00 1/2: 5:00 - 6:00		6:55 - 21:00 1/1: 5:30 - 6:55 1/2: 5:30 - 6:55	6:55 - 21:00 1/1: 5:30 - 6:55 1/2: 5:30 - 6:55	1/1: 7:30 - 15:00 1/2: 6:00 - 16:00		Lauantaina koneet voisi sammuttaa aikaisemmin
TK45	Maalauskaappi	Käsiylin								Lauantaina koneet voisi sammuttaa aikaisemmin
TK46	Maalivarasto	0:00 - 24:00	0:00 - 24:00	0:00 - 24:00				0:00 - 24:00		
TK50	Lammönjakohuone	Käy tarvittaessa								
TK51	Jäähdytyskonehuone	Käy tarvittaessa								

Modernisoinnin kustannus- ja takaisinmaksuarvio

Kustannusarvio ja takaisinmaksuajat		Sähköhinta:*	0,0532 €/kWh	*Energiaonline.fi -sivuston sopimushinta 18.2.2013		
Luokkatilat B243 ja B244						
Tuloilmakone 41 (TK41) moottoritiedot		Teho (kW)	Sulakekoot:			
			8,50			
Tulopuhallin		5,5 35 A				
Poistopuhallin		3 25 A				
Tuloilmakone 41 (TK41) nykyisillä käyntiajoilla		Käyttöteho (kW)	Toiminta-aika	Toiminta-aika päivässä (h)	Laskettu sähkönkulutus päivässä (kWh)	Laskettu sähkönkulutus vuodessa (arvio) (kWh)
Yhteensä		4,4	6:00-21:00	15,00	66,00	19998,00
Tulopuhallin		2,54	6:00-21:00	15,00	38,10	11544,30
Poistopuhallin		1,86	6:00-21:00	15,00	27,90	8453,70
TK41 Käyntiaikojen muutos		Teho (kW)	Toiminta-aika	Toiminta-aika päivässä (h)	Laskettu sähkönkulutus päivässä (kWh)	Sulakekoot:
			2,20	6:00-8:00	2,00	4,40
			4,4	8:00-20:00	12,00	52,80
Kokoilmanvaihtokone (tulo- ja poisto)			2,20	20:00-21:00	1,00	2,20
						59,40
Ilmämäärämittaukset		Tulo dm ³ /s	Poisto dm ³ /s	Tila	Pinta-ala m ²	Istumapaikkoja/Työpisteitä
B243		196,20		113,80 Ok		60,80 30+1
B244		200,20		99,10 Ok		84,00 24+1
		kWh	€/Päivä	Kustannus €/Vuosi	Vuoden kustannus erotus	
TK 41 nykyillä sähkökustannus		66,00	3,51 €	1 137,63 €		
TK 41 kustannus käyntiaikojen säädön jälkeen		59,40	3,16 €	1 023,87 €	113,76 €	
Säästöä tuloilmakoneen 41 sähkönkulutuksen alentuessa (Nykyiset käyntiajat)		Kulutus päivässä kWh	Säästö päivässä	Säästö viikossa (6 päivää)	Säästö kuukaudessa (26 päivää)	Säästö vuodessa (303 päivää)
10 %		59,40	0,35 €	2,11 €	9,13 €	106,39 €
15 %		56,10	0,53 €	3,16 €	13,69 €	159,58 €
20 %		52,80	0,70 €	4,21 €	18,26 €	212,78 €
25 %		49,50	0,88 €	5,27 €	22,82 €	265,97 €
30 %		46,20	1,05 €	6,32 €	27,39 €	319,17 €
Säästöä tuloilmakoneen 41 sähkönkulutuksen alentuessa (Muutetut käyntiajat)		Kulutus päivässä kWh	Säästö päivässä	Säästö viikossa (6 päivää)	Säästö kuukaudessa (26 päivää)	Säästö vuodessa
10 %		53,46	0,67 €	4,00 €	17,35 €	202,14 €
15 %		50,49	0,83 €	4,95 €	21,45 €	250,01 €
20 %		47,52	0,98 €	5,90 €	25,56 €	297,89 €
25 %		44,55	1,14 €	6,85 €	29,67 €	345,77 €
30 %		41,58	1,30 €	7,79 €	33,78 €	393,64 €
Takaisinmaksu (30 % säästöllä)		Swegon ilman käyntiaikamuutoksia			Swegon ja käyntiaika muutokset	
Swegon (WISE -järjestelmä)		2 864,00 €			2 864,00 €	
Schneider electric (Taajuusmuuttajat, IC1000, anturit)		5 750,00 €			5 750,00 €	
Lassila&Tikanoja (Asennukset, tarvikkeet)		2 000,00 €			2 000,00 €	
Alkuinvestointi yhteensä		10 614,00 €			33,26 vuotta	
10 614,00 €					10 614,00 € 26,96 vuotta	
Skapat energiaselvitys		Bruttoala (m ²)		Energiatehokkuusluku (ET -luku)	Energiatehokkuusluokka	
		15 220			335 F	
Leintien kiinteistön kokonais-sähkönkulutus (Kulutus vuodelta 2010)		kWh/Vuosi	Sähkötalutus/Vuosi			
		1 945 620	103 506,98 €			
Leintien kiinteistön kokonais-lämmitysenergiakulutus (Kulutus vuodelta 2010)		kWh/Vuosi				
		3 105 257				
Leintien kiinteistön kokonais-jäähdytysenergiakulutus (Kulutus vuodelta 2010)		kWh/Vuosi				
		55 150				
Vuoden 2012 tietojen pohjalta arvioitu muutos		Bruttoala (m ²)		Energiatehokkuusluku (ET -luku)	Energiatehokkuusluokka	
		15 220			274 E	
Leintien kiinteistön kokonais-sähkönkulutus (Kulutus vuodelta 2012)		kWh/Vuosi	Sähkötalutus/Vuosi			
		1 510 005	80 332,27 €			
Leintien kiinteistön kokonais-lämmitysenergiakulutus (Kulutus vuodelta 2012)		kWh/Vuosi	Ilmanvaihtokoneen käyntiaikojen ei muutettu		Ilmanvaihtokoneen käyntiajat muutettu	
		2 614 000			kWh	kWh
Leintien kiinteistön kokonais-jäähdytysenergiakulutus (Kulutus vuodelta 2010)		kWh/Vuosi	Laskettu sähkönkulutus TK41/Vuosi		24 090	Laskettu sähkönkulutus TK41/Vuosi
		55 150	Laskettu sähkönkulutus TK41/Vuosi (säästö 15%)		20 477	Laskettu sähkönkulutus TK41/Vuosi (säästö 15%)
			Erutus		3 614	Erutus
					24 090	24 090
					18 429	18 429
					5 661	5 661