

Pasi Vihavainen

ILMANVAIHTOKONEEN HUOLTO JA AUTOMAATIOSANEERAUS PIHLAJANIEMEN KOULUSSA

Opinnäytetyö
Sähkötekniikan koulutusohjelma


Helmikuu 2010




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Opinnäytetyön päivämäärä 10.2.2010	
Tekijä(t) Pasi Vihavainen		Koulutusohjelma ja suuntautuminen Sähkötekniikan koulutusohjelma sähkövoimatekniikan suuntautumisvaihtoehto	
Nimeke Ilmanvaihtokoneen huolto ja automaattiosaneeraus Pihlajaniemen koulussa			
Tiivistelmä <p>Tämän työn tarkoituksena on selvittää DDC- tekniikalla toteutetun rakennusautomaatiojärjestelmän saneerauksen tuomia etuja. Tavoitteena on ollut selvittää, mitä hyötyä on noin 18 vuotta vanhan rakennusautomaatiojärjestelmän saneerauksesta. Työssä käydään ensin läpi energiankäytön vaikutusta ympäristöön ja EU:n vaatimuksia energiatehokkuuden parantamiseksi ja hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi.</p> <p>Selvitetään mahdollisuutta käyttää energia-asiantuntijaa apuna tutkittaessa kiinteistöjen energiatehokkuutta ja mahdollisuuksia energiansäästöön. Tutustutaan ilmanvaihdon perusteisiin ilmanlaadun kannalta ja ilmanvaihtokoneen tekniikkaan sekä toimintaperiaatteeseen.</p> <p>Käyn läpi rakennusautomaatiojärjestelmän perusteita ja komponentteja, joista järjestelmä muodostuu. Tutustun myös ohjaus-, mittaus-, indikointi- ja säätötoimintoja ja näihin liittyviä komponentteja. Korostan rakennusautomaation suunnittelun tärkeyttä parhaan lopputuloksen aikaansaamiseksi.</p> <p>Käyn myös läpi ilmanvaihtokoneen huollon tärkeimmät vaiheet ja tutustutaan rakennusautomaatiojärjestelmän saneerauksen eri työvaiheisiin. Selvitän lähtötilanteen ennen saneerausta ja tilanteen saneerauksen jälkeen. Teen yhteenvedon rakennusautomaatiojärjestelmän saneerauksesta saaduista hyödyistä. Liikuntasalin sisäilmasto-olosuhteet paranivat tasaisemman lämpötilan ja paremman ilmanlaadun vuoksi.</p>			
Asiasanat (avainsanat) Rakennusautomaatio, saneeraus, valvomo, DDC			
Sivumäärä 31	Kieli Suomi		URN
Huomautus (huomautukset liitteistä) Liitteitä 11 kappaletta			
Ohjaavan opettajan nimi Arto Kohvakka		Opinnäytetyön toimeksiantaja Savonlinnan kaupunki/ Toimitilapalvelu	

DESCRIPTION

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences		Date of the bachelor's thesis Feb 10, 2010	
Author(s) Pasi Vihavainen		Degree programme and option Electrical engineering Electric power engineering	
Name of the bachelor's thesis The maintenance and renovation of automation for air-conditioner at Pihlajaniemi elementary school			
Abstract <p>This study was made with intention to investigate the benefits of renewal of an 18-year old building automationsystem which is build with Direct Digital Control-technology. At first, the study underwent the effects of energy usage, EU requirements for improvement of energy efficiency and the emission reduction of carbon dioxide.</p> <p>A possibility to use an expert in the field of energy was investigated to get a professional point of view while studying building energy efficiency and finding possible points of improvements in energy consumption in those buildings. In this task, Air-conditioning fundamentals and operating principles of the machinery in it, were thoroughly familiarised with air quality in mind.</p> <p>During this investigation, building automationsystem operational basics, components included and involving essential control-, measurement-, indication- and adjustmentfunctions, were reviewed. With best possible outcome of this renewal process in mind, building automation planning had to be emphasized.</p> <p>Air-conditioning maintenance was studied, while analysing the stages of this renewal. Condition of the system was reported before renewal and it will be reported after the renewal is completed. Results of these reports will be summarized for the final report of possible benefits of the renewal. Indoor-atmosphere improved because of stable temperature and better air quality.</p>			
Subject headings, (keywords) Building automation, renevation, control room, DDC			
Pages 31p + app. 11p.	Language Finnish	URN	
Remarks, notes on appendices attachments 11 pcs			
Tutor Arto Kohvakka		Bachelor's thesis assigned by Savonlinnan kaupunki/ Toimitilapalvelu	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	TYÖN KOHDE.....	2
2.1	Rakennusautomaation toimittaja	2
3	ENERGIATEHOKKUUS	3
3.1	Energiatehokkuuden parantaminen.....	3
3.2	Energiankäyttö	4
3.3	Energia- asiantuntija	5
4	ESCO-TOIMINTA.....	5
4.1	Hankkeen rahoitus	6
5	KOULUTILOJEN TEKNIikka	6
6	ILMANVAIHTO.....	7
6.1	Ilmanvaihtokone	7
6.2	Lämmöntalteenotto	7
6.3	Ilmansuodattimet	8
7	RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ.....	9
7.1	Toiminta.....	9
7.2	Järjestelmien rakenne.....	10
7.3	Rakennusautomaatiojärjestelmien elinkaari	11
7.4	Rakennusautomaatiokorjaukset	12
7.5	Rakennusautomaatiojärjestelmän ylläpito	12
7.6	Ennakoiva huolto	13
7.7	Tekninen toteutus.....	13
7.8	Rakennusautomaation kenttälaitteet	16
8	SUUNNITTELU	17
8.1	Pihlajaniemen koulun automaatio suunnittelu.....	18
9	PIHLAJANIEMEN KOULUN ALKUTILANNE	19
9.1	Lämmitysongelmat	20
9.2	Muutosehdotukset.....	20
10	TYÖN TOTEUTUS	21
10.1	Ilmanvaihtokoneen huolto ja toiminnan tarkastus	21

10.2 Rakennusautomaatioasennukset	24
10.3 Kaapeloinnit.....	25
10.4 Ohjaustapamuutokset.....	25
10.5 Ohjelmointimuutokset	26
10.6 Antureiden asentaminen	26
10.7 Ilmanvaihdon yhteissammutus.....	27
10.8 Antureiden vaihto	27
10.9 Omantyön vastaanotto	28
10.10 Asennusten tarkastus	29
10.11 Toimintakoe	29
11 POHDINTA	30
LÄHTEET	32
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää Savonlinnassa sijaitsevan Pihlajaniemen koulun 18 vuotta vanhan rakennusautomaatiojärjestelmän kunto ja uudistamistarve kartoitetaan. Tässä yhteydessä koulun voimistelusalin ilmanvaihtokoneen automaatio uusitaan ja ohjaustapa muutetaan energiatehokkaammaksi. Tämä tutkimus on jatkoa vuonna 2006 tehdylle tutkimukselle, jossa kartoitettiin Savonlinnan kaupungin rakennusautomaatiojärjestelmän nykytila. Tarkoituksena oli paikallistaa mahdolliset vikatilat rakennusautomaatiossa sekä tutkia järjestelmän päivittämismahdollisuudet nykyajan automaatiotarpeisiin.

Savonlinnan kaupunki on mukana valtakunnallisessa energiatehokkuussopimuksessa, jonka mukaan kaupungin on vähennettävä energian käyttöä 9 % vuodesta 2008 vuoteen 2016. Tämä edellyttää energian tehokkaampaa käyttöä, koska sopimuksen mukaan energiaa ei tule säästää olosuhteita huonontamalla. Tämän tavoitteen saavuttamiseksi kaupunki on aloittanut ESCO-hankkeen. Tämä työ toteutettiin osana laajempaa ESCO-hanketta. ESCO-hankkeenkeessa kaupunki on kilpailuttanut energia-asiantuntijan, joka sitoutuu sovittavalla tavalla energiankäytön tehostamistavoitteiden saavuttamiseen asiakasyrityksessä. ESCO- lyhenne tulee sanoista Energy Service Company.

Kiinteistöjen ylläpitokustannuksista energian osuus on jatkuvassa kasvussa. Tämän lisäksi olosuhdevaatimukset lisääntyvät. Kehittämällä kiinteistön energiatehokkuutta ja optimoimalla kulutusta voidaan järkevästi laskea energiakustannuksia. Tähän haasteeseen voidaan vastata nykyaikaisella rakennusautomaatiojärjestelmällä. Rakennusautomaatiojärjestelmän tarkoitus on pienentää rakennuksen elinkaarikustannuksia sekä säästää energiaa ja lisätä ihmisten viihtyvyyttä ja hyvinvointia.

Savonlinnan kaupunki otti vuonna 1990 käyttöön rakennusautomaatiojärjestelmän. Ensimmäisessä vaiheessa järjestelmään liitettiin 17 kiinteistöä: kaupungintalo, vanhainkodit, suurimmat koulut ja päiväkodit. Tämän jälkeen järjestelmää on laajennettu, nyt se kattaa 40 kiinteistöä.

2 TYÖN KOHDE

Savonlinnan kaupungin Toimitilapalvelu hankkii, ylläpitää ja vuokraa kaupungin palvelutuotannolle ja yritystoiminnalle tarkoituksenmukaiset toimitilat. Toimitilapalvelun hallinnassa on yhteensä 204 kiinteistöä, joista kouluja on 12 ja päiväkoteja 9 kappaletta, lisäksi on muita julkisiin palveluihin ja yritystoimintaan liittyviä rakennuksia. Rakennusten yhteenlaskettu pinta-ala noin 153.000 m² ja tilavuus noin 625.000 m³. Vuonna 2008 kulutusseurannassa olevien kiinteistöjen lämmitysenergian kulutus on 32,8 kWh/m³/a, sähkönkulutus 15,1 kWh/m³/a ja vedenkulutus 161,2 l/m³/a

Työn kohteena oleva peruskoulu sijaitsee Pihlajaniemellä. Koulu on valmistunut vuonna 1970, sen laajennus ja peruskorjaus valmistui vuonna 1991. Peruskorjauksen jälkeen koulun tilavuus on 12.854 m³. ja pinta-ala 2.780 m². Kiinteistön lämmitysenergian kulutus on 26,4 kWh/m³/a, sähkönkulutus 12,0 kWh/m³/a ja vedenkulutus 57,8 l/m³/a.

Peruskorjauksen yhteydessä koulu liitettiin rakennusautomaatiojärjestelmään. Myöhemmin rakennusautomaatiojärjestelmää on uusittu vaihtamalla alakeskukseen alkuperäisen CPU 44:n tilalle uusi CPU 88, samalla valvomon kuvia on päivitetty. Valvomon ja alakeskuksen välinen tiedonsiirtoyhteys on uusittu, puhelinmodeemin tilalle on tullut kiinteä verkkoliityntäyhteys.

2.1 Rakennusautomaation toimittaja

Tutkimus kohdistuu TAC Finland Oy:öön, joka käyttää markkinointinimeä TAC Atmostech, on TAC-konsernin kokonaan omistama tytäryhtiö Suomessa. TAC Atmostech on alan markkinajohtaja Suomessa, joka työllistää yli 300 rakennusautomaation ammattilaista. Suomen pääkonttori on Vantaalla ja toimistoja on Lahdessa, Turussa, Tampereella, Jyväskylässä, Vaasassa, Seinäjoella, Joensuussa, Kuopiossa, Savonlinnassa, Mikkelissä, Oulussa, Kemissä, Kajaanissa, Kouvolassa, Imatralla, Rovaniemellä ja Kuusamossa.

3 ENERGIA TEHOKKUUS

Jäsenvaltioiden on toteutettava tarvittavat toimenpiteet sen varmistamiseksi, että kun kokonaishyötypinta-alaltaan yli 1000 m²:n rakennuksiin tehdään laajamittaisia korjauksia, niiden energiatehokkuutta parannetaan siten, että ne täyttävät vähimmäisvaatimukset sikäli kuin tämä on teknisesti, toiminnallisesti ja taloudellisesti toteutettavissa. Jäsenvaltioiden on johdettava nämä energiatehokkuutta koskevat vähimmäisvaatimukset rakennuksille 4 artiklan mukaisesti vahvistettavien energiatehokkuutta koskevien vaatimusten pohjalta. Vaatimukset voidaan edellä mainittua rakennuksen kokonaisenergiatehokkuuden parantamistavoitetta noudattaen vahvistaa joko koko korjatulle rakennukselle tai korjatuille järjestelmille tai osille, jos ne ovat osa rajatun ajanjakson aikana toteutettavaa korjausta.

Olemassa olevan rakennuksen kokonaisenergiatehokkuuden parantaminen ei välttämättä merkitse rakennuksen täydellistä korjaamista vaan se voi rajoittua niihin osiin, joilla on eniten merkitystä rakennuksen energiatehokkuuden kannalta ja jotka ovat kustannustehokkaita. Olemassa olevia rakennuksia koskevien korjausvaatimusten ei tulisi olla ristiriidassa rakennuksen käyttötarkoituksen, laadun tai luonteen kanssa. Lisäkustannusten olisi oltava katettavissa kertyneenä energian säästönä kohtuullisessa ajassa investoinnin odotettuun tekniseen käyttöikään nähden. /4./

3.1 Energiatehokkuuden parantaminen

Energiatehokkuuden ensisijaisena tavoitteena on kasvihuonekaasupäästöjen kustannustehokas vähentäminen. EU:n yhteisenä tavoitteena on 20 % tehostuminen vuoteen 2020 mennessä. Ilmastopolitiikan lisäksi energiaa on edelleen tärkeää säästää myös perinteisistä syistä. Nämä ovat mm. energian saatavuuden turvaaminen, energiakustannusten alentaminen ja muut ympäristönäkökohdat.

Energiansäästöllä tarkoitetaan useimmiten energian käytön tehokkuuden parantamista siten, että energian ominaiskulutus alenee. Ominaiskulutus tarkoittaa suhteellista energiankulutusta tuoteyksikköä tai tiettyä palvelua kohti laskettuna. Se voidaan laskea esimerkiksi tuotetonnia (MWh/tuotetonni) tai rakennuskuutiota (KWh/m³) kohti. /5./

Energiansäästösopimuksilla on saavutettu hyviä tuloksia, jonka johdosta vastaavaa menettelyä on päätetty jatkaa. Uudet Energiatehokkuussopimukset kaudelle 2008–2016 Energiateollisuus ry ja KTM (nyk. työ- ja elinkeinoministeriö, TEM) allekirjoittivat 4.12.2007. Energiatehokkuus on tärkeä osa kestävä kehityksen toteutumista kunnissa ja kuntayhtymissä. Tarkoituksenmukaisella ja tehokkaalla energiankäytöllä vähennetään ilmastomuutosta aiheuttavia kasvihuonekaasupäästöjä. Vapaaehtoiset energiansäästösopimukset, kuntien ilmastonsuojelukampanja ja paikallisagendatyö luovat hyvän pohjan ympäristövaikutusten vähentämiseen.

Energiankäyttöä kannattaa tehostaa kaikessa kuntien ja kuntayhtymien toiminnassa. Kiinteistöjen energiahallinta, energiatehokkuuden huomiointi hankinnoissa sekä kuntien liikenne- ja yhdyskuntasuunnittelussa ovat askel kohti kokonaisvaltaista energiankäytön tehostamistoimintaa. Energiaopetuksen integrointi koulujen opetusohjelmiin on myös tärkeä osa kokonaisvaltaista energiankäytön tehostamistoimintaa kunnassa.

/6./

3.2 Energiankäyttö

Kiinteistöjen energiankulutus Suomessa on noin 85 TWh/a eli lähes 30 % energian loppukulutuksesta maassamme. Suurin lämmitysenergian kuluttajaryhmä ovat pientalot, joiden osuus lämmitysenergiankulutuksesta on noin kolmannes. Asuinkerrostalot sekä toimisto-, liike- ja palvelurakennukset vastaavat lämmitysenergiankulutuksen toisesta kolmanneksesta viimeisen kolmanneksen jakautuessa muiden rakennustyyppien kesken.

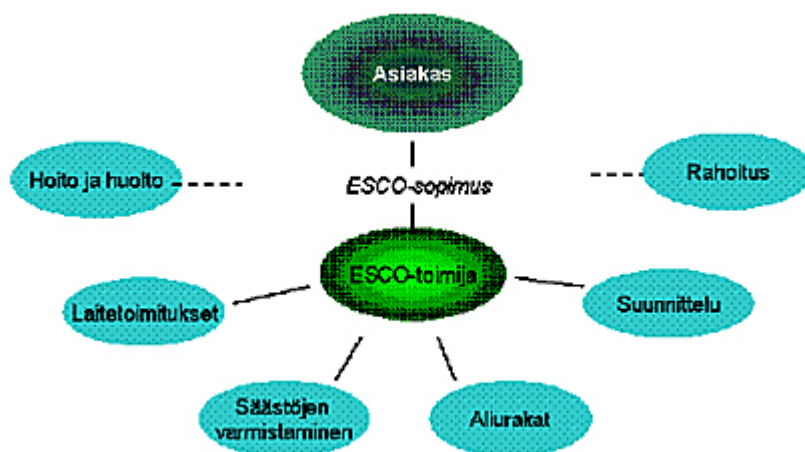
Suomen hiilidioksidipäästöistä asuin-, liike- ja julkisten rakennusten lämmityksen ja sähkönkäytön osuus on noin 40 %. Kiinteistöjen energiatalouden merkitys maamme kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen osalta on siis huomattava. Kiinteistöalan yrityksille energiankäytön hallinta on keskeinen osa käyttökustannusten hallintaa ja yrityksen ympäristövastuuta. /7./

3.3 Energia- asiantuntija

ESCO- palvelu on liiketoimintaa, jossa ulkopuolinen energia-asiantuntija toteuttaa asiakasyrityksessä investointeja ja toimenpiteitä energian säästämiseksi. ESCO- toimija (Energy Service Company) sitoutuu sovittavalla tavalla energiankäytön tehostamistavoitteiden saavuttamiseen asiakasyrityksessä. ESCO- palvelun kustannukset, energiansäästöinvestointi mukaan luettuna, maksetaan säästöillä, jotka syntyvät alentuneista energiakustannuksista. ESCO- palveluun liittyy takuu syntyvästä energiasäästöstä.

4 ESCO-TOIMINTA

ESCO- lyhenne tulee sanoista Energy Service Company. ESCO- toimija voi olla energia- tai materiaalitehokkuuden parantamiseen erikoistunut yritys tai erillinen tulosyksikkö yrityksessä. ESCO- palvelua voi tarjota myös laitetoimittaja, energiayhtiö tai muu yritys, joka toteuttaa energiatehokkuustoimia asiakkaansa puolesta energiansäästön ja molemminpuolisen hyödyn saavuttamiseksi ja antaa säästötakuun toteuttamilleen toimille. ESCO- toimija toteuttaa hankkeen kokonaistoimituksena, luvattu energiatehokkuuden paranema todennetaan ja varmistetaan. Laajimmillaan ESCO- toimija rahoittaa hankkeen ja huolehtii laitteista ja ylläpidosta koko palvelukauden ajan. /8./



KUVA 1. ESCO- palvelun toimintamalli (Motiva, ESCO-opas, 2007, s.2)

4.1 Hankkeen rahoitus

Savonlinnan kaupungin tekemän ESCO -palvelusopimuksen mukaan energiatehokkuuden ohella parannetaan rakennusten sisäilmaolosuhteita, uusitaan vanhoja taloteknisiä laitteita ja parannetaan kiinteistöjen kosteuden hallintaa. Tämän lisäksi Nojamaan päiväkodilla lisätään oleellisesti lasten turvallisuutta lisäämällä katolle lumiesteitä. Näissä hankkeissa saavutettava energiansäästö suhteessa aikaisempaan kulutukseen ei välttämättä riitä hankkeen rahoitukseen kokonaisuudessaan, vaan rahoitusta on täydennetty kaupungin omalla rahoituksella.

5 KOULUTILOJEN TEKNIikka

Koulutilojen tekniikan toimivuudella on merkittävä osuus jokaisen oppilaan, opettajan ja muun henkilökunnan arkipäivän työhön. Tekniikan merkitys huomataan yleensä vasta silloin kun se ei toimi. Rakennusautomaatio vaikuttaa tähän kaksisuuntaisesti toisaalta tuoden lisää tekniikkaa, mutta se myös valvoo tekniikan toimivuutta.

Ilmanvaihto ja valaistus ovat tärkeimpiä tilan sisäolosuhteisiin ja energiankäyttöön vaikuttavia tekijöitä. Ilmanvaihdon toimivuudella on suuri merkitys viihtyvyyteen, mutta vähintäänkin yhtä suuri merkitys energiankäyttöön. Toimimaton ilmanvaihto saattaa myös aiheuttaa kosteusongelmia ja näin antaa hyvän kasvualustan homeitiöille. Pitkälle kehittynyt kosteusvaurio on myös terveydelle haitallinen ja kiinteistön rakenteille tuhoisa.

Rakennusautomaatiojärjestelmä on työkalu, jolla vaikutetaan rakennusten sisäilmaan ja valaistukseen sekä laajasti tulkiten myös rakennusturvallisuuteen. Rakennusautomaatiolla ohjataan rakennuksen teknisiä laitteita ja pyritään minimoimaan energiankulutus, laitteiden kuluminen ja muut laitteidenkäytöstä aiheutuvat haitat.

Tilannekohtaisista tilan ja palveluiden käyttäjän tarpeista lähtevä kehittäminen tarjoaa erinomaisen pohjan useiden uusien innovaatioiden kehittämiseksi. Erityisesti läsnäolotiedon (-antureiden) sekä ohjelmallisen älyn sulauttaminen tilatuotteeseen avaa runsaasti uusia mahdollisuuksia.

6 ILMANVAIHTO

Ilmanvaihdon tarkoituksena on kuljettaa pois sisällä syntyvät haitalliset aineet ja kosteuden sekä tuoda samalla uutta suodatettua raikasta ilmaa tilalle.

Rakennus on suunniteltava ja rakennettava kokonaisuutena siten, että olosuhdevyöhykkeellä saavutetaan kaikissa tavanomaisissa sääoloissa ja käyttötilanteissa terveellinen, turvallinen ja viihtyisä sisäilmasto. Huonelämpötilan suunnitteluarvona liikuntahalleissa pidetään $18\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ mitattuna huonetilan keskeltä 1,1 m:n korkeudelta. Ilmanlaadultaan suunniteltava ja rakennettava siten, ettei sisäilmassa esiinny terveydelle haitallisia määriä kaasuja, hiukkasia tai mikrobeja eikä viihtyisyyttä alentavia hajuja. Sisäilman hiilidioksidin pitoisuus tavanomaisissa sääoloissa ja huonetilan käyttöaikana on yleensä enintään 2160 mg/m^3 (1200ppm).

6.1 Ilmanvaihtokone

Tutkittavassa ilmanvaihtokoneessa sekä tuloilman otto, että jäteilman poisto hoidetaan puhaltimilla. Tuloilma lämmitetään vesikiertoisella patterilla. Koneessa on myös kiertoilman sekoituspelti sekä lämmöntalteenottolaitteisto.

6.2 Lämmöntalteenotto

Lämmöntalteenottolaitteisto (LTO) on laitteisto, joka siirtää lämpöä poistoilmasta tuloilmaan taikka muuhun rakennusta lämmittävään järjestelmään. Laitteisto vähentää ostettavan lämmitysenergian tarvetta.

Suomen rakennusmääräyskokoelman osan D2 ”Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto” määräyksen 4.1.2 mukaan ilmanvaihdon lämmitystarpeesta on vähintään 30% saatava talteen poistoilmasta. Laskennassa käytetään lämmönsiirtimen tuloilman lämpötilahyötysuhdetta kerrottuna 0,6:lla, näin saadaan lämmöntalteenottolaitteen vuosihyötysuhde.



KUVA 2. Lämmöntalteenottolaitteisto

6.3 Ilmansuodattimet

Ilmansuodattimen tehtävänä on poistaa epäpuhtaudet ilmanvaihtokoneella käsiteltävästä ilmasta. Tuloilmasuodattimina käytetään M1-puhtausluokkaan kuuluvia suodattimia, jotka on jaettu eri luokkiin niiden hiukkaserottelukyvyn mukaan.

F5 + M1/ F6 + M1 on hienosuodatin, joka erottaa vähintään 20 % yli 1,0 µm hiukkasista

F7 + M1 hienosuodatin, joka erottaa vähintään 80 % yli 1,0 µm hiukkasista ja vähintään 50 % yli 0,4 µm hiukkasista

F8 + M1/ F9 + M1 hienosuodatin, joka erottaa vähintään 90 % yli 1,0 µm hiukkasista ja vähintään 70 % yli 0,4 µm hiukkasista

Sisäilmastoluokitus 2000 määrää suodattimista irtoavien kuitujen enimmäislukumääräpitoisuuden. Tällä varmistetaan, ettei suodattimesta missään olosuhteissa irtoa haitallista määrää kuituja. Ilmansuodattimien vaihto ja niiden hävittäminen suoritetaan valmistajan ohjeiden mukaan.

7 RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ

Rakennusautomaatiojärjestelmä koostuu valvomosta ja eri rakennuksiin sijoitetuista alakeskuksista sekä niihin liitettävät kenttälaitteet. Alakeskukseen liitetään kiinteistöistä kaikki hälytys-, ohjaus-, mittaus-, ja säätöpisteet. Alakeskuksen tehtävänä on ohjata, säätää ja valvoa siihen liitettyjä toimintoja sekä toimia tiedonsiirron välittäjänä kiinteistön ja valvomon välillä. Rakennusautomaatiojärjestelmä takaa kiinteistön teknisen toimivuuden silloinkin, kun kiinteistössä ei ole henkilökuntaa.

Rakennusautomaatiojärjestelmistä saadaan hyötyä parantuneiden olosuhteiden, energian säästön, rutiinityön vähentymisen sekä pienentyneiden taloudellisten ja henkilörisien kautta. Ennakkohuollolla ja laitteiston määräaikailla (asetusarvot, raja-arvohälytykset, koehälytykset, akustot jne.) voidaan varmistua laitteistonjatkuvasta toimintakunnosta ja ehkäistä laitteiston ikääntymisen aiheuttamia ongelmia. /2, s. 9./

Rakennusautomaatiojärjestelmän avulla seurataan laitteiden toimintaa, ja seurannan johtopäätösten perusteella ryhdytään tarvittaviin toimenpiteisiin, jos siinä epäillään ongelmia. Esimerkiksi vuorokausi- tai viikkoseuranta voidaan käynnistää, ja se voi paljastaa, missä vaiheessa ongelmia syntyy. Normaalisti seurannassa ovat asetusarvot, säätävien mittausanturien mittausarvojen ja toimilaitteiden ohjausviestien muutokset sekä niiden pysyvyys. Lisäksi voidaan seurata esimerkiksi ilmanvaihtokoneen käynnistymistä tai sitä, kuinka lämmönsiirtimestä tulevan veden lämpötila aamulla muuttuu. /3, s. 9./

7.1 Toiminta

Perinteisessä rakennusautomaatiojärjestelmässä on kiinteä valvomo ja eri kiinteistöihin sijoitetut valvonta-alakeskukset. Tiedonsiirto valvomon ja alakeskusten välillä voi tapahtua monin eri tavoin. Näitä ovat mm. soittomodeemi, kiinteät yhteydet, valokuitumodeemit, ATK- verkko sekä LON- kenttäväylä.

Kiinteistössä oleva valvonta-alakeskus toimii itsenäisesti keräten tietoa antureiden ja ilmaisimien avulla, näiden tietojen perusteella se suorittaa säätöjä ja ohjauksia siihen liitetyissä koneissa ja laitteissa. Järjestelmä ei tarvitse toimiakseen valvomoa. Esim.

Hälytysten siirto voi tapahtua suoraan alakeskukselta. Tämä luo mahdollisuuden rakentaa rakennusautomaatiojärjestelmä yksittäisiin kiinteistöihin.

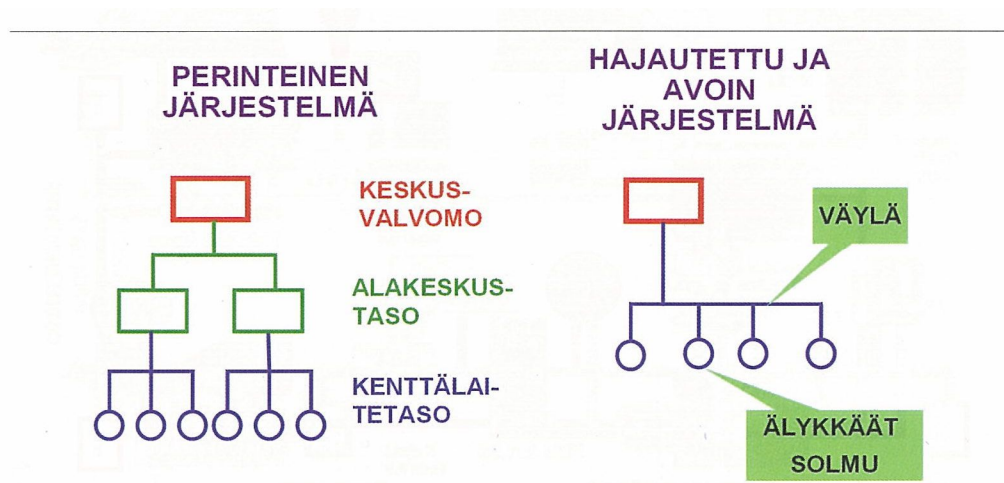
Nykyaikainen Internet-selaimella käytettävä rakennusautomaatiojärjestelmä antaa lisää mahdollisuuksia. TCP-IP verkossa toimiva rakennusautomaatio mahdollistaa kiinteistön hallinnan kaikkialla missä Internet on käytössä. Tässä järjestelmässä valvomoinvestointeja ei tarvitse tehdä. Säädot ja ohjaukset voidaan hoitaa Web-sivujen kautta mistä vain. Esimerkiksi LVI-hälytyksen tullessa päivystävä huoltomies voi kotona katsoa kannettavalta päätteeltä, mitä kiinteistössä on tapahtunut. Näin nähdään hälytyksen kiireellisyys ja monessa tapauksessa asia saadaan hoidettua päätteen kautta, samalla välttyään turhalta käynniltä kiinteistöllä.

7.2 Järjestelmien rakenne

Periaatteessa järjestelmiä on kahta eri perustyyppiä, keskitetty eli hierarkkinen järjestelmä ja hajautettu järjestelmä.

Keskitetyssä järjestelmässä on useita hierarkkisia tasoja. Ylempi taso määrää aina alempien tasojen toiminnan. Näin ollen myös kaiken siirtyvän tiedon ja siirtyvien käskyjen on mentävä tälle ylemmälle tasolle. Toteutus tapahtuu aina tämän käskystä. /2, s. 16./

Hajautetussa järjestelmässä kokonaisjärjestelmä on jaettu pienempiin osakokonaisuuksiin. Järjestelmän rakenne poikkeaa kuitenkin olennaisesti keskitetyn järjestelmän rakenteesta. /2, s. 17./



KUVA 3. Rakennusautomaatiojärjestelmien rakenne (Piikkilä, Sahlstén, Kiinteistöjen tiedonsiirtoväylät, 2006, s.17)

Hajautetussa järjestelmässä jokainen yksikkö toimii riippumatta muista yksiköistä. Jos tietoa halutaan lähettää, se lähetetään vain niille yksiköille jotka sen tarvitsevat. Jokaisen yksikön toiminta kuitenkin perustuu sen omaan tietoisuuteen eli tehdään sitä mitä pitikin eikä ylemmältä tasolta odoteta käskyjä. Verkon rakenne on erilainen kuin hyvin hierarkkisessa keskitetyssä järjestelmässä. /2, s. 17./

7.3 Rakennusautomaatiojärjestelmien elinkaari

Rakennusautomaatiojärjestelmien elinkaari on rakennusosista lyhimpiä, 10- 15 vuotta. Nopeammin vanhentuvia ovat vain atk- ja tietoliikenneverkot ja jotkin muut tietoliikennejärjestelmät. Tämä johtunee tele- ja elektroniikka-alojen nopeasta kehitymisestä, mikä on tuonut myös rakennusautomaatiojärjestelmiin ominaisuuksia, joista ei aikaisemmin ole voitu edes uneksia. /1, s. 31./

Rakennusautomaatiojärjestelmän uusimistarve vaihtelee suuresti rakennuksen käyttötarkoituksen mukaan. Liikerakennuksissa uusimistarve on muuttuvien käyttötarkoitusten vuoksi nopeaa, kun taas kirkoissa toiminta pysyy lähes muuttumattomana ja uusimistarvetta ei tule niin useasti.

Tutkittavassa kohteessa rakennusautomaatiojärjestelmä on rakennettu vuonna 1991 eli järjestelmän ikä on noin 18 vuotta. Järjestelmä on siis ylittänyt sen keskimääräisen käyttöiän, mutta huoltamalla ja uudistamalla järjestelmää saadaan luotettavaa käyttö-

aikaa vielä monta vuotta. Tutkimuskohdetta on uudistettu näiden 18 vuoden aikana useaan kertaan ja viimeisimpänä kehitystyön alla oli voimistelusalin ilmanvaihto.

Rakennusautomaatiojärjestelmän elinkaaren loppuminen kymmenessä vuodessa ei tarkoita koko järjestelmän uusimista. Savonlinnassa pääosa järjestelmistä on rakennettu vuosina 1990- 1992 ja kaikki ovat edelleen toimintakuntoisia. Järjestelmiin on vuosien varrella tehty parannuksia ja laajennuksia, mutta pääosin vanha tekniikka on vielä käytössä ja kunnossa. Voidaan kuitenkin todeta, että rakennusautomaatiojärjestelmä kaipaasi uudistamista ja ennen kaikkea järjestelmällistä huoltoa.

7.4 Rakennusautomaatiokorjaukset

Rakennusautomaation elinkaari on huomattavasti lyhyempi kuin muilla taloteknisillä laitteilla ja sen vuoksi on jo uudehkoissakin rakennuksissa ollut tarpeen uusia pelkkä rakennusautomaatiojärjestelmä.

Usein kannattaa selvittää, ovatko toimilaitteet ja anturit vielä siinä kunnossa, että ne kestävät toiset 10- 15 vuotta. Nehän toimivat yleensä standardoiduilla virta- tai jänniteviesteillä, joten niitä voi aivan hyvin käyttää muidenkin alakeskusten ja valvomo-ohjelmistojen kanssa. Tällöin uusittavaksi tulevat yleensä tiedonsiirtoväylät alakeskusten tai säätimien ja valvomon välissä, alakeskukset ja säätimet sekä valvomo ohjelmistoihin. /1, s. 36./

7.5 Rakennusautomaatiojärjestelmän ylläpito

Luotettavuus on yksi rakennusautomaatiojärjestelmän tärkeimmistä ominaisuuksista. Jos järjestelmästä saatuun tietoon ei voida luottaa, koko järjestelmästä menettää merkityksensä. Esim. tutkittavassa kohteessa lämpötilanmittaukset eivät toimineet luotettavasti. Tämän seurauksena säädöt eivät toimineet oikein ja salin lämpötilaa oli vaikea hallita. Lisäksi lämpötilanmittausten toimimattomuus vaikutti lämmöntalteenottokierroksen ja kiertoilmapellin toimintaan huonontuen hyötysuhdetta ja lisäten energiankulutusta. Luotettavuuden saavuttamiseksi ennakoivalla huollolla on suuri merkitys, lisäksi käyttäjien hyvä LVIS- prosessien tuntemus on välttämätöntä.

7.6 Ennakoiva huolto

Luotettavan ja suunnitellun toiminnan takaamiseksi rakennusautomaatiojärjestelmä vaatii ennakoivaa huoltoa ja päivittäistä tarkastelua. Päivittäin tehtäviin toimenpiteisiin kuuluvat hälytyslokin läpikäynti ja prosessikaavioiden selailu. Viikoittain kirjataan toistuvat hälytykset, käydään läpi historiatiedot ja tarkastetaan silmämääräisesti kenttälaitteiden ja järjestelmien toiminta. Kuukausittain tulostetaan ja käydään läpi energia-, vika- ja olosuhderaportit. Toistuvat hälytykset kommentoidaan ja viat korjataan. Palohälytyslaitteiden ja hälytysten siirron testaaminen tehdään kuukausittain. Kiireelliset hälytykset kuten hissi- ja murtohälytykset testataan neljännesvuosittain.

Syksyllä heti lämmityskauden alettua tarkastetaan lämmityslaitteiden toiminta. Samalla testataan jäätymissuojatermostaattien ja kiertovesipumppujen toiminta ja hälytystensiirto. Vastaavasti keväällä tarkastetaan jäähdytykseen liittyvät laitteet ja hälytykset. Syksyllä ja keväällä tulee tarkastaa ilmanvaihtoon liittyvät säädöt ja laitteet.

Huolloista täytyy tehdä huoltoraportti, joka arkistoidaan sähköisessä muodossa sähköiseen huoltokirjaan ja paperitulosteena arkistoon. Huoltoraportista tulee käydä ilmi kaikki ennakoidut huoltotehtävät ja tämän lisäksi tulee kirjata huollon yhteydessä havaitut viat ja puutteet.

7.7 Tekninen toteutus

Valvomo

Päävalvomon toiminta perustuu PC-laitteistoon, jossa on Windows-pohjainen ATMOS- LAN- valvomo-ohjelmisto, joka on Atmostech Oy:n kehittämä suomenkielinen ja opastava ohjelmisto. Lähes kaikki rutiini ohjelmointi tehdään helposti kuvat - ohjelman kautta. Tämän lisäksi valvomossa on näyttöpääte, hälytyskirjoitin taikka tulostin ja hälytysten siirtoa varten GSM-modeemi. Kiinteän valvomon lisäksi käytettävissä on kannettava PC-laite eli huoltopääte. Huoltopääte voidaan kytkeä kiinteistölle suoraan alakeskukseen ja suorittaa samat toimenpiteet kuin päävalvomosta.

Alakeskus

Pihlajaniemenkoululla käytetään TAC- Finland Oy:n Atmos 88 ASMC- alakeskusta, joka ohjaa mm. kiinteistön ovia, valaistusta, lämmitysjärjestelmää ja ilmanvaihtoa. Alakeskukset valmistetaan kullekin kiinteistölle mittatilaustyönä moduulien tarpeen mukaan. Maksimi pistemäärä on 240 kappaletta alakeskusta kohti.



KUVA 4. Rakennusautomaatiojärjestelmän alakeskus

Alakeskuksen ohjelmisto

Alakeskuksen oveen kiinnitetty ATMOS 88-CPU- yksikkö sisältää ohjelmiston, joka on kiinteistökohtainen. Ohjelmointi on mahdollista tehdä valvomosta tai alakeskukseen liitettävällä ATMOS- ohjelmalla varustetulla PC:llä. ATMOS 88-CPU- yksikköön on mahdollista integroida esim. rikosilmoitin-, kulunvalvonta-, paloilmoitus- tai energianmittausjärjestelmiä.

ATMOS 88-CPU- yksikkö sisältää näytöllä ja näppäimistöllä varustetun käyttöliittymän, jolla voidaan seurata mittauksia ja säätöjä, muuttaa aikaohjelmia ja ohjauspisteiden tilaa. Käyttöliittymässä on suomenkielinen opasvalikko ja selväkielitekstit.

Tiedonsiirto

Alakeskuksen ja valvomon välinen tiedonsiirto on toteutettu verkkoliityntäyhteytenä, joka käyttää TCP/IP- protokollaa. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää soittomodeemia, kiinteää yhteyttä, valokuitumodeemia, radiomodeemia, ATK-verkkoa tai LON-kenttäväylää. Valvomon ja huoltomiehen välinen yhteys toimii GSM-modeemin välityksellä, tieto välittyy huoltomiehen puhelimeen tekstiviestinä.

Moduulit

I/O- liityntämoduulit asennetaan painamalla DIN-kiskoon, moduulissa on irrotettavat liittimet ja selkeät riviliitinnumerot. Moduulit on yhdistetty rinnakkaisväylällä CPU:n kanssa.

Digitaalilähdöt (DO) ovat relelähtöjä. DO-4-moduulissa on 4 ohjauspistettä, joissa kussakin yksi vaihtokytkin toiminto. Nämä ohjaavat esim. ovia, valoja, ilmanvaihtokoneita, saunan kiukaita yms. Kolmiasentoisella DIP-kytkimellä voidaan valita auto-off-on toiminnot. (Liite 1.)

Digitaalitulot (DI) ovat tila- ja hälytystietoja. DI-8-moduulissa on 8 hälytys- ja/ tai käyttötilapistettä, jotka hälyttävät tai antavat tilatiedon ohjelmoinnin mukaan. Tällaisia ovat mm. kiertovesipumppujen hälytykset, hissihälytykset, suodatinvahdit ja ovien tilatieto/ hälytys. (Liite 2.)

Analogiatulot (AI) ovat mittauspisteitä. AI-8-moduulissa on 8 mittauspistettä, jotka mittaavat esim. lämpötilaa, kosteutta, painetta, tuulenvoimakkuutta. Näitä ovat esim. ulkolämpötilanmittaus, huoneen kosteusmittaus, lämmitysverkostonpaine. Mittausviesti voi olla vastus-, virta- tai jännitearvo. (Liite 3.)

Analogialähdöt (AO) ovat ns. säätöpisteitä. AO-8-moduulissa on 8 analogialähtöä, joita ovat esim. lämpimän käyttöveden säätö, patteriverkoston säätö, ilmastointiverkoston säätö. Säättöviesti on tasajännite- tai virtaviesti 0-10VDC, 2-10VDC tai 4-20mA. (Liite 4.)

Impulssitulot (IMP) ovat pulssilaskentatuloja. IMP-4-moduulissa on 4 impulssimitausta, jotka mittaavat esim. kaukolämmön energia- ja vesimäärää, sähkön kulutusta, käyttöveden kulutusta. (Liite 5.)

7.8 Rakennusautomaation kenttälaitteet

Jäätymisvaaratermostaatti on varolaite, joka valvoo ja tarvittaessa säätää ilmanvaihtokoneen paluuveden lämpötilaa, ja pyrkii siten estämään vesipatterin jäätymisen. Hälytyspiste on säädettävissä esim. 0-16 °C. Lämpötilan alittaessa hälytyspisteen jäätymisvaaratermostaatti pysäyttää ilmanvaihtokoneen ja antaa hälytyksen. Hälytys kuitataan kuittauspainikkeella. (Liite 6)

Mittausanturit ovat toimintaperiaatteeltaan aktiivisia tai passiivisia. Passiiviset anturit eivät tarvitse toimiakseen apujännitettä, vaan ne toimivat esim. muuttuvan resistanssin periaatteella. Aktiiviset anturit tarvitsevat toimiakseen apujännitteen. Anturin mittausosa muuntaa fysikaalisen suureen sähköiseksi, Lähetinosa välittää mA standardiviestin eteenpäin. (Liite 7)

Lähettimet ovat aktiivisia antureita jotka tarvitsevat toimiakseen apujännitteen. Nämä mittaavat esim. paine-eroa, kosteutta, valoisuutta taikka tuulenvoimakkuutta.

Taajuusmuuttaja on tehoelektroniikkalaite, jolla saadaan ohjattua sähkömoottorin pyörimisnopeutta portaattomasti. Taajuusmuuttaja muokkaa sähköverkon vaihtojännitteen taajuutta ja amplitudia. Kiinteistöissä yleisin käyttökohde on ilmanvaihtokoneiden puhallinmoottoreiden ohjaus. (Liite 8)

Rakennusautomaation toimilaitteita on kahta eri tyyppiä, portaattomasti ohjattavia ja on/of – toiminnollista. Portaattomasti ohjattavia kenttälaitteita ovat lämpimän käyttö-

veden säätöventtiili ja ilmanvaihdon lämmön talteenotonsäätö. On/of – toimisija toimilaitteita ovat magneettiventtiilit ja ilmanvaihdon raitisilmapellit.

Säätöventtiilit voidaan jakaa 2-tie- ja 3-tieventtiileihin, kummankin tarkoitus on säätää väliaineen virtausta esim. patteriverkoston tai käyttöveden lämmityksessä. Väliaineina ovat yleensä vesi tai glykoli. (Liite 9)

Venttiilimoottorin tehtävänä on ohjata venttiiliä portaattomasti ja oikealla nopeudella. Esim. lämpimänkäyttöveden säädön on toimittava nopeammin kuin patteriverkon säädön. Venttiilimoottori on varustettu kaksisuuntaisella sähkömoottorilla, jonka käyttöjännite on joko 24Vac tai 240Vac ja ohjausviestin jännite 0-10Vdc tai 2-10Vdc. (Liite 10)

Peltimoottoreita on kahta tyyppiä, jatkuvasäätöinen ja auki - kiinni toiminta. Jatkuvasäätöistä mallia käytetään säätöpeltien ohjaukseen tämän portaattoman säädön vuoksi. Auki - kiinni tyyppiä käytetään tulo- ja poistoilmapeltien ohjaukseen perustuen tämän jousipalautus varmuustoimintaan. Tämä toiminta suojaa esim. tuloilmakoneen lämmityspatteria jäätymiseltä sähkökatkon aikana. (Liite 11)

8 SUUNNITTELU

Rakennusautomaation suunnittelu on perinteisesti kuulunut LVI-suunnittelijalle. Nykyään rakennusautomaation laajennuttua enenevässä määrin sähkölaitteiden ohjaukseen, on myös sähkösuunnittelijan painoarvo lisääntynyt. Sähkösuunnittelijakaan ei yleensä yksin hallitse kaikkea tekniikkaa, mitä nykyaikainen rakennus pitää sisällään. Jotta automaatiojärjestelmästä saataisiin kaikki mahdollinen hyöty, tulisi suunnittelu teettää automaatio-suunnittelijalla. Yhteistyössä LVI-suunnittelijan, sähkösuunnittelijan ja tilaajan kanssa automaatio-suunnittelija pystyy suunnittelemaan järjestelmän, jossa automaatiota hyödynnetään täysipainoisesti. Tästä hyötyvät sekä käyttäjä että omistaja, paremman sisäilmaston ja laitteiden käytettävyyden vuoksi. Eikä pidä vähätellä sitä energian säästöä, minkä laitteiden energiatehokas käyttö tuo tullessaan.

Suunnittelijoiden välisen yhteistyön tarve määräytyy järjestelmäintegraatoratkaisun laajuuden mukaan. Laajempaa kokonaisuutta suunniteltaessa tulisi jo alkuvaiheessa määritellä suunnittelua koordinoiva taho, tämä voisi olla talotekninen pääsuunnittelija. Pääsuunnittelijan tehtävänä on varmistaa, että kaikki suunnitelmat ja tekniset yksityiskohdat ovat yhdenmukaisia ja perustuvat samanlaisiin asiakirjoihin. Vastaavasti osapuolilla täytyy olla yhteinen sopimus käytettävistä nimikkeistä.

8.1 Pihlajaniemen koulun automaattiosuunnittelu

Tämän työn kohteessa suunnittelun osuus ei ole laaja, koska kysymys on yhden ilmanvaihtokoneen saneeraamisesta. Hyvä automaattiosuunnittelija selviytyy tehtävästä yksin. Tarkoituksena on kunnostaa järjestelmä ja samalla päivittää se vastaamaan nykypäivän tarpeita.

Voimistelusalin ilmanvaihtokone on 1-nopeuksinen, tämän johdosta selvitimme mahdollisuuden käyttää taajuusmuuttajaa ilmavirran säätöön. Taajuusmuuttajan käytöllä voisi säätää ilmamäärää portaattomasti ja samalla pienentää puhallinmoottoreiden sähkönkulutusta.

Voimistelusali koko asetti rajoituksia taajuusmuuttajan käytölle, ensin täytyi varmistaa ilmankierto koko tilassa. Tuloilmanpuhallus tapahtuu salin katosta, tämän vuoksi tuli selvittää päätelaitteiden heittokuvio ja heittopituus, näistä voitiin päätellä pystyykö ilmanvirtausnopeutta pienentämään. Tässä tapauksessa ilmanvirtausnopeutta ei voida pienentää, koska seurauksena olisi ilman kerrostuminen, eli lämmin tuloilma jäisi salin yläosaan ja lattian tasolta ilma ei vaihtuisi lainkaan.

Lämmöntalteenottokiekon sulatus aiheutti lisää rajoituksia, tuli selvittää aiheuttaako ilmanvirtausnopeuden pienentäminen ongelmia. Lämmöntalteenottokiekon sulatusta ohjataan paine-erolla. Tulikin varmistua, että sulatus toimii suunnitellusti, jos ilmanvirtausnopeutta muutetaan.

CO²-mittausanturin sijoituksessa tulee huomioida, että saadaan mahdollisimman oikea mittaustulos. Toimisto- tai luokkatiloissa tulee jokaiseen tilaan laittaa oma mittaus, jotta ilmanvaihtoa voidaan ohjata oikein. Esim. jos ilmanvaihtokone vaikuttaa nel-

jään toimistohuoneeseen ja CO²-mittausanturi sijoitetaan poistoilmakanavaan. Tulee tilanne jolloin vain yhdessä huoneessa työskennellään ja kolme muuta huonetta on tyhjänä, näin CO²-mittaus ei huomaisi tämän yhden huoneen hiilidioksidipitoisuuden nousua, vaan mittaisi kaikkien neljän huoneen keskiarvoa. Tässä tapauksessa tuleekin jokaisessa huoneessa olla oma mittaus ja ilmapirransäätöpelti.

Voimistelusalin ilmanvaihtokoneen käytönmukainen ohjaus toteutetaan CO²-mittausanturilla. CO²-mittausanturin sijoitetaan poistoilmakanavaan, poistoilman hiilidioksidipitoisuuden mukaan ohjataan kiertoilmapeltiä. Hiilidioksidipitoisuuden ollessa pieni käytetään lähes ainoastaan kiertoilmaa, hiilidioksidipitoisuuden noustessa puhtaan tuloilman määrää lisätään.



KUVA 5. CO²-mittausanturi

9 PIHLAJANIEMEN KOULUN ALKUTILANNE

Koulun rakennusautomaatiojärjestelmä otettiin käyttöön vuonna 1991. Tämän jälkeen järjestelmään on tehty parannuksia. Alakeskukseen on vaihdettu ATMOS 44 CPU:n tilalle ATMOS 88 CPU, tämä on mahdollistanut ohjausten ja aikaohjelmien muutokset paikallisesti. ATMOS 88 CPU:n alakeskuskohtainen näyttö- ja näppäimistöyksikkö mahdollistaa alakeskuksen tilojenlukemisen ja muuttamisen ilman huoltopäätettä. Valvomon ja alakeskuksen välinen tiedonsiirtoyhteys on vaihdettu soittomodeemista

kiinteään yhteyteen, joka toimii ATK-verkossa MULTI POINT- modeemilla. Kiinteän yhteyden etuna verrattuna soittomodeemiin on sen nopeus ja luotettavuus.

Voimistelusalin valaistuksen ja ilmanvaihdon ohjaukseen on lisätty ohjausyksikkö, joka on varustettu liikeilmaisimilla. Saliin tulevan henkilön liikkeestä tämä ohjaa kulkuvalot päälle, tämän jälkeen päävalot voidaan kytkeä painonapilla, valaistuksesta saadun indikointitiedon perusteella rakennusautomaatiojärjestelmä käynnistää salin ilmanvaihtokoneen.

9.1 Lämmitysongelmat

Voimistelusalin lämpötilan vaihtelut on haitannut salin käyttäjiä. Syy näihin ongelmiin löytyi ja vika korjattiin. Syyksi paljastui tuloilmakoneen indikoinnin ajoittainen katkominen, jonka seurauksena ilmastoinnin jälkilämmityspatterin säätö toimi seisontajan säädöllä. Tästä johtuen jälkilämmityspatteri ei lämmittänyt tuloilmaa ja voimistelusalin lämpötila pääsi laskeutumaan alle asetetun lämpötilan. Vikaa etsittäessä käytettiin ATMOS -historia ohjelmaa, jonka seurantaan liitettiin koneen kaikki mittaus-, säätö-, asetusarvo- ja indikointipisteet. Vika paljastui vertailemalla näiden pisteiden graafisia käyriä keskenään.

Ongelmana on ollut nuorisotilan ja muiden luokkien lämpötilaero. Nuorisotila sijaitsee koulun päädyssä ja on ollut aina muuta koulua kylmempi. Nuorisotilalla on oma lämmityksen säätöpiiri, joten ratkaisuna kyseiseen ongelmaan on oman anturitaulukon tekeminen tämän tilan lämmityksen säätöön. Anturitaulukon voi tehdä valvomosta käsin, eikä toimenpide vaadi kiinteistöllä käyntiä.

9.2 Muutosehdotukset

Voimistelusalin ilmastoinninohjaukseen lisätään lämpötila- anturi mittaamaan salin lämpötilaa. Lisäksi asennetaan hiilidioksidianturi joka mittaa ilmanlaatua. Näillä antureilla ja ohjelmaa muuttamalla saadaan energiaystävällisesti hyvä ilmanlaatu. Salin käytön aikana hiilidioksidianturi ohjaa kiertoilmapeltiä anturitaulukon mukaan, näin IV- kone ottaa ulkoilmaa vain tarpeen mukaan. Kun salissa ei ole käyttöä, IV- kone toimii lämmityslaitteena tällöin lämpötila- anturi ohjaa koneen käyntiaikaa. Koneen

toimissa lämmityslaitteena tuloilman lämpötilaa nostetaan, näin saadaan nostettua salin lämpötila nopeammin. Samalla koneen käyntijaksot lyhenevät ja moottoreiden kuluttaman sähköenergian määrä pienenee. Tämä tuo säästöä vähäisemmän huoltotarpeen ja pienemmän sähkönkulutuksen kautta.

10 TYÖN TOTEUTUS

Tämä työ toteutettiin osana laajempaa ESCO- hanketta. TAC- Finland OY toteutti työn kokonaisurakkana, joka sisälsi alakeskuksen ohjelmointityö ja valvomokuvien päivityksen lisäksi kaapeleiden, antureiden ja toimilaitteiden asentamisen. Samassa yhteydessä toteutettiin ilmanvaihtokoneen huolto ja toiminnan tarkastus, joka toteutettiin erillisenä hankkeena.

10.1 Ilmanvaihtokoneen huolto ja toiminnan tarkastus

Turvatoimena virta on aina katkaistava huoltotöiden ajaksi turvakytkimellä taikka irrottamalla sulakkeet. Poikkeuksena laitteen testaaminen, joka vaatii virran päällä pitämistä. Testaamisen aikana tulee huolehtia, että koneen turvalaitteet ja huoltoluukut ovat paikallaan.

Jäätymisvaaratermostaatin toiminnan testaus on hyvä suorittaa, kun ulkolämpötila on 5-15 °C:een välillä, näin estetään ilmanvaihtokoneen vesipatterin jäätyminen testauksen aikana. Ilmanvaihtokoneen käydessä suljetaan vesiventtiili, näin vesipatterin paluuvesi alkaa jäähtyä ja paluuveden lämpötilan saavutettua hälytysrajan jäätymisvaaratermostaatti hälyttää. Tämän seurauksena ilmanvaihtokone sammuu, kuitenkin pumppu täytyy jäädä pyörimään. Rakennusautomaatiojärjestelmä avaa vesiventtiiliä lämmittääkseen vesipatteria. Jäätymisvaaratermostaattiin syttyy punainen merkkivalo, samalla hälytys siirtyy huoltomiehen puhelimeen. Jäätymisvaaratermostaatissa on kuitauspainike, josta painettaessa hälytys poistuu ja ilmanvaihtokone käynnistyy.

Venttiilimoottorin silmämääräinen tarkastus pitää sisällään koteloinnin ja kaapelin kunnan toteamisen. Vesiventtiilin tarkastuksessa todetaan mahdolliset vesivuodot ja venttiilinkaran kunto. Lisäksi varmistetaan venttiilinkaran ja moottorin akselin lukitus.

Kun venttiilimoottori ohjataan kiinni, tulee veden lämpötilan laskea ja kierron loppua. Ohjattaessa auki, tulee karan liikkua toiseen ääriasentoon ja veden lämpötilan tulee nousta. Avattua moottorin suojakannen voidaan tarkistaa ja tarvittaessa säätää karan rajat, tässä on huomioitava moottorikohtaiset asennusohjeet.

Peltimoottorissa tehdään vastaava silmämääräinen tarkastus. Lisäksi moottorin kiinnitys akseliin varmistetaan, tämän jälkeen varmistetaan pellin avautuminen ja tiivis sulkeutuminen. Kiertoilmapellissä tarkastetaan raitis-, poisto- ja kiertoilmapeltien keskinäinen synkronointi, kierron lisääntyessä tulee raitis- ja poistoilmapeltien sulkeutua. Säätöpelteissä testataan säädön toimivuus, huomioitava moottorikohtaiset asennusohjeet.

Tuloilmakoneen ohjaus testattiin ohjaamalla konetta rakennusautomaation kautta, seuraten tulo- ja poistokoneen pyörimistä ja pyörimissuuntaa. Tulo- ja poistoilmapeltien tulee seurata tuloilmakoneen ohjausta. Tuloilmakoneen käsikäyttö testataan ryhmäkeskuksen kytkimistä.

Lämpötilanmittaukset testataan tarkkuuslämpömittarilla. Mittalaitteen anturi sijoitettiin koneen anturin viereen ja verrattiin saatuja lukemia toisiinsa, näin saatiin selville mittauspisteen mahdollinen virhe.

Ilmanvaihtokoneen ollessa pois päältä, tulee indikointipisteiden olla seis-tilassa, kun kone käynnistetään indikointien tila tulo- että poistokoneessa on käy. Samalla tapaa testataan pumput yms. laitteet.

Ristiriitahälytys testataan ohjaamalla rakennusautomaatiolla kone käyntiin ja sammutetaan poistokone käsikytkimellä sähkökeskuksesta, ristiriitahälytys tulee kun koneen tila ei ole sama kun ohjauksen tila. Samoin testataan tuloilmakone, pumput yms. laitteet.

Moottorin käyntiään perusteella voidaan päätellä moottorin laakereiden kuntoa, myös moottorin laippojen kohonnut lämpötila kertoo laakeriviasta. Moottorin jäähdytyksen varmistamiseksi tulee tarkastaa jäähdytyspuhaltimen siiven kunto ja puhtaus. Moottorin käyntiaikainen kuormitusvirta mitataan ja sitä verrataan moottorin nimellis-

virtaan, mitatun kuormitusvirran tulee olla pienempikuin nimellisvirta. Moottorisuojan virta-arvon tulee vastata moottorin tyyppikilvessä olevaa nimellisvirtaa.

Suoritetaan puhaltimen laakereiden välysten käsivarainen testaus. Koneen käydessä mitataan laakereiden lämpötilat, myös käyntiäänien perusteella arvioidaan laakereiden kuntoa. Vaihdetaan kiilahihnat ja varmistetaan hihnapyörien linjaus. Hihnapyörien kunto tarkastetaan silmämääräisesti, urat eivät saa olla kuluneet tai kiillottuneet. Samalla tarkastetaan tärinänvaimentimien kunto, niiden tulee olla joustavat ja ehjät. Puhaltimen siipi puhdistetaan pölystä ja liasta

Patterin silmämääräisessä tarkastuksessa tutkitaan vesivuodot ja lamellien kunto. Patterin puhdistetaan imuroimalla ja harjaamalla varovasti pehmeällä harjalla. Erittäin liukainen patteri pestään vedellä ja patterin pesuun tarkoitettulla pesuaineella

Säätöpeltien toimivuus kokeillaan ohjaamalla pelti auki asentoon, pellin kaikkien lamellien tulee avautua täysin auki. Pellin ollessa auki katsotaan tiivisteiden kunto. Tämän jälkeen pelti ohjataan kiinni. Pellin tulee sulkeutua tiiviisti, eikä ilmapuotoja saa esiintyä. Kokeilun aikana pellin tulee liikkua kevyesti ja äänettömästi.

Pumpun käyntiäänestä voidaan päätellä pumpunlaakereiden kunto. Akselintiivisteiden vuotamisen huomaa kosteata taikka märästä pumpun alaosasta. Suuremmissa pumpuissa tulee tarkastaa jäähdytyspuhaltimen siiven kunto ja puhtaus.

Tuloilmakoneen sähköinen ohjaus on kytketty jäätymisvaaratermostaatin avautuvien kärkein kautta, näin jäätymisvaaratermostaatin lauettua tuloilmakoneen tulee pysähtyä. Tuloilmakone ja poistoilmakone on pakkokytketty käymään rinnan. Esimerkiksi poistoilmakoneen lämpörele laukeaa, tulee myös tuloilmakoneen pysähtyä. Jäätymisvaaratermostaatin ja lämpöreleiden hälytykset testataan.

Tällä hetkellä poistoilmansuodattimena käytetään suodatinmattoa, jonka suodatuskyky ja suodattimen tiheä vaihtoväli eivät vastaa nykyajan vaatimuksia. Suodatinmaton tilalle tulisikin vaihtaa kasettisuodattimet, joiden suodatusluokka on parempi ja vaihtoväli olisi pidempi.

Lämmöntalteenottolaitteen roottori puhdistetaan imuroimalla käyttäen pehmeää suutinta ja varoen helposti vaurioituvia lamelleja. Jos lika on syvällä lamelleissa, voidaan imurin apuna käyttää paineilmaa. Roottorin ollessa erittäin likainen, se tulee pestä vedellä ja tarkoitukseen valmistetuilla pesuaineilla. Samalla tavalla puhdistetaan tuloilmakoneen lämmitys- ja jälkilämmityspatterit.

Puhallinpyörät ja moottori puhdistetaan imuroimalla tai harjalla. Mahdollinen karsta poistetaan puhallinpyörän siivistä. Roottorin puhdistuksen yhteydessä imuroidaan ilmanvaihtokoneen sisäpuoli kauttaaltaan.

Tarkastetaan roottorin harjatiivisteiden kunto, nämä puhdistetaan tai vaihdetaan kunosta riippuen. Jos käytetty harjatiiviste käytetään uudelleen, on se asennettava niin, että pyörimissuunta säilyy samana. Harjatiivistettä irrotettaessa on huomioitava puhtaaksipuhallussektorin säätö. Puhtaaksipuhallussektorin säätökulmaan vaikuttaa roottorin paine-ero, kun tiedämme paine-eron, niin saamme valmistajan taulukosta vastaavan puhtaaksipuhallussektorin säätökulmaan.

Roottorin hihnan kireys tarkastetaan, hihna ei saa luistaa kevyesti kuormitettuna. Puhallinmoottorin hihnassa ei saa olla pykimiä eikä pinta saa olla kiiltävä, hihnat vaihdetaan uusiin huollon yhteydessä. Hihnoja säädettäessä on huomioitava myös hihnapyörien linjaus. Samalla tarkastetaan ilmanvaihtokoneen luukkujen kumitiivisteiden kunto, näin varmistetaan koneen ilmatiiveys. Tässä yhteydessä tulee huomioida myös suodattimien tiivisteet, ettei suodattimissa tapahdu ilman ohivuotoa.

Sulku- ja kiertoilmapeltien toimivuus varmistetaan ohjaamalla pellit vuoroin kiinni ja auki, pellin tulee liikkua herkästi ja sulkeutua tiiviisti. Säleiden välillä ja säleiden ja rungon välillä olevat kumitiivisteet puhdistetaan ja niiden kunto tarkastetaan.

10.2 Rakennusautomaatioasennukset

Rakennusautomaatioasennuksilla tarkoitetaan niitä valmisteluja ja töitä, joilla järjestelmän komponentit asennetaan paikoilleen ja kytketään järjestelmäkokonaisuudeksi. Asennuksille voidaan tehdä kaksi selkeää tavoitetta. Ensimmäinen on työmaatekninen tavoite, jossa työt jaksottuvat työmaan aikataulussa oikea-aikaisesti ja suhteutettuina

sivuaviin urakoihin. Toinen on järjestelmä- ja käyttötekniinen tavoite, jossa tehdyt asennukset ja kytkennät ovat prosessi- ja järjestelmäteknisesti oikein ja siistit sekä dokumenttien mukaiset. /1, s. 165./

Asennustyö aloitetaan merkkamalla tarkat paikat jokaiselle anturille ja toimilaitteelle. Esimerkiksi ilmanvaihtokanavaan sijoitettavan lämpötilanmittausanturin etäisyys lämmityspatterista vaikuttaa oleellisesti säätöautomaatiikan toimintaan. Merkkaamisen jälkeen voidaan aloittaa kaapelointi- ja asennustyöt.

10.3 Kaapeloinnit

Yleensä sähköurakoitsija asentaa rakennusautomaation tarvitsemat kaapelit, mutta tässä kohteessa kaapelointityön vähäisen määrän vuoksi automaatiourakoitsija asensi myös tarvittavat kaapelit.

Yleisimmin käytetyt kaapelityypit ovat indikoinneissa NOMAK $n \times (2 \times 0,5) + 0,5$, mitauksissa ja toimilaitteilla käytetään KLMA $n \times 0,8 + 0,8$ tai NOMAK $n \times (2 \times 0,5) + 0,5$. Verkkojännitteen puolella (230 VAC) käytetään MMJ $n \times 1,5$ tai MMO $n \times 1,5$.

Kaapeloinnissa tulee huomioida häiriösuojattujen kaapeleiden osalta, että häiriösuojaus kytketään vain kaapelin alakeskuksen päästä potentiaalintasauskiskoon. Kaapelit merkitään molemmista päistä merkinippusiteillä tai kaapelitaskuilla.

10.4 Ohjaustapamuutokset

Ilmanvaihtokonetta ohjattiin aikaisemmin aikaohjelmalla ja lukittuna liikuntasalin valaistuksen rinnalla. Nyt näiden ohjaustapojen lisäksi on tullut tapahtumaohjelmat, joita ovat yölämmitys ja lisäaikakäyttö. Nämä ohjelmat varmistavat saliin oikean lämpötilan ja energiatehokkaan ilmanvaihdon.

10.5 Ohjelmointimuutokset

Kiertoilmapellin ohjaus suoritetaan lämpötilan ja hiilidioksidipitoisuuden mukaan. Koneen ollessa lämmityskäytössä kiertoilmaa käytetään mahdollisimman paljon, kuitenkin salia käytettäessä ja hiilidioksidipitoisuuden noustessa kiertoilman osuutta vähennetään. Tällä järjestelyllä ilmaa vaihdetaan salin kuormituksen mukaan, säästäten energiaa ja varmistaen hyvä ilmanlaatu.

Yökäyttö tapahtumaohjelmalla ohjataan ilmanvaihtokonetta liikuntasalin lämpötilan mukaan. Lämpötilan laskiessa alle asetusarvon (esim. 16 °C) ilmanvaihtokone käynnistyy ja pysähtyy lämpötila nousee asetusarvon (esim. 18 °C). Yökäytöllä kiertoilmapellillä ei ole minimi raitisilma-asentoa, eli kone ei ota lainkaan raitista ilmaa. CO₂-anturi säättää yökäytössäkin kiertoilmapeltiä pitäen ilmanlaadun asetusarvossaan (esim.800ppm).

Opettajanhuoneeseen asennettiin lisäaikakello, jolla liikuntasalin ilmanvaihto saadaan käyntiin ilman liikuntasalin valojen käyttämistä. Tätä toimintoa käytetään esim. ulkoliikuntapäivinä, jolloin käytetään pelkästään pukuhuoneita ja peseytymistiloja. Tällä lisäaikakellolla saadaan ilmanvaihto päälle esim. kahdeksi tunniksi kerrallaan.

10.6 Antureiden asentaminen

Ilmanvaihtokoneen poistokanavaan asennettiin kanavamallin CO₂-anturi. Ilmanvaihtokonehuoneen riviliitinkotelon ja CO₂-anturin väliin vedettiin KLMA 4 x 0,8+0,8-tyyppin kaapeli CO₂-anturille ja kytkettiin riviliitinkotelolla vapaisiin liittimiin. Anturin puoleiseen päähän kaapeliin jätettiin lenkki, helpottamaan anturin irrotusta ja huoltoa. Laitetunnus merkataan ns. dymo-nauhalla.

Voimistelusalin lämpötilanmittauspiste oli aikaisemmin noin 3,5:n merin korkeudessa, mistä johtuen rakennusautomaation näyttämä lämpötila ei ollut luotettava. Muutostöiden yhteydessä lämpötilan mittausanturin paikkaa siirrettiin alemmaksi ja keskemälle salinseinää. Nyt lämpötila mitataan oleskelualueelta ja näin rakennusautomaation avulla pystytään lämpötila säätämään halutuksi.

10.7 Ilmanvaihdon yhteissammutus

Koulun turvallisuussuunnitelmaa valmisteltaessa tuli esiin kysymys, miten palokunta voi tulipalon sattuessa sammuttaa koulun ilmanvaihdon? Ratkaisuna oli asentaa ilmanvaihdon yhteissammutuksen kytkin pääsisääkäynnin tuulikaappiin, josta palokunta voi tarvittaessa sammuttaa ilmanvaihdon. Tuulikaappiin asennettiin rikottavalla lasilla varustettu kytkin. Tarvittava kaapeli (KLMA 4 x 0,8+0,8) kytkettiin IV-konehuoneen riviliitinkoteloon, runkokaapelista vastaava johdinpari kytkettiin alakeskuksella DI-8-moduliin. Hälytyspiste ohjelmoitiin hälyttämään avautuvasta kosketintiedosta. Hälytyksen tullessa rakennusautomaatiojärjestelmä sammuttaa koulun kaikki ilmanvaihtokoneet ja suorittaa hälytyksen huoltomiehelle.

10.8 Antureiden vaihto

Antureiden vastusarvo mitattiin ja mittaustuloksia verrattiin valmistajan taulukoihin. Mittaustulosten perusteella alkuperäiset anturit vaihdettiin uusiin malleihin seuraavana esitetyn ohjeistuksen mukaan.

AD 590 – yleisanturi, joka toimii transistori-periaatteella mitaten virtaa, on vanhan aikainen ja skaalaus-alue on epätarkka, korvataan NTC 10 - tai NI 1000 – antureilla.

ATE – 11NT – 60 ruostumattomasta teräksestä valmistettu vesianturi korvataan ATEW NTC tai ATEWA NTC lämpötila-anturilla, joka on suunniteltu käyttöveden lämpötilan mittaukseen. Anturin suojaputki on ruostumatonta terästä. Lämpötilaa mitataan 10 k Ω NTC -termistorilla.

ATE – 12NT - Ulkoilma – anturi korvataan ATEO NTC lämpötila-anturilla, joka on suunniteltu ulkoilman lämpötilamittaukseen. Lämpötilaa mitataan 10 k Ω NTC -termistorilla.

ATE – 7NT ja ATE – 8NT huoneanturi korvataan ATER NTC tai ATER NTC MN lämpötila-anturilla, joka on suunniteltu käytettäväksi kiinteistöjen huonelämpötilojen mittauksessa. Lämpötilaa mitataan 10 k Ω NTC -termistorilla, jonka nimellisvastus on 10 k Ω /25 °C.

QAM 22 – kanavalämpötila – anturi korvataan ATED NTC lämpötila-anturilla, joka on suunniteltu ilmanvaihtokojeiden kanavalämpötilojen mittaukseen. Lämpötilaa mitataan 10 k Ω NTC -termistorilla.

ATE – 10NT – 60 vesianturi korvataan ATEWP NTC lämpötila-anturilla, joka on suunniteltu lämmitysverkostojen lämpötilamittauksiin. Ruostumattomasta teräksestä (PS 80) tai messingistä (PB 80) valmistettu suojatasku ja anturielementin suojaholkki takaavat anturille pitkän käyttöiän.

ATEF NTC - lämpötila-anturi on suunniteltu LVI-automaatiikan tarpeisiin erityisesti vaativien olosuhteiden lämpötilojen mittaukseen. Tyypillisiä kohteita ovat saunat, kylmiöt, pakaste-huoneet ja varastohallit. Anturi on koteloitu IP 67 -luokan silumiinivalukoteloon. Lämpötilaa mitataan anturikotelon ulkopuolisella 10 k Ω NTC -termistorilla, jonka nimellisvastus on 10 k Ω /25 °C.

Antureiden vaihdon yhteydessä vaihdettiin alakeskukselle vanhan AI-8- mittausmoduuli uuteen versioon, näin varmistettiin mittauksen luotettavuus. Moduulia vaihdettaessa uuden moduulin osoite on vaihdettava samaksi kuin poistettavan moduulin osoite. Moduulin osoitteen koodaus tapahtuu kahdeksanosaisen osoitekytkimen avulla. Mittausmoduulia vaihdettaessa on huomioitava, että jokaisen anturin jumpperit on kytkettävä erikseen. Kaikille mittauksenvoille on oma jumppereiden kytkentätapa, joka saadaan selville AI-8- mittausmoduulin asennusohjeesta.

10.9 Omantyyön vastaanotto

Ennen toimintakoetta urakoitsija tarkastaa luettelomaisesti, että kaikki työt ja työvaiheet on suoritettu loppuun. Toimintakokeen kaltainen tarkastus takaa parhaan lopputuloksen, kun tarkastus tehdään pisteluettelon mukaan, piste pisteeltä. Kannettavan huoltopäätteen grafiikkakuvilta ohjataan ilmanvaihtokonetta, grafiikasta todetaan kuvien ja pisteiden toiminta, samanaikaisesti seurataan fyysisten laitteiden toimintaa itse laitteessa.

10.10 Asennusten tarkastus

Tarkastuksen suorittamisen edellytyksenä pidetään yleensä sitä, että työ on suoritettu loppuun ja tilat on siistitty. Suoritettiin silmämääräinen tarkastus, jossa katsottiin laitteiden sijoittelu ja niiden oikeellisuus, asennustapa ja merkinnät. Kytkenät tarkastettiin pistokokeella, joissa kiinnitettiin huomiota kaapeleiden ja laitteiden merkkauksiin sekä häiriösuojauksiin. Samalla todettiin suunnitelmien ja työn lopputuloksen täsmävän toisiaan.

10.11 Toimintakoe

Toimintakokeen tarkoituksena on varmistaa tilaajalle, että laitteisto toimii suunnitelmien mukaisesti. Toimintakokeessa testattiin ohjelmien ja laitteiden toimivuutta simuloimalla eri käyttötilanteita. Esim. lämmityspatterin, kiertoilmapellin ja lämmöntalteenottokiekon sarjasäädön toimivuutta. Koneen ristiriitahälytys testattiin sammuttamalla poistoilmapuhallin sähkökeskuksen käsikytkimellä. Ohjelmallisten pisteiden toiminta varmistetaan liittämällä pisteet historiaseurantaan. Historiaseuranta piirtää käyrää kaikista siihen liitetyistä pisteistä, näistä käyristä voidaan jälkikäteen katsoa laitteen toiminta eri tilanteissa. Esim. nähdään kiertoilmapellin toiminta ilmankosteuden noustessa. Onnistuneen toimintakokeen edellytyksenä on, että urakoitsija on etukäteen testannut laitteiston toimivuuden.

11 POHDINTA

Savonlinnan kaupungin Toimitilapalvelun tavoitteena on pitää kiinteistöt kaikilta osin kunnossa. Vaikka viime aikoina ennakoivaan huoltoon on panostettu aikaisempaa enemmän, on korjausvelkaa kuitenkin jäänyt aikaisemmilta vuosilta. Koulukiinteistöjä on peruskorjattu tämän vuosikymmenen aikana useita. Peruskorjauksen yhteydessä myös rakennusautomaatio uusitaan, mutta kaupungilla on myös paljon kiinteistöjä, joita ei ole peruskorjattu eikä suurempaa korjausta ole lähitulevaisuudessa tiedossa. Näiden kiinteistöjen rakennusautomaatio uhkaa vanhentua, joten nämä kohteet olisi kartoitettava ja ryhdyttävä saneeraamaan rakennusautomaatiota.

Savonlinnan kaupungin olisi vähennettävä energian käyttöä 9 % vuodesta 2008 vuoteen 2016. Mielestäni energiatehokkuuden parantaminen on hyvä tapa pyrkiä tähän tavoitteeseen. Tavoitetta on lähdetty hakemaan ESCO-hankkeen avulla, joka on aloitettu uimahallin osalta vuoden 2008 lopulla, Pihlajaniemen koulun, Nojanmaan päiväkodin ja pääterveysaseman osalta keväällä 2009. Hankkeen tuloksista on tässä vaiheessa näyttöä vain uimahallin osalta, jossa lyhyen seurantajakson tulokset näyttävät oikeansuuntaisilta.

Pihlajaniemenkoulun osalta lähtökohtana oli melko iäkkään rakennusautomaatiojärjestelmän kunnan kartoitus ja liikuntasalin ilmanvaihtokoneen automaation ajanmukaistaminen. Ongelmina kohteessa oli pidetty nuorisotilan kylmyyttä ja liikuntasalin lämpötilan suurta vaihtelua. Tämän lisäksi tuli ottaa huomioon energian tehokas käyttö. Haasteet olivat alusta alkaen selvillä ja hieman tutkittuani asiaa olin varma tehtävistä toimenpiteistä ja hyvästä lopputuloksesta. Energian säästön osalta ei ole mitattua tietoa, koska kohde on valmistunut keväällä 2009. Tuleva talvi näyttää millaisiin energian säästöihin uudella järjestelmällä päästään. Koulun kokonaisenergian kulutuksessa muutoksilla ei ole suurta merkitystä, mutta pienenä säästönä kuitenkin.

Liikuntasalin olosuhteita on onnistuttu parantamaan ainakin lämpötilan osalta, sillä lämpötilanmittauksen frekvenssuranta näyttää liikuntasalinlämpötilan pysyvän asetettujen raja-arvojen puitteissa. Myös hiilidioksiinipitoisuudet on seurannan mukaan pysynyt kohtuullisina. Tosin liikuntasalissa ei ole ollut seurantajakson aikana sellaisia tilai-

suuksia, jolloin sali olisi täysi. Tällaisessa tilanteessa ilmanvaihtokoneen kapasiteetti on suurempi ongelma kuin rakennusautomaation toimivuus.

Nuorisotilan lämmitysongelmiin haettiin ratkaisua lisäämällä lämmityksen säätöpiiriin oma anturitaulukko. Tämä muutos tehtiin syksyllä 2008. Tehtyyn muutokseen on oltu tyytyväisiä, sillä nuorisotilan lämpötila on saatu nostettua samalle tasolle muun koulun kanssa.

Ilmanvaihtokoneen huollon ja toiminnan tarkastamisen yhteydessä tuli ilmi joitain rakennusautomaation lämpötilanmittauksiin liittyviä vikoja, mutta toimilaitteiden osalta laitteet olivat kunnossa korkeasta iästä huolimatta. Ilmanvaihtokone oli kunnossa, lukuun ottamatta lämmöntalteenottokiekon harjatiivisteiden kulumista.

Selvityksen perusteella tutkitut laitteet olivat pääosin kunnossa, joitain kulumisesta johtuvia vikoja lukuun ottamatta. Esimerkiksi lämmöntalteenottokiekon harjatiivisteiden vaihtaminen uusiin tuo korjaukseen käytetyn rahan takaisin melko nopeasti. Rakennusautomaatiolaitteiden osalta korjaustarve jäi pieneksi, vain kaksi lämpötilanmittausanturia ja paine-eroanturi jouduttiin uusimaan. Tämän lisäksi tehtiin rakennusautomaatiojärjestelmään antureiden lisäyksiä ja ohjelmointimuutoksia, joiden avulla liikuntasalin sisäilmasto olosuhteita saatiin parannettua.

LÄHTEET

- 1 Alikoski J, Forsman J, Harjanne P, Heikkilä P, Koskenranta T, Piikkilä V, Ruoho T, Räikkönen J, Sahlsten T, Sirola M, Sulku J, Sutinen L, Rakennusautomaatiojärjestelmät. Sähkötekniset tietojärjestelmät kirjasarja, ST-Käsikirja 17. Espoo: Sähkötietory. 2001.
- 2 Piikkilä V, Sahlsten T, Kiinteistöjen tiedonsiirtoväylät. Sähkötekniset tietojärjestelmät, ST-Käsikirja 21. Espoo: Copyright © Sähkötietory. 2006.
- 3 Bamberg H, Jussila T, Laaksonen T, Piikkilä V, Sahala A, Sahlsten T, Spangar T, Sulku J, Kiinteistöjen valvomojärjestelmät. Sähkötekniset tietojärjestelmät, ST-Käsikirja 22. Espoo: Copyright © Sähkötietory. 2008.
- 4 Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2002/91/EY. WWW-dokumentti. <http://eur-lex.europa.eu/>. Ei päivitystietoa. Luettu 12.2.2008.
- 5 Työ- ja elinkeinoministeriö. Energiatohkuus. <http://www.tem.fi/>. Päivitetty.30.10.2008. Luettu 9.2.2009.
- 6 Motiva 2008.Yrityksen WWW-sivut. Energiatohkuussopimus. <http://www.motiva.fi/>. Päivitetty. 16.5.2008. Luettu 9.2.2009.
- 7 Motiva 2008.Yrityksen WWW-sivut. Energiankäyttö. <http://www.motiva.fi/>. Päivitetty.4.5.2007. Luettu 9.2.2009.
- 8 Motiva 2007.Yrityksen WWW-sivut. Esco-toiminta. <http://www.motiva.fi/>. Päivitetty.18.6.2007. Luettu 9.2.2009.

LIITTEET

Liite 1 DO-4-Ohjausmoduuli

Liite 2 DI-8-Hälytys/ indikointimoduuli

Liite 3 AI-8-Mittausmoduuli

Liite 4 AO-8-Liityntämoduuli

Liite 5 IMP-4-Impulssimoduuli

Liite 6 Jäätymisvaaratermostaatti JV 24

Liite 7 ATER NTC- Huoneanturi

Liite 8 Taajuusmuuttaja

Liite 9 Säästöventtiili

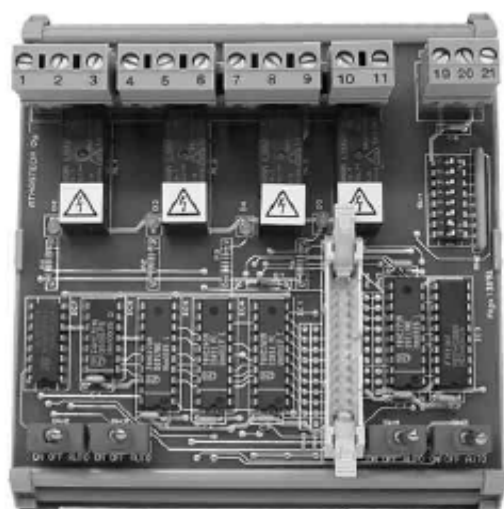
Liite 10 Venttiilimoottori

Liite 11 Peltimoottori

DO – 4 Ohjausmoduli

Atmostech –alakeskukseen voidaan I/O –liityntämodulit asentaa online-tilassa painamalla DIN-kiskoon. Moduleissa on irrotettavat liittimet ja selkeä riviliitinnumerointi.

Kytkeä Atmos 88 –järjestelmään tapahtuu lattakaapelilla ja kommunikointi CPU:n kanssa tapahtuu nopealla rinnakkaisväylällä. Modulin I/O –osoitteen valinta tapahtuu helposti dip –kytkimillä.



Laitetunnus: **DO – 4 Ohjausmoduli**

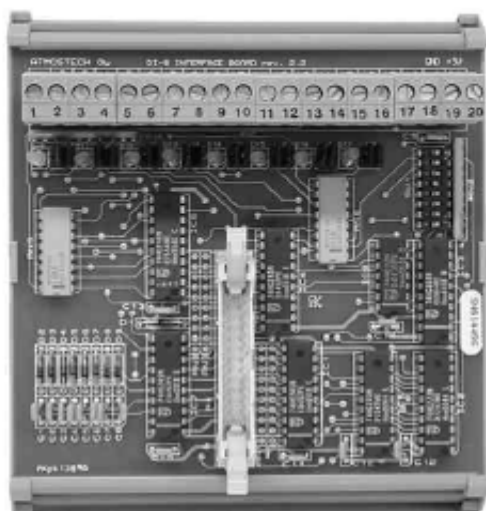
Tekniset tiedot:

Ohjauspisteitä	max. 4 pistettä / moduli
Releet	230 VAC, 10A (kärkien kesto)
Pistekohtaiset käsikytkimet	PÄÄLLÄ / POIS / AUTOMAATTI
Liitynnät	Kosketussuojatut riviliittimet, potentiaalivapailla koskettimilla
Kaapelointi	2 – 3 johdinta / piste
Kaapeli	esim. 1,5mm ² MMJ, MMO
Käyttöjännite	+5 / +12 VDC

DI – 8 Hälytys / indikointimoduli

Atmostech –alakeskukseen voidaan I/O –liityntämodulit asentaa online-tilassa painamalla DIN-kiskoon. Moduleissa on irrotettavat liittimet ja selkeä riviliitinnumerointi.

Kytkeä Atmos 88 –järjestelmään tapahtuu lattakaapelilla ja kommunikointi CPU:n kanssa tapahtuu nopealla rinnakkaisväylällä. Modulin I/O –osoitteen valinta tapahtuu helposti dip –kytkimillä.



Laitetunnus: DI – 8 Hälytys / indikointimoduli

Tekniset tiedot:

Mittauspisteitä	max. 8 pistettä / moduli
Kaapelointi	1 pari / piste
Kaapeli	Esim. NOMAK, MHMS-SI, KLMA max. Kaapeliresistanssi 500 Ohm
Käyttöjännite	+5 / +12 VDC
	potentiaalivapaa (avautuva tai sulkeutuva) kosketintieto

LEDien värit:

HÄLYTYS:

Punainen, vilkkuva	kuittaamaton, päällä
Punainen, jatkuva	kuitattu, päällä
Vihreä, vilkkuva	kuittaamaton, poistunut

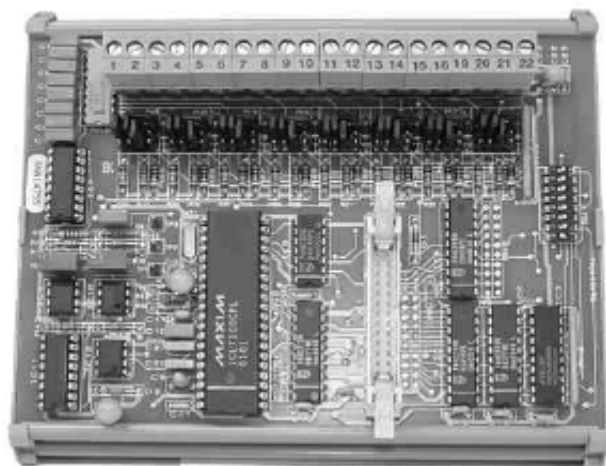
INDIKOINTI:

vihreä, jatkuva	päällä
-----------------	--------

AI – 8 Mittausmoduli

Atmostech –alakeskukseen voidaan I/O –liityntämodulit asentaa online-tilassa painamalla DIN-kiskoon. Moduleissa on irrotettavat liittimet ja selkeä riviliitinnumerointi.

Kytkeä Atmos 88 –järjestelmään tapahtuu lattakaapelilla ja kommunikointi CPU:n kanssa tapahtuu nopealla rinnakkaisväylällä. Modulin I/O –osoitteen valinta tapahtuu helposti dip –kytkimillä.



Laitetunnus: AI – 8 Mittausmoduli

Tekniset tiedot:

A/D –muunnin	13 bit.
Mittauspisteitä	Max. 8 pistettä / moduli
Kaapelointi	1 pari / piste
Kaapeli	Esim. 0,5mm ² NOMAK, MHMS-SI
Käyttöjännite	-12 / +5 / +12 VDC

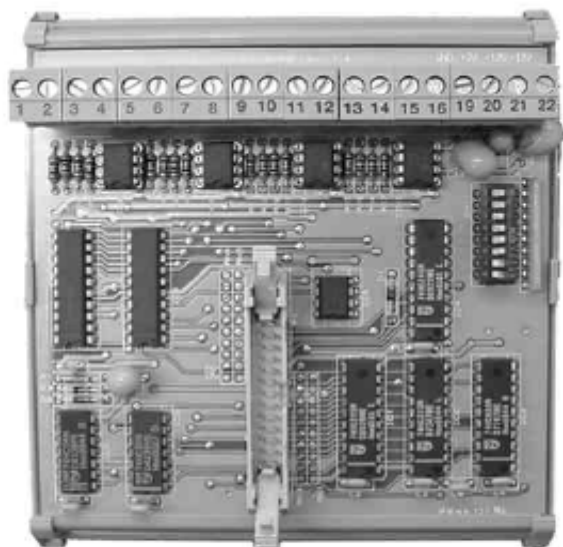
Mittausanturit esim:

NTC 10kOhm / +25°C
 230 – 400 uA (AD590, -40 ... +150°C)
 0 – 20 mA virtaviesti
 4 – 20 mA virtaviesti
 0 – 10 VDC jänniteviesti
 Ni – 1000
 PT – 100
 PT – 1000

AO – 8 Liityntämoduli

Atmostech –alakeskukseen voidaan I/O –liityntämodulit asentaa online-tilassa painamalla DIN-kiskoon. Moduleissa on irrotettavat liittimet ja selkeä riviliitinnumerointi.

Kytkeä Atmos 88 –järjestelmään tapahtuu lattakaapelilla ja kommunikointi CPU:n kanssa tapahtuu nopealla rinnakkaisväylällä. Modulin I/O –osoitteen valinta tapahtuu helposti dip –kytkimillä.



Laitetunnus: AO – 8 Liityntämoduli

Tekniset tiedot:

Analogialähtöjä	max. 8 kpl / moduli
Kaapelointi	1 pari / piste
Kaapeli	Esim. MHMS-SI, KLMA, NOMAK
Käyttöjännite	-12 / +5 / +12 VDC

Liitäntä:

0 – 10 VDC –jänniteviesti

Optiona liitännät:

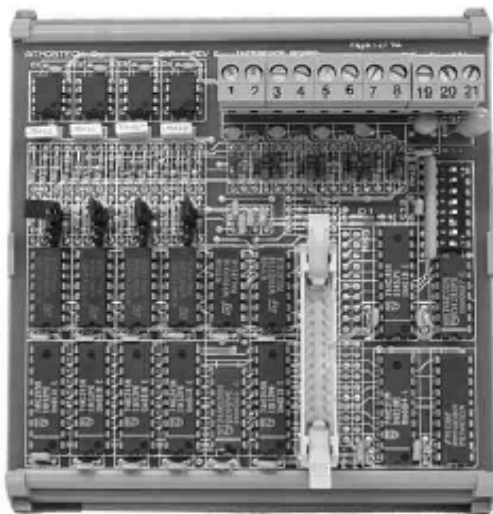
0 – 20 mA –virtaviesti

4 – 20 mA –virtaviesti

IMP – 4 Impulssimoduli

Atmostech –alakeskukseen voidaan I/O –liityntämodulit asentaa online-tilassa painamalla DIN-kiskoon. Moduleissa on irrotettavat liittimet ja selkeä riviliitinnumerointi.

Kytkeä Atmos 88 –järjestelmään tapahtuu lattakaapelilla ja kommunikointi CPU:n kanssa tapahtuu nopealla rinnakkaisväylällä. Modulin I/O –osoitteen valinta tapahtuu helposti dip –kytkimillä.



Laitetunnus: IMP – 4 Impulssimoduli

Tekniset tiedot:

Mittauspisteitä	max. 4 mittauspistettä / moduli puskuroivat laskuripiirit Pulssin minimikesto valittavissa 25, 50 tai 75 ms
Liitännät	riviliittimille potentiaalivapailta koskettimilta
Kaapelointi	1 pari / piste
Kaapeli	esim. MHMS-SI, KLMA, NOMAK
Kaapeliresistanssi	max 500 Ohm
Käyttöjännite	+5 / +12 VDC

JÄÄTYMISVAARATERMOSTAATTI JV 24

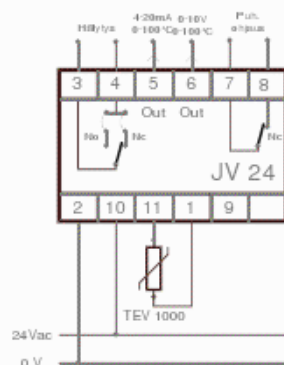
Jäätymisvaaratermostaatti JV 24 on ilmastointikojeen vesipatterin varoite ja se toimii samalla patterin paluuveden lämpötilalähettimeä. Patterin lämpötilan alittaessa asetusarvon JV 24 hälyttää ja pysäyttää tuloilmakojeen. JV 24 hälyttää myös jos lämpötila-anturin johtimet ovat oikosulussa tai jos johtimissa on katkos. Vian poistuttua laite jää hälytystilaan kunnes se kuitataan "Kuitaus"-painikkeella tai syöttöjännite katkaistaan.

Anturina käytetään 1000 Ω PTC -puolijohdeanturia (TEV 1000).

Hälytyskoskettimen toimitusunta voidaan valita käyttöönoton yhteydessä.

Huom! 230Vac ohjausvirtapiireissä on käytettävä AR1 apurelettä tai muuta ko. käyttöön hyväksyttyä relettä.

KYTKENTÄ:



Tekniset tiedot:

syöttöjännite	24 Vac, 2 VA
ohjausreleen kosketin	6 A / < 50 Vac
hälytysreleen kosketin	1 A / 60 Vdc
lämpötila-anturi	1000 Ω / 25 °C
hälytysasettelu	0...+15°C
patterin paluuveden mittaus	0...100 °C = 0...10 V = 4...20 mA
mitat l x k x s	35 x 79 x 95 mm

Tilausohje:

Tyyppi	Tuotenumero	Kuvaus
JV 24	1110030	jäätymisvaaratermostaatti termistorianturille (1000 ohm / 25 °C), ohjauslähtö 50 Vac, 6 A res.

Laite on direktiivin 2004/108/EY mukainen ja täyttää standardit EN61000-6-3: 2001 (Generic Emission) ja EN61000-6-2: 2001 (Generic Immunity).

Produal Oy

Keltakalliontie 18
48770 Koska
FINLAND
www.produal.fi

Puh: +358-5-230 9200
Fax: +358-5-230 9210
info@produal.fi

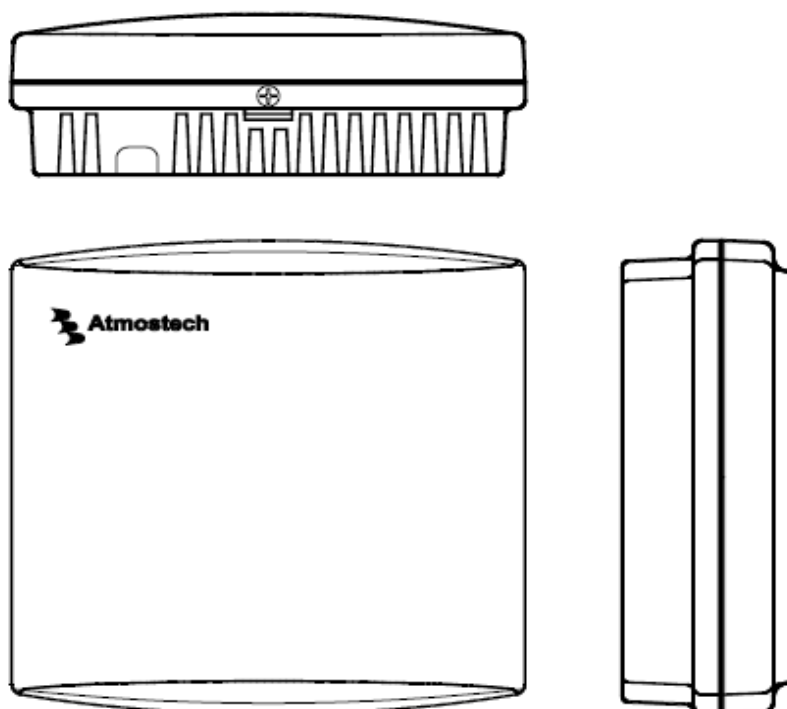
LIITE 7.

HUONEANTURI ATER NTC JA ATER NTC MN

ATER NTC ja ATER NTC MN lämpötila-anturit on suunniteltu käytettäväksi LVI-automaatiikassa kiinteistöjen huonelämpötilojen mittauksessa.

Lämpötilaa mitataan 10 k Ω NTC -termistorilla, jonka nimellisivastus on 10 k Ω /25 °C.

Kotelo soveltuu pinta-asennukseen, mutta se voidaan asentaa myös kojerasian päälle (reikäväli 60 mm).



Kytcentä:

- | | |
|---|-----------------------|
| 1 | anturi |
| 2 | anturi |
| 3 | ei käytössä |
| 4 | potentiometri - |
| 5 | potentiometri (lähtö) |
| 6 | potentiometri+ |

Tekniset tiedot:

anturi	10 k Ω NTC-term.
mittausalue	0...50 °C
tarkkuus	\pm 0,2 °C (25 °C:ssa)
poikkeutusalue	+/- 0...3 °C
kotelointi	IP 20
mitat l x k x s	86 x 85 x 32 mm

Lämpötila/vastus -taulukot

LT °C	NTC 10 / Ω	LT °C	NTC 10 / Ω
120	389.0	25	10000.0
100	680.0	20	12490.0
90	917.7	15	15710.0
80	1258.0	10	19900.0
75	1480.0	5	25400.0
70	1752.0	0	32650.0
65	2082.0	-5	42340.0
60	2488.0	-10	55330.0
55	2968.0	-15	72980.0
50	3603.0	-20	97070.0
45	4368.0	-25	130400.0
40	5327.0	-30	177000.0
35	6532.0	-40	336500.0
30	8057.0	-50	670100.0

LT °C	TE-MN / Ω	LT °C	TE-MN / Ω
		25	5025
80	1193	20	5573
75	1364	15	6125
70	1563	10	6667
65	1792	5	7152
60	2056	0	7661
55	2358	-5	8093
50	2702	-10	8472
45	3089	-15	8796
40	3518	-20	9067
35	3987	-35	9288
30	4492	-37	9465

LIITE 8.



Yleiskatsaus

LVI-taajuusmuuttajat pumppu- ja puhallinsovelluksiin

SED2-valikoima perustuu Siemens A&D:n uusimpaan taajuusmuuttajateknologiaan ja on kehitetty erityisesti "LVI-maailmaa" varten. Tuotteet sopivat standardityyppisillä asynkronisilla 3-vaihevirtamoottoreilla ohjattavien pumppujen ja puhaltimien kierrosluvun jatkuvaan säätöön.

Nimellisjännite	AC 200...240 / 380...480 V
Nimellistaajuus	50/60 Hz
PWM-taajuus	4 kHz...16 kHz (2 kHz:n portaat)
Tehon luovutus	0.37...90 kW
Tulotaajuus	47...63 Hz
Lähtötaajuus	0...150 Hz
Käyttölämpötila	-10...40 °C
Vakio	EN 61800-3
Ylikuormakapasiteetti	Jaksoittain 110 %:sta 60 sekunnin aikana
Analogitulojen määrä	2
Analogilähtöjen määrä	2
Relelähtöjen määrä	2
Relay output, switching voltage	AC 250 V; DC 30 V
Relay output, switching current	AC 2 A; DC 5 A
Product conformity	CE ; C-TIC ; UL, cUL
Kotelointiluokka	IP20(IP54)



Yleiskatsaus

- Laippaliitântä ISO 7005:n mukaan
- Kylmää vettä, lämmintä vettä, käyttövettä, kuumaa vettä, suolavettä, lämmitysöljyä ja kylläistä höyryä varten avoimissa ja suljetuissa verkostoissa

Lisätietoa:

- VVF52...A: Karantiiviste PTFE-mansetilla lämpötiloille maks. 180 °C
- VVF52...G: Tiiviste PTFE-mansetilla höyrylle maks. 180 °C, saatavana arvoille $k_{vs} = 1,25 \text{ }^3/\text{h}$
- VVF52...M: Karantiiviste PTFE-mansetilla, silikonivapaa, lämpötiloille maks. 180 °C

Nimellispaine	PN 25
Iskunpituus	20 mm
Venttiilin ominaiskäyrä	Tasaprosenttinen
Säätösuhde	DN 15: >50 ; DN 25...40: >100
Vuoto	0...0,02 % k_{vs} -arvosta
Design	=
Väliaineen lämpötila	-20...150 °C (180 °C)
Sallittu käyttöpaine	2500 kPa
Venttiilin pesän valmistusaine	SG-rauta EN-GJS-400-18-LT
Sisäosien valmistusaine	CrNi-teräs
Esite	N4373

LIITE 10.



Yleiskatsaus

Käsiohjaus automaattisella palautuksella säätökäytössä.

Ylikuormasuojattu voimasta riippuvan ääriasennon poiskytkennän avulla. Painevaletusta alumiinista valmistettu konsoli venttiileille, joiden iskunpituus on 20 mm.

Lisätietoa:

Tyypeillä SQX62U, SQX82...U on UL-hyväksyntä.

Iskunpituus	20 mm
Kotelointiluokka	IP54
Ympäristölämpötila, käyttö	-15...50 °C
Väliaineen lämpötila	-25...150 °C
Asennusasento	Pystyasennosta vaakasuoraan asentoon
Esite	N4554
Asennon takaisinkytkentä	DC 0...10 V (SQX62) ; DC 4...20 mA (SQX62)
Säätövoima	700 N

LIITE 11.



Yleiskatsaus

- Itsestään keskittyvä akselinsovitin akselin läpimitoille 6,4...20,5 mm, nelikulmaiset akselit 6,4...13 mm, min. akselin pituus 20 mm.
- Asennonsoitin ja aseteltava mekaaninen rajoitus
- Koneiston vapautuspainike käsisäätöä varten
- Painevaletusta alumiinista valmistettu täysin metallinen kotelo ja liitäntäkaapeli 0,9 m

Vääntömomentti	15 Nm
Ilmapellin ala	3 m ²
Kääntökulma	90 °
Säätöaika	150 s
Kotelointiluokka	IP54
Mitat (L x K x S)	81 x 192 x 60 mm
Esite	N4621