

Jari Röksä

MAMK:n LVI-laboratorion maalämpöpumpun mittaus- ja ohjausjärjestelmä

Opinnäytetyö
Talotekniikan koulutusohjelma


Toukokuu 2014




MAMK

University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

		Opinnäytetyön päivämäärä 6.5.2014
Tekijä(t) Jari Röksä	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Talotekniikka	
Nimeke MAMK:n LVI-laboratorion maalämpöpumpun mittaus- ja ohjausjärjestelmä		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli ohjelmoida Mikkelin ammattikorkeakoulun LVI-laboratorion uusittuun maalämpöpumpun mittaus- ja ohjausjärjestelmä. Ohjelmoinnissa tuli ottaa huomioon, että kysymyksessä on oppimisympäristö, joka asettaa ohjelmoinnille ja käyttöliittymälle erityispiirteitä. Ohjelmoinnissa hyödynnettiin MAMK:n ylimääräiseksi jäänyttä Atmos C1000 -rakennusautomaatioalakeskusta ja LVI-laboratoriossa olevia Atmostech-rakennusautomaatiojärjestelmän kahta erillistä graafista AtmosCare-rakennusautomaatiovalvomoa.</p> <p>Opinnäytetyön kokoaminen aloitettiin keväällä 2013 opettajien ja opinnäytetyön tekijän välisessä projektipalaverissa, jossa sovittiin kunkin vastuualueet. Syksyllä 2013 toisessa projektipalaverissa oli mukana myös eri urakoitsijat, jossa tarkennettiin vastuualueita, projektiaikataulua sekä rakennettavan järjestelmän laajuutta. Palaverin jälkeen maalämpölaitteiston mittaus- ja ohjausjärjestelmän fyysinen rakentaminen pääsi alkuun. Kenttälaiteasennuksien ja -kaapeloinnin jälkeen joulukuussa 2013 aloitettiin järjestelmän mittauspisteiden, graafisen käyttöliittymän ja loogisten ohjelmien ohjelmointi Atmostech-rakennusautomaatiojärjestelmään.</p> <p>Tutkimuksessa asetetut tavoitteet saavutettiin, ja tuloksia voidaan hyödyntää monipuolisesti MAMK:n LVI-laboratorion opetuksessa. Hyödynnettäviä osa-alueita ovat mm. maalämpöjärjestelmän reaaliaikaiset lämpötila- ja painemittaukset sekä energiankulutukset. Reaaliaikaiset mittaukset on liitetty AtmosCare-historiatiedonkeruujärjestelmään, josta kerätty mittausdata voidaan siirtää mm. Exceliin lisäanalysointia varten. Historiankeruujärjestelmän keräämän mittausdatan perusteella voidaan järjestelmän hyvyttä arvioida laaja-alaisesti ja luotettavasti eri opintosuuntien harjoitustöissä. Lopputuloksia voidaan hyödyntää talotekniikan LVI-laboratorion maalämpöpumpun ja sähkö- ja automaatio-osaston harjoitustöissä. Sähkö- ja automaatio-opintosuunnan harjoitustyön aiheena voi olla esim. rakennusautomaatiojärjestelmän graafisen käyttöliittymän ja rakennusautomaatioalakeskukseen kompressorin käyntiaikalaskennan ohjelmointi.</p>		
Asiasanat (avainsanat) rakennusautomaatio, maalämpö, koulutus, historianseuranta		
Sivumäärä 33 + 13	Kieli Suomi	URN
Huomautus (huomautukset liitteistä)		
Ohjaavan opettajan nimi Jukka Räisä, Arto Kohvakka	Opinnäytetyön toimeksiantaja Mikkelin Ammattikorkeakoulu Oy	

DESCRIPTION

		Date of the bachelor's thesis 6.5.2014
Author(s) Jari Röksä	Degree programme and option Building Services Engineering	
Name of the bachelor's thesis The measurement and control system for geothermal heat pump in MAMK's HVAC-laboratory		
Abstract <p>The focus of my study was programming the building automation system of heat pump in MAMK HVAC-laboratory. The system was renovated a few ago. Because the system is used by students, its needed some special requirements for programming and interface.</p> <p>In programming was utilized existing Atmos C1000 – building automation microprocessor substation and two separated graphical control stations of AtmosCare building automation.</p> <p>The study was started in spring year of 2013. At the beginning there was the planning meeting between the supervisor and student. Project timetable, respecting areas and size of the built system was decided at the meeting. Installing of the monitoring and automation system was started after the meeting. In December after installations of the field equipment's and cabling, it was ready to continue with the installing of measuring points, graphic interface and programming the logic program in to the AtmosCare -system.</p> <p>The study objectives were achieved. The results can be utilized in many ways in HVAC- laboratory studies. The measurements of temperature and pressure and also the measurements of energy consumptions in heat pump systems are usefully. Online measurements are connected in AtmosCare database history. The collected measurement data can be moved to Excel- program for analysis.</p> <p>The final results can be used in practices with the heat pump or electricity and automations practices for example the programming the working time control of compressor for the interface and minor exchange of graphical interface.</p>		
Subject headings, (keywords) building automation, geothermal energy, education, history tracking		
Pages 33 + 13	Language Finnish	URN
Remarks, notes on appendices		
Tutor Jukka Räisä, Arto Kohvakka	Bachelor's thesis assigned by Mikkeli University of Applied Sciences	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	TUTKIMUSAINEISTO JA –MENETELMÄT.....	2
2.1	Projektipalaverit.....	2
2.2	Mittaus- ja ohjausjärjestelmän rakentamisaikataulu ja vastuuhenkilöt	3
2.3	Laitetoimittajien haastattelut sähköpostilla	3
2.3.1	Gebwell Oy / Petrus Monni	4
2.3.2	Schneider Electric Oy / Ari Vääntinen	4
2.3.3	Fidelix Oy / Jussi Rantanen	4
2.4	Maalämpöpumppujärjestelmän havainnollistaminen	6
2.5	Automaatiosuunnittelu.....	6
2.6	Mittaus- ja ohjausjärjestelmän asentaminen.....	7
2.7	Atmostech-rakennusautomaatiojärjestelmän ohjelmointi	9
2.8	AtmosCare-valvomon pisteohjelmointi.....	10
2.9	Loogiset ohjelmat (ohjelmoitavat pisteet)	13
2.9.1	Ohjelmoitavan pisteen käyttö Atmos C1000 -alakeskuksessa.....	13
2.9.2	Ohjelmoitavan pisteen ominaisuudet.....	14
2.9.3	Ohjelmoitavan pisteen peruskomennot.....	14
2.9.4	Ohjelmoitavan pisteen muuttujat	16
2.9.5	Maalämpöpumppujärjestelmän ohjelmoitavat pisteet	18
2.10	Globaali tiedonsiirto AtmosCare-valvomoiden välillä.....	20
2.11	Graafinen käyttöliittymä.....	22
2.12	Historiatiedon ohjelmointi	22
2.13	Käyttöönotto ja testaus	24
3	TULOKSET JA TULOSTEN ANALYSOINTI.....	25
3.1	Graafinen käyttöliittymä ja historiankeruu	25
3.2	LVI-harjoitustehtävä, maalämpöpumppu	29
3.2.1	Ohjeistus maalämpöpumpun LVI-harjoitustyötä aloitettaessa	30
3.3	Automaatioharjoitustehtävät.....	31
4	JOHTOPÄÄTÖKSET	32
	LÄHTEET.....	34

LIITTEET

Liite 1: Maalämpöpumppujärjestelmä 1/3

Liite 2: Maalämpöpumppujärjestelmä 2/3

Liite 3: Maalämpöpumppujärjestelmä 3/3

Liite 4: Maalämpöpumppujärjestelmän säätökaavio

Liite 5: Maalämpöpumppujärjestelmän pisteluettelo

Liite 6: Mittaus- ja ohjausjärjestelmän kaapeliluettelo

Liite 7: Mittaus- ja ohjausjärjestelmän kytkentäkuvat

Liite 8: Painelähttimen tekniset tiedot

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena on ohjelmoida mittaus- ja ohjausjärjestelmä uudistettuun maalämpöpumppujärjestelmään Mikkelin ammattikorkeakoulun (MAMK) LVI-laboratoriossa. Mittaus- ja ohjausjärjestelmän rakentamisessa hyödynnetään MAMK:n LVI-laboratoriossa olevaa Atmostech-rakennusautomaatiojärjestelmää. Rakennusautomaatiojärjestelmä koostuu rakennusautomaatioalakeskuksista sekä kahdesta AtmosCare-rakennusautomaatiovalvomosta. Mittaus- ja ohjausjärjestelmän uusiminen nähdään tarpeelliseksi tehdä samalla, kun maalämpöjärjestelmän ydin uusitaan kokonaan vastaamaan tämän päivän tekniikkaa.

Lähtökohta mittaus- ja ohjausjärjestelmän uusimiselle oli aiemmin käytössä ollut vanha ja epäluotettava mittausjärjestelmä, jossa käytettiin käsin asennettavia dataloggereita. Niitä käytettiin LVI-laboratorion harjoitustöiden mittauksissa, ja niiden tarkkuus sekä käytettävyys olivat heikolla tasolla. Uusimalla mittaus- ja ohjausjärjestelmä kohdentuu opiskelijoiden aika itse mittaamiseen eikä dataloggereiden virittämiseen. Samalla tietämys siitä, mitä rakennusautomaatiojärjestelmällä voidaan saada aikaiseksi, syventyy ja suuntautuu uuden tekniikan hyödyntämiseen.

MAMK:n LVI-laboratoriossa olevan Atmostech-rakennusautomaatiojärjestelmää voidaan hyödyntää kustannustehokkaasti opetettaessa maalämpöjärjestelmän ja rakennusautomaation toimintaa uusille opiskelijoille MAMK:lla. Kustannustehokkuutta lisäsi se, että mittaus- ja ohjausjärjestelmän rakentamisessa hyödynnettiin MAMK:lla vapautunutta Atmos C100 -alakeskusta kokonaisvaltaisesti.

Mittaus- ja ohjausjärjestelmän rakentaminen vaati tutustumista syvällisesti Atmostech-rakennusautomaatiojärjestelmän ohjelmointiin /1/ , rakennusautomaation käsitteisiin /4/ ja maalämpöpumppujärjestelmän toimintoihin /2, 3/.

Tässä järjestelmässä ohjelmointi tapahtuu Atmostech-rakennusautomaatiojärjestelmän omien sisäisten ohjeiden ja ohjelmointi periaatteiden mukaisesti. Ohjelmointiin tarvittavat erilaiset ohjelmalohkot kuuluvat AtmosCare-valvomon normaalin toimitukseen. Ohjelmointiympäristössä ohjelmoidaan erilaiset suunnitelmiin perustuvat mittaus-, ohjaus-, tilatieto-, hälytys-, säätö- ja trendipisteet. Ohjelmointiin kuuluvat myös yh-

teydet alakeskuksiin ja toisiin valvomoihin, mittauspisteiden historiankeruun ohjelmointi sekä graafisen käyttöliittymän ohjelmointi. /1/

Uutta maalämpölaitteiston mittaus- ja ohjausjärjestelmää hyödyntävät MAMK:n talotekniikan opiskelijat LVI-laboratorion harjoitustehtävissä sekä automaatiotekniikan opiskelijat harjoitustehtävissään, ja tämä tulee huomioida käyttöliittymässä sekä ohjeistuksessa.

Tulevaisuudessa mittaus- ja ohjausjärjestelmää voidaan laajentaa huomattavasti laajemmalle alueelle LVI-laboratoriossa. Esimerkiksi hakkeenpolttolaitoksen mittaukset, hälytykset ja energialaskennat voidaan yhdistää nyt rakennettuun mittaus- ja ohjausjärjestelmään.

2 TUTKIMUSAINEISTO JA –MENETELMÄT

Opinnäytetyön tekeminen eteni vastaavalla tavalla kuin rakennusautomaatioprojekti. Pidimme ensin projektipalaverit, joissa ns. urakkarajat ja aikataulut määriteltiin. Kenttätöyt ja automaatiosuunnittelu aloitettiin sovitusti, ja ne saatiin päätökseen aikataulun puitteissa loppuvuodesta 2013. Tästä oli hyvä jatkaa opinnäytetyön kannalta merkittävimmällä osuudella eli mittaus- ja ohjausjärjestelmän ohjelmoinnilla sekä graafisen käyttöliittymän suunnittelulla. Käyttöliittymän suunnittelussa ja alakeskusohjelmoinnissa tuli ottaa huomioon, että kysymyksessä on oppimisympäristö.

2.1 Projektipalaverit

Ensimmäinen projektipalaveri pidettiin 22.3.2013 MAMK:n LVI-laboratoriossa. Paikalla olivat opettajat Jukka Räisä ja Arto Kohvakka. Sovimme opettajien kanssa eri osapuolten tehtävät ja tarkastimme, mitä komponentteja MAMK:lla oli jo valmiina järjestelmän rakentamiseen. Tehtävät jaettiin seuraavasti:

- Automaatiolaitteiston hankinta ja asennus / MAMK
 - Automaatiokeskus, komponentit, johdot
- Kenttälaittehankinnat / MAMK
- Maalämpöjärjestelmän sähköistys ja varolaitteasennukset / Kylmä- ja sähköhuolto Timo Rantanen

- Alakeskuksen asennus / Schneider Electric Oy, Jani Koikkalainen
- Kenttälaitetoimitus ja -asennus / Schneider Electric Oy, Jani Koikkalainen
- Alakeskuskytkennät ja -johdotukset / Schneider Electric Oy, Jani Koikkalainen
- Säättökaavio, piste- ja kaapeliluettelo / Jari Röksä
- Piste, trendi yms. ohjelmointi / Jari Röksä

Ensimmäisen projektialaverin jälkeen 26.3.2013 toimitin opettajille Jukka Räisä ja Arto Kohvakka sovitut dokumentit, jotta eri urakoitsijat pääsivät tekemään omaa osuuttaan. Toimitetut dokumentit olivat mm. alustava säättökaavio (liite 4) ja automaatiopisteluettelo (liite 5), kaapeliluettelo (liite 6).

Toinen projektialaveri pidettiin 4.9.2013 MAMK:n LVI-laboratoriossa, jossa paikalla olivat seuraavat henkilöt: MAMK / Jukka Räisä, Jari Röksä, Schneider Electric Oy / Jani Koikkalainen ja Kylmä- ja sähköhuolto Timo Rantanen. Projektialaverissa tarkennettiin ensimmäisen projektialaverin päätöksiä siitä, mitä kenttälaitteita tarvitaan, kuka hankkii kenttälaitteet, kuka asentaa kenttälaitteet ja johdotukset.

2.2 Mittaus- ja ohjausjärjestelmän rakentamisaikataulu ja vastuuhenkilöt

Toisessa projektialaverissa sovittiin maalämpöpumpun mittaus- ja ohjausjärjestelmän rakentamisaikatauluksi seuraavat välietapit ja vastuuhenkilöt.

- Kenttälaittehankinnat 09/2013 / Schneider Electric Oy, Jani Koikkalainen
- Kenttälaitte asennukset ja johdotukset sekä sähköiset lukitukset, valmis 31.11.2013 mennessä / Schneider Electric Oy, Jani Koikkalainen
- Mittaus- ja ohjausjärjestelmän ohjelmointi ja graafinen käyttöliittymä valmis 31.12.2013 mennessä / Jari Röksä
- Maalämpöpumpun mittaus- ja ohjausjärjestelmä koekäytetty ja järjestelmä on oppilaiden käytettävissä LVI-laboratorion harjoitustöissä 13.1.2014 mennessä / Jari Röksä

2.3 Laitetoimittajien haastattelut sähköpostilla

Maalämpöpumppu- ja rakennusautomaatiojärjestelmien laitetoimittajille lähetin sähköpostilla seuraavat kysymykset, jotka liittyvät kunkin yrityksen omaan osaamisalueeseen ja tehtäviin. Kysymyksillä oli tarkoitus kartoittaa valmistajilta maalämpöpumppujärjestelmien ja rakennusautomaation yhteistyökuvia sekä teknisiä toteutuksia. Sähköpostikysymyksillä haettiin myös vastauksia hyvistä ja huonoista kokemuksista, oppimisympäristöön toimitetuista rakennusautomaatiojärjestelmistä.

2.3.1 Gebwell Oy / Petrus Monni

1. Onko Gebwell Oy hyödyntänyt rakennusautomaatiota maalämpöjärjestelmissä?
2. Näetkö rakennusautomaatiojärjestelmistä olevan erityistä hyötyä verrattuna perinteisiin säätimiin tai logiikkoihin?
3. Onko teillä valmista liityntärajapintaa (Modbus, Backnet tai joku muu vastaava) rakennusautomaatiojärjestelmiin?
4. Miten loppuasiakas voi Gebwell Oy:n maalämpöjärjestelmästä nähdä ja seurata ko. järjestelmän hyvyttä, hyötysuhdetta (COP laskentaa) ja historianseurantaa?

Gebwell Oy:ltä ei ole saatu vastauksia.

2.3.2 Schneider Electric Oy / Ari Vänttinen

1. Olette hyödyntäneet rakennusautomaatiojärjestelmää oppilasympäristössä menestyksekkäästi. Mitkä on ollut sen projektin hyödyt ja haitat?
2. Rakennusautomaatiojärjestelmien hyödyntäminen yleisesti kaupan kylmälaitoksissa sekä ko. projektien haasteet ja hyödyt?
3. Mikä on loppuasiakkaan näkemys siitä että rakennusautomaatiojärjestelmää hyödynnetään esim. kaupan kylmälaitteissa monipuolisesti? Onko COP laskentaa ollut mukana ko. projekteissa?

Schneider Electric Oy:ltä ei ole saatu vastauksia.

2.3.3 Fidelix Oy / Jussi Rantanen

1. Oletteko hyödyntäneet rakennusautomaatiojärjestelmää oppilasympäristössä ja mitkä on ollut sen projektin hyödyt ja haitat?
2. Rakennusautomaatiojärjestelmien hyödyntäminen yleisesti kaupan kylmlaitoksissa sekä ko. projektien haasteet ja hyödyt?
3. Mikä on loppuasiakkaan näkemys siitä että rakennusautomaatiojärjestelmää hyödynnetään esim. kaupan kylmlaitteissa monipuolisesti? Onko COP laskentaa ollut mukana ko. projekteissa?

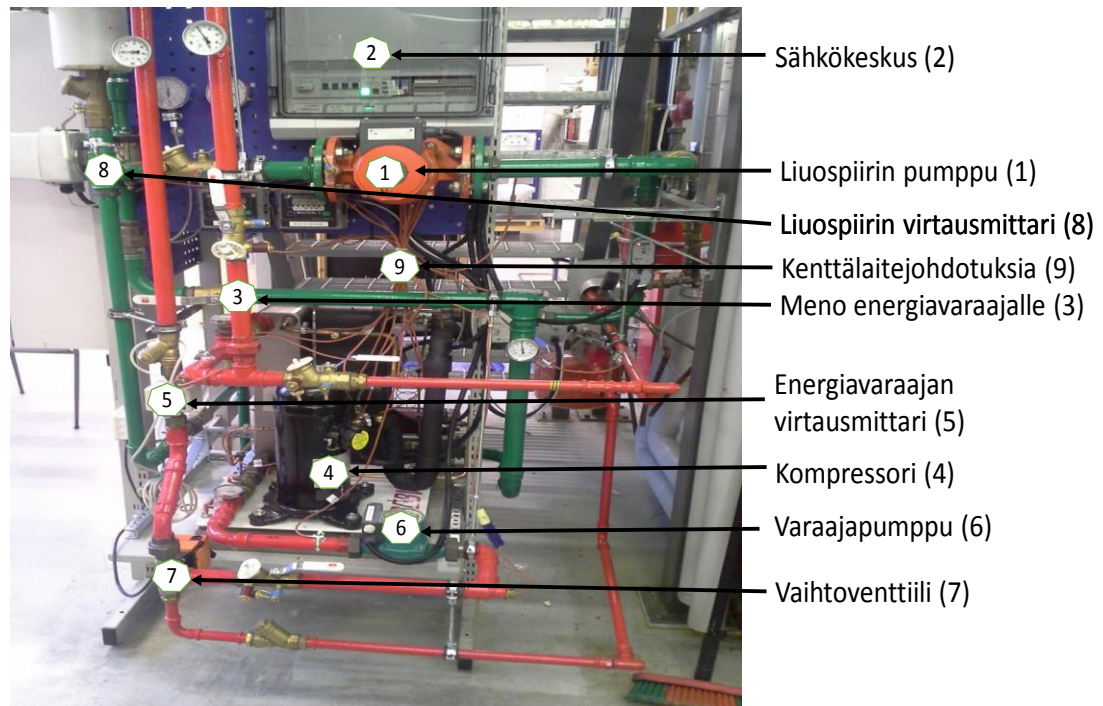
Fidelix Oy / Jussi Rantanen vastasi esittämäni kysymyksiin seuraavasti:

1. Fidelix Oy on hyödyntänyt valmistamaansa rakennusautomaatiojärjestelmää useassa oppilasympäristössä eri puolella Suomea. Etuja tällaisesta yhteistyöstä oppilaitosten kanssa on siinä, että Fidelix Oy:tä ja heidän tuotteitaan saatetaan tulevien automaatio ammattilaisten tietoisuuteen. Haittoja yritys ei nähnyt yhteistyössä.
2. Etuina pidetään sitä, että rakennusautomaatiolla voidaan toteuttaa monipuolisesti ja laaja-alaisesti eri kylmlaitosten ohjelmia, koska laitteistot ovat vapaasti ohjelmoitavia ja selkeitä käyttää. Muita saavutettavia etuja ovat saavutettavat energiansäästöt, laajemman ja monipuolisemman historian seurannan ja käyttäjäystävällisen käyttöliittymän vuoksi. Myös rakennusautomaatiojärjestelmän laajempi hyödyntäminen kylmlaitoksissa, avaa Fidelix Oy:lle mahdollisuuden uudelle liiketoiminta-alueelle, joko itse urakoiden tai kylmlaiteasennuksia harjoittavien yritysten kautta. Haasteet tässä uudessa liiketoiminta-alueessa ovat, mm. kylmäalan on jatkuva kiire ja osaamisen rajallisuus. Kylmäala on hyvin pitkälle kylmäurakoitsijoiden dominoimaa aluetta, josta alan erikoisosaaminen löytyy, antavat omat erikoispiirteet ja haasteet uusien asioiden käyttöönottamiselle.
3. Kylmlaitteistojen saneerausprojekteissa on saavutettu hyviä tuloksia energiansäästössä kun on pystytty yhdistämään Fidelix Oy:n rakennusautomaatio-osaamista ja jälleenmyyjien kylmäosaamista. Säästöt ovat olleet suuruusluokaltaan 40 - 50 %, josta osa on automaation ansiota. Eräs hyvin merkittävä suure mitä reaaliaikaisesti on seurattu, on ollut laitteiston COP arvo, joka kertoo laitteiston optimaalisesta käytöstä eri tilanteissa. Tämä on eräs konkreettinen syy syntyneisiin säästöihin, verrattuna perinteisiin kylmlaitteistojen automaatioon.

2.4 Maalämpöpumppujärjestelmän havainnollistaminen

Maalämpöpumppujärjestelmästä on erillinen kuvaus Jukka Räisän tekemänä (liite 1-3). Maalämpöpumppujärjestelmä käynnistetään sähkökeskuksen päävirtakytkimestä, jolloin kompressorin sekä liuospiirin pumppu saavat käyntiluvan sekä mittaus- ja ohjausjärjestelmää on valmiina keräämään mittausdataa. Vaihtoventtiilillä (KUVA 1. 7) määrätään se, ajetaanko maalämpöpiiristä saatu energia energiavaraajalle vai lämpimänkäyttöveden valmistukseen.

Kuvassa 1 on selitetty MAMK:n LVI-laboratorion maalämpöpumppujärjestelmää silloin, kun kenttälaiteasennukset ja kaapeloinnit olivat valmiit sekä sähkön, että mittaus- ja ohjausjärjestelmän osalta.



KUVA 1. Maalämpöpumppujärjestelmä asennusvalmiina

2.5 Automaatiosuunnittelu

Automaatiosuunnittelun lähtökohdaksi sovittiin ensimmäisessä projektipalaverissa, että maalämpöjärjestelmän varmuuslaitteet ja suojat rakennetaan maalämpöjärjestelmän sähkökeskukseen. Suojauksilla tarkoitetaan tässä mm. seuraavia toimintoja: korkea- ja matalapaine hälytykset sekä liuospiirin pumpun pysähtyminen. Molemmat edellä mainitut tapahtumat estävät kompressorin käynnistyksen. Tämän päätöksen

taustalla oli se, että kysymyksessä on oppimisympäristö ja kaikkien lukitusten teko rakennusautomaatioon olisi vaikeuttanut maalämpöpumppujärjestelmän käytön oppimista sekä olisi tehnyt järjestelmän käyttämisestä huomattavasti haavoittuvamman. Automaatioissa on aina mahdollisuus ohittaa lukitukset, jolloin olisi ollut riski, että oppilaat omilla toimillaan olisivat rikkoneet kompressorin, mikäli suojaukset olisi rakennettu uuteen mittaus- ja ohjausjärjestelmään. /2 ja 3/

Maalämpölaitteiston mittaus- ja ohjausjärjestelmän perussuunnittelu toteutettiin Jukka Räisän antamiin perustietoihin uudesta maalämpöjärjestelmästä (liite 1-3). Suunnitelmia täydennettiin automaatio-osuudella ja näkemyksellä siitä, miten mittaus- ja ohjausjärjestelmä tukee LVI-laboratoriossa tehtäviä harjoitustehtäviä.

Automaatiosuunnittelun jälkeen käytettävissä olivat säätökaavio (liite 4), pisteluettelo (liite 5) ja johdotuskaavio (liite 6), joita automaatioasentaja hyödynsi kenttälaitteasennuksissa ja alakeskuskytkennöissä.

2.6 Mittaus- ja ohjausjärjestelmän asentaminen

Maalämpöpumppujärjestelmän sähköistys ja varolaitteasennukset teki Kylmä- ja sähköhuolto / Timo Rantanen kesällä 2013, Jukka Räisän ohjeistuksien mukaisesti. Timo Rantanen otti huomioon sähköasennuksissa automaatioasäätökaaviossa mainitut toiminnot ja toiveet.

Schneider Electric Oy / Jani Koikkalainen teki mittaus- ja ohjausjärjestelmän kenttälaitteasennukset ja -johdotukset 4.9 – 31.11.2013 välisenä aikana. Kenttälaitteasennuksien ja -johdotuksien mukaiset kytkentäkuvat (liite 7) toimitti MAMK:lle automaatiourakoitsija Schneider Electric Oy / Jani Koikkalainen 1.12.2013.

Seuraavassa on kuvattu pintalämpötila-anturien kytkennät ja asennustekniikka. Pintalämpötila-anturin kiinnitys tehtiin kiristyspannalla, koska putkiasennuksissa ei tehty putkiyhteitä muun tyyppisten anturien asentamiseen. Lämpötila-anturin ja putken väliin laitettiin lämmönjohtavaa tahnaa mittaustulosten oikeellisuuden ja lämmönjohtavuuden varmistamiseksi.



KUVA 2. Pintalämpötila-anturit maalämpöpiirissä

Kylmäainepiirin painelähtimet asennettiin sähkökeskuksen taakse taustalevyllä, josta ne johdotettiin Atmos C1000 -rakennusautomaatioalakeskukseen. Liitteessä 8 on kerrottu tarkemmin painelähtimien tekniset tiedot. Painelähtimet mittaavat kompressorin imu- ja painepuolen paineita.



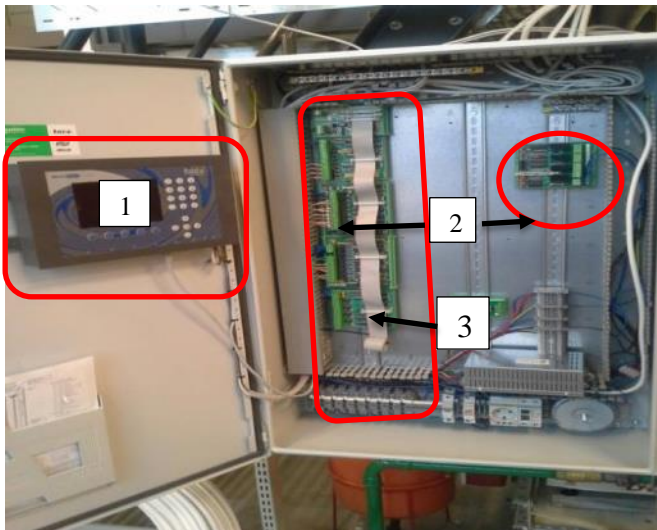
KUVA 3. Kylmäainepiirin paineanturit

Vaihtoventtiilin asentoa vaihdetaan (0-100 %) AtmosCare-valvomon graafisesta maalämpökuvasta sen mukaan, ohjataanko maalämpöpiiristä hyödynnettävä energia energiavaraajaan vai lämpimän käyttöveden varaajalle. Venttiilin ollessa asennossa 0 % ohjataan maalämpöpiiristä saatu energia lämpimään käyttöveteen ja asennon ollessa 100 % ohjautuu energia energiavaraajille.



KUVA 4. Vaihtoventtiili

Atmos C1000 -rakennusautomaatioalakeskuksen (KUVA 5) ovelta sijaitsee alakeskuksen keskusyksikkö (CPU) (1). Pohjalevyllä on kiinnitetty ja johdotettu alakeskuksen moduulit (2), joihin on kaapeloitu ja liitetty kenttälaitteet maalämpöpumpujärjestelmästä. CPU:n ja moduulien välillä kulkeva lattakaapelin tehtävänä on hoitaa digitaalinen tiedonsiirto.



KUVA 5. Atmos C1000 -rakennusautomaatioalakeskus

2.7 Atmostech-rakennusautomaatiojärjestelmän ohjelmointi

Maalämpölaitteiston mittaus- ja ohjausjärjestelmän ohjelmointi aloitettiin 10.12.2013 tutustumalla Atmostech-rakennusautomaatiojärjestelmään, ohjeisiin, rakennusautomaatioalakeskukseen sekä asennettuihin mittausantureihin. Samalla tutkittiin kahden

AtmosCare-valvomon välistä tiedonsiirtomahdollisuutta ja alakeskuksen ohjelmallisia ominaisuuksia.

Atmostech-rakennusautomaatiojärjestelmän ohjelmointia tehdään kahdessa eri tasossa, AtmosCare-valvomossa sekä Atmos C1000 -rakennusautomaatioalakeskuksessa. Valvomossa ohjelmointi keskittyy pääsääntöisesti pisteohjelmointiin, graafisten kuvien ohjelmointiin, TCP/IP -yhteyksien luontiin valvomon ja alakeskusten välille, historianseurannan ohjelmointiin ja raportointiin. Rakennusautomaatioalakeskuksessa ohjelmoidaan valvomossa tehtyjen pisteiden mukaisia loogisia päätelmiä. MAMK:n LVI-laboratoriossa oleva Atmostech-rakennusautomaatiojärjestelmä poikkeaa muista rakennusautomaatiojärjestelmistä niin, että ohjelmointiin liittyvät työkalut ovat aina järjestelmän mukana. Tämä on oppimisympäristössä helpottava ja kustannuksia säästävä ominaisuus, kun vuosilisenssiä tai ohjelmiston suojauslaitteita ei tarvitse huomioida. /1/



KUVA 6. AtmosCare-valvomo

2.8 AtmosCare-valvomon pisteohjelmointi

AtmosCare-valvomossa on käytettävissä erilaisia pisteitä, joita voidaan ohjelmoida eri alakeskuksiin. Pisteet voivat olla joko fyysisiä tai fiktiivisiä pisteitä. Fyysisellä pisteellä on alakeskuksessa aina fyysinen osoite ja paikka (riviliittimet). Fiktiivinen piste on myös aina alakeskukseen sidottu, mutta sillä ei ole fyysistä osoitetta. Hyvin tyypillinen tällainen fiktiivinen piste on esimerkiksi aikaohjelma ja mittauksien keskiarvolaskenta.

- DO = digitaalinen output (on/off ohjaukset, 2-nopeusohjaus)
- DI = digitaalinen input (tilatieto, hälytykset, kosketintieto)
- AI = analoginen mittaus
 - lämpötila, CO₂ – pitoisuus, CO -pitoisuus, LUX, paine
- AO = analoginen output
 - 0-10V ohjaus, venttiilimoottori, taajuusmuuttaja, EMC -moottorit
- IMP = Impulssilaskuri (energiankulutustiedot, vedenkulutus)
- T = aikaohjelmat (aina fiktiivinen = ohjelmallinen)

Mittauspisteen ohjelmointi tehdään AtmosCare-valvomossa Ohjelmointi ohjelmaloikon avulla. Tärkeimmät asiat, mitä tulee määrittellä pisteen ohjelmoinnissa, ovat pistetunnus, selväkieliteksti sekä fyysinen osoite alakeskuksessa. Kun kysymyksessä on esimerkiksi painelähetin, tulee kohdassa Anturitaulukko määrittellä oikea mittauspisteelle anturitaulukon pistetunnus. Anturitaulukon ohjelmointia käsitellään seuraavassa kappaleessa (KUVA 8). Ala- ja ylärajat määritellään, mikäli halutaan käyttää mittauspisteen rajoja esim. hälytyksien ja ohjauksien aktivoinnissa. /1/

KUVA 7. Mittauspisteen ohjelmointi

Mikäli mittauspisteeseen ohjelmoidaan anturi, joka on ominaisuudeltaan lähetin, joka lähettää alakeskukselle joko virtaviestiä (4-20mA) tai jänniteviestiä (0-10V), tulee ohjelmoida myös anturitaulukko. Anturitaulukolla määritellään mitattavan suureen vastaavuus kutakin viestin arvoa. Anturitaulukossa tulee olla määritettynä teksti, pistetunnus ja alakeskusnumero. Tekstissä tulee selvästi kertoa, minkälaisesta anturitaulu-

kosta on kyse sekaannusten välttämiseksi. Alla esimerkki MAMK:n LVI-laboratorion maalämpöjärjestelmän kylmäainepiirin painelähettimen anturitaulukon ohjelmoinnista. /1/

KUVA 8. Mittauspisteen anturitaulukon ohjelmointi

Kompressorin ja liuospiiripumpun energiakulutusten seurantaan oli jo aikaisemmin ohjelmoitu impulssilaskurit. Nämä pisteet sijaitsevat alakeskuksessa numero 16. Alakeskus sijaitsee LVI-laboratoriossa maalämpöpumppujärjestelmän yläpuolella olevalla tasanteella, sähkökeskuksen vieressä. Tärkeimmät asiat impulssipisteen ohjelmoinnissa ovat tunnus, teksti, fyysinen osoite, yksikkö sekä skaalaus. Skaalauksella kerrotaan, mitä energiankulutuslukemaa vastaa yksi luettu pulssi. Esimerkiksi Skaalaus = 0.1, Yksikkö = kWh, yksi luettu pulssi vastaa 0.1 kWh. /1/

KUVA 9. Impulssipisteen ohjelmointi

2.9 Loogiset ohjelmat (ohjelmoitavat pisteet)

Atmostech-rakennusautomaatiojärjestelmässä loogisten ohjelmien teko tapahtuu rakennusautomaatioalakeskuksessa. Alakeskukseen muodostetaan yhteys valvomosta ns. pääteyhteydellä. Yhteydessä hyödynnetään TCP/IP-lähiverkkoyhteyttä tai modeemilla sarjaliikenneyhteyttä valvomoon. Toinen vaihtoehto on tehdä kannettavalla tietokoneella sarjaliikenneyhteys alakeskukseen ja tehdä loogiset ohjelmat suoraan alakeskukseen. Ongelma tässä sarjaliikenne tapauksessa on se, että kannettavissa tietokoneissa ei enää ole sarjaportteja käytössä ja muut sarjaporttiasetukset aiheuttavat uusia ongelmia sarjaporttiyhteyden hallintaan. Näistä mainittakoon USB-sarjaporttimuuntimet. Myös sarjaliikennekaapelin kytkentä on standardista poikkeava joka aiheuttaa omat hankaluudet tiedonsiirtoon. Atmostech-rakennusautomaatiojärjestelmän ohjelmoitavia loogisia päätelmiä kutsutaan ohjelmoitaviksi pisteiksi. /1/

2.9.1 Ohjelmoitavan pisteen käyttö Atmos C1000 -alakeskuksessa

Seuraavaksi käsitellään, kuinka ohjelmoitavan pisteen sisällä voidaan liikkua ja miten ohjelmarivien ja muuttujien muokkaaminen tapahtuu.

- Rivin muokkaus: RIVINUMERO JA NUOLI YLÖS
- Siirtyminen rivillä
 - nuoli vasemmalle tai oikealle tai suoraan rivin alkuun CTRL A
- Korjauksen tekeminen
 - kirjoitetaan entisen tekstin päälle. Tarvittaessa lisää tilaa rivillä paina INSERT - näppäintä. muutokset hyväksytään ENTER - näppäimellä.
- Cursorista loppuun rivin tuhoaminen: CTRL K
- Rivin poisto: RIVINUMERO + ENTER
- Rivinumeroinnin muutos: R1+ ENTER
- Ohjelman testaaminen: T + ENTER
- Testaus listauksen väliaikainen pysäyttäminen: CTRL S
- Pysäytyksen vapautus: ENTER
- Pitkän ohjelman, joka ei kerralla sovi näyttöön (yli 20 riviä)
 - näyttökohdan siirtäminen (10 riviä kerrallaan), NUOLI YLÖS tai NUOLI ALAS

2.9.2 Ohjelmoitavan pisteen ominaisuudet

Ohjelmoitavan pisteen riville voidaan kirjoittaa useita lauseita antamalla välimerkiksi kaksoispiste (:). Ohjelman kannalta uusi ohjelmarivi ja kaksoispiste ovat sama asia. Rivin maksimi pituus on 120 merkkiä. Käytännössä ei tule käyttää yli 80 merkin rivejä, koska tällöin rivi jakautuu näytössä kahdeksi riviksi. Tuhotun rivin saa takaisin vain kirjoittamalla se kokonaan uudestaan. Uuden rivin kirjoituksessa, rivinumero ja käskyt kirjoitetaan välilyönnein erotettuna, myös kaksoispisteet.

Ohjelmoitavan pisteen näytteenottoväli annetaan sekunteina. Näytteenottoväli 0 (nolla) tarkoittaa, että ko. piste suoritetaan jokaisella ohjelmakierroksella. Mikäli näytteenottoväliksi annetaan esim. 1 sekunti ja ohjelman kiertoaika on 1,3 sekuntia, on näytteenottoväli myös 1,3 sekuntia. Ohjelman kierrosajan voi tarkistaa alakeskuksesta komennolla moduulivalikossa näppäilemällä risuaita (#), tulostuva arvo on millisekunteja. Näytteenottovälinä käytetään yhtä sekuntia, ellei ohjelman toiminta muuta vaadi, kuten esimerkiksi käyntiaikalaskenta (36 s).

Ohjelmoitava piste toimii alusta loppuun lauseke kerrallaan. Ohjauspisteen tilan muutos automaattille { O1.TK1-TF1 = AUTO } tapahtuu välittömästi. Muut arvot asettuvat, kun ohjelma on lukenut viimeisenkin rivin loppuun asti. Muuttujien arvot B1 - B20 ja X1 - X20 jää muistiin seuraavaa kierrosta varten. Esim. lausekkeen {X1 = X1 + 1} arvo kasvaa 1:llä ohjelmoitavan pisteen näytteenottovälein. X1 - X20:n suurin arvo voi olla 10 potenssiin 38.

Merkitseviä numeroita ovat kuitenkin vain seitsemän suurinta numeroa. Ohjelmoitava piste näyttää vain kaksi desimaalia, mutta laskutoimitus tapahtuu seitsemän merkitsevän numeron mukaan:

- { X1 = X1 + 0.000001 } oikein
- { X1 = X1 + 10.000001 } ei ole oikein (8 merkkiä)
- {X1 = X1 + 100000.1} oikein
- {X1 = X1 + 100000.01 } ei ole oikein (8 merkkiä)

2.9.3 Ohjelmoitavan pisteen peruskomennot

Atmos C1000 -rakennusautomaatioalakeskuksen ohjelmoitavassa pisteessä käytettävät perusmuuttujat ja muut tärkeät ominaisuudet ovat seuraavia. Muuttujat kirjoitetaan ohjelmarivillä aina isolla ja tämän ohjeen mukaan myös yhteen jos se on niin ohjeistettu.

- Tilatiedot: SEIS, KÄY, HIDAS, NOPEA, EIVAUKUTUSTA, AUTO, TOSI, EPÄTOSI
- Tilatietojen vertailu: JA, TAI, ERI, SAMA, JAEI, TAIEI
 - voi käyttää apumuuttujia B1...B20
- Tilatiedon kääntäminen: EI
- Ohjelmoitavan pisteen tila: TILA
- Laskenta operaattorit: +, -, *, /, neliöjuuri anturitaulukon kautta
- Kommenttirivi
 - * - merkki rivinalussa tarkoittaa kyseessä on tekstirivi joka ei vaikuta ohjelman toimintaan. Ohjelman ymmärtämisen takia tulee aina käyttää kommenttirivejä.
- Sulut: ()
- Numeeristen arvojen vertailu: =, <>, >, <, >=, <=
 - voi käyttää apumuuttujia X1-X20
- Ohjelmoitavan pisteen numeerinen arvo: ARVO
- Ehtolauseen rakenne: JOS, MUUTEN, LOPPUJOS
- Hyppykäskey: MENE XX, XX = RIVINUMERO
 - vain suuremmalle rivinumerolle, ohjelmaan mahtuu rivit 1,2,3,...254
- Ohjelman lukemisen pakkolopetus: MENE 0, MENE 255
- Viive: VIIVE XX Y
 - XX = viiveen kesto (voi olla myös apumuuttuja esim. X3 M)
 - Y = viiveen yksikkö (S = sekunti, M = minuutti, T = tunti)
- Kalenteri: VUOSI, KUUKAUSI, PÄIVÄ, VIIKONPÄIVÄ
- Kellonaika: TUNNIT, MINUUTIT, SEKUNNIT
- Trendin käynnistys ja pysäytys: TRENDI
- Hälytyskuitattu: PISTETUNNUKSEN JÄLKEEN ,K
- Säädönporras: SÄÄTÖPISTEENTUNNUKSEN JÄLKEEN, 1- 6
 - numerolla viitataan säätöportaaseen 1...6
- Mittausten rajat: MITTAUSPISTETUNNUKSEN JÄLKEEN, 1 - 6

- 1= ALARAJA 1, 2 = ALARAJA 2, 3 = ALARAJA 3
- 4 = YLÄRAJA 1, 5 = YLÄRAJA 2, 6 = YLÄRAJA 3
-

2.9.4 Ohjelmoitavan pisteen muuttajat

Seuraavaksi käsitellään ohjelmoitavan pisteen muuttujien ominaisuuksia tarkemmin ja selvitetään muuttujien erilaisia toimintoja, jotka liittyvät apumuuttujien käyttöön sekä muihin laskentatapoihin.

- B1 - B20 tilamuuttuja, jolla voi olla tilat: TOSI, EPÄTOSI, SEIS, KÄY, HIDAS, NOPEA ja EIVAUKUTUSTA.
- X1 - X20 arvomuuttuja, jolla suurin/pienin arvo: 10 potenssiin 38 kuitenkin siten, että laskutoimitukset suoritetaan seitsemällä (7) eniten merkitsevällä numerolla.
- EPÄTOSI: B1- B20 apumuuttujan, hälytyksen tai JOS lauseen tila
- TOSI: B1... B20 apumuuttujan, hälytyksen tai JOS lauseen tila
 - o ehto {JOS B1 : ... : LOPPUJOS } toteutuu kaikilla muilla B1:n tiloilla, paitsi tilalla EPÄTOSI
 - o ehto {JOS B1 TOSI : ... : LOPPUJOS } toteutuu vain B1:n tilalla TOSI
- HIDAS: B1... B20 apumuuttujan, aikaohjelman, ohjauksen tai indikoinnin tila
- NOPEA: B1... B20 apumuuttujan, aikaohjelman, ohjauksen tai indikoinnin tila
- KÄY: B1... B20 apumuuttujan, aikaohjelman, ohjauksen tai indikoinnin tila + Trendin tila
- SEIS: B1... B20 apumuuttujan ,aikaohjelman ,ohjauksen tai indikoinnin tila + Trendin tila
- AUTO: DO, AO, AI piste käsiohjaukselta pois { O1.TK1-TF1 = AUTO } asettaa heti, muut toiminnot toteutuvat viimeisen rivin jälkeen.
- EIVAUKUTUSTA: vapauttaa minkä tahansa fyysisen pisteen lukituksen.
 - o Ohjauspiste seuraa aikaohjelmaa määrittelyllä (O1.TK1-TF1=EIVAUKUTUSTA)
 - o Indikointi/hälytys/mittaus/impulssi seuraa kentältä tulevaa tietoa ja asetusarvo säätöpisteen porrasta, jos määritetty.
- = tilan ja arvon asetus, sekä arvon vertailu (EI TILAN vertailua !!!)

- { JOS X1 = X5 : ... : LOPPUJOS } tai { X10 = X5 } { JOS B1 SAMA B5 : ... : LOPPUJOS } tai { B10 = B5 } { B1 = X4 = X5 } B1 on tosi, jos X4 ja X5 ovat samoja.
- / jakolasku
- <> erisuuri arvo: { JOS X1 <> X5 : : LOPPUJOS }
- > suurempi arvo: { JOS X1 > X5 : ... : LOPPUJOS }
- < pienempi arvo: { JOS X1 < X5 : ... : LOPPUJOS }
- + tämä + tuo arvo { X1 = X1 + 1 }
- tämä - tuo arvo { X1 = X1 - 1 }
- >= suurempi tai yhtäsuuri vertailu { B2 = X3 >= X4 }
- <= pienempi tai yhtäsuuri vertailu { JOS X3 <= X4 : ... }
- JA tämä ja tuo tila vertailu { JOS X1 < X2 JA B1 KÄY : ... }
- TAI tämä tai tuo tila vertailu { JOS X1 < X2 TAI B1 KÄY : ... }
- ERI tämä eri tuo tila vertailu { JOS B1 ERI B2 : ... }
- JAEI tämä ja ei tila vertailu
- TAIEI tämä tai ei tila vertailu
- SAMA tämä sama tila vertailu { JOS B1 SAMA B2 : ... }
- EI esimerkiksi näin: { JOS B1 TOSI : B2 = EI B2 : LOPPUJOS } B2 on TOSI/EPÄTOSI vuorotellen B1:n ollessa TOSI
- JOS jos-(muuten)-loppujos-lausekkeen alku
- MUUTEN jos-(muuten)-loppujos-lausekkeen osa, ei suositella.
- LOPPUJOS jos-(muuten)-loppujos-lausekkeen osa
- VIIVE B1 on TOSI, kun B2 käynyt 2min { B1 = B2 KÄY VIIVE 2 M }
 - Viiveessä voi myös käyttää apumuuttujan arvoa seuraavasti
 - { X1 = 2 : B1 = B2 KÄY VIIVE X1 M }
 - S sekunnin merkki viiveessä
 - M minuutin merkki viiveessä
 - T tunnin merkki viiveessä
- VUOSI { X1 = VUOSI } antaa X1:lle arvoksi 0...99
- KUUKAUSI { X1 = KUUKAUSI } antaa X1:lle arvoksi 1...12
- PÄIVÄ { X1 = PÄIVÄ } antaa X1:lle arvoksi 1...31
- TUNNIT { X1 = TUNNIT } antaa X1:lle arvoksi 0...59
- MINUUTIT { X1 = MINUUTIT } antaa X1:lle arvoksi 0...59
- SEKUNNIT { X1 = SEKUNNIT } antaa X1:lle arvoksi 0...59
- VIIKONPÄIVÄ { X1 = VIIKONPÄIVÄ } antaa X1:lle arvoksi 1-7

- maanantai = 1
- "hälytyspiste", K
 - Kuitattu hälytys. Käytetään esim. palovaara hälytykseen, jossa hälytys poistuu vasta kun ko. ala-aseman hälytykset kuitataan.
- "mittauspiste", 1 - 6
 - Mittauksen 1.alaraja { $B1 = M1.TK1-TE1,1 : X1 = M1.TK1-TE1,1$ }
 - Mittauksen 2.alaraja { $B1 = M1.TK1-TE1,2 : X1 = M1.TK1-TE1,2$ }
 - Mittauksen 3.alaraja { $B1 = M1.TK1-TE1,3 : X1 = M1.TK1-TE1,3$ }
 - Mittauksen 1.yläraja { $B1 = M1.TK1-TE1,4 : X1 = M1.TK1-TE1,4$ }
 - Mittauksen 2.yläraja { $B1 = M1.TK1-TE1,5 : X1 = M1.TK1-TE1,5$ }
 - Mittauksen 3.yläraja { $B1 = M1.TK1-TE1,6 : X1 = M1.TK1-TE1,6$ }
- Raja tulee todeksi, kun alaraja alitetaan tai yläraja ylitetään 5 x viimeisen numeron verran. Tässä siis ratkaisee desimaalien lukumäärä, esim. käyttövesi hälytys 65 °C tulee todeksi yhdellä desimaalilla lämpötilan ylitettyä 65.5 °C ja nollalla desimaalilla raja olisi 70 °C. Siispä esim. verkostopainemittauksissa ja pH / kloorimittauksissa on käytettävä 2 desimaalia, jotta hälytykset toimisivat järkevästi.
- "säätöpiste", 0 säätöpisteen seisokkiporras { $X1 = S1.TK1-TE1,0$ }
- "säätöpiste", 1 säätöpisteen 1.porras { $X1 = S1.TK1-TE1,1$ }
- "säätöpiste", 2 säätöpisteen 2.porras { $X1 = S1.TK1-TE1,2$ }
- "säätöpiste", 3 säätöpisteen 3.porras { $X1 = S1.TK1-TE1,3$ }
- "säätöpiste", 4 säätöpisteen 4.porras { $X1 = S1.TK1-TE1,4$ }
- "säätöpiste", 5 säätöpisteen 5.porras { $X1 = S1.TK1-TE1,5$ }
- "säätöpiste", 6 säätöpisteen 6.porras { $X1 = S1.TK1-TE1,6$ }
- ARVO ohjelmoitavan pisteen arvo, alkuarvo = 0
- TILA ohjelmoitavan pisteen tila, alkuarvo = EIVAIKUTUSTA

2.9.5 Maalämpöpumppujärjestelmän ohjelmoitavat pisteet

Maalämpöpumppujärjestelmän rakennusautomaatioalakeskukseen ohjelmoitiin ohjelmoitava piste (*OP_MLP_RESET*), jonka toimintoja ovat seuraavat asiat: mittauspisteiden (AI) automaattiasentoon laittaminen ja vaihtventtiilin (AO) ohjauspisteen

asennon nollaaminen, kun maalämpöpumppujärjestelmän LVI-laboratorion uusi harjoitustyö aloitetaan.

Pisteen tyyppi: OHJELMOITAVA PISTE Ala_asema 102 13.12.13 15:02:20

Pistetunnus: OP_MLP_RESET Teksti: MITTAUSPISTEIDEN YMS. RESETOINTI

Näytteenottoväli 1

5 B1 = MLP01_RESET_O

*7 * Kun grafiikkakuvan Reset-nappia on painettu, asetetaan mittauspisteet*

*8 * automaatille. Estetään se, että joku mittauksista jäisi historianseurantaan*

*9 * näyttämään vakiolukemaa.*

10 JOS B1 KÄY : X1 = AUTO

15 OP_MLP01-TE1_M = X1

20 OP_MLP01-TE2_M = X1

25 OP_MLP01-TE3_M = X1

30 OP_MLP01-TE4_M = X1

35 OP_MLP01-TE5_M = X1

40 OP_MLP01-TE6_M = X1

45 OP_MLP01-TE7_M = X1

50 OP_MLP01-TE8_M = X1

55 OP_MLP01-TE9_M = X1

60 OP_MLP01-TE10_M = X1

65 OP_MLP01-TE11_M = X1

70 OP_MLP01-TE12_M = X1

75 OP_MLP01-TE13_M = X1

80 OP_MLP01-PE2_M = X1

85 OP_MLP01-PE3_M = X1

90 LOPPUJOS

95 JOS B1 KÄY

*97 * Kun Reset nappia on painettu, asetetaan vaihtventtiili = 0 ja automaatille*

100 X2 = 0 : X2 = AUTO : OP_MLP01-TV1_A = X2 : LOPPUJOS

*107 * Kun Reset-nappulaa on käytetty KÄY-tilassa, palautetaan se seuraavaa kertaa*

*108 * varten AUTO-asentoon.*

110 JOS B1 KÄY : B1 = SEIS : B1 = AUTO : LOPPUJOS

115 MLP01_RESET_O = B1

Seuraavassa ohjelmoitavassa pisteessä asetetaan toisessa Atmos C1000 - rakennusautomaatioalakeskuksessa (alakeskus 16) olevat maalämpöjärjestelmän ja kompressorin kokonaisenergiankulutusten lukemat nolllaksi, kun LVI-laboratorion harjoitustyö aloitetaan. Näin saadaan harjoitustyötä varten koko maalämpöjärjestelmän energiankulutus ja kompressorin energiankulutus harjoitustyön ajalta, kun lähtötiedot nolllataan. Tämän toiminto joudutaan tekemään AtmosCare-valvomoiden välistä TCP/IP -tiedonsiirtoa hyödyntäen. Valvomoiden välisessä tiedonsiirrossa olevan viiveen vuoksi kulutuslukemien nolllaminen ei aina onnistu ensimmäisellä kerralla. Tällöin käsky täytyy uusia valvomon graafiselta kuvalta, painamalla nappia uudestaan.

Pisteen tyyppi: OHJELMOITAVA PISTE Ala_asema 16 13.12.13 16:08:58

*Pistetunnus: OP_MLP01_KULUTUS Teksti: *** OHJELMOITAVA PISTE ****

Näytteenottoväli 1

5 X3 = OP_ML01-SM01_K

10 X4 = OP_ML01-SM02_K

*12 * Alakeskus 102:n Reset-napin tila on kopiona B1:ssä*

15 B1 = MLP01_RESET_OR

*17 * Luetaan Reset-napin tila, ja jos se KÄY, niin energiankulutuslukemat nolllataan*

*18 * ja asetetaan oletusarvoiksi.*

20 JOS B1 KÄY : X1 = 0 : X2 = 0 : MUUTEN : X1 = X3 : X2 = X4 : LOPPUJOS

30 OP_ML01-SM01_K = X1

35 OP_ML01-SM02_K = X2

2.10 Globaali tiedonsiirto AtmosCare-valvomoiden välillä

Tiettyjen pisteiden tila tai arvo voidaan siirtää AtmosCare-valvomoiden välillä alakeskuksesta toiseen. Tällaisia pisteitä ovat mittaus-, ohjaus-, tilatieto- ja hälytyspisteet. Pisteet voivat olla joko fyysisiä tai fiktiivisiä (ohjelmallisia) pisteitä. Tyypillisesti valvomoiden välillä siirretään tietoa mm. seuraavissa tapauksissa:

- Alakeskuksen ulkolämpötila halutaan olevan kaikissa alakeskuksissa sama

- IV- hätäseis-painikkeen tilan monistaminen muihin rakennusautomaatioalakeskuksiin ilmanvaihdon pysäyttämiseksi
- Valoisuusarvon monistaminen muihin alakeskuksiin valaistusohjauksia varten
- IV-pääpumpun häiriöhälytyksen siirto muihin alakeskuksiin ilmanvaihdon pysäyttämiseksi

Kohdassa 2.9.5 mainittujen ohjelmoitavien pisteiden vuoksi, siirretään eri pisteiden tilatietoja AtmosCare-valvomoiden välillä, koska pisteet sijaitsevat eri rakennusautomaatioalakeskuksissa.

Pisteiden siirto valvomoiden välillä on joskus riskialtista, koska on mahdollista, että valvomoiden välinen lähiverkkoliikenne ei jostain syystä toimi. MAMK:n LVI-laboratoriossa, joka on aina miehitetty ja ylläpitäjät paikalla, kuvattu riski on minimaalinen, mutta kyseinen asia pitää ottaa huomioon harjoitustöiden ohjeistuksessa, harjoitustöitä tehdessä ja ohjatessa. Kulutuslukemat voidaan tarvittaessa nollata myös rakennusautomaatioalakeskus 16 näytöltä, mikäli yhteydet AtmosCare-valvomoiden välillä ei toimi luotettavasti.

Pisteiden siirron määrittäminen tapahtuu lähettävässä AtmosCare-valvomossa ja määrittäminen tehdään tiedostoon nimeltä Atmos.ini. Tätä tiedostoa voidaan muokata esim. Notepadilla tai muulla vastaavalla yksinkertaisella tekstinkäsittelyohjelmalla. Atmos.inin tiedosto pitää tallentaa tekstitiedostona oikeaan hakemistoon valvomon kannalta katsottuna. Tämä tekstitiedosto on AtmosCare-valvomon toimintojen kannalta äärimmäisen keskeisessä asemassa, koska siinä määritellään erittäin paljon valvomon erilaisia toimintoja.

Atmos.ini-tiedostossa pitää määrittellä pisteiden siirtoa varten seuraavan ohjeen mukainen tekstirivi. Puolipisteellä (;) on ko. tekstissä erotettu ohjeet varsinaisista toimintoista. Atmos.ini-tiedosto sijaitsee valvomon kovalevyn hakemistossa c:\\atmos\data\\, kun AtmosCare-valvomon on asennettu oletushakemistoon. Pistetunnukset ja välilyönnit tule olla täsmällisesti oikein, koska järjestelmä ei anna mitään virheilmoitusta väärinkirjoituksista. Mikäli pistetunnukset ovat väärin, pisteiden arvot eivät vaan siirry mihinkään eikä toimintoja silloin suoriteta.

; Ala-asemien välillä siirrettävien pisteiden tunnukset

; Esim. $GlobalPoint1=M1.ULKO-TE$ $M2.ULKO-TE$

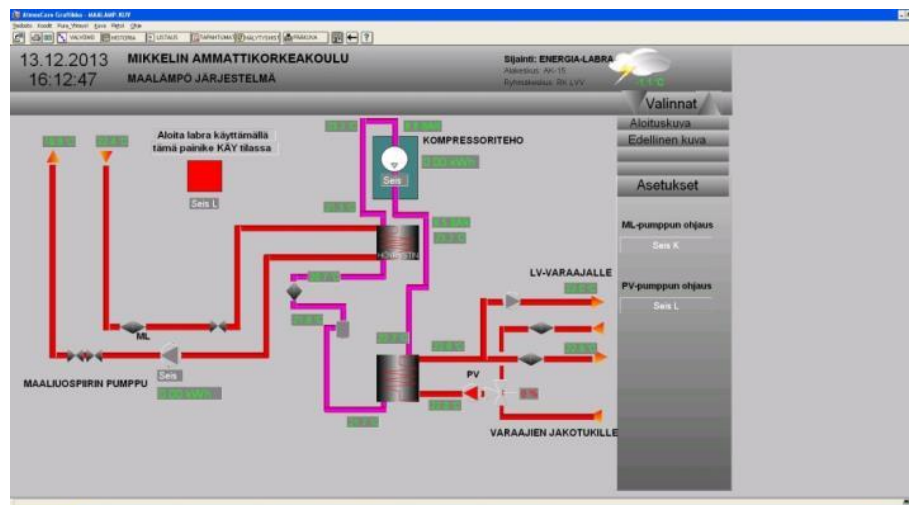
; siirtää pisteen ala-asema 1:stä ala-asemaan 2.

; Tässä ala-asema 102:n Reset-napin tieto monistetaan ala-asemaan 16

$MLP01_RESET_O = MLP01_RESET_OR$

2.11 Graafinen käyttöliittymä

AtmosCare-valvomossa graafisen kuvan ohjelmointiin on oma ohjelmistonsa niemeltä Piirto. Piirto-ohjelmalla määritellään käyttöliittymän ilme ja linkit olemassa oleviin pisteisiin ja toimintoihin. Käyttöliittymän suunnittelulla ja ohjelmoinnilla on suuri merkitys siihen, kuinka käyttäjäystävällistä rakennusautomaatiojärjestelmän käyttö on. Käyttöliittymän tarkempi ohjeistus kullekin toiminnolle löytyvät AtmosCare-valvomon sähköisestä ohjeesta. AtmosCare-valvomon ohjeita pääsee lukemaan valvomon päävalikosta kohdasta Ohje. Saman ohjeen voi lukea kaikista ohjelmalohkoista kohdasta Ohje.



KUVA 10. AtmosCare -valvomon graafinen käyttöliittymä

2.12 Historiatiedon ohjelmointi

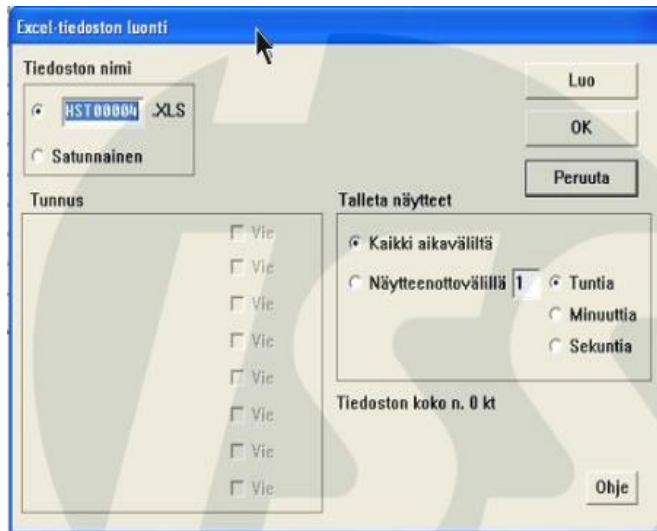
Historiatieto-ohjelman ryhmiä ohjelmoidaan kuvan 11 mukaisesti. Tärkeimmät asiat historiatietoryhmän ohjelmoinnissa ovat Otsikko, Tunnus, Maksimi kesto päivinä ja näytteenottoväli. Otsikolla kerrotaan selvästi, mistä ryhmän mittaukset koostuvat. Pistetunnukset kerätään järjestelmästä, ja ne tulee olla täsmällisesti oikein, muuten mittaus tietoa ei kerry. Helpoin tapa on kopioida mittauspisteiden pistetunnukset käyttäen

seuraavia Windows-komentoja. Maalataan Ohjelmointi-ohjelmalohkossa oikea pistetunnus, kopioidaan (CTRL+C) ja tuodaan Historiatieto-ohjelmalohkon oikeaan ryhmään kohtaa Tunnus ja liitetään kopioitu pistetunnus komennolla (CTRL+V). Historiatiedon keruun käynnissä olo tulee varmistaa ruksaamalla kohta Käynnissä. Ilman tätä, ryhmään ei kerää tietoja talteen. Jos halutaan määrittää, että tietty ryhmä kerää tietoa sovitun aikataulun mukaan, voidaan sille määrittää aikataulu kohdassa Aikaohjelma. Tähän kohtaan kopioidaan em. ohjeen mukaan aikaohjelman pistetunnus. Jos mitattavien suureiden erot ovat suuria, voidaan käyttää selvyuden vuoksi muuttujaa Kerroin. Muuttujalla Kerroin lukemat kerrotaan ennen näyttämistä graafisessa ulkoasussa.



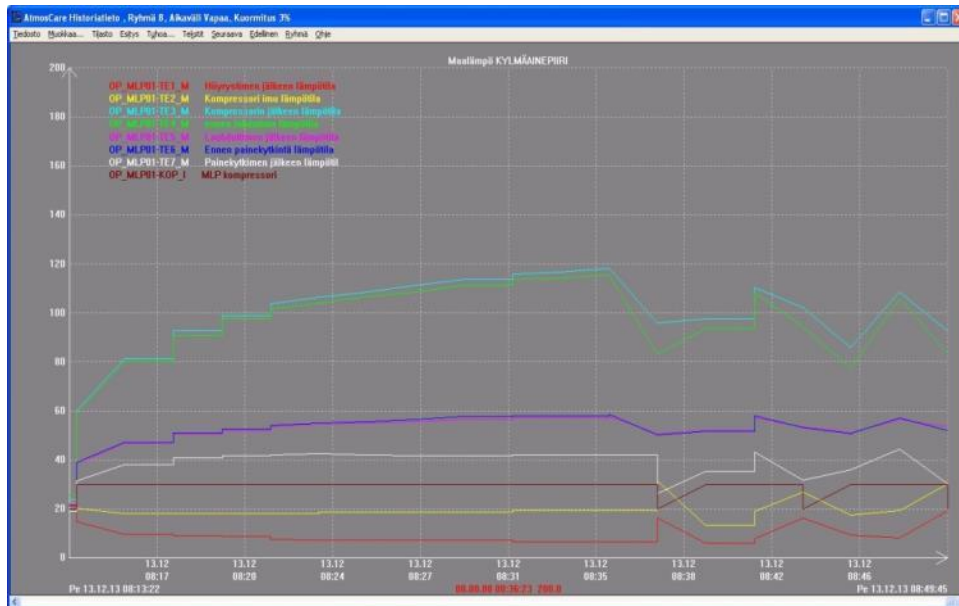
KUVA 11. AtmosCare-valvomon historiatieto-ryhmän ohjelmointi

Kun halutaan kerätty mittaus-tieto siirtää analysoitavaksi numeraalisena tietona, painetaan nappia Excel-tiedosto. Sen jälkeen mittausdatan perusteella voidaan piirtää taulukoita ja käyriä oman tarpeiden mukaan vaikka tiettyyn aikaan sattuneesta tapahtumasta.



KUVA 12. AtmosCare-valvomon historiatiedon siirto Exceliin

Edellä kerrotun historiankeruu ryhmän 8 graafiset tulokset on esitetty kuvassa 13. Y-akseli skaalautuu automaattisesti tässä ryhmässä mukana olevien mittauspisteiden tulosten perusteella. X-akselilla kulkee mittaustapahtumien realisoitunut ajanjakso. Molempia asteikkoja on mahdollista säädellä hyvinkin tarkasti ohjelman ylävalikosta Esitys.



KUVA 13. AtmosCare -valvomon historiankeruun graafinen käyttöliittymä

2.13 Käyttöönotto ja testaus

Maalämpöpumpun mittaus- ja ohjausjärjestelmää koekäytettiin ja testattiin 13.12.2013 MAMK:n LVI-laboratoriossa. Testauksessa havaittiin automaatioasennuksissa ja

käyttöliittymässä muutama kytkentä ja määritelmä, jotka muutettiin vastaamaan kenttäolosuhteita, samalla kun järjestelmää ajettiin käyntiin. Testauksesta saavutetut historiatiedon mittausdata on esitelty graafisina kuvaajina kohdassa 3.1. Koekäytön aikana myös sähköiset kytkennät ja varolaitteet testattiin, ja todettiin niiden olevan suunnitelmien mukaiset. Myös MAMK:n eräs talotekniikan oppilas testasi mittaus- ja ohjausjärjestelmän toimintaa. Testauksessa huomattiin laitteiston toimivan suunnitellulla tavalla eikä korjattavaa enää ollut.

3 TULOKSET JA TULOSTEN ANALYSOINTI

Opinnäytetyön tuloksia voidaan verrata siihen lähtökohtaan, missä oltiin ennen laitteiston uusimista. Oli vanha maalämpöpumppujärjestelmä ja paljon käsityötä vaativa sekä epätarkka mittausjärjestelmä. Mittaus- ja ohjausjärjestelmän uusimisen jälkeen saavutetut tulokset ovat uuden oppimisen kannalta seuraavia.

- rakennusautomaatiojärjestelmän käyttöä ja ohjelmointi
- mittausvirheet vähenevät verrattuna dataloggerin käyttöön
- epäjatkuvuuskohdat minimoitu uudella järjestelmällä
- monipuolisempi mittausdatan analysointimahdollisuus
- harjoitustöihin käytettyä aikaa säästyy ja tekeminen kohdentuu oikeisiin asioihin
- mittausten kerääminen automatisoituu ja laboratorio harjoitukset ovat keskenään vertailukelpoisia historiankeruun ansiosta, kun lähtökohdat ovat kaikille harjoitustöille samat.

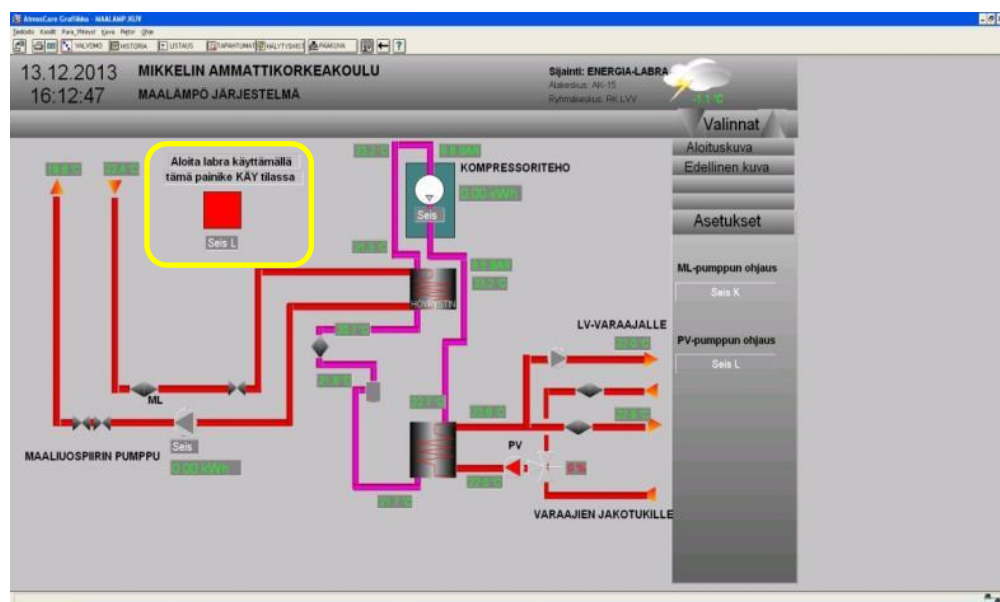
Maalämpöpumpun mittaus- ja ohjausjärjestelmän kannalta tulokset voidaan jaotella kolmeen eri osa-alueeseen: graafinen käyttöliittymä ja historiankeruu, LVI-harjoitustehtävät ja automaation harjoitustehtävät.

3.1 Graafinen käyttöliittymä ja historiankeruu

Mittaus- ja ohjausjärjestelmän rakentamisen kannalta tulokset ovat mm. seuraavat dokumentit: automaatioäättökaavio (liite 4) ja rakennusautomaatio pisteluettelo (liite 5), kaapeliluettelo (liite 6). Helppokäyttöinen graafinen käyttöliittymä LVI-

harjoitustehtävien tekoon ja maalämpöpumppujärjestelmän käyttöä varten oppilasympäristössä oli myös yksi saavutetuista tuloksista.

MAMK:n LVI-laboratorion uutta mittaus- ja ohjausjärjestelmää varten muokattiin olemassa olevaa maalämpöpumppujärjestelmän graafisen käyttöliittymän kuvaa niin, että se vastaa kentällä olevia kytkentöjä sekä toimintoja. Kuvaan lisättiin uudet lämpötilojen ja paineiden mittauspisteet, hälytyspisteet, vaihtoventtiili ja energiankulutuslukeamat rakennusautomaatioalakeskuksesta 16. Alla olevassa kuvassa 14 keltaisen laatikon sisällä on ns. alustuspainike, jota tulee painaa aina ennen LVI-harjoitustyön alkua. Ohjeet painikkeen käytöstä ja muista toiminnoista ovat kohdassa 3.2.1.



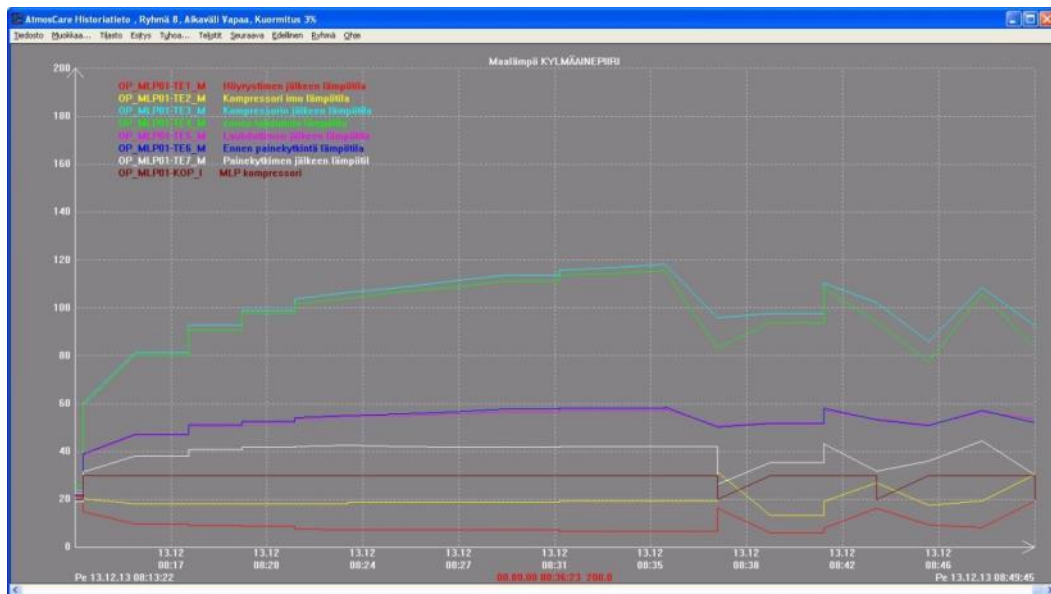
KUVA 14. AtmosCare-valvomon graafinen käyttöliittymä

Eräs tärkeimmistä saavutetuista tuloksista oli reaaliaikaisen mittaustiedon historian-tiedon keräämisen ohjelmointi ja määrittäminen maalämpöpumppujärjestelmästä. Historiatietoryhmään 8 on määritetty maalämpöpumppujärjestelmän kylmäainepiirin lämpötilamittaukset ja kompressorin käyntitila.



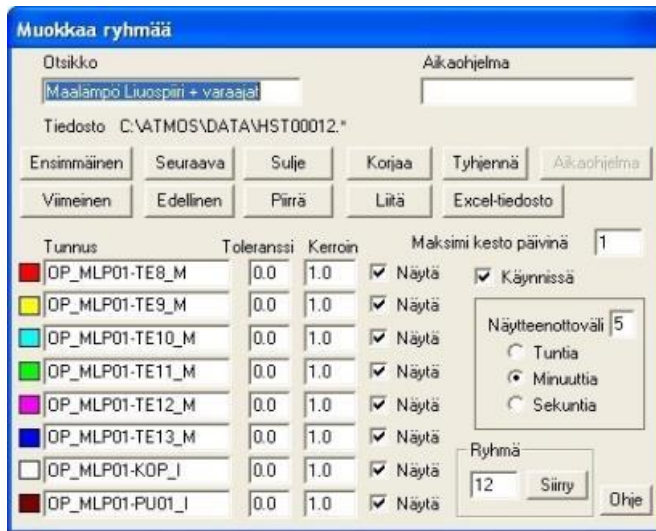
KUVA 15. AtmosCare-valvomon historiatiedon keruu, Ryhmä 8

Edellä kerrotun historiatietoryhmän 8 graafiset tulokset on esitetty seuraavassa kuvassa.



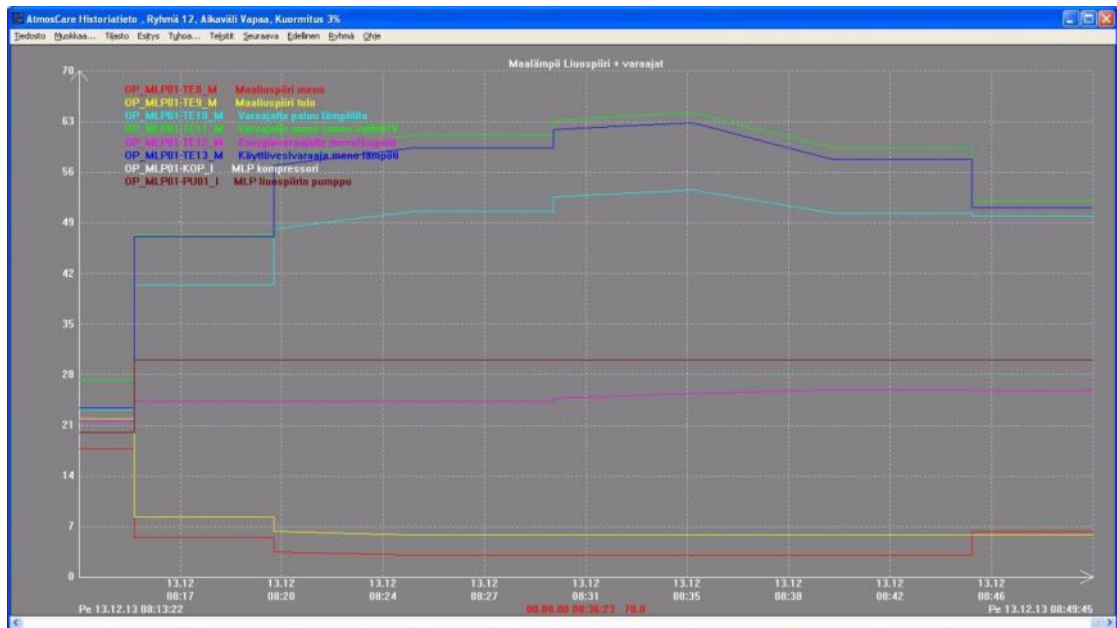
KUVA 16. AtmosCare-valvomon historiatiedon graafinen käyttöliittymä, Ryhmä 8

Historiatietoryhmään 12 on määritetty maalämpöpumppujärjestelmän liuospiiriin ja varaajiin liittyvät lämpötilamittaukset sekä kompressorin ja liuospiiriin pumpun käyntitila tieto seurattavaksi.



KUVA 17. AtmosCare-valvomon historiankeruun, Ryhmä 12

Historiantietoryhmän 12 graafiset tulokset on esitetty seuraavassa kuvassa.



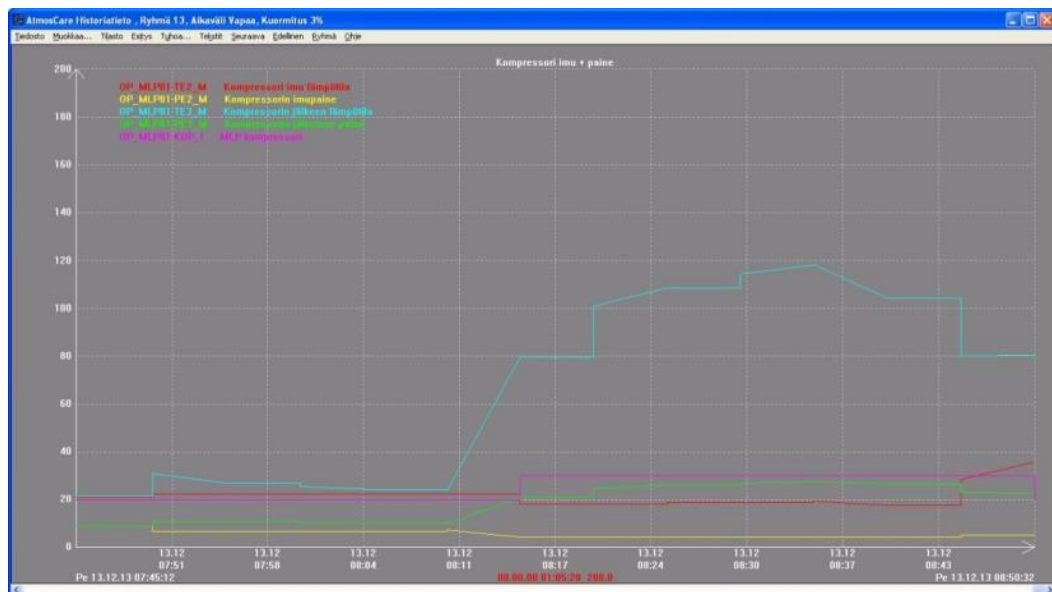
KUVA 18. AtmosCare-valvomon historiankeruun graafinen käyttöliittymä, Ryhmä 12

Historiantietoryhmään 13 on määritetty maalämpöpumppujärjestelmän kompressorin imu- ja painepuolen paine- ja lämpötilamittaukset. Myös kompressorin tilatieto on laitettu kerättäväksi, että tiedetään kompressorin käyttäytyminen järjestelmää ajettaessa. Tätä tietoa tarvitaan, kun analysoidaan kerättyä mittaustietoa harjoitustöitä tehtäessä.



KUVA 19. AtmosCare-valvomon historiankeruu, Ryhmä 13

Historiantietoryhmän 13 graafiset tulokset on esitetty seuraavassa kuvassa.



KUVA 20. AtmosCare-valvomon historiankeruun graafinen käyttöliittymä, Ryhmä 13

3.2 LVI-harjoitustehtävä, maalämpöpumppu

Tehtäessä LVI-harjoitustehtävää maalämpöpumppujärjestelmästä ovat uudet ominaisuudet seuraavia käytettäessä uutta mittaus- ja ohjausjärjestelmää:

- maalämpöpumppujärjestelmästä kerätään reaaliaikaiset mittaustulokset lämpötiloista ja paineista

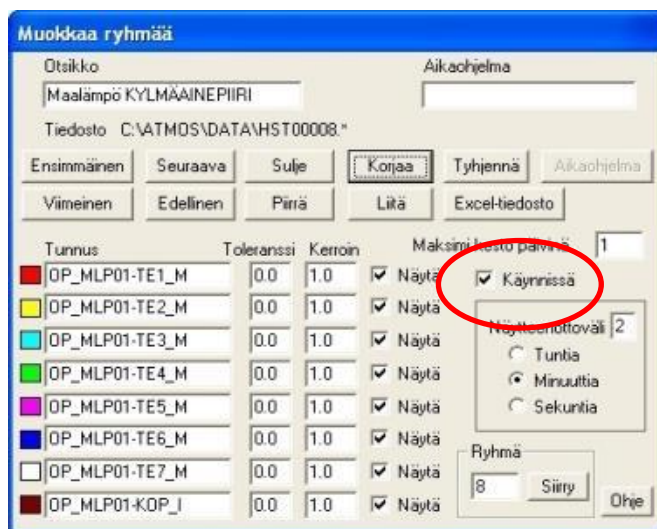
- lämpötilat ja paineet voidaan lisätä reaaliaikaiseen historiankeruujärjestelmään (kuvat 15 - 20)
- reaaliaikaisen historianseurannan tulokset siirrettävissä Excelliin lisäkäsittelyä ja maalämpöjärjestelmän hyvyuden analysointia varten (kuva 12)
- Mittaus- ja ohjausjärjestelmän monipuolisilla ohjauksilla voidaan simuloida erilaisia lämpökuormatilanteita maalämpöjärjestelmässä
- maalämpöjärjestelmän toimintahäiriön sattuessa -> analysointi
- graafiset kuvat uudesta maalämpöjärjestelmästä sekä selkeä käyttöliittymä oppimisympäristöön (kuva 14)
- teho- ja energialaskennat joko täysin tai osittain automaattisesti mittausjärjestelmän avulla
- COP-laskennat mittaustulosten perusteella joko automaation avulla tai manuaalisesti.

3.2.1 Ohjeistus maalämpöpumpun LVI-harjoitustyötä aloitettaessa

Seuraavan lyhyen ohjeen mukaan tulee maalämpöpumpun mittaus- ja ohjausjärjestelmä alustaa, ennen kuin LVI-harjoitustyötä maalämpöjärjestelmästä aloitetaan. Näillä toimenpiteillä varmistetaan siitä, että mittaus- ja ohjausjärjestelmä on aina alustettu alkutilaan, ennen kuin aloitetaan mittaustietojen kerääminen AtmosTech-rakennusautomaatiojärjestelmällä.

1. Kirjautu AtmosCare-valvomoon
 - Käyttäjätunnus = ROOT
 - Salasana = ROOT
2. Avaa päävalikosta Ohjelmointi
3. Valitse Ohjelmointi ikkunasta Valvomot
 - Klikkaa ylimmäistä valvomon osoitetta -> tulee viesti että valvomoon yhteys avattu.
 - Mikäli tulee viesti ”yhteyttä ei voitu muodostaa”, ota yhteys henkilökuntaan.
4. Valitse Atmos päävalikosta Grafiikka
5. Valitse pääkuvasta maalämpö
6. Mittaus- ja ohjausjärjestelmän alustaminen

- Nollaa energiankulutuslukemat, vaihtventtiilin ohjaus ja mittauspisteet automaatille, klikkaamalla kuvan punaista laatikkoa (kuva 14)
7. Varmista Historianseuranta ohjelma on käynnissä. Ellei ole, käynnistä Historia AtmosCare-valvomon pääikkunasta.
 8. Varmista että maalämpöpumpun historianseurannan ryhmät 8, 12 ja 13 ovat Käynnissä, alla olevan kuvan mukaisesti (kuva 21).
 9. Käynnistä maalämpöpumppujärjestelmä järjestelmän omasta sähkökeskuksesta kääntämällä päävirtakytkin asentoon yksi (1), (kuva 1, (2)).



KUVA 21. Historianseurannan käynnissä olon varmistaminen

3.3 Automaatioharjoitustehtävät

Tehtäessä automaatioharjoitustehtävää maalämpöpumppujärjestelmästä uudet ominaisuudet ovat mm. seuraavia, kun käytetään uutta mittaus- ja ohjausjärjestelmää. Käytettäessä kohdassa 3.2 mainittua ohjeistusta ja AtmosCare-valvomon omaa ohjetta voidaan automaation harjoitustöissä tehdä mm. seuraavia automaation liittyviä harjoitustehtäviä.

- Mittaus- ja ohjauspisteen sekä aikaohjelman ohjelmointi rakennusautomaatiojärjestelmään
- pisteiden lisäys historianseurantaan
- mittaustulosten vienti Exceeliin ja analysointi
- graafisen kuvan teko, muokkaus ja pisteen lisäys grafiikkaan

- tietojen siirto valvomoiden välillä
- ohjelmoitavan pisteen teko Atmos C1000 -rakennusautomaatioalakeskukseen
 - käyntiaikalaskenta maalämpöpumpulle
 - keskiarvomittausten laskenta
 - raja-arvohälytysten määrittäminen ja hälytyksen aktivointi.

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tehdyn tutkimuksen tulosten perusteella MAMK:n LVI-laboratorion maalämpöpumppujärjestelmän mittaus- ja ohjauslaitteiston uusinta oli kannattava sijoitus tulevaisuuden oppilaita varten. Opiskelijat pääsevät tutustumaan monipuoliseen ja uudistettuun maalämpöpumppujärjestelmään, joka on varustettu uudenaikaisella rakennusautomaatiojärjestelmällä. Rakentamisessa hyödynnettiin maksimaalisesti olemassa olevaa rakennusautomaatio laitekantaa, joka mahdollisti monipuolisen mittaus- ja ohjausjärjestelmän tekemisen. Tällainen toiminta tukee monipuolisesti kestävästä kehitystä.

Opinnäyteyössä tehdyt mittaus- ja ohjausjärjestelmän ohjelmat tukevat monipuolisesti oppimista LV-laboratorion harjoitustöissä. Reaaliaikaiset mittaustiedon historiankeruu ja uusi graafinen AtmosCare-valvomon käyttöliittymä helpottavat, yhdenmukaistavat harjoitustöiden tekemistä. Samalla mittaustarkkuus parani oleellisesti verrattuna aiemmin käytössä olleisiin dataloggereihin. Tästä hyötyvät niin opettajat kuin oppilaatkin.

Eräänä mittaus- ja ohjausjärjestelmän jatkokehityksenä esitän, että kompressorin ja liuospumppun energiakulutustiedot siirretään alakeskus 16:sta alakeskukseen 102, ettei energiakulutustietojen nollaaminen ole riippuvainen valvomoiden keskinäisestä toiminnasta.

Nyt rakennettu mittaus- ja ohjausjärjestelmä antaa suuret mahdollisuudet rakennusautomaation ohjelmoinnin ja käytön opetukselle. Tavoitteena voisi olla rakennusautomaatio-ohjelmoinnin monipuolistaminen harjoitustöiden ja opinnäytetöiden muodossa. Liitettäviä järjestelmiä ja kenttälaitteita on LVI-laboratoriossa runsaasti. Myös vertailevan rakennusautomaatiojärjestelmän hankkiminen tulee ottaa tavoitteeksi,

koska monipuolista automaatio osaamista kentällä tarvitaan erittäin paljon. Tämä tukisi oppilaitoksen ja yritysten välisiä tarpeita erittäin hyvin.

LÄHTEET

1. Atmostech-rakennusautomaatiojärjestelmän AtmosCare -valvomo, sähköinen ohje. Päivitystietoa ei tiedossa. Luettu 7.12.2013.
2. Hakala, Pertti, Kaapola, Esko 2005. Kylmälaitoksen suunnittelu. Opetushallitus. Gummeruksen Kirjapaino Oy.
3. Hirvelä, Aulis, Kaapola, Esko, Matti, Jokela, Jani, Kianta 2011. Kylmälaitoksen perusteet. Opetushallitus. Juvenesprint Oy.
4. Härkönen, Pentti, Mikkola, Juhana, Piikkilä, Veijo, Sahala, Antti, Sahlstén, Toivo, Sandström, Börje, Sirviö, Antti, Spangar, Tapani, Sulku, Jukka 2012. Rakennusautomaatiojärjestelmät, ST-käsikirja. Sähköinfo Ry.
5. Kiinteistö RYL 2009, kiinteistöpalveluiden yleiset laatuvaatimukset automaatiojärjestelmille. WWW-dokumentti.
<https://www.rakennustieto.fi/kiinteistoryl/fi/kiinteistoryl.html.stx?URL=c3Vic2Vzc2lvbj0xJm5hdml1cmk9aHR0cCUzQSUyRiUy>. Ei päivitystietoa. Luettu 3.10.2013
6. Piikkilä, Veijo, Alikoski, Jukka, Forsman, Jukka, Harjanne, Panu, Heikkilä, Pekka, Koskenranta, Tuomas, Ruoho, Timo, Räikkönen, Jari, Sahlstén, Toivo, Siirtola, Marko, Sulku, Jukka, Sutinen, Leo 2001. Rakennusautomaatiojärjestelmät, ST-käsikirja. Sähköinfo Ry.
7. Rakennusautomaation hyödyt käyttäjälle. Suomen automaatioseuran rakennusautomaatiojaoston johtokunnan ryhmätyö. WWW-dokumentti.
http://www.automatioseura.fi/index/tiedostot/BAFF_%20hyodyt.pdf. Päivitetty 21.9.2005. Luettu 23.11.2013
8. Suomen kylmäyhdistys ry, Julkaisut 69 ja 71, 2012. Kylmätekniikan koulutuspäivät 2012. Luettu 10.10.2013.
9. Tekniikan Maailma, Kodinenergia 18E 2012, Maalämpöpumppujen (6kpl) vertailu. Luettu 23.10.2013.

MAMK-ET

25.01.2013

Jukka Räisä

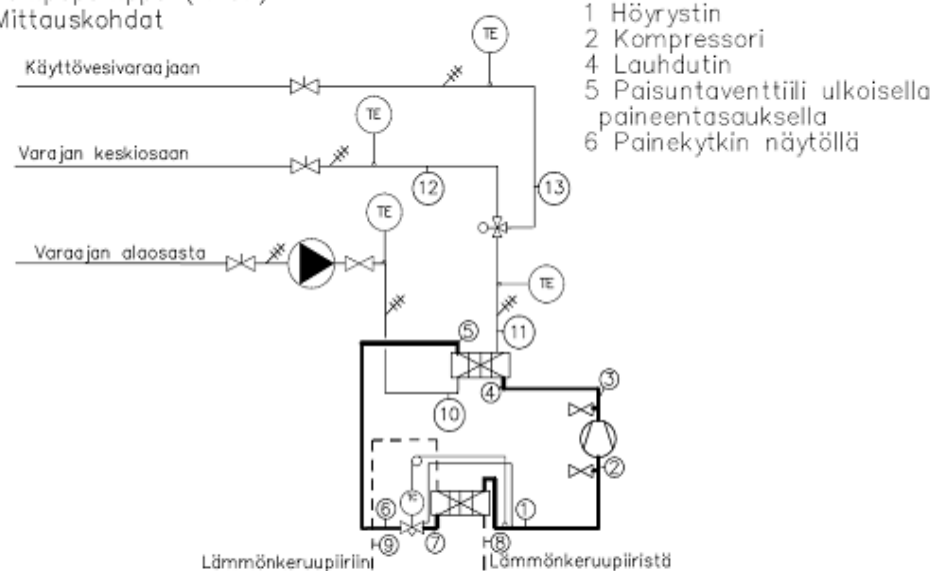
LVI-labran maalämpöpumpun mittauspisteet

Jari Röksän opinnäytetyön lähtötiedot:

Mittauspisteet on merkitty kaavioon numeroilla. Mittauspisteistä mitataan seuraavat arvot:

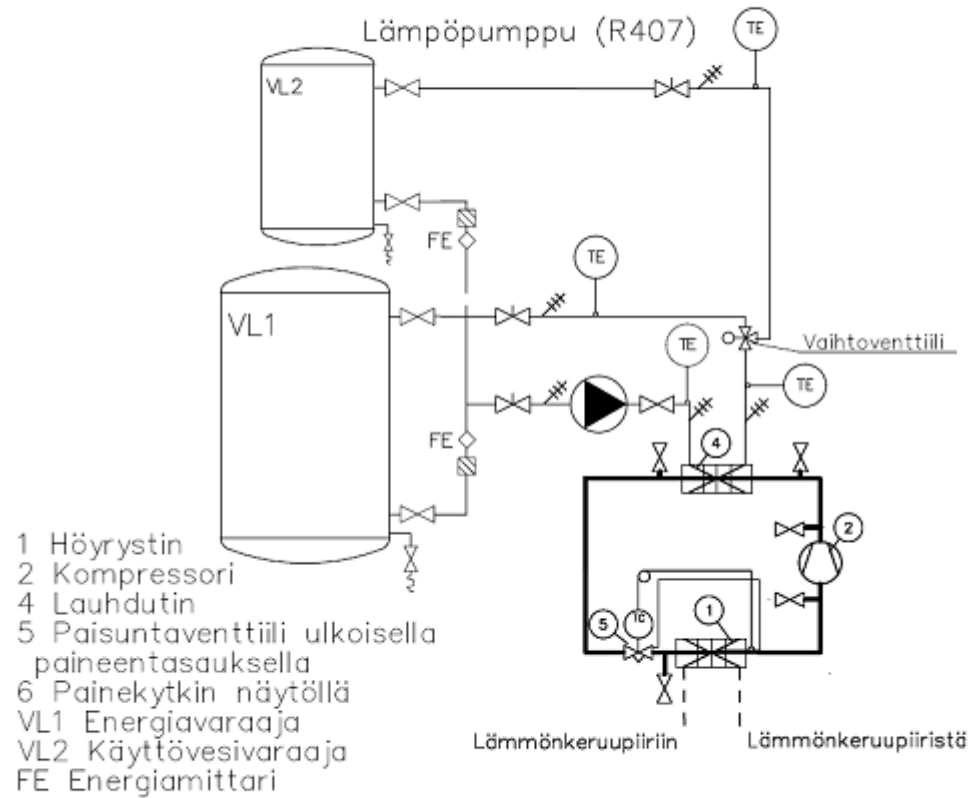
- 1 LÄMPÖTILA
- 2 PAINE JA LÄMPÖTILA
- 3 PAINE JA LÄMPÖTILA
- 5-13 LÄMPÖTILA

Lämpöpumppu (R407)
Mittauskohdat

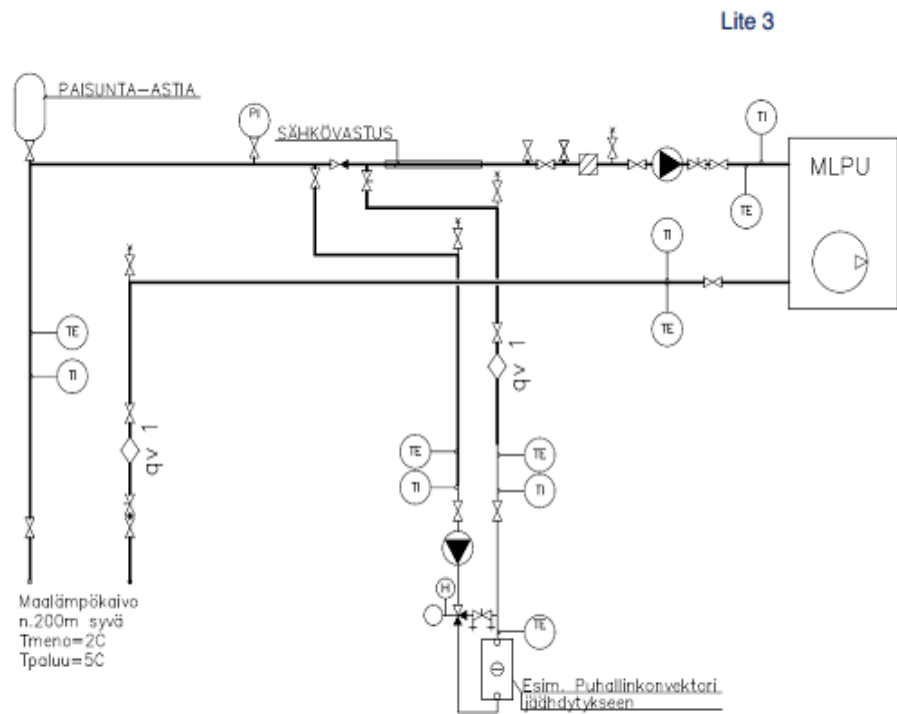


Järjestelmä tehdään siten, että lämpötiloja ja paineita voidaan seurata reaaliajassa. Seurannasta on voitava muodostaa seurantataulukko. Kompressorista ja koko laitoksesta mitataan sähkönkulutus.

Liite 2

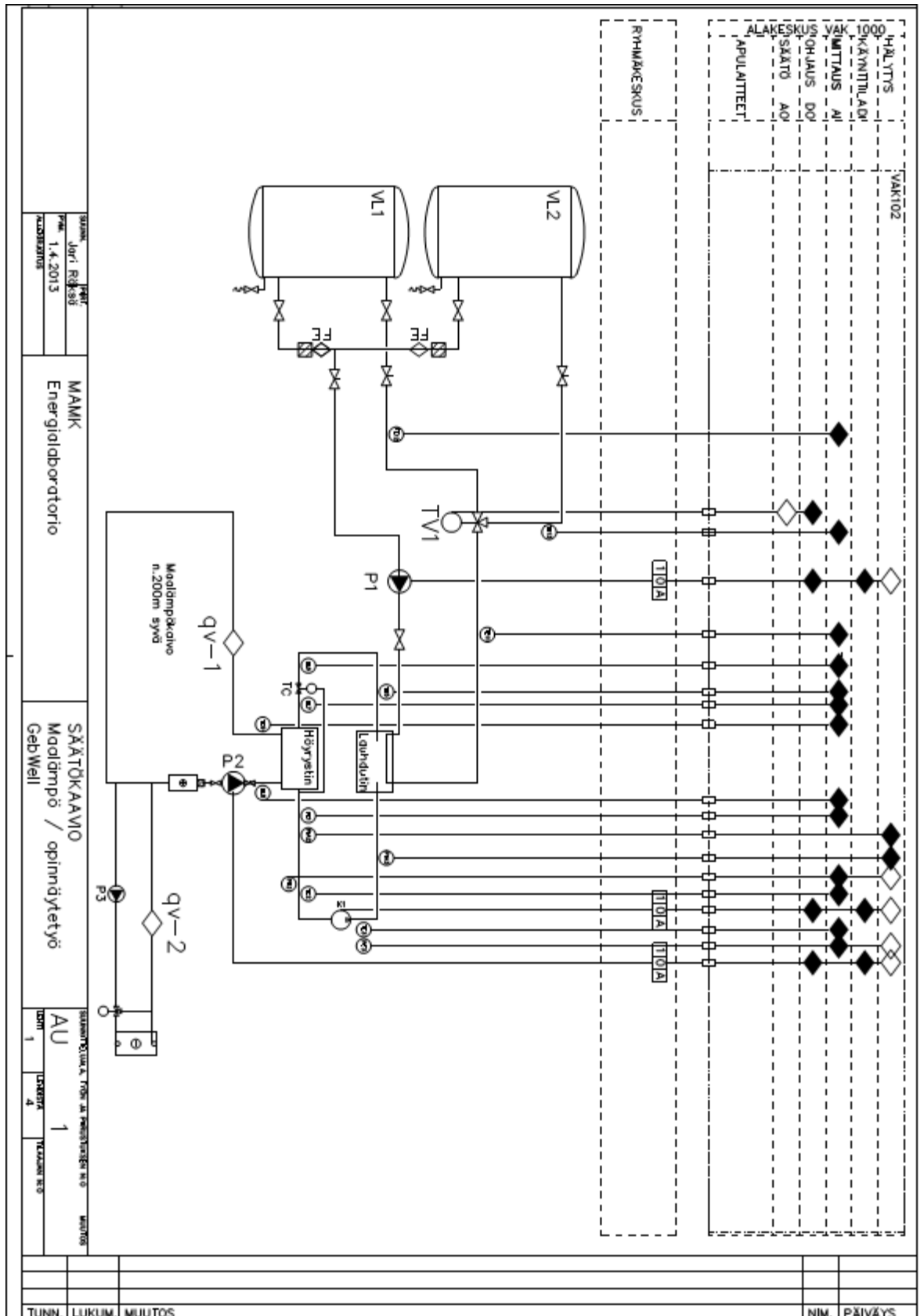


KUVA 1. MLP:n lauhdutuspiiriin kytkentäkaavio



KUVA 2. MLP:n lämmökeruupiirin kytkentä

Maalämpöpumpujärjestelmän säätökaavio



Mittaus- ja ohjausjärjestelmän kaapeliluettelo

A muutos		B muutos		C muutos		D muutos		E muutos		F muutos	
RIVI NO.	KAPELUNUMERO	KAPELIN TYPPI	MISTÄ	MIHIN	PIT.	PIIRI-NUMERO	HUOM.				
11	NOMAK 2*2*0.5	VAK		TE1/bnta (höyrystimen jälkeen)			Pilaaluntolin				
12	NOMAK 2*2*0.5	VAK		TE2/bnta (Kompressorin imu)			Pilaaluntolin				
13	NOMAK 2*2*0.5	VAK		TE3/bnta (Kompressorin paine)			Pilaaluntolin				
14	NOMAK 2*2*0.5	VAK		TE4/bnta (kannen lauhdutin)			Pilaaluntolin				
15	NOMAK 2*2*0.5	VAK		TE5/bnta (launauttimen jälkeen)			Pilaaluntolin				
16	NOMAK 2*2*0.5	VAK		TE6/bnta (kannen painekytkin)			Pilaaluntolin				
17	NOMAK 2*2*0.5	VAK		TE7/bnta (painekytkimen jälkeen, ennen höyrystintä)			Pilaaluntolin				
18	NOMAK 2*2*0.5	VAK		TE8 (Maalämpö lähe)			Ennen luntolin putkessa ??				
19	NOMAK 2*2*0.5	VAK		TE9 (Maalämpö lähe)			Ennen luntolin putkessa ??				
20	NOMAK 2*2*0.5	VAK		TE10 (Väorajoitus pölyä)			Ennen luntolin putkessa??				
21	NOMAK 2*2*0.5	VAK		TE11 (Väorajoitus pölyä, ennen vohtioventtiiliä)							
22	NOMAK 2*2*0.5	VAK		TE12 (Energiaarajoitus meno)							
23	NOMAK 2*2*0.5	VAK		TE13 (Käyttöarajoitus meno)			0-10V Iol 24V (on/off)				
24	NOMAK 2*2*0.5	VAK		TY1 vohtioventtiili			uusi luntolin				
25	NOMAK 2*2*0.5	VAK		PE2 imuosine			uusi luntolin				
26	NOMAK 2*2*0.5	VAK		PE3 Paine kompressorin jälkeen			Imuainekytkin				
27	KUAA 2*0.5	VAK		PIA2			Tulopainekytkin				
28	KUAA 2*0.5	VAK		PIA3			Tilatiedot, pumputte, kompressorille yms.				
29	NOMAK 8*2*0.5	VAK		ML Rynnäkkäus			Ohjaukset kompressorille ja pumputte(2kpl)				
30	NOMAK 8*2*0.5	VAK		ML Rynnäkkäus			Sähköntoimitus impulsitulos				
31	NOMAK 2*2*0.5	VAK		SPK (Energialabron väkerto, VAK:n viivessä)							
32											
33											
34											
35											
36											
37											
38											
39											
40											
41											
42											
43											
44											
45											
46											
47											
48											
49											
50											

ML_automatio_kaapeliluettelo_jari_korke_UNI2013

30.3.2013

Maalämpöpumppu järjestelmän automatio kaapeliluettelo MAMK / Energiolaboratorio

Suunn. Jari Rikstedt
 Piirt. Jari Rikstedt
 Tark. Jari Rikstedt
 Kokoamispaikka ONI/JRÖKSD
 Lehti 1/2
 Pivutus n:o SAH 1
 Sähköpostiosoite
 Päivä 30.03.2013

Rakennusautomaatiojärjestelmän kytkentäkuvat

Alakeskus AK102 (17)

Muutos	Päivämäärä	Muutoksen sisältö	Suunnittelija
	22.11.2013	Alkuperäinen suunnitelma	

 Jeni Koikkalainen Juvantie 26 50170 Mikkelä etunimi.sukunimi@schneider-electric.com	Kohde:
	Projektinimi:
	Projektinumero:

Mittaus- ja ohjaujärjestelmän kytkentäkuvat

dts.	TUNNUKSEN OSAT				TEKSTIN OSAT				FYYSISET 22										FIKTIIVISET 6															
	osa1	osa2	osa3	osa4	vaikutusalue	laite	lisätietä	yksikkö	paikka	ohjau	indikointi	hälyys	mittaus	asetusarvo	impulssi	aikajohdinta	ohjau	indikointi	hälyys	rsritäh.	rajahäl.	älärajuh.	ylärajuh.	mittaus	käyntäaika	säätö	anturitu	käyttöaste	ohjeistettava	klipi	laite			
1	OP_	MLP01-TE1																																
2	OP_	MLP01-TE2																																
3	OP_	MLP01-TE3																																
4	OP_	MLP01-TE4																																
5	OP_	MLP01-TE5																																
6	OP_	MLP01-TE6																																
7	OP_	MLP01-TE7																																
8	OP_	MLP01-TE8																																
9	OP_	MLP01-TE9																																
10	OP_	MLP01-TE10																																
11	OP_	MLP01-TE11																																
12	OP_	MLP01-TE12																																
13	OP_	MLP01-TE13																																
14	OP_	MLP01-PE2																																
15	OP_	MLP01-PE3																																
16	OP_	MLP01-TV1																																
17	OP_	MLP01-PU01																																
18	OP_	MLP01-KOP																																
19	OP_	MLP01-HP																																
20	OP_	MLP01-LP																																
21	OP_	MLP01-PIA1																																
22	OP_	MLP01-PIA2																																
23																																		
24																																		
25																																		
26																																		
27																																		
28																																		
29																																		
30																																		



Mittaus- ja ohjaujärjestelmän kytkentäkuvat

DI-MODUULIT (Indikoimihälytykset) Kytkettävään pisteeseen Tunnus Teksti	Moduulien kytkentäpaikat			Kaapeli 1		Kaapeli 2		Minne johdetaan		Tarkastettu Kytketty					
	Paikka	Mod.	Piste	Laitin	Pari nro tai johdin	Tyypin koko nro	Välilyöntipaikka ja liittimet	Tyypin koko nro	Pari nro tai johdin		Laitin	Kytkentäpaikka Ryhmäkeskus			
													1	2	3
OP_MLP01-FUD1_J	AK102	8	1	1	6 or 6 va	NOMAK2 8x2x0.5+0.5									
Indikaant. SetaKäy OP_MLP01-KOP_J	AK102	8	2	3	7 or 7 va							Ryhmäkeskus			
Indikaant. SetaKäy OP_MLP01-HP_J	AK102	8	3	5	8 or 8 va							Ryhmäkeskus			
Indikaant. SetaKäy OP_MLP01-LP_J	AK102	8	4	7	1 or 1 va	NOMAK3 4x2x0.5+0.5						Ryhmäkeskus			
Indikaant. SetaKäy OP_MLP01-PIA1_J	AK102	8	5	9								Ryhmäkeskus			
Indikaant. SetaKäy OP_MLP01-PIA2_J	AK102	8	6	11								Ryhmäkeskus			
Indikaant. SetaKäy	AK102	8	7	13											
Indikaant. SetaKäy	AK102	8	8	15											

Kytkentätaulukko AK102 (17) DI-moduulisivu 1/1

Työpöytämuutos 22.11.2013
Muutosversio a



Mittaus- ja ohjaujärjestelmän kytkentäkuvat

AI-MODUULIT (analogiamittaukset) Kytkentävian pisteen Tunnus Teksti	Moduulin kytkentäpaikat			Kaapeli 1		Kaapeli 2		Minne johdetaan		Tarkastettu
	Paikka	Mod.	Piste	Pari nro tai johdin	Tyyppi koko nro	Välilytkentä- paikka ja liittimet	Kaapeli 2 Tyyppi koko nro	Pari nro tai johdin	Kytkentäpaikka	
OP_MLP01-TE1_M	AK102	128	1	1 or 1 va	NOMAK1 8x2x0.5+0.5				1 Kenttälaite	
			2						2 Pinta-anturi TAC	
Analogiamittaus NTC OP_MLP01-TE2_M	AK102	128	2	2 or 2va					SITC110-200 anturi, pinta Lämp... 5123210000	
			3							
			4							
Analogiamittaus NTC OP_MLP01-TE3_M	AK102	128	3	3 or 3 va						
			4							
			5							
			6							
Analogiamittaus NTC OP_MLP01-TE4_M	AK102	128	4	4 or 4 va						
			5							
			6							
			7							
			8							
Analogiamittaus NTC OP_MLP01-TE5_M	AK102	128	5	5 or 5 va						
			6							
			7							
			8							
			9							
			10							
Analogiamittaus NTC OP_MLP01-TE6_M	AK102	128	6	6 or 6 va						
			7							
			8							
			9							
			10							
			11							
			12							
Analogiamittaus NTC OP_MLP01-TE7_M	AK102	128	7	7 or 7 va						
			8							
			9							
			10							
			11							
			12							
Analogiamittaus NTC OP_MLP01-TE8_M	AK102	128	8	8 or 8 va						
			9							
			10							
			11							
			12							
			13							
			14							
			15							
			16							

Kytkentätaulukko AK102 (17) AI-moduulisivu 1/2



Työpöytämuutos 22.11.2013
Muutosversio

Mittaus- ja ohjaujärjestelmän kytkentäkuvat

AI-MODUULIT (analogiamittaukset) Kytkettävään pisteeseen Tunnus Teksti.	Moduulin kytkentäpaikat		Kaapeli 1 Pari nro tai johdin		Tyypin koko nro	Kaapeli 2 Tyypin koko nro		Pari nro tai johdin	Minne johdetaan		Kytketty Tarkastettu
	Paikka	Mod.	Piste	Lilittin		Välilyönti- paikka ja liittimet	Lilittin		Kytkentäpaikka Kenttiläite		
OP_MLP01-TE9_M	AK102	129	1 2	1 or 1 va	NOMAK2 8x2x0.5+0.5						
Analogiamittaus NTC OP_MLP01-TE10_M	AK102	129	2 3 4	2 or 2 va						Kenttiläite	
Analogiamittaus NTC OP_MLP01-TE11_M	AK102	129	3 4 5 6	3 or 3 va						Kenttiläite	
Analogiamittaus NTC OP_MLP01-TE12_M	AK102	129	4 5 6	4 or 4 va						Kenttiläite	
Analogiamittaus NTC OP_MLP01-TE13_M	AK102	129	5 6 7 8	5 or 5 va						Kenttiläite	
Analogiamittaus NTC OP_MLP01-PE2_M	AK102	129	6 7 8	OP_MLP01-PE2_						Kenttiläite Vedenpainelähdein	
Analogiamittaus 0-20 mA OP_MLP01-PE3_M	AK102	129	7 8 9 10	OP_MLP01-PE3_						Kenttiläite Vedenpainelähdein	
Analogiamittaus NTC	AK102	129	11 12 13 14								
Analogiamittaus 0-20 mA	AK102	129	15 16								

Kytkentätaulukko AK102 (17) AI-moduulisivu 2/2



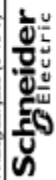
Työpöytämuutos 22.11.2013
Muutosversio a

Mittaus- ja ohjaujärjestelmän kytkentäkuvat

AO-MODUULIT (analogiohjaukset) Kytketävän pisteen Tunnus Teksti	Moduulien kytkentäpaikat			Kaapeli 1 Pari nro tai johdin		Tyypin koko nro	Välilyönti- paikka ja liittimet		Kaapeli 2 Tyypin koko nro	Pari nro tai johdin	Minne johdetaan			Kytketty Tarkastettu
	Paikka	Mod.	Piste	Lähtö	Tyypin koko nro		Lähtö	Kytkentäpaikka			Lähtö	Kytkentäpaikka		
OP_ML_P01-TV1_A	AK102	192	1	1 + 2 - G F1 4 -	1 or 1 vs 2 or 2 vs	NOMAK 2x2x0.5+0.5 OP_ML_P01-TV1_					3 1 2 1	Kytkentäpaikka Kenttälaite Ventilimootori Belimo Ventilimootori 24V AC/DC 0-1... HRYD24-SR		
Analogiohjaukset (0-10 V)	AK102	192	2	3 + 4 -										
Analogiohjaukset (0-10 V)	AK102	192	3	5 + 6 -										
Analogiohjaukset (0-10 V)	AK102	192	4	7 + 8 -										
Analogiohjaukset (0-10 V)	AK102	192	5	9 + 10 -										
Analogiohjaukset (0-10 V)	AK102	192	6	11 + 12 -										
Analogiohjaukset (0-10 V)	AK102	192	7	13 + 14 -										
Analogiohjaukset (0-10 V)	AK102	192	8	15 + 16 -										
Analogiohjaukset (0-10 V)														

Kytkenätaulukko AK102 (17) AO-moduulisivu 1/1

Työpiirustus 22.11.2013
Muutosversio



12.2.2014

060G2103 - Product specifications - Danfoss



060G2103

AKS 33 is a pressure transmitter that measures a pressure and converts the measured value to a 4-20 mA output signal. The output signal is adapted to the controls in the ADAP-KOOL® Refrigeration contro...

- > Product specifications
 - > Approvals & certificates (4)
 - > Contact
- > Code number selector
 - > Literature (9)



Characteristic	Value
Type	AKS 33
Weight	0,198 Kg
- common	Pin 2
+ supply	Pin 1
Accuracy, max. +/- FS [%]	0,30 %
Accuracy, typical +/- FS [%]	0,3 %
Adjustment, zero point and span	No
Ambient temperature range [°C]	-40 - 85 °C
Ambient temperature range [°F]	-40 - 185 °F
Approval	ATEX, C UR, CSA, GOST POCC
Approval note	Ex II 3G Ex-nA IIA T3
Approval standard	6957179
Approval standard	E227388
Approval standard	E33024
Compensated temperature range [°C]	0 - 80 °C
Compensated temperature range [°F]	32 - 176 °F
EAN number	570342095982
Electrical connection type	Pg 9, EN 175301-803-A, Male and Female
Enclosure rating	IP65
Flash diaphragm	No
Intrinsically safe	No
Medium temperature range [°C]	-40 - 85 °C
Medium temperature range [°F]	-40 - 185 °F
Non-linearity BPSL ±FS [%]	0,20 %
Output signal type	4 - 20 mA
Max. overload pressure [bar]	50,0 bar
Max. overload pressure [psi]	726 psi
Pack format	Multi pack
Pressure connection	NPT 1/4-18
Pressure connection standard	ANSI/ASME B1.20.1
Pressure connection type	NPT - 1/4-18 Male
Pressure range [bar]	-1,00 - 34,00 bar
Pressure range [psi]	-14,50 - 493,00 psi
Pressure unit reference	Gauge (relative)
Pulse snubber	No
Quantity per pack format	14 pc.
Max. response time [ms]	4 ms
Specification key	AKS 33
Supply voltage [V d.c.]	10,00 - 30,00 V