

Jani Hyvönen

MYYMÄLÖIDEN (KAHDEN S-
MARKET MYYMÄLÄN)
KYLMA-LAITTEIDEN
LAUHDUKSEN SEKÄ
LAUHDELÄMMÖN
TALTEENOTON
SÄÄTÖPROSESSIN VERTAILU
Opinnäytetyö

Opinnäytetyö
Talotekniikka


Huhtikuu 2010




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences	Opinnäytetyön päivämäärä 15.4.2010				
Tekijä(t) Jani Hyvönen	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Talotekniikka, LVI				
Nimeke Myymälöiden (kahden S-Market myymälän) kylmälaitteiden lauhdutuksen sekä lauhdelämmön talteenoton säätöprosessien vertailu.					
Tiivistelmä Työssä tutkittiin Jyväskylässä sijaitsevien S-market Savelan ja S-market Säynätsalon kylmälaitteiden lauhdutuksen ja lauhdelämmön talteenoton säätöä. Tutkimuksen alkuperäinen tarkoitus oli tutkia, onko kannattavampaa säätää järjestelmää kylmälaitteen lauhtumispaineen eli nykyisen säädön vai järjestelmässä kiertävän liuoksen lämpötilan mukaan. Mittaukset suoritettiin LVI-insinööritoimisto Lindroos Oy:n toimistolla käyttäen Keskimaan keskitettyä rakennusautomaatiojärjestelmää sekä Jyvä-Jäältä saatuja kylmälaitteiden sähkönkulutustietoja. Mittauksissa todettiin, että molemmissa kohteissa järjestelmän tämänhetkinen säätö on kannattavampi eli säätö kylmälaitteen lauhtumispaineen mukaan. Mittauksia kannattaa suorittaa pidemmällä aikavälillä sekä kaikkina vuodenaikoina, jotta saadaan tarkempia ja laajempia tuloksia sekä mahdollisesti uusia parannusehdotuksia. Mittausten aikana havaittiin, että S-market Savelassa yksi lauhdeverkoston takaiskuventtiileistä oli asennettu väärin päin. Tämän asennusvireen takia ei kaikkiin mittauksiin saatuja todellisia arvoja ja osa mittauksista on epäluotettavia. Kaikkia S-market Säynätsalon mittauksia ei saatu suoritettua, koska rakennusautomaatiojärjestelmässä oli vika, joka esti lämpötilasäädön käyttämisen.					
Asiasanat (avainsanat) Kylmätekniikka, lauhdelämpö, lämmöntalteenotto, myymälä					
Sivumäärä 33+27	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Kieli</td> <td style="width: 50%;">URN</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Suomi</td> <td></td> </tr> </table>	Kieli	URN	Suomi	
Kieli	URN				
Suomi					
Huomautus (huomautukset liitteistä)					
Ohjaavan opettajan nimi Aki Valkeapää	Opinnäytetyön toimeksiantaja Insinööritoimisto Lindroos Oy				

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Date of the bachelor's thesis 15.4.2010
Author(s) Jani Hyvönen	Degree programme and option Building services	
Name of the bachelor's thesis Comparing Supermarkets (two S-market) refrigeration condenser heat recovery and condensation processes		
Abstract <p>Research objectives were S-market Savela and S-market Säynätsalo, located in Jyväskylä, refrigeration condenser heat recovery and condensation control. The original purpose of this research was to examine whether the system more profitable to provide the refrigerant condensing, current adjustment, or system of circulating the solution according to the temperature.</p> <p>Measurements were carried out in the office of Lindroos Oy, using the Keskimaa's building automation system and by using Jyvä-Jää from the refrigeration equipment electricity consumption data.</p> <p>In measurements was found that in both places the current control system is profitable, adjusting the refrigerant condensing. Measurements should be carried out in the longer term and in all seasons in order to obtain more accurate and more results as well as any new suggestions for improvement.</p> <p>During the measurements showed that the S-market Savela backpressure valve was installed backwards. Installation of this stance because not all the measurements obtained from the actual values and some of the measurements are unreliable. All the S-market Säynätsalo's measurements are not carried out from, because the building automation system was wrong, which prevented the use of temperature control.</p>		
Subject headings, (keywords) Refrigerating technique, condensate heat, heat recovery, shop		
Pages 33+27	Language Finnish	URN
Remarks, notes on appendices		
Tutor Aki Valkeapää	Bachelor's thesis assigned by Lindroos Oy	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	3
2	MYYMÄLÖIDEN KYLMÄLAITTEET JA LÄMMÖNTARVE.....	4
2.1	Myymälöiden lämmöntarve.....	4
2.2	Myymälöiden energiankulutus	5
2.3	Myymälöiden kylmälaitteiden sähköenergiankulutus	6
2.4	Kylmälaitteiden hankinta- ja käyttökustannukset.....	8
2.5	LVISK- järjestelmien keskitetyt ohjaus- ja valvontajärjestelmät.....	8
3	MYYMÄLÖIDEN KYLMÄLAITTEIDEN LAUHDUTUSLÄMPÖ JA LAUHDELÄMMÖN TALTEENOTTO.....	9
3.1	Lauhdutuslämpö	9
3.2	Lauhdutuslämmön hyödyntäminen	9
3.3	Lauhdutuslämmön talteenottojärjestelmien tyypit	10
3.3.1	Suora lauhdutus.....	10
3.3.2	Rinnankytketyt lauhduttimet.....	10
3.3.3	Sarjaan kytkettävät lauhduttimet.....	11
3.3.4	Välillinen lauhdutus	12
4	TUTKITTAVAT KOHTEET	14
4.1	S-market Säynätsalo	14
4.1.1	Kylmälaitteiden lauhdutus ja lauhdelämmön talteenotto.....	15
4.2	S-market Savela	16
4.2.1	Kylmälaitteiden lauhdutus ja lauhdelämmön talteenotto.....	18
5	TUTKITTAVAT SÄÄTÖPROSESSIT	19
5.1	Lauhdeverkostojen säätö Keskimaan kiinteistöissä.....	19
5.2	Säätöpiirien tutkiminen ja tavoitteet	21
6	MITTAUKSET	22
6.1	Mittalaitteet.....	22
6.2	Mittausten suoritus.....	22
7	MITTAUSTEN ANALYSOINTI , KÄSITTELY JA JOHTOPÄÄTÖKSET.....	23
7.1	S-market Savela	23
7.2	S-market Säynätsalo	26
8	POHDINTA	28

9 LÄHTEET.....29

LIITTEET

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia kahden S-marketin kylmälaitteiden lauhdutuksen sekä lauhdelämmön talteenoton säätötapoja. Tutkittavat kohteet olivat Jyväskylässä sijaitsevat S-market Savela ja S-market Säynätsalo. Tutkittavat kohteet ovat samankaltaiset, S-market Savela on vain suurempi ja sen lämmöntalteenottojärjestelmä on hieman erilainen.

Mittaustietojen keräykseen ja taltiointiin käytettiin Keskimaan keskitettyä rakennusautomaatiojärjestelmää sekä Jyvä-Jää Oy:n keskitettyä kylmälaitteiden hallintajärjestelmää. Keskimaan automaatiojärjestelmän etäkäyttöyhteys saatiin Lindroosin toimistolle, josta tarvittavat mittaukset suoritettiin. Jyvä-Jäältä saatiin tarvittavat kylmälaitteiden sähkötehot.

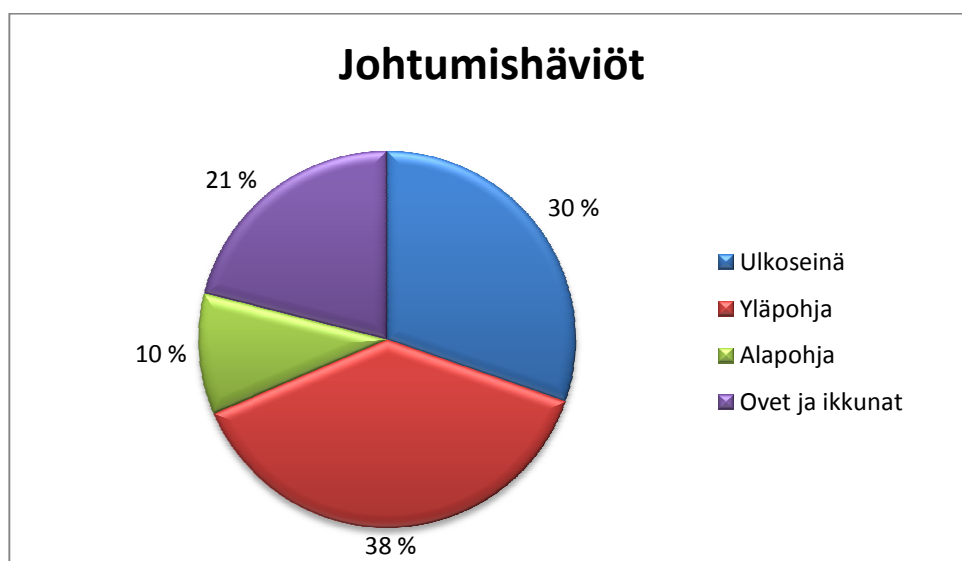
Tutkimus suoritettiin LVI-insinööritoimisto Lindroos Oy:lle. Tavoitteena työssä oli löytää paras säätötapa siten, että lauhteesta saataisiin mahdollisimman paljon lämpöä talteen kiinteistön lämmitykseen ja samalla kylmälaitteet toimisivat mahdollisimman hyvällä hyötysuhteella. Tutkimuksessa selvitettiin mittauksilla, onko nykyinen kylmälaitteen lauhtumispaineeseen perustuva säätötapa taloudellisesti kannattavin. Toisena vaihtoehtona tutkittiin mittauksilla liuoksen lämpötilaan perustuvaa säätötapaa. Keskimaan kylmälaitteille ei vastaavaa tutkimusta ole aikaisemmin suoritettu. Tutkimuksen tavoite oli myös pyrkiä mahdollisesti parantamaan nykyistä järjestelmän säätötapaa tai ainakin todeta, että nykyinen säätötapa on toimivin ratkaisu.

2 MYYMÄLÖIDEN KYLMÄLAITTEET JA LÄMMÖNTARVE

Myymälät, kuten muutkin rakennukset, tarvitsevat lämmitystä pysyäksään lämpöisenä. Myymälöissä olevat kylmälaitteet lisäävät lämmityksen tarvetta. Kylmälaitteet lisäävät myös huomattavasti myymälän sähkönkulutusta. Ne saattavat kuluttaa jopa puolet rakennuksen kokonaissähkönkulutuksesta. Kylmälaitteiden käyttökustannuksiin vaikuttaa huomattavasti sen hankintakustannukset sekä kylmäjärjestelmän ohjaus- ja valvontajärjestelmä.

2.1 Myymälöiden lämmöntarve

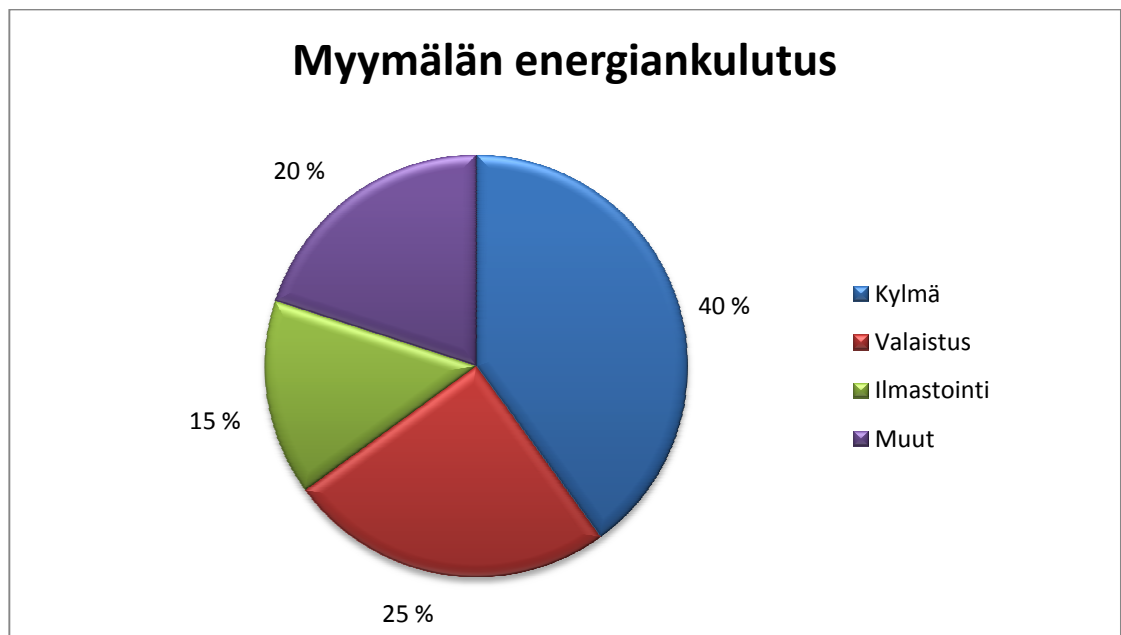
Myymälöissä lämmöntarve koostuu pääasiassa samoista tekijöistä kuin muissa rakennuksissa. Lämpöä häviää johtumisena rakennuksen ikkunoiden, seinien sekä ylä- ja alapohjan läpi. Vuotoilma, joka tarkoittaa rakennuksen vaipassa olevista raoista ja aukoista sekä lastaus- ja kulkuovista tulevaa ilmaa, aiheuttaa myös lämpöhäviöitä. Lisäksi lämmitysenergiaa tarvitaan ilmanvaihdon ja käyttöveden lämmitykseen. Myymälöissä olevat kylmäkalusteet ja kylmätilat lisäävät rakennuksen lämmöntarvetta. Toisaalta kylmälaitteiden lauhdelämpöä voidaan hyödyntää rakennuksen lämmityksessä. Rakennuksen sisäiset lämpökuormat, muun muassa kylmälaitteet, valot ja ihmiset, tuottavat lämpöenergiaa. Kuvassa 1 on esitetty johtumishäviöt S-market Savelassa. /1/



KUVA 1. Johtumishäviöt S-market Savelassa.

2.2 Myymälöiden energiankulutus

Myymälöiden kokonaisenergiakulutus kostuu pääasiassa kylmälaitteista, ilmastoinnista, lämmityksestä ja valaistuksesta. Näistä kylmälaitteet ovat suurin energian kuluttaja, ne kuluttavat yleensä 35–50% kokonaisenergiasta. Kuvassa 2 on esitetty esimerkki myymälän energiankulutuksesta. Kuvasta nähdään, että kylmälaitteet kuluttavat suuren osan rakennuksen kokonaisenergiakulutuksesta. Valaistuksen osuus on noin neljäsosa energiankulutuksesta. Muut energiankulutuksen kohta sisältää lämmityksen, käyttöveden ja jäähdytyksen. Lämmityksen energiakulutukseen vaikuttaa rakennuksen sijainti, lämmitysjärjestelmä ja ilmanvaihdon lämmöntalteenottojärjestelmä. Kylmälaitteista saadaan lauhdelämpöä talteen, jota voidaan käyttää myös lämmitykseen. /1, 2/

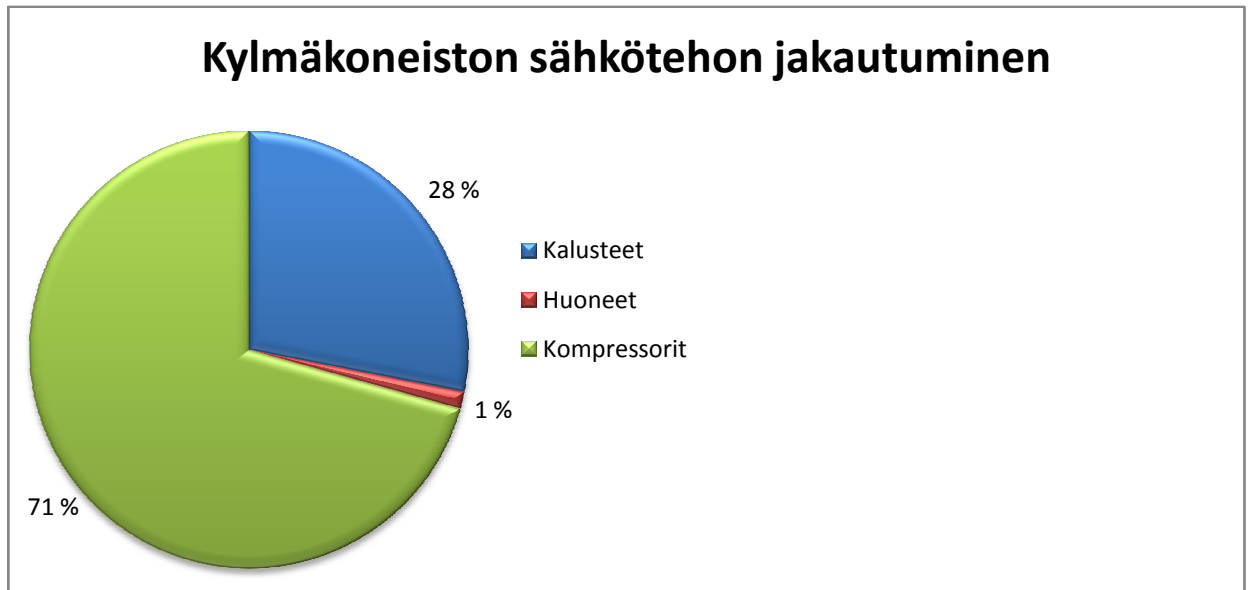


KUVA 2. Myymälän kokonaisenergiakulutuksen jakautuminen /3/.

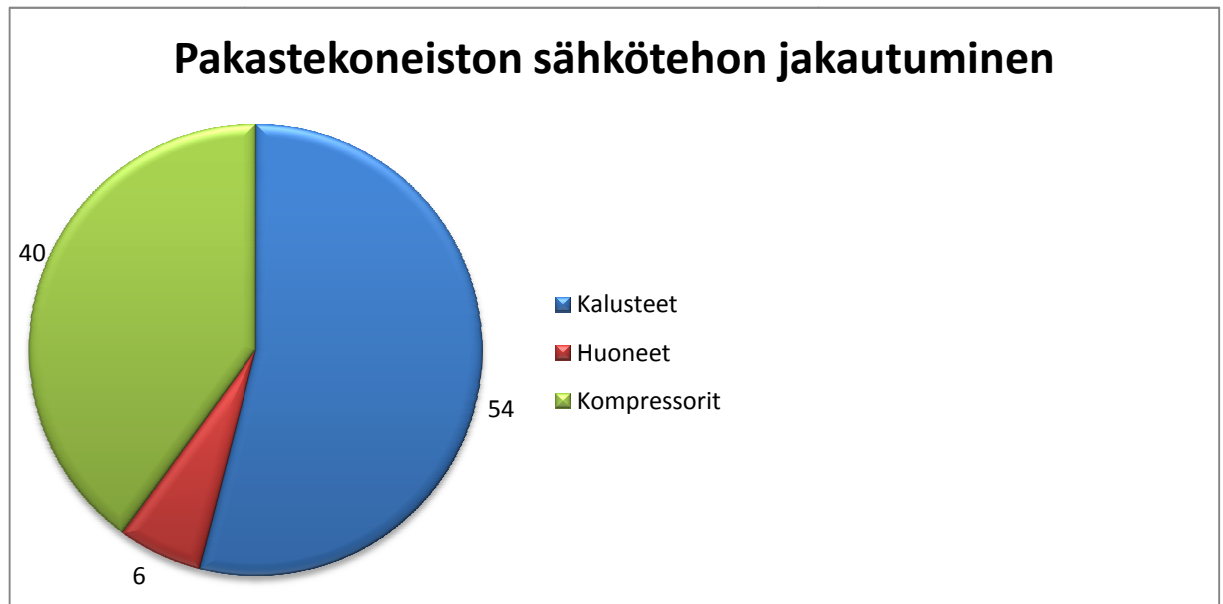
2.3 Myymälöiden kylmälaitteiden sähköenergiankulutus

Kylmälaitteiden ominaisuudet vaikuttavat niiden energiankulutukseen. Avoimet kalusteet kuluttavat huomattavasti enemmän energiaa kuin ovelliset kalusteet ja korkeat avohyllyt enemmän kuin altaat. Myös pakastekalusteet kuluttavat enemmän energiaa kuin kylmäkalusteet. Kalusteiden energiankulutukseen vaikuttaa myös ilmanjakoelimiin paikka ja puhallussuunta sekä valaisimien paikka. Jos kylmäkalusteeseen kohdistuu ulkoista lämpökuormaa, joutuu kalusteen kylmäkone tuottamaan enemmän kylmää pitääkseen tuotteet kylminä ja näin ollen se kuluttaa enemmän energiaa. Myymälöissä on suurin jäähdytystehontarve aamulla, kun tavara tulee kaappoihin ja kalusteet täytetään. Kalusteissa voidaan käyttää liikkeen kiinni ollessa yöverhoja, jotka pienentävät ulkoisia lämpökuormia. Kylmälaitteen ohjaus- ja säätöjärjestelmän tulee olla oikein säädetty, jotta laite ei kuluta ylimääräistä energiaa. Esimerkiksi 2900m²:n kokoinen myymälä, jossa on pakaste- ja kylmävarastoja 140m² ja pakaste- ja kylmäkalusteita noin 140 metriä, kuluttaa sähköä vuodessa noin 740MWh. Tästä voidaan hyvällä ohjaus- ja säätöjärjestelmällä säästää noin 15% sähkön kokonaiskulutuksesta. /1, 2, 4/

Kuvassa 3 on esitetty S-market Säynätsalon kylmäkoneiston sähkötehon tarpeen jakautuminen ja kuvassa 4 pakastekoneiston sähkötehon tarpeen jakautuminen. Kylmäkoneistoissa kompressori on suurin sähkön kuluttaja, kun taas pakastekoneistoissa kalusteet kuluttavat eniten sähköä. Kalusteiden ja huoneiden sähkönkulutus koostuu höyrystimien puhaltimista, valoista, lämpölangoista ja sulatuksesta. Kylmäkalusteita on S-market Säynätsalossa noin 71 hyllymetriä ja kylmähuoneiden tilavuus on noin 116m³. Pakastekalusteita on noin 40 hyllymetriä ja pakastehuoneiden tilavuus on noin 17m³. Kylmäkoneiston sähkötehon tarve on noin 130 kW ja jäähdytystehon tarve 180 kW. Pakastekoneiston sähkötehotarve on noin 74 kW ja jäähdytystehon tarve noin 25 kW. Luvuista voi päätellä, että pakastelaitteet kuluttavat suhteellisesti huomattavasti enemmän sähköä kuin kylmälaitteet. Tämä johtuu suurelta osalta siksi, että suuri osa pakastekalusteista on avonaisia ja laitteen on pidettävä lämpötila alempana kuin kylmäkalusteissa. Pakastekalusteiden sähkönkulutusta lisää suurempi sulatus.



KUVA 3. S-market Säynätsalon kylmäkoneiston sähköntehon tarpeen jakautuminen.



KUVA 4. S-market Säynätsalon pakastekoneiston sähköntehon tarpeen jakautuminen.

2.4 Kylmälaitteiden hankinta- ja käyttökustannukset

Kylmälaitteiston hankinta- ja käyttökustannukset vaihtelevat huomattavasti. Oletetaan kylmälaitteiston hankintahinnaksi 300 000€. Tämän kokoluokan laitteisto kuluttaa vuodessa energiaa yli 67 000€:n edestä. Eli kylmälätoksen kokonaiskustannuksissa käyttö maksaa huomattavasti enemmän kuin hankinta. Jos laitteisto toteutetaan energiaa säästävällä tekniikalla, hankintahinta nousee arviolta 5...10 %. Energiaa säästävällä tekniikalla voidaan käyttökustannuksissa säästää arviolta 20...30 %. Kylmälaitoksen hankinnassa on näin ollen kannattavaa sijoittaa hankintakustannuksiin, koska silloin säästetään huomattavasti käyttökustannuksissa. Energiaa säästävällä tekniikalla hankintakustannuksiin menevä ylimääräinen sijoitus maksaa näin ollen itsensä takaisin noin 1-2-vuodessa. /2/

2.5 LVISK- järjestelmien keskitetyt ohjaus- ja valvontajärjestelmät

Keskitetyn ohjaus- ja valvontajärjestelmän tehtävänä on huolehtia LVISK- laitteiden oikeasta toiminnasta siten, että asetetut tavoitearvot saavutetaan mahdollisimman energiatehokkaasti. Lisäksi järjestelmän tehtävänä on helpottaa huolto- ja kunnossapitotöitä, paikallistaa hälytykset ja virhetoiminnot sekä välittää ne edelleen teknisestä kiinteistönhoidosta vastaaville henkilöille. Keskitetty ohjaus- ja valvontajärjestelmä koostuu yleensä valvomolaitteistosta ja siihen tiedonsiirtoyhteydellä kytketyistä paikallisista alakeskuksista kenttälaitteineen. Järjestelmään kytkettyjen antureiden ja lähettimien mittaustulosten perusteella alakeskukset ohjaavat eri LVISK- prosessien venttiileitä, pumppuja, puhaltimia jne. Kaukovalvonnan ansiosta laitteiden toimintaa voidaan valvoa keskitetysti ilman että tarvitsee olla paikan päällä. Samoin järjestelmällä voidaan kerätä ja tallentaa historiatietoa LVISK- järjestelmien toiminnasta ja käyttäytymisestä. /2/

3 MYYMÄLÖIDEN KYLMÄLAITTEIDEN LAUHDUTUSLÄMPÖ JA LAUHDELÄMMÖN TALTEENOTTO

Kylmälaitteista saadaan lauhdutuslämpöä, jota voidaan käyttää rakennuksen lämmitykseen. Myymälöissä on paljon kylmälaitteita, joten niistä on saatavilla paljon lauhdutuslämpöä. Lauhdutuslämpöä hyödynnetään yleensä ilmanvaihtoon ja lattialämmitykseen. Lauhdutuslämmön talteenotossa on erilaisia järjestelmiä. Suorassa lauhdutuksessa lauhdutuslämpö johdetaan suoraan lämmitettävään tilaan tai ulos. Järjestelmä voi olla rinnan- tai sarjaan kytketty. Nykyään on yleistynyt välillinen lauhdutus, jossa lauhdepiirissä kiertävänä aineena ei olekaan kylmäaine vaan liuos.

3.1 Lauhdutuslämpö

Kylmälaitoksen lauhdutuslämpö koostuu kolmesta eri osatekijästä, tulistuslämmöstä, varsinaisesta lauhdutuslämmöstä sekä alijäähdytyslämmöstä. Suurin osa lauhdelämmöstä on varsinaista lauhdelämpöä. Sen osuus on noin 80...90 % koko lauhdutuslämmön määrästä. Tulistuslämmön osuus on noin 10...20 % ja alijäähdytyksen noin 0...5 %. Osuudet vaihtelevat riippuen kylmäaineesta. Myymälöistä vapautuvasta lauhdelämmöstä noin 85 % saadaan kaupan kylmiöpuolen kylmälaitteista ja noin 15 % pakastepuolen kylmälaitteista. /1, 6/

3.2 Lauhdutuslämmön hyödyntäminen

Lauhdutuslämmön hyödyntämisen edellytyksenä on riittävän suuri jäähdysteho ja lähes ympärivuotinen rakennuksen lämmityksen tarve. Suuremmissa myymälöissä nämä edellytykset toteutuvat. Lauhdutuslämmön talteenoton suunnittelussa pitää ottaa huomioon suunniteltavan kohteen lämmön ja kylmän tarve. Pieniin kylmäkoneisiin ei kannata rakentaa erillistä lauhdutuslämmön talteenottojärjestelmää, vaan se voidaan johtaa suoraan ulos tai tilaan, missä on lämmitystarvetta. Suunnitellun järjestelmän tulee olla myös varmatoiminen ettei se vaaranna laitoksen toimintavarmuutta. Jos kaikkea lauhdutuslämpöä ei pystytä järkevästi käyttämään, voidaan järjestelmä mitoitaa siten, että osa lauhdelämmöstä ajetaan ulkolauhduttimelle.

Myymälöiden lauhdutuslämpöä voidaan käyttää useaan eri kohteeseen. Yleisin käyttökohde on ilmanvaihto, jossa lauhdelämpö voidaan ohjata poistoilmaan, suoraan tuloilmaan tai kiertoilmaan. Lauhdutuslämpöä voidaan myös käyttää lattialämmitykseen ja käyttöveden lämmitykseen. Koska suurin osa lauhdutuslämmöstä saadaan varsinaisesta lauhdelämmöstä (lämpötila usein alle 40 °C), on lämmön käyttö suurelta osin rajoittunut ilmanvaihdon ja lattialämmityksen lämmittämiseen. Tulistuslämpö voi olla jopa 70 °C, mutta sen osuus lauhdelämmöstä on niin pieni, että siitä ei saada taloudellista hyötyä. Lauhtumislämpötilaa saadaan nostettua nostamalla lauhtumispainetta, mutta samalla kylmäkoneen hyötysuhde (kylmäkerroin) putoaa huomattavasti. Yhden (1) Kelvinin muutos höyrystymis- tai lauhtumislämpötilassa vaikuttaa kylmäkertoimeen noin 3 % /1, 4/

3.3 Lauhdutuslämmön talteenottojärjestelmien tyypit

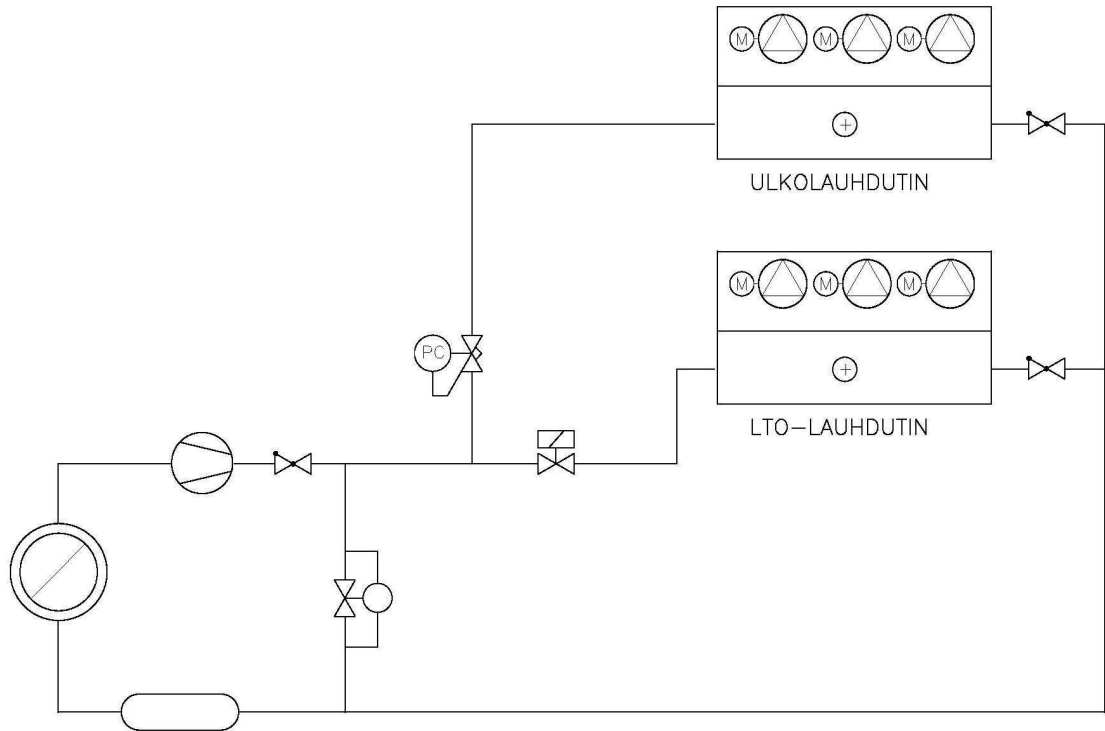
3.3.1 Suora lauhdutus

Suorassa lauhdutuksessa lauhdelämpöä on mahdollista käyttää lähinnä vain tuloilman lämmittämiseen. Tällöin tuloilmajärjestelmään asennetaan LTO-lauhdutin, jolla tuloilmaa lämmitetään. Lauhdutin voidaan asentaa myös suoraan lämmitettävään tilaan. Kompressorista saatavan höyryn tulistuksen jäädytyksestä saatavaa lämpöä on myös mahdollista käyttää hieman käyttöveden esilämmittämiseen, mutta lainsäädännön takia lämmöntalteenoton välissä joudutaan käyttämään välipiiriä, jonka takia investointikustannukset kasvaa, hyötysuhde huononee sekä käyttöveden lämpötilataso alentuu. Suora lauhdutus sopii hyvin myymälöihin, koska lämmitettävän ilmamäärän osuus on suuri ja käyttöveden osuus pieni. / 1, 6, 7/

3.3.2 Rinnankytketyt lauhduttimet

Rinnankytketyssä järjestelmässä LTO-lauhdutin ja ulkolauhdutin on kytketty eri piiriin (kuva 5). Järjestelmässä termostaatti ohjaa magneettiventtiiliä lämmitystarpeen mukaan. Kun lauhtumispaineensäädin avautuu, magneettiventtiili menee kiinni ja lauhdutus tapahtuu kokonaan ulkolauhduttimella. Kun käytetään molempia lauhduttimia yhtä aikaa, lauhdutuspainneiden erot lauhduttimissa aiheuttavat ongelmia. Paine-

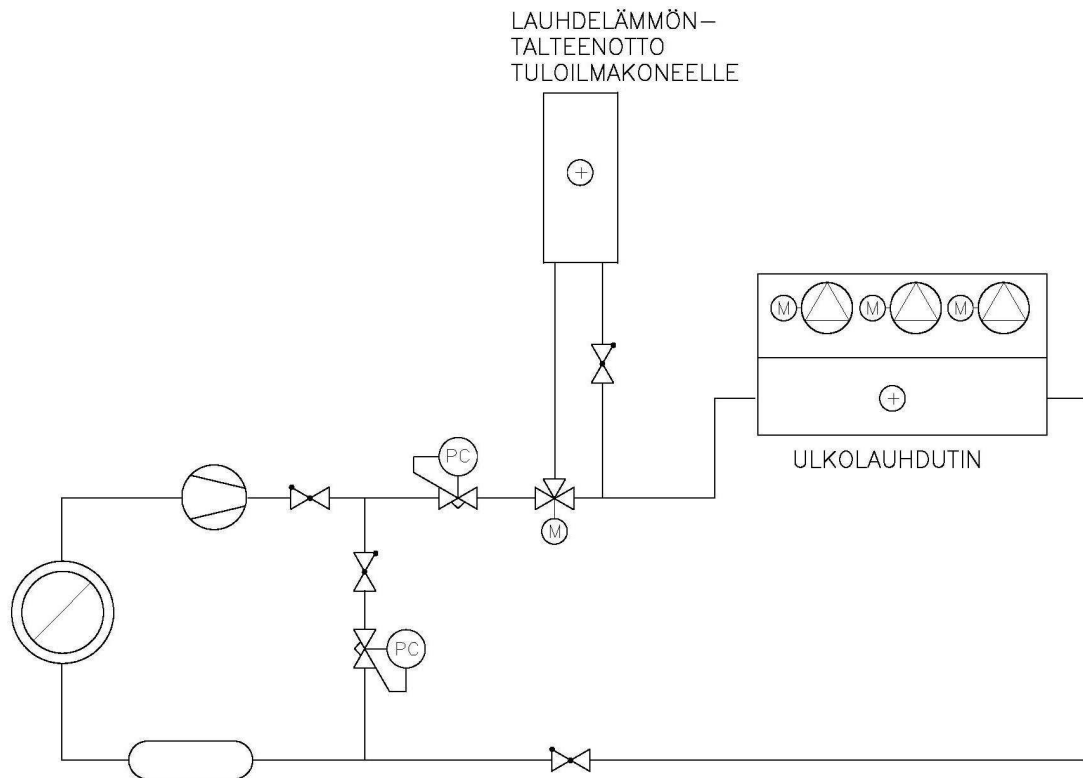
erot johtuvat piirin erilaisista painehäviöistä ja ympäristöolosuhteista. Samanlaisilla paineilla saataisiin varmistettua jatkuva ja tasainen virtaus molemmilta lauhduttimilta. Koska lauhduttimia joudutaan käyttämään vuorotellen, LTO-lauhdutin täytyy mitoittaa koko koneiston lauhdutusteholle. /1/



KUVA 5. Periaatekuva rinnan kytketystä lauhduttimesta.

3.3.3 Sarjaan kytkettävät lauhduttimet

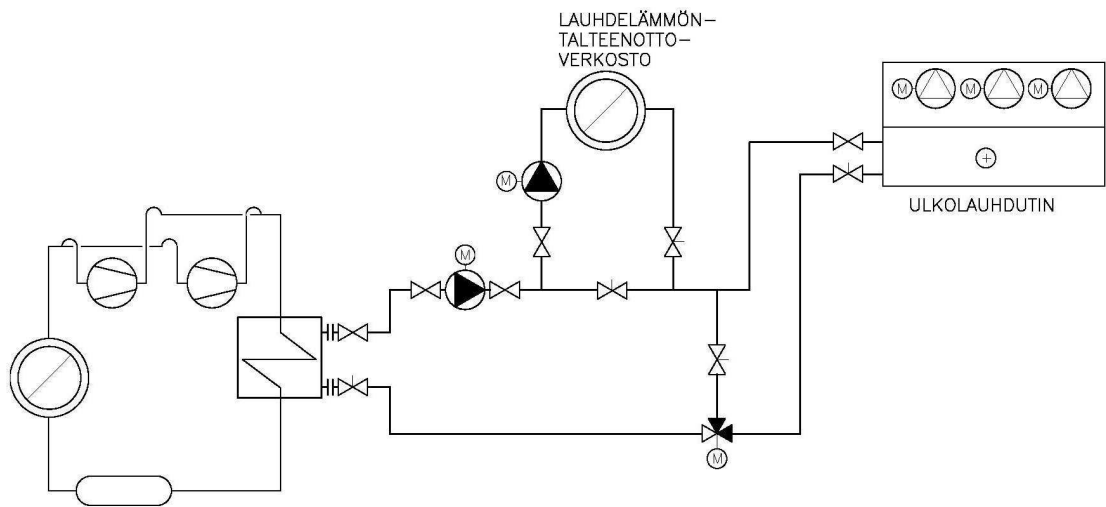
Sarjaan kytketyssä lauhduttimessa on lämmöntalteenottolauhdutin ja ulkolauhdutin kytketty samaan piiriin (kuva 6). Jos lämmitystarvetta ei ole, voidaan LTO-lauhdutin ohittaa säätöventtiilien avulla. Ulkolauhdutin on aina käytössä, joten kiertävä aine menee aina sen läpi, vaikka LTO-lauhdutin toimisi täydellä teholla. Jos LTO-lauhdutinta ei tarvita, menee lauhtumaton kuumakaasu suoraan ulkolauhduttimelle ja lauhdutus tapahtuu siellä. Jos taas LTO-lauhdutin on käytössä, kuumakaasu muuttuu nesteeksi ja virtaa näin ollen nesteenä ulkolauhduttimelle. Sarjaan kytkemisen haittana on, että kokonaispainehäviö on suurempi kuin rinnan kytkennässä. /1/



KUVA 6. Periaatekuva sarjaan kytketystä lauhduttimesta.

3.3.4 Välillinen lauhdutus

Välillinen lauhdutuslämmön talteenottojärjestelmä on muuten samalla periaatteella toimiva järjestelmä kuin sarjaan tai rinnan kytketty järjestelmä, mutta kiertävä aine ei ole kylmäaine vaan väliaine (kuva 7). Välillisessä lauhdutuksessa kylmäkoneen lauhdeesta saatava lämpö siirretään omalla lämmönsiirtimellä väliaineeseen, joka kiertää järjestelmässä. Kylmäkoneessa kiertää edelleen kylmäaine. Järjestelmässä kiertävä väliaine voi olla vesi tai liuos. Tutkittavat kohteet ovat välillisiä järjestelmiä, joissa käytetään 40 %:sta vesi/propyleeniglykoliliuosta. Välillisen lauhdutuksessa etuna on pienempi kylmäainetäyttö kuin suorassa lauhdutuksessa sekä rinnan- ja sarjaan kytketyssä järjestelmässä sekä lämmöntalteenoton hyötysuhde on parempi. Myös lauhde­lämmön hyödyntäminen on välillisessä helpompaa, koska lauhdutuslämpöä pystytään hyödyntämään vapaammin eri käyttötarkoituksiin. Välillisessä lauhdutuksessa kylmä­aineen virtaus lauhduttimelta nestevaraajalle on tasaisempaa ja näin ollen pitkät etäi­syudet eivät aiheuta ongelmia ja käyttö on varmempaa. /1, 6/



KUVA 7. Periaatekuva välillisestä lauhdutuksesta.

4 TUTKITTAVAT KOHTEET

Tutkittavat kohteet ovat S-market Savela ja S-market Säynätsalo. Molemmat myymälät sijaitsevat Jyväskylässä. Kohteet ovat pääpiirteittäin samanlaiset, S-market Savela on hieman isompi ja sen yhteydessä on Posti. Myymälöiden kylmäjärjestelmät ovat myös hyvin samanlaiset. Ainoa suurempi ero on S-market Savelassa oleva alijäähdytys, jota S-market Säynätsalossa ei ole.

4.1 S-market Säynätsalo

S-market Säynätsalo on Jyväskylän taajamassa oleva vuonna 2007 valmistunut päivittäistavarakauppa. Rakennuksen bruttoala on 1687m² ja tilavuus 10426m³. Rakennuksessa on 980 m²:n kokoinen myymälä sekä lisäksi toimistoja, sosiaalitytöt, vastaanotto-tila, kylmiö, pakaste, purkauslaituri ja pullohuone. Myymälän pinta-ala on 978m², varasto- ja sosiaalitytojen pinta-ala on 210m² ja pullohuoneen pinta-ala 55m². Rakennuksen 2.kerroksessa on 188,5m²:n kokoinen ilmanvaihtokonehuone, johon on sijoitettu myös kaupan kylmälaitteet.

S-market Säynätsalon lämmittämiseen käytetään kaukolämpöä. Lämmönsiirrin sijaitsee ilmanvaihtokonehuoneessa. Rakennuksen lämmitys on toteutettu lattialämmityksellä sekä ilmalämmityksellä. Kylmälaitteista saatavaa lauhdelämpöä käytetään lattialämmitykseen, kylmäalueiden (ns. sokkelipuhallukseen), tuloilmakoneille sekä tuulikaapin ja pullonpalautushuoneen edustojen lumensulatukseen. Kesällä lauhdelämpöä käytetään ainoastaan kylmäalueen sokkelipuhallukseen. Kesällä lumensulatuspiiriä voidaan rajoitetusti käyttää lauhdutukseen. Tuulikaapit lämmitetään erillisillä kiertoilmapuhaltimilla, KIK1, KIK2 ja KIK3:lla. Rakennuksessa on kaksi kylmiötä, myymälän puolella sijaitseva kylmiö sekä purkauslaiturilla sijaitseva jätekylmiö. Kylmiöiden tilavuus on yhteensä noin 116 m³. Vastaanottotilassa sijaitsevan pakastehuoneen tilavuus on noin 17m³. Myymälän puolella olevien kylmäkalusteita on noin 71 hyllymetriä ja pakasteita noin 40 hyllymetriä. Rakennuksessa on kaksi kylmäkoneikkoa. Toinen koneikko on kylmiöitä ja kylmäkalusteita varten ja toinen pakaste-tiloja ja pakastekalusteita varten. Kylmiöiden kylmäkoneikon jäähdytysteho on 180 kW ja pakastepuolen kylmäkoneikon jäähdytysteho 25 kW. Koneikot on kytketty rinnan samaan lauhdutusverkostoon ja niiden kokonaislauhdutustehon tarve on 380 kW.

Kiinteistössä on kaksi tuloilmakonetta. Tuloilmakoneiden maksimi ilmamäärä on yhteensä noin 3,3 m³/s. Tuloilmakone TK1 palvelee myymälää. Koneessa on suodatus, pyörivä lämmöntalteenotto, lauhdelämmön talteenottopatteri sekä lämmityspatteri. Myymälän ilmanvaihdon lisäksi konetta käytetään myymälätilojen ilman lämmitykseen. Koneen ilmamäärää ohjataan sekä myymälän lämmöntarpeen että hiilidioksidi pitoisuuden mukaan. Tuloilmakone TK2 palvelee toimisto- ja sosiaalitiloja. TK2 on muuten samanlainen kuin TK1, mutta kone toimii vakio ilmamäärällä eikä sitä käytetä ilman lämmittämiseen. Päätuulikaappiin puhalttaa oma kiertoilmakone KK1, jonka ilmamäärä on noin 2,0 m³/s. Kylmäalueen lämmitystä varten on oma kiertoilmakone KK2, jonka ilmamäärä on noin 2,0 m³/s. KK2 toimii ns. sokkelipuhalluskoneena, jolloin lämmin ilma puhalletaan kylmäkalusteiden alta (sokkelista) kaupan kylmäalueelle. KK2:n lämmityspatteri on liitetty kylmlaitteiden lauhdeverkostoon. Riittävän puhalluslämpötilan saavuttamiseksi KK2:n lauhdelämpö johdetaan kylmlaitteiden tulistussiirtimen kautta. Likaisten tilojen ilman poistoon on erilliset huippumurit. Tuloilmakoneiden TK1 ja TK2 kaaviokuvat löytyvät liitteestä yksi (1) ja kaksi (2) sekä kiertoilmakoneen KK2 kaaviokuva liitteestä kolme (3).

S- Market Säynätsalon LVISK- laitteiden säätö, ohjaus ja valvonta on toteutettu Honeywellin Excel-800 DDC alakeskuksilla, jotka on liitetty Keskimaan Osk:n keskitettyyn kiinteistövalvontajärjestelmään. Järjestelmän päävalvomo sijaitsee Keskimaan Osk:n kiinteistöosastolla Kauppakatu 24:ssa, jonne kaikki hälytykset ohjautuvat.

4.1.1 Kylmlaitteiden lauhdutus ja lauhdelämmön talteenotto

Kuten muissakin Keskimaan Osk:n S-marketeissa, S-market Säynätsalon kylmlaitteiden lauhdutus on toteutettu välillisellä lauhdutuksella. Sekä pakkas- että kylmäpuolen kylmäkoneikkojen lauhdutussiirtimet on kytketty rinnan samaan lauhdeverkostoon. Lämmönsiirtoaineena verkostossa on 40%-vesi/propyleeniglykoliliuos. Lauhdeverkosto on mitoitettu lämpötiloille +42/36°C ulkolämpötilalla +30°C. Lisäksi sekä pakkas- että kylmäpuolen koneikot on varustettu hätäjähdytys siirtimillä. Hätäjähdytys siirtimiä käytetään normaali lauhdutuspiirin vikatilanteissa johtamalla kylmää vesi-johtovettä siirtimien läpi viemäriin. Hätäjähdytys siirtimiä käytetään tarvittaessa myös normaalin lauhdutuksen lisälauhduttimina mitoitusolosuhteiden ylittyessä (esim. ulkolämpötila yli +30°C). Kylmäpuolen koneikoilla on lisäksi tulistuss siirtimet.

Lauhdeverkostossa on rinnan kytketyt pääpumput LT1PU1 ja LT1PU2, joista toisen kierroslukua säädetään taajuusmuuttajalla. Toinen pumpuista käy aina siten, että taajuusmuuttujapumppua käytetään talvella (ulkolämpötilan vuorokausikeskiarvo alle +5°C) ja vakiokierroslukupumppua kesällä. Pumput toimivat myös toistensa varapumppuina. Lisäksi verkostossa on kolmas pumppu LT1PU3, joka kierrättää lauhteen tulistussiirtimien kautta kylmäalueen kiertoilmakoneelle KK2. LT1PU3 toimii nk. ”ryöstöpumppu” periaatteella palauttaen liuoksen takaisin KK2:lta pääpiiriin. Myös pumppu LT1PU3 käy aina. Pääpumput pumppaavat kylmäkoneiden lauhdutussiirtimillä lämmentyneen vesi-glykoliliuoksen lauhdutuspiiriin. Liuos johdetaan ensin lämmön talteenottoon, jonka jälkeen se ohjataan tarvittaessa 3-tieventtiilin LT1TV1 ohjaamana vesikatolla sijaitseville ulkolauhduttimille. Järjestelmässä on kaksi ulkolauhdutinta joissa molemmissa kuusi lauhdutinpuhallinta. Ulkolauhduttimet toimivat siten, että molemmista lauhduttimista käy aina yhtä monta puhallinta. Ulkolauhduttimilta liuos palaa venttiilin LT1TV1 kautta takaisin pääpumpuille ja edelleen kylmäkoneikojen lauhdutussiirtimille.

Lauhdepiirin lämpöä käytetään kylmäalueiden ns. sokkelipuhallukseen, tuloilmakoneille sekä lattialämmitykseen. Lattialämmitysverkoston on liitetty myös päätuulikaapin sekä pullopalautushuoneen edustojen lumensulatus. Kesähelteillä lumensulatuspiiriä voidaan tarvittaessa käyttää myös lyhytaikaiseen lisälauhdutukseen, jolloin ylimääräinen lauhdelämpö johdetaan maahan. Lauhdelämpöä käytetään hyväksi pääasiassa talvella, koska kesäisin lämmitystarve on vähäistä. Kesällä lauhdutislämpöä käytetään ainoastaan kylmäalueen sokkelipuhallukseen. Lauhdepiirin kaaviokuva löydyy liitteestä neljä (4) ja lattialämmitysverkoston kaaviokuva liitteestä viisi (5).

4.2 S-market Savela

S-market Savela on vuonna 2009 valmistunut päivittäistavarakauppa Jyväskylän keskustan lähistöllä. Myymälän bruttoala on 2939m² ja tilavuus 15447m³. Rakennus koostuu myymälästä, Postista, varasto- ja sosiaalituloista sekä kahdesta ilmastointikonehuoneesta. Myymälän pinta-ala on 1774 m², varasto- ja sosiaalitulojen pinta-ala on 388 m², Postin pinta-ala on 231 m² sekä pullonpalautuksen pinta-ala 56,8 m². Suurempi ilmastointikonehuone sijaitsee rakennuksen ensimmäisessä kerroksessa ja sen

pinta-ala on 243,5 m². Toinen 90m²:n kokoinen ilmastointikonehuone sijaitsee rakennuksen toisessa kerroksessa.

S-market Savelan LVI-järjestelmät ovat hyvin samanlaiset kuin S-market Säynätsalossa, kokoluokka vain on suurempi. Myös S-market Savela on liitetty kaukolämpöön ja rakennuksen lämmitykseen käytetään lattia- ja ilmalämmitystä. Kiertoilmakoneita on yhteensä 6 kpl. Kuten S-market Säynätsalossa, tuloilmakoneita on 2 kpl, joiden yhteenlaskettu maksimi ilmamäärä on noin 5,5 m³/s. Tuloilmakone TK1 palvelee myymälää ja TK2 Postia sekä toimisto- ja sosiaalituloja. TK2:ssa on Säynätsalosta poiketen myös pyörivä lämmöntalteenotto sekä vesipatterijäähdytys. Lisäksi Postin ja toimistojen tilat on jäähdytetty vesikiertoisilla puhallinkonvektoreilla. Jäähdytystä varten ilmastointikonehuoneessa on vapaajäähdytyksellä varustettu vedenjäähdytyskone VJ1, jonka teho on 37 kW. Vedenjäähdytyskonetta ja vapaajäähdytystä hyödynnetään myös myymälän pakkaspuolen kylmäkoneiden alijäähdytykseen. Kylmäalue lämmitetään kiertoilmakoneella KK1, jonka ilmamäärä on 2,5 m³/s. Tuloilmakoneen TK1 ja TK 2 kaaviokuvat löytyvät liitteistä kuusi (6) ja seitsemän (7), kiertoilmakoneen kaaviokuva liitteestä kahdeksan (8) ja vedenjäähdytyskoneen kaaviokuva liitteestä yhdeksän (9).

Rakennuksessa on myymälän puolella oleva kylmäterminaali, jonka yhteydessä erillinen kalakylmiö. Pakastehuone sijaitsee varastossa. Kylmiöiden tilavuus on noin 249 m³ ja pakasteen tilavuus noin 54 m³. Myymälässä on noin 107 hyllymetriä kylmiöitä sekä noin 80 hyllymetriä pakastealtaita. Myös S-market Savelassa on kaksi kylmäkoneikkoa. Kylmäpuolen koneikon jäähdytysteho on 215 kW ja pakkaspuolen 55 kW. Koneikkojen yhteenlaskettu lauhdutustehon tarve on 620 kW. Kylmälaitteista saatava lauhdelämpöä käytetään lattialämmitykseen, kylmäalueiden ns. sokkelipuhallukseen, iv-koneille sekä lumensulatukseen. Lumensulatus on liitetty lattialämmityksen kanssa samaan verkostoon. Lumensulatus on jaettu neljään eri piiriin, joista kaksi lämmittää pääsisäänkäynnin edustaa, yksi pullopalautushuoneen edustaa ja yksi toisen sisäänkäynnin edustaa. Kuten S-market Säynätsalossa, S-market Savelan LVISK-laitteiden säätö, ohjaus ja valvonta on toteutettu Honeywell'in DDC-järjestelmällä, joka on liitetty Keskimaan keskitettyyn kiinteistövalvontajärjestelmään.

4.2.1 Kylmälaitteiden lauhdutus ja lauhdelämmön talteenotto

Säynätsalon tapaan Savelan kylmälaitteiden lauhdutus on toteutettu välillisellä lauhdutusella. Lauhdeverkosto muutenkin on hyvin samanlainen mutta lauhdutusteho on huomattavasti suurempi, noin 1.6-kertainen. Erona Säynätsaloon on myös se, että tuloilma lämpöä käytetään sokkelipuhalluksen lisäksi lattialämmitykseen. Lisäksi pakkaupuolen koneikko on varustettu alijäähdetyssiirtimellä, jonka lauhdutukseen hyödynnetään vedenjäähdytyskonetta VJ1 ja sen vapaajäähdytystä. Lauhdepiirin kaaviokuva löytyy liitteestä kymmenen (10) ja lattialämmitysverkoston kaaviokuva liitteestä yksitoista (11).

5 TUTKITTAVAT SÄÄTÖPROSESSIT

Nykyään Keskimaan lauhdeverkostojen säätö on toteutettu säätämällä järjestelmää joko kylmälaitteen lauhtumispaineen mukaan tai kylmälaitteelle palaavan liuoksen lämpötilan mukaan. Säätöpiiri toimii muuten samalla tavalla molemmilla säätötavoilla. Työn tarkoituksen oli tutkia, kumpi näistä järjestelmistä on kannattavampi.

5.1 Lauhdeverkostojen säätö Keskimaan kiinteistöissä

Kaikissa Keskimaa Osk:n Sokos- ja Prisma-tavarataloissa, S-marketeissa sekä ABC-liikennemyymälöissä kylmäkoneiden lauhdutus on nykyään toteutettu välillisellä lauhdutuksella. Vain joissakin pienemmissä Sale-myyvälöissä käytetään edelleen suoraa lauhdutusta. Ensimmäiset välilliset lauhdutusjärjestelmät Keskimaalla toteutettiin Jyväskylän Seppälän Prismaan vuonna 1990. Samoihin aikoihin Keskimaalle alettiin rakentaa myös keskitettyä kiinteistövalvontajärjestelmää ja LVISK-laitteiden säädössä siirryttiin ohjelmoitavaan DDC-tekniikkaan.

Vuodesta 1990 lähtien lauhdutuspiiri ja lauhdelämmön talteenotto on periaatteessa toteutettu samalla tavalla. Suurimmat muutokset on tämän jälkeen tehty automatiikan toimintaan. Muutoksia on ohjannut tarve lisätä kylmälaitteiden käyttövarmuutta ja tarve hyödyntää lauhdelämpöä entistä enemmän rakennusten lämmitykseen. Lauhdepiirin ensisijainen tehtävä on huolehtia kylmäkoneiden riittävästä lauhdutuksesta. Sekä Savelassa että Säynäsalossa lauhdepiirien laitteet on liitetty iv-konehuoneen DDC-alakeskukseen (Honeywell'in Excel-800), jonka tehtävä on huolehtia siitä, että järjestelmä toimii automaattisesti suunnitellulla tavalla.

Automaatiojärjestelmän säätöohjelma muodostuu useista eri säätöpiireistä. Yksi säätöpiiri ohjaa pumpun LT1PU1 käydessä pumpun kierroslukua kylmäkoneilta lähtevän vesi-glykoliliuoksen lämpötilan mukaan. Tämän säätöpiirin tarkoitus on vähentää pumppauskuluja kuormituksen ollessa alhainen ja huolehtia siitä, ettei liuosta turhaan kierrätetä lauhesiirtimien läpi. Järjestelmän pääsäätöpiiri taas huolehtii kylmäkoneiden riittävästä lauhdutuksesta ohjaamalla sarjassa lauhdeverkoston 3-tieventtiiliä LT1TV1 sekä ulkolauhduttimien lauhdutuspuhaltimien käyntiä. Lauhdutustarpeen kasvaessa avautuu ensin venttiili LT1TV1 ja sen jälkeen käynnistyvät lauhdutinpuhal-

timet. Säynätsalossa lauhdutinpuhaltimia ohjataan portaittain ja Savelassa portaattomasti taajuusmuuttajan avulla. Jotta liuos lauhtuisi molemmissa lauhduttimissa yhtä paljon, ohjataan lauhdutinpuhaltimia siten, että molemmista lauhduttimista käy aina yhtä monta puhallinta. Jos ulkoilma lämpötila ylittää mitoitus raja-arvon ja kaikki lauhdutinpuhaltimet ovat käynnissä, avautuvat tarvittaessa hätäjähdytyslaitteiden magneettiventtiilit MV1 ja MV2.

Edellä kuvattujen säätöpiirien lisäksi lauhdepiirin toimintaan liittyvät oleellisesti kaikkien lauhdelämpöä hyödyntävien LVI-järjestelmien toimintaa ohjaavat säätöpiirit. Nämä säätöpiirit huolehtivat siitä, että lauhdelämpöä otetaan talteen ensimmäisenä portaana aina kun lämpöä tarvitaan, kuitenkin siten, ettei lauhdeverkoston lämpötilataso laske liian alas. Jos liuoksen lämpötila pääsee laskemaan alle $+17^{\circ}\text{C}$, kylmäkoneet menevät todennäköisesti häiriöön (matalapaineesta laukaisee).

Perinteisesti lauhdeverkoston pääsäätöpiiri on toteutettu siten, että kylmäkoneiden lauhdutussiirtimille palaavan liuoksen lämpötila pidetään halutussa arvossaan (esim. $+30^{\circ}\text{C}$) ohjaamalla liuospiirin 3-tieventtiiliä ja lauhdutinpuhaltimia. Näin on toteutettu myös kaikkien Keskimään vuosina 1990–2003 rakennetut välilliset lauhdutukset. Tämän säätötavan etuna on, on että liuospiirin lämpötilataso pysyy vakaana ja se voidaan helposti nostaa niin, että lauhdelämpöä pystytään käyttämään tehokkaammin rakennuksen lämmitykseen. Haittapuolena tässä on se, että liuoksen lämpötilan nousu huonontaa kylmäkoneiden hyötysuhdetta ja kylmäkoneet kuluttavat enemmän sähköä. Jos lämpötilatasoa nostetaan paremman lämmöntalteenoton toivossa liian ylös, lisääntyvät kylmäkoneiden korkeapaineesta johtuvat häiriötilanteet. Kylmäkoneiden kannalta lämpötilaan perustuva säätö on myös liian hidas aiheuttaen kylmäkoneiden lauhtumispaineen huojumisen.

Viime vuosina yleistynyt pääsäätöpiirin säätötapa on ohjata prosessia suoraan kylmäkoneiden lauhtumispaineen mukaan. Tämä säätötapa on otettu käyttöön myös Keskimään kiinteistöissä. Säätöpiirin toiminta on muuten identtinen liuoksen lämpötilaan perustuvan säädön kanssa, mutta ohjaavana suureena on korkein kylmäkoneiden mitatuista lauhtumispaineista. Lauhdutustehoa ohjataan siten, että paine pysyy halutussa arvossa, esim. 15 bar:ssa. Tämä säätötapa on kylmälaitteen kannalta paras, koska paineen ollessa optimaalinen, on kylmälaitteen hyötysuhde paras mahdollinen ja sitä vähemmän se kuluttaa energiaa sekä sitä varmemmin se toimii. Toisaalta mitä alhaisem-

pana lauhtumispaine pidetään, sitä alhaisempi on myös liuoksen lämpötilataso ja sitä huonommin se on hyödynnettävissä rakennuksen lämmitykseen.

5.2 Säättöpiirien tutkiminen ja tavoitteet

Sekä Savelassa että Säynätsalossa DDC-järjestelmän säätöohjelmat on toteutettu siten, että pääsäättöpiirin säätösuureksi voidaan kiinteistövalvomosta valita joko liuoksen lämpötila tai vaihtoehtoisesti kylmäkoneiden lauhtumispaine. Tällä hetkellä molempien kiinteistöjen lauhdepiiriä ohjataan kylmäkoneiden lauhtumispaineen mukaan. Yhtenä työn tarkoituksena oli tutkia, miten kumpikin säätötapa vaikuttaa lauhtumispa-neisiin ja säätötavan vaikutusta kylmäkoneiden sähkön kulutukseen. Lisäksi tutkittiin mitä vaikutusta säätötavalla on liuoksen lämpötilatasoon ja sitä kautta lämmöntal-teenoton hyötysuhteeseen.

Tällä hetkellä säätöohjelma toimii siten, että säätötavasta riippumatta valittu säätösuu-re pidetään aina asetellussa vakioarvossa. Toisena työn tavoitteena oli yrittää tutkia, onko kokonaisenergiatalouden kannalta järkevämpää, ettei asetusarvoa pidetäkään vakiona, vaan sitä muutetaan jonkun toisen mitatun suureen (esim. ulkolämpötila) mukaan. Kolmantena tehtävänä oli tutkia S-market Savelan alijäähdytyksen toimintaa sekä sen vaikutusta kylmälaitteiden toimintaan sekä lämmöntalteenottoon.

6 MITTAUKSET

Mittauksissa käytettiin Keskimaan keskitettyä rakennusautomaatiojärjestelmää sekä Jyvä-Jää Oy:n keskitettyä kylmälaitteiden hallintajärjestelmää. Rakennusautomaatiojärjestelmä saatiin asennettua Lindroosin toimistolle, josta tarvittavat mittaukset suoritettiin. Jyvä-Jäältä saatiin kylmälaitteiden sähkönkulutukset.

6.1 Mittalaitteet

Mittaukset suoritettiin Keskimaan keskitetyllä rakennusautomaatiojärjestelmällä sekä Jyvä-Jään Oy:n keskitetyllä kylmälaitteiden hallintajärjestelmällä. Keskimaan keskitetty rakennusautomaatiojärjestelmään kytkettiin selainpohjainen etäkäyttöyhteys Lvi-Insinööritoimisto Lindroosin toimistolle. Yhteys mahdollisti kylmälaitteiden lauhdepiirien säätöarvojen ja asetusten muuttamisen S-market Savelaan ja S-market Säynät-saloon. Mittauksia varten ei tarvinnut asentaa uusia antureita vaan mittalaitteina toimivat kohteiden DDC- järjestelmiin liitetyt anturit ja lähettimet.

6.2 Mittausten suoritus

Mittaukset suoritettiin Lvi-Insinööritoimisto Lindroosin toimistolla. Mittaukset suoritettiin maaliskuun lopussa sekä huhtikuun alussa, viikoilla 12-14. Keskimaa Osk:n rakennusautomaatiojärjestelmässä on mahdollista tallentaa mittaus- tms. tietoja ns. "trend"-raportteihin. Näiden "trendien" avulla järjestelmien käyttäytymistä voidaan tutkia ja analysoida jälkeenpäin halutulta aikaväliltä. Työssä tarvittavia mittauksia varten järjestelmään ohjelmoitiin yhteensä 10 kpl "trend"-raportteja, 5 kumpaankin kiinteistöä varten. "Trendien" määrittely ei ollut mahdollista tehdä käytössä olleella etäkäyttöyhteydellä, vaan niiden määrittelyt ja käyttöönotto oli tehtävä Keskimaa Osk:n keskusvalvomossa. Toimistolta käsin pystyttiin rakennusautomaatiojärjestelmään tekemään asetusarvon tms. muutoksia ja seurata muutosten vaikutuksia kylmälaitteiden lauhdutukseen ja lauhdelämmön talteenottoon. Osittain mittausten analysointia rajoittaa mittaustenaikainen ulkolämpötila. Sää rajoitti mittauksia siten, että alle -10°C:en ja yli +10°C:en ulkolämpötiloilla järjestelmien käyttäytymisestä ei voitu tehdä johtopäätöksiä

7 MITTAUSTEN ANALYSOINTI , KÄSITTELY JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Mittaukset saatiin suurimmaksi osaksi suoritettua onnistuneesti. Mittausten laajuutta rajoitti S-market Savelassa havaittu takaiskuventtiilin asennusvirhe sekä S-market Säynätsalon mittauksia haitannut ohjelmiston ominaisuuden puute. Mittausten perusteella päästiin kuitenkin haluttuihin päätelmiin sekä tulevaisuutta ajatellen mahdollisia lisätutkimuksen aiheita löytyi.

7.1 S-market Savela

Ensimmäisenä tavoitteena oli tutkia lauhdutusverkoston pääsäättöpiirin toimintaa. Tarkoituksena oli tutkia, kumpi säätötapa on kannattavampi, lauhdutus kylmäkoneiden lauhtumispaineen vai liuoksen lämpötilan mukaan. Tätä varten määriteltiin ”trend”-raportti, johon oli liitetty ulkolämpötila, liuoksen lämpötilat eri kohdista verkostoa, kylmäkoneiden lauhtumispaineet sekä lauhdeverkoston 3-tieventtiilin asento. Liitteen kaksitoista (12) mukaisessa ”trend”-tulosteessa näkyy kylmäkoneiden lauhtumispaineet, kun säätö tapahtui korkeamman lauhtumispaineen mukaan. Mittausaikana lauhtumispaineen asetusarvo oli 15,5 bar. Mittauksissa PE2 on kylmäpuolen kylmäkoneen lauhtumispaine ja PE3 pakkaspuolen kylmäkoneen lauhtumispaine. Liitteessä kolmetoista (13) on liuospiirin lämpötilojen vaihtelu samalta ajanjaksolta. Korkeampi lämpötila TE1 on kylmäkoneiden siirtimiltä lähtevän liuoksen lämpötila ja matalampi TE2 niille palaavan liuoksen lämpötila. Liitteissä neljätoista (14) ja viisitoista (15) on vastaavat paineet ja lämpötilat, kun säätö tapahtuu kylmäkoneiden lauhdutussiirtimille palaavan liuoksen lämpötilan mukaan. Mittausten aikana lämpötilan asetusarvo oli +30°C.

Paineen mukaan säädettäessä kylmäpuolen kylmäkoneiden PE2 lauhtumispaine vaihteli välillä 13,95-15,55 bar ja pakkaspuolen PE3 lauhtumispaine välillä 13,50-14,65 bar. Tätä säätötapaa käytettäessä kylmäkoneilta lähtevän liuoksen lämpötila TE1 vaihteli 29,65-31,90 C°:en välillä ja kylmäkoneille palaavan liuoksen lämpötila TE2 välillä 27,40- 30,75C°. Lämpötilasäätöä käytettäessä vastaavat paineen vaihteluvälit olivat PE2:ssa 12,90-15,97 bar ja PE3:ssa 13,23-14,35 bar. Lämpötilat tässä säätömuodossa olivat TE1:ssa 29,05-32,20 °C ja TE2:ssa 27,90-30,20 °C.

Liitteitä kaksitoista (12) ja neljätoista (14) vertaamalla huomataan, että kylmäkoneiden lauhtumispaine pysyy selvästi tasaisempina säädettäessä lauhdutuspiiriä kylmäkoneiden lauhtumispaineen mukaan. Lämpötilan mukaan säädettäessä yöaikaan lauhdelämmöntarpeen olleessa vähäisempi, laskee lauhtumispaine huomattavasti päiväaikaa alemmas. Lämmöntalteenoton kannalta on positiivista, että liuoksen lämpötilataso pysyy riittävällä tasolla, kun säädetään paineen mukaan. Lämpötilasäädössä liuoksen lämpötilat pysyvät vakaampina, mutta on kuitenkin huomioitava, että varsinkin kylmäpuolen kylmäkoneiden lauhtumispaine nousee aika-ajoin jo lähelle korkeapaineen hälytysrajaa. Koska lauhdutusverkoston päätehtävä on huolehtia kylmäkoneiden riittävästä lauhdutuksesta ilman, että koneet menevät häiriötilaan, voidaan edellä kuvatun perusteella paineen mukaan tapahtuvaa säätötapaa pitää lämpötilan mukaan tapahtuva säätöä parempana.

Toisena tavoitteena oli selvittää, onko energiatalouden kannalta edullisempaa muuttaa säädön asetusarvoa säädettäväksi esim. ulkolämpötilan mukaan, kuin pitää asetusarvo vakiona (15,5 bar). Tätä varten tutkittiin lauhdutusverkoston 3-tieventtiiliä ja ulkolämpötilaa liittämällä ne samaan ”trendiin”. Tämän avulla oli tarkoitus määrittää, missä ulkolämpötilassa lämmöntalteenotto ei enää pysty lauhduttamaan kylmäkoneita riittävästi ja 3-tieventtiili alkaa avautua eli osa liuksesta pitää johtaa ulkolauhduttimelle. Lisäksi määriteltiin erilliset ”trendit” keräämään mittaustietoa kaikista lauhdelämpöä hyödyntävistä LVI-järjestelmistä: tuloilmakoneet TK1 ja TK2, sokkelipuhalluskone KK1 sekä lattialämmitysverkosto.

Liitteessä kuusitoista (16) olevasta mittauksesta nähdään, että Savelan S-marketissa lauhdetta alkaa ohjautua ulkolauhduttimelle jo noin -10°C:en ulkolämpötilalla. Mittausta verrattiin muihin Keskimään rakennusautomaatiojärjestelmään liitettyjä kiinteistöjen sekä vastaavaan S-market Säynätsalon mittaukseen. Vertaamalla selvisi, että Savelassa liuoksen ohjautuminen ulkolauhduttimille tapahtui muita kiinteistöjä alhaisemmalla ulkolämpötilalla. LVI-järjestelmiä tutkittaessa selvisi, ettei sokkelipuhalluskone pystynyt hyödyntämään lauhdelämpöä riittävästi saavuttaakseen tuloilman lämpötilan asetusarvonsa. Lattialämmitysverkosto otti myös jatkuvasti lisälämpöä kaukolämmöstä, vaikka lauhdapiirissä olisi ollut lämpöä saatavilla. Paikan päällä tehdyllä käynnillä selvisi, että yksi näitä palvelevan lauhdapiirin takaiskuventtiili oli asennettu väärin päin. Koska tätä asennusvirhettä ei ehditty korjata kohteen putkiurakoitsijan

toimesta mittausten suorituksen aikana, ei lauhteen ulosohjautumisen ja ulkolämpötilan välistä riippuvuutta voitu määritellä oikein.

Edellä mainitulla venttiilin asennusvirheellä ei todennäköisesti ole suurempaa merkitystä tutkittaessa sitä, millä ulkolämpötilalla lauhtumispaineen asetusarvoa kannattaisi alentaa. Liitteen seitsemäntoista (17) mittauksesta sekä liitteen kaksikymmentäkuusi (26) kaaviosta nähdään, että Savelan tuloilmakoneen TK1 käydessä sen lauhdepatterin 3-tieventtiili TK1TV2 on auki 100% ja myös TK1:n oman pyörivän lto:n ohjaus on 100% auki vielä noin +8°C:een ulkolämpötilalla. Joten jos lauhtumispaineen asetusarvoa alennettaisiin alle +8°C:een ulkolämpötilalla kylmäkoneiden kuluttaman sähköenergian säästämiseksi, pitäisi tuloilmakoneelle TK1 tuoda vastaavasti lisälämpöä kaukolämmöstä. Liitteestä kahdeksantoista (18) nähdään, kuinka lauhteen lämpötilataso laskee, kun lauhtumispaineen asetusarvoa alennetaan 15,5 bar:sta 13,5 bar:iin. Muutos tehtiin 29.3 klo 14. Liitteessä yhdeksäntoista (19) on Jyväsjää Oy:n kylmälaitteiden valvontajärjestelmästä tulostettu kylmäkoneiden ottama sähköteho samalta päivältä. Jyväsjäältä saatujen sähkötehojen mukaan kylmälaitteiden vuorokauden keskimääräinen sähköteho aleni noin 10% (8 kW). Koska liuoksen lämpötilatason lasku kuitenkin pudottaa TK1:n lauhdepatterista saatavaa lämmitystehoa paljon enemmän, ei paineen asetusarvon alentaminen alle +8°C:een ulkolämpötilalla ole järkevää. Tätä korkeammilla ulkolämpötiloilla järjestelmien toimintaa mittausten aikana voitu tutkia. Sen sijaan yöllä, kun TK1 ja TK2 ovat seis, lauhtumispaineen asetusarvoa kannattaa mahdollisesti laskea, edellyttäen että lämpötilataso pysyy riittävänä lattialämmityspiiriin. Takaiskuventtiilin asennusvirheen vuoksi tätä ei kuitenkaan voitu määritellä. Yöaikaisessa lauhtumispaineen laskussa tulee huomioida myös se, että kiinteistön lämmitykseen käytetään myös ilmalämmitystä, jolloin ulkolämpötilan laskiessa riittävästi, TK1 käy kiertoilmakäytöllä myös yöaikana. Toisaalta yöaikana tarvittava sähköntarve on myös paljon pienempi, koska kylmäkalusteiden verhot ovat alhaalla ja tehon tarve on pienempi.

Kolmantena tavoitteena oli tutkia Savelan alijäähdytystä. Savelassa alijäähdetyssiirrin on liitetty kiinteistön jäähdytysverkostoon. Alijäähdytys on päällä aina, ellei tuloilmakone TK2 tarvitse jäähdytystä, jolloin vedenjäähdytyskoneen teho ei enää riitä. Alijäähdetyssiirtimen lauhdelämpöä ei siis oteta talteen, vaan se johdetaan vedenjäähdytyskoneen ulkolauhduttimen kautta ulos – talvella vapaajäähdytyksellä ja kesällä koneellisesti. Alijäähdytys on edullista, koska se lisää kylmätehoa samalla teholla, kuin

mitä kylmäaineesta poistuu lämpöä. Savelassa alijäähdytys siirtimen teho on 16,3 kW. Alijäähdytys siis vähentää kylmäkoneiden kylmäntuottotarvetta Savelassa 16,3 kW, jolloin lauhdutustehontarve vähenee saman verran lisättynä tuon kylmätehon tuottamiseen tarvittavalla kylmäkoneiden sähköteholla. Esim. kylmäkertoimella 2,5 säästynyt sähköteho on noin 6,5 kW. Jos alijäähdytystä ei käytetä, lauhdutustehoa tarvitaan 23 kW. Tästä syystä alijäähdytys kannattaa ottaa pois päältä, kun kaikki lauhdelämpö otetaan talteen, jolloin sähkötehontarve lisääntyy 6,5 kW, mutta kaukolämpöä säästyy 23 kW. Toisin sanoen alijäähdytys siirtimen vesipuolen venttiili tulisi ohjata kiinni, kun TK2:n jäähdytysventtiili alkaa avautua (nykyinen ohjaus) sekä myös silloin, kun lauhdeverkoston 3-tieventtiili on kiinni (uusi ohjaus).

7.2 S-market Säynätsalo

S-market Säynätsalon lauhdutusverkoston pääsäättöpiirin toiminnan tutkimista varten rakennusautomaatiojärjestelmään määriteltiin samanlainen ”trend”-raportti kuin Savelaan. Liitteiden kaksikymmentä (20) ja kaksikymmentäyksi (21) mittauksista näkyy kylmäkoneiden lauhtumispaineet ja liuoksen lämpötilat, kun säätö tapahtui korkeamman kylmäkoneilta mitatun lauhtumispaineen mukaan. Myös Säynätsalossa lauhtumispaineen asetusarvo oli mittausaikana 15,5 bar. Paineen mukaan säädettäessä kylmäpuolen kylmäkoneiden lauhtumispaine vaihteli välillä 14,3-14,9 bar ja pakkaspuolen lauhtumispaine välillä 13,50-14,5 bar. Tätä säätötapaa käytettäessä kylmäkoneilta lähtevän liuoksen lämpötila vaihteli 29-31 C°:en välillä ja kylmäkoneille palaavan liuoksen välillä 27,5- 30,5C°. Savelaan verrattuna sekä liuoksen lämpötilataso että liuospiirin meno- ja paluulämpötilojen ero muuttuu selvästi riippuen siitä onko myymälä auki vai kiinni. Tämä johtuu siitä, että lämmöntalteenotto teho suhteessa lauhdutustehoon (Ito-hyötysuhde) on Säynätsalossa paljon suurempi kuin Savelassa. Ainakin osittain syynä tähän on Savelasta paljastunut asennusvirhe.

Säynätsalossa ei voitu tutkia lauhdutuksen toimintaa säädettäessä pääsäättöpiiriä liuoksen lämpötilan mukaan, koska etäkäyttöyhteydellä muutosta ei voitu tehdä. Joko kyseistä toimintaa ei ole ohjelmoitu kiinteistön automaatiojärjestelmään tai valvomon käyttöliittymägrafiikkaan tai toiminta on estetty etäkäyttöyhteyttä käytettäessä. Suoritetun mittauksen perusteella voidaan todeta, että Säynätsalossakin kylmäkoneiden lauhtumispaine pysyy lauhtumispaineen mukaan säädettäessä hyvin alle asetusarvon

ylärajan. Myös liuoksen lämpötilataso pysyy riittävällä tasolla lämmöntalteenottoa ajatellen.

Myös Säynätsalossa tutkittiin, mitä vaikutusta lauhtumispaineen asetusarvon muuttamisella on liuospiirin toimintaan ja kylmälaitteiden sähkönkulutukseen sekä sitä, millä ulkolämpötilalla se on edullista tehdä. Tätä varten määriteltiin samanlaiset trendit, kuin Savelassa. Liitteen kaksikymmentäkaksi (22) mittauksesta nähdään, että Säynätsalon S- Marketissa lauhdelämpöä otetaan talteen pääosin vielä n. +8°C:een ulkolämpötilalla, jolloin 3-tieventtiili avautuu enintään 20%. Liitteen kaksikymmentäkolme (23) mittauksesta sekä liitteen kaksikymmentäseitsemän (27) kaaviosta nähdään, että Säynätsalon tuloilmakoneen TK1 käydessä sen lauhdepatterin 3-tieventtiili TK1TV2 on auki 100% noin +8°C:een ulkolämpötilalla, jonka jälkeen venttiili alkaa ohjautua kiinni. TK1:n oma lto-roottori kuitenkin alkaa ohjautua pienemmille kierroksille jo alle 0°C:een ulkolämpötilalla. Säynätsalossa määräävässä asemassa ei niinkään ole tuloilmakone TK1 vaan TK2, jossa ei ole omaa poistoilman lämmöntalteenottoa. Kun TK2:n minimi sisäänpuhalluslämpötila on +16°C, tarvitaan lauhdelämpöä aina, kun ulkolämpötila on alle +15°C. Joten jos lauhtumispaineen asetusarvoa alennettaisiin alle +10°C:een ulkolämpötilalla kylmäkoneiden kuluttaman sähköenergian säästämiseksi, pitäisi ainakin tuloilmakoneelle TK2 tuoda vastaavasti lisälämpöä kaukolämmöstä.

Säynätsalon lauhtumispaineen asetusarvo muutettiin 15,5 bar:sta 13,5 bar:iin 29.3 klo 14. Liitteestä kaksikymmentäneljä (24) nähdään, että kylmäkoneilta palaavan liuoksen lämpötila putoaa muutoksen takia noin 5°C:sta, 25-25,5°C:een. Muutoksen aiheuttama kylmäkoneiden ottaman sähkötehon aleneminen näkyy liitteestä kaksikymmentäviisi (25). Jyvä-Jäältä saatujen sähkötehojen mukaan kylmälaitteiden vuorokauden keskimääräinen sähkönteho aleni noin 10% (5 kW). Koska Säynätsalossa kaukolämpöä tarvitaan kuitenkin suhteellisesti merkittävästi enemmän, paineen asetusarvon laskua ei kannata tehdä ainakaan alle +10°C:een ulkolämpötiloilla. Tätä korkeammilla ulkolämpötiloilla järjestelmien toimintaa ei työn aikana voitu tutkia.

8 POHDINTA

Saatujen mittaustulosten perusteella voidaan todeta, että nykyiset kylmäjärjestelmän säädöt toimivat S-market Savelassa ja S-market Säynätsalossa halutulla tavalla. S-market Savelassa lauhdeverkoston takaiskuventtiilin asennusvirheen takia ei todellisia mittaustuloksia saatu. S-market Säynätsalossa ei saatu lämpötilasäätö toteutettua, koska järjestelmässä oli ilmeisesti jotakin vikaa tai järjestelmään ei kyseisen muutoksen tekemistä ole ohjelmoitu. Nykyinen säätö järjestelmän kylmäkoneiden lauhtumispaineen mukaan todettiin olevan kuitenkin liuoksen lämpötilasäätöä parempi ratkaisu molemmissa kohteissa.

Tarkemmilla tutkimuksilla ja laskelmilla voitaisiin tutkia energiankulutusta näiden kahden säätötavan välillä, mutta siihen tarvittaisiin mittaukset pidemmältä aikaväliltä ja eri vuodenajoilta. Lauhtumispaineen mukaisen säädön etuna on kuitenkin se, että kylmälaitteiden häiriöt minimoidaan, kun paine on kylmälaitteen kannalta aina optimaalinen. Näiden mittausten perusteella ulkolämpötilan mukainen lauhtumispaineen säätö yöllä olisi mahdollisesti kannattavaa. Lisätutkimuksilla kannattaisi selvittää, millaisilla lämpötiloilla tämä säätötapa olisi taloudellisesti kannattavaa. Lisätutkimuksissa kannattaisi myös selvittää, onko mahdollista toteuttaa sama säätötapa myös päivällä, koska tässä tutkimuksessa ei olosuhteiden takia sitä saatu tutkittua. Energiansäästön kannalta olisi mahdollisesti kannattavaa, että alijäähdytystä ei kannattaisi silloin käyttää, kun kaikki lauhdelämpö otetaan talteen eikä lämpöä ajeta ulkolauhduttimille.

9 LÄHTEET

/1/ Hakala, Pertti & Kaappola, Esko 2005. Kylmälaitoksen suunnittelu. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy. 268 s. ISBN 952-13-2297-7

/2/ Suomen Kylmäyhdistys Ry Moniste N:o 39 1996. Kylmälaitoksen energiatalous II

/3/ Ari Aula, Esko Kaappola, Matti Eerikäinen & Leila Timonen. Motivan julkaisu 3/1999. Kaupan kylmälaitosten energiansäästö

<http://www.motiva.fi/files/463/08092000-kaupankylma.pdf>. Luettu 09.03.2010

/4/ Suomen Kylmäyhdistys Ry Moniste N:o 38 1996. Kylmälaitoksen energiatalous I

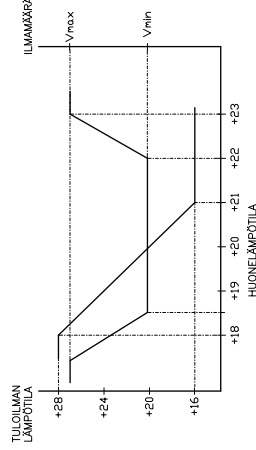
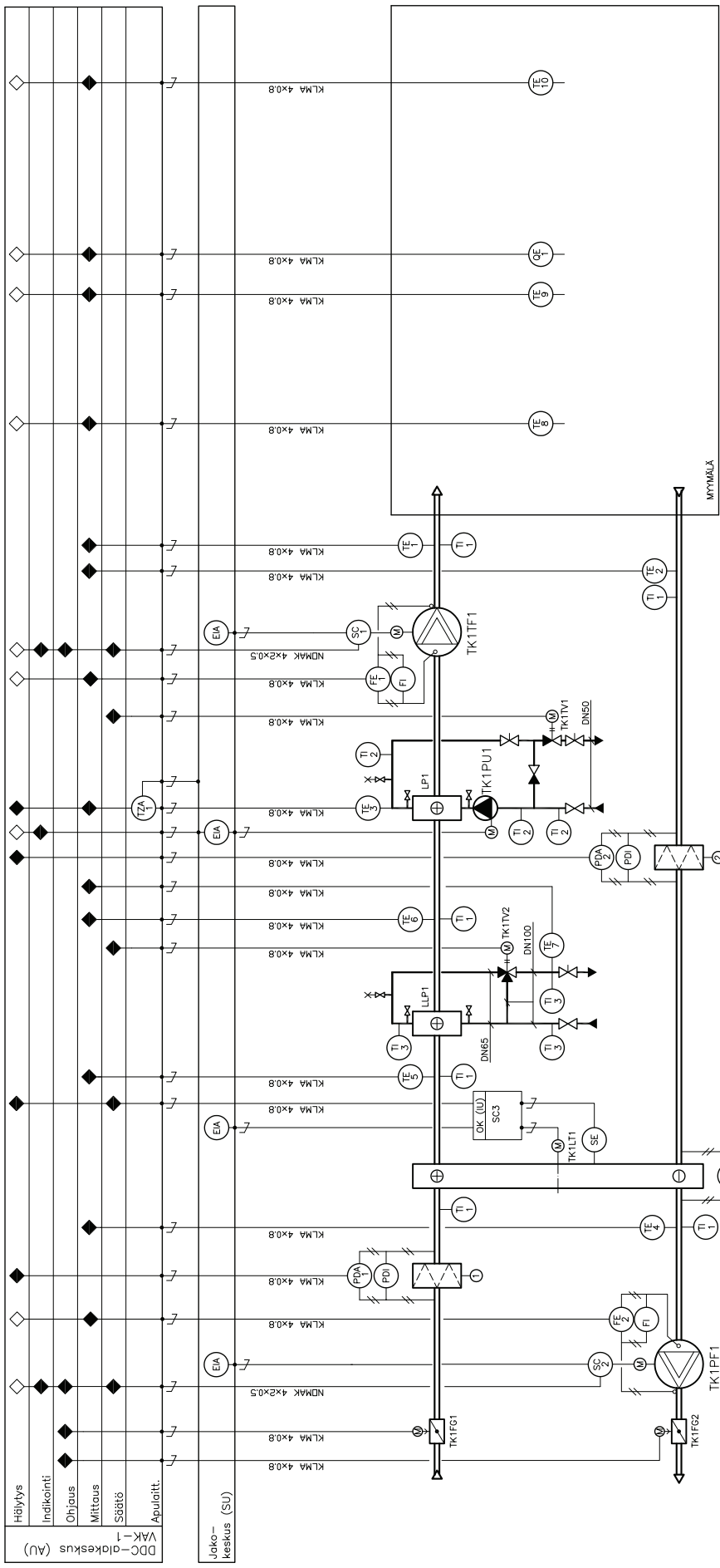
/5/ Seppänen, Olli 1996. Ilmastointitekniikka ja sisäilmasto. Helsinki: Kirjapaino kii-
torata Oy. 348 s. ISBN 951-96098-0-6

/6/ Ruokakesko Oy. Talotekniikan järjestelmäkohtaiset laatuvaatimuk-
set/kylmäteknikka 05.02.2009

/7/ Aittomäki, Antero & Karkiainen Sasu. Koulutuspäivät 2006. Suomen kylmäyhdi-
tys ry. Järjestelmän vaikutus energian kulutukseen

<http://www.tut.fi/units/me/ener/julkaisut/SKY2006.pdf>. Luettu 10.03.2010.

- Liite 1. Tuloilmakone TK1, S-market Säynätsalo
- Liite 2. Tuloilmakone TK2, S-market Säynätsalo
- Liite 3. Kiertoilmakone KK2, S-market Säynätsalo
- Liite 4. Lauhdelämmön talteenotto, S-market Säynätsalo
- Liite 5. Lattia- ja pihalämmitysverkosto, S-market Säynätsalo
- Liite 6. Tuloilmakone TK1, S-market Savela
- Liite 7. Tuloilmakone TK2, S-market Savela
- Liite 8. Kiertoilmakone KK1, S-market Savela
- Liite 9. Vedenjäähdytyskone VJ1, S-market Savela
- Liite 10. Lauhdelämmön talteenotto, S-market Savela
- Liite 11. Lattia- ja pihalämmitysverkosto, S-market Savela
- Liite 12. Paineet, paine 15,5bar, S-market Savela
- Liite 13. Lämpötilat, paine 15,5bar, S-market Savela
- Liite 14. Paineet, lämpötila 30 °C, S-market Savela
- Liite 15. Lämpötilat, lämpötila 30 °C, S-market Savela
- Liite 16. Ulkolauhdutuksen tarve ulkolämpötilan mukaan, S-market Savela
- Liite 17. TK1 lämmöntalteenotto ulkolämpötilan mukaan, S-market Savela
- Liite 18. Lämpötilat, paine 13,5bar, S-market Savela
- Liite 19. Kylmäkoneiden ottoteho, S-market Savela
- Liite 20. Paineet, paine 15,5bar, S-market Säynätsalo
- Liite 21. Lämpötilat, paine 15,5bar, S-market Savela
- Liite 22. Ulkolauhdutuksen tarve ulkolämpötilan mukaan, S-market Säynätsalo
- Liite 23. TK1 lämmöntalteenotto ulkolämpötilan mukaan, S-market Säynätsalo
- Liite 24. Lämpötilat, paine 13,5bar, S-market Säynätsalo
- Liite 25. Kylmäkoneiden ottoteho, S-market Säynätsalo
- Liite 26. Kaavio TK1, S-market Savela
- Liite 27. Kaavio TK1, S-market Säynätsalo



TOIMINTASELOSTUS

1. OHJAIKSET JA LIITUKSET

Pumppu PU1 käy aina, Tuulilämpöpuhallin TF1 ei voi käydä, jos pumppu PU1 ei käy. Alakeskus ohjaa tuulilämpöpuhallinta ja sen lämpötilaa. Alakeskus ohjaa myös myymälän poikkeus- aika-ohjaimella. Poistopuhallin PF1 käy rinnan tuulilämpöpuhallin kanssa. Pelit FC1 ja FC2 ovat auki, puhallin on käynnissä.

4. MUUT TOIMINNOT

Alakeskus laskee puhalltimien TF1 ja PF1 kokonaistilamäärät paine-eromittauksen perusteella:
 $V = k \cdot \sqrt{\Delta P}$, missä k on puhallinkokoinen vakio.
 Ka. mitatuksille ohjaimoidaan alarajahälytys (hinnovakhti). Hälytykset on estetty kojeen seistessä ja 5 min käynnistyksen jälkeen.

5. VAROLAITTOIMINNOT

Lämpövoimittimen paluuväden lämpötilan laskessa alle käsittelemään jäädyttämiseen TZA1 asetustason, puhalltimet pysähtyvät ja tapahtuu hälytys.

2. TOIMINTA KOEEN KÄYDESSÄ

Tuulilämpöpuhallin TE1 koella piletään huoneilman lämpötilasta (keskarvo) riippuvassa arvossa ohjaimella serjassa lauhdeilmapöytäventtiiliä TV2. Ilan kerrosaluku ja lämpövoimittimen TV1. Tuulilämpöpuhallin ei sallita lämpövoimittimen paluuväden lämpötilan laskua. Määrittämisen raja-arvon. TE7 rajoittaa TV2:n toimintaa estäen lauhde- nesteen lämpötilan laskemasta alle raja-arvon (esim. +20°C).

TF1 ja PF1 käyvät normaalisti minimikerrosaluvulla, huoneilman CO2-pitoisuuden tai huoneilmapöytäventtiilin noustessa yli tai laskessa alle asetustason, nostetaan puhalltimien kerrosaluku (p-säätö).

3. TOIMINTA KOEEN SEISTESSÄ

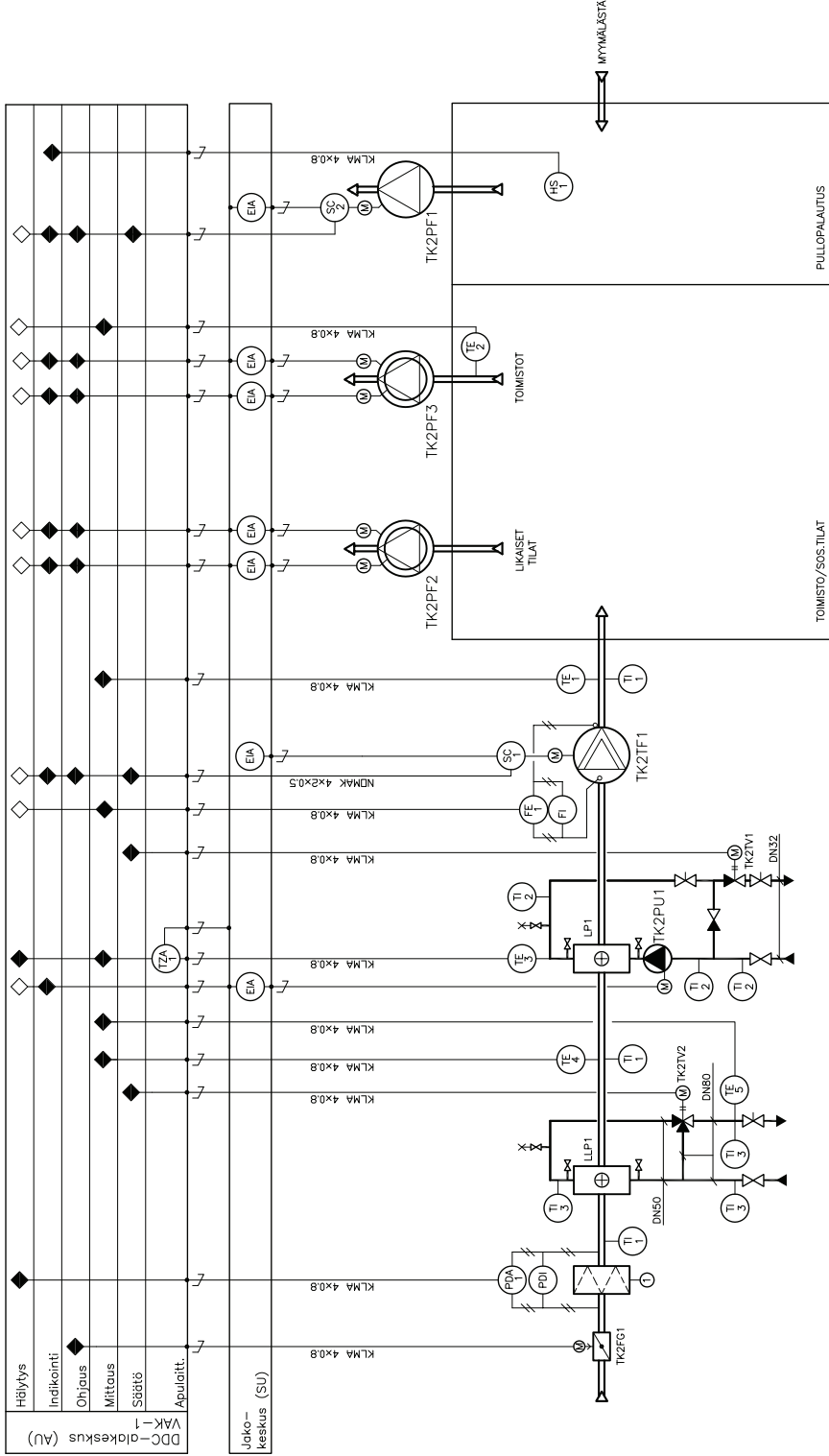
Pelit FC1 ja FC2 sekä venttiili TV2 ovat kiinni. Ilman ja huoneilman lämpötila on asetustasossa. Poistopuhallin veden lämpötila piletään asetustasossa ohjaimella venttiiliä TV1.

OSA	LAITE	TEHO TAI SELITE
1	TUULOILMASUODATIN	EU7
2	POISTOILMASUODATIN	EU7
TK1LL1	LTO-ROOTTORI	IU
TK1LP1	LÄMMITYSPATTERI, 91 kW	ILMA: 0/+27°C, VESI:+70/40°C
TK1LLP1	LAUHDELTO-PATTERI, 91 kW	ILMA: 0/27°C, NESTE:+36/32°C
TK1TF1	TUULOILMAPUHALLIN	...2,80 m ³ /s
TK1PF1	POISTOILMAPUHALLIN	...2,76 m ³ /s
TK1PU1	LÄMPÖVOIMITTIMU	0,72 dm ³ /s, 20 kPa
TK1TV1	2-TIESÄTÖVENTTIILI	0,72 dm ³ /s, 1,7 kPa, kv=6,3
TK1TV2	3-TIESÄTÖVENTTIILI	9,62 dm ³ /s, 1,2 kPa, kv=100
TK1SC1...3	TAAJUUSUUTTAJA	VACON
TK1SC3	KIERROSLUUNGSÄÄDIN	
TK1TE...	LÄMPÖTILA-ANTURI	AU
TK1GE...	CO2-LÄHETIN	AU
TK1ZAI	JÄÄTYMISVAHTI	AS-ARVO +10°C, KÄSIPALAUTTEINEN
TK1FPA1...2	PAINE-EROKYTKIN	AS-ARVO 300-350 Pa
TK1FE1...2	PELTIHOITURI	24V, ON-OFF, JOUSIPALAUTUS
TK1FE1...2	ILMAMÄÄRÄLÄHETIN	m ³ /s
PD1	PAINE-EROMITTARI	0-300 Pa, ESIM. HK-INSTRUMENTS
TI 1	KANAVALÄMPÖMITTARI	0-100 mm, -40...+40°C
TI 2	LÄMPÖMITTARI	860 mm, +0...+100°C
TI 3	LÄMPÖMITTARI	860 mm, +0...+150°C
FI	ILMAMÄÄRÄMITTARI	IU

Muutos	Kohde tai selite	Päiväys	Tekijä
31	Korttelit 1	1	
Rakennuskohde	R. N:o	Vranom.-merkintä	
S-MARKET SÄÄMÄTALO	4	Piirustusasiat	
PARVAISENTE 4		TOMINTAKAAVO	
40900 SÄÄMÄTALO		MYMÄLÄ	
		Suunnitteluala, piirustusnumero	
		LV1	
		12006-4.01	
		Summittelu, piirustusnumero	
		LV1	
		29.09.2006	
		L.H.	
		Piir.	
		Tark.	



Tepleneu 4 g 2: 40900 JYVÄSKYLÄ
 Puh. 010-668660, faksi 668644



TOIMINTASELOSTUS

1. OHJAUKSET JA LUKITUKSET

Pumppu PU1 käy aina. Tulolämpötilan TF1 ei voi kyttyä, jos pumppu PU1 ei käy. Alakeskus ohjaa tulolämpötilan TF1:n käynnistämistä ja sulauttamista. Alakeskus käyvirtä 1/1-nelolla TF1:n käynnistämiseen muulla 1/2-nelolla. PF1 käy mitoitussilmämäärästä (0,30 m³/s) vastaavalla kierrosluvulla TF1 käynnistämiseksi. Alakeskus ohjaa tulolämpötilan TF1:n käynnistämistä vastaavalle kierrosluvulle. Pelti FC1 on auki TF1:n käynnistämiseksi.

2. TOIMINTA KOJEEN KÄYDESSÄ

TF1 käy mitoitussilmämäärää vastaavalla kierrosluvulla. Tulolämpötilan TF1 kohdalla pidetään poistoilman lämpötilan TF2 ja lämmitysohjeita TF3. Tulolämpötilan TF1 ei sallita laskea alle, eikä nousta yli asetettujen raja-arvojen. Myöskään lämmityspatterin paluuväen lämpötilan ei sallita laskea alle raja-arvon.

TE5 rajoittaa TV2:n toimintaa estäen lauhdneeseen lämpötilan laskemasta alle raja-arvon (esim. +20°C).

3. TOIMINTA KOJEEN SEISTESSÄ

Pelti FC1 sekä venttiili TV2 on kiinni. Taajuusmuuttajan ohjaus on sulautettu. Lämmityspatterin paluuväen lämpötila pidetään asetussarvesten ohjannalla venttiiliä TV1.

4. MUUT TOIMINNOT

Alakeskus laskee puhallin TF1 kokonaisilmämäärän paine-eromittauksen perusteella:

$$V = k \cdot \sqrt{\Delta P} \cdot \text{missä } k \text{ on puhallinkohtainen vakio.}$$

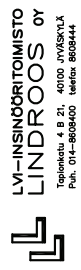
Ko. mitaukselle ohjelmoidaan alarajakykyys (hirtavahhti). Höyry on estetty kojeen seistessä ja 5 min kylmistymisen jälkeen.

5. VAROITUSTOIMINNOT

Lämmityspatterin paluuväen lämpötilan laskessa alle käynnistysrajaa, lämmityspatterin paluuväen lämpötila asetetaan, painatimet pyyhäytävät ja tapahtuu höyryä.

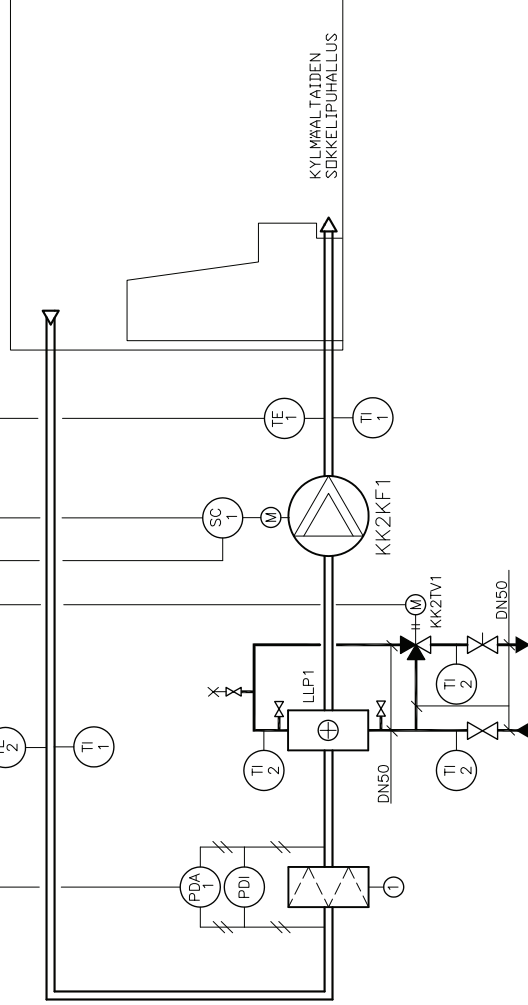
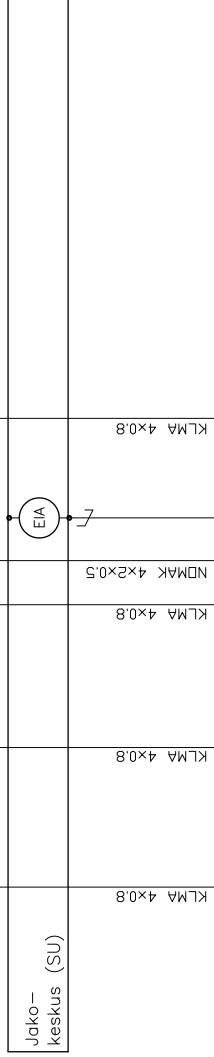
OSA	LAITE	TEHO TAI SELITE	UR
1	TULOILMASUODATIN	E07	IU
TK2LT1	LTO-ROOTTORI		IU
TK2LP1	LÄMMITYSPATTERI, 34 kW	ILMA: -32/+21°C, VESI:+70/40°C	IU
TK2LLP1	LAUHEILTO-PATTERI, 34 kW	ILMA: -32/+21°C, NESTIE:+36/23°C	IU
TK2TF1	TULOILMAPUHALLIN	...+0.53 m ³ /s	IU
TK2PF1	POISTOILMAPUHALLIN	...-0.15/0.30/0.50 m ³ /s	IU
TK2PF2	POISTOILMAPUHALLIN	...-0.11/0.06 m ³ /s	IU
TK2PF3	POISTOILMAPUHALLIN	...-0.23/0.11 m ³ /s	IU
TK2PU1	LÄMPÖOHJOPUMPPU	0.27 dm ³ /s, 20 kPa	PU
TK2TV1	2-TIESÄTÖVENTTIILI	0.27 dm ³ /s, 15 kPa, kv=2.5	AU
TK2TV2	3-TIESÄTÖVENTTIILI	3.84 dm ³ /s, 12 kPa, kv=40	AU
TK2SC1...2	TAAJUUSMUUTTAJA	VACON	AU
TK2TE...	LÄMPÖTILA-ANTURI		AU
TK2HS1	AJASTIN	0...12 h	SU
TK2TZA1	JÄÄTYMISVAHTI	AS.ARVO +10°C, KÄSIPALAUTTEINEN	AU
TK2PDA1	PAINE-EROKYTKIN	AS.ARVO 30-350 Pa	AU
TK2FG1	PELTIMOOTTORI	24V, ON-OFF, JOUSIPALAUTUS	AU
TK2FE1	ILMAMÄÄRÄLÄHETIN	m ³ /s	AU
PDI	PAINE-EROMITTARI	0-300 Pa, ESM. HK-INSTRUMENTS	AU
TI 1	KANAVÄLÄMPÖMITTARI	Ø100 mm, -40...+40°C	AU
TI 2	LÄMPÖMITTARI	Ø60 mm, +0...+100°C	PU
TI 3	LÄMPÖMITTARI	Ø60 mm, +0...+50°C	PU
FI	ILMAMÄÄRÄMITTARI		IU

Muutos	Kohde tai selite	Päivitys	Tekijä
31	Kaup.osa		
	Tontti		
	41		
Rakennuskohde			
S-MARKET SÄÄTÄSALO		Vironm.merkintöjä	
PARVAISENTE 4		R. N:o	
40900 SÄÄTÄSALO		Suhteet	
		Pirustusajättö	
		TOMINTAKAIVO	
		TULOILMAKONE TK2	
		TOMISTOT/SOS.TILAT	
		Suunnittelua, pihustusnumero	
		LV1	
		Päiv. 29.09.2006	
		Suunn. I.H.	
		Pihl.	
		Tork.	



Yhtiön nimi: LVI-INSINÖÖRITOIMISTO LINDROOS OY
 Yhtiön osoite: Teopunkku 4 B 21, 40100 JYVÄSKYLÄ
 Puh. 014-606040, faks. 606044

◆	Häilytys
◆	Indikointi
◆	Ohjaus
◆	Mittaus
◆	Säätö
◆	Apulaitt.
	VAK-1
	DDC-alakeskus (AU)



OSA	LAITE	TEHO TAI SELITE	UR
1	TULOILMASUODATIN	EU7	IU
KK2LLP1	LAUHELÄMPÖPATTERI, 29 kW	ILMA:+18/+30°C, NESTE:+38/+32°C	IU
KK2KF1	KIERTOILMAPUHALLIN	+2.0 m ³ /s	IU
KK2TV1	3-TIESÄÄTÖVENTTILII	1.60 dm ³ /s, 5 kPa, kv=25	AU
KK2SC1	TAAJUUSMUUTTAJA	VACON	AU
KK2TE...	LÄMPÖTILA-ANTURI		AU
KK2PDA1	PAINE-EROKYTKIN	ESIM: HK-INSTRUMENTS PS600	AU
PDI	PAINE-EROMITTARI	ESIM: HK-INSTRUMENTS DGP300	AU
TI 1	KANAVALÄMPÖMITTARI	Ø100 mm, -40...+40°C	AU
TI 2	LÄMPÖMITTARI	TARKISTETTU, 0...+50°C	PU

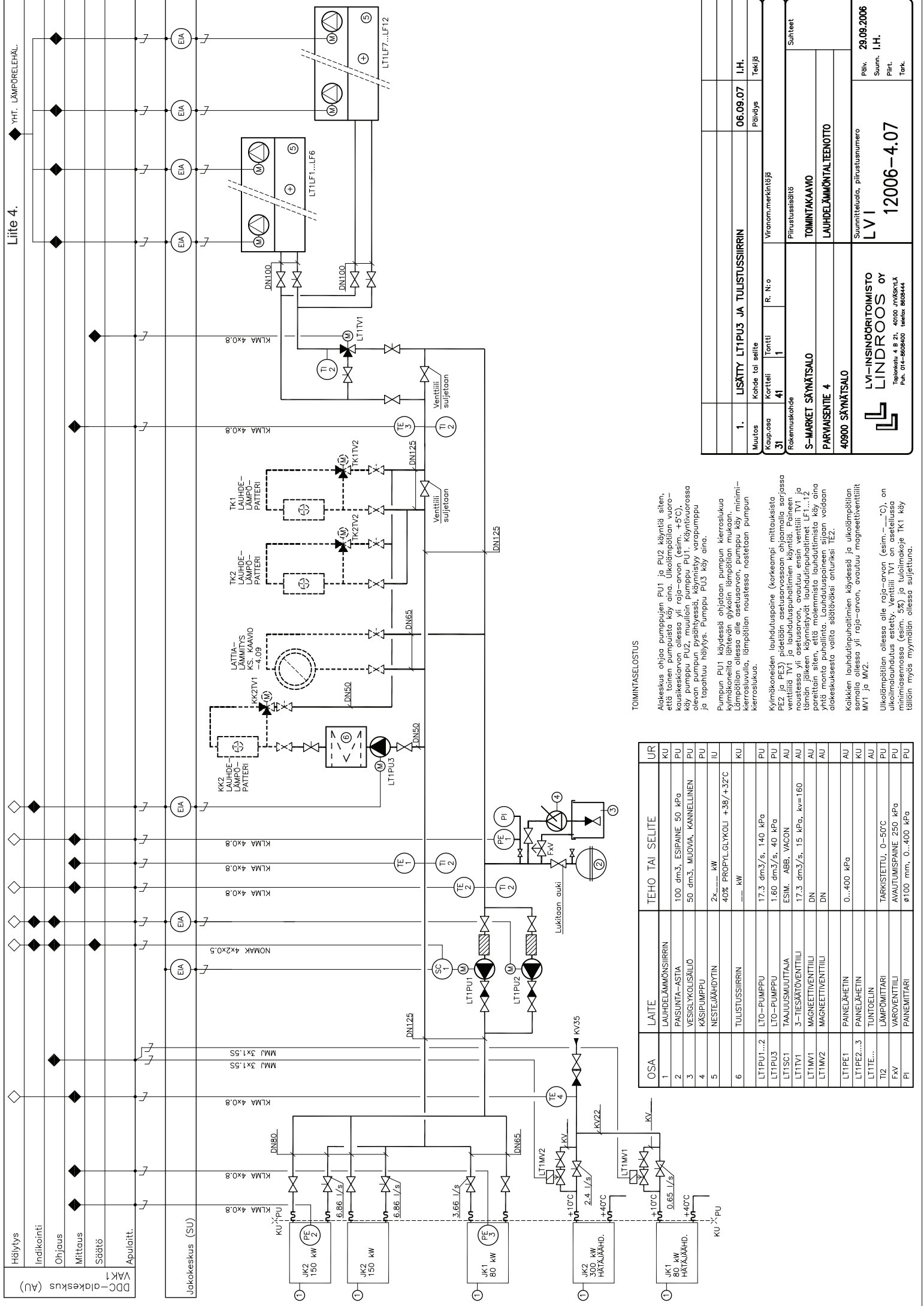
TOIMINTASELOSTUS

Kiertoilmapuhallin KF1 käy aina (aikaohjelmavaraus) alakeskuksesta asetellulla vakioierrosluvulla (asetel- laan käyttöönottovaiheessa).

Alakeskus pitää kylmätilaiden sokkelipuhalluksen tuloilman lämpötilan asetusarvossaan ohjaamalla venttiiliä TV1.

Puhaltimen seistessä TV1 on kiinni ja taajuusmuut- tajan ohjaus on 0%.

1.	MUUTETTU	KK2TV1	MITOITUS JA PUTKIKOKO	06.09.07	I.H.
Muutos	Kohde tai selite	Kortteili	Tontti	Päiväys	Tekijä
31	41	1	1		
Rakennuskohde	R. N:o	Viranom.merkintöjä			
S-MARKET SÄYNTÄSALO		Piiustusasiantti			
PARVASENTIE 4		TOIMINTAKAAVIO			
40900 SÄYNTÄSALO		KIERTOILMAKONE KK2			
		KYLÄMÄLATAIDEN SOKKELIPUHALLUS			
		Suunnitteluala, piirustusnumero			
		LV1			
		Suunn. I.H.			
		Pihl. 29.09.2006			
		Tark.			
		LVI-INSINÖÖRITOIMISTO LINDROOS OY Tapionkatu 4 B 21, 40100 JYVÄSKYLÄ Puh. 014-8608400 telef. 8608444			
		12006-4.04			



Liite 4. YHT. LÄMPÖRELEHÄL.

- Häilytys
- Indikointi
- Ohjaus
- Mittaus
- Säätö
- Apulait.

DDC-ohjakeskus (AU)
VAK1

Jokakeskus (SU)

TOIMINTASELOSTUS

Aiokeskus ohjaa pumppujen PU1 ja PU2 käyntiä siten, että toinen pumpusta käy aina. Ulkolämpötilan vuoro-kauskeisarvon ollessa yli raja-arvon (esim. +5°C), käynnistyy PU2, muulloin pumpua PU1. Köyrituorassa on pumpun pysyessä, jaksittainen arapumppu ja tapantuu riittävä. Pumppu PU3 käy aina.

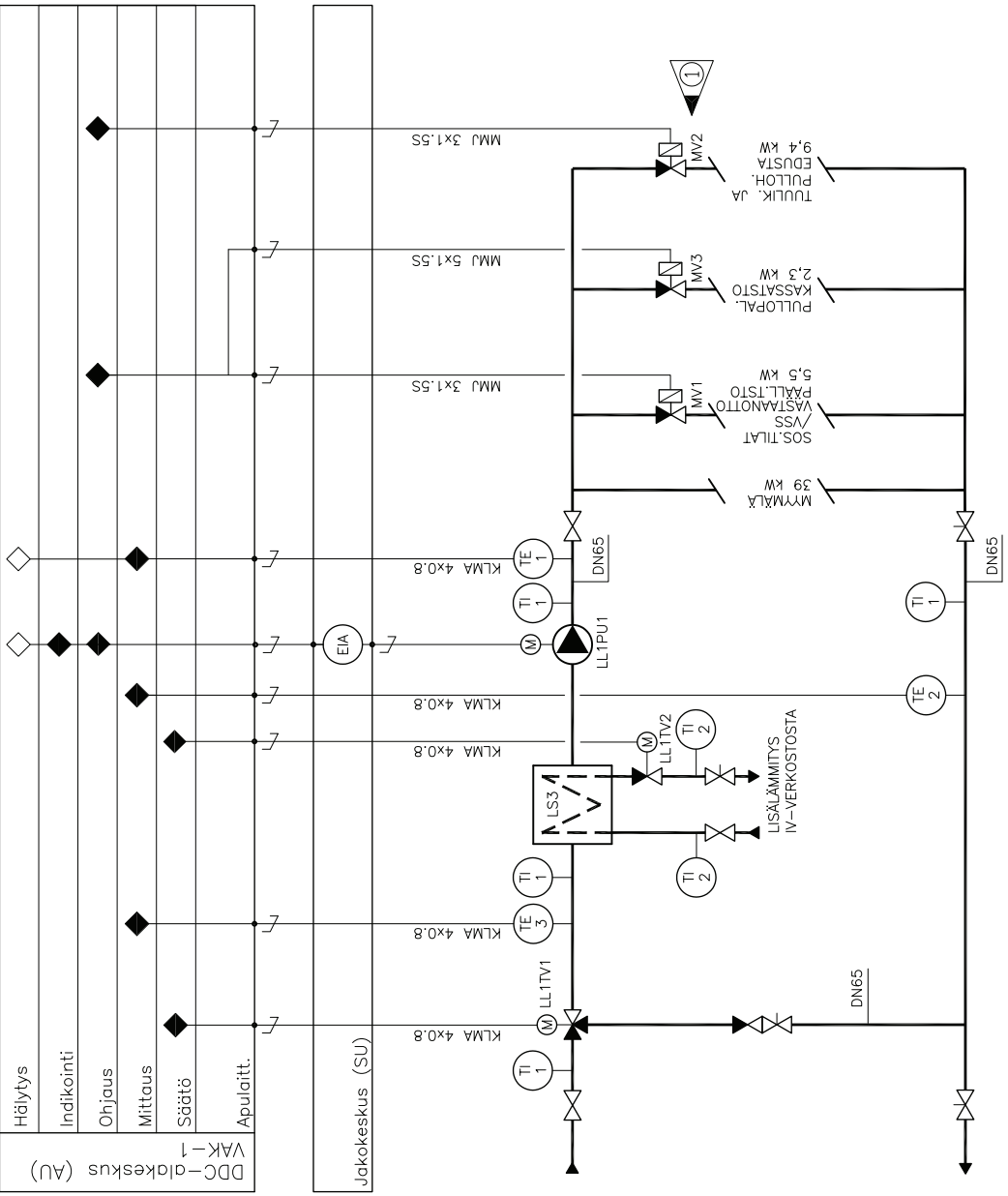
Pumpun PU1 käytössä ohjataan pumppu kierroskuua kytkemällä lähtevän glykolin lämpötilan mukaan. Lämpötilan ollessa alle asetusarvon, pumppu käy minimi-kierroskuulla, lämpötilan noustessa nostetaan pumppu kierroskuua.

Kylmäkeskusten lauhutusputkien (korkeampi mittausaste PE2 ja PE3) pöleissä asetussuunnassa on pumppu sarjassa venttiili TV1. Pöleissä asetussuunnassa on pumppu sarjassa venttiili TV2. Pöleissä asetussuunnassa on pumppu sarjassa venttiili TV3. Pöleissä asetussuunnassa on pumppu sarjassa venttiili TV4. Pöleissä asetussuunnassa on pumppu sarjassa venttiili TV5. Pöleissä asetussuunnassa on pumppu sarjassa venttiili TV6. Pöleissä asetussuunnassa on pumppu sarjassa venttiili TV7. Pöleissä asetussuunnassa on pumppu sarjassa venttiili TV8. Pöleissä asetussuunnassa on pumppu sarjassa venttiili TV9. Pöleissä asetussuunnassa on pumppu sarjassa venttiili TV10.

Käynnistämisen lauhutusputkien (korkeampi mittausaste PE2 ja PE3) pöleissä asetussuunnassa on pumppu sarjassa venttiili TV1. Pöleissä asetussuunnassa on pumppu sarjassa venttiili TV2. Pöleissä asetussuunnassa on pumppu sarjassa venttiili TV3. Pöleissä asetussuunnassa on pumppu sarjassa venttiili TV4. Pöleissä asetussuunnassa on pumppu sarjassa venttiili TV5. Pöleissä asetussuunnassa on pumppu sarjassa venttiili TV6. Pöleissä asetussuunnassa on pumppu sarjassa venttiili TV7. Pöleissä asetussuunnassa on pumppu sarjassa venttiili TV8. Pöleissä asetussuunnassa on pumppu sarjassa venttiili TV9. Pöleissä asetussuunnassa on pumppu sarjassa venttiili TV10.

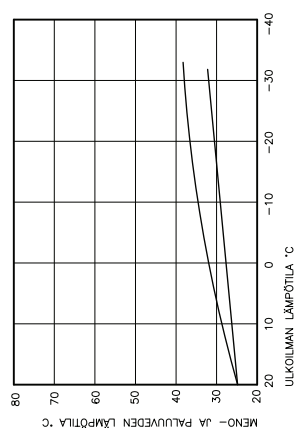
OSA	LAITE	TEHO TAI SELITE	UR
1	LAUHDELÄMMÖNSIIRIN	KU	UR
2	PAISUNTA-ASTIA	100 dm ³ , ESPAPINE 50 kPa	KU
3	VESIGYLIKOLISÄILIÖ	50 dm ³ , MUOVA, KANNELINEN	PU
4	KÄSIPUMPPU	2x... kW	PU
5	NESTELÄHDYTTIN	40% PROPYLGLYKOLI +39/+32°C	PU
6	TULISTUSSIIRIN	— kW	KU
LTI1P1...2	LTO-PUMPPU	17.3 dm ³ /s, 140 kPa	PU
LTI1P3	LTO-PUMPPU	1.60 dm ³ /s, 40 kPa	PU
LTI1S1	TAAJUUSAJUTTALA	ESIM. ABB, VACON	AU
LTI1V1	3-TIESÄTÖVENTTIILI	17.3 dm ³ /s, 15 kPa, kv=160	AU
LTI1W1	MAGNETTIVENTTIILI	DN	AU
LTI1W2	MAGNETTIVENTTIILI	DN	AU
LTI1PE1	PAINELÄHTIN	0...400 kPa	AU
LTI1PE2...3	PAINELÄHTIN	KU	KU
LTI1TE...	TUNTOELIN	AU	AU
TI2	LÄMPÖMITTARI	TARKISTETTU, 0–50°C	PU
FV1	VAROVENTTIILI	AVAUTUMISPANE 250 kPa	PU
PI	PAINEMITTARI	Ø100 mm, 0...400 kPa	PU

Muutos	1. LISÄTTY LTI1P3 JA TULISTUSSIIRIN		Päiväys	06.09.07	L.H.
Kaupassa	31	Kortteili	1	Tekijä	
Rakennuskohte			Viranom.merkintä		
S-MARKET SÄYNTÄSALO			Pinnustusluku		
PARVASENTEIE 4			Suhteet		
40900 SÄYNTÄSALO			LAIHDELÄMMÖNTALTEENOTTO		
LVI-ININSOORITOIMISTO			Suunnittelija, pinnustusnumero		
LINDROOS OY			LVI		
Toukokatu 4 B 21, 40100 SAUNTA			Pöiv. 29.09.2006		
Puh. 010-8888400			Suunn. i.H.		
fax 010-8888444			12006-4.07		
			Pihl.		
			Tark.		



OSA	LAITE	TEHO TAI SELITE	Liite 5.	UR
LS3	LÄMMÖSIIRIN	56 kW		PU
	ENSIO: VESI	+70/40°C, 0.49 dm ³ /s, max. 15 kPa		
	TOISIO: 40% VESI-GLYKOLI	+32/38°C, 2.46 dm ³ /s, max. 10 kPa		
LL1PU1	LÄMPÖJOHTOPUMPPU	2.46 dm ³ /s, 50 kPa		PU
LL1TV1	3-TIESÄÄTÖVENTTIILI	2.46 dm ³ /s, 13 kPa, kv=25		AU
LL1TV2	2-TIESÄÄTÖVENTTIILI	0.49 dm ³ /s, 16 kPa, kv=4.0		AU
LL1TE1...2	TUNTOELIN			AU
LL1MV1	MAGNEETTIVENTTIILI	0.24 dm ³ /s, DN25		AU
LL1MV2	MAGNEETTIVENTTIILI	0.4 dm ³ /s, DN32		AU
LL1MV3	MAGNEETTIVENTTIILI	0.10 dm ³ /s, DN25		AU
T11	LÄMPÖMITTARI	ø60 mm, 0...+50°C		PU
T12	LÄMPÖMITTARI	ø60 mm, 0...+100°C		PU

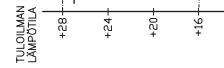
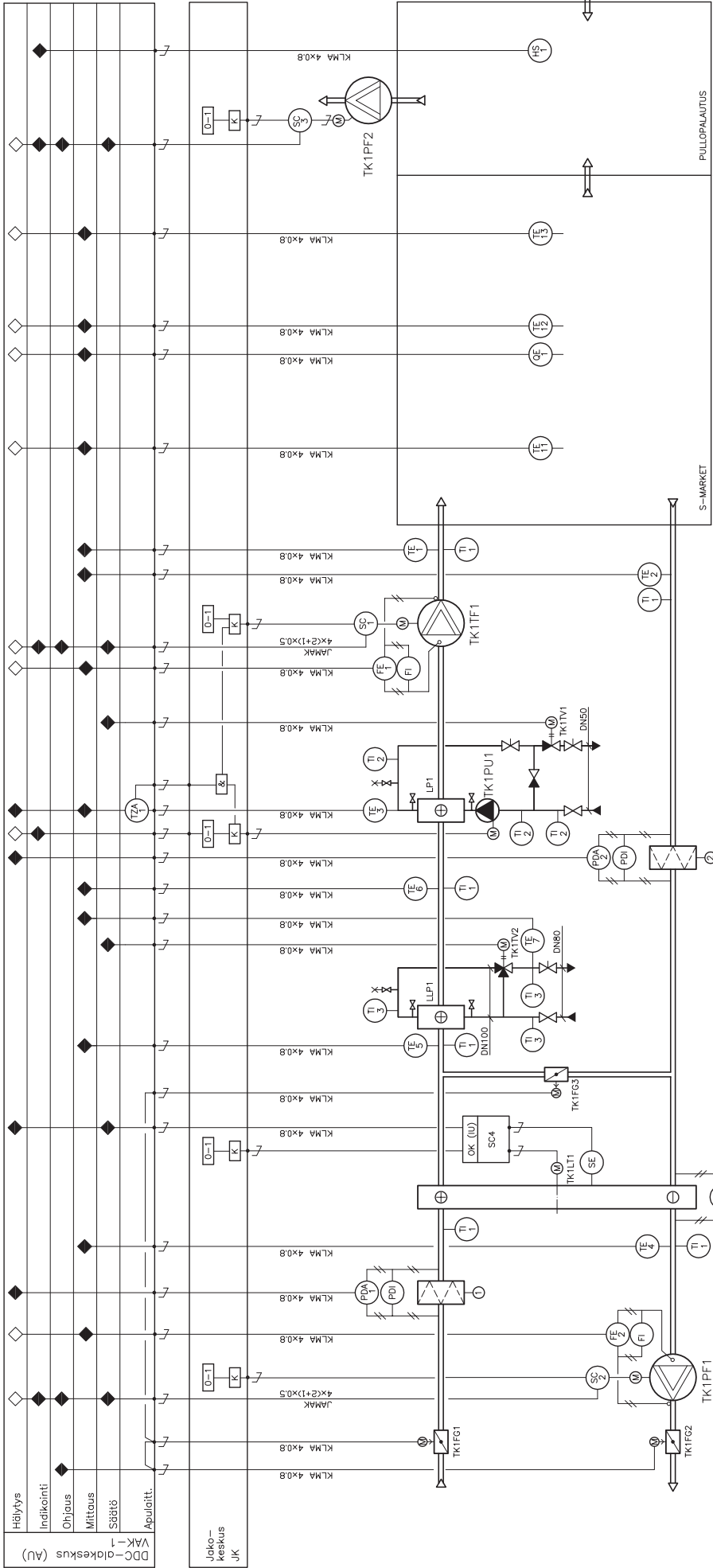
LATTIALÄMMITYSVERKON TOIMINTALÄMPÖTILAT



TOIMINTASELOSTUS

Pumppu LL1PU1 köy normaalisti aina.
 Verkoston menoveden lämpötila pidetään ulkolämpötilasta riippuvassa arvossa ohjaamalla sarjassa venttiileitä TV1 ja TV2. Säätökäyrän asettelu vähintään neljän eri ulkolämpötilapisteen ja suuntaussiiirron avulla.
 Ulkolämpötilan ollessa yli raja-arvon sulkeutuu venttiilit MV1 ja MV3. MV2 on auki ulkolämpötilan ollessa -7°C<tu<+5°C.

1	MV2 kokoa ja tehoa tarkennettu	3.1.2007	Tgr
Muutos	Kohde tai selite	Päiväys	Tekijä
Kaup.osa	Kortteli	R. N:o	
31	41	1	
Rakennuskohde			
S-MARKET SÄYÄTSALO			
PARVAISENTE 4			
40900 SÄYÄTSALO			
Piiustusasiäditi		Suhteet	
TOMINTAKAAVO			
LATTIA- JA PHALÄMMITYSVERKOSTO			
MYMÄLÄ			
Suunnitteluaa, piirustusnumero			
LVI		Päiv. 29.09.2006	
LVI-INSINÖRITOIMISTO LINDROOS OY		Suunn. I.H.	
Tapienkatu 4 B 21. 40100 JYVÄSKYLÄ		Piirt.	
Puh. 011-8608400		Tekn.	
12006-4.09			



OSA	LÄITE	TEHO TAI SELITE	UR
1	TUULOILMASUODATIN	E07	IU
2	POISTOILMASUODATIN	E07	IU
TK1L1	LTO-ROOTTORI, EI HYGROSKOOPPIINEN	IU	IU
TK1L1P1	LAUHDE-LTO-PATTI, 116 kW	ILMA+5/+27°C, NESTE:+36/32°C	IU
TK1LP1	LÄMMITYSPATTERI, 116 kW	ILMA+5/+27°C, VESI+70/40°C	IU
TK1TF1	TUULOILMAPUHALLIN	...+4,40 m³/s	IU
TK1TF2	POISTOILMAPUHALLIN	...-4,20 m³/s	IU
TK1PF2	POISTOILMAPUHALLIN	-0,45/0,30/0,15 m³/s	IU
TK1PU1	LÄMPÖLÖHTOPUMPPU	0,92 dm³/s, 20 kPa	IU
TK1TV1	2-TIESÄTÖVENTTIILI	0,92 dm³/s, 11 kPa, kv=10	IU
TK1TV2	3-TIESÄTÖVENTTIILI	5,2 dm³/s, 9 kPa, kv=63	AU
TK1SC1...3	TAAJUUUUUTAJAA	VACON	AU
TK1SC4	KERROSLIIVINSÄDIN		IU
TK1TE...	LÄMPÖTILA-ANTURI		AU
TK1OE...	CO2-LÄHETIN	0...2000 ppm	AU
TK1F0...	AS-ARVO +17°C, KÄSIPALAUTINEEN		AU
TK1F0A1...2	PAINE-EROKYTKIN	200-200 Pa, ESIM. HK-INSTRUMENTS	AU
TK1F0B...	FELTMOODTORI	24V, ON-OFF, JOUSIPALAUTUS	AU
TK1FE1...2	PAINE-EROLÄHETIN	NÄYTÖLLE	AU
TK1HS1	AJASTIN	0...6 h	SU
PDI	PAINE-EROMITTARI	0-200 Pa, ESIM. HK-INSTRUMENTS	AU
TI 1	KANAVALÄMPÖMITTARI	Ø100 mm, -40...+40°C	AU
TI 2	LÄMPÖMITTARI	Ø60 mm, +0...+100°C	IU
TI 3	LÄMPÖMITTARI	Ø60 mm, +0...+57°C	IU
FI	ILMAMÄÄRÄMITTARI	m³/s	IU

- OHJAUKSET JA LUKITUKSET**
Pumppu PU1 käy aina. Tuuloilmapuhallin TF1 ei voi käydä, ellei pumppu PU1 käy. Alakeskus ohjaa kojen käyntiä aikajärjestyksen mukaan. Alakeskuksen ohjauksella koje käy jatkuvasti, kun käytilä on suljettu. Käynnistys tapahtuu poikkeustapa-ohjauksella.
- PÄIVÄKÄYTTÖ**
Tuuloilmapuhallin TF1 ja poistopuhallin PF1 käyvät. Pellit FG17 FG3 ovat valittu-asennossa. Poistopuhallin PF2 käy päivätyön ajaksi. Käynnistys tapahtuu alakeskuksesta. Käynnistys tapahtuu alakeskuksesta. Käynnistys tapahtuu alakeskuksesta.
- YÖKÄYTTÖ**
PF2 käy minimienerosuudessa. Myrteiden huoneilämpötilan laskeessa kojen seisokkikokona alle raja-arvon, tuuloilmapuhallin TF1 käynnistyy, PF1 ja poistopuhallin PF2 käynnistyy. Käynnistys tapahtuu alakeskuksesta. Käynnistys tapahtuu alakeskuksesta. Käynnistys tapahtuu alakeskuksesta.
- TOIMINTA KOEEN SEITSESSÄ**
Pellit FG17,3 ovat kiertolima-asennossa ja venttiili TV2 on kiinni. Lto:n ja laajuuksimittajien ohjauksella, 0% lämmitys-patterin paluveden lämpötila pletään asetussarvossa ohjauksella venttiiliä TV1.
- MUUT TOIMINNOT**
Alakeskus laskee puhallimien TF1 ja PF1 kokonaislämmityksen paine-eromittauksen perusteella. Ko. mittauksella ohjeldaan alakeskusta (hinnasto). Hälytykset on estetty kojen seiteissä ja 5 min käynnistymisen jälkeen.
- VAROITUSTOIMINNOT**
Lämpötilaohjauksella paluveden lämpötilaa laskeessa alle lämpötilaohjauksen lämpötilan TZA1 asetussarvossa, puhallimet pysähtyvät ja toipuu häilytyks.

LOPPUPIIRUSTUS 29.10.2009

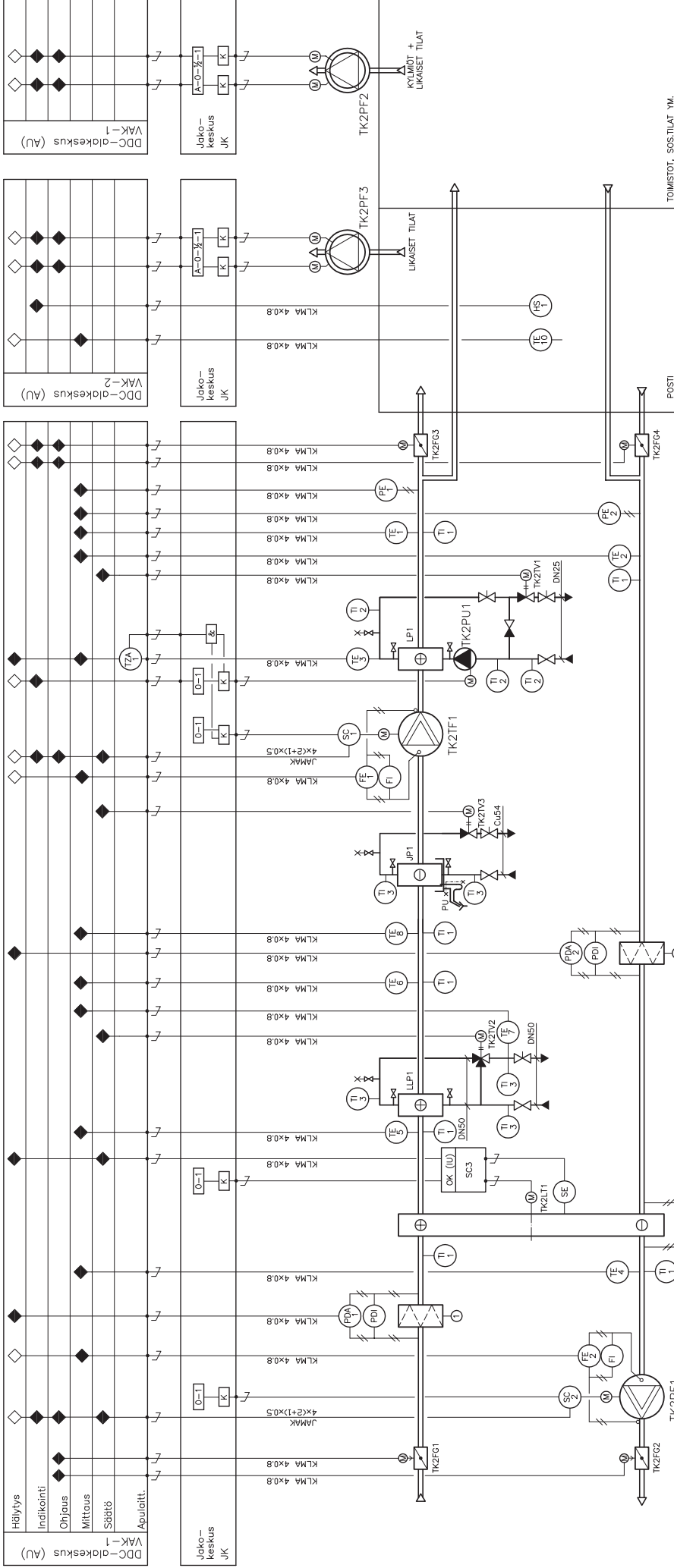
LVI-INSINÖÖRITOIMISTO LINDROOS OY
Toukokatu 4 B 21, 40100 JYVÄSKYLÄ
Puh. 014-868400, faksi 868444

LVI 10008-4.01

Proj. 28.11.2008
Suunn. I.H.
Pih. Tan.

Muutos	Kohde tai selite	R. N:o	Päiväys	Tekijä
8	Korttelit	1		
Rakennuskohte				
Pirustuslehti 6				
Suhteet				
TOIMINTAKAAVIO				
TULOKILMÄKONE TK1				
S-MARKET				
Suunnitelma, piirustusnumero				

Muutos	Kohde tai selite	R. N:o	Päiväys	Tekijä
8	Korttelit	1		
Rakennuskohte				
Pirustuslehti 6				
Suhteet				
TOIMINTAKAAVIO				
TULOKILMÄKONE TK1				
S-MARKET				
Suunnitelma, piirustusnumero				



OSA	LAITE	TEHO TAI SELITE	UR
1	TULOILMASUODATIN	E07	IU
2	POISTOILMASUODATIN	E07	IU
TK2ZL1	LTO-ROOTTORI, EI HYGROSKOOPPIINEN		IU
TK2ZLP1	LAUHDE-LTO-PATTI, 23 kW	ILMA+0/+21C, NESTE+38/32C	IU
TK2ZLP1	LÄMMITYSPATTERI, 23 kW	ILMA+0/+21C, VESI+70/40C	IU
TK2ZJP1	JÄHDYTYSPATTERI, 22 kW	ILMA+27(60S)/+15C, VESI+7/12C	IU
TK2ZFI1	TULOILMAPUHALLIN	...+0,90 m ³ /s	IU
TK2ZFI2	POISTOILMAPUHALLIN	...-0,70 m ³ /s	IU
TK2ZFP2	POISTOILMAPUHALLIN	-0,13/0,06 m ³ /s	IU
TK2ZFP1	POISTOILMAPUHALLIN	-0,09/0,04 m ³ /s	IU
TK2ZPU1	LÄMPÖLÄMPÖPUMPPU	0,18 dm ³ /s, 20 kPa	IU
TK2ZV1	2-TIESÄTÖVENTTIILI	0,18 dm ³ /s, 16 kPa, kv=1,6	AU
TK2ZV2	3-TIESÄTÖVENTTIILI	1,03 dm ³ /s, 14 kPa, kv=10	AU
TK2ZV3	2-TIESÄTÖVENTTIILI	1,05 dm ³ /s, 14 kPa, kv=10	AU
TK2ZSC1...2	TALOUSJUUTTAK	VACON	AU
TK2ZSC3	KIERROSLUUNSAÄDIN		AU
TK2ZE...	LÄMPÖTILA-ANTURI	0...500 Pa, NÄYTÖLLINEN	AU
TK2ZFA1...2	KANAVAPAINELÄHETIN	AS.ARVO +10C, KÄSIPALAUTINEN	AU
TK2ZDA1...2	JÄÄTYSIVÄHTI	20-200 Pa, ESM, HK-INSTRUMENTS	AU
TK2ZFI1...2	PAINE-EROKYTKIN	24V, ON-OFF, JOUSIPALAUTUS	AU
TK2ZFG1...2	PELTIWOOTTORI	24V, ON-OFF	AU
TK2ZFE1...4	PELTIWOOTTORI + RAJAKYTKIN	NÄYTÖLLINEN	AU
TK2ZFI1...2	PAINE-EROLÄHETIN		AU
TK2ZHS1	KAISTIN	0,12 h	SU
TK2ZPI1	PAINE-EROMITTARI	0-200 Pa, ESM, HK-INSTRUMENTS	AU
TK2ZPI2	KANAVALÄMPÖMITTARI	Ø100 mm, -40...+40C	AU
TK2ZPI3	LÄMPÖMITTARI	Ø60 mm, +0...+100C	IU
TK2ZPI4	LÄMPÖMITTARI	Ø60 mm, +0...+50C	IU
TK2ZPI5	ILMAMÄÄRÄMITTARI	m ³ /s	IU

TOIMINTASELOSTUS

- OHJAUKSET JA LUKITUKSET**
Pumppu PU1 käy aina. Tulilämpötilan TF1 ei voi kyttyä, ellei pumppu PU1 käy. Alakeskus ohjaa viihdykkeiden lämmitystä ja jäähdytystä. Alakeskus ohjaa myös jäähdytysventtiilien avoimuutta. TK2ZFI1 ohjaa lämmityksen vaihtoa ohjauksella. Pääviivikkien lämmitystä ohjataan postin omalla ohjauksella sekä ajastimella HST. TF1 käy, jos jomankumman viihdykkeen lämmitys on päällä, TF2 käy, jos jomankumman jäähdytys on päällä, TF3 käy, jos postin lämmitys on päällä, muulloin 1/2-lehdellä. Peliit FG3 ja FG4 ovat auki, kun postin lämmitys on päällä. Peliit FG1 ja FG2 ovat auki ko. puolituntien kädessä.
- TOIMINTA KOJEEN KÄYDESSÄ**
Tulilämpötila TE1 kohdalla pidetään poisolman lämpötilan yläpuolella. Alakeskus ohjaa jäähdytysventtiiliiä TV3, lauhdeventtiiliiä TV2, lämmityskierroskierroskua ja lämmityventtiiliiä TV1. Tulilämpötilan ei sallita laskea alle, eikä nousta yli asetetun lämpötilan. Alakeskus ohjaa lämmityksen vaihtoa ohjauksella. Pääviivikkien lämmitystä ohjataan postin omalla ohjauksella sekä ajastimella HST. TF1 käy, jos jomankumman viihdykkeen lämmitys on päällä, TF2 käy, jos jomankumman jäähdytys on päällä, TF3 käy, jos postin lämmitys on päällä, muulloin 1/2-lehdellä. Peliit FG3 ja FG4 ovat auki, kun postin lämmitys on päällä. Peliit FG1 ja FG2 ovat auki ko. puolituntien kädessä.
- TOIMINTA KOJEEN SEISTESSÄ**
Tulo- ja poistokanavien staattinen paine pidetään asteen-asteen ohjauksella puolituntien kädessä. Poistolämpötilan ohjauksella ulkoilmaa viilempää, ito-roottori käy maksimikiertoa.

4. MUUT TOIMINNOT

Alakeskus laskee puolituntien TF1 ja PF1 kokonaislämmityksen lämmityksen perusteella. Ko. mittaukselle ohjelmoidaan alarajalämpötila (miniarvo). Hälytykset esitetty kojeen seistessä ja 5 min ajatustilassa jälkeen.

5. VAROJAETOMINNOT

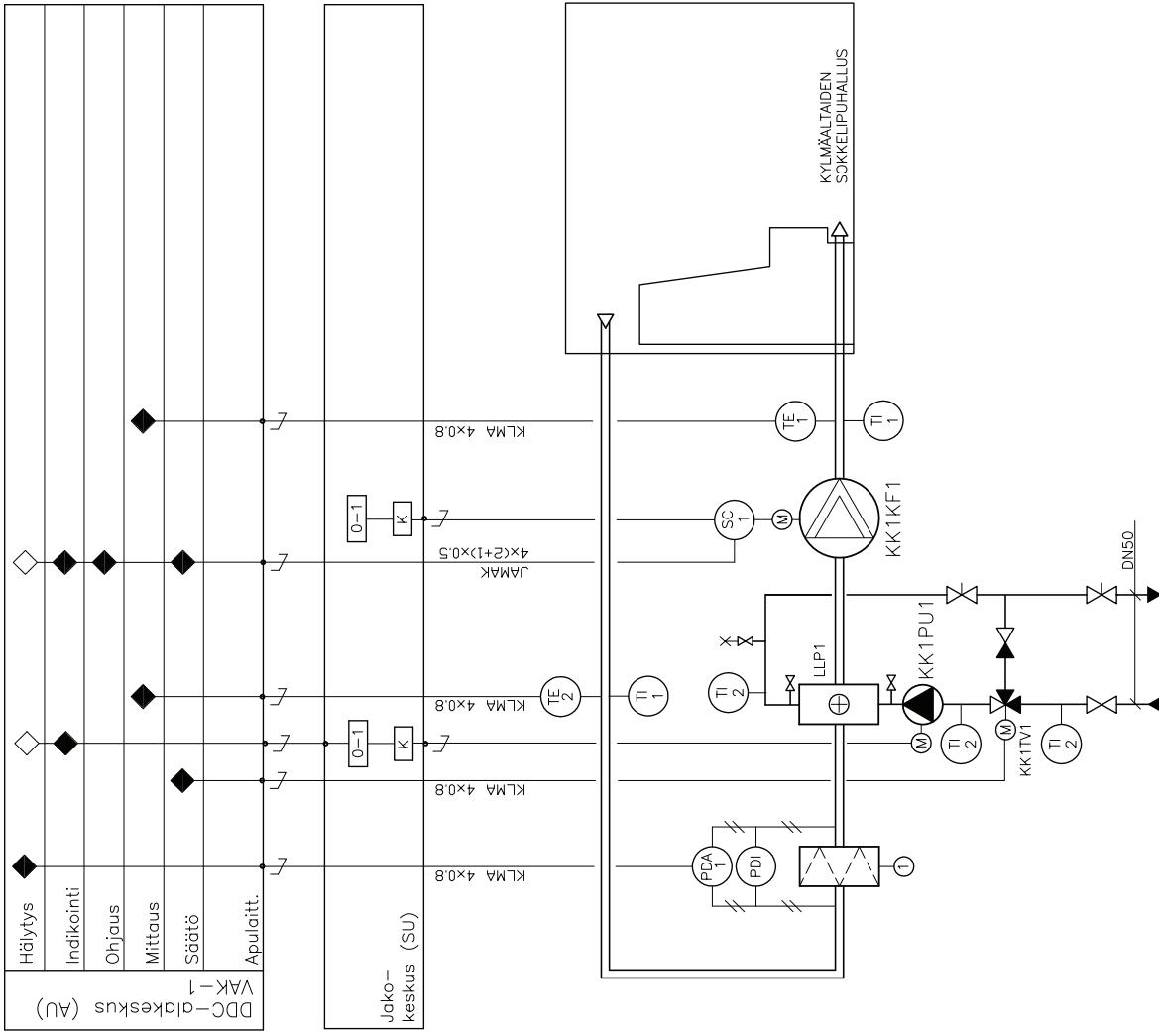
Lämmityspatterin paluuväden lämpötilan laskeessa alle k88i-pääruutteen jäätymisvähäin TZA1 asetusraven, puolituntien pysähtyvät ja tapahtu hälytykset.

LOPPUPIIRUSTUS 29.10.2009

Muutos	Kohde tai selite	Päiväys	Tekijä
8	Korttelit 16		
Rakennuskoode	Venonmerkkintä	R. N:o	
0			
Suhteet			
Piruuesäädin			
TOIMINTAKAAVO			
S-MARKET SÄVELA			
LAAJALUORENTE 2			
40700 JYVÄSKYLÄ			
POSTI/TOIMISTOT/SOS.TILAT			
Suunnittelu, piirustusnumero			
LV1			
10008-4.02			
Pih. 28.11.2008			
Suunn. I.H.			
Pih.			
Tark.			



LVI-INSINÖÖRITOIMISTO
LINDROOS OY
Teponkatu 4 B 21, 40100 JYVÄSKYLÄ
Puh. 014-808040, faksi 808444



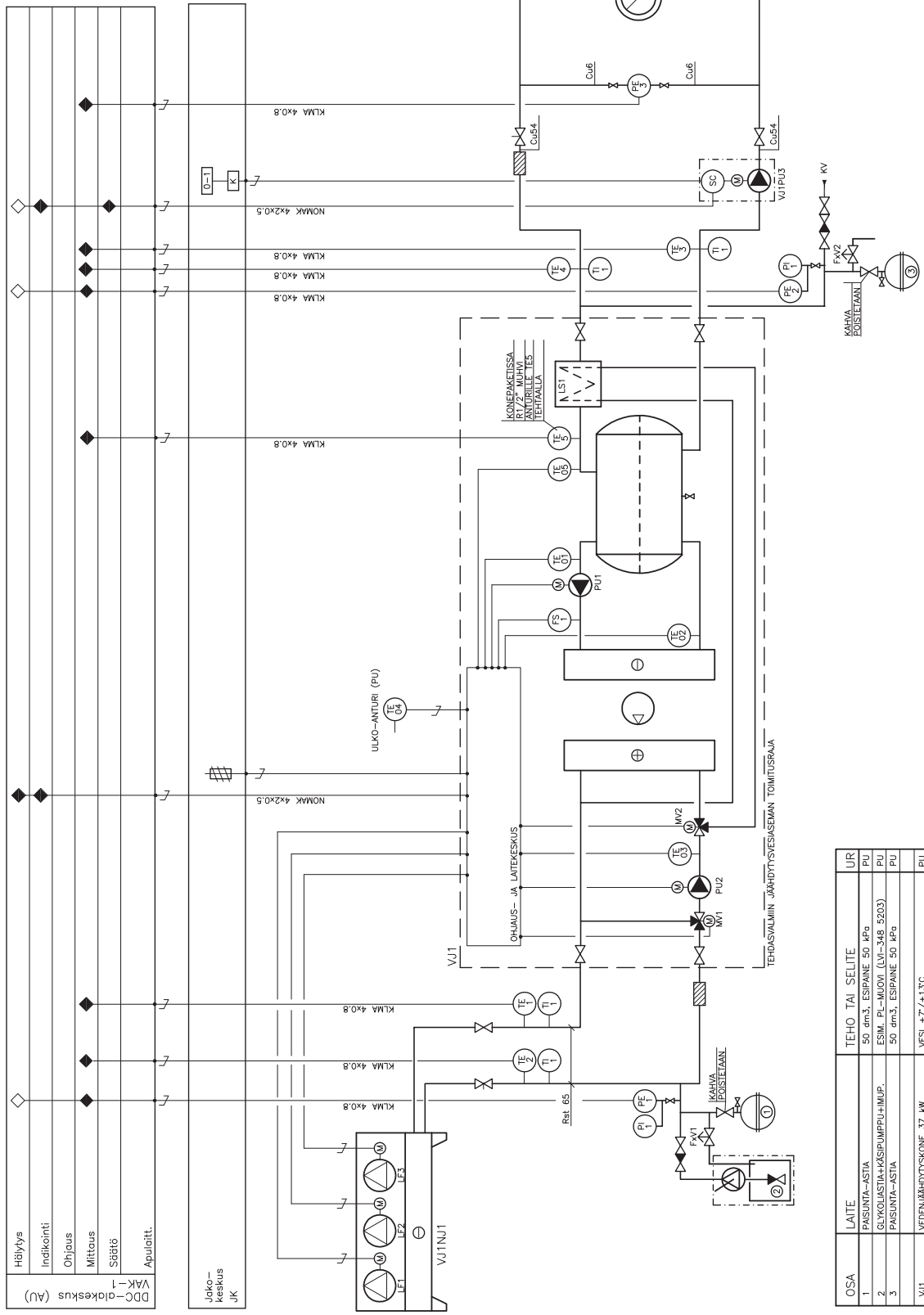
TOIMINTASELOSTUS

Kiertolämpöpumput KF1 käy aina (alikaohjelma-avaruus) alakeskuksesta asetellulla vakiokierronluulla (asetellaan käyttötönnöväiheessä).
 Alakeskus pitää kylmäaltaiden sokkelipiuhalluksen tuloilman lämpötilan asetusarvoon ohjaamalla venttiiliä TV1.
 Punallimen seisnessä TV1 on kiinni ja taajuusmuuttajan ohjaus on 0%.

OSA	LAITE	TEHO TAI SELITE	UR
1	TULOILMASUODATIN	EU7	IU
KK1LLP1	LAUHDELÄMPÖPATTERI, 45 kW	ILMA:+15/+30°C, NESTE:+36/+32°C	IU
KK1KF1	KIERTOILMAPUHUHALLIN	+2.5 m3/s	IU
KK1PU1	KIERTOPUMPPU	2.0 dm3/s, 35 kPa	AU
KK1TV1	3-TIESÄÄTÖVENTTIILI	2.0 dm3/s, 8 kPa, kv=25	AU
KK1SC1	TAAJUUSMUUTTAJA	VACON	AU
KK1TE...	LÄMPÖTILA-ANTURI		AU
KK1PDA1	PAINE-EROKYTKIN	20-200 Pa, HK-INSTRUMENTS	AU
PDI	PAINE-EROMITTARI	0-200 Pa, HK-INSTRUMENTS	AU
TI 1	KANAVALÄMPÖMITTARI	ø100 mm, -40...+40°C	AU
TI 2	LÄMPÖMITTARI	ø60 mm, 0...+50°C	PU

LOPPUPIIRUSTUS 29.10.2009

Muutos	Kohde tai selite	R. N:o	Viranom.merkintöjä
Kaup.osa	Korttelitontti	1	
8	16		
Rakennuskohde	Pirustussisältö		
S-MARKET SVELLA	TOIMINTAKAAVIO		
LAAJAVUORENTE 2	KIERTOILMAKONE KK1		
40700 JYVÄSKYLÄ	KYLMAÄLTAIDEN SOKKELIPIIHALLUS		
	Suunnittelua, piirustusnumero		
	LVI		
	Suunn. 28.11.2008		
	Piirt. 10008-4.03		
	Tark.		
LVI-INSINÖÖRITOIMISTO		Suunn. l.H.	
LINDROOS OY		Piirt.	
Toukokatu 4 B 21, 40100 JYVÄSKYLÄ		Tark.	
Puh. 014-8608400		telefax 8608444	



LOPPUPIIRUSTUS 29.10.2009

Muutos	Kohde tai selite	R. N:o	Päiväys	Tekijä
8	Korttel	1		
8	16			
Rakennuskohde				
Pirustusääkös				
S-MARKET SAVELA				
LAAJAVUORENIE 2				
40700 JYVÄSKYLÄ				
Suunnittelija, pirstusnumero				
LVI 10008-4.08				
Pirstusääkös				
TOMINTAKAAVIO				
VEDENJÄHDYTYSKONE VJ1				
Suhteet				
Pih. 28.11.2008				
Summ. I.H.				
Pih. I.H.				
Tark.				

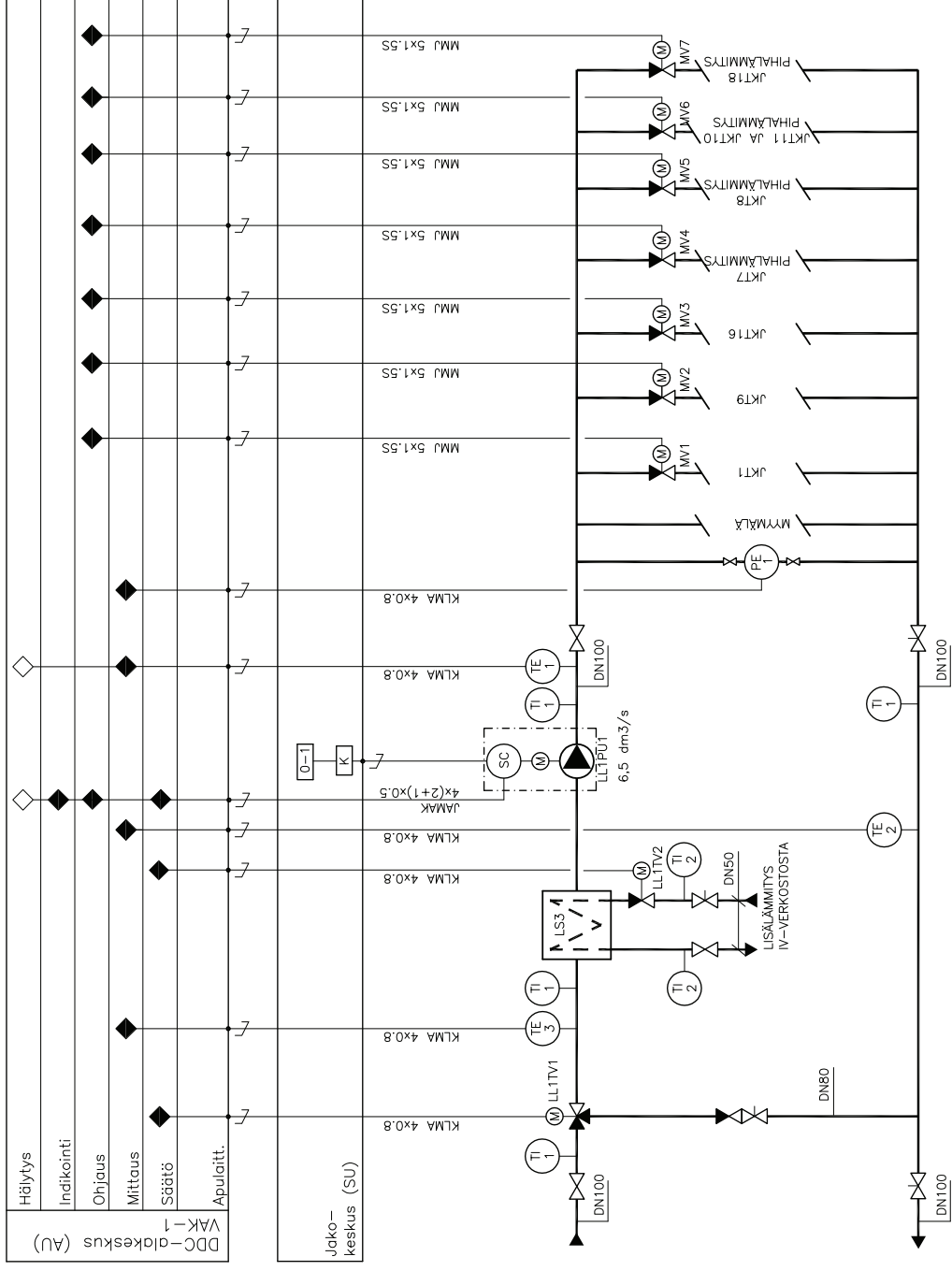
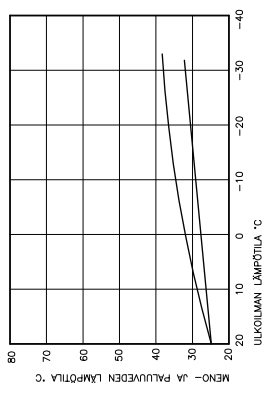
TOIMINTASELOSTUS

Pumppu VJ1P03 käy aina. Myös jäähdytysvesiasema on aina toiminnassa.
 Vedenjäähdytyksineen VJ1 oma automatiikka ohjaa jäähdytysjärjestelmän joko vapaajäähdytykselle tai koneelliselle jäähdytykselle sekä huolehtii jäähdytys- ja lauhdutuspörien lämpötilasäädöstä.
 Pumppu PU3 käytössä alakeskus pitää verkoston meno- ja paluuputkien paine-eron asetusarvossaan ohjaamalla pumppu. Pumppu PU3 seisäessä taajuusmuuttajan ohjaus on 0%.

OSA	LAITE	TEHO TAI SELITE	UR
1	PAISINTA-ASTIA	50 dm ³ , ESPIPANE 50 kPa	PU
2	GLYKOLASTIA-KÄSIPUMPPU/HUP.	ESIM. PL-MUOVI (LV-348 5203)	PU
3	PAISINTA-ASTIA	50 dm ³ , ESPIPANE 50 kPa	PU
VJ1	VEDENJÄHDYTYSKONE	37 kW	PU
VJ1N1	ESIM. CHILLER	COIN-ECCO	PU
VJ1S1	NESTEJÄHDYTYN	52 kW	PU
VJ1S2	40% ETYLEENGLYKOLI		PU
VJ1P01	LÄMÖNSIIRIN	26 kW	PU
VJ1P02	KIERTOPUMPPU (SIS. VESIASEMAN)	TOMITTAJAA MITOITTA	PU
VJ1M1	3-TIEVENTTILI (SIS. VESIASEMAN)	TOMITTAJAA MITOITTA	PU
VJ1M2	3-TIEVENTTILI (SIS. VESIASEMAN)	TOMITTAJAA MITOITTA	PU
VJ1TE1...05	LÄMPÖTILA-ANTURI (SIS. VESIASEMAN)		PU
VJ1FS1	VIRTAUSVAHTI (SIS. VESIASEMAN)		PU
VJ1P03	TAAJUUSMUUTTAJAPUMPPU	1.7 dm ³ /s, 50 kPa	PU
VJ1TE1-6	LÄMPÖTILA-ANTURI		AU
VJ1PE1	PAINELÄHETIN	0...600 kPa	AU
VJ1PE2	PAINELÄHETIN	0...600 kPa	AU
VJ1PE3	PAINE-EROLÄHETIN, NÄYTÖLLINEN	0...100 kPa	AU
PI1	PAINEMITARI	0...400 kPa, Ø100 mm	PU
TI1	VAROVENTTILI	0...+50°C, TARKISTETTU	PU
FAV1	VAROVENTTILI	DN20, ALPAINE 250 kPa	PU
FAV2	VAROVENTTILI	DN20, ALPAINE 250 kPa	PU

OSA	LAITE	TEHO TAI SELITE	Liite 11.	UR
LS3	LÄMMÖSIIRIN	150 kW		PU
	ENSIO: VESI	+70/40°C, 1,20 dm ³ /s, max. 19 kPa		
	TOISIO: 40% ETYYLEENI-	+32/38°C, 6,50 dm ³ /s, max. 10 kPa		
	GLYKOLI			
LL1PU1	TAAJUUSPUMPPU	6,5 dm ³ /s, 70 kPa		PU
LL1TV1	3-TIESÄÄTÖVENTTIILI	6,50 dm ³ /s, 22 kPa, kv=50		AU
LL1TV2	2-TIESÄÄTÖVENTTIILI	1,20 dm ³ /s, 15 kPa, kv=12		AU
LL1TE1...3	LÄMPÖTILA-ANTURI			AU
LL1PE1	PAINE-EROLÄHETIN	0...100 kPa, NÄYTTÖLINEN		AU
LL1MV1	MOOTTORILÄPPÄVENTTIILI	0,17 dm ³ /s, DN25		AU
LL1MV2	MOOTTORILÄPPÄVENTTIILI	0,36 dm ³ /s, DN32		AU
LL1MV3	MOOTTORILÄPPÄVENTTIILI	0,23 dm ³ /s, DN32		AU
LL1MV4	MOOTTORILÄPPÄVENTTIILI	0,58 dm ³ /s, DN40		AU
LL1MV5	MOOTTORILÄPPÄVENTTIILI	0,69 dm ³ /s, DN50		AU
LL1MV6	MOOTTORILÄPPÄVENTTIILI	0,91 dm ³ /s, DN50		AU
LL1MV7	MOOTTORILÄPPÄVENTTIILI	0,29 dm ³ /s, DN32		AU
T11	LÄMPÖMITTARI	960 mm, 0...+50°C		PU
T12	LÄMPÖMITTARI	960 mm, 0...+100°C		PU

LATTIALÄMMITYSVERKON TOIMINTALÄMPÖTILAT



TOIMINTASELOSTUS

Pumppu LL1PU1 käy normaalisti aina. Verkoston meno- veden lämpötilalle TE1 ohjelmoidaan kiinteä ylärajahäilytys (esim. +50°C, viive 1 min.). Häilytyksen tapahtuessa pumppu LL1PU1 pysähtyy.

Verkoston menoveden lämpötila anturin LL1TE1 kohdalla pidetään ulkolämpötilasta riippuvassa arvossa ohjaamalla sarjassa venttiileitä TV1 ja TV2. Säätökäyrän asettelu vähintään neljän eri ulkolämpötilapisteen ja suuntaussiiroon avulla.

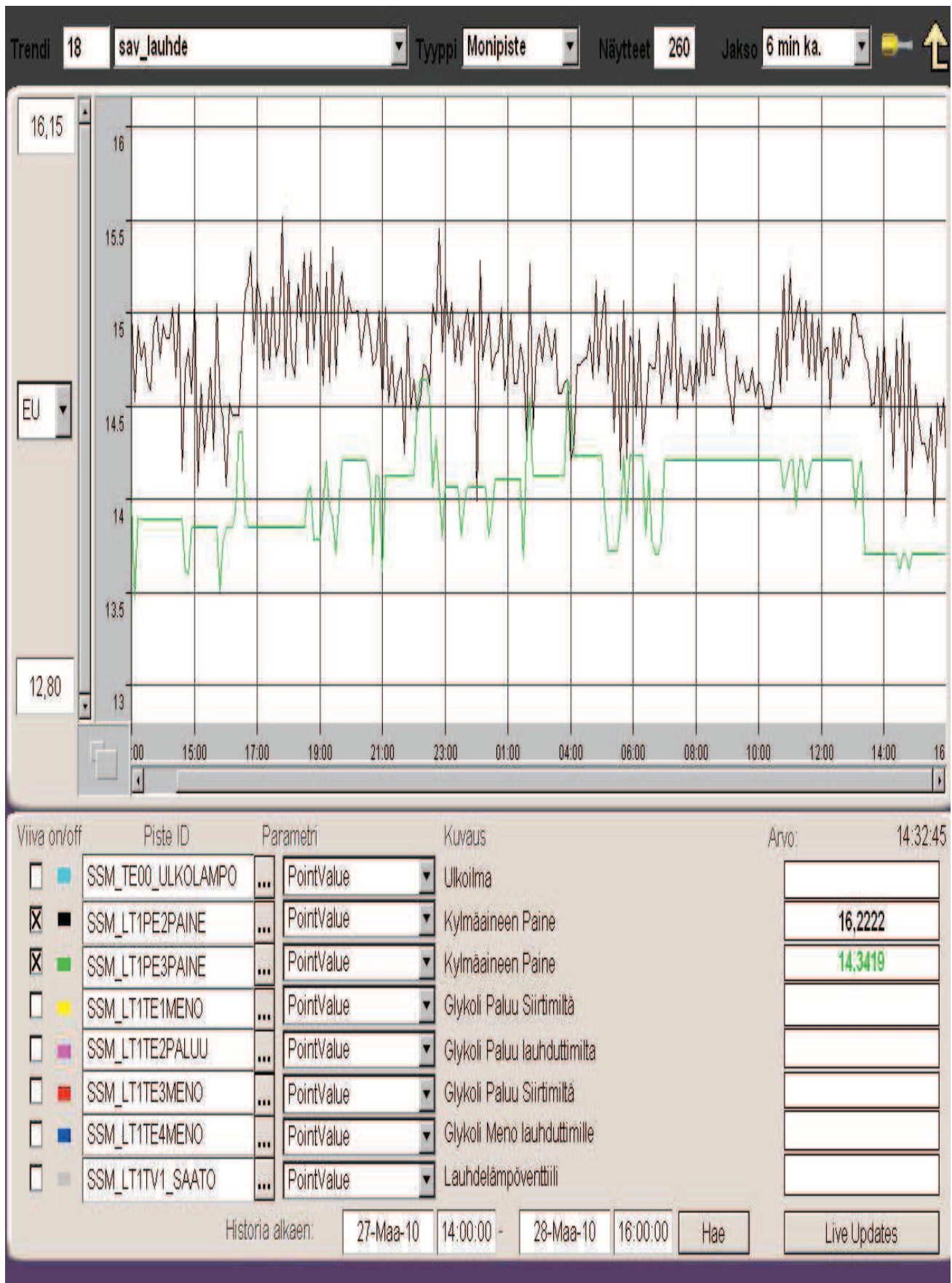
Anturi LL1TE3 (ks. kaavio -4.09) rajoittaa venttiilin LL1TV1 toimintaa estäen liuoksen lämpötilan laskemasta alle raja-arvon (esim. +20°C).

Ukolämpötilan ollessa yli raja-arvon sulkeutuu venttiilit MV1...MV3.

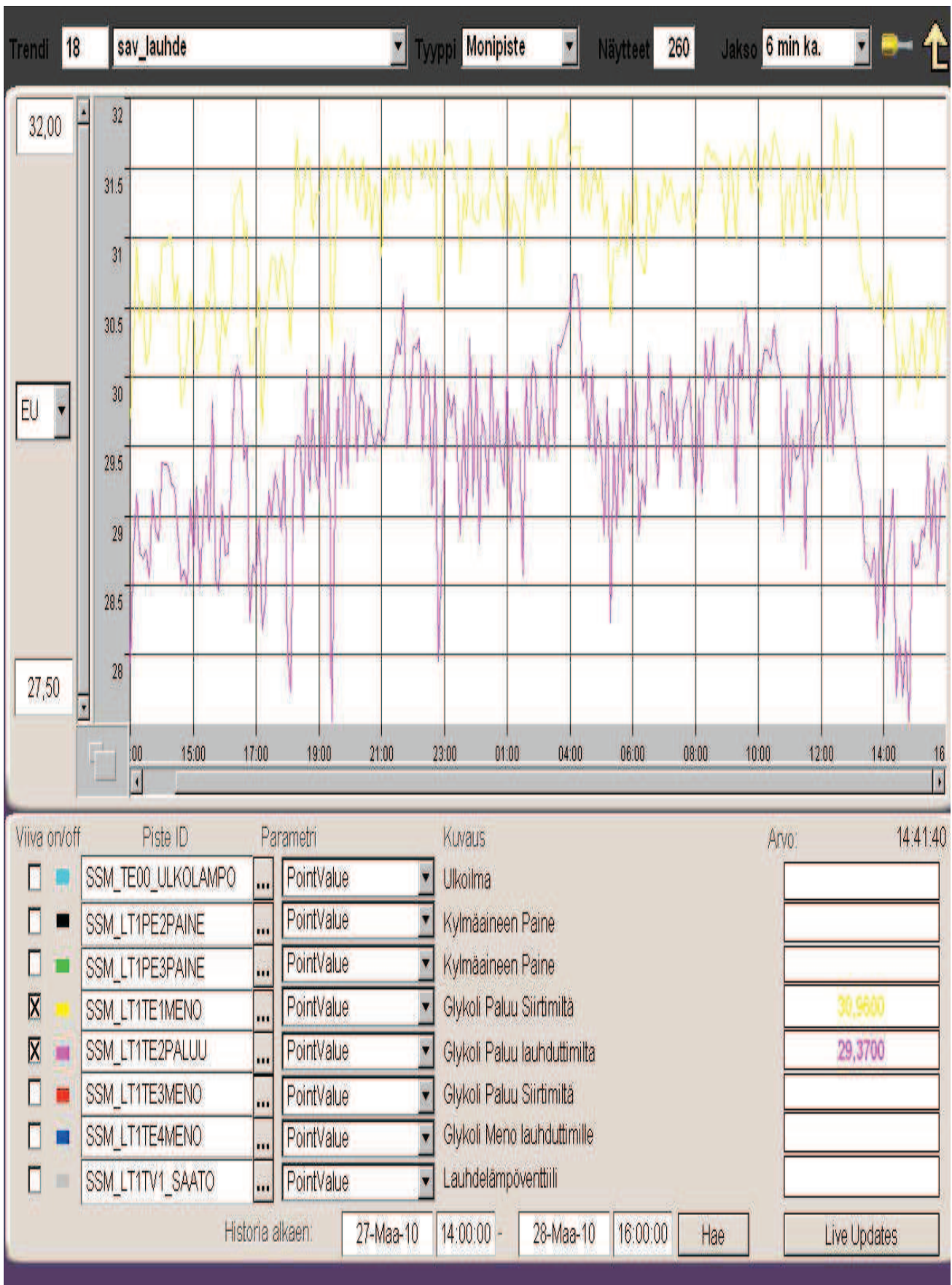
MV4...MV7 ovat auki ulkolämpötilan ollessa -7°C < T_u < +5°C.

LOPPUPIIRUSTUS 29.10.2009

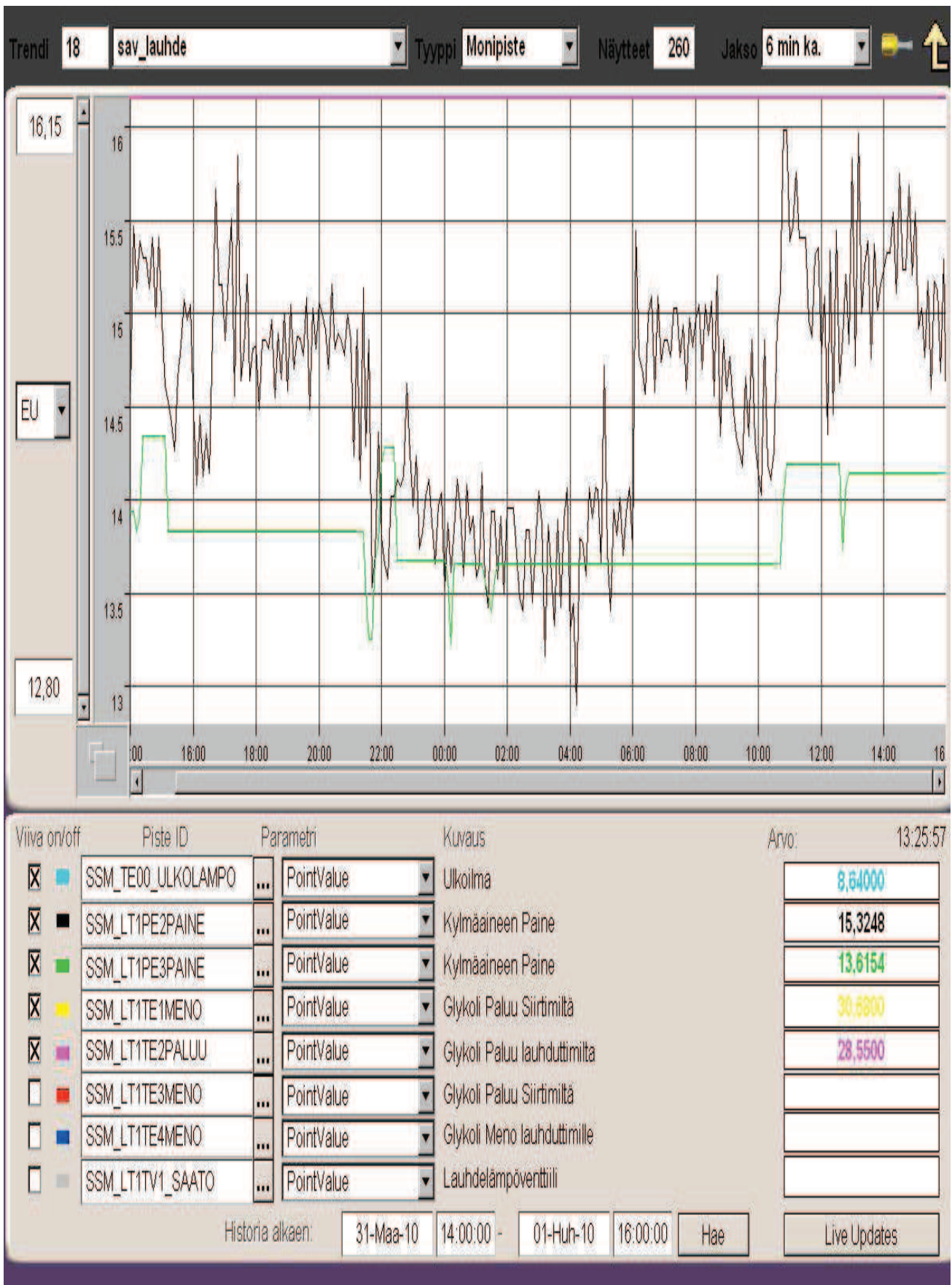
Muutos	Kohde tai selite	R. N:o	Viranom.merkitintö	Suhteet
8	Kaup.osa	1		
	Korttelit	1		
Rakennuskohde				
S-MARKET SANELA				Piirustusasiat
LAAJAVUORENIE 2				TOMINTAKAAVIO
40700 JYVÄSKYLÄ				LATTIA- JA PIHALÄMMITYSVERKOSTO
Suunnitteluala, piirustusnumero				
LVI				
10008-4.11				
LVI-INSINÖÖRITOIMISTO LINDROOS OY				Päiv. 28.11.2008
Tapiolankatu 4 B 21, 40100 JYVÄSKYLÄ				Suunn. LH.
Puh. 014-8609400, Telefax 8609444				Piirt. PTK.
				Tark.



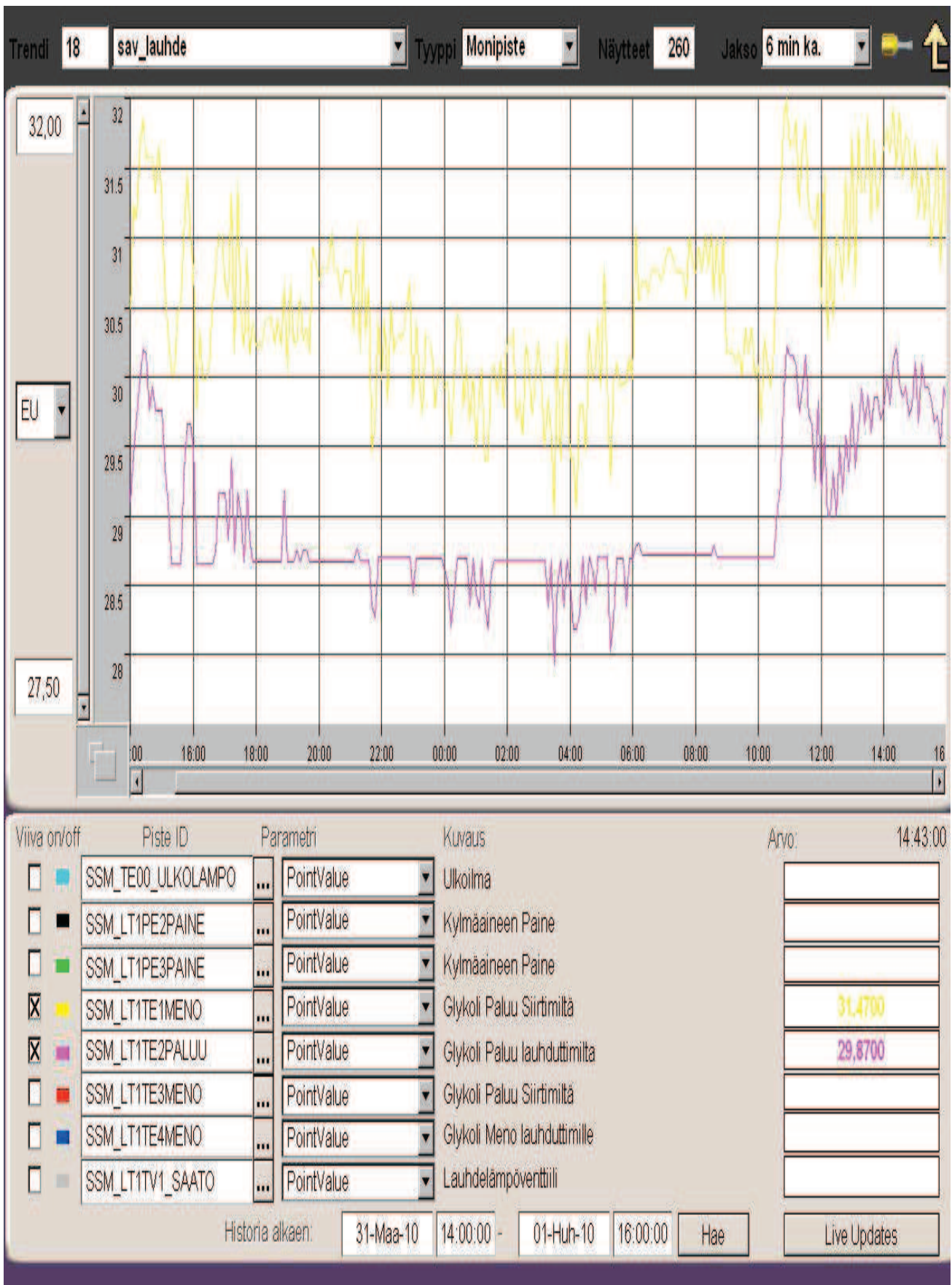
Server: 193.185.34.194 Operator ID: ILKKAH Security: SUPV Station: STN02



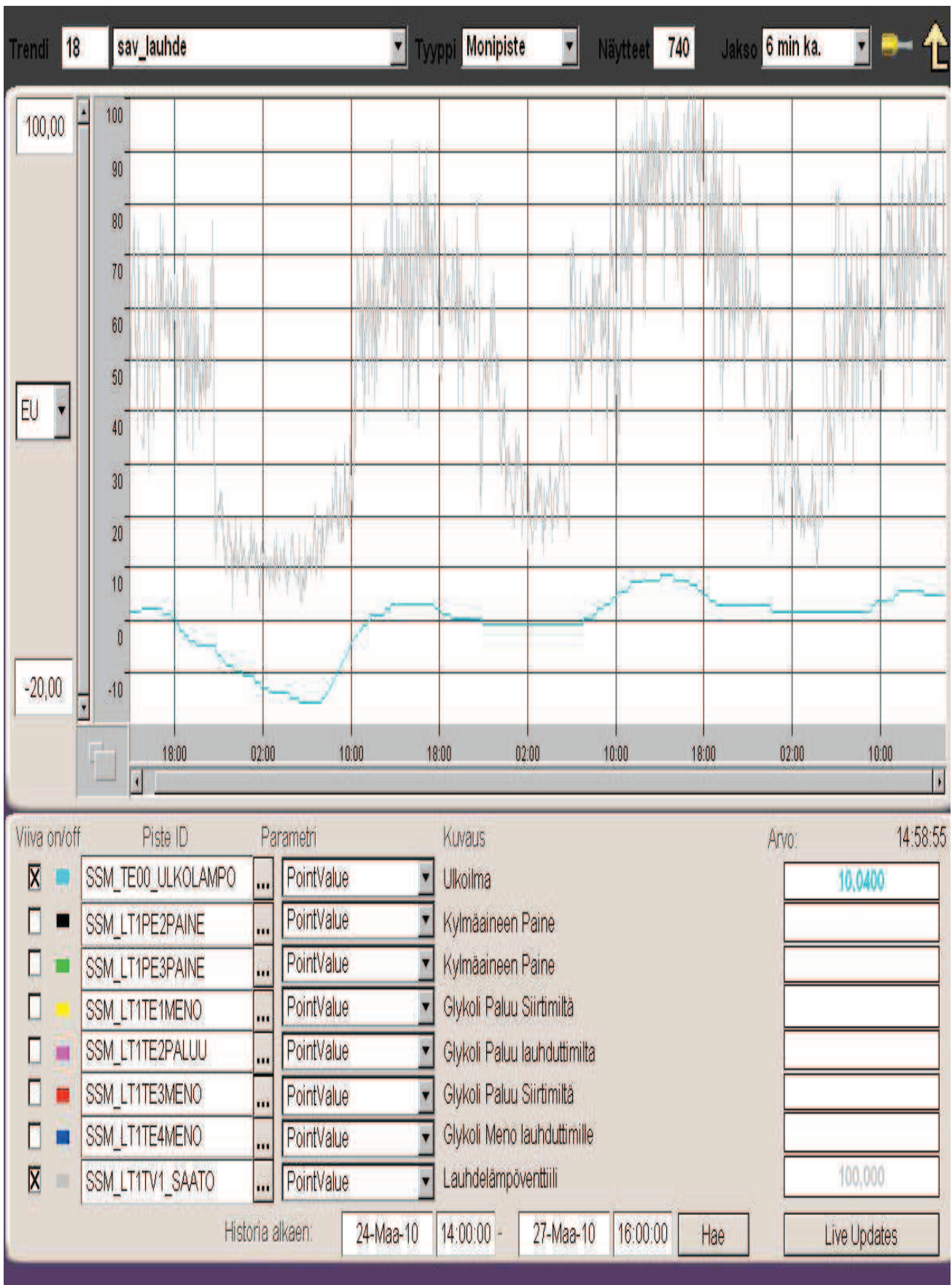
Server: 193.185.34.194 Operator ID: ILKKAH Security: SUPV Station: STN02



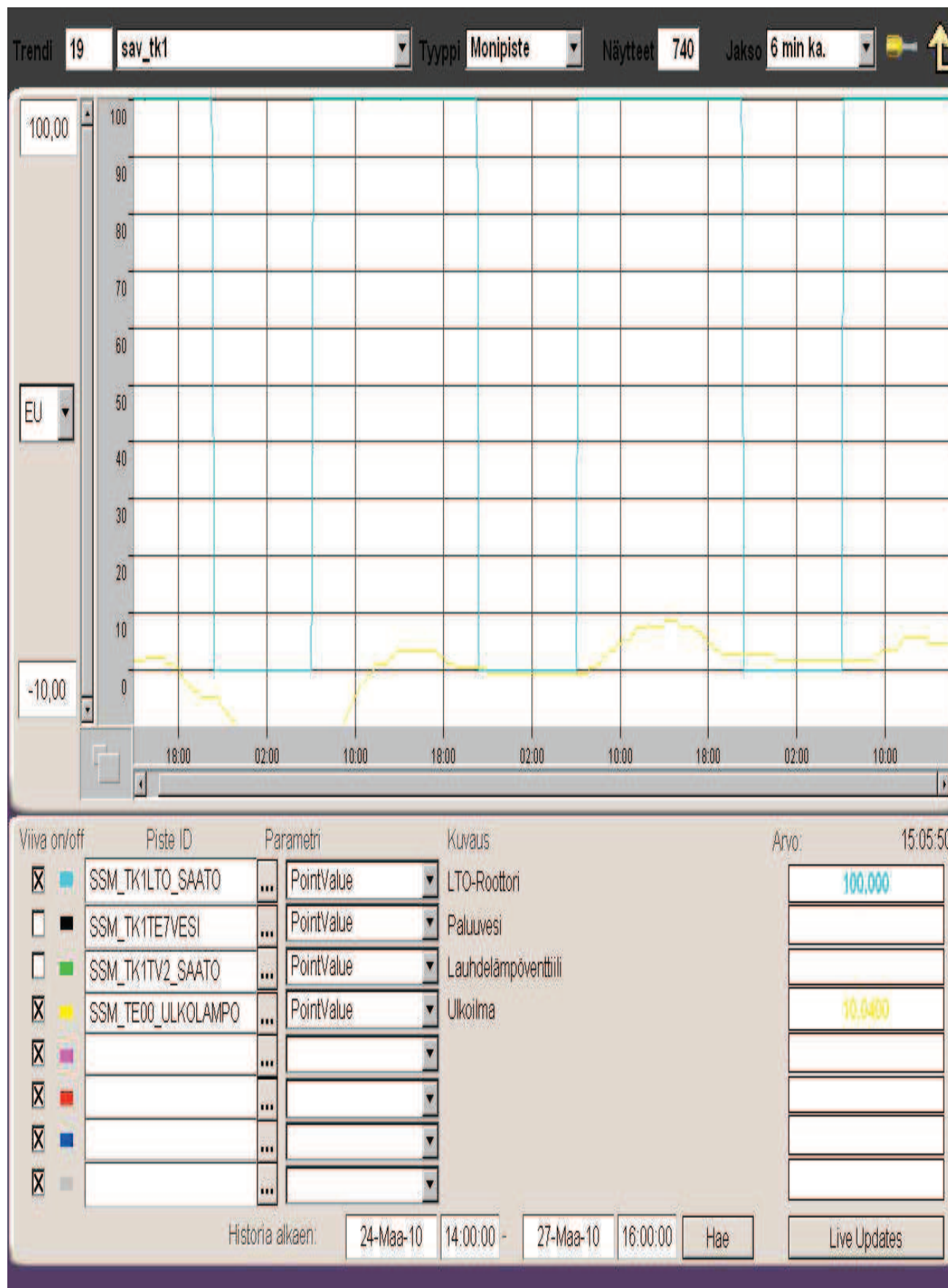
Server: 193.185.34.194 Operator ID: ILKKAH Security: SUPV Station: STN03



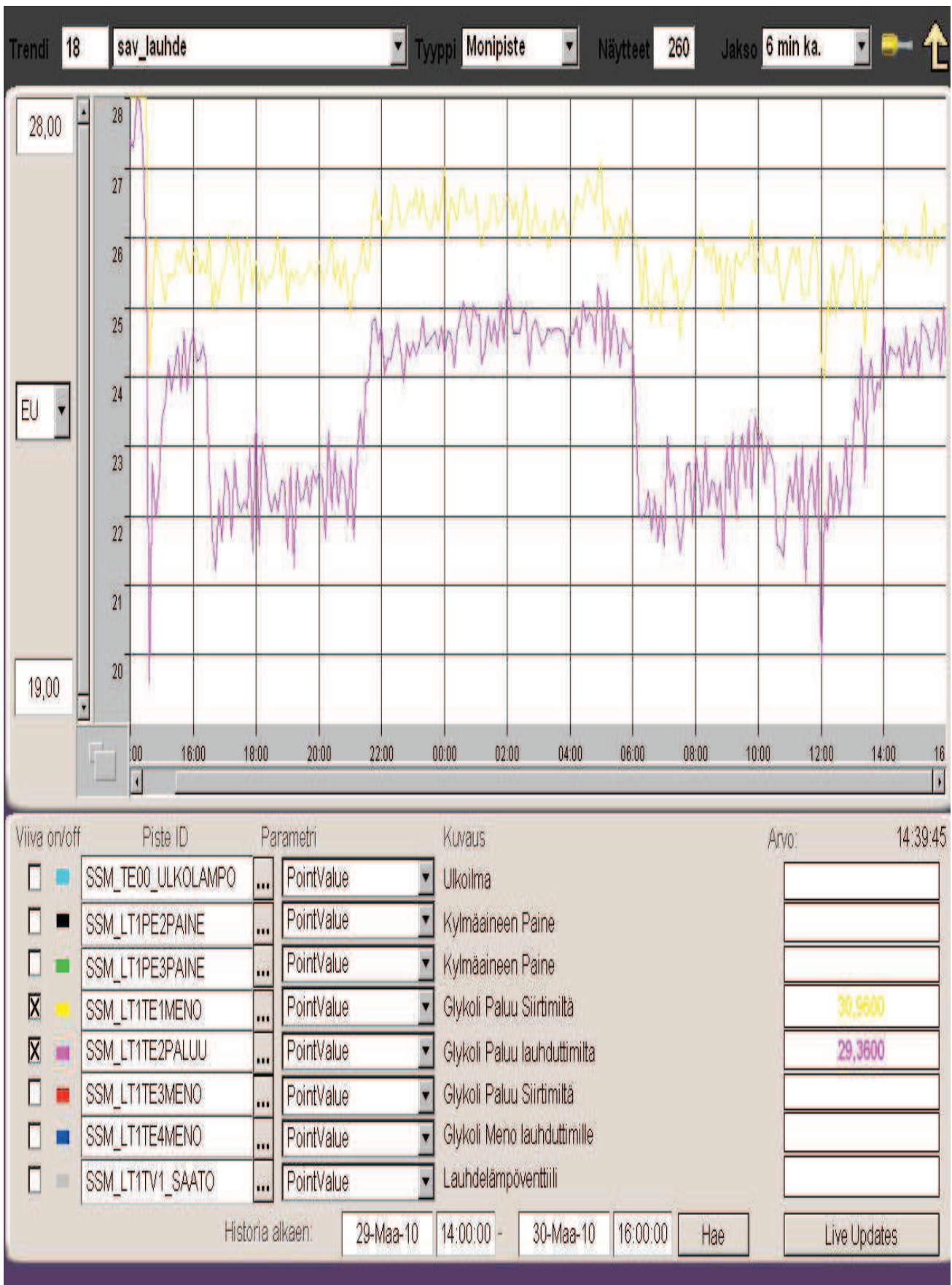
Server: 193.185.34.194 Operator ID: ILKKAH Security: SUPV Station: STN02



Server: 193.185.34.194 Operator ID: ILKKAH Security: SUPV Station: STN02



Server: 193.185.34.194 Operator ID: ILKKAH Security: SUPV Station: STN02



Server: 193.185.34.194 Operator ID: ILKKAH Security: SUPV Station: STN02

Periodi: Päivittäin 2010-03-29 00:00:00 -> 2010-03-30 00:00:00

S-SAVELA

Parametri teksti

[01] 036:099,AKL-LOKKERI,A Load kW

Min.

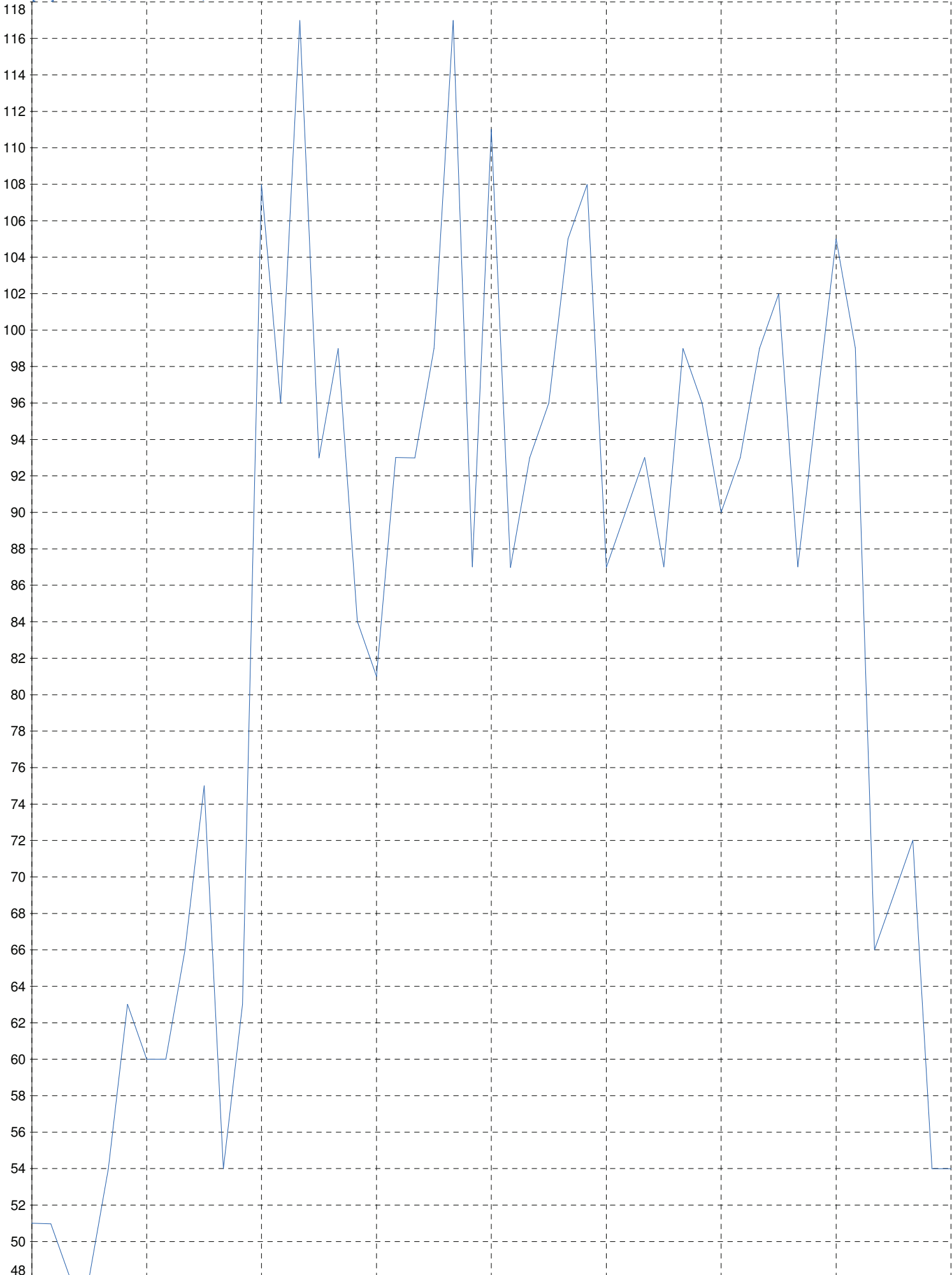
48.0

Keskim.

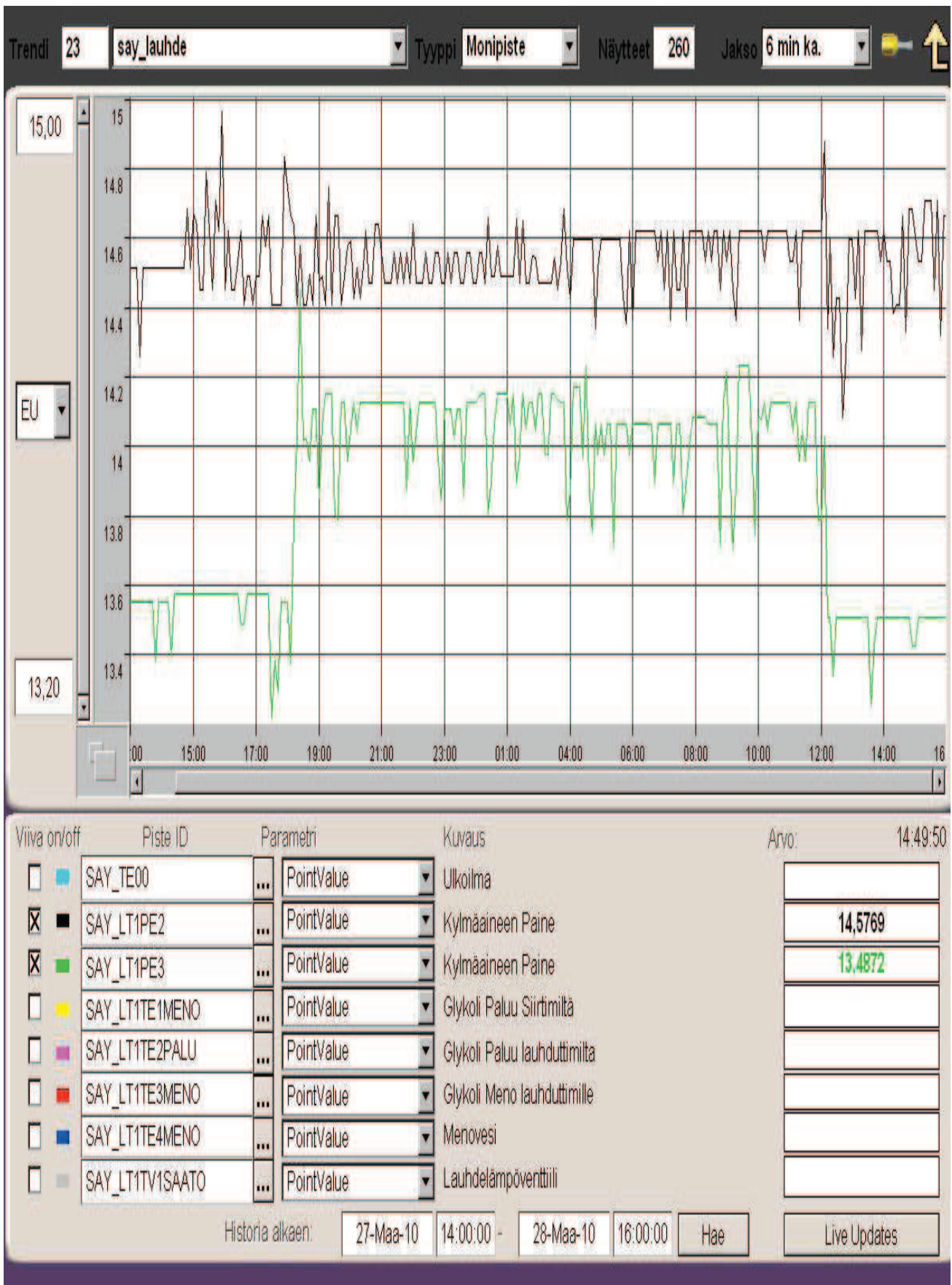
83.6

Max.

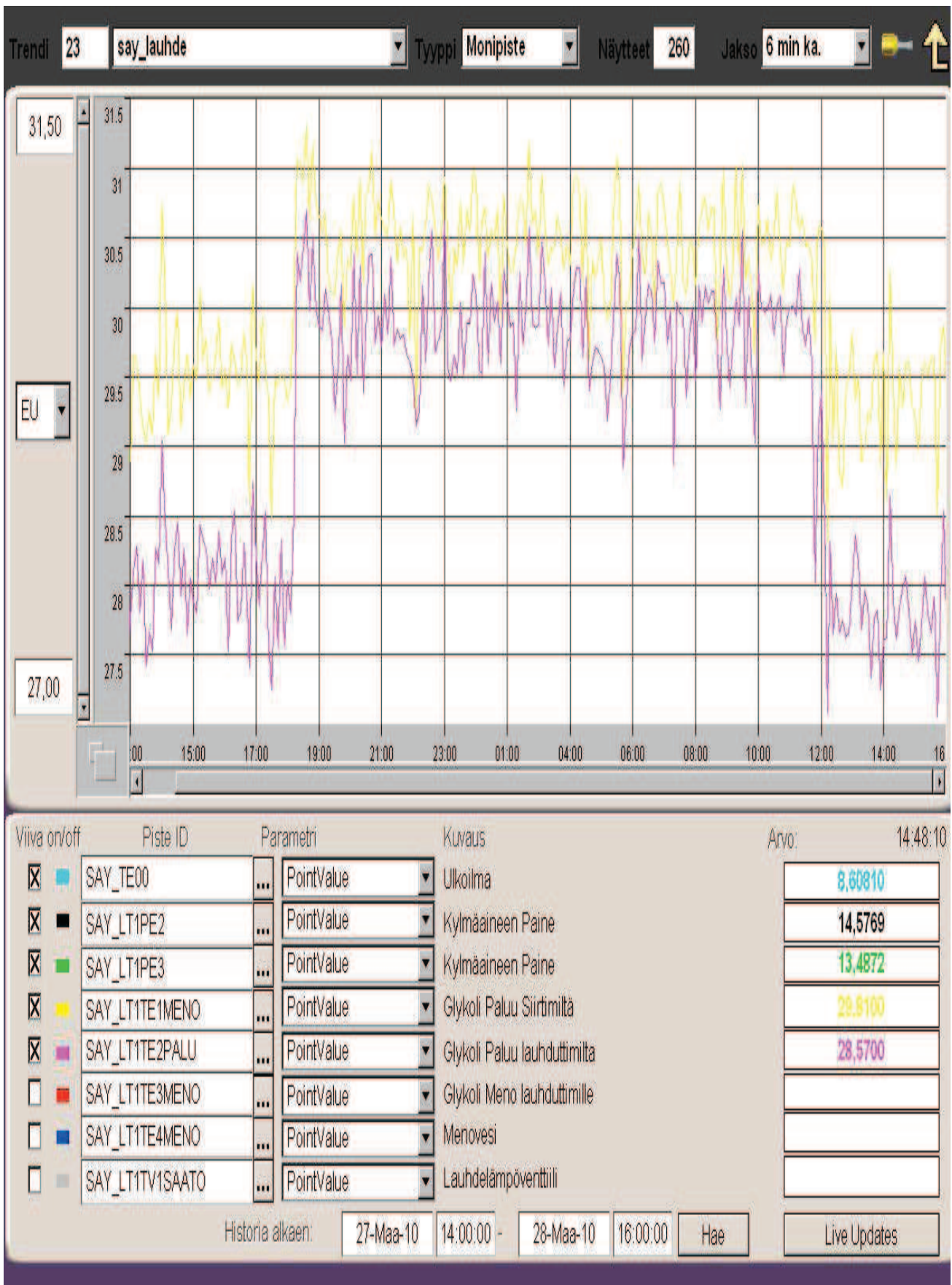
117.0



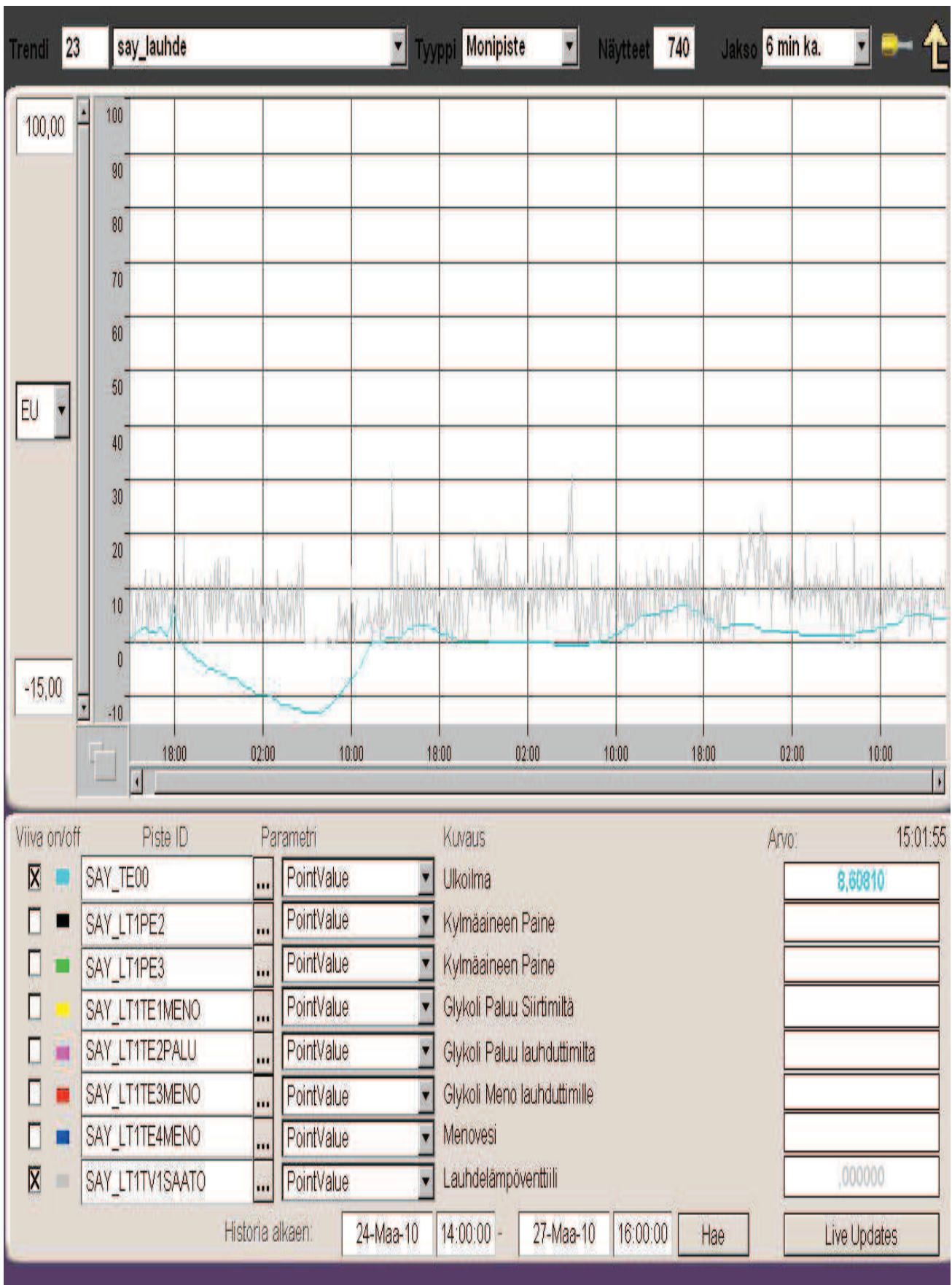
Time	Day
2010.03.29 00:00:00	Maanantai
2010.03.29 03:00:00	Maanantai
2010.03.29 06:00:00	Maanantai
2010.03.29 09:00:00	Maanantai
2010.03.29 12:00:00	Maanantai
2010.03.29 15:00:00	Maanantai
2010.03.29 18:00:00	Maanantai
2010.03.29 21:00:00	Maanantai
2010.03.30 00:00:00	Tiistai



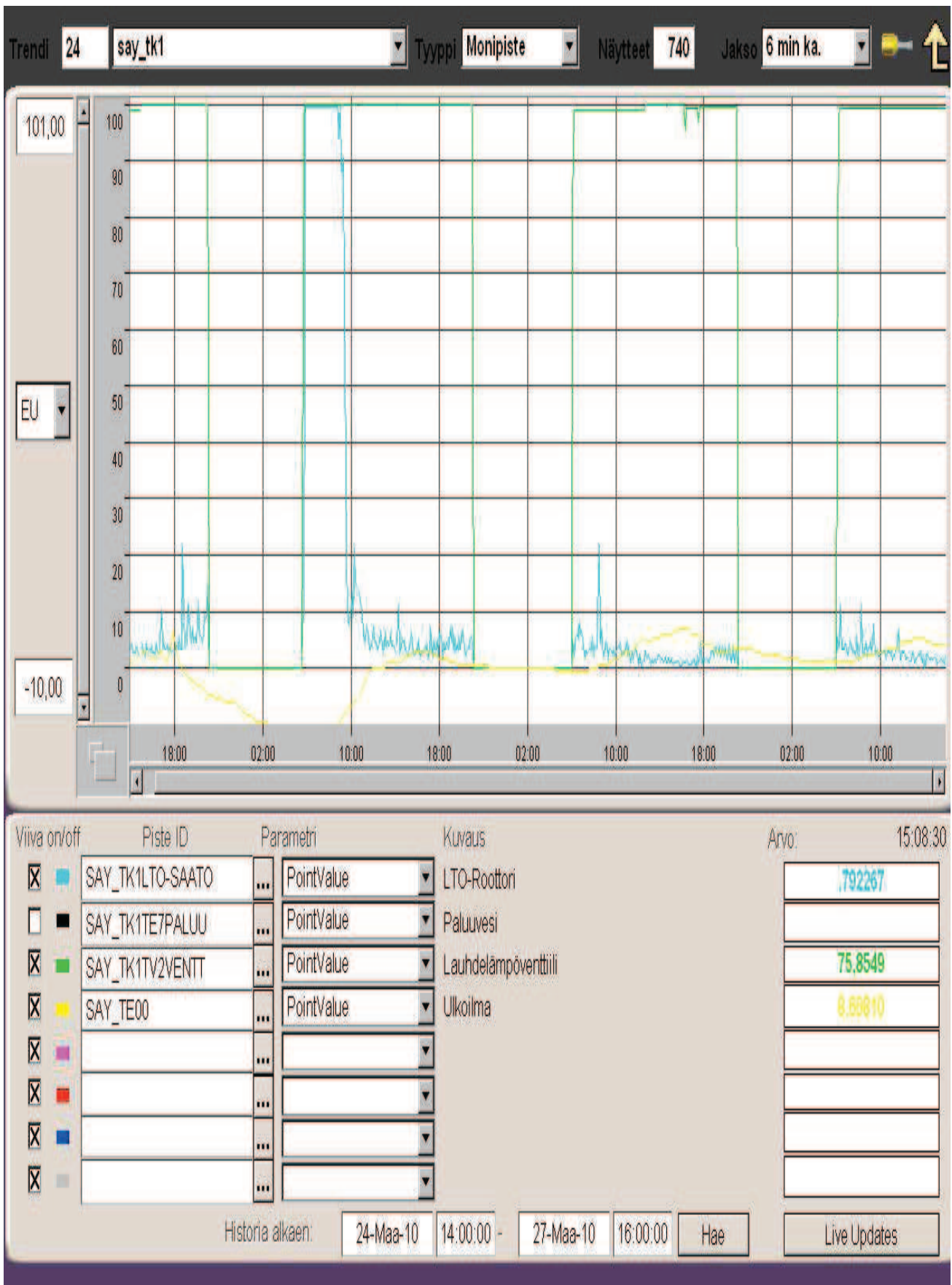
Server: 193.185.34.194 Operator ID: ILKKAH Security: SUPV Station: STN02



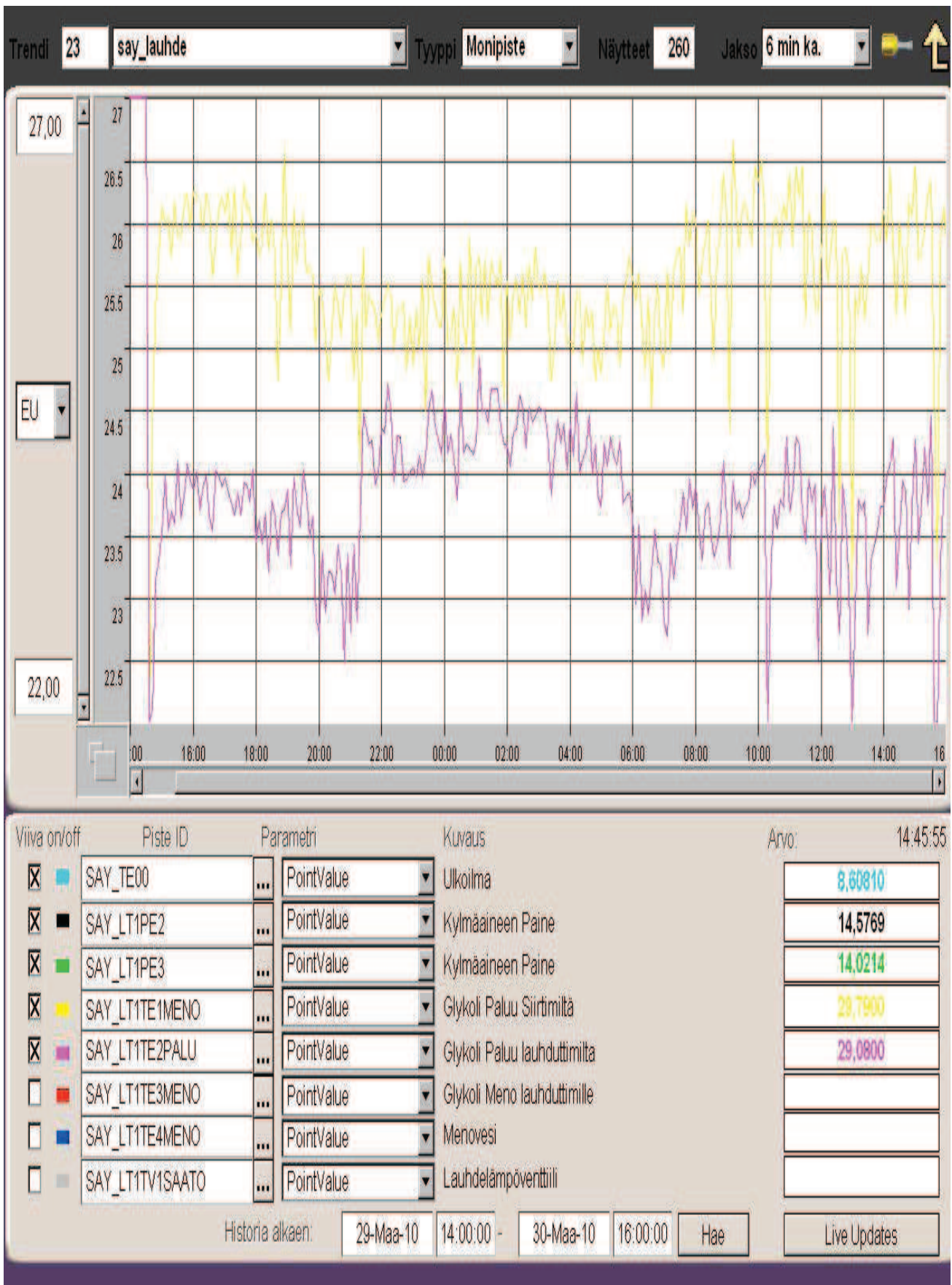
Server: 193.185.34.194 Operator ID: ILKKAH Security: SUPV Station: STN02



Server: 193.185.34.194 Operator ID: ILKKAH Security: SUPV Station: STN02



Server: 193.185.34.194 Operator ID: ILKKAH Security: SUPV Station: STN02



Server: 193.185.34.194 Operator ID: ILKKAH Security: SUPV Station: STN02

Periodi: Päivittäin 2010-03-29 00:00:00 -> 2010-03-30 00:00:00

S-SAYNATSALO

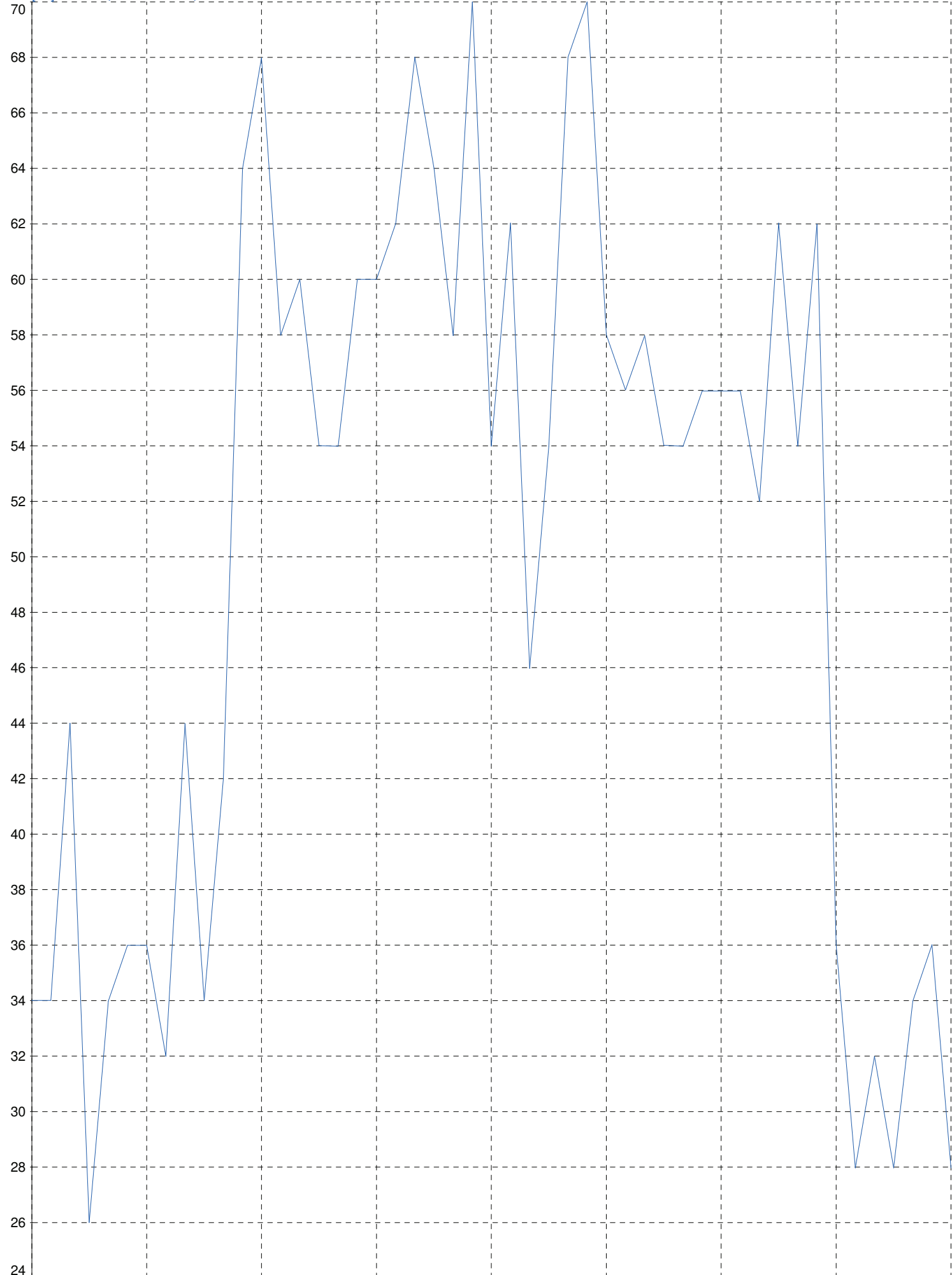
Parametri teksti

[01] 004:099,99.LOGGERI,KUORMA A kW

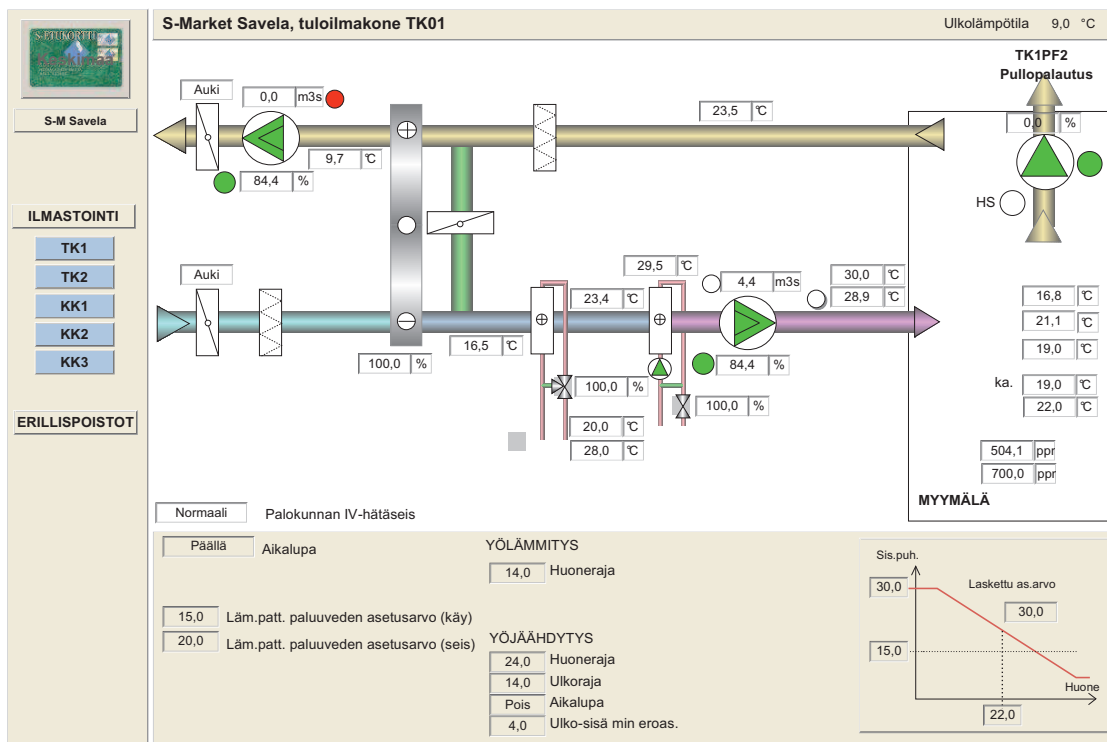
Min.
26.0

Keskim.
50.0

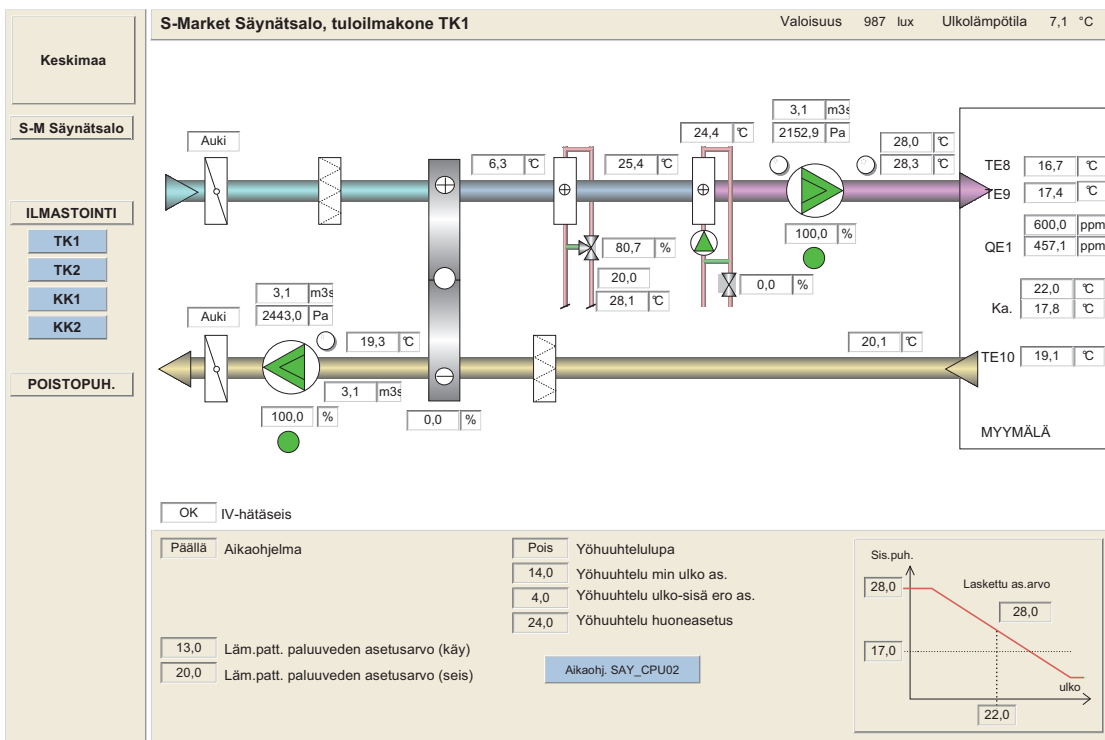
Max.
70.0



2010.03.29 00:00:00 Maanantai 2010.03.29 03:00:00 Maanantai 2010.03.29 06:00:00 Maanantai 2010.03.29 09:00:00 Maanantai 2010.03.29 12:00:00 Maanantai 2010.03.29 15:00:00 Maanantai 2010.03.29 18:00:00 Maanantai 2010.03.29 21:00:00 Maanantai 2010.03.30 00:00:00 Tiistai



Server: 193.185.34.194 Operator ID: ILKKAH Security: SUPV Station: STN03



Server: 193.185.34.194 Operator ID: ILKKAH Security: SUPV Station: STN03