

Timo Toivanen

T638SA

VAPAAJÄÄHDYTYKSEN TOIMINNAN TUTKIMINEN

Opinnäytetyö
Talotekniikka


Marraskuu 2010




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences	Opinnäytetyön päivämäärä 25.11.2010	
Tekijä(t) Timo Toivanen	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Talotekniikka LVI-tekniikan suuntautumisvaihtoehto	
Nimeke Vapaajäähdytyksen toiminnan tutkiminen		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli perehtyä toimistorakennuksen vapaajäähdytyksen toimintaan ja verrata vapaajäähdytyksen toimintaa verrattuna alkuperäisiin suunnitteluarvoihin. Tavoitteena oli selvittää, kuinka paljon vapaajäähdytysjärjestelmä säästää ostettavaa sähköenergiaa.</p> <p>Työn kohteena on Sinetti toimistotalo Jyväskylässä. Sinetti-toimistotalon jäähdytys on toteutettu vedenjäähdytyskoneilla ja vapaajäähdytyslaitteistoilla. Tässä työssä oli tarkoitus selvittää kuinka paljon sähköenergian säästöjä saadaan aikaan vapaajäähdytystä käyttämällä.</p> <p>Aluksi työssä perehdyttiin erilaisiin jäähdytysjärjestelmiin sekä vapaajäähdytykseen. Tutkimusmenetelmänä oli lauhdepiirin lämpötilatietojen kerääminen rakennusautomaatiota hyödyntäen. Rakennusautomaation lämpötila-antureiden mittaustiedot tallennettiin kiinteistövalvomon tietokoneelle, josta ne saatiin käyttöön tutkimusta varten. Lämpötila-antureiden mittaustietojen oikeellisuus tarkastettiin työn yhteydessä. Tutkimuksen yhteydessä lauhdepiirin nestevirrat tarkistettiin ja saatuja arvoja käytettiin energialaskelmissa.</p> <p>Tutkimuksen tuloksena saatiin selville ne lämpötilat ja ajankohdat, missä vapaajäähdytys riittää kattamaan kokonaan kiinteistön jäähdytystarpeen. Tulosten avulla työn toimeksiantaja saa selkeän kokonaiskuvan vapaajäähdytysjärjestelmän toiminnasta ja ostettavan sähköenergian säästöstä.</p>		
Asiasanat (avainsanat) Vapaajäähdytys, jäähdytys, energiansäästö, energiankulutus		
Sivumäärä 31	Kieli Suomi	URN
Huomautus (huomautukset liitteistä)		
Ohjaavan opettajan nimi Heikki Salomaa	Opinnäytetyön toimeksiantaja Senaatti-kiinteistöt Keski-Suomen alue	

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Date of the bachelor's thesis 25.11.2010
Author(s) Timo Toivanen	Degree programme and option Building Services Engineering HVAC-technology	
Name of the bachelor's thesis Examination of free cooling		
Abstract The purpose of this Bachelor's Thesis this thesis is study of free cooling system in office-building and analyzes of the functioning of free cooling system. It is compared it to the original planning values. The main aim was to investigate how much the free cooling system can save electricity by reducing the electricity consumption. To case was Sinetti office building in Jyväskylä. The cooling of the house has been carried out by liquid condenser water cooling system and by free cooling system. In this report the aim was to study how we can save energy by using a free cooling system. The research method was collecting temperatures of condenser circuit using the building automation system. The measurements of temperature sensors were saved in building monitoring computer, which them are take use by investigators. The liquid flow in condenser circuit was measured and the results were used in energy calculations. The result gives which are the right temperatures and period of time of using free cooling system to achieve the total cooling supply in the building. The results give us a total view of free cooling's systems function. By using free cooling system we can less the energy consumption.		
Subject headings, (keywords) Free cooling, cooling, energy savings, energy consumption		
Pages 31	Language Finnish	URN
Remarks, notes on appendices		
Tutor Heikki Salomaa	Bachelor's thesis assigned by Senate Properties Region Central Finland	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	JÄÄHDYTYKSEN TOIMINTAPERIAATE.....	2
2.1	Jäähdytysprosessi.....	2
2.2	Vapaajäähdytys.....	5
3	JÄÄHDYTYSLAITTEISTOT	9
3.1	Kylmäainepiirin komponentit.....	9
3.1.1	Kompressori.....	9
3.1.2	Höyrystin.....	11
3.1.3	Lauhdutin	12
3.1.4	Paisuntalaite	13
3.1.5	Painekytkimet ja anturit	13
3.2	Välillisen jäähdytyksen komponentit	14
3.2.1	Pumput ja tasaussäiliö.....	14
3.2.2	Liuospiirin 3-tie venttiili	15
3.2.3	Lauhdutin	15
3.2.4	Vapaajäähdytysvaihdin	16
3.3	Automatiikka	16
4	TUTKIMUSAINEISTO JA MENETELMÄT.....	17
4.1	Tutkimusaineisto.....	17
4.2	Tutkimusmenetelmä	17
5	TUTKIMUSTULOKSET	21
5.1	Tulokset	21
5.2	Laskelmat.....	25
5.3	Sähköenergian säästölaskelma ulkoilman pysyvyysetietoja hyväksikäyttäen.....	26
6	POHDINTA	28
	LÄHTEET	31
	LIITTEET	
	1. TOIMINTAKAAVIO VEA	
	2. TOIMINTAKAAVIO VEB	

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää opiskelijan valmiuksia kylmäteknikkaan liittyvässä vapaajäähdytysosaamisessa sekä selvittää tähän liittyen tilaajan laitteiston toiminta nykytilanteessa.

Tutkimuksen aihealueena on vapaajäähdytyksen toiminta SINETTI- kiinteistössä, joka on valtion virastotalo Jyväskylässä. Tavoitteena on selvittää, kuinka vapaajäähdytyslaitteisto toimii suhteessa suunnittelulähtökohtana olleisiin mitoitusarvoihin ja kuinka paljon vapaajäähdytyslaitteilla saadaan todellisuudessa ostettavan energian säästöä.

Työn tilaaja on Senaatti-kiinteistöt Keski-Suomen alue. Senaatti-kiinteistöt on valtion liikelaitos, joka tarjoaa tilapalveluja ensisijaisesti valtionhallinnolle. Toimitilojen vuokraus, investoinnit, kiinteistövarallisuuden kehittäminen ja hallinta muodostavat palvelujen perustan. Asiakaskuntaan kuuluvat muun muassa yliopistot ja korkeakoulut, valtion virastot, ministeriöt, tutkimus- ja kulttuurilaitokset, vankilat sekä puolustushallinto.

Senaatti-kiinteistön toiminta ei ole pelkästään tilojen vuokraamista asiakkaille ja asiakkaan toimitiloista huolehtimista. Senaatti-kiinteistöjen tarjontaan sisältyy asiakkaan tarpeista lähtevä palveluvalikoima. Periaatteena on, että asiakas voi tarvittaessa saada toimitiloihin liittyvän osaamisen ja palvelut keskitetysti yhdestä paikasta.

Nykyaikainen kiinteistö tarvitsee jäähdytystä. Tärkein osa jäähdytyslaitteistossa on vedenjäähdytyskoneisto, joka sisältää prosessissa tarvittavat komponentit. Suunnittelija valitsee, sisältääkö jäähdytyskoneikko yhden tai useamman kylmäainepiirin sekä jäähdytyskompressorien määrän.

Pienemmissä laitoksissa on käytettävissä tehtaalla valmiiksi koottuja laitteistoja, jotka sisältävät tarvittavat komponentit sisältäen myös säätö- ja ohjauslaitteet. Suuret laitokset kootaan yleensä komponenteista työmaalla, jolloin suunnittelijalla on suurempi vapaus valita järjestelmän kokoonpano. Tämä asettaa kuitenkin suuremmat vaatimukset myös ohjaus- ja säätöjärjestelmille. Tavoitteena on käyttää yleensä vain yhtä logiikkaohjelmaa, jotta ohjelmiston hallittavuus säilyisi parempana. Tarkoituksena on, että valitaan aina kohteen jäähdytyslaitteistolle oikea kokoonpano.

Työ aloitetaan tekemällä tutkimussuunnitelma, jossa määritellään tutkimuksen sisältö. Tutkimuksen pääsääntöisenä tarkoituksena on selvittää vapaajäähdytyslaitteista vapaajäähdytyskauden aikana saatava jäähdytysteho sekä tähän liittyvät jäähdytysnesteiden lämpötilamittaukset.

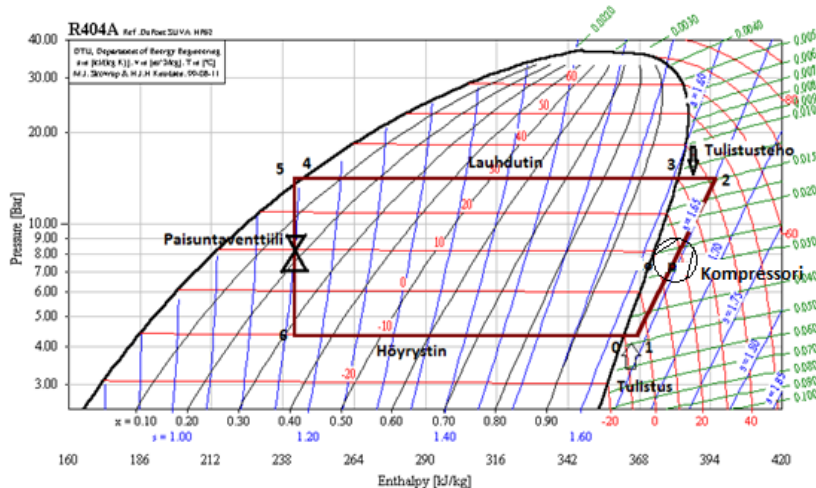
Itse tutkimuksessa kerätään lämpötilojen mittaustietoja vapaajäähdytyksen lämmönsiirtimien meno- ja paluuliuksesta sekä selvitetään liuospiirin nestevirrat. Mittausaineiston keräys tapahtuu kiinteistöautomaation lämpötila-antureiden mittaustietoa hyväksikäyttäen. Rakennusautomaation historiatiedoista mittaustietoa tulostetaan Excel-laskentataulukkomuotoon, jonka avulla tapahtuu jäähdytystehojen laskenta ja vertailu eri lämpötiloissa. Samalla tarkistetaan lämpötilamittauksin kiinteistöautomaatioon liitettyjen mittauslaitteiden mittausrvojen oikeellisuus.

2 JÄÄHDYTYKSEN TOIMINTAPERIAATE

Koska erilaisia kylmätekniisiä järjestelmiä on hyvin paljon, tässä opinnäytetyössä on pyrkimys käsitellä teoriaa veden ja liuoksen jäähdyttämiseen liittyen ja tutustutaan kylmäprosessin perusteisiin kompressor- ja vapaajäähdytyskäytön aikana.

2.1 Jäähdytysprosessi

Useimmissa jäähdytyskoneistoissa kylmän tekeminen perustuu höyryprosessiin, jossa jäähdytyskoneistossa kiertävä kylmäaine höyrystyy ja lauhtuu. Jäähdytysprosessin mallintamiseen käytetään kylmäaineen logaritmista paine-entalpia-tilapiirrosta, jota kutsutaan lyhyesti log p, h-tilapiirroksiksi (kuva 1).



KUVA 1. Jäähdytysprosessin log p, h-tilapiirros [1. s.11]

Höyryprosessissa on neljä päävaihetta ja jäähdytyskoneiston pääkomponentit ovat höyrystin, kompressori, lauhdutin ja paisuntaventtiili (kuva 1). Jäähdytysprosessi jakautuu seuraaviin vaiheisiin.

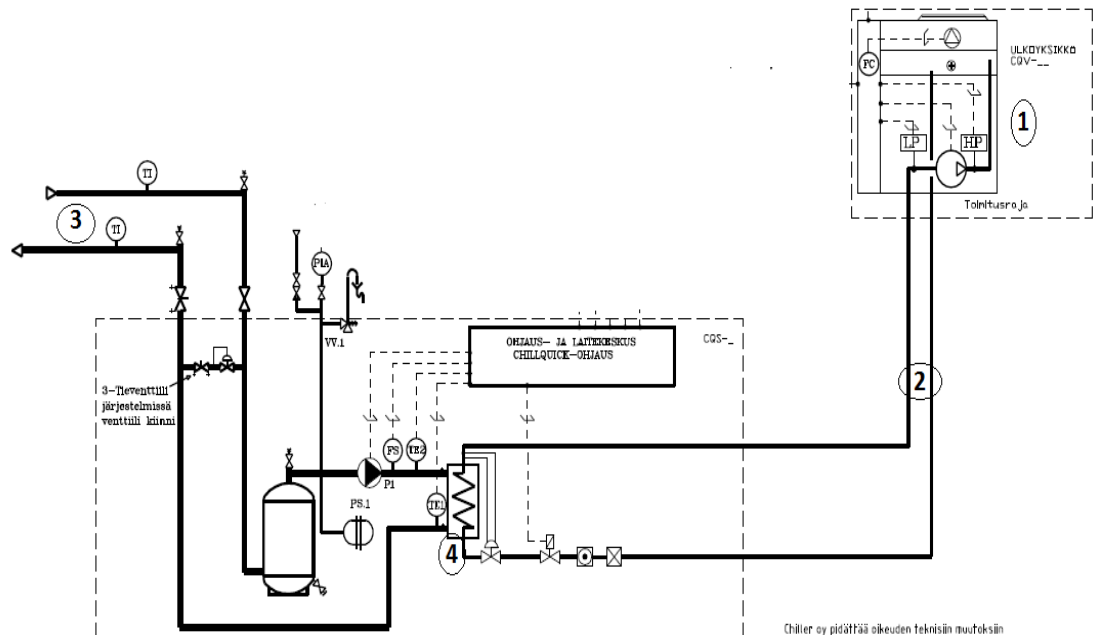
1. 1-2 Kompressori puristaa kylmäaineen korkeampaan paineeseen ja samalla höyryn lämpötila kohoaa.
2. 2-3 Tulistuksen jäähdytys lauhduttimessa tai erillisessä lämmönsiirtimessä.
3. 3-4 Lauhdutus lauhduttimessa, nesteen lämpötila laskee.
4. 4-5 Mahdollinen alijäähtyminen edelleen vakioaineessa
5. 5-6 nesteen kuristus paisuntaventtiilissä, osa nesteestä höyrystyy.
6. 6-0 Seoksen höyrystyminen höyrystimessä kylläiseksi höyryksi
7. 0-1 Tulistuminen höyrystimessä sisäisessä lämmönsiirrossa

Jäähdytyslaitteille ilmoitetaan hyötysuhdearvo, COP-luku. COP-luku on arvo, joka ilmaisee laitteen hyötysuhteen tietyssä lämpötilassa. Mittaukset on tehty pääasiassa laboratorio olosuhteissa. Mittaukselle on standardi, josta käytetään nimitystä EN255. COP-luku ilmoittaa, kuinka moninkertaisen määrän jäähdytysenergiaa laite pystyy tuottamaan yhtä jäähdytykseen käytettyä kilowattituntia kohden.

Jäähdytysjärjestelmät voidaan jakaa suoriin ja välillisiin järjestelmiin. Suorassa järjestelmässä lämpö siirretään höyrystimen kautta suoraan kylmäaineeseen, ja välillisessä järjestelmässä lämpö siirretään lämmönvaihtimen kautta väliaineeseen ja edelleen höyrystimen kautta kylmäaineeseen. Suora järjestelmää käytetään, kun halutaan mahdollisimman edullinen järjestelmä tai neste ja ilmavirta höyrystimen läpi on vakio.

Puhuttaessa vedenjäähdyttimestä puhutaan itse asiassa välillisestä jäähdytysjärjestelmästä. Vedenjäähdytysjärjestelmä on välillinen, koska vedenjäähdyttimessä vesi jäähdytetään kylmäaineella ja itse vesi toimii jäähdyttävänä väliaineena (kuva 2).

Välillistä jäähdytystä käytetään, kun halutaan mm. tarkka säätö, pieni kylmäainetäyttö ja minimoida kylmäaineen vuotoriski [2, s.49].



KUVA 2. Välillisen jäähdytysprosessin periaatekaavio [3]

Välillisen jäähdytysjärjestelmän pääosat ovat:

1. kompressorikoneikko
2. kylmäainelinjat
3. jäähdytysvesilinjat
4. lämmönsiirrin.

Suorahöyrysteisessä järjestelmässä kylmäaine tuottaa kylmää suoraan jäähdytettävässä kohteessa, kuten ilmanvaihtokoneeseen integroidussa jäähdytysyksikössä. Kuvan (kuva 3) laitteistossa jäähdytysteho siirretään höyrystimestä tuloilmaan ja lauhduttimen luovuttama lämpö johdetaan poistoilman mukana ulkoilmaan.



KUVA 3. Esimerkki ilmanvaihtokoneeseen liitetystä suorahöyrysteisestä jäähdytysjärjestelmästä [4, s.21]

Lauhduttamisessa käytetään myös suoraa tai välillistä lauhduttamista. Suorassa lauhduttamisessa kylmäaineesta siirtyy lämpöenergiaa suoraan esim. ulkoilmaan. Välillisessä lauhduttamisessa lämpöenergia siirtyy ensin väliaineeseen esim. liuokseen ja liuoksesta lämpö luovutetaan esim. ulkoilmaan.

Lauhduttimessa tehtävänä on höyrystimessä ja kompressorissa kuumenneen kaasun jäädyttäminen. Lauhduttimessa kylmäaine nesteytyy, jonka jälkeen se siirtyy uudelleen kompressorille. Lauhdutintyyppi valitaan tapauskohtaisesti. Lauhduttimen mitoitukseen vaikuttaa mm, lauhdutustapa, lauhduttava väliaine, kylmäaine, lauhdutustehontarve, lämpötilat ja lämpötilan muutos lauhduttimella [2, s.71].

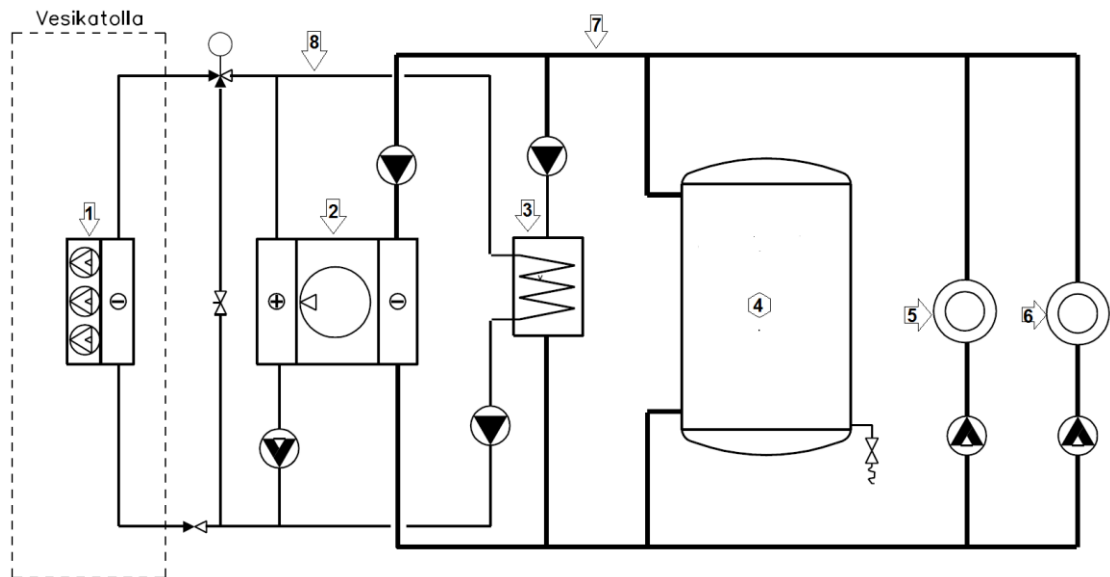
Lauhduttimessa ympäristöään lämpimämpi kylmäaine luovuttaa lämpöä ympäristöönsä (esimerkiksi veteen tai ilmaan).

Pieni, mutta tärkeä kylmälaitoksen komponentti on paisuntaventtiili, jolla on kaksi tehtävää. Ensimmäiseksi sen täytyy säätää kylmäainesyöttöä niin, että se vastaa höyrystimen kuormitusta. Toinen paisuntaventtiilin tehtävä on paine-eron ylläpitäminen kylmälaitoksen matala- ja korkeapuolen välillä [5, s.107]. Paisuntaventtiilissä neste-mäisen kylmäaineen paine laskee, jonka seurauksena kylmäaine muuttuu neste-höyryseokseksi ja kylmäaineen lämpötila laskee.

2.2 Vapaajäähdytys

Vapaajäähdytyksellä tarkoitetaan ulkoilman viileyden käyttöä hyväksi jäähdystarkoitukseen (kuva 4). Yksinkertaisimmillaan vapaajäähdytys voi olla suoraa jäähdytystä, jolloin viileää ulkoilmaa käytetään sellaisenaan tilojen jäädyttämiseen, tai koneellisen jäähdytyksen lisänä. Yleisesti käytetty vapaajäähdytyssovellus on välillinen vapaajäähdytys. Jäähdytysvesikierrrossa kiertävää jäähdytysjärjestelmän vettä jäähdytetään rinnan kompressorijäähdytyksen kanssa. Vapaajäähdytys aikaansaadaan erillisen lämmönsiirtimen avulla. Vapaajäähdytystä käytetään ja sitä on mahdollista hyödyntää kun ulkoilman lämpötila on alle 10 °C, esimerkiksi Jyväskylässä 70,88 % vuodesta (taulukko 6). Tavallisin vapaajäähdytysratkaisu on käyttää sitä tuloilman jäähdytykseen jäähdytyspalkkien yhteydessä, jossa jäähdytysteho siirtyy ilmapirran mukana. Tuloilmaa isompi ilmamäärä johtuu palkilla tapahtuvasta sekundaari-ilmapirrasta. Puhallinkoevektoreiden yhteydessä joissa voidaan käyttää mitoituksessa normaalia korkeampaa jäähdytysveden lämpötilaa. Puhallinkonvektoreissa voi olla tuloilma, tai

pelkästään kierrätysilmaa. Ilmanvaihtokoneen yhteydessä korkeampi jäähdytysveden lämpötilan johtaa ilmanvaihtokoneen patterin koon kasvamiseen verrattuna normaali-
mitoitusta käytettävään mitoituskeinoon.



KUVA 4. Vapaajähdytyslaitteiston periaatekaavio.

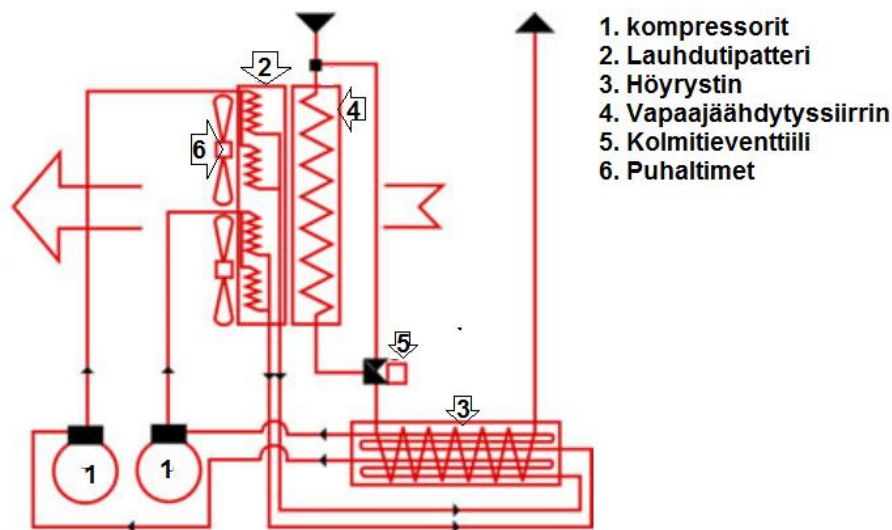
Vapaajähdytyslaitteiston pääosat ovat

1. Nestelauhdutin
2. Vedenjäähdytin
3. Vapaajähdytys siirrin
4. Jäähdytysvesisäiliö
5. Ilmanvaihtokoneverkosto
6. Jäähdytyspalkkiverkosto
7. Jäähdytysvesiverkosto
8. Liuosverkosto.

Vapaajähdytys on ympäristöystävällinen jäähdytysjärjestelmä, josta on selvää etua, kun lisätään vapaajähdytys kiinteistöjen jäähdytysjärjestelmiin. Vapaajähdytys ratkaisua käytetään liike- ja toimistotilojen sekä prosessien jäähdytykseen teollisuudessa. Vapaajähdytysjärjestelmä on helposti ja nopeasti asennettava jäähdytysratkaisu, joka tuo huomattavia säästöjä energian kulutukseen verrattuna kompressorijäähdytykseen.

Vapaajähdytystä käytetään ja sitä on mahdollista hyödyntää viileimpinä vuodenaikoina. Vapaajähdytystä on järkevää käyttää, kun ulkoilman lämpötila on riittävän alhainen (yleensä alle +10 °C). Kun ulkoilman lämpötila on riittävän alhainen, voidaan lauhdutuspiirissä kiertävä liuos jäähdyttää niin kylmäksi, että liuoksen avulla voidaan jäähdyttää esim. jäähdytyspalkeilla kiertävä vesi.

Vapaaäähdytyksen tyypillisimmät käyttökohteet ovat teollisuus-, liike- ja toimisto-kiinteistöjen ja ATK-tilojen talviaikainen jäähditys. Kaikissa edellä mainituissa käyttökohteissa esiintyy jäähdityksen tarvetta, vuodenajasta riippumatta. Vapaaäähdytyksen tarkoituksena on tuoda säästöjä energian kulutukseen. Yleensä vapaaäähdytyskäytön aikana prosessin kylmäainepiiri ei ole toiminnassa. Osavapaaäähdytysratkaisua käytettäessä jäähditysliuos jäähdytetään kuitenkin vapaaäähdytyssiirtimessä ja sen jälkeen tarvittaessa höyrystimessä kompressorilla. Osavapaaäähdytyslaitteet ovat yleensä tehtaalla valmiiksi koottuja laitekokonaisuuksia (kuva 5).



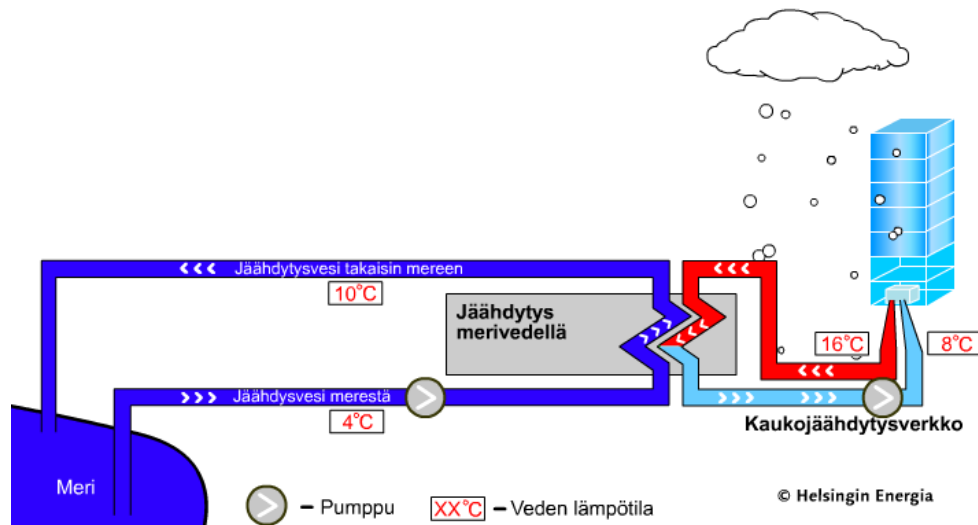
KUVA 5. Tehtaalla kootun vapaaäähdytyslaitteiston periaatekaavio [5]

Vapaaäähdytysprosessissa kylmää tuotetaan vapaaäähdytys siirtimellä, jossa jäähdytettävästä vedestä siirretään lämpöenergia lauhdutuspiirin liuokseen. Ilmaan lauhdutettaessa vapaaäähdytyskauden pituuteen vaikuttaa ulkolämpötila. Vapaaäähdytykseen siirtymiseen vaikuttaa ulkolämpötilan lisäksi jäähditysveden lämpötila. Vapaaäähdytystä käytetään säätö ja valvontajärjestelmään asetettujen raja-arvojen (lämpötilat) mukaan. Kun ulkoilman lämpötila laskee tietyn lämpötilan alle, kytkeytyy vapaaäähdytyskäyttö päälle ja ilman lämpötilan noustessa siirrytään takaisin kompressorikäyttöön.

Kaukoäähdytystä tuotetaan myös vapaaäähdytyksellä. Esimerkiksi Helsingissä Helsingin Energia Oy tuottaa meriveden avulla kaukokylmää (kuva 6). Vapaaäähdytys ja kaukokylmäratkaisuissa voidaan käyttää normaalia mitoituslämpötilaa korkeampia jäähditysveden lämpötiloja (taulukko 1).

Vapaajäähdytys merivedellä

Kaukojäähdytyksen tuotantotapa vaihtelee vuodenajan mukaan. Talviaikaan voidaan jäähdyttää merivedellä.



KUVA 6. Helsingin Energia Oy:n kaukokylmälaitos [6]

TAULUKKO 1. Vapaajäähdytys merivedestä [6]

Laite	Jäähdytysveden mitoituslämpötilat	Normaalit mitoituslämpötilat
Ilmanvaihtokoneen jäähdytyspatteri	+10°C/+18 °C	+7°C/+10°C
Puhallinkonvektori	+10°C/+15°C tai +15°C / +19°C	+7°C/+12°C
Jäähdytyspalkki/ säteilypaneli	+15 °C / +18 °C	+14°C/+17°C

Vapaajäähdytyksestä saatava suurin hyöty on sähköenergiansäästö, koska jäähdytyslaitoksessa sähköä kuluttavat komponentit ovat kompressorit, pumput ja liuosjäähdyttimen puhaltimet. Suurin sähköenergian säästö syntyy, kun kompressorien sähkönkulutus jää pois, koska kompressori kuluttaa sähköenergiaa eniten jäähdytysjärjestelmässä. Vapaajäähdytys vähentää myös kompressorien kulumista, ja järjestelmässä on pienempi riski toimintahäiriöille talvella.

3 JÄÄHDYTYSLAITTEISTOT

Tässä luvussa käsitellään tavallisimpia jäähdytyslaitteistoja ja niihin kuuluvat komponentit, kuten kompressorit höyrystin. Tarkastelu jaetaan kylmäainepiiriin ja välillisen jäähdytyksen komponentteihin.

3.1 Kylmäainepiirin komponentit

Seuraavaksi käsitellään kylmäainepiirin osia, joita ovat kompressori, höyrystin, lauhdutin, paisuntalaite, painekeytkimet ja anturit.

3.1.1 Kompressori

Kompressorin tehtävänä kylmäprosessissa on korottaa kylmäaineen painetta ja lämpötilaa sekä pitää yllä paine-eroa höyrystimen ja lauhduttimen välillä ja pumpata kylmäainetta putkistossa.

Jäähdytyslaitteissa tavallisimmat kompressorityypit ovat mäntä-, ruuvi- ja scroll-kompressori. Kompressori voi olla rakenteeltaan hermeettinen (kuva 7), puolihhermeettinen (kuva 8) tai avokompressori [2, s.65]. Yleisimmin vesiasemissa käytettävät kompressorit ovat hermeettisiä scroll-kompressoreita (kuva 9 ja 10) tai ruuvikompressorein varustettuja vesiasemia (kuva 11).



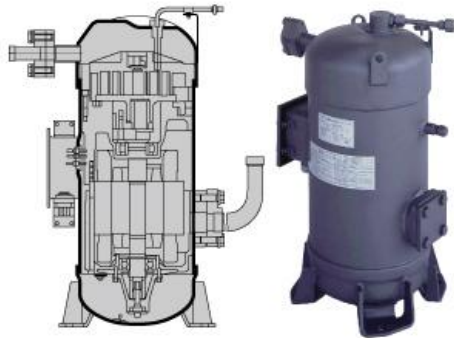
KUVA 7. Hermeettinen kompressori [7]

Hermeettinen kompressori on sijoitettu kaasutiiviiseen astiaan, jotta kylmäaineet eivät pääse vuotamaan ulos.



KUVA 8. Puolihermeettinen mäntäkompressor [8]

Puolihermeettisessä kompressorissa tulee moottorin akseli ulos tiiviistä kompressorin kuoresta, jolloin kylmänesteen vuotoriski on mahdollinen (kuva 7).



KUVA 9. Hermeettinen scroll-kompressor [7]



KUVA 8. Scroll-kompressorin osat [10]

Kompressorin mitoitukseen vaikuttavat kompressorityyppi, kylmäaine, kylmäteho, höyrystyslämpötila, lauhtumislämpötila ja paisuntaventtiilille tulevan kylmänesteen lämpötila [2, s.67]. Kierukka- eli scroll-kompressor on kylmätekniikassa käytetty menestyksellä mm. lämpöpumpuissa, ilmastointi- ja pakkaslaitoksissa [5, s.153].

Scroll-kompressorin etuna ovat pieni koko ja harvat liikkuvat osat. Ruuvikompressorissa paine tuotetaan kahdella sisäkkäisellä ruuvilla (kierukalla). Ruuvi- ja scroll-kompressorit puristaa kylmäainehöyryä jatkuvasti samaan suuntaan nostaen kaasun paineen matalasta paineesta korkeaan. Tällöin ei ole käytössä imu- tai paineventtiileitä, jotka kompressorin sisällä aukeavat ja sulkeutuvat [5, s.153]. Kompressorit ovat hiljaisia, eikä ne tuota kovinkaan suurta värinää, minkä takia ne ovat suosittuja monissa sovelluksissa.



KUVA 11. Ruuvikompressorit [9]

3.1.2 Höyrytin

Höyrytin on se kylmälaitoksen osa, joka ottaa lämpöenergiaa vastaan [5, s.134]. Höyrytimen tehtävänä on ympäristön jäähdyttäminen kylmäjärjestelmissä ja lämmön siirtäminen väliaineeseen lämpöpumpuissa.

Vedenjäähdyttimissä käytettävä höyrytintyyppi on nestehöyrytin, jossa jäähdytettävästä vedestä siirtyy lämpöenergiaa kylmäaineeseen. Nestejäähdytteisinä höyrytiminä käytetään moniputki-, levy- ja koaksiaalihöyrytimiä. Vesiasemissa kyseessä olevat höyrytimet ovat levyhöyrytimiä.

Höyrytimen valintaan vaikuttavat kylmäaine, kylmäteho, höyrytymislämpötila, tulevan ja lähtevän nesteen lämpötilat, nestepuolen suurin sallittu painehäviö ja nestepuolen likaantumismäärä [2, s.87]. Levyhöyrytin koostuu päällekkäin pinotuista levyistä, jotka on liitetty toisiinsa juottamalla tai hitsaamalla. Levyjen väliin on jätetty tyhjää tilaa, joista muodostuu kanavat. Kanavista muodostuu kaksi eri piiriä, joista toisessa kiertää kylmäaine ja toisessa jäähdytettävä vesi. Kylmähuoneissa käytetty höyrytintyyppi on puhallinhöyrytinpatteri (kuva12).



KUVA 12. Puhallinhöyrystinpatteri [10]

3.1.3 Lauhdutin

Lauhduttimen tehtävänä on siirtää pois se lämpöenergia, mikä on otettu höyrystimessä ja kompressoripuristuksen aiheuttama lisäenergia lauhduttimeen poissirrettäväksi [5, s.146].

Lauhduttimesta lämpö luovutetaan ilmaan tai liuokseen. Ilmalauhdutteisessa järjestelmässä kylmäaine lauhdutetaan ilmalla ja nestelauhdutteisessa järjestelmässä kylmäaine lauhdutetaan pakkasenkestävällä liuoksella nestejäähdyttimessä (kuva 13). Yleisimmät nestelauhduttimet ovat moniputki-, levy- tai koaksiaalilauhduttimia.

Vesiasemissa käytettävää lauhdutinta kutsutaan nestelauhduttimeksi, joka on toimintaperiaatteeltaan samanlainen kuin höyrystin. Nestelauhduttimen mitoitukseen vaikuttavat lauhdutustavan ja lauhduttavan väliaineen valinta, kylmäaine, lauhdutustehontarve, lauhtumislämpötila lauhduttimella, lauhduttavan väliaineen lämpötila, lauhduttavan väliaineen lämpötilan muutos, suurin sallittu äänitaso ilmaa käyttävillä lauhduttimilla ja lauhduttavan väliaineen painehäviö lauhduttimessa [2, s. 71].



KUVA 13. Nestelauhdutin [3]

3.1.4 Paisuntalaite

Pieni, mutta tärkeä kylmälaitoksen osa komponentti on paisuntaventtiili (kuva 14). Paisuntaventtiilillä on kaksi tehtävää. Ensimmäiseksi sen täytyy säätää kylmäaineen syöttöä niin, että se vastaa höyrystimen kuormitusta. Toinen paisuntaventtiilin tehtävä on paineen alentaminen lauhduttimen jälkeen [5, s. 107].

Vesiasemissa käytetään elektronista paisuntaventtiiliä. Paisuntaventtiiliä käytetään lauhduttimen ja höyrystimen välillä.



KUVA 14. Paisuntaventtiili [7]

3.1.5 Painekeytkimet ja anturit

Kylmäainepiirin kytkettyjä varolaitteita käytetään useissa eri tarkoituksessa. Niillä suojataan kompressoreita liian pieneltä imupaineelta, liian suurelta paineelta sekä liian

pieneltä öljynpaineen ja imupaineen väliseltä paine-erolta [11, s. 234]. Painekeytkin sijaitsee kompressorin yhteydessä, kompressorin painepuolella.

Painekeytkimen (kuva 15) kuoren sisällä voi olla yksi tai useampia painekeytkimiä. Matala- ja korkeapainekeytkimen yhdistelmää käytetään kompressorin suojana. Kahta korkeapainekeytkintä käytetään lauhdutinpuhaltimen ohjaamiseen. Useampiportaisia matalapainekeytkimiä käytetään kompressoreiden tehonsäätöön ja korkeapainekeytkimiä lauhdutinpuhaltimen ohjaamiseen [11, s. 234].



KUVA 15. Painekeytkimiä [7]

3.2 Välillisen jäähdytyksen komponentit

Tässä luvussa käsitellään vapaajäähdytyslaitteiston komponentteja, joita ovat pumput, jäähdytysvesisäiliö, 3-tieventtiilit, liuoslauhdutin, vapaajäähdytysvaihdin ja automaattikalaitteet.

3.2.1 Pumput ja tasaussäiliö

Välillinen jäähdytysjärjestelmä koostuu vedenjäähdytyskoneistosta ja tuloilman jäähdytyspatterista, jota jäähdyttää kylmä vesi tai kylmän kestävä liuos. Vedenjäähdytyskoneisto voi olla sisälle konehuoneeseen asennettava koneikko (kuva 16) tai ulos asennettava ns. ilmalauhdutteinen koneikko (kuva 17) [12, s.340]. Molemmissa tapauksissa on mahdollista asentaa jäähdytysnestepuolelle jäähdytysvesisäiliö käynnin tasaukseen ja kiertopumppu. Liuoslauhdutteisissa järjestelmissä tulee asentaa myös lauhdutuspuolen pumppu ja mahdollinen lauhdutuspuolelta paineen säätöventtiili.



KUVA 16. Sisäasenteinen vedenjäähdytin [12, s.1]



KUVA 17. Ulkoasenteinen vedenjäähdytin [12, s.4]

3.2.2 Liuospiirin 3-tie venttiili

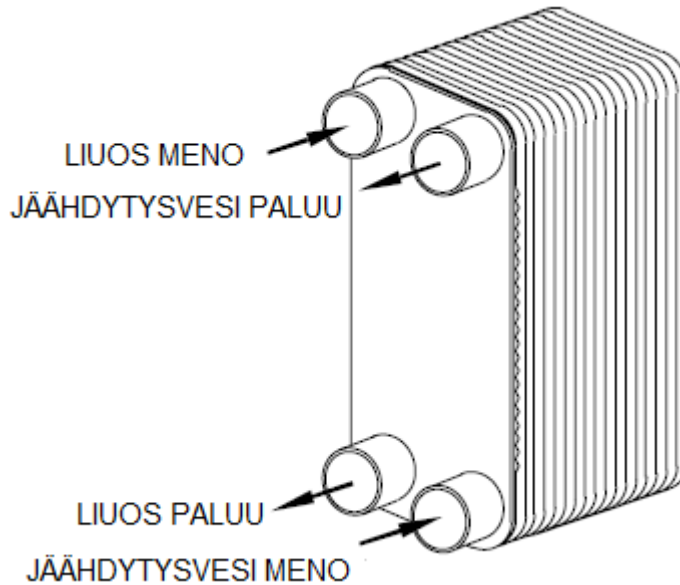
Liuospiirin 3-tie-venttiilin (kuva 4) tarkoituksena on ylläpitää liuokselle suunnittelu- vaiheessa määritelty lämpötila. Lähtökohtana on koneiston käynnistämisen jälkeen saavuttaa mahdollisimman nopeasti liuokselle suunnitellut lämpötilat.

3.2.3 Nestelauhdutin

Nestelauhduttimen tehtävänä on siirtää pois se lämpöenergia, mikä on otettu höyrystimessä ja kompressorin puristuksen kautta tuotu lauhduttimeen poissirrettäväksi. Ilmajäähdytteinen nestelauhdutin on rakennettu kupari- tai teräsputkista, joihin on prässätty lamelleja [5. s.147]. Jäähdytyksen tehostamiseksi käytetään liuoksen lämpötilan mukaan ohjattavia imeviä tai puhaltavia puhaltimia.

3.2.4 Vapaajäähdytysvaihdin

Vapaajäähdytysvaihtimella jäähdytetään jäähdytysvesiverkoston vettä vapaajäähdytyskäytön aikana (kuva 18). Vaihdin on rakenteeltaan levylämmönvaihdin. Vapaajäähdytysvaihtimen toisessa piirissä kiertää jäähdytettävä vesi ja toisessa piirissä jäähdyttävänä aineena toimiva vesi-glykoliliuos. Vapaajäähdytyksen 3-tieventtiilillä säädetään liuoksen lämpötila vapaajäähdytysvaihtimelle oikeaksi.



KUVA 18. Vapaajäähdytysvaihtin.

3.3 Automatiikka

Tärkeän osan kylmälaitoksessa muodostavat paineen ja lämpötilan säätöön sekä rajoittamiseen käytettävät automatiikkalaitteet. Jotta laitoksen käyttö on selkeää, on syytä erottaa toisistaan automatiikka, jolla on puhdas suojaustoiminto, ja se automatiikka, joka hoitaa säätötoimintoja. Jos laitoksen sähköinen puoli suunnitellaan tällä tavalla, ja huolella dokumentoidaan ja merkitään johtimet ja varusteet, lyhentää se asennusaikaa ja helpottaa oleellisesti huoltoa ja käyttöä [5, s.188].

4 TUTKIMUSAINEISTO JA MENETELMÄT

Tässä luvussa käsitellään tutkimuksen toteutus ja käytetyt menetelmät. Tutkimus aloitettiin tutustumalla järjestelmien toiminta- ja kytkentäkaavioihin ja toimintaselostuksiin sekä tutkimuskohteeseen perehtymiseen paikan päällä.

4.1 Tutkimusaineisto

Tutkimuksessa kerättiin lämpötilojen mittaustietoja nestejäähdyttimien meno- ja paluuliuksesta ja selvitettiin liuospiirin nestevirrat (taulukko 2).

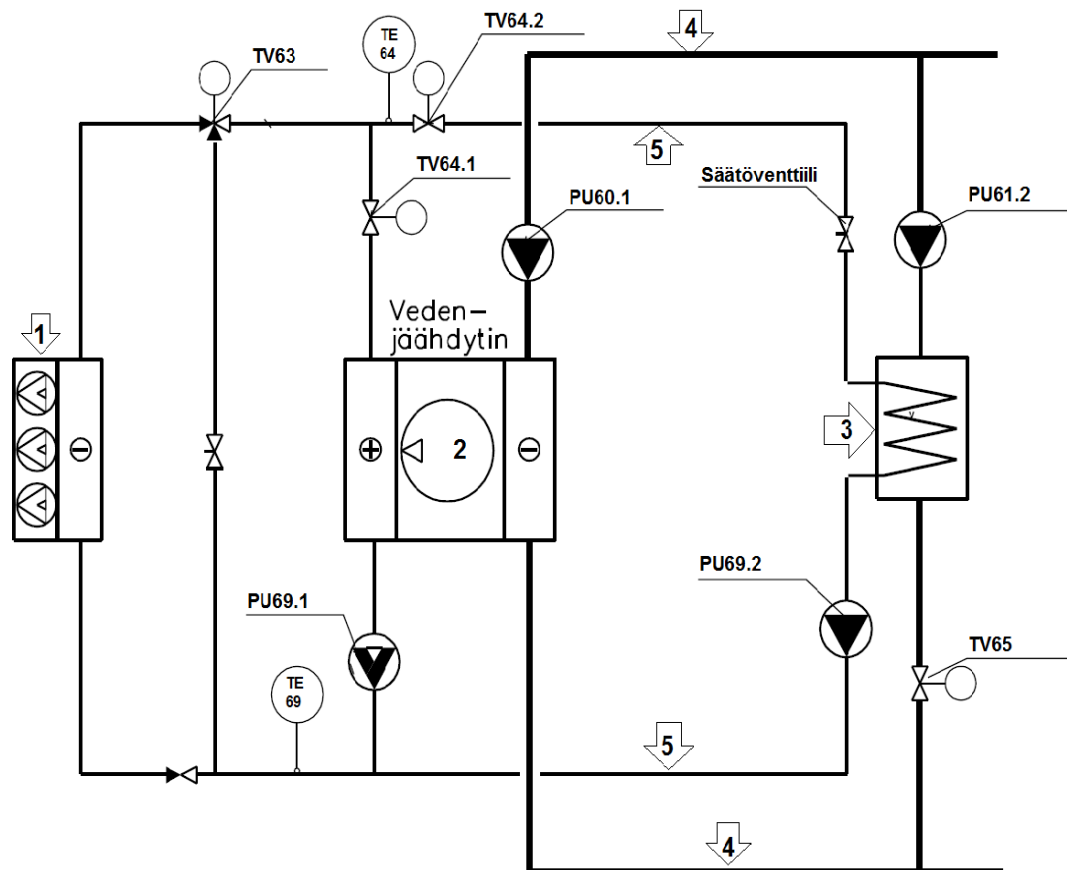
Kerättyjen tietojen pohjalta saatiin selville vapaajäähdytyslaitteiden käyntiaika, keskimääräinen vapaajäähdytysteho, jäähdytysenergiamäärä ja säästetty ostettavan sähköenergian määrä kWh:na. Jäähdytystehot laskettiin meno- ja paluuliuksen lämpötilaeron sekä liuospiirin nestevirran avulla.

Tutkimuskohteen kiinteistö sijaitsee Jyväskylän keskustassa ja muodostuu kolmesta yhteen rakennetusta toimistotalosta. Tutkimuskohteena on kaksi vapaajäähdytyslaitteistoa, jotka on nimetty kiinteistötunnusten mukaan, vapaajäähdytyslaitteisto VEA ja VEB. Vapaajäähdytyslaitteisto VEA:n suunniteltu jäähdytysteho on 210 kW ja vapaajäähdytyslaitteisto VEB:n 54 kW.

4.2 Tutkimusmenetelmä

Lämpötilojen seuranta tapahtui kiinteistöautomaatioon liitetyillä lämpötila-antureilla TE 64 (menoliuos) ja TE 69 (paluuliuos) (kuva 19). Pumppu PU69.2 palvelee lämmönvaihtimen liuospuolen (ensiöpuoli) nestevirtoja. TV64.2:n ollessa auki ja TV64.1 kiinni asennossa kiertää jäähdytysliuos vapaajäähdytysvaihtimen kautta pumpun PU69.2 kierrättämänä, jolloin vapaajäähdytysvaihtimen jäähdyttää jäähdytysvesiverkoston vettä. Säästöventtiileiden ollessa päinvastaisissa asennoissa laitos jäähdyttää kompressorin avulla.

Tutkimusaineistoa analysoitaessa havaittiin satunnaisesti laitteiston toiminnan olevan päinvastainen, kuin pitäisi. Lähinnä yöllä ja viikonloppuisin nesteen lämpötilojen perusteella laitteisto lämmitti varaajaa eikä jäädyttänyt, niin kuin olisi pitänyt tapahtua. Kuitenkaan tätä ei voitu varmentaa jälkikäteen puuttuvien jäädytysvesiverkoston lämpötilatietojen vuoksi. Ajanjaksot rajattiinkin tutkimuksesta pois, mutta laitteistoa käyttävän henkilöstön tulee kuitenkin selvittää syy ilmiöön.



KUVA 19. Vapaaäähdytyslaitteet tutkittavassa kohteessa

Nestevirrat mitattiin nykyisistä säätöventtiileistä (kuva 19) ja saatuja arvoja verrattiin asennusliikkeen laatimin vesivirtojen mittauspöytäkirjoihin (Taulukko 2). Pumppu PU69.2 palvelee vapaaäähdytysvaihtimen liuospuolen (ensiöpuoli) nestevirtoja. Vapaaäähdytys siirrin VEA:n nestevirrassa oli huomattava poikkeama suunniteltuun nestevirtaan. Nestevirta oli 18.5 % suunniteltua virtaamaa pienempi. Virhe johtuu säätöventtiilin väärästä esisäätöarvosta. Vapaaäähdytys siirtimen VEB nestevirrat olivat 1.7 % pienemmät kuin suunnitelman mukaiset nestevirrat.

TAULUKKO 2. Säätöventtiilien nestevirrat.

Pumppuventtiili		Suunnitelman mukaiset arvot	Mittauspöytäkirjan säätöarvot	13.10.201 Tarkistusmitatut arvot
VEA PU 69.2	säätö as.		8.5	8.0
	virtaama	34,9 l/s	33,78 l/s	28,45 l/s
	paine-ero		17.9 kPa	16.9 kPa
	KV-arvo		294	294
VEB PU 69.2	säätö as.		4.0	4.0
	virtaama	7,17 l/s	7.17 l/s	7.05 l/s
	paine-ero		70.9 kPa	70.7 kPa
	KV-arvo		30.7	3.7

Mittausaineiston keräys tapahtui kiinteistöautomaation kautta. Kiinteistöautomaation historiatiedot kerättiin ja tallennettiin kalenterikuukausittain EXCEL taulukkoon. Kiinteistöautomaatioon tallentuu lämpötila-antureiden lämpötilatiedot ja säätöventtiilien asentotiedot. Taulukoissa vapaajäähdyttimistä talteen saatu jäähdytysteho laskettiin jäähdytysnesteen menoliuoksen lämpötila-anturi TE69 ja paluuliuoksen lämpötila-anturi TE64 lämpötilalukemia hyväksi käyttäen.

Liuoksen ominaislämpökapasiteettina laskelmissa käytettiin arvoa 3,66 kJ/kg (35 % vesi-etyleeniliuos). Jäähdytysvesiverkoston kaikkia lämpötilaeroja ja nestevirtoja ei voitu dokumentoida, koska jäähdytysvesiverkostossa olevien lämpötila-antureiden mittaustiedot eivät tallennu kiinteistöautomaation muistiin. Jäähdytystehon laskennassa käytettiin liuospuolen lämpötiloja ja nestevirtoja, jotka ovat vakiot.

Samalla tarkastettiin kiinteistöautomaatioon liitettyjen mittauslaitteiden mittausarvojen oikeellisuus. Lämpötila-antureiden mittausarvojen oikeellisuus tarkastettiin mitaamalla meno- ja paluuliuosputkien pintalämpötila infrapunalämpömittarilla lämpötila-antureiden läheisyydessä. Mittaus suoritettiin avaamalla solukumieristettä hetkellisesti mittausta varten ja niin, ettei putken pinta päässyt lämpenemään mittauksen aikana. Oikeellisuutta tarkasteltiin vertailemalla lämpötilaeroa meno- ja paluuliuoksen välillä (taulukko 3).

TAULUKKO 3. Mittalaitteiden vertailu.

6.10.2010 klo 9:00	Lämpötilatermostaatti		Lämpötilatermostaatti		Lämpötilaero °C
	Termostaatin lämpötilalukema	VEA WJ01 TE 64	10,4	VEA WJ01 TE 69	
	VEB WJ01 TE64	10,3	VEB WJ01 TE69	10,8	0,5
Infrapunälämpö- mittarin lämpö- tilalukema	VEA WJ01 TE 64	12,5	VEA WJ01 TE 69	13,1	0,6
	VEB WJ01 TE64	12,6	VEB WJ01 TE 69	13,3	0,7

Liuoksen lämpötilaerot olivat mittaussyksillä pienet joten mittausrvirheestä muodostuu helposti suuri heitto lopputulokseen. Infrapunamittarilla mitatut tulokset ovat samansuuntaisia lämpötila-antureiden mittaustuloksiin verrattuna. Infrapunamittarin mittaustulokset eivät ole yhtä luotettavia, kuin nestevirrassa olevien mittaustulosten mittaustulos.

Hetkellinen jäähdysteho saadaan yhtälöstä

$$Q = q_v * c_p * \Delta t \quad (1)$$

Q	hetkellinen jäähdysteho
q_v	liuoksen tilavuusvirta, dm^3/s
c_p	liuoksen ominaislämpökapasiteetti, $\text{kJ/kg } ^\circ\text{C}$
t_1	liuoksen menolämpötila (TE 69), $^\circ\text{C}$
t_2	liuoksen paluulämpötila (TE 64), $^\circ\text{C}$

Ostettavan sähköenergian määrää laskettaessa laskelmissa käytettiin jäähdystyslaitteistolle laitetoimittajan ilmoittamaa COP- lukua 2,5. Oikean COP- luvun määrittäminen laitteistosta ei onnistunut luotettavasti.

Jäähdytykseen käytetyn sähköenergian hinta saadaan yhtälöstä

$$E = P * t \quad (2)$$

E	Energia, kWh
P	vapaajäähdystyslaitteen teho / 2,5 kW
t	vapaajäähdystyslaitteen toiminta-aika h/kk

Jäähdytyksen sähkölaitteiden säästämät käyttökustannukset saatiin kertomalla käytetty energiamäärä sähköenergian yksikköhinnalla. Sähköenergian yksikköhintana käytettiin Jyväskylän Energia Oy:n sähkönmyynti hinnaston 1.7.2010 mukaista yksikköhintaa ja sähkötariffina käytettiin saman hinnaston Tehosähkö 1-aikainen sähkön hinta (kuva 19).

Tehosähkö 1-aikainen	Siirto alv 23%	Sähkö alv 23%
Perusmaksu €/kk	117,56	10,34
Tehomaksu €/kW, kk	1,69	1,21
Loistehomaksu €/kvar, kk	5,07	
Energiamaksu snt/kWh	1,12	7,31

KUVA 19. Ote Jyväskylän Energia Oy:n sähkön myyntihinnastosta

Käyttökustannukset saadaan yhtälöstä

$$E * \text{energiahintaa} \quad (3)$$

Energiahinta muodostuu:

sähkön siirtohinnoista	1,12 snt/kWh
sähköenergian hinnasta	7,31 snt/kWh,
yhteensä	8.43 snt/ kWh.

5 TUTKIMUSTULOKSET

Tässä luvussa käsitellään tutkimustulokset ja johtopäätökset vapaajäähdytyslaitteiston toiminnasta.

5.1 Tulokset

Tutkimusaika oli 16.1.2010 - 30.9.2010 välinen aika. Tutkimustulokset on esitetty taulukkomuodossa taulukoissa 4 ja 5. Ulkoilman keskilämpötilatiedot on haettu Ilmatieteenlaitoksen Internet sivuilta [13]. Kiinteistöautomaation ohjaamana vapaajäähdytyslaitteet VEA ja VEB ovat suunnitteluasiakirjojen mukaisesti toiminnassa, kun ulkoilman lämpötilat ovat $\leq 8^{\circ}\text{C}$.

TAULUKKO 4. Vapaajäähdytyslaitte VEA:n tutkimustulokset

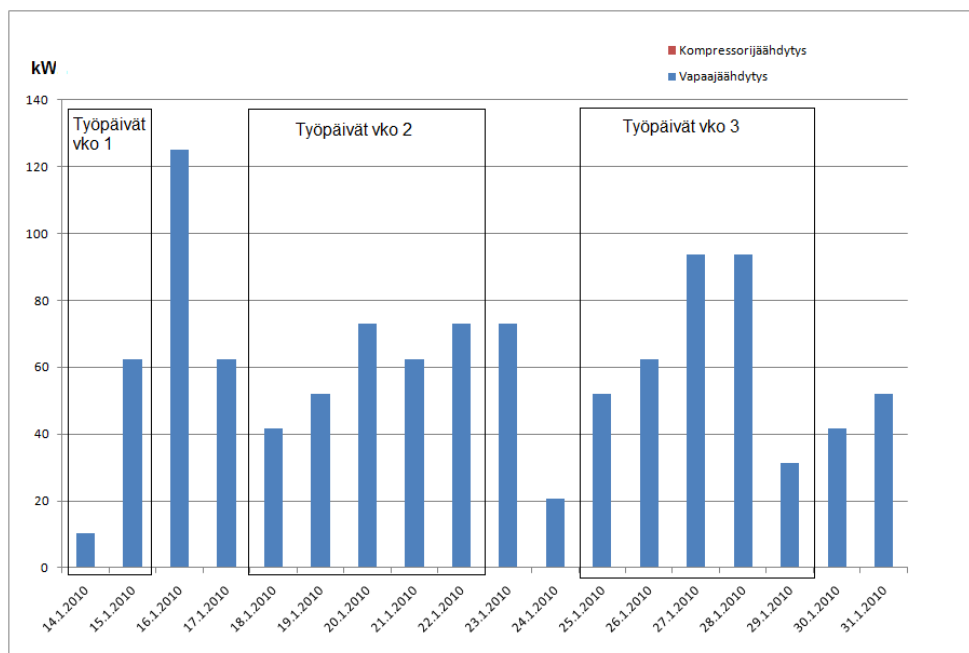
VAPAAJÄÄHDYTYSLAITE VEA (210 kW)									
	käyntiaika tuntia/ kk	Keskimääräinen vapaa- jäähdytysteho kW	Säästetty jäähdy- tysenergia/ kk kWh	Säästö €	Vapaajäähdytyksen osuus %	Max. jäähdytysteho kW	Min. jäähdytysteho kW	Keskilämpötila Jyväskylää °C	Vapaajäähdytyslaitteel- ta saatu maksimiteho % kokonaistehosta
Tammikuu	432	20,3	8 379	283	100,0	120	10,4	-15,8	57,1
helmikuu	477	42,4	15 854	535	99,0	104	10,4	-15,0	49,5
maaliskuu	477	20,8	14 463	488	80,0	83	10,4	-4,7	39,5
huhtikuu	174	25,5	6879	254	22,3	167	10,4	+3,4	79,5
toukokuu	33	27,0	906	30	1,5	63	10,4	+10,9	30,0
kesäkuu	-	-	-	-	-	-	-	+13,3	
heinäkuu	-	-	-	-	-	-	-	+21,1	
elokuu	-	-	-	-	-	-	-	+15,6	
syyskuu	33	28,2	930	78	5,7	31	10,4	+9,5	14,7
Yhteensä	1593	27,4	47 411	1 886 €	34,3				

Taulukoista 4 ja 5 näkee selvästi, että vapaajäähdytyksellä saatava hyöty on suurinta talvikuukausien aikana. Kesäkuukausien aikana vapaajäähdytys ei ollut toiminnassa ollenkaan. Taulukon 4 ja 5 arvot perustuvat todellisiin mittaustuloksiin tutkimusajalta 16.1- 30.9.2010, Loka-joulukuun osalta jäähdytysenergian määrä perustuu arvioon jossa loka-joulukuun jäähdytysenergian määränä käytetään helmi-huhtikuun mitattuja arvoja. Loka-joulukuun ulkoilman lämpötila on lähes samat, kun helmi-hutikuun ulkoilman lämpötilat, joten niitä käytettiin jäähdytysenergiälaskelmissa laskettaessa jäähdytysenergiaa vuositasolla.

TAULUKKO 5. Vapaajäähdytyslaite VEB:n tutkimustulokset

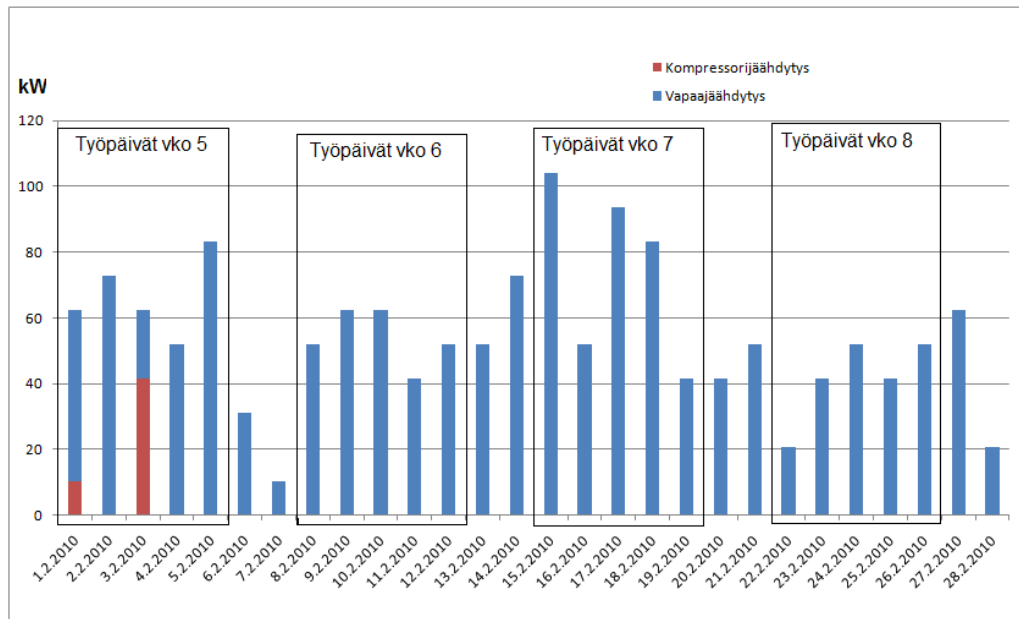
VAPAAJÄÄHDYTYSLAITE VEA (54 kW)									
	käyntiaika tuntia/ kk	Keskimääräinen vapaa- jäähdytysteho kW	Säästetty jäähdytysener- gia/ kk kWh	Säästö €	Vapaajäähdytyksen osuus %	Max. jäähdytysteho kW	Min. jäähdytysteho kW	Keskilämpötila Jyväskylä °C	Vapaajäähdytyslaitteesta saatu maksimiteho % ko- naisitehosta
Tammikuu	-	-	-	-	-	-	-	-	-
helmikuu	450	5,6	2656	89	99,9	18,4	2,6	-15,0	34,1
maaliskuu	558	5,6	3385	99	99	36,7	2,6	-4,7	67,9
huhtikuu	162	9	1495	30	30	55	2,6	+3,4	101,8
toukokuu	45	15,3	275	23	4,7	51	2,4	+10,9	92,7
kesäkuu	-	-	-	-	-	-	-	+13,3	-
heinäkuu	-	-	-	-	-	-	-	+21,1	-
elokuu	-	-	-	-	-	-	-	+15,6	-
syyskuu	18	24,1	438	14	7	46,5	2,6	+9,5	86,1
Yhteensä	1188	6,6	47 411	255 €	29,5				

Seuraavissa kuvissa (kuvat 20- 23) on esitetty vapaajäähdytyslaite VEA ja kompressorijäähdytyksen vuorokautiset maksimijäähdytystehot pylväskaaviona tammi- huhtikuun ajalta.



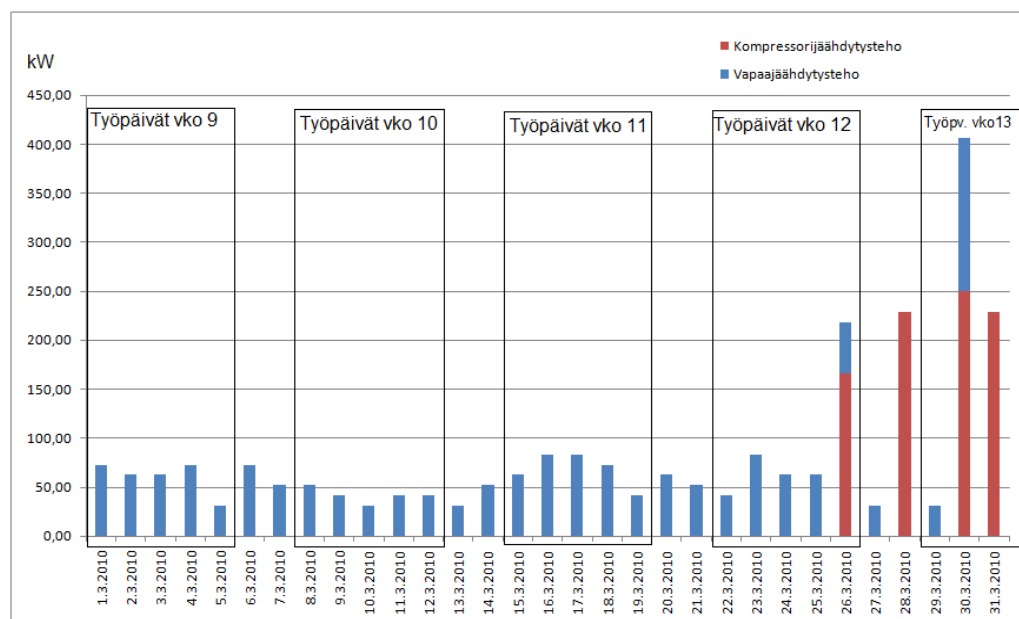
KUVAN 20. Jäähdytystehot tammikuussa

Tammikuussa vapaajähdytyslaitteistolla saatiin katettua koko jäähdytystehontarve, eikä kompressorijähdytystä ollut tarvetta käyttää ollenkaan.



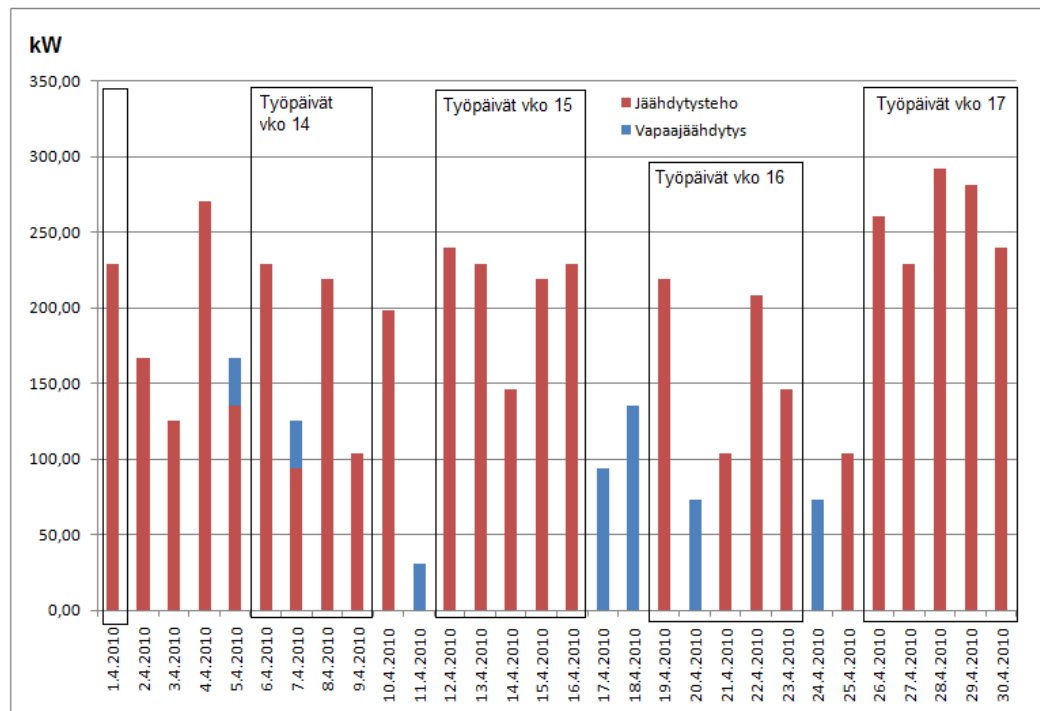
KUVA 21. Jäähdytystehot helmikuussa

Helmikuun aikana vapaajähdytys riitti kattamaan jäähdytystehontarpeesta 99 %, ja kompressorijähdytystä tarvittiin vain kahtena päivänä täydentämään jäähdytystarvetta. Kompressorijähdytys oli päällä 1.2.2010 ja 3.2.2010, vaikka ulkoilman lämpötila oli kyseisinä ajankohtina keskimäärin -8°C .



KUVA 22. Jäähdytystehot maaliskuussa

Maaliskuun aikana vapaajähdytys riitti kattamaan jäähdytystehontarpeesta 80 % ja kompressorijähdytystä jouduttiin käyttämään enemmän loppukuusta ulkoisten lämpökuormien lisätessä jäähdytystarvetta. Kompressorijähdytys käynnistyi vaikka ulkoilman lämpötila oli alle asetellun käynnistymisrajan. Esimerkiksi 26.3.2010 klo 16-22 välisenä aikana kompressorijähdytys oli päällä, vaikka ulkolämpötila oli +1-+5°C.



KUVA 23. Jäähdytystehot huhtikuussa

Huhtikuun aikana vapaajähdytys riitti kattamaan jäähdytystehontarpeesta enää 22,3 % ja kompressorijähdytystä jouduttiin käyttämään yhä enemmän ulkoisten lämpökuormien vaikuttaessa yhä enemmän jäähdytystarpeeseen. Huhtikuussa kompressorijähdytys käynnistyi usein, vaikka tarvittavan jäähdytystehon ja ulkoilman lämpötilan mukaan vapaajähdytys olisi riittänyt kattamaan jäähdytystehon tarpeen. Touko- ja syyskuun mitaustuloksia tarkastellessa vapaajähdytys oli toiminnassa vaikka ulkoilman lämpötila oli +11°C.

5.2 Laskelmat

Esimerkkilaskelma hetkellisestä vapaajähdytysteho vapaajähdytyslaitteella VEA, termostaattien tarkistusmittauspäivänä 6.10.2010 klo 9:00 (taulukko 3).

$$Q = q_v * c_p * \Delta t = 28,45 \text{ l/s} * 3,66 \text{ kJ/kg} * (10,8-10,4)^\circ\text{C} \quad (4)$$

$$Q = 41,78 \text{ kW}$$

Laskelma vapaajäähdytyslaite VEA:lla säästetystä ostettavasta sähköenergiasta seurantajakson 14.1-30.9.2010 aikana, laskettuna taulukon (4) arvoilla.

$$E = P * t = (27,42 \text{ kW}/2,5) * 1593 \text{ h} = 17472 \text{ kWh} \quad (5)$$

Laskelma vapaajäähdytyslaitteen VEA tuomasta säästöstä ostettavasta sähköenergiasta seurantajaksolla 14.1-30.9.2010.

$$E * \text{energiahint} = 17\,472 \text{ kWh} * 8,43 \text{ snt/kWh} = 1\,473 \text{ €} \quad (6)$$

Ulkoilman keskilämpöjä tutkimalla [13] havaitaan, että loka-joulukuun keskilämpötilat ovat lähes samat kuin helmi-huhtikuun keskilämpötilat. Kun esimerkkilaskelmiin lisätään näin arvioitu loka-joulukuun osuus, saadaan arvioitua sähköenergian säästöt vuositasolla (taulukko 6).

TAULUKKO 6. Vapaajäähdytyslaitteiden euromääräiset säästöt

	Laite VEA	Laite VEB
Mitatut arvot (taulukko 4 ja 5)	1886,00 €	255,00 €
Lasketut arvot (loka-joulukuu)	1277,00 €	218,00 €
Yhteensä	2750,00 €	473,00 €
Säästöt vuositasolla vapaajäähdytyslaitteilla VEA ja VEB yhteensä	3 223 €	

5.3 Sähköenergian säästölaskelma ulkoilman pysyvyysetietoja hyväksikäyttäen

Kun lasketaan sähköenergian säästöä (taulukko 6)[14] ulkolämpötilan pysyvyyssarvoja hyödyntäen, voidaan arvioida, kuinka paljon sähköenergian säästöt ovat vuositasolla. Seuraavassa laskelmassa on käytetty jäähdytystehona tammi-huhtikuun keskimääräistä vapaajäähdytystehoa ja keskimääräistä vapaajäähdytyksen osuutta kyseisinä kuukausina.

Ulkoilman pysyvyystaulukon mukaan Jyväskylässä oli ulkoilman lämpötila vapaajäähdytyksen käynnistymislämpötilaa (+8 °C) kylmempää vuoden aikana on 65,96 % ajasta. Vapaajäähdytyksen laskennalliseksi käyttöajaksi saadaan 5202 tuntia. Vapaajäähdytyksen osuudet on laskettu kuukausittain EXCEL-taulukoihin kerättyjen mittaustietojen avulla.

Vapaajäähdytyslaite VEA:lla säästetty sähköenergia ulkolämpötilan pysyvyysarvoilla laskettuna.

$$E_{+8^{\circ}\text{C}} = P * t = (27,63 \text{ kW}/2,5) * (8760 \text{ h} * 65,96 \%) \quad (7)$$

$$= 63 \, 859 \text{ kWh}$$

Vapaajäähdytyslaite VEA:lla säästöt ostettavasta sähköenergiasta ulkolämpötilan pysyvyystietoja hyödyntäen.

$$E * \text{energi hinta} = 63 \, 859 \text{ kWh} * 8,43 \text{ snt/kWh} = 5 \, 383 \text{ €} \quad (8)$$

TAULUKKO 6. Ulkoilman lämpötilojen pysyvyys [14]

Ulkoilman lämpötila, °C	Helsinki, %	Jyväskylä, %	Sodankylä, %	Ulkoilman lämpötila, °C	Helsinki, %	Jyväskylä, %	Sodankylä, %
-41			0	-4	18,82	22,91	35,42
-40			0,011	-3	21,35	26,29	38,92
-39			0,068	-2	23,44	29,10	43,44
-38			0,137	-1	27,02	32,93	47,73
-37			0,263	0	32,04	38,18	52,00
-36			0,422	1	38,64	45,47	56,08
-35		0	0,548	2	43,60	50,21	59,17
-34		0,057	0,685	3	47,73	54,03	61,20
-33		0,080	0,902	4	51,43	56,95	63,09
-32		0,091	1,301	5	54,66	59,39	65,01
-31	0	0,171	1,667	6	57,16	62,07	67,52
-30	0,011	0,263	2,066	7	59,26	63,95	70,48
-29	0,034	0,377	2,603	8	61,37	65,96	73,01
-28	0,057	0,548	3,071	9	64,09	68,37	75,98
-27	0,137	0,753	3,539	10	66,84	70,88	78,39
-26	0,217	0,902	4,018	11	69,43	73,74	80,76
-25	0,297	1,210	4,578	12	72,49	76,39	83,71
-24	0,365	1,553	5,194	13	76,18	79,26	86,43
-23	0,514	1,975	6,016	14	80,27	82,74	88,70
-22	0,799	2,432	6,804	15	83,90	85,79	91,05
-21	1,164	2,911	7,591	16	87,31	88,69	93,22
-20	1,461	3,368	8,425	17	90,70	91,07	94,71
-19	1,678	3,984	9,326	18	93,31	93,24	96,13
-18	2,203	4,749	10,06	19	95,25	94,90	97,36
-17	2,568	5,731	10,91	20	96,61	96,35	98,17
-16	3,219	6,963	11,84	21	97,52	97,52	98,82
-15	3,790	7,740	12,87	22	98,44	98,39	99,24
-14	4,600	8,402	14,09	23	99,13	99,00	99,63
-13	5,913	9,064	15,75	24	99,36	99,35	99,83
-12	6,963	9,680	17,49	25	99,74	99,69	99,97
-11	7,831	10,45	19,33	26	99,90	99,86	100,00
-10	8,893	11,95	21,44	27	99,94	99,95	
-9	10,22	13,32	23,48	28	99,97	100,00	
-8	11,63	14,51	25,75	29	100,00		
-7	12,91	15,96	27,65				
-6	14,74	17,71	29,67				
-5	16,62	19,90	32,02				

Ulkoilman lämpötilojen pysyvyydestä (taulukko 6) voidaan nähdä, kuinka monta prosenttia vuodesta ulkoilman lämpötila on kyseistä ulkoilman lämpötilaa kylmempää. Taulukkoarvoja voidaan hyödyntää esimerkiksi kokonaisenergiantarvetta laskettaessa tai tässä arvioitaessa, kuinka paljon vapaajäähdytystä voidaan hyödyntämään.

6 POHDINTA

Tavoitteena oli selvittää, kuinka vapaajäähdytyslaitteisto toimii suhteessa suunnittelu- lähtökohtana olleisiin mitoituservoihin ja kuinka paljon vapaajäähdytyslaitteilla saadaan todellisuudessa ostettavan energian säästöä.

Kerätyn mittausaineiston (taulukko 4 ja 5) mukaan tehtyjen laskelmien perusteella voidaan päätellä, että vapaajäähdytysjärjestelmä VEA:n säästämän energian osuus tutkimusajan jäähdytysenergiankulutuksesta oli noin 20,8 % ja vapaajäähdytysjärjestelmä VEB:n 18,3 %. Suurimmat sähköenergian säästöt saatiin talvikuukausien aikana. Tammi- ja syyskuukausien tulokseen vaikutti mittausjakson lyhyys (14.1.2010 ja 8-31.9.2010). Mittaustulosten perusteella voidaan päätellä, että suurin säästö kertyy, kun ulkoilman lämpötila on alle +5 °C eli syyskuun puolivälistä aina huhtikuun loppuun saakka.

Jäähdytyslaitteurakoitsijoilta saatujen hinta-arvioiden mukaan vapaajäähdytyslaitteiston VEA- hankintahinta on noin 15 000 €. Takaisinmaksuajaksi rakennusaikana tehdyille investoinnille saadaan 3-5,5 vuotta.

Suunnitelmiin verrattuna vapaajäähdytyslaitteiden keskimääräinen jäähdytysteho jäi tutkimusjaksolla 16.1- 30.9.2010 alle 20 % suunnitelluista jäähdytystehoista. Vapaa- jäähdytyslaite VEA:n keskimääräinen jäähdytysteho oli 27,7 kW ja VEB:n keskimääräinen jäähdytysteho 6,6 kW. Tutkimusjaksolta saatujen tulosten perusteella laitteistojen teho riittää hyvin talviaikaiseen jäähdytykseen ja laitteistojen hyödyntämistä kannattaa vielä tehostaa.

Tutkimuksen toteutusajan poikkeukselliset sääolot vaikuttivat siihen, että kesäkuukausina saatu vapaajäähdytyslaitteistolla aikaan ennalta odotettua jäähdytysenergian säästöä. Jakson aikana ei ulkoilman lämpötila laskenut yön ajanakaan alle suunnitelmien

mukaisen vapaajähdytyksen käynnistymisrajan $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$, jolloin olisi voitu nähdä olisi-ko vapaajähdytys riittänyt kesäaikaan.. Koska kylmänä vuodenaikana ulkoisten lämpökuormien ovat vähäiset, kannattaa vapaajähdytyksen käynnistymisrajaa kokeilla nostaa nykyistä rajaa ylemmäksi, jolloin vapaajähdytystä voisi hyödyntää pidemmän aikaa. Nykyisellä ilmanvaihtokoneiden jäähdytyspattereiden mitoituslämpötiloilla tämä ei kuitenkaan ole mahdollista, vaan patterit tulisi mitoittaa korkeammalle jäähdytysveden lämpötilalle. Korkeamman mitoituslämpötilan johdosta jäähdytyspatterin koko kuitenkin kasvaa, tästä johdosta ilmanvaihtokoneen patterit jouduttaisiin vaihtamaan suuremmaksi (syvemmmiksi).

Vapaajähdytyskaudella jäähdytyskuormat muodostuvat jäähdytyspalkkipiiriin alueella olevien tilojen jäähdytystarpeista. Näitä tiloja ovat mm. ATK-tilat, tulostinhuoneet sekä kevättälvella auringon lämmittämien huonetilojen jäähdytys.

Toimistotilojen ilmavirrat on mitoitettu SRakMK D2:n mukaisilla mitoitusarvoilla, joten tilojen jäähdytystarvetta ei voi ratkaista pelkästään viileämmällä tuloilmalla.

Kompressorijähdytyksen lauhdutuslämpöä olisi mahdollista hyödyntää viileimpinä vuodenaikoina ilmanvaihdon lämmityksessä. Yleensä valmiissa rakennuksessa tulee lähinnä kyseeseen helposti toteutettava ulkosäleikköpatteri (esimerkiksi Retermia neulaputkipatteri). Toisena vaihtoehtona on ilmastointikoneeseen lisättävä lauhdepatteri, (esimerkiksi Econet®, Fläkt Woods Oy). Tutkimuksen kohteena olevassa kiinteistössä tämä ei kuitenkaan ole helposti toteutettavissa.

Työtulosten pohjalta toimeksiantaja sai selvityksen vapaajähdytyslaitteiston toiminnasta eri vuodenaikoina sekä arvion säästettävän sähköenergian määrästä ja investoinnin takaisinmaksuajasta.

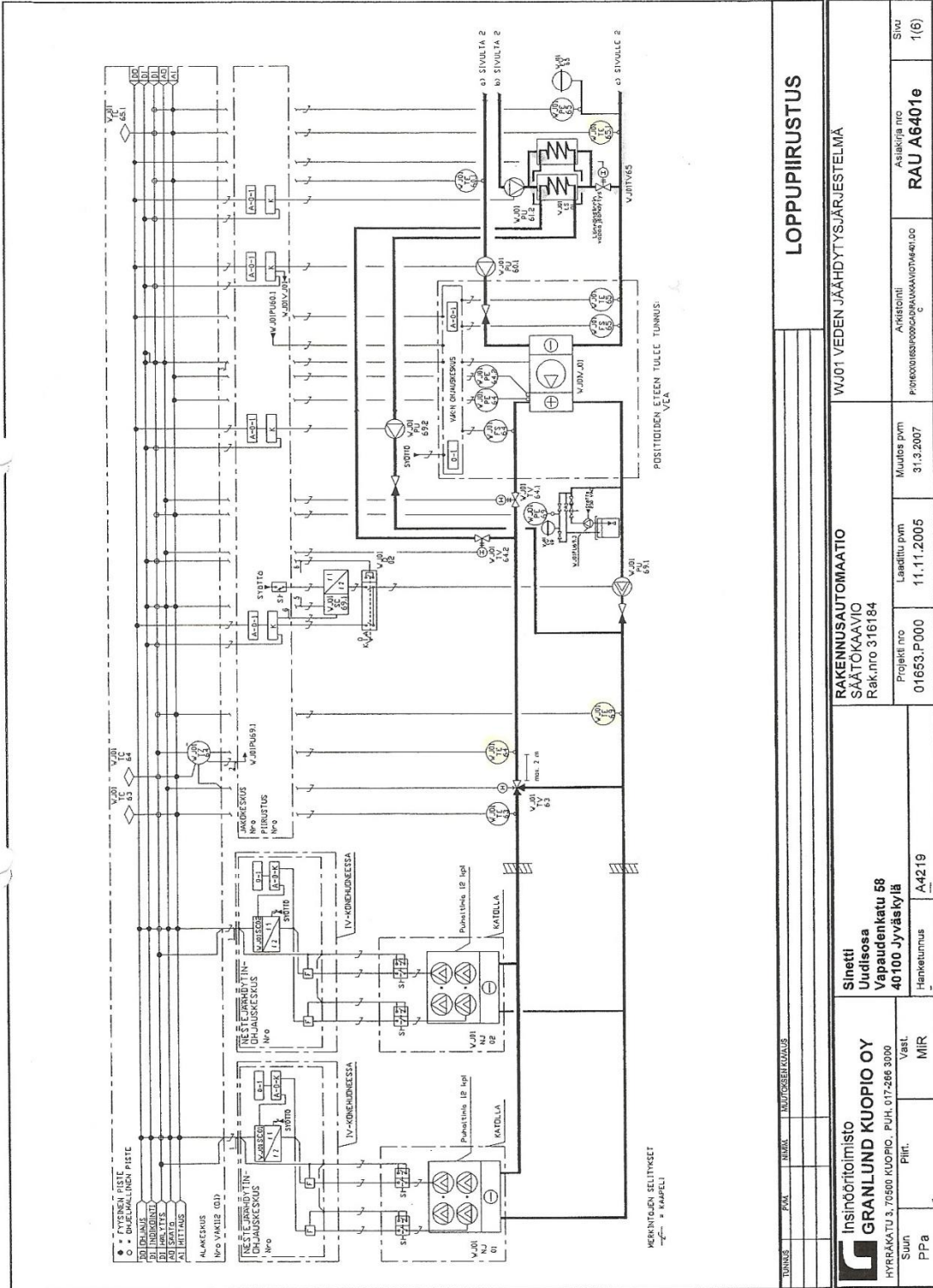
Tutkimuksessa tehdyissä mittauksissa havaittiin satunnaisesti vapaajähdytyslaitteen toiminnassa epäloogisuutta. Lähinnä viikonloppuisin ja yöaikaan vapaajähdytys näytti mittausarvojen mukaan lämmittävän kylmävesiverkostoa. Tätä ei kuitenkaan päästy aukottomasti todentamaan, koska kylmävesiverkoston pumpun käyntiaikoja ja kaikkien tarpeellisten lämpötilatermostaattien mittaustietoja ei tallennu rakennusautomaation tietokantaan. Asia kannattaa kuitenkin selvittää lisäämällä rakennusautomaatioon pumpun käyntiaikaseurannan ja lämpötilatermostaattien tiedonkeruutoiminnon.

Tutkimusaikana kohteessa käytäessä kiinteistöautomaation PC:n näytön mukaan, kylminä vuodenaikoina jäähdytystarvetta esiintyi jäähdytyspalkkipiirissä IV-verkoston jäähdytyksen ollessa pois päältä. Jatkotoimenpiteenä kannattaakin tutkia, miksi jäähdytyspalkkiverkoston piirissä olevissa tiloissa tarvitaan jäähdytystä ja mitkä ovat ne huonetilat. Selvitettävä on myös, pidetäänkö ilmanvaihtokoneiden tulolämpötilaa liian korkealla tilojen käyttäjien toivomuksesta, jolloin joudutaan osaa tiloja jäähdyttämään ilmastointipalkeilla ja puhallinkonvektoreilla.

Nestevirtojen tarkastusmittauksessa löytyi virheellisesti säädetty säätöventtiili, joka tulisi säätää suunnitelmien mukaiseen arvoon.

LÄHTEET

1. The Technical University of Denmark. WWW-dokumentti. <http://www.et.web.mek.dtu.dk>. Luettu 17.10.2010.
2. Hakala, Pentti – Kaappola, Esko Kylmälaitoksen suunnittelu 1. painos, Opetushallitus.
3. Chiller Oy. WWW-dokumentti. <http://www.chiller.fi>. Luettu 17.10.2010.
4. Intervent Oy. WWW-dokumentti. <http://www.intervent.fi>. Luettu 17.10.2010.
5. Onninen Oy. WW-dokumentti. <http://www.vapaaajaahdytys.fi>. Luettu 6.11.2010.
6. Ronald Nylund .Käytännön Kylmäteknikka, Suomen Kylmäyhdistys ry 2002.
7. Helsingin Energia Oy. WWW-dokumentti. <http://www.helen.fi>. Luettu 17.10.2010.
8. Danfoss Oy. WWW-dokumentti. <http://www.danfoss.com/Finland/>. Luettu 17.10.2010
9. Ahlsell Oy. WWW-dokumentti.<http://www.ahlsell.fi>. Luettu 17.10.2010.
10. Emerson Climate Technologies. <http://education.emersonclimate.com>. Luettu 17.10.2010.
11. Fincoil Oy. WWW-dokumentti. <http://www.fincoil.fi>. Luettu 17.10.2010.
12. Aittomäki Antero – Alijoki, – Eerikäinen, Tapio Jussi – Hakala, Pertti – Kaappola, Esko – Lahdenperä, Heikki – Rauno, Ossi – Seinelä Altti. Kylmäteknikka. Gummerus Kirjapaino Oy, 1992.
13. Kojacool Oy. WWW-dokumentti. <http://www.kojacool.fi>. Luettu 17.10.2010.
14. Ilmatieteenlaitos, WWW-dokumentti. www.ilmatieteenlaitos.fi. Luettu 6.10.2010.
15. Ilmanvaihdon Lämmön talteenotto lämpöhäviöiden laskennassa. 2003. Ympäristöministeriön moniste 122. WWW.dokumentti. <http://www.ymparisto.fi>. Luettu 6.10.2010.



LOPPUPIIRUSTUS

Sinetti
Judisoa
Vapaudenkatu 58
40100 Jyväskylä

Henkilumies A4219

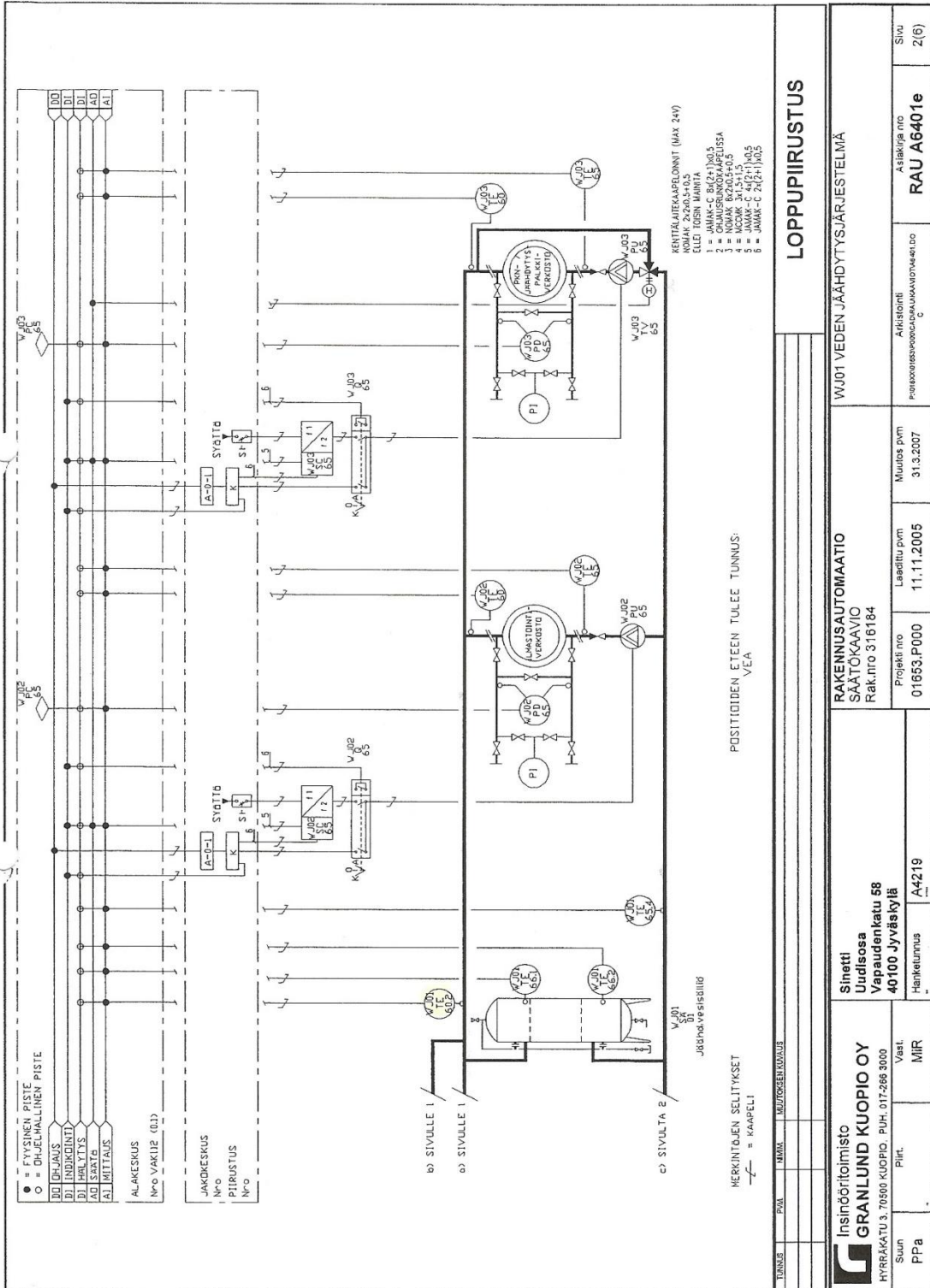
Insinööri-toimisto
GRANLUND KUOPIO OY
 HYRRÄKATU 3, 70500 KUOPIO, Puh. 017-266 3000

Sivun PPa
 Piirt. MIR
 Vast. Vsgl.

WJ01 VEDEN JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄ

POSITOIDEN ETEEN TUULEE VEA

VEA



LOPPUPIIRUSTUS

<p>Insinööri GRANLUND KUOPIO OY HYRRAKATU 3, 70500 KUOPIO. Puh. 011-266 3000</p>	<p>Sinetti Uudisosa Vapaudenkatu 58 40100 Jyväskylä</p>	<p>RAKENNUSAUTOMAATIO SAÄTÖKAAVIO Rak.nro 316184</p>	<p>WJ01 VEDEN JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄ</p>
<p>PPa</p>	<p>Shun</p>	<p>Projektin no 016653.P000</p>	<p>Asiakirja nro RAU A6401e</p>
<p>MIR</p>	<p>Verst.</p>	<p>Muutospvm 31.3.2007</p>	<p>Sivu 2(6)</p>
<p>PPa</p>	<p>Plint.</p>	<p>Laadittu pvm 11.11.2005</p>	<p>Asiakirja nro RAU A6401e</p>
<p>PPa</p>	<p>Hankenumero A4219</p>	<p>Muutospvm 31.3.2007</p>	<p>Sivu 2(6)</p>

Osajärjestelmän toimintaan vaikuttavat seuraavat ohjelmat, joiden yksityiskohtainen toiminta on selostettu ohjelmaluettelossa.	
AIKAOHJELMAT	
1.	NORMAALI AIKAOHJAUS
TAPAHTUMAOHJELMAT	
0.	YLEISET TAPAHTUMAOHJELMAT
2.	LÄMMITYS- /IV-VERKOSTON HÄIRIÖ
11.	YÖJÄÄHDYTYKSET
16.	JÄNNITEKATKO-OHJELMA
HÄLYTYSOHJELMAT	
0.	YLEISET HÄLYTYSOHJELMAT
0.1	HÄLYTYS ESTO
1.	RISTIRITÄHÄLYTYS (KÄYTTÖOPPOSITIOHÄLYTYS)
2.	JÄÄTÄYMSIVAARAHÄLYTYS
4.	PAINE-ERO- JA VIRTAAUSVAIRTIHÄLYTYS
6.	VERKOSTOPUMPUT
8.	MUUT LAITEHÄLYTYSKOKO
11.	KIINTEÄT RAJA-ARVOHÄLYTYSKOKO
12.	LIUKUVAT RAJA-ARVOHÄLYTYSKOKO, VERKOSTOT
15.	KARDEN MITTAUKSEN EROHÄLYTYS
16.	MUUTOSNOPEUSHÄLYTYS
RAPORTOINTIOHJELMAT	
1.	KÄYTTÖTUNNITILASKENTA JA -RAPORTTI
3.	ASETUSARVORAPORTTI
AIKAOHJELMAT	
1	NORMAALI AIKAOHJELMA
YLEISTÄ	
Kaikki toimintaselostuksessa mainitut aseteltavat arvot ovat käyttäjän muutettavissa sekä valvomografikalta että alakeskuspäätteiltä.	
Vedenjäähdytysjärjestelmällä on kaksi toimintatilaa: koneellinen jäähdytys (kesä) ja vapaajäähdytys (talvi). Rakennusautomaatiojärjestelmä vaihtaa toimintatilaan ulkolämpötilamittauksen perusteella.	
Vedenjäähdytyskoneelta (WJ01VJ01) saadaan rakennusautomaatiojärjestelmään seuraavat liittymät:	
16	RAKENTAMINEN
17	VAIKUTUKSENVAIKUTUS
18	VAIKUTUKSENVAIKUTUS
- Käyntilupaohjaus	
- Yhteishälytys	
- Kompressorien yhteiskäyntitilatieto	
OHJAUKSET	
Nestejäähdyttimen (WJ01NJ01 / NJ02) puhallimet käyvät rakennusautomaatiojärjestelmän ohjaamana.	
Jäähdytysverkoston pumppu (WJ02PU65) käy ulkolämpötilan ollessa yli järjestelmään asetellun raja-arvon (esim. -5°C).	
Jäähdytysverkoston pumppu (WJ03PU65) käy aikaohjeilman mukaisesti (normaalisti jatkuvasti).	
Jäähdytysvesiverkoston pumppujen taajuusmuuttajat (WJ02SC65, WJ03SC65) voidaan ohittaa ohituskäyttökytkimillä (WJ02Q04, WJ03Q05).	
Ohituskäytöt indikoidaan valvomon grafiikalla.	
OHITUSKÄYTTÖKYTKIN:	
• A-asento on taajuusmuuttajakäyttö	
• K-asento on ohituskäyttö, jolloin pumppu on suorassa VAK / jakokeskusohjauksessa	
• O-asento on pumppu turvakäyttötoiminto	
Ohituskäytöt indikoidaan valvomon grafiikalla.	
Konejäähdytys	
Rakennusautomaatiojärjestelmä antaa käyntiliuvan koneelliselle jäähdytykselle ulkolämpötilan (PV01TE00) noustessa kesäkäytön käynnistysrajaan (esim. +10 °C). Tällöin pumppu (WJ01PU60.1 ja WJ01PU69.1) käynnistyyvät.	
Siirryttäessä vapaajäähdytyksestä konejäähdytykselle, pysähtyvät aluksi pumppu (WJ01PU61.2 ja WJ01PU69.2), venttiili (WJ01TV64.1) avautuu ja venttiili (WJ01TV64.2) sulkeutuu. Nestejäähdytinpöörin säätöön (WJ01TC63) asetussarvo muuttuu konejäähdytyksen asetussarvoksi.	
Vedenjäähdytyskoneen saatua käyntiliuvan pumppu (WJ01PU60.1 ja WJ01PU69.1) käynnistyyvät. Taajuusmuuttaja (WJ01SC69.1) ohjaa	
LOPPUPIIRUSTUS	
WJ01 VEDENJÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄ	
RAKENNUSAUTOMAATIO	
SÄÄTÖKAAVIO	
Rak.nro 316184	
Projektin nro	01653.P000
Laadittu pvm	11.11.2005
Muutos pvm	31.3.2007
Akkidatitili	RAU/Ab401e
Asiakas nro	3(6)
Sinetti	
Uudisosa	
Vapaudenkatu 58	
40100 Jyväskylä	
Hankekunnus A4219	
Insinööri	MIR
Suunn. Pää	PPa
Hyväksyjä	MIR
Yhteyshenkilö	MIR

<p>pumpun (WJ01PU69.1) pyörimisnopeutta vedenjäähdytyskoneen lauhdutuspaineen (WJ01PE64 ja WJ01PE64.2) ohjaamana. Konejäähdytyksen käyntiluvan poistuttua rakennusautomaatiojärjestelmä pysäyttää vedenjäähdytyskoneen (WJ01VJ01). Konejäähdytyksen käyntilupa on aina päällä vähintään asetellun ajan (esim. 30 min).</p> <p><u>Vapaaajäähditys</u></p> <p>Rakennusautomaatiojärjestelmä poistaa koneellisen jäähdityksen käyntiluvan ulkolämpötilan (PV01TE00) laskettua alle vapaaajäähdityskäytön asetusarvon (esim. +8 °C). Vedenjäähdytysjärjestelmä siirtyy tällöin vapaaajäähditystilanteeseen. Siirtymässä konejäähdytyslaitteesta vapaaajäähditykselle poistuu (WJ01VJ01) käyntilupa ja viiveen kuluttua pysähtyvät pumput (WJ01PU60.1 ja WJ01PU69.1). Venttiili (WJ01TV64.1) sulkeutuu ja venttiili (WJ01TV64.2) avautuu. Nestejäähdytinpierin säädön (WJ01TC63) asetusarvo muuttuu viiveellä vapaaajäähdityksen asetusarvoksi. Pumppu (WJ01PU69.2) käynnistyy.</p> <p>Pumppu (WJ01PU61.2) käynnistyy, kun nestejäähdyttimiltä palaavan liuoksen lämpötila (WJ01TE64) on alhaisempi kuin verkoston paluuv veden lämpötila (WJ01TE60.2).</p> <p>Mikäli viiveen kuluessa (esim. 15 min.) lämpötila (WJ01TE64) ei laske alle verkoston paluuv veden lämpötila (WJ01TE60.2) siirtyy järjestelmä takaisin konejäähdytykselle ja valvontajärjestelmä tulostaa hälytyksen "vapaaajäähditykselle siirtyminen epäonnistui".</p> <p>Normaalisti käyttötilanteiden vaihtamisen välillä on aseteltava viive (esim. 1 h).</p> <p>LUKITUKSET (R= ohjauskeskuslukitus, O= ohjelmallinen lukitus)</p> <ul style="list-style-type: none"> o Pumput (WJ01PU60.1, WJ01PU61.2 ja WJ01PU69.1) voivat käydä vain, kun pumppu (WJ02PU65 tai WJ03PU65) käy. o Pumppujen (WJ01PU60.1 ja WJ01PU69.1) käytyä asetellun ajan (esim. 1 min) vedenjäähdytyskone (WJ01VJ01) saa käyntiluvan. 	<ul style="list-style-type: none"> o Rakennusautomaatiojärjestelmä ohjaa pumput (WJ01PU60.1 ja WJ01PU69.1) seis asetellavan ajan (esim. 3 min.) kuluttua siitä, kun vedenjäähdytyskoneen (WJ01VJ01) käyntilupa on poistunut. o Nestejäähdyttimen (WJ01NJ01 / NJ02) puhallimet eivät voi käydä, ellei pumppu (WJ01PU69.1 tai WJ01PU69.2) käy o sulkuventtiili (WJ01TV65) on auki, kun pumppu (WJ01PU61.2) käy. Vedenjäähdytyskone (WJ01VJ01) voi käydä, kun seuraavat ehdot toteutuvat: R virtaus on virtauskytkimen (WJ01FS65) kohdalla liian riittävä. R jäähditysvesiverkoston pumppu (WJ01PU60.1) käy o lauhdutusvesiverkoston pumppu (WJ01PU69.1) käy o pumppu (WJ01PU61.2) ei käy 	<p>JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄN OLLESSA KÄYTTÖSSÄ</p> <p>Säätöohjelma (WJ02PC65) pitää ilmastoinnin jäähditysverkoston paine-eron meno- ja paluuvesisuuttimen välillä asetusarvossaan säätämällä suhteellisesti pumppu (WJ02PU65) pyörimisnopeutta taajuusmuuttajan (WJ02SC65) välityksellä.</p> <p>Säätöohjelma (WJ03PD65) pitää puhallinkonvektori- / jäähdityspaikkiverkoston paine-eron meno- ja paluuvesisuuttimen välillä asetusarvossaan säätämällä suhteellisesti pumppu (WJ03PU65) pyörimisnopeutta taajuusmuuttajan (WJ03SC65) välityksellä.</p> <p>Jäähdityspaikkiverkoston menoveden lämpötilaa (WJ03TE65) pidetään asetusarvossa (esim. +15°C) ohjaamalla venttiiliä (WJ03TV65)</p> <p>Mikäli tuloilmakojeiden (TKXX) poistoilman lämpötilasta (XXTE30) ja poistoilman kosteudesta (XXME30) laskettu kastepistelämpötila nousee yli menoveden perusasetusarvon, ohjaa kastepistelaskennoista korkein kastepiste menoveden säätöohjelman (WJ03TC65) asetusarvoa siten, ettei kondensoitumista putkien pinnalle tapahdu. Minimiasetus on +14 °C (ks. kuva 2).</p>	<p>LOPPUPIIRUSTUS</p>	<p>RAKENNUSAUTOMAATIO</p> <p>SAATO-KAAVIO</p> <p>Rak.nro 316184</p> <p>Projektinro 01653.P000</p> <p>Laadittu pvm 11.11.2005</p> <p>Muutos pvm 31.3.2007</p> <p>WJ01 VEDEN JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄ</p> <p>Asiakirjan nro RAU A6401e</p> <p>Sivu 4(6)</p>	<p>Insinööritoimisto</p> <p>GRANLUND KUOPIO OY</p> <p>HYRRÄKATU 3, 70500 KUOPIO, PUH. 017-266 3000</p> <p>Suun PPa Piil. Vast. MIR</p> <p>Sinetti Uudisosa Vapaudenkatu 58 40100 Jyväskylä</p> <p>Hankintalumis A4219</p>
---	---	--	------------------------------	---	---

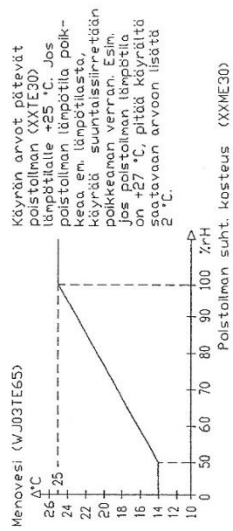
<p>Konejäähdystyylilanne</p> <p>Pumput (WJ01PU60.1 ja WJ01PU69.1) käyvät.</p> <p>Vedenjäähdystykone (WJ01VJ01) käy oman automaattikkansa ohjaamana pitäen varaajäsäiliölle menevän veden lämpötilan asetusarvossaan.</p> <p>Vedenjäähdystykoneen (WJ01VJ01) lauhdutuspaineen säädin (WJ01PE/PC64) ohjaa portaattomasti lauhdutuspumpun pumpun (WJ01PU69.1) pyörintänopeutta.</p> <p>Säätöohjelma (WJ01TC63) pitää nestejäähdystyylin paluuliuoksen lämpötilan (WJ01TE63) asetusarvossaan (+22 °C) ohjaamalla suhteellisesti rinnan nestejäähdystimen (WJ01NJ01 / NJ02) puhaltimien pyörimisnopeutta.</p> <p>Säätöohjelma (WJ01TC64) pitää nestejäähdystyylin paluuliuoksen lämpötilan (WJ01TE64) asetusarvossaan (+26 °C) ohjaamalla suhteellisesti nestejäähdystyylin venttiiliä (WJ01TV63).</p> <p>Konejäähdystyksen käyntilupa poistuu varaajäsäiliön lämpötilan (WJ01TE66.1) laskiessa ala-asetusarvoon (esim. +10 °C).</p> <p>Konejäähdystyksen käyntilupa kytkeytyy varaajäsäiliön lämpötilan (WJ01TE66.2) noustessa ala-asetusarvoon (esim. +12 °C).</p> <p>Vapaaajäähdystyylilanne</p> <p>Pumppu (WJ01PU69.2) käy, kun lukitusehdot toteutuvat.</p> <p>Vedenjäähdystykone (WJ01VJ01) ja pumppu (WJ01PU60.1) on seis.</p> <p>Säätöohjelma (WJ01TC63) pitää nestejäähdystimen (WJ01NJ01/NJ02) paluuliuoksen lämpötilan (WJ01TE63) asetusarvossaan ohjaamalla suhteellisesti, portaattomasti rinnan nestejäähdystimen (WJ01NJ01/NJ02) puhaltimien pyörimisnopeutta. Jäähdystyyliverkoston menoveden säätöohjelma (WJ01TC61.5) muuttaa säätöohjelman (WJ01TC63) asetusarvoa minimi- ja maksimirajojen (+6...+12 °C) välissä siten, että vapaaajäähdystyksen siirtimeltä varaajäsäiliölle menevän veden lämpötila (WJ01TE65.1) lämpötila pysyy asetusarvossaan (+12 °C, kaskadisäättö).</p>		<p>VAROTOIMINNOT</p> <p>Vedenjäähdystykoneen (WJ01VJ01) sisäiset varoilaitteet kuten esim. virtauskytkin FS ja jäätymsuojatoiminta pysäyttävät vedenjäähdystykoneen, jos jäähdystyksen virtaus tai lämpötila on liian alhainen. Häiriötilanteessa saadaan rakennusautomaatiojärjestelmään yhteishälytys. Hälytysreititely löytyvät vedenjäähdystykoneen ohjauskeskuksen ohjauspaneelilta.</p> <p>Jos varaajäsäiliöltä vedenjäähdystykoneelle (WJ01VJ01) palaavan veden lämpötila (WJ01TE60.1) nousee yli hälytysrajan (+35 °C), tapahtuu hälytys ja rakennusautomaatiojärjestelmä ohjaa pumppu (WJ01PU60.1) seis.</p> <p>Säätöohjelma (WJ01TC64) estää nestejäähdystimeltä palaavan liuoksen lämpötilaa (WJ01TE64) laskemasta alle asetusarvon (+8 °C) ohjaamalla suhteellisesti säätöventtiiliä (WJ01TV63).</p> <p>Jos nestejäähdystyylin paluuliuoksen lämpötila (WJ01TE64) laskee alle jäätymsaarataramastaatin (WJ01TZ64) hälytysrajan (+4 °C), tapahtuu hälytys ja pumppu (WJ01PU69.2) pysähtyy ja säätöventtiili (WJ01TV63) sulkeutuu. Tämän varotoimen tarkoituksena on suojata vapaaajäähdystyylilannemönsiirintä sekä jäähdystyyliverkoston putkistoa jäätymiseltä.</p> <p>Jos nestejäähdystyylin paine (WJ01PE65) tai latauspierin paine (WJ01PE 69) laskee alle hälytysrajan, tapahtuu hälytys.</p> <p>Rakennusautomaatiojärjestelmän aikaohjelma ohjaa nestejäähdystimen (WJ01NJ01) puhallimet käyntiin asetellulla pyörimisnopeudella (esim. 50 %:n teholla) kerran viikossa (esim. ma. klo 09.00) asetelluksi ajaksi (esim. 5 min.), jos ulkolämpötila (PVO1TE00) on yli käynnistysrajan (esim. -18 °C) (pakkokäyttöohjelma).</p> <p>Pakkokäytön aikana lauhdutinpiirin liuoksen lämpötila (WJ01TE64) pidetään asetusarvossaan ohjaamalla suhteellisesti lauhdutuspierin venttiiliä (WJ01TV63).</p> <p>Käännettäessä ohituskytkin (Q2, Q04 ja Q05) ohituskäyttö -asentoon järjestelmään saadaan indikointi ja ohjelmallinen hälytys kyseisestä tilasta.</p> <p>Rakennusautomaatiojärjestelmän aikaohjelma ohjaa pumput (WJ02PU65 ja WJ03PU65) käyntiin asetellulla pyörimisnopeudella kerran viikossa (esim. ma. klo 09.00) videksi minuutiksi (pakkokäyttöohjelma), jollei pumppu muutoin käy.</p>	
<p>LOPPUPIIRUSTUS</p>		<p>WJ01 VEDEN JÄÄHDYSTYJÄRJESTELMÄ</p>	
<p>RAKENNUSAUTOMAATIO SÄÄTÖKAAVIO Rak.nro 316184</p>		<p>WJ01 VEDEN JÄÄHDYSTYJÄRJESTELMÄ</p>	
Projekti nro	Laadittu pvm	Muutos pvm	Astajajärj nro
01653.P.000	11.11.2005	3.13.2007	RAU A6401e
<p>Suun PPa</p>		<p>Sivu</p>	
<p>Insinööri-toimisto GRANLUND KUOPIO OY HYPERAKATU 3, 70500 KUOPIO. Puh: 017-266 3000</p>		<p>Asiointi Puh: 017-266 3000</p>	
PPa	Plnt.	MIR	5(6)
Vstl.			
44219			
Hanketunnus			
Vapaudenkatu 58			
40100 Jyväskylä			
Sinetti			
Uudisosa			

Pumppua (WJ02PU65 ja WJ03PU65) käynnistettäessä taajuusmuuttaja (WJ02SC65, WJ03SC65) säätää pumpun pyörimisnopeuden kiihdytyksen (huom.: vähintään 60 s) kuluttua säädön mukaiselle nopeudelle.

Taajuusmuuttajilla varustettujen pumppujen / puhaltimien säätöviesti on 0, ko. laitteiden ollessa seis.

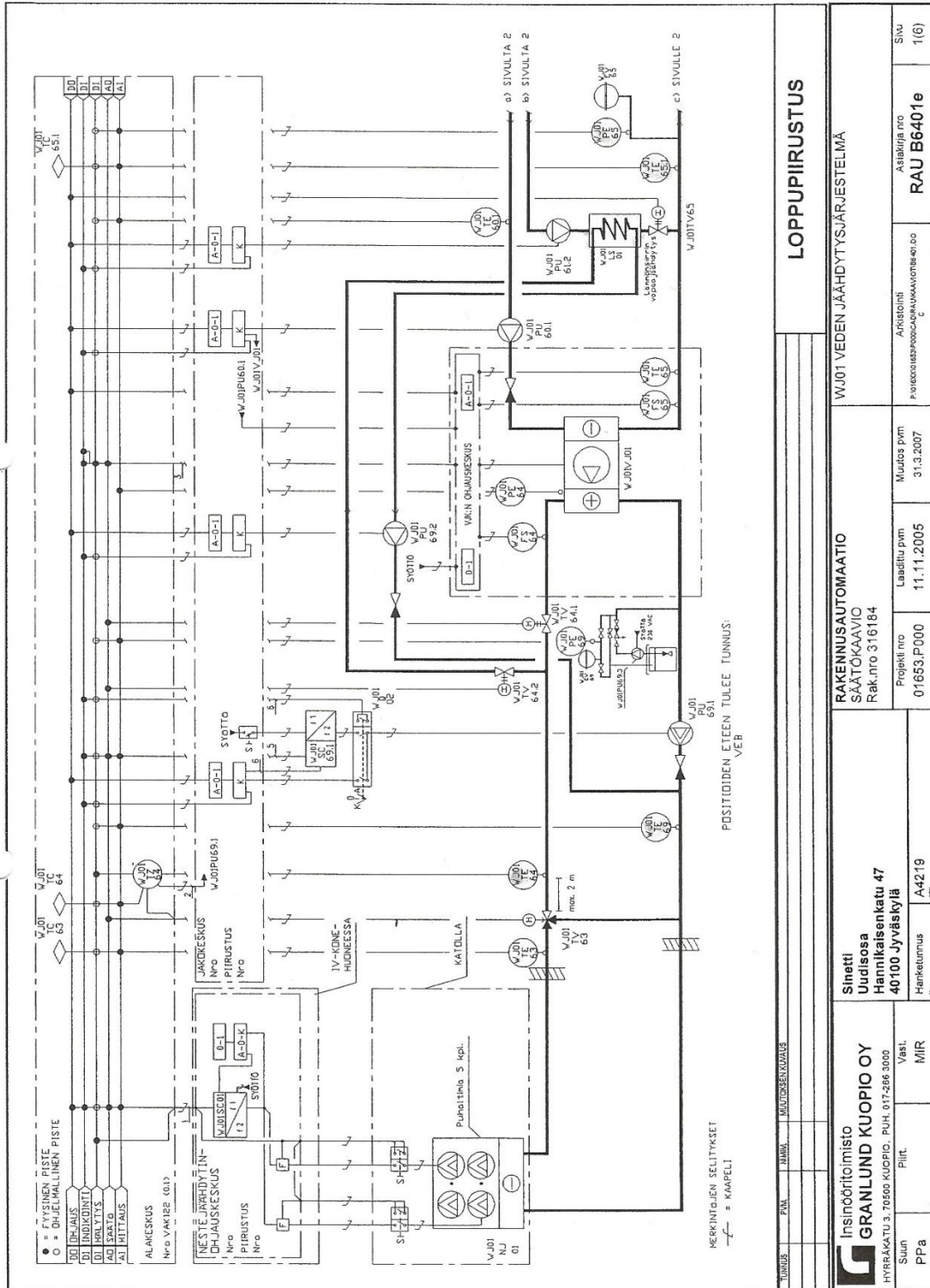
Nestejäähdyttimien turvakytkimien aukiolo indikoidaan yhteishälytyksenä kiinteistövalvontajärjestelmässä.

Nestejäähdyttimien taajuusmuuttajan häiriö indikoidaan kiinteistövalvontajärjestelmässä.



KUVA 2 Paistollan suht. kosteus (XXWE30)



TUOTOSSA PÄÄ		LÄMÄÄ		KÄYTTÖKÄYRÄ		LOPPUPIIRUSTUS	
Insinööritoimisto GRANLUND KUOPIO OY HYRRÄKATU 3, 70500 KUOPIO, PUH. 017-256 3000		Sinetti Uudisosa Vapaudenkatu 58 40100 Jyväskylä		RAKENNUSAUTOMAATIO SÄÄTÖKAAVIO Rak.nro 316184		WJ01 VEDEN JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄ	
Suunn. PPa	Piir. Vast. MIR	Projekti nro 01653.P000	Laadittu pvm 11.11.2005	Muutos pvm 31.3.2007	Arkkistointi PROJEKTISSUUNNITTELUKAAVIO/VEA/00	Aidatija nro RAU A6401e	Sivu 6(6)



POSITOIDEN ETEEN TULEE TUNNUS VEB

LOPPUPIIRUSTUS

Insinööritoimisto GRANLUND KUOPIO OY HYRRAKATU 3, 70500 KUOPIO, PUH. 017-266 3000		Sihetti Uudisosa Hannikaisenkatu 47 40100 Jyväskylä		WJ01 VEDEN JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄ	
PPa	Piilt.	MIR	Vaist.	016553.P000	016553.P000
		A4219		11.11.2005	11.11.2005
				Laadittu pvm	Muutos pvm
				31.3.2007	31.3.2007
				Arkkistointi	Arkkistointi
				RAU B6401e	RAU B6401e
				Asiakirja nro	Asiakirja nro
				1(6)	1(6)
				Sivu	Sivu

Osajärjestelmän toimintaan vaikuttavat seuraavat ohjelmat, joiden yksityiskohtainen toiminta on selostettu ohjelmaluettelossa.	
AIKAOHJELMAT	
1.	NORMAALI AIKAOHJAUS
TAPAHTUMA OHJELMAT	
0.	YLEISET TAPAHTUMA OHJELMAT
2.	LÄMMITYS- / IV-VERKOSTON HÄIRIÖ
11.	YÖJÄÄHDYTYYS
16.	JÄNNITEKÄTKÖ-OHJELMA
HÄLYTYSOHJELMAT	
0.	YLEISET HÄLYTYSOHJELMAT
0.1	HÄLYTYS ESTO
1.	RISTIRITÄHÄLYTYS (KÄYTTÖOPPOSITIONHÄLYTYS)
2.	JÄÄTYMISVAARAHÄLYTYS
4.	PAINE-ERO- JA VIRTAAVAHTIHÄLYTYS
6.	VERKOSTOPUMPUT
8.	MUUT LAITEHÄLYTYKSET
11.	KIINTEÄT RAJA-ARVOHÄLYTYKSET
12.	LIUKUVAT RAJA-ARVOHÄLYTYKSET, VERKOSTOT
15.	KAHDEN MITTAUKSEN EROHÄLYTYS
16.	MUUTOSNOPEUSHÄLYTYS
RAPORTINTI OHJELMAT	
1.	KÄYTTÖTILAILASKENTA JA -RAPORTTI
3.	ASETUSARVORAPORTTI
AIKAOHJELMAT	
1.	NORMAALI AIKAOHJELMA
YLEISTÄ	
Kaikki toimintaselostuksessa mainitut asetellavat arvot ovat käytäjän muutettavissa sekä valvomografiikalta että alakeskuspäätteiltä.	
Vedenjäähdytysjärjestelmällä on kaksi toimintatilaa: koneellinen jäähdytys (kesä) ja vapaajäähdytys (talvi). Rakennusautomaatiojärjestelmä vaihtaa toimintatilaa ulkolämpötilamittauksen perusteella.	
Vedenjäähdytyskoneelta (WJ01VJ01) saadaan rakennusautomaatiojärjestelmään seuraavat liittynät:	
1.	Käyntilupaohjaus
2.	Yhteishälytys
3.	Molempien kompressorien käyntitilatieto
OHJAUKSET	
Nestejäähdyttimen (WJ01NJ01) puhaltimet käyvät rakennusautomaatiojärjestelmän ohjaamana.	
Jäähdytysverkoston pumppu (WJ02PU65) käy ulkolämpötilan ollessa yli järjestelmään asetellun raja-arvon (esim. -5°C).	
Jäähdytysverkoston pumppu (WJ03PU65) käy aikaohjelman mukaisesti (normaalisti jatkuvasti).	
Jäähdytysvesiverkoston pumppujen taajuusmuuttajat (WJ02SC65, WJ03SC65) voidaan ohittaa ohituskäytöllä (WJ02Q65, WJ03Q65).	
Ohituskäytöt indikoidaan valvomon grafiikalla.	
OHITUSKÄYTTÖKYTKIN:	
•	A-asento on taajuusmuuttajakäyttö
•	K-asento on ohituskäyttö, jolloin pumppu on suorassa VAK / jakokeskusohjauksessa
•	0-asento on pumpun turvakytkintointinto
Ohituskäytöt indikoidaan valvomon grafiikalla.	
Konejäähdytys	
Rakennusautomaatiojärjestelmä antaa käyntiluvan koneelliselle jäähdytykselle ulkolämpötilan (PV01TE00) noustessa kesäkäytön käynnistysrajaan (esim. +10 °C). Tällöin pumput (WJ01PU60.1 ja WJ01PU69.1) käynnistyvät.	
Siirryttäessä vapaajäähdytyksestä konejäähdytykselle, pysähtyvät aluksi pumput (WJ01PU61.2 ja WJ01PU69.2), venttiili (WJ01TV64.1) avautuu ja venttiili (WJ01TV64.2) sulkeutuu. Nestejäähdyttimiin säädön (WJ01TC63) asetusarvo muuttuu konejäähdytyksen asetusarvoksi.	
Vedenjäähdytyskoneen saatua käyntiluvan pumput (WJ01PU60.1 ja WJ01PU69.1) käynnistyvät.	
LOPPUPIIRUSTUS	
WJ01 VEDEN JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄ	
RAKENNUSAUTOMAATIO	
SÄÄTÖKAAVIO	
Rak.nro 316184	
Projektin no	01653.P000
Laadittu pvm	11.11.2005
Muutos pvm	31.3.2007
Arkiöidintä	Puolesta:  / 
Asiakirja no	RAU B6401e
Sivu	3(6)
Insinööritoimisto	
GRANLUND KUOPIO OY	
HYRRÄKATU 3, 70500 KUOPIO, PUH. 017-266 3000	
Suun P P a	Pluut. Vast. MIR
Hankelunus A4219	
Sinetti	
Uudisosa	
Hannikaisenkatu 47	
40100 Jyväskylä	

<p>Vedenjäähdytyskoneen (WJ01VJ01) lauhdutuspaineen säädin (WJ01PE/PC64) ohjaa portaattomasti lauhdutuspumpun (WJ01PU69.1) pyörintanopeutta.</p> <p>Konejäähdytyksen käyntiluvan poistuttua rakennusautomaatiojärjestelmä pysäyttää vedenjäähdytyskoneen (WJ01VJ01).</p> <p>Konejäähdytyksen käyntilupa on aina päällä vähintään asetellun ajan (esim. 30 min).</p>	<p>o Rakennusautomaatiojärjestelmä ohjaa pumput (WJ01PU60.1 ja WJ01PU69.1) seis asetellavan ajan (esim. 3 min.) kuluuttua siitä, kun vedenjäähdytyskoneen (WJ01VJ01) käyntilupa on poistunut.</p> <p>o Nestejäähdyttimen (NJ01) puhallimet eivät voi käydä, ellei pumppu (WJ01PU69.1 tai WJ01PU69.2) käy</p> <p>o Sulkuventtiili (WJ01TV65) on auki, kun pumppu (WJ01PU61.2) käy. Vedenjäähdytyskone (WJ01VJ01) voi käydä, kun seuraavat ehdot toteutuvat:</p> <p>R virtaus on virtauskytkimen (WJ01FS65) kohdalla liian riittävä.</p> <p>R jäähdytysvesiverkoston pumppu (WJ01PU60.1) käy</p> <p>o lauhdutusvesiverkoston pumppu (WJ01PU69.1) käy</p> <p>o pumppu (WJ01PU61.2) ei käy</p>	<p>Vapaaajajäähdytys</p> <p>Rakennusautomaatiojärjestelmä poistaa koneellisen jäähdytyksen käyntiluvan ulkolämpötilan (PV01 TE00) lasketulla alle vapaaajajäähdytyskäytön asetusarvon (esim. +8 °C).</p> <p>Vedenjäähdytysjärjestelmä siirtyy tällöin vapaaajajäähdytyslaitteeseen.</p> <p>Siirtymässä konejäähdytyslaitteesta vapaaajajäähdytykselle poistuu (WJ01VJ01) käyntilupa ja viiveen kuluuttua pysähtyvät pumput (WJ01PU60.1 ja WJ01PU69.1). Venttiili (WJ01TV64.1) sulkeutuu ja venttiili (WJ01TV64.2) avautuu. Nestejäähdytinpiirin säädin (WJ01TC63) asetusarvo muuttuu vapaaajajäähdytyksen asetusarvoksi. Pumppu (WJ01PU69.2) käynnistyy.</p> <p>Pumppu (WJ01PU61.2) käynnistyy, kun nestejäähdyttimiltä palaavan liuoksen lämpötila (WJ01TE64) on alhaisempi kuin verkoston paluuveden lämpötila (WJ01TE60.2).</p> <p>Mikäli viiveen kuluessa (esim. 15 min.) lämpötila (WJ01TE64) ei laske alle verkoston paluuveden lämpötila (WJ01TE60.2) siirtyy järjestelmä takaisin konejäähdytykselle ja valvontajärjestelmä tulostaa häilytyksen "vapaaajajäähdytykselle siirtymisen epäonnistui"</p> <p>Normaalisti käyttötilanteiden vaihtamisen välillä on aseteltava viive (esim. 1 h).</p> <p>LUKITUKSET (R= ohjauskeskuslukitus, O= ohjelmallinen lukitus)</p> <p>o Pumput (WJ01PU60.1, WJ01PU61.2 ja WJ01PU69.1) voivat käydä vain, kun pumppu (WJ02PU65 tai WJ03PU65) käy.</p> <p>o Pumppujen (WJ01PU60.1 ja WJ01PU69.1) käytyä asetellun ajan (esim. 1 min) vedenjäähdytyskone (WJ01VJ01) saa käyntiluvan.</p>	<p>JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄN OLLESA KÄYTÖSSÄ</p> <p>Säätöohjelma (WJ02PC65) pitää ilmastoinnin jäähdytysverkoston paine-eron meno- ja paluuvesisiputken välillä asetusarvossaan säätämällä suhteellisesti pumppu (WJ02PU65) pyörimisnopeutta taajuusmuuttajan (WJ02SC65) välityksellä.</p> <p>Säätöohjelma (WJ03PD65) pitää puhallinkonvektori- / jäähdytyspaikkiverkoston paine-eron meno- ja paluuvesisiputken välillä asetusarvossaan säätämällä suhteellisesti pumppu (WJ03PU65) pyörimisnopeutta taajuusmuuttajan (WJ03SC65) välityksellä.</p> <p>Jäähdytyspaikkiverkoston menoveden lämpötilaa (WJ03TE65) pidetään asetusarvossa (esim. +15°C) ohjaamalla venttiiliä (WJ03TV65)</p> <p>Mikäli tuloilmakojeiden (TKXX) poistoilman lämpötilasta (XXTE30) ja poistoilman kosteudesta (XXME30) laskettu kastepistelämpötila nousee yli menoveden perusasetusarvon, ohjaa kastepistelaskennoista korkein kastepiste menoveden säätöohjelman (WJ03TC65) asetusarvoa siten ettei kondensoitumista putkien pinnalle tapahdu. Minimiasetus on +14 °C (ks. kuva 2).</p>
LOPPUPIIRUSTUS			
<p>Insinööritoimisto GRANLUND KUOPIO OY HYRÄKÄTU 3, 70500 KUOPIO, PUH. 017-266 3000</p>		<p>Sinetti Uudisosa Hannikaisenkatu 47 40100 Jyväskylä</p> <p>Fihti. Pliht. Vast. MIR</p>	
<p>Projekti nro 01653_P000</p> <p>Laadittu pvm 11.11.2005</p> <p>Muutos pvm 31.3.2007</p>		<p>RakennusAUTOMAATIO SÄÄTÖKAAVIO Rak.nro 316184</p> <p>WJ01 VEDEN JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄ</p>	
<p>Asiakkila nro RAU B6401e</p>		<p>Arkkitehti PASERINEN/ROSA/PAIKKALAINEN/ROSA/RIIHI</p> <p>Sivu 4(6)</p>	

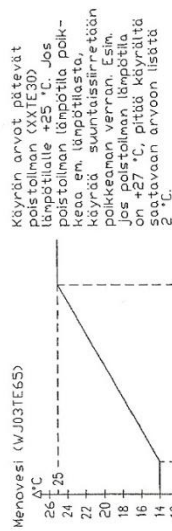
<p>Konejäähdystylilanne</p> <p>Pumput (WJ01PU60.1 ja WJ01PU69.1) käyvät.</p> <p>Vedenjäähdystykone (WJ01VJ01) käy oman automaattikansa ohjaamana pitäen varaajassäiliölle menevän veden lämpötilan asetusarvossaan.</p> <p>Vedenjäähdystykoneen (WJ01VJ01) lauhdutuspaineen säädin (WJ01PE/PC64) ohjaa portaattomasti lauhdutuspierin pumppun (WJ01PU69.1) pyörintänopeutta.</p> <p>Säätöohjelma (WJ01TC63) pitää nestejäähdystypierin paluuliukuksen lämpötilan (WJ01TE63) asetusarvossaan (+22 °C) ohjaamalla suhteellisesti rinnan nestejäähdystimen (WJ01NJ01) puhaltimien pyörimisnopeutta.</p> <p>Säätöohjelma (WJ01TC64) pitää nestejäähdystypierin paluuliukuksen lämpötilan (WJ01TE64) asetusarvossaan (+26 °C) ohjaamalla suhteellisesti nestejäähdystypierin venttiiliä (WJ01TV63).</p> <p>Konejäähdystyksen käyntilupa poistuu varaajassäiliön lämpötilan (WJ01TE66.1) laskiessa ala-asetusarvoon (esim. +10 °C).</p> <p>Konejäähdystyksen käyntilupa kytkeytyy varaajassäiliön lämpötilan (WJ01TE66.2) noustessa ala-asetusarvoon (esim. +12 °C).</p> <p>Vapaaajäähdystylilanne</p> <p>Pumppu (WJ01PU69.2) käy, kun lukitusehdot toteutuvat.</p> <p>Vedenjäähdystykone (WJ01VJ01) ja pumppu (WJ01PU60.1) on seis.</p> <p>Säätöohjelma (WJ01TC63) pitää nestejäähdystimen (WJ01NJ01) paluuliukuksen lämpötilan (WJ01TE63) asetusarvossaan ohjaamalla suhteellisesti, portaattomasti rinnan nestejäähdystimen (WJ01NJ01) puhaltimien pyörimisnopeutta. Jäähdystysohjeistuksen menoveden säätöohjelma (WJ01TC65.1) muuttaa säätöohjelman (WJ01TC63) asetusarvoa minimi- ja maksimirajojen (+6...+12 °C) välissä siten, että vapaaajäähdystyksen siirtimeltä varaajassäiliölle menevän veden lämpötila (WJ01TE65.1) lämpötila pysyy asetusarvossaan (+12 °C, kaskadisäätö).</p>		<p>VAROTOIMINNOT</p> <p>Vedenjäähdystykoneen (WJ01VJ01) sisäiset varolaitteet kuten esim. virtauskytkin FS ja jäätymsuojatoiminta pysäyttävät vedenjäähdystykoneen, jos jäähdystyksen virtaus tai lämpötila on liian alhainen. Häiriötilanteessa saadaan rekennusautomaatiojärjestelmään yhteishälytys. Hälytysmerkitelyt löytyvät vedenjäähdystykoneen ohjauskeskuksen ohjauspaneelilta.</p> <p>Jos varaajassäiliöltä vedenjäähdystykoneelle (WJ01VJ01) palaavan veden lämpötila (WJ01TE60.1) nousee yli hälytysrajan (+35 °C), tapahtuu hälytys ja rekennusautomaatiojärjestelmä ohjaa pumppun (WJ01PU60.1) seis.</p> <p>Säätöohjelma (WJ01TC64) estää nestejäähdystimeltä palaavan liukuksen lämpötilaa (WJ01TE64) laskemasta alle asetusarvon (+8 °C) ohjaamalla suhteellisesti säätöventtiiliä (WJ01TV63).</p> <p>Jos nestejäähdystypierin paluuliukuksen lämpötila (WJ01TE64) laskee alle jäätymsvaaratermostaatin (WJ01TZ64) hälytysrajan (+4 °C), tapahtuu hälytys, pumppu (WJ01PU69.2) pysähtyy ja säätöventtiili (WJ01TV63) sulkeutuu. Tämän varotoimen tarkoituksena on suojata vapaaajäähdystylämmönsiirintä sekä jäähdystyverkoston putkistoa jäätymiseltä.</p> <p>Jos nestejäähdystypierin paine (WJ01PE65) tai latauspierin paine (WJ01PE69) laskee alle hälytysrajan, tapahtuu hälytys.</p> <p>Rakennusautomaatiojärjestelmän aikaohjelma ohjaa nestejäähdystimen (WJ01NJ01) puhaltimet käyntiin asetellulla pyörimisnopeudella (esim. 50 %:n teholla) kerran viikossa ma. klo 09.00 asetelluksi ajaksi (esim. 5 min.), jos ulkolämpötila (PV01TE00) on yli käynnistysrajan (esim. -18 °C) (pakkokäyttöohjelma).</p> <p>Pakkokäytön aikana lauhdutinpiirin liukuksen lämpötila (WJ01TE64) pidetään asetusarvossaan ohjaamalla suhteellisesti lauhdutuspierin venttiiliä (WJ01TV63).</p> <p>Käännettäessä ohituskytkin (Q2, Q04 ja Q05) ohituskäyttö -asentoon järjestelmään saadaan indikointi ja ohjelmallinen hälytys kyseisestä tilasta. Rakennusautomaatiojärjestelmän aikaohjelma ohjaa pumput (WJ02PU65 ja WJ03PU65) käyntiin asetellulla pyörimisnopeudella kerran viikossa ma. klo 09.00 viideksi minuutiksi (pakkokäyttöohjelma), jollei pumppu muutoin käy.</p>	
<p>LOPPUPIIRUSTUS</p>		<p>WJ01 VEDEN JÄÄHDYSTYJÄRJESTELMÄ</p>	
<p>RAKENNUSAUTOMAATIO</p> <p>SÄÄTÖKAAVIO</p> <p>Rak.nro 316184</p>		<p>Projektin nro 01653.P000</p> <p>Laadittu pvm 11.11.2005</p> <p>Muutos pvm 31.3.2007</p>	
<p>Insinööritoimisto GRANLUND KUOPIO OY</p> <p>Suuri HYRRÄKATU 3, 70500 KUOPIO, PUH. 017-266 3000</p> <p>PPa</p>		<p>Shettil Uudisosa Hannikaiskatu 47 40100 Jyväskylä</p> <p>Hankelunus A-4219</p>	
<p>Asiakirja nro RAU B6401e</p>		<p>Sivut 5(6)</p>	

Pumppua (WJ02P U65 ja WJ03P U65) käynnistettäessä taajuusmuuttaja (WJ02SC65, WJ03SC65) säätää pumpun pyörimisnopeuden kiihdytyksajan (huom.: vähintään 60 s) kulluttua säädön mukaiselle nopeudelle.

Taajuusmuuttajilla varustettujen pumppujen / puhaltimien säätöviesti on 0, ko. laitteiden ollessa seis.

Nestejäädyttimien turvakytkimien aukiolo indikoidaan yhteishälytyksenä kiinteistövalvontajärjestelmässä.

Nestejäädyttimien taajuusmuuttajan häiriö indikoidaan kiinteistövalvontajärjestelmässä.



KUVA 2

TUNNUS		PÄIVÄ		MÄÄRÄ		MUUTOSKÄZÄLUS		LOPPUPIIRUSTUS	
Insinööritoimisto		GRANLUND KUOPIO OY		Sineti		Uudisosa		WJ01 VEDEN JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄ	
HYRRÄKATU 3, 70500 KUOPIO, PUH. 017-288 3000		Pilt.		Vast.		MIR		RAKENNUSAUTOMAATIO	
Sään		PPa		A4219		Hankelunnu		SÄÄTÖKAAVIO	
Projekti nro		01653.P000		Laadittu pvm		11.11.2005		Muutos pvm	
Rak.nro		316184		31.3.2007		Asiakkas nro		RAU B6401e	
Asiakkaan nimi		RAU B6401e		Asiakkaan osoite		RAU B6401e		Sivut	
Asiakkaan yhteystiedot		RAU B6401e		Asiakkaan yhteystiedot		RAU B6401e		6(6)	