

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Talotekniikan koulutusohjelma

Antti Pussinen

Kytkenäkaappien nestejäähdytys

Insinööritö 5.6.2009

Ohjaaja: LVI-tekniikko Jari Rautala
Ohjaava opettaja: lehtori Hanna Sulamäki

Tekijä Otsikko	Antti Pussinen KytKentäkaappien nestejäähdytys
Sivumäärä Aika	34 sivua 5.6.2009
Koulutusohjelma	talotekniikka
Tutkinto	insinööri (AMK)
Ohjaaja Ohjaava opettaja	LVI-tekniikko Jari Rautala lehtori Hanna Sulamäki
<p>Insinööriyössä esitellään Rittal Liquid Cooling Package Standard- ja Extend-kytkentäkaappien nestejäähdytysjärjestelmät sekä verrataan näiden järjestelmien asennuksessa tehtäviä putkitöitä kohdistetulla ilmastoinnilla jäähdytettävien laitesalien putkitöihin. Työn tavoitteena oli antaa putkiurakoitsijoille tietoa laitteistoista ja kuvaus urakkaan sisältyvistä vaiheista.</p> <p>Jäähdytyksen osuus tietoliikennepalvelimien sähkönkulutuksesta on merkittävä. Oikealla suunnittelulla ja toteutuksella voidaan säästää käyttökustannuksissa merkittäviä summia. Palvelimet sijoitetaan niihin suunniteltuihin kytkentäkaappeihin, joita jäähdytetään useimmiten kohdistetulla ilmastoinnilla. Kaappeihin on myös tarjolla nestejäähdytyksellä ja puhaltimilla varustettuja paketteja, joilla saavutetaan paremmat jäähdytystehot.</p> <p>LCP ja kytkentäkaappi muodostavat kokonaisuuden, jolla voidaan luoda halutut olosuhteet (+22 °C, 50 % suhteellista kosteutta) palvelimille. LCP Standard asennetaan kaapin sivuseinälle. Siihen voidaan asentaa 1–3 lämmönvaihdinmoduulia, jotka voivat jäähdyttää 1–2 palvelinta. Sen muita oleellisia osia ovat puhallinmoduuli, vesimoduuli ja ohjausyksikkö. Sen ilmavirtapiiri on suljettu. LCP Extend asennetaan kytkentäkaapin takaoveksi. Se sisältää kuusi puhallin, kolme lämmönvaihdinta ja kolme ohjausyksikköä. Sen aikaansaaman ilmavirran suunta on edestä taaksepäin, LCP:n läpi takaisin laitesaliin.</p> <p>Kohdistetulla ilmastoinnilla jäähdytettävissä laitesaleissa putkityöt rajoittuvat ilmastointikoneen ympärille. Putkitöiden kartoittaminen oli vaikeaa, koska ne ovat hyvin tapauskohtaisia. Ilmastointikoneen toimintaperiaate vaikuttaa putkiurakkaan sisältyviin työvaiheisiin. LCP:illä jäähdytettävien laitesalien putkiurakka on huomattavasti suurempi kuin kohdistetulla ilmastoinnilla toteutettavien kohteiden. Ilmastointikoneen putkitöiden lisäksi pitää jokaiselle LCP:lle viedä jäähdytysvesiputket sekä kondenssivesi viemärointi.</p>	
Hakusanat	kytkentäkaappi, nestejäähdytys, LCP Standard, LCP Extend

Author Title	Antti Pussinen Liquid cooling of server enclosures
Number of Pages Date	34 5 June 2009
Degree Programme	Building Services Engineering
Degree	Bachelor of Engineering
Instructor Supervisor	Jari Rautala, HVAC Technician Hanna Sulamäki, Senior Lecturer
<p>The purpose of this final year project was to present Rittal Liquid Cooling Package Standard and Extend -, the chiller structures of server enclosures. An asm also was to compare the plumbing of these systems to the plumbing of data centers without liquid cooling. The main goal was to provide knowledge of these systems and a description of a plumbing contract to plumbing contractors.</p> <p>Chilling is a significant piece of server power consumption. With correct planning and implementation it is possible to save a lot of money in operating costs. Servers are located in appropriate server enclosures, which are usually chilled by targeted ventilation. There are also packages available with liquid cooling and fans to get better cooling power.</p> <p>A together with the server enclosure, the LCP forms an entity that can create the desired conditions (+22 °C, 50 % of relative humidity) to servers. The LCP Standard is installed to the wall of server enclosure. It is possible to install 1–3 LCP modules to it and one or two servers could be chilled by each module. Other significant parts are water module, fan module and control unit. The air routing is closed. The LCP Extend is installed as the rear door of enclosure. It consists of six fans, three heat exchangers and three control units. It supports the “front to back” cooling principle and forms an open-air cooling system.</p> <p>In data centers with targeted ventilation, plumbing is limited to only around the air conditioner. In this project it was hard to survey the plumbing work because every data center is an individual case. The principle of air the conditioner affects the plumbing contracts content. The plumbing contracts are much more extensive when there are going to be LCPs in the data center. Additionally the plumbing work of air conditioner, the contract has to include cooling coils and condensate discharge to every LCP.</p>	
Keywords	server enclosure, liquid cooling, LCP Standard, LCP Extend

Sisällys

Tiivistelmä

Abstract

1 Johdanto	5
2 Laitesalin sähkönkulutus	6
3 KytKentäkaapit	7
4 KytKentäkaappien jäähdytys ilmastoinnilla	8
4.1 Passiivinen ilmastointi	8
4.2 Aktiivinen ilmastointi	9
4.3 Kylmän ja kuumen käytävän menetelmä	9
5 Rittal LCP, kytkentäkaappien nestejäähdytyspaketti	10
6 LCP Standardin rakenne	11
6.1 Lämmönvaihdinmoduuli	12
6.2 Puhallinmoduuli	13
6.3 Vesimoduuli	14
6.4 Toiminta	15
7 LCP Extendin rakenne	18
7.1 Puhallinyksikkö	20
7.2 Vesiliitännät	22
7.3 Toiminta	22
8 Ilmavirta LCP:n jäähdyttämässä kytkentäkaapissa	24
9 Putkityöt kytkentäkaappien jäähdytyksessä	25
9.1 Putkityöt ilmastoinnilla jäähdytettävissä laitesaleissa	25
9.1.1 Ilmalauhdutus	26
9.1.2 Vesilaudutus	26
9.1.3 Liuoslauhdutus	27
9.1.4 Välillinen jäähdytys	28
9.1.5 Kondenssiveden poisto	28
9.2 Putkityöt LCP:n asennuksessa	28
10 Yhteenveto	30
Lähteet	33

1 Johdanto

Tietoliikennepalvelimet kehittyvät jatkuvasti tehokkaammiksi, minkä myötä niiden aiheuttama lämpökuorma kasvaa. Monissa toimistorakennuksissa palvelimia on paljon ja lämpökuorma huomattava. Tällöin laitesalin ilmastoinnin, jäähdytyksen ja myös turvallisuuden rooli kasvaa.

Yleisin tapa on jäähdyttää palvelimet pelkän kohdistetun ilmastoinnin avulla. Jäähdytysteho ei aina riitä lämpökuormien kasvaessa. Nykyään on kuitenkin saatavilla valmiita nestejäähdytyksellä varustettuja ilmastointipaketteja palvelimien jäähdytykseen.

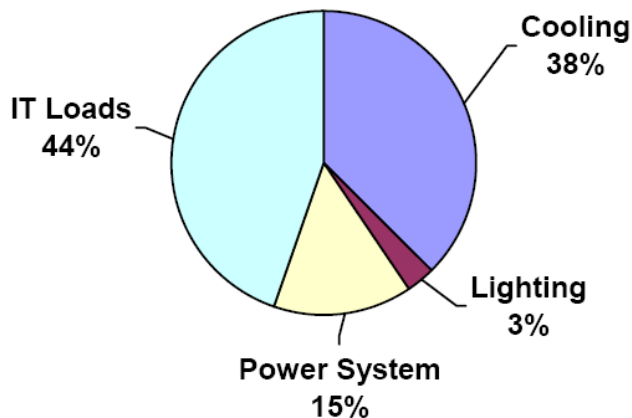
KytKentäkaappi on suljettu tila, johon datapalvelin sijoitetaan. KytKentäkaapit voidaan jäähdyttää esimerkiksi kaapin kattoon asennettavalla poistopuhaltimella, jolloin korvausilma otetaan laitesalista. Kehittyneempi ja tehokkaampi tapa on liittää kytKentäkaappiin nestejäähdytyksellä varustettu ilmastointilaitte. Rittal Oy on maailman johtava kytKentäkaappien valmistaja, jolta löytyy lukuisia tuotteita ja ratkaisuita kaappien jäähdytykseen.

Insinööriyössä on tarkoitus esitellä Rittalin Liquid Cooling Package Standard- ja Extend-kytKentäkaappien nestejäähdytysjärjestelmät rakenteen ja toiminnan osalta. Työssä on myös tarkoitus kartoittaa putkiurakoitsijan osuus pelkällä kohdistetulla ilmastoinnilla jäähdytettävissä laitesaleissa, sekä edellä mainituilla nestejäähdytyskokonaisuuksilla jäähdytettävissä laitesaleissa. Insinööriyön tavoitteena on antaa putkiurakoitsijoille kuvaus urakasta, molemmissa tapauksissa.

2 Laitesalin sähkönkulutus

Monissa laitesaleissa potentiaalinen jäähdytysteho ei toteudu, eikä kylmä ilma löydy sinne, missä sitä tarvitaan. Näitä ongelmia ei aina havaita, koska laitteet käyvät usein matalammilla tehoalueilla kuin mitä on suunniteltu. Ongelmilta voidaan kuitenkin välttyä oikean suunnittelun ja toteutuksen avulla. Palvelimien kasvava tehontarve on ajanut laitesalien jäähdytyksen äärimmilleen, ja monissa laitesaleissa jäähdytysteho ei riitä.

Tyypillisen datakeskuksen sähkönkulutus on kuvan 1 kaltainen. Siitä nähdään, että jäähdytyksen osuus on huomattava.



Kuva 1. Tyypillisen datakeskuksen sähkönkulutusjakauma /1/.

Jos jäähdytyksen sähkönkulutusta saadaan pienennettyä 20 %, kokonaiskulutus laskee 8 %. Tämä tarkoittaa 500 kW:n keskuksessa, kymmenen vuoden aikana nykyarvoon muutettuna yli 1 000 000 € säästöä. Tämä on laskettu kaavalla 1 käyttäen sähkön hintana 5 c/kWh ja laskentakorkona 10 %. Oikeilla ratkaisuilla tämä on realistinen tavoite. /1/

$$\text{Jaksollisten maksujen diskonttaustekijä} = \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}, \quad (1)$$

jossa i on laskentakorko = 10 %

n on 10 vuotta

$$\text{Sähköenergian vuotuinen kulutus} = 500kW \cdot 24h \cdot 365 = 4380000kWh$$

$$\text{Sähkön vuotuisen kulutuksen hinta} = 4380000kWh \cdot 0,05 \frac{\text{€}}{kWh} = 219000 \text{ €}$$

Jaksollisten maksujen diskonttaustekijä on kaavalla 1 laskettuna 6,144567.

Sähköenergian hinta 10 vuoden aikana on nykyarvoon laskettuna

$$219000\text{€} \cdot 6,144567 \approx 1347000 \text{ €}$$

3 Kytkenäkaapit

Tietoliikennepalvelimet asennetaan laitesaleihin päällekkäin, niihin suunniteltuihin hyllyihin tai kaappeihin. Palvelimet ja palvelinhyllyt valmistetaan maailmanlaajuisten standardien mukaan yhteensopiviksi, eri valmistajien kesken.

Kytkenäkaappi on suljettu tila, joka mahdollistaa aktiivisen ilmastoinnin. Monissa malleissa on poistoilma-aukko yläosassa ja korvausilma-aukot sivuseinillä. Kaappeja valmistetaan useisiin käyttötarkoituksiin, joten eri kokoja on saatavilla. Useimmiten kaapit ovat pari metriä korkeita ja noin 80 cm leveitä. Jos käytetään kohdistettua ilmastointia, on palvelimet sijoitettava kytkentäkaappeihin. Kuvassa 2 on Rittal TE 7000 -kytkentäkaappi. Siinä on järjestelmäkatto, joka on hyvin muokattavissa eri ilmastointivaihtoehdoille.



Kuva 2. Rittal TE 7000 -kytkentäkaappi /2/.

4 Kytkenäkaappien jäähdytys ilmastoinnilla

Kun kytkentäkaappeja jäähdytetään pelkällä ilmastoinnilla, on laitesalia varten oltava oma, jäähdytyspatterilla ja kostuttimella varustettu ilmastointikone. Laitesalit varustetaan usein kahdella ilmastointikoneella, jotta yhden vioittuessa tarvittava jäähdytysteho on taattu. Jos laitesaliin ei ole mahdollisuutta asentaa kuin yksi kone, se voidaan varustaa vesijohtovettä käyttävällä hätäjähdytyspatterilla.

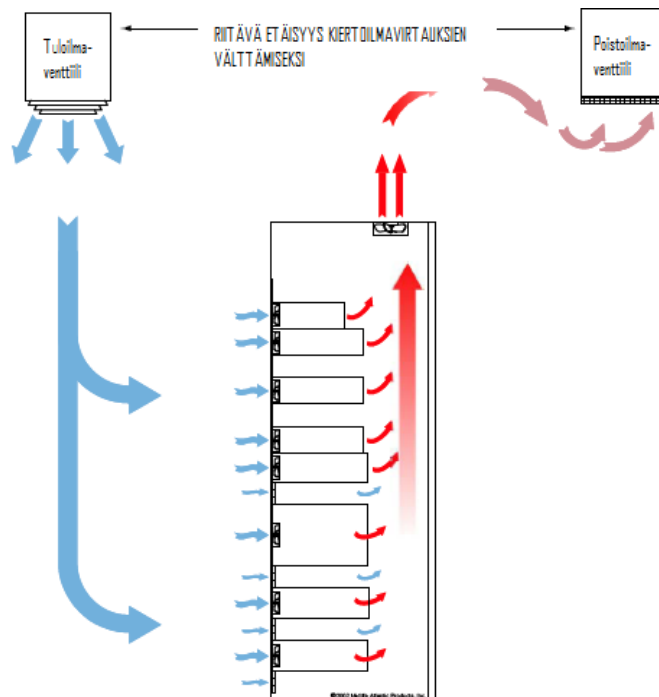
Kytkenäkaapit voidaan jäähdyttää passiivisella ilmastoinnilla, jos lämpökuorma on pieni. Tehokkaampien palvelimien laitesaleissa on käytettävä kytkentäkaappien aktiivista ilmastointia. Laitesalien suunnittelulämpötila on $+22\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ ja suhteellinen kosteus $50\% \pm 5\%$.

4.1 Passiivinen ilmastointi

Passiivinen ilmastointi tapahtuu luonnollisella konvektiolla. Kaapin yläosassa on aukko, josta lämmennyt ilma poistuu laitesaliin. Korvausilma otetaan kaapin alaosassa sijaitsevasta aukosta. Poistoventtiilit imevät lämmenneen ilman laitesalin katosta jäähdytyspatterilla varustetulle ilmastointikoneelle. Jäähdytynyt ilma palaa laitesaliin lähelle kaappien korvausilma-aukkoja.

4.2 Aktiivinen ilmastointi

Tehokkaammat palvelimet tarvitsevat vähintään kohdistetun ilmastoinnin. Siinä jokaisessa kytkentäkaapissa on esimerkiksi kattoon asennettu poistopuhallin, joka siirtää lämmentyneen ilman laitesaliin. Suositeltava ilmavirran reitti kaapissa on edestä taakse tai edestä kaapin yläosaan. Laitesalin poistoilmaventtiilit imevät lämmentyneen ilman ilmastointikoneelle, joka palauttaa jäähtyneen ilman laitesaliin, kuten passiivisessa jäähdytyksessä. On tärkeää, että laitesalin tulo- ja poistoilmaventtiilit ovat riittävän kaukana toisistaan. Näin vältetään ilman kiertovirtauksilta. Kuvassa 3 on havainnollistettu kytkentäkaapin aktiivinen ilmastointi.

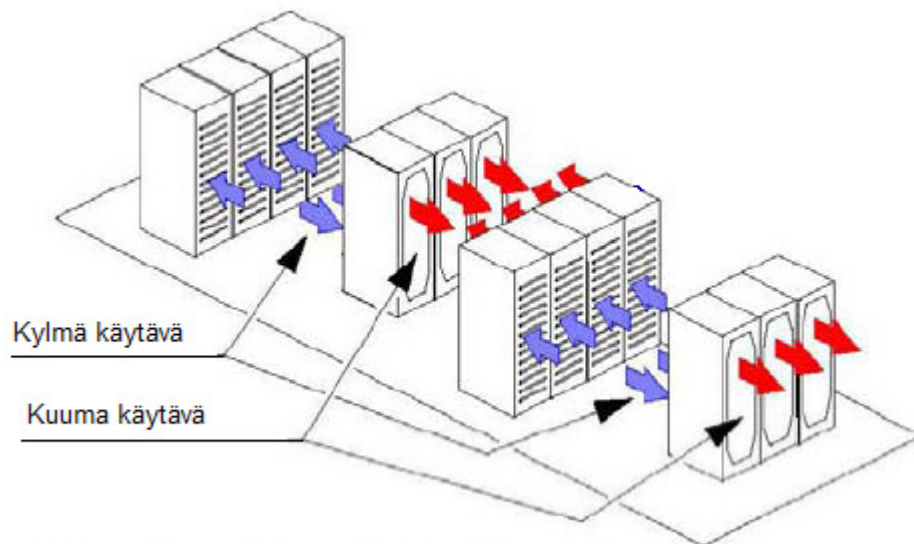


Kuva 3. Kytkentäkaapin jäähdytys aktiivisella ilmastoinnilla [3/.

4.3 Kylmän ja kuumen käytävän menetelmä

Yksi suosittu menetelmä kytkentäkaappien jäähdytykseen on kuumen ja kylmän käytävän periaate. Siinä kaapit asennetaan esimerkiksi neljään riviin. Varsinaisen lattian päälle on rakennettu niin kutsuttu asennuslattia. Kylmä ilma puhalletaan ilmastointikoneelta asennuslattian alapuolelle. Kylmän käytävän kohdalla asennuslattiaassa on ritilät, joiden läpi ilma ohjautuu laitesaliin.

Kytchentäkaappien puhaltimet imevät kylmän ilman kaappeihin ja puhaltavat lämmenneen ilman kuumalle käytävälle. Laitesalin poistoventtiilit imevät lämpimän ilman laitesalin katosta ilmastointikoneelle. Kylmän ja kuuman käytävän periaate on havainnollistettu kuvassa 4.



Kuva 4. Kylmän ja kuuman käytävän jäähdytys periaate /4/.

5 Rittal LCP, kytkentäkaappien nestejäähdytyspaketti

Rittal Liquid Cooling Package eli LCP ja kytkentäkaappi muodostavat kokonaisuuden, jolla palvelimia jäähdytetään tehokkaasti. LCP on, kuten nimestä voi päätellä, nestetoiminen jäähdytyspaketti. Se sisältää puhaltimet, ilma/vesi-lämmönvaihtimet ja säätöyksikön. Vaikka LCP sisältää oman lämmönvaihtimen, täytyy laitesali varustaa asian mukaisella ilmastointikoneella.

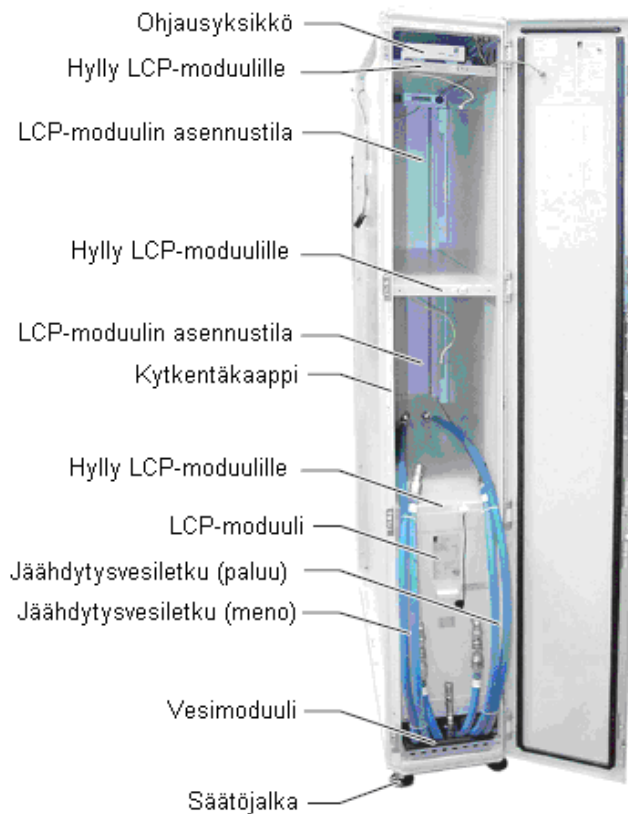
Rittal valmistaa muutamaa erilaista LCP:ta. Niitä ovat esimerkiksi mallit Standard, Extend ja Plus. Niillä on sama käyttötarkoitus, mutta eroja löytyy rakenteen ja myös toimintaperiaatteen osalta.

6 LCP Standardin rakenne

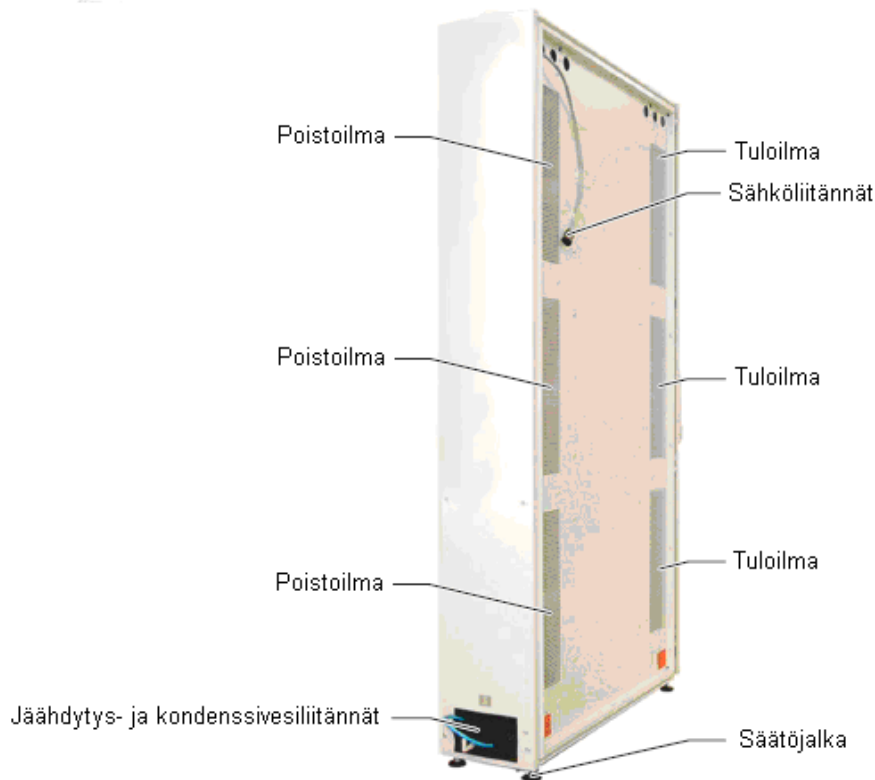
LCP Standard on jaettu pystysuunnassa viiteen osaan. Ylimmällä tasolla on säätöyksikkö, jonka alla on kolme samankokoista tilaa LCP-moduuleille. Alimmalla tasolla on vesiyksikkö, josta löytyvät kaikki komponentit ja liitännät jäähdytys- ja kondenssivedelle. LCP Standardiin voidaan asentaa 1–2 kytkentäkaappia ja niihin molempiin 1–3 palvelinta.

Ilman sisään- ja ulostuloaukot sijaitsevat LCP:n sivuseinillä. Ilma kiertää näistä aukoista LCP:n ja kytkentäkaapin välillä.

Jäähdytysvesi- ja kondenssivesipoistoletkut sekä niiden liitännät lämmönsiirtimeen, ovat käsiteltävissä LCP Standardin etuoven takana. Takaseinän alaosassa on luukku, josta pääsee myös käsiksi kyseisiin letkuihin. Kuvassa 5 näkyy LCP Standard edestäpäin, ovi auki ja kuvassa 6 takaapäin.



Kuva 5. LCP Standard edestäpäin kuvattuna /5/.



Kuva 6. LCP takaapäin kuvattuna /5/.

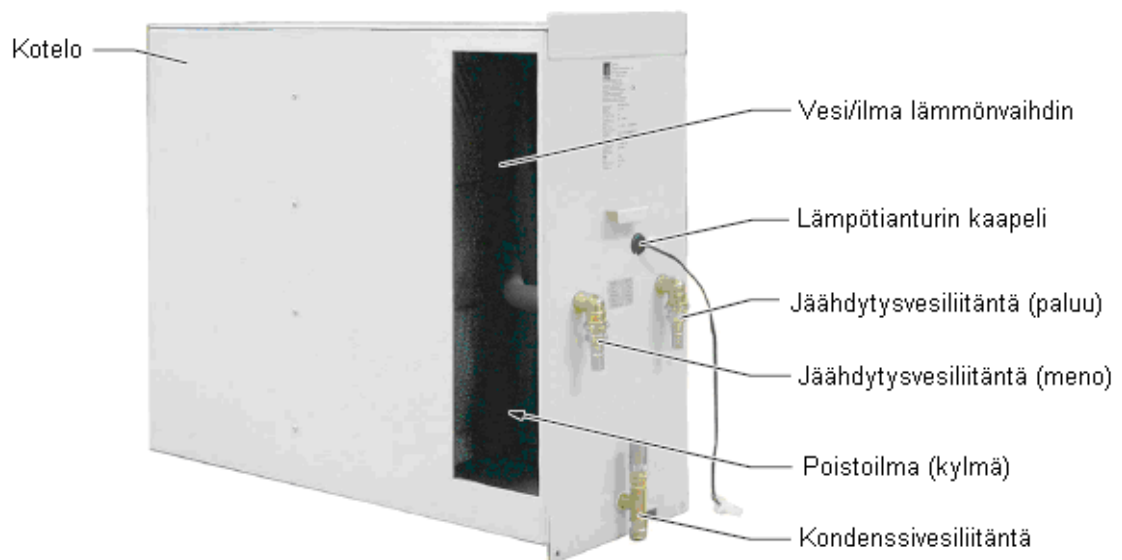
6.1 Lämmönvaihdinmoduuli

LCP Standardin lämmönvaihdinmoduulin runkoon on kiinnitetty ilma/vesi-lämmönvaihdin ja lämpötila-anturi. Lämmönvaihtimen pohja toimii mahdollisen kondenssiveden poistokanavana. Sieltä vesi ohjautuu lämmönvaihdinmoduulin etuosasta lähtevään kondenssivesipoistoon. Ulkoapäin tarkasteltuna lämmönvaihdinmoduulin etuosassa on kondenssivesipoiston lisäksi jäähdytyksen meno- ja paluu liitännät sekä lämpötila-anturi.

Kondenssivesipoiston liitäntä on hoidettu pystysuuntaisella T-liitoksella. Poistoletku kytketään T-liittimeen pikaliittimellä. Jokaisen lämmönsiirrinmoduulin kaikki kondenssivedet ohjautuvat LCP:n alaosassa sijaitsevaan säiliöön.

Meno- ja paluovesiliitännät on myös varustettu pikaliittimillä. LCP:n sisältämät letkut vedetään alaosassa sijaitsevalta jakajalta, jokaiselle käytössä olevalle lämmönsiirrin moduulille.

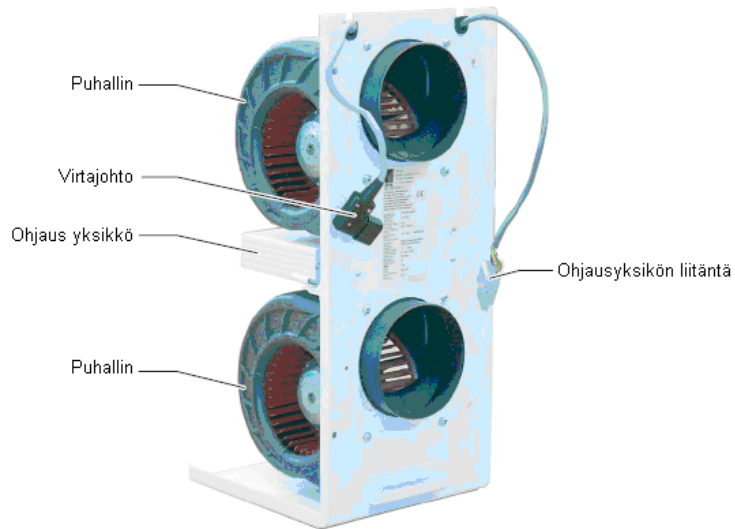
Sekä vasemmalla että oikealla sivuilla on ilman poistoilma-aukot. Ne ovat kohdakkain LCP:n rungon poistoilma-aukkojen kanssa. Tätä kautta jäähtynyt ilma palautuu kytkentäkaappiin. Kuvassa 7 näkyy LCP Standardin lämmönvaihdinmoduuli.



Kuva 7. Lämmönvaihdinmoduuli /5/.

6.2 Puhallinmoduuli

Puhallinmoduuli koostuu kahdesta puhaltimesta ja ohjaimesta, joka on sijoitettu puhaltimien väliin. Puhaltimet käyttävät neljää taajuutta. Kummallakin puhaltimella on pyöreä poistoaukko. Kaulusten ansiosta puhallinmoduuli saadaan liitettyä tiiviisti lämmönvaihdinmoduuliin. Puhallinmoduuli näkyy kuvassa 8.



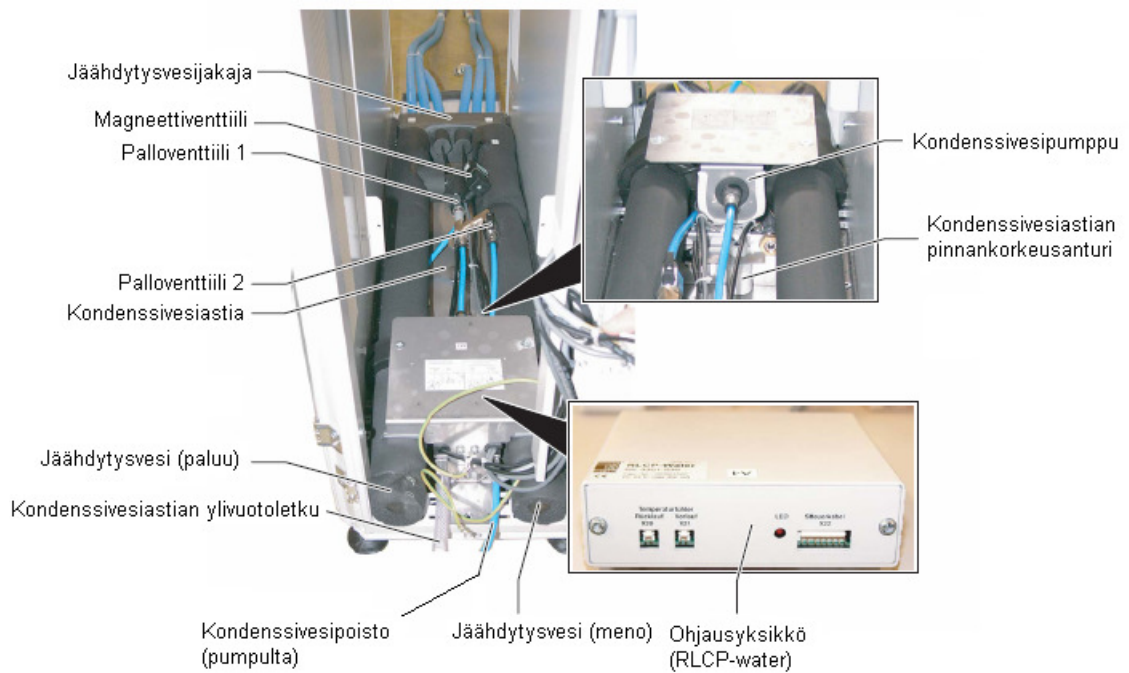
Kuva 8. LCP Standardin puhallinmoduuli /5/.

6.3 Vesimoduuli

LCP:n alaosassa sijaitsee ruostumattomasta teräksestä valmistettu kondenssivesiastia. Sen yhteydessä ovat kondenssivesipumppu, ylivuotoletku ja ohjausyksikkö. Ohjausyksikkö on asennettu vaakatasoon kondenssivesipumpun yläpuolella. Kondenssivesiastialta lähtevä letku haarautuu jäähdytyksen paluuveteen ja LCP:ltä poistuvaan poistoletkuun. Letkut on varustettu palloventtiileillä.

Kondenssivesiastia on varustettu myös paineettomalla ylivuotoletkulla, jos pinnankorkeusanturi tai kondenssivesipumppu ei toimi. Sen sijainti on kondenssivesipumpun alapuolella, ja se johtaa ulos LCP:stä.

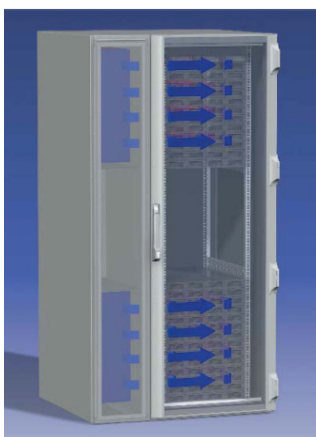
Meno- ja paluujäähdytysvesiputket kulkevat LCP:n sivuilla, kondenssivesiastian yläpuolella, ja ne yhdistävät LCP:n takaseinällä olevat liittimet jäähdytysvesijakajaan. Se jakaa veden käytössä oleville lämmönsiirrinmoduuleille. Jäähdytysvesiputket ovat solukumieristettyjä. /4/ Kuvassa 9 näkyy LCP:n vesimoduuli.



Kuva 9. LCP:n alaosa, jossa sijaitsee vesimoduuli /5/.

6.4 Toiminta

LCP Standard on ilma/vesi-lämmönvaihdin. Sen tarkoituksena on jäähdyttää tehokkaasti kytkentäkaapin sisällä olevat palvelimet. Jos LCP:ssä on kiinni yksi kytkentäkaappi, kuten kuvassa 10, se voi palvella 1–3 palvelinta. Jos LCP:hen liitetään kaksi kytkentäkaappia, on suositeltavaa, että palvelimet ovat samalla tasolla /5/. Tämä on havainnollistettu kuvassa 11.



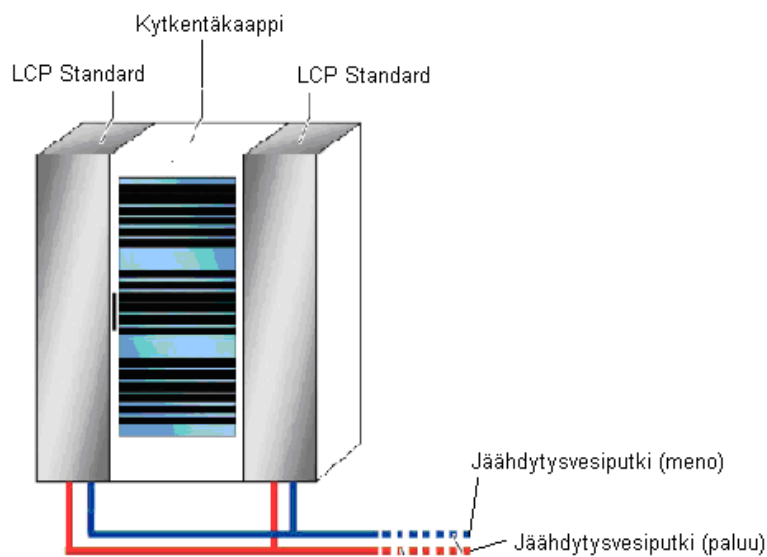
Kuva 10. LCP yhdellä kytkentäkaapilla ja kahdella palvelinta /5/.



Kuva 11. LCP kahdella kytkentäkaapilla ja neljällä palvelinta /5/.

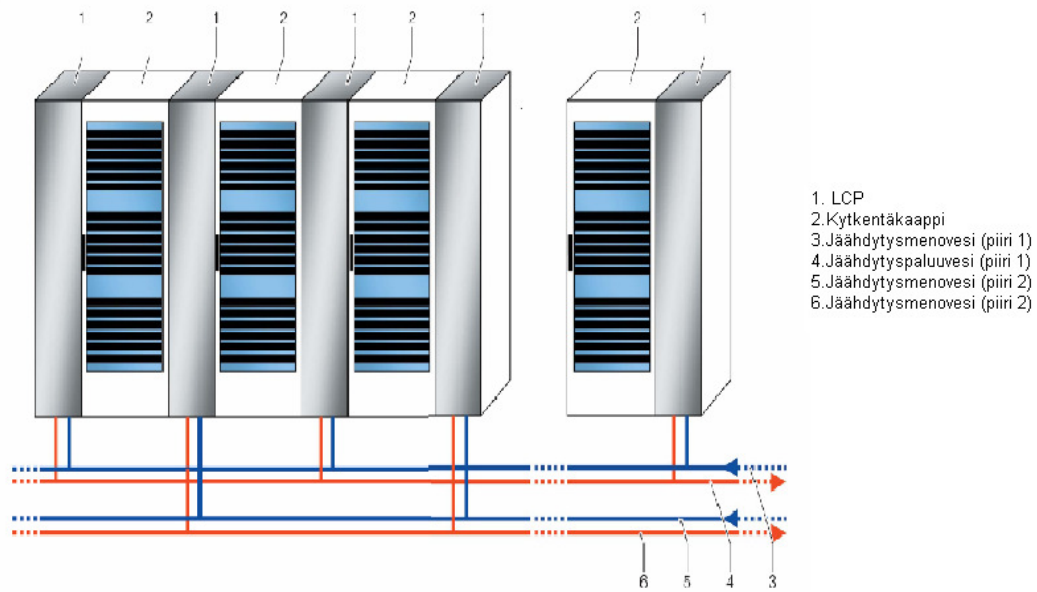
Yhdessä kytkentäkaapin kanssa LCP muodostaa ilmatiiviin jäähdytysjärjestelmän vaakatasoisella ilmavirralla. Se ei vaadi muutoksia laitesalin omaan ilmastointijärjestelmään.

On mahdollista kytkeä kaksi LCP Standardia jäähdyttämään yhtä kaappia. Tällöin jäähdytysteho luonnollisesti kasvaa. Kuva 12 havainnollistaa tätä tilannetta.



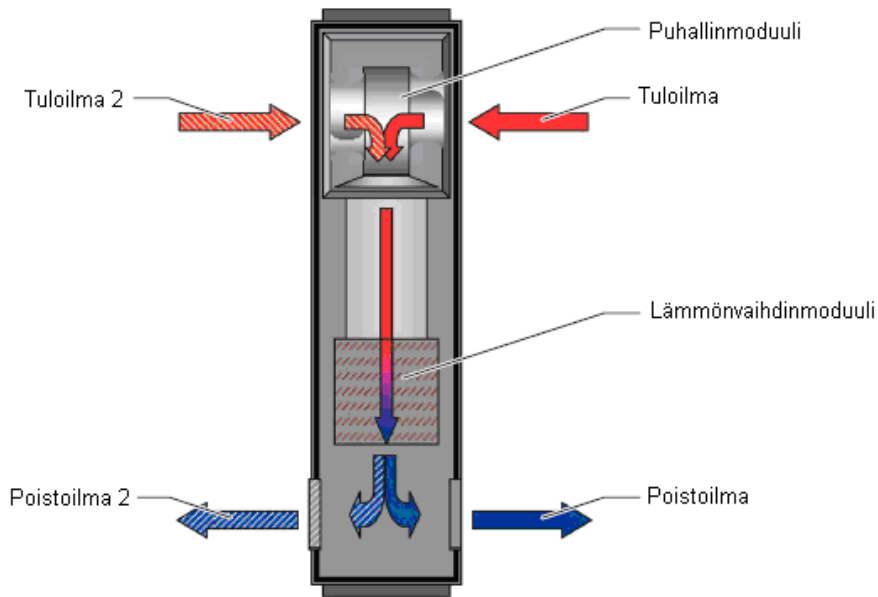
Kuva 12. Kaksi LCP Standardia kytketty yhteen kytkentäkaappiin /5/.

On myös mahdollista kytkeä monta LCP Standardia ja kytkentäkaappia sarjaan. Tällöin runkolinjoja on hyvä olla kaksi vierekkäin, siten että yhdestä linjasta putket kytketään joka toiseen LCP:hen. Näin varmistetaan tasainen jäähdytysveden virtaus. Edellä mainittu kytkentä näkyy kuvassa 13.



Kuva 13. Useampi LCP ja kytkentäkaappi sarjassa /5/.

Kuva 14 havainnollistaa ilmavirran reittiä järjestelmässä, ylhäältä kuvattuna. Puhaltimet imevät lämmenneen ilman kytkentäkaapista ja puhaltavat sen lämmönvaihtimelle. Ilman lämpöenergia siirtyy jäähdytysnesteeseen ja ilma palaa kaappiin jäähtyneenä. Kuten kuvasta 14 käy ilmi, LCP:n molemmille sivuille voidaan asentaa kytkentäkaappi. Tällöin myös toiset meno- ja paluuilma-aukot avataan.



Kuva 14. Ilmavirrat LCP:ssä /5/.

Kylmän tuloilman lämpötila voidaan asettaa $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$:n ja $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$:n välille. Kun ilman lämpötila nousee yli asetuspisteen, jäähdytysvesilaitteiston magneettiventtiili avautuu päästämällä kylmää vettä lämmönvaihtimeen. Venttiili on täysin sulkeutunut ainoastaan silloin, kun tuloilman lämpötila on alle asetuspisteen. Puhaltimien neliportainen taajuussäätö pitää tulo- ja poistoilman lämpötilaeron vakiona.

Kaikki mahdollinen kondenssivesi, jokaiselta lämmönvaihdinmoduulilta, johdetaan alla olevaan kondenssivesiastiaan. Pinnankorkeusanturi aktivoi pumpun, kun astia on täynnä. Kondenssivesi johdetaan joko ulos LCP:stä tai paluujäähdytysveteen. Kondenssiastian ylivuotoletku johtaa ainoastaan LCP:stä ulos. /5/

7 LCP Extendin rakenne

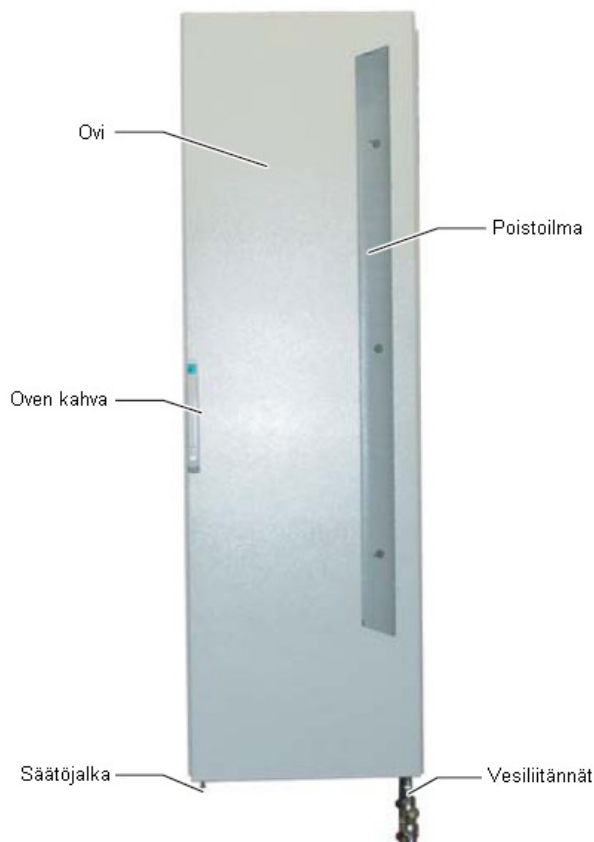
Rittalin Liquid Cooling Package Extend on tehty samaan käyttöön kuin LCP Standard. Sen on siis tarkoitus pitää kytkentäkaapin lämpötila halutulla tasolla. Rakenteessa ja toimintaperiaatteessa on kuitenkin hieman eroja verrattuna LCP Standardiin. LCP Extend on ikäänkuin kytkentäkaapin takaovi, johon on integroitu puhaltimet ja

lämmönvaihtimet. Sen ilmavirtapiiri ei ole suljettu, kuten LCP Standardissa. Tämän takia laitesalin ilmaston on oltava lähempänä optimiarvoja kuin LCP Standardin.

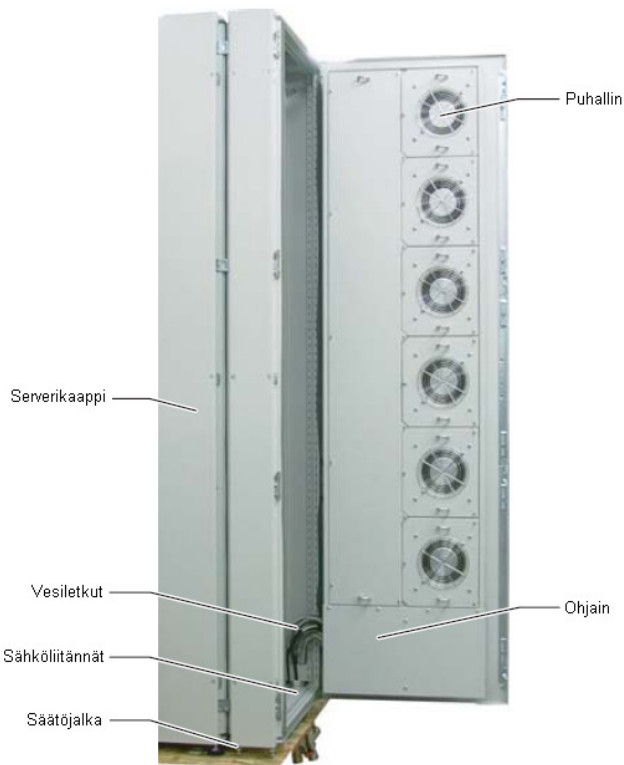
LCP Extend koostuu ohjaimista, lämmönvaihtimista ja kuudesta puhaltimesta. Yksi ohjain ohjaa kahta puhallinta. Lämmönvaihtimet ja puhaltimet ovat piilossa oven sisällä. Karmit pultataan serverikaapin takaosaan. Ilma kulkee suodattimella varustetun etuoven läpi kytkentäkaappiin ja LCP:n läpi takaisin laitesaliin.

Oven alaosassa sijaitsee Basic CMC -ohjain sekä ohjaimet puhaltimille. Sekä meno- että paluujäähdytysvesiliitännät tehdään alakautta(3/4’’). Menoputki on varustettu suodattimella ja suluilla. Liitännät tietoliikennekaapeleille ja sähkölle sijaitsevat myös laitteen alaosassa.

Kuvassa 15 on nähtävillä Rittalin LCP Extend edestäpäin ja kuvassa 16 sivultapäin, ovi auki.



Kuva 15. LCP Extend edestäpäin /6/.



Kuva 16. LCP Extend sivultapäin /6/.

7.1 Puhallinyksikkö

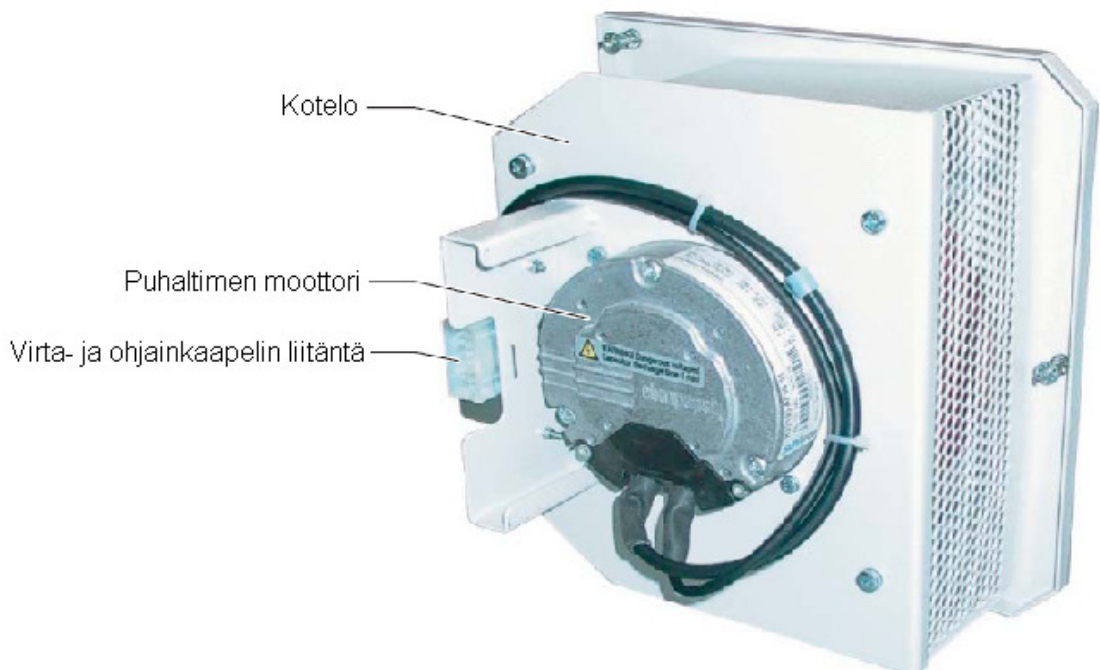
Puhallinyksikkö koostuu yhdestä puhaltimesta, joka on kiinnitetty kehikkoon.

Puhallinyksiköt on kiinnitetty kiskoihin oven sisällä. Kuvassa 17 puhallinyksikkö näkyy läheltä.



Kuva 17. Puhallinyksikkö /6/.

Liitäntä virta- ja ohjainkaapelille sijaitsee puhaltimen kotelossa. Koska yksittäinen puhallin on sijoitettu erilliseen koteloon, puhallin on mahdollista vaihtaa avaamalla lukko. Kuvassa 18 näkyy puhallinyksikön takaosa.



Kuva 18. Puhallinyksikön takaosa. /6/

7.2 Vesiliitännät

LCP Extend kytketään vesijärjestelmää kahdella ¾ tuuman liitännällä. Ne sijaitsevat LCP:n takaosassa alhaalla.

Kuvassa 19 näkyy LCP:n vesiliitännät. Numero 1 osoittaa menoliitäntää ja numero 2 paluuliitäntää. Molemmat liitännät on varustettu tasaisella tiivisteellä.

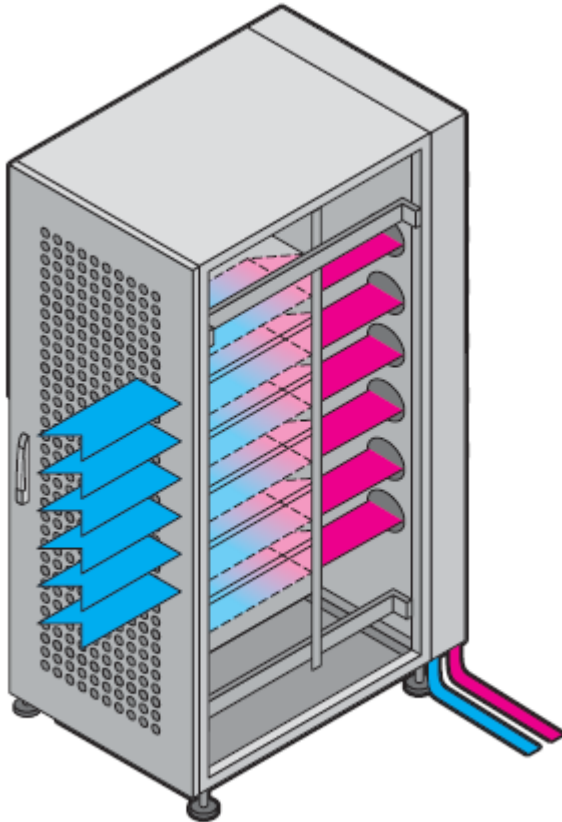


Kuva 19. LCP Extendin vesiliitännät /6/.

7.3 Toiminta

Liquid Coolin Package Extend on myös ilma/vesi-lämmönvaihdin. Sen tarkoitus on jäähdyttää lämmennyt ilma ympäröivän ilman lämpötilaan. LCP asennetaan kytkentäkaapin takaosaan. Yhdessä serverikaapin kanssa LPC Extend muodostaa vaakatasoisen ilmavirran.

LCP Extend saa aikaan ilmavirran, jonka suunta on edestä taaksepäin kaappiin asennettavalle laitteelle (kuva 20). Puhaltimet imevät laitteelta tulevan lämpimän ilman kaapin takaosan kautta LCP:lle. Lämmin ilma menettää lämpöenergiänsä kylmävesilaitteistolle. Ilma poistuu jäähtyneenä takaisin ympäröivään tilaan, toisin kuin LCP Standardissa, jossa ilmavirtapiiri on suljettu.

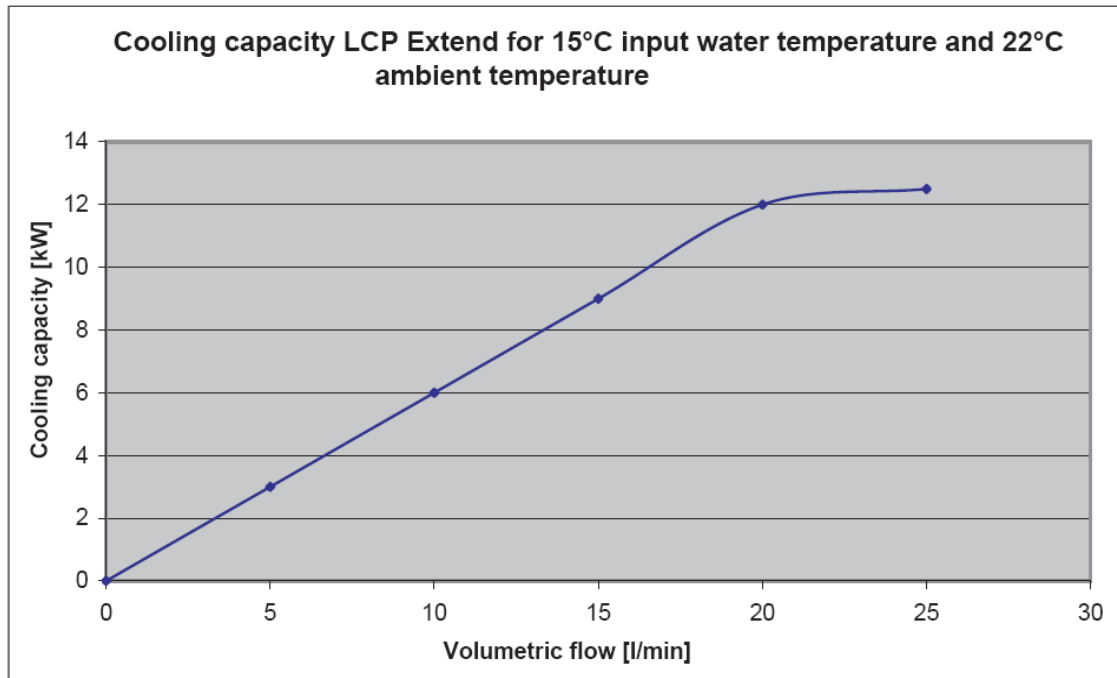


Kuva 20. LCP Extendin ilmavirta /6/.

Lämpötilaeroa lämpimän ilman, joka tulee LCP:lle, ja kylmän ilman, joka puhalletaan ulos, mitataan jatkuvasti. Puhaltimien pyörimisnopeus muuttuu lämpötilaeron mukaan, joten jäähdytysteho voidaan asettaa vastaamaan kaapin lämpökuormaa. Asetuksia voidaan muuttaa säätöyksiköstä.

Jos LCP:n poistoilman lämpötila on korkeampi kuin ympäröivän tilan lämpötila, jäähdytyskapasiteetti on ylitetty. Maksimaalinen ilmavirta on 40 % korkeampi. Näin ollen kaapin asetettu lämpökuorma, joka ylittää 12 kW, voidaan poistaa ainoastaan puhaltimien avulla (menovesi 15 °C). Menovesi voi siis ottaa maksimissaan 12 kW

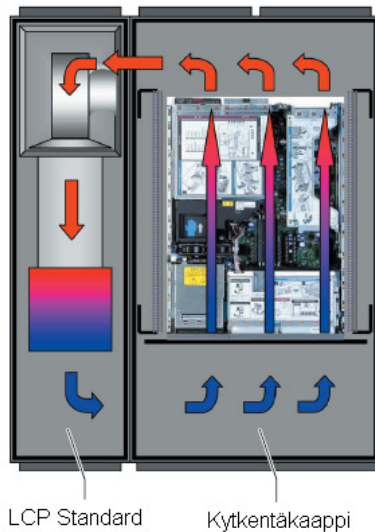
lämpöä vastaan. Tämä tarkoittaa pientä lämpötilan nousua poistoilmassa. Kuvassa 21 on nähtävillä kuvaaja LCP Extendin jäähdytystehosta verrattuna jäähdytysveden virtaamaan. Kuvan tapauksessa veden lämpötila on 15 °C ja huoneilman 22 °C. /6/



Kuva 21. LCP Extendin jäähdytysteho riippuen vesivirrasta /6/.

8 Ilmavirta LCP:n jäähdyttämässä kytkentäkaapissa

Ilmavirran reitillä kytkentäkaapissa on suora yhteys LCP:n jäähdytystehoon. On varmistettava, että jäähdytetty ilma kulkee kaappiin asennetun laitteen läpi, kuten kuvassa 22, eikä kierrä sitä sivuilta.



Kuva 22. Ilmavirta LCP Standardissa

Jos halutaan taata ideaalinen jäähdytysteho, kaiken lämpimän ilman palvelimelta on kulkeuduttava LCP:lle. Se voidaan varmistaa asentamalla paneelit palvelimen sivuille sekä ylä- ja alapuolille. Myös kaapelien läpiviennit on tiivistettävä. /5/

9 Putkityöt kytentäkaappien jäähdytyksessä

Tässä kappaleessa selvitetään, mitä tarvittavia putkitöitä konesalissa on tehtävä kytentäkaappien saattamiseksi toimintakuntoon ja mitä seikkoja putkiurakoitsijan on syytä huomioida asennuksen yhteydessä. Putkityöt kartoitetaan kohdistetun ilmastoinnin laitesaleissa sekä LCP Standardilla ja Extendillä jäähdytettävissä laitesaleissa.

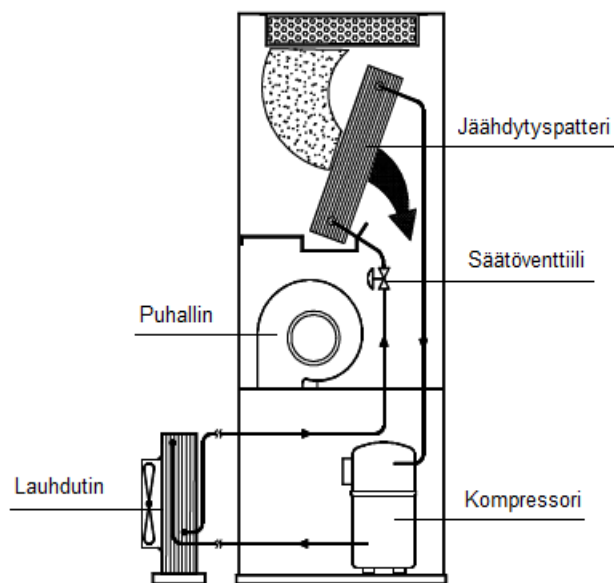
9.1 Putkityöt ilmastoinnilla jäähdytettävissä laitesaleissa

Kun kytentäkaapit jäähdytetään ilman kohdistettua nestejäähdytystä, laitesalin putkityöt rajoittuvat ilmastointikoneeseen ja sen varusteisiin. Laitesaleihin tarkoitetut ilmastointikoneet ovat joko suora- ja välillisellä jäähdytyksellä toimivia. Laitesaleissa ei ole kylmiä pintoja, joten kondensoitumisvaaraa ei ole.

Jos käytetään suorahöyrysteistä ilmastointikonetta, siihen on liitettävä lauhdutin. Eri lauhdutusmenetelmiä ovat ilma-, vesi- ja liuoslauhdutus. Ilmalauhdutus on käyttökustannuksiltaan edullisin ja myös suosituin menetelmä.

9.1.1 Ilmalauhdutus

Ilmalauhdutteisessa järjestelmässä lauhdutin sijoitetaan ulos. Putkiurakkaan kuuluu kylmäaineputkiston vienti ilmastointikoneelta lauhduttimelle. Putkisto varustetaan lauhdutuspaineen säätöventtiileillä, talvikäyttöä varten. Kuvassa 23 on kytkentäkaavio ilmalauhdutteisesta ilmastointikoneesta.



Kuva 23. Ilmalauhdutteinen ilmastointikone. /7/

9.1.2 Vesilauhdutus

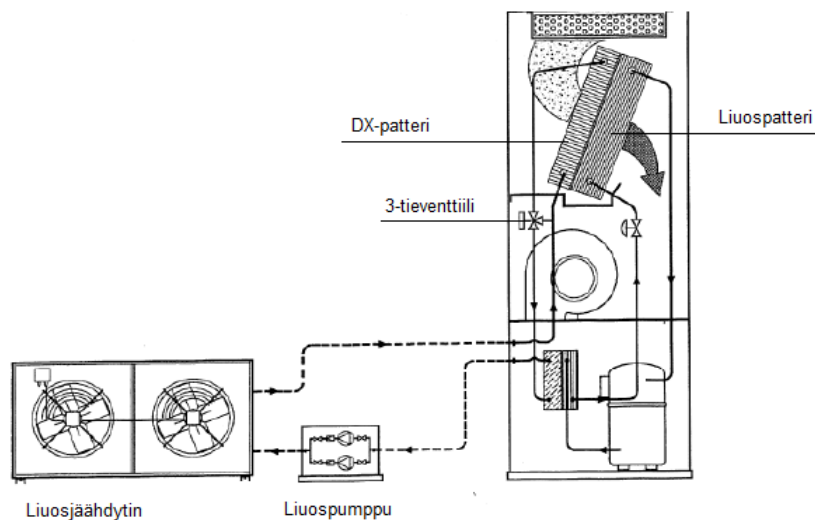
Vesilauhdutusta käytetään, kun putkitusmatka ilmalauhduttimelle olisi liian suuri tai sille ei löydy sopivaa paikkaa. Vesilauhdutuksessa on etuja kuten, varmatoimisuus, alhainen hankintahinta ja halpa huolto, verrattuna ilmalauhdutteiseen järjestelmään.

Siinä käytetään paineohjattua venttiiliä, jotta lauhdutusaine pysyy vakiona. Yleensä lauhduttimena käytetään juotettua levyvaihdinta.

Lauhdutin on integroitu ilmastointikoneeseen. Siihen on tuotava putket esimerkiksi käyttövesiverkostosta. Tämän ansiosta putkiurakka on pienempi verrattuna ilmalauhdutteen koneen asennukseen. /7/

9.1.3 Liuoslauhdutus

Aikaisemmin laitesaleissa on käytetty paljon välillistä liuosjäähdytystä yhdistettynä vapaajäähdytykseen. Kuvassa 24 on kytkentäkaavio kyseisestä järjestelmästä. Koneen ollessa kompressorikäytössä liuosjäähdytin jäähdyttää kompressoripiirin lauhdutinliuosta. Vapaajäähdytys käytössä se jäähdyttää liuosta koneen liuosjäähdytyspatterille. Ilmastointikoneessa on DX-patteri (limittäinen) ja liuosjäähdytyspatteri. 3-tieventtiili ohjaa liuoksen virtausreitit ulkolämpötilan mukaan.



Kuva 24. Liuoslauhdutteinen ilmastointikone /7/.

Liuosjäähdytteisen koneen asennuksessa putkiurakka on suurempi, kuin ilmalauhdutteen ja vesilauhdutteen koneiden asennuksessa. Ulkona olevan

liuosjäähdyttimen ja ilmastointikoneessa olevan lauhduttimen väliin asennetaan liuospumppu.

9.1.4 Välillinen jäähdytys

Kylmävesijäähdytteisessä (välillinen jäähdytys) ilmastointikoneessa jäähdytyspatteria jäähdyttää vedenjäähdytyskoneesta saatava kylmä vesi tai pakkasneste. Järjestelmä on yksinkertainen ja luotettava. Kylmäainetta on vain vedenjäähdyttimessä.

Kylmävesilaitteiston asennus kuuluisi todennäköisesti putkiurakkaan. Sen saa tehdä ainoastaan kylmäaine luvat omaava yritys, joten monen putkiyrityksen kohdalla aliurakoitsijan hankkiminen on ainoa vaihtoehto. //

9.1.5 Kondenssiveden poisto

Jäähdytyspatterin pintaan tiivistyy kosteutta, joka kondensoituu vedeksi.

Ilmastointikoneissa on kondenssiveden poistoliitäntä. Kondenssivesi viemäroidään yleensä asennuslattian alla olevaan lattiakaivoon.

9.2 Putkityöt LCP:n asennuksessa

Vaikka kytkentäkaapeilla on omat nestejäähdyttimensä, ilmastointikoneen on oltava laitesaliin tarkoitettu. Putkityöt ovat siis siltä osin samat, kuin pelkällä ilmastoinnilla varustetuissa laitesaleissa.

Kun kytkentäkaappeihin on liitetty nestejäähdytin, on jokaiselle kaapille tuotava jäähdytysvesiputket. Runkolinja asennetaan asennuslattian alapuolelle, jolloin vuodon sattuessa kalliit palvelimet ovat turvassa. Haarat varustetaan suluilla, huollon ja muutosten varalta ja nostetaan asennuslattian läpi laitesaliin. Kaapit on myös viemäroitävä asennuslattian alla olevaan lattiakaivoon, kondenssiveden vuoksi.

Jos menoveden lämpötila on alle 12 °C, tulee sekä meno- että paluuputki eristää. Näin vältetään kondensaation vaaralta. Kuvassa 25 näkyy solukumi eristetty kupariputki.



Kuva 25. Solukumieristetty kupariputki /6/.

On suositeltavaa kytkeä LCP kylmävesijärjestelmään käyttäen vesi/vesi-lämmönsiirrintä. Tämän vaihtoehdon edut ovat

- pienempi virtaus toisiopiirissä
- parempi veden laatu
- parempi menoveden lämpötila.

Putkitöissä on myös hyvä huomata, ettei jätä letkuja (LCP:n sisällä) liian kierteelle.

Tämä aiheuttaa virtausvastusta, ja pahimmillaan letku ”väsy” ennenaikaisesti. Tämä on havainnollistettu kuvassa 26.



Kuva 26. Asennuksessa on huomioitava, ettei letku jää liian kierteisesksi /6/.

Putkiurakoitsijan ei tarvitse koskea LCP:n sisäisiin jäähdytysvesiputkiin. Kaikki liitokset siis tehdään kaapin ulkopuolella. Näin ollen ei ole vaaraa, että kalliit palvelimet vaurioituisivat putkiurakoitsijan virheestä.

On erittäin tärkeää, että LCP:n asennuksessa putkityöt tekee ammattilainen. Tämä ilmoitetaan takuu ehtona Rittal LCP Standardin ja Extendin asennusohjeissa. /7/

10 Yhteenveto

Tietoliikenteen ja sen lämpökuormien kasvaessa palvelimien jäähdytys on yhä olennaisemmassa roolissa. Koska jäähdytyksen osuus laitesalien sähkönkulutuksesta on suuri, siihen on taloudellisesti kannattavaa panostaa. Myös jäähdytysmenetelmät kehittyvät vauhdilla ja vaihtoehtoja on tarjolla yhä enemmän.

Monet laitesalit jäähdytetään kohdistetulla ilmastoinnilla. Palvelimet sijoitetaan kytchentäkaappeihin, jotka on usein varustettu poistoilmapuhaltimilla. Lämpökuorma kaapissa saattaa silti olla liian suuri optimaalisten olosuhteiden ylläpitämiseksi.

Nestejäähdytys on tehokas tapa jäähdyttää kytkentäkaapit. Siinä jokaisella kytkentäkaapilla on oma neste-/ilmalämmönvaihtimensa sekä puhaltimet. Nestejäähdytysjärjestelmät ovat hankintahinnaltaan kalliita, mutta niillä saavutetaan helposti halutut olosuhteet. Niillä voidaan myös säästää laitesalin käyttökustannuksia, sillä kaikki palvelimilta luopuva ylimääräinen lämpö saadaan siirrettyä pois. Näin koko jäähdytysteho saadaan hyödynnettyä.

Saksalainen Rittal GmbH & Co on maailman johtava kytkentäkaappien ja niiden lisävarusteiden valmistaja. Rittalin tuotevalikoimassa on Liquid Cooling Package (LCP), joka on kytkentäkaapeille tarkoitettu nestejäähdytyspaketti. Niitä valmistetaan muutamaa eri mallia.

Vaikka käyttötarkoitus on sama, LCP Standard ja Extend eroavat rakenteeltaan melkoisesti toisistaan. Standard sisältää kolme LCP-moduulia, joita voidaan ottaa käyttöön tarpeen mukaan. Lisäksi sen molemmille sivuille voidaan asentaa kytkentäkaappi tai niitä voidaan kytkeä sarjaan. LCP Standard on siis hyvin muokattavissa, käyttötarkoitusta sopivaksi esimerkiksi laajennuksessa.

LCP Extend sitä vastoin on tiivis paketti, jossa kaikki komponentit on integroitu pieneen tilaan. Tilan säästön takia muunneltavuus kärsii jäähdytystehon ollessa molemmilla sama (12 kW). LCP Standard sijoitetaan kytkentäkaapin sivuseinälle, kun taas LCP Extendin paikka on kytkentäkaapin takaovena.

Standard ja Extend eroavat ulkonäön lisäksi myös toimintaperiaatteeltaan. Standard kierrättää samaa ilmaa LCP-moduulin ja kytkentäkaapin välillä. LCP Extendin aikaansaama ilmavirta kulkee kytkentäkaapin ja LCP:n läpi. Korvausilma imetään laitesalista, jonne myös jäähdytetty ilma puhalletaan.

Laitesalin putkiurakka on aina tapauskohtainen, ja se on vaikea määritellä yleispätevästi. Myös urakkarajat voivat vaihdella tapauskohtaisesti. Ilmastoinnilla jäähdytettävissä laitesaleissa putkiurakka rajoittuu ilmastointikoneen ympärille. Välillisellä jäähdytyksellä varustettu ilmastointikone on yksinkertaisin toteuttaa.

Ilmalauhdutteinen kone on yleisin menetelmä, ja sen asennuksessa putkitöiden määrään vaikuttaa suuresti koneen etäisyys lauhduttimeen. Liuoslauhdutteinen järjestelmä on teknisesti vaativin toteuttaa. Kondenssiveden viemärointi kuuluu myös laitesalin putkitöihin.

Kun laitesaliin asennetaan nestejäähdytyksellä varustettuja kytkentäkaappeja, putkitöiden määrä kasvaa huomattavasti. Jokaiselle kaapille on tuotava omat jäähdytysputkensa ja kondenssivesiviemärit asennuslattian alla.

Lähteet

1. Avoidable Mistakes that Compromise Cooling Performance in Data Centers and Network Rooms. (WWW-dokumentti.) White Paper.
<<http://whitepaper.talentum.com/whitepaper/document.do?id=6050>>.
Luettu 6.4.2009.
2. Rittal TE 7000 Esite. Rittal GmbH & Co.
3. Bob Schluter. Controlling the temperature inside equipment racks. (WWW-dokumentti.) Middle Atlantic Products.
<<http://repnet.middleatlantic.com/COMPANY/MarketingFiles/TempInsideRacks/Thermal%20Management%203-04.pdf>>. Luettu 24.4.2009.
4. HVAC and Control System Desing for Improved Energy Performance in Data Centers (WWW-dokumentti.) Mark Hydeman, PE, Principal Taylor Engineering, LLC Alameda CA.
<http://www.energystar.gov/ia/products/downloads/HVAC_and_Control_System_Design.pdf>. Luettu 20.4.2009.
5. Rittal–Liquid Cooling Package Standard, Operating and Maintenance Instructions (WWW-dokumentti.) Rittal GmbH & Co.
<http://www.rittal.de/downloads/Bedienungsanleitungen/3301230/3301230_gb.pdf>. Luettu 20.3.2009.
6. Rittal–Liquid Cooling Package Extend, Operating and Maintenance Instructions (WWW-dokumentti.) Rittal GmbH & Co.
<http://www.rittal.de/downloads/Bedienungsanleitungen/3301490/3301490_gb.pdf>. Luettu 27.2.2009.

7. Vakioilmastointikoneet. (WWW-dokumentti.) Kojacool Oy:n järjestelmäohje.
<<http://koja.captesting.net/data/File/jaahdytys/jarjestelmat/jarjestelmaohje5.pdf>>
Päivitetty 23.12.2004. Luettu 25.4.2009.