LAUREA

Palvelintilan ympäristöolosuhteiden kartoitus sekä kehittämisehdotus

Sundberg, Kaj

2009 Leppävaara

Laurea-ammattikorkeakoulu
Laurea Leppävaara

Palvelintilan ympäristöolosuhteiden kartoitus sekä kehittämisehdotus

Kaj Sundberg
Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma
Opinnäytetyö
Toukokuu 2009

Laurea-ammattikorkeakoulu **Tiivistelmä**
Laurea Leppävaara
Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma
Tietoverkot

Kaj Sundberg

Palvelintilan ympäristöolosuhteiden kartoitus sekä kehittämisehdotus

Vuosi 2009 Sivumäärä 27

Tämä opinnäytetyö on tutkimus palvelintilojen olosuhteista sekä kehitysmahdollisuuksista olosuhteiden parantamiselle. Työssä kerätään mittaustuloksia erään palvelintilan ympäristöstä ja verrataan niitä laitevalmistajien sekä yleisellä tasolla säädettyihin olosuhdevaatimuksiin. Opinnäytetyössä laaditaan näiden analyysien ja tutkimustulosten perusteella Laurea Leppävaarassa sijaitsevan palvelintilalle kehitysehdotus olosuhteiden parantamiseksi.

Opinnäytetyöprosessi alkoi selvityksellä yleisistä ja laitteistovalmistajien olosuhdemäärityksistä. Laitetilan inventaarion laatiminen ja tutkimusvälineistön hankinta oli edellytys tutkimustyön aloittamiselle.

Tutkimustyö sisälsi pääasiassa mittausvälineillä tehtyä aineiston keräämistä useilta ajanjaksoilta, eri osissa palvelintilaa. Tätä seurasi tutkimustulosten analysointi ja tutkimustuloksiin vaikuttavien tekijöiden selvittäminen. Tutkimustulosten keräämisen jälkeen voitiin suhteuttaa kerätyt tulokset olosuhdemäärityksiin.

Tutkimuksissa selvitettiin myös palvelintilan olosuhteet niin kulunvalvonnan kuin paloturvallisuudenkin näkökulmasta. Kehitysehdotus sisältää käyttötarkoitusta vastaavat parannusehdotukset sekä selvityksen palvelintilan puutteista.

Tutkimustuloksissa ilmenee puutteita tilan ilmanvaihdon sekä järjestelyjen osalta. Pääasiallisesti tilan korkea lämpötila poikkeaa ihanteellisista olosuhdevaatimuksista.

Asiasanat: palvelin, tekninen tila, jäähdytysjärjestelmä

Laurea University of Applied Sciences
Laurea Leppävaara
Information Technology Programme
Indormation Systems and Data Communication

Abstract

Kaj Sundberg

Server room environmental conditions and a proposal for improvement

Year 2009 Pages 27

This thesis is a report of server room environmental conditions and of possibilities for improvement. The report consists of gathering research information on the conditions of a server room and comparing them to the specifications set by the manufacturers of the devices and to the general guidelines set for server room conditions. The thesis contains a proposal of improvement for a server room located in the facilities of Laurea Leppävaara.

The project started with general research into the guidelines set for server room conditions and into the definitions set by the manufacturers themselves. The compilation of an inventory of the equipment in the server room was needed before work could begin on the research itself.

The study consisted of gathering research data with the research equipment for several periods of time in different parts of the server room itself. This was followed by an analysis of the research data and finding out the conditions that affect the gathered data. After the data was gathered it could then be compared to the general guidelines and specifications set by the manufacturers.

The thesis also consists of a compilation of conditions regarding the security and fire safety of server rooms. The proposal of improvement consists of matters closely related to the day to day use of the server room and of the actual methods of improving the conditions.

The results indicate flaws in the ventilation system of the server room and several arrangement issues. Mainly the temperatures measured deviate from general guidelines set for server room conditions.

Key words: server environmental conditions cooling systems

Sisällys

1 Johdanto 6
2 Opinnäytteen tavoite ja riskit 7
3 Opinnäytteen rajaus 7
4 Teknisen tilan yleiset olosuhdemääritykset 7
5 Jäähdytysratkaisut 8
5.1 Passiivinen ilmanvaihto 8
5.2 Integroitu ilmastointi 8
5.3 Vaihtimet 8
5.4 Jäähdyttimet 8
6 Toteutusympäristö 9
6.1 Laitteisto 9
6.2 Teho 10
6.3 Listaus 10
6.4 Laitteistovalmistajien olosuhdemääritykset 11
6.5 Tilan rakenne 12
6.6 Materiaalit 12
6.7 Tilan olosuhteet 12
6.8 Ilmastointi 12
7 Tilan turvallisuus 13
7.1 Kulunvalvonta 13
7.2 Paloturvallisuus 14
8 Tutkimusmenetelmät 14
9 Tutkimusvälineet 15
10 Tutkimustulokset 16
10.1 Testi 1: testaus ja laitteen asetusten määrittäminen 17
10.2 Testi 2: tutkimustulokset 17
10.3 Testi 3: tutkimustulokset 18
10.4 Testi 4: tutkimustulokset 19
10.5 Testi 5: tutkimustulokset 20
11 Tutkimustulosten analyysi 21
12 Päätelmät 22
13 Kehitysehdotus 23
14 Yhteenveto ja oma työn arviointi 25
Lähteet 26
Kuvat 27

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön aiheena on palvelintilojen ympäristöolosuhteiden tutkiminen sekä kehitysmahdollisuuksien löytäminen erään palvelintilan olosuhteiden osalta. Opinnäytteen tarkoituksena on selvittää käytettävissä olevien jäähdytysratkaisujen ominaisuudet sekä niiden soveltuvuus valitun palvelintilan tarpeisiin. Kehitysehdotuksen pohjalta tulee olla mahdollista laatia palvelintilalle kustannustehokas ja tarpeita vastaava hankintaesitys jäähdytysjärjestelmän parantamiseksi.

Valitussa palvelintilassa on havaittu merkittäviä puutteitta niin olosuhteiden kuin tilan rakenteen osalta. Palvelinlaitteiden osalta on määritetty valmistajakohtaisesti määrityksiä ja vaatimuksia ympäristölle, joihin nämä laitteistot on tarkoitettu asennettaviksi.

Tehtäväni on tutkia, vastaako palvelintila laitteiston valmistajan asettamia sekä yleisiä vaatimuksia, ja tarpeen vaatiessa laatia kehitysehdotus sille, että nämä vaatimukset tavoitettaisiin. Tarkoituksena on eri parannuksilla pidentää palvelinlaitteiden elinikää, käyttökustannuksia ja toimintavarmuutta.

Palvelintilan lämpötila ja olosuhteet vaikuttavat laitteiden elinikään ja toimintavarmuuteen merkittävästi. Varsinkin massamuistien osalta liiallinen käyttölämpötila voi johtaa vikaantumiseen ja jopa laiterikkoon. Palvelintilojen osalta on elintärkeää, että olosuhteet ovat otolliset laitteiden toiminnalle.

2 Opinnäytteen tavoite ja riskit

Opinnäytteen tavoitteeksi asetin kattavan ja havainnollistavan selvityksen laatimisen, jonka pohjalta on mahdollistaa parantaa palvelintilojen olosuhteita. Tavoitteena on tarjota tietojenkäsittelytieteeseen pohjautuva analyysi jäähdytysjärjestelmien toiminnasta, ominaisuuksista sekä mahdollisuuksista palvelintilojen olosuhteiden parantamisessa.

Suurimmat riskit työn lopulliselle hyödyntämiselle tulevat aiheen rajaamisen ongelmallisuudesta sekä kiinteistöteknisten ominaisuuksien vaikutuksesta.

3 Opinnäytteen rajaus

Opinnäyte on rajattu palvelintilojen tietoteknisten olosuhteiden määrittämiseen sekä näissä puitteissa olosuhteita parantavan ratkaisun luomiseen. Pääpaino on asetettu palvelintilan olosuhteiden tutkimukselle tietoteknisestä näkökulmasta. Kiinteistötekniset olosuhteet sekä niihin vaikuttavat tekijät on tarkoituksenmukaisesti pyritty jättämään vähemmälle huomiolle.

4 Teknisen tilan yleiset olosuhdemääritykset

Valtionhallinnon turvallisuussuositus määrittää lämpötilan ja kosteuden suhteen noudatettavat seuraavanlaiset raja-arvot: ”Rajalämpötilat ovat minimi 20 astetta C ja maksimi 26 astetta C . Suhteellisen kosteuden asetusarvo on 50 % ja hälytysrajat minimi 32 %, maksimi 60 %” (Tietoteknisten laitetilojen turvallisuussuositus 2002.)

Vaihtelu palvelinlaitteiden käyttölämpötilassa vaikuttaa merkittävästi järjestelmän elinikään. Jos halutaan laitteiston kestävän sille määritetty keskimääräinen elinikä, on olosuhteiden vastattava valmistajan ilmoittamia arvoja. Palvelinlaitteen elinikä voidaan määrittää resurssiksi, joka kuluu ajan myötä suhteessa käyttölämpötilaan ja käyttöjännitteeseen (Temperature- Aware Modeling and Banking of IC Lifetime Reliability 2005).

Palvelinlaitteiden kuormitus vaikuttaa suoranaisesti komponenttien lämmöntuotantoon. Työasemien kuormaan verrattuna, palvelinten kuormitus vaihtelee yleensä laajempien ajanjaksojen sisällä. Keskimääräisen käyttölämpötilan pysyessä valmistajan antamien arvojen puitteissa, pystytään käytännössä vastamaan valmistajan ilmoittamaan laitteen elinikäodotukseen (Temperature- Aware Modeling and Banking of IC Lifetime Reliability 2005).

Turvallisuussuosituksen mukaan laitetilaan otettava ilma tulee tarvittaessa suodattaa. Tällä mahdollistetaan se, että ympäröivien alueiden epäpuhtaudet eivät pääse vaikuttamaan tilan laitteiston toimintaan.

5 Jäähdytysratkaisut

Tässä luvussa on eritelty erilaiset jäähdytysratkaisut, jotka ovat toteuttamiskelpoisia suhteessa kohteena olevan palvelintilan tarpeisiin. Tarkoituksena tuoda esille erilaisten ratkaisujen tuomat mahdollisuudet ja eritellä samalla olosuhteet sekä käyttötarkoitus, johon kyseiset ratkaisut on kohdennettu. Jäähdytysratkaisut voidaan luokitella kahteen eri kategoriaan: passiivisiin ja aktiivisiin järjestelmiin.

5.1 Passiivinen ilmanvaihto

Passiivinen ilmanvaihto soveltuu lämpökuorman taloudelliseen poistoon. Suodatettu ilmankierto on mahdollista toteuttaa kaappi- tai tilakohtaisesti. Erinäiset virtaussäleiköt mahdollistavat kustannustehokkaimman tavan lisätä ilmanvaihtoa.

5.2 Integroitu ilmastointi

Erillinen integroitu ilmastointijärjestelmä toimii yleensä asennettavan ilmastointilaitteiston kautta. Laitteisto hyödyntää freonin kaltaisia jäähdytinkemikaaleja jäähdyttävän reaktion synnyttämiseen. Järjestelmä kuluttaa suhteessa paljon energiaa, sekä on hankintakustannuksiltaan kallis verrattuna muihin jäähdytysratkaisuihin.

5.3 Vaihtimet

Lämmönvaihtimen käyttö edellyttää, että ympäristön lämpötila on alle toivotun kytkentäkaapin sisälämpötilan. Pöly ja haitallinen ympäristön ilma ei pääse tunkeutumaan kaapin sisälle toisistaan erotettujen ilmankiertojen ansiosta.

Lämmönvaihtimien avulla voidaan kytkentäkaapin sisälämpötila laskea alhaisemmaksi kuin lämpötila on kaapin ulkopuolella. Pöly ei tässä ratkaisussa pääse kaapin sisälle, eikä kaapin sisältämä lämpö nosta ympäröivän tilan lämpötilaa.

Lämmönvaihtimien jäähdytystehot vaihtelevat 500 W – 7000 W välillä, ja ne soveltuvat myös erittäin haastaviin olosuhteisiin. Lämmönvaihtimia voi käyttää tiloissa joissa lämpötila voi nousta erittäin korkealle. Lämmönvaihdin hyödyntää kiinteistön sisäistä kylmävesijärjestelmää tilan jäähdyttämiseen.

5.4 Jäähdyttimet

Jäähdyttimessä virtaava neste luovuttaa lämpöenergiaansa toiselle jäähdytysaineelle, jolloin laitteessa virtaavan nesteen lämpötila laskee. Yleisimmin virtaavana nesteenä käytetään vettä tai glykolia ja vastaavasti jäähdyttävänä nesteenä joko kylmää vettä tai ilmaa.

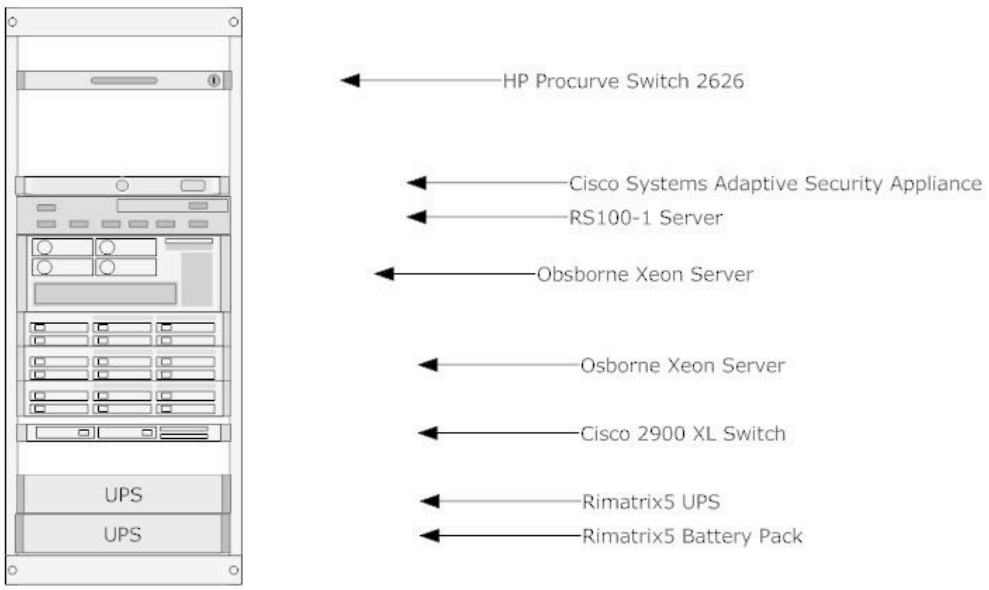
6 Toteutusympäristö

Laurea Leppävaaran kiinteistössä sijaitsevaa palvelintila toimii pohjana tutkimukselleni sekä kehitysehdotukseni kohteena. Palvelintila tarjoaa hyvän pohjan tutkimukselle sen monipuolisen laitteiston ansiosta. Palvelintilan laitteiston perusteella tehdyt tutkimustulokset ovat suoraan verrattavissa minkä tahansa yrityksen palvelintila-arkkitehtuuriin.

Tutkimuksen kohteena oleva tila ei alun perin ole tarkoitettu toimimaan siinä roolissa, mihin se tällä hetkellä on valjastettu. Tilan rakenne ei vastaa kaikkia vaatimusmäärityksiä: Ilmanvaihto ei ole mitoitettu nykyiselle tarpeelle eikä tilan materiaalit ole täysin sen tämänhetkistä tarkoitusta vastaavia.

6.1 Laitteisto

Tila sisältää useita erillispalvelimia oheislaitteineen. Laitevalmistajia on useampi kuin yksi. Tämän vuoksi laitteiden lämmöntuotto ei ole kaikkien laitteiden osalta sama. Lämmöntuotossa laitteiden välillä esiintyy eroavaisuuksia mutta vaikutus koko tilan lämmöntuoton arvioimisen kannalta ei ole oleellinen. Ohessa kuvio tilan laitteiston rakenteesta ja ryhmittelystä.



Kuva 1: Palvelinkaapin rakenne

Palvelinkaapin rakenteessa ei ilmene suoranaisia asennus- tai asetteluvirheitä. Palvelinlaitteiden asettelun muutoksilla, sekä lisävarusteiden käytöllä voidaan parantaa ilmankiertoa ja edesauttaa lämmönvaihtoa tilassa.

6.2 Teho

Keskimääräisen palvelimen tehonkulutus on rasituksessa keskimäärin 100W – 200W. Vanhempien ja raskaampien laitteiden osalta luvut voivat nousta jopa 700W tasolle. Tähän vaikuttaa luonnollisesti laitteen laskentateho sekä mm. massamuistin määrä. Näiden oletusarvojen mukaan tilassa muodostuva tehonkulutus 1kW – 2kW.

Yksittäinen 200W palvelin (esimerkkinä IBM 1U x300) kuluttaa vuodessa 1752 KWh sähköä. Tällaisen palvelimen jäähdytysjärjestelmä vastaavasti kuluttaa vuodessa 498 KWh. Kokonaisuudessaan palvelimen jäähdytysjärjestelmä kuluttaa 22% palvelimen vaatimasta energiantarpeesta (Power and Energy Management for Server Systems 2003).

Oheislaitteista esimerkkinä Cisco Systems ASA 5510 (adaptive security appliance) kulutus 150W - 190W.

Yksityiskohtaista kartoitusta valitun tilan tehonkulutuksesta ei ollut tarkoituksenmukaista suorittaa. Toimenpide vaatii palvelinlaitteiden alasajon ja aiheuttaa katkoksia näiden tarjoamille palveluille.

6.3 Listaus

Palvelintilan inventaario sisältää palvelinkaappiin sijoitetut palvelimet sekä oheislaitteet. Tila sisältää varsinaisten palvelinkomponenttien lisäksi myös oppilastöihin tarkoitettuja massamuisteja sekä muita oheislaitteita.

Listaus:

1x HP procurve switch 2626 (j4900B) *kytkin 10.26.4.2 ja 10.8.4.29
1x Cisco Systems ASA 5510 (adaptive security appliance)
1x (Mentoraid) RS100-1 *palvelin
1x Osborne (Xeon) *palvelin

1x Osborne (Xeon) IP:10.26.4.202 *palvelin 10.26.4.202
1x Osborne (Xeon) IP: 10.26.4.200 *palvelin 10.26.4.200
1x Osborne (Xeon) IP: 10.26.4.201 *palvelin 10.26.4.201

1x Osborne Server SA91-2600P9 *palvelin

1x UPS Rimatrix5 UPS
1x UPS Rimatrix5 Battery pack

3x Massamuisti
2x NSLU
1x DLINK *kytkin

1x Työasema Fujitsu Siemens (ei käytössä), 3xlcd näyttö

6.4 Laitteistovalmistajien olosuhdemääritykset

Laitteistovalmistajat määrittelevät keskimäärin suositeltavaksi käyttölämpötilaksi 10 – 40 °C. Suhteellisen kosteusprosentin suositus vaihtelee 10 – 90 % välillä. Määritykset vaihtelevat valmistajien ja laitetyyppien mukaan, keskimääräisten suositusten kuitenkin vaihdellessa vain vähäisesti. Esimerkkinä laitteistovalmistajien määrityksistä Cisco ASA sarjan laitteille on asetettu taulukon mukaisesti seuraavaa:

Taulukko 1:

Environmental Operating Ranges		
Operating		
Temperature	32 to 104ºF (0 to 40ºC)	32 to 104ºF (0 to 40ºC)
Relative humidity	5 to 95 percent noncondensing	5 to 95 percent noncondensing
Altitude	Designed and tested for: 0 to 9840 ft (3000 m). Agency approved for: 2000 m	
Shock	1.14 m/sec (45 in./sec) ½ sine input	1.14 m/sec (45 in./sec) 1/2 sine input
Vibration	0.41 Grms2 (3 to 500 Hz) random input	0.41 Grms2 (3 to 500 Hz) random input
Acoustic noise	0 dBa max	60 dBa max
Nonoperating		
Temperature	-13 to 158ºF (-25 to 70ºC)	-13 to 158ºF (-25 to 70ºC)
Relative humidity	5 to 95 percent noncondensing	5 to 95 percent noncondensing
Altitude	0 to 15,000 ft (4570 m)	0 to 15,000 ft (4570 m)
Shock	30 G	30 G

Cisco ASA 5500 Series Security Appliance environmental operating ranges

6.5 Tilan rakenne

Tilan ulkokuoresta puolet koostuu lasiseinästä. Lasi johtaa lämpöä ja samalla alentaa tilan keskimääräistä lämpötilaa. Tilaa pääasiallisesti ympäröi käytävätila, jonka keskilämpötila on huomattavasti tilaa alhaisempi ja ilmankierto tehokkaampi.

Loisteputkivalaistus tuottaa lämpöä mutta ei merkittävissä määrin kokonaisuuden kannalta. Valaistus on kytkettynä pois silloin kun tilassa ei tehdä asennus- tai hultotoimenpiteitä.

Ilmaistoinnin vaihtokanavat sijaitsevat keskellä huonetta. Muita ilmanvaihtoa edistäviä ratkaisuja tilassa ei toistaiseksi ole.

6.6 Materiaalit

Laajemmassa mittakaavassa palvelintiloihin yleisesti tehdään välipohja jonne voidaan ohjata palvelinkaappien väliset kaapeloinnit tilan säästämiseksi ja selkeyttämiseksi. Kohdetila on kokoluokassaan vaatimattomampi joten kaapeloinnin osalta ei ole tarvetta tehdä suurempia rakenteellisia muutoksia tiloihin.

Kaapeloinnin osalta sen järjestelyä ja organisointia voidaan parantaa tietyin järjestelyin ja lisävarusteiden avulla. Huonosti organisoitu kaapelointi häiritsee laitteiden poistoilman kulkua samalla heikentäen jäähdytysjärjestelyn toimintaa tilassa.

6.7 Tilan olosuhteet

Tilan siisteys on kaiken kaikkiaan kiitettävä. Ei kertynyttä pölyä tilassa tai itse laitteiden tuuletusjärjestelmissä. Näin ollen huoltokatkosten määrä fyysisen laitteiden puhdistukseen ei usein tarpeellista. Tällaiselle toimenpiteelle tulisi kuitenkin varata säännöllinen ajankohta tai ainakin tietyin väliajoin tarkastaa tilan siisteys ja laitteiden fyysinen kunto. Näin vältytään mahdollisesta liiallisesta kulumiselta tai kuumenemiselta jonka pöly voi jäähdytysjärjestelmälle aiheuttaa.

6.8 Ilmastointi

Tilan ilmastointi kattaa kaksi poistoilmaventtiiliä sekä kattohajoittajan. Tilan alkuperäinen tarkoitus on havaittavissa ilmasitointijärjestelyjen niukkuudessa. Palvelinlaitteiden ja muun elektroniikan tuottama lämpöenergia tämän kokoiseen tilaan on merkittävä. Koska palvelinkaappien ilmanvaihto kulkee laitteiden etuosasta niiden taakse on kaapin sijoitus tilassa oikein, sen asettuessa ilmanvaihtokanavien eteen.

”Ilmanvaihtojärjestelmä on suunniteltava ja rakennettava rakennuksen suunnitellun käyttötarkoituksen ja käytön perusteella siten, että se luo omalta osaltaan edellytykset tavanomaisissa sääoloissa ja käyttötilanteissa terveelliselle, turvalliselle ja viihtyisälle sisäilmastolle” (Suomen rakennusmääräyskokoelma 2003).

Kuva 2: Palvelintilan ilmastointikanavat

7 Tilan turvallisuus

Teknisten tilojen turvallisuusnäkökulma kattaa pääasiallisesti kulunvalvonnan ja palotuvallisuuden näkökulmat.

”Tietojenkäsittelyn fyysisen turvallisuuden suunnitteluun tarvitaan usein koko kiinteistön kattava turvallisuustarpeiden ja –ratkaisujen arviointi. Tietojenkäsittelytilojen turvallisuuden parannukset on tarkoituksenmukaista käsitellä aina rakennus- ja korjaushankkeiden yhteydessä sekä osana tulosneuvotteluita suunnitelmallisen kehittämisen takaamiseksi” (Tietoteknisten laitetilojen turvallisuussuositus 2002).

Tarkastelun kohteena olevan palvelintilan fyysinen turvallisuus on laadittu Laurea Leppävaaran kiinteistön yleisen turvallisuussuunnitelman mukaisesti.

7.1 Kulunvalvonta

Laurea-ammattikorkeakoulun kiinteistön kulunvalvontajärjestelmää ei ole liitetty kattamaan palvelintilan tarpeita. Kulunvalvontajärjestelmän käyttöönotto ja soveltamien palvelintilan tarpeisiin tulee suhteuttaa palvelinten toimintatarkoitukseen ja vaatimuksiin.

Asiattomien henkilöiden pääsy palvelintilaan on tarpeisiin nähden estetty riittävällä tavalla. Haluttaessa tilan kulunvalvontaa voidaan suorittaa olemassa olevien järjestelmien puitteissa. Tämä mahdollistaa tarkan seurannan tilassa esiintyvästä liikenteestä sekä luo edellytykset tilannekohtaiselle selvitykselle kävijästä ja ajankohdasta jolloin tilassa on käyty.

7.2 Paloturvallisuus

Palvelintilaa koskevat Laurea-ammattikorkeakoulun paloturvallisuus-suunnitelma ja sen mukaiset määritykset. Kiinteistön tilat on kaikki varustettu palonilmoituslaitteistolla joka ilmaisee välittömästi kiinteistön sisällä ilmenevät paloriskit. Tila itsessään ei sisällä sammutinjärjestelmää jolloin lisäriskiä sähkölaitteille ei sammutustilanteessa esiinny. Erillisen sammuttimen sijoittaminen itse palvelintilaan ei ole tarpeellista IT-laitetilojen vähäisen paloriskin vuoksi.

Kuva 3: Palvelintilan palonilmoitin (vasemmalla)

Laitetilasta olisi suotavaa poistaa kaikki ylimääräinen palokuorma jota tilan jokapäiväinen toiminta ei edellytä.

8 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusvälineillä kerättiin runsaasti tietoa pitkiltäkin ajanjaksoilta, jotta niitä on ollut mahdollista analysoida mahdollisimman kattavasti. Useampien vuorokausien ajalta kerätyt mittaustulokset auttavat määrittelemään tarkemmin sen mistä palvelintilan ongelmat jäähdytyksen suhteenmahdollisesti johtuvat. Tulokset kerättiin niin, että palvelintila oli mittausten ajan normaalitilassa, jolloin saatiin mahdollisimman normaalikäytäntöä vastaavat mittaustulokset kerättyä.

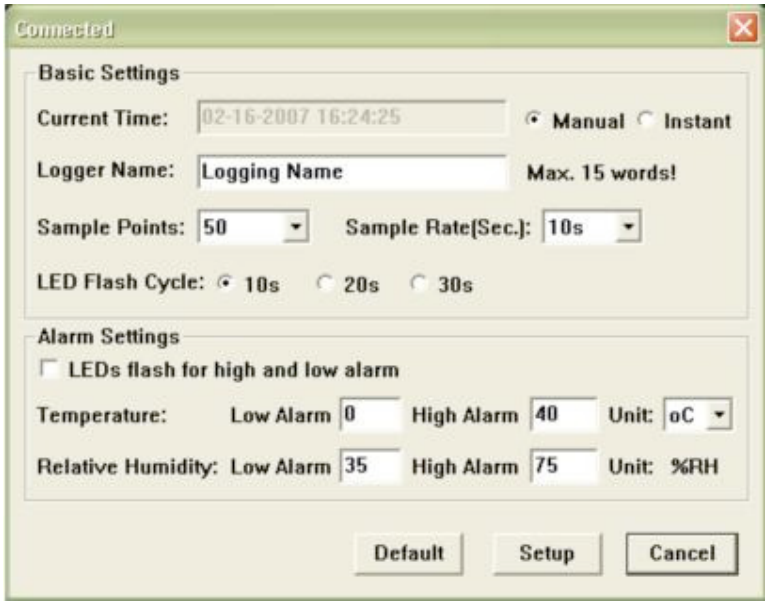
Mittauksia suoritettiin eri osissa laitetilaa joka mahdollisti tulosten keskinäisen vertailun sekä osien välisten olosuhdevaihtelujen määrittämisen. Mittaustuloksissa otetaan huomioon tulos-

ten vaihtelevaisuus palvelintilan osien välillä. Mittaustuloksia kerättäessä otettiin huomioon puhallusaukkojen sijainti niin, että nämä eivät vääristä mittaustuloksia.

Lämpötila ja kosteustietoja on kerätty tietyiltä ajanjaksoilta ja tutkimuksista saadut luvut on analysoitu kuvaajien ja taulukoiden avustuksella. Tulokset ja niiden pohjalta tehdyt analyysit materiaaleista löytyvät kappaleesta 12.

9 Tutkimusvälineet

Mittausvälineeksi hankittiin Wisemann Klein© valmistama WK057 USB väylään liitettävä lämpötila- ja kosteusmittari. Laitteella voidaan tallentaa lämpötilatietoja ja suhteellisia kosteusprosentteja määritellyiltä ajanjaksoilta, sekä siirtää tulokset tietokoneelle analysointia varten. Mittarin toimintaperiaate määritellään ohjelmalla jolloin voidaan asettaa mittauslaitteelle halutut parametrit. Parametrien puitteissa voidaan määrittää mm. mittaustiheys, kesto ja haluttaessa arvot hälytyskynnykselle. Mittausvälineen käyttö jatkossa tilan olosuhteiden valvontaan on myös käytännössä mahdollista. Hankintakustannuksia mittausvälineiden osalta kertyi 89e.



Kuva 4: WK057 datalogger ohjelmiston mittausasetukset

Mittausasetukset voitiin määritellä jokaiselle mittaukselle erikseen. Mittauspisteiden lukumäärä, sekä näytteenottoväli voitiin erikseen määrittää ennen mittauksen aloittamista. Tarpeen vaatiessa voidaan määrittää hälytyspisteet lämpötilalle ja suhteelliselle kosteudelle. Myös halutessa voidaan säästää virtaa pidentämällä laitteen merkkivalon toimintaväliä.

Mittauslaitteella kerätty tieto saadaan ulos laitteesta tarpeen mukaan useampana eri formaattina. Tutkimustulokset on kerätty (.txt) ja (.xls) formaatissa. Kuvaajat tulosten perusteella on luotu (.bmp) sekä mittauslaitteen omassa formaatissa. Tämä mahdollisti sen, että tutkimustuloksista voitiin monipuolisesti koostaa tilastoja, sekä analysoida tuloksia tehokkaasti.

10 Tutkimustulokset

Tässä luvussa esitellään WK057-mittauslaitteella kerätyt tutkimustulokset. Tulokset ilmoitetaan graafisessa muodossa sekä analysoidaan kuvaajien yhteydessä. Kaikki opinnäytettä varten kerätyt tutkimustulokset on tarkistettavissa taulukkomuodossa. Taulukkorakenteesta esimerkki.

Taulukko 2: Testi 2:n mittaustuloksia

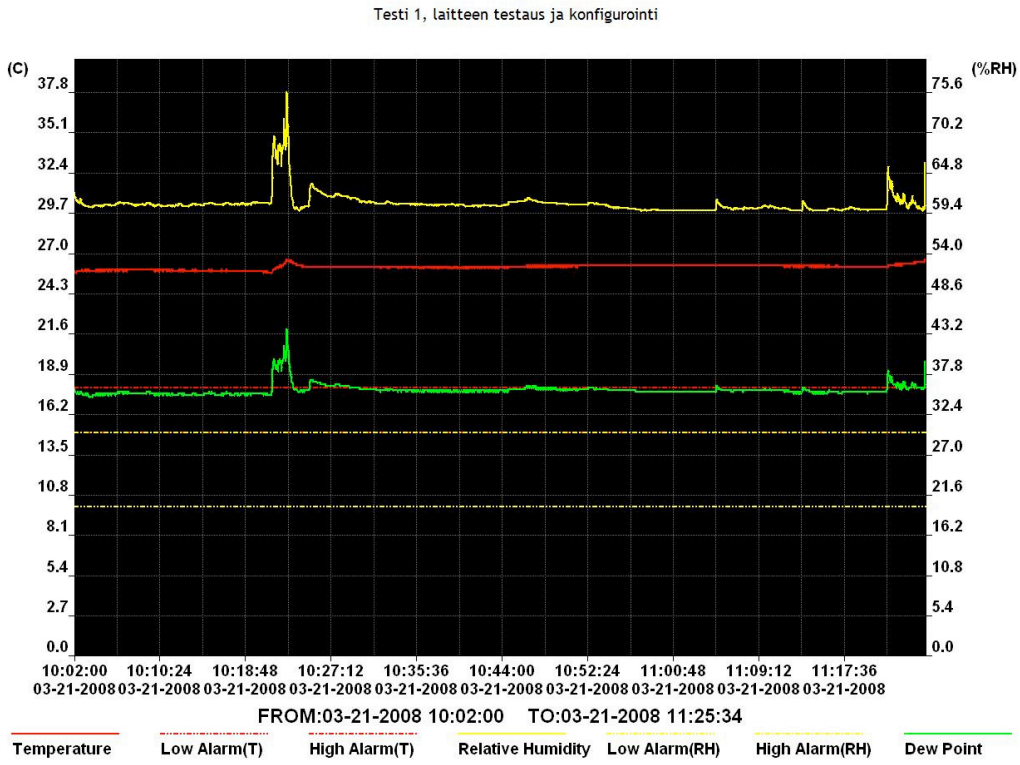
>>Logging Name:Logger 1
>>FROM:10-27-2008 14:11:38 TO:10-29-2008 12:46:38
>>Sample Points:560
>>Sample Rate:300 sec.
>>Temperature Unit:Celsius
>>Temperature(LowAlarm:0.0-HighAlarm:40.0) Relative Humidity(LowAlarm:35.0-HighAlarm:75.0)

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
1	27.10.2008	14:11:38	28,7	32,6	10,6
2	27.10.2008	14:16:38	29,2	30,3	9,9
3	27.10.2008	14:21:38	29,6	29,3	9,8
4	27.10.2008	14:26:38	29,8	28,5	9,5
5	27.10.2008	14:31:38	30	28,1	9,5
6	27.10.2008	14:36:38	30,1	27,6	9,3
7	27.10.2008	14:41:38	30,2	27,2	9,2
8	27.10.2008	14:46:38	30,3	26,9	9,1
9	27.10.2008	14:51:38	30,4	26,6	9
10	27.10.2008	14:56:38	30,4	26,4	8,9
11	27.10.2008	15:01:38	30,4	26,3	8,9
12	27.10.2008	15:06:38	30,4	26,3	8,9
13	27.10.2008	15:11:38	30,5	26,2	8,9
14	27.10.2008	15:16:38	30,4	26	8,7
15	27.10.2008	15:21:38	30,4	25,9	8,6
16	27.10.2008	15:26:38	30,5	25,9	8,7
17	27.10.2008	15:31:38	30,5	25,9	8,7
18	27.10.2008	15:36:38	30,5	25,9	8,7
19	27.10.2008	15:41:38	30,5	25,9	8,7
20	27.10.2008	15:46:38	30,5	25,9	8,7

Tulokset kerättiin tarkasti valikoiduista mittauspisteistä jolloin vältyttiin mittaustuloksiin poikkeavasti vaikuttavista tekijöistä, kuten suorasta palvelinlaitteiden poistoilmavirtauksesta. Lämpötilojen ja suhteellisten kosteusprosenttien keskiarvot on ilmoitettu ensimmäisen sadan mittaustuloksen keskiarvosta. Tulokset on ilmoitettu kahden desimaalin tarkkuudella. Tarkemmat mittaustulokset löytyvät opinnäytetyön liitteistä.

10.1 Testi 1: testaus ja laitteen asetusten määrittäminen

Testi 1 suoritettiin ennen varsinaisten mittaustulosten keräämistä, jotta laitteen toiminta saatiin testattua käytännössä ja voitiin varmentaa laitteen toimintaperiaate. Testi 1 kuvaaja alla.

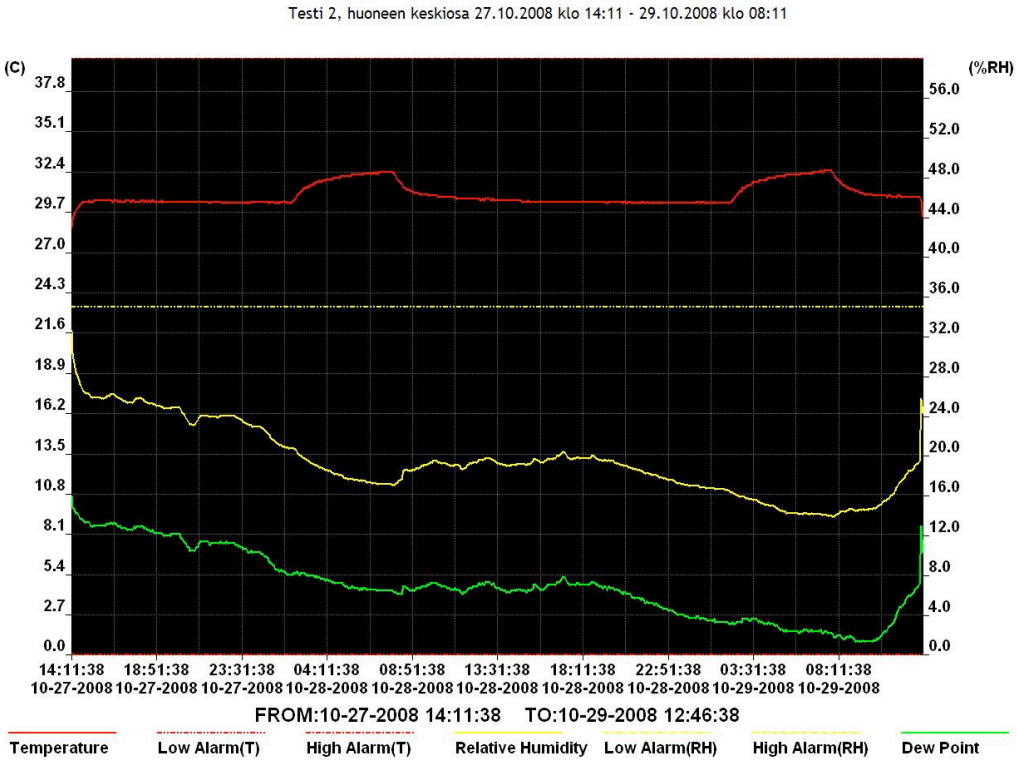


Kuva 5: Testi 1:n kuvaaja

Saadut mittaustulokset vastasivat arvioita palvelintilan arvoista, sekä poikkeamat mittaustuloksissa saatiin aikaan väliaikaisilla muutoksilla joita laitteen määritysvaiheessa toteutettiin.

10.2 Testi 2: tutkimustulokset

Testi 2 oli ensimmäinen varsinaisista mittaustilanteista joita palvelintilassa suoritettiin. Mittaus suoritettiin palvelintilan keski-osassa.



Kuva 6: Testi 2:n kuvaaja

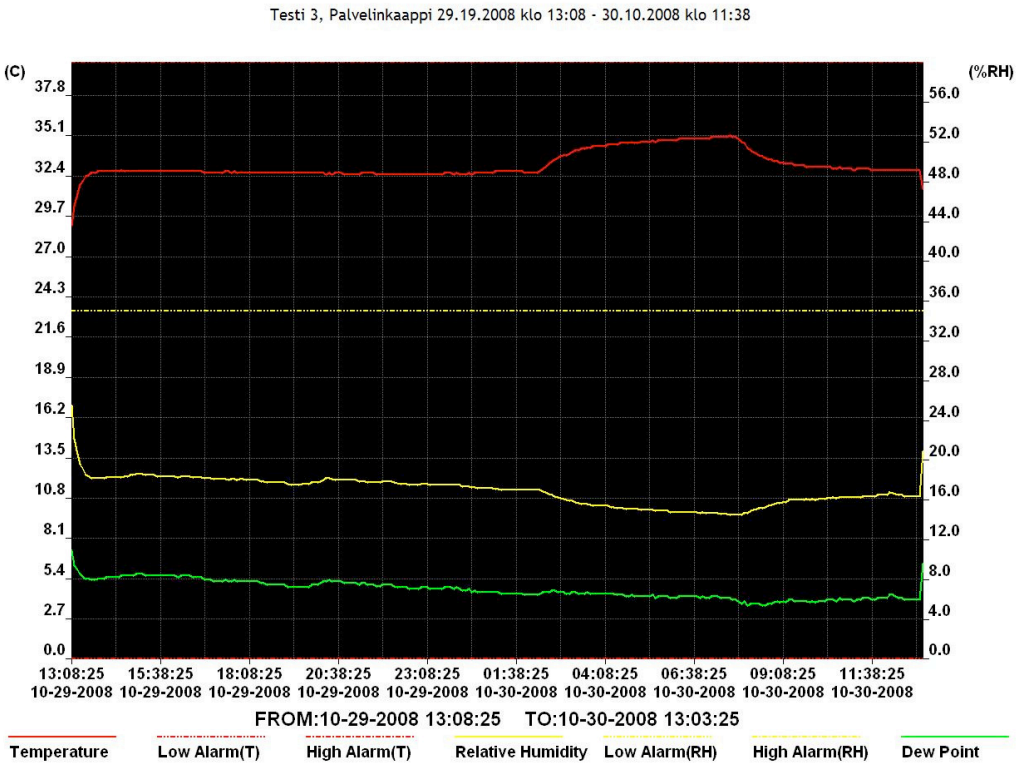
Lämpötilan keskiarvo: 30,37 °C

Korkein lämpötila 32.5 °C

Suhteellisen kosteusprosentin keskiarvo: 25,48

10.3 Testi 3: tutkimustulokset

Testi 3 mittaustulokset kerättiin varsinaisesta palvelinkaapista. Testin tulokset antavat kuvan tarkimmin siitä millaisille olosuhteille itse palvelinkomponentit altistuvat.



Kuva 7: Testi 3:n kuvaaja

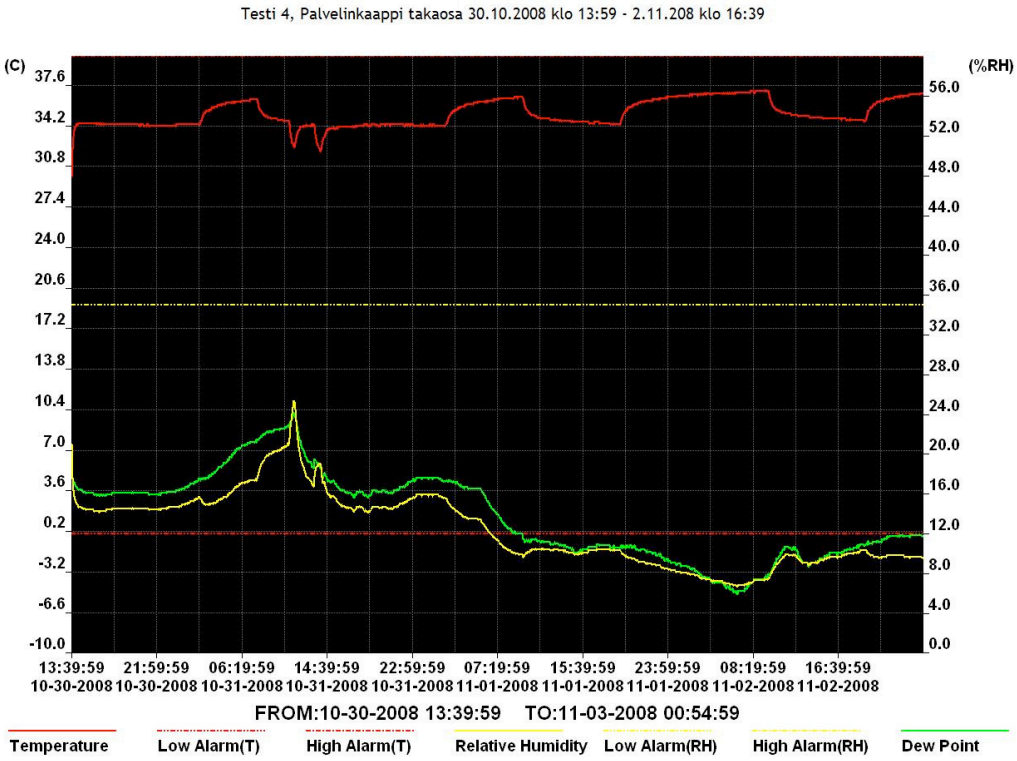
Lämpötilan keskiarvo: 32,54 °C

Korkein lämpötila 35,1 °C

Suhteellisen kosteusprosentin keskiarvo: 18,30

10.4 Testi 4: tutkimustulokset

Testi 4 mittaustulokset kerättiin varsinaisesta palvelinkaapista. Testissä haettiin olosuhteiltaan intensiivisintä aluetta, välttäen mittaustuloksia väärentäviä tekijöitä. Testin tulokset antavat kuvan parhaiten siitä millaisiin olosuhteisiin itse palvelinkomponentit äärimmillään altistuvat.



Kuva 8: Testi 4:n kuvaaja

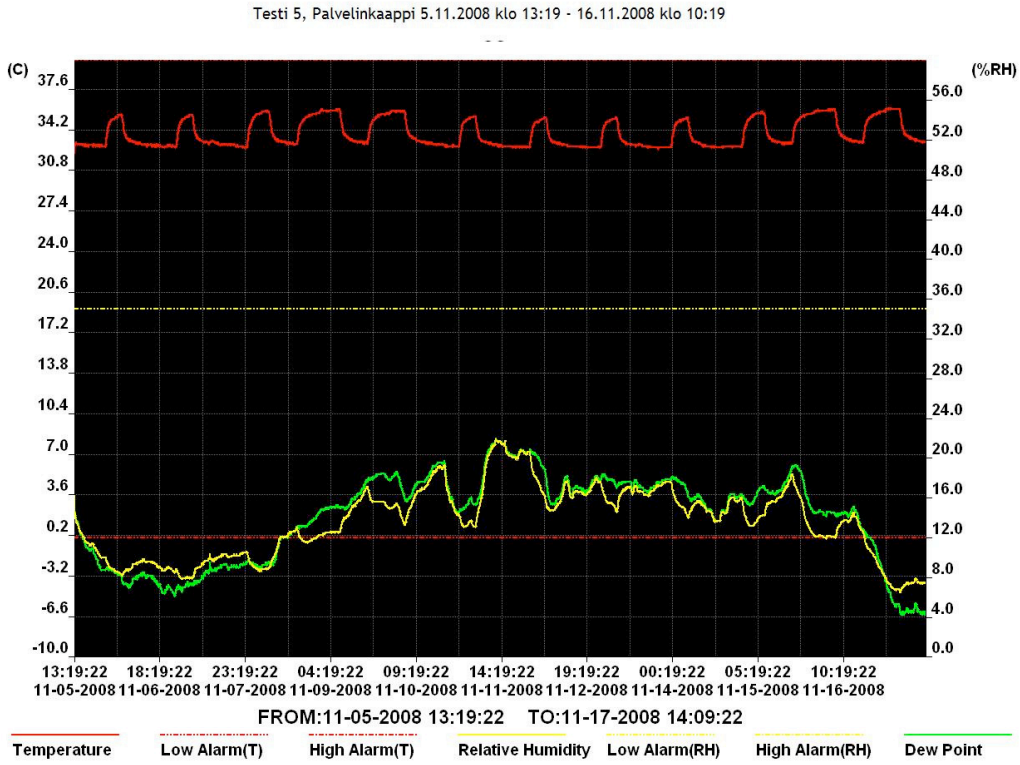
Lämpötilan keskiarvo: 34,23 °C

Korkein lämpötila 37.2°C

Suhteellisen kosteusprosentin keskiarvo: 14,62

10.5 Testi 5: tutkimustulokset

Testissä 5 pyrkimyksenä oli kerätä tilasta yleispätevä, pidemmän ajanjakson tutkimustieto. Testi 5 parhaiten kuvaan tilan olosuhteiden vaihtelua pidemmässä mittakaavassa sekä olosuhteiden vakioitumisen pitkällä aikavälillä.



Kuva 9: Testi 5:n kuvaaja

Lämpötilan keskiarvo: 32,89 °C

Korkein lämpötila 35.9 °C

Suhteellisen kosteusprosentin keskiarvo: 12,00

11 Tutkimustulosten analyysi

Tilassa suoritettiin useita kestoltaan ja ajankohdaltaan vaihtelevia mittauksia jotka mahdollistivat monipuolisen sekä kattavan tutkimustiedon keräämisen.

Tutkimusten aikana korkein saatu lämpötila-arvo oli 37.2°C. Tämä saatiin neljännen mittaustilanteen yhteydessä. Tulos mitattiin palvelinkaapin taka-osasta mutta ei kuitenkaan palvelinlaitteiden poistoilmavirtauksesta.

Tutkimustuloksien mukaan tilan lämpötila-arvot noudattavat kaavanmukaista vuorokausivaihtelua johtuen pääosin kiinteistön ilmanvaihtojärjestelmän ohjelmoinnista. 00:00 ja 08:00 välisenä aikana ilmastointi on kytketty toimimaan pienemmällä teholla sähkönkulutuksen minimoimiseksi aikana jolloin kiinteistössä on vähäinen kuormitus. Säästövaiheen jälkeen

ilmastointi kytkeytyy normaaliasetuksille jolloin tilan lämpötila laskee keskimäärin 3 celsius astetta.

Lämpötilan keskiarvo testeissä 30,37 – 34,23 celsius astetta.

Suhteellisen kosteusprosentin keskiarvo 12,00 – 25,48 %

Ilman suhteellinen kosteusprosentti ei ole lämpötilan kaltaisesti vuorokaudenajasta riippuvainen. Kosteusprosenttiin vaikuttavat useat tekijät kuten ulkolämpötila ja olosuhteet. Mittaustulokset kerättiin pääosin Lokakuu – Marraskuu 2008 välisenä aikana. Tuolloin sääolosuhteet vaihtelivat merkittävästi ja on todennäköistä säävaihtelun vaikuttaneen mittaustulosten vaihtelevuuteen.

12 Päätelmät

Yleisellä tasolla tutkimuksissa on todettu, että tilan lämpötilan pudottaminen aiheuttaa laitteiden sisäisen jäähdytysjärjestelmän toimintavaikutuksen korostumisen. Tämä nostaa laiteiden elinikää ja laskee kulumisen tasoa. Tästä voidaan päätellä lisäjäähdytykselle olevan tarvetta.

Laitteen kuormitus ja suorituskyvyn nostaminen vaikuttaa käänteisesti komponenttien elinikään. Erilaisissa ympäristöissä on tutkimuksissa osoitettu, että 10% vähennys laitteen elinikään tuo vain n. 1% korotuksen laitteen suorituskykyyn (Temperature- Aware Modeling and Banking of IC Lifetime Reliability 2005).

Tilan ilmanlämpötilan noustessa paikoitellen yli 37°C ovat olosuhteet vähintäänkin laitevalmistajien asettamien määritelmien äärirajoilla. Yhdenkään mittaustuloksen keskiarvo ei laske alle 30°C.

Hetkellinenkin passiivisen ilmanvaihdon lisääminen tiputtaa tilan lämpötilaa merkittävästi. Tämä ohjaa loppuratkaisua passiivisen ilmanvaihdon parantamiseen. Tilan koko ja ympäröivän tilan alhaisempi lämpötila sekä ilmanvaihto, nostaa passiivisen ilmanvaihdon kehittämisen hyvinkin varteenotettavaksi vaihtoehdoksi.

Passiivisen ilmanvaihdon parantaminen on kustannustehokkaimpia ratkaisuja. Ilman erillisten energiaa kuluttavien jäähdytyselementtien hankintaa on mahdollista tehdä merkittäviä parannuksia olosuhteille pienillä kustannuksilla. Passiivisen ilmanvaihdon parantaminen vaatii ainoastaan passiivisien jäähdytyskomponenttien asentamisen.

13 Kehitysehdotus

Tehtyjen tukimusten pohjalta on selvää, että palvelintilan tämänhetkiset olosuhteet eivät vastaan laitteistovalmistajien eikä yleisellä tasolla asetettuja olosuhdevaatimuksia. Useat laitevalmistajat ovat asettaneet lämpötilalle ja ilman kosteudelle rajat, joihin tilan olosuhteet pääasiallisesti asettuvat. Olosuhteiden puitteissa liikuttaan äärirajoilla ja suurta vaihtelevuutta esiintyessä parannuksille ilmenee kuitenkin suoranainen tarve.

Palvelintilan tämänhetkisen ilmanvaihtojärjestelmän jäähdytysteho on rakennuksen rakennepiirrustuksessa arvioitu sijoittuvan 1kW-luokkaan. Arvio tilan sisältämän palvelinlaitteiston energiantuotosta ylittää tämän arvon. Pidemmälle ajanjaksolle laitkehityksen näkökulmasta olisi järkevää sijoittaa jatkossa vähemmän virtaa kuluttaviin komponentteihin, joita useilla valmistajilla on tarjolla. Uudistettu laitekanta jo itsessään vähentää lisäjäähdytyksen ja ilmanvaihdon parantamisen tarvetta.

”Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho voi olla suurempi kuin 2,5 kW/(m^3/s), jos esimerkiksi rakennuksen sisäilmaston hallinta edellyttää tavanomaisesta poikkeavaa ilmastointia” (Suomen rakennusmääräyskokoelma D2, 2010). Rakennusmääräysten mukaan on mahdollista lisätä jäähdytysjärjestelmän kapasiteettia.

Tukimuksen kohteena olevan palvelintilan kaltaisessa ympäristössä on tärkeää suhteuttaa kehitysehdotuksen ratkaisut kustannusten ja käyttötarkoituksen mukaan. Tilan laitteistokuormitus sekä laitteilla pyörivien palveluiden kriittisyys määrittävät sen missä määrin tilan kehittämiseen tulee panostaa.

Jos tarkistellaan tilan tämänhetkisen lämmöntuoton suhdetta ilmanvaihtoon on havaittavissa lisäjäähdytyksen tarpeen olevan suhteessa vähäinen. Näiden olosuhteiden puitteissa on suunnattava ratkaisu kustannustehokkaaseen tapaan parantaa ilmanvaihtoa tilassa. Tämä ohjaa ratkaisua ilmanvirtauksen parantamiseen tilan ja sitä ympäröivän alueen välillä. Virtaussäleköiden asentaminen seinärakenteisiin laskee merkittävästi palvelintilan lämpötilaa ja parantaa olosuhteita sekä laitteiston elinikää.

Tässä ratkaisussa on otettava huomioon mahdollinen palvelinlaitteiston laajentaminen jolloin lämmöntuotto kasvaa siinä määrin, että pelkkä ilmankierron passiivinen lisääminen ei riitä ihanteellisten olosuhteiden ylläpitämiseen. Laajennusmahdollisuuden edesauttamiseksi on turvauduttava vaihtoehtoisiin kustannuksia lisääviin ratkaisuihin.

Vaihtoehtoratkaisuista varteenottettavimmat vaihtoehdot olisivat kiinteistön oman ilmanvaihtojäjestelmän vahventaminen kyseisen tilan osalta sekä kaappikohtaiset jäähdytysjärjestelmät. Näiden ratkaisujen haittapuolena on lisääntynyt energiankulutus sekä

suuremmat hankintakustannukset. Kaappikohtaiset jäähdytysratkaisut puolestaan auttavat pelkästään laskemaan palvelinkaapin lämpötilaa, mutta nostavat ympäröivän tilan lämpötilaa.

Kaappikohtaiset parannukset tuovat myös kustannustehokkaita ratkaisuja palvelintoimminnan edesauttamiseksi. Tutkimuksissa on todettu, että avonaisten palvelinpaikkojen täyttäminen paneeleilla, parantaa kaappikohtaista ilmankiertoa merkittävästi. Tämä tehostaa laitteiden omaa ilmankiertoa ja estää ei halutun ilmankierron syntymistä (Rasmussen 2005).

Kaapelointi on oleellinen osa toimivan palvelinympäristön rakentamista. Selkeä ja yksinkertaistettu kaapelointi edesauttaa palvelintilan ilmankiertoa. Hyvin organisoitu ja merkitty kaapelointi tekee myös huoltotoimenpiteiden suorittamisesta vaivattomampaa. Tähän tulisi myös tämän palvelintilan osalta kiinnittää huomiota. Kaapelikourujen hankinta, sekä suojaspiraalien asentaminen olisi suositeltavaa.

Kulunvalvontaa tulee suorittaa suhteessa tilan sisältöön. Jos palvelinjärjestelmä sisältää yrityksen liiketoimminan osalta kriittisiä järjestelmiä, tulisi kulunvalvontaan kiinnittää enemmän huomiota ja sitä tulisisi seurata säännöllisten lokitietojen avulla. Tämänhetkisen sisällön ja käyttötarkoituksen puitteissa kulunvalvonnan seurantaa ei ole tarkoituksenmukaista laajentaa. Järjestelmän sisällön muuttuessa kriittiseksi on puitteet kulunvalvontajärjestelmän laajentamiseksi paikallaan.

Palvelintila sisältää Laurean paloilmoitinjärjestelmään kytketyn palonilmoittimen. Tämä varmistaa sen, että palovaaratilanteessa hälytys menee perille välittömästi ja viesti saadaan oikeille viranomaisille. Palvelintilan tämänhetkinen tila huomioonottaen tulisi tila tyhjentää kaikesta mahdollisesta ylimääräisestä palokuormasta.

Palvelinlaitteille tulisi asettaa säännöllinen huoltokatkon ajankohta. Kertyvä pöly ja ilman epäpuhtaudet vaikuttavat laitteiden sisäisen jäähdytysjärjestelmän toimintaan. Laitteiden puhdistaminen ja tilan siisteyden ylläpito on osa toimivan palvelinympäristön ylläpitoa.

Olosuhteiden seurantaa voidaan tarvittaessa toteuttaa jatkossa pienin lisäinvestoinnein. Markkinoilla on useita mittauslaitteita sisäänrakennetuin verkkopalvelimin jotka keräävät tietoa tilan olosuhteista ja välittävät tämän lähiverkon kautta minne tahansa toivotulle työasemalle. Tämä mahdollistaa tarkan seurannan ja varoittaa myös määritellyt rajat ylittävistä tilanteista.

14 Yhteenveto ja oma työn arviointi

Eniten vaikeuksia työn aikana tuotti kiinteistöteknisten ominaisuuksien ja järjestelyjen selvittäminen. Palvelintilan dokumentaation puute aiheutti myös paljon lisätyötä inventaarion ja määrittelyjen muodossa. Tilan sekalainen laitekanta taas toi mukanaan selvitystyötä ja teki mahdottomaksi sen, että laitteistoa voisi tutkia yhtenä kokonaisuutena.

Opinnäytteen ollessa tietojenkäsittelytieteen työ, oli aiheen rajaaminen valitussa ympäristössä vaikeaa. Kiinteistön olosuhteet, turvallisuus ja ilmanvaihto ovat merkittävässä osassa teknisen tilan olosuhteiden määrityksessä mutta eivät ole osa tietojenkäsittelyn opiskelijan varsinaista osaamisaluetta.

Työn pääpaino asettui kyseisen palvelintilan olosuhteiden mittaamiseen. Tästä saatujen mittaustulosten suhteuttaminen laitteistovalmistajien vaatimuksiin sekä siihen, mitä yleisesti on asetettu teknisten tilojen olosuhdevaatimuksiksi. Kehitysehdotus antaa oleelliset osa-alueet kattavaan selvityksen sille, kuinka kyseistä palvelintilaa ja sen toimintaa voidaan parantaa suhteessa sen käyttötarkoitukseen.

Lähteet

Asus RS100-E4/PI2 product spreadsheet 2008. Viitattu 14.3.2009
http://www.asus.com/Product.aspx?P_ID=4kFbQiF3QpyTyEFc

Cisco ASA 5500 Series Adaptive Security Appliances System manual 2008. Viitattu 13.3.2009.
http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/vpndevc/ps6032/ps6094/ps6120/product_data_sheet0900aecd802930c5.pdf

HP ProCurve Series 2600, 2600-PWR Switches System manual 2008. Viitattu 13.3.2009.
http://www.hp.com/rnd/software/j49001074.htm

Improving Rack Cooling Performance Using Blanking Panels. Neil Rasmussen 2005. Viitattu 21.4.2009 http://www.apcmedia.com/salestools/SADE-5TPLKQ_R1_EN.pdf

Power and Energy Management for Server Systems. Ricardo Bianchini, Ram Rajamony 2003. Viitattu 29.4.2009
http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.6.8705&rep=rep1&type=pdf

Suomen rakennusmääräyskokoelma D2. 2003. Viitattu 21.4.2009
http://www.finlex.fi/data/normit/1921-D2s.pdf

Suomen rakennusmääräyskokoelma D2. 2010. Viitattu 23.4.2009
http://www.finlex.fi/data/normit/ 34164-D2-2010_suomi_22-12-2008.pdf

Temperature- Aware Modeling and Banking of IC Lifetime Reliability. Zhijian Lu 2005. Viitattu 24.4.2009
http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.74.6469&rep=rep1&type=pdf

Ten Cooling Solutions to Support High Density Server Deployment. Peter Hannaford 2006. Viitattu 21.4.2009 http://www.apcmedia.com/salestools/TDOY-5U362W_R3_EN.pdf

TIETOTEKNISTEN LAITETILOJEN TURVALLISUUSSUOSITUS 2002. Valtionhallinnon tietoturvallisuuden johtoryhmä. Viitattu 12.1.2009.
http://www.vm.fi/vm/fi/04_julkaisut_ja_asiakirjat/01_julkaisut/05_valtionhallinnon_tietoturvallisuus/20020101Tietot/turvallisuussuositus.pdf

Kuvat

Kuva 1: Palvelinkaapin rakenne 9
Kuva 2: Palvelintilan ilmastointikanavat 13
Kuva 3: Palvelintilan palonilmoitin (vasemmalla) 14
Kuva 4: WK057 datalogger ohjelmiston mittausasetukset 15
Kuva 5: Testi 1:n kuvaaja 17
Kuva 6: Testi 2:n kuvaaja 18
Kuva 7: Testi 3:n kuvaaja 19
Kuva 8: Testi 4:n kuvaaja 20
Kuva 9: Testi 5:n kuvaaja 21