

Teemu Pakarinen

**DCIM-järjestelmän testaaminen CSC:lle**

Opinnäytetyö  
Kajaanin ammattikorkeakoulu  
Tietojenkäsittely  
Luonnontieteiden koulutusala  
Syksy 2014



Koulutusala Luonnontieteiden ala	Koulutusohjelma Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma
Tekijä(t) Pakarinen, Teemu	
Työn nimi DCIM-järjestelmän testaaminen CSC:lle	
Vaihtoehtoiset ammattiopinnot Järjestelmien ylläpito	Toimeksiantaja CSC - Tieteen Tietotekniikan Keskus
Aika 2014	Sivumäärä ja liitteet 28
<p>Erilaisten pilvipalveluiden valtava kasvu ja yleistyminen on aiheuttanut konesalin määrän kasvua. Laitemäärien kasvaminen voi aiheuttaa ongelmia laitteiden dokumentoinnin suhteen. Helpoin tapa dokumentoida konesalin laitteisto on ylläpitää esimerkiksi tekstitiedostoa. Tällaisen yksittäisen tiedoston ongelma on sen versiohallinta, sillä jotkin ylläpitäjät saattavat tallentaa tiedostoa eri kohteisiin, jolloin uusin versio ei välttämättä ole aina saatavilla. Dokumentoinnin helpottamiseksi on kehitetty erillisiä keskitettyjä järjestelmiä joita kutsutaan Data Center Infrastructure Management -järjestelmiksi.</p> <p>Työn teoriaosuudessa selvitetään mitä termillä DCIM tarkoitetaan. Samalla tutustutaan DCIM-järjestelmien tarjoamiin ominaisuuksiin, joiden avulla voidaan tehostaa konesalin laitteiden dokumentointia ja monitorointia.</p> <p>Käytännöntyönä suoritetaan OpenDCIM-ohjelmiston asennus ja tarkastellaan ohjelmiston ominaisuuksia pääpiirtein. Samalla järjestelmä asennetaan CSC - Tieteen Tietotekniikan Keskukselle Kajaanin datakeskukseen. Asennustyö suoritetaan erilliseen testiympäristöön, jonka CSC siirtää myöhemmin tuotantoympäristöön. Asennuksen jälkeisissä testauksissa tarkastellaan löytyykö OpenDCIM-järjestelmästä tarpeeksi päteviä ominaisuuksia CSC:n käyttötarkoituksia varten.</p> <p>Työn aikana tuli selvittää pystyykö OpenDCIM-järjestelmän tietokantaa muokkaamaan siten, että esimerkiksi laitekorttiin voidaan lisätä uusia tietueita. Selvisi, että tietokantaa voi muokata, mutta muokkaus aiheuttaisi ongelmia myöhemmin mikäli järjestelmää päivitetäisiin uuteen versioon. Muokkauksista aiheutuvien hankaluuksien vuoksi päädyttiin OpenDCIM-järjestelmä jättämään muokkaamattomaksi. Projektin päätteeksi CSC päätyi ottamaan OpenDCIM-järjestelmän käyttöön ainakin Kajaanin datakeskuksessa. Myöhemmin järjestelmä saatetaan laajentaa kattamaan myös Espoon datakeskus.</p>	
Kieli	Suomi
Asiasanat	DCIM, openDCIM, konesalin hallinta
Säilytyspaikka	<input checked="" type="checkbox"/> Verkkokirjasto Theseus <input type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto



School Business	Degree Programme Business Information Technology
Author(s) Pakarinen, Teemu	
Title Testing a DCIM-system for CSC	
Optional Professional Studies Systems Administration	Commissioned by CSC - IT Center For Science
Date 2014	Total Number of Pages and Appendices 28
<p>The amount of different cloud-based services and their popularity has increased the demand for new data centers. The increasing amount of devices can cause difficulties during documentation. The easiest way to document assets is to create and upkeep a text file. The problem of an individual file like this is the version management. Some administrators might update the latest version of the file in a different location than others, making it hard to keep the file updated for everyone. However, there is specific software created to help documentation, i.e. Data Center Infrastructure Management (= DCIM) systems.</p> <p>The theory part discusses what the term DCIM means. The thesis also covers the possible features of different DCIM systems that can be used to facilitate asset monitoring and documentation in a data center.</p> <p>As a practical work OpenDCIM was installed and its features are briefly explained. The work also covers the installation process of the system for CSC - IT Center For Science in Kajaani. The installation was done in a separate test environment and CSC will later transfer the system into the production environment. After the installation, the OpenDCIM features were tested whether or not they satisfy CSC's requirements for a DCIM system.</p> <p>During the project it was required to find out if it is possible to edit the database used by the OpenDCIM system to include new information. The results of the test indicated that this is possible. However, altering the database would cause problems in the future if the system is updated. Because of these possible problems, it was decided that the OpenDCIM system would be left unedited. As a conclusion for the project CSC decided to start using the OpenDCIM system at least in the data center located in Kajaani. Later on the system could be edited to include the data center in Espoo as well.</p>	
Language of Thesis	Finnish
Keywords	DCIM, openDCIM, datacenter management
Deposited at	<input checked="" type="checkbox"/> Electronic library Theseus <input type="checkbox"/> Library of Kajaani University of Applied Sciences

## SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 MIKÄ TAI MITÄ ON DCIM	2
2.1 Miksi DCIM	2
3 DCIM-OHJELMISTOJEN OMINAISUUKSIA	4
3.1 Laitetiedot	5
3.2 Monitorointi	6
3.3 Raportointi	6
3.4 Kapasiteettihallinta	8
3.5 Skaalautuvuus	8
3.6 Uusien laiteasennuksien suunnittelu	9
4 DCIM-RATKAISUN VALINTA	10
5 DCIM-JÄRJESTELMÄN TULEVAISUUDEN HYÖDYT	11
6 OPENDCIM-OHJELMISTON ASENNUS JA TARKASTELU	12
6.1 OpenDCIM-järjestelmän ominaisuudet	12
7 OPENDCIM-JÄRJESTELMÄN ASENNUS JA TESTAUS CSC:LLE	17
7.1 Työn eteneminen	17
7.2 Asennuksen ja ominaisuuksien selvitys ja testaus	22
8 POHDINTA	25
LÄHTEET	27
LIITTEET	

## SYMBOLILUETTELO

Appliance	Laite, joka on valmistettu tiettyä tarkoitusta varten. Laitteessa on tarkoituksenmukainen, usein reilusti muokattu käyttöjärjestelmä. Myös laitteen komponentit ovat tarkasti valittu tiettyä käyttötarkoitusta varten. Appliancen rooli voi olla palvelin, verkkolaite tai jopa levyjärjestelmän osa. Applianceet voivat olla myös virtuaalisia, tällöin ne koostuvat vain käyttöjärjestelmästä ja ohjelmistoista.
DCIM	Data Center Infrastructure Management, termi konesalien ylläpito- ja monitorointijärjestelmistä.
Kylmäkäytävä	Konesalissa oleva osa käytävää, jossa on tehokkaampi ilmankierto. Usein kylmäkäytävän lattiassa käytetään reikälaattoja ja viileä ilma nousee lattian alta rakkikaappien eteen tai alle tarjoten kaapin laitteille jäähdytysilmaa.
PDU	Power Distribution Unit. Laite, joka asennetaan rakkikaappiin. PDU toimii eräänlaisena jatkojohtona ja siinä on useita virtapistokkeita rakkikaapin laitteille. Virtapistokkeet eroavat kodinelektronikassa käytetyistä pistokkeista
Rack Unit	Rakkikaappeihin asennettavien laitteiden korkeusyksikkö, merkitään 1U, 2U, 3U ja niin edelleen. 1U on korkeudeltaan 1,75 tuumaa eli 44,45 millimetriä.
RFID	Radio Frequency IDentification. RFID-tunniste, tai tagi, on radiotaajuuksia hyödyntävä paikannustekniikka. RFID-tunnisteita voidaan käyttää vaikkapa varastossa erilaisten pakettien ja laatikoiden merkitsemiseen. Tunnisteen avulla paketin sijainti on helposti selvitettävissä.
UPS	Uninterruptible Power Supply. Akulla varustettu varavirtalähde. Käytetään laitteiden varavirtalähteenä sähkökatkojen varalta. UPS-laitteita on monen kokoisia aina kuluttajille suunnatuista pienistä laitteista järeisiin UPS-akkujärjestelmiin.

## 1 JOHDANTO

Palveluiden ja datamäärien kasvaessa on jatkuva tarve uusille konesaleille. Myös vanhojen konesalien laitemäärät kasvavat ja esille nousee dokumentoinnin tärkeys sekä suurien laitemäärien mukana tulevat haasteet. Konesalien dokumentoinnin helpottamiseksi on kehitetty erillisiä ohjelmistoja. Tällaisia ohjelmistoja kutsutaan Data Center Infrastructure Management -ohjelmistoiksi, lyhyesti DCIM. Työn tarkoitus on käydä pääpiirtein läpi DCIM-järjestelmien tarjoamia etuja sekä ominaisuuksia.

DCIM-järjestelmien tarkoitus on toimia konesalin muiden hallinnointi- ja ylläpitojärjestelmien tukena. DCIM-järjestelmiä voidaan käyttää laiterekisterinä sekä monitorointi- ja raportointityökaluna. DCIM-järjestelmä ei välttämättä koostu pelkästään ohjelmistosta, vaan DCIM-järjestelmään voi kuulua myös laitteita. Tällaisia laitteita on usein verkkolaitteet, PDU-yksiköt sekä mitta-anturit. Lisälaitteiden tarkoitus on monipuolistaa DCIM-järjestelmän toimivuutta. Laitteiden avulla saadaan ominaisuuksia ja toimintoja, jotka eivät välttämättä olisi mahdollista saavuttaa pelkällä ohjelmistolla.

Työssä tarkastellaan hieman tarkemmin ilmaista OpenDCIM-järjestelmää ja sen tarjoamia ominaisuuksia.

Työn käytännön osana suoritetaan tilauksesta OpenDCIM-järjestelmän asennus sekä pääpiirteinen testaus CSC - Tieteen tietotekniikan keskukselle. CSC:n pyynnöstä selvitettiin löytyykö OpenDCIM-ohjelmistosta tiettyjä ominaisuuksia. Mikäli ominaisuuksia ei suoraan löytynyt, tuli selvittää onko OpenDCIM-ohjelmistoa mahdollista muokata jälkikäteen itse.

## 2 MIKÄ TAI MITÄ ON DCIM

DCIM (Data Center Infrastructure Management) ei ole täysin uusi termi tai puheenaihe, siitä on ollut puhetta jo vuodesta 2009 asti. DCIM on termi jota käytetään konesalien dokumentointiin tarkoitettuista ohjelmistoista ja järjestelmistä. DCIM-järjestelmää voi käyttää joko yksinään tai yhdistämään aikaisempia monitorointijärjestelmiä. DCIM-järjestelmällä voidaan ylläpitää ja hallinnoida konesalin keskeisiä laitteita kuten palvelimia, levyjärjestelmiä, verkkolaitteita sekä jäähdytyskoneita. DCIM-ohjelmistot mahdollistavat myös reaaliaikaisen monitoroinnin sekä tarjoavat raportointityökaluja. DCIM-järjestelmien määrän uskotaan kasvavan vuonna 2014 räjähdysmäisesti. (Potts, 2012a; Greden, 2013; Matteson, 2013.)

DCIM-järjestelmä voi koostua myös erilaisista laitteista. Järjestelmään voi kuulua etäluettavia PDU-yksiköitä, antureita, sekä RFID-tunnisteita. PDU-yksiköiden avulla voidaan tarkkailla laitteiden virrankulutusta joko laitetasolla tai rakkitasolla. Erilaisia antureita asentamalla konesaliin ja rakkikaappeihin voidaan tarkkailla ilmankosteutta sekä lämpötiloja. Lämpötila- ja ilmankosteustiedot voidaan liittää hälytysjärjestelmään. Esimerkiksi mikäli jonkin rakkikaapin sisäinen lämpötila nousee liian korkealle, hälytysjärjestelmä lähettää konesalin ylläpitäjillä sähköpostin. RFID-tunnisteita voidaan laittaa laitteisiin kiinni. Jotkin DCIM-järjestelmät osaavat automaattisesti hakea laitteen sijaintitiedot RFID-tunnisteen avulla. (Potts, 2012b.)

### 2.1 Miksi DCIM

Konesalin laitteiden ylläpito ja hallinnointi ei ole uusi juttu. Laiterekisteriä on aikaisemmin pidetty yllä esimerkiksi Excel-tiedostossa. Tällaisen laiterekisterin pitäminen voi olla hankalaa, jos yrityksessä on useita ylläpitäjiä. Laiterekisterin uusin versio saattaa olla vain yhdellä ylläpitäjällä. Mikäli muutoksia tulee laiterekisterin vanhempaan versioon, yrityksellä ei sen jälkeen ole yhtäkään täysin oikeassa olevaa laiterekisteriä. DCIM-järjestelmä toimii keskitettynä laiterekisterinä, jolloin se on aina ajan tasalla. DCIM-järjestelmissä on usein käyttäjänhallinta, jolla voidaan määritellä eri käyttäjille erilaiset käyttöoikeudet. Käyttöoikeuksilla voidaan määritellä, että vain tietyt henkilöt voivat muokata laiterekisteriä.

Hyvin suunniteltu ja toteutettu DCIM-järjestelmä pystyy vastaamaan seuraavanlaisiin kysymyksiin:

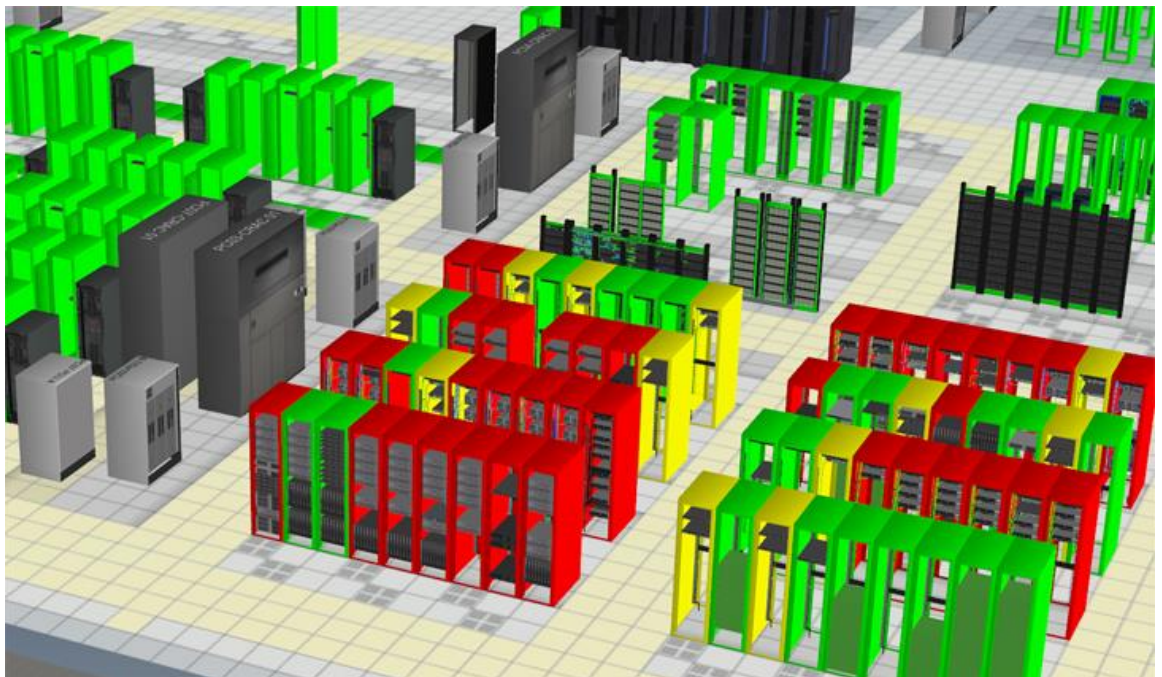
- Missä konesalin laitteet sijaitsevat?
- Mikä on paras paikka asentaa uusi palvelin?
- Onko tarpeeksi virtaa ja jäähdytystehoa tarjolla mahdollisille uusille laitteille?
- Onko konesalissa palvelimia joiden käyttöaste on alhainen? (Potts, 2012c.)

Ilman DCIM-järjestelmän antamia vastauksia edelliset kysymykset saattavat olla konesalin ylläpitäjälle haasteellisia. (Potts, 2012a; Potts, 2012c.)

DCIM-järjestelmiä voidaan hyödyntää konesalin laiteasennussuunnittelussa. Järjestelmästä voidaan tarkistaa mikäli konesalissa on tarvittavat resurssit uusien laitehankintojen varten. Laitteet vaativat sähköä, jäähdytystehoa sekä fyysistä tilaa laitekaapissa. (Potts, 2012c.)

### 3 DCIM-OHJELMISTOJEN OMINAISUUKSIA

DCIM-järjestelmät tarjoavat visuaalisen näkymän konesalista ylläpitäjille. Usein DCIM-järjestelmään voidaan asettaa konesalin pohjapiirros, jossa näkyvät laitekaapit, jäähdytyskoneet, virtakiskot, kylmäkäytävät, mahdolliset varastot sekä muut tekniset tilat. Pohjapiirroksen voi usein itse piirtää tai tuoda valmiin kuvan, joten kuvasta saa aina tilanteeseen sopivan. Jotkin DCIM-järjestelmät tarjoavat jopa 3D-näkymän konesalista. Näkymä mahdollistaa tarkemman visuaalisen näkymän konesalista verrattuna pelkkään pohjapiirrokseen.



Kuvio 1. iTRACS-järjestelmän 3D-näkymä konesalista (iTRACS)

Kuviossa 1. näkyy iTRACS-yhtiön DCIM-järjestelmän 3D-näkymä konesalista. Näkymästä selviää nopeasti mikäli jokin laitekaapille annettu raja-arvo ylittyy, esimerkiksi kaapin lämpötila. Jotkin DCIM-järjestelmät osaavat piirtää käyttäjälle visuaalisen näkymän laitteiden välisistä verkkokytkennoistä. Tämä tieto auttaa konesalin ylläpitäjää näkemään mikäli jonkin tietyn verkkolaitteen kautta kulkee paljon dataa. Riippuen verkkolaitteesta, suuret datamäärät saattavat hidastaa verkkoliikennettä. (Potts, 2012d.)

DCIM-järjestelmän käytettävyyden kannalta käyttöliittymän tulee olla selkeä ja helppokäyttöinen. Konesalin ylläpitäjän tulee järjestelmää käyttäessään nähdä selvästi mikäli konesalissa on pieniä tai suuria ongelmatilanteita esimerkiksi lämpötilojen takia. Joissakin DCIM-ohjelmistoissa on mahdollista muokata järjestelmän eri näkymiä. Konesalin ylläpitäjä voi laittaa DCIM-järjestelmän etusivulle näkyville haluamiaan tietoja laitekaapeista, lämpötiloista, palvelinten käyttöasteesta tai muista haluamistaan konesalin tiedoista. Tällöin tiedot ovat heti näkyvillä, kun järjestelmään kirjaututaan. (Potts, 2012d.)

DCIM-järjestelmän käytettävyyden kannalta on tärkeää, että järjestelmää voidaan hallita web-selaimella. Näin järjestelmän tietoja pääsee katsomaan esimerkiksi älypuhelimien tai taulutietokoneen avulla. Selainpohjainen hallinta on tärkeää nykypäivänä, koska kaikki eivät käytä samoja laitteita, koska BYOD(Bring Your Own Device)-teema on kasvussa. (Potts, 2012d.)

### 3.1 Laitetiedot

DCIM-ohjelmistoon voidaan määrittellä laitteiden ja laitekaappien fyysiset sijainnit konesalissa. Ohjelmistoon tuodaan ensin oman konesalin pohjapiirros, jossa voi olla valmiiksi merkittynä laitekaappien paikat sekä missä kohdalla konesalia on kylmäkäytävä. Pohjapiirroksen mukaisesti ohjelmistoon määritellään laitekaappien paikat siten, että ohjelmisto ymmärtää ne laitekaappeina. Määrityksen jälkeen laitekaappeihin voi lisätä laitteita. (Potts, 2012d.)

Laitteista voidaan merkitä talteen esimerkiksi laitteen nimi, valmistaja, laitteen rack unit korkeus, virtalähteiden määrä, virtalähteiden teho, verkkoporttien määrä, valmistuspäivä sekä asennus- ja käyttöönottopäivä. Monet DCIM-ohjelmistot tarjoavat myös lisätietokentän laitteille. Lisätietoihin voi kirjoittaa vapaamuotoisesti lisätietoa laitteesta esimerkiksi onko laitteeseen vaihdettu komponentteja. (Potts, 2012d.)

Laitteiden verkkoporttien määrän lisäksi voidaan merkitä portin tyyppi sekä käytettävä verkkokaapeli. Tyypillisesti konesaleissa käytetään ethernet- ja valokuitukaapeleita. DCIM-järjestelmään voi merkitä ristikytkentäpaneeleita, joiden avulla laitekaappien väliset verkkoyhteydet voidaan merkitä. Laitteiden väliset verkkoyhteydet voidaan myös merkitä

DCIM-järjestelmään. Verkkokytöksiiä voidaan hyödyntää raportointivaiheessa. (Potts, 2012d.)

### 3.2 Monitorointi

DCIM-järjestelmiä voidaan myös hyödyntää konesalin laitteiden monitoroinnissa. Kaikki DCIM-järjestelmät eivät pysty monitoroimaan laitteista kaikkia haluttuja ominaisuuksia kuten virrankulutus, käyttöaste, lämpötila ja verkon kuormitus. Onkin tärkeää tietää ennen DCIM-järjestelmän valintaa, mitä kaikkea halutaan monitoroida konesalista. Näin saadaan konesalin ylläpitojärjestelmästä halutunlainen eikä puuttuvia ominaisuuksia tarvitse korvata jollakin huonosti toimivalla väliaikaisratkaisulla. (Potts, 2012d.)

Laitteita voidaan monitoroida hyödyntäen eri kommunikointiprotokollia, kuten SNMP(Simple Network Management Protocol) tai IPMI(Intelligent Platform Management Interface). SNMP-protokollaa hyödynnetään usein UPS-, PDU- ja verkkolaitteiden kanssa kommunikointiin, IPMI-protokollaa palvelinten ja levyjärjestelmien kanssa kommunikointiin. Muitakin kommunikointiprotokollia on, mutta niiden hyödyntäminen riippuu laitteesta sekä DCIM-järjestelmästä. (Potts, 2012d.)

Jotkin DCIM-järjestelmät osaavat automaattisesti löytää verkon kautta konesalin laitteet. Järjestelmälle täytyy usein määritellä IP-osoiteavaruus, josta järjestelmä etsii laitteita. Tällaiseen verkon kautta toimivaan hakutoimintoon tarvitaan usein myös käyttäjätunnus sekä salasana, joiden avulla DCIM-järjestelmä pystyy todentautumaan verkosta löytyneelle laitteelle. (Potts, 2012d.)

### 3.3 Raportointi

DCIM-järjestelmän avulla konesalin ylläpitäjä pystyy muodostamaan erilaisia raportteja monitoroidun datan perusteella. Kaikissa DCIM-järjestelmissä ei ole samanlaisia raporttipohjia. Raportoitavina kohteina voi olla:

- laitteiden ikä
- palvelinten käyttöaste

- laitteiden sähkönkulutus
- mitä jos? -skenaariot

Laitetietoihin voidaan määrittää jokaiselle laitteelle asennus- ja valmistuspäivämäärät. Nämä päiväykset ovat tärkeitä tietoja laitteiden iän kannalta. DCIM-järjestelmän avulla voidaan tehdä koko konesalin laiterekisterin kattava raportti, josta selviää laitteiden ikä. Raportin avulla voidaan selvittää tulisiko jokin tietty laite vaihtaa uudempaan ennen kuin laite rikkoontuu. (Potts, 2012d.)

Palvelinten käyttöasteen raportointi on myös hyödyllinen osa DCIM-järjestelmiä. Raportilla voidaan tarkistaa esimerkiksi edellisen kuukauden ajalta laitteiden käyttöaste. Raportti paljastaa mikäli joissakin laitteissa on ollut vähäinen kuormitus. Tällaisessa tilanteessa voidaan pyrkiä jakamaan palvelinten kuormitusta tasaisemmin. (Potts, 2012e.)

Konesalin laitteiden sähkönkulutus on aina suuri kustannus konesalitoiminnassa. Sähkönkulutusta voidaan monitoroida ja monitoroidusta datasta voidaan tehdä raportti. Sähkönkulutusraportista nähdään mikäli jokin tai jotkin laitteet kuluttavat vain vähän sähköä. Tällöin voidaan epäillä, että laite on niin sanottu haamu-laite. Haamu-laite tai -palvelin on konesaliin asennettu laite, jolla ei ole käyttökuormaa lähes lainkaan. Tällöin laite kuluttaa sähköä ilman, että laitteen toiminnasta saadaan konesalille hyötyä. Riippuen tilanteesta haamu-laitteet voidaan poistaa käytöstä, jolloin sähkönkulutus vähenee. (Potts, 2012e.)

Monet DCIM-järjestelmät tarjoavat myös raportteja Mitä jos? -skenaarioille. Tällaisia skenaarioita voi olla esimerkiksi sähkökeskuksen rikkoontuminen. Raportti osaa generoida ylläpitäjän määrittelemän tilanteen ja raportista ilmenee mitkä kaikki laitteet jäisivät ilman sähköä. Jotkin DCIM-järjestelmät pystyvät myös generoimaan tilanteen, jossa jokin verkkolaite rikkoontuu. Tällöin raportista ilmenee kaikki laitteet joihin ei enää saataisi yhteyttä. (Potts, 2012b.)

Tällaisten raporttien tulokset toimivat hyvinä ohjeina konesalin ylläpitäjille. Tuleeko esimerkiksi sähkönjakelu suunnitella uudella tavalla, jottei mahdollisia käyttökatkoja pääse tapahtumaan. (Potts, 2012e.)

### 3.4 Kapasiteettihallinta

DCIM-järjestelmä laskee automaattisesti montako rack unittia konesalissa on tyhjillään. Järjestelmään merkitään ensin laitekaappien lukumäärä sekä monenko rack unitin korkuisia laitekaapit ovat. Yleisesti laitekaapit ovat 42U korkuisia, mutta poikkeuksia löytyy. DCIM-järjestelmä pystyy näyttämään ylläpitäjille nopeasti missä laitekaapissa on tilaa uusia laiteasennuksia varten. Järjestelmän tietoja voidaan myös hyödyntää, kun suunnitellaan tulevaisuuden laitehankintoja, tarvitaanko esimerkiksi lisää laitekaappeja vai riittävätkö vanhat. Laitekaappikapasiteetin seuranta saattaa vaikuttaa hieman turhalta, mutta DCIM-järjestelmän kautta laitekaappien tarkistaminen säästää aikaa. Yrityksen konesali saattaa sijaita pienen automatkan päässä, joten laitekaappien kapasiteetin tarkistaminen olisi turhan työlästä. (Potts, 2012d.)

Jotkin DCIM-järjestelmät pystyvät myös mittaamaan laitteiden käyttökuormaa. Laitekuormaa seuraamalla voidaan selvittää mikäli jotkin laitteet ovat ylikuormitettuja. Käyttökuormaa tasaamalla saadaan parempi hyöty konesalin laitteista. (Potts, 2012d; Potts, 2012e.)

### 3.5 Skaalautuvuus

DCIM-järjestelmät ovat suunniteltu skaalautuviksi. Skaalautuvuus on tärkeä osa DCIM-järjestelmää, koska konesalit ovat eri kokoisia. Pienet konesaliyritykset eivät tietenkään heti aluksi tarvitse järeää DCIM-ratkaisua, mutta jos yrityksen kasvusuunnitelmissa on toiminnan laajentaminen, on hyvä varautua sopivalla DCIM-ratkaisulla. Jos esimerkiksi konesaliin asennetaan uusi laitekaappi, ei laitekaapin asennus aiheuta paljoa lisätyötä DCIM-järjestelmässä. Ylläpitäjän tulee merkitä uuden laitekaapin paikka, merkitä uudet laiteasennukset sekä verkkokytkennät ja uudet laitteet ovat heti monitoroitavissa sekä raportoitavissa. Mikäli yritys rakennuttaa laajennuksen konesalille DCIM-järjestelmä tarvitsee vain päivitetyn version pohjapiirroksesta, jonka jälkeen uudet laitteet voidaan merkitä järjestelmään. (Hazzard, 2014.)

### 3.6 Uusien laiteasennuksien suunnittelu

DCIM-ohjelmistoa voidaan hyödyntää uusien laiteasennuksien suunnittelussa. DCIM näyttää konesalin ylläpitäjälle laitekaappien tietoja kuten virrankulutus, jäähdytyksen taso sekä kuinka paljon laitekaapissa on tilaa. Näiden tietojen avulla ylläpitäjä näkee helposti missä laitekaapissa on tarpeeksi kapasiteettia uutta laitetta varten. Mikäli laitekaapissa on tilaa ja tarpeeksi tehokas jäähdytys, uutta laitetta ei voi silti asentaa kyseiseen laitekaappiin mikäli siihen asennetut laitteet kuluttavat jo liian paljon virtaa. (Potts, 2012c.)

#### 4 DCIM-RATKAISUN VALINTA

Kaikissa konesaleissa on sama peruskonsepti; konesaleissa on sähköpääkeskus, josta jaetaan virtaa laitteille. Konesaleissa voi olla useita sähköpääkeskuksia siltä varalta, että jokin sähkökeskus hajoaa. Konesalit usein turvautuvat myös erillisillä generaattoreilla sähkökatkojen varalta. (Potts, 2012f.)

Konesaleissa tulee myös hoitaa laitteiden jäähdytys. Riippuen konesalin sijainnista, jäähdytyksessä voidaan hyödyntää ulkoilmaa. Jäähdytyskoneet pumppaavat ilmaa konesalin ulkopuolelta suodattimien läpi konesaliin. Vuodenajasta johtuen ilmaa saatetaan joutua koneellisesti viilentämään, jotta ilmajäähdytys on hyödyllistä. Viileä ilma pumpataan usein konesalin lattian alle, josta ilma nousee kylmäkäyväviä pitkin laitteille jäähdytysilmaksi. Vaikka monet konesalit turvautuvat samantyyillisillä jäähdytys- ja virranjakeluratkaisuilla, ovat konesalit silti erilaisia. (Potts, 2012f.)

DCIM-järjestelmää valittaessa tulee suunnitella tarkasti, mitä järjestelmältä halutaan. Tarvitaanko pelkästään visuaalinen laiterekisteri vai halutaanko pystyä monitoroimaan reaaliajassa virrankulutusta ja lämpötiloja. Kun ollaan päädytty haluttuihin ominaisuuksiin, joita DCIM-järjestelmältä vaaditaan, on aika suunnitella järjestelmän käyttöönottoa. Muun muassa Raritan, Nlyte, iTRACS sekä openDCIM Foundation tarjoavat erilaisia DCIM-ratkaisuja. (Potts, 2012f.)

Mikäli kyseessä on jo käytössä oleva konesali, on DCIM-järjestelmän käyttöönottoaminen hieman hankalampaa. Monet DCIM-järjestelmät vaativat tietynlaisia lisälaitteita toimiakseen. Jotkin näistä lisälaitteista saattavat olla PDU-laitteita, joidenka vaihtaminen saattaa aiheuttaa käyttökatkoja konesalissa. Mikäli sähkönsyöttö on huolellisesti kahdennettu, voidaan PDU-laitteita vaihtaa ilman käyttökatkoja. (Potts, 2012f.)

Rakenteilla olevaan konesaliin saadaan helposti DCIM-järjestelmä asennettua, koska siellä ei tietenkään ole vielä laitteita käytössä tai palvelimilla kuormaa. Konesalin suunnitteluvaiheessa voidaan ottaa huomioon DCIM-järjestelmän tuomat vaatimukset, kuten tietynlaiset PDU-laitteet tai laitekaapit. (Potts, 2012f.)

## 5 DCIM-JÄRJESTELMÄN TULEVAISUUDEN HYÖDYT

DCIM-järjestelmän hankkiminen osaksi konesalin hallintaa aiheuttaa kustannuksia. Ensimmäisenä tulee suunnitella, minkälainen järjestelmä sopii omiin käyttötarkoituksiin, vaatiiko järjestelmä tietyntyylisiä PDU-laitteita tai muita antureita toimiakseen. Mikäli DCIM-ratkaisu suunnitellaan alusta kunnolla alusta asti tietyn konesalin ja yrityksen vaatimusten mukaisesti, saadaan järjestelmästä toimiva ja pitkälle tulevaisuuteen skaalautuvaksi. Suunnitteluvaihe saattaa viedä pitkäänkin, mutta DCIM-järjestelmien valmistajat avustavat ratkaisun suunnittelussa tarvittaessa. (Potts, 2012e.)

DCIM-järjestelmä kertoo ylläpitäjille laitteiden virrankulutuksen. Mikäli jotkin palvelimet kuluttavat vain vähän virtaa, voidaan olettaa, että palvelimen käyttöaste on alhainen tai palvelimella ei ole kuormaa laisinkaan. Tällaisten huonosti hyödynnettyjen laitteiden löytäminen voi olla hankalaa mikäli ei ole minkäänlaista virrankulutuksen tai käyttöasteen seuranta. Yksi palvelin ei tietenkään kuluta paljoa virtaa, mutta jos konesalissa on useita käyttämättömiä laitteita, niin sähköä kuluu hukkaan. DCIM-järjestelmän avulla voidaan löytää käyttämättömiä palvelimia, joita voidaan ottaa kokonaan pois käytöstä tai ne voidaan ottaa parempaan käyttöön. Mikäli palvelimia poistetaan käytöstä, konesalin yleinen jäähdytyksen tarve vähenee. Näin ollen jäähdytyskoneiden tehoa voidaan säätää pienemmälle jolloin ne kuluttavat vähemmän virtaa. DCIM ei muuta konesalia kustannus- ja energiatahokkaaksi yhdessä yössä, mutta opastaa konesalin ylläpitäjiä eteenpäin kohti taloudellisempaa konesalia. (Potts, 2012e.)

## 6 OPENDCIM-OHJELMISTON ASENNUS JA TARKASTELO

OpenDCIM on ilmainen DCIM-ohjelmisto, jonka on kehittänyt openDCIM Foundation, Inc. OpenDCIM:n tavoitteena on eliminoida erilliset taulukko- ja tekstitiedostot joita käytetään konesalin laitteiden listaamiseen. OpenDCIM:n ensimmäinen versio 1.0 julkaistiin 17.4.2012 ja viimeisin versio 3.3 julkaistiin 4.8.2014. (openDCIM, 2014.)

### 6.1 OpenDCIM-järjestelmän ominaisuudet

OpenDCIM tarjoaa kattavan määrän hyödyllisiä ominaisuuksia joita konesalin ylläpitäjä tarvitsee.

<b>Hosted Systems</b>	
DC Count	1
Server Count	4
Other Device Count	3
Space (1U=1.75")	13 U
Power Consumption	4.80 kW
Heat Produced	1.36 Tons
Virtual Machines	0

Kuvio 2. Perustiedot kaikista konesaleista.

Kuvion 2. näkymä kertoo yksinkertaisimmat tiedot kaikista järjestelmään kirjatuihin konesaleista. On otettava huomioon, että OpenDCIM listaa vain konesaleja, joten kaikki muunlaiset tekniset tilat on merkittävä järjestelmään konesaleina. Perustiedoissa listataan palvelinten ja muiden laitteiden lukumäärä sekä näiden laitteiden viemä tila laitekaapeista.

sali01 [ Export , XML ]				
	Infrastructure	Occupied	Allocated	Available
Total U 42	1	12	0	29
Percentage	2.4%	28.6%	0.0%	69.0%
Computed Wattage			4800 Watts	
Measured Wattage			0 Watts	
Design Maximum (kW)			0 kW	
BTU Computation from Computed Watts			16377 BTU	
Data Center Size			100 Square Meters	
Watts per Square Meter			48 Watts	
Minimum Cooling Tonnage (Based on Computed Watts)			1 Tons	
Average Temperature			0 °C	
Average Humidity			0 %	

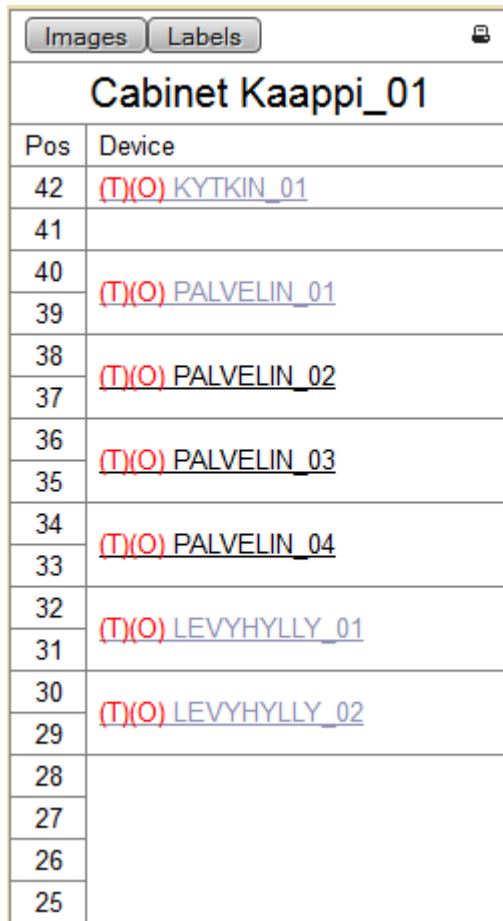
Kuvio 3. Yksittäisen konesalin perustiedot.

Kuvion 3. näkymästä selviää paljonko konesalissa on rack unitteja tilaa, paljonko on vapaana, mikä on laskennallinen virrankulutus sekä konesalin koko neliömetreinä. Näkymästä selviää myös konesalin mitattu virrankulutus mikäli konesaliin on asennettu etäluettavia PDU-laitteita. Myös konesalin lämpötila sekä ilmankosteus on mitattavissa erillisten anturien avulla.

AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	
	UPS #1				AC #1							01
												02
												03
	AB04				Panel 1-4				AJ04			04
	AB05				AF05				AJ05			05
	AB06				AF06				AJ06			06
	AB07				AF07				AJ07			07
	AB08				AF08				AJ08			08
	AB09				AF09				AJ09			09
	AB10				AF10				AJ10			10

Kuvio 4. OpenDCIM-järjestelmän malli pohjapiirrokselta

Kuviossa 4. on openDCIM-järjestelmän mukana tuleva malli konesalin pohjapiirrokselta. Järjestelmään on mahdollista siirtää oman konesalin pohjapiirros. Pohjapiirrokseseen voi ja kannattaa merkitä laitekaappien sijainnit valmiiksi. Pohjapiirrokseseen voi merkitä myös kiinteitä laitteita kuten ilmanvaihtokoneet ja UPS-järjestelmät. OpenDCIM:n tekijät suosittelevat käyttämään enintään 800 pikseliä leveitä pohjapiirroksia.



Pos	Device
42	(T)(O) KYTKIN_01
41	
40	(T)(O) PALVELIN_01
39	
38	(T)(O) PALVELIN_02
37	
36	(T)(O) PALVELIN_03
35	
34	(T)(O) PALVELIN_04
33	
32	(T)(O) LEVYHYLLY_01
31	
30	(T)(O) LEVYHYLLY_02
29	
28	
27	
26	
25	

Kuvio 5. OpenDCIM näkymä laitekaapista

Laitekaapin perusnäkökulmasta näkee kaappiin sijoitettujen laitteiden nimen sekä korkeuden. Kuviossa 5. olevissa laitteissa on merkinnät (T) ja (O), jotka tarkoittavat ettei laitteille ole merkitty omistajaa eikä niitä ole luotu valmiin mallipohjan avulla. Mikäli laitteille määrittää omistajan sekä mallipohjan, punaiset merkinnät häviävät.

Asset Tracking		Physical Infrastructure	
Device ID	1	Cabinet	sali01 / Kaappi_01
Reservation?	<input type="checkbox"/>	Device Class	Select a template...
Label	PALVELIN_01	Height	2
Serial Number	123456789	Position	39
Asset Tag	987654321	Half Depth	<input type="checkbox"/>
Primary IP / Host Name		Back Side	<input type="checkbox"/>
SNMP Read Only Community		Number of Data Ports	4
Manufacture Date	12/31/1969	Nominal Draw (Watts)	750
Install Date	08/16/2014	Number of Power Supplies	2
Warranty Company		Device Type	Server
Warranty Expiration	12/31/1969	VMWare ESX Server Information	
Last Audit Completed	Audit not yet completed	ESX Server? False	
Departmental Owner	Unassigned <input type="button" value="Show Contacts"/>		
Escalation Information			
Time Period	Select..		
Details	Select..		
Primary Contact	Unassigned		
Tags	Awaiting input...		

Kuvio 6. OpenDCIM-järjestelmän laitekortti

Laitekorttiin merkitään laitteiden eri tiedot. Tietoihin voi merkitä laitteen nimen, sarjanumeron, sijainnin, laitetyypin, laitteen korkeuden, virtalähteiden määrän sekä verkkoporttien määrän. Kuvion 6. laitekortissa on myös lisätietokenttä, johon voi kirjoittaa vapaassa muodossa omia merkintöjä laitteesta. Laitekorttiin ei valitettavasti voi merkitä suoraan esimerkiksi palvelimen keskusmuistimäärää tai prosessorien määrää. Kyseiset tiedot voi toki kirjoittaa lisätietoihin.

Lisätietokenttään voi kirjoittaa vapaassa muodossa huomioita tai tarkempia tietoja laitteesta. Lisätietokentän alapuolelta löytyy toimintalogi, johon käyttäjä voi merkitä eri huoltotoimenpiteitä mitä laitteelle on tehty. Toimintalogista näkyy päivämäärä sekä viesti mitä on tehty, esimerkiksi laitteen kovalevy on vaihdettu.

Connections						
#	Port Name	Device	Device Port	Notes	Media Type	Color Code
1	Port1	KYTKIN_01	Port1		ethernet	blue
2	Port2	KYTKIN_01	Port2		ethernet	blue
3	Port3	LEVYHYLLY_01	Port1		fibre	yellow
4	Port4	LEVYHYLLY_01	Port2		fibre	yellow

Kuvio 7. Laitekortissa näkyvät laitteen verkkokytkenät

Kuviossa 7. näkyy yksinkertainen esimerkki laitteiden välisistä verkkoyhteyksistä. Kuvioista käy ilmi mistä laitteen omasta portista on kytketty verkkokaapeli jonkin toisen laitteen tiettyyn verkkoporttiin. Jokaiseen kytkentään voidaan merkitä verkkokaapelin tyyppi sekä väri, esimerkiksi sininen ethernet-kaapeli. Jokaiseen kytkentämerkintään voidaan myös kirjoittaa pieni huomio esimerkiksi miten kaapeli on numeroitu.

Data Center	Location	Position	Height	Name	Serial Number	Asset Tag	Device Type	Template	Tags	Owner	Installation Date
sali01	Kaappi_01	29	2	LEVYHYLLY_02	798798798	897897897	Storage Array				18 Aug 2014
sali01	Kaappi_01	31	2	LEVYHYLLY_01	998877665	566778899	Storage Array				16 Aug 2014
sali01	Kaappi_01	33	2	PALVELIN_04	135135135	531531531	Server				18 Aug 2014
sali01	Kaappi_01	35	2	PALVELIN_03	456456456	654654654	Server				18 Aug 2014
sali01	Kaappi_01	37	2	PALVELIN_02	123123123	321321321	Server				18 Aug 2014
sali01	Kaappi_01	39	2	PALVELIN_01	123456789	987654321	Server				16 Aug 2014
sali01	Kaappi_01	42	1	KYTKIN_01	112233445	544332211	Switch				16 Aug 2014

Kuvio 8. OpenDCIM-järjestelmän luoma inventaarioraportti.

OpenDCIM-ohjelmiston mukana tulee muutama erilainen raporttipohja. Suurin osa raporteista on erilaisia inventaariolistauskuksia kuten kuviossa 8. oleva raportti. Kuvion raportti on yhden yksittäisen konesalin laiteinventaarioraportti. Raportti listaa laitteiden nimen, kaappisijainnin, sijainnin kaapissa, laitteen korkeuden sekä muita perustietoja.

## 7 OPENDCIM-JÄRJESTELMÄN ASENNUS JA TESTAUS CSC:LLE

Käytännönosana opinnäytetyössä suoritettiin OpenDCIM-ohjelmiston asennus sekä testaus Tieteen tietotekniikan keskus CSC:lle Kajaanin datakeskukseen. CSC on voittoa tavoittelematon osakeyhtiö, joka tarjoaa korkeakouluille, tutkimuslaitoksille sekä yrityksille tietoteknistä tukea ja resursseja. Kajaanin datakeskus rakennettiin vanhan paperitehtaan varastohalliin. Kajaanin datakeskuksessa on kaksi erillistä supertietokonetta: HP:n modulaarinen laskentaklusteri Taito sekä Crayn XC30-supertietokone Sisü. Kajaanin datakeskus avattiin 16.10.2012. CSC:llä on toimipiste myös Espoossa. (CSC, 2014)

### 7.1 Työn eteneminen

Työn alkamisesta sovittiin palaverissa tammikuussa 2014. Palaveriin osallistui minun ja opettajan lisäksi kolme CSC:n työntekijää. Palaverissa käytiin alustavasti läpi mitä eri työvaiheita projektiin kuuluu. Myös alustavasta aikataulusta sovittiin.

Projektin aikana pidettiin tilannekatsauksia parin viikon välein, jotta projekti ei jää tekemättä ja projektin molemmat osapuolet tietävät missä vaiheessa projekti on. CSC oli tehnyt alustavan selvitystyön eri DCIM-ratkaisujen välillä, joten tehtävänä oli enää suorittaa OpenDCIM-ohjelmiston asennus ja testata sen ominaisuuksia tarkemmin.

Asennusympäristöksi sovittiin CentOS 6.5 versio, koska se täytti CSC:n asettamat tietoturvaehdot. CentOS 6.5 asennettiin virtuaalikoneena CSC:ltä saadulle kannettavalle tietokoneelle hyödyntäen VMwaren virtualisointiohjelmistoa. CentOS käyttöjärjestelmästä asennettiin vain perusversio ilman graafista käyttöliittymää, koska OpenDCIM-ohjelmistoa käytetään nettiselaimella, joten palvelin ei tarvitse graafista käyttöliittymää.

Käyttöjärjestelmän asentamisen jälkeen tuli selvittää OpenDCIM:n ohjelmistovaatimukset, jotta ohjelmisto toimisi. OpenDCIM vaatii toimiakseen Apache 2.x tai uudemman verkkosivupalvelimen, MySQL 5.x tai uudemman relaatiotietokannan sekä PHP 5.3 tai uudemman ohjelmointikielipaketin. Käyttöjärjestelmävaatimuksia ei ole, joten ohjelmiston voi asentaa mille tahansa käyttöjärjestelmälle kunhan vain edellä mainitut palvelut ja ohjelmistot löytyvät. OpenDCIM on rakennettu toimimaan vain Apache

verkkosivupalvelimen kanssa. OpenDCIM tallentaa käyttäjän syöttämät laitetiedot MySQL relaatiotietokantaan. Tietojen varmuuskopiointi onnistuu kätevästi tietokantapalvelimen omilla toiminnoilla. OpenDCIM hyödyntää PHP ohjelmointikieltä silloin kun käyttäjä tekee muutoksia tietokantaan OpenDCIM:n hallintapaneelin kautta.

OpenDCIM vaatii myös toimiakseen käyttäjän autentikoinnin, kun palvelua halutaan käyttää. Käyttäjän autentikointi voidaan suorittaa muutamalla eri tavalla. Yksinkertaisin ratkaisu on luoda paikallinen salasanatiedosto, jota Apache hyödyntää käyttäjän kirjautumisvaiheessa. Kyseinen tapa on tietoturvallisesti huono ratkaisu eikä sitä suositella käytettäväksi kuin pienissä suljetuissa testiympäristöissä. Paikallisen salasanatiedoston tunnukset eroavat myös mahdollisesta käytössä olevasta Active Directory -ympäristöstä, joten käyttäjien tulisi muistaa kahdet eri tunnukset. Apache-verkkosivupalvelin voidaan konfiguroida toimimaan Active Directoryn kanssa jolloin käyttäjien tunnukset toimivat myös OpenDCIM:ssä. Testiympäristössä käyttäjän autentikointi suoritettiin paikallisen salasanatiedoston avulla ympäristön yksinkertaisuuden ja Active Directoryn puuttumisen vuoksi.

Apache-verkkosivupalvelin asennettiin komennolla 'yum install httpd'. Komento lataa ja asentaa uusimman version Apache-verkkosivupalvelimesta. Apache voitaisiin konfiguroida toimimaan myös suojatussa yhteydessä, mutta kyseistä ominaisuutta ei otettu testiympäristössä käyttöön. Ominaisuus vaatisi erillisen SSL-modulin asennuksen palvelimelle sekä sertifikaattitiedostojen luonnin.

Testiympäristössä käyttäjän autentikointiin käytettiin .htaccess sekä passwd -tiedostoja. Apache verkkosivupalvelimessa on mahdollista käyttää paikallisiin tiedostoihin ja asetuksiin perustuvaa käyttäjän autentikointia. Autentikointimenetelmää ei tosin suositella käytettäväksi ellei kyseessä ole suljettu testiympäristö tai jos muita autentikointitapoja ei ole mahdollista käyttää. Autentikointimenetelmän käyttöönottamisessa tulee muokata apache verkkosivupalvelimen konfigurointitiedostoa httpd.conf, joka sijaitsee tiedostopolussa /etc/httpd/conf.

Httpd.conf -tiedostoon tulee muokata AllowOverride - AuthConfig rivi. Oletuksena rivillä lukee AllowOverride - None. Muokkaamalla konfigurointitiedostoa apache verkkosivupalvelimessa voi nyt käyttää .htaccess tiedostoja käyttäjien autentikointiin.

Pelkästään Apache-verkkosivupalvelimen muokkaaminen ei riitä, vaan käyttäjän tulee luoda tarvittava `.htaccess`-tiedosto. Tiedoston tärkeimpänä rivinä on `AuthUserFile`, joka määrittää käytettävän salasana-tiedoston sijainnin. Salasana-tiedoston voi luoda komennolla `'htpasswd -c /var/www/passu/passuja dcim'` jolloin luodaan tiedosto nimeltä `passuja`. Tiedostoa luodessa käyttäjältä kysytään salasana käyttäjälle `'dcim'`. `Htpasswd`-komennolla luodussa salasana-tiedostossa salasanat eivät ole selkokielisenä tekstinä.

MySQL-tietokantapalvelin asennetaan komennolla `'yum install mysql-server'`. Tietokantapalvelimen asennuksen jälkeen se käynnistetään komennolla `'service mysqld start'`. Tietokantapalvelimen käynnistyksen jälkeen `OpenDCIM`:n tekijät suosittelevat, että tietokantapalvelin suojataan erillisellä `'mysql_secure_installation'` komennolla. MySQL-palvelimen suojaustoiminnon avulla voidaan poistaa anonyymit käyttäjät sekä tietokantapalvelimen pääkäyttäjän etäkäyttö. Näillä toiminnoilla saadaan tietokantapalvelimesta tietoturvasempi.

PHP-palvelu asennettiin testiympäristöön komennolla `'yum install php'`. Tämä komento lataa ja asentaa uusimman version kyseisestä palvelusta. `OpenDCIM` ei vaadi, että PHP-palveluun tehdään asennuksen jälkeisiä muutoksia.

`OpenDCIM`:n vaatimuksien lisäksi testiympäristöön asennettiin `PhpMyAdmin`-palvelu, jonka avulla ylläpitäjä voi helposti hallita MySQL-tietokantoja nettiselaimessa toimivan käyttöliittymän avulla. `PhpMyAdmin`-palvelu ei ole suoraan ladattavissa `CentOS`-käyttöjärjestelmälle, vaan käyttäjän tulee ensin ladata ja asentaa erillinen repository. Repositoryn avulla käyttäjä pystyy lataamaan ja asentamaan `PhpMyAdmin`-palvelun. `PhpMyAdmin`-palvelua voidaan käyttää nettiselaimella osoitteessa `'koneen ip-osoite/phpmyadmin'`. Käyttäjä voi kirjautua `PhpMyAdmin`-palveluun käyttämällä MySQL-palvelun käyttäjätunnusta ja salasanaa.

`OpenDCIM` vaatii toimiakseen tietokannan sekä erillisen käyttäjän tietokannalle. `OpenDCIM` määrittelee halutun tietokannan sekä käyttäjän `db.inc.php` -tiedostossa. Oletuksena tiedostossa on tietokanta nimeltä `dcim`, käyttäjä nimeltä `dcim` sekä käyttäjän salasana `dcim`. Tällainen nimeämiskäytäntö ei ole tietoturallinen, vaan vähintään käyttäjä sekä salasana tulisi vaihtaa. Testitarkoituksiin riittää yksinkertainen nimeämiskäytäntö, jota hyödynnettiin työn testivaiheessa. Käyttäjän sekä tietokannan voi luoda MySQL:n omilla

komennolla tai käyttäjänluontiin voi käyttää PhpMyAdmin -työkalun käyttäjähallintaa. PhpMyAdmin-työkalun avulla voidaan luoda helposti käyttäjä sekä tietokanta samalla toiminnolla.

## Add user

**Login Information**

User name: Use text field: dcim

Host: Local localhost

Password: Use text field: .....

Re-type: .....

Generate password:

**Database for user**

None  
 Create database with same name and grant all privileges  
 Grant all privileges on wildcard name (username\\_%)

Kuvio 9. phpMyAdmin-työkalun käyttäjänlisäys

Kuviossa 9. olevan käyttäjän lisäystoiminnon avulla luodaan dcim -niminen käyttäjä sekä saman niminen tietokanta. Dcim-nimisellä käyttäjällä on myös täydet luku- ja kirjoitusoikeudet tietokantaan.

OpenDCIM-ohjelmiston voi ladata netistä ilmaiseksi OpenDCIM:n kotisivuilta osoitteesta <http://opendcim.org/downloads.html>. Sivulla näkyy lista saatavilla olevista versioista sekä eri versioiden julkaisupäivämäärät. OpenDCIM:n asennustiedostot ladattiin testiympäristöön käyttämällä CentOS:n wget-komentoa, jolla pystyy lataamaan tiedostoja ilman erillistä nettiselainta.

OpenDCIM:n alkuvaatimuksien ja asennustiedostojen lataamisen jälkeen oli aika asentaa varsinainen järjestelmä. Aluksi OpenDCIM:n tiedostot tuli siirtää haluttuun kansioon Apache verkkosivupalvelimella. Pelkkä tiedostojen siirtäminen ei riitä, vaan ohjelmisto tulee myös asentaa. Asennus tapahtuu nettiselaimella kirjoittamalla OpenDCIM:n tiedostopolun osoiteriville, esimerkiksi 192.168.1.111/dcim. OpenDCIM ohjeistaa, että apache-

verkkopalvelin tulisi konfiguroida niin, että DCIM -järjestelmä vastaa osoitteeseen <https://opendcim.esimerkki.fi>. Tässä vaiheessa asennusohjelma ilmoittaa onko kaikki vaaditut esiasennukset tehty oikein. Mikäli asennusvaihe toteaa, että kaikki alustavat toimenpiteet on suoritettu oikein, asennusohjelma käskää käyttäjää nimeämään OpenDCIM:n tiedostoissa olevan db.inc.php-dist -tiedoston db.inc.php tiedostoksi. Tämän jälkeen asennussivu päivitetään jolloin asennusohjelma siirtyy seuraavaan vaiheeseen.

OpenDCIM:n asennuksen seuraavassa vaiheessa käyttäjä pääsee määrittelemään yrityksen sekä konesalin perustietoja. Tietoihin määritellään muun muassa yrityksen nimi sekä käytettävä aikavyöhyke. Seuraavaksi määritellään yrityksen käytössä oleva konesali. Konesalille määritellään vähintään nimi sekä pohjapiirros. Konesalin muita tietoja voi olla muun muassa osoite sekä pinta-ala. Konesalin määrittämisen jälkeen asennusohjelma pyytää käyttäjää määrittämään laitekaapin konesaliin. Näiden määritysten ja tietojen lisäämisen jälkeen asennusohjelma pyytää käyttäjää poistamaan tai nimeämään uudestaan install.php -tiedoston. Tiedoston poistamisen jälkeen käyttäjä voi kirjoittaa selaimen osoiteriville <https://opendcim.esimerkki.fi> jolloin käyttäjä pääsee OpenDCIM-järjestelmän etusivulle.

OpenDCIM:n asennuksen ja alustavan konfiguroinnin jälkeen järjestelmä oli valmis käytettäväksi. Seuraava toimenpide oli muokata ja siirtää CSC:n datakeskuksen laitetilojen pohjapiirroksen OpenDCIM-järjestelmään. Pohjapiirroksien jälkeen järjestelmään lisättiin kaikki laitekaapit oikeille paikoille hyödyntäen CSC:n nimeämiskäytäntöä. Laitekaappien sekä pohjapiirrosten lisäksi järjestelmään tuli kirjata laitetiedot kunkin laitteen osalta. Uusia laitteita lisättäessä tulee ensin valita haluttu laitekaappi, jossa laite sijaitsee. Kaappinäkylässä on valittavana Lisää laite -toiminto. Laitteiden lisääminen on siis hieman hidas toimenpide, koska käyttäjän tulee ensin valita haluttu konesali tai laitetila, jonka jälkeen valitaan laitekaappi johon laite lisätään. Laitetiedot merkittiin muutoin täydellisesti CSC:n aikaisemman laiterekisterin pohjalta, mutta laitteiden verkkokytkenät jätettiin merkittämättä testiympäristöön.

Laiterekisteriä päivittäessä OpenDCIM-ohjelmistosta julkaistiin uusi versio. Työn tilaaja pyysi selvittämään kuinka versiopäivitys suoritetaan. OpenDCIM:n tarjoamassa päivitysohjeessa sanotaan, että ohjelmiston uudet tiedostot kopioidaan tai siirretään aikaisempien tiedostojen tilalle, jonka jälkeen install.php -asennustiedosto suorittaa päivitystoimenpiteet. Uusissa OpenDCIM-versioissa voi olla esimerkiksi muutoksia

tietokannassa, jotka asennustiedosto päivittää oikein. Onnistuneen päivityksen jälkeen install.php-tiedosto poistetaan tai nimetään uudestaan, jotta järjestelmä toimii kuten ennenkin. Ennen versiopäivitystä tulee huomioida mahdolliset päivitysvirheet. Näiden varalta onkin suositeltavaa, että vähintään OpenDCIM:n käyttämästä tietokannasta otetaan varmuuskopio.

## 7.2 Asennuksen ja ominaisuuksien selvitys ja testaus

Alustavan asennuksen ja laitetietojen lisäyksen jälkeen tuli käydä läpi CSC:n luoma lista erilaisten ominaisuuksien ja toiminnallisuuksien osalta, joita toivottiin OpenDCIM-järjestelmältä. Selvitettäviin ominaisuuksiin kuuluu:

- tilojen pohjapiirrokset ja laitekaappien sijainnit
- laitteiden sijainti laitekaapeissa
- käytetyt / vapaat / varatut rack unitit
- muiden teknisten tilojen pohjapiirrokset
- kytkimet, porttimäärät sekä -tyypit
- ristikytkentäpaneelit
- laitteen ID
- nimi
- IP-osoite
- valmistaja
- malli
- sarjanumero
- laitteen korkesu RU
- tilasijainti
- laitepaikka laitekaapissa
- laitteen tehtävä / laitetyyppi

- hankinta- ja käyttöönottopäivämäärä
- virtalähteiden lukumäärä sekä teho
- käyttöjärjestelmä

Esimerkiksi laitteen ID-merkinnän kanssa oli hieman epäselvyyttä aluksi. OpenDCIM merkitsee laitekorttiin automaattisesti tietueen nimeltä 'ID', joka toimii laitemerkintöjen yksilöivänä merkintänä tietokannassa. Onneksi laitekortissa on tietueet 'Serial Number' ja 'Asset Tag', joiden avulla voidaan merkitä laitteen sarjanumero sekä omavalintainen muu merkintä, tässä tapauksessa CSC:n oma laite-ID. Laittekortissa ei ole erikseen tietuetta laitteen käyttöjärjestelmää varten, mutta laitekortin tageihin voi merkitä käyttöjärjestelmän. Muutoin edellä listatut ominaisuudet löytyvät openDCIM-järjestelmästä suoraan.

Osa CSC:n vaatimista ominaisuuksista laitemerkintöihin liittyen olisi vaatinut muutoksia tietokantaan, kuten:

- laitteen myyjä
- kovalevyjen lukumäärä sekä kapasiteetti
- prosessoritiedot
- keskusmuistin määrä

Järjestelmän tietokannan muokkaaminen jätettiin suorittamatta, koska tietokannan muokkaus olisi aiheuttanut ongelmia viimeistään ohjelmiston päivitysvaiheessa. Muokkausta vaativien tietueiden kanssa päädyttiin merkitsemään tiedot laitekortin lisätietoihin. Lisätietokenttään pystyy merkitsemään vapaassa muodossa tekstiä, mutta lisätiedoista ei voi hakea tietoa. Tämä on ikävä hidaste, koska laitteiden lisätiedot näkyvät vasta kun kyseisen laitteen laitetiedot avataan. Projektin aikana ilmeni muutama muu selvitettävä asia, jotka päätettiin jättää tämän projektin ulkopuolelle. Epäselvät aiheet olivat:

- PDU-laitteiden tietojen etälukeminen
- ESX-palvelimien tietojen kerääminen
- haku-toiminnon laajentaminen kattamaan lisätietokenttä

OpenDCIM-järjestelmän dokumentoinnissa kerrotaan, että järjestelmällä voi etälukea PDU-laitteita. Ominaisuudesta ei ollut enempää tietoa, joten epäselväksi jäi mitä tietoa PDU-laitteista voidaan lukea, onko esimerkiksi mahdollista saada yhden yksittäisen laitteen virrankulutus selville. PDU- ja muihin sähkönsyöttölaitteisiin liittyvät ominaisuudet päätettiin jättää CSC:n selvitettäväksi myöhemmässä vaiheessa, koska kyseiset ominaisuudet eivät olleet kovin tärkeitä tämän projektin kannalta.

Palvelinlaitteisiin voidaan merkitä erillinen 'ESX-server' tagi, jolla järjestelmälle määritetään kyseisen palvelimen olevan virtualisointipalvelin. Tällaiselta palvelimelta voi myös hakea joitakin tietoja hyödyntäen SNMP-protokollaa. Projektin aikana alustavasti tuli selvittää mitä tietoja ESX-palvelimilta voi hakea, mutta palvelimien tiedon hakeminen katsottiin aiheettomaksi tässä vaiheessa projektia. Tarkoituksena oli myös selvittää voisiko DCIM-järjestelmän haku-toimintoa muokata hakemaan myös lisätietokentästä, mutta aiheen selvittäminen päätettiin jättää väliin tämän projektin osalta.

Tietoturvan kannalta tärkeänä asiana oli selvittää onko käyttäjän autentikointiin mahdollista käyttää muuta kuin htaccess-suojasta. Autentikointiin löytyi vastaus OpenDCIM:n omista dokumentaatioista, joissa sanotaan, että käyttäjän autentikointiin voidaan käyttää mitä tahansa Apache -palvelun tukemaa autentikointijärjestelmää. Tämän avulla OpenDCIM-järjestelmän käyttäjän autentikointi saadaan yhdistettyä CSC:n jo olemassa oleviin käyttäjänhallintajärjestelmiin.

Työn lopputuloksena CSC päätyi ottamaan OpenDCIM-järjestelmän käyttöön Kajaanin datakeskuksessa ja laajentaa järjestelmän Espoon datakeskukseen myöhemmin.

## 8 POHDINTA

Työn päätavoite oli selvittää soveltuuko OpenDCIM-ohjelmisto CSC - Tieteen tietotekniikan keskuksen tarpeisiin. Työn aihe tuli ehdotuksena minulle vuoden 2014 alussa, kun CSC oli ottanut yhteyttä Kajaanin Ammattikorkeakouluun ja kysynyt löytyykö työlle tekijää. CSC oli tehnyt jo alustavat selvitykset eri ohjelmistojen osalta, joten tässä työssä ei ollut aiheellista vertailla ohjelmistojen ominaisuuksia. DCIM oli aiheena jo tässä vaiheessa tuttu, koska DCIM-järjestelmiin pääsi tutustumaan työharjoittelun aikana.

Teoriaosan lähdemateriaalia haettiin lähinnä sähköisistä aineistoista. Vaikka käytetyt lähteet ovat muutaman vuoden vanhoja, on DCIM silti aiheena uudehko eikä siitä ole kirjoitettu julkisiin artikkeleihin kovin paljoa.

Työn käytännönosuus eteni kohtalaisen hyvää vauhtia, joskin kevään muut opinnot hidastivat työtä jossakin määrin. Kevään aikana ilmeni muutama iso koulutyö, joiden takia täytyi jättää opinnäytetyön tekeminen vähemmälle. Työn edetessä vastaan tuli myös toisenlainen hidaste, kun CSC:n tarjoaman kannettavan tietokoneen käyttöjärjestelmä kaatui, joka aiheutti pienen ongelman virtualisoidun testiympäristön tietokannassa. Tietokanta jäi lukkoon, joka piti korjata muokkaamalla tietokannan käyttämiä tiedostoja. Onneksi tietokanta saatiin uudelleen toimintakuntoon eikä tietoja hävinnyt.

Työn yhtenä osana oli tarkoitus selvittää onko OpenDCIM:n tietokantaa mahdollista muokata siten, että esimerkiksi laitekorttiin voisi lisätä tietueita. Selvisi, että tietokannan muokkaaminen on toki mahdollista, mutta muokkaukset aiheuttaisivat ongelmia mikäli järjestelmää päivitetään uuteen versioon. Tulevien ongelmatilanteiden välttämiseksi päädyttiin käyttämään OpenDCIM-järjestelmää sellaisenaan.

DCIM-järjestelmät ovat tärkeä osa konesalin ylläpitoa. Järjestelmien tarjoamat monitorointi- sekä raportointityökalut helpottavat ylläpitoa ja yleistä konesalin laitteiden hallintaa. Erityisesti sähkönkulutuksen seuranta ja haamu-palvelinten löytäminen auttavat konesalin ylläpitäjiä muuntamaan konesaleista entistä energiatehokkaampia.

Keskitetty laiterekisteri on myös erittäin tärkeä ominaisuus, joka on hankala toteuttaa esimerkiksi Excel-tiedoston avulla. Kyseisestä tiedostosta ei välttämättä ole saatavilla täysin ajantasaista versiota. DCIM-järjestelmien selainpohjainen hallinta takaa sen, että järjestelmä

on käytettävissä lähes kaikilla päätelaitteilla. Selainpohjaisuus on tänä päivänä hyvin tärkeässä roolissa varsinkin kasvavan BYOD(Bring Your Own Device) -teeman kanssa.

DCIM-järjestelmä on tärkeä osa konesalitoiminnassa. Konesalien laajentuessa laitemäärätkin kasvavat, joten tieto laitteiden sijainnista ja tilasta on toiminnan kannalta tärkeää. Konesalien määrän noustessa DCIM-järjestelmien ja -asiantuntijoiden tarve kasvaa huomattavasti, joten DCIM-järjestelmät voisivat olla mielenkiintoinen aihe tulevaisuuden työllistymisen kannalta

DCIM-järjestelmää hankkiessa on hyvä ottaa selvää kaikista vaihtoehdoista. Vaikka OpenDCIM on pienen yrityksen tuote on se silti hyvä vaihtoehto yrityksille jotka eivät tarvitse ihan kaikkia mahdollisia ominaisuuksia. Muita DCIM-järjestelmiä tarjoaa muun muassa Raritan, Nlyte ja iTRACS. Isojen yritysten tuotteiden etuna on oletettavasti kattavammat asiakaspalvelut.

## LÄHTEET

CSC: CSC - Tieteen tietotekniikan keskus, 2014 [www.csc.fi/csc](http://www.csc.fi/csc) (luettu 17.11.2014)

Greden, Lara, 2013. Preparing for DCIM in 2014: Best Practices for Getting it Right  
<http://www.datacenterknowledge.com/archives/2013/12/17/preparing-dcim-2014-best-practices-getting-right/> (luettu 11.3.2014)

Hazzard, Tim, 2014. DCIM Takes Mid-size Data Centers to the Next Level  
<http://www.datacenterknowledge.com/archives/2014/02/17/dcim-takes-mid-size-data-centers-next-level/> (luettu 10.3.2014)

iTRACS. <https://www.itracs.com/why-itrac-why-now/interactive-3d-visualization/> (luettu 10.3.2014)

Matteson, Scott, 2013. What you need to know about Data Center Infrastructure Management (DCIM). <http://www.techrepublic.com/blog/data-center/what-you-need-to-know-about-data-center-infrastructure-management-dcim/> (luettu 8.3.2014)

openDCIM, 2014 Released versions of openDCIM. <http://opendcim.org/downloads.html> (luettu 26.11.2014)

Potts, Michael, 2012a. DCK Guide to Data Center Infrastructure Management(DCIM)  
<http://www.datacenterknowledge.com/archives/2012/05/22/guide-data-center-infrastructure-management-dcim/> (luettu: 27.2.2014)

Potts, Michael, 2012b. What Lies Ahead for the Future of DCIM?  
<http://www.datacenterknowledge.com/archives/2012/06/07/the-future-of-dcim/> (luettu: 1.3.2014)

Potts, Michael, 2012c. Why Do I Need DCIM?  
<http://www.datacenterknowledge.com/archives/2012/05/24/why-do-i-need-dcim/> (luettu: 27.2.2014)

Potts, Michael, 2012d. What Functionality is Important for DCIM Solutions?  
<http://www.datacenterknowledge.com/archives/2012/05/29/important-functionality-for-dcim-solutions/> (luettu: 1.3.2014)

Potts, Michael, 2012e. DCIM Yields Return on Investment

<http://www.datacenterknowledge.com/archives/2012/06/05/dcim-return-on-investment/> (luettu: 8.3.2014)

Potts, Michael, 2012f. How Do I Select a DCIM Tool to Fit My Data Center?

<http://www.datacenterknowledge.com/archives/2012/05/31/selecting-dcim-tools-for-data-center/> (luettu: 8.3.2014)

