

Laitekannanhallinta käyttäen radioaalto tunnistausta



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Riihimäki, Tietotekniikan koulutusohjelma

Syksy 2017

Lauri Vanhala

Tietotekniikan koulutusohjelma
Riihimäki

Tekijä	Lauri Vanhala	Vuosi 2017
Työn nimi	Laitekannanhallinta käyttäen radioaaltotunnistusta	
Työn ohjaaja	Teemu Järvenpää	

TIIVISTELMÄ

Työn tavoitteena oli tutkia erilaisia kehitysehdotuksia asiakasyrityksen käyttöönottamana RFID-systeemin sekä inventaarion automatisoinnin parantamiseksi. Tarkoituksena oli tutkia useita eri tapoja parantaa käyttöönotetun tekniikan hyödyntämistä mahdollisimman monipuolisesti sekä tutkia mahdollisia tekniikoita, jotka voisivat olla vaihtoehto tulevaisuudessa.

Asiakasyritys oli ottanut aikaisemmin käyttöönsä passiivisilla RFID-tägeillä toteutetun laitekannan seurantajärjestelmän. Työssä käydään läpi passiivisten tágien käyttöönottoprosessi sekä kehitysehdotukset.

Työ toteutettiin tutkimalla erilaisia vaihtoehtoja, joilla passiivisia tägejä voidaan hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti. Tämä pitää sisällään kehitysehdotuksia, joilla pystytään helpottamaan entisestään laitekannan inventaariota hyödyntäen passiivisia tägejä. Tutkimme myös vaihtoehtoisia mahdollisuuksia, kuten aktiivisten tágien käyttöönottoa ja niiden tuomia hyötyjä konesaliympäristössä.

Kehitysehdotuksia ovat esimerkiksi passiivisten tágien lukemisen nopeuttaminen, portaalien asentaminen konesalien oville liikkuvien laitteiden jäljittämiseksi tai aktiivisten tágien käyttöönotto.

Avainsanat Konesalin laitekannan hallinta, RFID, CMDB

Sivut 31 sivua

Degree Programme in Information Technology
Riihimäki

Author	Lauri Vanhala	Year 2017
Subject	Asset management using radio-frequency identification	
Supervisor	Teemu Järvenpää	

ABSTRACT

The target for this thesis project was to explore various methods for developing RFID-system that the commissioner had deployed and to examine how to improve the efficiency of doing inventory in the data center. The purpose of this thesis project was to examine different solutions on how to utilize RFID technology to its full potential and to explore technologies which might be an option in the future.

The commissioner had earlier deployed an asset management system which was executed using passive RFID-tags. In this thesis we undergo the deployment of passive RFID-tags in the data center environment and give possible proposals on how to develop the system.

The project was carried out by examining various options on how to utilize the passive tags most efficiently. The work consisted of giving proposals which would help doing inventory of devices at the data center. We also explored alternative solutions, such as deployment of an active RFID-system.

To improve the passive RFID-system the following proposals were made: methods for speeding up the reading of passive tags, deployment of portals next to the exit doors in the computer rooms or the deployment of an active RFID-system.

Keywords Data center asset management, RFID, CMDB

Pages 31 pages

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	KONESALIN LAITEKANNAN SEURANTA.....	2
2.1	Laitteiden kirjanpito	2
2.1.1	Mitä kirjanpito sisältää?	3
2.1.2	CMDB	4
2.2	Laitteiden elinkaari.....	5
2.2.1	Elinkaaren vaiheet	6
2.3	Konesalin standardit ja toimintaohjeet.....	7
2.3.1	ISO-standardit.....	8
2.3.2	ITIL	8
2.4	RFID	10
2.4.1	Lukija.....	11
2.4.2	Passiivinen RFID	12
2.4.3	Aktiivinen RFID.....	13
2.5	DCIM.....	14
2.5.1	Miksi ottaa DCIM käyttöön?.....	15
3	DATAKESKUKSEN LAITEKANNAN HALLINTA RFID-TÄGEIN	16
3.1	Työn tavoite ja hyödyt.....	16
3.2	Tägien käyttöönotto.....	16
3.2.1	Asennus laitteisiin.....	17
3.2.2	Inventaario ja datan lisääminen CMDB:hen.....	19
3.3	Kehitysehdotukset.....	20
3.3.1	Käytössä olevan järjestelmän huonot puolet.....	20
3.3.2	Nykyisen järjestelmän parantaminen	21
3.3.3	Aktiivisten tägien käyttöönotto.....	23
4	YHTEENVETO	25
	LÄHTEET	27

1 JOHDANTO

Alati kasvava laitteiden määrä moderneissa konesaleissa tuo esille laitekannanhallinnan tärkeyden. Paitsi että laitekanta on suurempi kuin ikinä, se on myös koko ajan nopeammin muuttuvassa ympäristössä. Nykyaikaisen konesalin laitekanta voi koostua jopa 10 000 laitteesta. Jotta jokainen laite on helposti tunnistettavissa, täytyy yrityksen ottaa käyttöön jokin tapa yksilöidä laitteet niin, että niiden tunnistaminen ja seuraaminen konesalissa on mahdollista helposti ja nopeasti.

Laitteiden helppo tunnistettavuus ei pelkästään helpota konesalityöntekijöiden työtä, vaan parantaa koko konesalin kustannustehokkuutta, hallittavuutta, palvelun laatua sekä tietoturvallisuutta. Hyvä laitekannanhallinta takaa tarkan tiedon konesalissa olevista laitteista, antaen mahdollisuuden suunnitella resurssien käyttöä tarpeen mukaan, nyt ja tulevaisuudessa.

Tässä työssä asiakasyritys ottaa käyttöön passiivisilla RFID-tägeillä toteutetun laitekannan seurantajärjestelmän saadakseen tarkan kuvan konesalissa olevista laitteista. Työssä käydään läpi tágien käyttöönottoprosessi sekä tutkitaan kehitysmahdollisuuksia käyttöönotetun järjestelmän ja RFID-tekniikan mahdollisimman kattavasta hyödyntämisestä konesaliympäristössä. Lisäksi otettiin myös selvää, miten automaatiota voidaan parantaa konesalin inventaariossa.

Työn tarkoituksena on kuvata RFID-tágien käyttöönotto suuressa konesalissa yksityiskohtaisesti ja tutkia mahdollisia kehitysehdotuksia sen perusteella, mitä puutteita käyttöönotetussa systeemissä on havaittu. Tavoitteena on antaa asiakasyritykselle erilaisia ehdotuksia, joilla se voisi parantaa laitekantansa hallintaa ja seurantaa erilaisilla ratkaisuilla.

Tämä työ koostuu kolmesta osasta, jossa ensimmäisessä käsitellään konesalin ja sen laitekannanhallinnalle avainasemassa olevia käsitteitä, selitetään niiden tärkeys ja relaatio opinnäytetyöhön. Tämä luo pohjan sille, miksi laitekannanhallinta on niin tärkeä osa konesalipalveluiden tarjoamisessa ja selittää tarpeen tälle opinnäytetyölle. Toisessa osassa käydään läpi passiivisten RFID-tágien käyttöönotto. Viimeisessä osassa tutkitaan erilaisia mahdollisuuksia parantaa käyttöönotettua systeemiä.

2 KONESALIN LAITEKANNAN SEURANTA

Konesalit ovat koko ajan muuttuva ympäristö. Laitteiden kasvava määrä pakottaa yritykset parantamaan laitekantansa seurantaa ja inventoinnin tehokkuutta. (Omni-ID, 2009.) Laitteiden kirjanpidon täytyy olla ajan tasalla, sillä puutteellinen tieto konesalissa olevista laitteista johtaa turhaan resurssien kuormitukseen. Tämä kuormitus voi olla esimerkiksi laitteen etsintää konesalista, ylimääräistä sähkön kulutusta tai tilan haaskausta. Pahimmassa tapauksessa yksi puutteellisesti inventoitu laite voi sitoa useita työntekijöitä jopa tunneiksi. Tällainen hukkatyö maksaa aikaa ja rahaa sekä yritykselle että asiakkaalle. Puutteellinen tieto siitä, mitä konesalissa on, vaikuttaa myös suoraan yritykselle tulevaan kassavirtaan. Laitteista, joita ei näy inventaariossa, ei välttämättä laskuteta asiakasta ollenkaan, mikä tuottaa tappioita yritykselle monella eri tavalla.

Vaikka yrityksellä olisikin tieto kaikista laitteista, on tärkeää, että data on helposti luettavaa ja ymmärrettävää. CMDB (The Configuration Management Database) on taulupohjainen ohjelma, johon voidaan lisätä kaikki tieto laitteista ja palveluista (Servicenow, 2017). Jokaisella konesalipalvelu- ja tarjoavalla yrityksellä on jonkinlainen CMDB käytössä.

Vaikka itse CMDB olisi ajan tasalla ja laitekanta täysin inventoitu, se ei tarkoita, että fyysisten laitteiden tunnistamisessa ei voi tapahtua virheitä. On tärkeää, että jokainen fyysinen laite pystytään helposti yhdistämään sitä vastaavaan CI-tauluun. Yksittäisiä laitteita voidaan identifioida useilla eri tavoilla, kuten nimillä, viivakoodeilla, passiivisella RFID:llä (Radio-Frequency Identification) sekä aktiivisella RFID:llä (IBM, 2015). Jokaisella näistä identifiointitavoista on omat hyvät ja huonot puolensa toisiinsa verrattaessa.

2.1 Laitteiden kirjanpito

Konesalin hallitseminen vaatii tarkkaa ja luotettavaa dataa. Yrityksen täytyy tietää, mitä konesalissa on, sekä missä se siellä sijaitsee. Kun laite täytyisi löytää jostain syystä, esimerkiksi vian tai huoltotoimenpiteiden takia, ei yrityksellä ole varaa menettää ylimääräistä aikaa laitteen etsimiseen. (Gansler, 2014.) Kirjanpidon tärkeyttä konesalipalveluiden ylläpidossa ei voi ylikorostaa.

Konesalien ylläpitäminen on täysin mahdotonta ilman tarkkaa tietoa hallittavasta ympäristöstä. Kulujen ja menojen laskeminen on hyvin vaikeaa, jos ei ole tarkkaa kuvaa siitä, mitä täytyy ylläpitää. Kirjanpidolla tähdätään tarkan tiedon tarjoamista laitekannasta ja sen kuluttamista resursseista (BMC Software, 2006). Nämä tiedot ovat elintärkeitä konesalin ylläpidolle, sen tuottavuudelle ja eteenpäin suunnittelulle. Konesalin hallinnan kannalta on elintärkeää tietää, onko laite konesalissa käytössä vai poistettu jo

käytöstä. Jos kirjanpito ei ole ajan tasalla, voi asiakkaan pyynnöstä poistettavaksi ilmoitettu laite jäädä lojumaan konesaliin pitkiksikin ajoiksi. Räkissä virroissa seisova laite kuluttaa virtaa, tuottaa lämpöä sekä vie tilaa. Nämä kaikki tuovat lisäkuluja konesalin ylläpitäjälle. Negatiivisesti kassavirtaan vaikuttavana esimerkkinä toimii hyvin tilanne, jossa konesalityöntekijä unohtaa päivittää laitteen asennetuksi ja käyttöönotetuksi kirjanpitoon. Tämä tarkoittaa sitä, ettei kyseisestä laitteesta välttämättä laskuteta laitteen käyttökuluja. Tällaisen virheen seuraukset eivät välttämättä jää edes tähän. Jos tietoa asennuksesta ei lisätä kirjanpitoon, eivät muut yrityksen työntekijät osaa jatkaa työtä asennuksen jälkeen. Tämä tarkoittaa laitteen konfiguroimisen ja asennuksen myöhästymistä.

2.1.1 Mitä kirjanpito sisältää?

Kirjanpito pitää sisällään kaiken tiedon konesalissa sijaitsevista laitteista ja kaikesta niihin liittyvästä tiedosta. Yhtä tärkeää kuin tieto itse on sen pitäminen ajan tasalla sen suhteen, mitä konesalissa on. Hyvästä kirjanpidosta pitäisi tulla esille mm.

- laitteen nimi
- sarjanumero
- laitetyyppi
- räkkitiedot (missä kohtaa ja millä puolella räkkiä laite sijaitsee)
- IP-osoite
- hallintaosoite
- arvioitu virrankulutus
- asiakkaan tiedot
- laitteeseen tehdyt muutokset
- huoltosopimukset.

Nämä listatut asiat ovat vain muutamia esimerkkejä siitä, mitä kirjanpidon tulee sisältää.

2.1.2 CMDB

Nykyaikaisen konesalin kirjanpito hoidetaan CMDB:llä (configuration management database). CMDB on ohjelma, joka sisältää kaikki työkalut, joita konesalin kirjanpito vaatii. CMDB:stä löytyy kaikki komponentit, joita konesalissa käytetään, sekä niiden relaatiot toisiinsa (UCSF, 2017). CMDB on taulupohjainen tietokanta, jossa jokaiselle laitteelle luodaan oma ”taulu”. Taulua kutsutaan CI:ksi (Configuration Item), joka sisältää kaikki yrityksen tarvitsemat tiedot laitteesta riippuen siitä, mitä yritys haluaa sinne kirjata. Jokaisesta CI-taulusta tulisi löytyä ainakin laitteen tila, eli onko laite käytössä, varastossa vai poistettu, laitteen fyysiset tiedot, ominaisuudet sekä relaatiot toisiin laitteisiin (UCSF, 2017).

Kun konesaliin on tulossa esimerkiksi uusi palvelin, sille luodaan ensimmäisenä oma CI-taulu, ja sinne lisätään kaikki tiedot, mitä palvelimesta jo tiedetään. Näitä tietoja päivitetään koko laitteen elinkaaren ajan. (Knowledge Transfer, 2011.) Kun laite on viimein saapunut sen elinkaarensa loppuun, se poistetaan käytöstä standardeja seuraten. Laitteen poistuttua verkosta ei CI:n automaattinen haku enää löydä laitetta. Tämä ei kuitenkaan vielä riitä laitteen siirtämiseen ”retired”-tilaan. Vanhenemisprosessi voi kestää jopa 2-3 viikkoa sen jälkeen, kun laite on poistettu. Vanhenemisaika vaihtelee sen mukaan, minkä tyyppinen CI-taulu on kyseessä. CI ei kuitenkaan poistu kirjastosta, vaan se jää dokumentiksi talteen. (Servicenow, 2016.)

Computer		Update	Delete CI
Name:	msanw89320qx64b	Company:	
Asset tag:		Serial number:	W89320QX64B
Manufacturer:	Apple	Model ID:	Apple MacBookPro5,3
Asset:		Assigned to:	
Configuration			
OS Domain:		RAM (MB):	8,192
Operating System:	Mac OS 10 (OS/X)	CPU manufacturer:	
OS Version:	Mac OS X 10.6.8 (10K54)	CPU type:	Intel Core 2 Duo
OS Service Pack:	Darwin 10.8.0	CPU speed (MHz):	2,660
DNS Domain:		CPU count:	1
Disk space (GB):	297.97	CPU core count:	2
Description:			
Darwin msanw89320qx64b 10.8.0 Darwin Kernel Version 10.8.0: Tue Jun 7 16:33:36 PDT 2011; root:xnu-1504.15.3~1/RELEASE_I386 i386			

Kuva 1. Laitteen CI-taulu (ServiceNow, 2017)

Jokaisesta päivityksestä CI-tauluun jää pysyvä merkintä, joten tehtyjä muutoksia on helppo tarkastella jälkikäteen. Muutoshistoria auttaa tilanteissa, joissa taulu on syystä tai toisesta mennyt sekaisin, tai laite on hävinnyt muutoksen jälkeen. Historiasta työntekijä pystyy tarkistamaan, mitä muutoksia laitteelle on tehty aikaisemmin ja voi näin ratkaista mahdollisen ongelman.

CMDB:n käyttö on helppoa, mutta sen pitäminen järjestelmällisenä ja tarkkana kuvana siitä, mitä konesalissa tapahtuu, on haastavaa. Ajan saatossa tapahtuu väistämättä inhimillisiä virheitä. Nämä voivat olla yksinkertaisia erehdyksiä, kuten CI-taulun päivityksen unohtaminen muutosta tehdessä. Muita ongelmia aiheuttavia skenaarioita ovat esimerkiksi laitteen tietojen puutteellinen täyttäminen tai laitteen kokonaan lisäämättä jättäminen ennen asennusta. Tällaisissa tilanteissa laite on käytännössä näkymätön ja sen jäljittäminen jälkikäteen on hyvin vaikeaa. Tällaiset pienet virheet aiheuttavat turhaa päänvaivaa yritykselle. Näiden kaltaisten virheiden minimoimiseksi yrityksen tulisi kouluttaa jokainen CMDB:tä käyttävä työntekijä sen käyttöön. CMDB:n käyttöä täytyy pitää silmällä. Yrityksen täytyy valvoa, että muutosten yhteydessä noudatetaan standardeja (BMC, n.d.).

2.2 Laitteiden elinkaari

Laitteiden elinkaaren hallitseminen yksi suurimmista haasteista datakeskusta ylläpitäville työntekijöille (Carlini, 2014). Asset managementilla tarkoitetaan usein taloudellista puolta laitekannan hallinnassa. Taloudellisuus on hyvin tärkeä osa elinkaaren hallintaa, mutta elinkaaren hallinnassa ei tule keskittyä pelkästään taloudellisiin syihin, sillä sen hyödyt ulottuvat myös pelkkien taloudellisten hyötyjen ulkopuolelle. Laitteiden elinkaaren hallintaan kuuluvat mm. seuraavat käsitteet: sopimuksen hallinta, laitteiden vuokraus, huolto sekä laitteen omistajuus. (HP, 2006.) Laitteiden elinkaaren hallinta ei ulotu pelkästään konesalin verkkolaitteisiin, vaan kaikkiin konesalissa oleviin voimavaroihin, kuten jäähdytyslaitteistoon ja virrantuontilaitteisiin. Elinkaaren hallinnassakin on elintärkeää, että kirjanpito on ajan tasalla, koska muuten laitteet voivat jäädä valvomatta ja ikääntyä huomaamatta. (Carlini, 2014.)

Hyvän laitteiden elinkaaren hallinnan hyötynä on, että tiedetään etukäteen, mitä tarvitaan tulevaisuudessa. Tämä tarkoittaa sitä, että laitteiden vaihtamista voidaan alkaa miettimään ja työstämään jo ennen kuin laite on täysin toimintakyvytön. Muita hyötyjä ovat esimerkiksi laitteen koko elinkaaren aikana tuottamien kulujen arvioinnin helpottuminen, sekä palvelun parantuminen asiakkaan näkökulmasta. (ManageEngine, n.d.) Tässä työssä ei kuitenkaan perehdytä jäähdytyslaitteiston ja virrantuontilaitteiden elinkaaren kulkuun tai suunnitteluun, sillä tällä tiedolla ei ole varsinaista hyötyä tämän työn kannalta. Sen sijaan keskitytään konesalissa olevien verkkolaitteiden ja palvelimien elinkaaren kulkuun ja sen suunnitteluun.

2.2.1 Elinkaaren vaiheet

Konesalissa toimivalla laitteella, esimerkiksi palvelimella, on lukuisia vaiheita sen elinkaaren aikana. Tässä kappaleessa käytetään esimerkkinä uutta fyysistä palvelinta, joka hankitaan konesaliin. Tämä laite tulee yrityksen omaan käyttöön.



Kuva 2. Fyysisen palvelimen elinkaari (Nayak, Data Center Server Life cycle, 2012)

Palvelimen elinkaari alkaa suunnittelusta. Tässä vaiheessa otetaan selvää, mitä laitteelta vaaditaan ja sopiiko se parhaiten kyseiseen käyttötarkoitukseen. Vaikuttavia tekijöitä voivat olla esimerkiksi hinta, käyttökulut, tehokkuus ja elinkaaren arvioitu pituus. Kun nämä asiat ovat punnittu ja oikean tyyppinen laite on löydetty, laite hankitaan.

Seuraava vaihe on laitteen hankinta. Laitteen hankkiminen on suhteellisen suoraviivainen prosessi, jossa hinta pyritään neuvottelemaan mahdollisimman edulliseksi itse laitteelle ja huoltosopimukselle sekä sovitaan huoltosopimuksen ehdot (Rouse M. , 2013).

Asennusvaiheessa laite on saapunut konesalille. Asennusvaiheessa konesalityöntekijät asentavat laitteen ennalta sovittuun paikkaan konesalissa. Kaapelointi ja mahdolliset laitteeseen tehtävät muutokset tehdään asennusvaiheessa. Tässä vaiheessa laitteen CI-taululle päivitetään sen lokaatio-tiedot sekä tiedot, joista kyseisen laitteen voi yksilöidä, kuten sarjanumero ja mahdollinen RFID-tägi.

Kun laite on saatu asennettua ja laitettua päälle, se konfiguroidaan paikan päällä tai useimmiten etänä. Konfiguroinnissa laite ohjelmoidaan toimimaan sen käyttötarkoituksen mukaan.

Konfiguroinnin jälkeen palvelin otetaan tuotantoon. Tuotannossa olevaa palvelinta monitoroidaan koko sen käytön ajan. Esimerkiksi Dellin ja HP:n palvelimissa monitoroidaan lämpötilaa, virtalähteen kuormitusta (Mixon, 2016). Konesalia ylläpitävällä yrityksellä täytyy myös olla käytössä jokin vianilmoitusjärjestelmä, joka hälyttää, jos laitteen toiminnassa ilmenee ongelmia. Nämä ongelmat voivat olla verkkoyhteyshäiriöitä, PSU:n (power

supply unit) sammuminen, tai tuulettimen pysähtyminen. Tuotantovaiheessa olevalle laitteelle voidaan tehdä erilaisia muutoksia, kuten sen siirtäminen konesalissa toiseen paikkaan tai kokonaan muuttaa sen tehtävää verkossa.

Kun laite on ollut käytössä jo jonkin aikaa, tulee tarve tehdä ohjelmiston päivitystä. Ohjelmiston päivitys on tärkeä osa tietoturvallisuutta. Ohjelmistopäivityksessä voidaan myös lisätä palvelimelle uusia ominaisuuksia, joita siihen halutaan implementoida.

Kun laite on ollut useita vuosia käytössä, alkaa se lähestymään elinkaarensa loppua. Fyysiset palvelimet voidaan kuitenkin ottaa uudestaan käyttöön niiden normaalin elinkaaren lopussa, mikäli niin halutaan tehdä ja se on tarpeen. Tämä tarkoittaa, että palvelimelle määrätään aivan uusi tehtävä. Aikaisemmin uusinta uutta oleva palvelin oli ollut käytössä tärkeässä ympäristössä. Nyt vanha palvelin voidaan siirtää tekemään työtä, joka ei ole niin kriittinen kuin sen edellinen tehtävä. Näin vanhaa teknologiaa oleva palvelin ei aiheuta niin suurta uhkaa verkon vakaudelle. Palvelin voidaan myös siirtää testiympäristöön, jossa sitä käytetään tuotantoympäristön testaukseen. Lopulta jokainen laite kuitenkin päättyy sen viimeiselle pysäkillä, joka on hävitys. (Nayak, Data Center Server Life cycle, 2012.) Laite hävitetään konesalia ylläpitävän yrityksen käytäntöjen mukaan, tai asiakkaan omistamien laitteiden tapauksessa asiakkaan pyynnön mukaan.

2.3 Konesalin standardit ja toimintaohjeet

Hyvin laaditut toimintaohjeet helpottavat yrityksen toimintaa. Jos toimintaohjeita ei ole tai niitä ei noudateta, konesalia ei pystytä pitämään järjestyksessä, ja sen hallitsemisesta tulee lähes mahdotonta. Huonosti ja puutteellisesti laaditut toimintaohjeet vaikuttavat negatiivisesti työntekijöihin ja heidän työmotivaatioonsa sekä yrityksen toimintaan yleisesti. Kun protokolla on jokaiselle työntekijälle selvä, se helpottaa erilaisten tilanteiden ratkaisemisessa ja työskentelyssä ylipäättään. (TechTarget, n.d.)

Standardeilla ohjataan lähes kaikkea konesaleissa tapahtuvaa toimintaa. Konesalin rakennusvaiheesta sen päivittäiseen ylläpitoon seurataan yrityksen valitseman standardin mukaisia toimintaohjeita. Näin jokainen työntekijä tietää toimintaperiaatteet. Kun kaikki ovat kartalla, miten tulee toimia, konesalin hallinta helpottuu huomattavasti.

Steven Shapiron mukaan standardit pitävät sisällään säännöt, suunnittelu standardit ja operatiiviset standardit. Standardeja ja toimintaohjeita on useita kuten esimerkiksi ISO-standardi (International Standards Organization), EN 50600-x (European Standards) —standardit ja ITIL (Information Technology Infrastructure Library). Yrityksen tyyppi määrää hyvin pitkälti, minkälaisia standardeja se käyttää. Esimerkiksi jos yrityksellä on konesaleja vain Yhdysvalloissa, käyttää yritys suurella todennäköisyydellä

Yhdysvaltojen standardeja, kun taas monikansalliselle yritykselle monikansalliset-standardit kuten ISO toimivat paremmin. (Shapiro, 2016.) Seuraavassa kappaleessa käsitellään yleisiä ISO-standardeja, joita konesalia ylläpitävät yritykset seuraavat.

2.3.1 ISO-standardit

ISO-standardeilla tähdätään palveluiden, tuotteiden sekä toimintaperiaatteiden laadun-, hyötysuhteen- ja turvallisuuden parantamiseen (ISO, n.d.). Konesalipalveluita tuottavat yritykset seuraavat erilaisia standardeja varmistukseen parhaat toimintaperiaatteet ja mahdollisimman hyvän palvelun asiakkailleen (Zenium Technology Partners Limited, 2016).

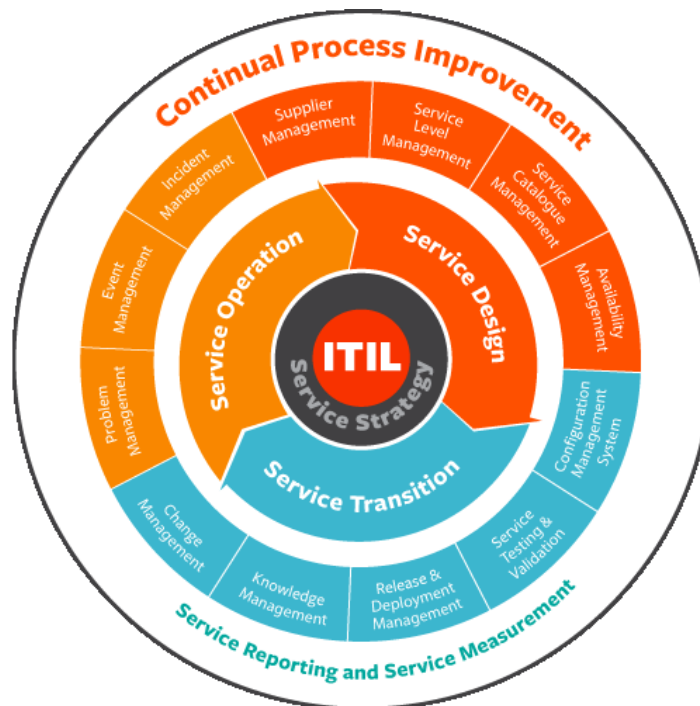
ISO 9001 standardi on yksi tunnetuimmista standardeista (Certti, 2015). ISO 9001 on laadun hallintaa määrittelevä standardi. Se ohjeistaa ja antaa vaatimukset yrityksen laadunhallinnalle. 9001-standardilla tähdätään jatkuvaan toiminnan parantamiseen, kulujen pienentämiseen, asiakkaan tyytyväisyyden parantamiseen ja kestäväan kehitykseen yrityksen sisällä. (BSI, n.d.) BSI:n mukaan heidän asiakkaat ovat saaneet huomattavia hyötyjä ISO-9001-standardin seuraamisesta, näitä ovat esimerkiksi: uudet asiakkaat, virheiden väheneminen ja kilpailukyvyn nouseminen huomattavasti (BSI, n.d.). Muita mainitseminen arvoisia ISO-standardeja ovat esimerkiksi ISO 14001 ja 27001.

ISO 14001-standardilla tähdätään vihreisiin arvoihin. Se asettaa kriteerit yrityksen aiheuttamille vaikutuksille ympäristöön. ISO 14001-sertifikaatin omistava yritys vakuuttaa, että yrityksen vaikutus ympäristöön ja luontoon on otettu huomioon, sitä mitataan sekä yritetään parantaa. (ISO, n.d.) ISO 27001 taas keskittyy tietoturvallisuuteen. 27001-sertifikaatin omaava yritys vakuuttaa, että se pystyy pitämään tietoturvansa korkealla tasolla. Tämä tarkoittaa esimerkiksi työntekijöiden tietojen, luottamuksellisen tiedon tai taloudellisten tietojen turvassa pitoa. (ISO, n.d.)

2.3.2 ITIL

ITIL:n tavoitteena on standardisoida IT-yrityksen hallintaa. ITIL:llä pyritään ohjeistamaan, kuinka tuottaa IT-palveluita tehokkaasti. ITIL koostuu viidestä komponentista: Service Strategy, Service Design, Service Transition, Service Operation, Continual Service Improvement. (Samanage, 2012.) Jokainen näistä viidestä aiheesta on tärkeä yritykselle, joka haluaa menestyä. Osa aiheista jätetään käsittelemättä, sillä jokaisella näistä aiheista ei ole varsinaista funktiota opinnäytetyön kannalta.

Service Operationin tarkoituksena on varmistaa, että palvelut tuotetaan tehokkaasti. Service Operation pitää huolen, että palvelut toimivat moitteetta, ongelmat ratkaistaan ja normaali työskentely onnistuu. Service Operation voidaan myös jakaa lukuisiin prosesseihin, kuten Event Management, Incident Management, Request Fulfilment, Access Management, Problem Management, Facilities Management ja niin edelleen. (it-processmaps, 2011.) Näistä prosesseista Event Management ja Facilities Management ovat tämän opinnäytetyön kannalta keskeisiä käsitteitä joihin seuraavaksi paneudutaan tarkemmin.



Kuva 3. ITIL (BMC, 2016)

Event management kietoutuu vahvasti CMDB:n ympärille. Lukuisia ”eventtejä” tapahtuu päivittäin suuren yrityksen konesaliympäristössä. Nämä tapahtumat voivat olla esimerkiksi CI-tilin muutoksia, palveluiden muutoksia tai muita tapahtumia tietokannoissa. Event managementin tehtävänä on tunnistaa tapahtumat, analysoida, mitä on tapahtunut ja sen pohjalta päättää, mikä on tarvittava toimenpide. Hyvin hoidettu event management luo pohjan hyvälle raportoinnille, palvelun parantamiselle ja varmuutta palveluille. Event managementtia ei kuitenkaan tule sekoittaa event monitorointiin, sillä ne eivät ole sama asia. Monitorointi on event managementin osa, jossa keskitytään itse eventtien tunnistamiseen, kun ne tapahtuvat, kun taas event managementin funktiona on hyödyllisen tiedon kerääminen itse eventteistä auttaen päättämään mahdollisista toimenpiteistä. (BMC, 2016.)

Facilities management keskittyy taas itse konesalin tilojen ja voimavarojen hallintaan. Facilities Management sisältää konesalin fyysisen ympäristön

hallinnan, esimerkiksi virrankulutuksen, jäähdytyksen, ympäristön tarkkailun (environmental monitoring) sekä konesalin turvallisuuden hallinnan (ManageEngine, n.d).

Näiden ohjeistuksien seuraaminen on tärkeää. Ne luovat toimintamallit, miten erilaisissa tilanteissa toimitaan, sekä auttavat standardisoimaan esimerkiksi CMDB:n toimintaa. Hyvällä eventtien seurannalla yritys parantaa omaa toimintaansa monella tapaa: kulut pienevät, palvelu tehostuu ja asiakkaiden saama palvelu paranee. Hyödyt ovat pitkäkantoisia.

2.4 RFID

RFID (Radio-Frequency Identification) käyttää radioaaltoja datan lukemiseen tai tallentamiseen. Laitetta joka sisältää datan, kutsutaan ”tägiksi”. Tägi pystytään lukemaan muutaman metrin päähän. (EPC-RFID INFO, n.d.)

RFID:llä on muutamia erityisominaisuuksia perinteiseen viivakoodiin verrattuna. Koska RFID toimii radiosignaaleilla, voidaan tägi lukea, vaikkei se olisi täysin näkyvillä. Perinteinen viivakoodi taas vaatii, että koko viivakoodiosa on näkyvillä. RFID-tägit ovat myös kestävämpiä, ja ne voidaan jopa joissakin tapauksissa asentaa laitteen sisään suojaan. RFID on myös turvallisempi ratkaisu verrattuna viivakoodiin, koska RFID-tägiä on paljon vaikeampi kopioida. Data voidaan myös salata tarpeen mukaan. (Jovix, n.d.) Tägien datan tallennusformaateissa on eroja. Ne voivat olla joko read-write, read-only tai ”write once, read many” (WORM) (RFID Journal, n.d). ”Read write”-tägi pystytään kirjoittamaan uudestaan, ja näin tägin sisällä olevaa dataa voidaan vaihtaa. (Bonsor & Fenlon, 2007.) ”Read-only”-tägin sisällä olevaa dataa ei pysty muokkaamaan, sillä niiden data on aina se, mikä niihin on tehtäällä kirjoitettu. WORM-tägeihin sen sijaan voidaan lisätä dataa jälkikäteenkin, mutta vain kerran. Kun data on lisätty, tägi lukittuu eikä sitä voida enää kirjoittaa uudestaan. (Bonsor & Fenlon, 2007.)

RFID-tägit koostuvat kolmesta pääkomponentista: antennista, joka ottaa vastaan ja lähettää radioaaltoja, sirusta, joka sisältää uniikin koodin, ja kiin-

nitysmateriaalista, jossa antenni ja siru ovat kiinni. (Woodford, 2017.) Aktiivisissa RFID-tägeissä on vielä paristo edellä mainittujen komponenttien lisäksi.

Tag Type	Passive	Semi-Passive	Active
Power Source	Harvesting RF energy	Battery	Battery
Communication	Response only	Response only	Respond or initiate
Max Range	10 M	> 100 M	> 100 M
Relative Cost	Least expensive	More expensive	Most expensive
Example Applications	EPC Proximity cards	Electronic tolls Pallet tracking	Large-asset tracking Livestock tracking

Kuva 4. RFID-tägien ominaisuudet (Weis, RFID: Principles and Applications, n.d)

2.4.1 Lukija

RFID-lukijoita on monenlaisia. Yleisimmät kaksi tyyppiä ovat niin sanotut ”fixed reading devices”, joita ei ole tarkoitettu liikutteluun, ja kädessä pidettävät lukijat (AtlasRFID, 2017). RFID-lukija käyttää radioaaltoja tietyllä taajuudella luodakseen yhteyden tägiin. Lukijassa olevasta antennista lähetetään radiosignaali, jonka tägi vastaanottaa ja vastaa siihen. Tägin tyypistä riippuen lukijan lähettämä kommunikaatio voi olla yksinkertainen pingaus tai monimutkaisempi viesti. Vaikka lähistöllä olisi useitakin tägejä, se ei haittaa. Hyvällä lukijalla on mahdollista käsitellä useita eri tägejä samaan aikaan ilman minkäänlaisia ongelmia. Tätä ominaisuutta kutsutaan ”anti-collision”-protokollaksi. Anti-collisionilla varustettu lukija pystyy keskustelemaan nopeasti useiden tägien kanssa sarjanumerojärjestyksessä. Lukijaa pystytään käyttämään myös virrantuottajana. Tämä on käytössä esimerkiksi passiivisten RFID-tägien lukemisessa. (Weis, RFID: Principles and Applications, n.d.)



Kuva 5. Bluetooth RFID-lukija (Tertium technology, n.d)

2.4.2 Passiivinen RFID

Passiivinen RFID-tägi on täysin eloton suurimman osan ajasta. Sillä ei ole omaa virtalähdettä, vaan lukija antaa sille virran, jolla kommunikointi onnistuu. Tägi herää eloon, kun se saa signaalin RFID-lukijalta. Lukijan lähettämät radioaallot saapuvat tägin antenniin ja näin tägi saa virtaa itseensä. Radioaalloista saatu virta riittää käynnistämään tägin sisällä olevan piirin, joka tuottaa uuden signaalin, joka sisältää tägin sisällä olevan datan. Tämä signaali lähetetään takaisin lukijalle tägin antennin kautta. (Smiley, 2016.)

Passiiviset RFID-tägit toimivat useilla eri taajuuksilla. Taajuus on yksi asia, joka määrittelee, miltä etäisyydeltä tägi pystytään lukemaan. Alhaisen taajuuden (Low Frequency) tägit toimivat 125-134KHz ympäristössä. Näin suurella aallonpituudella toimivat tägit pystytään lukemaan noin 1-10 cm:n etäisyydeltä. Korkean taajuuden (High Frequency) tägit ovat keskipitkällä aallonpituudella toimivia tägejä. Nämä tägit toimivat 13.56MHz:n taajuudella ja ne voidaan lukea jopa metrin päästä. Ultrakorkeilla taajuuksilla (Ultra High Frequency) toimivat tägit tuottavat paljon paremman lukuetaisyyden. 865-960 MHz:n toiminta taajuus antaa passiiviselle UHF-tägitte jopa 5-6 metrin lukuetaisyyden. Suurimmat UHF-tägit voidaan lukea jopa 30 metrin päästä. (Smiley, 2016.)

Frequency Range	Frequencies	Passive Read Distance
Low Frequency (LF)	125-134 KHz	Up to 10 cm
High Frequency (HF)	13.56 MHz	Up to 1m
Ultra High Frequency (UHF)	865-960 MHz	5-6m

Kuva 6. Passiivisten tägien toiminta taajuudet (Smiley, 2016)

Koska passiivinen RFID-tägi ei vaadi paristoa ja jatkuvaa datan lähetystä, on niiden valmistaminen huomattavasti halvempaa kuin esimerkiksi aktiivisten RFID-tägien. Pienen kokonsa ansiosta passiivinen RFID-tägi voidaan lisätä lähes mihin tahansa. Tägit myös toimivat käytännössä ikuisesti, sillä niissä ei ole kuluvia osia. (Smiley, 2016.)

Passiivisen RFID-tägin huonoja puolia:

- Täytyy tietää missä tägi on, jotta lukija pystytään suuntaamaan tägiä kohti.
- Passiivinen tägi vaatii manuaalista työtä.
- Ei automaatiota.

2.4.3 Aktiivinen RFID

Aktiivinen RFID-tägi on aktiivinen signaalin lähettäjä. Sen paristo antaa virtaa piirille ja antennille toisin kuin passiivisessa, joka vaatii virran lukijasta. Tämä tarkoittaa sitä, että aktiivinen tägi pystyy lähettämään signaalia määritetyin väliajoin ympärilleen, eikä sitä tarvitse lukea manuaalisesti. Signaalien tiheys on yleensä sekunnista muutamaan sekuntiin. (SageData, n.d.) Patterin kesto aktiivisessa tögissä on noin kolmesta viiteen vuoteen. Kun paristo loppuu, tägi täytyy vaihtaa. (Smiley, 2016.) Joillakin valmistajilla on tarjolla tägejä, joihin voidaan vaihtaa paristo.

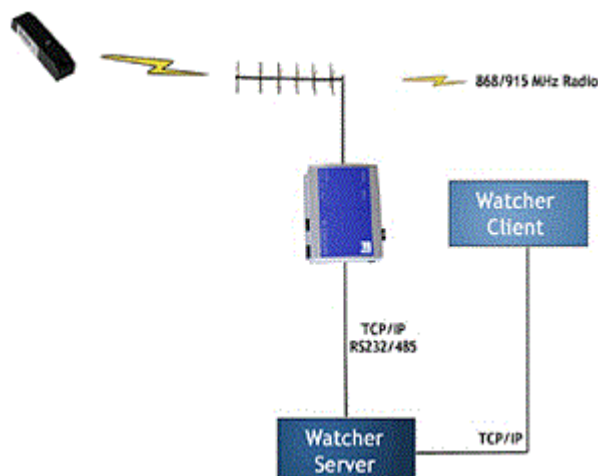
Frequency Range	Frequencies	Active Read Distance
Ultra High Frequency (UHF)	433 MHz	up to 500m
Super High Frequency (SHF)	2.45 GHz	up to 100m

Kuva 7. Aktiivisten tögien toiminta taajuuksia (SkyRFID Inc., n.d)

Aktiivisia RFID-tägejä on kahta tyyppiä, transpondereita ja beaconeita. Transponderi-tägit toimivat samalla periaatteella kuin passiiviset tägit: lukija lähettää ensin signaalin, johon transpoderi-tägi vastaa lähettämällä datan. Transpoderi-tägien etuna on niiden energiatehokkuus beacon-mallisiin tägeihin verrattuna, sillä transponder-tägi lähettää dataa vain silloin, kun se on lukijan kantaman sisällä. Hyviä käyttöesimerkkejä ovat esimerkiksi tiemaksulaitteet. Beacon-tägit sen sijaan lähettävät omaa signaali-ansa koko ajan ympärilleen, tästä nimi ”majakka”. Yleensä lähetysväli on noin 3-5 sekuntia. Beacon-mallisen tögien hyvä puoli on pitkä kantoetäisyys. Mikäli beacon-mallisen tögien energiatehokkuutta halutaan nostaa, voidaan sen lähettämän signaalin vahvuutta laskea. Tämä johtaa pienempään kantamaan ja virrankulutukseen. (Smiley, 2016.)

Hyviä puolia verrattuna passiiviseen tägiin:

- Aktiivisen RFID-tögien signaalin kantama on huomattavasti suurempi kuin passiivisten tögien.
- Sillä, miten päin tägi on, ei ole suurta vaikutusta toisin kuin passiivisessä tögissä.
- Aktiiviset tägit toimivat mainiosti verkossa.



Kuva 8. Aktiivinen RFID-systeemi (Mukautettu) (Red ice creations, n.d)

Yllä olevassa kuvassa on hahmotettu aktiivisen RFID-systeemin toiminta-periaate. Kuvassa ylävasemmalla sijaitseva RFID-tägi on yhteydessä vastaanottimen kanssa radioaaltoin. Vastaanotin siirtää tagin tiedot verkkopalvelimelle josta ne ohjataan yksittäisille käyttäjille.

Huonoja puolia ovat mm. se, että tägissä on paristo, mikä tulee vääjäämättä loppumaan aikanaan (SageData, n.d). Aktiiviset tagit ovat huomattavasti kalliimpia verrattuna passiivisiin. Aktiivisen tagin hinta vaihtelee 20 eurosta yli 100 euroon (Smiley, 2016). Aktiivinen tägi on myös lähes poikkeuksetta suurempi kuin passiivinen tägi. Lisäksi aktiivisen tagin toimintalämpötilahaarukka on paljon passiivista kapeampi. (SageData, n.d.)

2.5 DCIM

DCIM (Data center infrastructure management) on työkalu, jolla tietokantojen datan ja fyysisten tilojen yhdistäminen yhdeksi paketiksi on helppoa. Sen tavoitteena on antaa kattava kuvaus datakeskuksen toiminnasta reaaliajassa. Tärkeitä asioita, joita DCIM:llä valvotaan ovat esimerkiksi energian, laitteiden ja lattiatilan tehokas käyttö. (Rouse M. , 2013.)

DCIM:n visuaalinen kuva koko hallittavasta tilasta helpottaa hahmottamaan kokonaisuuden paremmin. Tästä on erityisesti apua esimerkiksi laitteiden paikallistamisessa ja hallinnassa. Automatisoitu ohjelmisto ja visuaalinen käyttöliittymä auttavat erityisesti esimerkiksi kaapelointitehtävissä ja näin myös uuden laitteen asennuspaikan suunnittelussa (iTracs, n.d). Tämä myös johtaa lattiatilan sekä esimerkiksi kaapeleiden hyödyllisempään ja kustannustehokkaampaan käyttöön. iTracs:n mukaan DCIM:n sanotaan myös vähentävän energian kulutusta tehden konesaliympäristöstä ”vihreämmän” sekä kustannustehokkaamman yritykselle, säästäten jopa miljoonia. (iTracs, n.d.) Fyysisten verkko- ja virtayhteyksien tietäminen reaaliajassa helpottaa kapasiteetin suunnittelua. Tämä tarkoittaa esimerkiksi

parempaa virrankulutuksen arviointia. DCIM-ohjelma sisältää mahdollisuuden seurata myös ethernet- ja kuituportteja (Sunbird, n.d).

2.5.1 Miksi ottaa DCIM käyttöön?

DCIM:n etuna verrattuna pelkkään CMDB:hen on esimerkiksi juuri visuaalisuus. DCIM:n visuaalinen käyttöliittymä antaa yhdellä vilkaisulla kattavan kuvan esimerkiksi rakin sisällöstä (Sunbird, n.d). CMDB ei välttämättä anna suoraan tietoa, kuinka monta U:ta (rack unit) räkissä on vapaata tilaa. Vaikka CMDB antaisi tiedon vapaiden unittien kokonaismäärästä, se ei anna suoraa visuaalista kuvaa siitä, kuinka vapaat unitit esimerkiksi sijoittuvat rakin sisällä. Tällaisissa tilanteissa visuaalinen käyttöliittymä on veraton. Ilman DCIM-työkalua työntekijän täytyisi käydä fyysisesti tarkastamassa, mahtuuko laite räkkiin vai ei (Sunbird, n.d). DCIM:n avulla työntekijä voi selata eri räkkeitä, ja arvioida, mihin räkkiin hän haluaa laitteen asentaa.

Porttien seuranta vähentää paljon työtä kaapeloinneissa. Suurissa konesaleissa yhteyksien tekemiseen voi mennä huomattavasti aikaa. Tämä aika kuluu suurimmilta osin patch-paneelien etsimiseen sekä niissä olevien vapaiden porttien paikannukseen. DCIM:llä reitti kahden laitteen välille saadaan muutamalla hiiren painalluksella. Durnhoferin mukaan DCIM auttaa paikantamaan patch-paneelit ja se voi myös antaa automaattisesti tarvittavien kaapeleiden pituuden. (Durnhofer, 2015.) Tämä säästää työvoimaa, mutta myös kaapeleiden kustannuksia, kun jokainen kaapeli on varmasti sopivan mittainen. Säästynyt aika voidaan mitata jopa sadoissa tunneissa vuotuisella tasolla riippuen konesalin koosta sekä kaapelointien- ja työntekijöiden määrästä. Tämä kaikki vaikuttaa konesalin ylläpito kustannuksiin ja koko konesalin tuottavuuteen.

3 DATAKESKUKSEN LAITEKANNAN HALLINTA RFID-TÄGEIN

Tämä opinnäytetyö keskittyy siihen, kuinka laitekannan hallintaa pyrittiin parantamaan laitteisiin lisättävillä RFID-tägeillä sekä miten RFID-teknologiaa voidaan hyödyntää mahdollisimman monipuolisesti konesaliympäristössä. Työssä tutkittiin myös, miten automaatiota voitaisiin lisätä datakeskuksen laitekannan inventoinnissa ja raportoinnissa.

3.1 Työn tavoite ja hyödyt

Asiakasyritys otti käyttöönsä passiiviset RFID-tägit, koska se halusi parantaa laitekantansa hallintaa. Tarkoituksena oli, ettei konesaliin mene yhtään uutta laitetta ilman, että siinä on tägi. Tägi tulee seuraamaan laitetta sen asennuksesta tuhoukseen tai asiakkaalle palautukseen asti. Tägit ovat siis laitekohtaisia ja ne seuraavat laitetta, minne ikinä laite siirretään sen käytössä olon aikana, konesalin sisällä tai sen ulkopuolella.

Vuosien saatossa konesalin inventaario menee helposti sekaisin. Kun kattava inventaario on tehty, tiedetään tarkalleen, mitä salissa on, ja mitä ei. RFID-teknologialla pyritään pitämään inventaario mahdollisimman tarkkana, vähentäen työmäärää, joka sen tekemiseen menee.

Asiakasyritys halusi myös tietoa erilaisista keinoista, joilla he voivat maksimoida RFID-teknologian hyödyntämisen konesaliympäristössä. Asiakkaan pyynnöstä tutkittiin erilaisia mahdollisuuksia, joilla RFID-teknologiaa voidaan hyödyntää konesalissa mahdollisimman monipuolisesti sekä tutkia automaation parantamista laitekannan inventoinnissa ja raportoinnissa.

Työ hyödyttää asiakasta usein eri tavoin. Se antaa asiakkaalle tutkimustietoa mahdollisista parannuksista konesalin laitekannanhallintaan ja auttaa näin koko konesalin kustannustehokkuuden parantamisessa.

Työ koostuu kahdesta osasta, jossa ensin tehtiin passiivisten RFID-tägien käyttöönotto laitekannanhallinnan parantamisessa ja sen jälkeen tutkimus jossa tutkitaan sekä kerätään tietoa RFID-teknologian hyödyntämisestä konesaliympäristössä ja automaation lisäämistä inventaariossa.

3.2 Tägien käyttöönotto

Tässä kappaleessa perehdytään asiakasyrityksen tekemään passiivisten RFID-tägien käyttöönottoon. Käyttöönotto kattaa RFID-tägien asennuksen laitteisiin, laitekannan inventaarion sekä datan lisäämisen tietokantaan.

3.2.1 Asennus laitteisiin

Passiivisen RFID-tägin asentaminen palvelimiin, kytkimiin ja muihin tietoliikennelaitteisiin voi olla välillä haastavaa. Koska passiivinen tägi pitää manuaalisesti lukea, täytyy tägin sijainti tietää ja tägin olla edes osittain näkyvässä, jotta sen lukeminen on mahdollista. Myös itse kiinnityksessä voi tulla vastaan ongelmia, sillä laitteissa ei välttämättä ole mitään paikkaa, mihin tägin voisi kiinnittää helposti.

Asiakasyrityksen tägiksi valikoitui Kuva 9:n mukainen passiivinen RFID-tägi. Yritys otti selvää erilaisista tägi vaihtoehdoista ja päätyi kyseiseen tägiin sillä se täytti tägille annetut vaatimukset parhaiten. Tägiä valittaessa kriitteereinä olivat mm.:

- kiinnitysmahdollisuudet
- lukuetaisyys
- tietoturvallisuus.

Yksi valikoituneen tägin parhaista puolista oli sen silmukka, jolla sen pystyi helposti asentamaan erilaisiin laitteisiin. Tämä oli yritykselle tärkeä ominaisuus, sillä se nopeutti ja helpotti tägin asentamista laitteisiin. Tarrakiinnitystä myös mietittiin, mutta pintojen pölyisyys ja lämpötila vaikuttivat tämän vaihtoehdon kuoppaamiseen. Pinnat olisi voitu puhdistaa, mutta se olisi lisännyt työtä. Silmukka toi myös muita hyötyjä samalla. Lukuetaisyydellä oli myös väliä. Lukuetaisyyden haluttiin olevan pieni, jotta manuaalisesti tägejä luettaessa ei tule vahingossa lukeneeksi väärää tägiä. Tämä vähentää mahdollisia virheitä. Tägiä valittaessa myös päätettiin, että yrityksen käyttöön tulee vain yhdenlaisia tägejä. Tämä perusteltiin sillä, ettei yritys halunnut alkaa pitämään varastoa useista erilaisista tägeistä. Yksi malli jokaiselle laitteelle oli helpompaa yritykselle sekä työntekijöille.

Käytettäväksi valikoitunut tägi koostui kahdesta osasta: kotelosta, jonka sisällä siru oli, ja silmukasta (looppi). Looppi on metallilangasta tehty silmukka. Loopin ideana on, että RFID-tägiä ei voi lukea lukulaitteella ennen kuin looppi on suljettu. Tägit saapuivat aukinaisina (Kuva 9 vasemmanpuoleinen tägi). Kun tägi on kerran suljettu, ei sitä voida enää irrottaa tekemättä tägistä toimintakyvyttöä. Tämä estää tägin siirtämisen toiseen laitteeseen. Loopin avulla voitiin tehdä varmaksi, ettei tägiä siirretä vahingossa tai tahallisesti toiseen laitteeseen asennuksen jälkeen. Tägissä on myös QR-koodi, jolla se voidaan lukea manuaalisesti, jos RFID-lukijaa ei ole saatavilla tai tägi on esimerkiksi tippunut itsestään. Lattialta löytyneen tägin QR-koodin voi lukea, ja näin saadaan selville, mistä laitteesta kyseinen tägi on tippunut. QR-koodi on printattu muovisen kotelon pinnalle.

Tämä kyseinen passiivinen tägi sisältää muistia, johon voidaan tallentaa yrityksen haluamaa tietoa. Yritys ei kuitenkaan ole ottanut käyttöön tätä

mahdollisuutta toistaiseksi. Sen sijaan tägi sisältään tiettyä kaavaa noudattavan koodin, joka ei sisällä mitään varsinaista dataa, vaan on käytännössä vain toinen sarjanumero laitteelle.



Kuva 9. Passiivinen RFID-tägi (RFID4u, n.d)

Asennuksessa pyrittiin olemaan mahdollisimman johdonmukaisia. Jokainen tägi pyrittiin asentamaan räkin sisällä samalle puolelle, mikäli mahdollista. Tämä helpottaa tägin löytämisessä myöhemmin. Poikkeuksia jouduttiin kuitenkin tekemään tapauksissa, joissa esimerkiksi räkin sisällä oli niin paljon kaapeleita, ettei tägiä saatu asennettua näkyvälle paikalle. Näissä tapauksissa tägit asennettiin sellaisille paikoille, joista ne näkyvät helposti, välittämättä siitä, kummalla puolella kyseisen räkin muut tägit ovat.

Tägit kiinnitettiin suurimmaksi osaksi laitteen etuosassa olevaan tuuletusritilään. Jos ritilää tai muuta kiinnityspistettä ei valmiiksi ollut, sellainen täytyi tehdä. Tähän tarkoitukseen oli hankittu muovisia välikappaleita, jotka laitettiin laitteen kiinnitysruuvien väliin. Välikappale mahdollisti tägin loopin pujottamisen sen lävitse. Kun looppa suljettiin, pysyi tägi hyvin ja suunnitellusti laitteessa kiinni. Myös nippusiteitä käytettiin tägien asennuksessa. Esimerkiksi silloin, jos räkissä oli huomattavan kova ilmavirta, joka saattaisi aiheuttaa tägin loopille väsymistä jatkuvasta liikkeestä, ankuroitiin tägi nippusiteellä kiinni laitteeseen. Nippuside kiinnitti tägin lujasti laitteeseen ja vähensi sen liikettä ilmavirrassa. Esimerkiksi HP:n bladeissa (Kuva 10) tägi asennettiin jokaisen yksittäisen bladen yläosassa sijaitsevaan ritilään.



Kuva 10. HP Blade-palvelin (Smith, 2014)

Tägin asentaminen laitteisiin on aikaa vievää työtä. Yksittäisen laitteen tägittämiseen menevä aika riippuu suuresti siitä, mikä laite on kyseessä. Esimerkiksi blade-palvelimiin on hyvin nopeaa lisätä tägi, kun taas räkissä, joka on täynnä kytkimiä, voi mennä jopa yli tunti. Tägin asennuksen nopeuteen vaikuttavat laitteen ominaisuudet kuten käytettävä kiinnitystapa ja -paikka sekä sarjanumeron sijainti. Toinen suuri vaikuttaja on räkki. Jos räkki on täynnä kaapeleita, tägin asentaminen hankaloituu. Asennuksen nopeuteen vaikuttaa myös CMDB. Jos CMDB on ajan tasalla, se helpottaa tägäystä. Toistuvasti esiintyvät virheelliset CI-taulut hidastavat työtä. Yksi konesalityöntekijä pystyy asentamaan noin 100-200 tägiä yhden kahdeksan tuntisen työpäivän aikana. Kuten edellä mainittu, tägättyjen laitteiden määrä riippuu suuresti, minkälaisiin laitteisiin tägejä asennetaan. Jos tägättävänä on pelkkiä blade-palvelimia, on päivässä asennettujen tägien määrä huomattavasti suurempi.

3.2.2 Inventaario ja datan lisääminen CMDB:hen

Tägien asennus tehtiin räkki kerrallaan. CMDB:stä avattiin räkin CI-taulu, jossa näkyi kaikki laitteet, jotka pitäisivät olla asennettuna räkin sisällä. Jos epä johdonmukaisuuksia löytyi, ne otettiin ylös, jotta ne voidaan tutkia ja korjata jälkeen päin. Epäjohdonmukaisuus voi olla esimerkiksi ylimääräinen laite räkissä, jolle ei löydy CI-taulua tai laitteen puuttuminen räkistä, vaikka laitteen CI-taulun mukaan sen pitäisi olla paikallaan.

Tägien asennus aloitettiin räkin ylimmästä laitteesta. Seuraavaksi etsittiin vastaava laite räkin CI-taulusta. Jos laite löytyi räkin CI-taulusta, sen tiedot tarkastettiin, mukaan lukien sarjanumero, U-posiitio, valmistaja sekä laitteen malli. Jos kaikki tiedot pitivät paikkansa, lisättiin tägi laitteeseen. Mikäli laitteen CI-taulusta löydettiin virheitä, ne korjattiin tässä kohtaa. Paikan päällä korjattavia virheitä olivat esimerkiksi väärä U-posiitio. Mikäli CI-taulujen kanssa oli suurempia epäselvyyksiä, otettiin laitteen nimi ja sarjanumero ylös. Esimerkkinä epätäsmävä sarjanumero. Nämä epäselvyydet

tutkittiin perin pohjin jälkikäteen. Näissä tapauksissa laitteeseen kiinnitettiin tägi, mutta sitä ei luettu tai lisätty mihinkään CI-tauluun. CI-taulun kanssa tuli olla hyvin varovainen, sillä virheellisen datan lisääminen CMDB:hen voi tuottaa suuria ongelmia jälkikäteen. Tägin kiinnittämisen jälkeen etsittiin laitteen CI-tilusta tägille tehty kenttä, johon liitettiin tägistä luettava koodi. Tägi on nyt lisätty laitteeseen.

3.3 Kehitysehdotukset

Tässä luvussa otetaan selvää erilaisista mahdollisuuksista vähentää manuaalisen työn määrää erilaisilla ratkaisulla ja kehitysehdotuksilla. Tässä kappaleessa tutkitaan myös, miten tägejä voitaisiin hyödyntää mahdollisimman monipuolisesti, jotta niiden tuomasta hyödystä saadaan kaikki irti. Päähuomio on nykyisten tägien käytön parantamisessa ja siinä, mitä erilaisia muita vaihtoehtoja nykyisille tägeille on.

3.3.1 Käytössä olevan järjestelmän huonot puolet

Vaikka yrityksen käyttöönottama tägi täytti yrityksen säätämät vaatimukset, on käyttöön otetulla tägillä silti heikkouksia. Yksi näistä heikkouksista on tägissä oleva silmukka. Silmukan lanka menee helposti poikki, jos se heiluu ilmvirrassa tai jos laitteessa on teräviä osia, joihin se osuu. Jos silmukka menee rikki, tägi tippuu laitteesta. Tippunutta tägiä ei välttämättä huomata heti, ja voi mennä aikaa ennen kuin uusi tägi asennetaan laitteeseen. Uuden tägin asentaminen laitteeseen on hukkaan heitettyä aikaa. Aika kuluu laitteen identifiointiin ja CI-taulun tietojen päivittämiseen.

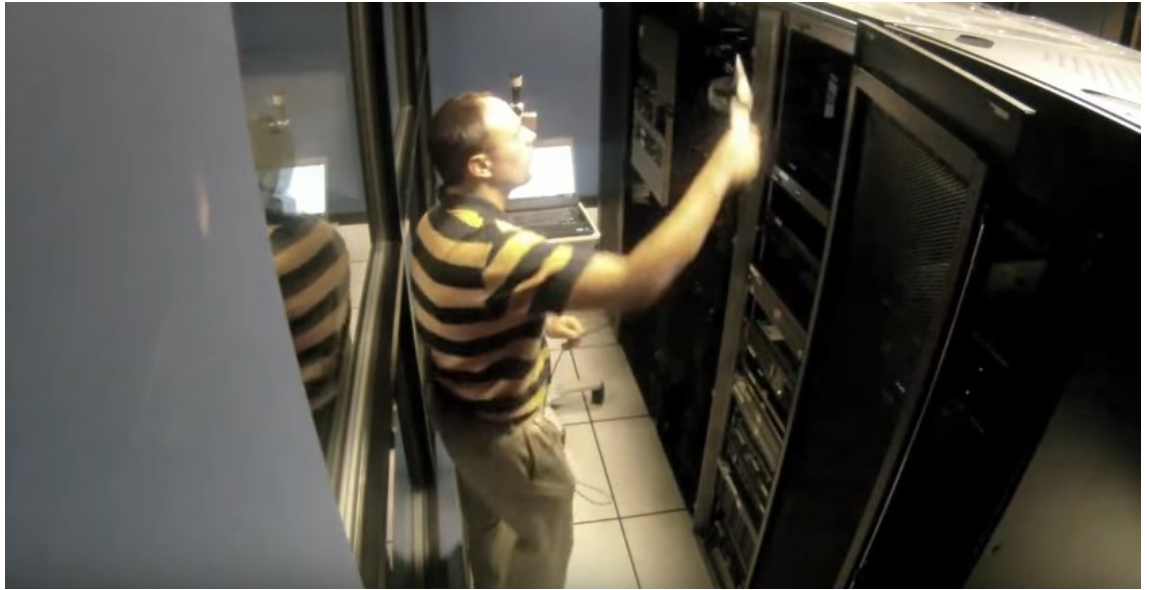
Passiiviset tägit toimivat mainiosti laitekannanhallinnassa, mutta passiivisilla tägeillä on myös omat heikkoutensa silloin kun niitä on suurissa määrin ja niitä halutaan seurata tarkasti. Kun tägien määrä kasvaa, kasvaa myös niiden lukemiseen käytettävä aika. Konesaleissa tämä tarkoittaa, että joka kerta, kun halutaan tehdä inventaario, se on pakko tehdä täysin manuaalisesti. Passiiviset tägit eivät myöskään reagoi tapahtuviin muutoksiin lainkaan.

3.3.2 Nykyisen järjestelmän parantaminen

Käyttöön otetun tägin fyysiset ominaisuudet ovat sen yksi heikkous. Vaikka silmukka onkin nykyisen tägin heikoin kohta, ei se silti ole este nykyisten tägien käytölle. Tägien kiinnitykseen täytyy käyttää enemmän huomiota. Hyvällä kiinnitystekniikalla nykyisetkin tägit pysyvät paikallaan. Kiinnityksessä täytyy tehdä varmaksi, että tägi ei pääse heilumaan tai osumaan teräviin metallisiin pintoihin kiinnityksen jälkeen. Kiinnityksessä tulisi käyttää aina nippusidettä tai muovista kiinnikettä. Tägejä ei tule kiinnittää suoraan laitteen kiinnitysruuvien väliin ikinä. Jos tägi asennetaan suoraan laitteen kiinnitysruuviin voi tägin silmukka vaurioitua. Vaikka tägi silti toimisi, voi vähän murtunut silmukka katketa ajan saatossa.

Yrityksen tällä hetkellä käyttämät passiiviset tägit sisältävät muistia, johon olisi mahdollista tallentaa erilaista tietoa. Käytössä olevan tägin muistiin voidaan tallentaa 160 merkkiä. Tämän muistin käyttöönotto parantaisi laitteiden identifioimista entisestään. Muistiin voitaisiin tallentaa esimerkiksi laitteen sarjanumero, laitteen tyyppi tai vaikka asiakas. Tämä tieto helpottaa laitteen tunnistusta luettaessa ja näin estää mahdollisia virheitä tapahtumasta entisestään. Tämänlaisen tiedon lisääminen tägiin tuottaa myös tietoturvaan liittyviä seikkoja, jotka täytyy ottaa huomioon. Mikäli tägiin lisätään arkaluontoista dataa, täytyy tägien käytöstä poistoon suunnitella jokin systeemi, jolla tehdään varmaksi, ettei tägin sisällä oleva data joudu väärin käsiin. Sama koskee myös aktiivisia tägejä, jotka ovat poistuneet käytöstä syystä tai toisesta.

Inventaarion tekeminen passiivisille tägeille ilman hyvää systeemiä on työlästä ja aikaa vievää. Inventaarion tekemistä pitäisi nopeuttaa niin, ettei sen tekemiseen vaadittaisi useaa työntekijää moneksi päiväksi. Yksi vaihtoehto tämän ongelman ratkaisuksi olisi mahdollistaa kaikkien räkissä olevien tägien lukemisen yhdellä kertaa. Tämän kaltaisella systeemillä inventaarion tekemistä voidaan nopeuttaa 10-kertaiseksi (Thompson, 2012). Tämän kaltaisella systeemillä tägit luetaan räkistä yhdellä käden heilautuksella. Systeemi koostuu lukijasta ja ohjelmasta mikä näyttää datan. Tägien lukeminen toimii siten, että lukijaa liikutetaan räkin yläosasta alaosaan lukien samalla kaikki räkin sisällä olevat tägit (Kuva 11). (Thompson, 2012.) Asiakasyrityksen tapauksessa lukija voisi esimerkiksi näyttää kaikkien tägien sarjanumerot, ja niitä voitaisiin verrata räkin CI-taulun näyttämien laitteiden tägien koodeihin. Mikäli muutosta ei ole, räkki on nyt inventoitu ja sen CI-taulu on ajan tasalla. Tämäkin tapa vaatii silti silmämääräisen tarkastuksen, jotta jokaisessa laitteessa on varmasti tägi. Lukija tulee myös säätää tarkasti niin, ettei se lue viereisen räkin sisällä olevia tägejä. Mikäli tällainen systeemi otetaan käyttöön, se nopeuttaa inventaarion tekemistä niin paljon, että inventaarion voi tehdä useammin pienemmillä resursseilla.



Kuva 11. Mies lukemassa tägejä (DatacenterRFID, 2011)

Koska passiiviset tägit eivät ole koko ajan seurannassa, ei niiden liikkeitä voida seurata lainkaan. Yksi vaihtoehto passiivisten tägien seurannan parantamiseksi olisi portaalien (Kuva 12) asentaminen laitehuoneiden uloskäynneille. IBM:n mukaan portaalien asentaminen sisään- ja uloskäynneille mahdollistaa reaaliaikaiseen laitteiden seurantaan. Portaalien avulla voidaan myös toteuttaa erilaisia hälytyssesteemejä. (Ruoho, 2009.) Konesaliympäristössä hälytyssesteemi voisi esimerkiksi tarkistaa tägin sarjanumerolla löytyvän laitteen CI-taulusta, mikä laitteen lifecycle-tila on. Mikäli laitteen tila olisi "in-use", tekisi systeemi hälytyksen. Jos laitteen tila sen sijaan on "retired", ei hälytystä tarvita. Jokaisesta laitteesta jäisi joka tapauksessa jälki tietokantaan, josta voidaan tarkistaa, mitä laitteita konesalissa on ja mitä on viety pois.



Kuva 12. RFID-portaali (GeorgeJames, n.d)

3.3.3 Aktiivisten tägien käyttöönotto

Aktiivisten tägien käyttöönotto tulevaisuudessa olisi yksi vaihtoehto inventaarion automatisoinnin parantamiselle ja koko RFID-teknologian potentiaalın hyödyntämiseksi konesalissa. Aktiiviset tägit poistavat tarpeen manuaaliselle inventaariolle lähes kokonaan ja tarjoavat reaaliaikaisen tiedon siitä, mitä konesalissa on.

Passiivisilla tägeillä toteutettu seuranta vaatii aina manuaalisen tarkistuksen siitä, onko laite ja sen tägi tallella, mikäli halutaan olla varmoja, onko laite siellä missä sen pitää olla. Tämä tarkoittaa sitä, että työntekijän täytyy käydä paikan päällä tarkistamassa laitteen olemassaolo ja sijainti. Aktiivisen tägin suurin valtti on se, että se poistaa tarpeen kokonaisvaltaiselle inventaariolle, sillä aktiivisilla tägeillä tiedetään tarkalleen, mitä laitteita konesalissa on kullakin hetkellä. Aktiiviset tägit mahdollistavat myös tiedon siitä, missä laite fyysisesti sijaitsee.

Asennusvaiheessa aktiivisille tägeille olisi hyvä määrittää jokin nimeämismalli, josta tulisi esille esimerkiksi seuraavat tiedot:

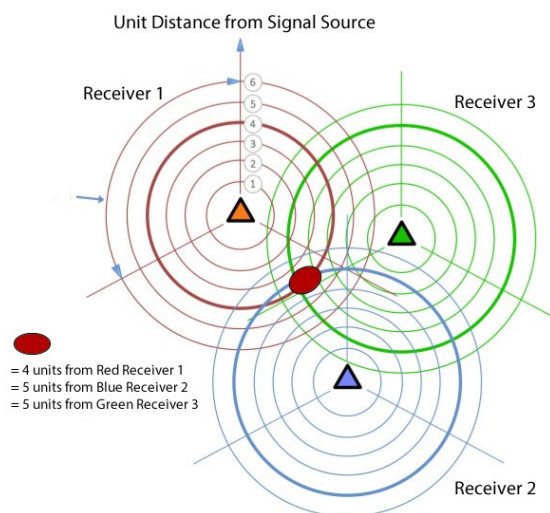
- nimi
- räkki
- huone
- sarjanumero
- laitetyyppi
- asiakas.

Nämä tiedot auttavat yksilöimään jokaisen laitteen ja niiden tunnistaminen hallintaohjelmasta helpottuu. Mikäli jokin tägeistä häviäisi seurannasta, saataisiin tägin nimestä heti selville, mikä laite on kyseessä.

Kun jokaisella laitteella on oma aktiivinen RFID-tägi, ne ovat näkyvillä verkossa koko ajan ja dataan päästään käsiksi mistä vain. Yrityksen laitekannan hallinnasta vastaava henkilö (Asset-manager) voi seurata yrityksen kaikkia laitteita helposti reaaliajassa. Niin kauan, kun laitteen tägi näkyy seurannassa, tiedetään, että se on salissa. Mikäli laite häviäisi seurannasta, se tarkoittaisi, että laite on viety pois salista, tai lähettimessä on vikaa. Tällaiset tilanteet vaativat laitteen fyysistä tarkistamista paikan päällä, mikäli tilanne on ennalta suunnittelematon. Aktiivisilla tägeillä tällaiset ongelmatilanteet tulevat heti esille, eikä yritykselle tule ikäviä yllätyksiä myöhemmin. Aktiiviset tägit parantavat myös yrityksen tarjoamaa turvallisuutta sen asiakkaille. Jos salissa on ollut esimerkiksi ulkopuolisia ihmisiä, on helppoa jäljittää, mihin ja milloin hävinnyt laite olisi voinut mennä.

Osalla aktiivisista vastaanottimista voidaan jopa paikantaa tägien sijaintia. Paikannuksen tarkkuus riippuu käytettävästä systeemistä. Ciscon mukaan heidän WLAN:illa toteutetulla systeemillä tägit voitiin paikantaa 5-10 metrin tarkkuudella (Cisco, n.d). RFID-Journalin mukaan aktiivisilla tägeillä voidaan päästä jopa 10 jalan tarkkuudesta (noin 3 metriä) jopa muutama

senttimetreihin käyttäen useaa vastaanotinta etäisyyden mittaukseen (Roberti, 2015). Paikannuksen tarkkuus paranee sen mukaan, mitä enemmän vastaanottimia on. Mitä tarkempi paikannus on, sitä paremmin voidaan laitteiden sijaintia seurata. Konesalin laitekannanseurannassa jopa noin 1-2 metrin tarkkuus riittää. Tällä ominaisuudella voidaan toteuttaa esimerkiksi hälytysjärjestelmä, joka ilmoittaa heti, jos laite liikaahtaa tai vaihtaa paikkaa vastaanottimen kantamalla tai poistuu jonkin vastaanottimen näköpiiristä. Mikäli yritys haluaa, se voi jopa asentaa vastaanottimet sen konesalin ulko-oville, jolloin tiedetään heti, jos laite on poistunut konesalista. Tällaista reaaliaikaisuutta ei ole mahdollista toteuttaa passiivisillä tägeillä. Aktiiviseen RFID-systeemiin voidaan myös lisätä esimerkiksi lämpötilaa mittaavia tägejä.



Kuva 13. RFID-tägin paikannusperiaate (Raine, 2016)

Aktiiviset tägit toimivat loistavasti DCIM-systeemien kanssa. Aktiivisen tägin ominaisuus havaita vaihteluita laitteen sijainnissa mahdollistaa reaaliaikaisesti päivittyvän DCIM:n. Tunnettujen valmistajien tekemät tägit on rakennettu vapaiden standardien mukaan, joten niiden käyttöönotto DCIM:n kanssa on helppoa. (ITAK, 2013.) Mikäli yritys harkitsee aktiivisten tägien käyttöönottoa, tulisi tägiä valittaessa varmistaa, että sen lisääminen DCIM-systeemiin on mahdollista. Mikäli yrityksellä ei ole käytössä DCIM:ä, kannattaa sen käyttöönottoa harkita.

Koska tägit ovat aktiivisia, ne näkyvät koko ajan seurannassa, vaikkei tägi olisi kiinni laitteessa. Kun laitteita poistetaan salista, on tärkeää, että jokaisessa poistetussa laitteessa on varmasti tägi tallella. Hävinneet ja päällä olevat tägit sekoittavat laitekannan seuranta ja aiheuttavat sekaannuksia.

Toisin kuin nyt käytössä olevat passiiviset tägit, aktiiviset tägit voidaan siirtää laitteesta toiseen. Esimerkiksi kun laite otetaan pois käytöstä, ei tägiä tarvitse tuhota, vaan se voidaan ottaa uudestaan käyttöön. Tähän voidaan

kehittää erilaisia protokollia, joiden avulla uudelleenkäyttöönnotto toteutetaan. Hyvä käytäntö olisi uudelleenkirjoittaa tegin siru ja antaa sille uusi sarjanumero sekaannuksien minimoimiseksi. Uudelleenkäyttöönnoton yhteydessä voidaan myös vaihtaa tegin paristo, mikäli se on mahdollista. Tällä toimenpiteellä taataan, että uudestaan asennettu tägei on toimintakykyinen useita vuosia. Tägien uusiokäyttö vähentää aktiivisten tægien suurempia käyttökustannuksia verrattuna passiivisiin tägeihin. Mikäli tägei poistetaan käytöstä kokonaan, täytyy se tuhota noudattaen konesalissa käytettäviä standardeja ja toimintaohjeita.

Aktiivinen tägei on kiistatta paras vaihtoehto, jos asiaa tarkastellaan pelkästään suorituskyvyn ja hyötyjen kannalta. Aktiivisilla tägeillä on silti muutamia heikkouksia. Aktiiviset tæginit ovat huomattavasti kalliimpia hankkia ja ottaa käyttöön kuin passiiviset tæginit. Tegin kappale hinta on yli 6-kertainen verrattuna passiivisiin tägeihin. Myös vastaanottimet tuovat huomattavia investointikustannuksia. Toinen huono puoli tulee itse tegin rakenteesta. Jokainen pariston sisältävä laite tulee jossain vaiheessa menettämään varauksensa. Jos käyttöön otetulle aktiiviselle tägeille luvataan viiden vuoden käyttöikä, alkavat tæginit sammumaan yksitellen viiden vuoden jälkeen käyttöönotosta. Tämä tuottaa paljon työtä konesalityöntekijöille. Aktiiviset tæginit eivät tarvitse fyysistä inventaariota samalla tavalla kuin passiiviset, joten voisi sanoa, että paristojen vaihtoon menevä aika on voitettu jo aikaisemmin. Aktiiviset tæginit ovat yleensä myös kooltaan suurempia kuin passiiviset tæginit koska ne sisältävät pariston. Tämä voi aiheuttaa hankaluuksia niiden asentamisessa laitteisiin. Jokainen yritys voi itse punnita ovatko aktiivisten tægien tuomat hyödyt niiden tuomien kulujen arvoiset.

4 YHTEENVETO

Tässä työssä keskityttiin passiivisten RFID-tægien käyttöönottoon ja tægien tekniikan mahdollisimman monipuoliseen hyödyntämiseen konesaliympäristössä. Työssä käytiin läpi tægien asennusprosessi sekä mahdolliset kehitysehdotukset tällä hetkellä käytössä olevaan järjestelmään. Lopputuloksena on kattava tutkielma siitä, miksi ja miten RFID-tägejä voidaan hyödyntää konesaleissa.

Koko opinnäytetyöprosessi sujui ilman suurempia ongelmia. Tähän auttoi suuresti aikaisempi kokemukseni tægien kanssa työskentelystä. Hyvä taustatieto siitä, kuinka konesalit toimivat, auttoi mahdollisten kehitysehdotusten miettimisessä. Tiedon hakukin oli helppoa, sillä materiaalia oli tarjolla hyvin.

Työ onnistui omasta mielestäni varsin hyvin. Pääsin asiakkaan asettamiin tavoitteisiin ja pystyin toteuttamaan työn suunnitellusti. Aikataulussa py-

syminen oli helppoa, sillä etenin suunnitellusti aiheesta toiseen. Koko opin-
näytetyöprosessin aloitus oli selvästi vaikein osuus, sillä näin suuri aihe
tuntui aluksi ylitsepääsemättömältä. Tämä ajatus kuitenkin muuttui nope-
asti sen jälkeen, kun opinnäytetyön kirjoitus alkoi ja sain lisää tietoa siitä,
miten työ kannattaa toteuttaa. Vaikka työ onnistuikin itsestäni hyvin, jää
aina parantamisen varaa. Esimerkiksi RFID-yrityksen haastatteleminen olisi
voinut olla hyvä lisä tähän työhön. Yritin ottaa yhteyttä muutamaa suu-
reen RFID-tägien valmistajaan, mutta en saanut vastausta.

Tämä prosessi kehitti minua suuresti etenkin RFID-tekniikan saralla,
sekä kirjoittajana. Sain myös paljon lisätietoa siitä, kuinka konesalien laite-
kanta seurataan ja mitä siihen kuuluu.

Asiakkaan palaute oli hyvää. He olivat sitä mieltä, että työssä kuvataan erit-
täin hyvin, miten laitekannanhallinta on mahdollista toteuttaa käyttäen
passiivisia tai aktiivisia RFID-tägejä. Asiakas oli etenkin hyvillään siitä, että
työssä ollaan perehdytty DMDB:hen ja DCIM:iin. Asiakkaan mukaan juuri
näiden asioiden läpi käyminen luo perustan sille, miksi kirjanpidon täytyy
olla kunnossa. Asiakas oli myös tyytyväinen siihen, että työssä oltiin pereh-
dytty näihin asioihin perin pohjin, joten asiasta tietämätönkin henkilö saa
hyvän kuvan siitä, mihin tämä työ liittyy sekä miksi laitekanta tulisi doku-
mentoida.

LÄHTEET

- AtlasRFID. (2017). *AtlasRFIDstore*. Haettu 24. 10 2017 osoitteesta <https://www.atlasrfidstore.com/fixed-rfid-readers/>
- BMC. (19. 12 2016). Haettu 26. 10 2017 osoitteesta <https://www.bmc.com/guides/itil-event-management.html>
- BMC. (6. 12 2016). *New to ITIL? Start here!* Haettu 26. 10 2017 osoitteesta <https://www.bmc.com/guides/itil-introduction.html>
- BMC. (n.d). *ITIL change management 101*. Haettu 25. 10 2017 osoitteesta <https://www.bmc.com/guides/itil-change-management.html>
- BMC Software. (2006). Haettu 23. 10 2017 osoitteesta http://www.as.techdata.eu/clientsolutions/what_do_you_need_from_a_configuration_management_database
- Bonsor;& Fenlon. (5. 11 2007). *electronics.howstuffworks*. Noudettu osoitteesta <https://electronics.howstuffworks.com/gadgets/high-tech-gadgets/rfid.htm#>
- BSI. (n.d). *ISO 9001 Quality Management*. Haettu 26. 10 2017 osoitteesta <https://www.bsigroup.com/en-GB/iso-9001-quality-management/>
- Carlini, S. (2. 12 2014). *The importance of data center life cycle management*. Haettu 25. 10 2017 osoitteesta <http://blog.schneider-electric.com/datacenter/2014/12/02/importance-data-center-life-cycle-management/>
- Certi. (22. 11 2015). Haettu 26. 10 2017 osoitteesta http://www.ceriffi.fi/UserFiles/5fb21673-df34-4df4-a8f3-e3d29ad144dc/Web/PDF-tiedostot/UKK_ISO%209001_2015_v3_Opas.pdf
- DatacenterRFID. (16. 11 2011). *Streamline Data Center Operations with RFID*. Haettu 7. 11 2017 osoitteesta Youtube: https://www.youtube.com/watch?time_continue=16&v=UOFDwnUeOis
- Durnhofer, J. (25. 9 2015). *Kill Those Zombie Cables Haunting Your Data Center*. Noudettu osoitteesta <https://graphicalnetworks.com/blog-cable-management-in-dcim/>
- EPC-RFID INFO. (n.d). *What is RFID?* Haettu 23. 10 2017 osoitteesta <http://www.epc-rfid.info/rfid>

- Gansler. (2014). *Data Center Inventory Management*. (Asset Point) Haettu 20. 10 2017 osoitteesta http://www.asset-point.com/docs/AssetPoint_WP_Data_Center_Inventory.pdf
- HP. (2006). *Understanding inventory, configuration and IT asset management*. Noudettu osoitteesta <https://www.techworld.com/cmsdata/whitepapers/4315/4aa0-6093enw.pdf>
- IBM. (2015). *Automated Asset Tracking in the Data Center*. Haettu 20. 10 2017 osoitteesta http://cdn2.hubspot.net/hub/186315/file-309155364-pdf/IBM-IAITAM-RF_Code-Webinar-Slides.pdf
- ISO. (n.d). *About ISO*. Haettu 26. 10 2017 osoitteesta <https://www.iso.org/about-us.html>
- ISO. (n.d). *ISO 14000 family - Environmental management*. Haettu 26. 10 2017 osoitteesta <https://www.iso.org/iso-14001-environmental-management.html>
- ISO. (n.d). *ISO/IEC 27000 family - Information security management systems*. Haettu 26. 10 2017 osoitteesta <https://www.iso.org/isoiec-27001-information-security.html>
- ITAK. (11. 12 2013). Haettu 21. 11 2017 osoitteesta Active RFID Best for Data Centers – Why Active RFID Beats Out Passive RFID: <http://itak.iaitam.org/active-rfid-best-for-data-centers-why-active-rfid-beats-out-passive-rfid/>
- it-processmaps. (2011). *ITIL Service Operation*. Haettu 26. 10 2017 osoitteesta https://wiki.en.it-processmaps.com/index.php/ITIL_Service_Operation
- iTracs. (n.d). *What is Data Center Infrastructure Management?* Haettu 27. 10 2017 osoitteesta <https://www.itracs.com/what-is-data-center-infrastructure-management/>
- Jovix. (n.d). *RFID vs Barcode*. Haettu 24. 10 2017 osoitteesta <http://www.atlasrfid.com/jovix-education/auto-id-basics/rfid-vs-barcode/>
- Knowledge Transfer. (2011). *Knowledge Transfer*. Haettu 23. 10 2017 osoitteesta http://www.knowledgetransfer.net/dictionary/ITIL/en/Configuration_It em.htm
- ManageEngine. (n.d). *IT Asset Life Cycle Management*. Haettu 25. 10 2017 osoitteesta <https://www.manageengine.com/products/asset-explorer/it-asset-life-cycle-management.html>

- ManageEngine. (n.d). *Relationship between ITIL and Facilities Management*. Haettu 27. 10 2017 osoitteesta https://download.manageengine.com/products////////facilities-desk/facilities_management_on_ITIL.pdf
- Mixon, E. (8 2016). *Data center monitoring tools and tips to keep IT in the know*. Haettu 25. 10 2017 osoitteesta <http://searchdatacenter.techtarget.com/feature/Data-center-monitoring-tools-and-tips-to-keep-IT-in-the-know>
- Nayak, R. (11. 5 2012). *Data Center Server Life cycle*. Haettu 25. 10 2017 osoitteesta <https://blogs.cisco.com/datacenter/server-life-cycle>
- Nayak, R. (11. 5 2012). *Data Center Server Life cycle*. Haettu 25. 10 2017 osoitteesta <https://blogs.cisco.com/datacenter/server-life-cycle>
- Omni-ID. (2009). *RFID Success Story*. Haettu 20. 10 2017 osoitteesta https://www.omni-id.com/pdfs/RFID_Asset_Tracking_IT_Data_Center_CaseStudy.pdf
- Red ice creations. (n.d). *Defense Department Tests Hybrid Active/Passive RFID*. Haettu 7. 11 2017 osoitteesta Red ice creations: <http://www.redicecreations.com/specialreports/milhybridRFID.html>
- RFID Journal. (n.d). *RFID FREQUENTLY ASKED QUESTION - What's the difference between read-only and read-write RFID tags?* Haettu 24. 10 2017 osoitteesta <http://www.rfidjournal.com/faq/show?67>
- RFID4u. (n.d). *HID SEAL TAG ETAMPER HF ICODE SLIX WITH UID QR CODE*. Haettu 31. 10 2017 osoitteesta RFID4USTORE: https://cdn6.bigcommerce.com/s-im2p1/products/3293/images/3710/hf-seal-tag-etamper-front-1__94116.1495909738.1280.1280.png?c=2
- Rouse, M. (8 2013). *data center infrastructure management (DCIM)*. Haettu 27. 10 2017 osoitteesta <http://searchconvergedinfrastructure.techtarget.com/definition/data-center-infrastructure-management-DCIM>
- Rouse, M. (6 2013). *IT procurement*. Haettu 25. 10 2017 osoitteesta <http://searchcio.techtarget.com/definition/IT-procurement>
- SageData. (n.d). *Active RFID Tags*. Haettu 24. 10 2017 osoitteesta <http://www.sagedata.com/learning-centre/active-rfid-tags.html>

- Samanage. (21. 6 2012). *ITIL IT Service Management in 5 Minutes*. Haettu 26. 10 2017 osoitteesta <https://blog.samanage.com/it-service-management/itil-it-service-management-in-5-minutes/>
- ServiceNow. (2016). *Improving configuration item data quality*. Haettu 25. 10 2017 osoitteesta <https://www.servicenow.com/content/dam/servicenow/documents/whitepapers/wp-cmdb-improving-configuration-item-data-quality.pdf>
- ServiceNow. (15. 6 2017). *Run Discovery for APD - Legacy*. Haettu 8. 11 2017 osoitteesta ServiceNow Product Documentation: https://docs.servicenow.com/bundle/jakarta-it-operations-management/page/product/discovery/reference/r_RunDiscovery.html
- ServiceNow. (14. 8 2017). *ServiceNow Product Documentation*. Haettu 23. 10 2017 osoitteesta http://wiki.servicenow.com/index.php?title=CMDB_Data_Model#gsc.tab=0
- Shapiro, S. (6. 1 2016). *Data Center Design: Which Standards to Follow?* Haettu 26. 10 2017 osoitteesta <http://www.datacenterknowledge.com/archives/2016/01/06/data-center-design-which-standards-to-follow>
- SkyRFID Inc. (n.d). *RFID Tag Maximum Read Distance*. Haettu 25. 10 2017 osoitteesta http://skyrfid.com/RFID_Tag_Read_Ranges.php
- Smiley, S. (4. 3 2016). *RFID Insider*. Haettu 24. 10 2017 osoitteesta <https://blog.atlasrfidstore.com/active-rfid-vs-passive-rfid>
- Smith, L. (9. 9 2014). *HP Releases Details on New Gen9 ProLiant Servers: Storerreviews.com*. Haettu 6. 11 2017 osoitteesta http://www.storagereview.com/hp_releases_details_on_new_gen9_proliant_servers
- Sunbird. (n.d). *What are the Benefits of DCIM?* Haettu 27. 10 2017 osoitteesta <https://www.sunbirddcim.com/what-are-benefits-dcim>
- TechTarget. (n.d). *Data center metrics and standards guide*. Haettu 26. 10 2017 osoitteesta <http://searchdatacenter.techtarget.com/guide/Data-center-metrics-and-standards-guide>
- Tertium technology. (n.d). *RFID IN YOUR POCKET*. Haettu 8. 11 2017 osoitteesta Tertium technology: http://www.tertiumtechnology.com/blueberry_hs_uhf.php
- Thompson, M. (9. 1 2012). *Data Center Inventory Management Using Passive RFID*. Haettu 7. 11 2017 osoitteesta

<https://www.itassetmanagement.net/2012/01/09/data-center-inventory-management-passive-rfid/>

UCSF. (23. 2 2017). *Service Transition*. Haettu 25. 10 2017 osoitteesta Service asset and configuration management process:

<http://itsm.ucsf.edu/sites/itsm.ucsf.edu/files/Service%20Asset%20and%20Configuration%20Management%20Process.pdf>

Weis, S. A. (n.d). *RDID: Principles and Applications*. Haettu 24. 10 2017 osoitteesta

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.182.5224&rep=rep1&type=pdf>

Weis, S. A. (n.d). *RFID: Principles and Applications*. MIT CSAIL. Haettu 24. 10 2017 osoitteesta

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.182.5224&rep=rep1&type=pdf>

Weis, S. A. (n.d). *RFID: Principles and Applications*. MIT CSAIL. Haettu 24. 10 2017 osoitteesta

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.182.5224&rep=rep1&type=pdf>

Woodford, C. (21. 5 2017). *explainthatstuff*. Haettu 23. 10 2017 osoitteesta <http://www.explainthatstuff.com/rfid.html>

Zenium Technology Partners Limited. (13. 10 2016). *SETTING THE STANDARD*. Haettu 26. 10 2017 osoitteesta

<https://www.zeniumdatacenters.com/data-center-standards-certifications/>