



LAUREA
AMMATTIKORKEAKOULU
Yhdessä enemmän

Virtualisointitekniologiat IT-infrastruktuurissa – Case Suomen Pankki

Henri Baumann

2018 Laurea



Laurea-ammattikorkeakoulu

**Virtualisointitekniikat
IT-infrastruktuurissa – Case Suomen Pankki**

Henri Baumann
Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma
Opinnäytetyö
Helmikuu, 2018

Henri Baumann

Virtualisointitekniikat IT-infrastruktuurissa – Case Suomen Pankki

Vuosi 2018 Sivumäärä 36

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia Suomen Pankin virtualisointitekniikoita IT-infrastruktuurissa. Tutkimuksen tavoitteena oli kartoittaa virtualisoinnin nykytila ja tulevaisuuden suunnitelmat kohdeorganisaatiossa. Työn tutkimusongelmiksi muodostuivat virtualisoinnin toteuttamiseen johtaneet tekijät, virtualisoinnissa käytettävät keinot ja miten virtualisointia halutaan kehittää organisaatiossa. Työn tietoperustassa määritellään virtualisointi käsitteenä ja tarkastellaan eri virtualisointitekniikoita, virtualisoinnin historiaa ja tulevaisuutta sekä virtualisoinnin hyötyjä ja haittoja. Työn tekee ajankohtaiseksi se, että kohdeorganisaatiossa otetaan käyttöön hyperkonvergenssi-infrastruktuuri ja pilvipalvelut lähitulevaisuudessa.

Tässä työssä tutkimusmenetelmänä on käytetty puolistrukturoitua teemahaastattelua. Teemat on muodostettu työn teoreettisesta viitekehystä, jotka ovat virtualisoinnin hyödyt, virtualisointitekniikat ja virtualisoinnin kehittäminen.

Tuloksia tarkastellessa voidaan todeta, että virtualisoinnin nykytila kohdeorganisaatiossa oli hyvällä tasolla. Virtualisoinnin hyödyiksi koettiin kustannustehokkuus, joustavuus ja työn helpottuminen. Kohdeorganisaation virtualisointiaste oli erittäin korkea joka osa-alueella, ja käytössä oli useita virtualisointitekniikoita sekä niihin liittyviä tuotteita. Haastateltavien kehittämissuunnitelmiin kuului pilvipalveluiden joustavampi käyttö sekä alusta- ja verkkoratkaisujen yhtenäistäminen.

Henri Baumann

Virtualization Technologies in IT Infrastructure – A Case Study of Bank of Finland

Year	2018	Pages	36
------	------	-------	----

The purpose of this thesis is to study what virtualization technologies are being used in the Bank of Finland. The aim of the study is to chart the present state of virtualization and the future plans for it in the target organization. The research problems in the work were made up of factors leading to virtualization, the methods used in virtualization, and how to develop virtualization in the organization. The knowledge base of this work defines virtualization as a concept and view at different virtualization techniques, and the benefits and disadvantages of virtualization. The work is topical because the target organization will introduce hyperconvergence infrastructure and cloud services in the near future.

In this work, semi-structured theme interviewing has been used as a research method. The themes are formed from the theoretical framework of the work, which are the benefits of virtualization, virtualization techniques and the future development of virtualization.

Looking at the results, it can be stated that the current state of virtualization in the target organization was at a good level. The benefits of virtualization were seen as cost-effectiveness, flexibility and ease of work. The target organization had very high virtualization rates in every segment of virtualization and multiple virtualization related products were being used. Interviewed development proposals included more flexible use of cloud services and the integration of platform and network solutions.

Keywords: Virtualization, Hyperconverged Infrastructure, Cloud computing

Sisällys

1	Johdanto	8
2	Rajaus ja tutkimus	9
3	Tutkimusmenetelmä ja aineistonkeruu.....	9
4	Virtualisointi käsitteenä.....	10
4.1	Virtualisoinnin historia	11
4.2	Virtualisoinnin tulevaisuus	12
4.3	Virtualisoinnin hyödyt ja haitat	13
5	Virtualisointitekniikat	16
5.1	Palvelinvirtualisointi	17
5.2	Verkkovirtualisointi	18
5.3	Tallennusvirtualisointi	19
5.4	Työpöytävirtualisointi	19
6	Hyperkonvergenssi-infrastruktuuri	21
7	Pilvipalvelut	24
8	Tutkimustulokset	26
8.1	Virtualisoinnin toteuttamiseen johtaneet tekijät.....	26
8.2	Virtualisoinnissa käytettävät keinot	26
8.3	Virtualisoinnin kehittäminen organisaatiossa?	27
9	Yhteenveto	27

Keskeiset käsitteet

Fibre Channel	Suurinopeuksinen verkkoteknologia massamuistivälineiden liittämiseksi palvelimiin
Digitalisaatio	Käsite, joka kuvaa tietotekniikan yleistymistä arkielämässä.
SDN	Teknologia, jonka keskinen idea on ohjata ohjelmistolla verkkoelementtejä, kuten kytkimiä ja reitittäjiä.
NFV	Verkkotoimintojen virtualisointi, jossa verkkolaitteiden toiminnot toteutetaan standardipalvelimilla ajettavina virtuaalikoneina.
Hypervisor	Virtualisointialusta fyysisen laitteiston ja virtuaalisen käyttöjärjestelmän välissä.
SAN	Storage Area Network on tallennusjärjestelmälle omistettu verkko.
NAS	Network-attached storage on tallennusjärjestelmä, joka sisältää sulautetun palvelin ja yhden tai useamman kiintolevyn.
VIP	Virtuaalinen IP-osoite, joka voidaan jakaa useamman toimialueen tai palvelimen kesken.
VLAN	Tekniikka, jolla jaetaan fyysinen tietoverkko moneen loogiseen osaan.
VPN	Virtuaalinen erillisverkko, jolla yhdistetään turvallisesti kaksi verkkoa julkisen verkon yli.
Virtualisointi	Tekniikka, jolla piilotetaan jotkin fyysisen resurssin tekniset piirteet muilta järjestelmiltä, sovelluksilta tai loppukäyttäjiltä.
Virtuaalikone	Ohjelmallisesti toteutettu tietokone.
HCI	Hyperkonvergenssi infrastruktuuri, joka on uudenlainen tapa toteuttaa perinteinen konesali.

Pilvipalvelu	Internetin kautta käytettäviä IT-palveluita yrityksille sekä yksityisille käyttäjille.
iSCSI	Laite tiedonsiirtoprotokollalla, joka paketoii liikenteen internetin ja lähiverkkojen ymmärtämään TCP/IP muotoon.
Klusteri	Useamman tietokoneen malli, jossa on yleensä yksi tietokone, joka toimii palvelimina ja jakaa muiden tietokoneiden eli noodien kesken tehtäviä.
Node	Tietokone tai palvelin, joka on osa laajempaa kokonaisuutta.
Konesali	Huone tai rakennus, jossa on useita palvelimia ja niiden ohjausjärjestelmiä, jotka käsittelevät ja tallentavat suuria määriä dataa.
Korkea käytettävyys	Käytäntö, joka pyrkii siihen että järjestelmä on aina käyttäjän käytettävissä.

1 Johdanto

Opinnäytetyö on tehty yhteistyössä Suomen Pankin kanssa. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää virtualisoinnin nykytila ja tulevaisuuden suunnitelmat Suomen Pankin IT-Infrastruktuurissa. Työn tutkimus koostui kolmesta teemahaastattelusta, joiden tuloksiin perehdytään viimeisessä kappaleessa.

Virtualisointi on yksi viime vuosikymmenen käännteentekevimmistä it-trendeistä, joka on muuttanut pysyvästi tapoja miten yritykset ostavat, hallinnoivat ja käyttävät tietotekniikkaa. Virtualisoinnin avulla yritykset ovat saavuttaneet huomattavia säästöjä rahassa, kun fyysisten palvelinten käyttöastetta on saatu merkittävästi paremmaksi. Käyttöasteen paraneminen on puolestaan vähentänyt palvelintilojen tarvetta, mikä taas vaikuttaa suoraan sähkö- ja ilmastointikuluihin. Virtualisointi on tavallaan synnyttänyt ketjureaktion, joka on muovannut IT-Infrastruktuurin kokonaan uusiksi, kaikin tavoin helpommin hallittavaksi ja nopeammaksi.

Tällä vuosikymmenellä virtualisointi on mullistanut IT-kenttää pilvipalveluiden ja tietoverkkojen saralla. Palveluiden, sovellusten ja IT-infrastruktuurin osien käyttöönotto onnistuu helposti ja nopeasti suoraan pilvestä, ajasta ja paikasta riippumatta. Virtualisointi on myös vahvasti mukana, kun otetaan käyttöön uusia tietoverkkoja. Fyysisten verkkolaitteiden merkitys on vähenemässä, koska tietoverkkojen älylliset tehtävät hallitaan virtuaalisilla laitteilla pyörivillä ohjelmistoilla.

Mobiililaitteiden käytön valtavan lisääntymisen myötä ovat myös asiakkaiden tarpeet muuttuneet. Nykyään puhutaan paljon digitalisaatiosta eli tehtävien automatisoinnista. Esimerkiksi Yhdysvalloissa voi tilata mobiililaitteella paketin verkkokaupasta, joka toimitetaan suoraan kotiovelle pienellä lennokilla. Kaiken tämän mahdollistaa teknologia, jonka syövereistä löytyy virtualisointia eri muodoissa.

Perinteinen konesaliajattelu on kovaa vauhtia muuttumassa kohti älykkäämpiä ja tehokkaampia ratkaisuja, joissa otetaan paremmin huomioon liiketoimintapuolen tarpeet. Nykyään konesalitekniikka pysytään integroimaan yhdeksi kokonaisuudeksi, jossa virtualisoinnilla on iso rooli. Kaikkea tätä pysytään hallitsemaan yhden käyttöliittymän kautta. Tämä selkeyttää ja tehostaa nykyistä, jokseenkin monimutkaista, IT-infrastruktuuria.

2 Rajaus ja tutkimus

Työssä käsitellään virtualisointia tietotekniikassa yleisellä tasolla. Kappaleissa perehdytään yksityiskohtaisemmin palvelin-, verkko-, tallennuslaite-, ja työpöytävirtualisointiin. Aiheesta on rajattu pois virtualisointitekniikat, jotka eivät ole olennaisia Suomen Pankin toiminnassa. Myöhemmissä kappaleissa käsitellään pilvipalveluita ja hyperkonvergenssia infrastruktuuria, jotka vahvasti perustuvat virtualisointiin.

Tämän työn tutkimusongelma on virtualisoinnin toteuttamisen syyt ja keinot kohdeorganisaatiossa. Tutkimusmenetelmänä käytän kohdeorganisaation asiantuntijoille tarkoitettuja puolistrukturoituja haastatteluja eli teemahaastatteluja, jotka on muokattu erikseen jokaiselle haastateltavalle. Toteutan haastattelut teemahaastatteluina, jotta tietyistä teemoista voidaan esittää ja muokata tarkkoja kysymyksiä haastateltavan asiantuntijuuden mukaan. Lisäksi tutkimuksen tavoitteena on saada tietoa vain tietyistä virtualisoinnin aihealueista, joten haastateltavien vastauksia on pyritty rajaamaan. Kvalitatiivisen tutkimuksen lisäksi käytän tutkimusmenetelmänä kirjallisuuskatsausta, jossa käsitellään aiheesta aiemmin tehtyjä tutkimuksia.

3 Tutkimusmenetelmä ja aineistonkeruu

Haastattelu on tutkimusmenetelmä, joka sopii moneen erilaiseen tilanteeseen. Haastattelumuodon ratkaisee se, miten strukturoitu ja miten muodollinen haastattelutilanne on. Haastattelun eri muotoja ovat strukturoitu haastattelu, puolistrukturoitu haastattelu eli teemahaastattelu, avoin haastattelu ja syvähaastattelu. Haastattelua ohjaavat tutkimuksen etukäteen tehdyt tavoitteet, ja sen avulla pyritään saamaan mahdollisimman päteviä ja luotettavia tietoja. (Hirsijärvi & Hurme 2006, 43-48)

Työntutkimusmenetelmänä käytetään puolistrukturoitua teemahaastattelua. Teemahaastattelu kohdennetaan teemoihin, jotka haastattelija on laatinut etukäteen teoreettisesta viitekehyksestä. Haastattelutilanteessa teemat tarkennetaan kysymyksillä. Molemmat, sekä haastateltava että haastattelija, voivat esittää tarkennettavia kysymyksiä. Haastattelu muodostuu pääasiassa avoimista kysymyksistä, joihin ei ole valmiita vastausvaihtoehtoja. Haastattelu on joustava tiedonkeruumenetelmä, koska sen aikana on mahdollisuus antaa tietoa tutkimuksen tarkoituksesta ja selkeyttämällä mahdollisia epäselviä seikkoja. (Hirsijärvi & Hurme 2006, 66-67, Hirsijärvi, Remes & Sajavaara 2009, 205)

Teemahaastattelu sopii hyvin asiantuntijatehtävissä toimivien henkilöiden tiedonkeruutavaksi. (Hirsijärvi & Hurme 2006, 47) Haastatteluun valittiin kolme kohdeorganisaation asiantuntijatehtävissä toimivaa henkilöä, jotka toimivat virtualisoinnin eri osa-alueilla. Haastateltavat nimettiin A:ksi, B:ksi, ja C:ksi haastattelujärjestyksen mukaan. Haastateltavat saivat sähköpostitse etukäteen kysymykset tarkasteltavaksi. Haastatteluajat

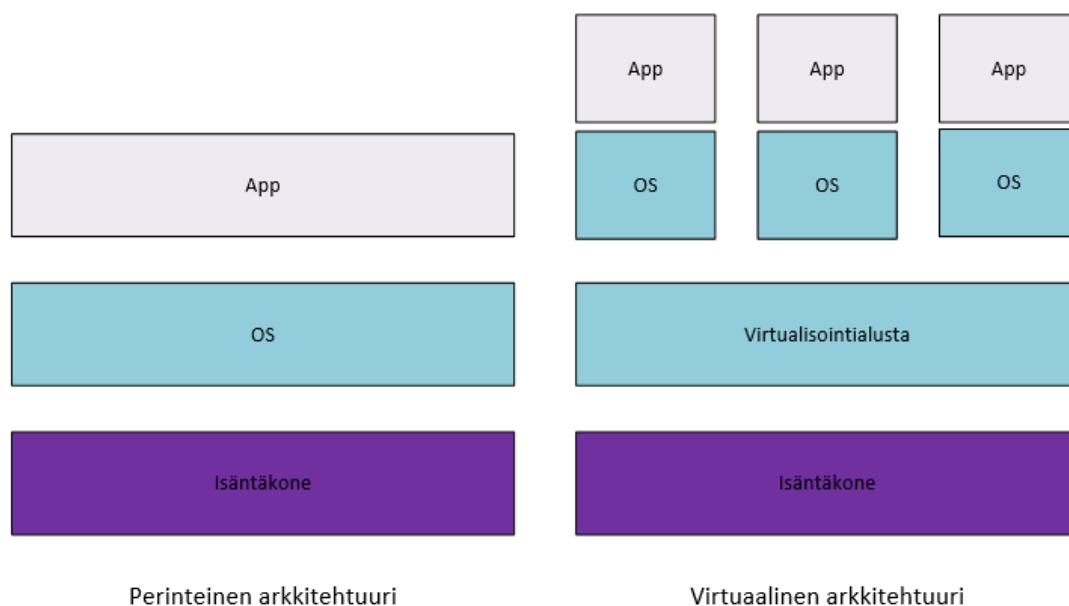
sovittiin noin viikkoa ennen ja ne toteutettiin 2.2 -7.2.2018 välisenä aikana haastateltavien työhuoneissa. Haastattelut kestivät keskimäärin noin tunnin (30 min-1t 15 min). Haastattelija kirjasi käsin keskeiset lauseet haastatteluissa.

4 Virtualisointi käsitteenä

Tietojenkäsittelyssä virtualisointi viittaa siihen toimenpiteeseen, jossa luodaan virtuaalinen versio jostain, kuten virtuaalisista tietokonelaitteistoista, käyttöjärjestelmistä, tallennuslaitteista ja atk-resursseista. (Virtualization 2018.)

Virtualisointi jakaa jonkin fyysisen laitteen moneksi loogiseksi resurssiksi. Esimerkiksi yhden fyysisen palvelimen sisään voi virtualisoida useamman virtuaalisen palvelimen, jotka näyttävät ja toimivat kuin oikeat fyysiset palvelimet. Virtualisointi toimii myös toisin päin eli monta loogista resurssia voi yhdistää yhdeksi resurssiksi, esimerkiksi tallennuslaitteivirtualisoinnissa useampi laite virtualisoidaan ja ne saadaan näkymään yhtenä kokonaisuutena. (Virtualisointi 2011.)

Nykyaikaiset virtualisointiratkaisut perustuvat joko ohjelmistopohjaiseen käyttöjärjestelmän sisällä toimivaan virtualisointialustaan (Hypervisor), joka luo isäntäkoneeseen virtuaalisia ympäristöjä, tai palvelinlaitteissa käytettävään rautapohjaiseen virtualisointiin, jossa virtualisointialusta toimii suoraan fyysisen palvelin raudan päällä ilman raskasta käyttöjärjestelmärajapintaa. Yleensä yritysten suurissa virtuaalisissa ympäristöissä käytetään rautapohjaista virtualisointia, koska resurssit tulevat käytettyä tehokkaammin ja laitteiden hallinta saadaan keskitettyä yhteen paikkaan. Paikallisympäristössä tapahtuvaa virtualisointia käytetään yleensä sovelluskehityksessä tai ylipäätään jonkin asian testaamisessa, koska suurempien ympäristön ylläpitämiseen se ei sovellu. Ohjelmistopohjainen virtualisointialusta ei kykene samanlaiseen saumattomaan yhteistyöhön laitteiston kanssa kuin rautapohjainen virtualisointialusta (Kleyman 2012).



Kuvio 1: Virtuaalisen arkkitehtuurin havainnollistaminen

4.1 Virtualisoinnin historia

Virtualisoinnin konsepti juontaa juurensa keskustietokoneiden aikaan 1960-luvun puolivälistä 1970-luvun alkuun, jolloin muun muassa IBM alkoi kehittämään virtualisointijärjestelmää keskustietokoneeseen. Sen aikaisen keskustietokoneen ongelma oli, että sitä ei voinut käyttää kun yksi henkilö kerrallaan, vaikka kaikki laskentatyöt pystyttiin lisäämään keskustietokoneen työjonoon, mutta niiden prosessointi ei tapahtunut reaaliajassa. (Conroy 2018.)

Ensimmäinen askel kohti virtualisointia otettiin vuonna 1964 IBM:n CP-40/CMS virtualisointijärjestelmällä. CP (Control Program) eli virtualisointialusta loi keskustietokoneelle useita virtuaalikoneita, joissa suoritettiin CMS-käyttöjärjestelmiä (Conversational Monitor System), CMS oli kevyt yhden instanssin käyttöjärjestelmä. CP-40/CMS ei kuitenkaan tukenut käyttömuistin virtualisointia, joten se ei päätenyt kaupalliseen käyttöön. Seuraavaa versiota saatiin odottaa vuoteen 1967, jolloin IBM julkaisi CP-67/CMS:n, joka myös tuki muistin virtualisointia. CP-67 oli virtualisointialusta, joka loi täysin virtuaalisia koneita keskustietokoneeseen. Virtualisoinnin ansiosta keskustietokoneiden laitteistokapasiteetti pystyttiin hyödyntämään entistä paremmin, kun useampi käyttäjä pystyi työskentelemään keskustietokoneella samanaikaisesti. Tämä laukaisi kokonaan uuden markkinan virtualisoinnille. (Conroy 2018.)

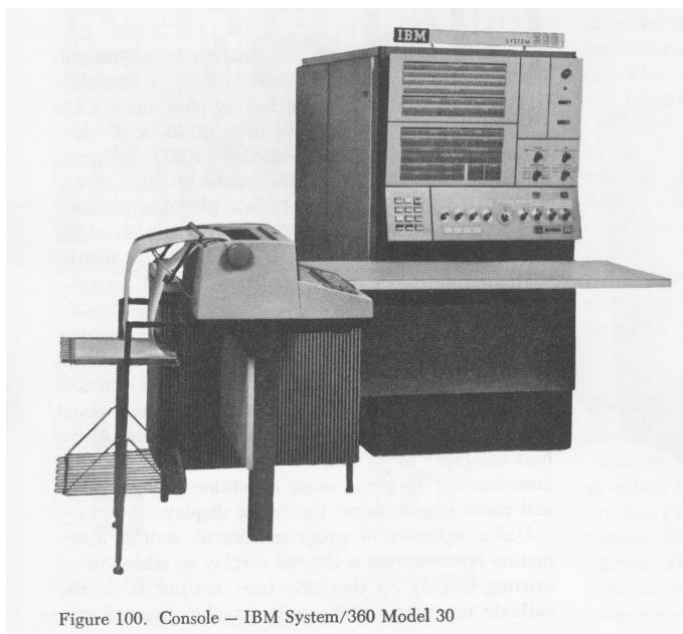


Figure 100. Console – IBM System/360 Model 30

Kuvio 2: IBM System/360 keskustietokone (The IBM System 360 Model 30 2015)

1990-luku oli merkittävää aikaa virtualisointiteknologian kehityksen kannalta. Vuonna 1990 joukko Sun Microsystems-yrityksen insinöörejä kyllästyivät C/C++ ohjelmistorajapintaan ja uskoivat, että on olemassa parempi tapa kirjoittaa ja suorittaa sovelluksia. He aloittivat projektin nimeltään ”Stealth”. Projekti nimettiin uudelleen useaan otteeseen seuraavien vuosien aikana, kunnes lopuksi vuonna 1995 se sai nimekseen Java. (Conroy 2018.)

1980- ja 1990-luvuilla virtualisointi jäi vähemmälle huomiolle, koska tuohon aikaan tietokoneet olivat tarpeeksi tehokkaita ja yritykset asensivat ensisijaisesti uusia fyysisiä palvelimia, kun loivat näennäisiä käyttäjärjestelmiä. Vuonna 1999 VMwaren julkaisema VMware Workstation virtualisointialusta mullisti virtualisoinnin, se oli ensimmäinen ohjelma, joka kykeni virtualisoimaan x86-järjestelmiä. Vuonna 2002 julkaistu VMware ESX oli ensimmäinen rautapohjainen palvelinvirtualisointiratkaisu ja se käynnisti varsinaisen virtualisointiaallon yrityksissä. (Timeline of Virtualization Development 2012.)

2010-luvun yksi mullistavimmista virtualisointiratkaisuista oli vuonna 2013 julkaistu Docker-sovelluskontti, joka liittyi sovelluskehitykseen. Docker-konttitekniikka perustuu ”konttinvirtualisointiin” (container virtualization), joka on vahvassa nosteessa. (Pitkänen 2016.)

4.2 Virtualisoinnin tulevaisuus

Langattoman tietoliikenteen seuraava suuri harppaus on 5G-verkot, jotka ovat lähivuosina standardoitu ja käyttövalmiina. 5G-verkot tulevat tarjoamaan uusia toimintamahdollisuuksia

mm. liikenteelle, terveysalalle ja teollisuudelle. Keskisimmät 5G-verkkojen hyödyt ovat verkkoinfrastruktuurin sopeutumiskyky, toimintavarmuus ja turvallisuuden huomattava lisääntyminen. 5G-verkot tulevat luomaan alhaiset tiedonsiirtoviiveet. Tämä mahdollistaa mm. robottien ja sensoreiden välisen lähes reaaliaikaisen kommunikoinnin verkon yli. (Ericsson 2016.)

Verkkotoimintojen virtualisointi ja tietoliikenneverkon ohjelmoitavuus mahdollistaa koko tietoliikenneverkon optimoinnin. Virtualisoinnilla pystytään laajentamaan verkon kapasiteettia ilman raskaita laiteinvestointeja. Verkkovirtualisointitekniikat tulevat vauhdittamaan uusien palveluiden yleistymistä, koska jatkossa verkon kapasiteettia voidaan dynaamisesti muokata silloisen tarpeen mukaan. Virtualisointi on tärkeässä roolissa, kun 5G-verkkojen optimointimekanismeja kehitetään. Esimerkiksi verkon viipaloinnilla voidaan toteuttaa erilaisia toiminnallisuuskokonaisuuksia ja jakaa verkon resursseja eri palveluiden vaatimuksiin perustuen. (Seiler 2015.)

SDN (Software Defined Networking) ja NFV (Network Function Virtualization) ovat teknologioita, jotka tulevat mahdollistamaan tulevaisuuden 5G-verkot. Molemmat mainitut teknologiat ovat vahvasti riippuvaisia virtualisoinnista. Niissä virtualisoidaan kaikki fyysiset verkkoresurssit, jotta verkkoa voidaan skaalata tarpeen mukaan ilman erillisiä laitehankintoja. (Tittel 2017.)

Virtualisointi on olennainen teknologia, joka mahdollistaa pilvipalvelut. Tämän vuoksi virtualisoinnin tulevaisuus kulkee vahvasti käsi kädessä pilvipalveluiden suosion kanssa. Osa suuremman kokoluokan yrityksistä käyttää virtualisointia ja muita pilvilaskentateknologioita rakentaessaan yksityistä pilveä omaan verkkoon, kun taas pienyritykset hankkivat palvelut julkisen pilven kautta saavuttaakseen suuremmat hyödyt. (Beckham 2017).

4.3 Virtualisoinnin hyödyt ja haitat

Virtualisointi sisältää useita hyödyllisiä ominaisuuksia, mutta tietyt asiat on otettava huomioon sen toteuttamista. Virtualisoinnin hyötyjä ovat esimerkiksi seuraavassa taulukossa esitetyt ominaisuudet.

Taulukko 1: Virtualisoinnin hyötyjä (Why use virtualization 2014).

Resurssien optimointi	Yritysten käyttämät tietokoneet ovat nykyään todella tehokkaita, ja usein niissä on jopa liikatehoa suhteutettuna käyttötarkoitukseen. Virtualisoimalla työasemia voidaan määrittää tehot työasemakohtaisesti, täten saadaan
-----------------------	--

	<p>käytössä olevat laskentatehoresurssit optimoituja käyttötarkoituksen mukaisesti.</p> <p>Sovelluskehittäjille virtualisointi on todellinen aarre, koska he voivat nopeasti pystyttää ja ajaa alas testausympäristöjä virtualisoimalla jo olemassa olevaa rautaa.</p>
Resurssien yhdistäminen	<p>On tavallista, että yhtä sovellusta pyöritetään vain sille tarkoitettuun tietokoneeseen, joka ei ole välttämättä kovin järkevää. Jos sovellusten pyörittäminen ei vie merkittävästi laskentatehoa, on ne järkevä yhdistää virtualisoinnin avulla yhdeksi palvelimeksi, joka pyörittää useampaa virtuaalista ympäristöä samanaikaisesti.</p> <p>Yhdistelemällä resursseja voidaan saavuttaa merkittäviä rahallisia säästöjä, koska sähkön ja ilmanvaihdon tarve laskee dramaattisesti kun ei enää tarvita niin paljon fyysistä rautaa.</p>
Korkea käytettävyys	<p>Nykyään liiketoiminnan muutoksiin ja kasvaviin vaatimuksiin on pystyttävä vastaamaan mahdollisimman ketterästi ja joustavasti. Virtualisointi tuo mukanaan uusia mahdollisuuksia konesalien ylläpitäjille, joita he pystyvät hyödyntämään.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Taattu käytettävyys palvelimille ja sovelluksille • Nopea järjestelmäpalautus katastrofitilanteen jälkeen • Uusien virtuaalikoneiden välitön käyttöönotto • Tietokoneympäristöjen uudelleen konfigurointi ilman katkoja • Virtuaaliympäristöjen konfigurointi ilman käyttökatkoja
Vikasietoisuus	<p>Virtualisointi lisää redundanssia sovellusten pyörittämiseen. Tämä tarkoittaa, että yhtä sovellusta voidaan ajaa useammalla palvelimella. Jos sovelluksen palvelin kaatuu, jatkaa sovellus toimintaansa automaattisesti jollakin toisella palvelimella. Toteutus on erinomainen</p>

	<p>turvallisuustoimenpide, joka takaa kriittisten sovellusten jatkuvuuden.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yksi virtuaalinen palvelin kaatuu, toinen virtuaalinen palvelin ottaa pyörittämisvastuun. • Suorittamalla redundantteja virtuaalipalvelimia erillisillä fyysisillä laitteistoilla takaa paremman suojan laitteistovikoja vastaan.
Työkuormien migraatio	<p>Migraatiolla tarkoitetaan palvelinympäristön siirtämistä paikasta toiseen. Useat virtualisointiratkaisut mahdollistavat virtuaalisen palvelimen siirtämisen fyysiseltä palvelimelta toiselle fyysiselle palvelimelle. Tyypillisesti migraation avulla parannetaan järjestelmien toimintavarmuutta ja saatavuutta, sillä voidaan esimerkiksi siirtää kokonainen järjestelmä voittuneelta palvelimelta terveelle palvelimelle ilman suurempia häiriöaikoja. Migraatio on myös hyödyllinen ratkaisu, jos virtuaalinen palvelin tarvitsee lisää tehoa ja sen alla oleva fyysinen rauta ei sitä pysty tarjoamaan. Tällöin virtuaalipalvelin voidaan siirtää toiselle palvelinraudalle, josta tehoja löytyy.</p>
Suoja vanhat sijoitukset	<p>Palvelinten laitteistot vanhenevat ja loppujen lopuksi niistä tulee tarpeettomia, jolloin jonkin vanhan järjestelmän siirtäminen uuteen palvelimeen voi osoittautua todella haasteelliseksi. Virtualisoinnin avulla vanhaa järjestelmää voidaan ajaa modernin raudan päällä, lopputuloksena, että vanha järjestelmä toimii ja käyttäytyy niin kuin vanhassa raudassa. Sovellusten näkökulmasta mikään ei muutu, itseasiassa niiden suorituskyky voi kasvaa uuden raudan päällä. Organisaatiot voivat rauhassa siirtyä uusiin prosesseihin, ilman että tarvitsee huolehtia laitteisto-ongelmista, varsinkin tilanteissa, joissa vanhan laitteiston valmistaja on mennyt konkurssiin, eikä pysty enää korjaamaan laitteistosta johtuvaa vikaa.</p>

Virtualisoinnin haittoja ovat esimerkiksi seuraavat:

Taulukko 2: Virtualisoinnin haittoja (The Advantages and Disadvantages of Virtualization 2015).

Alkukustannukset	Virtualisoinnin alkukustannukset voivat olla huomattavia, riippuen yrityksen olemassa olevasta IT-infrastruktuurista. Virtualisoinnin mahdollistavat fyysiset palvelimet vaativat yleensä enemmän tehoa ja ovat täten kalliimpia.
Henkilökunnan kouluttaminen	Virtualisoinnin implementointi ja hallinta vaativat IT-henkilöstön koulutuksen. Väärin toteutettuna virtualisointi voi tuottaa suurta haittaa yritykselle, eikä asioiden korjaaminen ei ole ilmaista.
Lisensointi	Lisensointiasiat on hyvä selvittää ennen kuin yritys alkaa virtualisoimaan, koska ohjelmistotoimittajilla on usein erilainen tapa laskuttaa ohjelmiaan virtuaaliympäristössä.
Vanhojen sovellusten ja järjestelmien implementointi virtuaalipalvelimelle	Vanhan mutta kriittisen järjestelmän siirtäminen virtuaalipalvelimelle on riski, mutta toteutettavissa, joka vaatii huolellista suunnittelua ja testausta ennen aloittamista.

5 Virtualisointitekniikat

Virtualisointi voidaan karkeasti jakaa viiteen erilliseen luokkaan: palvelin-, työpöytien, sovellus-, verkko- ja tallennuslaitteiden virtualisointiin. (Golden, B. 2010.)

Palvelinvirtualisointi tarkoittaa yhden fyysisen palvelinraudan jakamista useammalle virtuaaliselle palvelimelle, joista kukin suorittaa omaa käyttöjärjestelmäänsä. Käänteentekevää tästä tekee sen, että palvelimet näyttävät ulospäin ”aidoilta” palvelimilta. Palvelimien virtualisointi nostaa palvelinraudan käyttöastetta ja vähentää tarvetta hankkia niitä lisää.

Työpöydän virtualisoinnilla tarkoitetaan tekniikkaa, joka mahdollistaa toisen käyttöjärjestelmän suorittamista oman käyttöjärjestelmän päällä. Toinen käyttöjärjestelmä, eli tässä tapauksessa virtuaalinen käyttöjärjestelmä, sijaitsee fyysisesti palvelimella mutta sitä suoritetaan käyttäjän omalla työasemalla. Virtualisointi helpottaa lukuisien työpöytien

hallintaa ja samalla ylläpitokustannukset laskevat, koska ne ovat keskitetty yhteen paikkaan. (Dale, V., Lock, T., Atherton, M., Collins, J. 2010, 6-8)

Sovellusvirtualisointi mahdollistaa sovellusten suorittamisen miltei tahansa päätelaitteelta. Itse päätelaitteelle ei tehdä asennuksia vaan sovelluksia suoritetaan virtuaalisessa ympäristössä, mutta ulospäin sovellus vaikuttaa ihan tavanomaiselta sovellukselta. (VMware 2015.)

Verkoissa ja tallennuslaitteissa virtualisoinnilla luodaan abstrakti kokonaiskuva käytössä olevista fyysisistä laitteista. Toisin sanottuna tekniikka yhdistää useamman loogisen resurssin yhdeksi loogiseksi resurssiksi. Virtualisointi yksinkertaistaa verkkojen ja tallennuslaitteiden hallintaa ja arkkitehtuuria (Golden, B. 2010, 3).

5.1 Palvelinvirtualisointi

Palvelinvirtualisointi on yksi merkittävin kehitysaskel IT-Infrastruktuurissa. Nyt samaan palvelinrautaan saadaan asennettua useita virtuaalipalvelimia, ja näin ollen nostaa ympäristöjen käyttöastetta merkittävästi. Myöhemmin on myös ilmaantunut mahdollisuus vuokrata palvelinkapasiteetti raudan omistamisen sijasta. Tämä on ollut liiketoiminnan kannalta jättimäinen kehitysaskel, koska se on poistanut lähes kaikki alkuinvestoinnit. Kaikki tämä on johtanut palvelinrautojen kustannusten rajuun laskuun, mutta samaan aikaan virtualisointiohjelmistojen kustannukset ovat kasvaneet. (Wallenius 2017.)

Palvelinvirtualisoinnissa voidaan suorittaa yhtä tai useampaa käyttöjärjestelmää yhdellä fyysisellä palvelimella. Tekniikka on todella tehokas, koska palvelimet pystyvät tarpeen mukaan jakamaan laskentatehoa keskenään. Yksi palvelin vie maksimissaan noin 20 % tehoa prosessorilta maksimisuorituskyvystä, joten yhdellä fyysisellä palvelimella voidaan ajaa useampaa virtuaalipalvelinta. Palvelinten virtualisointi säästää myös tilaa ja energiaa konesaleissa verrattuna useamman fyysisen palvelimen olemassaoloon. (Dale ym. 2010, 13.)

Palvelinvirtualisointi jaetaan kolmeen päätyyppiin: rautapohjainen-, ohjelmistopohjainen-, ja paravirtualisointi.

Rautapohjaisessa virtualisoinnissa (bare-metal) hypervisor eli virtualisointijärjestelmän hallintasovellus asennetaan fyysisen palvelimen päälle. Hallintasovellus koordinoi fyysiselle palvelimelle luotuja virtuaalikoneita ja ajastaa niille fyysisen palvelimen resursseja, kuten prosessorien ja muistin käyttöä. Hallintasovelluksen kautta palvelimelle voidaan asentaa useita vieraskäyttöjärjestelmiä, jotka ovat täysin virtuaalisia koneita. Virtuaalikoneet eivät ole tietoisia toisistaan, koska hallintasovellus emuloi niille täydellisen laiteympäristön.

Jokainen virtuaalikone on oma looginen kokonaisuus, jolle on määritelty resurssien määrä asennuksen yhteydessä. (Dale ym. 2010, 14.)

Ohjelmistopohjaisessa toteutuksessa hallintasovellus on asennettu fyysisen koneen käyttöjärjestelmän päälle, eikä itse fyysiselle koneelle, kuten rautapohjaisessa virtualisoinnissa. Ohjelmistopohjaiset virtualisointituotteet sopivat hyvin virtualisoinnin harjoitteluun, koska niitä voi ladata ilmaiseksi verkosta. Yrityksissä ohjelmistopohjaista virtualisointia käytetään pääasiassa testi- ja kehitysympäristöjen luomiseen. (Dale ym. 2010, 15.)

Paravirtualisointi on kevyin ja nopein palvelinvirtualisoinnin muoto. Paravirtualisointi-hypervisor eli hallintasovellus, ei yritä jäljitellä fyysisen palvelimen resursseja, vaan sen sijaan se koordinoi virtuaalikoneen käyttöjärjestelmälle pääsyn fyysisen palvelimen resursseihin. Paravirtualisointia käyttäessä vieraskäyttöjärjestelmään on tehtävä muutamia muutoksia ennen kuin kaikki toimii. Näiden muutosten ansiosta hallintasovellus pystyy tuomaan virtuaalikoneille muokatun version fyysisen palvelimen laitteistosta, jolla päästään lähes natiiviin nopeuteen. (Dale ym. 2010, 16.)

5.2 Verkkovirtualisointi

Koska kaiken muun pystyy virtualisoimaan, on ilmeistä, että verkosta on myös tultava ketterästi hallittava virtuaalinen resurssi. Verkkovirtualisointi mahdollistaa verkkojen muokkauksen ilman, että tarvitsee koskea verkkokaapeleihin tai -laitteisiin. (Golden, B 2011, 19.)

Yleisimmät verkkovirtualisoinnin menetelmät ovat VLAN (Virtual LAN), VPN (Virtual Private Network) ja VIP (Virtual Internet Protocol).

VLAN on virtuaalinen verkko, joka luodaan pilkkomalla jaettua fyysistä verkkoa yksittäisiksi loogisiksi verkoiksi. VLAN mahdollistaa verkkokaistan jakamisen pienemmiksi yksittäisiksi kanaviksi, jonka jälkeen verkkokanavat voidaan kohdentaa käyttämään vain haluttuja resursseja. (Dittner, Rogier, Rule, David, Jr. 2007, 25.)

VPN on tekniikka, joka muodostaa luottamuksellisen verkon julkisen verkon yli toiseen verkkoon. Kaikki verkossa liikkuva dataliikenne on suojattu. Vaikka VPN-yhteys muodostetaan yleensä erillisellä ohjelmistolla, se toimii kuten oikea fyysinen verkko. (David & Juan 2007, 31.)

VIP eli Virtual IP on IP-osoite, jota ei yhdistetä mihinkään tiettyyn tietokoneeseen tai fyysiseen verkkoliitäntään. VIP-osoitteet ovat yleensä määritetty verkkolaitteelle, joka ohjaa

verkon liikennettä. Yksi palvelin voi pyörittää useampaa sovellusta ja näille sovelluksille voidaan määrittää omat VIP-osoitteet. Sovellus voi sijaita myös useammalla palvelimella, jolloin VIP-osoitteen avulla tulevat paketit löytävät yhden palvelimen kaatuessa toiseen sovellusta pyörittävään palvelimeen. Pääasiassa VIP-osoitteita käytetään palvelinsaataavuuden ja verkon kuormantasaukseen. (David & Juan 2007, 31.)

5.3 Tallennusvirtualisointi

Yritysten tuottama ja säilömä data on ollut pitkään suuressa kasvussa. Valtava kasvu on tehnyt tallennusvirtualisoinnista enenevässä määrin tärkeää. Virtualisointi mahdollistaa paremman toiminnallisuuden ja tuo lisätoimintoja tallennusjärjestelmiin. Tyypillisesti tallennusjärjestelmät käyttävät erityislaitteistoja ja -ohjelmia fyysisten kovalevyjen lisäksi tuottaakseen todella nopean ja luotettavan yhteyden dataan.

Käytännössä tallennusvirtualisoinnilla tarkoitetaan useamman fyysisen kovalevyn yhdistämistä yhdeksi loogiseksi kokonaisuudeksi. Palvelimet ja ohjelmat näkevät tallennuskapasiteetin yhtenä tallennusvälineenä, joka helpottaa järjestelmän hallinnointia ja ylläpitoa. (Golden, B. 2011, 16-17.)

Tallennusvirtualisointia voidaan suorittaa muutamilla eri tavoilla. Kaksi yleisintä tapaa ovat Storage Area Network (SAN) ja Network Attached Storage (NAS).

Storage Area Networks (SAN) -tekniikka muodostaa nopean aliverkon tallennuslaitteille. SAN tarjoaa kaikille lähiverkon palvelimille pääsyn SAN-järjestelmän tallennuslaitteisiin. SAN-tekniikka käyttää tiedonsiirtoon nopeaa Fibre Channel -verkkoteknologiaa, joka välittää ylemmän tason iSCSI-verkkoprotokollaa (Small Computer System Interface). SAN-järjestelmän rakentaminen tulee kalliiksi, koska sitä varten on ostettava dedikoidut laitteet, joita ei käytetä muissa tarkoituksissa. Hintavuuden vuoksi SAN on suositumpi vain suurissa yrityksissä. (Golden, B. 2011, 18.)

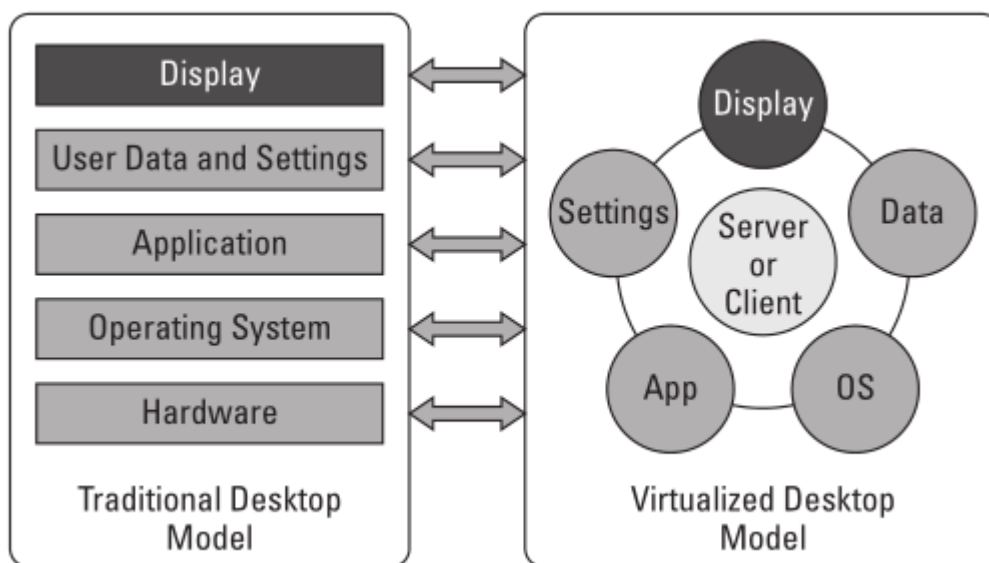
Network Attached Storage (NAS) on levyjärjestelmä, joka sijaitsee lähiverkossa ja tarjoaa tallennustilaa verkon palvelimille. NAS pitää sisällään sulautetun palvelimen ja yhden tai useamman kiintolevyn. NAS mahdollistaa tiedostojen jakamisen lähiverkon välityksellä useille käyttäjille, kuten PC-käyttäjille ja palvelimille. NAS-palvelimet jakavat tiedostoja TCP/IP-verkoissa NFS (Network File System) ja SMB/CIFS (Server Message Block/Common Internet File System) -protokollilla. (Golden, B. 2011, 17.)

5.4 Työpöytävirtualisointi

Yleensä tietokone mielletään käyttäjän tärkeimmäksi IT-välineeksi. Tietokoneen toimivuus on suoraan korrelaatioissa tuottavuuden kanssa. Jos välineet eivät toimi, ei ihminen tuota mitään. Pelkästään yhden sovelluksen toimimattomuus tai puuttuminen voi hankaloittaa merkittävästi työskentelyä ja tuottavuutta. Virtualisoinnilla pystytään vaikuttamaan siihen, että käyttäjän tietokone on päivitysten ja ohjelmien suhteen nopeasti ajan tasalla.

Virtualisointi tarjoaa useamman tehokkaan vaihtoehdon, jolla voi tuoda tietokoneen tarjoaman kapasiteetin käyttäjälle. Yhteinen ominaisuus näillä vaihtoehdoilla on, että ne eivät noudata perinteistä tietokonemallia ja niiden päämäärä on tarjota kyvykäs vaihtoehto fyysisen tietokoneen sijaan. Perinteisessä tietokonemallissa tietokone pyörittää käyttäjärjestelmää, jonka päällä sovelluksia suoritetaan ja graafinen ulostulo tapahtuu näyttöpäätteeltä. Virtualisointi eroaa huomattavasti perinteisestä mallista. Se rikkoo sidonnaisuuksia fyysisen laitteiston, käyttäjärjestelmän ja näyttöpäätteen väliltä. (Dale ym. 2010, 4-5.)

Sovellusten ja käyttäjärjestelmien keskittämisen lisäksi virtualisointi tarjoaa myös vaihtoehtoja käyttäjä- ja sovellusdatan säilyttämiseen. Dataa voidaan säilyttää paikallisesti tai keskitetysti palvelimella. Uusimmat työpöytävirtualisointiratkaisut antavat vapaammat kädet organisaatioille yhdistellä eri vaihtoehtoja miten sovellukset ja data tuodaan käyttäjille, esimerkiksi riippuen yhdistytäänkö verkkoon omalta kotikoneelta vai kannettavalta tietokoneelta hotellin suojaamattomasta langattomasta verkosta. (Dale ym. 2010, 10.)



Kuvio 3: Perinteisen ja virtuaalisen työpöydän ero

Käyttäjätilan virtualisointi (user state virtualization) on yksinkertaisin työpöytävirtualisoinnin vaihtoehto. Tällöin virtualisoidaan pelkkä linkki käyttäjäasetusten ja tiedostojen välillä. Linkki tallennetaan palvelimelle, jolloin käyttäjäistuntoon pääsee käsiksi myös muilta työasemilta. Käyttäjätilan virtualisointi toimii hyvin yhteistyössä sovellusvirtualisoinnin ja standardoitujen työpöytäympäristöjen kanssa, missä jokaisessa työasemassa ajetaan samoja ohjelmia. Käyttäjän näkökulmasta hyvät puolet ovat, että he voivat kirjautua omaan käyttäjäistuntoon mistä tahansa, ja jos jokin menee pieleen tietokoneen kanssa, he voivat jatkaa istuntoa toiselta tietokoneelta ilman pidempiä käyttökatoja. (Alexion-Tiernan 2010.)

Istuntovirtualisointi eli ”session virtualization” on työpöytävirtualisoinnin vanhin tekniikka, joka on kehitetty Citrix:n 1990-luvulla luomasta thin client architech -mallista eli niin kutsutusta tyhmästä päätteestä. Istuntovirtualisoinnissa yksi fyysinen tai virtuaalinen palvelin tarjoaa työpöydän tai ohjelman, jopa sadoille käyttäjälle samanaikaisesti. (Dale ym. 2011, 7.)

Istuntovirtualisoinnin päähyötyihin kuuluvat koneiden keskitetty tallennustila ja hallintamalli, joiden ansiosta istuntovirtualisointi on hyvin muokattavissa käyttäjien tarpeiden mukaisesti. Toimiakseen istuntovirtualisointi vaatii jatkuvasti saatavilla olevan verkon, jonka takia malli sopii parhaiten yrityskäyttöön. (Dale ym. 2011, 18.)

Virtual Desktop Infrastructure (VDI) kuvaa infrastruktuuria, jossa virtuaalisia käyttöjärjestelmiä suoritetaan palvelimelta. VDI on erittäin tehokas virtualisoinnin muoto, koska se mahdollistaa jokaiselle käyttäjälle täydellisen työpöydän muokattavuuden. VDI on turvallinen, yksinkertainen ja helposti hallinnoitava työpöydän virtualisointiratkaisu. (Citrix)

VDI on monin tavoin paras työpöydän virtualisoinnin ratkaisu yrityksissä ja organisaatioissa, koska se vähentää kuluja yhdistämällä ja keskittämällä työpöytien hallinnoinnin yhteen paikkaan eli palvelimelle. Samalla se tarjoaa loppukäyttäjille pääsyn työpöytiin millä tahansa laitteella mistä tahansa. (Golden, B. 2011, 46.)

6 Hyperkonvergenssi-infrastruktuuri

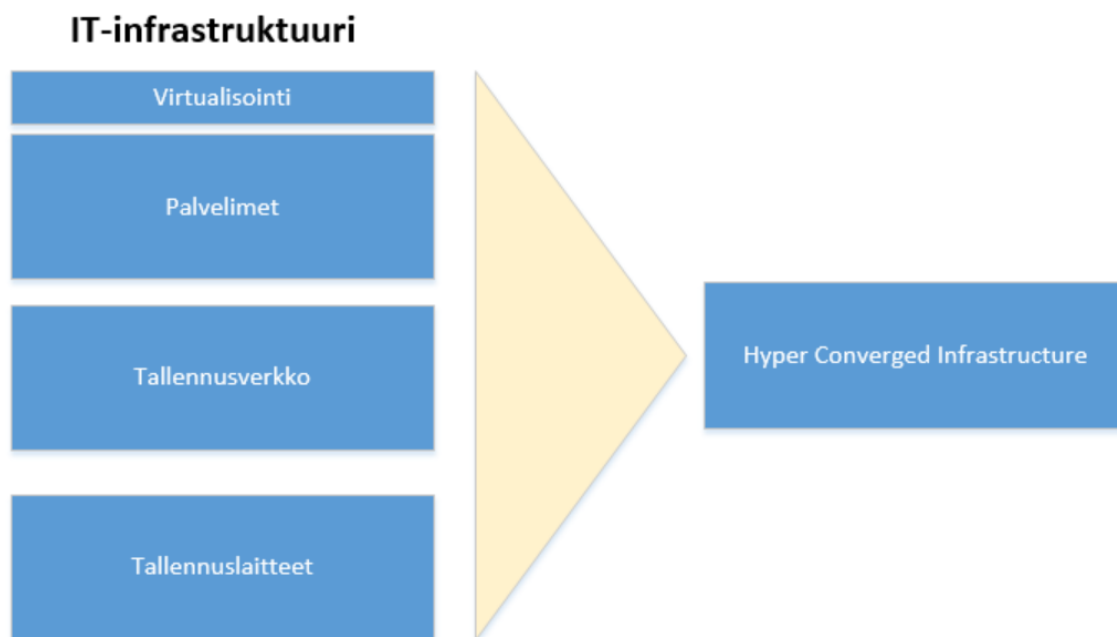
Viime vuosien aikana yritysten liiketoimintapuoli on alkanut vaatimaan IT-toiminnoiltaan parempaa ja nopeampaa palvelua. Jatkuvan vaatimuksien ja kehityksen tuloksena on syntynyt uusi käsite täysin ohjelmisto-ohjatuista tietokeskuksista (Software-defined-data-center eli SDDC), jotka tekevät tuloaan kovaa vauhtia. Ohjelmisto-ohjatut tietokeskukset tulevat muokkaamaan käsitystä miten IT-infrastruktuuria tuotetaan ja ylläpidetään. Ne esimerkiksi mahdollistavat tehokkuuden kasvattamisen sekä automaatioasteen nostamisen. Kyseisten ominaisuuksien ansiosta palveluita voidaan ottaa lähes vaivattomasti ja automaattisesti käyttöön. Kuitenkin ennen täysin ohjelmisto-ohjattuja tietokeskuksia tullaan kokemaan

hyperkonvergenssi-infrastruktuurit, jotka toimivat ponnahduslautana kohti täysin ohjelmisto-ohjattuja tietokeskuksia. (Haag, M. 2016, 5-8.)

Gartner on jakanut konesalien infrastruktuurimuutoksen kolmeen aaltoon. Ensimmäinen aalto tapahtui vuonna 2005-2010, jolloin käytettiin enenemissä määrin Blade-järjestelmiä. Toinen aalto alkoi 2010- konvergenssi infrastruktuurilla. Kolmas hyperkonvergenssi-infrastruktuuri - aalto alkoi 2016. (Gartner 2016.)

Gartner ennustaa, että hyperkonvergenssi-infrastuktuuri (HCI)-ratkaisut edustavat yli 67 % 35 miljardin dollarin integroitujen järjestelmämarkkinoiden kokonaistuotoista vuoteen 2021 mennessä (Milne, B. 2017).

HCI on seuraava askel konesalien evoluutiossa. Se puristaa tavanomaisen tietokeskuksen muutamaa palvelimeen, joihin on integroitu virtualisointi, palvelimet, tallennuslaitteet ja verkko. Kokonaisuutta ylläpidetään yhdestä hallintaliittymästä, jolla tapahtuu palvelimien ja palveluiden automatisoitu käyttöönotto. Käytännössä HCI-ratkaisut käsittävät yhden tai useamman laitteen. Yhtä laitetta kutsutaan nodeksi ja useamman noden kokonaisuuksia kutsutaan klustereiksi. HCI-ratkaisut ovat saavuttaneet merkittävää vetovoimaa ja hyväksyntää, sekä suurissa että keskisuurissa yrityksissä, koska hyperkonvergenssijärjestelmä on huomattavasti edullisempi kuin perinteinen konesali, ja samalla se tarjoaa vastaavan suorituskyvyn. (Santa Monica Networks 2016.)



Kuvio 4: Hyperkonvergenssi-infrastruktuuri

HCI on kasautuma useista teknologiatrendeistä, jotka tuottavat lisäarvoa nykyaikaiselle yritykselle. Hyperkonvergenssi mahdollistaa pilvityyppisen infrastruktuurin, jossa on mahdollista skaalata resursseja ilman, että oman tietokeskuksen suorituskyky, toimintavarmuus ja saatavuus vaarantuvat. Hyperkonvergenssi-infrastruktuuri tarjoaa merkittäviä hyötyjä:

Taulukko 3: Hyperkonvergenssi-infrastruktuurin hyötyjä (Hyperconverged.org 2016)

Joustavuus	Resursseja on helppo skaalata liiketoimintapuolen vaatimusten mukaisesti.
Tietosuojaja	Hyperkonvergenssi-infrastruktuuri takaa, että hävinneet tai korruptoituneet tiedot saadaan palautettua helpommin kuin perinteisessä infrastruktuurissa.
Korkea käytettävyys	Mahdollistaa korkeamman käytettävyyden mitä perinteiset järjestelmät.
Tietotehokkuus	Vähentää tarvetta tiedontallennusvälineille, kaistalle ja IOPS vaatimuksille.
Kustannustehokkuus	Ratkaisu tuo kohtuuhintaisen taloudellisen mallin mihin tahansa IT-osastoon, koska laitteita ei tarvitse ostaa, hallita, säilyttää tai tukea samalla tavalla kuin ennen.

Datan räjähdysmäinen kasvu on merkittävä pulma tulevaisuudessa. Samaan aikaa painotetaan, että IT-infran on oltava tehokkaasti optimoitu. HCI-järjestelmissä on otettu nämä asiat huomioon. Järjestelmissä on kaksi todella nerokasta datan käsittelytoimintoa, jotka pidentävät levyjärjestelmän käyttöikä ja näin ollen koko järjestelmän käyttöikä. Ensimmäinen näistä on datan dedupliointi, jossa on kyse saman datan eliminoimisesta eli sama datablokki kirjoitetaan levyille vain yhden kerran. Toisena näistä on datan kompressointi. Siinä datan pakataan pienempään tilaan, jolla on myös positiivinen vaikutus levyn käyttöikä. Yhdistettynä nämä teknologiat ovat paras puolustus SSD-muistin kulumista vastaan. (Lowe, S. 2017, 39.)

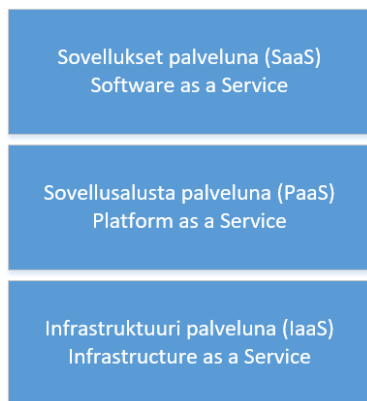
7 Pilvipalvelut

”Englannin kielen sana ”cloud” eli pilvi on internetin metafora.” (Rousku 2010.) Pilvipalvelut (Cloud computing) ovat internetin kautta tarjottavia kapasiteetti- ja ohjelmistopalveluita. Pilven ja automaation ansiosta esimerkiksi palvelimen tai verkon käyttöönotto tapahtuu minuuteissa eikä enää tunneissa. Palvelut voivat sijaita julkisessa, yksityisessä tai hybridi-pilvessä. Tällä hetkellä pilvipalvelut alkavat arkipäiväistymään, ja monet yritykset harkitsevat ja suunnittelevat omien palveluiden siirtämistä pilveen.

Virtualisointitekniikat toimivat ikään kuin rakennuspaloina ja mahdollistavat pilviympäristöjen rakentamisen. Käsitteitä ei pidä kuitenkaan sekoittaa keskenään, koska ne

eivät tarkoita samaa asiaa. Pilvitekniologia määrittää miten virtuaaliset resurssit jaetaan, toimitetaan ja esitetään käyttäjälle. Virtualisoinnilla ei siis varsinaisesti rakenneta pilviympäristöä, vaan se mahdollistaa resurssien nopean skaalautuvuuden, mihin tavanomainen infrastruktuuri ei kykene. (Angeles 2014.)

Pilvipalveluarkkitehtuuri jaetaan yleisesti kolmeen kerrokseen: Infrastruktuuri (IaaS) luo pohjan palvelualustalle (PaaS), jonka päälle voidaan rakentaa sovelluksia (SaaS).



Kuvio 5: Pilvipalveluarkkitehtuuri

IaaS-palveluissa pilvipalveluntarjoaja tarjoaa infrastruktuuria asiakkaalle palveluna, niin että infrastruktuuri on virtualisoitu palveluntuottajan pilvipalveluun. Asiakkaan käyttöön tarjotaan web-pohjainen hallintaliittymä, josta pilvi-infrastruktuuria hallitaan. Infrastruktuuripalveluita ovat: palvelimet, verkot ja tallennuskapasiteetti.

PaaS-palveluissa pilvipalveluntarjoaja tarjoaa asiakkaalle valmiin palvelualustan, jossa asiakas voi pyörittää omistamiaan sovelluksia. Asiakas ei hallitse sovelluslusan taustalla olevaa pilvi-infrastruktuuria, kuten palvelimia, verkkoa, käyttöjärjestelmiä tai tallennustilaa.

SaaS-palveluissa asiakas pääsee käyttämään palveluntarjoajan sovelluksia, jotka toimivat pilvi-infrastruktuurissa. Tarjottavat sovellukset ovat yleensä yhteensopivia lähes kaikkien laitteiden kanssa ja niihin pääsee käsiksi ”thin clienteleltä” eli esimerkiksi verkkoselaimella. SaaS-palveluissa asiakas ei hallitse alla olevaa pilvi-infrastruktuuria. (Mell & Grance 2009.)

Pilvipalveluiden suosio ei kuitenkaan ole kiinni uusista teknologioista tai virtualisoinnista, vaan merkittävin hyöty on sen palvelumallit, jotka kiinnostavat liiketoimintaa. Liiketoimintapuolen on ollut vaikea käsittää, mistä perinteisessä IT-infrastruktuurissa maksetaan, kun taas pilven palvelumalli on maksaa infrasta käytön mukaan (Pay-as-you-go). (Wallenius 2017.)

8 Tutkimustulokset

Tutkimuksen tulokset esitetään tutkimusongelmittain siten, että teoreettisesta viitekehyksessä esitellyt virtualisoinnin hyödyt, virtualisointitekniikat ja virtualisoinnin kehittäminen toimivat jäsentelyn perustana. Haastattelu muodostui taustakysymyksistä (kysymykset 1-2), ja kuhunkin teemaan liittyvistä kysymyksistä: virtualisointiratkaisut (kysymykset 3-4), virtualisointitekniikat (kysymykset 5-9) ja virtualisoinnin kehittäminen (kysymys 10) (Liite 2). Tulokset esitetään käyttäen esimerkkejä haastateltavien sanallisista kuvailuista.

8.1 Virtualisoinnin toteuttamiseen johtaneet tekijät

Haastattelujen taustakysymyksiä perusteella selvisi, että kaikki kolme asiantuntijaa omaavat vankan virtualisointitaustan. Heillä oli yli kymmenen vuoden kokemus virtualisoinnin toteuttamisesta kohdeorganisaatiossa.

Haastateltava (A) kuvasi omaa taustaansa seuraavasti *”Ensimmäinen kosketus virtualisointiin tapahtui vuonna 2001, jolloin tutustuin VMwaren juuri julkaistuun ESX-alustaan.”*

Haastateltava (B) muisteli omaa historiaansa *”Vuonna 2008 tein ensimmäisen virtuaalisen palvelimen.”*

Haastateltava (C) totesi omasta taustastaan *”Kuulin ensimmäisen kerran VLAN-virtualisoinnista 1998 ja siitä ei mennyt kauaakaan, kun rakensin ensimmäisen VLANin.”*

8.2 Virtualisoinnissa käytettävät keinot

Kaikki haastateltavat kuvasivat hyvin virtualisoinnin tuomia hyötyjä. Selvästi suurimmaksi hyödyksi koettiin virtuaalisten laitteiden helpompi ylläpito, joka nousi esille kaikissa haastatteluissa. Kohdeorganisaation ensiaskeleet kohti virtualisointia on otettu vuonna 2006, jolloin on määritelty reunaehdot virtualisoinnin toteuttamiselle.

Virtualisoinnin ensiaskeleista haastateltava (A) kertoi, että *”Palvelimien osalta virtualisoinnin ensiaskeleet otettiin konsulttien avulla vuonna 2016, koska teknologia oli täysin uutta eikä meillä ollut ymmärrystä, miten palvelininfra tulitisiin toteuttamaan näin isossa organisaatiossa.”*

Toinen haastateltavista (B) kertoi *”Tallennusjärjestelmän virtualisointi toteutettiin työasemaverkkoon vuonna 2013, koska se mahdollisti kapasiteetin tehokkaamman käytön verrattuna vanhempaan järjestelmään.”*

Haastateltava (C) kertoi verkkovirtualisoinnin ensiaskeleista seuraavasti *”VLAN-verkkoja alettiin toteuttamaan heti kun tekniikka antoi myöden, joka tapahtui 2000-luvun alussa.”*

(A) myös lisäsi ”*Palvelinten virtualisoinnista saama rahallinen hyöty on merkittävä. Alusta asti oli selvää, että tulemme tarvitsemaan vähemmän fyysisiä palvelimia, joka tarkoitti vähempää sähkönkulutusta ja ilmanvaihtoa.*”

Tallennusvirtualisointiin liittyvistä hyödyistä haastateltava (B) kertoi ”*Virtualisoitu levyjärjestelmä mahdollistaa kapasiteetin tehokkaamman ja joustavamman käytön. Virtualisoitu ratkaisu on kustannustehokas, koska levytilaa ei tarvitse enää ostaa entiseen tapaan. Virtualisointi on myös tuonut mukanaan paljon uutta teknologiaa kuten datan dedupliointi, jossa on kyse toistuvan tiedon eliminoimisesta.*”

Haastateltava (C) totesi verkon virtualisoinnin hyödyistä ”*Verkon virtualisointi tuo dynaamisuutta asioiden hoitamiseen. Yhdellä verkkolaitteella voidaan tehdä monia eri asioita, jolloin hallittavuus paranee. Säästämme myös paljon fyysistä kun tarve erilaisille verkkolaitteille vähenee.*”

8.3 Virtualisoinnin kehittäminen organisaatiossa?

Virtualisoinnin kehittämisestä kysyttäessä haastateltavilla oli selvät mielipiteet miten kyseistä asiaa tuli edistää. Etupäässä he nostivat esille vihreitä arvoja, rationaalista päätöksentekoa liittyen käytettyihin teknologioihin ja joustavuutta työntekoon.

Haastateltava (A) haluaisi yhtenäisen virtualisointialustan ”*Minä haluaisin, että kaikki virtualisointi keskitetään yhteen ratkaisuun VMwaren vSphereen, ja luovuttaisiin Microsoftin Hyper-V -jutuista kokonaan, eikä oteta käyttöön Nutanixin HCI-ratkaisua.*”

Haastateltava (B) näkisi palveluiden tuovan joustavuutta työntekoon ”*Voisimme hyödyntää Microsoftin OneDrivea, silloin data olisi käytettävissä käytännössä miltä tahansa laitteelta mistä tahansa.*”

Haastateltava (C) toivoi verkon rationalisointia ja vihreämpiä arvoja ”*Viedään verkon virtualisointia vieläkin eteenpäin. Meillä on useita verkkoympäristöjä, joita voisi yhdistää. Voisimme luopua kokonaan raudasta, jolloin sähkönkulutus pienenee. Tarkoittaen vihreämpiä arvoja meidän organisaatiolle.*”

9 Yhteenveto

Tässä luvussa esitetään yhteenveto tutkimuksen tuloksista, jotka saatiin teemahaastattelujen perusteella. Lisäksi luku sisältää omaa pohdintaa tutkimuksen tuloksista ja virtualisoinnin nykytilasta sekä tulevaisuuden suunnitelmista kohdeorganisaatiossa.

Virtualisoinnin nopea yleistymisen tällä vuosituonnilla johtuu teknologiatoimittajien halusta tuoda markkinoille koko ajan uudempia ja parempia tuotteita. Vanhoja tuotteita myös päivitetään jatkuvasti asiakaslähtöisesti. Virtualisointi toimii uusien teknologioiden

mahdollistajana, kun entistä älykkäämpiä ratkaisuja tuodaan markkinoille. Mahdollisesti jo lähitulevaisuudessa ihmiset tulevat kulkemaan itsestään ohjautuvilla autoilla ja käyttämään täysin uudenlaisia palveluita, joista suurin osa meistä ei ole osannut edes unelmoida.

Työn viitekehyksen ja haastattelujen perusteella on turvallista sanoa, että virtualisointi oikein toteutettuna tuo merkittäviä etuja IT-infrastruktuuriin. Haastattelujen tulokset osoittavat, että virtualisoinnista saatava rahallinen hyöty on huomattava, kun fyysisen tilan tarve, sähkönkulutus ja ilmanvaihto vähenevät selkeästi verrattuna perinteiseen konesalitoteutukseen. Haastateltavat toivat esiin, että virtualisoinnista saatava joustavuus laitteiden ylläpitoon helpottaa työn sujuvuutta, kun virtuaalisia resursseja voidaan helposti lisätä tai vähentää tilanteen vaatiessa. Työ helpottuu, kun ei enää tarvitse kävellä fyysisen laitteen luokse, vaan virtuaalisia resursseja voidaan hallita yhden käyttöliittymän avulla. Virtualisoinnin vikasietoisuus ja korkea käytettävyys ovat keskeisiä ominaisuuksia, joita arvostetaan nykyaikana. Nopea toipuminen katastrofitilanteesta takaisin tuotantotilaan on elintärkeä asia mille tahansa liiketoiminnalle.

Haastattelujen taustakysymyksien perusteella kohdeorganisaation asiantuntijoiden virtualisointiosaaminen osoittautui vahvaksi. Haastateltavilla oli 10-20 vuoden kokemus eri virtualisointiteknologioista. Haastateltavilla oli erinomainen tietämys virtualisoinnin hyödyistä omilla osa-alueillaan.

Virtualisoinnissa käytettäviä keinoja ja niihin liittyviä tuotteita on tällä hetkellä käytössä useita organisaatiossa. Palvelinpuolella käytetään kahden eri teknologiatoimittajan virtualisointialustoja, jotka ovat WMwaren vSphere ja Microsoftin Hyper-V. Verkkovirtualisointimenetelmistä käytössä ovat VLAN, VPN ja VIP. Tallennusjärjestelmävirtualisointi perustuu SAN-tekniikkaan.

Kohdeorganisaation virtualisointiaste on erittäin korkea. Palvelinten virtualisointiaste on 95 % ja verkon ja tallennusjärjestelmien osalta virtualisointiaste on 100 %. Palvelinten osalta lukua voidaan pitää erittäin korkeana verrattuna muihin organisaatioihin maailmalla. Pedro Hernandezin (2013) mukaan vuonna 2013 x86-palvelinten virtualisointiaste maailmalla on ollut noin 50 %.

Palvelimien ja verkon asiantuntijat olivat yhtä mieltä, että virtualisointiin liittyvä riski heidän osa-alueillaan piilee alustapäivityksissä. Tallennusjärjestelmien asiantuntija oli sitä mieltä, että riskin muodostaa tekniikan kehitys, jonka perässä on vaikea pysyä.

IaaS-pilvipalveluiden käyttö organisaatiossa osoittautui vähäiseksi kaikilla osa-alueilla. Microsoftin Azure-pilvipalvelussa oli testikäytössä muutama virtuaalinen palvelin ja palomuri. Pilvipalveluiden tulevaisuuden suunnitelmiin kuului hybrid-konesali-ratkaisu työkuormien jakamiseen, ja siihen liittyvät tietoliikennetkaisu. Kohdeorganisaatiossa

testattiin parhaillaan eri HCI-toimittajien ratkaisuja. Haastatteluista sai käsityksen, että HCI-ratkaisuja tullaan hyödyntämään soveltuvin osin.

Virtualisoinnin kehittämisen suhteen asiantuntijoilla oli selkeät mielipiteet. Palvelinten osalta toivottiin alustaratkaisujen karsimista vain yhteen alustaan. Verkon asiantuntija toivoi, että verkkovirtualisointia vietäisiin eteenpäin myös muiden kuin työasemaverkon osalta.

Tallennusjärjestelmien kanssa toimiva asiantuntija halusi enemmän joustavuutta pilvipalveluiden käyttöön, jotta data olisi saatavilla milloin ajasta ja paikasta riippumatta.

Lähteet

Painetut

Dale, V., Lock, T., Atherton, M., Collins, J. 2010. Desktop Virtualization For Dummies. Englanti: John Wiley & Sons inc.

Golden, B. 2011. Virtualization For Dummies. 3rd HP Special Edition. Yhdysvallat: Wiley & Sons, Inc.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15., uudistettu painos. Helsinki: Tammi.

Hirsjärvi, S. & Hurme, H. 2006. Tutkimushaastattelu. Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. 4. painos. Helsinki: Yliopistopaino.

Haag, M. 2016. Hyper-Converged Infrastructure For Dummies, Wmware and Intel Special Edition. Yhdysvallat: John Wiley & Sons inc.

Lowe, S. 2017. Hyperconverged Infrastructure For Dummies, HPE SimpliVity Special Edition. Yhdysvallat: Wiley & Sons, Inc

Ruest, D. & Ruest, N. 2009. Virtualization: A Beginner's Guide. Yhdysvallat: The McGraw-Hill Companies.

Sähköiset

Angeles, S. 2014. Virtualization vs. Cloud Computing: What's The Difference?. Viitattu 17.11.2017

<https://www.businessnewsdaily.com/5791-virtualization-vs-cloud-computing.html>

Axelion-Tiernan, K. 2010. User State Virtualization. Viitattu: 27.12.2017

<https://blogs.windows.com/business/2010/11/30/user-state-virtualization-what-is-it-and-how-will-it-help-you-deliver-a-dynamic-and-personal-windows-experience/#kW5xW8t4iPXyFUht.97>

Beckham, J. 2011. Cisco. Cloud Computing vs. Virtualization: The Differences and Benefits. Viitattu 6.12.2017

<https://blogs.cisco.com/smallbusiness/cloud-computing-vs-virtualization-the-differences-and-benefits>

Citrix. What is VDI?. Viitattu 12.12.2017

<https://www.citrix.com/glossary/vdi.html>

Conroy, S. History of Virtualization. 2018. Viitattu 30.1.2018

<https://www.idkrtn.com/history-of-virtualization/>

Ericsson. 5G-teknologiat mullistavat liiketoimintamallit useilla toimialoilla. 2016. Viitattu 30.1.2018

<https://www.epressi.com/tiedotteet/elektroniikka/raportti-5g-teknologiat-mullistavat-liiketoimintamallit-useilla-toimialoilla.html>

Gartner. Gartner Says Hyperconverged Integrated Systems Will Be Mainstream in Five Years. Viitattu 12.1.2018

<https://www.gartner.com/newsroom/id/3308017>

Hyperconverged.org. Hyperconverged infrastructure basics. Viitattu 12.1.2018

<http://www.hyperconverged.org/hyperconverged-infrastructure-basics-2/>

Hernandez, P. 2013. Server Virtualization Spotlight. Viitattu 9.2.2018

<https://www.serverwatch.com/server-trends/survey-51-of-x86-servers-now-virtualized.html>

Kleyman, B. 2012. Hypervisor 101: Understanding the Virtualization Market. Viitattu 3.1.2018

<http://www.datacenterknowledge.com/archives/2012/08/01/hypervisor-101-a-look-hypervisor-market>

Mell, P & Grance, T. 2009. The NIST Definition of Cloud Computing. Viitattu 17.11.2017

<https://www.nist.gov/sites/default/files/documents/itl/cloud/cloud-def-v15.pdf>

Milne, B. 2016. Why HCI and Software-Defined Everything will be a Channel Imperative in 2017. Viitattu 23.12.2017

<http://www.channelfutures.com/security/why-hci-and-software-defined-everything-will-be-channel-imperative-2017>

Pilvipalvelut. 2017. Tieto. Viitattu 10.12.2017

<https://www.tieto.fi/fokusalueet/pilvipalvelut?page=1>

Pitkänen, L. 2016. Docker kontit tuotantoon. Viitattu 9.12.2017

<https://blog.planeetta.net/docker-kontit-tuotantoon>

Rousku, K. 2010. TiVi. Viitattu 14.12.2017

<https://www.tivi.fi/Arkisto/2010-04-22/Mik%C3%A4-ihmeen-pilvi-Cloud-computingin-alkeet-perusk%C3%A4ytt%C3%A4j%C3%A4lle-3178275.html>

Santa Monica Networks. 2016. Hyperkonvergenssi tehostaa työtä ja säästää euroja. Viitattu 7.1.2018

<https://www.smn.fi/ajankohtaista/uutiset/hyperkonvergenssi-tehostaa-tyota-ja-saastaa-euroja>

Seiler, G. 2015. NFV mullistaa televerkot. Viitattu 5.1.2018

<http://etn.fi/index.php/tekniset-artikkelit/3065-nfv-mullistaa-televerkot>

The Advantages and Disadvantages of Virtualization. Viitattu 30.11.2017

<http://milner.com/company/blog/technology/2015/07/14/the-advantages-and-disadvantages-of-virtualization>

Timeline of Virtualization Development. 2012. Viitattu 10.7.2017

https://en.wikipedia.org/wiki/Timeline_of_virtualization_development

Tittel, E. 2017. SDN vs. NFV: What's the difference?. Cisco. Viitattu 5.12.2017

<https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/software-defined-networking/sdn-vs-nfv.html>

Virtualisointi. ekurssit.net. Viitattu 5.10.2017

http://www.ekurssit.net/kurssit/lk307_virtu/

Virtualization. 2018. Wikipedia. Viitattu 13.12.2017

<https://en.wikipedia.org/wiki/Virtualization>

Virtualization: Is it right for my business?. Viitattu 7.10.2017

<http://www.itmanagerdaily.com/virtualization/>

Virtual Desktop Infrastructure (VDI). Viitattu 2.12.2017

<http://tricerat.com/resources/topics-library/virtual-desktop-infrastructure-vdi>

Wallenius, N. 2017. Palvelinvirtualisointi paransi ympäristöjen tehokkuutta. Viitattu 1.2.2018
<https://niklaswallenius.fi/liiketoiminta/pilvi-hyoty-liiketoiminta/>

Why use virtualization. Viitattu 30.11.2017
https://docs.oracle.com/cd/E50245_01/E50249/html/vmcon-intro-virt-reasons.html

VMware. 2015. Viitattu 10.11.2017
<https://www.vmware.com/solutions/virtualization.html>

Julkaisemattomat

Haastateltava A. 2018. Palvelinvirtualisointi, Pääsuunnittelija. 2.2.2018.

Haastateltava B. 2018. Verkkovirtualisointi, Järjestelmäasiantuntija. 5.2.2018.

Haastateltava C. 2018. Tallennusjärjestelmävirtualisointi, Järjestelmäasiantuntija. 7.2.2018.

Kuviot

Kuvio 1: Virtuaalisen arkkitehtuurin havainnollistaminen	11
Kuvio 2: IBM System/360 keskustietokone (The IBM System 360 Model 30 2015)	12
Kuvio 3: Perinteisen ja virtuaalisen työpöydän ero	20
Kuvio 4: Hyperkonvergenssi-infrastruktuuri	22
Kuvio 5: Pilvipalveluarkkitehtuuri	25

Taulukot

Taulukko 1: Virtualisoinnin hyötyjä (Why use virtualization 2014).	13
Taulukko 2: Virtualisoinnin haittoja (The Advantages and Disadvantages of Virtualization 2015).	16
Taulukko 3: Hyperkonvergenssi-infrastruktuurin hyötyjä (Hyperconverged.org 2016)	24

Liitteet

Kuvio 2: Hyper-Converged Infrastructure.....	Error! Bookmark not defined.
Liite 1: HAASTATTELUKYSYMYKSET A	35
Liite 2: HAASTATTELUKYSYMYKSET B.....	36
Liite 3: HAASTATTELUKYSYMYKSET C	37

Liite 1: HAASTATTELUKYSYMYKSET A

Taustakysymykset

1. Millainen on oma virtualisointitaustasi?
2. Miten määrittelet palvelinvirtualisoinnin?

Mitkä tekijät johtivat virtualisoinnin toteuttamiseen organisaatiossa?

3. Millainen on organisaation palvelinten virtualisointi historia?
4. Mitä hyötyjä koet palvelinten virtualisoinnin tarjoavan teidän organisaatiolle?

Millaisia virtualisoinnin keinoja käytetään organisaatiossa?

5. Millaisia palvelinten virtualisointiratkaisuja organisaatiossa käytetään?
6. Mikä on palvelinten virtualisointiaste?
7. Mitä riskejä koet liittyvän palvelinten virtualisointiin?
8. Hyödynnetäänkö organisaatiossanne IaaS-palveluita tai HCI-ratkaisuja?
9. Miten koet virtualisoinnin muuttaneen palvelininfrastruktuuria tähän päivään asti?

Miten toivoisit virtualisointia kehitettävän organisaatiossa?

10. Miten toivoisit palvelinvirtualisointia kehitettävän tulevaisuudessa?

Liite 2: HAASTATTELUKYSYMYKSET B

Taustakysymykset

1. Millainen on oma virtualisointitaustasi?
2. Miten määrittelet tallennusjärjestelmä virtualisoinnin?

Mitkä tekijät johtivat virtualisoinnin toteuttamiseen organisaatiossa?

11. Millainen on organisaation tallennusjärjestelmien historia?
12. Mitä hyötyjä koet tallennusjärjestelmä virtualisoinnin tuottavan organisaatiollenne?

Millaisia virtualisoinnin keinoja käytetään organisaatiossa?

13. Millaisia tallennusvirtualisointiratkaisuja organisaatiossa käytetään?
14. Liittyykö verkon virtualisointiin riskejä? Minkälaisia?
15. Hyödynnättekö tallennusjärjestelmään liittyviä laaS-palveluita tai HCI-ratkaisuja?
16. Miten koet virtualisoinnin muuttaneen tallennusjärjestelmiä tähän päivään asti?

Miten toivoisit virtualisointia kehitettävän organisaatiossa?

17. Miten toivoisit tallennusjärjestelmävirtualisointia kehitettävän tulevaisuudessa?

Liite 3: HAASTATTELUKYSYMYKSET C

Taustakysymykset

1. Millainen on oma virtualisointitaustasi?
2. Miten määrittelet verkkovirtualisoinnin?

Mitkä tekijät johtivat virtualisoinnin toteuttamiseen organisaatiossa?

3. Millainen on organisaation verkkovirtualisoinnin historia?
4. Mitä hyötyjä koet verkon virtualisoinnin tarjoavan teidän organisaatiolle?

Millaisia virtualisoinnin keinoja käytetään organisaatiossa?

5. Millaisia verkkovirtualisointiratkaisuja organisaatiossa käytetään?
6. Mikä on verkon virtualisointiaste?
7. Liittyykö verkon virtualisointiin riskejä? Minkälaisia?
8. Hyödynnättekö verkkoihin liittyviä laaS-palveluita?
9. Miten koet virtualisoinnin muuttaneen verkkoinfrastruktuuria tähän päivään asti?

Miten toivoisit virtualisointia kehitettävän organisaatiossa?

10. Miten toivoisit verkkovirtualisointia kehitettävän tulevaisuudessa?