

Eerik Lehtonen

PIENYRITYKSEN PALVELINRATKAISUSUUNNITELMA

Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma

2016

PIENYRITYKSEN PALVELINRATKAISUSUUNNITELMA

Lehtonen, Eerik
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma
Maaliskuu 2016
Ohjaaja: Nuutinen, Petri
Sivumäärä: 29
Liitteitä: 0

Asiasanat: virtualisointi, palvelimet, pilvi

Opinnäytetyön aiheena oli tehdä paikalliselle pienyritykselle palvelinratkaisusuunnitelma. Tavoitteena oli saada selville yrityksen palvelimen vaatimukset ja miten ne toteutettaisiin parhaiten.

Opinnäytetyö sisältää eri palvelinratkaisujen vertailua ja niiden myötä myös työssä käsitellään erilaisia virtualisointiratkaisuja. Nykyaikana palvelimien virtualisointi on jokapäiväistä palvelinratkaisuissa.

Opinnäytetyössä käsitellään myös muutamia eri käyttöjärjestelmiä.

Kaikki lähteet ovat internetistä eri palvelujen ja valmistajien sivuista alkaen erinäisiin blogikirjotuksiin.

SMALL BUSINESS SERVER SOLUTIONS PLAN

Lehtonen, Eerik

Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Business Information Technology

March 2016

Supervisor: Nuutinen, Petri

Number of pages: 29

Appendices: 0

Keywords: virtualization, servers, cloud

The purpose of this thesis was to find out what would be the best server solution plan for a small local business and what requirements the server would have. The implementation of the selected method is also examined.

This thesis covers multiple different server solutions and so it additionally deals with different virtualization techniques. Virtualization is currently commonplace in everyday in server solutions.

Some operation system comparisons are also performed.

All of the references are sourced from the internet ranging from particular solution providers' or manufacturers' sites to various blog posts.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	ERI PALVELINVAIHTOEHDOT	6
2.1	Oma fyysinen palvelin toimistolla.....	6
2.2	Oma fyysinen palvelin vuokralla.....	8
2.3	Virtuaalipalvelin	9
2.3.1	Yksityinen virtuaalipalvelin eli Virtual Private Server	10
2.3.2	Pilvipalvelimet.....	11
3	VIRTUALISOINTIALUSTAT	12
3.1	Eri virtualisointiratkaisut	12
3.2	Xen-pohjaiset ratkaisut	13
3.3	VMware ESXI	16
3.4	Kernel-based Virtual Machine.....	17
3.5	Hyper-V	17
4	PILVIRATKAISUT	19
4.1	Amazon EC2.....	19
4.2	Microsoft Azure.....	20
5	KÄYTTÖJÄRJESTELMÄVAIHTOEHDOT.....	21
5.1	Windows Server.....	21
5.2	Linux.....	22
6	YRITYKSEN NYKYTILANTEEN KUVAUS.....	22
7	PARHAITEN SOPIVAN RATKAISUN VALINTA.....	24
7.1	Palvelinratkaisu.....	24
7.2	Käyttöjärjestelmä	24
7.3	Ohjelmistot.....	25
	LÄHTEET.....	26
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Nykyaikana pienyrityksilläkin on uusia tarpeita laajentaa palveluitaan. Pelkkä verkkolevypalvelin ja webhotelli eivät tarjoa tarpeeksi kasvuvaraa, joten tarvitaan lisää palveluja. Laajentumisessa on omat haasteensa. Fyysiset palvelimet tarvitsevat tilaa toimitusta tai vuokrattua tilaa muualta. Palvelinratkaisut vaativat yritykseltä muitakin resursseja. Nykyaikana virtualisointi ja pilvipalvelut ovat yleistyneet. Pilvipalvelut ja virtualisointi ovat ratkaisuna palvelimiin yhä useammin.

Tämän opinnäytetyön aiheena oli löytää palvelinratkaisu Idearäätälille. Heidän toimialaansa on markkinointi, suunnittelu- ja asiantuntijapalvelut. Heillä on käytössään verkkolevypalvelin ja webhotelli.

Työn ideana oli helpottaa etätöiden tekemistä ja mahdollistaa uusien palveluiden nopean käyttöönoton tarvittaessa. Palvelinratkaisu mahdollistaisi myös webhotellien myymisen ja ylläpitämisen, mutta tätä ei tällä hetkellä haluttu.

Palvelinratkaisuja on monenlaisia. Taustateoriassa käydään ensin läpi vertailtavaksi otetut vaihtoehdot. Käyttöjärjestelmiä on myös lähes ääretön määrä, joten työssä käsitellään muutamia yleisimpiä vaihtoehtoja. Vertailussa on mukana pilviratkaisuja niiden suosion kasvaessa nykypäivän markkinoilla.

2 ERI PALVELINVAIHTOEHDOT

2.1 Oma fyysinen palvelin toimistolla

Pienissä yrityksissä on mahdollisesti esimerkiksi palvelimia pöydillä. Tämä on halpa ja helppo tapa ylläpitää palvelimia, mutta ei suositeltava ratkaisu. Palvelimet jotka eivät sijaitse niille tarkoitetuissa laitetoissa ovat vaarassa. Jotain odottamatonta voi tapahtua koska tahansa. Esimerkiksi palvelimet voivat saada kahvia sisäänsä. (Mah 2013)

Palvelinhuonetta rakentaessa pitää miettiä tilan tarve. Jos ratkaisu tarvitsee siivouskoneen kokoisen alueen niin onko siinä tilaa laajennuksille? On hyvä miettiä paljonko tilaa tarvitaan tulevaisuudessa. Palvelinhuoneen sijainnin valinta on hyvin tärkeää. Sijainti kannattaa olla lähellä ihmisiä, jotka sen kanssa työskentelevät. Näin saadaan nopeammin reagoitua, jos tulee ongelmia. Palvelinhuoneeseen ei pidä päästää ketään ylimääräisiä henkilöitä. Palvelinhuoneeseen pääsyä olisi hyvä valvoa esimerkiksi kulukorteilla. (Releford 2000)

Tilan suunnittelu on hyvin tärkeää palvelinhuoneratkaisussa. Isoissa palvelinsaleissa lattia on korotettuna. Lattian korottaminen vähentää laitteiden kastumisen riskiä, jos esimerkiksi tulee vesivahinko. Vesi saattaa yhä päästä palvelimiin käsiksi, vaikka lattia on korotettu. Korotetulla lattialla saavutetaan hyvin organisoitu työympäristö palvelinhuoneeseen. Kaikki johdot saadaan helposti poistettavien lattialaattojen alle. Näin johdot eivät ole koneiden ympärillä ja työnteon tiellä. Korotetulla lattialla saadaan myös ohjattua ilmankiertoa. Pienillä koloilla lattiassa saatetaan ohjata ilman kulkua. Ilmastointi on tärkeä osa palvelinhuonetta. Palvelimien toimintalämpötilat ovat vaihtelevia. Korkeita lämpötiloja ei suositella. Korkeat lämpötilat vähentävät laitteiston elinikää. Lämpötilan tasaisuus on myös tärkeää. Jos lämpötila pääsee vaihtelemaan juotokset saattavat alkaa irrota. Ohut metalli saattaa myös taipua tai haljeta lämmönvaihtelun seurauksena. Suositeltu lämpötila palvelinhuoneessa on 18.3 °C. Palvelinsalissa saattaa olla liian tehokas ilmastointi. Liian tehokas ilmastointi saattaa aiheuttaa vesivahinkoja, jos ilmanvaihtokanavat ovat jäässä ja kosteus ei ehdi poistumaan.

Palvelinsaleissa ei saa olla ikkunoita, sillä ne vaikuttavat lämpötiloihin ja sotkevat ilmastoinnin. Sähkövirta toteutetaan isoissa saleissa katkeamattomalla virransyötöllä ja generaattoreilla. Palvelimet eivät saa olla alhaalla koskaan. Sähkövirta saadaan yleensä kahdesta eri verkosta. Jokainen käytössä oleva verkko pystyy kestäämään kokosalin kuormituksen. Suurinta osaa isojen salien ratkaisuksista pystytään käyttämään pienemmissäkin ratkaisuisa. (Ware 2015)

Uninterruptible Power Supply eli katkeamaton virransyöttö on virtalähteratkaisu, jossa on sisällä akku. Katkeamatonta virransyöttöä on erilaisia, mutta toimintaperiaate on sama. Jos sähkö katkeaa niin katkeamaton virransyöttö vaihtaa akkuihin. Näin saadaan varmistettua palvelimet lyhyiltä sähkökatkoilta. (Beal 2015)

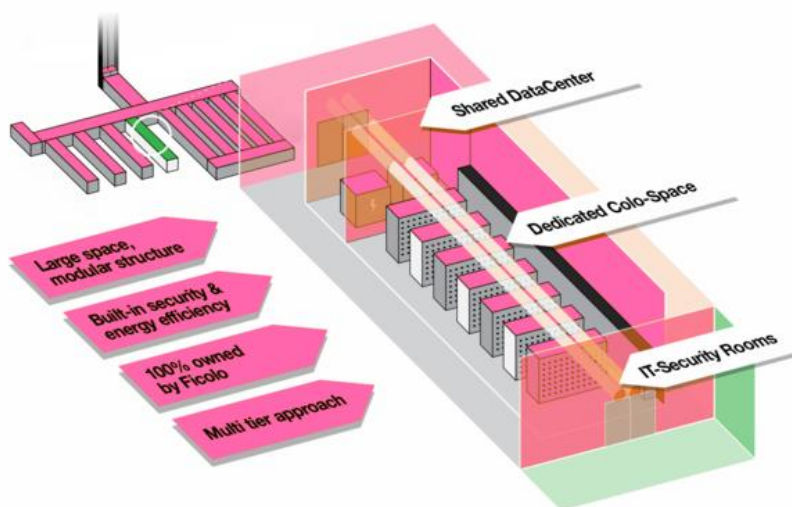
Pienissä yrityksissä ensimmäiseksi ostetaan usein palvelinkaappi. Palvelinkaappiratkaisut ovat hieman kalliimpia. Palvelinkaappi tuotteet menevät pienempään tilaan ja ovat helposti hallittavissa kaapin sisältä. Palvelinkaapeissa on käytössä mittayksikkö rack unit(RU) tai unit(U). Yksi RU on 44.45mm korkea, leveä 600mm ja syvä 1,000mm. Palvelinkaappi palvelimet saattavat olla isompia, kuin yksi RU. Täysi palvelinkaappi on kooltaan 42RU ja puolikas palvelinkaappi 24RU, mutta olemassa myös muunlaisen kokoisia palvelinkaappiratkaisuja. Palvelinkaappia asentaessa pitää muistaa, että eri ratkaisut saattavat vaatia reikien tekemistä seiniin tai lattiaan. Palvelinkaappi yleensä eristetään omaan tilaansa tai yrittää ostetaan ääntä vaimentava palvelinkaappiratkaisu, koska palvelinratkaisut ovat äänekkäitä. Palvelinkaappiratkaisuisa joissa laitteiden määrä ei ole suuri ilmastointi ei ole pakollinen, mutta useamman laitteen kanssa ilmastointi on pakollinen. Ilmastointia asennettaessa pitää muistaa, että palvelimet ovat aina päällä ja yleensä toimistoissa ilmastointi on päällä vain toimiston aukioloaikoina, joten palvelimien ilmastointi pitää kytkeä olemaan kokoajan päällä. Esimerkiksi toimistossa voi olla kaksi eri ilmastointilaitetta ja molemmat eri virtapiirien takana. Palvelinkaapissa on johdotus tärkeää. Siistillä johdotuksella saadaan aikaan parempi ilmankierto ja helpompi laitteiden hallinta. Palvelinkaappiin usein hankitaan RJ45 paneeleita. RJ45 paneelit ovat usein 1U korkeita ja niissä on 24 porttia. Dokumentointia ei sovi unohtaa. Muutokset on dokumentoitava. Servereiden ja kytkinten päälle on suositeltavaa laittaa tarralla nimet ja IP-osoitteet. Laitteiden vieressä olisi hyvä olla dokumentaatio miten toimitaan, jos sähkö menevät poikki ja laitteet pitää saada käynnistettyä tai sammutettua. (Mah 2013)

2.2 Oma fyysinen palvelin vuokralla

Joskus yrityksen tilat eivät pysty ylläpitämään palvelinta paikallisesti niin on myös vaihtoehtona vuokrata palvelimelle tilaa muualta. On kuitenkin muitakin syitä ulkoistaa palvelin pois yrityksen omista tiloista. Esimerkiksi on hyvä olla palvelimia useammissa sijainneissa kuin yhdessä. Näin vältetään ongelmia, joita saattaa esiintyä esimerkiksi pitkien sähkökatkokkien takia tai verkon alhaalla olemisen takia. Lisäksi laitesaleissa on valmiiksi kaikki mitä uusi palvelin vaatii, jos halutaan laajentaa palveluita. Ei tarvitse laajentaa oman yrityksen tiloissa olevia ratkaisuja. Laitesaleissa on myös mahdollista ostaa palveluita ja tukea tarvittaessa. Laitesalit mahdollistavat myös palvelimien pitämisen ympäri maailmaa. Jos on tarvetta saada oma palvelin muuallekin kuin paikalliseen palvelinsaliin. Palvelimien varmuuskopioinnin kannalta palvelimien varmentaminen eri laitesaleihin on suositeltavaa. Näin saadaan varmuutta, jos yhdessä sijainnissa on ongelmia.

Porissa palvelintilaa tarjoaa esimerkiksi Ficolo Ulvilassa. Paikalliselle yritykselle Ficolo tarjoaa hyvän sijainnin palvelinlaitteille.

Ficolo tarjoaa tilaa, sähköä ja palveluja. Tiloina toimiva kallioluolasto säästää jäähdytyksessä ja käytössä on paikallista tuulisähköä. Asiakkaalle tulee vain kuluja käyttämästään sähköstä ja sähkön kulutusta voi seurata reaaliajassa. Sähköt on varmistettu generaattorilla ja erillisellä UPS-järjestelmällä. Tiloihin on pääsy vain tunnetuilla henkilöillä ja tiloissa on videovalvonta. (Ficolo www-sivut 2015)



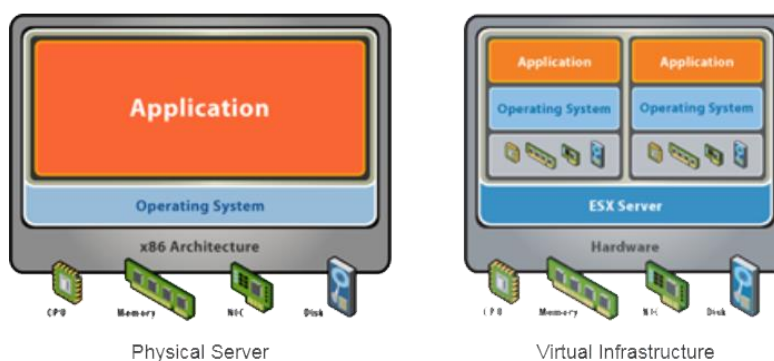
Kuva 1. Laitetilat (Ficolo 2015)

Pitempään toiminut CGI tarjoaa myös konesalipalveluita. CGI:n konesalit sijaitsevat Suomessa. CGI:llä on kaksi pääkonesalia. Tämän lisäksi on myös vara- ja asiakaskoh-
taisia saleja ympäri Suomea. Kaikki konesalit ovat kahdennettuja ja tarjoavat 24/7 pal-
veluita eri vikatilanteisiin. Palvelut ovat toteutettu laatu- (ISO 9001) ja tietoturvanstan-
dardeita (ISO 27001) noudattaen. Konesalitulopalvelut ovat automatisoituja ja standar-
disoituja. (CGI www-sivut 2015)

2.3 Virtuaalipalvelin

Palvelinvirtualisointi on ratkaisu fyysisten palvelimien ongelmiin. Jokainen fyysinen
kone voi ajaa montaa virtuaalipalvelinta. Usein palvelimet käyttävät vain osan tehois-
taan. Virtualisoinnilla voidaan ottaa käyttöön koko palvelimen kaikki tehot. Virtuali-
soinnilla voidaan myös etsiä nopeasti missä virtuaalikoneessa on vika, jos jokaisella
ajettavalla ohjelmistolla on oma virtuaalipalvelin. (Strickland 2008)

Virtualisoinnilla saadaan aikaiseksi säästöjä. Uusien fyysisten palvelimien hinta on
paljon suurempi kuin virtuaalipalvelimien. Ohjelmistojen kanssa pitää olla tarkkana.
Usein ohjelmat vaativat lisenssin jokaiselle virtuaalipalvelimelle erikseen. Virtuaali-
koneiden etuna on, että niihin voi lisätä esimerkiksi välimuistia, tallennuskapasiteettia
ja prosessoreita muutaman napin painalluksella. Virtualisoinnissa pitää myös muistaa,
että esimerkiksi kymmenen virtuaalipalvelimen koneessa, jos tulee rautavika kaikki
palvelimet menevät alas. Tämän takia palveluita on suositeltavaa ajaa monessa palve-
limessa. Virtuaalikoneet on helppo siirtää toiseen fyysiseen koneeseen. (Lawrence
2012)



Kuva 2. Fyysinen ja virtuaalinen infrastruktuuri (Backup Academy 2012)

Virtuaalipalvelimia on muutamia erilaisia. Seuraavaksi vertailemme vuokrattavia virtuaalipalvelimia, omia virtuaalipalvelimia ja pilvipalvelimia.

2.3.1 Yksityinen virtuaalipalvelin eli Virtual Private Server

Vuokrattavia yksityisiä virtuaalipalvelimia on vaikeampi käsittää kuin fyysisiä palvelinratkaisuja. Yhdellä fyysisellä palvelimella voidaan virtualisoida useita palvelimia ja niitä voidaan vuokrata. Tämä palvelun toimintaperiaate muistuttaa webhotelleja, mutta kyseessä on eri palvelu. Webhotelleissa on yleensä datakatto ja suuri määrä tallennuskapasiteettia, mutta ei mitään lupauksia prosessorin tehosta tai välimuistin määrästä. Yleensä palveluita rajoitetaan hyvin paljon, että sinne ei saada paljon välimuistia tai prosessoria käyttäviä ohjelmistoja asennettua. Yksityisessä virtuaalipalvelimessa on minimitohot mitä on luvattu saatavaksi aina ja osassa on saatavilla lisäksi hetkellisiä lisätehoja, jos palvelu antaa myöden. Ja lisäksi saat hallintaasi koko käyttöjärjestelmän. Kun palvelin tarvitsee käynnistää uudestaan tai asentaa uusia ohjelmistoja sen voi tehdä itse. (Art of blog 2014) On myös olemassa palveluita, joissa hallinta suoritetaan pelkästään hallintapaneelin kautta, mutta kyseessä on silti yksityinen virtuaalipalvelin. Jotkut palveluntarjoajat tarjoavat esimerkiksi cPanel hallinnan. (Gewirtz 2015)

Eroina pilvipalveluilla ja yksityisillä virtuaalipalvelimilla on se, että yksityiset virtuaalipalvelimet ovat yhdellä fyysisellä laitteistoilla. Pilvipalvelin voi käyttää usean fyysisen laitteen resursseja ja laajentua niiden välillä resurssien mukaan. Tämä ei ole mahdollista perinteisessä yksityisessä virtuaalipalvelimessa, joissa on käytössä vain yhden fyysisen laitteen kapasiteetti. (Myers 2012)

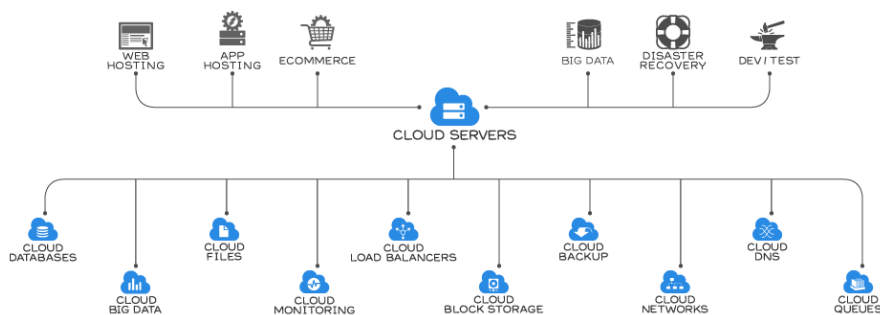


Kuva 3. cPanel hallinta (inmotion hosting 2015)

2.3.2 Pilvipalvelimet

Pilvipalvelut toteutetaan laitesaleissa ja niitä käytetään internetin yli. On olemassa yksityisiä pilviä, jotka ovat yrityksen omiin tarpeisiin suunniteltuja palvelinsaleja. Näiden salien toteutus muistuttaa pilvipalveluiden toteutusta. (Arstila 2012)

Käyttäjillä on hallinta omaan virtuaalikoneeseensa. Pilvipalveluissa resurssit voidaan jakaa monen fyysisen laitteiston välillä. Tämä tuo varmuutta rautatason tai internet ongelmien kanssa. Pilvipalveluita voi ajatella samalla tavalla, kuin RAID-5:ssä olevia levyjä. Käyttäjälle näkyy vain yksi resurssi yhtenä levynä, mutta taustalla on oikeasti useampi levy. (ClubCloudComputing 2013)



Kuva 4. Rackspacen pilviratkaisu (Rackspace [www-sivut](http://www-rackspace.com) 2015)

Pilvipalveluiden kustannuksia on vaikea verrata perinteiseen vuokrapalvelimeen tai omaan palvelimeen, koska palveluissa on eri hinnoitteluperusteet. Pilvipalveluiden käyttöönotto ja ylläpito vaatii myös opettelua, mutta se ei ole mikään syy jättää valitsematta pilvipalvelimia, jos se on oikea ratkaisu yrityksen tarpeisiin. (Mombrea 2012)

Yleensä palvelut on hinnoiteltu käytön mukaan. (Steadfast 2013)

3 VIRTUALISOINTIALUSTAT

3.1 Eri virtualisointiratkaisut

Virtualisoinnista on erilaisia ratkaisuja. Näitä ovat esimerkiksi hypervisor pohjainen virtualisointi, paravirtualisointi, täysivirtualisointi, rautapohjainen virtualisointi, käyttöjärjestelmätason virtualisointi ja ydinpohjainen virtualisointi. (Geeks Hub 2016)

Hypervisor pohjainen virtualisointi perustuu siihen, että raudan päällä ajetaan ohjelmistoa, joka lukee kaikki komennot mitä virtuaalikoneelta tulee ja ajaa ne koneen oikeuksien mukaisesti. Jokaisella virtuaalikoneella on omat virtuaaliset prosessorit, muistit, yms. Jokainen kone omistaa täydet oikeudet omien virtuaalisten osiensa hallintaan. (Geeks Hub 2016)

Paravirtualisoinnissa sitten taas eliminoidaan käyttöjärjestelmän lukitseminen, mutta tämä vaatii muokatun käyttöjärjestelmän. Muokattu käyttöjärjestelmä antaa lisää tehoa käytössä, mutta vähentää tietoturvaa, koska käyttöjärjestelmä juttelee suoraan hypervisorin kanssa. Paravirtualisointi on Xenin yleisin virtualisointi tyyppi. Xen käyttää muokattua Linuxin ydintä ottaakseen hyödyn irti ylläpitotilasta, jota kutsutaan domain0:ksi. Xen käyttää myös hyödykseen rautatason virtualisointia muokkaamattomien käyttöjärjestelmien pyörittämiseen. (Geeks Hub 2016)

Täysivirtualisointi muistuttaa hyvin paljon paravirtualisointia. Tällä virtualisoinilla on myös mahdollista virtualisoida rautaa tarvittaessa. Täysivirtualisointi kaappaa virtuaalikoneen komennot ja sen jälkeen emuloi tilannetta, jota kyseiset komennot aiheuttaisivat ja jonka jälkeen palautetaan takaisin tulos joka vastaa oikeaa. Tämän takia muokkaamattomat käyttöjärjestelmät voivat pyöriä täysivirtualisoinnin päällä. VMWare ESX server käyttää tätä tekniikkaa virtualisoinnissaan. Siinä on käytössä muokattu versio Linuxista, joka toimii pääkäyttöjärjestelmänä. Täysivirtualisointi ei ole aivan yhtä nopea, kuin paravirtualisointi. (Geeks Hub 2016)

Rautavirtualisointi muistuttaa paravirtualisointia ja täysivirtualisointia. Siinä on käytössä hypervisor ainoastaan käyttöjärjestelmille, jotka tukevat rautavirtualisointia.

Rautavirtualisointi luottaa siihen, että prosessoreissa on tuki sille. Näitä ovat esim. Intel VT ja AMD – V. Tällä tekniikalla saadaan ajettua muokattuja ja muokkaamattomia käyttöjärjestelmiä, koska tunnistetaan automaattisesti onko kyseessä muokattu vai muokkaamaton käyttöjärjestelmä ja hypervisor osaa toimia sen mukaisesti. (Geeks Hub 2016)

Ydinkerroksen virtualisointi ei tarvitse hypervisoria. Tässä ratkaisussa ajetaan muokattua Linux-ydintä ja sille omistettua virtuaalikonetta. Tämä mahdollistaa helpon usean koneen virtualisoinnin yhdellä koneella. Ydintason virtualisoinnissa käytetään laiteajureita pää Linux-ytimen ja virtuaalikoneiden väliseen kommunikointiin. Ydinvirtualisointi vaatii myös tuen prosessorilta ja näitä on mm. Intel VT ja AMD – V. (Geeks Hub 2016)

Käyttöjärjestelmätason virtualisoinnissa ajetaan monta erilaista ympäristöä yhden käyttöjärjestelmän takana. Käyttöjärjestelmällä on yksi ydin, jota kaikki virtuaaliset instanssit käyttävät. Tämä pohjautuu chroot-tekniikkaan, joka on kaikissa uusissa UNIX käyttöjärjestelmissä. Chroot mahdollistaa käynnistyksen yhteydessä eri osioiden käynnistämisen omiksi virtuaalisiksi prosesseikseen. Kaikilla virtuaalikoneilla tässä ratkaisussa pitää olla sama käyttöjärjestelmän ydin ja siksi tätä kutsutaan käyttöjärjestelmän tason virtualisoinniksi. Esimerkkejä tästä ratkaisusta ovat FreeBSD:n chroot jail, Linux chroot, OpenVZ, Solaris Zones ja Virtuozzo. Tämän ratkaisun huonoimpina puolina on, että ydin tai ajuri ongelman sattuessa koko järjestelmä saattaa kaatua kerralla. Näin ei tapahdu muissa ratkaisuissa, jossa jokaisella käyttöjärjestelmällä on oma ydin. (Geeks Hub 2016)

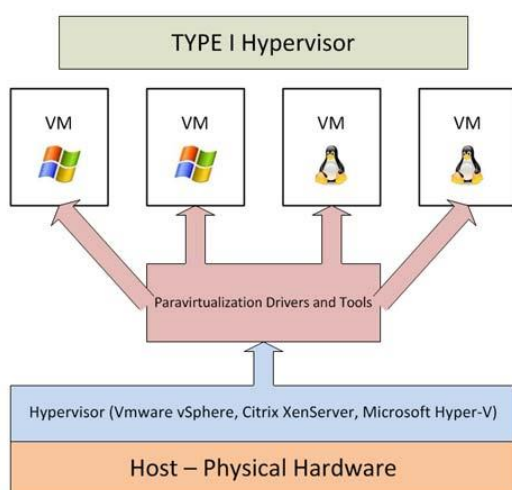
3.2 Xen-pohjaiset ratkaisut

Seuraavaksi vertaillaan Xen-pohjaisia ratkaisuja. Xen on hyvin samankaltainen kuin VMwaren ESXI.

Xen Project Hypervisor on avoimen lähdekoodin hypervisor. Tämä mahdollistaa eri käyttöjärjestelmien ajamisen samalla koneella. Xenä käytetään pohjana moneen kau-

pulliseen ja avoimen lähdekoodin ratkaisuun. Näitä ratkaisuja ovat esimerkiksi palvelinvirtualisointi ja työpöytävirtualisointi. Xen on myös pohjana isoimpiin pilvi ratkaisuihin mitä on nykyään käytössä. Xenin etuina ovat muun muassa hyvin kevyt käyttöliittymä, ajurien eristäminen ja paravirtualisointi. Jokaisella koneella on omat virtuaaliset ajurinsa. Näin saadaan luotettavuutta palveluihin, kun yhden virtuaalisen koneen ajurien kaatuminen ei kaada koko järjestelmää. Paravirtualisointia ja täysrautavirtualisointia voidaan käyttää samaan aikaan. (Xen Project, A Linux Foundation Collaborative Project 2015)

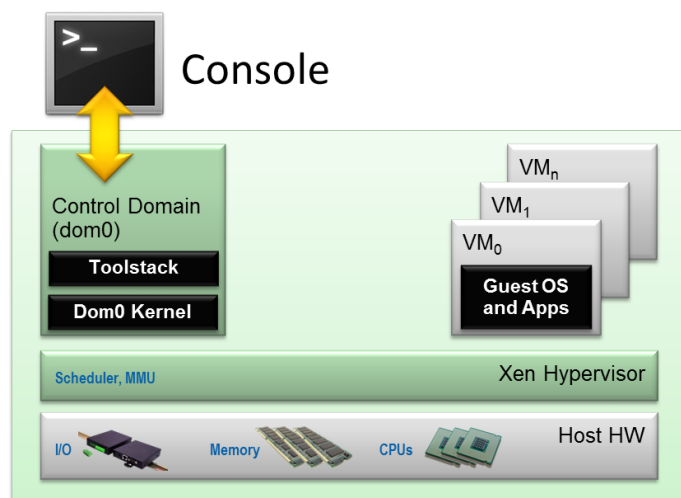
Hypervisor on nimitys ohjelmalle, joka virtualisoi täysin tietokonetta rautaa myöden. Ohjelmisto luo virtuaalisia prosessoreita ja välimuistia, joihin tiedot menevät ennen niiden päätymistä oikealle prosessorille tai välimuistille. Virtuaaliset kovalevyt käyttävät yhtä tiedostoa tai muuta sille asetettua varastoa tietojen tallioimiseen tavallisen fyysisen kovalevyn sijasta. (Ferro 2012) Hypervisor on myös virtuaalikoneen hallintatyökalu. Hypervisor jakaa prosessorin, muistin ja muut tarvittavat resurssit automaattisesti virtuaalikoneille. (TeachTarget Network 2015)



Kuva 5. Type 1 Hypervisor (Kleyman 2012)

Seuraavassa kuvassa on Xenin arkkitehtuuri. Xen pyörii suoraan raudan päällä ja on vastuussa prosessorista, välimuistista ja keskeytyksistä. Hypervisorin päällä pyörii virtuaalikoneita. Xenissä olevia virtuaalikoneita kutsutaan domainiksi tai guestiksi. Päädomain nimeltään domain 0 sisältää kaikki ajurit kaikille laitteille järjestelmässä. Do-

main 0 on myös vastuussa virtuaalikoneiden tekemisestä, tuhoamisesta ja konfiguroinnista. Xenin voi asentaa monelle eri Linuxille suoraan. (Xen Project, A Linux Foundation Collaborative Project 2015)



Kuva 6. Xenin arkkitehtuuri (Xen Project, A Linux Foundation Collaborative Project 2015)

Citrix XenServer on avoimen lähdekoodin virtualisointiohjelmisto. Eroina XenServerissä ja Xen Project Hypervisorissa on, että XenCenter käyttää Windows ohjelmistoa virtuaalikoneiden hallintaan, tarjoaa suoraan virtuaalikone pohjat kaikkiin suosittuihin järjestelmiin ja yrityksille myynnissä tukea. XenServerissä on myös domain0 virtuaalikone, joka ajaa hallinta ohjelmistoa on nimeltään XAPI. Domain0 hoitaa myös fyysinen laitteen internetin käytön, kovalevyn käytön ja muut tarvittavat resurssit. XAPI on käytössä kaikissa virtuaalikoneiden hallintatyökaluissa esimerkiksi XenCenter hallinta ohjelmistossa ja xe komentorivityökalussa. Eroina ilmaisessa ja maksullisessa XenServerissä on, että ilmaiset käyttäjät eivät saa automaattisia päivityksiä. Ilmainen versio sisältää XenServer hallinnan, muttei päivitysten hallintaa. XenServeriä voi ajaa joko rautavirtualisoinnissa tai paravirtualisoinnissa. XenServer ei tue BSD-pohjaisia käyttöjärjestelmiä. (Citrix XenServer 6.2.0 Technical FAQ 2013)

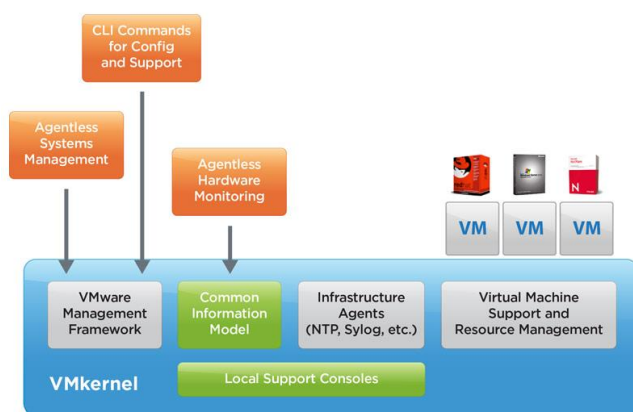
3.3 VMware ESXI

VMware ESXI on yksi VMwaren tarjoamista virtualisointiratkaisuista. ESXI tunnetaan myös nimellä vSphere hypervisor. ESXI on hypervisorin nimi, jota ajetaan suoraan raudan päällä ilman muita käyttöjärjestelmiä ja jaetaan moneksi virtuaalikooneeksi. (VMware 2015) ESXI tukee rautavirtualisointia ja paravirtualisointia. ESXI:ssä on myös VMwaren kehittämä Virtual Machine Interface eli lyhyesti VMI. VMI koittaa ratkaista paravirtualisoinnista aiheutuvia ongelmia. VMI mahdollistaa huomaamattoman paravirtualisoinnin. Näin voidaan toteuttaa paravirtualisointia ilman muokkauksia käyttöjärjestelmän ytimeen. VMI tuki löytyy Linux-ytimistä 2.6.22 ja siitä ylöspäin. (Performance of VMware 2008)

ESXI:llä on mahdollista ajaa useampaa eri käyttöjärjestelmää samaan aikaan. VMware on tehnyt kattavat työkalut, joilla on mahdollista siirtää palvelimesta toiseen koko järjestelmä tarvittaessa. Tämä on hyvin käytännöllinen ominaisuus esim. rautapäivitysten takia. Ei tarvitse asentaa kokonaan

uudestaan järjestelmää ja sitten vasta siirtää tietoja, kun työkaluilla operaatiota on helpotettu. (Natarajan 2010)

ESXI:stä on leikattu pois komentoriviominaisuuksia ja siirretty ne etänä hallittavaksi työkaluiksi. ESXI:ssä on oma ohjelmointikieli, jolla voidaan tehdä työtä helpottavia skriptejä automatisoimaan yleisimmät tehtävät. (Techopedia www-sivut 2015) Hallinta tehdään joko vSphere Clientillä tai vSphere Web Clientillä selaimen kautta. ESXI tukee NVIDIA:n teknologiaa ja mahdollistaa paremman suorituskyvyn virtuaalinäytönohjaimille. (VMware 2015)



Kuva 7. VMkernel (Linux Thoughts 2013)

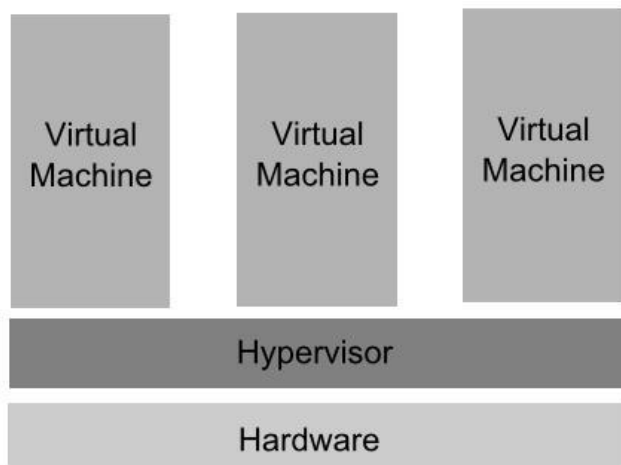
3.4 Kernel-based Virtual Machine

Kernel-based Virtual Machine eli lyhyesti KVM. KVM on RedHatin kehittämä ilmainen vaihtoehto. (Dedoimedo 2011) KVM on Unix käyttöjärjestelmissä toimiva virtualisointi. KVM toimii joko rautavirtualisointi tai emulaatio tilassa, mutta ilman prosessorin tukea suorituskyky on huono. KVM on suunniteltu komentorivi pohjaiseksi, mutta siihen on olemassa graafisia hallintatyökaluja. (Gizmos Freeware 2012) Red Hat suosittelee KVM virtualisointia ja tarjoaa tukea OpenStack käyttöön. (Morgan 2013) KVM mahdollistaa käyttöjärjestelmien resurssien ylimitoittamisen. Tämä perustuu siihen, että jokainen virtuaalikone ei normaalissa käytössä käytä kaikkia resurssejaan kokoajan. Näin voidaan saada aikaan säästöjä, mutta ylimitoitettu käyttöjärjestelmä ei ole yhtä vakaa. Kun palvelimen välimuisti ei riitä vaihdetaan swap-muistiin. Jos swap-muistia ei ole riittävästi virtuaalikoneet pakotetaan sammumaan. (Red Hat www-sivut 2016)

KVM:llä voidaan ajaa Linuxia tai Windowsia. Jokaisella virtuaalikoneella on omat virtuaaliset ajurinsa. KVM on avoimen lähdekoodin ohjelmisto. (KVM www-sivut 2015) KVM ei ole helpoin työkalu käyttää. KVM ympäristön tehokas käyttäminen vaatii ajan käyttämistä sen opetteluun ja työkalut eivät ole yhtä helppokäyttöisiä tai hienoja, kuin esimerkiksi VMware ESXi:ssä. (Dedoimedo 2011)

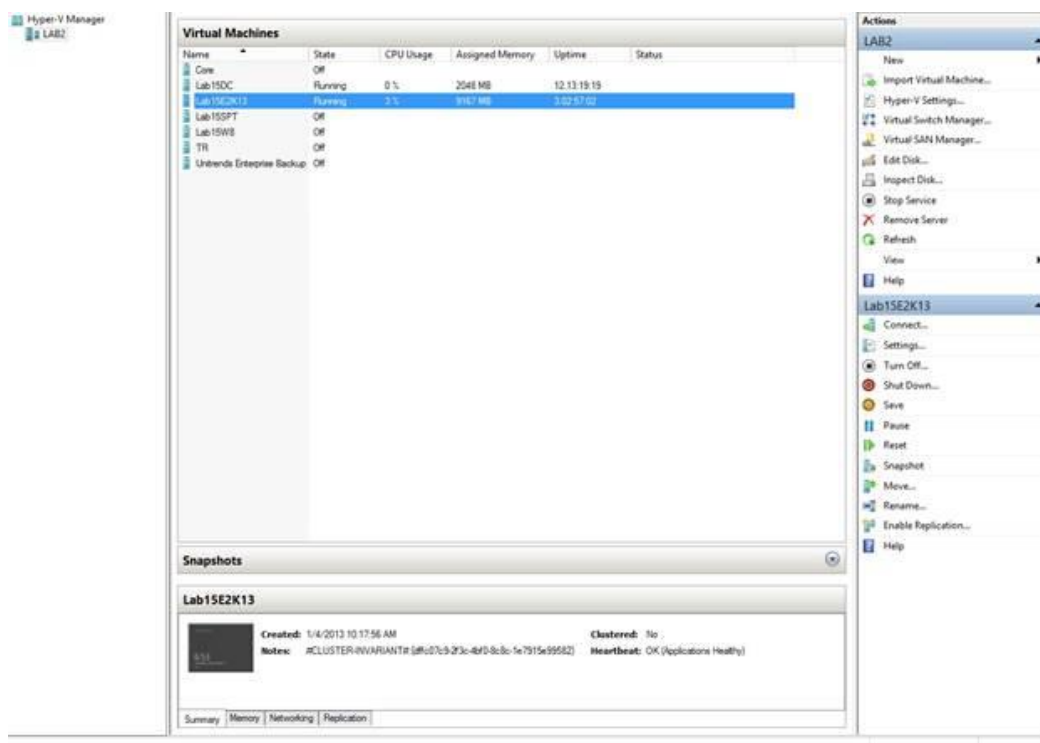
3.5 Hyper-V

Hyper-V on Microsoftin ratkaisu virtualisointiin. Hyper-V oli ensimmäistä kertaa Windows Server 2008:sä vuonna 2008. Hyper-V on hybridi hypervisor. Hyper-V roolin asennuksen yhteydessä Hyper-V muokkaa käyttöjärjestelmää ja muodostuu yhdeksi kerrokseksi raudan päälle. (Zhelezko 2014)



Kuva 8. Hyper-V arkkitehtuuri (Zhelezko 2014)

Nykyään Hyper-V ohjelmiston saa kaikkiin uusiin Windows-käyttöjärjestelmiin. (How-to Geek www-sivut 2015) Hyper-V:stä on saatavilla kaksi eri versiota. Ensimmäinen vaihtoehto on asentaa Windows Server Hyper-V rooli ja toinen vaihtoehto on asentaa Hyper-V Server. Hyper-V Server on Windows Server missä on esiasennettuna Hyper-V rooli ja poistettu kaikki tarpeeton. Versiosta riippuen palvelimen ylläpitämisessä on erilaiset työkalut. Hyper-V serverissä on oletuksena hyvin minimalistinen hallinta. Windows Serverin asennetun Hyper-V roolin mukana tulee Hyper-V Manager. Hyper-V Manager on graafinen hallintatyökalu. (Posey 2015)



Kuva 9. Hyper-V Manager (Posey 2015)

Hyper-V palvelimeen on saatavilla erillinen hallintatyökalu, joka on graafinen. Tämän ohjelmiston nimi on System Center Virtual Machine Manage. Hyper-V Palvelinä voi myös hallita täysin powershellin kautta. Powershell hallinnan kautta saat tehtyä kaiken (Posey 2015) Hyper-V:llä on yksi iso etu muihin ratkaisuihin verrattuna ja se on Azure-tuki. Molemmat ovat Microsoftin palveluita, joten niistä löytyy tapa siirtää virtuaalikoneita paikallisesta virtualisoinnista suoraan pilveen tai pilvestä paikalliseen. Tämä omaisuus on tullut Windows Server 2012 R2:n mukana. (Lowe 2013) Hyper-V:ssä on myös mahdollisuus siirtää käynnissä olevia virtuaalikoneita toiseen Hyper-V palvelimeen tarpeen vaatiessa. Tämä ominaisuus on nimeltään Hyper-V Live Migration. Live migration on tullut Windows Server 2008 R2:ssa. Näin voidaan toteuttaa ratkaisuja, joissa on useita Hyper-V palvelimia toistensa tukena. Esimerkiksi jos yksi palvelimista pitäisi sammuttaa voidaan käynnissä olevat koneet siirtää toiselle palvelimelle ennen sammuttamista. (Microsoft Technet [www-sivut](http://www.microsoft.com/technet) 2010)

Windows Server Hyper-V 2016 toi mukanaan mahdollisuuden virtualisoida Hyper-V servereitä Hyper-V:n sisällä. (Maurer 2015) Tämä ominaisuus toimii Azure pilvessä ja paikallisissa ratkaisuissa. (Anderson 2016).

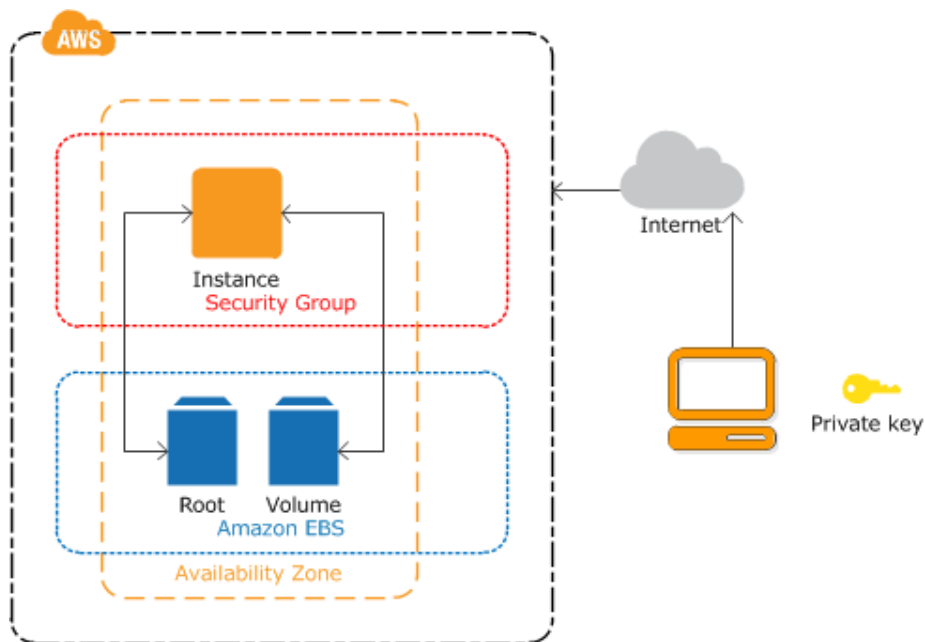
4 PILVIRATKAISUT

Pilvipalveluita on nykypäivänä hyvin monella palveluntarjoajalla, joten vertailemme vain muutaman isoimman toimijan. Amazon ja Microsoft ovat isoimmat nimet tällä alalla.

4.1 Amazon EC2

Amazon Elastic Compute Cloud eli lyhyesti Amazon EC2 on Amazonin ratkaisu pilvipalveluihin. EC2 tarjoaa virtualisointiympäristöjä, joita sanotaan instansseiksi. Amazon tarjoaa valmiiksi virtuaalikoneiden pohjia mitkä tunnetaan nimellä Amazon Machine Image(AMI) ja näissä on valmiina käyttöjärjestelmä ja ohjelmisto. EC2 mah-

dollistaa erilaisia prosessori-, muisti- ja kiintolevyratkaisuja ja näitä sanotaan instanssityypeiksi. Kirjautumista varten saat avainparin. Amazon pitää julkista osaa avaimesta ja sinun pitää tallentaa yksityinen avain talteen turvalliseen paikkaan. EC2 tarjoaa myös erilaisia ratkaisuja datalle, palomuurille, virtuaalisille verkoille. Palvelimen sijainnin saa valita haluamaansa Amazonin palvelinsaliin. (Amazon www-sivut 2014)



Kuva 10. Amazonin pilvitoteutus (Amazon www-sivut 2015)

4.2 Microsoft Azure

Azure on Microsoftin ratkaisu pilvipalveluihin. Azure tarjoaa valmiiksi tehtyjä malleja virtuaalikoneista ja integroituja työkaluja, jotka mahdollistavat helposti rakennettavia ratkaisuja. Azuressa on tuki useille käyttöjärjestelmille, ohjelmointikielille, frameworkkeille, tietokannoille ja laitteille. Microsoftilla on datakeskuksia ympäri maailmaa 19 eri maassa. Azuressa on käytössä maksa mitä käytät hinnoittelu. (Microsoft Azure 2015)

Azuressa on tuki suoraan Microsoftin omiin käyttöjärjestelmiin ja niiden lisäksi esimerkiksi Linuxille, Oraclen ohjelmistoille ja SAP:ille. Virtuaalikoneita saa suoraan käyttöönsä muutaman napin painalluksella valmiilla malleilla joita Microsoft tarjoaa. (Microsoft Azure virtual machines 2015) Azuressa voi myös käyttää hallintaan PowerShell-ohjelmointia. PowerShell-ohjelmoinnilla saadaan automatisoitua erilaisia

operaatioita virtuaalikoneiden pystyttämiseksi ylläpitotehtäviin. (Washam 2014) Azuressa on suoraan mahdollisuus tehdä web-sovelluksia. Azuressa on tuki .NET, Java, PHP, Node.js ja Python web-sovelluksille. (Microsoft Azure Web Apps 2015) Azuressa on mahdollista rakentaa ratkaisuja, joissa pilvipalvelun ja paikallisen palvelimen välissä on VPN-yhteys ja osa tiedoista pidetään paikallisena ja osa tiedoista pilvessä. Tämä voi olla esimerkiksi web-sovellus pilvessä, jonka tietokanta on yrityksen paikallisessa SQL-palvelimessa. (Mackenzie 2011)

Microsoft on myös lisännyt Azureen tuen avoimenlähdekoodin Go-ohjelmointikielille. Go on Googlen kehittämä ohjelmointikieli, joka on käytössä esimerkiksi Youtubessa. Go on kasvava kieli Googlen sisällä ja BBC Worldwide, Canonical ja Heroku käyttävät sitä myös. (Anderson 2015)

Microsoftin Azurella on isoja nimiä taustatukenaan. HP suosittelee Microsoftin pilvettä ja Dell myy infrastruktuuriratkaisuja, jossa on valmiina Azuren ohjelmistoa asennettuna. HP ei ole mikään yllättävä partneri sillä Microsoft ja HP ovat tehneet pitkään yhteistyötä PC puolella. (Niccolai 2015)

5 KÄYTTÖJÄRJESTELMÄVAIHTOEHDOT

Tässä vaiheessa on monta eri vaihtoehtoa, mutta niistä pitää valita aina yrityksen käyttöön parhaiten sopiva. Tässä kyseisessä työssä vertailen vain Windows ja Linux servereitä.

5.1 Windows Server

Microsoftilla on 75% markkinaosuus käyttöjärjestelmistä ja ohjelmistoista. Windows Server 2008 ja Windows Server 2012 ovat nykyään vaihtoehtoja Windows palvelin puolelta. Windows Server 2008 jatkettu tuki loppuu vuonna 2020 ja tämä tarkoittaa sitä, että rauta vanhenee todennäköisesti aiemmin kuin käyttöjärjestelmän tuki. (Barker 2015)

Windows Server on pakollinen jos tarkoituksena on käyttää Active Server Pages, Visual Basic, Coldfusion tai C# kieliä ohjelmoinnissa. Windows Server on myös pakollinen jos yritys käyttää Exchangea tai Sharepointtia. Tämä sisältää myös sisällön tuottamisen SharePoint Designerillä. Windows Server ei ole kovin hyvä optio jos tarkoituksena on käyttää PHP, CGI, Perl tai Pythonia. (WhoIsHosting 2015)

5.2 Linux

Linux on alun perin lähtöisin UNIX projektista ja se on haarautunut omaksi käyttöjärjestelmäkseen vuonna 1991 Linux Torvalsin ansiosta. Vuosien varrella Linux on hajautunut, uudelleen kasautunut, uudelleen kehitetty, uudelleen paketoitu ja haarautunut useita kertoja. Kaikki tämä on yhteisön ansiota. Linux jakeluja on monta ja suurin osa on ilmaisia. Linux on hyvin suosittu web-palvelimissa ja näissä ajetaan usein LAMP:pia, joka on lyhenne seuraavista ohjelmistojen nimistä Linux, Apache, MySQL ja PHP. (WhoIsHosting www-sivut 2015)

Linux on avointa lähdekoodia ja näin ollen eri versioita on tehty monia. Suosituimpia ovat: Ubuntu, Linux Mint, Debian, Fedora, Centos, Red Hat Enterprise Linux, openSUSE, SUSE Linux Enterprise, Mageia, Mandriva, Arch Linux ja Slackware Linux (How-to Geek 2015) Linux on myös hyvin suosittu, koska siinä ei ole lisenssikustannuksia. Näin voidaan säästää ja tähdätä isompaan tuottoon. (Claire 2011)

6 YRITYKSEN NYKYTILANTEEN KUVAUS

Idearäätäli on pieni paikallinen yritys, jossa on kaksi vakituista työntekijää ja vaihteleva määrä harjoittelijoita. Yrityksessä on tällä hetkellä käytössä Wordpress töiden tekemiseen käytössä webhotelli. Wordpressilla tehdään asiakkaiden tilaamia verkkosivu toteutuksia. Tallennuskapasiteettia on hyvin rajoitetusti datalle ja tietokannoille. Webhotellissa on verkkopohjainen hallintaohjelmisto, josta hallitaan kaikkea. Yrityksellä on myös sähköpostipalvelu. Tätä palvelua ei ole tarkoitus siirtää pois yrityksen

omaan palvelimeen. Yrityksestä löytyy myös verkkolevypalvelin, joka on vain lähiverkosta käytössä. Verkkolevypalvelin sisältää pääosin varmuuskopioita. Yrityksen internet-yhteytenä toimii DNA kuluttajaluokan kaapeliyhteys.

Palvelinratkaisulla haluttiin saada etätöiden tekeminen helpommaksi, lisätä laajennusmahdollisuuksia palveluihin ja luoda lisää varmuuskopiointi sijainteja. Nykytilanteessa etätöitä varten pitää ottaa kaikki tarvittavat tiedostot mukaan lähtiessä. Tämä ei ole toivottu tilanne ja vaikeuttaa etätöiden tekemistä.

Yrityksen oma palvelinratkaisu ei saisi aiheuttaa liikaa ylläpitotehtäviä. Yritykseen ei ole aikomusta palkata ketään ylläpitämään palvelinta, eikä nykyisellä työntekijämäärällä ole ylimääräistä aikaa tehdä ylläpitotehtäviä enempää kuin ennen on tarvinnut. Tästä syystä ratkaisuun on ostettava lisäksi ylläpito.

Palvelimelle asetettiin vaatimuksiksi seuraavat ehdot:

- Vähintään 1TB SATA2 kiintolevy tai 500GB SAS kiintolevy
- Vähintään 2x Intel Xeon L5520 tai vastaavan tasoinen prosessori
- Vähintään 32GB RAM
- Vähintään 100/100 jaettu internet-yhteys

Näihin päädyttiin katsomalla eri ratkaisuja mitä oli tarjolla. Tallennuskapasiteetti haluttiin vähintään 500GB, jotta sinne saadaan kuvakirjasto ja muuta etätöissä käytettävää materiaalia. Prosessoriin päädyttiin vertailemalla eri ratkaisujen prosessoreita mitä oli tarjolla eri palveluntarjoajilla. 32GB RAM mahdollistaa jokaisen virtualisointialustan ajamisen huolettomasti ja usean virtuaalikoneen samanaikaisen ajamisen. Verkon nopeus 100/100 jaettu riittää hyvin WWW-sivujen ylläpitämiseen ja etätöiden tekemiseen.

7 PARHAITEN SOPIVAN RATKAISUN VALINTA

7.1 Palvelinratkaisu

Palvelinratkaisuksi valittiin vuokrapalvelin. Oman palvelimen ostaminen ei sopinut projektin suunniteltuun budjettiin. Vuokralla oleva palvelin maksaa muutamassa vuodessa vähän enemmän, mutta halutessa voi vaihtaa suoraan uudempaan vuokrattavaan palvelimeen ja näin yritykselle ei jää käyttämätöntä palvelinta. Osa palveluntarjoajista myi kahden vuoden jälkeen palvelimia omaksi pienellä investoinnilla. Tähän valintaan vaikutti yritysinternettien hinnat ja palvelimen sijoittelu yrityksen toimitiloihin. Yrityksellä ei ollut suoraan paikkaa palvelinkaapille, joten tällainen olisi pitänyt rakentaa. Tämä olisi lisännyt kustannuksia turhan paljon ja vaatinut ylimääräistä työtä toimitiloihin. Yritysinternettien hinta oli odotettua enemmän ja tästä johtuen haluttiin palvelin myös saada palvelinsaliin. Yritykselle voisi sopia tehojen puolesta aluksi yksityinen virtuaalipalvelin, mutta palvelimelta haluttiin 500GB-1TB tallennuskapasiteettia. Noin suurta tallennuskapasiteettia ei mistään yksityisestä virtuaalipalvelin palvelusta löydy. Pilvipalveluissa 500GB-1TB tallennuskapasiteetti alkoi maksamaan myös aika paljon ja ylläpitoa pitäisi saada jostain myös näihin ostettua tai kouluttaa henkilöt käyttämään kyseisiä palveluita.

7.2 Käyttöjärjestelmä

Käyttöjärjestelmäksi valittiin Linux-pohjainen ratkaisu. Käytössä oleva Linux riippuu palveluntarjoajasta, josta palvelu ostetaan. Kaikki palveluntarjoajat eivät tarjonneet kaikkia käyttöjärjestelmiä tai ylläpitoa eri järjestelmiin. Windows toisi lisäkustannuksia lisensseillä ja ei ole paras käyttöjärjestelmä PHP ja MySQL pohjaisille ratkaisuille, joita yrityksessä tehdään paljon. Töiden tekemisessä on käytössä Wordpress ja tämä vaatii PHP tuen käyttöjärjestelmältä ja MySQL tietokannan. Suositeltu MySQL versio on 5.5 tai uudempi.

7.3 Ohjelmistot

WWW-palvelimeksi valittiin Apache. Apache on yleisin WWW-palvelin Linuxin puolella. Tietokantana toimii MySQL. MySQL on Wordpressin suosittelema tietokantaratkaisu ja se on käytössä asiakkaille tehdyissä ratkaisuissa. Tähän on helpoin ratkaisu asentaa palvelimelle LAMP. LAMP lyhenne tulee Linux, Apache, MySQL ja PHP:sta.

LÄHTEET

- Amazon www-sivut. 2014. What Is Amazon EC2? Viitattu 9.4.2015. <http://docs.aws.amazon.com/AWSEC2/latest/UserGuide/concepts.html>
- Amazon www-sivut. 2015. Viitattu 27.4.2015. http://docs.aws.amazon.com/AWSEC2/latest/UserGuide/EC2_GetStarted.html
- Anderson, T. 2015. Viitattu 27.11.2015. Microsoft Azure now goes with Google's Go. http://www.theregister.co.uk/2015/10/20/microsoft_azure_goes_with_go_google/
- Anderson, T. 2016. What's new in Hyper-V in Windows Server 2016? Viitattu 7.2.2016. http://www.theregister.co.uk/2016/01/29/whats_new_in_hyperv_in_windows_server_2016/?page=1
- Arstila, A. 2012. PILVIPALVELUT: KYMMENEN KYSYMYSTÄ, JOITA ET OLE KOSKAAN KEHDANNUT KYSYÄ. Viitattu 24.8.2015. <http://www.su-lava.com/2012/04/pilvipalvelut-kymmenen-kysymysta-joita-et-ole-koskaan-kehdannut-kysya/>
- Art of blog. VPS vs. Dedicated Hosting: Understand The Options. 29.4.2014. Viitattu 9.4.2015. <http://www.artofblog.com/vps-vs-dedicated-servers/>
- Backup Academy. 2012. Physical Servers vs. Virtual Machines. <http://www.backupacademy.com/blog/physical-servers-vs-virtual-machines.html>
- Barker, D. 2014. Windows vs Linux: Which OS is best for your business? Viitattu 21.1.2015. <http://www.techradar.com/news/software/operating-systems/windows-vs-linux-which-os-is-best-for-your-business--1265775>
- Beal, V. 2015. UPS - uninterruptible power supply. Viitattu 25.7.2015. <http://www.webopedia.com/TERM/U/UPS.html>
- CGI. 2015. CGI www-sivut. Viitattu 20.10.2015. <http://www.cgi.fi/it-infrastruktuuri-palvelut/konesalipalvelut>
- Citrix XenServer 6.2.0 Technical FAQ. 2013. Citrix Systems. Viitattu 9.2.2015. http://www.citrix.com/content/dam/citrix/en_us/documents/products-solutions/xenserver-technical-faq.pdf
- Claire 2011. Why Are So Many Websites Hosted On Linux? Viitattu 1.2.2015. <http://www.whoishostingthis.com/blog/2011/03/17/linux-dominant-server-platform/>

- ClubCloudComputing www-sivut. 2013. Viitattu 28.3.2015. <http://www.club-cloudcomputing.com/>
- Dedoimedo www-sivut 2011. Viitattu 9.2.2015. <http://www.dedoimedo.com/computers/kvm-intro.html>
- Dedoimedo. 2011. Welcome to KVM virtualization - Thorough introduction. Viitattu 3.2.2016. <http://www.dedoimedo.com/computers/kvm-intro.html>
- Ferro, G. 2012. Intro to Server Virtualization: Hypervisor vs. Paravirtualization. Viitattu 18.11.2015. <https://www.petri.com/hypervisor-vs-paravirtualization>
- Ficolo. 2015. Ficolo www-sivut. Viitattu 18.4.2015. www.ficolo.fi
- Geeks Hub. 2016. Types of Server Virtualization. <http://www.geeks-hub.com/types-of-server-virtualization/>
- Gewirtz, D. 2015. Viitattu 21.11.2015. Dedicated vs VPS: Understanding your server options. <http://www.zdnet.com/article/understanding-the-difference-between-dedicated-and-virtual-private-servers/>
- Gizmos Freeware www-sivut 2012. Viitattu 9.2.2015. <http://www.techsupportalert.com/>
- How-To Geek www-sivut. 2015. How to Create and Run Virtual Machines With Hyper-V. Viitattu 10.12.2015. <http://www.howtogeek.com/196158/how-to-create-and-run-virtual-machines-with-hyper-v/>
- How-to Geek www-sivut. 2015. Viitattu 1.2.2015. <http://www.howtogeek.com/>
- Inmotion hosting www-sivut. Viitattu 21.11.2015. <http://www.inmotionhosting.com/support/edu/cpanel/cpanel-manage-domains/adding-addon-domains-in-cpanel>
- Kleyman, B. 2012. Hypervisor 101: Understanding the Virtualization Market. <http://www.datacenterknowledge.com/archives/2012/08/01/hypervisor-101-a-look-hypervisor-market/>
- KVM www-sivut 2015. Viitattu 9.2.2015. http://www.linux-kvm.org/page/Main_Page
- Lawrence, H. 2012. Physical Vs Virtual server : Which one should you choose?. Viitattu 19.3.2015. <http://bobcares.com/blog/virtualization-or-physical-server/>
- Lowe. 2013. Welcome to Hyper-V 2012 R2 (Part 1). Viitattu 7.2.2016. <http://www.virtualizationadmin.com/articles-tutorials/microsoft-hyper-v-articles/general/welcome-hyper-v-2012-r2-part1.html>
- Mackenzie, N. 2011. Viitattu 15.1.2016. <http://www.developerfusion.com/article/119329/overview-of-windows-azure/>

- Mah, P. 2013. 6 Steps for Setting Up a Small Business Server Room. Viitattu 18.3.2015. <http://www.cio.com/article/2382635/small-business/6-steps-for-setting-up-a-small-business-server-room.html>
- Maurer, T. 2015. WHAT'S NEW IN WINDOWS SERVER 2016 HYPER-V. Viitattu 12.12.2015. <http://www.thomasmaurer.ch/2015/05/whats-new-in-windows-server-2016-hyper-v/>
- Microsoft Azure virtual machines. 2015. Virtual Machines. Viitattu 12.12.2015. <https://azure.microsoft.com/en-us/services/virtual-machines/>
- Microsoft Azure www-sivut. 2015. Viitattu 30.5.2015. <http://azure.microsoft.com/en-us/overview/what-is-azure/>
- Microsoft Technet www-sivut. 2010. Hyper-V Live Migration FAQ. Viitattu 5.2.2016. [https://technet.microsoft.com/en-us/library/ff715313\(v=ws.10\).aspx](https://technet.microsoft.com/en-us/library/ff715313(v=ws.10).aspx)
- Microsoft Web Apps. 2015. Web Apps. Viitattu 12.12.2015. <https://azure.microsoft.com/en-us/services/app-service/web/>
- Mombrea, M. 2012. When to use cloud platforms vs. dedicated servers. Viitattu 28.3.2015. <http://www.itworld.com/article/2832631/cloud-computing/when-to-use-cloud-platforms-vs--dedicated-servers.html>
- Morgan, T. 2013. Viitattu 23.11.2015. Red Hat ships shiny new KVM and OpenStack software. http://www.theregister.co.uk/2013/07/11/red-hat_kvm_openstack_pricing/
- Myers, T. 2012. VPS or Cloud Server: What's the difference and which do I want? Viitattu 13.2.2016. <http://www.vps.net/blog/2012/08/20/vps-vs-cloud-server/>
- Natarajan, R. 2010. Viitattu 29.8.2015. <http://www.thegeekstuff.com/2010/06/vmware-server-and-vmware-esxi-introduction/>
- Niccolai, J. 2015. Viitattu 26.11.2015. Its public cloud soon gone, HP aligns with Microsoft Azure. <http://www.pcworld.com/article/3008490/its-cloud-soon-gone-hp-aligns-with-microsoft-azure.html>
- Posey, B. 2015. Is it Better to Run Hyper-V on Windows Server or as a Standalone Hypervisor. Viitattu 11.12.2015. <http://www.virtualizationadmin.com/articles-tutorials/microsoft-hyper-v-articles/general/it-better-run-hyper-v-windows-server-or-standalone-hypervisor.html>
- Rackspace www-sivut. 2015. Viitattu 24.4.2015. <http://www.rackspace.co.uk/cloud>
- Red Hat www-sivut. 2016. 33.4. Overcommitting Resources. Viitattu 1.2.2016. https://access.redhat.com/documentation/en-US/Red_Hat_Enterprise_Linux/5/html/Virtualization/sect-Virtualization-Tips_and_tricks-Overcommitting_with_KVM.html
- Releford, D. 2000. Setting up a server room, part 1: The basics. Viitattu 9.3.2015. <http://www.techrepublic.com/article/setting-up-a-server-room-part-1-the-basics/>

Steadfast. The Difference Between Cloud Hosting And Dedicated Servers And What's Right For You'. Steadfast Blog. 21.11.2013. Viitattu 28.3.2015.
<http://www.steadfast.net/blog/index.php/cloud/he-difference-between-cloud-hosting>

Strickland, J. 2008. How Server Virtualization Works. Viitattu 21.1.2015.
<http://computer.howstuffworks.com/server-virtualization.htm>

Techopedia www-sivut. 2015. Viitattu 29.8.2015. <https://www.techopedia.com/definition/25979/vmware-esxi-server>

Ware, J. 2015. Sustainable Information Technology Series – Server Room & Data Center Setup. Viitattu 11.3.2015. http://www.tns.com/sits_01sr+dc_setup.asp

Washam 2014. Automating Microsoft Azure Infrastructure Services. Viitattu 18.1.2016. <https://www.safaribooksonline.com/library/view/automating-microsoft-azure/9781491944882/ch01.html>

WhoIsHosting www-sivut. 2015. Viitattu 21.1.2015. <http://www.whoishostingthis.com>

VMware www-sivut. 2015. Viitattu 28.5.2015. <https://www.vmware.com/products/vsphere/features/esxi-hypervisor>

VMware. 2015. Managing the ESXi Host with the vSphere Client and the vSphere Web Client. Viitattu 30.8.2015. <https://pubs.vmware.com/vsphere-51/index.jsp?topic=%2Fcom.vmware.vsphere.install.doc%2FGUID-BBD3580E-4034-4E05-9558-D88D74E5D1D7.html>

VMware. 2015. What's New in VMware Vsphere 6.0? Viitattu 29.5.2015.
<https://www.vmware.com/files/pdf/vsphere/VMW-WP-vSPHR-Whats-New-6-0.pdf>

Xen Project, A Linux Foundation Collaborative Project. 2015. Viitattu 9.2.2015.
http://wiki.xen.org/wiki/Main_Page

Zhelezko, A. 2014. What is Hyper-V technology? Viitattu 4.2.2016. <https://hyperv.veeam.com/blog/what-is-hyper-v-technology/>