

Lappeenrannan teknillinen yliopisto  
Tietotekniikan osasto

Palvelinten siirto virtuaalialustalle

Diplomityön aihe on hyväksytty Tietotekniikan osaston osastoneuvostossa  
15.2.2006.

Työn tarkastajat: Jari Porras, Jouni Ikonen

Työn ohjaaja: Jukka Kolari

2. lokakuuta, 2006

Janne Saarinen  
Metsäsaimaankatu 4 A4  
53950 Lappeenranta  
040-7722596

## **TIIVISTELMÄ**

Lappeenrannan teknillinen yliopisto

Tietotekniikan osasto

Janne Saarinen

### **Palvelinten siirto virtuaalialustalle**

Diplomityö

2006

76 sivua, 9 kuvaa, 21 taulukkoa

Tarkastajat: Professori Jari Porras

TkT Jouni Ikonen

Hakusanat: Virtuaalialusta, Virtual Server 2005, virtualisointi

Virtualisoinnin ideana palvelinten tapauksessa on käyttää fyysisen palvelimen resurssit mahdollisimman tehokkaasti hyödyksi ja näin vähentää fyysisten palvelinten lukumäärää. Palvelinten virtualisointi on paljon keskusteltu aihe ja se on yleistynyt viime vuosina rajusti kaiken kokoisissa yrityksissä. Aiemmin se on ollut käytössä ainoastaan suurissa keskustietokoneissa, mutta nykyisin sitä käytetään yhä kasvavissa määrin tavallisissa x86 – pohjaisissa palvelimissa.

Tässä diplomityössä tutustutaan palvelinten virtualisointiin ja siihen läheisesti liittyviin asioihin. Työssä pohditaan virtualisoinnin soveltuvuutta erityisesti pienen pk – yrittäjän tietojärjestelmään toimivuuden ja kannattavuuden näkökulmasta. Työssä keskustellaan erikseen ylläpitoon, suorituskykyyn ja kustannuksiin liittyvistä asioista.

Virtuaalisen palvelimen suorituskyky ei vielä tällä hetkellä ole fyysisen palvelimen tasolla, mutta suorituskyky on kuitenkin useimpiin tarpeisiin riittävä. Huolellisella suunnittelulla virtualisointi on toimiva ratkaisu, jonka avulla tietojärjestelmästä saadaan helposti hallittava ja toimiva. Päätös virtualisoinnin käyttöönotosta tulee tehdä harkitusti ja sen vaikutuksia tulee pohtia tarkkaan aina tapauskohtaisesti. Kustannussäästöjen tavoittelu ei saa olla ainoa syy virtualisoinnin käyttöönottoon, vaan taustalta tulee löytyä myös muita tarpeita.

## **ABSTRACT**

Lappeenranta University of Technology

Department of information technology

Janne Saarinen

### **Server transmission into virtual platform**

Master's thesis

2006

76 pages, 9 figures, 21 tables

Examiners: Professor Jari Porras

D.Sc. Jouni Ikonen

Keywords: Virtualization, Virtual Server 2005, Virtual Platform

Idea of the virtualization, in case of the servers, is to exploit the resources of the physical server as efficiently as possible and in that way to reduce the number of the physical servers. Server virtualization has wakened a lot of discussion and it has become more common among all sized enterprises. Formerly it has been used only in the great mainframe computers, but nowadays it is being used more and more in usual x86 – based servers.

In this Master's Thesis is discussed about server virtualization and the issues closely related to it. The adequacy of virtualization has been considered especially in the aspect of functionality and lucrativeness in point of the sme's (small and medium-sized enterprises). In this work has been discussed individually about issues like maintenance, performance and costs.

Performance of the virtual server isn't at the same level with a physical server, at least yet, but it is still enough for most situations. Through accurate planning the virtualization is well functioning solution, and with helps of it is possible to build manageable and functional ADP system. A decision implementing server virtualization has to be done with deliberation and its achievements have to be considered accurately. Seeking cost savings may not be the only reason to implement virtualization but there must be also some other reasons and demanding.

# SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO .....	5
1.1 Kohdeympäristön nykytilan kuvaus.....	7
1.2 Työn tavoitteet ja tavoitetilan kuvaus .....	8
2. VIRTUALISOINTI.....	10
2.1 Taustaa ja määritelmä .....	10
2.2 Virtuaaliarkkitehtuuri .....	11
2.3 Virtualisointiohjelmistot .....	13
2.4 Kapselointi .....	13
2.5 Eristäminen .....	14
2.6 Virtuaalinen tietojärjestelmä .....	15
2.6.1 Palvelin-Klusteri (Server-Cluster) .....	17
2.6.2 Kuorman-Tasaus-Klusteri (Load-Balanced Cluster) .....	17
2.7 Virtuaaliset levytyypit.....	17
2.7.1 Dynaamisesti laajentuva levy.....	18
2.7.2 Kiinteän kokoinen levy .....	19
2.7.3 Linkitetty levy .....	20
2.7.4 Palautuslevyt (Undo Disks) ja muuttuvat levyt (differencing disks) .....	20
2.8 Verkko.....	21
2.8.1 Paikallinen verkko.....	21
2.8.2 Jaettu verkko .....	22
2.8.3 Ulkoinen verkko.....	22
3. MICROSOFT VIRTUAL SERVER 2005 .....	24
3.1 Laitteistovaatimukset .....	25
3.2 Komponentit.....	29
3.2.1 Virtual Machine Monitor .....	29
3.2.2 Virtual Server Service .....	30
3.2.3 Virtual Machine Helper Service.....	30
3.2.4 Virtual Machine Additions.....	31
3.3 Asennus .....	31
3.4 Konfigurointi ja hallinta.....	32
4. TESTAUS .....	33
4.1 Suorituskykytestit.....	33
4.1.1 Prosessori .....	35
4.1.2 Muisti .....	38
4.1.3 Levyjärjestelmä .....	39

4.1.4 Verkkopointti.....	42
4.2 Operaatiiviset testit.....	46
5. YLLÄPITO .....	48
5.1 Isäntäpalvelimen valinta.....	48
5.2 Varmuuskopiointi.....	50
5.2.1 Agenttiperusteinen varmuuskopiointi .....	51
5.2.2 Flat-File varmuuskopiointi.....	53
5.3 Palautus .....	54
5.4 Päivittäinen ylläpito .....	55
5.5 Uuden virtuaalisen palvelimen käyttöönotto .....	56
5.5.1 Toimenpiteet ennen käyttöönottoa .....	56
5.5.2 Palvelimen asennus .....	56
5.5.3 Toimenpiteet käyttöönoton jälkeen.....	58
6. KUSTANNUKSET .....	59
6.1 Laitteistokustannukset.....	59
6.2 Lisenssikustannukset.....	62
6.3 Operatiiviset kustannukset .....	63
6.4 Muut kustannukset .....	64
7. VIRTUALISOINNIN TULEVAISUUS .....	65
8. JOHTOPÄÄTÖKSET .....	68
8.1 Suorituskyky .....	68
8.2 Kustannukset .....	69
8.3 Ylläpito.....	70
8.4 Soveltuvuus PK - yrittäjän tietojärjestelmään.....	71
9. LOPPUSANAT .....	72
LÄHDELUETTELO.....	73

## LYHENNELUETTELO

BIOS	Basic Input/Output System
COM	Component Object Model
HCL	Hardware Compatibility List
HTTP(S)	Hyper Text Transfer Protocol (over SSL)
IDE	Integrated/Intelligence Drive Electronics
IP	Internet Protocol
ISS	Internet Information Services
LAN	Local Area Network
NAS	Network Attached Storage
NAT	Network Address Translation
NIC	Network Interface Card
NTFS	NT File System
RAID	Redundant Array of Independent Disks
SAN	Storage Area Network
SCSI	Small Computer Systems Interface
TCP	Transmission Control Protocol
UDP	User Datagram Protocol
VHD	Virtual Hard Disks
VMM	Virtual Machine Monitor
VMRC	Virtual Machine Remote Control

## **ALKUSANAT**

Haluan kiittää molempia työn tarkastajia neuvoista ja opastuksesta työn kirjoitusvaiheessa. Lisäksi haluan osoittaa suuret kiitokset työpaikalleni Comfinet Oy:lle, joka on antanut mahdollisuuden tutustua virtualisointiin sekä antanut hyvät resurssit käyttööni ja varsin vapaat kädet toimia työn puitteissa. Suuret kiitokset myös positiivisesta ja motivoivasta palautteesta työn aikana, joka auttoi jaksamaan työnteossa.

Eriyiset kiitokset työn valmistumisesta ajallaan ansaitsee myös rakas avovaimoni Laura, joka jaksoi kannustaa työn tekemisessä, vaikka sen parissa kului lukemattomia hetkiä yhteistä aikaa iltaisin ja viikonloppuisin.

# 1. JOHDANTO

Tietotekniikasta on tullut yrityksille yhä tärkeämpi osa liiketoimintaa lähes toimialasta riippumatta. Vielä viime vuosikymmenen lopulla, kun yritysten taloudellinen tilanne oli yleisesti hyvä, tietotekniikan kustannuksiin ei erityisesti kiinnitetty huomiota. Niinpä yleinen toimintamalli uuden palvelun käyttöönotolle olikin hankkia aina uusi palvelin, joka oli tuolloin täysin hyväksyttävää. Asiat kuitenkin muuttuivat 2000-luvun alun "IT-kuplan" puhkeamisen jälkeen; yritykset alkoivat kiinnittää kasvavaa huomiota tietotekniikasta aiheutuviin kustannuksiin. Kustannusten kasvamisen lisäksi palveluiden jatkuvasta lisätarpeesta aiheutui palvelinsalien monimutkaistumista ja niiden hallinta sekä ylläpito vaikeutuivat. [1], [2]

Virtualisointi on viime aikoina herättänyt paljon keskustelua ja siihen kohdistetaan suuria odotuksia erityisesti suuremmissa yrityksissä. Virtualisoinnin uskotaan myös yleistyvän voimakkaasti lähivuosina. Syitä virtualisoinnin käyttöönottoon yrityksissä ovat yleisesti taloudellisuuden ja tuottavuuden parantaminen tai ainakin niihin pyrkiminen [1], [2].

Virtualisoinnin avulla saavutetaan erityisesti palvelimista puhuttaessa huomattavasti perinteistä korkeampi käyttöaste eri resursseille. Esimerkiksi prosessorin käyttöaste on yleisesti x86 - pohjaisissa järjestelmissä alle 10 prosenttia. Samoin levytilasta on usein käytössä vain alle 25 prosenttia. Näin ollen suurin osa palvelinten resursseista on koko elinkaarensa ajan käyttämättöminä. Suurin voima joka ajaa virtualisointiin siirtymiseen onkin näiden resurssien valjastaminen hyötykäyttöön. [3]

Vaikka virtualisoinnista on alettu puhua laajemmin vasta aivan viime vuosina, se ei ole kuitenkaan teknologiana mikään uusi keksintö. Teknologia otettiin alun perin käyttöön jo vuosikymmeniä sitten suurissa keskustietokoneissa. Koneet olivat tuolloin erittäin arvokkaita ja niiden koko laskentakapasiteetti haluttiin hyödyntää tehokkaasti. [4]



Perinteiseen x86 - ympäristöön teknologia tuli kuitenkin vasta 90 - luvun lopulla. Nykyisin alan suurin toimija, VMWare, tuli mukaan virtualisointibisnekseen vuonna 1998 ja valtasi markkinaosuutta varsin nopeasti. Microsoft julkaisi oman palvelimiin tarkoitetun virtualisointiohjelmistonsa vasta vuonna 2003. Tuote ei ollut kuitenkaan alun perin Microsoftin kehittämä, vaan se osti sen Connectix nimiseltä yritykseltä [5]. Microsoft on kuitenkin kehittänyt ohjelmistoa voimakkaasti ja sen tavoitteena onkin sisällyttää oma virtualisointiohjelmo seuraavaan palvelinkäyttöjärjestelmään, joka julkaistaan vuoden 2006 lopussa. Microsoftin valtavien kehitysresurssien sekä suuren markkinapotentiaalin ansiosta siitä voidaankin olettaa tulevan VMWare:n kova kilpailija erityisesti pienemmissä palvelinjärjestelmissä pk - yrityksissä.

Tämän diplomityön tarkoituksena on tutustua palvelinten virtualisointiin sekä siihen liittyviin asioihin tarkemmin käytännön tasolla sekä tutkia, sopiiko virtualisointi pienen pk - yrittäjän palvelinjärjestelmään. Virtualisoinnin sopivuutta pohditaan sekä toimivuuden että kannattavuuden näkökulmista. Työ on tarkoitus pitää mahdollisimman käytännönläheisenä, jotta sitä pystytään myöhemmin hyödyntämään myös asiakkaiden palvelinjärjestelmiä uudistettaessa.

Työssä suoritetaan myös useita erilaisia suorituskykytestejä perinteiselle palvelimelle sekä verrataan näitä tuloksia virtuaalisella palvelimella saatuihin tuloksiin. Testeistä ei ole kuitenkaan tarkoitus tehdä kaikkia tilanteita kattavia, vaan ensisijaisena tavoitteena on saada jonkinlainen käsitys virtuaalisen palvelimen suorituskyvystä verrattuna perinteiseen palvelimeen. Testien tavoitteena on myös tuoda esille ne seikat suorituskyvyssä, jotka vaativat erityisen tarkkaa suunnittelua palvelinten virtualisoinnissa.

Työn lopullisena tavoitteena voidaan pitää yrityksen palvelinympäristön siirtämistä virtuaalialustalle sekä selkeiden toimintatapojen luomista uuden palvelun käyttöönotolle, järjestelmän varmuuskopioinnille, vikatilanteesta palautumiselle sekä päivittäiselle ylläpidolle. Koska kyseessä on palveluyritys,

on uuteen teknologiaan tarve tutustua myös kilpailukyvyn ylläpitämiseksi muihin alan yrityksiin nähden.

Käyttöön otettavaksi virtualisointiohjelmistoksi on valittu Microsoft Virtual Server 2005. Syy valinnalle on lähinnä yrityksen kuuluminen Microsoftin Partner -ohjelmaan, jolloin ohjelmistot saadaan helposti testauskäyttöön. Tässä työssä esitellyt tekniikat ja nimitykset pitävätkin tästä syystä paikkaansa ainoastaan Microsoft Virtual Server 2005:n yhteydessä, joskin erot esimerkiksi VMWaren vastaavaan tuotteeseen eivät ole suuret.

Tämä diplomityö tehdään Comfinet Oy nimiseen yritykseen, joka on pieni tietotekniikka-alan palveluyritys. Yrityksen päätoimiala on terveydenhoitopuolen atk-järjestelmien suunnittelu ja ylläpito. Muita yrityksen toimialoja ovat mm. verkkoyhteyksien suunnittelu, toteutus ja ylläpito.

### ***1.1 Kohdeympäristön nykytilan kuvaus***

Yrityksen nykyinen tietojärjestelmä on palvelimien osalta varsin tyypillinen pienelle pk - yritykselle. Palvelimet ovat laitteistoltaan kaikki erilaisia ja eroavat ominaisuuksiltaan ja tehoiltaan varsin merkittävästi toisistaan. Palvelinten vikasietoisuus laitteistovikojen suhteen ei ole erityisen korkea, sillä käytössä ei ole kahdennusta virtalähteissä eikä muissakaan komponenteissa. Ainoan poikkeuksen muodostaa levyjärjestelmä, jossa on RAID1 (Redundant Array of Independent Disks) eli levyn peilaus (mirroring) käytössä. Tämäkään menetelmä ei ole käytössä kuin tärkeimmässä palvelimessa. Näin ollen laitteistoviasta, esimerkiksi levyn hajoamisesta, aiheutuva käyttökatko voi olla useita tunteja, vaikka hajonneen osan tilalle löytyisikin korvaava osa hyllystä. Mikäli osa joudutaan tilaamaan, on käyttökatkon pituus aivan eri luokkaa, pahimmassa tapauksessa useita päiviä.

Yhdellä palvelimella ajetaan ainoastaan yhtä sovellusta, joka on perinteinen tapa x86 - pohjaisille palvelimille. Omilla palvelimilla olevien palveluiden

käyttäjämäärä on myös varsin alhainen. Näiden seikkojen vuoksi palvelimien käyttöaste on erittäin matala. Palvelimien käyttöaste on vielä alhaisempi, kuin Windows - pohjaisilla palvelimilla keskimäärin on. Myös levytilasta on käytössä vain pieni osa käytettävissä olevasta määrästä. Resurssien käyttö onkin kokonaisuudessaan erittäin alhaisella tasolla. [5]

Yrityksellä ei ole tällä hetkellä selkeää strategiaa, jossa määritettäisiin miten uusi palvelu otetaan käyttöön, miten järjestelmän varmuuskopiointi ja vikatilanteesta palautuminen sekä järjestelmän jokapäiväinen ylläpito hoidetaan.

## ***1.2 Työn tavoitteet ja tavoitetilan kuvaus***

Tämän diplomityön ensisijaisena tavoitteena on tutustua virtualisointiin teoriassa sekä erityisesti käytännössä. Uuteen tekniikkaan tutustuminen on tarpeen, jotta yritys säilyttää kilpailukykynsä alalla ja pystyy tarjoamaan asiakkailleen uusia ratkaisuja tietojärjestelmien tehokkaaseen hyödyntämiseen.

Mikäli virtualisointi koetaan yrityksessä toimivaksi ja taloudellisesti kannattavaksi menetelmäksi ja se voidaan ottaa tuotantokäyttöön, on tavoitteena siirtää ainakin osa nykyisistä palveluista virtuaalialustalle. Samalla on myös tavoitteena lisätä palveluiden lukumäärää nykyisestä tasosta. Mahdollisia palveluita, joita yrityksessä on tavoitteena ottaa käyttöön, ovat mm. Microsoft Exchange sähköpostipalvelin sekä Microsoft Sharepoint - portaalipalvelin. Uusien palveluiden tarkoitus on sekä laajentaa asiakkaille tarjottavaa palvelutarjontaa että parantaa yrityksen sisäistä toimintaa tehostuneen tiedonkulun ja – hallinnan avulla.

Mikäli virtualisointiin siirrytään, työn kolmantena tavoitteena voidaan pitää selkeän strategian luomista yrityksen tietojärjestelmälle. Strategia pitää sisällään toimintaohjeet uuden järjestelmän asennuksesta varmuuskopion ottamiseen sekä järjestelmän palauttamiseen laiterikon tai muun tilanteen jäljiltä sekä myös miten uudet järjestelmät testataan ennen niiden käyttöönottoa.

Kootusti voidaan sanoa, että tämän työn jälkeen yrityksellä pitäisi olla laajentuneen palvelutarjonnan lisäksi selkeä palvelinympäristö, joka on helposti hallittavissa ja jonka luotettavuus on erittäin korkealla tasolla.

## 2. VIRTUALISOINTI

Virtualisointi on käsitteenä varsin laaja ja sillä on useita erilaisia merkityksiä aina tilanteen mukaan. Seuraavassa kappaleessa on lyhyesti kerrottu virtualisoinnin taustasta sekä mitkä asiat ovat edesauttaneet sen käyttöönottoa. Kappaleen lopussa annetaan virtualisoinnille määritelmä, joka sopii sille tämän työn puitteissa ja yleisemmin palvelinten tapauksessa niiden virtualisoinnista puhuttaessa.

### ***2.1 Taustaa ja määritelmä***

Yritysten palvelinympäristö on vuosien ja vuosikymmenten aikana muuttunut radikaalisti. Erityisesti x86 - pohjaisissa palvelimissa vallitseva toimintamuoto on ollut ajaa yhdellä palvelimella yhtä sovellusta, jolloin uutta palvelua varten on aina hankittu uusi palvelin. Tämän menetelmän kustannukset ovat luonnollisesti varsin korkeat ja resursseja tuhlataan paljon. Vielä joitakin vuosia sitten tähän ei kuitenkaan kiinnitetty liiemmin huomiota yritysten hyvä taloustilanteen takia. [1], [2]

Tämä toimintamalli on kuitenkin uusien palveluiden tarpeen myötä johtanut palvelinten suureen lukumäärään ja ylläpidon monimutkaistumiseen. Uuden ympäristön hankinta, asennus ja käyttöönotto eli lyhyesti sanottuna provisointi on tässä toimintamallissa hoidettu perinteisesti manuaalisesti ja on sen vuoksi vaatinut runsaasti aikaa ja vaivaa.

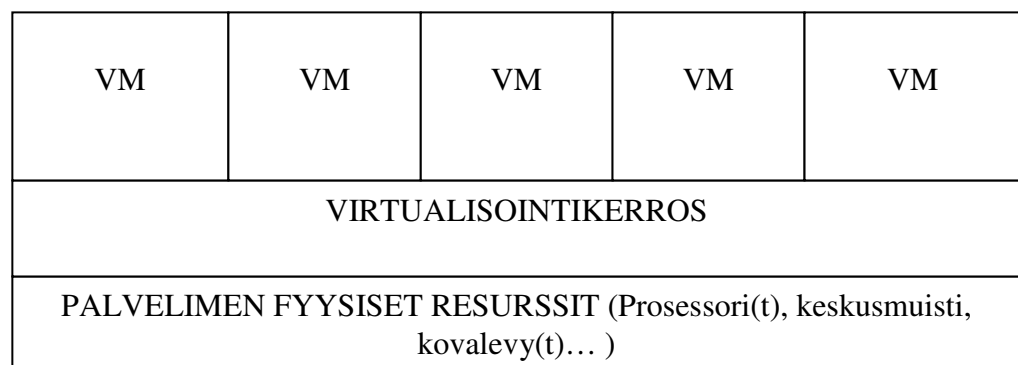
Palvelimien määrää on erityisesti UNIX - pohjaisissa ympäristöissä pystytty vähentämään fyysisen konsolidoinnin avulla. Vaikka palvelimien määrää on saatu pienennettyä, on provisointi ollut kuitenkin edelleen työlästä ja aikaa vievää.

Virtualisointi voidaan palvelinten tapauksessa määritellä palvelimen resurssien naamioimisena tai piilottamisena niiden käyttäjältä. Tarkoituksena on, että

käyttäjän ei tarvitse ymmärtää ja hallita palvelimen kaikkia resursseja yksityiskohtaisesti. Virtualisoinnin avulla monia toimintoja voidaan automatisoida ja projisointi on useimmissa tapauksissa erittäin nopeaa. Virtualisointia voi tapahtua usealla eri tasolla ja tulevaisuudessa laitevalmistajat tulevatkin lisäämään virtualisoinnin mahdollistamia tekniikoita suoraan laitetasolle. Virtualisoinnin tulevaisuutta pohditaan tarkemmin vielä tämän työn lopussa erillisessä kappaleessa. [6]

## 2.2 Virtuaaliarkkitehtuuri

Palvelimen resurssien piilottamiseen käyttäjältä vaaditaan erityinen virtualisointikerros laitteiston ja sen päällä toimivan ohjelmiston väliin. Tämä arkkitehtuuri käy ilmi kuvasta 1. Kuvassa alimmaisena ovat fyysisen palvelimen resurssit, kuten prosessori(t), keskusmuisti sekä kovalevyt. Kuvassa seuraavana oleva osio eli virtualisointikerros mahdollistaa täysin eristettyjen ”säiliöiden” eli tässä tapauksessa virtuaalikoneiden luomisen hyödyntämällä fyysisen palvelimen resursseja (kuvassa VM, Virtual Machine). [7]



**Kuva 1:** Virtualisointikerros

Jokainen virtuaalikone näkyy käyttäjälle samalla tavoin kuin fyysinen palvelin. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että yksi fyysinen palvelin sisältää useita virtuaalisia palvelimia, jotka toimivat samalla tavalla kuin fyysinen palvelin. Tämä ideologia käy hyvin ilmi kuvasta 2.



**Kuva 2:** Virtualisoinnin idea

Virtuaaliselle palvelimelle näkyvät resurssit ja niiden tarkemmat ominaisuudet riippuvat virtualisointiohjelmistosta. Kaikkia fyysisen palvelimen resursseja ei voida käyttää suoraan, vaan niitä käytetään erilaisten emulointien avulla. Jotta fyysisen palvelimen resursseja ei menisi hukkaan, pitää kuvassa 1 näkyvän virtualisointikerroksen olla mahdollisimman ”ohut”. Virtualisointikerroksen vaikutuksesta palvelimen suorituskykyyn saa hyvän käsityksen erilaisista suorituskykytesteistä, joita myös tässä työssä suoritetaan. Suorituskykytestien tulokset esitellään omassa kappaleessaan, jossa virtuaalisella palvelimella saatuja tuloksia verrataan perinteisellä palvelimella saatuihin tuloksiin. [8]

Jokaisella virtuaalikoneella voidaan ajaa erillistä käyttöjärjestelmää ja ainoastaan valittu virtualisointisovellus ja fyysisen palvelimen komponentit asettavat rajat käyttöjärjestelmän valinnalle. Koska virtualisointikerros piilottaa palvelimen fyysiset resurssit vieraskäyttöjärjestelmältä, ei fyysisen palvelimen laitteistomuutokset vaikuta millään tavalla virtuaalikoneiden käyttöjärjestelmiin. Tätä virtualisointiohjelmistojen yleistä ominaisuutta nimitetään normalisoinniksi.

Virtuaaliset palvelimet näkevät siis aina saman laitteiston palvelimesta riippumatta, joka mahdollistaa virtuaalisten palvelinten siirrettävyyden fyysisten palvelinten välillä. Poikkeuksen laitteistomuutosten tapauksessa muodostaa tilanne, jossa fyysisen palvelimen resursseja, esimerkiksi muistin määrää, vähennetään. Tällöin kaikille virtuaalikoneille ja niiden käyttöjärjestelmille ei

välttämättä riitä niille alussa määrättyjä resursseja. Virtualisointiohjelmiston tehtävänä on kuitenkin pitää huoli, että tästäkään tilanteesta ei aiheudu varsinaista ongelmaa järjestelmälle. Yleinen toimintamalli tässä tilanteessa on, että virtuaalinen palvelin pysäytetään automaattisesti ja siitä tallennetaan virhelokiin tieto. Jotta tällaista tilannetta ei pääsisi syntymään, tulee isäntäpalvelimen resurssit mitoittaa oikein ja riittäviksi palvelimia virtuaalialustalle siirrettäessä. [9], [10]

### **2.3 Virtualisointiohjelmistot**

Virtualisointiohjelmistoja on käytännössä kahta erilaista tyyppiä. Ensimmäisen tyyppin tapauksessa virtualisointiohjelmisto voidaan asentaa suoraan puhtaalle palvelimelle, jolloin virtualisointiohjelmisto toimii virtuaalikoneille isäntäjärjestelmänä. Tämän tyyppin edustajana on esimerkiksi VMWare ESX Server. [11]

Toisen tyyppin tapauksessa virtualisointiohjelmisto vaatii, että palvelimelle asennetaan pohjalle ensin isäntäkäyttöjärjestelmä. Valittu virtualisointiohjelmisto asettaa tässäkin tapauksessa vaatimukset isäntäkäyttöjärjestelmälle. Tämän tyyppin edustajia ovat esimerkiksi VMWare GSX Server sekä Microsoft Virtual Server 2005. Näistä jälkimmäiseen tutustutaan vielä tarkemmin tulevissa kappaleissa. [11]

virtualisointiohjelmistolla on yleisesti kaksi avainominaisuutta; kapselointi (encapsulation) ja eristäminen (isolation). Näistä kerrotaan hieman tarkemmin seuraavissa kappaleissa. [11]

### **2.4 Kapselointi**

Kapseloinnilla tarkoitetaan yleisesti tiedon ja prosessien pakkaamista yhteen pakettiin. Virtuaalikoneiden tapauksessa tämä tarkoittaa, että virtuaalikoneet pakataan normaalisti yhteen erityiseen tiedostoon, virtuaaliseen kovalevyyn.



Tätä tiedostoa voidaan siirrellä vaivatta eri isäntäjärjestelmien välillä. Käytännössä itse virtuaalisen kovalevyn lisäksi on kuitenkin erillinen asetustiedosto sekä mahdollisesti tilatiedosto jokaiselle virtuaaliselle palvelimelle. Tilatiedosto mahdollistaa palvelimen sammuttamisen ja uudelleen käynnistämisen siten, että sen toiminta jatkuu sammuttamista edeltäneestä tilasta. [12]

## **2.5 Eristäminen**

Virtuaalisen palvelimen toiminnan ja tietoturvan kannalta tärkeämpi virtualisointiohjelmiston ominaisuus on eristäminen (isolation). Virtualisointiohjelmiston tehtävänä on eristää eri virtuaalikoneet täysin sekä toisistaan että isäntäjärjestelmästä ja estää niiltä pääsy tietoon ja resursseihin, jotka ovat toisen virtuaalikoneen tai isäntäjärjestelmän käytössä. Virtualisointiohjelmiston VMM (Virtual Machine Monitor) komponentti takaa, että jokaisella virtuaalikoneella on erillinen sille varattu osoiteavaruus, joka on eristetty täysin sekä muista virtuaalikoneista että isäntäjärjestelmästä. Eristämisen toimivuudesta seuraa, että jos virtuaalikoneessa ja sen käyttöjärjestelmässä tapahtuu sovellusvirhe, se ei vaikuta muihin virtuaalikoneisiin eikä isäntäjärjestelmään millään tavalla. [12]

Niko Ronkainen on tutkinut eristämisen toimivuutta erilaisten testien avulla tarkemmin vuonna 2003 valmistuneessa diplomityössään, jossa käsiteltiin mm. virtuaalikoneiden arkkitehtuuria tarkemmin. Työssä tutkittiin erikseen virtuaalilevyjen, verkkoliikenteen sekä muistin ja prosessien eristämisen toimivuutta.

Testeissä kävi ilmi, että mikäli virtuaalikoneen levykuvaa voitetaan tahallisesti, aiheutuu siitä samankaltaisia ongelmia kuin fyysisen levyn hajoamisesta todelliselle palvelimelle; palvelin ei käynnisty ollenkaan tai ei käynnisty oikein.

Verkkoliikennettä koskeissa testeissä ilmeni, että Virtual Server:n arkkitehtuuri mahdollistaa virtuaalikoneille tarkoitetun verkkoliikenteen kaappaamisen sekä isäntäjärjestelmästä että toisesta virtuaalikoneesta, jos virtuaalikoneet käyttävät samaa verkkoliityntää. VMWare ESX ohjelmiston tapauksessa samaa ongelmaa ei testeissä ilmennyt, koska siinä verkkototeutuksen arkkitehtuuri eroaa Virtual Server:stä oleellisesti. [13]

Virtuaalikoneiden toiminnan kannalta tärkeimmät eristämisen kohteet ovat prosessit ja muisti. Näiden eristämisen Virtual Server hoiti erinomaisesti, eikä virtuaalikoneiden toiminta tällä tasolla vaikuttanut isäntäjärjestelmään eikä toisiin virtuaalikoneisiin millään tavalla. Virtuaalikoneet eivät testeissä pystyneet käyttämään resursseja, jotka eivät kuuluneet sille. [13]

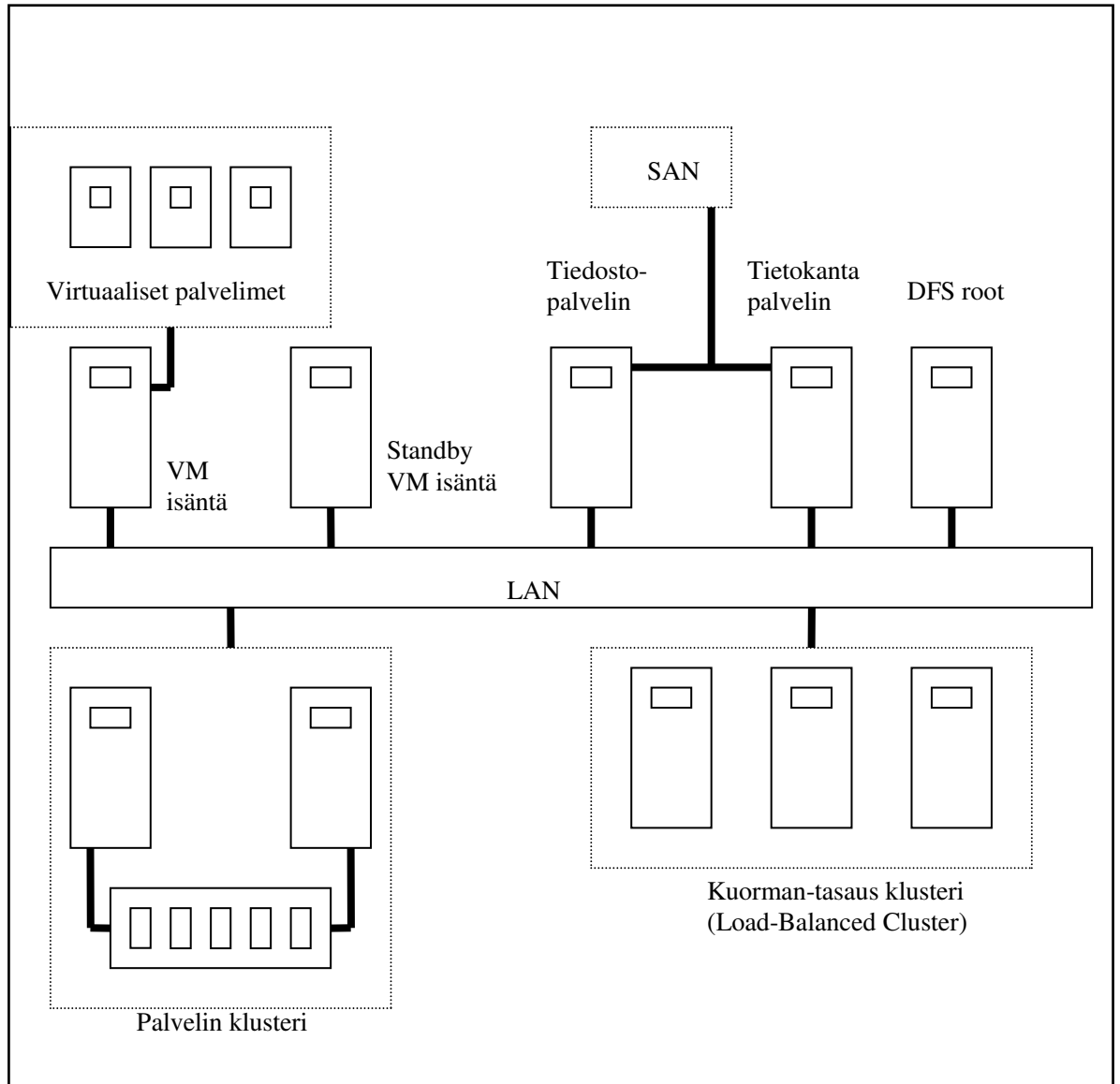
Seuraavassa kappaleessa esitellään lyhyesti yrityksen koko virtuaalinen tietojärjestelmä, johon kuuluu virtuaalisten palvelinten lisäksi useita muitakin komponentteja.

## ***2.6 Virtuaalinen tietojärjestelmä***

Virtuaaliset palvelimet eivät ole yrityksen tietojärjestelmän ainoa komponentti, vaan yrityksen virtuaalinen tietojärjestelmä koostuu useista erilaisista komponenteista. Kaikissa yrityksissä ei ole jokainen komponentti käytössä, mutta kokonaisuuden hahmottamiseksi on hyvä kuitenkin tiedostaa erilaisten komponenttien olemassaolo sekä toiminta pääpiirteittäin. [11]

Yrityksen virtuaalisen tietojärjestelmän pääkomponentit on esitelty kuvassa 3. Kuvassa vasemmalla ylhäällä on kuvattu virtuaaliset palvelimet sekä niiden käyttämä isäntäpalvelin. Oikealla ylhäällä on kuvattu erilaisia palveluita, joita yritysten tietojärjestelmästä usein löytyy. Nämä palvelut voivat toimia myös virtuaalisilla palvelimilla, mutta kuvassa ne on kuvattu erillisinä palveluina. Tämän tarkoituksena on selkiyttää ajatusta, että kaikkia palveluita ei tarvitse

virtualisoida, vaan perinteiset ja virtuaaliset palvelut voivat toimia samassa tietojärjestelmässä rinnakkain.



**Kuva 3:** Yrityksen virtuaalinen tietojärjestelmä [11]

Kuten kuvasta 3 nähdään, virtuaaliset palvelimet ovat vain pieni osa koko yrityksen virtuaalisesta tietojärjestelmästä. Tässä diplomityössä tutustutaan tarkemmin kuitenkin ainoastaan virtuaalisiin palvelimiin ja asioihin, joihin niiden suunnittelussa ja käyttöönotossa tulee kiinnittää erityistä huomiota. Seuraavassa on kuitenkin lyhyt katsaus kahteen yllä olevassa kuvassa esiteltyyn komponenttiin, kuorman-tasaus klusteriin ja palvelin klusteriin, jotka

erityisesti suuremmissa yrityksissä ja niiden tietojärjestelmässä liittyvät läheisesti palvelinten virtualisointiin. [11]

### 2.6.1 Palvelin-Klusteri (Server-Cluster)

Palvelin-klusteria käytetään yleisesti tarjoamaan vikasietoinen pääsy tietoon. Tämä menetelmä on yleensä käytössä vain suuremmissa yrityksissä ja perinteisiä käyttökohteita ovat sähköpostipalvelin sekä tietokantapalvelin, joiden tuottamat palvelut pitää olla aina saatavilla. Jotta menetelmä toimisi, vaaditaan jokin jaettu resurssi, johon klusterin kaikilta koneilta on pääsy. Tässä vaiheessa mukaan tulee usein tietovaraston virtualisointi. [11]

### 2.6.2 Kuorman-Tasaus Klusteri (Load-Balanced Cluster)

Kuorman-tasaus klusteri eroaa palvelin-klusterista siinä, että se ei vaadi erillistä jaettua resurssia vaan jokainen klusterin palvelin pitää tiedosta omaa paikallista kopiota. Kuorman-tasaus klusterin perinteisin käyttökohde on www-palvelin, vaikkakin sitä käytetään usein myös sähköposti- ja ftp-palvelinten yhteydessä. [11]

Seuraavissa kappaleissa esitellään virtuaalisen palvelimen tärkeimmät komponentit erityisesti suorituskyvyn kannalta sekä niiden mahdolliset konfiguraatiot.

## **2.7 Virtuaaliset levytyypit**

Virtuaaliset levyt koostuvat yleisesti tiedostosta tai useista tiedostoista isäntäjärjestelmässä ja näkyvät virtuaalikoneelle fyysisenä levynä. Virtuaalilevyjen ei tarvitse sijaita suoraan fyysisellä palvelimella, vaan ne voivat olla esimerkiksi SAN (Storage Area Network) järjestelmässä. Yleistäen voidaan sanoa, että virtuaalilevy voi sijaita missä tahansa mediassa, johon isäntäpalvelimella on pääsy. [11]

Virtuaalikoneisiin voidaan kytkeä useita erilaisia levytyyppejä, jotka eroavat oleellisesti toisistaan. Levytyypit ja niiden nimeäminen vaihtelevat virtualisointiohjelmiston mukaan, mutta käytännössä jokaisesta virtualisointiohjelmistosta löytyy tuki samoille levytyypeille ja ainoastaan niiden nimi vaihtelee valmistajan mukaan. Jokaisella levytyypillä on omat etunsa ja haittansa ja ne sopivat kukin eri käyttötarkoitukseen. Levytyyppi tuleeikin valita aina sen mukaan, mihin käyttöön virtuaalinen palvelin tulee.

Oikean levytyypin valinta on järjestelmän kokonaissuorituskyvyn kannalta erityisen ratkaisevaa. Levytyypin valinta riippuu aina järjestelmän käyttötarkoituksesta eikä mikään levytyyppi ole ideaalinen jokaiseen tilanteeseen. Kuten testausosiossa myöhemmin nähdään, oletuslevytyypin suorituskyky Microsoft Virtual Server:n tapauksessa jää varsin kauaksi fyysisen levyn suorituskyvystä.

On hyvä huomata, että virtuaalikoneella ei normaalisti ole suoraa pääsyä fyysiseen levyyn, jolla virtuaalilevyn tiedostot sijaitsevat. Tämä tarkoittaa siis sitä, että virtuaalinen palvelin ei suoraan pääse käsiksi isäntäjärjestelmän tietoihin, jotka sijaitsevat fyysisellä levyllä.

Seuraavissa kappaleissa on esitelty Virtual Server:n tukemat levytyypit ja niiden ominaisuudet pääpiirteittäin. Microsoft käyttää virtuaalilevyistä nimitystä Virtual Hard Disk (VHD). Tämä termi pitää sisällään kaikki eri levytyypit. [11]

### 2.7.1 Dynaamisesti laajentuva levy

Luotaessa virtuaalisia levyjä, tulee levyille määrittää sen maksimikoko, jota virtuaalilevy ei voi ylittää missään tilanteessa. Tämä raja ilmenee virtuaalikoneelle samalla tavoin, kuin fyysisen levyn koko todelliselle koneelle.

Kun virtuaalilevyn koko kapasiteettia ei varata alustuksen yhteydessä, puhutaan dynaamisesti laajentuvasta levystä (Dynamically expanding disk). Dynaamisesti

laajentuvan levyn koko on alussa ainoastaan noin 3 Mt. Levyn koko laajenee aina maksimikokoonsa asti sitä mukaa, kun vierasjärjestelmään tallennetaan tietoa. On hyvä huomata, että vaikka dynaamisesti laajentuvalta levyiltä poistetaan tietoa, levyn koko ei silti pienene; tämän levytyypin koko voi ainoastaan kasvaa. Levyn kokoa voidaan kuitenkin saada pakkaamalla pienennettyä. [14]

Dynaamisesti laajentuvan levyn suurimpana etuna on, että se vaatii aluksi vain vähän fyysistä levytilaa isäntäkoneelta. Tällöin sen siirtäminen fyysisesti toiselle palvelimelle on helppoa ja nopeata. Samasta syystä myös levyn varmuuskopiointi helpottuu. Haittapuolena on levyn kokonaissuorituskyvyn heikkeneminen. Koska levytilaa ei varata alussa kokonaan, aiheutuu levyn kasvaessa isäntäjärjestelmän levyn pirstoutumista, josta aiheutuu edelleen suorituskyvyn heikkeneminen. [14]

Dynaamisesti laajentuva levy on Virtual Server:n oletuslevytyyppi, joka tulee ottaa huomioon uutta virtuaalikonetta luotaessa. Dynaamisesti laajentuva levy sopii hyvin erilaiseen testi- ja kehityskäyttöön, mutta suorituskykyintensiiviseen tuotantokäyttöön se ei sovellu. [14]

### 2.7.2 Kiinteän kokoinen levy

Kiinteä levy (Fixed disk) on dynaamisesti laajentuvan levyn vastakohta; sen koko tila varataan heti alustuksen yhteydessä. Kiinteän levyn koko pysyy koko ajan vakiona, vaikka siltä poistetaan tai siihen lisätään tietoa virtuaalikoneessa. [14]

Tämän levytyypin etuna on dynaamisesti laajentuvaa levyä parempi suorituskyky, koska levytilaa ei tarvitse varata ennen tiedon tallennusta. Toisena etuna voidaan mainita alussa määritellyn maksimilevykoon takaaminen virtuaalikoneelle. Dynaamisesti laajentuvan levyn tapauksessa levytilan kasvamista maksimikokoonsa ei voida taata, sillä jos levytila loppuu fyysiseltä levyiltä, ei virtuaalilevyille voida varata lisää tilaa. [14]

Samoin kuin dynaamisesti laajentuva levy, myös kiinteän kokoiseksi määritelty virtuaalilevy aiheuttaa fyysisen levyn pirstoutumista. Tätä levytyyppiä voidaan kuitenkin käyttää myös sellaisessa tuotantokäytössä, jossa levyn suorituskyky ei ole erityisen kriittinen. [14]

### 2.7.3 Linkitetty levy

Virtuaalikoneisiin voidaan kytkeä myös suoraan isäntäkoneen koko fyysinen levy tai jokin fyysinen levyosio. Microsoft käyttää tästä menetelmästä nimitystä linkitetty levy (Linked disk). Fyysiset levyt mahdollistavat sekä isäntäkoneen että virtuaalikoneen yhtäaikaisen levyn käsittelyn. Tästä syystä onkin tärkeää piilottaa virtuaalikoneen käyttämä fyysinen levy tai levyosio niin, että isäntäkone ei näe sitä. Näin pystytään estämään tiedon korruptoituminen ja käsitteleminen vahingossa. [14]

Fyysisten levyjen käyttö virtuaalisten levyjen sijasta on erityisen hyödyllistä silloin, kun halutaan saada mahdollisimman suorituskykyinen järjestelmä. Käyttämällä fyysistä levyä virtuaalikone pääsee suoraan käsiksi levyyn ilman erillisiä rajapintoja, jotka laskevat huomattavasti kokonaissuorituskykyä. Sovelluksia, joissa hyvä suorituskyky on tarpeen, ovat esimerkiksi tietokantapalvelin sekä Exchange - sähköpostipalvelin. [14]

### 2.7.4 Palautuslevyt (Undo Disks) ja muuttuvat levyt (differencing disks)

Undo tarkoittaa tässä yhteydessä paluuta edelliseen tilaan. Virtuaalikoneiden yhteydessä tämä tarkoittaa, että muutokset joita istunnon aikana tehdään, pystytään perumaan eli voidaan palata istuntoa edeltäneeseen tilanteeseen. Tämä saavutetaan siten, että isäntäjärjestelmä ei kirjoita muuttuneita tietoja välittömästi niiden muuttuessa virtuaalilevylle, vaan käyttää väliaikaista tiedostoa tietojen tallennukseen. Lopetettaessa nykyinen istunto virtuaalikone sammutetaan ja tässä vaiheessa tehdään valinta tallennetaanko istunnon aikana tehdyt muutokset vai hylätäänkö ne. [14]

Tämän levytyypin käyttö on erityisen hyödyllistä erilaisissa testi- sekä koulutustilanteissa. Kun järjestelmä pystytään palauttamaan helposti istuntoa edeltäneeseen tilanteeseen, voidaan huoletta testata erilaisia uusia ohjelmistoja sekä uusia päivityksiä, joiden vaikutuksia järjestelmään ei varmuudella tiedetä. [14]

## **2.8 Verkko**

Käytännössä jokainen palvelin on nykyaikana kytketty jollakin tavalla verkkoon kiinni. Kytkennän toteuttaminen sekä palvelimen sijainti yrityksen verkkoinfrastruktuurissa riippuvat palvelimen käyttötarkoituksesta ja vaaditusta suorituskyvystä. Luonnollisesti virtuaalinen palvelin voidaan luoda myös siten, että se ei ole yhteydessä mihinkään verkkoon, ei fyysiseen eikä virtuaaliseen. [11]

Virtuaalikoneet käyttävät verkkoon kytkeytymiseen samoja tekniikoita ja protokollia kuin fyysisetkin koneet. Virtuaalikoneet voivat käyttää sekä fyysistä verkkoliityntää (NIC) että virtuaalista verkkoliityntää luodakseen erilaisia verkkokonfiguraatioita. Mahdollisten verkkoliityntöjen määrä riippuu virtualisointiohjelmistosta sekä fyysisen koneen laajennuspaikkojen lukumäärästä. Eri verkkomuodot ja niiden nimeäminen vaihtelevat hieman virtualisointiohjelmiston mukaan. Seuraavissa kappaleissa on esitelty Virtual Server 2005:n tukemat verkkomuodot. [11]

### **2.8.1 Paikallinen verkko**

Virtuaalikoneen verkko voidaan luoda siten, että se on täysin eristyksissä fyysisestä verkosta. Tällöin puhutaan ns. "hiekkalaatikko" ympäristöstä. Virtuaalista verkkoa ei tässä tapauksessa kytketä lainkaan fyysiseen verkkoliityntään, vaan siihen pääsevät käsiksi ainoastaan isäntäjärjestelmä sekä muut samassa palvelimessa sijaitsevat virtuaalikoneet. [11]



Tuotantoympäristössä tästä verkkomuodosta ei useinkaan ole hyötyä, mutta erilaisiin testiympäristöihin se sopii erinomaisesti. Tällä menetelmällä voidaan esimerkiksi luoda täydellinen yrityksen verkkoympäristö kaikkine palveluineen pitäen sisällään esimerkiksi sähköpostipalvelimen ja Active Directory - palvelimet. Verkko toimii samoin kuin fyysinenkin verkko, mutta liikenne ei ikinä pääse palvelimen ulkopuolelle. Myös erilaiseen koulutuskäyttöön tämä verkkomuoto on käytännöllinen. [11], [14]

### 2.8.2 Jaettu verkko

Jaettu verkko tarkoittaa Virtual Server 2005:n yhteydessä NAT (Network Address Translation) verkkoa, joka toimii virtuaalisessa ympäristössä samoin kuin todellisessakin ympäristössä. Virtuaalisessa tapauksessa se käyttää isäntäpalvelimen IP-osoitetta, jolloin virtuaalikoneet pääsevät käsiksi fyysiseen verkkoon. NAT on tällöin vastuussa liikenteen toimittamisesta virtuaalikoneiden ja fyysisen verkon välillä. [14]

NAT:n avulla voidaan laajentaa fyysisen verkon osoitteistoa, mikä on tarpeen jos fyysisen verkon osoitteet alkavat käydä verkossa vähiin. NAT on myös hyödyllinen silloin, kun tietoturva on tärkeää ja palvelimelta pitää olla pääsy Internetiin. [14]

### 2.8.3 Ulkoinen verkko

Tuotantopalvelimissa hyödyllisin verkkomuoto on varmasti sillattu toimintamalli, jolloin puhutaan ulkoisesta verkosta. Tässä tapauksessa virtuaalinen palvelin liitetään suoraan fyysiseen verkkoliityntään, jolloin se pääsee käsiksi fyysiseen lähiverkkoon (LAN). Tällöin virtuaalinen palvelin näkyy verkossa samalla tavalla kuin fyysinen palvelin ja se vaatii myös samanlaisen suojan verkon vaaroja vastaan kuin fyysinen palvelin. Jokainen virtuaalinen kone ei vaadi omaa

erillistä verkkoliityntää, vaan Microsoft Virtual Server:n tapauksessa neljä virtuaalikonetta voi jakaa yhteisen fyysisen verkkoliitynnän. [14]

### 3. MICROSOFT VIRTUAL SERVER 2005

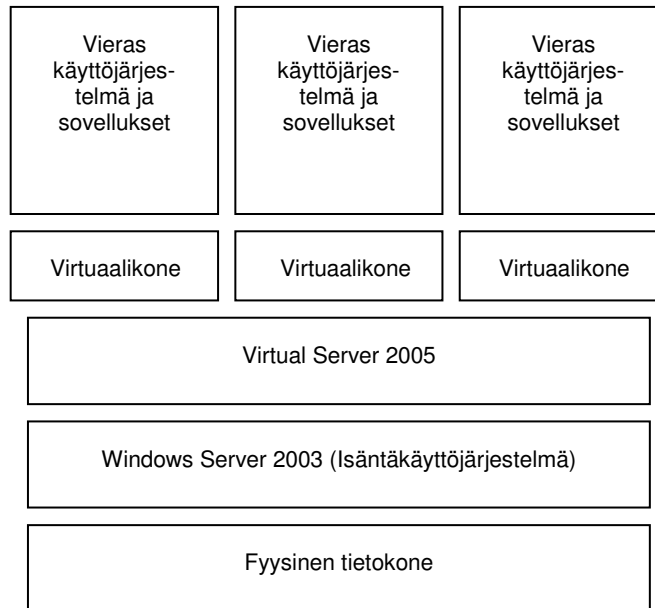
Kuten jo edellisessä kappaleessa todettiin, Microsoft Virtual Server 2005 on virtualisointiohjelmisto, joka vaatii pohjalle erillisen isäntäkäyttöjärjestelmän. Isäntäkäyttöjärjestelmä voi olla jokin seuraavista vaihtoehtoista:

- Microsoft Windows Server 2003, Standard Edition
- Microsoft Windows Server 2003, Enterprise Edition
- Microsoft Windows Server 2003, Datacenter Edition
- Microsoft Windows Small Business Server 2003
- Microsoft Windows XP professional

Käyttöjärjestelmästä pitää nykyisellä Virtual Server:n versiolla olla käytössä 32-bittinen versio. Näistä viimeisintä vaihtoehtoa ei kuitenkaan suositella käytettäväksi tuotantoympäristössä, vaan ainoastaan testaus ja kehitystarkoituksessa, jossa isäntäjärjestelmän ominaisuudet eivät ole niin kriittisiä kuin tuotantoympäristössä. [14]

Isäntäjärjestelmällä on tässä arkkitehtuurissa kaksi erillistä tehtävää, jotka ovat sen vastuulla; prosessoriresurssien jakaminen (scheduling) sekä mahdollistaa pääsy eri järjestelmälaitteisiin erillisten laiteajureiden avulla.

Virtual Server 2005 on monisäikeinen sovellus, jota suoritetaan erillisenä palveluna isäntäjärjestelmässä. Jokaista virtuaalikonetta ajetaan omassa säikeessään ja I/O-tapahtumat suoritetaan omissa lapsisäikeissä. Virtual Server 2005 mahdollistaa maksimissaan 64 virtuaalikoneen asentamisen yhteen fyysiseen palvelimeen. Käytännöllinen määrä virtuaalikoneille riippuu kuitenkin aina tapauskohtaisesti käytössä olevien laitteistoresurssien mukaan. [14]



**Kuva 4:** Virtual Server 2005 arkkitehtuuri

Virtual Server 2005 korkean tason arkkitehtuuri käy ilmi yllä olevasta kuvasta 4. Kuvassa alimpana on fyysinen palvelin, johon on asennettu jokin yllä mainituista käyttöjärjestelmistä. Tämän päälle asennetaan itse Virtual Server ohjelmisto, joka muodostaa virtualisointikerroksen ja mahdollistaa virtuaalikoneiden luomisen. Ohjelmiston yksityiskohtaisempi arkkitehtuuri on esiteltyä sivulla 27 olevassa kuvassa 5. Yksityiskohtaisemmasta kuvasta käyvät ilmi muun muassa eri rajapinnat, palvelut sekä liittymät fyysiseen palvelimeen. Virtuaalilevyistä sekä eri verkkomuodoista on keskusteltu jo aiemmissä kappaleissa ja osa komponenteista esitellään pääpiirteittäin vielä tulevissa kappaleissa. [14]

### **3.1 Laitteistovaatimukset**

Laitteistovaatimukset eivät ole Virtual Server 2005:n tapauksessa enää erityisen oleelliset, sillä käytännössä jokainen nykyaikainen palvelin täyttää vaaditut laitteistovaatimukset. On kuitenkin hyvä huomata, että mikäli fyysisessä palvelimessa on käytössä enemmän kuin neljä prosessoria, pitää Virtual Server 2005:sta olla käytössä Enterprise versio. Lisäksi fyysiseen palvelimeen asennettu keskusmuistin määrä asettaa vaatimuksia isäntäjärjestelmälle, sillä kaikki yllä mainitut isäntäjärjestelmät eivät tue samaa kokonaismuistimäärää.

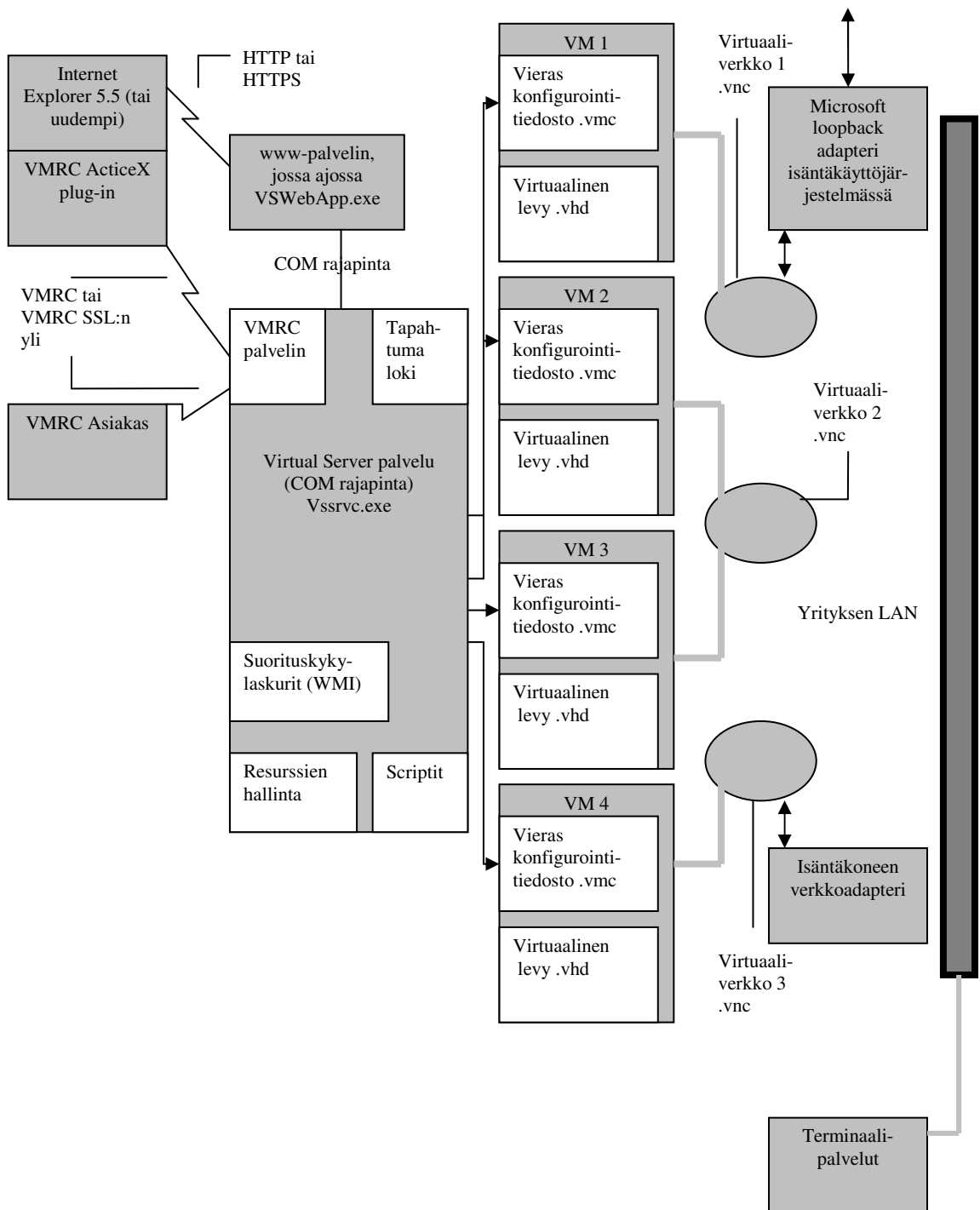
Virtuaaliselle levyjärjestelmälle on useita erilaisia vaihtoehtoja, joista on keskusteltu jo aiemmissa kappaleissa. Fyysisen palvelimen tiedostojärjestelmän on oltava aina NTFS (NT File System), koska Virtual Server 2005 käyttää sen tietoturvaominaisuuksia hyödyksi omassa tietoturva-arkkitehtuurissaan. [14]

Alla olevassa taulukossa 1 on listattu emuloidut komponentit, jotka vieraskäyttöjärjestelmä näkee fyysisinä komponentteina. Nämä komponentit näkyvät vieraskäyttöjärjestelmälle samalla tavoin kuin todelliset komponentit näkyvät fyysiselle palvelimelle. Taulukosta käy ilmi myös eri komponenttien mahdolliset kytkeytymiset fyysisiin komponentteihin sekä rajoitukset, joita joidenkin komponenttien tapauksessa on.

**Taulukko 1:** Virtuaaliselle palvelimelle näkyvät komponentit [14]

<b>Komponentti</b>	<b>Emuloitu laite</b>
Bios	CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor)
	Reaaliaika kello
	RAM ja video RAM
	Muistikontrolleri
	DMA kontrolleri
	PCI väylä
	ISA väylä
	SM väylä
	Virranhallinta
	8259 PIC
	Ohjelmoitava keskeytysajastin
Levyasema	1.44Mt levyasema joka voidaan yhdistää fyysiseen levyasemaan tai levykuvaan (image)
Sarja (COM) portti	2 sarjaporttia, jotka voidaan yhdistää fyysisiin portteihin, paikallisiin putkiin tai tiedostoihin
Tulostin (LPT) portti	1 tulostinportti, joka voidaan yhdistää fyysiseen porttiin
Hiiri	Standardi PS/2 hiiri
	voidaan yhdistää fyysisen koneen PS/2 laitteeseen

Näppäimistö	Standardi PS/2 101-näppäiminen näppäimistö
	voidaan yhdistää fyysisen koneen näppäimistöön
Verkkoadapateri (NIC)	Moniporttinen DEC 21140 10/100TX verkkoadapateri
	1-4 verkkoliitynnän kanssa
Proessori	Virtuaalikoneet käyttävät suoraan fyysisen koneen prosessoria.
	Vierasjärjestelmille näkyy ainoastaan yksi prosessori
Muisti	Maksimi 3.6Gt muistia/virtuaalikone
Näytönohjain	S3trio64 näytönohjain 4 Mt:n muistilla.
IDE/ATAPI	4 erillistä IDE-laitetta
SCSI –adapteri	Adaptec 7870 SCSI adapteri. Voidaan liittää 4 SCSI adapteria.
Äänikortti	Ei tuettu
USB	Ei tuettu



**Kuva 5:** Virtual Server 2005 yksityiskohtainen arkkitehtuuri [14]

Kuvassa 5 on esitelty Virtual Server:n yksityiskohtainen arkkitehtuuri. Kuvassa keskellä on itse Virtual Server – palvelu, joka pitää sisällään erilliset moduulit hallinnalle, suorituskyky-laskureille, resurssien hallinnalle, tapahtumalokeille sekä scripteille. Kuvassa vasemmalla näkyvät eri hallintamenetelmät virtuaalikoneille ja itse palvelulle.

Kuvassa on neljä erillistä virtuaalikonetta, jotka koostuvat erillisestä virtuaalilevystä sekä konfigurointitiedostosta ja jotka ovat kytkeytyneet verkkoon hieman eri tavalla. Virtuaalikone 1 (VM 1) on kytketty omaan virtuaaliseen verkkoon, johon myös isäntäpalvelimella on pääsy erillisen isäntäjärjestelmään asennettavan Loopback – adapterin avulla. Virtuaalikoneet 2 ja 3 (VM 2 ja VM 3) ovat kytkeytyneet yhteiseen virtuaaliseen verkkoon, jota ei ole liitetty fyysiseen verkkoon ja johon ei ole pääsyä isäntäpalvelimella. Virtuaalikone 4 (VM 4) on kytketty suoraan fyysiseen verkkoliityntään, jolloin sillä on pääsy yrityksen verkkoon ja se näkyy verkossa samalla tavalla kuin muutkin yrityksen koneet. [14]

### **3.2 Komponentit**

Seuraavissa kappaleissa esitellään Virtual Server 2005:n tärkeimmät komponentit, joiden toiminta tulee ymmärtää, kun ohjelmisto otetaan käyttöön.

#### 3.2.1 Virtual Machine Monitor

Virtual Machine Monitor (VMM) on Virtual Server 2005:n tärkein komponentti, johon koko virtualisointi pohjautuu. Käytännössä VMM on sama asia kuin esimerkiksi kuvassa 1 esiintyvä virtualisointikerros. VMM on kernel - tason ajuri, jota suoritetaan isäntäjärjestelmässä. [14]

Tällä komponentilla on kaikkiaan neljä erillistä tärkeää tehtävää:

- Emuloida täydellinen laitteistoympäristö, virtuaalikone
- Eristää virtuaalikoneet toisistaan
- Varata laitteistoresurssit virtuaalikoneille
- Kapseloida koko virtuaalikone sisältäen sekä vierasjärjestelmän että tilatiedon.



VMM – komponentilla on siis hyvin rajoittunut, mutta sitäkin tärkeämpi tehtävä järjestelmässä. Kuvainnollisesti voidaan myös sanoa, että komponentin tehtävänä on toimia palomuurina isäntäjärjestelmän ja virtuaalikoneiden välillä. Sillä on pääsy kaikkiin fyysisen palvelimen resursseihin ja sen tarkoituksena on estää tahallisesti tai tahattomasti huonosti suunniteltuja vierasjärjestelmässä ajettavia sovelluksia käyttämästä liaksi laitteistoresursseja isäntäjärjestelmässä.

### 3.2.2 Virtual Server Service

Virtual Server Service luo virtuaalikoneet ja tarjoaa kaiken toiminnallisuuden. Se myös välittää emuloidun laitteiston virtuaalikoneille ja tarjoaa niille oman 32-bittisen muistiavaruuden. Emuloitu laitteisto on esitelty jo aiemmin sivuilla 25 ja 26 olevassa taulukossa 1.

Tämä palvelu pitää sisällään myös VMRC (Virtual Machine Remote Control) palvelimen, joka käyttää erityistä VMRC protokollaa tarjotakseen menetelmän interaktiiviseen kommunikointiin virtuaalikoneiden kanssa. [14]

### 3.2.3 Virtual Machine Helper Service

Tämän komponentin avulla virtuaalikoneita voidaan ajaa erikseen määrättyllä käyttäjätilillä. Virtuaalikone käyttää tätä määriteltyä tiliä verkkoresursseihin pääsyyn ja myös mahdolliset scriptit suoritetaan tämän käyttäjätilin alla. Oletuksena virtuaalikoneet käyttävät sen käyttäjän tiliä, joka on käynnistänyt kyseisen virtuaalikoneen. Tällä tavoin voidaan esimerkiksi rajoittaa virtuaalikoneen pääsyä eri verkkoresursseihin. [14]

Erillisen käyttäjätilin määrittäminen virtuaalikoneelle ei ole pakollista, mutta on joitakin tilanteita, joissa se vaaditaan. Esimerkiksi scriptien käyttö vaatii aina erillisen käyttäjätilin määrittämisen. [14]

### 3.2.4 Virtual Machine Additions

Virtual Machine Additions on erittäin tärkeä komponentti virtuaalikoneiden suorituksen näkökulmasta. Se pitää sisällään useita laajennuksia vieraskäyttöjärjestelmään, jotka vaikuttavat virtuaalikoneen hallintaan ja suorituskykyyn merkittävästi. Tämä komponentti muun muassa parantaa hiiren hallintaa sekä yleisesti ottaen parantaa kokonaissuorituskykyä. Komponentti pitää asentaa erikseen jokaiseen vieraskäyttöjärjestelmään. [14]

Seuraavissa kappaleissa keskustellaan Virtual Server:n asennukseen ja konfigurointiin sekä hallintaan liittyvistä asioista.

## **3.3 Asennus**

Kuten jo aiemmin on todettu, Virtual Server 2005 vaatii pohjalle erillisen isäntäkäyttöjärjestelmän. Isäntäjärjestelmään pitää olla myös asennettuna IIS - palvelu (Internet Information Services), koska Virtual Server:n hallinta tapahtuu web - pohjaisen käyttöliittymän avulla. Ennen kuin itse Virtual Server:n asennus aloitetaan, kannattaa isäntäjärjestelmään asentaa kaikki uusimmat päivitykset niin käyttöjärjestelmän kuin laiteajureidenkin osalta, jotta vältetään ylimääräisiltä palvelimen uudelleenkäynnistyksiltä jatkossa. Myös ylimääräiset palvelut kannattaa sammuttaa, jotta resursseja ei tuhlaata ja samalla parannetaan järjestelmän tietoturvaa. Tietoturvan osalta on myös tärkeää huomioida, että niin isäntäjärjestelmässä kuin kaikissa vierasjärjestelmissäkin tulee olla virustorjunta hoidettu.

Kun isäntäjärjestelmä on kunnossa, voidaan aloittaa itse Virtual Server:n asennus. Asennus tapahtuu aivan samalla tavalla kuin minkä tahansa muunkin ohjelmiston asennus Windows ympäristössä, joten asennuksen yksityiskohtiin ei puututa tarkemmin.

### **3.4 Konfigurointi ja hallinta**

Virtual Server 2005 tarjoaa kaksi erillistä keinoa hallita virtuaalikoneita; järjestelmänvalvojan www-sivuston sekä erillisen etähallintatyökalun (Virtual Machine Remote Control Client, VMRC). Järjestelmänvalvojan www-liittymä on selainpohjainen työkalu, jonka avulla tapahtuu kaikki virtuaalikoneiden luontiin ja hallintaan tapahtuvat asiat sekä itse Virtual Server:n hallinta.

VMRC on erillinen sovellus, jonka avulla päästään käsiksi ainoastaan virtuaalikoneisiin. Se käyttää kommunikointiin erillistä Microsoftin kehittämää VMRC protokollaa perinteisen http(s) - protokollan sijaan. Virtuaalikoneiden hallintaan voidaan käyttää myös perinteistä etätyöpöytää, jonka käyttö on vastaavanlaista kuin fyysisen palvelimen tapauksessa. Tämä ei kuitenkaan ole suositeltava menetelmä heikon suorituskyvyn vuoksi.

Kolmas menetelmä Virtual Server:n hallintaan on erityinen COM - rajapinta, joka näkyy myös kuvassa 5. COM – rajapintaa voidaan hyödyntää eri ohjelmointi- ja scriptauskielten avulla. Mahdollisia sovelluskohteita rajapinnalle on esimerkiksi virtuaalikoneiden automaattinen varmuuskopiointi. COM - rajapinnan käyttöön ei kuitenkaan paneuduta tässä yhteydessä tarkemmin. [14]

## 4. TESTAUS

### 4.1 Suorituskykytestit

Virtualisointikerroksen vaikutusta palvelimen suorituskykyyn testattiin usealla eri testiohjelmalla, jotka mittaavat järjestelmän suorituskykyä eri resurssien osalta. Testattavia resursseja olivat prosessori, muisti, levyjärjestelmä sekä verkkoliityntä. Prosessorin suorituskykyä mitattiin CPUmark V2.1 ohjelmalla sekä Passmark PerformanceTest V6.0 ohjelmalla. Levyjärjestelmän suorituskykyä testattiin niin ikään PerformanceTest V6.0 ohjelmalla sekä eXibition Drivetest V1.5.5 ohjelmalla. Myös verkon ja muistin suorituskykyä testattiin Passmark PerformanceTest V6.0 ohjelmalla. Lisäksi koneille suoritettiin kaksi erilaista operatiivista testiä, joiden tarkoitus oli mitata koneiden suorituskykyä todellisessa reaali maailman tilanteessa.

Testiympäristönä käytettiin kahta erillistä palvelinta, joista toinen oli hieman vanhempi ja toinen uusi nykyaikainen palvelin. Molemmat palvelimet olivat kuitenkin tehoiltaan sellaisia, joita käytetään nykyisin pk - yrittäjien tietojärjestelmissä. Fyysisten palvelinten tiedot on esitelty tärkeimmiltä osin taulukoissa 2 ja 3. Näistä vanhempi palvelin ei kuitenkaan sovellu virtuaalipalvelimien isäntäjärjestelmäksi tuotantokäyttöön sen vaatimattoman suorituskyvyn takia. Uudempi palvelin täyttää jo useilta osin isäntäjärjestelmälle asetetut suositukset, jotka työssä tulevissa kappaleissa esitellään.

Muistin määrää muutettiin testien aikana siten, että järjestelmällä oli aina saman verran muistia käytössä sekä virtuaalisessa että perinteisessä ympäristössä. Näin ollen muistin määrä ei päässyt vaikuttamaan testien tuloksiin. Käyttämällä kahta erilaista palvelinta pystytään paremmin eliminoimaan pois laitteisto-ongelmista aiheutuvat häiriötekijät kuin käyttämällä ainoastaan yhtä testilaitteistoa. Eri laitteistoilla saatuja testituloksia ei kuitenkaan voida verrata millään tavalla toisiinsa johtuen niiden täysin erilaisesta laitekoonpanosta ja yleisestä suorituskykyerosta.

Jokainen testi suoritettiin viisi kertaa ja palvelin käynnistettiin uudelleen jokaisen testikerran välissä, jotta edellisen testin tulos ei päässyt vaikuttamaan testin suoritukseen. Lopullinen testitulos on saatu laskemalla viiden testituloksen keskiarvo. Mikäli jossakin testissä on tullut selkeästi virheellinen arvo, on koko testi suoritettu uudelleen.

Palvelimissa oli kaikissa tapauksissa käyttöjärjestelmänä Windows Server 2003 Standard edition, johon oli asennettu Service Pack 1 sekä muut saatavilla olevat päivitykset. Testiympäristö pidettiin testien suorittamisen aikana vakiona ja molemmat järjestelmät olivat asennuksen jälkeisessä tilassa eikä mitään ylimääräisiä prosesseja ollut käynnissä.

**Taulukko 2:** Testiympäristö, palvelin 1

Malli	IBM eServer xSeries 346
Käyttöjärjestelmä	Microsoft Server 2003 + SP1
Prosessori	3,0 Ghz Intel Xeon
Muisti	1,5 Gt DDR2 (2*512Mt+2*256Mt)
Levy	73,4 Gt SCSI 15000rpm
Verkkokortti	2*Broadcomm NetXtreme Gigabit Ethernet

**Taulukko 3:** Testiympäristö, palvelin 2

Malli	IBM IntelliStation M Pro
Käyttöjärjestelmä	Microsoft Server 2003 + SP1
Prosessori	1,8Ghz P4
Muisti	512 Mt RIMM (4*128Mt)
Levy	40 Gt IDE 5400 rpm
Verkkokortti	Intel Pro/100 VM

Suurin testikoneiden välinen ero yleisen tehoeron lisäksi on verkkoyhteyksissä. Palvelin 2:ssa on vain yksi verkkoliityntä kun palvelin 1:ssä verkkoliityntöjä on kaksi. Palvelin 1:ssä verkkoliitynnät on konfiguroitu siten, että virtuaaliselle ympäristölle on varattu oma verkkoliityntä, jota se käyttää kaikkeen

verkkoliikenteeseen. Tällä konfiguraatiolla on tavoitteena tuoda esiin verkkoliityntöjen toteutuksen merkitys suunniteltaessa palvelinten siirtoa virtuaalialustalle.

Toinen varsin merkittävä ero palvelinten välillä on levyjärjestelmä. Palvelin 1:ssä on uusi SCSI - liitäntäinen kovalevy, jonka suorituskyky palvelin 2:sen perinteiseen IDE - liitäntäiseen levyyn on ennakkoon arvelten varsin merkittävä. Molemmissa koneissa oli ainoastaan yksi levy, joten sekä isäntäjärjestelmä että virtuaalikoneet olivat samalla levyllä. Virtuaalikoneet luotiin Virtual Server 2005:n oletusasetuksilla, joten virtuaalilevyn tyyppi on dynaamisesti laajentuva levy.

Muu testiympäristö koostui HP:n 2624 kytkimestä, johon molemmat palvelimet oli kytketty cat5e – kategorian verkkokaapelilla. Molemmat palvelimet kytkettiin kytkimen 100Mb – portteihin, joten uudempi palvelin (palvelin 1) ei päässyt testeissä hyötymään suuremmasta verkkoliitynnän nopeudestaan. Testiympäristö oli täysin eristetty muulta verkkoliikenteeltä, joten siitä ei aiheudu tuloksiin häiriötekijöitä.

#### 4.1.1 Prosessori

Prossessorin suorituskykyä mitattiin kahdella erillisellä ohjelmalla. CPUmark on usein prosessorin suorituskykymittauksissa käytetty ohjelma, joka mittaa ainoastaan prosessorin raakaa laskentanopeutta. Ohjelma suorittaa kolme erillistä testiä, jotka kohdistuvat rekisteriin, liukulukujen ja kokonaislukujen laskentaan. Näiden kolmen testin perusteella ohjelma laskee testille kokonaistuloksen. Testitulokset on esitelty taulukoissa 4 ja 5. Tuloksissa suurempi arvo on parempi.

**Taulukko 4:** CPUmark 2.1 tulokset, palvelin 1

<b>Testi</b>	<b>Natiivi</b>	<b>Virtual Server</b>	<b>% (Virtual Server)</b>
Rekisteri	1575,6	1482,9	-5,9
Liukuluku	205	204,6	-0,2
Kokonaisluku	3601,4	3151,3	-12,5
Kokonaistulos	3675,4	3277,5	-10,8

**Taulukko 5:** CPUmark 2.1 tulokset, palvelin 2

<b>Testi</b>	<b>Natiivi</b>	<b>Virtual Server</b>	<b>% (Virtual Server)</b>
Rekisteri	1200,5	1145,9	-4,6
Liukuluku	123,6	117,3	-5,1
Kokonaisluku	2291,8	2100,8	-8,3
Kokonaistulos	2412,5	2232,8	-7,5

Kuten tuloksista käy ilmi, ei virtualisoinnin vaikutus palvelimen suorituskykyyn CPUmark ohjelmalla mitattaessa ole erityisen merkittävä. Tulokset vaihtelevat lähes tasatuloksesta hieman reiluun 10 prosenttiin perinteisen palvelimen eduksi. Myös erot palvelimien kesken ovat varsin pienet. Koska virtuaalinen palvelin käyttää isäntäpalvelimen prosessoria suoraan ilman emulointia, suorituskyvyn heikentyminen johtuu käytännössä ainoastaan ylimääräisistä prosesseista, joita virtuaalinen palvelin vaatii isäntäpalvelimella.

Toinen prosessorin suorituskyvyn mittaukseen käytetty ohjelma oli Passmark PerformanceTest ja sen prosessorin suorituskyvyn mittaukseen tarkoitettu osio. Testi sisältää useita erilaisia osioita, jotka mittaavat prosessorin suorituskykyä erittäin monipuolisesti. Ohjelmalla saadut tulokset on esitelty taulukoissa 6 ja 7. Tuloksissa suurempi arvo on parempi.

**Taulukko 6:** Passmark Performance CPU Test, palvelin 1

<b>Testi</b>	<b>Natiivi</b>	<b>Virtual Server</b>	<b>% (Virtual Server)</b>
Kokonaisluku	91,9	42,54	-53,7
Liukuluku	270,12	113,02	-58,2
Alkuluvun haku	156,3	161,18	3,1
SSE/3DNow!	1661,1	473,28	-71,5
Pakkaus	2536,7	1661,68	-34,5
Salaus	16,94	16,04	-5,3
Kuvan kääntö	346,3	173,96	-49,8
Lajittelu	1253	846,12	-32,5
Kok. tulos	498,78	246,24	-50,6

**Taulukko 7:** Passmark Performance CPU Test, palvelin 2

<b>Testi</b>	<b>Natiivi</b>	<b>Virtual Server</b>	<b>% (Virtual Server)</b>
Kokonaisluku	36,7	23,22	-36,7
Liukuluku	182,58	66,46	-63,6
Alkuluvun haku	132,6	117,86	-11,1
SSE/3DNow!	821,8	289,28	-64,8
Pakkaus	1254,44	1050,48	-16,3
Salaus	8,6	7,22	-16,0
Kuvan kääntö	138,1	105,42	-23,7
Lajittelu	547,72	349,44	-36,2
Kok. tulos	251,5	139,36	-44,6

Passmark PerformanceTest ohjelmalla saadut tulokset eroavat merkittävästi CPUmark ohjelmalla saaduista tuloksista. Tästä voidaankin tehdä suoraan johtopäätös, että ohjelma käyttää testeissä myös muita palvelimen resursseja kuin ainoastaan prosessoria.



Selvitettäessä virtualisoinnin vaikutusta palvelimen laskentatehoon, saadaan realistisemmat tulokset näiden testien perusteella CPUmark ohjelmalla. Palvelut kuitenkin harvoin vaativat pelkkää laskentatehoa, joten sen puolesta huomio kannattaa kuitenkin enemmän kiinnittää muihin kuin pelkkää laskentatehoa mittaaviin testeihin.

#### 4.1.2 Muisti

Muistin suorituskykyä mitattiin ainoastaan Passmark PerformanceTest ohjelmalla ja sen muistin suorituskyvyn mittaukseen tarkoitettulla osiolla. Testiin sisältyy useita eri osioita, jotka testaavat erikokoisten muistilohkojen varausta sekä luku- ja kirjoitusnopeutta. Eri osioiden pohjalta ohjelma laskee testille kokonaistuloksen. Ohjelmalla saadut tulokset on esitelty taulukoissa 8 ja 9. Tuloksissa suurempi arvo on jälleen parempi.

**Taulukko 8:** Passmark Performance Memory Test, palvelin 1

<b>Testi</b>	<b>Natiivi</b>	<b>Virtual Server</b>	<b>% (Virtual Server)</b>
Pienen lohkon varaus	1385,1	1143,5	-17,4
Luku välimuistilla	1675,9	1198	-28,5
Luku ilman välimuistia	1544,3	1278,5	-17,2
Kirjoitus	1090,7	883,8	-19,0
Suuri RAM	258,3	16,3	-93,7
Kok. tulos	440,1	333,9	-24,1

**Taulukko 9:** Passmark Performance Memory Test, palvelin 1

<b>Testi</b>	<b>Natiivi</b>	<b>Virtual Server</b>	<b>% (Virtual Server)</b>
Pienen lohkon varaus	642,8	518,9	-19,3
Luku välimuistilla	1221	829,1	-32,1
Luku ilman välimuistia	1077,9	792,2	-26,5
Kirjoitus	626,5	430,3	-31,3
Suuri RAM	60,4	3,42	-94,3
Kok. tulos	268,2	190,2	-29,1

Tulokset ovat jälleen palvelinten kesken varsin tasaiset. Huomioimisen arvoista tuloksissa on suorituskyvyn romahdus suurten muistialueiden käsittelyssä. Tämän vaikutus käytännön suorituskykyyn riippuu kuitenkin sovelluksesta ja sen muistin käytöstä. Asia on kuitenkin tärkeää ottaa huomioon, kun suunnittelee palvelinten siirtoa virtuaalialustalle.

#### 4.1.3 Levyjärjestelmä

Levyjärjestelmän suorituskyvyllä on erittäin suuri käytännön merkitys koko palvelimen suorituskyvyn kannalta. Tämän takia levyjen suorituskykyä testattiin kahdella erillisellä ohjelmalla. Drivetest ohjelma mittaa levyn suorituskykyä erittäin monipuolisesti sekä pienillä että suurilla tiedostoilla. Drivetest ohjelmalla saadut tulokset on esitelty taulukoissa 10 ja 11. Ohjelma mittaa kokonaiskirjoitus- ja lukunopeutta lukuun ottamatta operaatioon kulunutta aikaa, joten pienempi arvo on näissä tuloksissa parempi kuin suuri arvo.

**Taulukko 10:** Drivetest, palvelin 1

<b>Testi</b>	<b>Natiivi</b>	<b>Virtual Server</b>	<b>% (Virtual Server)</b>
Pienen tiedoston kirjoitus (1 Mt), s	0,766	1,176	54
Pienen tiedoston luku (1 Mt), s	0,632	0,847	34
Ison tiedoston kirjoitus (10 Mt), s	7,591	10,408	37
Ison tiedoston luku (10 Mt), s	6,266	8,192	31
Kok. kirjoitusnopeus, Kt/s	26648	9394	-65
Kok. lukunopeus, Kt/s	32666	13105	-60
Tiedoston kopiointi (10 Mt), s	1,094	6,726	515
Hakemiston selaus (10000 tiedostoa), s	0,197	0,43	118
Tiedoston poisto (20 Mt), s	0,072	0,254	253

**Taulukko 11:** Drivetest, palvelin 2

<b>Testi</b>	<b>Natiivi</b>	<b>Virtual Server</b>	<b>% (Virtual Server)</b>
Pienen tiedoston kirjoitus (1 Mt), s	1,278	1,765	38
Pienen tiedoston luku (1 Mt), s	1,157	1,588	37
Ison tiedoston kirjoitus (10 Mt), s	13,11	18,435	41
Ison tiedoston luku (10 Mt), s	11,319	15,24	35
Kok. kirjoitusnopeus, Kt/s	28590	5743	-80
Kok. lukunopeus, Kt/s	20255	6832	-66
Tiedoston kopiointi (10 Mt), s	1,519	18,537	1120
Hakemiston selaus (10000 tiedostoa), s	0,329	0,53	61
Tiedoston poisto (20 Mt), s	0,013	0,501	3754

Levyille kohdistuvat operaatiot ovat tulosten mukaan virtuaalisen palvelimen suuri heikkous. Erityisesti tiedoston kopioinnissa ero perinteiseen palvelimeen on huomattava. On kuitenkin hyvä huomioida, että testit ajettiin Virtual Server

2005:n oletusasetuksilla, jolloin virtuaalisen levyn suorituskyky ei ole paras mahdollinen. Kun käytössä on oletuslevytyyppi, joudutaan levyiltä varaamaan tilaa esimerkiksi tiedoston kopiointia mittaavassa testissä, ja tämä operaatio hidastaa testin suoritusta. Testeissä virtuaalisen palvelimen käyttämät tiedostot olivat myös samalla levyllä kuin isäntäpalvelimen tiedostot, joten käytännön toimintaympäristössä erot eivät todennäköisesti ole aivan yhtä suuria. Levyjärjestelmän suunnittelu on kuitenkin palvelimen suorituskyvyn kannalta erittäin ratkaisevaa, joten tähän tulee erityisesti panostaa, kun palvelimia virtualisoidaan.

Passmark PerformanceTest ja sen levyn suorituskyvyn mittaukseen tarkoitettu osio ei mittaa levyn suorituskykyä aivan yhtä monipuolisesti kuin Drivetest ohjelma. Ohjelmalla saadut tulokset on esitelty taulukoissa 12 ja 13. Tuloksissa suuri arvo on jälleen parempi kuin pieni arvo.

**Taulukko 12:** Passmark Performance Drive Test, palvelin 1

<b>Testi</b>	<b>Natiivi</b>	<b>Virtual Server</b>	<b>% (Virtual Server)</b>
Peräkkäisluku, Mt/s	53,575	28,26	-47,3
Peräkkäiskirjoitus, Mt/s	59,62	1,566	-97,4
Satunnaishaku + kirjoitus ja luku, Mt/s	7	28,18	302,6
Kok. tulos	414,24	209,76	-49,4

**Taulukko 13:** Passmark Performance Drive Test, palvelin 2

<b>Testi</b>	<b>Natiivi</b>	<b>Virtual Server</b>	<b>% (Virtual Server)</b>
Peräkkäisluku, Mt/s	41,92	11,86	-71,7
Peräkkäiskirjoitus, Mt/s	41,5	5,92	-85,7
Satunnaishaku + kirjoitus ja luku, Mt/s	2,564	11,16	335,3
Kok. tulos	310,88	104,98	-66,2

Passmark ohjelmalla saadut tulokset ovat pääosin varsin samankaltaisia Drivetest ohjelmalla saatuihin tuloksiin. Mielenkiintoinen poikkeama tuloksissa on kuitenkin virtuaalisen palvelimen erittäin hyvä suorituskyky testissä, jossa käytettiin satunnaishakua sekä kirjoitusta ja lukua. Tämän testin tulos on molemmilla palvelimilla virtuaalisessa ympäristössä moninkertainen natiivin palvelimen tulokseen verrattuna.

#### 4.1.4 Verkko

Verkon suorituskykyä mitattiin Passmark PerformanceTest ohjelmalla ja sen verkkoliitynnän suorituskyvyn mittaukseen tarkoitetulla osiolla. Ohjelmalla pystyy testaamaan erikseen TCP (Transmission Control Protocol) ja UDP (User Datagram Protocol) puolen sekä lähetys- että vastaanottotilassa. Ohjelmalla saadut tulokset on esitelty taulukoissa 14 ja 15. Testit mittaavat siirtonopeutta, joten suuri arvo on parempi kuin pieni arvo.

**Taulukko 14:** Passmark Performance Network Test, palvelin 1

<b>Testi</b>	<b>Natiivi</b>	<b>Virtual Server</b>	<b>% (Virtual Server)</b>
Lähetys TCP, Kt/s	93917	81306	-13,4
Vastaanotto TCP, Kt/s	93991	89672	-4,6
Lähetys UDP, Kt/s	94608	66986	-29,2
Vastaanotto UDP, Kt/s	95103	94162	-1,0

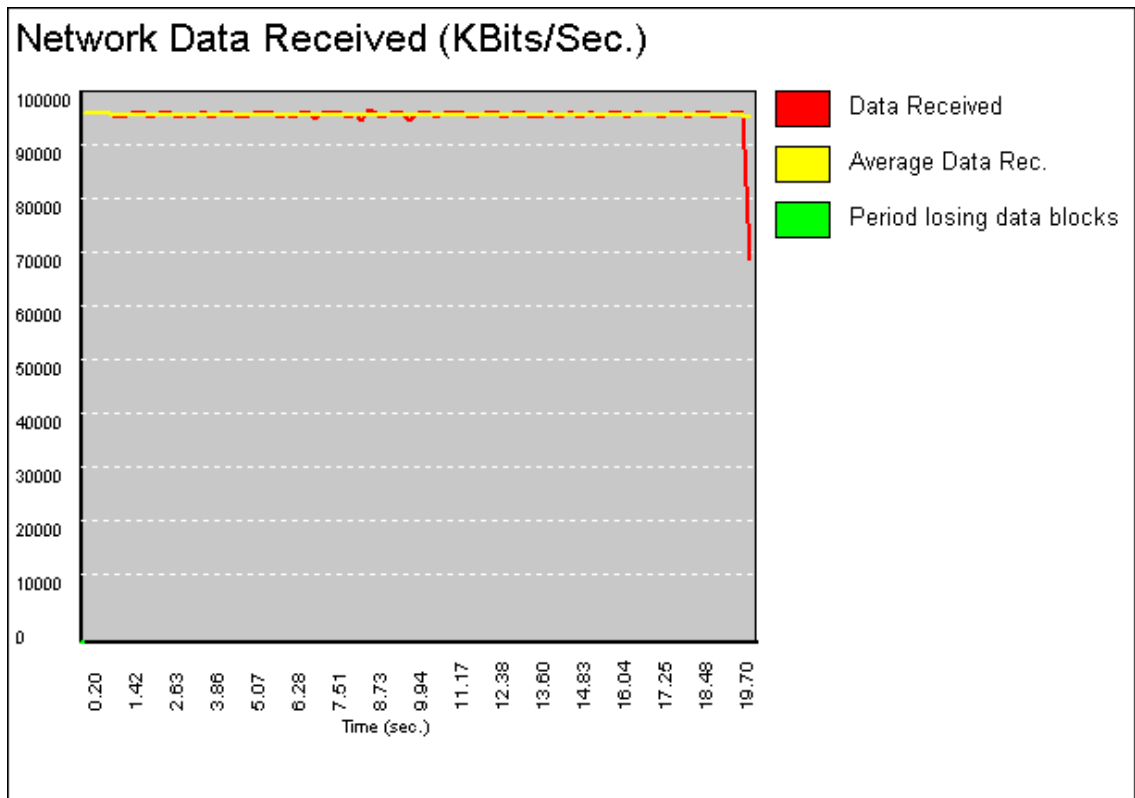
Palvelin 1:llä, jossa siis on virtuaaliselle palvelimelle oma verkkoliityntä, tulokset ovat UDP - lähetystä lukuun ottamatta melko lähellä perinteistä palvelinta.

**Taulukko 15:** Passmark Performance Network Test, palvelin 2

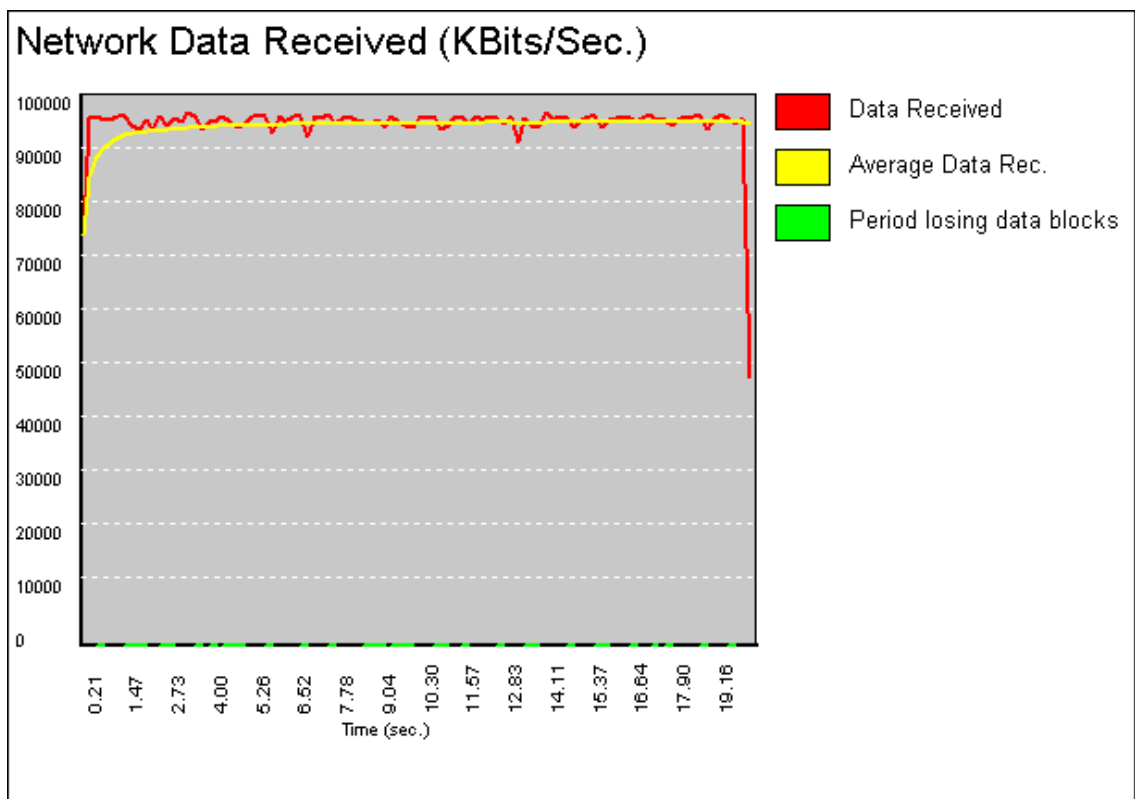
<b>Testi</b>	<b>Natiivi</b>	<b>Virtual Server</b>	<b>% (Virtual Server)</b>
Lähetys TCP, Kt/s	91914	39179	-57,4
Vastaanotto TCP, Kt/s	94038	60170	-36,0
Lähetys UDP, Kt/s	91899	36857	-59,9
Vastaanotto UDP, Kt/s	94634	1781,7	-98,1

Palvelin 2:lla tulokset ovat varsin erilaiset kuin palvelin 1:llä. Virtuaalisella palvelimella saadut tulokset ovat huomattavasti heikompia kuin natiivin palvelimen tulokset. Erityisesti ongelma korostuu UDP - vastaanotossa, jossa suorituskyky romahtaa täysin. Syytä suorituskyvyn romahtamiseen ei voida näiden testien perusteella sanoa varmaksi, mutta ainoastaan yhden verkkokortin käytöllä on varmasti oma osuus tuloksiin. Tulosten samanlaisuus palvelinten kesken natiivissa ympäristössä lisää entisestään epäilyjä siitä, että virtuaalisen ympäristön heikko suorituskyky johtuu nimenomaan yhden verkkokortin käytöstä.

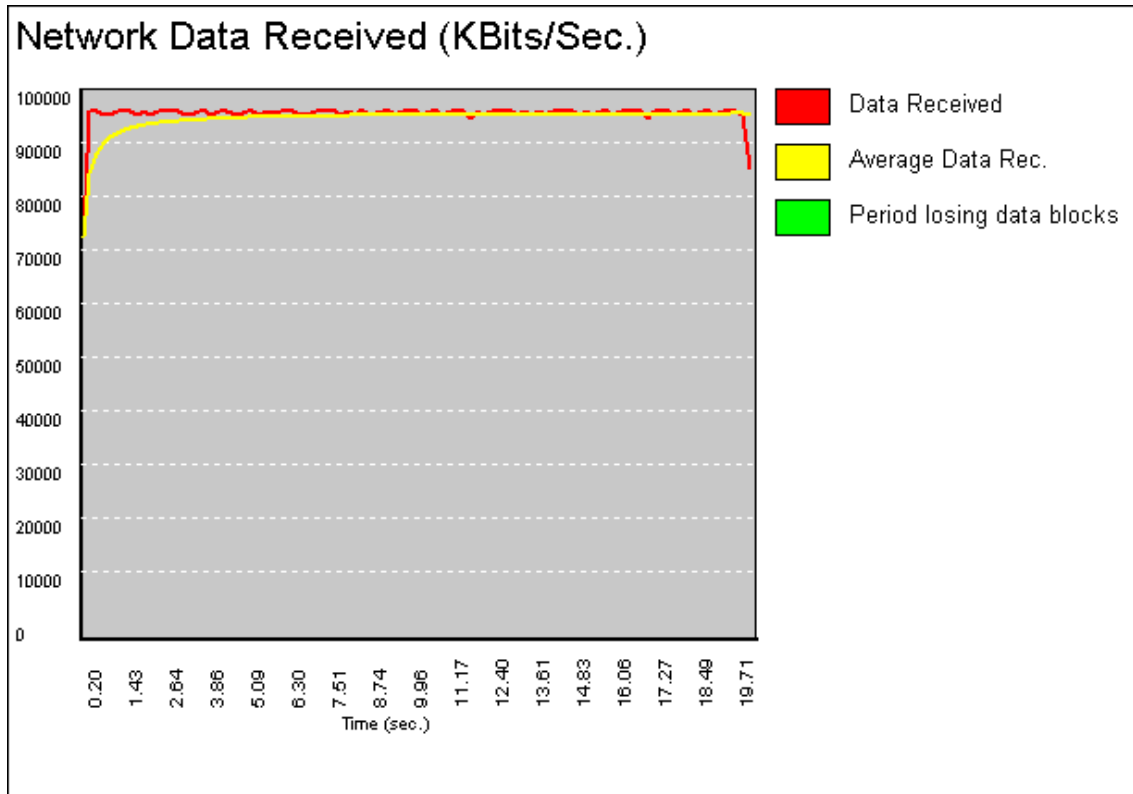
Taulukoista 14 ja 15 käy ilmi ainoastaan verkkoliittymän nopeus molempiin suuntiin. Kuvista 6-9 nähdään nopeuden lisäksi kadonneiden pakettien määrä sekä nopeuden vaihtelu eri ajanhetkinä.



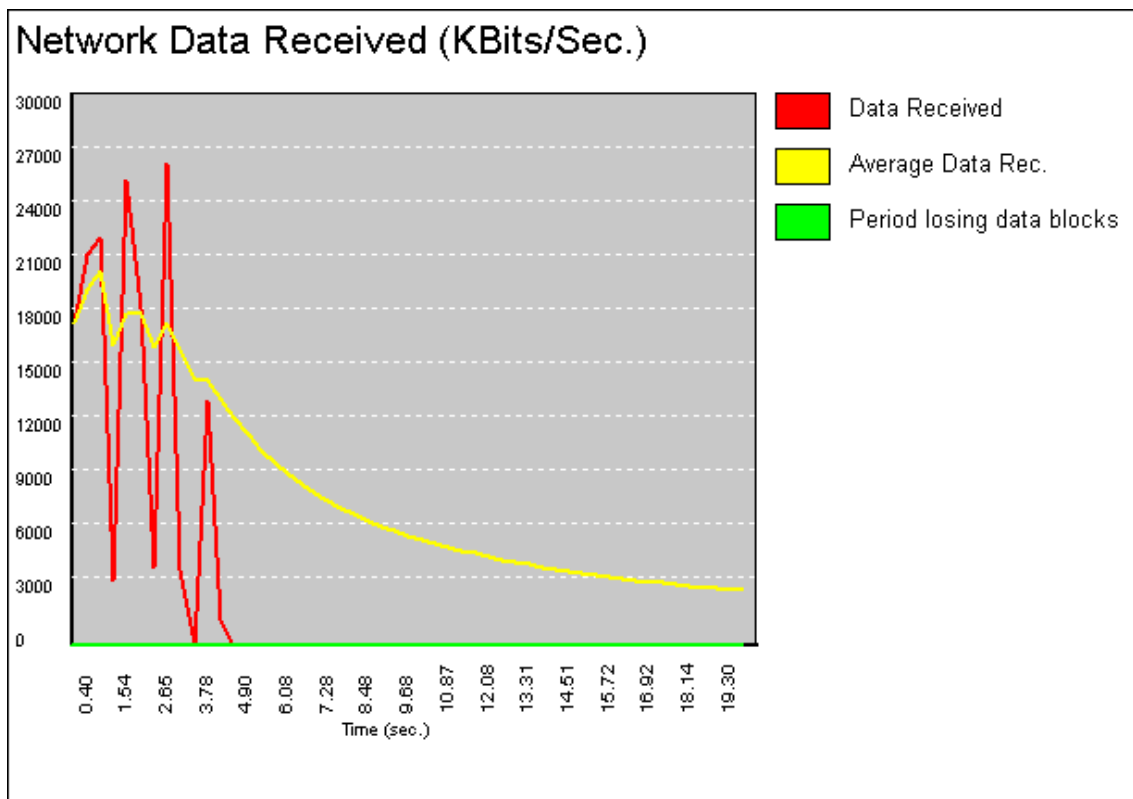
Kuva 6: UDP-vastaanotto, palvelin 1 (natiivi)



Kuva 7: UDP-vastaanotto, palvelin 1 (virtuaalinen)



**Kuva 8:** UDP-vastaanotto, palvelin 2 (natiivi)



**Kuva 9:** UDP - vastaanotto, palvelin 2 (virtuaalinen)



Kuvista 6 ja 7 nähdään, että UDP- vastaanoton nopeus on palvelin 1:llä erittäin korkea. Virtuaalisella palvelimella nopeudessa tapahtuu pientä heittelyä ja maksiminopeuden saavuttaminen vievät aikaa hieman pidempään kuin perinteisellä palvelimella. Huomattavaa kuitenkin on, että paketteja häviää virtuaalisella palvelimella koko testin ajan melko tasaisesti.

Palvelin 2:lla tulokset ovat täysin erilaiset. Virtuaalisella palvelimella suorituskyky romahtaa täysin ja paketteja häviää koko testin ajan. Natiivissa ympäristössä molempien palvelimien tulokset ovat jälleen lähes identtiset. Testi ajettiin useita kertoja ja palvelin käynnistettiin testien välillä uudelleen, mutta sillä ei ollut tuloksiin mitään merkitystä. Testit ajettiin myös muulta liikenteeltä suljetussa ympäristössä, joten senkin vaikutukset on eliminoitu tuloksista pois.

Näiden tuloksien perusteella voidaankin tehdä johtopäätös, että virtuaalisella palvelimella pitää olla käytössään oma verkkoliityntä ja isäntäjärjestelmällä oma. Käytettävien sovellusten verkkointensiivisyyden mukaan pitää lisäksi päättää, asennetaanko jokaiselle virtuaaliselle palvelimelle oma verkkoliityntä vai jakaako useampi virtuaalinen palvelin saman liitynnän.

## ***4.2 Operaativiset testit***

Operatiivisten testien tarkoituksena oli simuloida testiohjelmia paremmin reaali maailman tilannetta.

Testeissä käytettiin seuraavanlaisia tiedostoja ja hakemistoja:

Kopioitavan image - tiedoston koko:

1,99Gt

Pakattavan hakemiston koko:

792Mt, jossa 2340 tiedostoa ja 535 hakemistoa

Näistä kopiointi testaa ainoastaan levyjärjestelmän nopeutta kopioitaessa suuria tiedostoja paikasta toiseen. Hakemiston pakkaus käyttää sekä prosessoria, muistia että levyjärjestelmää tehokkaasti. Molemmat tilanteet ovat sellaisia, jotka ovat usein tarpeellisia todellisessa tuotantoympäristössä.

Testien tulokset on esitelty taulukoissa 16 ja 17. Testeissä mitattiin operaation suoritukseen kulunutta aikaa, joten pienempi arvo on näissä tuloksissa parempi kuin suuri arvo.

**Taulukko 16:** Operatiivinen testi, palvelin 1

<b>Testi</b>	<b>Natiivi</b>	<b>Virtual Server</b>	<b>% (Virtual Server)</b>
Kopiointi, s	86	428	79,9
Pakkaus, s	166	326	49,1

**Taulukko 17:** Operatiivinen testi, palvelin 2

<b>Testi</b>	<b>Natiivi</b>	<b>Virtual Server</b>	<b>% (Virtual Server)</b>
Kopiointi, s	117	343	65,9
Pakkaus, s	245	486	49,6

Operatiivisten testien tulokset ovat yllättävänkin samankaltaisia kuin testiohjelmilla saadut tulokset.

## 5. YLLÄPITO

Tässä kappaleessa tarkastellaan asioita, jotka liittyvät palvelimen ylläpitoon yleisesti ja mitä tulee erityisesti ottaa huomioon kun ollaan tekemisissä virtuaalisten palvelimien kanssa.

Ennen kuin itse palvelinta päästään ottamaan käyttöön, tulee se hankkia. Seuraavassa kappaleessa käydään lyhyesti läpi, millaisia vaatimuksia virtualisointi asettaa isäntäpalvelimen valinnalle.

### ***5.1 Isäntäpalvelimen valinta***

Palvelemia löytyy nykyään kaiken tehoisia ja pienimmät palvelimen nimikkeellä myytävät tietokoneet ovat jopa tehottomampia kuin tavalliset kotikäyttöön myytävät työasemat. Halvimmissa palvelimissa ei myöskään ole vikasietoisuuteen kiinnitetty erityisesti huomioita eivätkä komponentit ole ns. hot-swap komponentteja, eli niitä ei voida vaihtaa palvelimen ollessa käynnissä.

Isäntäpalvelimelta vaaditut resurssit laskentatehon ja muistikapasiteetin sekä muiden resurssien osalta ovat aina tapauskohtaisia ja riippuvat siitä, kuinka monta virtuaalista palvelinta on tavoitteena ottaa käyttöön samalla isäntäpalvelimellä. On kuitenkin olemassa erilaisia suosituksia, jotka palvelimen on resurssien puolesta hyvä täyttää kun ollaan ottamassa virtualisointia käyttöön. Taulukossa 18 on esitelty yksi näkemys vaadituista resursseista. Taulukossa 18 esitellyt minimisuositukset palvelimelle ovat kuitenkin mielestäni varsin korkeat ja esiteltyllä laitteistolla pystytään ajamaan jo varsin useaa virtuaalipalvelinta. Pienessä ympäristössä, jossa palvelinten käyttöaste on matala, riittää pienempikin palvelin.

**Taulukko 18:** Minimisuositukset palvelinlaitteistolle

<b>Komponentti</b>	<b>Tarkenne</b>
2*RAID ohjain	Erillinen ohjain isäntäjärjestelmälle ja virtuaalikoneille
3*1Gt NIC	Erillinen NIC isäntäjärjestelmälle
2*3GHz prosessori	Riittävästi laskentatehoa
4Gt ECC DDR(2)	Riittävästi virheenkorjaavaa nopeaa muistia
5*15000rpm scsi levy	Riittävästi nopeita levyjä RAID järjestelmää varten
500-800 MHZ FSB	

Kun isäntäpalvelimen komponentteja ollaan valitsemassa, tulee kiinnittää erityistä huomiota laitteiston yhteensopivuuteen. Tätä tarkoitusta varten käyttöjärjestelmävalmistajilta löytyy erityisiä HCL – listoja (Hardware Compatability List). Valitsemalla näillä listoilla olevia komponentteja voi olla varma, että valittu virtualisointiohjelmisto ja käyttöjärjestelmät toimivat oikein omassa palvelimessa. Vaikka kaikkia laitteiston komponentteja ei olisikaan mainittu HCL - listoissa, voivat ne silti toimia täysin virheettömästi. Tällaisissa tapauksissa palvelimen testaukseen tulee kuitenkin panostaa normaalia enemmän, koska ohjelmistovalmistaja ei ole tehnyt tätä sinun puolesta. On kuitenkin suositeltavaa valita ainoastaan testattuja komponentteja, koska sillä tavoin todennäköisesti säästetään huomattavasti aikaa ja vaivaa sekä sen myötä rahaa, kun ei tarvitse painia outojen ja dokumentoimattomien yhteensopivuusongelmien kanssa. [11]

Siirrettäessä palvelimia virtuaalialustalle resurssit on hyvä mitoittaa hieman ylisuuriksi. Ajan myötä tulee usein tarve lisätä uusia palveluita tai käyttäjämäärän kasvaessa yksittäisen virtuaalipalvelimen tehontarve kasvaa alun perin suunnitellusta. Tämän vuoksi isäntäpalvelinta valittaessa onkin hyvä, jos siihen jää vielä vapaita laajennuspaikkoja. Laajennusvaraa on hyvä olla ainakin seuraavien resurssien osalta:

- Prosessori
- Keskusmuisti

- Kovalevytila
- Lisäkorttipaikka (esim. verkkokorttia varten)

Seuraavassa kappaleessa tutustutaan käyttäjien kannalta yleensä huomaamattomaan mutta sitäkin tärkeämpään ylläpitotoimenpiteeseen; varmuuskopiointiin.

## **5.2 Varmuuskopiointi**

Tiedon hukkuminen tai tuhoutuminen lopullisesti on varmasti jokaisen ylläpitäjän pahin painajainen. Yrityksissä on usein tietoa, jonka arvoa on mahdoton mitata rahassa ja joka ei missään tilanteessa saa tuhoutua. Siitä huolimatta, että palvelinlaitteisto olisi suunniteltu kuinka vikasietoiseksi tahansa, voi eteen tulla tilanne, jossa laitteisto tuhoutuu esimerkiksi tulipalon tai muun onnettomuuden seurauksena. Tässä tilanteessa ajan tasalla oleva varmuuskopio on korvaamaton.

Virtuaaliset palvelimet asettavat monia uusia haasteita varmuuskopioinnille, mutta samalla ne tuovat myös uusia mahdollisuuksia perinteiseen palvelinympäristöön verrattuna. Seuraavissa kappaleissa esitellään erilaiset varmuuskopiointistrategiat yleisesti ja mitä erityistä tulee ottaa huomioon varmuuskopioitaessa virtuaalisia palvelimia.

Varmuuskopiointistrategian valinta on jälleen tapauskohtainen ja se tuleekin valita aina tapauskohtaisesti tiedon kriittisyyden sekä sallitun vasteajan mukaan. Suuremmissa yrityksissä on varsin yleistä pitää yllä Standby – palvelinta, joka on täysin identtinen itse pääpalvelimen kanssa. Tässä tapauksessa itse pääpalvelimen vikaantuessa Standby – palvelin saadaan usein käyttöön automaattisesti jopa muutamissa minuuteissa.

Kumpikaan suurista virtualisointiohjelmistojen valmistajista, Microsoft ja VMWare, eivät tue virtuaalisten levyjen online-kopiointia eli kopiointia

isäntäjärjestelmästä käsin siten, että virtuaalipalvelin olisi käynnissä. Molemmat valmistajat suosittelivatkin, että varmuuskopiointi hoidettaisiin perinteisellä tavalla eli käyttämällä erillistä agenttia vierasjärjestelmässä. Tiedostojen online – kopiointiin on olemassa erillisiä siihen tarkoitukseen suunniteltuja sovelluksia, mutta tässä tapauksessa varmuuskopiointin luotettavuutta ei voida taata. Mikäli tätä menetelmää halutaan kuitenkin käyttää, tulee varmuuskopioiden palauttaminen testata huolellisesti riittävän usein.

Kun suunnitellaan virtuaalisten palvelimien varmuuskopiointistrategiaa, tulee huomioida, että pelkkä vierasjärjestelmän varmuuskopiointi ei riitä. Myös itse isäntäjärjestelmän varmuuskopiointista tulee huolehtia ja erityisesti virtuaalisten palvelinten käyttämät konfiguraatitiedostot tulee myös varmuuskopioida. [11]

### 5.2.1 Agenttiperusteinen varmuuskopiointi

Varmuuskopiointiagentti on erityinen sovellus, joka sijaitsee järjestelmässä, joka halutaan varmuuskopioida. Sovelluksia löytyy monen tasoisia usealta eri valmistajalta, mutta pienessä ympäristössä riittää useimmiten sovellus, joka tulee käyttöjärjestelmän mukana. Käytettäessä käyttöjärjestelmän mukana tulevaa sovellusta, puhutaan kuitenkin yleisesti ”Ei agenttiperusteisesta” varmuuskopiointista. Agentin avulla varmuuskopiointi voidaan suorittaa useaan eri paikkaan, jotka pitävät sisällään niin verkon yli kopiointin kuin erilaiset varmuuskopiointimediat. [11]

Agenttiperusteinen tiedon varmuuskopiointi on suositeltu tapa hoitaa virtuaalisten palvelinten varmuuskopiointi. Tämä menetelmä ei eroa virtuaalisessa ympäristössä millään tavalla perinteisessä ympäristössä varmuuskopiointista; agentti ei tiedä, että käyttöjärjestelmän alla on virtualisointiohjelmisto.

Jos varmuuskopio halutaan tallettaa verkkoon, tulee huolehtia siitä, että virtuaalisella palvelimella on pääsy kyseiseen verkkoresurssiin ja myös tämä verkkoresurssi tietää reitin takaisin virtuaaliselle palvelimelle. Erityisesti, jos

käytössä on NAT verkko virtuaalisessa palvelimessa, tulee huolehtia erillisen reitin määrittelemisestä kopioitavaan järjestelmään, jotta tieto kulkee molempiin suuntiin. [11]

Varsin suosittu tapa hoitaa varmuuskopiointi agentin avulla on tallettaa varmuuskopio isäntäjärjestelmässä olevaan mediaan, kuten nauha-asemaan. Tässä tapauksessa yrityksen verkkoon ei kohdistu ylimääräistä kuormitusta, koska kaikki liikenne kulkee virtuaalisessa verkossa fyysisen palvelimen sisällä. Käytettäessä isäntäjärjestelmässä olevaa tallennusmediaa, tulee kuitenkin huomioida eräs tärkeä seikka; tallennusmediaa voi käyttää ainoastaan yksi asiakas kerrallaan. Varmuuskopion ottaminen voi kestää useitakin tunteja, joten tämä seikka on erityisen tärkeää huomioida tarkasti, jos useamman virtuaalisen palvelimen pitää pystyä ottamaan varmuuskopio esimerkiksi saman yön aikana. [11]

Agentit mahdollistavat normaalisti kolmen erilaisen varmuuskopiointivaihtoehdon. Nämä vaihtoehdot ovat:

- Täysi (Full) varmuuskopio
- Lisäävä (Incremental) varmuuskopio
- Erotteleva (Differential) varmuuskopio

Täysi varmuuskopio (Full backup) pitää nimensä mukaisesti sisällään kaikki levyllä olevat tiedostot. Tämä menetelmä on suositeltava, jos varmuuskopioitava tieto on erityisen tärkeää. Erityisesti virtuaalisten palvelinten yhteydessä tämä on suositeltu ja suosittu menetelmä. Tämän menetelmän huonona puolena voidaan mainita hidas varmuuskopion ottaminen sekä suuri tilantarve. [11]

Lisäävä varmuuskopio (Incremental backup) pitää sisällään kaikki tiedostot, jotka ovat muuttuneet edellisen varmuuskopion ottamisen jälkeen. Tämä menetelmä ei vaadi tallennustilaa yhtä paljon kuin edellinen, mutta tiedon

palautus on ongelmallisempaa, koska joissakin tapauksissa voidaan joutua palauttamaan useampi varmuuskopio.

Kolmas vaihtoehto on erotteleva varmuuskopio (Differential backup). Tässä menetelmässä kopioidaan kaikki ne tiedostot, jotka ovat muuttuneet edellisen täyden varmuuskopion ottamisen jälkeen. [11]

Oikean menetelmän valintaan ei ole olemassa tässäkään tapauksessa yhtä oikeaa vastausta. Sopiva strategia tulee valita aina tapauskohtaisesti ja usein se on sekoitus kaikista edellä esitellyistä menetelmistä. Esimerkiksi täysi varmuuskopio voidaan ottaa kerran viikossa ja osittainen varmuuskopio joka päivä tai tarvittaessa useamminkin. [11]

#### 5.2.2 Flat-File varmuuskopiointi

Jos ei jostakin syystä haluta käyttää erillistä agenttia varmuuskopiointissa, virtuaalikoneet mahdollistavat aivan erilaisen varmuuskopiointimenetelmän, joka ei perinteisessä ympäristössä ole mahdollinen. Kyseessä on niin sanottu Flat-File varmuuskopiointi. Menetelmä on alun perin lähtöisin tietokantojen varmuuskopiointista ja menetelmän ideana on yksinkertaisesti kopioida kaikki aiheeseen liittyvät tiedostot toiseen resurssiin.

Jotta tämä menetelmä olisi mahdollinen, tulee virtuaalikoneen olla sammutettuna. Tähän on kaksi erillistä syytä. Ensiksi, käytössä olevan tiedoston, tässä tapauksessa virtuaalisen levyn, kopiointi ei välttämättä onnistu sen ollessa käytössä ja tuloksena voi olla korruptoitunut kopio. Toiseksi, osa virtuaalikoneiden tiedosta on aina palvelimen keskusmuistissa, jota virtuaalikone käyttää puskurina.

Kuten sanottua, virtuaalikone joudutaan sammuttamaan varmuuskopiointiin ajaksi. Tämä menetelmä ei näin ollen sovi sellaisille palveluille, joiden pitää olla aina saatavilla ja käyttökatkot eivät ole hyväksyttäviä. Mikäli palvelin voidaan



sammuttaa, on tämä varmuuskopiointi menetelmä varsin yksinkertainen ja tiedon palautus on helppoa ja nopeaa.

Virtuaalikoneen sammuttaminen varmuuskopiointia varten voidaan hoitaa automaattisesti erilaisten scriptien avulla. Kun varmuuskopiointi on valmis, voidaan myös virtuaalikoneen uudelleenkäynnistys hoitaa automaattisesti scriptin avulla. Virtuaalikoneen tila voidaan ja pitää tallettaa ennen sammuttamista, jotta virtuaalikone palaa samaan tilaan uudelleenkäynnistyksen jälkeen. Tämä voidaan Microsoft Virtual Server:n tapauksessa varmistaa Virtual Server:n asetuksista käyttämällä selainpohjaista hallintatyökalua, joka on esitelty aiemmissa kappaleissa.

Seuraavassa kappaleessa keskustellaan asioista, jotka liittyvät tietojen palautukseen esimerkiksi laiterikon tai muun vahingon sattuessa. [11]

### **5.3 Palautus**

Kun tietoja häviää palvelimen tuhoutuessa tai muun odottamattoman vahingon sattuessa on ensisijaisen tärkeää, että on olemassa valmis suunnitelma tietojen palauttamiseksi häviämistä edeltäneeseen tilaan. Se, saadaanko kaikki tiedot palautettua, riippuu valitusta varmuuskopiointistrategiasta ja siitä milloin viimeisin varmuuskopiointi on suoritettu. Mikäli tietojen tuhoutuminen tapahtuu keskellä työpäivää, kaikkien tietojen palautus on varsin epätodennäköistä, sillä yleensä varmuuskopiointi suoritetaan yöaikaan.

Tietojen palautuksen suoritus riippuu kahdesta asiasta; millainen on valittu varmuuskopiointistrategia ja kuinka laaja vahinko on kyseessä. Mikäli kyseessä on täydellinen laitteiston hajoaminen, eli joudutaan palauttamaan koko järjestelmä, on palautus huomattavasti suurempi operaatio kuin muutaman yksittäisen tiedoston palauttaminen esimerkiksi käyttäjävirheen vuoksi. Kun joudutaan palauttamaan koko järjestelmä, tulee tietää tarkasti kaikki asetukset levyosioista lähtien aina asennettuihin sovelluksiin asti. Virtuaalisten palvelinten

tapauksessa tietojen palautus riippuu lisäksi siitä, onko kyseessä tietojen palautus virtuaaliselle palvelimelle vai onko koko isäntäjärjestelmä palautettava ennalleen. Mikäli koko isäntäjärjestelmä joudutaan palauttamaan, joudutaan myös virtuaalikoneet ja niiden tieto palauttamaan. Tästä syystä tuleekin tarkoin suunnitella, mitä virtuaalisia palvelimia asennetaan samalle isäntäpalvelimelle. Myös mahdollista palvelimien kahdentamista tai kokonaisen Standby – palvelimen ylläpitämistä kannattaa miettiä.

Koska kaikkia mahdollisia palautusvaihtoehtoja on mahdoton käsitellä tässä työssä, ei tähän asiaan paneuduta tämän tarkemmin. Tiivistettynä voidaan kuitenkin sanoa, että jokaisen ylläpitäjän tulisi kysyä itseltään kysymys ”Pystynkö palauttamaan järjestelmän tuhoa edeltäneeseen tilaan hyväksyttävässä ajassa?”. Mikäli vastaus on kielteinen, tulee koko varmuuskopiointistrategia ja tietojen palautus miettiä uudelleen. Vaikka valittu varmuuskopiointistrategia olisi kuinka hyvä tahansa, tulee tietojen palautus silti kokeilla erillisessä testiympäristössä aika ajoin, jotta tietojen palautus tositilanteessa onnistuu. Paras tilanne tietysti on, että palautuksen toimivuutta ei tarvitse ikinä testata tositilanteessa. [11]

#### ***5.4 Päivittäinen ylläpito***

Palvelimen virtualisoinnilla ei käytännössä ole vaikutusta päivittäiseen ylläpitoon; jokainen virtuaalipalvelin vaatii samanlaisen ylläpidon päivityksineen ja ohjelmistoasennuksineen kuin fyysinenkin palvelin. Ainoa ero fyysiseen ympäristöön onkin se, että palvelimeen ei enää ole fyysistä yhteyttä, vaan kaikki ylläpitotoimenpiteet hoidetaan etäyhteyden avulla. Tosin varsin harvoin fyysisenkään palvelimen ylläpitoa hoidetaan paikan päällä vaan siinäkin käytetään hyväksi etähallintaa.

Fyysisten palvelimien tapauksessa esimerkiksi muistin tai kovalevytilan lisäys tapahtuu tietysti paikan päällä, mutta virtuaalisen palvelimen tapauksessa tämäkin voidaan hoitaa etätyönä. Edellytyksenä virtuaalisen palvelimen

resurssien kasvattamiselle kuitenkin on, että fyysisellä palvelimella on tarjota halutut resurssit.

## ***5.5 Uuden virtuaalisen palvelimen käyttöönotto***

Kun yrityksessä halutaan ottaa käyttöön uusi palvelu, tarkoittaa tämä usein uuden palvelimen hankintaa. Virtuaalisessa tapauksessa tämä tarkoittaa uuden virtuaalisen palvelimen hankintaa. Mikäli virtualisointia käyttöönotettaessa on jätetty riittävästi resursseja varastoon, ei uuden virtuaalisen palvelimen lisäys edellytä välttämättä minkäänlaisia lisähankintoja laitteiston osalta. Lisenssien osalta tilanne on kuitenkin toinen, josta keskustellaan tarkemmin virtualisoinnin kustannuksia käsittelevässä kappaleessa.

### **5.5.1 Toimenpiteet ennen käyttöönottoa**

Ennen kuin uusi virtuaalinen palvelin voidaan ottaa käyttöön, tulee tarkkaan miettiä sen vaikutukset muuhun laitteistoon ja kuinka paljon resursseja uusi palvelu vaatii. Mikäli kyseessä on olemassa oleva palvelin, joka siirretään virtuaaliseen ympäristöön, on vaadittujen resurssien selvitys huomattavasti helpompaa kuin kokonaan uutta palvelua lisättäessä. Tässä tapauksessa apuna voidaan käyttää erilaisia suorituskykymittareita, joita sisältyy esimerkiksi Windows Server 2003 käyttöjärjestelmään.

### **5.5.2 Palvelimen asennus**

Virtuaalisen palvelimen asennus koostuu kahdesta erillisestä osiosta; virtuaalisen palvelimen luonnista ja vieraskäyttöjärjestelmän asentamisesta.

Uusi virtuaalinen palvelin luodaan Virtual Server:n selainpohjaisen hallintatyökalun avulla. Palvelimen luonnissa sille määrätään sen käyttämät resurssit esimerkiksi muistin ja levyn osalta. Virtuaalisen levyn luonnista keskusteltiin jo aiemmissa kappaleissa tarkemmin. Tässä vaiheessa myös

määrätään, millä tavalla virtuaalinen palvelin liittyy yrityksen verkkoon sekä mitä fyysisen palvelimen laitteita virtuaaliseen palvelimeen liitetään. Kaikkia näitä asioita pystytään kuitenkin muuttamaan vielä palvelimen luonnin jälkeenkin. Osa muutoksista kuitenkin vaatii, että virtuaalinen palvelin on sammutettuna.

Toinen vaihe virtuaalisen palvelimen luonnissa on vieraskäyttöjärjestelmän asentaminen. Tämä ei varsinaisesti eroa fyysisen palvelimen käyttöjärjestelmän asentamisesta. Asennus voidaan hoitaa käytännössä kahdella eri tavalla; perinteisesti asennusmedian avulla tai käyttämällä valmista levykuvaa. Tässä tapauksessa valmiin levykuvan käyttö tarkoittaa usein kokonaisen valmiin virtuaalisen levyn käyttöä, eli virtuaalisen palvelimen luontivaiheessa siihen kytketään valmis virtuaalilevy, johon on valmiiksi asennettu haluttu käyttöjärjestelmä.

Perinteisen asennusmedian avulla asennus tapahtuu samoin kuin fyysiselläkin palvelimella; asennusmedia laitetaan fyysisen palvelimen asemaan joka on liitetty virtuaaliseen palvelimeen. Tämän jälkeen uusi virtuaalipalvelin käynnistetään. Tässä tapauksessa joudutaan tekemään kaikki normaalit asennusrutiinit asetusten määrittelemisestä lähtien.

Huomattavasti nopeampi ja helpompi keino on kuitenkin käyttää valmista levykuvaa palvelimen asennuksessa. Levykuvan käyttö edellyttää, että se on ensin käsitelty Microsoftin SysPrep – työkalun avulla. Tämän työkalun avulla levykuvasta poistetaan kaikki yksilölliset asetukset, kuten IP-osoite ja koneen nimi, jotta nämä eivät häiritse yrityksen muuta infrastruktuuria. [15]

Valmista levykuvaa käyttämällä uuden virtuaalisen palvelimen asennus onnistuu jopa muutamissa minuuteissa. Jos tätä verrataan tilanteeseen, jossa pitää ensin hankkia fyysinen palvelin ja tämän jälkeen asentaa se käyttökuntoon, on virtuaalinen palvelin ylivoimainen nopeudessa.

### 5.5.3 Toimenpiteet käyttöönoton jälkeen

Kun uusi palvelin on asennettu käyttöjärjestelmineen, tulee siihen asentaa normaalisti kaikki päivitykset ja ohjelmistot mukaan lukien virustorjuntaohjelmisto. Tämän jälkeen palvelimen toimintaa on hyvä seurata erilaisten suorituskykymittarien avulla. Myös isäntäjärjestelmän toimintaa on tässä vaiheessa syytä seurata, jotta vältetään epämiellyttäviltä yllätyksiltä jatkossa. [16], [17]

## 6. KUSTANNUKSET

Yksi suuri syy palvelinten virtualisointiin siirtymiseen on usein kustannussäästöjen tavoittelemisen. Yrityksen tietojärjestelmästä aiheutuvat kustannukset voidaan jakaa usealla eri tavalla, mutta tässä yhteydessä ne on jaettu selkeyden vuoksi neljään eri kategoriaan; laitteisto-, lisenssi-, ylläpito- ja muihin kustannuksiin.

Virtualisoinnin mukanaan tuomat säästöt tai lisäkustannukset vaihtelevat aina tapauskohtaisesti ja tämän vuoksi niiden yksikäsitteinen selvittäminen on erittäin hankalaa eikä tässä yhteydessä mielekäästä. Lopullisten kustannusten suuruus selviää vasta pidemmän ajan kuluessa virtualisoinnin käyttöönotosta, joten tämänkään takia tämän työn puitteissa ei kustannuksiin voida kovin tarkasti paneutua. Lisäksi käytössä pitäisi olla tarkkaa historiatietoa syntyneistä kustannuksista ennen virtualisointiin siirtymistä, jotta vertailu olisi yleensäkin mahdollista.

Edellä mainituista syistä tässä työssä keskustellaan virtualisointiin liittyvistä kustannuksista varsin yleisellä tasolla ja annetaan ainoastaan viitteitä siitä mitä vaikutuksia virtualisoinnilla on yrityksen tietojärjestelmästä aiheutuviin kustannuksiin.

### **6.1 Laitteistokustannukset**

Laitteistokustannusten osuus tietojärjestelmään liittyvistä kokonaiskustannuksista vaihtelee paljon ja on suoraan verrannollinen lisenssikustannuksista, joista keskustellaan seuraavassa kappaleessa. VMWaren mukaan yritykset voivat virtualisoinnin avulla säästää pelkissä laitteistokustannuksissa jopa 28-53%. Yrityksen tietojärjestelmän koosta riippuen säästöä voi siis tulla huomattavasti. [21]

Tasapuolisten laskelmien tekeminen on varsin hankalaa, sillä virtuaalisten palvelinten suorituskyky ei yleensä ole samalla tasolla fyysisten palvelinten kanssa. Myös levytilan ja muistin määrä on usein niukempi. Toisaalta tämä on virtualisoinnin yksi tavoitekin, nostaa palvelinten käyttöastetta ja vähentää resurssien tuhlaamista. [18]

Seuraavassa laskelmassa on käytetty virtuaalisen ympäristön isäntäpalvelimelle hieman sovellettuna työssä aikaisemmin sivulla 33 esitellyn palvelimen mukaisia komponentteja. Valittu palvelin komponentteineen on esitelty alla olevassa taulukossa 19. Taulukossa esitellyt hinnat on otettu suuren tukkukauppiaan jälleenmyyjäsivuilta ja niissä on mukana 22% arvonlisävero sekä 10% myyntikate, jolloin hinta on lähellä todellista hintaa, jolla palvelin myydään asiakasyritykselle. [11]

**Taulukko 19:** Isäntäpalvelimen kokoonpano ja hinta virtuaalisessa ympäristössä

<b>Komponentti</b>	<b>Hinta</b>
IBM xSeries eServer 346 (2*1Gt NIC, RAID(0+1), 1Gt ECC DDR2, 2*HOT-SWAP Power)	3532
5*73Gt 15000 RPM Hot-Swap U320 scsi levy	2328
3Gt ECC DDR2	772
1*3 Ghz XEON (EM64T)	837
1*IBM Express NetXtreme Gigabit Ethernet Adapter	111
IBM ServerRAID 7k scsi - ohjain	448
3 vuoden paikan päällä takuu	0
<b>Yhteensä:</b>	<b>8029</b>

Tämän esimerkin palvelimella voidaan kokemuksen mukaan ajaa neljää virtuaalista palvelinta, joiden käyttöaste perinteisessä ympäristössä on kohtuullisen matala eikä käyttäjämäärä ole korkea. Käytännössä tämä palvelin riittää siis jo varsin laajaan palvelutarjontaan pk – yrityksessä ja kaikki tarvittavat palvelut saadaan useimmissa tapauksissa toteutettua yhden fyysisen palvelimen avulla.

Kustannusvertailun tekemiseksi seuraavassa taulukossa on laskettu hinta neljälle erilliselle fyysiselle palvelimelle, jotka vaadittaisiin samojen palvelujen tuottamiseksi perinteisessä ympäristössä. Palvelinten hinta on laskettu samoilla

periaatteilla kuin isäntäpalvelimen hinta virtuaalisessa järjestelmässä. Kokoonpano on pyritty pitämään mahdollisimman vertailukelpoisena virtuaalisen ympäristön kokoonpanoon verrattuna. Esimerkiksi vikasietoisuuteen on kiinnitetty huomiota myös perinteisen ympäristön palvelimessa sekä virtalähteiden että levyjärjestelmän osalta ja myös laitevalmistajan myöntämä takuu on molemmissa palvelimissa samanlainen. Esimerkin palvelin onkin ominaisuuksiltaan varsin yleinen pk – yrittäjän tietojärjestelmissä.

Virtuaalisen ympäristön tapauksessa itse isäntäpalvelin on perinteiseen ympäristöön nähden ”ylimääräinen”, jota voidaan kuitenkin tarvittaessa käyttää esimerkiksi pienenä tiedosto- tai tulostuspalvelimena. Näin ollen perinteisen ympäristön kustannuksissa voitaisiin laskea mukaan viisi erillistä palvelinta. Tässä esimerkissä käytetään kuitenkin vain neljää palvelinta, jolloin noudatetaan perinteistä yksi sovellus per palvelin ideologiaa.

**Taulukko 20:** Palvelimen kokoonpano ja hinta perinteisessä ympäristössä

<b>Komponentti</b>	<b>Hinta</b>
IBM xSeries eServer 226 (1*1Gt NIC, RAID(0+1), 512Mt ECC DDR2, 2*Hot-Swap Power	1802
512Mt ECC DDR2	181
2*36Gt 15000 RPM Hot-Swap U320 scsi levy	268
3 vuoden paikan päällä takuu	258
<b>Yhteensä:</b>	<b>2510</b>
<b>4 palvelimen hinta</b>	<b>10038</b>

Tämän esimerkin kokoonpanoilla laitteistokustannukset ovat virtuaalisessa ympäristössä noin 20 prosenttia alhaisemmat kuin perinteisessä ympäristössä. Euromääräisesti kustannussäästö ei kuitenkaan pienellä pk – yrittäjällä ole vielä hirmuisen suuri, tämän esimerkin mukaan vain noin 2000 euroa.

Tässä esimerkissä ei ole laskettu hintaa varmuuskopiointiratkaisulle, joka on kuitenkin välttämätön jokaisessa yrityksessä. Käyttämällä varmuuskopiointimediana esimerkiksi NAS – järjestelmää (Network Attached Storage), voidaan varmuuskopiointi molemmissa tilanteissa hoitaa samalla laitteistolla eikä tämän hinta näin ollen vaikuta lopputulokseen. [21]



## **6.2 Lisenssikustannukset**

Lisenssikustannusten suuruus yrityksessä riippuu siitä, käytetäänkö avoimeen lähdekoodiin perustuvia ohjelmistoja vai maksullisia lisenssin vaativia ohjelmistoja. Käytännössä tämä tarkoittaa usein sitä, onko valittu \*nix vai Windows – pohjainen tietojärjestelmä. Windows ympäristössä lisenssikustannukset vastaavat usein suuresta osasta yritysten tietojärjestelmien kustannuksista, kun taas \*nix ympäristössä lisenssikustannukset ovat vain murto-osa koko järjestelmän kustannuksista.

Virtualisointi ei varsinaisesti suoraan vaikuta syntyviin lisenssikustannuksiin, ainakaan alentavasti, sillä normaalisti jokainen virtuaalisella palvelimella oleva sovellus vaatii lisenssin samalla tavalla kuin perinteiselläkin palvelimella oleva sovellus. Usein isäntäjärjestelmässä ei myöskään ajeta muita sovelluksia kuin itse virtualisointisovellusta, jolloin käyttöjärjestelmälisenssejä vaaditaan jopa enemmän kuin perinteisessä ympäristössä.

Ohjelmistovalmistajat ovat kuitenkin julkaisseet erilaisia lisenssiohjelmia, jotka koskevat ainoastaan virtuaalisia ympäristöjä. Näiden ohjelmien tavoitteena on edesauttaa virtualisoinnin käyttöönottoa yrityksissä madaltamalla syntyviä lisenssikustannuksia perinteiseen ympäristöön verrattuna. Microsoft julkaisi oman ohjelmansa syksyllä 2005 ja selkiytti samalla omaa politiikkaansa virtuaalisen ympäristön vaatimista erilaisista lisensseistä. Ohjelman myötä esimerkiksi Windows Server 2003 Enterprise Edition – käyttöjärjestelmää voidaan yhdellä lisenssillä suorittaa neljässä virtuaalisessa palvelimessa isäntäpalvelimen lisäksi. Myös muissa ohjelmistoissa on samankaltaisia etuuksia perinteiseen ympäristöön nähden. [20], [24]

Virtuaalisessa ympäristössä on useita erityispiirteitä, jotka vaikuttavat ohjelmien lisensointiin. Esimerkiksi usean prosessorin järjestelmät tai useampiytimiset prosessorit aiheuttavat oman mielenkiintonsa lisensointiin, virtuaalinen palvelin kun ei kaikissa tapauksissa käytä kaikkia fyysisen palvelimen prosessoreja tai saattaa käyttää vain yhtä prosessorin useasta ytimeistä.

Usean ohjelmistovalmistajan lisenssipolitiikka tulee varmasti muuttumaan vielä useaan kertaan tulevien vuosien aikana, ennen kuin lopullinen lisenssipolitiikka löytyy. Varmaa kuitenkin on, että jokainen ohjelmistovalmistaja joutuu käymään oman lisenssipolitiikkansa tarkasti läpi, jotta kilpailijat eivät saa kilpailuetua omalla lisenssipolitiikallaan. [20], [21]

### **6.3 Operatiiviset kustannukset**

Operatiiviset kustannukset pitävät sisällään kaikki tietojärjestelmän ylläpitoon liittyvät kustannukset. VMWaren mukaan virtualisoinnin avulla yritys voi säästää operatiivisissa kustannuksissa jopa 72-79% perinteisessä ympäristössä syntyviin operatiivisiin kustannuksiin verrattuna. Operatiiviset kustannukset syntyvät tietojärjestelmän ylläpitoon kuluvista työtunneista ja niiden kustannuksista. Erilaisia ylläpitoimenpiteitä ovat mm. asennus-, konfigurointi- ja varmuuskopiointitoiminnot. [21]

Virtuaalinen palvelin vaatii samalla tavalla ylläpitoa kuin perinteinen fyysinenkin palvelin; päivitykset ja varmuuskopioinnit sekä kaikki muut toiminnot tulee suorittaa yhtä lailla molemmissa tapauksissa. Virtuaalisessa ympäristössä joitakin toimenpiteitä, kuten esimerkiksi varmuuskopiointi, on kuitenkin helpompi automatisoida kuin perinteisessä ympäristössä. Lisäksi uuden palvelimen asennus on virtuaalisessa ympäristössä huomattavasti nopeampaa perinteiseen ympäristöön nähden.

Suurin ero kuitenkin syntyy varmasti siinä, että virtuaalisen ympäristön tapauksessa palvelimet ovat laitteistoltaan samanlaisia ja näin päivittäinen ylläpito helpottuu huomattavasti. Säästöä kertyy esimerkiksi siitä, että ei tarvitse erikseen testata uusia laiteajureita usealle eri laitteelle. [21]

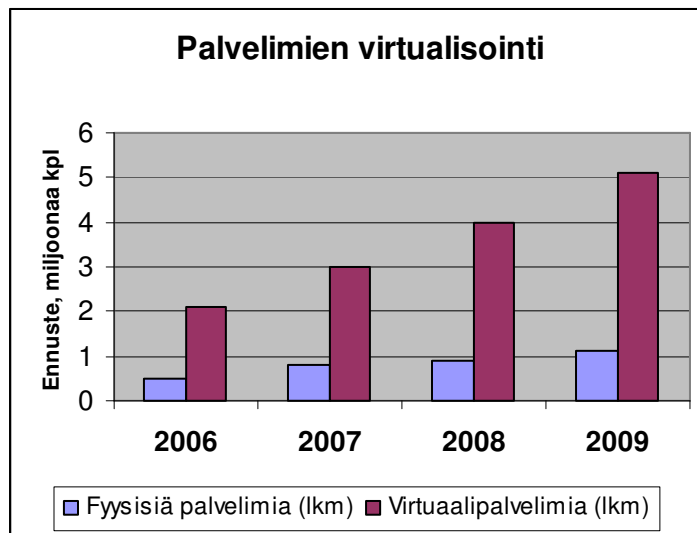
## **6.4 Muut kustannukset**

Virtualisoinnin avulla voidaan saavuttaa kustannussäästöjä myös muiden kuin laitteisto-, lisenssi- ja operatiivisten kustannuksien osalta. Muut kustannussäästöt syntyvät pääasiassa fyysisten palvelimien lukumäärän vähenemisen seurauksena. Mahdollista säästöä saadaan esimerkiksi laskeneiden sähkökustannusten seurauksena. Pienempi palvelinmäärä tuottaa myös lämpöä vähemmän, joten tämän seurauksena ilmastoinnin tarve pienenee, joka laskee myös osaltaan sähkökustannuksia. Suurempien tietojärjestelmien tapauksessa myös fyysinen tilantarve laskee virtualisoinnin avulla, jolloin säästöä syntyy myös sen osalta. [22],[23]

## 7. VIRTUALISOINNIN TULEVAISUUS

Vielä muutamia vuosia sitten virtualisointia käytettiin x86 - pohjaisissa palvelimissa käytännössä ainoastaan testaus- ja kehitysympäristössä, jossa se löi itsensä nopeasti läpi. Tämä tilanne on kuitenkin muuttunut nopeasti virtualisointiohjelmistojen kehityksen myötä ja tällä hetkellä jo yli puolet virtuaalipalvelimista onkin tuotantokäytössä. Virtualisointiohjelmistojen kehityksen lisäksi myös ohjelmistotoimittajien määrän kasvu sekä x86 - alustan tehon ja vakauden kasvu edesauttavat virtualisoinnin nopeaa yleistymistä. Tulevaisuudessa virtuaalisten palvelimien määrä tulee kasvamaan huomattavasti samalla, kun fyysisten palvelimien lukumäärä kasvaa vain vähän. Virtuaalisten palvelimien kasvunopeus on myös paljon fyysisten palvelinten lukumäärän kasvua nopeampaa. Tämä suhde käy hyvin ilmi alla olevasta taulukosta 21. [25]

Taulukko 21: Virtualisoinnin tulevaisuus [ IDC ]



Vielä tällä hetkellä virtualisointi tapahtuu pääosin ohjelmistotasolla, mutta jo aivan lähitulevaisuudessa pääpaino tulee muuttumaan enemmän ja enemmän suoraan laitteistotasolle. Suurten prosessorivalmistajien, Intel:n ja AMD:n, seuraavan sukupolven suorittimet sisältävät jo virtualisointia tehostavia ominaisuuksia, jolloin yhä suurempi osa virtuaalikoneiden koodista voidaan

suorittaa suoraan prosessorilla ilman suorituskykyä heikentävää emulointia. Tämä vaatii kuitenkin tuen virtualisointiohjelmistolta, ja suurimmat ohjelmistovalmistajat tulevatkin lisäämään tämän mahdollisuuden tuleviin ohjelmistoversioihinsa. [26], [27]

Tuki virtualisoinnille suoraan laitteistotasolla helpottaa myös virtualisointiohjelmistojen suunnittelua ja ohjelmistoista saadaan tehokkaampia ja samalla turvallisempia. Tehokkuus saadaan aikaan virtualisointiohjelmiston ”kevenemisellä”, koska osa sen toiminnoista siirtyy suoraan laitteistolle. Myös turvallisuuden paraneminen seuraa samasta asiasta, koska esimerkiksi muistin suojaus voidaan hoitaa suoraan laitteistotasolla eikä virtualisointiohjelmistolla. Virtualisointiohjelmistojen keveneminen lisää samalla entisestään virtualisoinnin turvallisuutta, sillä mitä yksinkertaisempi ohjelmisto on, sitä vähemmän se tarjoaa mahdollisuuksia ohjelmistopohjaisille hyökkäyksille, kuten viruksille. Vielä tällä hetkellä ei ole tiedossa yhtään virusta, joka olisi tarkoitettu hyökkäämään virtualisointiohjelmistoja vastaan, mutta tulevaisuudessa sellaisia tullaan varmasti näkemään. [26], [27]

Tällä hetkellä laitteistotason virtualisointi koskee kuitenkin ainoastaan prosessoria ja muita laitteita joudutaan edelleen käyttämään emuloinnin avulla. Seuraava vaihe virtualisoinnin kehittämisessä tulee varmasti olemaan tuen lisäys virtualisoinnille myös muihin laitteisiin kuin ainoastaan prosessoriin. Kehittämällä laitteistotason virtualisointia virtuaalisten palvelimien suorituskykyä saadaan nostettua lähemmäksi fyysisten palvelimien suorituskykyä ja näin mahdollistetaan yhä suorituskykykriittisempien palveluiden virtualisointi.

Myös itse virtualisointiohjelmit kehittyvät koko ajan, ja tulevaisuudessa niihin tulee paljon uusia ominaisuuksia helpottamaan esimerkiksi ylläpitoa ja virtuaalikoneiden siirtämistä fyysisten koneiden välillä. Esimerkiksi Microsoftin suunnitelmassa on, että virtuaalikone voidaan siirtää fyysiseltä koneelta toiselle ilman havaittavaa katkosta palvelussa. Microsoftin suunnitelmassa on myös integroida oma virtualisointiohjelmisto suoraan seuraavan sukupolven palvelinkäyttäjärjestelmäänsä. Tämä helpottaa virtualisoinnin käyttöönottoa

entisestään ja sen voidaankin ennustaa edesauttavan virtualisoinnin käyttöönottoa erityisesti pk – yrityksissä.

Virtualisoinnilla voidaankin ennustaa olevan menestyksekkäs tulevaisuus edessään. Sen käyttö tulee epäilemättä yleistymään yhä pienempien yritysten palvelinsaleissa ja sen ennustetaan tulevan lähitulevaisuudessa myös normaalien käyttäjien työpöydille yhä enenevässä määrin, niin koti- kuin yrityskäytössä. [28], [29]

## 8. JOHTOPÄÄTÖKSET

### *8.1 Suorituskyky*

Palvelimen suorituskyky on aina tärkeä asia ja sen tulee olla riittävä, jotta palveluiden toiminta on loppukäyttäjille sujuvaa. Vaikka fyysisten palvelimien suorituskyky on viime vuosina kasvanut nopeammin kuin palveluiden tehontarve, ei tilanne ylimääräisen suorituskyvyn suhteen ole sama perinteisessä ja virtuaalisessa ympäristössä.

Työssä suoritettujen suorituskykytestien perusteella virtuaalisen palvelimen suorituskyky on useilla mitatuilla alueilla selkeästi perinteistä palvelinta heikompi. Erityisesti levyjärjestelmän suorituskyky kärsii virtuaalisessa ympäristössä perinteiseen ympäristöön verrattuna varsin paljon. Myös verkkoliityntöjen toteutuksen ja niiden määrän suunnittelussa tulee olla tarkkana, etenkin jos palvelu vaatii paljon verkkokapasiteettia.

Työssä esitellyistä tuloksista ei kuitenkaan kannata tehdä liian hätäisiä johtopäätöksiä suorituskyvystä, koska testit suoritettiin virtualisointiohjelmiston oletusasetuksilla, joilla suorituskyky on varsin kaukana optimaalisesta tilanteesta. Huolellisella suunnittelulla virtuaalisen palvelimen suorituskykyä saadaankin nostettua testien tuloksista varsin paljon erityisesti levyjärjestelmän osalta. Testien tulokset korostavatkin lähinnä huolellisen suunnittelun tärkeyttä virtualisoinnin käyttöönotossa. Tulevaisuudessa virtuaalisten palvelimien suorituskyky tulee kuitenkin nousemaan nykyisestä tasosta virtualisointiohjelmistojen sekä laitteistotason virtualisoinnin kehittymisen seurauksena.

Vaikka virtuaalisen palvelimen suorituskyky ei ylläkään vielä tällä hetkellä perinteisen palvelimen tasolle, on sen suorituskyky oikein suunniteltuna silti riittävä useimmille palveluille. Heikentynyt suorituskyky ei myöskään näy loppukäyttäjille yhtä radikaalisti kuin mitä suorituskykyä mittaavat testit antavat

odottaa. Siirrettäessä palvelimia virtuaalialustalle ei kuitenkaan kannata laittaa liian montaa tehosyöppöä palvelinta samalle laitteistolle, vaikka virtualisointiohjelmistot mahdollistavat resurssien dynaamisen jakamisen niitä eniten tarvitseville palveluille, jolloin tietylle palvelimelle voidaan antaa muita palvelimia korkeampi prioriteetti ja näin yrittää taata parempi suorituskyky.

## **8.2 Kustannukset**

Tehostuneen resurssien käytön mukanaan tuomat kustannussäästöt ovat usein yksi tärkeä tavoite kun virtualisointia ollaan ottamassa käyttöön. Todellisten kustannusten selvittäminen vaatii kuitenkin pitkäaikaista seuranta ennen virtualisointia ja sen käyttöönoton jälkeen.

Työssä suoritettun esimerkkilaskelman perusteella virtualisoinnilla ei kuitenkaan saavuteta merkittäviä kustannussäästöjä laitteiston osalta. Virtualisoinnin avulla saavutetaan laskelman perusteella noin 20 prosentin säästöt laitteistossa perinteiseen ympäristöön nähden, joka ei euromääräisesti ole pk – yrittäjän tietojärjestelmässä erityisen suuri. Tietojärjestelmän koon kasvaessa voidaan kuitenkin päästä suhteellisesti suurempiinkin lukemiin.

Lisenssikustannusten selvittäminen on huomattavasti hankalampaa kuin laitteistokustannusten, koska niiden suuruus riippuu täysin yrityksen ohjelmistovalinnoista. Yleisesti ottaen virtualisoinnilla ei kuitenkaan saavuteta ainakaan merkittäviä säästöjä lisenssikustannuksissa pk – yrittäjän tietojärjestelmissä, koska käytännössä virtuaalisessa ympäristössä vaaditaan samat lisenssit kuin perinteisessäkin ympäristössä.

Ohjelmistovalmistajien lisenssipolitiikka on kuitenkin jatkuvan muutoksen alla tällä hetkellä ja vuoden päästä tilanne voi olla jo aivan erilainen. Microsoft ehti julkistamaan oman lisenssiohjelmansa koskien virtuaalisia ympäristöjä ensimmäisten yritysten joukossa. Nykyinen ohjelma ei kuitenkaan tuo pk –



yrittäjille vielä etua lisenssihinnoissa, vaan edut tulevat esiin vasta suurempien yritysten käyttämissä lisensseissä.

Virtualisoinnin avulla voidaan kuitenkin saavuttaa muitakin kustannussäästöjä kuin laitteiston ja lisenssien osalta. Muita kustannussäästöjä syntyy esimerkiksi pienentyneenä energiankulutuksena. Nämä kustannussäästöt ilmenevät pk – yrittäjänkin tietojärjestelmän tapauksessa, vaikkakaan ne eivät välttämättä ole erityisen merkittäviä ainakaan lyhyellä aikavälillä.

Tiivistettynä voidaan sanoa, että kustannussäästöt eivät saa olla ainoa tavoite, kun virtualisoinnin käyttöönottoa harkitaan pienessä yrityksessä, vaan taustalla pitää olla myös muita syitä ja tavoitteita.

### **8.3 Ylläpito**

Virtualisoinnin vaikutukset ylläpitoon eivät näy loppukäyttäjille, mutta ylläpitäjälle virtualisointi tuo joitakin suuriakin muutoksia. Virtuaalisen palvelimen käyttöönotto vaatii huolellisempaa suunnittelua kuin perinteisen palvelimen käyttöönotto, mutta käyttöönoton jälkeen ylläpito on melko samanlaista perinteisen ympäristön kanssa.

Varmuuskopiointiin virtualisointi tuo aivan uuden mahdollisuuden, flat-file varmuuskopioinnin. Tätä menetelmää ei kuitenkaan voida käyttää, mikäli palveluiden on oltava aina saatavilla. Monille pk – yrittäjille tämä on kuitenkin erinomainen varmuuskopiointiratkaisu.

Suurimpana virtualisoinnin mukanaan tuomana etuna ylläpidon kannalta voidaan pitää tietojärjestelmän yhtenäisyyttä, eli kaikki palvelimet ovat laitteistoltaan samanlaisia. Tällöin välttyään mm. useiden eri laitteistoajurien testaamiselta ennen tuotantokäyttöä.

## **8.4 Soveltuvuus PK - yrittäjän tietojärjestelmään**

Työn aikana syntyneiden käyttökokemusten mukaan virtualisointi sopii pk – yrittäjän tietojärjestelmään pienellä varauksella hyvin. Ennen kuin virtualisoinnin käyttöönottoa kannattaa harkita, tulee tarvittavia palveluita ja virtualisoitavia palvelimia olla kuitenkin useampia. Käytännössä minimimääränä voidaan pitää kolmea palvelinta, ennen kuin virtualisoinnilla saavutetaan mitään etua perinteiseen ympäristöön verrattuna.

Suurin hyöty, mitä virtualisoinnilla käytännössä pienessä tietojärjestelmässä saavutetaan, on tietojärjestelmän homogeenisuus. Tämän seurauksena uusien palveluiden käyttöönotto helpottuu ja myös testaus helpottuu, kun testattavien alustojen määrä pienenee. Erityisesti palveluyrityksessä, missä joudutaan testaamaan paljon erilaisia uusia palveluita ja ohjelmistoversioita, virtualisointi tarjoaa selkeitä etuja perinteiseen ympäristöön nähden.

Virtualisointiin siirtyminen tulee kuitenkin harkita tarkkaan, eikä siihen kannata siirtyä, ellei siihen ole olemassa selkeää tarvetta. Mikäli virtualisointi halutaan ottaa käyttöön vain, koska muutkin käyttävät sitä, tullaan todennäköisesti pettymään. Virtualisointiin siirtyminen on pitkä prosessi, ja luonnollinen tie sen käyttöönottoon, etenkin tietotekniikan palveluyrityksissä, onkin testausympäristön kautta tuotantoympäristöön.

## 9. LOPPUSANAT

Tämän työn aikana kohdeyrityksessä on onnistuneesti otettu käyttöön palvelinten virtualisointi käyttämällä Microsoftin Virtual Server 2005 – ohjelmistoa. Virtuaaliseen ympäristöön on saatu siirrettyä sekä omia että myös asiakkaiden palvelimia. Työlle alussa asetetut tavoitteet ovat täyttyneet varsin hyvin ja virtualisointi on todettu erittäin toimivaksi ratkaisuksi yrityksessä.

Työn alkuvaiheessa suunnitelmissa oli keskittyä tarkemmin suorituskykyyn ja vertailla VMWaren ja Microsoftin tuotteita keskenään, sekä tutkia eri konfiguraatioiden vaikutusta muun muassa muistin ja virtuaalilevyjen osalta suorituskykyyn. Tätä ei kuitenkaan todettu yrityksessä tarpeelliseksi ja näin työn painotus muuttui hieman suunnitellusta. Tästä syystä myös työn nimi muutettiin alkuperäisestä paremmin lopulliseen tuotokseen sopivaksi.

Työ pysyi koko ajan suunnitellussa aikataulussa eikä suurempia ongelmia ollut. Ainoaksi pieneksi ongelmaksi voidaan mainita lähdemateriaalin löytyminen, sillä vaikka virtualisoinnista löytyy paljon tietoa esimerkiksi Internetistä, on tämä tieto varsin pintapuolista ja näin tietoa on joutunut yhdistelemään useista eri lähteistä ehkä normaalia enemmän.

Työ virtualisoinnin parissa jatkuu kuitenkin vielä tämän työn jälkeenkin ja tulevaisuuden suunnitelmissa on uusien palveluiden lisäämisen lisäksi kiinnittää huomiota esimerkiksi palvelimien kahdentamiseen. Tämä työ antaa hyvän pohjan tulevalle jatkotyölle ja työstä uskotaan olevan hyötyä myös asiakkaillemme entistä laajempänä palveluvalikoimana.

## LÄHDELUETTELO

- [1] Computerworld. Plan on Server Virtualization [verkkodokumentti]. Yhdysvallat, 2006. Saatavilla.  
<http://www.computerworld.com/softwaretopics/os/story/0,10801,89232,00.html>
- [2] Networkworld. Moving beyond server virtualization [verkkodokumentti]. Yhdysvallat, 2006. Saatavilla.  
<http://www.networkworld.com/news/2006/010906-virtualization.html?page=2>
- [3] Utility Computing. Server virtualization: Enabling the on-demand future [verkkodokumentti]. Yhdysvallat, 2006. Saatavilla.  
[http://utilitycomputing.itworld.com/4830/040825virtualization/page\\_1.html](http://utilitycomputing.itworld.com/4830/040825virtualization/page_1.html)
- [4] Figueiredo, Renato & Dinda, Peter A & Fortes, Jose. University of Florida, Northwestern University. Resource Virtualization Renaissance. [pdf-dokumentti]. Yhdysvallat, 2005. Saatavilla.  
<http://csdl.computer.org/comp/mags/co/2005/05/r5028.pdf>
- [5] The Register. Microsoft will make you pay for Virtual Server [verkkodokumentti]. Yhdysvallat, 2006. Saatavilla.  
[http://www.theregister.co.uk/2005/08/29/ms\\_virtualserver\\_pay/](http://www.theregister.co.uk/2005/08/29/ms_virtualserver_pay/)
- [6] Search Datacenter. Define server virtualization [verkkodokumentti]. Yhdysvallat, 2006. Saatavilla.  
[http://searchdatacenter.techtarget.com/sDefinition/0,290660,sid80\\_gci1032820,00.html](http://searchdatacenter.techtarget.com/sDefinition/0,290660,sid80_gci1032820,00.html)
- [7] Menasce, Daniel A. Department of Computer Science George Mason University. Virtualization: Concepts, Applications and Performance Modeling. [pdf-dokumentti]. Yhdysvallat. Saatavilla.  
<http://cs.gmu.edu/~menasce/papers/menasce-cmg05-virtualization.pdf>

- [8] Computerworld. Sidebar: Server Virtualization [verkkodokumentti]. Yhdysvallat, 2006. Saatavilla.  
<http://www.computerworld.com/softwaretopics/software/story/0,10801,101240,00.html?from=story>
- [9] Serverwatch. Virtualization: More Services, Fewer Servers [verkkodokumentti]. Yhdysvallat, 2006. Saatavilla.  
[http://www.serverwatch.com/tutorials/article.php/10825\\_2197661\\_2](http://www.serverwatch.com/tutorials/article.php/10825_2197661_2)
- [10] Search CIO. Virtualization basics [verkkodokumentti]. Yhdysvallat, 2006. Saatavilla.  
[http://searchcio.techtarget.com/originalContent/0,289142,sid19\\_gci1155826,00.html](http://searchcio.techtarget.com/originalContent/0,289142,sid19_gci1155826,00.html)
- [11] Wolf, Chris & Halter, Erick M. Virtualization: From the Desktop to the Enterprise. Apress, 2005. 600 s.
- [12] Rosenblum, Mendel. Stanford University, VMWare. The Reincarnation of Virtual Machines. [verkkodokumentti]. Yhdysvallat, 2004. Saatavilla.  
<http://acmqueue.com/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=168>
- [13] Ronkainen, Timo. Server virtualization. Diplomityö. Lappeenranta teknillinen yliopisto, Tietotekniikan osasto, 2003. 80 s.
- [14] Microsoft Corporation. Virtual Server 2005 Technical Library [verkkodokumentti]. Yhdysvallat, 2006. Saatavilla.  
<http://technet2.microsoft.com/WindowsServer/en/Library/>
- [15] Microsoft Corporation. How To Use The System Preparation Tool to Perform Disk Duplication [verkkodokumentti]. Yhdysvallat 2006. Saatavilla.  
<http://support.microsoft.com/default.aspx?scid=kb;en-us;298491>

- [16] mPC 2/06. Talentum Media Oy, 2006. 74 s.
- [17] Storage Networking World Online. The virtues of server virtualization [verkkodokumentti]. Yhdysvallat, 2006. Saatavilla.  
[http://www.snwonline.com/tech\\_edge/server\\_virtualization\\_11-14-05.asp?article\\_id=634](http://www.snwonline.com/tech_edge/server_virtualization_11-14-05.asp?article_id=634)
- [18] e-Dynamics. Linux vs. Windows TCO comparison [pdf-dokumentti]. Belgia, 2002. Saatavilla. [http://www.e-dynamics.be/docs/linux\\_vs\\_windows\\_tco\\_comparison.pdf](http://www.e-dynamics.be/docs/linux_vs_windows_tco_comparison.pdf)
- [19] Microsoft Corporation. Virtualization licensing briefs [verkkodokumentti].  
Yhdysvallat, 2005. Saatavilla  
[download.microsoft.com/download/6/8/9/68964284-864d-4a6d-aed9-f2c1f8f23e14/virtualization\\_brief.doc](http://download.microsoft.com/download/6/8/9/68964284-864d-4a6d-aed9-f2c1f8f23e14/virtualization_brief.doc)
- [20] SearchWinIT.com, New Windows licensing simplifies server virtualization [verkkodokumentti]. Yhdysvallat, 2005. Saatavilla.  
[http://searchwin2000.techtarget.com/originalContent/0,289142,sid1\\_gci1132609,00.html?bucket=NEWS](http://searchwin2000.techtarget.com/originalContent/0,289142,sid1_gci1132609,00.html?bucket=NEWS)
- [21] Intel Corporation. Enhanced Virtualization on Intel Architecture based Servers [pdf-dokumentti]. Yhdysvallat, 2006. Saatavilla.  
[www.intel.com/business/bss/products/server/virtualization\\_wp.pdf](http://www.intel.com/business/bss/products/server/virtualization_wp.pdf)
- [22] Windows Networking. The Pros and Cons of Running Virtual Server [verkkodokumentti]. Yhdysvallat, 2006. Saatavilla.  
[http://www.windowsnetworking.com/articles\\_tutorials/Pros-Cons-Virtual-Server.html](http://www.windowsnetworking.com/articles_tutorials/Pros-Cons-Virtual-Server.html)

- [23] Itworld.com, Top 5 benefits of server virtualization [verkkodokumentti]. Yhdysvallat, 2005. Saatavilla.  
[http://utilitycomputing.itworld.com/4824/nls\\_windowsserver050411/page\\_1.html](http://utilitycomputing.itworld.com/4824/nls_windowsserver050411/page_1.html)
- [24] CNET News.com. Microsoft details virtualization plans [verkkodokumentti]. Yhdysvallat, 2005. Saatavilla.  
[http://news.com.com/Microsoft+details+virtualization+plans/2100-1012\\_3-5842778.html](http://news.com.com/Microsoft+details+virtualization+plans/2100-1012_3-5842778.html)
- [25] Tietoviikko numero 10. Kone irtoaa raudasta. Talentum Media Oy, 2006. 20 s.
- [26] Virtual PC Guy's weblog. Virtual Server 2005 R2 and hardware virtualization [verkkodokumentti]. 2006. Saatavilla.  
[http://blogs.msdn.com/virtual\\_pc\\_guy/archive/2006/05/01/587992.aspx](http://blogs.msdn.com/virtual_pc_guy/archive/2006/05/01/587992.aspx)
- [27] Intel Corporation. Intel Virtualization Technology.[pdf-dokumentti]. Yhdysvallat, 2005. Saatavilla. <http://www.cs.utah.edu/classes/cs7940-010-rajeev/papers/virt.pdf>
- [28] Q Associates. Server Virtualization [verkkodokumentti]. Englanti, 2006. Saatavilla.  
<http://www.topspin.qassociates.co.uk/solutions-server-virtualization.htm>
- [29] Computerworld. The server strategy: Virtualization [verkkodokumentti]. Yhdysvallat, 2006. Saatavilla.  
<http://www.computerworld.com.au/index.php/id;1734537766;relcomp;1>