

PALVELIMEN VIRTUALISOINTI

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Tietotekniikan koulutusohjelma
Tietoliikennetekniikka
Opinnäytetyö
Syksy 2010
Jukka Hiltunen

TIIVISTELMÄ

Tämä työ keskittyy virtualisointiin ja virtualisoinnin mahdollisiin soveltamistapoihin. Työssä on selvennetty mitä virtualisointi tarkoittaa, mitä virtualisoinnilla voidaan mahdollistaa ja mitkä virtualisoinnin merkittävimmät hyödyt ovat. Työn keskipisteessä on palvelinvirtualisointi ja työssä vertaillaan kahta tähän kykenevää virtualisointisovellusta; Microsoft Hyper-V:tä ja VMware Server 2:ta.

Virtualisoinnin kehitys on lähtöisin 1960-luvulta. Virtualisointi tarkoittaa tietoteknologiassa menetelmää, jolla fyysiset resurssit, kuten tietokoneen laitteisto, voidaan muuttaa erikokoisiksi loogisiksi resursseiksi. Tällä tavoin voidaan esimerkiksi mahdollistaa useamman virtuaalisen tietokoneen ajamisen yhden tietokoneen sisällä. Virtualisoinnin keskeiset osa-alueet ovat palvelinvirtualisointi, tallennusvirtualisointi, verkkovirtualisointi ja sovellusvirtualisointi. Virtualisoinnin merkittävimmät hyödyt ovat laitekannan tehokkaampi hyödyntäminen, keskitetty hallinta ja teknologian tuomat parannukset joustavuuteen, mukautuvuuteen ja tietojen varmuuskopiointiin.

Palvelinvirtualisointi, eli laitevirtualisointi, on yksi eniten hyödynnettyjä virtualisoinnin osa-alueita. Palvelinvirtualisoinnin voi toteuttaa usealla eri tavalla ja näitä eri tekniikoita ovat täysvirtualisointi, laitteisto-avustettu virtualisointi, käyttäjätasojen virtualisointi ja paravirtualisointi.

Virtualisointisovellusten vertailussa keskityttiin täysvirtualisointia edustaviin virtualisointiratkaisuihin. Microsoft Hyper-V ja VMware Server 2 osoittautuivat tasavertaisiksi ja samalle kohderyhmälle suunnatuiksi, vaikka ne määräytyiltä osa-alueilta erosivat toisistaan huomattavasti. VMware Server 2 tarjoaa kattavan ominaisuusvalikoiman ja Microsoft Hyper-V on varustettu Windows-ympäristöön tottuneelle käyttäjälle helposti lähestyttävällä käyttöliittymällä.

Virtualisoinnin teoriaan perehtyminen ja käytännön testauksien tekeminen osoittaa kuinka hyödyllinen ja monipuolinen kyseinen teknologia on. Virtualisoinnin hyödyntäminen yleistyy maailmanlaajuisesti yrityksissä ja organisaatioissa ja virtualisoinnista on tulossa keskeinen elementti jokapäiväistä IT-järjestelmien ja palveluiden ylläpitoa.

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Information Technology

HILTUNEN, JUKKA

Server virtualization

Bachelor's Thesis in telecommunications technology, 36 pages

Autumn 2010

ABSTRACT

The focus of this study is on virtualization and the possible applications of virtualization. The study provides a clarification of what virtualization means, what can be accomplished with virtualization and what benefits virtualization has. The main focus of the study is on server virtualization and the study compares two server virtualization applications, Microsoft Hyper-V and VMware Server 2.

Virtualization has been developed since the 1960's. In computer technology, virtualization means a method which can be used to transform physical resources, such as the hardware of a computer, to different sized logical resources. This can allow, for example, running of multiple virtual computers within one computer. The main fields of virtualization are server virtualization, storage virtualization, network virtualization and application virtualization. The most remarkable benefits of virtualization are better utilization of hardware, centralized management, and improvements in flexibility, adaptability and data backup.

Server virtualization, or hardware virtualization, is one of the most widely applied fields of virtualization. Server virtualization can be performed in multiple different ways and these techniques are full virtualization, hardware-assisted virtualization, operating system level virtualization and paravirtualization.

The virtualization applications compared in the study represent full virtualization solutions. Microsoft Hyper-V and VMware Server 2 turned out to be equal competitors and focused on the same target audience, even if they were remarkably different from each other in specific sectors. VMware Server 2 provides a comprehensive range of features and Microsoft Hyper-V is equipped with a well approachable interface to users familiar with Windows environments.

Familiarization with the theory of virtualization and the practical testing showed how beneficial and diverse the technology is. The future of virtualization looks good and its utilization will become more common in companies and organizations. Virtualization is becoming a central element in everyday administration of IT systems and services.

Key words: server, virtualization, Microsoft, Hyper-V, VMware

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	VIRTUALISOINTI	3
2.1	Virtualisointi yleisesti	3
2.2	Virtualisoinnin osa-alueet	3
2.3	Virtualisoinnin hyödyt	4
2.4	Virtualisoinnin haasteet	6
2.5	Virtualisoinnin historia	6
2.6	Virtualisoinnin nykykehitys	8
3	PALVELINVIRTUALISOINTI	10
3.1	Palvelinvirtualisointi yleisesti	10
3.2	Palvelinvirtualisoinnin tekniikat	12
3.3	Palvelinvirtualisointi hyödyntäen pilviteknologiaa	13
4	VIRTUALISOINTISOVELLUSTEN VERTAILU	15
4.1	Virtualisointisovellusten vertailun esittely	15
4.2	Microsoft Hyper-V	15
4.2.1	Microsoft Hyper-V käyttöönotto	17
4.2.2	Microsoft Hyper-V palvelinvirtualisointi	18
4.2.3	Microsoft Hyper-V ominaisuudet	22
4.2.4	Microsoft Hyper-V käytettävyys	23
4.3	VMware Server 2	24
4.3.1	VMware Server 2 käyttöönotto	25
4.3.2	VMware Server 2 virtualisointi	26
4.3.3	VMware Server 2 ominaisuudet	30
4.3.4	VMware Server 2 käytettävyys	32
4.4	Virtualisointisovellusten vertailun yhteenveto	33
5	YHTEENVETO	35
	LÄHTEET	37

LYHENNELUETTELO

CIFS	Common Internet File System, tiedostojakoprotokolla
CPU	Central Processing Unit, suoritin tai prosessori
ELMS	e-academy Licence Management System, MSDNAA- sovellusten jakelupalvelu
HP-UX	Hewlett-Packard UniX, Hewlett-Packardin kehittämä versio Unix-käyttöjärjestelmästä
IT	Information Technology, informaatioteknologia
MSDNAA	Microsoft Developer Network Academic Alliance, Microsoftin tarjoama sovellussopimus akateemisille organisaatioille
NAS	Network-attached Storage, tiedostopalvelintekniikka
NFS	Network File System, verkkotiedostojärjestelmäprotokolla
SAN	Storage Area Network, tiedostopalvelintekniikka
SCSI	Small Computer System Interface, tiedonvälitysstandardi
SP	Service Pack, päivityspaketti
USB	Universal Serial Bus, sarjaväyläliitäntä oheislaitteille
VHD	Virtual Hard Drive, virtuaalikoalevy
VM	Virtual Machine, virtuaalikone
VMM	Virtual Machine Monitor, virtuaalikoneiden hallintajärjestelmä
VSS	Volume Shadow Copy System, varmuuskopiointitekniikka

1 JOHDANTO

Nykypäivänä tietohallinnot ympäri maailman kamppailevat tietokeskuksien ja palvelinresurssien kanssa tavoitellen tehokkuutta, joustavuutta, mukautuvuutta ja säästöjä. Samalla kun yritystoiminta laajenee ja kehittyy, täytyy IT-palveluiden pysyä hetkessä kiinni ja tarjota käyttäjille nopeita ratkaisuja heidän tarpeisiinsa. Virtualisointitekniologia on tällä hetkellä tämän kaiken keskipisteessä.

Virtualisointi ei ole uusi ilmiö, vaan virtualisoinnin teknologinen kehitys on alkanut tietotekniikan alalla jo 60-luvulla. Virtualisointi on kehittynyt viime aikoina aktiivisesti, ja siitä on tullut useimmille yrityksille apu palvelinhallintaan. Palvelinvirtualisointi ja työasemavirtualisointi ovat nykyhetkellä laajasti käytettyjä ratkaisuja. Virtualisointi itsessään on termi jonkin näennäisen, eli virtuaalisen, luomiselle. Näin ollen virtualisoinnin vahvuus on siinä, että virtualisointi pysyy useimmiten näkymättömissä IT-palveluiden käyttäjille.

Tämä työ perehtyy siihen, mitä virtualisointi käytännössä tarkoittaa IT-palveluiden näkökulmasta ja mitä hyötyjä, käyttökohteita ja toteutustapoja virtualisoinnilla on. Työssä käydään läpi virtualisointitekniologian kehitystä virtualisoinnin ilmestymisestä nykyhetkeen.

Työ on jaettu kahteen osuuteen, joista teoriaosuus keskittyy edellä mainittuihin kysymyksiin ja asioihin. Teoriaosuudessa on esitelty myös lyhyesti pilvitekniologiaa. Työn käytännön osuus on keskittynyt kahden eri palvelinvirtualisointisovelluksen käyttöönottoon, testaukseen ja vertailuun. Nämä kaksi virtualisointisovellusta ovat Microsoft Hyper-V ja VMware Server 2, ja niiden alustana toimi Microsoft Windows Server 2008 Datacenter Enterprise -palvelin. Työssä on käsitelty virtualisovellusten käyttöönotto ja itse palvelinvirtualisointi sekä selvitetty mitä hyödyllisiä ominaisuuksia ja asetuksia virtualisointisovelluksista löytyy. Palvelinkäyttöjärjestelmä, jonka virtualisointia vertaillaan, on Microsoft Windows Server 2003 R2 Enterprise Edition SP2. Microsoft Hyper-V on integroitu palvelu Microsoft Windows Server 2008 -palvelimissa, ja VMware Server 2 on ilmainen virtualisointisovellus, joka on vapaasti saatavilla internetistä. Käytetyt Microsoft Windows Server -palvelimet ovat hankittu työtä varten ELMS-järjestelmästä (e-

academy Licence Management System) ilman kuluja Lahden ammattikorkeakoulun Microsoft Developer Network Academic Alliance (MSDNAA) -sopimuksen ansiosta. Työn käytännön osuudessa käytettiin yhtä tietokonetta, joka on Lahden ammattikorkeakoulun omistama. Työn aineistona käytettiin englanninkielistä Virtualization for Dummies (2nd HP Special Edition) -kirjaa, VMwaren ja Microsoftin omia sähköisiä dokumentaatioita sekä internetlähteitä.

Työn tarkoitus on antaa selkeä kuva IT-virtualisointiteknologiasta ja palvelinten virtualisoinnista kahden eri virtualisointisovelluksen näkökulmasta. Työtä voidaan hyödyntää omaa virtualisointiympäristöä suunnitellessa tai opetuskäytössä.

2 VIRTUALISOINTI

2.1 Virtualisointi yleisesti

Terminä virtualisointi tarkoittaa jonkin näennäisen luomista. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että luodaan jokin keinotekoinen asia, joka toimii ja näyttää luonnolliselta. Tietotekniikassa virtualisointi on menetelmä, jolla fyysisiä resursseja voidaan käyttää ja hallinnoida erilaisina loogisina resursseina. Tämä tarkoittaa sitä, että virtualisoitujen resurssien todelliset ominaisuudet ja arvot eivät näy järjestelmille, sovelluksille tai loppukäyttäjille, jotka käyttävät näitä resursseja. Tällä tavoin yksi fyysinen resurssi, kuten palvelin tai tallennusväline, voidaan jakaa toimimaan useampana loogisena resurssina. Tämä toimii myös päinvastoin, eli useampi fyysinen resurssi voidaan virtualisoinnin avulla näyttää yhtenä loogisena resurssina. (Golden 2009, 3.)

Virtuaalinen resurssi voi olla esimerkiksi virtuaalipalvelin, joka toimii rinnakkain toisten virtuaalipalvelimien kanssa yhdellä fyysisellä palvelimella. Tämä virtuaalipalvelin ei kuitenkaan tiedosta olevansa virtuaalinen, vaan palvelimella näkyy normaalisti sen käyttämä laitteisto, vaikka laitteisto ei ole todellinen, vaan emuloitu. (Wikimedia Foundation 2010.)

2.2 Virtualisoinnin osa-alueet

Virtualisoinnilla on useita käyttökohteita, ja tekniikat näiden takana eroavat huomattavasti toisistaan. Virtualisointiteknologian keskeiset osa-alueet ovat palvelinvirtualisointi, tallennusvirtualisointi, verkkovirtualisointi ja sovellusvirtualisointi. (Wikimedia Foundation 2010.)

Palvelinvirtualisoinnissa keskitytään laitevirtualisointiin, eli fyysisten laiteresurssien jakamiseen loogisiksi laiteresursseiksi, jotka voivat toimia omina palvelimi-

naan. Laitevirtualisoinnin osa-alueena on siirräntävirtualisointi, eli Input/Output-tiedonsiirtokanavien ohjaussignaalien virtualisointi. (Golden 2009, 13-14 & 18.)

Tallennusvirtualisointi pyrkii peittämään loogisen tallennusresurssin ja fyysisen tallennusresurssin välisen yhteyden loppukäyttäjälle samalla parantaen tallennusresurssien joustavuutta. Tällä tekniikalla voidaan kaikki fyysiset tallennusresurssit keskittää yhteen paikkaan, vähentäen ja helpottaen niiden tarvitsemaa ylläpitoa. (Golden 2009, 17-18.)

Verkkovirtualisointi mahdollistaa verkon uudelleenkonfiguraation loogisille verkko-yhteyksille lennosta, ilman fyysisiä muutoksia tai häiriöitä yleiseen verkkoliikenteeseen. Esimerkiksi Virtual Private Network (VPN) -verkko yhdistyy julkisen verkon yli muodostaen turvallisen etäyhteyden toiseen yksityiseen verkkoon. (Golden 2009, 19.)

Sovellusvirtualisointi on uusin virtualisoinnin osa-alue, ja sillä mahdollistetaan sovelluksien toimiminen paikallisesti ilman niiden vaatimaa käyttöjärjestelmää. Tämä tekniikka mahdollistaa esimerkiksi sen, että sovellusvirtualisointiohjelma toimii välikätenä käyttöjärjestelmän kanssa yhteensopimattoman ohjelman alustana. Sovellusvirtualisoinnin osa-alueita ovat istunto- ja työpöytävirtualisointi. (Golden 2009, 19-22.)

2.3 Virtualisoinnin hyödyt

Virtualisoinnilla on useita hyötytekijöitä, joiden ansiosta virtualisoinnin käyttäminen on yleistynyt. Yksi merkittävimpiä etuja on laitekannan tehokkaampi hyödyntäminen, joka lisää kustannustehokkuutta ja kutistaa itse laitekannan kokoa.

Useimmiten tavallinen palvelin ajaa omia määriteltyjä toimintojaan käyttäen vain 10 - 15 prosenttia laitteiston suorituskapasiteetista. Tässä tapauksessa huomattava osa potentiaalista suorituskapasiteettia jää käyttämättä, mikä virtualisoinnin avulla voitaisiin ottaa hyödyntää. Virtuaalisoinnin avulla laitteiston käyttöaste voidaan nostaa 70 - 80 prosenttiin samalla vähentäen tarvittun laitteiston määrää. Palvelin-keskuksien koko kutistuu kun useampi palvelin mahtuu yhdelle laitteelle, ja näin

ollen ilmastointivaatimukset ja sähkönkulutus pienenee. Virtualisoinnin ekologisuutta korostaa myös se, että laitekantaa uusiessa muodostuu vähemmän tekniikkaromua. (Golden 2009, 3-7 & 10-11.)

Ylläpidon kannalta virtualisointi auttaa hallinnoimaan IT-infrastruktuuria helpommin, nopeammin ja vähemmällä työllä. Virtualisointi parantaa myös IT-infrastruktuurin joustavuutta ja mukautuvuutta. Virtuaalipalvelimia voidaan hallita keskitystä näkymästä etäyhteyden välityksellä. Loogiset resurssit voidaan määrittellä uudestaan hetkessä, jos esimerkiksi jokin virtuaalipalvelin tarvitsee lisää muistia ja sitä on vapaana. Lisäksi tämä onnistuu ilman, että virtuaalipalvelinta tarvitsee käynnistää uudestaan. Uusien virtuaalipalvelinten pystytys on myös tavallisia palvelimia nopeampi prosessi, koska virtuaalipalvelimista voidaan tehdä tilannekuvia milloin vain, ja näistä tilannekuvista voidaan luoda uusia virtuaalipalvelimia hetkessä. (Golden 2009, 4-8.)

Fyysisten palvelimien siirtäminen paikasta toiseen lisää työtä, mikä on myös aikaa ja rahaa kuluttava prosessi, mutta virtuaalipalvelimet voidaan sen sijaan siirtää helposti suoraan verkon ylitse fyysiseltä virtualisointipalvelimelta toiselle. Useampaa virtualisointipalvelinta hyödyntämällä voidaan myös tehdä muutoksia fyysiseen laitteistoon ilman, että palvelut keskeytyvät loppukäyttäjän näkökulmasta. Virtualisoinnilla voidaan siis vähentää IT-palveluiden katkokkien määrää ja lyhentää niiden kestoja sekä estää tärkeiden töiden keskeytymistä. Tällä tavoin laiterikojen aiheuttavat katkokset voidaan minimoida. (Golden 2009, 5 & 8.)

Virtualisoinnin avulla on myös mahdollista toteuttaa tehokkaamman tason varmuuskopiointia jakamalla yksi looginen varmuuskopio kahdelle tai useammalla fyysiselle tallennusvälineelle. Tällä tavoin voidaan estää laiterikon aiheuttama tiedon häviäminen, koska sama tieto on tallentunut useammalle laitteelle. Tilannekuvat ovat tapa turvata virtuaalipalvelinten ja niillä pyörivien palveluiden toiminta. Usein isommat päivitykset tai muut laajemmat muutokset saattavat aiheuttaa epävakautta tai toimimattomuutta järjestelmissä ja tässä tilannekuvat pelastavat tilanteen. Virtuaalipalvelin voidaan hetkessä palauttaa samaan tilanteeseen, kuin missä virtuaalipalvelin oli ennen muutoksia, jos tästä hetkestä on olemassa

tilannekuva. Nämä ominaisuudet takaavat, että turvallisuuden taso kasvaa ja riskien hallinta helpottuu. (Golden 2009, 8-9.)

2.4 Virtualisoinnin haasteet

Vaikka virtualisointi helpottaa ja nopeuttaa palvelinten ylläpitoa, virtualisointi ei tarkoita, että ylläpitohenkilökunnan pätevydestä voidaan karsia. Virtualisointipalvelinten ylläpitäjien täytyy olla koulutettuja ja päteviä, jotta ylläpidon tehokkuus voidaan taata. Koulutuskulut huomioon ottaen virtualisointiratkaisua valittaessa yrityskäyttöön, täytyy valintaprosessissa olla perehtynyt virtualisointiratkaisuihin, koska yksittäisen valmistajan koulutus on vain tuotekohtaisesti pätevää. Lisäksi on myös tärkeää ottaa huomioon, että useimmiten kaupallisia ratkaisuja lisensoidaan prosessori- ja ydinmäärän mukaan, mikä saattaa aiheuttaa ongelmia sopivaa ratkaisua valittaessa. Näiden lisenssien lisäksi tarvitaan mahdollisesti jokoista virtualisoitua palvelinta kohden oma käyttöjärjestelmälisenssi. (Golden 2009, 59-60.)

Virtualisointisovelluksista saa irti kaiken hyödyn vain jos laitekanta on riittävän tehokas. Perustettaessa täysin virtualisoitua palvelininfrastruktuuria, voivat aloituskustannukset nousta korkeiksi laitekustannuksien takia. Virtualisointi voi myös aiheuttaa ongelmia, jos jotkin laitteet tai sovellukset eivät ole yhteensopivia virtuaaliversion kanssa. Lopuksi on kannattavaa olla selvillä kustannuksiin nähden, mitä on järkevää virtualisoida ja mitä ei. (Golden 2009, 61-62.)

2.5 Virtualisoinnin historia

Virtualisointiteknologian kehitys sai alkunsa 1960-luvulla. Termi *virtuaalikone* on oletettu saaneen alkunsa kokeellisesta IBM M44/44X -tietokonejärjestelmästä, jota IBM kehitti 1960-luvun alussa. IBM oli myös ensimmäinen täysvirtualisointiin kykenevän tietokonejärjestelmän kehittäjä. Tietokoneen malli oli IBM S/360-40 (katso KUVIO 1.) ja tietokoneen käyttöjärjestelmänä toimi CP-40. IBM CP-40:n kehitys alkoi vuonna 1964, ja ensimmäinen kaupallinen versio julkaistiin

1967, jolloin IBM CP-40 oli ainoa käyttäjärjestelmä, joka pystyi täysin virtualisoimaan samanaikaisesti useita tietokoneita. CP-40:n virtuaalikoneita pystyi käyttämään yksittäisinä tietokoneina ja niihin pystyi asentamaan eri versioita IBM:n S/360-alustan käyttäjärjestelmistä. Tätä kehitystä seurasi vallankumoukselliseksi siteeratut IBM System/360-67 -tietokone ja CP-67 -käyttäjärjestelmä. IBM:n lisäksi teknologiaa oli aktiivisesti kehittämässä 1960- ja 1970-luvuilla General Electric Company (GE) ja Burroughs Corporation, joka tunnetaan nykyään nimellä Unisys. (Wikimedia Foundation 2010.)



KUVIO 1. IBM System/360 (IBM Bets Big on System/360 2008.)

1980-luvulla virtualisointitekniikan kehitykseen liittyivät useita uusia yhtiöitä kuten AT&T, Microsoft ja Locus Computing Company. Tällöin virtualisointitekniikan uutuuksia olivat mm. sovellusvirtualisointi ja virtuaaliverkot. 1990-luvun merkittävimpiä virtualisointijulkaisuja oli Apple Macintosh -tietokoneilla Microsoft Windows-käyttäjärjestelmän virtuaaliseen ajoon kykenevä Connectix Virtual PC, jonka Microsoft myöhemmin vuonna 2003 osti itselleen. Vuonna 1998 virtualisointimarkkinat saivat uuden tulokkaan yhtiöstä nimeltä VMware, joka nousi nopeasti yhdeksi virtualisointitekniikan kärkikehittäjistä. VMware julkaisi ensimmäisen tuotteen VMware Workstationin vuonna 1999, ja siitä tuli maailman ensimmäinen täysivirtuaalisointiin kykenevä x86-pohjainen virtualisoin-

tisovellus. Tämä toimi suunnan osoittamisena muille valmistajille, jotka alkoivat välittömästi kehittää omia vastaavia tuotteitaan. (Wikimedia Foundation 2010.)

2000-luvun alussa virtualisointi oli lähtenyt uuteen nousuun ja markkinoille alkoi ilmestyä myös ilmaisia ja avoimen lähdekoodin virtualisointisovelluksia. Xen-virtualisointisovelluksesta tuli maailman ensimmäinen avoimen lähdekoodin virtualisointisovellus vuonna 2003, kun sovelluksen kehittäjät Cambridgen yliopistosta julkaisivat sovelluksen ilmaiseksi. Cambridgen XenProject-kehitysryhmästä muodostui samalla yhtiö nimeltä XenSource, Inc., jonka Citrix Systems osti vuonna 2007 sulauttaen XenSource:n ohjelmistotarjonnan oman merkkinsä alle. Hewlett-Packard liittyi myös virtualisointiyhtiöiden joukkoon vuonna 2005 julkaistessaan Hewlett-Packard UniX -käyttöjärjestelmälleen (HP-UX) Integrity Virtual Machines -sovelluksen. VMware liittyi vuosina 2005 ja 2006 ilmaisten virtualisointiratkaisujen tarjoajien joukkoon VMware Player ja VMware Server -tuotteillaan. Itse virtualisointitekniikan puolella ilmestyi myös uusia haaroja vuonna 2006, kun sovellusvirtualisointi ja -streamaus sovelluksia alkoi ilmestyä markkinoille. (Wikimedia Foundation 2010.)

2.6 Virtualisoinnin nykykehitys

Nykyhetkellä virtualisointitekniikan kehitys ja kilpailu on aktiivista yritysten kesken. Uusia nousijoita ilmestyy joka vuosi tuoden tuoreita innovaatioita markkinoille. Pilviteknologia on ollut puheenaiheena viime vuosina, ja tästä syystä virtualisointitekniikan valmistajat ovat keskittäneet resurssejaan tämän teknologian kehitykseen. Pilviteknologian vastaanotto ei kuitenkaan ole ollut täysin positiivinen, koska siihen sisältyy vielä tällä hetkellä useita huolenaiheita nostattavia asioita. On kuitenkin selvää, että pilviteknologia edustaa virtualisoinnin tulevaisuutta. (Pentikäinen 2008.)

Pilviteknologia, tai pilvilaskenta, on Internetin välityksellä jaetun tietokoneverkoston kapasiteetin hyödyntämiseen perustuva virtualisointitekniikkaa soveltava dynaaminen laskentamenetelmä. Pilviteknologian kautta voidaan missä päin maailmaa tahansa olevat palvelimet yhdistää yhdeksi hallinnoitavaksi loogiseksi re-

surssiksi, eli pilveksi. Tämä kapasiteetti voidaan sitten jakaa halutulla tavalla eri virtuaalikoneiden kesken ja virtuaalikoneet sijoittaa toimimaan vapaasti yhden tai useamman palvelimen varassa. Pilviteknologiaa käyttämällä loppukäyttäjä voi esimerkiksi sijoittaa oman työasemansa mihin tahansa verkkoon, joka on yhteydessä Internetiin ja kutsua pilvestä oman virtuaalityöpöytänsä. Pilviteknologia mahdollistaa sen, että yritykset voivat tarjota toisilleen omia IT-palveluitaan julkisen verkon ylitse siten, että palvelu suoritetaan paikallisesti loppukäyttäjän työasemalla. (Wikimedia Foundation 2010.)

Pilviteknologian kärkikehittäjiä tällä hetkellä ovat enimmäkseen Internet-palveluihin keskittyvät Amazon, Google ja Salesforce. Tämän hetken suurimmat virtualisointiteknologian valmistajat, kuten Microsoft, VMware, HP ja IBM, ovat myös mukana pilviteknologian markkinoilla. (Wikimedia Foundation 2010.)

Pilviteknologiaa koskien on huolenaiheita, joihin pyritään saada ratkaisuja. Merkittävimmät ongelmat tulevat asioissa, kuten yksityisyys, turvallisuus, standardit, määräystenmukainen toiminta ja lakikysymykset. Pilviteknologia on kaikesta huolimatta osoittautunut perinteistä virtualisointia sopivammaksi ratkaisuksi useille yrityksille. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että pilviteknologia tulisi korvaamaan missään vaiheessa perinteistä virtualisointia, vaan pilviteknologia tulee olemaan yksi ratkaisu muiden rinnalla. (Wikimedia Foundation 2010.)

3 PALVELINVIRTUALISOINTI

3.1 Palvelinvirtualisointi yleisesti

Palvelinvirtualisointi tarkoittaa käytännössä sitä, että fyysisen palvelimen laitteisto virtualisoidaan loogiseksi resurssiksi, joiden päälle pystytetään niitä käyttäviä virtuaalipalvelimia. Yleisimmissä tekniikoissa virtuaalipalvelin pystytetään niin sanotun *hypervisor* -hallintasovelluksen (tunnetaan myös nimellä Virtual Machine Monitor, eli VMM) kautta emuloidulle laitealustalle asentamalla suoraan levyltä tai levykuvalta haluttu käyttöjärjestelmä. Tarvittavien asennuksien ja määrityksiensä jälkeen tämä virtuaalipalvelin voidaan yhdistää virtuaaliverkkosovittimen kautta yrityksen verkkoon toimivaksi palvelimeksi. Hallintasovelluksen kautta voidaan tarvittaessa muun muassa muodostaa yhteys palvelimeen, sammuttaa tai käynnistää uudestaan palvelin ja tehdä muutoksia palvelimen käyttämiin loogisiin resursseihin. Yrityskäyttöön suunnitelluissa virtualisointiratkaisuissa hypervisorit pysyvät yleensä myös hallinnoimaan virtualisoituja tallennusvälineitä, kuten Storage Area Network (SAN) ja Network-Attached Storage (NAS) -ratkaisuja. Hallintasovellus seuraa virtuaaliresurssien toimintaa, tilastoi ylläpidollisesti merkittävät tapahtumat lokitietoihin ja ilmoittaa ylläpidolle mahdollisista ongelmista ja vikatilanteista. Hallintasovellus ajaa myös tarvittaessa automatisoituja toimintoja, joihin kuuluu esimerkiksi varmuuskopioiden ja tilannekuvien ottaminen. Useisiin hallintasovelluksiin saa myös etäyhteyden toiselta työasemalta, joten pikaiset hätätapaukset tai muutokset voidaan toteuttaa lähimmältä työasemalta, joka on samassa verkossa palvelimen kanssa. (Wikimedia Foundation 2010.)

Palvelinvirtualisoinnista keskusteltaessa vastaan tulee useita termejä, jotka saattavat jäädä epäselviksi ilman tarkempaa tietoa siitä, mitä mikäkin termi tarkoittaa. Seuraavaksi tässä osiossa käydään läpi yleisimpiä termejä.

Isäntäkone, eli Host Machine (tai Host System), tarkoittaa fyysistä laitteistoa jonka päällä virtualisointia ja virtuaalikoneita pyöritetään. Vieraskäyttöjärjestelmät ovat hypervisor-hallintasovelluksen kautta virtuaalikoneiden päälle asennettuja käyttöliittymiä, joille näkyvät vain virtuaalikoneiden loogiset resurssit. Vieras-

käyttöjärjestelmillä ei ole suoraa yhteyttä isäntäkoneen resursseihin, vaan ne tiedostavat ainoastaan niille emuloidut laitteet.

Levykuvalla, eli imagella, tarkoitetaan tiedostoja joihin on talletettu massamuistin sisältö ja rakenne täydellisesti. Levykuvia voi käyttää emulointi- tai virtualisointisovelluksien kautta siten, että levykuva näkyy kuin alkuperäinen massamuisti (esimerkiksi CD- tai DVD-levy), mistä levykuva on luotu. Tilannekuva, eli snapshot, on virtuaalipalvelimen tilanteesta otettu tallenne, johon voidaan tarvittaessa palata, jos virtuaalipalvelimella tehdyistä muutoksista tulee ongelmia. Tilannekuvat tallentuvat yleensä samalla tiedostolle missä kapseloitu virtuaalikone sijaitsee, mutta tilannekuvia voidaan käyttää myös uusien virtuaalipalvelinten luonnissa.

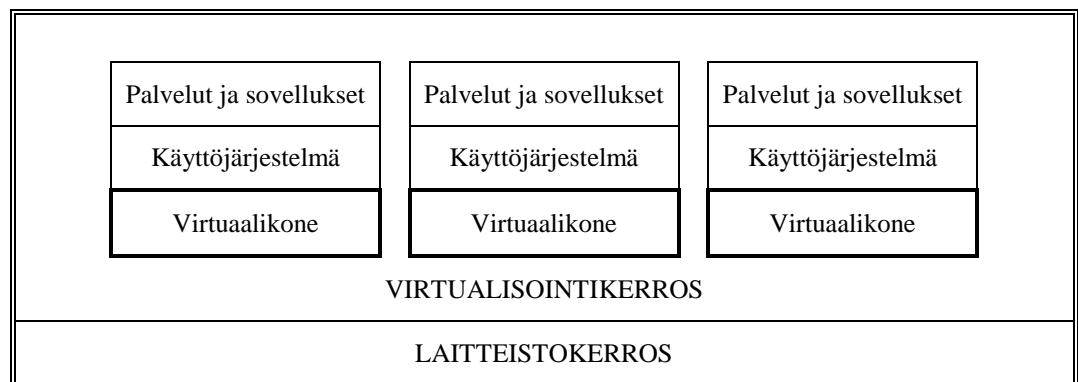
Kapseloinnista puhuttaessa tarkoitetaan virtuaalikoneen kovalevyn koteloimista yksittäisen tiedoston sisälle, jolla mahdollistetaan kovalevyn helppo kopioiminen ja siirtäminen isäntäkoneelta toiselle. Käytännössä kapseloitu virtuaalikovalevy on kuin levykuva. Migraatiolla tarkoitetaan juuri tätä virtuaalikoneiden siirtämistä isäntäkoneelta toiselle. Suoramigraatio (englanniksi Live Migration) on kehittyneempi tekniikka, jolla migraatio voidaan toteuttaa virtuaalikoneen ollessa päällä ilman, että virtuaalikoneen toiminta keskeytyy. Migraation yhteydessä käytetään usein myös termiä konsolidaatio, joka tarkoittaa palvelinten keskittämistä yhteen paikkaan hyödyntäen virtualisointia. Isolaatiolla, eli eristyksellä, pidetään virtuaalikoneet toisistaan eristettyinä yksilöinä, jolloin yhden virtuaalikoneen toiminta tai ongelmat ei vaikuta toiseen. Isolaatio ei kuitenkaan eristä virtuaalikoneita isäntäkoneen ongelmilta, kuten laitevioilta tai virtualisointijärjestelmän kaatumisilta. (Wikimedia Foundation 2010.)

High Availability, eli korkea käytettävyys, on IT-järjestelmien suunnittelussa käytettävä menettelytapa, jonka tavoite on taata järjestelmien toimivuus aina loppukäyttäjille. Palvelinvirtualisoinnissa tätä periaatetta on sovellettu tekniikoiden kehityksessä ja High Availability -tekniikat pyrkivät takaamaan virtuaalikoneen toiminnan aina. Suorasiirto on yksi esimerkki tällaisesta tekniikasta, mutta High Availability -tekniikka tarkoittaa yleensä sitä, että virtuaalikoneen toiminta taataan ajamalla varalla samoja palveluja tarjoavaa virtuaalikonetta toisella isäntäkoneel-

la. Virtuaalikoneen kaatuessa tai sammussa, varalla oleva virtuaalikone jatkaa toimintaansa automaattisesti ilman havaittavaa katkosta. Tällä tavoin kriittiset palvelut voidaan turvata paremmin epämiellyttäviltä yllätyksiltä. (Golden 2009, 27-28.)

3.2 Palvelinvirtualisoinnin tekniikat

Palvelinvirtualisoinnin voi toteuttaa usealla eri tavalla. Näitä eri palvelinvirtualisoinnin tekniikoita ovat täysvirtualisointi, laitteisto-avustettu virtualisointi, käyttöjärjestelmätason virtualisointi ja paravirtualisointi. Palvelinvirtualisoinnin ratkaisua päätettäessä on hyvä huomioida, mikä virtualisointitekniikka sopii tarkoitettuun käyttöön parhaiten.



KUVIO 2. Täysvirtualisointi

Täysvirtualisoinnilla (englanniksi Full virtualization) tarkoitetaan menetelmää, jossa käytettävän fyysisen laitteiston ja virtualisointitason välissä ei ole ylimääräistä kerrosta, vaan virtuaalikoneet ovat hypervisorin kautta suoraan yhteydessä fyysisiin resursseihin laite-emuloinnin avulla (katso KUVIO 2.). Kaikki täysvirtualisointisovellukset eivät välttämättä tarvitse alustukseen käyttöjärjestelmää, vaan osa voidaan asentaa suoraan isäntäkoneelle. Täysvirtualisointi on mahdollista vain jos käytetään oikeaa fyysisen laitteiston ja virtualisointisovelluksen yhdistelmää. Tästä on merkittävänä hyötynä se, että virtualisointikerroksessa voidaan ajaa useampia erilaisia käyttöliittymiä erillisillä virtuaalikoneilla. Tässä työssä vertailussa olevat virtualisointisovellukset edustavat täysvirtualisointia. (Wikimedia Foundation 2010.)

Laitteisto-avustettu virtualisointi (englanniksi Hardware-assisten virtualization) mahdollistaa sen, että fyysinen laitteisto ymmärtää suoraan virtuaalikoneilta tulevat käskyt ilman hypervisorin toimista välikätenä. Tästä syystä laitteisto-avustettu virtualisointi tunnetaan myös nimillä kiihdytetty virtualisointi ja natiivivirtuaalisointi. Intel ja AMD ovat molemmat tuoneet markkinoille omat suorittimet, jotka tukevat laitteisto-avustettua virtualisointia. Tätä tekniikkaa voidaan hyödyntää täys- ja paravirtualisoinnin kanssa ja molemmissa laitteisto-avustettu virtualisointi parantaa isäntäkoneen prosessoritehon hyödyntämistä. (Wikimedia Foundation 2010.)

Käyttöjärjestelmätason virtualisointi (englanniksi Operating system-level virtualization) on sitä, että isäntäkoneen käyttöjärjestelmä mahdollistaa useamman samaa käyttöjärjestelmää olevan vieraskäyttöjärjestelmän ajamisen samanaikaisesti. Isäntäkoneen sisälle luodaan uusi eristetty virtuaaliympäristö, eli instanssi tai säiliö, joka pystyy käyttämään suoraan isäntäkoneen resursseja ilman emulointia. Tällä tavalla voidaan varmistaa, että isäntäkoneen resurssit jaetaan tasaisesti, eikä yksi käyttäjä ei voi aiheuttaa koko järjestelmän jumitumista. (Wikimedia Foundation 2010.)

Paravirtualisointi toimii osittain samalla periaatteella kuin käyttöjärjestelmätason virtualisointi. Merkittävin ero on siinä, että paravirtualisoidun käyttöjärjestelmän päällä voidaan myös ajaa eri käyttöjärjestelmiä. Tämä ei kuitenkaan onnistu ilman sitä, että paravirtualisoituun käyttöjärjestelmään tehdään ohjelmallisia muutoksia. Lisäksi on syytä ottaa huomioon, että kaikki eri käyttöjärjestelmäyhdistelmät eivät ole tuettuja. Paravirtualisoinnissa hypervisor ei emuloi laitekantaa, vaan koordinoi virtuaalikoneiden laiteresurssien käyttöä. (Wikimedia Foundation 2010.)

3.3 Palvelinvirtualisointi hyödyntäen pilviteknologiaa

Pilviteknologiaa voidaan hyödyntää myös yksityisissä verkoissa palvelinvirtualisoinnin tehostamiseksi. Käytännössä yksityinen pilvilaskenta mahdollistaa virtuaalisille resursseille pidemmälle viedyn asteen joustavuutta, mukautuvuutta,

automaatiota ja turvallisuutta. Resurssien jakaminen muuttuu saumattommaksi, ja isäntäkoneiden yhteistyö korostuu.

Yksi esimerkki yksityistä pilvilaskentaa hyödyntävistä virtualisointiratkaisuista on VMware vSphere 4. Tämä on yhdysvaltalaisen VMware, Inc. tunnetuimpiin palvelinvirtualisointialustoihin kuuluvien VMware ESX:n ja ESXi:n ympärille rakentuneen VMware Infrastructure -perheen uusin laitos. Tämä uusin pilvilaskentaa ja dynaamista skaalattavuutta promovoiva versio on VMwaren ensimmäinen pilviteknologiaa hyödyntävä sovellus. VMware vSphere 4 sisältää kaikki Infrastructure 3:n ominaisuudet päivitettyinä lisäten samalla uutta ja tehden siitä näin monipuolisemman kuin aiempi versio. VMware vSphere 4 sisältää tarvittavan teknologian yksityisen pilvilaskentajärjestelmän luomiseen. (VMware vSphere 2010.)

VMware vSphere 4:n pilviteknologia mahdollistaa samanaikaisesti koko IT-infrastruktuurin virtualisoinnin palvelimista työasemiin ja sovelluksiin sekä IT-infrastruktuurin hallinnoinnin keskitetysti. Täysin virtualisoidun IT-infrastruktuurin ylläpidon tukemiseksi ja helpottamiseksi VMware on yhdistänyt laajan valikoiman yrityksen virtualisointitekologioitaan samaan pakettiin. Vastaavia ratkaisuja on myös tulossa kilpailevilta kehittäjiltä, joten niin sanotut yksityiset pilvet tulevat näillä näkymin yleistymään yritysten käytössä. (Private Cloud Computing 2010.)

4 VIRTUALISOINTISOVELLUSTEN VERTAILU

4.1 Virtualisointisovellusten vertailun esittely

Tässä osuudessa perehdytään kahden eri virtualisointisovelluksen testaukseen. Vertailtavien ohjelmien tärkeimpinä valintakriteereinä ovat olleet sovelluksien nopea käyttöönotto, maksuttomuus ja yksinkertainen ylläpito. Vertailussa osaluokina ovat sovellusten käyttöönotto, palvelinvirtualisointi, ominaisuustarjonta ja käytettävyyden taso. Vertailu toteutettiin vuoden 2009 kesällä.

Vertailun testit suoritettiin rajoitetussa aikataulussa yhdellä työasemalla. Tämä rajoitti muun muassa virtuaalipalvelinten välillä käytettävien ominaisuuksien testaamista. Virtualisointiin käytetty työasema oli opiskelijoiden lainakäyttöön tarkoitettu Dell Optiplex -pöytätietokone. Isäntäkoneen suorituskyvystä vastasi Intel Core2 Quad CPU Q6600 2,4 GHz -neliydinprosessori ja keskusmuistia oli yhteensä 4 gigatavua DDR3-muistikampoina.

Lähtökohtana vertailulle isäntäkoneelle asennettiin ensimmäisenä englanninkielisen Microsoft Windows Server 2008 Datacenter Enterprise Standard -palvelinkäyttöjärjestelmän 64-bittinen versio. Vieraskäyttöjärjestelmäksi virtuaalikoneille asennetaan Microsoft Windows Server 2003 Enterprise SP2. Käytännön havainnoista osa on dokumentoitu kuvankaappauksina ja osa muistiinpanoina, joita käytetään tämän työn pohjana.

4.2 Microsoft Hyper-V

Microsoft Hyper-V:n (koodinimeltään Viridian) kehitys lähti alun perin Microsoft Windows Server 2008 -palvelinkäyttöjärjestelmää varten ja Hyper-V:n ensimmäinen viimeistelty versio julkaistiin 26. kesäkuuta 2008. Myöhemmin Microsoft Hyper-V:stä kehitettiin oma erillinen virtualisointisovellus nimeltä Microsoft Hyper-V Server 2008, jonka julkaisu tapahtui samana vuonna 1. lokakuuta. (Wikimedia Foundation 2010.)

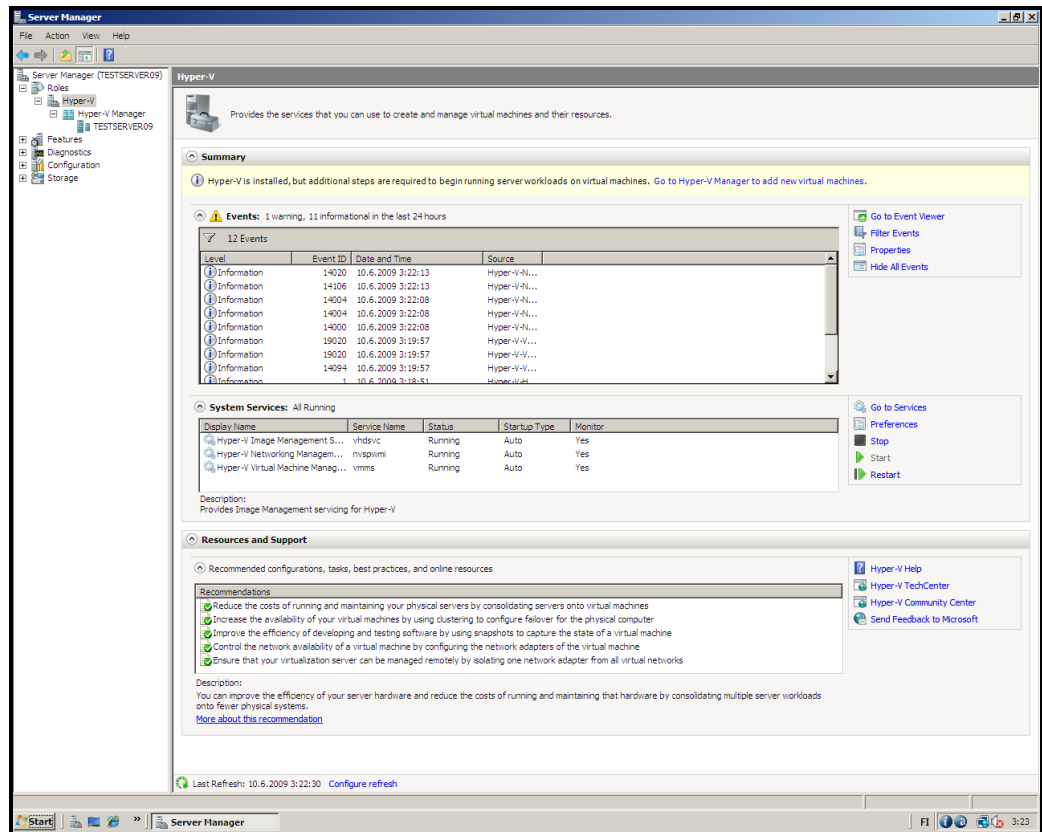
Microsoft Hyper-V virtualisointiprosessi eroaa hieman tavanomaisista täysvirtualisointisovelluksista. Tämä ei kuitenkaan näy loppukäyttäjälle eikä huomattavasti ylläpitäjällekään. Microsoft Hyper-V virtualisoi käytännössä koko hallintajärjestelmän omalle virtuaaliosiolle, jota Hyper-V kutsuu emo-osioksi. Hyper-V:n iso-loidut yksiköt kantavat nimeä partitio, eli osio. Tämän emo-osion päällä pyörii Windows Server 2008, jonka kautta hallinnoidaan muita virtuaaliosioita ja joka ohjaa virtuaaliosioden laitekäskeyjä. Virtuaalikoneita voidaan tällä periaatteella kutsua lapsiosioiksi. Hyper-V:n erillisessä versiossa tämä emo-osio ei sisällä kaikkia Windows Server 2008:n ominaisuuksia ja rooliversiossa Windows Server 2008:n toiminta on rajoitettu. Tässä työssä keskitytään Microsoft Windows Server 2008 -versioon, joka voidaan kyseisessä palvelinkäyttöjärjestelmässä määrittellä palvelimen rooliksi. (Microsoft 2010.)

Microsoft Hyper-V:n tuettuihin vieraskäyttöjärjestelmiin lukeutuvat:

- Windows Server 2008 x86/x64 SP1/SP2 ja R2
- Windows HPC Server 2008
- Windows Server 2003 x86/x64 SP2 ja R2 SP2
- Windows 2000 Server SP4 ja Advanced Server SP4
- Windows 7 *
- Windows Vista SP1/SP2 *
- Windows XP Professional SP2/SP3 ja x64 SP2
- SUSE Linux Enterprise Server 10 SP2 ja versio 11
- Red Hat Enterprise Linux 5.2/5.3/5.4 x86/x64

* Huomio! Windows 7 ja Windows Vistan Home -versioille ei ole tukea.
(Microsoft 2010.)

4.2.1 Microsoft Hyper-V käyttöönotto

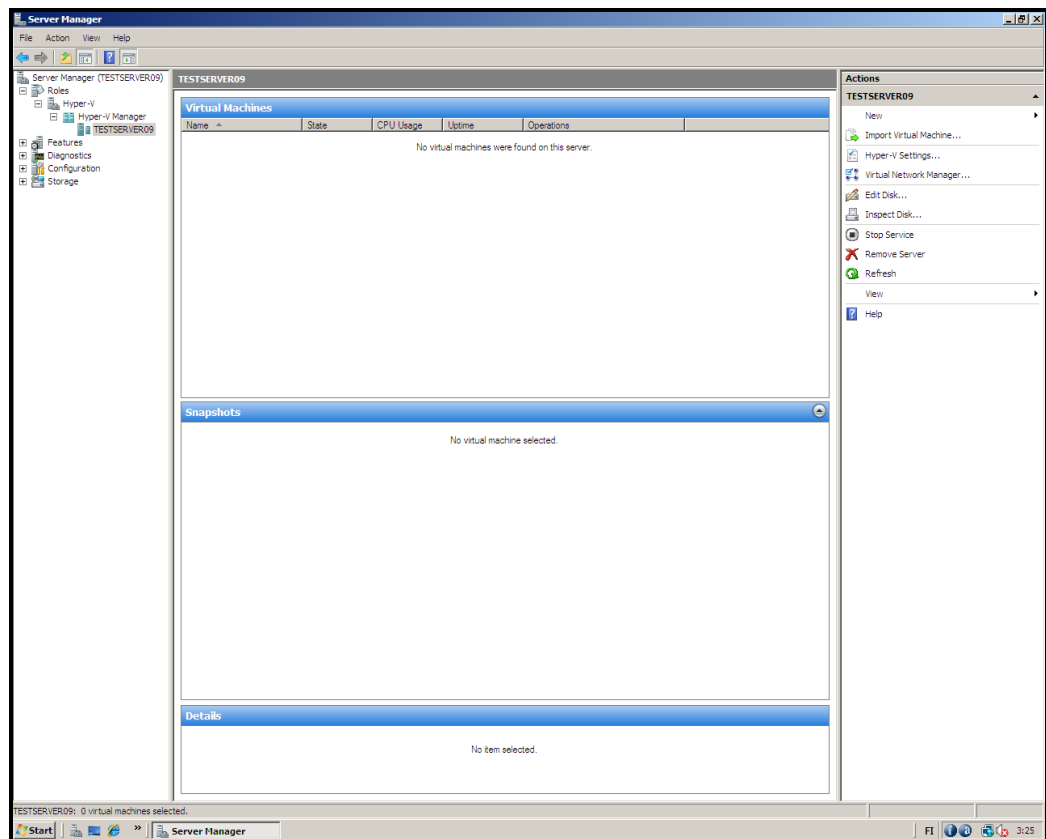


KUVIO 3. Microsoft Hyper-V käynnistysnäky

Microsoft Hyper-V:n rooliversion käyttöönotto alkaa Microsoft Windows Server 2008:n Server Manager -hallintatyökalun kautta, josta palvelimelle voidaan määrittellä rooleja ja tarkistella palvelimen toimintaa sekä tehdä muutoksia palvelimen asetuksiin. Tässä Microsoft Windows Server 2008 -versiossa ilmestyneessä uudessa hallintatyökalussa on tavoiteltu selkeää ja helppokäyttöistä linjaa ylläpitoa ajatellen. Hyper-V:n roolin asennus onnistuu vain muutamalla valinnalla selkeän roolinlisäysavustajan kautta. Roolinlisäysavustajassa (englanniksi Add Role Wizard) valitaan haluttu rooli asennettavaksi ja edetään valiten Hyper-V:n käyttöön tuleva verkkosovitin sekä lopulta asentaen Hyper-V:n rooli palvelimelle. Tämän jälkeen palvelin tarvitsee käynnistää uudestaan kahdesti ja nämä uudelleenkäynnistykset onnistuvat automaattisesti hyväksymällä käyttöjärjestelmän ehdotus. Näiden uudelleenkäynnistysten aikana Microsoft Hyper-V asentuu suoraan laitekannan päälle, jonka jälkeen itse Windows Server 2008 -palvelin käynnistyy Hyper-V:n päällä erillisenä emo-osiona. Asennuksen jälkeen Hyper-V:tä voidaan

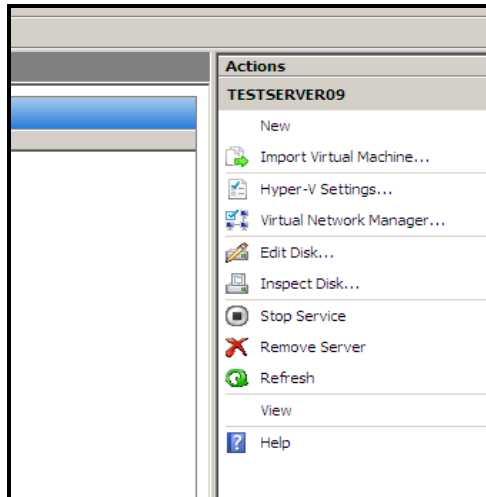
hallinnoida Server Manager -hallintatyökalun kautta erillisessä Hyper-V Manager -näkyssä (katso KUVIO 3.). Tätä kautta yhdistettyjen palvelinten virtuaalikoneita voidaan hallinnoida helposti keskitetystä näkymästä.

4.2.2 Microsoft Hyper-V palvelinvirtualisointi



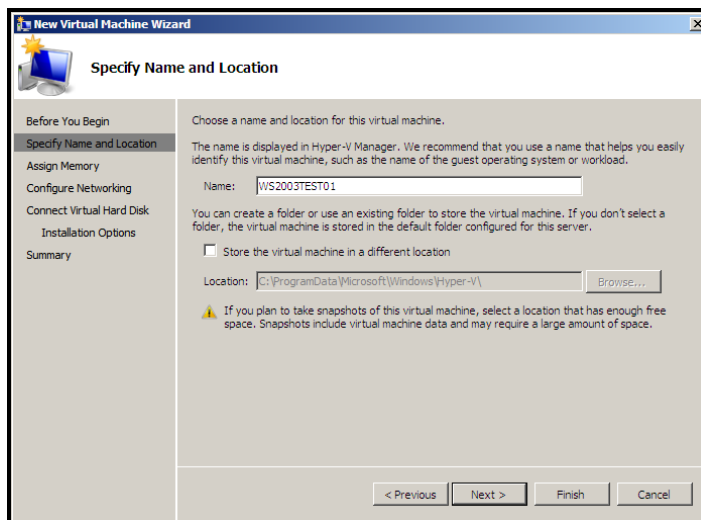
KUVIO 4. Microsoft Hyper-V Managerin palvelinnäkymä

Microsoft Hyper-V Managerin kautta päästään paikalliselle palvelimelle luomaan virtuaalikoneita (katso KUVIO 4.). Valitsemalla toimintolistasta (katso KUVIO 5.) New, voidaan aloittaa uuden virtuaalipalvelimen luomisprosessi. Virtuaalikoneen voi myös tuoda, eli importoida, palvelimelle kapseloidusta virtuaalikonetiedostosta. Tässä vaiheessa virtuaalikone luodaan tyhjästä, mutta importointitoimintoon palataan, kun käsitellään Hyper-V:n ominaisuuksia ja käytettävyyttä.



KUVIO 5. TESTSERVER09 -palvelimen toimintolista

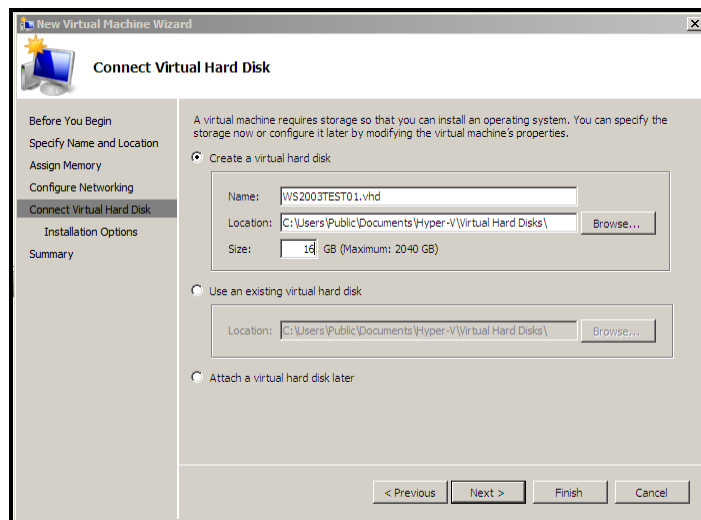
Virtuaalikoneelle valitaan ensimmäisenä nimi ja varastointisijainti (katso KUVIO 6.). Avustaja ehdottaa automaattisesti nimeä ja määrittelee sovelluksen oletustallennuspolun Hyper-V:n virtuaalikoneiden tallennuspaikaksi. Seuraavaksi määritellään käytettävän keskusmuistin määrä ja valitaan verkkosovitin virtuaalikoneen käyttöön.



KUVIO 6. Virtuaalikoneen nimeäminen ja tallennussijainnin valinta

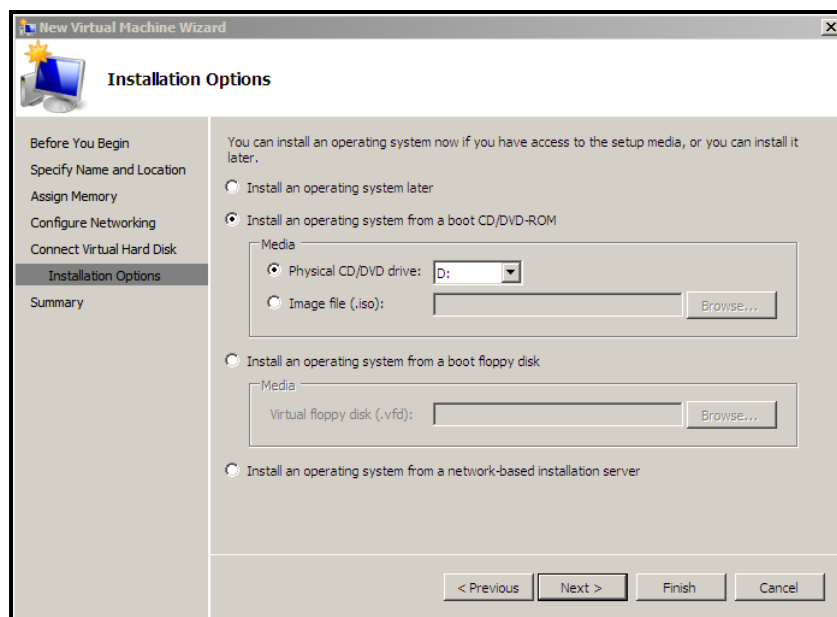
Käyttöön tulevan virtuaalikovalevyn (englanniksi Virtual Hard Drive, eli VHD) määrittelyt tehdään seuraavaksi ja tässä voidaan valita luodaanko uusi virtuaalikovalevy vai otetaanko käyttöön jo olemassa oleva virtuaalikovalevy (katso KUVIO 7.). Jos tässä vaiheessa luodaan uusi virtuaalikovalevy, tulee tälle määri-

tellä sijainti ja koko. Halutessaan voidaan tämä vaihe ohittaa ja yhdistää tai luoda virtuaalikovalevy myöhemmin erikseen.



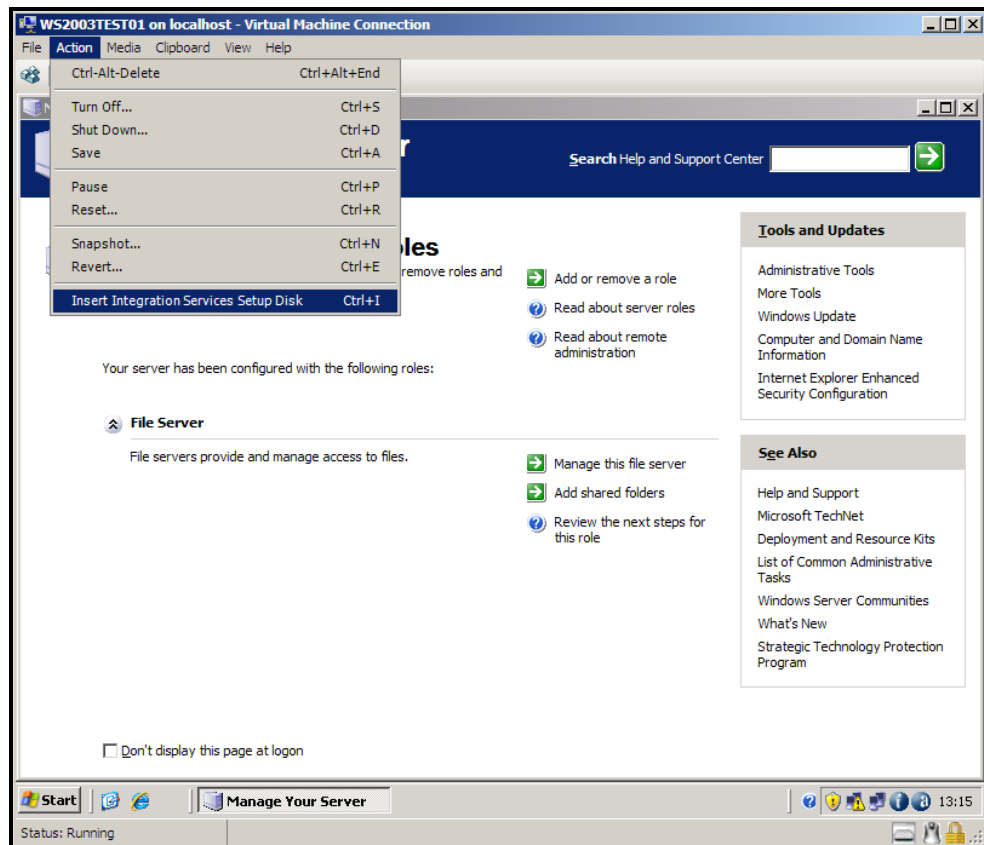
KUVIO 7. Virtuaalisen kovalevyn (VHD) määritykset

Asennuksen viimeisessä vaiheessa valitaan mitä kautta virtuaalikoneelle asennetaan käyttöjärjestelmä (katso KUVIO 8.). Vaihtoehtoina ovat käyttöjärjestelmän asennus levyltä, levykvalta, virtuaalista käynnistyslevyettä käyttäen tai verkkopohjaiselta asennuspalvelimelta. Käyttöjärjestelmän asennuksen voi myös ohittaa ja jättää myöhemmälle ajalle halutessaan.



KUVIO 8. Käyttöjärjestelmän asennusvaihtoehdot

Jos asennuksen päättää tehdä heti, käynnistyy virtuaalikone välittömästi ja lähtee asentamaan valittua kautta käyttöjärjestelmää. Käyttöjärjestelmän asennus etenee samalla tavoin kuin tavallisella tietokoneella ja tässä vaiheessa siihen voidaan tehdä virtuaalikoneen yhdistysnäkömön kautta määrikyksiä, samalla valvoen, että kaikki menee oikein. Käyttöjärjestelmän asentumisen jälkeen kannattaa ensimmäisenä ajaa virtuaalikoneelle Integration Services Setup Disk -asennuspaketti yhteysnäkömön toimintovalikon kautta (katso KUVIO 9.). Tämä asennuspaketti parantaa virtuaalikoneen ja fyysisten resurssien välistä integraatiota ja ilman asennuspakettia virtualisoidussa Microsoft Windows Server 2003 -käyttöjärjestelmässä ei saatu esimerkiksi verkkokorttia toimimaan.

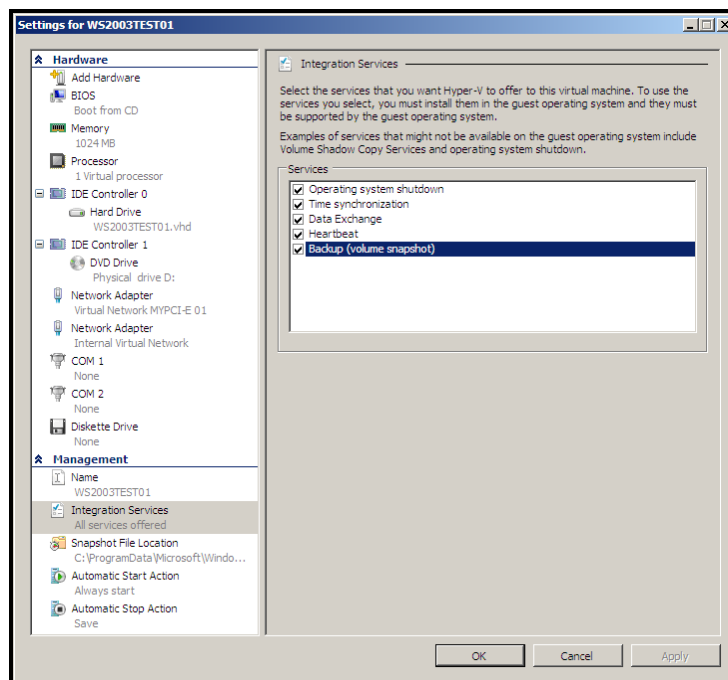


KUVIO 9. Virtuaalikoneen toimintovalikko

Tämän jälkeen virtuaalikoneen luomisprosessi on valmis ja voidaan siirtyä palvelimen käyttöönnottoon. Tässä työssä ei käsitellä palvelininfrastruktuurin rakentamista tätä tarkemmin, vaan seuraavaksi keskitytään Hyper-V:n ominaisuustarjontaan ja mitä kaikkea valmiille virtuaalikoneelle voidaan tehdä.

4.2.3 Microsoft Hyper-V ominaisuudet

Hyper-V:n virtuaalikoneille tehtävät muutokset onnistuvat kätevästi virtuaalikoneen asetusnäkyvästä (katso KUVIO 10.). Asetuksista voidaan muuttaa kesken ajon virtuaalikoneen loogisia resursseja, kuten keskusmuistin määrää ja kovalevyn kokoa. Näkymä on selkeästi lajiteltu, ja muutokset päivittyvät lyhyellä viiveellä virtuaalikoneelle. Asetuksien kautta voidaan myös määrittellä kuinka virtuaalikone käyttäytyy isäntäkoneen sammumisen ja käynnistyksen yhteydessä. Asetuksista voi havaita yksi Hyper-V:n heikkouksista, ja tämä heikkous on USB-massamuistien (Universal Serial Bus) tukemattomuus. Asetuksista löytyvät lisäksi niin sanotut integraatiopalvelut, joihin lukeutuvat varmuuskopiointi tilannekuvien kautta sekä Heartbeat -tarkkailutoiminto, joka mahdollistaa automaattiset ilmoitukset virtuaalikoneen kaatuessa tai lukkiutuessa ja aikasynkronisaatio emosion ja virtuaalikoneen välityksellä. Automaattinen palautus isäntäkoneen uudelleenkäynnistyksen yhteydessä toimi luvattulla tavalla, mutta tämä tapahtui viiveellä.



KUVIO 10. Virtuaalikoneen asetukset

Tilannekuvien ottaminen Hyper-V:ssä on helppoa, mutta nopeus jättää toivomisen varaa, koska tilannekuvien ottamisessa kestää noin 20 - 30 sekuntia. Virtuaaliko-

neen palauttaminen tilannekuvaan on kuitenkin vain muutaman sekunnin prosessi. Hyper-V ei tue suoramigraatiota palvelimelta toiselle, mutta käytettävissä on niin sanottu pikamigraatio toiminto, jolla siirto voidaan tehdä keskeyttämällä virtuaalikoneen ajo ja palauttamalla ajo välittömästi siirron jälkeen toisella isäntäkoneella. Tätä ei kuitenkaan pystytty testiympäristössä toteuttamaan rajoittuneen laitteiston takia. Manuaalinen migraatio onnistuu eksportointi- ja importointi-toiminnoilla. Testiolosuhteissa virtuaalikoneen eksportointi kesti noin 5-6 minuuttia ja saman virtuaalikoneen importointi noin 10 sekuntia. Eksportointia varten virtuaalikoneen täytyy olla sammutettuna. Virtuaalikoneen kapseloinnissa samalle tiedostolle siirtyy myös tilannekuvat. Hyper-V tukee automaattisia varmuuskopiointeja Windowsin VSS:n (Volume Shadow Copy System) avulla, joka mahdollistaa ajastetusti virtuaalikoneiden varmuuskopioinnin. Microsoft VSS:n käyttöönotto vaatii rekisterimuutoksia sovelluksen rekisteriin.

Viansietoisuutta testattiin katkaisemalla manuaalisesti virta isäntäkoneesta. Isäntäkoneen käynnistymisen jälkeen Hyper-V ei palauttanut virtuaalikoneiden sammutusta edeltänyttä tilannetta vaan käynnisti ne automaattisesti uudestaan. Heartbeat-toiminto antoi tässä testissä aivan oikean syyn järjestelmän toiminnan kaatoamiselle, eli ”Sudden Power Out” -tapahtuman.

Virtuaalikoneelle etäyhteyden muodostaminen onnistui helposti myös Microsoft Remote Desktop Connection -yhteysohjelman välityksellä, joka löytyy kaikista nykyhetkellä käytössä olevista Microsoft Windows -perheen käyttöliittymistä. Remote Desktop Connection -yhteyden testaus rajoittui emo-osion ja virtuaalikoneen väliseen yhteyteen, mutta toimintaperiaate on sama jos yhteyttä otetaan toiselta samassa verkossa olevalta työasemalta.

4.2.4 Microsoft Hyper-V käytettävyys

Microsoft Hyper-V osoittautui helposti ja nopeasti käyttöönotettavaksi, mutta samalla sovellus tuntui vielä osittain keskeneräiseltä. Ominaisuudet ja asetukset olivat rajoitettuja, mutta tämä todennäköisesti johtui siitä, että Microsoft Hyper-V oli vasta tullut matkinnoille noin vuosi ennen tätä testiä. Keskeneräisyys ja rajoit-

tuneisuus olivat huomattavissa esimerkiksi migraation suhteen, jossa manuaalinen eksportointi- ja importointi osoittautui hitaaksi.

Testaushetkellä käytetty Hyper-V soveltuu yksinkertaista palvelinvirtualisointia tavoitteleville pienemmille yrityksille. Microsoft on tehnyt testin jälkeen sovellukseen parannuksia ja lisännyt toimintoja. Microsoft on lisäksi ilmoittanut, että kehitteillä on suoramigraatio toiminto Hyper-V:tä varten. Hyper-V:n kehittyessä ja saadessa parannuksia myös maksuton Microsoft Hyper-V Server 2008 voi toimia sopivana ratkaisuna Windows-pohjaisten palvelimien virtualisoinnille pienissä datakeskuksissa.

4.3 VMware Server 2

VMware Server 2 on maksuton virtualisointisovellus joka löytyy vapaasta levityksestä Internetistä. VMware Server 2 julkaistiin levitykseen 29. lokakuuta 2008. Alkuperäinen VMware Server 1 ilmestyi jo vuonna 2006. Vertailussa käytetty versio on 2.0.1, joka ilmestyi 13. huhtikuuta 2009. Testien jälkeen on ilmestynyt 27. lokakuuta 2009 versio 2.0.2. (Wikimedia Foundation 2010.)

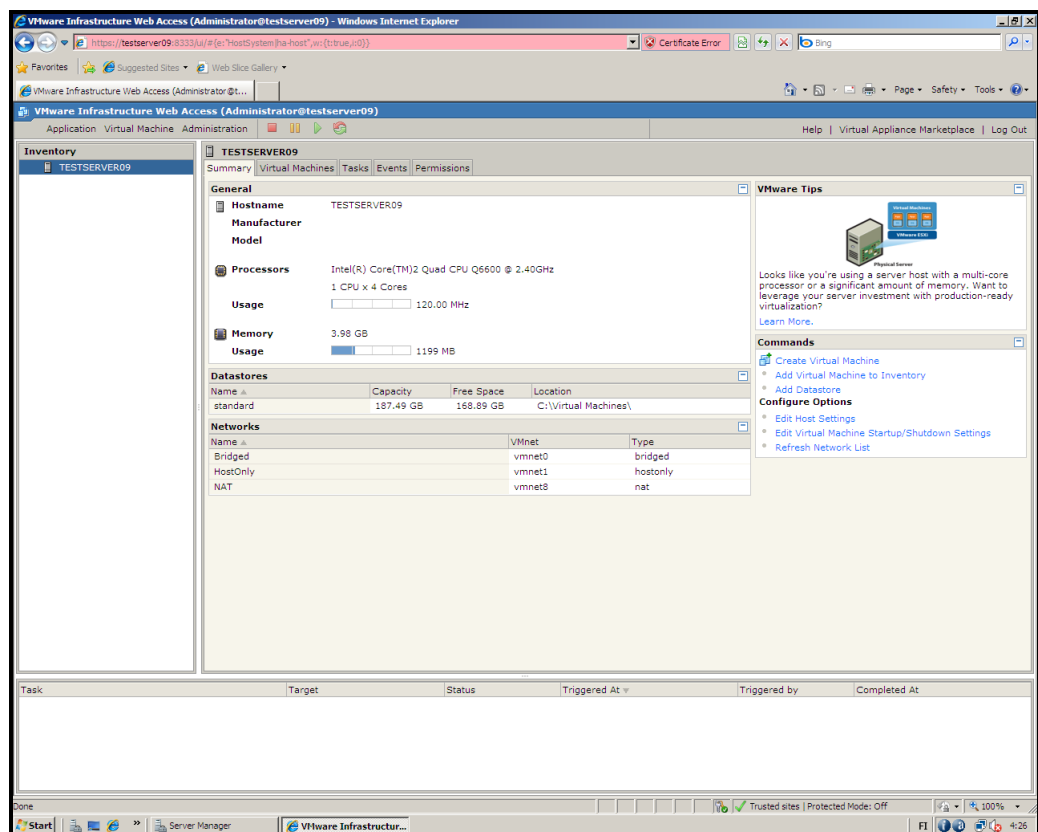
VMware Server 2 toimii joko Windows tai Linux -käyttöjärjestelmän päällä isännöitynä palveluna, ja tuki erilaisille isännöintikäyttöjärjestelmille on erittäin laaja. VMware Server 2:n hallinnointi tapahtuu web-pohjaisella käyttöliittymällä nimeltä VMware Infrastructure Web Access. Graafista käyttöliittymää ei ole, vaan internetselain toimii hallinnointisovelluksena. Etäyhteydet VMware Server 2 -virtuaalikoneille muodostetaan myös web-pohjaisen VMware Remote Console -palvelun välityksellä. Tällä tavoin VMware Server 2 poikkeaa huomattavasti vertailtavasta Microsoft Hyper-V:stä. Isännöinnistä ja web-pohjaisuudesta huolimatta VMware Server 2 on täysvirtualisointisovellus. (VMware Server User's Guide 2010.)

Tuettujen vieraskäyttöliittymien luettelo on laaja ja näiden joukkoon kuuluu lukuisia Linux-käyttöjärjestelmiä sekä Sun Solaris ja Novell -käyttöjärjestelmät. VMware Server 2 toimii lisäksi natiivina Linux-käyttöliittymien päällä, joka nos-

taa Linux-ympäristössä VMware Server 2 virtuaalikoneiden tehokkuutta. (VMware Server User's Guide 2010.)

4.3.1 VMware Server 2 käyttöönotto

VMware Server 2 käyttöönoton ensi vaiheet ovat yksinkertaiset. Asennuspaketti voidaan ladata useammalta sivulta Internetistä ja tämän jälkeen selkeä avustustyökalu auttaa asentamaan virtualisointisovelluksen haluamalla tavalla. Asennuksessa voi määrittellä asennussijainnin ja virtuaalikoneiden säilytysijainnin sekä mihin haluaa sijoittaa VMware Infrastructure Web Access -pikakuvakkeet. Asennuksessa tarvitaan syöttää sovellukseen yhteydessä olevan palvelimen Domain-nimi ja käyttöön haluttujen porttien avaruus sekä VMwaren sivuille rekisteröitymällä saatu lisenssikoodi. Lisenssikoodi on oleellinen, koska ilman lisenssikoodia sovelluksella ei voi pystyttää virtuaalikoneita. Asennuksen valmistuttua ja isäntäkoneen uudelleenkäynnistymisen jälkeen virtualisointisovellus on käytettävissä Internet-selaimen välityksellä (katso KUVIO 11.).



KUVIO 11. VMware Infrastructure Web Access

VMware Infrastructure Web Access -hallintakäyttöliittymää voidaan jo tässä vaiheessa etäkäyttää toiselta samassa yksityisessä verkossa olevalta tietokoneelta.

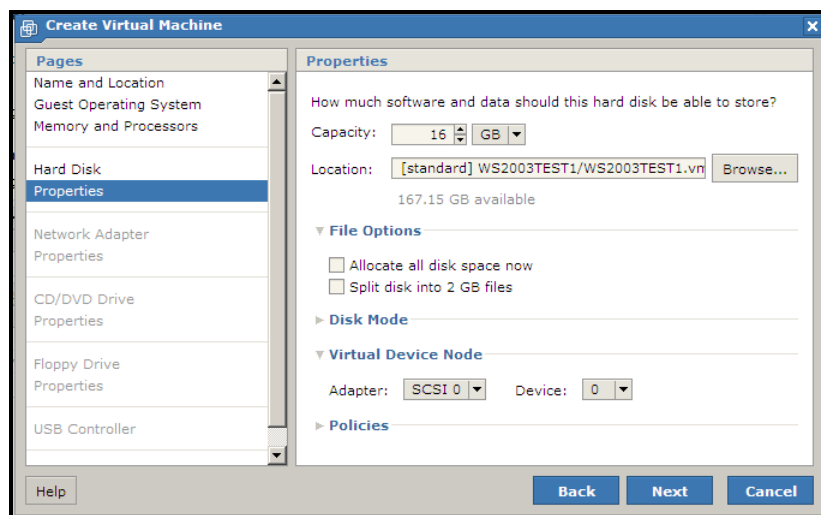
Tämä onnistuu syöttämällä Internet-selaimeen osoitteen muodossa

<https://palvelinnimi/ui/> jossa palvelinnimen kohdalla on palvelimen Domain-nimi.

Yhteyden hallintakäyttöliittymään voi suojata käyttäjätunnuksella ja salasanalla.

4.3.2 VMware Server 2 virtualisointi

Virtuaalikoneiden luomisprosessi ei eroa päällisin puolin paljoa Microsoft Hyper-V:n vastaavasta menettelystä. Hallintakäyttöliittymän kautta on helppo valita virtuaalikoneille omistetusta valikosta uuden virtuaalikoneen luominen. Tämän jälkeen eteen ilmestyy virtuaalikoneen luomiavustaja, jossa ensimmäisenä valitaan virtuaalikoneen nimi ja sijainti. Luontiavustaja on kuitenkin VMware Server 2:ssa varustettu monipuolisemmalla valikoimalla eri asetuksia ja valintoja kuin Microsoft Hyper-V. VMware Server 2 rajoittaa virtuaalikoneiden keskusmuistin 8 gigatavuun, verkkosovittimien määrän 10 kappaleeseen ja suorittimien määrän 2 kappaleeseen.

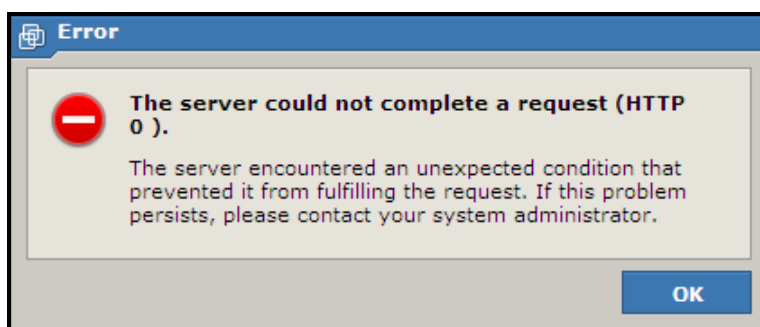


KUVIO 12. Virtuaalikoneen luontiavustaja ja kovalevyn määritykset

Virtuaalikoneen luontiavustajasta löytyy virtuaalikovalevyn määrityksistä pidemmälle vietyjä vaihtoehtoja (katso KUVIO 12.). Virtuaalikovalevyt toimivat dynaamisesti, eli niiden tiedostokoko kasvaa käytön mukaan. Virtuaalikovalevyille

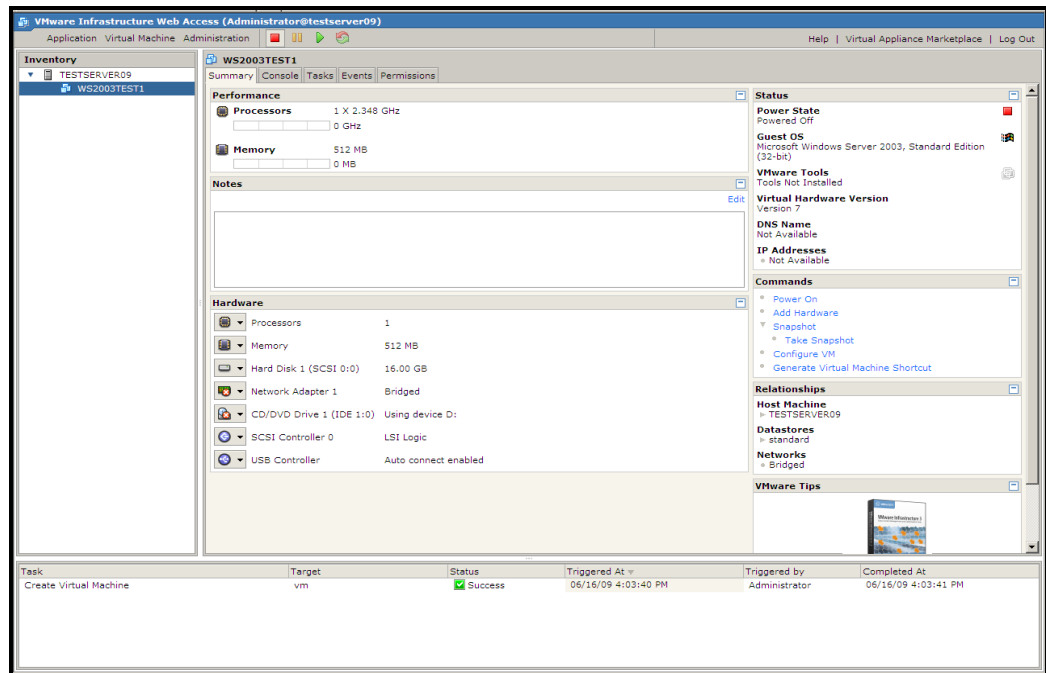
voi määrittellä itsenäisen tilan, joka estää tilannekuvien tekemät muutokset levyllä ja jonka kautta voi halutessaan määrittellä pysyväksi tallennettu tieto levyille vai palautuuko levy aina uudelleenkäynnistyksessä oletustilanteeseen. Levyille löytyvät myös välimuistiasetukset, joista voi valita optimoidaanko turvallisuutta vai suorituskykyä. Virtuaalikoalevy voidaan myös ajaa virtuaalisen SCSI (Small Computer System Interface) -adapterin kautta ja virtuaalikoalevy voidaan halutessaan automaattisesti lohkoa 2 gigatavun tiedostoihin.

Luontivaiheesta löytyy myös perinteiset verkkosovittimen, levy- ja levykeuseman määrittelyt sekä USB-ohjaimen määrittelyt, joista löytyy myös erinäisiä asetuksia kyseisille virtuaalilaitteille. Verkkosovittimen voi esimerkiksi määrittellä olemaan sillatussa, osoitteenmuutosta käyttävässä tai isäntäkoneeseen rajoitetussa tilassa. Virtuaalilaitteita voi lisätä myös jälkikäteen virtuaalikoneen asetuksista.



KUVIO 13. Vikailmoitus kesken virtuaalikoneen luomisen

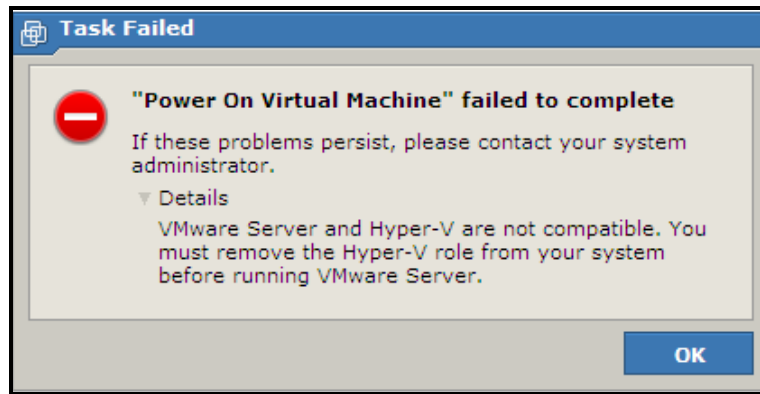
Testausvaiheessa virtuaalikoneen luominen jouduttiin tekemään kertaalleen uudelleen alusta, koska VMware Infrastructure Web Access -käyttöliittymä kaatui vikailmoituksen jälkeen (katso KUVIO 13.). Tämä osoitti, että kyseinen web-käyttöliittymä ei ollut täysin vakaa järjestelmä.



KUVIO 14. Virtuaalikoneen hallintanäkymä

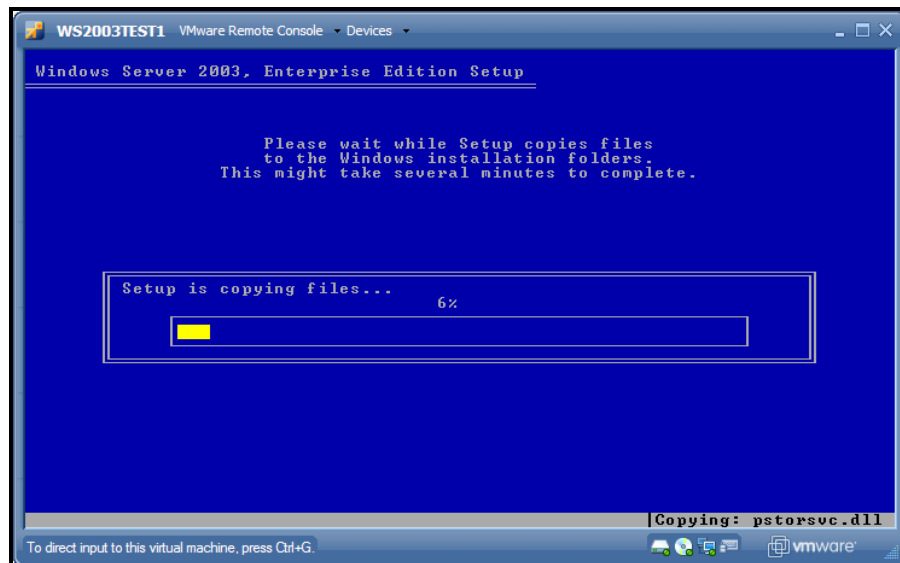
Virtuaalikoneen luomisen jälkeen hallintakäyttöliittymästä voi tarkistaa virtuaalikoneen toimintaa sille omistetusta näkymästä (katso KUVIO 14.). Virtuaalikoneen luonnissa ei suoraan siirrytä käyttöjärjestelmän asentamiseen, vaan asennus tulee itse aloittaa. Haluttu käyttöjärjestelmä tulee kuitenkin määrittellä virtuaalikoneen luonnin yhteydessä mahdollisesti laitekannan emulointia varten. Virtuaalikoneen hallintanäkymästä voi muuttaa virtuaalikoneen määrittelyksiä ja asetuksia, sekä käynnistää, sammuttaa ja tauottaa virtuaalikoneen ajo.

Testivaiheessa Hyper-V -roolia ei ollut poistettu Windows Server 2008 palvelimelta ennen VMware Server 2:n testaamista. Tämä aiheutti virtuaalikoneen käynnistymisen yhteydessä virheilmoituksen, jossa ilmoitettiin, että virtuaalikoneen käynnistys ei onnistu ja etteivät VMware Server ja Hyper-V ole yhteensopivia (katso KUVIO 15.). Tilanne oli ymmärrettävä, koska VMware Serverin isäntäkäyttöjärjestelmä oli Hyper-V:n virtuaalisen emu-osion päällä ja laitekanta oli emuloituna Hyper-V:n kautta.



KUVIO 15. Hyper-V yhteensopimattomuusvaroitus

Hyper-V -roolin poiston jälkeen virtuaalikoneen käynnistys onnistui ja käyttöjärjestelmän asennus hoitui VMware Remote Console -näytymän välityksellä (katso KUVIO 16.). Kyseisen näytymän voi halutessaan irrottaa hallintakäyttöliittymästä erilliseksi ikkunaksi.



KUVIO 16. VMware Remote Console -näkyvä kesken asennuksen

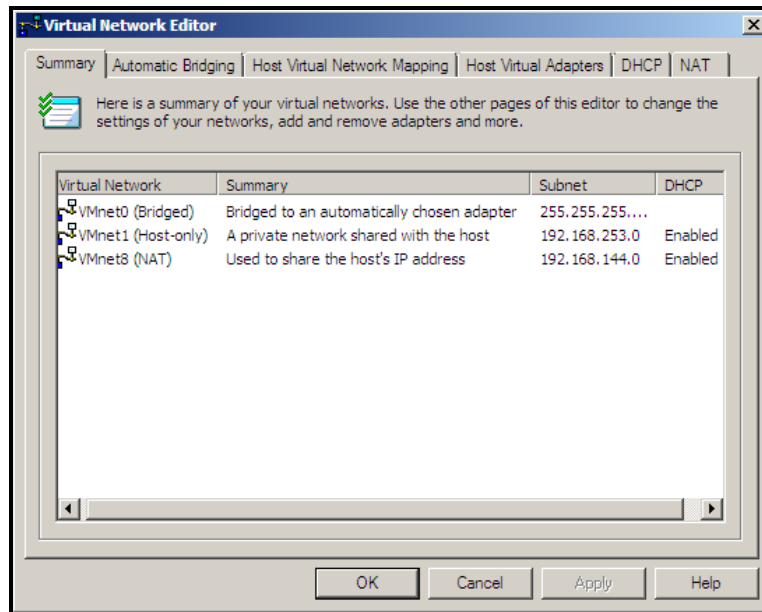
Testausvaiheessa virtuaalikoneen verkkosovittimen kanssa tuli vastaan haasteita, eikä laite toiminut, vaikka verkkosovittimen määrittelyt ja ajurit olivat kunnossa. Ongelma pyrittiin ratkaisemaan, mutta ratkaisua ei löytynyt asetuksista tai soveluksen tarjoamista ohjeistuksista. Testauksessa siirryttiin tästä ongelmasta huolimatta eteenpäin, vaikka tämä jätti virtuaalikoneen ilman verkkoyhteyttä.

4.3.3 VMware Server 2 ominaisuudet

VMware Server 2 on varustettu laajalla valikoimalla erilaisia ominaisuuksia ja vaihtoehtoja. Käytännössä VMware Server 2:sta löytyy samat toiminnot kuin Hyper-V:stä, mutta toimintojen käyttömahdollisuudet on viety pidemmälle.

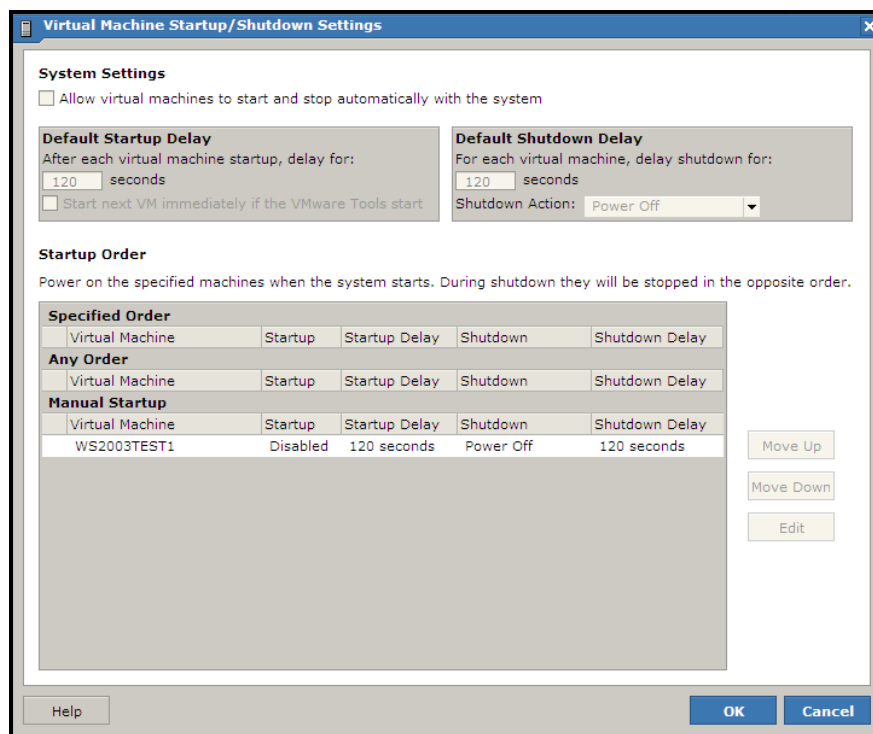
Tilannekuvien ottaminen ja niihin siirtyminen ovat helppoja toimenpiteitä ja VMware Server 2 suorittaa ne vain parissa sekunnissa. Virtuaalikoneiden eksportointi ja importointi ovat myös erittäin nopeita toimenpiteitä. Virtuaalikoneita voidaan lisäksi ajaa CIFS-protokollan (Common Internet File System) välityksellä. NFS-protokolla (Network File System) on myös tuettu isäntäkäyttöjärjestelmän ollessa Linux-pohjainen. VMware Server 2 ei tue suoramigraatiota, vaan tämä ominaisuus on varattu kehittyneemmille VMware Infrastructure ja vSphere -tuoteperheille nimellä vMotion. VMware Server 2 tukee myös automaattisia varmuuskopiointeja Windowsin VSS:n avulla, jolloin virtuaalikoneista otetaan automaattisesti tilannekuva Windowsin määrityksiensä mukaisesti. VMware Server 2 ei kuitenkaan tue kuin yhtä tilannekuvaa kerrallaan virtuaalikonekohtaisesti. VMware Server 2 ei harmillisesti löydy toimintoa virtuaalikoneiden kloonaukseen, joka mahdollistaisi suoraan uuden virtuaalikoneen luomisen olemassa olevan virtuaalikoneen pohjalta.

Virtuaalikoneiden määrittämiä voidaan jälkikäteen muuttaa lähes vapaasti. Virtuaalikoneisiin voi lisätä uusia virtuaalilaitteita ja tuettujen laitteiden listaan kuuluvat myös USB-massamuistit, jotka eivät olleet tuettuja Hyper-V:ssä. Suurimman osan näistä virtuaalikonekohtaisista muutoksista voi myös tehdä erillisen VMware Tools -työkalusovelluksen kautta, joka tarvitsee erikseen asentaa isäntäkäyttöjärjestelmään. Microsoft Windows Server 2008:ssa nämä työkalut näkyisivät pikavalintana tehtäväpalkin oikeassa reunassa. VMware Server 2 tarjoaa lisäksi ylläpitäjien käyttöön kehittyneen virtuaaliverkkojen muokkaustyökalun, jolla voidaan määrittellä virtuaalikoneiden välisiä verkkoyhteyksiä syvemmällä tasolla (katso KUVIO 17.).



KUVIO 17. Virtuaaliverkon muokkaustyökalu

Virtuaalikoneiden käynnistys- ja sammumismäärittelyt voidaan tehdä oman asetuskäytännön kautta, jossa voidaan määrittellä virtuaalikoneiden käynnistys- ja sammumisjärjestyksen ja halutessaan lisätä viiveen virtuaalikoneiden välille niiden käynnistyessä ja sammussa (katso KUVIO 18.). Nämä määrittelyt voidaan tarkalleen virtuaalikonekohtaisesti.



KUVIO 18. Virtuaalikoneen käynnistys- ja sammumismäärittelyt

Vikasietoisuutta testattiin lyhyesti katkaisemalla fyysisesti työaseman virransyöttö. VMware Server 2 ei käynnistänyt virtuaalikoneita uudestaan vaan ilmoitti odottamattoman virhetilanteen tapahtuneen. Virtuaalikoneet saatiin palautettua toimintaan manuaalisesti kytkemällä ne päälle.

Erillisille virtuaalikoneille voidaan halutessaan määritellä isäntäkäyttöliittymän työpöydälle omat VMware Remote Console -pikakuvakkeet, josta virtuaalikoneita päästään käyttämään. Virtuaalikoneisiin voidaan yhdistää myös web-linkin kautta, jonka VMware Server 2 luo jokaiselle virtuaalikoneelle. Tällä tavoin virtuaalikoneelle pääsee selaimella mistä vain samassa verkosta olevasta tietokoneesta ilman lisäohjelmien asennusta.

4.3.4 VMware Server 2 käytettävyys

VMware Server 2 on suhteellisen helppokäyttöinen, vaikka siinä on paljon ominaisuuksia ja asetuksia, jotka vaativat perehtymistä. Osa asetuksista ja määrittelyistä voisi olla paremmin sijoiteltuja ja selkeämmin opastettuja. Web-pohjaisen VMware Infrastructure Web Access -hallintakäyttöliittymän tukena oleva VMware Tools on hyvä lisä, koska selaimella käytettävä käyttöliittymä ei ole aina ongelmaton. Hallintakäyttöliittymän vaihtoehdoksi olisi kuitenkin ollut hyvä tarjota lisäksi saman asian ajava työpöytäsovellus.

Virtuaalikoneen verkkosovittimen kanssa tulleet haasteet osoittivat, että VMware Server 2 ei ole kuitenkaan yksinkertaisin sovellus hallita. Yksinkertaiseen ongelmaan ei löytynyt ratkaisua suoraan hallintakäyttöliittymän välityksellä tai sovelluksen tarjoamasta ohjeistuksesta etsimällä.

VMware Server 2 soveltuu pienille ja keskikokoisille palvelimia käyttäville yrityksille palvelinvirtualisoinnin ratkaisuksi. Ylläpitäjät saattavat pitää VMware Infrastructure Web Access -hallintakäyttöliittymää haasteellisena ratkaisuna ja tästä syystä VMware Server 2 ei välttämättä sovellu kaikille käyttäjille. VMware on julkaissut testiajankohdan jälkeen myös uudemman VMware Server 2.0.3 -version, joka tulee olemaan mahdollisesti viimeinen versio kyseisestä sovelluksesta.

ta. VMware on ilmoittanut, että yrityksen tuki kyseiselle sovellukselle päättyy 30.6.2011. (General Life Cycle Policy 2010.)

4.4 Virtualisointisovellusten vertailun yhteenveto

Virtuaalisovellusten vertailu osoitti kuinka vertailut kaksi sovellusta edustavat erilaisia ratkaisuja, vaikka molemmista löytyy kuitenkin kaikki samat perustoiminnot. Ratkaisut erosivat määrätyissä osa-alueissa huomattavasti toisistaan, mutta käytettävyydessä ero oli pienempi.

Microsoft Hyper-V toimii sulautettuna osana Microsoft Windows Server 2008 - palvelinkäyttöjärjestelmää ja mahdollistaa helposti tämän käyttöjärjestelmän muuttamisen virtualisointiratkaisuksi. Samalla Hyper-V tarjoaa helposti lähestyttävän ja käytettävän käyttöliittymän virtuaalikoneiden hallintaa varten. Testivaiheessa sovellus osoittautui vielä joiltain osa-alueilta kehitystä tarvitseväksi ja rajoittuneeksi.

VMware Server 2 toimii isäntäkäyttöliittymän päällä erillisenä asennettavana sovelluksena, jota hallinnoidaan web-pohjaisen käyttöliittymän välityksellä. Tämä käyttöliittymä ei ole välttämättä kaikille käyttäjille helposti lähestyttävä ratkaisu. Käyttöliittymä on VMware Server 2:n ominaisuuksista heikoin osa-alue, jos sovellusta harkitaan ammattikäyttöön laajempaan IT-infrastruktuuriin. VMware Server 2 tarjoaa silti kattavat asetukset ja määrittelyt virtuaalikoneiden hallintaa varten. Nämä asetukset ja määrittelyt vaativat kuitenkin perehtymistä, jos niitä halutaan hyödyntää tehokkaasti.

Testausaikalla VMware Server 2 tarjosi kattavan ominaisuusvalikoiman ja Microsoft Hyper-V oli varustettu Windows-ympäristöön tottuneelle käyttäjälle helposti lähestyttävällä käyttöliittymällä. Microsoft Hyper-V on vielä kehityksen alla ja Microsoft tarjoaa sovellukselle täyden tuen koulutusmateriaalien ja käyttötuen muodossa. VMware Server 2:n kehitys on vaiheessa, jossa VMware tulee katkaisemaan sovelluksen tuen lähitulevaisuudessa, eikä uusia versioita välttämättä ole odotettavissa. VMware tarjoaa tämän huomioon ottaen mahdollisuuden konver-

toida VMware Server 2 -virtuaalikoneet VMware ESXi -alustalle VMware vCenter Converter -sovelluksen avulla. VMware Server 2 voi näin ollen vielä toimia tilapäisenä virtualisointiratkaisuna.

5 YHTEENVETO

Virtualisointi on monitahoinen käsite, joka kattaa useita monimutkaisia osa-alueita ja joka voi tästä syystä johtuen olla vaikeasti hahmotettava. Virtualisoinnin yksinkertaiset periaatteet ymmärtäen voidaan hahmottaa myös perustasolla monimutkaisten virtualisointitekniikoiden toiminta. Tämän työn pyrkimyksenä oli antaa lukijalle riittävän monipuolinen kuva siitä, mitä virtualisointi tarkoittaa ja miten virtualisoinnin kehitys on edennyt. Työssä käsiteltiin mitä eri muotoja virtualisoinnilla on ja mitä kaikkea virtualisoinnin kautta voidaan mahdollistaa. Virtualisointiteknologian kehitys on viimeisen vuosikymmenen aikana edennyt merkittävästi, mutta virtualisoinnin peruseriaatteet eivät ole muuttuneet.

Virtualisoinnin tulevaisuutta ajatellen on tärkeää ottaa huomioon virtualisointiteknologian tuomat hyödyt. Virtualisoinnin haasteet voivat vaikuttaa pienemmille yrityksille tai organisaatioille mahdollisilta ongelmilta, mutta virtualisoinnin tarjoamat mahdollisuudet ja edut tulevat vaikuttamaan virtualisoinnin käytön lisääntymiseen. Virtualisointi on merkittävä osa tulevaisuuden IT-infrastruktuuria ja virtuaalipalvelinten määrä tulee kasvamaan. Osa yrityksistä ja organisaatioista voivat päättää hankkia nämä ratkaisut kolmannelta osapuolelta ja pilviteknologian yleistyessä tämän ratkaisun valitseminen yksinkertaistuu. Osalle yrityksistä ja organisaatioista virtualisointitekнологia toimii heidän yksityisen IT-infrastruktuurin perustana palvelimia ja palveluita suunniteltaessa.

Työssä vertailut virtualisointisovellukset, Microsoft Hyper-V ja VMware Server 2, edustavat erilaisia ratkaisuja, mutta ovat samalla suunnattu samalle kohderyhmälle. Vertailussa sovellukset olivat varsin tasavertaiset ottaen huomioon sovelluksien testauksessa vastaan tulleet vahvuudet ja heikkoudet. Ammattikäyttöä ajatellen VMware Server 2 on varustettu laajemmalla ominaisuustarjonnalla, mutta VMware Server 2 testauksen yhteydessä vastaan tulleet ongelmatilanteet osoittivat, että VMware Server 2:n käyttö voi aiheuttaa haasteita. Microsoft Hyper-V on Windows Server -ympäristöön tottuneille ylläpitäjille helposti käyttöönotettava ratkaisu, joka tarjoaa perustason virtualisointiratkaisun pieniin ja keskikokoisiin datakeskuksiin. Microsoft Hyper-V:n oli testausvaiheessa rajoittunut, mutta Hyper-V:n kehitys jatkuu, ja tämän myötä on odotettavissa, että Hyper-V:n toiminto-

jen ja ominaisuuksien taso ja määrä paranee. Tämä vertailu antoi näkökulman siihen mitä virtualisointisovelluksilta voi odottaa ja mitä niiden käyttöönotossa tulee huomioida.

Jatkotutkimuksina sovelluksien potentiaalia voitaisiin testata syvällisemmin useamman työaseman verkossa, käyttäen virtuaalikoneilta verkon yli jaettuja palveluita ja testaten virtuaalikoneiden migraatiota työasemalta toiselle. Lisäksi virtuaalikoneiden testaus kuormituksessa osoittaisi, miten hyvin virtualisointisovellukset pystyvät hyödyntämään laitteiston fyysisiä resursseja.

Virtualisointi kaikkine osa-alueineen ja muotoineen on merkittävä tekijä tämän hetken tietojenkäsittelyteknologian kehityksessä. Virtualisointitekнологia sulautuu osaksi palvelinhallintaa ja myös muita informaatio- ja kommunikaatioteknologian osa-alueita, tehden siitä keskeisen elementin IT-järjestelmien ja -palveluiden jatkuvassa ylläpidossa.

LÄHTEET

Golden, B. 2009. Virtualization for Dummies. 2. HP erikoispainos. Indianapolis, USA: Wiley Publishing, Inc.

Alfred, R. 2008. April 7, 1964: IBM Bets Big on System/360 -artikkelikuva [viitattu marraskuussa 2010]. Wired.com. Saatavissa: http://www.wired.com/science/discoveries/news/2008/04/dayintech_0407

Microsoft 2010. Windows Server 2008 R2 Virtualization with Hyper-V [viitattu marraskuussa 2010]. Saatavissa: <http://www.microsoft.com/windowsserver2008/en/us/hyperv-main.aspx>

Pentikäinen, J. 2008. Pilvilaskenta - uusi nimi vanhalle ilmiölle? [viitattu marraskuussa 2010] Tietoviikko. Saatavuus: http://www.tietoviikko.fi/kaikki_uutiset/article152371.ece

VMware, Inc. 2008. VMware Server User's Guide - VMware Server 2.0 [viitattu marraskuussa 2010]. Saatavissa: <http://www.vmware.com/pdf/vmserver2.pdf>

VMware, Inc. 2010. General Life Cycle Policy [viitattu marraskuussa 2010]. Saatavissa: <http://www.vmware.com/support/policies/lifecycle/general/>

VMware, Inc. 2010. Private Cloud Computing with VMware Virtualization [viitattu marraskuussa 2010]. Saatavissa: <http://www.vmware.com/solutions/cloud-computing/private-cloud/>

VMware, Inc. 2010. VMware vSphere [viitattu marraskuussa 2010]. Saatavissa: <http://www.vmware.com/products/vsphere/mid-size-and-enterprise-business/>

Wikimedia Foundation, Inc. 2010. Virtualization [viitattu marraskuussa 2010]. Saatavissa: <http://en.wikipedia.org/wiki/Virtualization>

Wikimedia Foundation, Inc. 2010. Timeline of virtualization development [viitattu marraskuussa 2010]. Saatavissa:

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

Wikimedia Foundation, Inc. 2010. VMware [viitattu marraskuussa 2010]. Saatavissa: <http://en.wikipedia.org/wiki/Vmware>

Wikimedia Foundation, Inc. 2010. Xen [viitattu marraskuussa 2010]. Saatavissa: <http://en.wikipedia.org/wiki/Xen>

Wikimedia Foundation, Inc. 2010. IBM CP-40 [viitattu marraskuussa 2010]. Saatavissa: http://en.wikipedia.org/wiki/IBM_CP-40

Wikimedia Foundation, Inc. 2010. Cloud Computing [viitattu marraskuussa 2010]. Saatavissa: http://en.wikipedia.org/wiki/Cloud_computing

Wikimedia Foundation, Inc. 2010. Full virtualization [viitattu marraskuussa 2010]. Saatavissa: http://en.wikipedia.org/wiki/Full_virtualization

Wikimedia Foundation, Inc. 2010. Microsoft Hyper-V [viitattu marraskuussa 2010]. Saatavissa: http://en.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Hyper-V

Wikimedia Foundation, Inc. 2010. VMware Server [viitattu marraskuussa 2010]. Saatavissa: http://en.wikipedia.org/wiki/VMware_Server

Wikimedia Foundation, Inc. 2010. Hardware-assisted virtualization [viitattu marraskuussa 2010]. Saatavissa: http://en.wikipedia.org/wiki/Hardware-assisted_virtualization

Wikimedia Foundation, Inc. 2010. Paravirtualization [viitattu marraskuussa 2010]. Saatavissa: <http://en.wikipedia.org/wiki/Paravirtualization>

Wikimedia Foundation, Inc. 2010. Operating system-level virtualization [viitattu

marraskuussa 2010]. Saatavissa:

http://en.wikipedia.org/wiki/Operating_system-level_virtualization

Wikimedia Foundation, Inc. 2010. Hypervisor [viitattu marraskuussa 2010]. Saa-

tavissa: <http://en.wikipedia.org/wiki/Hypervisor>

Wikimedia Foundation, Inc. 2010. Live migration [viitattu marraskuussa 2010].

Saatavissa: http://en.wikipedia.org/wiki/Live_migration