

## **Windows 7 -käyttöjärjestelmän virtualisointi**

### **Case: Valtiokonttori**

Juhani Atula

Opinnäytetyö

HETI-nuorten opinnäytetyö

5.3.2013





<p><b>Tekijä</b></p> <p>Juhani Atula</p>	<p><b>Aloitusvuosi</b></p> <p>Syksy 2009</p>
<p><b>Raportin nimi</b></p> <p>Windows 7 -käyttöjärjestelmän virtualisointi. Case: Valtiokonttori.</p>	<p><b>Sivu- ja liitesivumäärä</b></p> <p>51+1</p>
<p><b>Ohjaajat</b></p> <p>Olavi Korhonen (Haaga-Helia), Niina Roth (Valtiokonttori)</p> <p>Valtiokonttorilla on alkamassa syksyllä 2012 Windows 7 -käyttöjärjestelmän testaus, johon tämä opinnäytetyö tulee esittämään kahta mahdollista virtualisointiratkaisumallia.</p> <p>Opinnäytetyön tarkoitus on verrata Microsoft Server 2008 R2 Standard versiossa käytettävää Hyper-V -virtualisointiroolia ja VMwaren tarjoamaa vSphere Hypervisor -virtualisointipalvelinta (ESXi) ja päättää, kumpi on parempi Valtiokonttorin tietohallinnon järjestämän Windows 7 testausta varten.</p> <p>Edellä mainitut virtualisointimetodit poikkeavat paljolti ominaisuuksissa ja käytettävyydessä. Nämä tekijät tulevat olemaan ratkaisevassa asemassa lopullisen virtualisointimetodin valinnassa.</p> <p>Opinnäytetyön testauksen kohteena on kummallakin virtualisointimetodilla virtualisoitu Windows 7 -käyttöjärjestelmäpaketti, siihen asennetut Valtiokonttorin tietohallinnon jakamat perussovellukset ja tietyt erityissovellukset sekä virtuaalikoneiden etäkäyttö ja virtuaalikoneiden hallinta.</p> <p>Virtualisointimetodien vertailu ja virtuaalikoneiden testaus suoritettiin Valtiokonttorin tiloissa käyttäen Valtiokonttorin laitteita kesällä 2012.</p> <p>Työn tuloksena todetaan, että molemmat virtualisointimetodit suoriutuivat vaatimusten mukaisesti yhtä hyvin. Tästä huolimatta ESXi on parempi valinta Valtiokonttorin tietohallinnon järjestämää Windows 7 testausta varten, koska virtuaalikoneiden hallinta on kattavampaa ESXi:llä kuin virtuaalikoneiden hallinta Hyper-V:llä.</p>	
<p><b>Asiasanat</b></p> <p>Valtiokonttori Windows 7 -käyttöjärjestelmän virtualisointi Hyper-V VMware vSphere Hypervisor</p>	

Business IT

<p><b>Author</b></p> <p>Juhani Atula</p>	<p><b>Year of entry</b></p> <p>Autumn 2009</p>
<p><b>The title of thesis</b> <b>VIRTUALIZING WINDOWS 7 OPERATING SYSTEM CASE: STATE TREASURY.</b></p>	<p><b>Number of pages and appendices</b></p> <p>51+1</p>
<p><b>Supervisors</b></p> <p>Olavi Korhonen (Haaga-Helia), Niina Roth (Valtiokonttori)</p>	
<p>The State Treasury of Finland is about to start testing Windows 7 operating system as its main desktop operating system this coming autumn of 2012. The most cost-efficient way is to virtualize the desktops to be used in this testing.</p> <p>The aim of this thesis is to compare two different virtualization methods and to find out which of the two is best for virtualizing the Windows 7 package that the IT departments of the State Treasury uses.</p> <p>The two virtualization methods to be compared in this thesis were Hyper-V that is a virtualization role in Microsoft Server 2008 R2, and VMware vSphere Hypervisor (ESXi) virtualization server. The testing and comparison of the two methods took place in the State Treasury premises using State Treasury hardware during the summer of 2012.</p> <p>The study indicated that these two methods differ significantly from each other in features and usability. These factors will be taken in a count when choosing the better virtualizing method for the testing environment.</p> <p>As a result of the study, the thesis concludes that both of the virtualization methods are equally good in performance when virtualizing the Windows 7 operating system. However, using VMware vSphere Hypervisor as the virtualization method gives the user more management control over the virtual machines and is thus, in this case, better than Microsoft's Hyper-V.</p>	
<p><b>Key words</b></p> <p>The State Treasury of Finland. Virtualization of Windows 7 operating system.</p>	

# Sisällys

1	Johdanto .....	1
1.1	Valtiokonttorin ja Valtiokonttorin tietohallinnon esittely.....	1
1.2	Opinnäytetyön tavoitteet ja tutkimustapaus .....	1
2	Virtualisointi.....	2
2.1	Virtualisoinnin historia .....	2
2.2	Virtualisoinnin määritelmä .....	2
2.3	Hypervisor-tyyppinen virtualisointi .....	3
2.4	Korkea käytettävyys .....	4
2.4.1	Korkea käytettävyys ja Windows 7 -testiympäristön virtualisointi .....	5
2.5	Yhteenveto .....	7
3	Windows Server 2008 R2.....	7
3.1	Windows Server 2008 R2:n laitevaatimukset.....	7
3.2	Windows Server 2008 R2:n tuomat päivitykset Hyper-V:hen .....	8
4	Hyper-V.....	8
4.1	Hyper-V:n laitevaatimukset.....	8
4.2	Hyper-V:n arkkitehtuuri .....	9
4.3	Hyper-V ja korkea käytettävyys.....	10
4.4	Hyper-V:n ominaisuudet .....	11
4.4.1	Hyper-V:n tukemat vieraskäyttöjärjestelmät.....	11
4.4.2	Hyper-V:n snapshot-toiminto.....	12
4.4.3	Hyper-V:n verkkoliittymät .....	12
4.4.4	Hyper-V:n käyttöliittymä .....	12
4.4.5	Hyper-V:n etähallintakonsoli .....	12
4.4.6	Hyper-V ja BitLocker.....	12
4.5	Hyper-V:n yhteenveto .....	13
5	VMware vSphere Hypervisor (ESXi) .....	13
5.1	VMware vSphere Hypervisorin (ESXi) laitteistovaatimukset .....	13
5.2	VMware vSphere Hypervisorin (ESXi) arkkitehtuuri .....	15
5.3	VMware vSphere Hypervisorin (ESXi) ominaisuudet .....	16
5.3.1	VMware vSphere Hypervisorin (ESXi) tukemat vieraskäyttöjärjestelmät.....	16
5.3.2	VMware vStorage VMFS, vMotion ja DRS.....	17

5.3.3	VMware VMsafe.....	17
5.3.4	VMware vSphere Client ja Web Client.....	17
5.3.5	ESXi ja verkkoliittymät.....	18
6	Windows 7:n virtualisointi Valtiokonttorissa .....	18
6.1	Valtiokonttorin nykyinen testiympäristö.....	18
6.1.1	Esimerkki nykyisestä testiympäristökäytöstä .....	19
6.2	Testiympäristön virtualisoinnin hyödyt Valtiokonttorille .....	21
6.3	Yhteenveto .....	21
7	Vaatimukset Windows 7:n virtualisoinnille Valtiokonttorissa .....	21
8	Testaussuunnitelma.....	22
9	Windows 7 -käyttöjärjestelmän virtualisointi ja testaus.....	23
9.1	Windows 7:n laitteistovaatimukset.....	24
9.1.1	Windows Server 2008 R2 asennus .....	24
9.1.2	Windows Server 2008 R2 asennuksen yhteenveto.....	26
9.2	Hyper-V:n asennus.....	26
9.3	Windows 7:n virtualisointi Hyper-V:llä .....	27
9.3.1	Vaatimusten mukaisten sovellusten toimivuus.....	30
9.3.2	Virtuaalikoneiden etäkäyttö.....	31
9.3.3	Virtuaalikoneiden luonti, poisto ja alkutilaan palauttaminen.....	33
9.3.4	Virtuaalikoneiden kommunikointi keskenään .....	33
9.4	Yhteenveto Hyper-V:llä virtualisoinnista .....	34
9.5	VMware vSphere Hypervisorin (ESXi) asennus .....	35
9.5.1	Yhteenveto VMware vSphere Hypervisorin (ESXi) asennuksesta.....	37
9.6	Windows 7:n virtualisointi VMware vSphere Hypervisorilla (ESXi) .....	37
9.6.1	Vaatimusten mukaisten sovellusten toimivuus.....	39
9.6.2	Virtuaalikoneiden etäkäyttö.....	41
9.6.3	Virtuaalikoneiden luonti, poisto ja alkutilaan palauttaminen.....	42
9.6.4	Virtuaalikoneiden kommunikointi keskenään .....	42
9.7	Yhteenveto ESXi:llä virtualisoinnista .....	44
10	Johtopäätökset.....	44
10.1	Virtualisointimetodien asennukset.....	45
10.2	Virtuaalikoneiden luonti ja hallinta .....	45
10.3	Vaatimusten mukainen toimivuus.....	46

10.4 Yhteenveto .....	46
11 Ehdotus Windows 7:n virtuaalitestauksen järjestämiseksi.....	47
Lähdeluettelo .....	49
1. Taustaa.....	1
2. Saavutetut tulokset .....	1
3. Työprosessi .....	2
4. Kustannukset .....	4
5. Resurssien käyttö.....	4
6. Oppimiskokemukset.....	5
7. Lisätutkimus.....	6
8. Toimintatapojen muuttaminen.....	6

## Termit

<b>AD</b>	Active Directory. Microsoftin hallintakonsoli toimialueen organisaatioyksiköiden, ryhmäkäytänteiden ja objektien keskitettyyn hallintaan.
<b>AMD NX</b>	Never eXecute –bitti on prosessoriteknologia, joka jakaa prosessorimuistia joko prosessoriohjeita tai datan tallennusta varten.
<b>AMD-V</b>	AMD Virtualization on AMD:n kehittämä virtualisointia tukeva laajennus AMD-proessoreille.
<b>BitLocker</b>	Kryptaussovellus Microsoftin tuotteita varten.
<b>DEP</b>	Data Execution Prevention estää sovelluskoodin käytön muulta kuin sille määrätyltä prosessorin muistialueelta.
<b>Hyper-V</b>	Microsoftin kehittämä hypervisor-tyyppinen virtualisointirooli Windows-palvelimille.
<b>I/O</b>	Input/Output eli tietoliikenne käyttäjän ja tietokoneen välillä.
<b>ICT</b>	Informaatioteknologia.
<b>IEEE</b>	Institute of Electrical and Electronics Engineers on kansainvälinen järjestö joka muun muassa määrittää eri alojen standardeja.
<b>Intel VT</b>	Intel Virtualization Technology on Intelin kehittämä virtualisointia tukeva laajennus Intelin prosessoreille.
<b>Intel XD</b>	Never eXecute –bitti on prosessoriteknologia, joka jakaa prosessorimuistia joko prosessoriohjeita tai datan tallennusta varten.
<b>iSCSI</b>	Internet Small Computer System Interface on IP-pohjainen tallennusstandardi eri tallennusjärjestelmien linkittämistä varten.
<b>Kernel</b>	Kernel on sovellusten ja laitteiston välillä toimiva kerros, jonka vastuulla on laitteistoresurssien jakaminen sovellusten käyttöön.

<b>LAHF</b>	Load Status Flags into AH Register on prosessoriohje, jota tarvitaan virtualisoinnissa.
<b>LNA</b>	Legacy Network Adapter. Hyper-V:lle kehitetty virtuaali-verkkokortti, joka mahdollistaa virtuaalikoneen käynnistykseen Pre-Boot Execution Environment –tilaan.
<b>NFS</b>	Network File System on verkkotallennusjärjestelmä, josta käyttäjä voi hakea tietoa ja tallentaa tietoa.
<b>POSIX</b>	Portable Operating System Interface on IEEE:n kehittämä standardikokoelma eri käyttöjärjestelmien yhteensopivuutta varten.
<b>SAHF</b>	Store AH into Flags on prosessoriohje jota tarvitaan virtualisoinnissa.
<b>SAN</b>	Storage Area Network on useiden levyasemien kokoelma, joka tarjoaa yhteisen tallennusjärjestelmän toimialueen palvelimille. SAN-tallennuslevy näyttää tavalliselta kovalevyllä paikallisella käyttöjärjestelmällä.
<b>SAS</b>	Serial Attached SCSI on sarja-tyyppinen tallennusprotokolla.
<b>SATA</b>	Serial AT Attachment on fyysinen tiedonsiirtoprotokolla levy- ja optisia-aseimia varten.
<b>SCCM</b>	System Center Configuration Manager on Microsoftin kehittämä Windows-pohjaisten tietokoneiden keskitetty hallinta-sovellus.
<b>SCSI</b>	Small Computer System Interface on fyysiseen tiedonsiirtoon liittyvä standardikokoelma.
<b>TPM</b>	Trusted Platform Module on prosessoriin integroitu kryptaustuki, jonka monet kryptaussovellukset tarvitsevat toimiakseen.
<b>UEFI</b>	Unified Extensible Firmware Interface on alun perin Intelin kehittämä BIOS-järjestelmän korvaaja.
<b>W2K8R2</b>	Microsoft Windows Server 2008 R2. Microsoftin palvelinkäyttöjärjestelmä.
<b>VMBus</b>	Virtual Machine Bus hallinnoi kaikkia virtuaalikoneelta tulevia laitteistotason kutsuja.

<b>VMFS</b>	Virtual Machine File System on VMwaren kehittämä klusteritallennuspalvelu, johon virtuaalikoalevyt ja virtuaalikoneiden tilakuvat tallennetaan keskitetysti.
<b>VMKernel</b>	VMwaren palvelinten hypervisor-taso.
<b>vSphere Hypervisor (ESXi)</b>	VMwaren palvelinkäyttöjärjestelmä virtualisointia varten.

# 1 Johdanto

## 1.1 Valtiokonttorin ja Valtiokonttorin tietohallinnon esittely

Valtiokonttori (VK) on Valtiovarainministeriön alaisena toimiva virasto, joka tuottaa valtion sisäisiä talouteen, henkilöstöön ja tietohallintoon liittyviä konsernipalveluja, hoitaa valtion varoja, lainoja, kirjanpitoa ja tapaturmakorvauksia sekä myöntää kansalaisille sotilasvamma- ja rikosvahinkokorvauksia ja hallinnoi asuntolainojen takauksia ja korkotukia (Valtiokonttori.fi, 2004). Näiden toimintojen lisäksi VK vastaa virastojen ja laitosten lakisääteisten vakuutusten hoitamisesta sekä vakuuttamiseen liittyvistä työnantaja-palveluista. VK:n tietohallinto vastaa yhteisten tietojärjestelmien ja perustietotekniikan ylläpidosta, ICT-hankkeiden vetämisestä, ICT-johtamisesta ja riskienhallinnasta.

## 1.2 Opinnäytetyön tavoitteet ja tutkimustapa

Valtiokonttorin tietohallinto elää tällä hetkellä työasemapalvelujen kannalta murroskautta, sillä vanhaksi käyvä Windows XP –käyttöjärjestelmä on tulossa tiensä päähän keväällä 2014, kun Microsoft lopettaa sen tukemisen. Tästä syystä VK:n tietohallinto on aloittamassa syksyllä 2012 Windows 7 -käyttöjärjestelmän käyttöönotto-testaamisen, jonka aikana kartoitetaan tarpeet ja mahdollisuudet, joita Windows 7 käyttöönotto vaatii ja tarjoaa. Ongelmana ovat sovellukset ja järjestelmät, jotka voivat olla vanhentuneita, mutta edelleen toimivia Windows XP:n kanssa. Näiden sovellusten ja eri järjestelmien toimivuus on testauksen aikana saatettava sellaiseen kuntoon, että siirryttäessä tuotantokäyttöön, sovellukset ja järjestelmät toimivat uudessa työasemaympäristössä.

VK:n tietohallinto on päättänyt järjestää Windows 7 –käyttöjärjestelmätestauksen virtuaalisesti, koska tietohallinto katsoo sen olevan tehokkain ja joustavin tapa.

Tässä opinnäyteyössä tullaan esittelemään ja vertaamaan kahta eri metodia Windows 7 työasemaympäristön virtualisoimiseksi. Toinen esiteltävistä on Microsoft Server 2008 R2:sen Hyper-V –palvelinrooli ja toinen on Linux-pohjainen ja ilmainen VMwaren vSphere Hypervisor (ESXi) -virtualisointipalvelin. Hyper-V ja ESXi on valittu muiden virtualisointimetodien joukosta, koska VK:n tietohallinnolla on käyttökokemusta niistä. Tavoitteena on selvittää, kumpi edellä mainituista virtualisointimeteodeista on sopivampi Windows 7:n virtualisoimiseksi testausta varten VK:n tietohallinnon näkökulmasta.

Vertailun lopputuloksena jompaakumpaa edellä mainituista metodeista tullaan perusteluineen ehdottamaan Windows 7 -käyttöjärjestelmän virtualisointimetodiksi.

## 2 Virtualisointi

### 2.1 Virtualisoinnin historia

2000-luvulla IT-ammattilaiset ymmärsivät, että perinteiset mallit pöytäkoneiden ja kannettavien työasemien hallinnassa eivät enää olleet riittävän nopeita ja tehokkaita vastaamaan niille asetettuihin vaatimuksiin. Näitä olivat muun muassa kiristynyt vasteaika tietoturvapäivityksille, sovellusasennuksille ja –päivityksille ja monet muut hallintaan liittyvät ongelmat, esimerkiksi kustannusten alasajo ja muuttuvat loppukäyttäjätarpeet. Nämä ongelmat ajoivat lopulta virtualisoinnin syntyyn. Virtualisointi on lyhyesti sanottuna IT-ammattilaisten vastaus liiketaloudellisen IT-ajattelun asettamalle tarpeelle. (Olzak, Boomer, Keefer & Sabovik 2010, 2.) Taulukosta 1 nähdään miten palvelimen ja käyttäjän välinen I/O-liikenne on kehittynyt 1970-luvun keskustietokoneista aina 2000-luvun virtualisointiin.

Taulukko 1. Virtualisoinnin evoluutio (Olzak ym. 2010, 2).

1970-luku	1980-luku	1990-luku	2000-luku
Keskustietokoneet.	Mini- ja asiakaspalvelimet.	Kerroksinen tiedonjako palvelimelta työasemalle.	Virtualisointi.

### 2.2 Virtualisoinnin määritelmä

Virtualisointi on palvelimien tai asiakaskoneiden konfiguraatio, jossa resurssit on jaettu moniin toisista eristyksissä oleviin suoritusympäristöihin. Virtualisointia oikein hyödyntämällä pystytään tiputtamaan kustannuksia ja lisäämään joustavuutta järjestelmähankinnoissa, järjestelmien käyttöönotoissa ja järjestelmien hallinnassa. (Olzak ym. 2010, 3.) Opinnäytetyössäni keskityn Hypervisor-tyyppiseen virtualisointiin, jota Hyper-V ja vSphere Hypervisor (ESXi) edustavat.

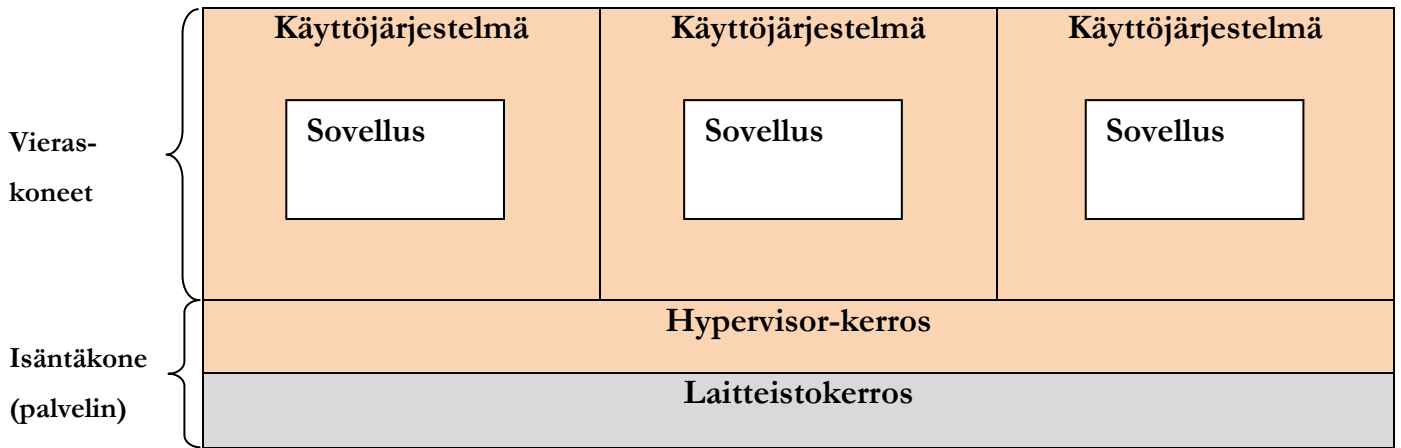
### 2.3 Hypervisor-tyyppinen virtualisointi

Hypervisor-virtualisointi on yksi monista laitteistovirtualisointimetoodeista. Se toimii ”ohuena kerroksena” joko suoraan palvelinlaitteiston päällä tai ohjelmana isäntäkäyttöjärjestelmässä. Kummassakin tapauksessa hypervisor-kerros luo vieraskoneita varten jaetun virtualisoidun ympäristön, jonka tietoliikennettä se myös hallitsee. Hypervisor-kerros siis hallitsee I/O-liikennettä isäntäjärjestelmän ja vieraskoneen välillä. (Kivimäki 2009, 1201.)

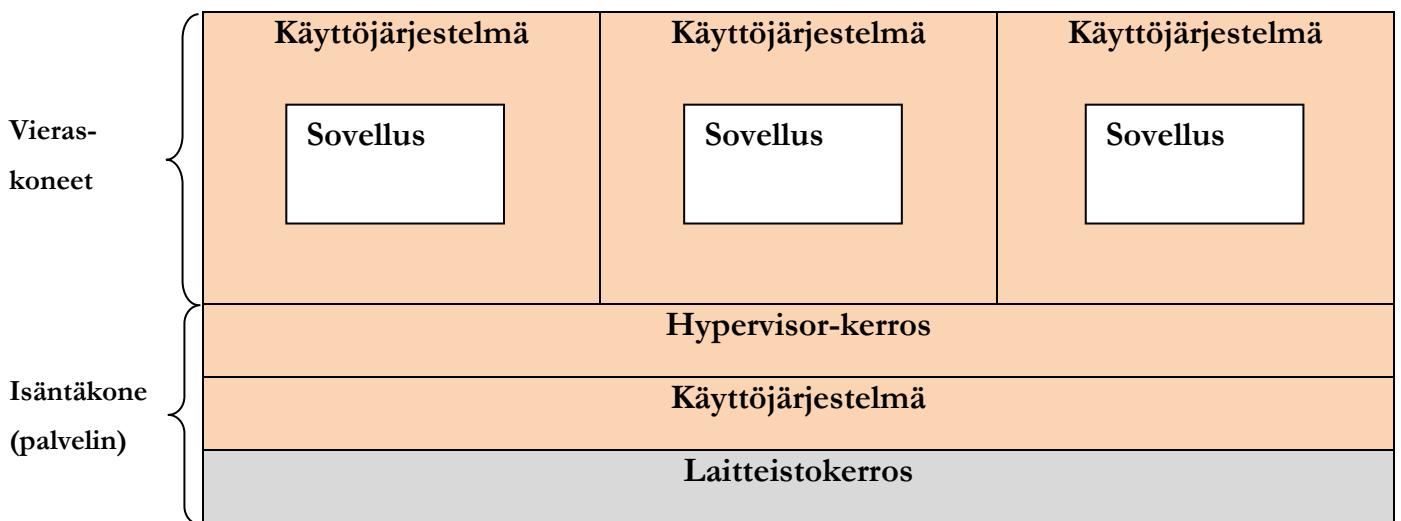
Suoraan palvelinlaitteiston päälle asennettavaa hypervisor-kerrosta voidaan kutsua ensimmäisen luokan virtualisoinniksi. Tämä menetelmä tarjoaa parhaimman suorituskyvyn virtualisoiduille vieraskoneille ja vähentää tarvetta tehokkaille palvelinkomponenteille. (Tiirikka 2012, 8.) Katso kuvaaja 1.

Toisen luokan hypervisor-kerros tarvitsee pohjaksi isäntäkäyttöjärjestelmän. Tällöin vieraskone on niin sanotusti kerroksen ylempänä ensimmäisen luokan virtualisointiin verrattuna. Tällä on suora negatiivinen vaikutus palvelinlaitteiston rasitukseen ja virtuaalikoneiden määrään sekä suorituskykyyn. (Tiirikka 2012, 8-9.) Katso kuvaaja 2.

Hyper-V ja vSphere Hypervisor (ESXi) ovat kummatkin ensimmäisen luokan Hypervisor-virtualisointimetoodeja, joskin Hyper-V:tä usein erehdytään luulemaan toisen luokan virtualisointimetoodeksi. Vaikka Hyper-V on Windows Server 2008 R2:n palvelinrooli, se on samalla mikrokernel -tyyppinen eli se ei tarvitse erillisiä laiteajureita. Käyttöjärjestelmä (esim. Windows Server 2008 R2) toimii itsessään isäntäosiona tarjoten suoritusympäristön laiteajureille (Tiirikka 2012, 15).



Kuvaaja 1. Ensimmäisen luokan hypervisor-tyyppinen virtualisointimetodi.



Kuvaaja 2. Toisen luokan hypervisor-tyyppinen virtualisointimetodi.

Hyper-V:n ja vSphere Hypervisorin ominaisuuksista ja toimintaperiaatteista on omat kappaleensa myöhemmin tässä opinnäytetyössä.

## 2.4 Korkea käytettävyys

Korkea käytettävyys (High Availability, HA) on yleiskäsite palvelinretoriikassa. Korkean käytettävyyden palvelinympäristöt on järjestetty niin, että niiden sisältämät palvelut ja resurssit ovat käyttäjien käytettävissä mihin aikaan tahansa. Tässä opinnäytetyössä korkea käytettävyys tarkoittaa sitä, että VK:n virtualisoidun testiympäristön käyttäjällä on mahdollisuus päästä käsiksi virtuaalikoneisiin vähintään virka-aikana.

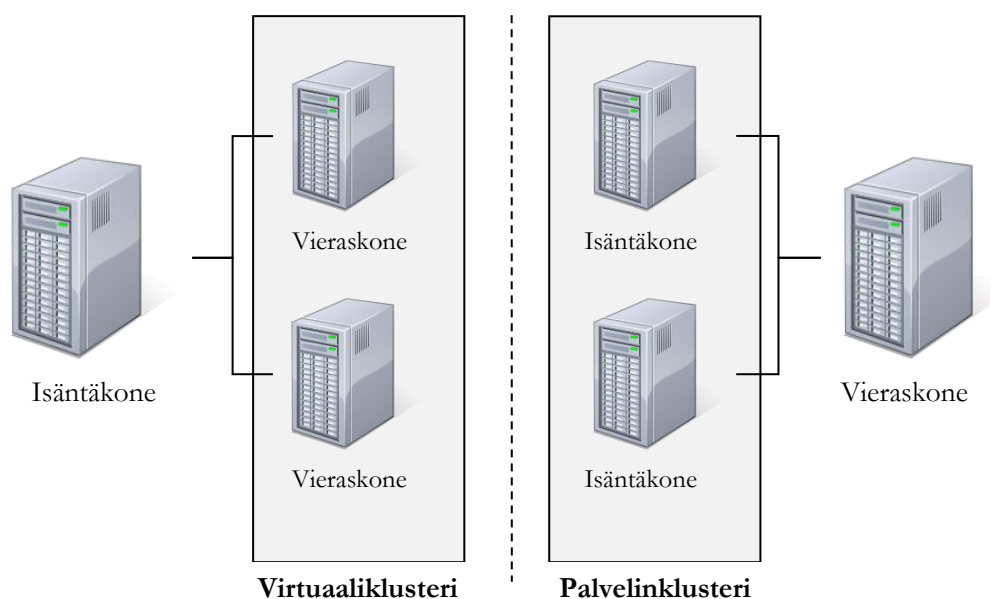
Palveluiden korkea käytettävyys järjestetään klusteroimalla (fyysisesti linkittämällä) kaksi tai useampia identtisiä palvelimia, joita sitten hallitaan yhtenä resurssilähteenä. Identti-

sellä tarkoitan sitä, että palvelinten laitteistokokoonpano ja käyttöjärjestelmät (miehellään myös käyttöjärjestelmäpäivitykset) ovat samat. (Olzak ym. 2010, 111.) Klusterin jäsenillä (klusterinodeilla) täytyy olla myös yhteinen, samalla nopeudella toimiva tietokanta – yleensä SAN (Storage Area Network) (Olzak ym. 2010, 112).

Klusterityyppiä on kahdenlaisia. Ne voivat olla joko kuormanjakotyyppisiä tai varmuustyyppisiä. Kuormanjakotyyppisissä klustereissa palvelimien fyysisiä resursseja jaetaan käytettäväksi tarpeen mukaan. Varmuustyyppisissä klustereissa yhtä klusterijäsentä käytetään kerrallaan, jolloin muut klusterijäsenet varmistavat toimivuuden jatkuvuuden, kun käytössä oleva pääjäsen kaatuu. (Olzak ym. 2010, 111.)

#### 2.4.1 Korkea käytettävyys ja Windows 7 -testiympäristön virtualisointi

Määriteltäessä korkeaa käytettävyyttä Windows 7 -testiympäristölle on huomioitava, mikä virtualisoinnin taso halutaan klusteroida. Kuvaajassa 3 on kuvattu kaksi mahdollista klusterointivaihtoehtoa korkean käytettävyyden järjestämiseksi.

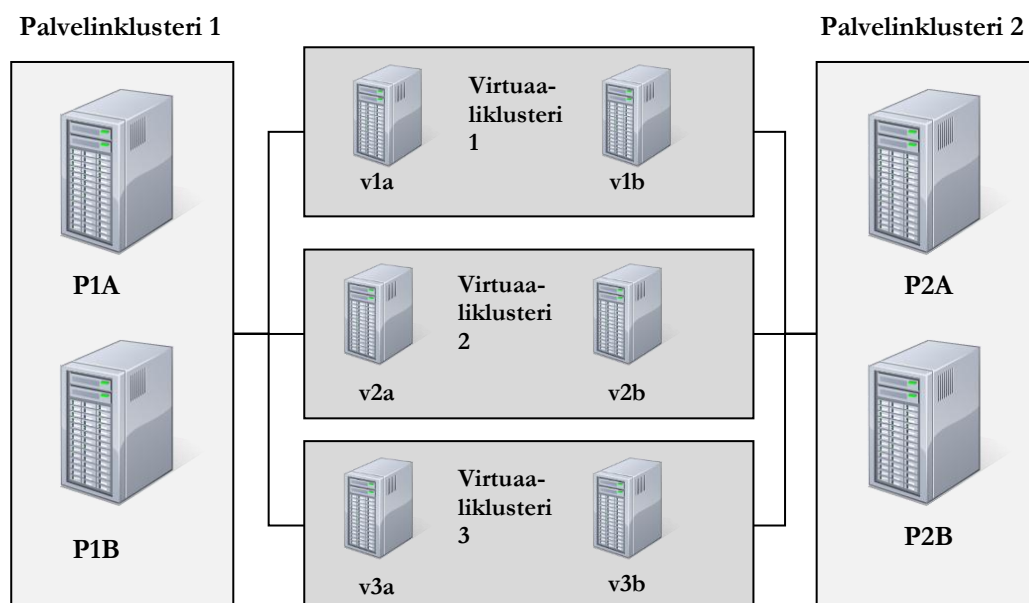


Kuvaaja 3. Virtuaaliklusteri ja palvelinklusteri (Olzak ym. 2010, 114).

Virtuaaliklusterissa vieraskoneet muodostavat klusterin fyysiselle palvelimelle järjestetyssä virtuaaliympäristössä. Palvelimella on tällöin joku virtualisointipalvelu, jonka päällä vieraskoneet toimivat. Vaihtoehtoisesti voidaan rakentaa fyysisten palvelimien kluste-

ri, jossa jokaisessa on asennettuna sama virtuaalikoneita pyörittävä virtualisointiympäristö.

Yhdistämällä eri klusterimetodit voidaan hahmotella alkeellinen arkkitehtuurirakenneluvaus virtualisoidun Windows 7 testiympäristön järjestämiseksi.



Kuvaaja 4. Perusmalli jossa palvelinklusterit isännöivät virtuaalikkustereita (Olzak ym. 2010, 115).

Kuvaajassa 4 virtuaalikoneet v1a, v2a ja v3a toimivat varmuustyyppisinä klustereina fyysisillä palvelimilla P1A ja P2A. Tämä järjestely on sitten peilattu palvelinklusteri kakkoselle, joka isännöi virtuaalikoneita v1b, v2b ja v3b. Kuvaajan mukainen virtuaaliympäristö on näin kahdennettu. (Olzak ym. 2010, 114).

Tällaisella ratkaisulla on ainakin seuraavia hyötyjä: (Olzak ym. 2010, 114.)

- Jos fyysinen palvelin tarvitsee korjausta tai päivityksiä, virtuaalikoneet voidaan käynnistää toiselta palvelinklusterin jäseneltä.
- Jos fyysinen palvelin kaatuu, palvelinklusterin toinen jäsen käynnistää virtuaalikoneet automaattisesti.
- Jos virtuaalikone kaatuu, se voidaan käynnistää uudelleen samalta palvelinklusterin jäseneltä tai toiselta siihen soveltuvalta klusterin jäseneltä.

## 2.5 Yhteenveto

Tässä luvussa olen esittänyt mahdollisen mallin Windows 7 testiympäristön virtualisointiin sekä siihen liittyviä käsitteitä ja termejä. Olen myös kertonut lyhyesti virtualisoinnin historiasta. Virtualisointi on laaja käsite ja virtualisointitapoja on enemmän kuin mitä olen esitellyt. Olen kuitenkin tietoisesti pitäytynyt valitsemieni virtualisointimetodien suomissa rajoissa. Seuraavaksi käsitellään valittuja virtualisointimetoodeja, niiden ohjelmisto- ja laitteistovaatimuksia sekä ominaisuuksia.

## 3 Windows Server 2008 R2

### 3.1 Windows Server 2008 R2:n laitevaatimukset

Windows Server 2008 R2 (W2K8R2) julkaistiin 22. lokakuuta 2009. Se on ensimmäinen 64-bittinen palvelinkäyttöjärjestelmä. W2K8R2 pohjautuu Windows 7 – käyttöjärjestelmän lähdekoodiin ja on tässä opinnäytetyössä Hyper-V:llä toteutetun virtualisointiratkaisun alusta.

Seuraavassa taulukossa on aseteltu vähimmäis- ja suositellut laitekoonpanovaatimukset W2K8R2:lle.

Taulukko 2. Windows Server 2008 R2:n laitevaatimukset. (Windows Server 2008 System Requirements.)

Windows Server 2008 R2	Vähimmäisvaatimukset	Suosittelut kokoonpano
Proessori	1.4 Ghz (64-bit-prosessori).	2 Ghz tai enemmän (64-bit-prosessori).
Muisti	512 MB RAM.	2 GB RAM tai enemmän Maksimi 32 GB (64-bit Standard versio).
Kovalevytila	10 GB.	40 GB tai enemmän.
Optinen levyasema	DVD-ROM.	DVD-ROM.
Oheislaitteet	Super VGA (800 x 600) tai korkearesoluutioisempi monitori sekä hiiri ja näppäimistö.	Super VGA (800 x 600) tai korkearesoluutioisempi monitori sekä hiiri ja näppäimistö.

## 3.2 Windows Server 2008 R2:n tuomat päivitykset Hyper-V:hen

Myös Hyper-V päivittyi W2K8R2:n julkaisun myötä. Uusia ominaisuuksia ovat muun muassa: (Farr 2009, 100-102.)

- Reaaliaikainen migraatio.  
Virtuaalikoneiden siirto klusterista toiseen onnistuu ilman koneiden sammuttamista tai verkkoyhteyden katkeamista. Palvelu vaatii toimiakseen yhteisen tallennustilarooliin määrittämisen palvelimen kaatumisen varalta (failover clustering role).
- Virtuaalisten koneiden levytilan reaaliaikainen lisäys tai poisto.  
Levytilan muutos on mahdollista virtuaalikoneen ollessa käytössä.
- Paranneltu prosessorituki.  
64 fyysisen prosessoriyksikön tuki.
- Paranneltu verkkotuki.

## 4 Hyper-V

### 4.1 Hyper-V:n laitevaatimukset

Ihan ensimmäiseksi on hyvä huomauttaa, että tässä opinnäytetyössä puhutaan Windows Server 2008 R2:n (64-bit-versio) Hyper-V –palvelinroolista eikä Microsoftin Hyper-V Server 2008 R2:sta, joka on erillinen virtuaalipalvelinkäyttöjärjestelmä.

Hyper-V:n laitevaatimukset eivät pohjimmiltaan eroa W2K8R2:n vaatimuksista, mutta seuraavat palvelinlaitteiston prosessoriin, muistiin ja levytilaan liittyvät asiat on otettava huomioon.

Palvelinlaitteiston prosessorin täytyy tukea DEP-protokollaa (Data Execution Prevention). Samoin muiden ”virtuaalisointilisäkkeiden” on oltava käytössä ennen Hyper-V:n käyttöönottoa. (Olzak ym. 2010, 30.)

Muistikapasiteetti on myös huomionarvoinen asia. Hyper-V tarvitsee toimiakseen vähintään 1GB muistia. Suositus on 2GB tai enemmän, mutta mitä enemmän virtualisoi-

tuja vieraskoneita on tarkoitus käyttää samanaikaisesti, sitä enemmän tarvitaan muistikapasiteettia.

Kovalevytila, kuten muistinmäärä, ovat riippuvaisia toteutettavasta ympäristöstä. Jokainen uusi vieraskone tarvitsee oman lohkonsa virtualisoidusta kovalevytilasta. Hyper-V vaatii toimiakseen vähintään 8GB kovalevytilaa, mutta suositus on 20GB tai enemmän.

Taulukko 3. Hyper-V:n laitevaatimukset. (Microsoft Download Center, Hyper-V system requirements 2012.)

Hyper-V	Vähimmäisvaatimukset	Suositteltu kokoonpano
<b>Proessori</b>	1.4GHz (64-bit) sekä Intel VT ja Intel XD bit tai AMD-V ja AMD NX bit palvelut käytössä.	2.0GHz (64-bit) tai enemmän sekä Intel VT ja Intel XD bit tai AMD-V ja AMD NX bit palvelut käytössä.
<b>Muisti</b>	1GB.	2GB tai enemmän (maksimi 1TB).
<b>Kovalevytila</b>	8GB.	20GB tai enemmän.
<b>Optinen levyasema</b>	DVD-ROM.	DVD-ROM.
<b>Verkko</b>	2 verkkoliittymää.	3 verkkoliittymää tai enemmän.
<b>Oheislaitteet</b>	Super VGA (800 x 600) tai korkearesoluutioisempi monitori sekä hiiri ja näppäimistö.	Super VGA (800 x 600) tai korkearesoluutioisempi monitori sekä hiiri ja näppäimistö.

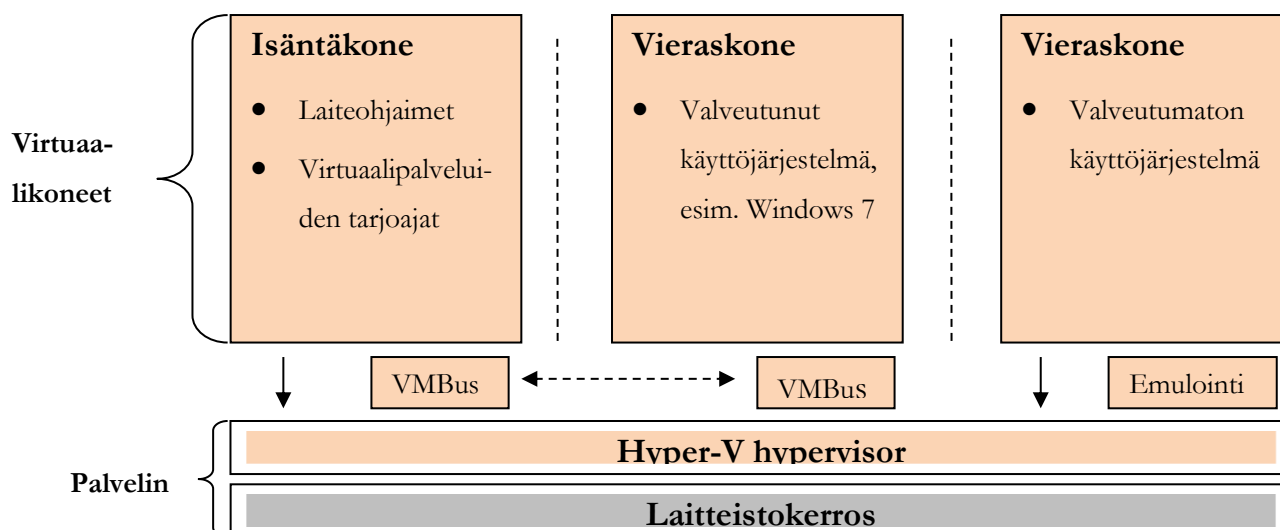
Edellä mainituista laitevaatimuksista voin siis todeta, että palvelimen muistikapasiteetti ja kovalevytilan määrä ovat asioita, jotka on otettava huomioon virtualisoinnin suunnittelussa. Esimerkiksi 1GB muistia ei käytännössä riitä Windows 7 –käyttöjärjestelmän virtualisoimiseksi ja 8GB minimikovalevytilasta Windows 7 –asennus söisi puolet. Ei voida myöskään sanoa, että Microsoftin suosittelemat 2GB muistia ja 20GB kovalevytila olisivat normaalitilanteessa riittävät. Windows 7:n virtualisointivaatimuksiin palaan myöhemmin tässä opinnäytetyössä.

## 4.2 Hyper-V:n arkkitehtuuri

Hyper-V järjestää kaikki virtuaalikoneet isäntä- ja vieraskoneisiin ja hallitsee niiden käyttämiä laitteistoresursseja. Isäntäkone syntyy Hyper-V-roolin käyttöönnotossa ja kaikki virtualisoitavat käyttöjärjestelmät toimivat vieraskoneissa. Miten tehokkaasti vie-

raskoneiden käyttöjärjestelmä toimii, riippuu siitä onko se Hyper-V:n tukema käyttöjärjestelmä.

Hyper-V:n arkkitehtuuria voidaan kuvata seuraavasti (kuvaaja 5):



Kuvaaja 5. Hyper-V:n arkkitehtuuri (Kivimäki 2009, 1202).

### 4.3 Hyper-V ja korkea käytettävyys

Seuraavia asioita on hyvä ottaa huomioon varmistaakseen korkean käytettävyyden Hyper-V:n käyttöönotossa.

Virtuaalikoneiden virtuaalikoalevyt, jotka jakavat yhteisen loogisen kovalevytilan, kuuluvat samaan palvelu- tai sovellusryhmään. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että jos yksi virtuaalikone siirtyy kovalevyltä toiselle, kaikki saman ryhmän virtuaalikoneet siirtyvät mukana. On myös tärkeää, että looginen kovalevytila on nimetty oikein ja on palvelinklusterin käytettävissä. (Olzak ym. 2010, 116) Nämä asiat huomioon ottamalla varmistetaan virtuaalikoneiden käytettävyyden jatkuminen palvelimen hajoamistilanteissa.

## 4.4 Hyper-V:n ominaisuudet

### 4.4.1 Hyper-V:n tukemat vieraskäyttöjärjestelmät

Microsoft käyttää termiä ”valveutunut käyttöjärjestelmä” (enlightened OS) sellaisista käyttöjärjestelmistä, jotka osaavat kommunikoida Hyper-V:n kanssa suoraan käyttäen WinHv tai UnixHv-palvelua (Windows Hypervisor Interface Library, Unix Hypervisor Interface Library). Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että valveutunut käyttöjärjestelmä osaa käyttää Hyper-V:n tarjoamia integrointipalveluja kuten esimerkiksi varjokopiointia (Volume Shadow Copy). ”Valveutumattomat käyttöjärjestelmät” käyttävät emuloituja laitteita, jolloin niiden suorituskyky saattaa olla huomattavasti heikentynyt. (Olzak ym. 2010, 17; Kivimäki 2009, 1202).

Hyper-V tukee muun muassa taulukossa 4 mainittuja valveutuneita käyttöjärjestelmiä (32-bit tai 64-bit):

Taulukko 4. Hyper-V:n tukemat valveutuneet käyttöjärjestelmät. (Microsoft Technet, Hyper-V supported guest operating systems 2012.)

Vieraskäyttöjärjestelmä	Versio	Mahdollisten virtuaali-prosessorien määrä
Windows Server 2003 SP2.	Standard, Enterprise, Datacenter ja Web.	1 tai 2.
Windows Server 2008 SP2.	Standard, Enterprise, Datacenter, Web ja HPC.	1, 2, 3 tai 4.
Windows Server 2008 R2 SP1.	Standard, Enterprise, Datacenter ja Web.	1, 2, 3 tai 4.
SUSE Linux Server 11 SP2.	Enterprise.	1, 2, 3 tai 4.
Windows 7 SP1.	Enterprise, Ultimate ja Professional.	1, 2, 3 tai 4.
Windows Vista SP2.	Business, Enterprise ja Ultimate.	1 tai 2.
Windows XP SP3.	Professional.	1 tai 2.

#### 4.4.2 Hyper-V:n snapshot-toiminto

Virtualisoidusta vieraskoneesta voidaan ottaa minä hetkenä hyvänsä niin sanottu tilakuva (snapshot). Tilakuvien avulla on mahdollista palauttaa vieraskoneen käyttöjärjestelmä tilaan, jossa käyttöjärjestelmä oli tilakuvan ottohetkellä.

#### 4.4.3 Hyper-V:n verkkoliittymät

Hyper-V:n virtuaaliverkkomanagerin avulla on mahdollista luoda kolmenlaisia verkkojärjestelyitä. Privaattiverkko sallii virtuaalikoneen kommunikoida vain toisen virtuaalikoneen kanssa. Sisäverkko luo yhteyden isäntäkoneen ja virtuaalikoneiden välille. Ulkoinen verkko sallii virtuaalikoneen kommunikoida samassa verkossa kuin isäntäkone. Virtuaalikone toimii tällöin kuin mikä tahansa solmu verkossa. (Kivimäki 2009, 1206.)

#### 4.4.4 Hyper-V:n käyttöliittymä

Hyper-V:n hallintakonsolilla (Hyper-V Manager) hallitaan virtuaalikoneita. Mahdollisia asetuksia ovat muun muassa virtuaaliverkkojen hallinta, virtuaalikovalevyjen hallinta, virtuaalikoneiden lisäys ja poisto, virtuaalikoneen käyttämän laitteiston hallinta ja tilakuvien hallinta (Kivimäki, 2009, 1216).

#### 4.4.5 Hyper-V:n etähallintakonsoli

Hyper-V:n etähallintakonsoli mahdollistaa virtuaalikoneiden järjestelmähallinnan etänä samaan tapaan kuin paikallinen käyttöliittymä. Etähallintatyökalua varten palomuurin täytyy tehdä oikeat tietoliikenneavaukset.

#### 4.4.6 Hyper-V ja BitLocker

BitLocker on Microsoftin kehittämä kryptaussovellus levynsalauksia varten. BitLocker vaatii toimiakseen TPM-moduulin (Trusted Platform Module) kytkemistä käyttöön käytössä olevan laitteiston BIOS-asetuksista. Virtuaalikoneasetuksia ja virtuaalikovalevyjä on mahdollista suojata tallentamalla ne laitetason BitLocker kryptatulle levyosiolle. (Olzak 2010, 36.)

## 4.5 Hyper-V:n yhteenveto

Olen tässä luvussa esitellyt Hyper-V:n laite- ja toimintavaatimukset. Samoin olen listannut tärkeimpiä Hyper-V:n ominaisuuksia ja kertonut mitä pitää ottaa huomioon korkean käytettävyyden saavuttamiseksi Hyper-V:llä.

Seuraavaksi kerron VMware vSphere Hypervisorista; sen vaatimuksista, ominaisuuksista ja toimintaperiaatteesta.

## 5 VMware vSphere Hypervisor (ESXi)

### 5.1 VMware vSphere Hypervisorin (ESXi) laitteistovaatimukset

VMware vSphere Hypervisor (ESXi) on Linux-pohjainen, Hypervisor-tyyppinen ja ilmainen virtuaaliympäristöpalvelin. ESXi on palvelin siinä mielessä, että se on oma käyttöjärjestelmänsä, toisin kuin Hyper-V, joka tässä opinnäytetyössä toimii W2K8R2 palvelinkäyttöjärjestelmän palvelinroolina. Kummatkin ratkaisut ovat kuitenkin ensimmäisen luokan Hypervisor-tyyppisiä virtualisointiratkaisuja.

VMware julkaisi ESXi versio 5.0:n elokuussa 2011. ESXi:n arkkitehtuuri ja ominaisuudet perustuvat VMware ESX –palvelinkäyttöjärjestelmään, vaikka se onkin riisuttu versio ESX:stä. ESXi:stä ei esimerkiksi löydy perinteistä ikkunallista hallintakonsolia, vaan se on korvattu komentorivi-tyyppisellä käyttöliittymällä. Näin VMware on pystynyt tiputtamaan ESXi:n vaatiman vähimmäiskovalevytilan 144 megabittiin. (VMware ESXi and ESX Info Center 2012.) Tässä opinnäytetyössä tulen käyttämään VMware vSphere Hypervisor (ESXi) versiota 5.0 U1.

ESXi:n toimintavaatimukset ovat hieman jyrkemmät kuin Hyper-V:n. Taulukossa 5 on jäsennelty vaadittu ja suositeltu laitteistokokoonpano. On huomattava, että ESXi ei tue kuin 64-bittisiä prosessoreja, kuten ei Hyper-V:kään. Samoin ESXi 5.0 U1 ei tue kuin LAHF ja SHAF-tyyppisiä komentoja 64-bittiseltä prosessorilta (load ah from flags ja store ah into flags). Edellä mainittuja prosesseja tukevia prosessoreita ovat muun muassa kaikki AMD Opteron prosessorit ja Intel Xeon prosessorit. (vSphere 5 Documentation Center, ESXi Hardware Requirements.)

Taulukko 5. VMwaren vSphere Hypervisorin vähimmäis- ja suosituskokoonpanot.  
(vSphere Documentation Center, ESXi Hardware Requirements.)

ESXi 5.0 U1	Vähimmäiskokoonpano	Suosittelut kokoonpano
<b>Proessori</b>	Kaksiytiminen ja 64-bittinen sekä Intel VT-x tai AMD RVI-tuki.	Vähimmäisvaatimuksia tehokkaampi/tehokkaammat prosessorit.
<b>Muisti</b>	2GB.	8GB (maksimi 32GB).
<b>Kovalevytila</b>	1GB käynnistystä varten, 5,2GB VMFS:n luontia varten ja 4GB Scratch-partitiota varten.	Enemmän kuin vähimmäisvaatimukset.
<b>Optinen levy-asema tai USB-portti</b>	Jompikumpi.	Kummatkin.
<b>Verkko</b>	Yksi 10GB Ethernet-adapteri.	Yksi fyysinen Gigabit Ethernet 10/100/1000 –verkkokortti muuta verkkoliikennettä varten ja toinen virtualiverkkoja varten.
<b>Oheislaitteet</b>	Super VGA (800 x 600) tai korkearesoluutioisempi monitori sekä hiiri ja näppäimistö.	Super VGA (800 x 600) tai korkearesoluutioisempi monitori sekä hiiri ja näppäimistö.

ESXi-isäntäpalvelinta asennettaessa on otettava huomioon käytettävä fyysinen levy-asema. ESXi voidaan asentaa SATA (Serial AT Attachment) –kovalevyille, joiden levy-ohjaimet ovat ESXi:n tukemia. ESXi tukee myös SATA–kovalevyjä, jotka käyttävät tuettuja SAS (Serial Attached SCSI) -protokollaohjaimia. (VMware vSphere Documentation Center, ESXi Hardware Requirements.) Tuettuja SATA-ajureita ovat: (vSphere 5 Documentation Center, ESXi Hardware Requirements.)

- Intel ICH9
- NVIDIA MCP55
- ServerWorks HT1000

Tuettuja SAS-tiedonsiirtoprotokollia ovat:

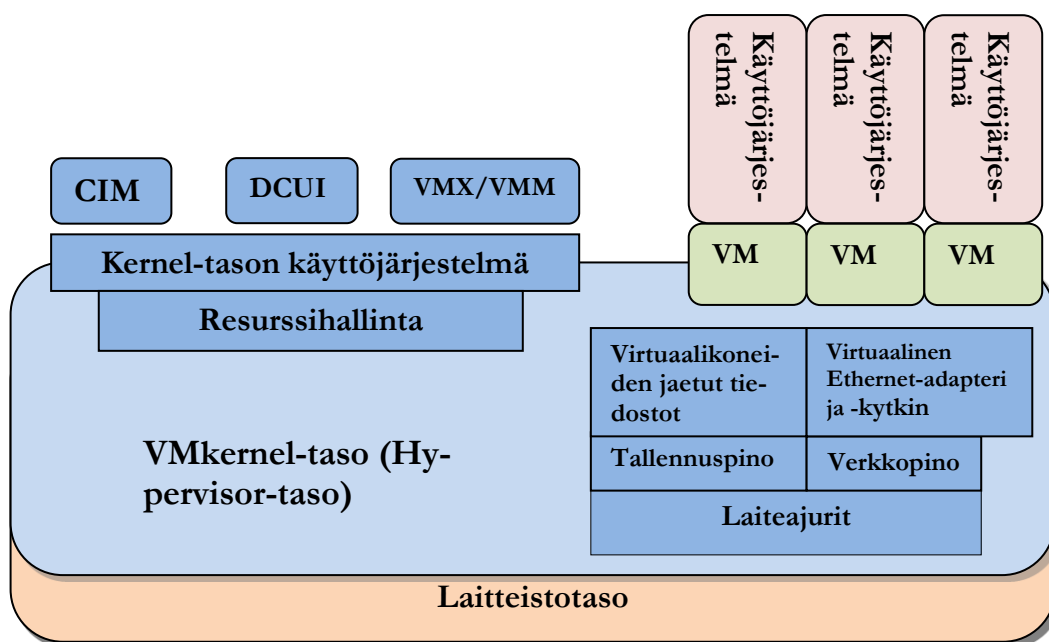
- Dell PERC 5.0.1 –ohjain
- IBM ServeRAID 8K SAS –ohjain
- Smart Array P400/256 –ohjain

On myös muistettava, että ESXi ei pysty luomaan muiden ESXi-palvelimien kanssa jaettavia VMFS –tallennuslohkoja paikallisille SATA –kovalevyille. ESXi-isäntäkone

voidaan käynnistää UEFI-protokollaa hyväksikäyttäen kovalevyiltä, CD-ROM-asemalta tai USB-medialta. Käynnistysprotokolla UEFI:n muuttaminen asennuksen jälkeen voi aiheuttaa ESXi:n käynnistymisen epäonnistumisen. Käynnistysprotokollan muutos ei siis ole suositeltavaa asennuksen jälkeen. (VMware vSphere Documentation Center, ESXi Hardware Requirements.)

## 5.2 VMware vSphere Hypervisorin (ESXi) arkkitehtuuri

ESXi:n toiminta-arkkitehtuuri eroaa aika lailla Hyper-V:n vastaavasta. Suurin ero on siinä, että ESXi luo oman Hypervisor-kerroksen suoraan laitetason päälle eikä käytä pohjalla palvelinkäyttöjärjestelmää laitteiston ja virtuaalikoneiden kommunikaatiossa kuten Hyper-V. Kuvaajassa 6 on hahmoteltu ESXi:n toimintamallia.



Kuvaaja 6. VMware vSphere Hypervisor arkkitehtuuri (Chaubal 2007, 3).

Selvennän hieman seuraavassa kuvaajan 6 termejä ja lyhenteitä. (Chaubal 2007, 3-8.)

- CIM (Common Information Model) on käyttäjän työkalu laitetason etähallintaan.
- DCUI (Direct Console User Interface) on perusasetuksien hallintaan tarkoitettu palvelinkonsoli.

- VMX (Virtual Machine eXtensions eli prosessorin virtualisointituki) yhdessä VMM (Virtual Machine Monitor) kanssa luovat vieraskoneille niiden toimintaympäristön.

VMkernel-taso eli Hypervisor-taso on ESXi:n toiminnan sydän. Se on VMwaren kehittämä POSIX-tyyppinen käyttöjärjestelmä, jonka tärkein tehtävä on hallita virtuaalikoneiden resurssinhallintaa, I/O-jonoja ja laitteistoajureita (Chaubal 2007, 4). POSIX (Portable Operating System Interface) on IEEE:n kehittämä standardikokoelma eri käyttöjärjestelmien yhteensopivuuden hallintaa varten.

### 5.3 VMware vSphere Hypervisorin (ESXi) ominaisuudet

#### 5.3.1 VMware vSphere Hypervisorin (ESXi) tukemat vieraskäyttöjärjestelmät

ESXi tukee monipuolisesti eri vieraskäyttöjärjestelmiä, sillä se ei vaadi samalla tavalla valvutuneisuutta vieraskäyttöjärjestelmiltään kuin Hyper-V. Tuettuja vieraskäyttöjärjestelmiä on kymmenittäin, joten olenkin keskittynyt opinnäytetyössäni vain Windows 7 virtualisointivaatimukseen ESXi:llä. (Guest Operating System Installation Guide 2010, 12.) Näitä vaatimuksia ovat:

- 32-bittisellä Windows 7 –virtuaalikoneella täytyy olla vähintään 1GB ja 64-bittisellä 2GB muistia tarjolla.
- 32-bittisellä Windows 7 –virtuaalikoneella täytyy olla käytössä vähintään 24GB kovalevytilaa.
- 64-bittisellä Windows 7 –virtuaalikoneella täytyy olla käytössä vähintään 32GB kovalevytilaa.

Tässä voidaan jälleen todeta, että vähimmäisvaatimusten mukaisen laitteiston käyttö onnistuu ehkä kevyen testauksen kanssa, mutta ei missään nimessä ole riittävä laajempaa testausta saati tuotantoa varten. Laitteistovaatimukset on asia, joka on hyvä kartoittaa tarkkaan palvelintarjouspyyntöä tehdessä.

### 5.3.2 VMware vStorage VMFS, vMotion ja DRS

VMware vStorage VMFS on VMwaren kehittämä yhteinen tallennusjärjestelmäklusteri ESXi-palvelimia varten. Yhteinen klusteri mahdollistaa vieraskonetiedostojen käsittelyn yhtäaikaisesti. Tällaisella järjestelyllä on korkean käytettävyyden kannalta erityisesti hyötyä. VMFS-järjestelmän avulla voidaan ottaa tilakuvia ja lisätä vieraskoneiden levytilaa ”lennosta” vieraskonetta sammuttamatta. Tällainen yhteinen ja hajautettu tallennusjärjestelmä toimii myös varmistuksena tietojen säilyvyydelle jos jokin tietty palvelin sattuu kaatumaan. (VMware vStorage VMFS Overview and Features 2012.)

Storage vMotionin mahdollistaa reaaliaikaisten virtuaalikovelyjen siirron (migraation) eri tallennuspaikkojen välillä ilman katkoja käytössä. Palvelu ei tosin toimi kuin ESXi:n tukemilla SAN, iSCSI SAN ja NFS-tallennusjärjestelmillä. (VMware vMotion Features 2012.)

DRS:n (Distributed Resource Scheduler) avulla voidaan tallennuskapasiteettia hallita keskitetysti ja jakaa resursseja eri virtuaalikoneille tarpeen mukaan (VMware SDRS Overview 2012). Tallennusresursseja voidaan esimerkiksi jakaa helposti eri toimialueille niiden resurssitarpeiden mukaisesti.

### 5.3.3 VMware VMsafe

VMsafe on VMwaren kehittämä integraatio-ohjelma kolmannen osapuolen tietoturvasovellusten käyttöönottoon (Hypervisor-tasolla) virtuaalikoneiden tietoturvan suojaamiseksi (Technical Resource Center, VMware VMsafe). VMsafe tukee muun muassa F-Securen tuotteita.

### 5.3.4 VMware vSphere Client ja Web Client

vSphere Client -etähallintakonsoli on pakollinen osa ESXi:n käytössä. Se on paikallisesti Windows käyttöjärjestelmään asennettava työkalu, jonka avulla luodaan, järjestetään ja hallitaan ESXi:llä virtualisoituja vieraskoneita sekä niiden resursseja ja isäntäkoneita.

Web Client on käyttöjärjestelmäriippumaton etähallintakonsoli ESXi:n ja vieraskoneiden hallintaan. Web Client -etähallintakonsolia voidaan käyttää vain vCenter Serverin kanssa (vSphere 5 Documentation Center, vSphere Client and vSphere Web Client).

Hallintakonsolit tarjoavat eri työkaluja virtuaalikoneiden hallintaan riippuen käytettävästä virtualisointipalvelimesta. Verkkoyhteys palvelimelle ja vieraskoneille on pakollista kummankin etähallintakonsolin käytössä.

### **5.3.5 ESXi ja verkkoliittymät**

ESXi:llä voidaan luoda kahdenlaisia verkkoliittymiä: (vSphere Documentation Center, Network Services.)

- Virtuaalikoneet voidaan yhdistää toisiinsa ja fyysiseen verkkoon.
- VMkernel-tason palveluita voidaan liittää fyysiseen verkkoon.

Fyysisellä verkolla tarkoitan tässä sitä, että verkkoyhteys kulkee palvelimelta löytyvän verkkokortin kautta ja että palvelin tai virtuaalikoneet kommunikoivat ulkoisen verkon kanssa.

## **6 Windows 7:n virtualisointi Valtiokonttorissa**

### **6.1 Valtiokonttorin nykyinen testiympäristö**

Valtiokonttorin sovellusten ja järjestelmien käyttöönoton testiympäristö (myöhemmin testiympäristö) on nykyisellään kankea ja muutoksien näkökulmasta työläs. Tämä johtuu siitä, että testikoneet ovat fyysisiä työkoneita, joita toimitetaan testikäyttöön ja puretaan pois tarpeen mukaan. Uuden testikoneen käyttöönotto vaatii muun muassa koneasennuksen ja tarvittavat määrytykset (esimerkiksi muutokset AD:ssa). Tämän jälkeen testikone vielä toimitetaan haluttuun paikkaan ja testataan, että testikone toimii halutulla tavalla.

Havainnollistamisen vuoksi käyn seuraavassa esimerkissä läpi mitä viiden koneen muodostama testiympäristö nykykäytännöllä tulisi maksamaan.

### 6.1.1 Esimerkki nykyisestä testiympäristökäytöstä

Oletan esimerkissäni, että testattavana on Windows 7 -käyttöjärjestelmä ja että se on asennettuna viidelle eri (fyysiselle) työasemalle. Työasemat tulevat VK:n tietohallinnon suorittamaa Windows 7 -testausta varten ja koneiden käyttöaste on suuri. Uusin pöytäkonemalli, mitä VK:lla käytetään, on Dell Optiplex 990 SF (Standard base Small Form Chassis), jonka komponenttikokoonpano on esitelty taulukossa 6.

Taulukko 6. Dell Optiplex 990:n kokoonpano (Dell Optiplex 990 Technical Guidebook 2012.)

Dell Optiplex 990	
<b>Proessori</b>	Intel Core i5-2400 (3.3GHz).
<b>Muisti</b>	4GB kahden kanavan DDR3 SDRAM kellotaajudella 1333MHz.
<b>Kovalevy</b>	250GB 3.5 tai 6.0Gb/s SATA.
<b>Näytönohjain</b>	Integroitu HD Graphics 2000 (1DP & 1VGA).
<b>Verkko</b>	Integroitu Intel 82579 GIGABIT1 Ethernet LAN 10/100/1000 Mbps.
<b>Optinen levyasema</b>	16X DVD+/-RW.

Kyseessä olevan pöytäkoneen markkinahinta esitellyin komponentein on 1040€/kpl (Dell, Inc. Optiplex 990 –pöytäkone 2012). Viiden koneen rypäs tulisi siis maksamaan 5200€. Yhden pöytäkoneen keskiarvollinen virrankulutus on noin 50 wattia (maksimi-käyttö 75 wattia, joutotila 21 wattia ja sammuneena 3 wattia). Joten nykyhinnalla yhden koneen sähkönkulutus vuositasolla on noin 342 kWh/v ja siitä aiheutuvat kustannukset noin 48€/v. Viiden koneen vuosikulutus on noin 1710 kWh/v ja kustannukset 240€/v (Vattenfall sähkölaskuri 2012.) Kun pöytäkoneiden käyttöikä VK:lla on neljä vuotta, voidaan laskea, että neljän vuoden sähkönkulutuksesta aiheutuvat kustannukset ovat 960€. Yhteishinnaksi viidelle pöytäkoneelle, ostohinnan ja neljän vuoden sähkönkulutuksen kanssa, tulee 6160€.

Vertauksen vuoksi esittelen tässä HP:n ProLiant BL460c –palvelimen, joka on yksi palvelinvaihtoehto virtualisoitujen Windows 7 –käyttöjärjestelmien testausta varten.

Taulukko 7. Esimerkkipalvelimen laitteistokokoonpano. (HP ProLiant BL460c - tekniset tiedot ja takuu 2012.)

<b>HP ProLiant BL460c</b>	
<b>Proessori</b>	Intel Xeon E5620 (4 ydintä, 2,40GHz).
<b>Muisti</b>	6GB vakiona.
<b>Kovalevy</b>	Kaksi HP 146GB 10K SAS 2.5 DP – kovalevyä.
<b>Verkko</b>	Kahden portin 10GB Ethernet NC553i FlexFabric –verkkokortti.
<b>Massamuistiohjain</b>	Yksi Smart Array P410i –ohjain.

Palvelimen keskihinta on 2325€ ja sähkönkulutus 80W (HP ProLiant BL460c - tekniset tiedot ja takuu 2012.). Jos käytämme samaa Vattenfallin sähkölaskuria, palvelimen vuosittainen sähkönkulutus on 701kWh/v ja hinta 98€/v. Samalla neljän vuoden käyttöiällä palvelimen kokonaiskustannus ostohinnan ja sähkönkulutuksen kanssa on 2717€.

Fyysisien testikoneiden asennustyöt ja valmiiden koneiden toimittaminen käyttäjille on aikaa vaativaa työtä. Yhden fyysisen koneen saattaminen valmiiksi testikäyttöön Valtiokonttorissa vie yleensä kahdesta kolmeen tuntia – riippuen halutuista sovelluksista. Voidaan laskea, että viiden fyysisen koneen asennusurakka kestää noin 10–15 tuntia, mikä tarkoittaa käytännössä kahta tai kolmea kokonaista työpäivää.

Virtualisoinnilla voidaan merkittävästi vähentää testiasemien käyttöönottoon kuluva aikaa. Virtualisoitu Windows 7 –käyttöjärjestelmä voidaan esimerkiksi kopioida toiselle virtuaalikoneelle tai palauttaa ”puhtaaseen” alkutilaan minuuteissa tuntien sijaan. Vähentynyt työmäärä tarkoittaa säästyviä henkilöresursseja.

Tässä esimerkissä en ottanut huomioon mahdollisia ylläpidosta, kuljetuksista, sovelluslisenseistä tai muista aiheutuvia ylimääräisiä kustannuksia, koska mielestäni pelkästään hankintahinta ja sähkönkulutuksesta aiheutuvat kustannukset ovat tarpeeksi suuria syitä testiympäristön virtualisoimiseksi.

## 6.2 Testiympäristön virtualisoinnin hyödyt Valtiokonttorille

Kuten jo johdannossa mainittiin, tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää VK:n kannalta paras mahdollinen ratkaisu Windows 7 –käyttöjärjestelmän virtualisoimiseksi testausta varten. Testauksen järjestäminen virtualisoituna tarjoaa ainakin seuraavanlaisia hyötyjä VK:lle:

- Laitteiston parempi käyttöaste.  
Virtualisoinnilla voidaan vähentää tarpeettomasti testauksessa käytettävien työasemien lukumäärää. VK:n tapauksessa tarkoitus on tiivistää koko Windows 7 -testiympäristö yhden palvelimen alle.
- Pienentynyt energiantarve.  
Pienemmän sähkölaskun kannalta todella merkittävä virtualisoinnin tarjoama hyöty.
- Laitteiston ylläpitokustannukset.  
Mitä vähemmän laitteita on huolehdittavana, sitä vähemmän myös ylläpito maksaa.
- Testikoneiden nopeampi ja joustavampi hallinta  
Uusien testikoneiden asennus, käyttöönotto ja hallinta on nopeampaa, jolloin säästetään siihen käytetyssä työajassa.

## 6.3 Yhteenveto

Tässä luvussa esittelin VK:n nykyisen testiympäristön tilan ja esittelin siitä pienen esimerkin. Suurimmat ongelmat nykyisen testiympäristön kanssa ovat sen kustannustehottomuus ja ylläpito. Se vaatii tarpeettoman paljon rahaa ja työaika, jotka ovat pois jostain muusta, esimerkiksi projekteista.

## 7 Vaatimukset Windows 7:n virtualisoinnille Valtiokonttorissa

Jotta voidaan todeta, että virtualisoidun Windows 7 käyttöönotto on onnistunut, sen täytyy suoriutua ainakin seuraavista vaatimuksista:

1. VK:n tietohallinnon jakama 64-bit Windows 7 –käyttöjärjestelmäpaketti ja sen sisältämien sovellusten tulee toimia ympäristössä. Sovelluksia ovat:

- Microsoft Office 2010.
- Microsoft Lync 2010.
- SCCM Client.
- Adobe Reader.
- F-Secure (niin virustorjunta kuin palomuuuri).

Edellä mainitut sovellukset kuuluvat VK:n tietohallinnon jakamaan peruspakettiin. Sen toimivuus on opinnäytetyössäni kriittisintä.

2. Seuraavat sovellukset ovat tietohallinnon pyynnöstä lisätty testaukseen, koska ne ovat käytössä monella työasemalla.
  - WS\_FTP.
  - SafeGuard PrivateCrypto.
  - SafeGuard LAN Crypt.
3. SCCM-Clientin ja F-Securen päivitysten pitää toimia kuten ”tavallisesti” asennettulla käyttöjärjestelmällä (fyysinen koneelle asennettu Windows 7 -paketti VK:n toimialueella). SCCM-Clientin hallinta täytyy myös toimia.
4. Virtualisoidun Windows 7 -testikoneen käyttö pitää onnistua etätyöpöytäyhteydellä.
5. Uusien virtuaalityöasemien luonti, poisto ja alkutilaan palautus pitää toimia.
6. Virtualisoitujen työasemien pitää pystyä kommunikoimaan keskenään.

Virtualisoitua testiympäristöä tulee opinnäytetyössäni käyttämään VK:n tietohallinto. Testauksen kohteena ovat yllä mainitut vaatimukset ja sovellukset. Testausta suoritetaan VK:n tietohallinnon näkökulmasta, koska yllä mainitut vaatimukset ovat tietohallinnon vastuulla.

## 8 Testaussuunnitelma

Testauksessani tulen keskittymään vaatimuksissa esiteltyihin sovelluksiin, päivityksiin ja toimintoihin, joiden täytyy toimia kuten fyysisessä työasema-asennuksessa. Toimivan sovelluksen tulee käynnistyä ja sitä pitää pystyä käyttämään normaalisti. Tämä tarkoittaa esimerkiksi Office-paketin suhteen sitä, että Office-sovellusten eri toiminnot toimivat ja tiedostojen tallennus onnistuu. F-Securen ja SCCM-Client:n suhteen on tärkeintä, että kummankin tarjoamat päivitykset latautuvat ja asentuvat. SCCM-Client:iin tehtyjen

muutosten täytyy myös onnistua. Jos edellä mainitut asiat toteutuvat, voidaan todeta, että testaus on sovellusten ja päivitysten suhteen onnistunut.

Toimintojen testauksen aloitan käsittelemällä etätyöpöytäyhteyksien toimivuutta. VK:lla on käytössä RDC-etätyöpöytäsovellus (Remote Desktop Connection), joten suoritan etäyhteystestaukset kyseisellä sovelluksella. Voidaan todeta, että etäyhteydet toimivat kun virtualisoidulle Windows 7 –vieraskoneelle luodaan toimiva etätyöpöytäyhteys kutsumalla konetta sekä sen nimellä että IP-osoitteella.

Virtuaalikoneiden luonti, poisto ja palautus alkutilaan tapahtuvat virtuaalikoneiden hallintakonsolia käyttämällä. Tämä testaus ei siis tapahdu vieraskoneiden sisällä. Tämän osion testaus on onnistunut, jos virtuaalikoneen luonti, poisto ja palautus onnistuvat ilman virheitä.

Virtuaalikoneiden testausta varten asennan kummallakin virtualisointimetodilla, Hyper-V ja ESXi, kaksi eri vieraskonetta. Tämä siitä syystä, että vieraskoneiden keskinäistä kommunikaatiota voidaan testata. Kommunikaatiotestauksessa virtuaalikone lähettää Ping-kutsun toiselle virtuaalikoneelle käyttäen tämän nimeä ja IP-osoitetta ja saa onnistuneen vastauksen. Samoin virtuaalikoneet voivat luoda etätyöpöytäyhteyden toisiinsa käyttäen samaa RDC-etätyöpöytäsovellusta, josta jo mainitsinkin. Kolmanneksi, virtuaalikone pystyy järjestelmävalvojan tasoilla tunnuksilla avaamaan toisen virtuaalikoneen C-juuren resurssienhallinnassa. Kommunikaatiotestaus on onnistunut, jos nämä kolme eri toimintoa onnistuvat virheettömästi.

## **9 Windows 7 -käyttöjärjestelmän virtualisointi ja testaus**

Windows 7 –käyttöjärjestelmän virtualisointi ja testaus on jaettu kahteen osaan. Ensimmäisessä osiossa virtualisoin Windows 7:n Hyper-V:llä ja toisessa ESXi:llä. Hyper-V toimii W2K8R2:sen palvelinroolina, joten se täytyy asentaa ennen Hyper-V:tä. Asennusvaiheet on käsitelty kirjallisesti ja olen lisännyt myös kuvakaappauksia asennuksista ja käyttöönnotosta. Testit virtualisointimetodien toimivuudesta suhteessa edellä mainittuihin vaatimuksiin käsitelen lopuksi. Viimeisenä perustelen sen, kumpi virtualisointi-

metodeista on parempi Windows 7 –testiympäristöä ja Valtiokonttorin tietohallintoa varten. Kaikki testit on suoritettu VK:n tiloissa heinä-elokuun aikana kesällä 2012.

## 9.1 Windows 7:n laitteistovaatimukset

Tässä kappaleessa esittelen mitä Windows 7 –käyttöjärjestelmän käyttöönotto vaatii laitteistolta. Taulukossa seitsemän on esitelty Windows 7 –käyttöjärjestelmän vaatima vähimmäislaitteistokokoonpano ja suositeltu laitteistokokoonpano. Tässä opinnäytetyössä virtualisoitu Windows 7 –käyttöjärjestelmä on 64-bittinen Enterprise SP1 –versio.

Taulukko 8. Windows 7 –käyttöjärjestelmän laitteistokokoonpanot. (Windows 7 System Requirements 2012.)

Windows 7 64-bit	Vähimmäiskokoonpano	Suosittelun kokoonpano
<b>Proessori</b>	1GHz.	Nopeampi ja vähintään kaksiytiminen (64-bittinen versio tukee maksimissaan 256 prosessoriydintä).
<b>Muisti</b>	2GB.	Enemmän muistia (esimerkiksi 4GB).
<b>Kovalevytila</b>	20GB.	Enemmän levytilaa.
<b>Näytönohjain</b>	DirectX 9 tukeva näytönohjain.	DirectX 10 tukeva näytönohjain.
<b>Optinen levyasema tai USB-portti</b>	Ei pakollinen.	DVD-ROM ja USB-portteja.
<b>Verkko</b>	Ei pakollinen.	Yhteys Internetiin.

### 9.1.1 Windows Server 2008 R2 asennus

W2K8R2 asennetaan Dell Optiplex 990 –työasemalle, jonka komponenttikokoonpano on sama kuin taulukossa 6 esitelty malli. Taulukosta 6 voimme päätellä, että Dell Optiplex 990 on komponenteiltaan soveltuva W2K8R2:n asentamista varten.

W2K8R2 asennetaan asennuslevykkeeltä, jolloin asennuslevyke asetetaan optiseen levyasemaan ja käynnistysvalikosta valitaan levyasemakäynnistys.

Ensimmäisessä avautuvassa asennusikkunassa valitaan käyttöjärjestelmäkieli, kellonaika ja rahaformaatti sekä näppäimistökieli.

Seuraavaksi ”asennusvelho” tarjoaa tuotetunnuksen syöttöä. Tässä opinnäytetyössä tulen kuitenkin käyttämään vain kokeiluversioita, joten tuotetunnusta ei tarvita. Tuotetunnuksen voi halutessaan syöttää (palvelimen aktivoimiseksi) myös asennuksen valmistuttua. Aktivoimatonta W2K8R2:sta pystyy käyttämään 180 päivää (kokeiluversio), mikä on tämän opinnäytetyön kannalta riittävä aika.

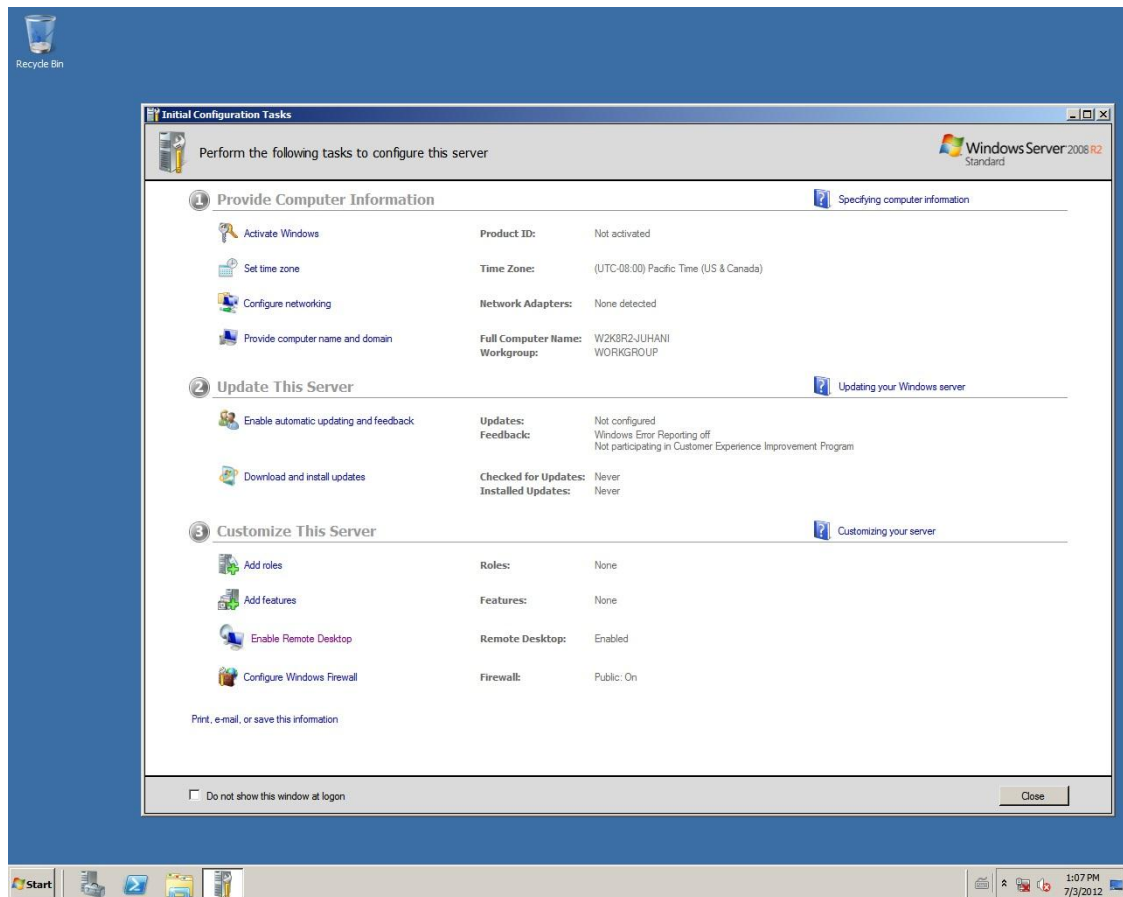
Seuraavasta ikkunasta valitaan asennettava palvelinversio, mikä tässä tapauksessa on W2K8R2 standard –version täysasennus. Tämän jälkeen täytyy hyväksyä ehdot vielä hyväksyttäväksi, jotta pääsen eteenpäin.

Käyttöehtojen hyväksyttämisen jälkeen valitaan suoritetaanko päivitys vai mukautettu asennus. Koska olen suorittamassa uutta palvelinasennusta, valitsen mukautetun asennuksen.

Levyosiointi on asennuksen seuraava askel. Tämä asennusvaihe on vaihtoehtoiltaan asennuksen laajin. Levyosioita voidaan tarvittaessa poistaa, alustaa, laajentaa ja luoda uusia. Käytössä olevalla Dell Optiplex 990 –työasemalle on entuudestaan asennettu Windows XP –käyttöjärjestelmä yhdelle koko kovalevyn täyttävälle levyosiolle. Tässä tapauksessa on suositeltavaa, että käytössä oleva levyosio alustetaan uuden asennuksen tieltä. Levyosioinnin jälkeen jäädytään odottelemaan, kun asennusohjelma purkaa ja kopioi asennustiedostoja.

Ensikirjautumisen yhteydessä täytyy vielä määrittellä järjestelmänvalvojan salasana. Salasanan täytyy olla vähintään kahdeksan merkin pituinen ja siitä täytyy löytyä isoja ja pieniä kirjaimia sekä erikoismerkkejä (kuten numeroita). Tämän viimeisen määrittelyn jälkeen asennus on valmis.

Asennettu Windows Server 2008 R2 –käyttöjärjestelmä näyttää seuraavanlaiselta:



Kuva 1 W2K8R2:n aloitusnäky

Kirjautumisen yhteydessä aukeava Initial Configuration Tasks –konfiguraatioikkuna on vielä hyvä käydä läpi ennen palvelimen ottamista käyttöön.

### 9.1.2 Windows Server 2008 R2 asennuksen yhteenveto

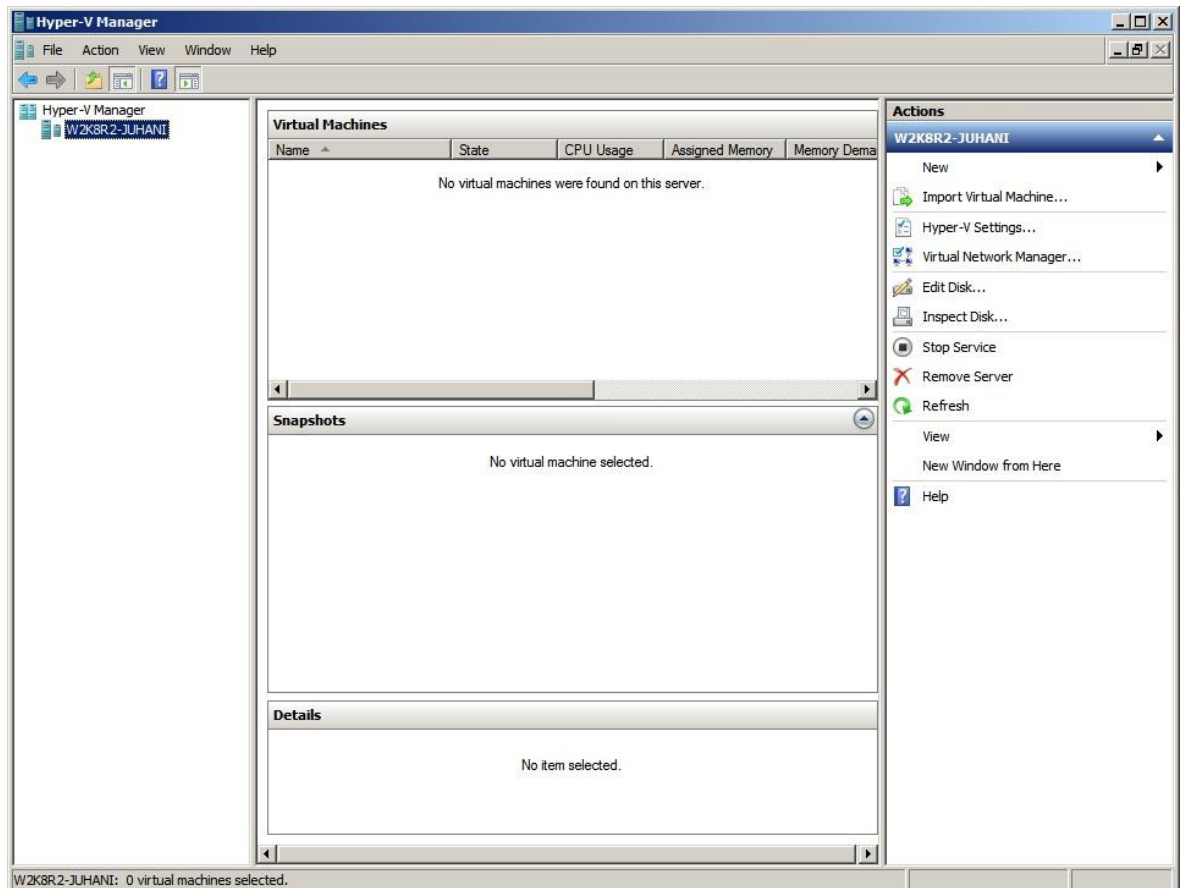
W2K8R2:n asentamisessa en kohdannut ongelmia tai erikoisuuksia. ”Asennusvelho” on helppo viedä loppuun vähemmälläkin tietotaidolla. Jos on epätietoisuutta tai ongelmia Microsoft-tuotteiden kanssa, niin Microsoftin Technet –palvelusta löytyy kattavasti tietoa ja esimerkkimalleja sekä –ratkaisuja.

### 9.2 Hyper-V:n asennus

Hyper-V:n voi asentaa käyttöliittymätyyppisenä tai pelkistettynä (Server Core). Server Core käyttö vaatii Microsoft käskykielen hallintaa eikä välttämättä ole helpoin tai mukavin asennusvaihtoehto. Opinnäytetyössäni Hyper-V asennetaan käyttöliittymä-

tyyppisenä.

Hyper-V:n asennus tapahtuu valitsemalla Hyper-V-rooli W2K8R2:sen palvelinmanagerin asennettavien roolien listalta. Asennuksen aikana määritellään Hyper-V:n käyttämä verkkoliittymä. Palvelimelta on hyvä löytyä kaksi verkkoliittymää, joista toinen määritellään virtuaaliverkkoja varten ja toinen isäntäpalvelimen hallintaa varten (Kivimäki 2009, 1204).



Kuva 2. Hyper-V:n hallintakonsoli (Hyper-V Manager)

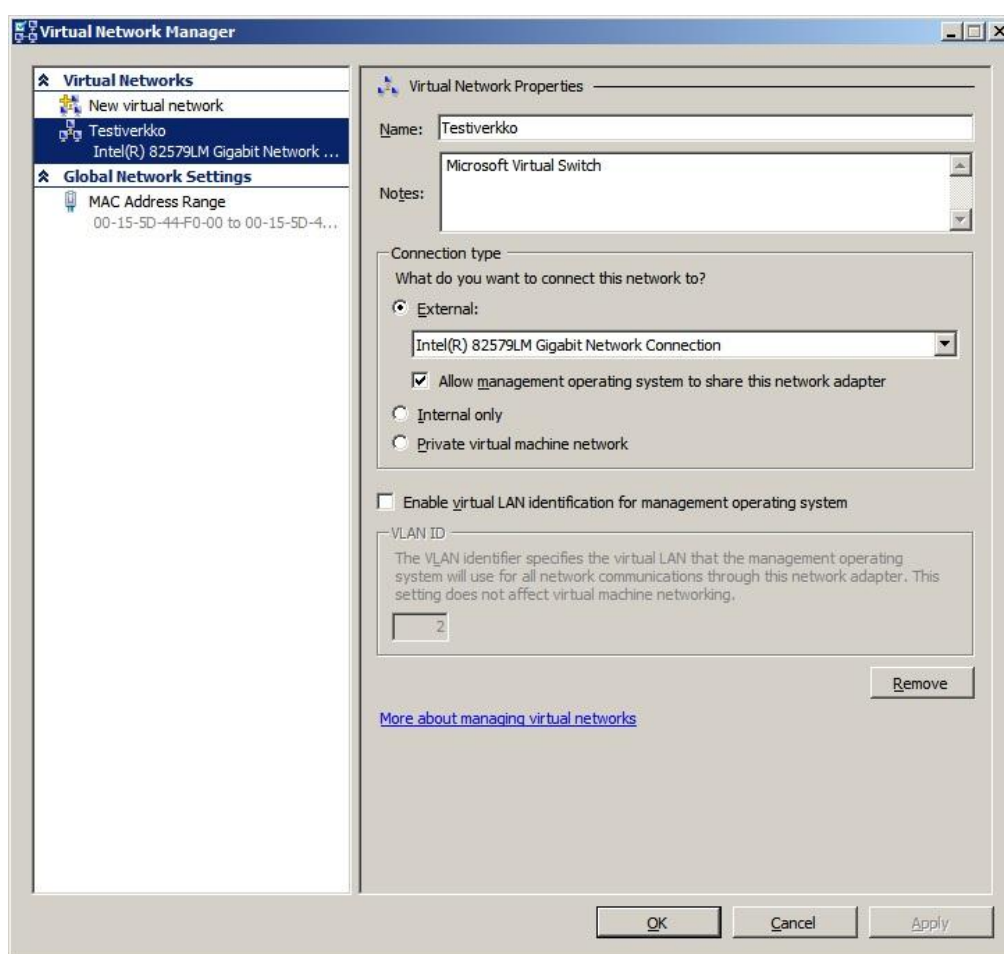
Asennettu Hyper-V –hallintakonsolin versio on 6.1.7.

### 9.3 Windows 7:n virtualisointi Hyper-V:llä

Edellisessä kappaleessa asennettiin Hyper-V –palvelinrooli valmiiksi tulevia virtuaalikoneita varten. Ennen kuin pääsen asentamaan Windows 7 –virtuaalikoneita, täytyy luoda virtuaaliverkko virtuaalikoneita varten. Opinnäytetyössä käyttämäni virtuaaliverkko on ulkoinen. Se on ulkoinen siinä mielessä, että virtuaalikoneilla on yhteys ul-

koiseen verkkoon fyysisen verkkokortin kautta. Hyper-V –virtuaaliverkkoasetuksissa täytyy tällöin luoda External-tyyppinen (ulkoinen) virtuaaliverkko. Ulkoinen verkkoyhteys tarvitaan, koska virtuaalikoneet tullaan asentamaan niin sanotulla verkkoasennuksella.

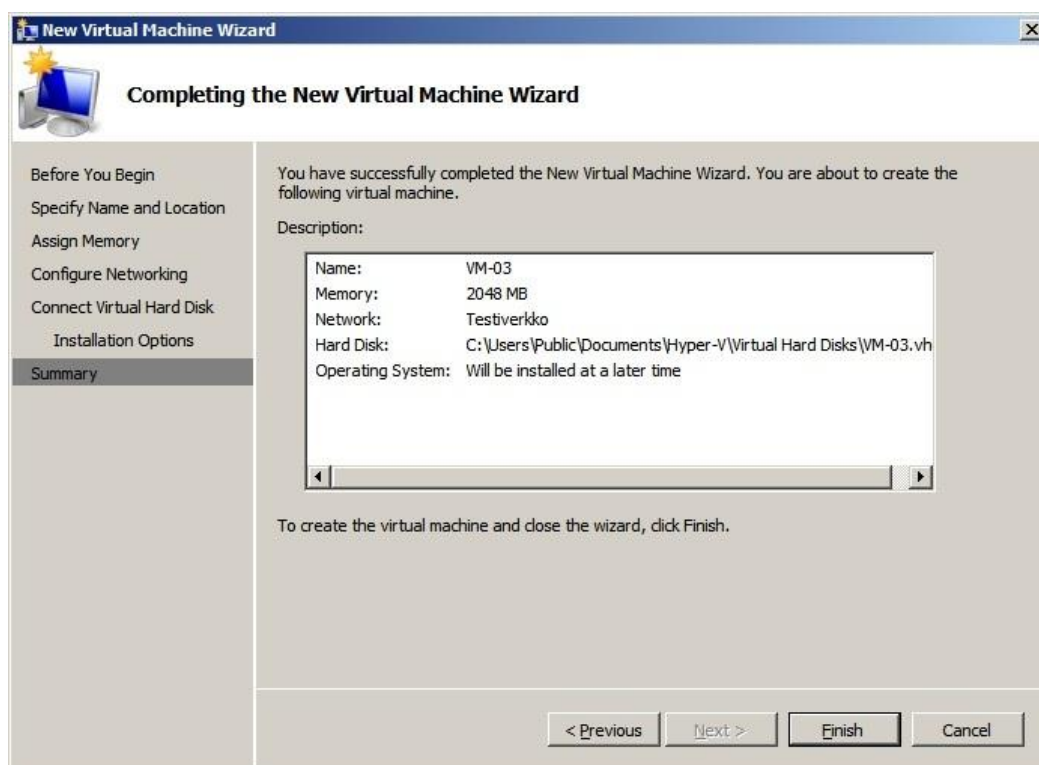
Virtuaaliverkkomääritykset löytyvät Hyper-V –hallintakonsolin Virtual Network Managerin alta. Vasemmasta laidasta valitaan New Virtual Network ja ikkunan oikealla puolella määrittellään sen attribuutit. Tässä tapauksessa käytössäni oli ulkoinen verkko ja VLAN ID (Virtual Local Area Network Identifier) oli pois käytöstä.



Kuva 3. Testiverkon asetukset Virtual Network Managerissa.

Seuraavaksi asennetaan ensimmäisen Windows 7 –virtuaalikoneen. Avataan Hyper-V –hallintakonsoli ja valitaan New Virtual Machine. Avautuvassa virtuaalikoneiden ”luomisvelhossa” käydään läpi virtuaalikoneelle asetettavat tiedot ja attribuutit, ensimmäisenä nimi ja virtuaalikoneen tallennuspaikka. Seuraavaksi virtuaalikoneelle allokoidaan

muistin määrä ja, kuten taulukosta seitsemän voimme todeta, vähimmäismuistin määrä 64-bittiselle Windows 7:lle on 2GB. Verkonvalintaikkunassa valitsin virtuaalikoneelle käyttöön aikaisemmin luomani testiverkon. Verkkovalinnan jälkeen määritellään virtuaalikovalevyn nimi, suuruus ja tallennuspaikka. Viimeinen askel on asennusmäärittelyt. Valitsin, että asennus suoritetaan myöhemmin. Viimeinen ”luomisvelhon” ikkuna näyttää luodun virtuaalikoneen tietojen yhteenvedon.



Kuva 4. Luodun virtuaalikoneen yhteenvedo.

Virtuaalikoneen luonnin jälkeen asennetaan sille haluttu käyttöjärjestelmä. Käyttämäni verkkoasennusta varten täytyy virtuaalikoneelle määritellä niin sanottu Legacy Network Adapter, joka mahdollistaa verkkoasennuksen. Microsoft ei suosittele LNA:n käyttöä muuten kuin juuri silloin, kun käyttöjärjestelmä halutaan asentaa verkkoasennuksella. Virtuaalikoneen pääkäynnistysvaihtoehdoksi täytyy vielä määritellä verkkokäynnistys, jotta käynnistettäessä virtuaalikone ottaa suoraan yhteyden palvelimeen. Yhdistetään (Connect) Hyper-V –hallintakonsolissa haluttuun virtuaalikoneeseen ja käynnistetään se. Asennuksen aikana annetaan käyttöjärjestelmälle haluttuja määrittelyjä, joita en tässä opinnäytetyössä käsittele.

### 9.3.1 Vaatimusten mukaisten sovellusten toimivuus

Testataan toimivatko VK:n tietohallinnon vaatimuksissa (kohdat 1-3, sivu 22-23) mainitut sovellukset Hyper-V:llä virtualisoidussa Windows 7 –käyttöjärjestelmässä. Näitä olivat VK:n jakamien perussovellusten toimivuus, useissa työasemissa olevien erityissovellusten toimivuus ja SCCM-Clientin sekä F-Securen hallinta ja päivitysten toiminta. Taulukossa 9 on testauksen tulokset.

Taulukko 9. Vaadittujen sovellusten toimivuus Hyper-V:llä virtualisoidussa.

Sovellus	Onnistuiko käyttö?	Mitä tapahtui?	Huomioita
Microsoft Office 2010 versio 14.0.6023.1000	Onnistui.	Office 2010 –paketin kaikki ohjelmat käynnistyivät normaalisti.	Ei huomioitavaa.
Microsoft Lync 2010 versio 4.0.7577.4103	Onnistui.	MS Lync:n käynnistys ja käyttö sujuivat normaalisti.	Ei huomioitavaa.
SCCM Client versio 4.00.6487.2857	Onnistui.	Muutosten tekeminen Configuration Managerilla onnistui. Samoin päivitykset lataantuivat SCCM-Client:n avulla.	Ei huomioitavaa.
F-Secure Client Security versio 9.20	Onnistui.	F-Securen hallintakonsoli aukesi normaalisti, ja päivitykset tarkistuvat normaalisti.	Sekä palomuuuri, että virustorjunta toiminnassa.
Adobe Reader versio 10.0.1	Onnistui.	Adobe Reader ohjelma käynnistyi sekä pikakuvakkeesta että myös pdf-tiedoston avaamalla.	Ei huomioitavaa.
WS_FTP Pro versio 12.3	Onnistui.	Ohjelma käynnistyi normaalisti.	Käytössä kokeiluversio.
SafeGuard PrivateCrypto versio 2.40.1.2	Onnistui.	Ohjelma käynnistyi normaalisti.	Ei huomioitavaa.
SafeGuard LAN Crypt versio 3.51	Epäonnistui.	Käytössä oleva versio ei toimi 64-bittisessä ympäristössä.	Tarvitaan 64-bittisessä ympäristössä toimiva versio.

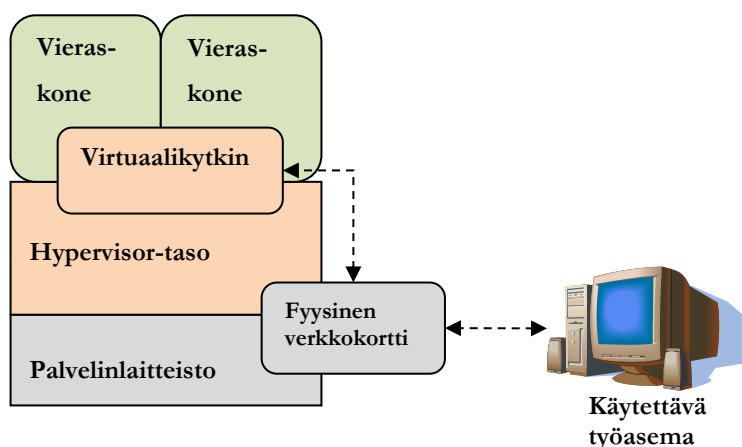
Voidaan todeta, että Hyper-V ei vaikuta valittujen sovellusten toimivuuteen virtualisoidussa Windows 7 –käyttöjärjestelmässä. Ainoa ohjelma, mikä ei toiminut on SafeGuard

LAN Crypt. Tämäkin vain siitä syystä, että käytössä oleva versio on vanhentunut eikä toimi 64-bittisessä käyttöjärjestelmäympäristössä.

### 9.3.2 Virtuaalikoneiden etäkäyttö

Yhtenä VK:n tietohallinnon vaatimuksena oli virtuaalikoneiden etäkäyttömahdollisuus (kohta 4, sivu 23). Koneiden etäkäyttö vaatii, että asennetaan W2K8R2-isäntäpalvelimelle RDS-rooli (Remote Desktop Services). Tämän jälkeen virtuaalikoneissa täytyy sallia tiettyjen ryhmien tai käyttäjien etäyhteysmahdollisuus. Tällöin valitaan haluttu virtuaalikone. Avataan valitun virtuaalikoneen Computer Management (hallintakonsoli), valitaan laventuvista valikoista Local Users and Groups (paikalliset käyttäjät ja ryhmät) ja vielä Groups (ryhmät). Ryhmät-kansion sisältä avataan Remote Desktop Users (etätyöpöytäyhteyden käyttäjät) ja avautuvassa ikkunassa määritellään etäyhteyksien käyttäjät käsittelyssä olevalle koneelle.

Olen piirtänyt kuvaajan 7 etäkäyttötilanteesta. Katkoviiva kuvaa etäyhteykskutsua joko virtuaalikoneen nimellä tai IP-osoitteella ja käytössä olevalle työasemalle palautuvaa etäyhteyksnäkömää.



Kuvaaja 7. Virtuaalikoneiden etäkäyttötilanne.

Testaan, että tämä toimii käytännössä. Toinen virtuaalikoneistani on nimeltään WIN7VM02 ja sen IP-osoite (Internet Protocol Address) on xxx.xxx.xxx.9. Avaan toisella tietokoneella Remote Desktop Connection –työkalun, joka on Microsoftin kehittä-

tämä työkalu etäyhteyksiä varten. Ensiksi testataan onnistuuko yhteyden muodostaminen virtuaalikoneen nimellä.



Kuva 5. Etäyhteyden muodostus virtuaalikoneen nimellä.

Yhteyden muodostaminen onnistui. Kokeillaan vielä yhteyden muodostamista IP-osoitteella.



Kuva 6. Etäyhteyden muodostus IP-osoitteella.

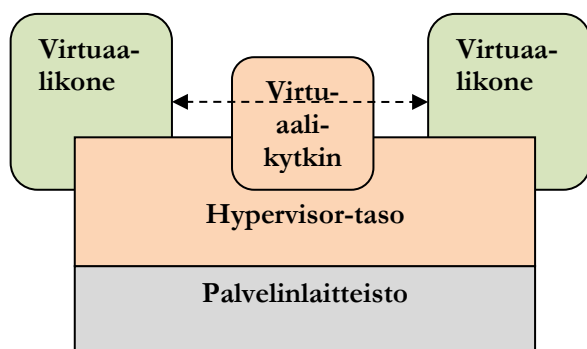
Yhteyden muodostaminen onnistui. Voidaan todetta, että virtuaalikoneiden käyttö etäyhteydellä onnistuu.

### 9.3.3 Virtuaalikoneiden luonti, poisto ja alkutilaan palauttaminen

VK:n tietohallinnon vaatimuksena oli myös, että virtuaalikoneiden luonti, poisto ja alkutilaan palauttaminen onnistuu (kohta 5, sivu 23). Edellä mainitut toiminnot löytyvät Hyper-V:n hallitankonsolista. Mielestäni tärkein työkalu on Snapshot-toiminto eli tilakuvien otto. Tilakuvien ottaminen tallentaa virtuaalikoneen sen hetkisen tilan virtuaalikoivalevylle. Tällöin on mahdollista palauttaa virtuaalikone toimintaan ilman uudelleen asentamista, jos virtuaalikone sekoaa. Tilakuvatyökalua on vain muistettava käyttää oikein. Esimerkiksi päivitykset ja niihin liittyvät asiat ovat tiedostamisen arvoisia asioita virtuaalikonetta palauttaessa. Lopuksi todettakoon, että virtuaalikoneen luonti, poisto ja alkutilaan palauttaminen onnistuivat Hyper-V:llä.

### 9.3.4 Virtuaalikoneiden kommunikointi keskenään

VK:n tietohallinnon vaatimuksena oli vielä, että virtuaalikoneiden keskinäinen kommunikaatio toimii (kohta 6, sivu 23). Kommunikointitestaus suoritetaan järjestelmänvalvojan-tasoisilla tunnuksilla. Testaan, että virtuaalikone vastaa Ping-kutsuun, pystyy ottamaan etäyhteyden toiseen virtuaalikoneeseen ja pystyy avaamaan toisen virtuaalikoneen C-juuren.



Kuvaaja 8. Virtuaalikoneiden keskinäinen kommunikaatio.

Virtuaalikoneiden nimet ovat WIN7VM01 ja WIN7VM02.

- Ping-kutsun lähetän käyttäen toisen virtuaalikoneen nimeä ja IP-osoitetta, käyttäen IPv4-standardia. Testaus suoritetaan Command Prompt – komentorivityökalulla.

- WIN7VM01 IP-osoite on xxx.xxx.xxx.9, ja WIN7VM02 IP-osoite on xxx.xxx.xxx.11.
- Etäyhteystyökaluna käytän Microsoftin Remote Desktop Connection – etäyhteyskonsolia.
- Virtuaalikoneen C-juuri avataan resurssienhallintaikkunassa (polku on esimerkiksi \\win7vm01\C\$).

Taulukko 10. Virtuaalikoneiden keskinäisen kommunikoinnin testaus.

Toiminto	Onnistuiko	Mitä tapahtui?	Huomioitavaa
<b>Ping-kutsu</b>	Onnistui.	Kummatkin virtuaalikoneet vastaavat Ping-kutsuun sekä nimellä että IP-osoitteella.	Ping-kutsu käyttää oletuksena IPv6-standardia, jolloin ei saada vastausta. Kutsu pakotetaan käyttämään IPv4-standardia.
<b>Etäyhteys WIN7VM01</b>	Onnistui.	Remote Desktop Connection etäyhteyskonsoli avaa halutun virtuaalikoneen.	Ei huomioitavaa.
<b>Etäyhteys WIN7VM02</b>	Onnistui.	Remote Desktop Connection etäyhteyskonsoli avaa halutun virtuaalikoneen.	Ei huomioitavaa.
<b>C-juuren aukaisu</b>	Onnistui molempiin suuntiin.	Resurssienhallintaikkuna avaa valitun virtuaalikoneen C-juuren.	Ei huomioitavaa.

Kaikki edellä testatut virtuaalikoneiden keskinäiseen kommunikaatioon liittyvät toiminnot onnistuivat vaatimusten mukaisesti Hyper-V:llä.

#### 9.4 Yhteenveto Hyper-V:llä virtualisoinnista

Windows 7 –käyttöjärjestelmän virtualisointi onnistui Hyper-V:llä VK:n tietohallinnon asettamien vaatimusten mukaisesti. Yksi sovellus ei toiminut, mutta se ei ollut Hyper-V:stä kiinni. Samoin Ping-kutsua suorittaessa täytyi kutsu pakottaa käyttämään IPv4-standardia, muuten vastausta ei tullut. Kummatkaan ilmenneistä ongelmista ei kuiten-

kaan ole merkittäviä, joten voidaan todeta, että Hyper-V on varteen otettava metodi virtualisoinnin järjestämiseksi. Seuraavaksi suoritetaan sama testaus käyttäen VMware vSphere Hypervisor 5.0 U1:stä.

## 9.5 VMware vSphere Hypervisorin (ESXi) asennus

ESXi:tä asentaessani Dell Optiplex 990 –työasemalle kohtasin ylitsepääsemättömän ongelman. ESXi 5.0 U1 ei tue kyseessä olevan työaseman verkkokorttia, joten asensin ESXi:n vanhemmalle Fujitsu Esprimo E7936 –työasemalle. E7936:n laitteistokokoonpano on seuraavanlainen.

Taulukko 11. Fujitsu Esprimo E7936 laitteistokokoonpano (Data Sheet 2011, 1-4).

<b>Fujitsu Esprimo E7936</b>	
<b>Proessori</b>	Intel Core 2 Duo E8500 (3.16GHz).
<b>Muisti</b>	4GB kahden kanavan DDR3 SDRAM kellotaajudella 1066MHz.
<b>Kovalevy</b>	160GB SATA tai SATA II.
<b>Näytönohjain</b>	Integroitu Intel GMA 4500.
<b>Verkko</b>	Integroitu Intel 82567 LM 10/100/1000 MBit/s.
<b>Optinen levyasema</b>	DVD-ROM.

ESXi:n olen ladannut VMwaren kotisivulta. ESXi-lisenssin hankkiminen vaatii rekisteröitymisen VMwaren asiakaskantaan, mutta on muuten ilmainen. Olen myös ladannut vSphere Client:n valmiiksi. Ladattu ESXi 5.0 U1 –paketti on ISO-levy kuvatiedosto, joka on poltettuna CD-ROM-levylle. Asennuksen ensimmäinen vaihe on asettaa poltetu levy Fujitsu Esprimo –pöytäkoneen DVD-ROM-asemaan ja käynnistää kone levyn kautta.

Asennusohjelman latauduttua, täytyy hyväksyä käyttöehdot ja valita haluttu levyosio asennusta varten. Valitsen tässä koko kovalevyn kattavan levyosion, jolloin vanha käyttöjärjestelmäsäätö ylikirjoitetaan. Viimeiseksi asetetaan isäntäkoneen järjestelmävalvojan salasana, jonka täytyy olla vähintään kahdeksan merkkiä.

ESXi-isäntäkoneella ei pysty paikallisesti tekemään paljoakaan. Mahdollisia toimintoja, joita paikallisesti pystyy tekemään, ovat muun muassa järjestelmävalvojan salasanan vaihtaminen, verkkoyhteysmäärittelyt ja järjestelmälokien tutkiminen. Olen asettanut ESXi-palvelimelle kiinteän IP-osoitteen, joka on xxx.xxx.xxx.107.

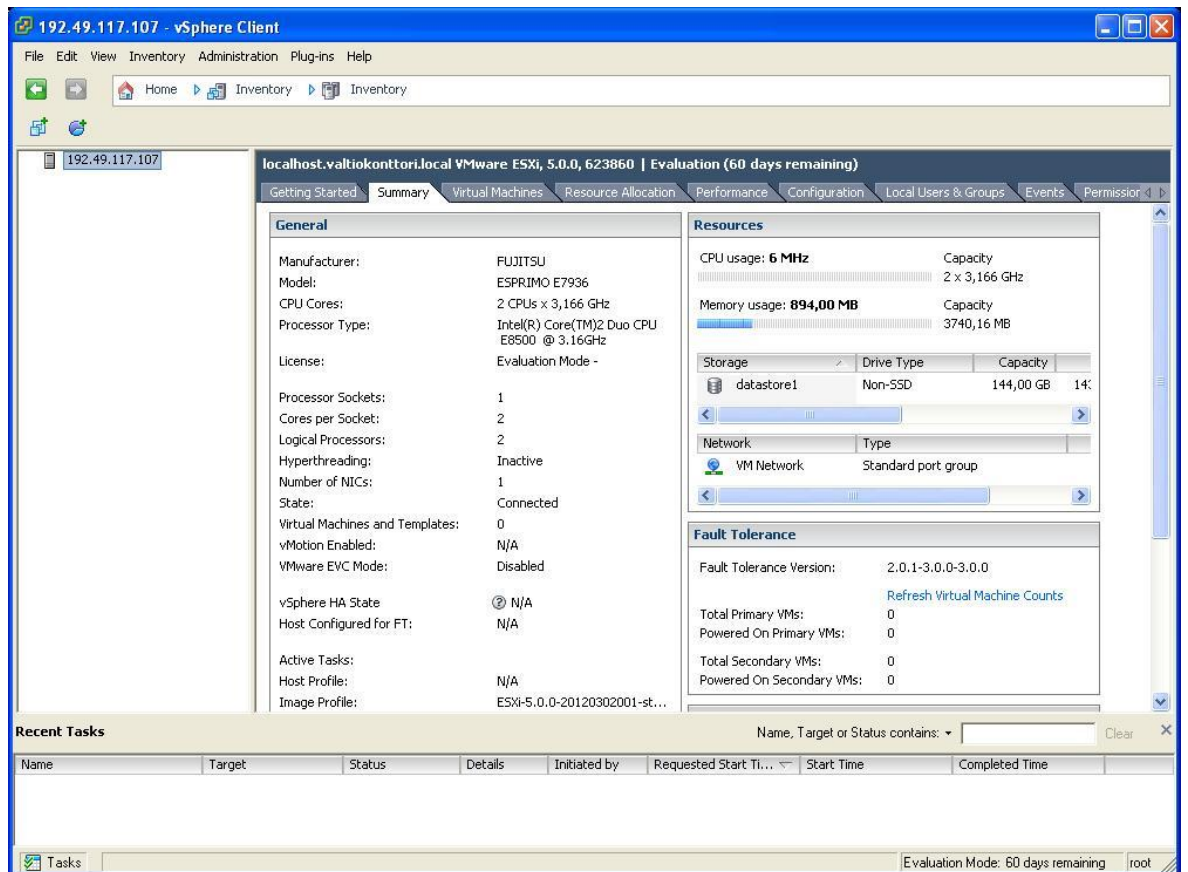
Varsinaista palvelinhallintaa varten täytyy asentaa vSphere Client –tähallintakonsoli. Hallintakonsolin saa ladattua samasta paikasta kuin ESXi-palvelimenkin. Asennus tapahtuu käynnistämällä asennuspaketti ja odottamalla, että se purkautuu. ”Asennusvelho” käynnistyy paketin purun jälkeen. Hyväksytään jälleen käyttöehdot, asetetaan käyttäjä- ja organisaationimi, määritellään ohjelman tallennuspolku ja aloitetaan ohjelman asennus – kaikki tavalliset asennukseen kuuluvat toimenpiteet siis.

Asennuksen jälkeen otetaan yhteys jo asennettuun isäntäkoneeseen.



Kuva 7. Isäntäkoneelle kirjautuminen vSphere Client:llä.

Asennettu ja isäntäkoneeseen yhdistetty vSphere Client näyttää seuraavanlaiselta.



Kuva 8. vSphere Client käytössä.

### 9.5.1 Yhteenveto VMware vSphere Hypervisorin (ESXi) asennuksesta

Asennus onnistui koneen vaihdon jälkeen ilman ongelmia. Ennen ESXi:n asennusta on pakko käydä huolellisesti läpi palvelimen laitteistokomponentit. VMwaren kotisivuilta löytyy kattava yhteensopivuuslista eri laitteistokomponenttien ja ohjelmistojen kanssa.

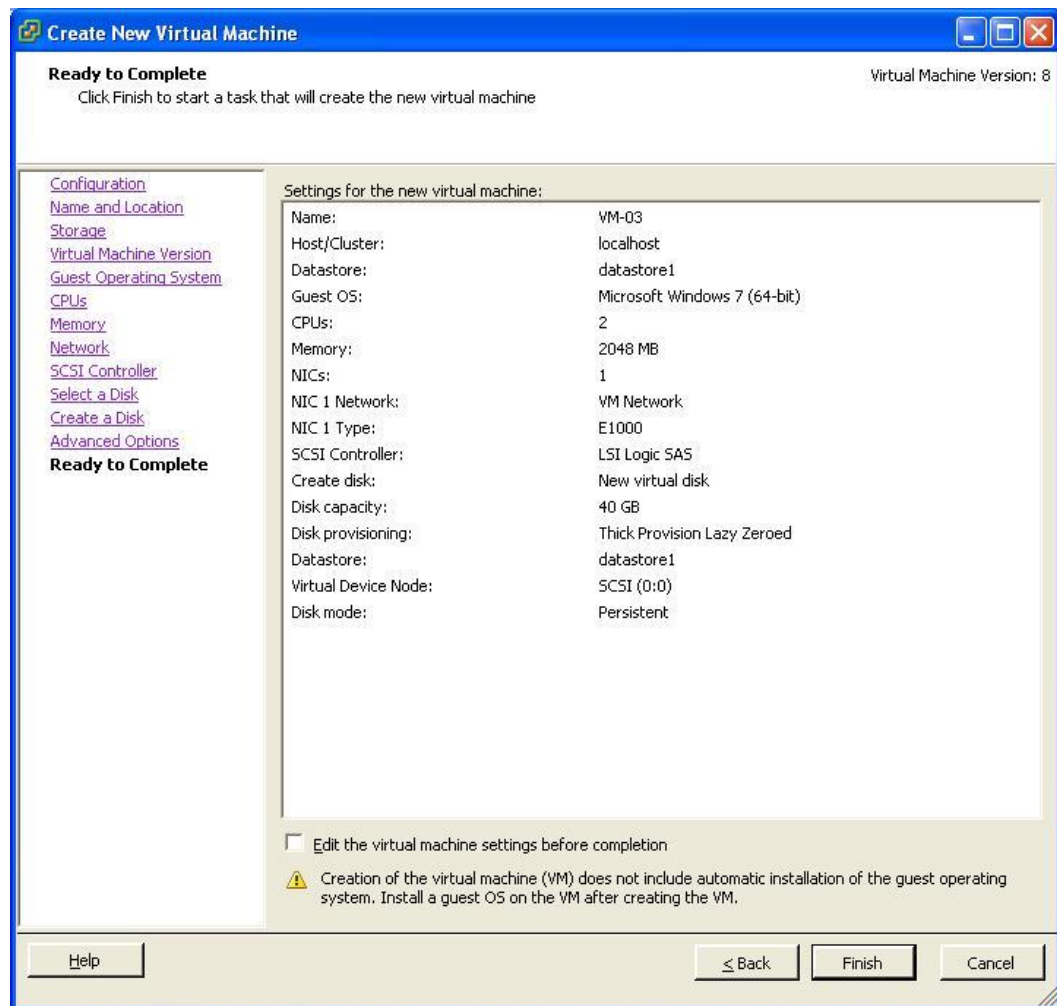
### 9.6 Windows 7:n virtualisointi VMware vSphere Hypervisorilla (ESXi)

Seuraavaksi asennan ESXi:lle kaksi virtuaalikoneita samalla Windows 7 – käyttöjärjestelmäpaketilla kuin mitä käytin Hyper-V:n kanssa.

vSphere-hallintakonsolin inventaario-osiossa napsautetaan käyntiin uusi virtuaalikoneen ”luontivelho”. Avautuvassa ”luontivelhossa” määritellään luotavan virtuaalikoneen tiedot sekä asetukset. Mukautettu asennus tarjoaa enemmän vaihtoehtoja asennusta varten ja sen valitsenkin. Tietomäärittelyjä ja asetuksia uudelle virtuaalikoneelle mukautetussa asennuksessa ovat:

- Virtuaalikoneen nimi.
- Virtuaalikoneen tallennuspaikka.
- Virtuaalikoneelle asennettava käyttöjärjestelmä.
- Virtuaalikoneen prosessorimääritykset (esimerkiksi montako ydintä virtuaalikone tulee käyttämään).
- Virtuaalikoneen käyttämä muistin määrä.
- Virtuaalikoneen käyttämät verkkoasetukset.
- SCSI-kontrollerityyppi.
- Virtuaalikoneen käyttämä virtuaalikovalevy ja sen suuruus.

Seuraavassa kuvassa on yhteenveto luodusta virtuaalikoneesta.



Kuva 9. Yhteenveto ESXi:llä luodusta virtuaalikoneesta.

Virtuaalikoneen luominen ei tarkoita sitä, että Windows 7 –käyttöjärjestelmä olisi suoraan käyttövalmis. Käyttöjärjestelmäasennus tehdään erikseen luodulle virtuaalikoneelle ja se on seuraavana edessä.

Käytän samaa verkkoasennusta Windows 7 –käyttöjärjestelmän asentamiseksi kuin mitä käytin Hyper-V:n kanssa. Käyttöjärjestelmäasennus ESXi-virtuaalikoneeseen on hyvin samankaltainen kuin käyttöjärjestelmäasennus Hyper-V:llä. Yhdistetään (connect) haluttuun virtuaalikoneeseen ja asennetaan käyttöjärjestelmä samoin kuin fyysisellekin työkoneelle. Annan ESXi:lle asennettaville virtualisoiduille Windows 7 –koneille nimeksi WIN7VM03 ja WIN7VM04.

### **9.6.1 Vaatimusten mukaisten sovellusten toimivuus**

Testaan, että toimivatko VK:n tietohallinnon vaatimuksissa (kohdat 1-3, sivu 22-23) mainitut sovellukset testaussuunnitelman mukaisesti ESXi:llä virtualisoidussa Windows 7 –käyttöjärjestelmässä.

Seuraavalla sivulla on taulukko 12, johon on kerätty yhteenveto testauksen tuloksista.

Taulukko 12. Vaadittujen sovellusten toimivuus ESXi:llä virtualisoidessa.

Sovellus	Onnistuiko käyttö?	Mitä tapahtui?	Huomioita
<b>Microsoft Office 2010 versio 14.0.6023.1000</b>	Onnistui.	Office 2010 –paketin kaikki ohjelmat käynnistyivät normaalisti.	Ei huomioitavaa.
<b>Microsoft Lync 2010 versio 4.0.7577.4103</b>	Onnistui.	MS Lync:n käynnistys ja käyttö sujuivat normaalisti.	Ei huomioitavaa.
<b>SCCM Client versio 4.00.6487.2857</b>	Onnistui.	Muutosten tekeminen Configuration Managerilla onnistui. Samoin päivitykset lataantuivat SCCM-Client:n avulla.	Ei huomioitavaa.
<b>F-Secure Client Security versio 9.20</b>	Onnistui.	F-Securen hallintakonsoli aukesi normaalisti, ja päivitykset tarkistuivat normaalisti.	Sekä palomuuuri, että virustorjunta toiminnassa.
<b>Adobe Reader versio 10.0.1</b>	Onnistui.	Adobe Reader ohjelma käynnistyi sekä pikakuvakkeesta että myös pdf-tiedoston avaamalla.	Ei huomioitavaa.
<b>WS_FTP Pro versio 12.3</b>	Onnistui.	Ohjelma käynnistyi normaalisti.	Käytössä kokeiluversio. Kokeilulisenssin voi asentaa vain kerran, joten jouduin hankkimaan uuden.
<b>SafeGuard PrivateCrypto versio 2.40.1.2</b>	Onnistui.	Ohjelma käynnistyi normaalisti.	Ei huomioitavaa.
<b>SafeGuard LAN Crypt versio 3.51</b>	Epäonnistui.	Käytössä oleva versio ei toimi 64-bittisessä ympäristössä.	Tarvitaan 64-bittisessä ympäristössä toimiva versio.

ESXi ei suoraan vaikuta virtualisoidun Windows 7 –käyttöjärjestelmän toimivuuteen. Ohjelmista ongelmia aiheuttivat WS\_FTP Pro ja SafeGuard LAN Crypt. WS\_FTP-asennus oli hankala, koska sen kokeilulisenssi on kertaluonteinen ja olin jo aikaisemmin käyttänyt yhden kokeilulisenssin. Jouduin siis hankkimaan toisen kokeilulisenssin rekisteröitymällä IPSwitch (WS\_FTP-palvelun luoja) kotisivuille eri käyttäjätunnuksella. SafeGuard LAN Crypt ei toiminut, koska se ei toimi 64-bittisessä käyttöjärjestelmäympäristössä.

## 9.6.2 Virtuaalikoneiden etäkäyttö

Testaan täytyvätkö VK:n tietohallinnon etäkäyttövaatimukset (kohta 4, sivu 23).

Etäyhteyden käyttö ei vaadi muutoksia ESXi-palvelimelle. Virtuaalikoneissa täytyy kuitenkin sallia haluttujen ryhmien tai käyttäjien etäyhteysmahdollisuus.

Testataan, että etäyhteyden luominen onnistuu käytännössä. Testaustilanne on sama kuin kuvaajassa 7. Toinen ESXi:llä luomistani virtuaalikoneista on nimeltään WIN7VM03 ja sen IP-osoite on xxx.xxx.xxx.18. Avaan toisella tietokoneella Remote Desktop Connection –työkalun, joka on Microsoftin kehittämä työkalu etäyhteyksiä varten. Ensiksi testaan onnistuuko yhteyden muodostaminen virtuaalikoneen nimellä.



Kuva 10. Etäyhteyden muodostus virtuaalikoneen nimellä.

Etäyhteyden luominen onnistui käyttäen virtuaalikoneen nimeä. Seuraavaksi kokeillaan vielä onnistuuko yhteyden muodostus käyttäen koneen IP-osoitetta.



Kuva 11. Etäyhteyden muodostus IP-osoitteella.

Etäyhteyden luominen IP-osoitteella sujui virheettömästi. Voin todeta, että etäyhteyksien luominen etänä, käyttäen RDC-etäyhteystyökalua, toimii kuten pitääkin.

### 9.6.3 Virtuaalikoneiden luonti, poisto ja alkutilaan palauttaminen

VK:n tietohallinnon vaatimuksissa on mainittu virtuaalikoneiden hallintaan liittyvien toimintojen onnistuminen (kohta 5, sivu 23).

ESX:lle virtualisoitujen koneiden luonti, poisto ja alkutilaan palauttaminen tapahtuu vSphere Client:ssa. Edellä mainittujen toimintojen testauksen aikana en kohdannut ongelmia – testit siis onnistuivat vaatimusten mukaisesti. Sanotaan kuitenkin, että tilakuvan ottaminen käynnissä olevasta vieraskoneesta on tuplasti hitaampaa kuin sammutettuna olevasta koneesta. Ei mitään vakavaa, mutta mielestäni huomion arvoinen asia kuitenkin.

### 9.6.4 Virtuaalikoneiden kommunikointi keskenään

Testaan, että VK:n tietohallinnon vaatimuksissa mainittu virtuaalikoneiden keskinäinen kommunikaatio toimii vaatimusten mukaisesti (kohta 6, sivu 23). Tällöin virtuaalikone vastaa Ping-kutsuun, pystyy ottamaan etäyhteyden toiseen virtuaalikoneeseen ja pystyy avaamaan toisen virtuaalikoneen C-juuren. Testit suoritetaan järjestelmävalvojan tasoisilla tunnuksilla ja testitilanne on sama kuin kuvaajassa 8.

Virtuaalikoneiden nimet ovat WIN7VM03 ja WIN7VM04.

- Ping-kutsu lähetetään käyttäen toisen virtuaalikoneen nimeä ja IP-osoitetta (pakotettu IPv4-kutsu). Testaus suoritetaan Command Prompt – komentorivityökalulla.
  - WIN7VM03 IP-osoite on xxx.xxx.xxx.18 ja WIN7VM04 IP-osoite on xxx.xxx.xxx.23.
- Etäyhteystyökaluna käytän Microsoftin RDC–etäyhteyskonsolia.
- Virtuaalikoneen C-juuri avataan resurssienhallintaikkunassa (polku on esimerkiksi \\win7vm04\C\$).

Taulukko 13. Virtuaalikoneiden keskinäisen kommunikoinnin testaus.

Toiminto	Onnistuiko	Mitä tapahtui?	Huomioitavaa
<b>Ping-kutsu</b>	Onnistui.	Kummatkin virtuaalikoneet vastaavat Ping-kutsuun sekä nimellä että IP-osoitteella.	Windows 7 – käyttöjärjestelmä käyttää oletuksena IPv6-standardia, joten Ping-kutsu on pakko pakottaa käyttämään IPv4-standardia komennolla ping -4 <kohde>.
<b>Etäyhteys WIN7VM03</b>	Onnistui.	Remote Desktop Connection etäyhteyskonsoli avaa halutun virtuaalikoneen.	Ei huomioitavaa.
<b>Etäyhteys WIN7VM04</b>	Onnistui.	Remote Desktop Connection etäyhteyskonsoli avaa halutun virtuaalikoneen.	Ei huomioitavaa.
<b>C-juuren aukaisu</b>	Onnistui molempiin suuntiin.	Resurssienhallintaikkuna avaa valitun virtuaalikoneen C-juuren.	Ei huomioitavaa.

Kaikki edellä testatut virtuaalikoneiden keskinäiseen kommunikaatioon liittyvät toiminnot onnistuivat vaatimusten mukaisesti ESXi:llä.

## 9.7 Yhteenveto ESXi:llä virtualisoinnista

Sovellustestauksen aikana nousi esille ongelmia kahden eri sovelluksen kanssa.

WS\_FTP Pro:n käyttö onnistui hankkimalla uusi kokeilulisenssi, mutta VK:lla käytössä oleva SafeGuard LAN Crypt ei toiminut ollenkaan. Ohjelmaversioiden uusiminen tai SafeGuard LAN Crypt:n vaihtaminen toiseen vastaavaan ohjelmaan ovat asioita, joita olisi hyvä harkita.

ESXi:n käytöstä minulle jäi päällimmäisenä mieleen se, että ESXi-laitteistovaatimusten kanssa pitää olla tarkkana. Optiplex 990 –pöytäkoneen integroitu verkkokortti ei ollut yhteensopiva ESXi:n kanssa, joten jouduin vaihtamaan koko työaseman vanhempaan ja laitteistoltaan tehottomampaan malliin. Tällä vanhemmalla työasemalla kahden virtualisoidun Windows 7 –käyttöjärjestelmän yhdenaikainen käyttö oli todella hidasta ja kömpelöä. Tällaisissa tilanteissa jouduin usein odottamaan minuutteja, että vSphere Client:n virtuaalikonenäkymä päivittäisi virtuaalikoneen tapahtumia. Pahin yksittäinen testauskohde oli etäyhteyden muodostaminen virtuaalikoneelta toiselle. Kummatkin Windows 7 –koneet olivat tällöin käytössä ja päällä oli vielä yksi emuloitu näkymä jommastakummasta koneesta. Palvelinlaitteiston kanssa pitää siis olla tarkkana.

## 10 Johtopäätökset

Kumpi edellä esitellyistä ja testatuista virtualisointimeteodeista olisi sitten parempi vaihtoehto VK:n tietohallinnon virtualisoitua Windows 7 –käyttöjärjestelmätestausta varten? Kustannusten suhteen on otettava huomioon, että Hyper-V on maksullinen ja VMware vSphere Hypervisor (ESXi) –virtualisointipalvelin on ilmainen, mutta vaikka ESXi on ilmainen, sen käyttöä varten tarvitaan lisenssilainainen (maksullinen) vSphere Client –hallintasovellus. Näin ollen kummatkin virtualisointimetodit ovat maksullisia. Lisenssisopimuksia on hyvin monenlaisia, enkä mielestäni ole sopiva suosittelemaan jompaakumpaa virtualisointimetodia puhtaasti hinnan pohjalta. Tämän takia en alun perin asettanut sitä valintakriteeriksi. Keskityin valinnassani enemmän käyttökokemukseen ja siihen, että kuinka hyvin eri virtualisointimeteodeilla virtualisoitu Windows 7 –käyttöjärjestelmä pärjäsi suhteessa vaatimuksiin.

## 10.1 Virtualisointimetodien asennukset

Kumpikin virtualisointimethodi asennettiin käyttäen CD-levylle poltettua mediaa. Tässä kohtaa en kohdannut minkäänlaisia ongelmia. Käytettävä palvelinlaitteisto oli se, jossa kohtasin ensimmäisen ison ongelman. ESXi ei suostunut ollenkaan asentumaan Dell Optiplex 990 –pöytäkoneelle, vaikka näin olin alun perin suunnitellut. Syy tähän oli se, että ESXi ei tue kyseisen pöytäkoneen integroitua verkkokorttia. Ratkaisu tähän olisi ollut ostaa ylimääräinen, PCI-porttiin (Peripheral Component Interconnect) sopiva, verkkokortti. Löysin kuitenkin toisen pöytäkoneen, jolle sain ESXi:n lopulta asennettua. Asennuksen kannalta, W2K8R2 ja Hyper-V-virtualisointirooli ovat joustavammin asennettavissa kuin ESXi ja ne tukevat suurempaa laitteistovariaatiota. Laajemman laitteistoyhteensopivuuden kannalta Hyper-V on parempi VK:n tietohallinnon kannalta. Hyper-V:n kanssa tietohallinnon ei välttämättä tarvitse, ainakaan heti, käydä palvelinkaupoilla.

## 10.2 Virtuaalikoneiden luonti ja hallinta

Virtuaalikoneiden luonti sujui molemmalla virtualisointimethodilla ongelmitta. Käytössäni ollut verkkoasennus toimi moitteettomasti kummassakin tapauksessa. Joitain asetuksia täytyi tosin määritellä ennen verkkoasennuksen käynnistymistä.

Hyper-V:lle täytyi luoda ulkoinen virtuaalikytkin, jonka avulla virtuaalikoneet pystyivät luomaan yhteyden palvelimelta ulkoverkkoon ja ottamaan yhteyden verkkoasennukseen.

Verkkoasennuksen käyttöönotto ESXi-virtuaalikoneelle vaati virtuaalikoneen BIOS-asetuksissa käynnistystä. Verkkokäynnistys asetetaan BIOS:ssa käynnistysjärjestyksen kärkeen, jotta virtuaalikone ymmärtää käyttäjä sitä.

Hallinnan suhteen on sanottava, että ESXi:n vSphere Client tarjoaa enemmän vaihtoehtoja kuin Hyper-V. Muun muassa, virtuaalikoneiden prosessorikulutusta voi seurata reaaliaikaisesti. Yhtenevä asia on kuitenkin se, että virtuaalikoneiden laitteistomuutosten tekeminen ei ole mahdollista virtuaalikoneen ollessa käytössä. Esimerkiksi muistin lisääminen ”lennosta” ei onnistu kummallakaan virtualisointimethodilla.

Kaiken kaikkiaan sanoisin, että ESXi on tässä kohtaa parempi virtualisointimetodi, sillä se tarjoaa enemmän toimintoja ja työkaluja.

### **10.3 Vaatimusten mukainen toimivuus**

Sovellusten ja toimintojen testauksessa en huomannut eroavaisuuksia kummallakaan virtualisointimetodilla. Sanonkin, että jos virtuaalikoneelle on allokoitu tarpeeksi tehoa Windows 7 –käyttöjärjestelmää varten, kaikki vaatimuksissa mainitut sovellukset tulevat toimimaan. Ainoastaan SafeGuard LAN Crypt ei suostunut kummallakaan virtualisointimetodilla edes asentumaan. Tämä siitä syystä, että käytössä oleva sovellusversio ei ole yhteensopiva käyttämäni 64-bittisen Windows 7 –käyttöjärjestelmän kanssa.

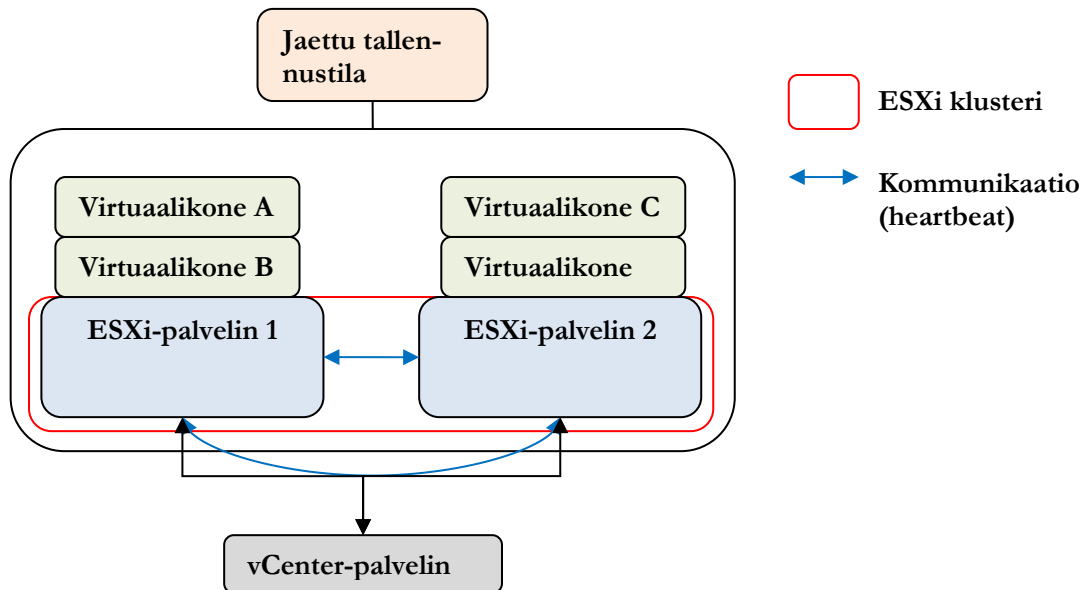
Sovellusten ja toimintojen testauksen kannalta kumpikin virtualisointimetodi suoriutui yhtä hyvin.

### **10.4 Yhteenveto**

Lopputuloksena sanoisin, että VMware vSphere Hypervisor on parempi virtualisointimetodi kuin Hyper-V. Virtuaalikoneiden hallinta on valinnassani ratkaiseva tekijä. Virtuaalikoneiden hallintaan liittyviä asetuksia ja määrittämiä on monipuolisemmin käytettävissä ESXi:llä. Virtuaalikonetta on siis mahdollista hallita kattavammin kuin Hyper-V:llä. Täytyy kuitenkin muistaa, että VK:n tietohallinnolla on olemassa oleva käyttölisenssi W2K8R2:sta varten, joten Windows 7 voitaisiin virtualisoida Hyper-V:llä vaikka heti. ESXi:n käyttöönotto vaatii perehtymistä lisenssikustannuksiin ja huolellisen palvelinlaitteistokartoituksen. Itse käyttäminen ei vaadi sen enempää asiaan perehtymistä kuin Hyper-V:n käyttö. Käyttöliittymät ovat hyvin samankaltaiset, ja vaikka ESXi-hallintakonsoli onkin ”kirjavampi”, se on silti hyvin intuitiivinen. Tällä tarkoitan sitä, että eri toiminnot ja asetukset löytyvät suunnilleen sieltä, mistä niiden luulisikin löytyvän.

## 11 Ehdotus Windows 7:n virtuaalitestauksen järjestämiseksi

Tässä luvussa esittelen ehdotuksen virtuaalitestiympäristön rakentamista varten. Kuvaaja 9 on ympäristön arkkitehtuuri.



Kuvaaja 9. Virtuaalitestiympäristön arkkitehtuuri.

ESXi-palvelimet yksi ja kaksi käyttävät samaa HP:n palvelinmallia, jonka esittelin taulukossa 7. Nämä kaksi palvelinta toimivat niille rakennetussa ESXi-klusterissa solmuina. Kahden palvelimen klusteri pyörittää neljää Windows 7 –virtuaalikonetta. Jaettu tallennustila on tarkoitettu muun muassa klusteritietojen, virtuaalikoneiden ja yhteisten loki-tietojen tallennusta varten. Korkean käytettävyyden takia tarvitaan vielä vCenter-palvelin, jolta löytyvät korkean käytettävyyden asetukset ympäristölle. Se myös hallitsee kaikkia ympäristöön kuuluvia laitteita ja ympäristöön jaettuja sovelluksia.

Järjestämällä Windows 7 –testiympäristö yllä mainitulla tavalla, turvaa testiympäristön jatkuvuuden (korkean käytettävyyden) kolmelta eri hajoamistilanteelta: ESXi-palvelimen, virtuaalikoneen ja jaetun sovelluksen kaatumiselta.

Toisen ESXi-palvelimen kaatuessa sen virtuaalikoneet kaatuvat ja kommunikaatio (heartbeat) klusterin kahden palvelimen välillä katkeaa, jolloin vCenter-palvelin automaattisesti siirtää kaatuneen palvelimen virtuaalikoneet toiselle klusteripalvelimelle.

Virtuaalikoneen kaatuessa sen kommunikaatio vCenter-palvelimen kanssa katkeaa. Tällöin vCenter-palvelin automaattisesti käynnistää uudelleen kyseessä olevan virtuaalikoneen. vCenter-palvelin käynnistää uudelleen virtuaalikoneen myös siinä tapauksessa, että joku ympäristön jaetuista sovelluksista lakkaa toimimasta jollain virtuaalikoneella. Se ei siis vain käynnistä sovellusta uudestaan vaan koko virtuaalikoneen sovelluksen kera.

Olen keskittynyt korkean käytettävyyden saavuttamiseen tässä ehdotuksessa Windows 7 –testiympäristön järjestämiseksi. Tätä ympäristöä pystytään tarpeen mukaan skaalamaan suuremmaksi lisäämällä virtuaalikoneita ESXi-palvelimille tai ESXi-palvelimia ESXi-klusteriin. Testiympäristön suuruus ja korkean käytettävyyden mahdollistaminen ovat asioita, jotka on kartoitettava ennen testiympäristön rakentamista.

## Lähdeluettelo

Chatubal, C. 2007. The Architecture of VMware ESXi.

[http://www.vmware.com/files/pdf/ESXi\\_architecture.pdf](http://www.vmware.com/files/pdf/ESXi_architecture.pdf). Luettu: 13.7.2012.

Dell, Inc. 2012. Dell Optiplex 990 Technical Guidebook.

<http://www.dell.com/downloads/global/products/optix/en/optiplex-990-tech-guide.pdf>. Luettu: 30.6.2012.

Dell, Inc. 2012. Optiplex 990 –pöytäkone.

<http://www.dell.com/fi/yritykset/p/optiplex-990/fs>. Luettu: 8.8.2012.

Farr, S. 2009. Changes in Functionality from Windows Server 2008 to Windows Server 2008 R2. <http://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=10237>. Luettu: 10.6.2012.

Fujitsu. 2012. Fujitsu EPRIMO E7936 0-Watt Desktop PC Data Sheet.

<http://remarketing.ts.fujitsu.com/shop/images/datenblatt/ds-esprimo-e7936-0watt.pdf>. Luettu. 27.7.2012.

Haletky, E. 2011. VMware ESX and ESXi in the Enterprise. Toinen painos. Pearson Education, Inc. Boston, Yhdysvallat.

Hewlett-Packard Development Company. 2012. HP ProLiant BL460c G7 E5620 1P – palvelin, 6 Gt-R P410i (603588-B21) – tekniset tiedot ja takuu.

[http://h10010.www1.hp.com/wwpc/fin/fin/sm/WF06b/3709945-3709945-3328410-3328419-3328419-4194735-4225937.html?dnr=1](http://h10010.www1.hp.com/wwpc/fi/fin/sm/WF06b/3709945-3709945-3328410-3328419-3328419-4194735-4225937.html?dnr=1). Luettu: 8.8.2012.

Kivimäki, J. 2009. Windows Server 2008 R2 Tehokas Hallinta. Kariston Kirjapaino Oy. Hämeenlinna.

Microsoft. 2012. Hyper-V System Requirements. <http://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=3512>. Luettu: 3.7.2012.

Microsoft Technet. 2012. Hyper-V Supported guest operating systems.  
<http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc794868%28v=ws.10%29.aspx>. Luettu: 3.7.2012.

Microsoft Technet. 2012. Windows Server 2008 System Requirements.  
<http://technet.microsoft.com/en-us/windowsserver/bb414778.aspx>. Luettu: 24.6.2012.

Olzak, T. Boomer, J. Keefer, R. Sabovik, J. 2010. Microsoft Virtualization. Elsevier Inc. Oxford, Englanti.

Tiirikka, T. 2012. Microsoft Hyper-V, Käyttöönotto. Hämeen Ammattikorkeakoulu.  
<http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2012060111168>. Luettu: 27.6.2012.

Valtiokonttori. 2004. Valtiokonttorin esittely.  
<http://valtiokonttori.fi/Public/default.aspx?nodeid=15825>. Luettu: 9.6.2012.

Vattenfall Oy. 2012. Vattenfall sähkölaskuri.  
<http://www.vattenfall.fi/fi/sahkolaitelaskuri.htm>. Luettu 13.6.2012.

VMware, Inc. 2012. VMware Storage vMotion Features.  
<http://www.vmware.com/products/storage-vmotion/features.html>. Luettu: 14.7.2012.

VMware, Inc. 2012. SDRS Features. <http://www.vmware.com/products/datacenter-virtualization/vsphere/vsphere-storage-drs/overview.html>. Luettu: 14.7.2012.

VMware, Inc. 2012. VMware VMsafe. [http://www.vmware.com/technical-resources/security/vmsafe/security\\_technology.html](http://www.vmware.com/technical-resources/security/vmsafe/security_technology.html). Luettu: 14.7.2012.

VMware, Inc. 2012. VMware ESXi and ESX Info Center.  
<http://www.vmware.com/products/vsphere/esxi-and-esx/overview.html>. 15.7.2012.

VMware, Inc. 2012. ESXi Hardware Requirements.

[http://pubs.vmware.com/vsphere-](http://pubs.vmware.com/vsphere-50/index.jsp?topic=%2Fcom.vmware.vsphere.introduction.doc_50%2FGUID-F7A7E6C0-FA25-4806-8921-0438F1B2AEAE.html)

[50/index.jsp?topic=%2Fcom.vmware.vsphere.introduction.doc\\_50%2FGUID-F7A7E6C0-FA25-4806-8921-0438F1B2AEAE.html](http://pubs.vmware.com/vsphere-50/index.jsp?topic=%2Fcom.vmware.vsphere.introduction.doc_50%2FGUID-F7A7E6C0-FA25-4806-8921-0438F1B2AEAE.html). Luettu: 15.7.2012.

VMware, Inc. 2010. Guest Operating System.

[http://www.vmware.com/files/pdf/GuestOS\\_guide.pdf](http://www.vmware.com/files/pdf/GuestOS_guide.pdf). Luettu: 15.7.2012.

# Liitteet

Liite 1. Loppuraportti

## 1. Taustaa

Valtiokonttori (VK) on siirtymässä viimeistään vuonna 2014 pois vanhasta Windows XP -käyttöjärjestelmästä, kun Microsoftin tuki sille loppuu. Valtiokonttorin sovellukset ja järjestelmät on rakennettu Windows XP:n ympäristöön, joten niiden saattaminen tuotantokuntoon ennen alustan vaihtoa on kriittistä. Sovellusten ja järjestelmien testaus oli VK:n tietohallinnon puolelta päätetty järjestää virtualisoidussa Windows 7 ympäristössä, ja tätä varten opinnäytetyöni tarkoituksena oli selvittää, kumpi kahdesta valitusta virtualisointimetodista (Microsoft Hyper-V ja VMware vSphere Hypervisor ESXi) on parempi tietohallinnon järjestämään Windows 7:n testausta varten.

Valtiokonttorilla ei aikaisemmin ollut rakennettu suuriluonteista virtuaaliympäristöä tai järjestetty Windows 7 -käyttöjärjestelmätestausta, joten opinnäytetyölläni ei VK:n puolelta ollut taustamateriaalia. Haaga-Helian opinnoissani olen päässyt käyttämään eri virtuaaliratkaisuja (muun muassa Oracle VM VirtualBox ja Hyper-V), joten virtualisointi käsitteenä ei ollut minulle täysin vieras, mutta testiympäristön suunnittelemisen palvelinlaitteistoa myöten oli minulle täysin uutta, haastavaa ja mielenkiintoista.

## 2. Saavutetut tulokset

Opinnäytetyössäni tavoitteena oli selvittää kahden eri valmistajan virtualisointipalveluista parempi (Microsoft Hyper-V ja VMware vSphere Hypervisor ESXi) VK:n tietohallintoa varten. Tuloksissa ESXi todettiin paremmaksi virtualisointimetodiksi Windows 7 -käyttöjärjestelmän virtualisointia varten syystä, että virtuaalikoneiden hallinta on kattavampaa ESXi:llä kuin Hyper-V:llä. Sovellusten tai järjestelmien toimi-

vuudessa tai virtuaalikoneiden käytössä ei ollut eroja virtualisointipalvelujen välillä, joten virtuaalikoneiden hallinnasta tuli ratkaiseva tekijä paremman virtualisointipalvelun valinnassa.

Lopputulokseen johtanut virtualisointipalvelujen testaus, joka on oma kokonaisuus opinnäytetyössäni, on kuvattu sanoin, taulukoin ja kuvin. Testausosio on selkeä ja johdonmukainen kokonaisuus, jota seuraamalla voi ymmärtää miksi päädyin lopputulokseeni ESXi:n paremmuudesta.

Testauksen onnistuminen oli pitkälti kiinni siitä, että minulla oli mahdollisuus toteuttaa se VK:n tiloissa käyttäen VK:n tietohallinnon laitteistoja ja sovelluksia. Tällöin testaus oli mahdollisimman yhteensopivaa VK:n tietohallinnon asettamien vaatimusten kanssa. Esimerkiksi virtuaalikoneiden käytön testaus olisi onnistunut VK:n ulkopuolellakin, mutta sovellustestauksen suorittaminen yhtä kattavasti olisi ollut minulle mahdotonta.

### **3. Työprosessi**

Opinnäytetyöni on karkeasti jaettavissa kahteen osaan. Ensimmäinen osa käsittelee virtualisoinnin historiaa, virtualisoinnin teoriaa ja hypervisor-tyypistä virtualisointia, jota käytin opinnäytetyössäni. Jälkimmäinen osa opinnäytetyöstäni on VK:n tietohallinnon toimeksiannon mukaista virtuaaliympäristön suunnittelua ja virtuaalisen Windows 7:n testaamista tietohallinnon määrittelemällä tavalla.

Toimeksiannon mukainen työ lähti liikkeelle nykytilan kartoituksesta ja siitä, miksi VK:n tietohallinnon kannattaa järjestää tuleva sovellus- ja järjestelmätestaus virtualisoidussa Windows 7 ympäristössä. Tähän lukuun on muun muassa koostettu työaika- ja kustannushyödyt, jotka Windows 7:n testaaminen virtuaalisesti mahdollistaa.

Testisuunnitelmaa kirjoittaessa otin huomioon VK:n tietohallinnon vaatimukset sovellusten, järjestelmien ja virtuaalikoneiden toimivuudesta ja asetin ne onnistuneen tai epäonnistuneen testauksen mittareiksi. Esimerkiksi toimiko jokin haluttu sovellus halutulla tavalla vai ei.

Käytännön testauksen suoritin VK:n tiloissa käyttäen VK:n tietohallinnon minulle tarjoamia laitteita. Käytin myös edukseni VK:n toimialueen palveluita (muun muassa Active Directory), joihin minulla oli järjestelmänvalvojan tasoiset tunnukset. Testaukseni oli rajattu yhteen fyysiseen palvelimeen yhtä virtuaalipalvelua kohti, joten se oli pienehköä. Laitteistotehon puutteesta huolimatta onnistuin suorittamaan testauksen vaatimusten mukaisesti, eikä yhtään vaatimuksissa määriteltyä kohtaa jäänyt testaamatta.

Hyper-V ympäristön rakentaminen ei ollut vaikeaa, koska Hyper-V:n asennus ja käyttö olivat tulleet minulle tutuksi Haaga-Helian kursseilla. Hyper-V:n kanssa ei siis tapahtunut mitään yllättävää. Vsphere Hypervisor ESXi oli minulle uusi tuttavuus ja sen asennuksessa kohtasin ensimmäisen ison ongelman, nimittäin ESXi ei kelpuuttanut Dell Opitplex 990:sta löytyvää integroitua verkkokorttia. ESXi:tä varten jouduin vaihtamaan testipalvelimen vanhempaan ja tehottomampaan Fujitsun Esprimo E7936 pöytäkonemalliin, jonka integroidun verkkokortin ESXi hyväksytti. Palvelinlaitteiston yhteensopivuus vsphere Hypervisor ESXi:n kanssa olisi siis pitänyt selvittää tarkemmin ennen asennustöihin ryhtymistä.

Sovellustestauksen kuvasin kahdella taulukolla: toinen Hyper-V:tä ja toinen vsphere Hypervisor ESXi:tä varten. Mielestäni koottu taulukko oli järkevin ja selkein tapa järjestää sovellustestaus tiiviisti. Syvempi sovellustestauksen avaaminen olisi tuottanut käytännön tasolla tarpeettoman paljon dataa.

Etäyhteysjärjestelmän testaustilanteen kuvasin grafiikalla. Itse testauksen ja sen tulokset selitin sanoin. Samoin virtuaalikoneiden keskinäisen kommunikoinnin kuvasin grafiikalla ja testaustulokset selitin sanoin. Virtuaalikoneiden hallintatestauksen selitin sanoin, mutta lisäsin tähän osioon myös kuvia.

Valitut testi- ja kuvausmenetelmät ovat mielestäni riittävät tämän kaltaisen työn onnistumisen kannalta. Suunnittelun ja testauksen tuloksena kirjoitin opinnäytetyöni loppuun ehdotuksen virtuaaliympäristön rakentamisesta. Ehdotuksessani kuvasin ympäristön laitteistot ja arkkitehtuurin, joten ehdotustani voi käytännössä käyttää sellaisenaan ympäristön rakentamiseksi.

#### **4. Kustannukset**

Opinnäytetyöstäni ei koitunut kustannuksia VK:n tietohallinnolle, koska työasemat joita käytin palvelinlaitteistoina löytyivät talon puolesta minulle käytettäväksi. Samoin Hyper-V:n sain käyttööni tietohallinnon puolesta. VMware vSphere Hypervisor ESXi täytyi ladata erikseen VMware:n kotisivuilta. Itse ESXi-palvelinkäyttöjärjestelmä on ilmainen, mutta virtuaalikoneiden hallintaan tarkoitettu vSphere Client on lisenssiaikainen ja näin maksullinen. Käytössäni ollut vSphere Client oli 60 päivän kokeiluversio, joten siitäkään ei käytännössä syntynyt kustannuksia. Kustannustoteutus oli yhdenmukainen projektisuunnitelman kanssa, koska alunperinkään opinnäytetyöni ei ollut tarkoitus synnyttää kustannuksia.

#### **5. Resurssien käyttö**

Opinnäytetyössäni minulla oli käytössä materiaalisina resursseina VK:n tilat ja kolme työasemaa, joista kahta käytin palvelimina. Alkuperäisen suunnitelman mukaan minulla piti olla vain yksi palvelin käytössä, mutta koska vSphere Hypervisor ESXi ei asen-

tunut alkuperäisen suunnitelman mukaiselle työasemalle, piti ottaa käyttöön toinen työasema. Kolmas työasema oli käytössä virtuaalikoneiden hallintaa ja testausta varten. Fyysisten laitteiden lisäksi minulla oli käytössä lähdekirjallisuutta VK:n tarjoamana.

Immateriaaliset resurssit, jotka olivat käytettävissäni, olivat muun muassa eri käyttöjärjestelmät ja VK:n toimialue. Lasken myös immateriaaliseksi hyödykkeeksi työtovereiltani saadut neuvot ja ideat.

Ajallisesti minulla oli mahdollisuus työstää opinnäytetyötä töittäni lomassa, ja kesän hiljaisina päivinä aikaa oli runsaasti käytettäväksi.

Nämä materiaaliset ja immateriaaliset hyödykkeet summattuna minulla oli kaikki kortit käsissäni, joten projektin eteenpäin vieminen ja tulosten aikaansaaminen oli erittäin helppoa.

## 6. Oppimiskokemukset

Opinnäytetyön tekeminen oli kirjoittamisen suhteen suurin yksittäinen projekti, jonka olen itsenäisesti toteuttanut. Aikatauluni piti suhteellisen hyvin ja sainkin suurimman osan materiaalista kerättyä kokoon siinä ajassa, jonka olin suunnitellut siihen käyttäväni. Haaga-Heliassa käymäni tietoverkko- ja palvelinkurssit olivat hyvää pohjatietoutta opinnäytetyössäni. Tietenkin jouduin käyttämään paljon lähdekirjallisuutta, varsinkin teoriavaiheessa ja jonkun verran testausvaiheessa. Eniten apua sain työtovereiltani, joiden lähes loppumaton IT-tietous oli suurin etu opinnäytetyössäni.

Oppimiseni kannalta näen tärkeimmäksi kohdaksi virtuaaliympäristön suunnittelun. Virtuaaliympäristöä suunniteltaessa täytyi ottaa huomioon muun muassa kustannustekijät, laitteistokapasiteetti ja käytettävä virtualisointipalvelu ja sen arkkitehtuuri. Katta-

vaa palvelun järjestämistä laitteistotasolta tuotantoon en ollut harjoitellut Haaga-Helian opinnoissani. Mielestäni Haaga-Heliassa voitaisiinkin järjestää järjestelmäasian-  
tuntijoille kurssi, jossa projektiluonteisesti suunniteltaisiin jokin palvelu tai ratkaisu  
vastaamaan aitoa tarvetta. Tilaus voisi olla joko keksitty, mutta kuitenkin todenmu-  
kainen, tai oikea tilaus yritysmaailmasta. Esimerkiksi ohjelmistokursseilla suunnitel-  
laan ja toteutetaan palveluita, jotka vastaavat oikean maailman tarpeita.

Kaiken kaikkiaan sanoisin, että tämä projekti oli kasvattava kokemus, jonka aikana  
opin opinnäytetyöni aiheeseen liittyviä asioita. Samoin opin paljon itsenäisestä työ-  
kentelystä, erityisesti miten ajankäyttö ja eri kirjoittamisen vaiheet on hyvä suunnitella  
huolellisesti ennen kirjoittamisen aloittamista.

## **7. Lisätutkimus**

Projektin jatkotoimenpiteenä voitaisiin selvittää, mitä muita mahdollisia virtualisointi-  
ratkaisuja löytyy Windows 7 -käyttöjärjestelmätestausta varten. Virtualisointi voitaisiin  
muun muassa järjestää niin, että käyttäjällä on käytössään Windows 7 -  
virtuaalikoneinstanssi eikä erikseen asennettua ja tietylle käyttäjälle osoitettua virtuaa-  
likonetta. Virtuaalikoneinstanssi tarkoittaa sitä, että palvelin emuloi käyttäjäkohtaisen  
käyttöjärjestelmäinstanssin palvelinklusterilta.

## **8. Toimintatapojen muuttaminen**

Tämän projektin ydin oli VK:n tietohallinnon halu toteuttaa Windows 7 -  
käyttöjärjestelmän testaus virtuaaliympäristössä verraten vanhaan käytäntöön, jossa  
yksilöllisiä fyysisiä laitteita asennetaan ja toimitetaan testikäyttäjälle. Windows 7:n tes-  
taamisen lisäksi kaikki testikoneet voitaisiin mielestäni toimittaa käyttäjille virtuaalisi-  
na. Tällöin testikoneiden allokointi ja hallinta olisi nopeampaa sekä helpompaa ja nii-  
hin käytettävät rahalliset resurssit saataisiin supistettua.

Opinnäytetyön ja opinnäytetyön loppuraportoinnin sisältöohjeistukset pitäisi mielestäni tarkistuttaa. Esimerkiksi kappaleet ”ehdotukset jatkotoimenpiteeksi” ja ”lisätutkimus” ovat sisällöllisesti hyvin lähellä toisiaan. Parempi olisi, jos sisältöä ei olisi kahden otteeseen ensiksi opinnäytetyön leipätekstissä ja sitten loppuraportin pohdinnoissa.