

## **Windows Server 2012 Hyper-V uudet ominaisuudet**

Mikhail Ivanov

Opinnäytetyö

Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma

2013



Koulutusohjelma

<b>Tekijä tai tekijät</b> Mikhail Ivanov	<b>Ryhmätunnus tai aloitusvuosi</b> 2010
<b>Raportin nimi</b> Windows Server 2012 Hyper-V uudet ominaisuudet	<b>Sivu- ja liitesivumäärä</b> 34 + 2
<b>Opettajat tai ohjaajat</b> Sauli Isonikkilä	
<p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Windows Server 2012 palvelinkäyttöjärjestelmän virtualisointialusta Hyper-V -roolin uusia ominaisuuksia. Tavoitteena oli myös selvittää uusien ominaisuuksien hyöty virtualisointia soveltaville yrityksille ja uuden käyttöjärjestelmän hankkimiseen ja käyttöön liittyvät kustannukset ja kustannussäästöt. Vertauksena käytettiin vanhempaa versiota Microsoftin palvelinkäyttöjärjestelmästä, Windows Server 2008 R2.</p> <p>Palvelinkäyttöjärjestelmän eri versioita ja lisenssejä käytiin läpi ja tarkasteltiin niiden hintoja. Hyper-V -roolin uudet ominaisuudet jaettiin kolmeen osaan: infrastruktuuriin, suorituskykyyn ja tietoturvaan. Ominaisuuksia käsiteltiin käyttämällä teorialähteitä ja VirtuaalLab -ympäristöä. Tuloksena saatiin selvitys Hyper-V:n uusista ominaisuuksista. Tuloksista koottiin päätelmät, missä pohdittiin ominaisuuksien tuomia etuja ja kustannussäästöjä.</p> <p>Opinnäytetyö osoitti, että uudessa palvelinkäyttöjärjestelmässä on paljon uudistuksia ja päivityksiä virtualisointiin liittyviin ominaisuuksiin, ja että uusien ominaisuuksien tuomat edut ja kustannussäästöt ovat merkittävät. Uudet ominaisuudet tukevat laajasti pilvilaskentaa, mitä yhä useammat yritykset hyödyntävät palvelinympäristössään.</p>	
<b>Asiasanat</b> virtualisointi, Hyper-V, palvelimet, Windows	

Degree programme

<p><b>Authors</b> Mikhail Ivanov</p>	<p><b>Group or year of entry</b> 2010</p>
<p><b>The title of thesis</b> The new features of Windows Server 2012 Hyper-V</p>	<p><b>Number of report pages and attachment pages</b> 34 + 2</p>
<p><b>Advisor(s)</b> Sauli Isonikkilä</p>	
<p>The aim of this thesis was to research the new features of Windows Server 2012 virtualization platform Hyper-V role. The aim was also to find out how the new features benefit the enterprises which use virtualization and to determine the costs and cost savings of using the new features. The older version of Microsoft's operating system Windows Server 2008 R2 was used for the comparison.</p> <p>Different versions of the server OS and licenses were reviewed with regard to prices. The new features of Hyper-V were divided into three parts: infrastructure, performance and security. The features were analyzed using the sources and VirtualLab environment. The result was a report on the Hyper-V's new features. The results were gathered and analyzed with regard to benefits and cost savings.</p> <p>This thesis indicated that there are a lot of new features in the new Hyper-V and that the benefits and cost savings the new features bring are significant. The new features broadly support cloud computing, which is lately becoming popular among the different enterprises.</p>	
<p><b>Key words</b> virtualization, Hyper-V, servers, Windows</p>	

## **Keskeiset käsitteet**

### **Virtuaalikone**

Virtuaalikone (virtual machine) on ohjelmistopohjaisesti toteutettu tietokone, johon voi asentaa ohjelman tai käyttöjärjestelmän. Virtuaalikone emuloi fyysisen tietokoneen toimintaa virtualisointikerroksen avulla.

### **Isäntäkone**

Virtualisoitu isäntäkone on komponentti joka antaa resursseja, kuten muistia ja prosessoritehoa, tukemaan vieraskonetta. Isäntäkone ja vieraskone muodostavat yhdessä virtuaalikoneen.

### **Vieraskone**

Vieraskone on riippumaton ohjelma tai käyttöjärjestelmä, joka toimii virtuaalikoneen osana.

### **PowerShell**

PowerShell on skriptipohjainen komentorivi, mikä on suunniteltu järjestelmän ylläpitoon.

### **IP-osoite**

IP-osoite on numerosarja, mikä jaetaan jokaiselle verkossa olevalle tietokoneelle ja laitteelle, jotka käyttävät Internet protokollaa kommunikoimiseen.

### **Pilvilaskenta**

Pilvilaskenta on termi, jota käytetään kuvaamaan tietokoneita ja laitteita, jotka ovat liitetty reaaliajassa verkossa. Yhdessä ne muodostavat ”pilven”, joka sisältää virtuaalisia resursseja ja palveluita.

# Sisällys

1	Johdanto .....	1
1.1	Opinnäytetyön tavoite .....	1
1.2	Rakenne ja rajaus .....	2
1.3	Menetelmät.....	2
2	Hyper-V.....	3
2.1	Windows Server 2012.....	3
2.1.1	Eri versioiden hinnoittelu.....	4
2.1.2	Windows Server 2012 R2 .....	6
2.1.3	Client Hyper-V.....	7
2.2	Menetelmien valitseminen.....	7
3	Uudistukset infrastruktuuriin.....	9
3.1	Verkon virtualisointi .....	9
3.2	Migraatiot .....	10
3.3	Virtuaalikoneiden tuominen ja tilannevedokset .....	12
3.4	Automation Support.....	13
4	Uudistukset suorituskykyyn .....	15
4.1	Muisti .....	15
4.2	Tiedonsiirto ja ethernet .....	17
4.2.1	Kuitukanava .....	18
4.2.2	Data Center Bridging.....	19
4.2.3	QoS.....	19
4.2.4	SR-IOV .....	19
4.3	Uusi VHDX -formaatti .....	20
4.4	Resurssien mittaaminen.....	21
5	Uudistukset tietoturvaan .....	22
5.1	Virtualisoitu kytkin.....	22
5.2	Virtuaalisen kytkimen laajentaminen .....	23
5.3	Varmuuskopiointi.....	24
5.4	Nic Teaming.....	25
5.5	Vikasietoisuus .....	27

6	Päätelmät .....	29
6.1	Joustava infrastruktuuri .....	29
6.2	Tehostettu suorituskyky .....	30
6.3	Parannettu tietoturva ja saatavuus.....	31
6.4	Yksinkertaisempi lisensointi.....	32
7	Johtopäätökset.....	33
7.1	Yhteenvedo .....	33
7.2	Työn arviointi .....	34
	Lähteet.....	35
	Liitteet.....	39

# 1 Johdanto

Windows Server 2012 on uusi versio Windowsin palvelinkäyttöjärjestelmästä ja näin olleen monille vielä osittain tuntematon. Merkittävämpänä uudistuksena pidetään uuden käyttöjärjestelmän virtualisointiominaisuuksia. Virtualisoinnin käyttäminen tuo monia etuja yrityksille, kuten joustavuutta, nopeutta ja vähennettyjä kustannuksia. Virtualisoinnin yhdistäminen pilvilaskentaan ja -palveluihin tuo hyötyä nykyajan yrityksille joiden pitää mukauttaa oma infrastruktuurinsa vastaamaan nykypäivän liiketoimintaympäristöjä ja niihin liittyviä tietojärjestelmiä.

## 1.1 Opinnäytetyön tavoite

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää Windows Server 2012 Hyper-V:n uusia ja päivitettyjä ominaisuuksia ja näiden ominaisuuksien arvo niitä hyödyntävien yritysten kannalta. Päivitettyjä ominaisuuksia verrataan vanhempaan vanhempaan versioon käyttöjärjestelmästä, Windows Server 2008 R2.

Tutkimuksen tavoitteena on saada vastaus seuraaviin kysymyksiin:

- Mitä uusia ja päivitettyjä ominaisuuksia uuden palvelinkäyttöjärjestelmän virtualisointialusta Hyper-V sisältää?
- Mitkä ovat uusien ja päivitettyjen ominaisuuksien hyöty virtualisoinnissa? Miten yritykset hyötyvät näistä ominaisuuksista?
- Palvelinkäyttöjärjestelmän hankkimiseen liittyvät kustannukset.
- Onko kannattavaa hankkia uusin Windowsin palvelinkäyttöjärjestelmä?

Opinnäytetyössä käsitellään myös eri lisenssejä palvelinkäyttöjärjestelmästä, Windows 8 Pro:ssa ilmaiseksi saatava Hyper-V Client -ominaisuutta ja palvelinkäyttöjärjestelmän päivitetyn version Windows Server 2012 R2:n tuomia uudistuksia. Tätä opinnäytetyötä kirjoittaessa R2-versio on vasta kehitysvaiheessa, joten sen uudistuksia käydään läpi erillisessä luvussa jälkikäteen eikä niitä sisällytetä varsinaiseen teoriaosuuteen. Hyper-V Client ominaisuus liittyy ainoastaan Windows 8 Pro käyttöjärjestelmään, mutta sen hyötyä tarkastellaan käytettynä palvelinympäristössä.

Opinnäytetyön tarkoituksena on olla hyödyllinen yrityksille, jotka harkitsevat uuden palvelinkäyttöjärjestelmän käyttöönottoa virtualisointiin tuotujen uudistuksien takia, mutta eivät ole varmoja mitä kaikkia uudistuksia uusi Hyper-V sisältää ja mikä on uusien ominaisuuksien hyöty ja tarkoitus.

## **1.2 Rakenne ja rajaus**

Hyper-V:n uudet ja päivitettyt ominaisuudet jaetaan kolmeen eri osaan, jotka koostuvat infrastruktuurista, suorituskyvystä ja tietoturvasta. Näissä luvuissa Hyper-V:n ominaisuuksia käsitellään käyttäen hyväksi eri tietolähteitä. Lopuksi niiden hyödyistä kootaan omat päätelmät erilliseen lukuun jossa niitä myös pohditaan. Lopuksi päätelmistä kootaan johtopäätökset.

Opinnäytetyö sisältää selkeän kuvauksen ja arvioinnin uuden käyttöjärjestelmän virtualisointiominaisuuksista ilman tarkkoihin yksityiskohtiin menemistä.

Laajamittainen raportti on Hyper-V:n ominaisuuksien eri osa-alueista, kuten infrastruktuurista tai tietoturvasta ja niiden tuomista hyödyistä nykyaajan yrityksille, jotka hyödyntävät virtualisointia omassa verkkoinfrastruktuurissaan. Työssä ei käydä läpi ominaisuuksien asennusvaiheita eikä muita käyttöjärjestelmän ominaisuuksia Hyper-V:n ulkopuolelta.

## **1.3 Menetelmät**

Käytetyt menetelmät ovat kokeellisia ja aineistonkeruun on käytetty Microsoftin tarjoamaa TechNet -sivustoa, aiheeseen liittyviä blogeja, erilaisia palvelinkäyttöjärjestelmästä kirjoitettuja kirjoja ja Microsoftin tarjoamia VirtualLab -ympäristöjä. VirtualLab on Microsoftin tarjoama ilmainen palvelu, johon pääsee käsiksi Internet Explorer selaimesta. VirtualLab sessioissa on tarjolla palvelinkokonaisuuksia erilaisiin tilanteisiin, joita käyttäjä pääsee toteuttamaan ohjeiden avulla. VirtualLab palvelu on saatavilla osoitteessa <http://technet.microsoft.com/en-us/virtuallabs/bb467605.aspx>.



## 2 Hyper-V

Hyper-V on Windows Server käyttöjärjestelmässä oleva virtualisointiin tarkoitettu hypervisor alusta. Sen avulla voi luoda virtualisoidun ympäristön, joka koostuu virtuaalikoneista, -laitteista ja -verkosta. Virtualisoinnin avulla on mahdollista käyttää useita käyttöjärjestelmiä samanaikaisesti yhdessä fyysisessä tietokoneessa ajamalla kukin käyttöjärjestelmä omassa virtuaalisessa tietokoneessaan.

Hyper-V on saatavilla Standard ja Datacenter versiossa palvelinkäyttöjärjestelmästä. Hyper-V roolia ei tarvitse erikseen ladata ja asentaa, mutta se pitää aktivoida Features-valikosta, jonka jälkeen se konfiguroidaan käyttöjärjestelmään. Tietokoneessa pitää olla virtualisointia tukeva laitteisto, jotta Hyper-V:tä pystytään käyttämään.

### 2.1 Windows Server 2012

Windows Server 2012:sta on kaksi päälisenssiä: Standard ja Datacenter. Nämä lisenssit ovat suunniteltu etenkin yrityskäyttöön. Näiden lisenssien lisäksi on olemassa kaksi suppeampaa ja halvempaa versiota, Essentials ja Foundation.

Standard ja Datacenter versiot käyttöjärjestelmästä sisältävät samat ominaisuudet. Palvelimen lisenssi kattaa asennuksen, mutta jokainen käyttäjä tai laite tarvitsee CAL (Client Access Licences). Nämä lisenssit ovat samanlaiset molemmissa versiossa, mutta jotkut ominaisuudet, kuten Remote Desktop Services ja Active Directory Rights Management vaativat lisää lisenssejä (Additive CALs). Suurin ero Standard ja Datacenter versioiden välillä on virtualisointioikeudet. Standard sallii kaksi virtuaalista instanssia sekä yhden isännän jokaista lisenssiä kohti. Datacenter versiossa taas voi olla rajaton määrä virtuaalisia instansseja Windows Server 2012:sta isäntäpalvelimella. Datacenter versio on näistä kahdesta versiosta myös huomattavasti kalliimpi. (Anderson 2012.)

Halvemmat versiot Foundation ja Essentials ovat puutteellisia virtualisoinnin näkökulmasta. Foundation ei tue Hyper-V:tä ja on tarkoitettu ainoastaan käyttöjärjestelmän fyysiseen asennukseen. Essentials versio voi olla kuitenkin Hyper-

V:ssä vieraana, mutta sillä ei pysty isännöimään virtualisointia palvelinympäristössä. Tämä mahdollistaa joidenkin ominaisuuksien rajallisen hyödyntämisen. Kumpikaan versio ei vaadi lisälisenssejä (Additive CALs). (Anderson 2012.)

Lisäksi Microsoftilta on saatavilla Hyper-V Server niminen käyttöjärjestelmä. Hyper-V Server on ilmainen ja tarjoaa kaikki Hyper-V:n ominaisuudet, mutta sen lisenssi koskee ainoastaan virtuaalikoneiden isännöimistä virtuaaliympäristössä. (Webb 2012.)

Windows Server 2012 on Microsoftin uusi palvelinkäyttöjärjestelmä ja on Windows Server 2008 R2 palvelinkäyttöjärjestelmän seuraaja. Uudessa käyttöjärjestelmässä on monia uudistuksia ja parannuksia verkkoon (Liite 1), muistiin ja prosessoriin (Liite 2) ja hallittavuuteen (Liite 3). Moniin näihin uudistuksiin kuuluvat uudet ja päivitettyt virtualisointiominaisuudet, joita tullaan tarkastelemaan tarkemmin seuraavissa luvuissa.

### **2.1.1 Eri versioiden hinnoittelu**

Kaikki neljä versiota käyttöjärjestelmästä sisältävät eri ominaisuuksia yrityksien tai yksityisten käyttäjien tarpeiden mukaan ja versioiden hinnoittelut on suhteutettu tämän mukaan (Kuvio 1).

Edition	Feature comparison	Licensing model	Pricing
Datacenter	Unlimited virtual instances All features	Processor + CAL**	\$4,809
Standard	Two virtual instances All features	Processor + CAL**	\$882
Essentials	2 processor Limited features	Server 25 user limit	\$501
Foundation	1 processor Limited features	Server 15 user limit	OEM Only

Kuvio 1. Windows Server 2012 version lisenssit (Microsoft Corporation 2012, 1)

Perushintaan sisältyy myös Datacenter ja Standard versioiden lisälisenssit (CAL).

Microsoftilta ostettava 5-laitteen lisälisenssin hinta on \$199.00. (Microsoft 2014.)

Edellisessä versiossa käyttöjärjestelmästä oli hieman monimutkaisempi lisensointi ja eri versioita käyttöjärjestelmästä paljon enemmän, hintojen ollessa kuitenkin alemmat kuin uudessa versiossa (Kuvio 2).

Product	ERP*	SKU	Channel Availability
Windows Server 2008 R2 Foundation	N/A	No FPP	OEM only
Windows Server 2008 R2 Standard	\$1,029 (with 5 CALs)	P73-04754	All
Windows Server 2008 R2 Standard	\$1,209 (with 10 CALs)	P73-04755	All
Windows Server 2008 R2 Enterprise	\$3,919 (with 25 CALs)	P72-03827	All
Windows Server 2008 R2 Datacenter	\$2,999 (with NO CALs)	No FPP	No FPP
Windows Server 2008 R2 for Itanium-Based Systems	\$2,999	No FPP	No FPP
Windows Web Server 2008 R2	\$469	LWA-00984	All
Windows Server 2008 R2 5 CAL Pack	\$199	User: R18-02503 Device: R18-02453	All

Kuvio 2. Windows Server 2008 R2 version lisenssit (Microsoft Corporation 2009, 35)

### 2.1.2 Windows Server 2012 R2

Tätä opinnäytetyötä kirjoittaessa vielä beta-vaiheessa oleva Microsoftin päivitetty palvelinkäyttöjärjestelmä Windows Server 2012 R2 julkaistaan vuoden 2013 loppupuolella. Käyttöjärjestelmä on suora päivitys vanhasta ja tuo monia uudistuksia ja päivityksiä erilaisiin ominaisuuksiin ja palveluihin. Myös monia Windows Server 2012:ssa tuotuja virtualisointiin liittyviä uusia ominaisuuksia tullaan parantamaan ja uudistamaan. (Ferrill 2013.)

On huomioitavaa, että R2 -versioon ei ole mahdollista siirtyä ilmaiseksi jos omistaa aikaisemman version uudesta käyttöjärjestelmästä, ellei käyttäjällä ole Microsoft Software Assurance (SA) sopimusta Microsoftin kanssa. R2 versiota varten ei kuitenkaan tarvitse hankkia uusia lisälisenssejä, koska ne ovat yhteensopivia versioiden kesken. Kalleimman Datacenter -version lisenssin hintaa on korotettu 28% prosentilla muiden lisenssien hintojen pysyessä samana kuin Windows Server 2012 versiossa. Hinnan korotus on suhteutettu päivitettyihin uusiin ominaisuuksiin. (Foley 2012.)

### 2.1.3 Client Hyper-V

Client Hyper-V on virtualisointiohjelma, mikä on saatavilla ilmaiseksi Windows 8 Pro -versiossa. Client Hyper-V tarjoaa saman virtualisointitekniikan ja käyttöliittymän kuin Windows Server 2012 Hyper-V ja PowerShell tuen. Sitä ei tarvitse asentaa, vaan sen voi aktivoida käyttöjärjestelmän Features- valikosta. (Oliver 2013.)

Hyper-V Client ei kuitenkaan tue kaikkia Hyper-V:n palvelinversion ominaisuuksia, kuten Live Migration, Hyper-V Replica, SR-IOV ja Fibre Channel. Tästä huolimatta Hyper-V Client on kätevä työkalu testiympäristöjen luomiselle, joten yrityksetkin voivat hyötyä siitä. Testiympäristöihin voi kuulua sertifiointien asennuksia tai Microsoftin tarjoamien palveluiden testaamista. Näin virtualisointiin liittyviin testeihin ei tarvitse käyttää yrityksen oikeaa toimivaa palvelinympäristöä. Tämä vähentää mahdollisten riskien määrää jotka ilmenevät oikean palvelinympäristön toiminnan sekoittamisessa. (Oliver 2013.)

## 2.2 Menetelmien valitseminen

Aiheen laajuuden ja ominaisuuksien laajan määrän vuoksi tutkimukseen on valittu kokeelliset menetelmät, jotta tutkittavasta asiasta muodostuisi mahdollisimman laaja näkemys. Opinnäytetyössä on käytetty teorian keräämiseksi pääosin Microsoftin tarjoamaa TechNet sivustoa ja TechNet sivuston blogeja. Blogien kirjoittajina ovat Microsoftin alaisuudessa työskentelevät ammattilaiset, joilla on kokemusta Microsoftin palveluiden ja tuotteiden kehittämisestä, testaamisesta ja käytöstä. Opinnäytetyössä on käytetty hyväksi myös Microsoftin tarjoamia käyttöjärjestelmän ohjekirjoja. Microsoftin tarjoamien palveluiden tietojen käyttäminen teorialähteenä takaa sen, että tieto on ajan tasalla ja pitää paikkansa. Tämä myös tukee kokeellista tutkimusta, jossa pyritään saamaan mahdollisimman luotettavat tutkimustulokset. Teorian hahmottamisen avuksi on käytetty Microsoftin tarjoamaa VirtuaLab sivustoa, jossa on tarjolla palvelinkokonaisuuksia ja erilaisia tilanteita, mitä käyttäjä pääsee testaamaan omin käsin virtualisoidussa ympäristössä. Useat opinnäytetyössä käytetyt tilannekuvat onkin juuri otettu VirtuaLab ympäristössä. Myös opinnäytetyön kirjoittajan omia opiskelun ja työharjoittelun aikana saatuja kokemuksia ja tietoja virtualisoinnista on käytetty hyväksi. Teorian keräyksen ja jäsenyyksen jälkeen uudet ominaisuudet jaettiin kolmeen osaan:

infrastruktuuriin, suorituskyykyyn ja tietoturvaan. Teorian jakaminen eri kokonaisuuksiin takaa sen, että lukija saa paremman kuvan uusien ominaisuuksien merkitsevyydestä eri osa-alueilla.

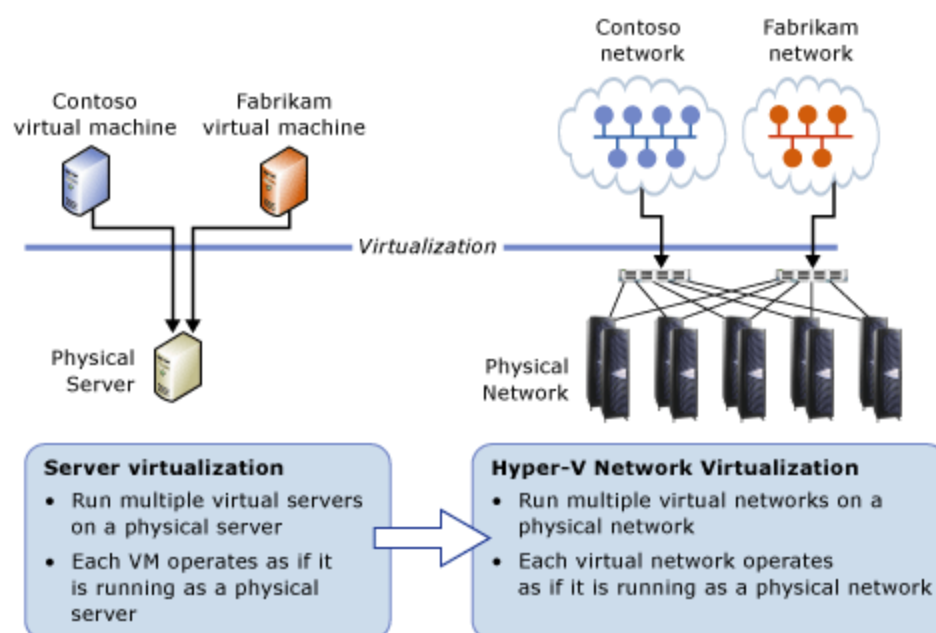
Muodostuneesta teoriasta on koottu päätelmät, joita ohjaavat opinnäytetyön tutkimuskysymykset. Päätelmät ovat jaettu samalla periaatteella kuin teoria. Päätelmässä pohditaan uusien ominaisuuksien tarkoitus ja hyöty käyttäen kerättyä teoriaa tukena. Päätelmät ovat lopuksi koottu ja niistä tehty johtopäätös, missä pohditaan ja ratkaistaan tutkimuskysymyksiä ja samalla pohditaan omaa oppimista.

### 3 Uudistukset infrastruktuuriin

Uudessa versiossa palvelinkäyttöjärjestelmästä on tuotu muutamia huomattavia uudistuksia ja päivityksiä Hyper-V:n ominaisuuksiin, jotka tuovat virtualisointiin entistä joustavamman infrastruktuurin. Päivityksiin kuuluvat uudistettu verkon virtualisointi ja parannettu virtuaalikoneiden ja niiden tallennustilan siirto. 2012 -versioon on myös lisätty uutena työkaluna Import Wizard helpottamaan virtuaalikoneiden tuomista ja tuki automatisoinnille PowerShell:n avulla.

#### 3.1 Verkon virtualisointi

Verkon virtualisointi (Network Virtualization) toimii samalla tavalla kuin käyttöjärjestelmien virtualisointi. Virtualisoimalla saa usean verkkoinfrastruktuurin toimimaan samalla fyysisellä verkolla ja jokainen virtualisoitu verkko toimii kuin olisi ainoa jaetussa ympäristössä (Kuvio 3).



Kuvio 3. Verkon virtualisointi (Microsoft 2013a)

Windows 2008 R2 Hyper-V:ssä verkon pystyi eristämään käyttämällä virtuaalilähiverkkoa (VLAN), mikä toi isomalla mittakaavalla huomattavia rajoituksia. Virtualisoituja verkkoja ei pystynyt siirtämään ilman niiden laajamittaista uudelleenmäärittystä. Myös IP-osoitteiden määrääminen virtuaalisille verkoille toi

erilaisia rajoituksia, kuten IP osoitteen sitoutuneisuus fyysiseen sijaintiin. (Microsoft 2013a.)

Windows 2012 Hyper-V:ssä virtuaalisen verkon voi eristää fyysisestä verkkoinfrastruktuurista ilman VLAN:in tuomia rajoituksia ja hierarkkisen IP-osoitteen jakamista virtuaalikoneille. Virtuaalikoneen siirtämistä ei rajoita sen IP osoite tai mihin solmuun se on tehty. Tämän ominaisuuden avulla virtuaalikoneita voi vapaasti liikuttaa verkon sisällä rikkomatta virtuaalikoneiden välistä infrastruktuuria. (Microsoft 2013a.)

Verkon virtualisointiin liittyy myös erilaisia IP-osoitteen virtualisointitekniikoita. Näistä huomattavin on nimeltä IP-Rewrite. IP-Rewrite on määrittely, jonka avulla virtuaalikoneiden omat IP-osoitteet muutetaan käyttämällä fyysisen tietokoneen IP osoitetta ennen kuin ne lähetetään fyysiseen verkkoon. Jokainen virtuaalikoneen paketti uudelleenkirjoitetaan tai kapseloidaan CA paketista (Customer Address) PA paketiksi (Provider Address). Määräpäässä paketti muutetaan takaisin sovitetuun säännöin ennen kuin se toimitetaan virtuaalikoneelle. (Tulloch 2012, 34.)

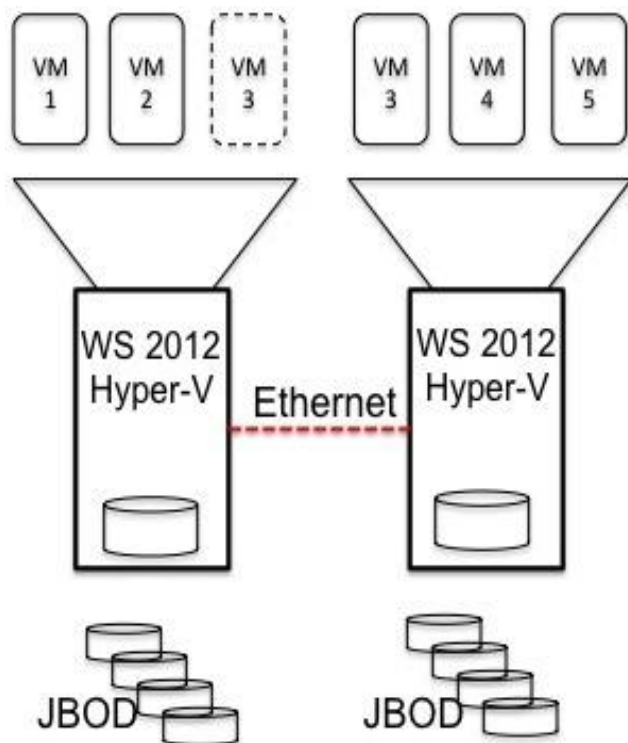
Toinen IP-osoitteen virtuaalisointitekniikka on GRE (Generic Routing Encapsulation). Sen avulla kaikkiin virtuaalikoneesta lähteviin paketteihin enkapsuloidaan uusi otsikko (header). Tämä pienentää kuormitusta kytkimiltä, koska kaikki virtuaalikoneet jotka tulevat samalta isännältä voivat jakaa PA:n (Provider Address). Vähentämällä PA-osoitteiden määrää voidaan tehostaa virtuaalisen verkon infrastruktuuria, koska isännällä (host) voi olla tällöin ainoastaan yksi IP osoite. IP-osoitteiden virtualisointi lisää myös entisestään verkon virtualisoinnin mobiilisuutta. (Microsoft 2013a.)

### **3.2 Migraatiot**

Hyper-V:ssä Live Migration mahdollistaa virtuaalikoneen siirtämistä isännältä toiselle ilman virtuaalikoneen sammuttamisen tarvetta. Tämä ominaisuus tuotiin Windows 2008 R2:ssa jossa siirtämisen edellytyksenä oli se, että virtuaalikoneiden tallennuslevy (virtual disk) oli jaettu siirrettävien koneiden välillä. Windows Server 2012:ssa tämä rajoitus on poistettu ja kokonainen virtuaalikone on mahdollista siirtää mihin tahansa Hyper-V palvelimeen ympäristössä (Kuvio 4). Tätä ominaisuutta kutsutaan nimellä



Shared Nothing. Sen ainoa edellytys on, että isännät kuuluvat samaan toimintayksikköön (domain) Active Directory:ssa ja fyysiset koneet käyttävät prosessoreita samalta valmistajalta. (Tulloch 2012, 57.)



Kuvio 4. Shared Nothing Live Migration prosessi (Microsoft 2013b)

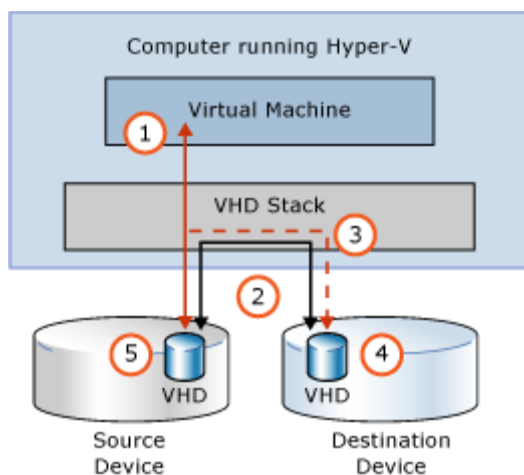
Migraation vaiheet (Tulloch 2012, 55) ovat seuraavat:

- Virtuaalikoneen isäntäkone luo The Virtual Machine Management Service (VMMS) yhteyden kohdetietokoneen kanssa.
- Suoritetaan Storage Migration, jossa luodaan kopio virtuaalikoneen vhd tiedostosta kohteeseen.
- Virtuaalikoneen nykyisen tilan tallennukset siirretään kohdetietokoneeseen.
- Alkuperäinen vhd tiedosto poistetaan isännältä ja yhteys katkaistaan.

Live Migration pystyy hyödyntämään nopeampaa verkkoyhteyttä (10GB asti) jotta virtuaalikoneiden migraatio onnistuisi nopeammin. Käyttäjä pystyy myös siirtämään useita virtuaalikoneita samaan aikaan nopeuttaakseen migraatiota. (Microsoft 2013b.)

Windows Server 2012:ssa on myös mahdollisuus siirtää virtuaalikoneiden tallennustilaa sammuttamatta virtuaalikoneita. Tallennustilaa voi lisätä koneeseen tai Hyper-V:n virtuaalikoneista muodostamaan klusteriin ja virtuaalikoneen voi siirtää käyttämään uutta tallennustilaa. Tätä ominaisuutta kutsutaan nimellä Storage Migration. (Microsoft 2013c.)

Storage Migration prosessin aikana virtuaalikoneen tekemät muutokset kopioidaan reaaliajassa sekä lähde- että kohdelevylle (source and destination devices). Samaan aikaan lähdelevyltä kopioidaan dataa kohdelevyyn. Kopioimisen jälkeen suoritetaan levyjen synkronointi, jolloin kohde- ja lähdelevystä tulevat täysin identtiset. Kohdelevyn siirtyessä virtuaalikoneen aktiiviseksi tallennustilaksi lähdelevyn tiedosto poistetaan. (Kuvio 5).



Kuvio 5. Storage Migration prosessi (Microsoft 2013c)

### 3.3 Virtuaalikoneiden tuominen ja tilannevedokset

Windows Server 2012:ssa on työkalu Import Wizard, minkä avulla käyttäjä pystyy tuomaan (import) virtuaalikoneita yksinkertaisemmin ja turvallisemmin. Vanhemmissa käyttöjärjestelmissä tuomisprosessi kopioi virtuaalikoneen ja sen tiedostot ilman niiden tarkistusta jälkeenpäin. Tämän takia kopioidusta ja tuodusta virtuaalikoneesta saattoi tulla viallinen.

Tuomisen aikana työkalu tekee seuraavat asiat (Microsoft 2012f):

- Luo kopion virtuaalikoneen configuration-tiedostosta varotoimena.
- Todentaa laitteiston. Vanhan ja uuden isännän laitteistoja tarkistetaan ja verrataan.
- Laatii listan mahdollisista virheistä ja epäsovivuuksista.
- Velho järjestee virheet kategorioittain jotta käyttäjän olisi helpompi todentaa ja korjata virheet.
- Poistaa kopion configuration-tiedostosta. Tämän jälkeen virtuaalikone on valmis käytettäväksi.

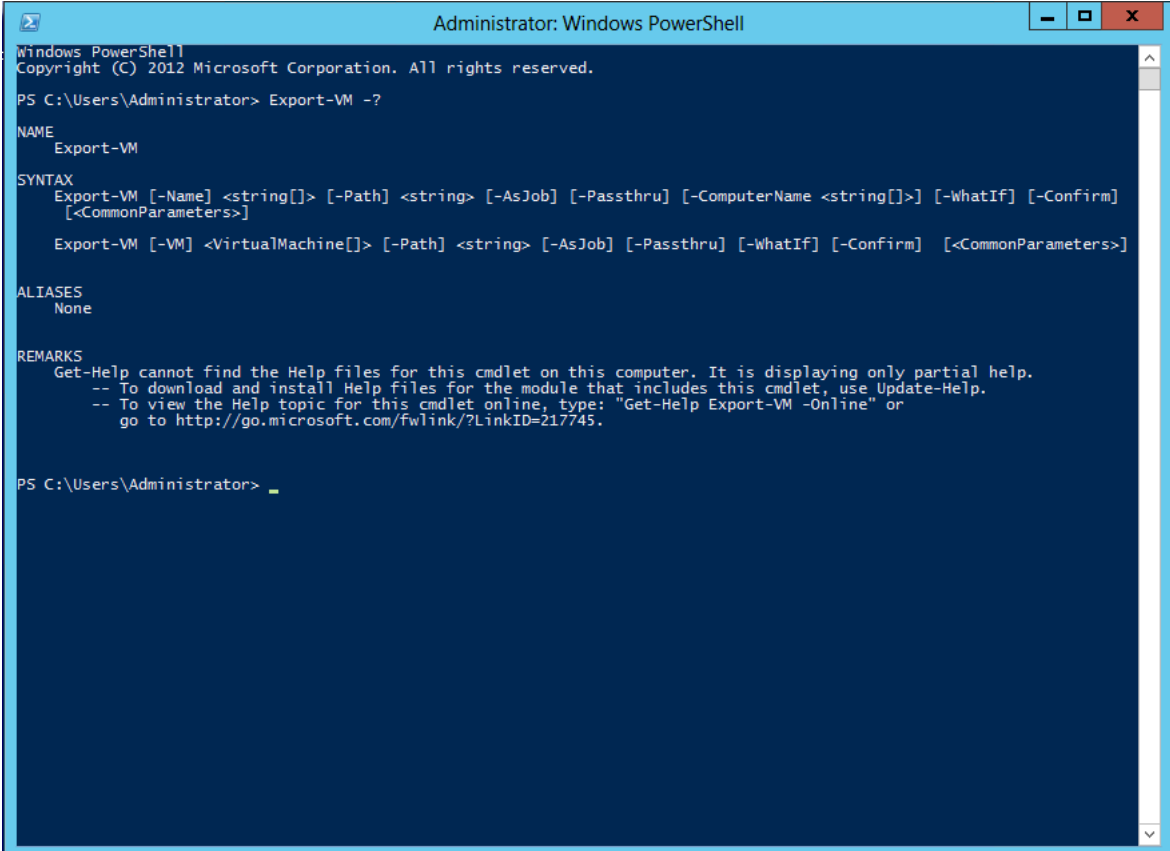
Uusi työkalu Import Wizard on luotu havaitsemaan mahdolliset konfigurointiongelmat jotka ilmenevät tuomisen yhteydessä käyttäjän tarkastettaviksi. Virtuaalikoneiden tuominen on myös mahdollista suorittaa kopioimalla tiedostot manuaalisesti ilman virtuaalikoneen viemisen tarvetta, mikä ei ollut mahdollista vanhemmissa versioissa käyttöjärjestelmästä. Manuaalinen tuominen on mahdollista automatisoida käyttämällä PowerShellin valmiita cmdlet-komentoja. (Microsoft 2012f.)

Uudistukset tuomiseen on sovellettu myös virtuaalikoneiden tilannevedoksiin (snapshot). Tilannevedoksia käytetään pääasiassa virtuaalikoneisiin kohdistuviin muutoksien testaamiseen, koska niiden avulla on mahdollista palauttaa virtuaalikoneen käyttäjän tallentamaan tilaan tai aikaan. Windows Server 2012 Hyper-V:ssä on mahdollista muuttaa virtuaalikoneen avhdx-tiedostosta tilannevedoksia sammuttamatta virtuaalikonetta, jolloin järjestelmä yhdistää muutokset suoraan tallennustiedostoon reaaliajassa. Tämä ei ollut mahdollista vanhemmissa versioissa käyttöjärjestelmästä, koska kaikki virtuaalikoneen muutokset tulivat erilliseen tiedostoon ja yhdistyivät virtuaalikoneen kantaan vasta virtuaalikoneen sammuttamisen jälkeen. (Armstrong 2012.)

### **3.4 Automation Support**

Windows Server 2012:ssa on yli 150 sisäänrakennettua cmdlet-käskyä Microsoft Windows PowerShelliin. PowerShell on skriptipohjainen komentorivi, mikä on suunniteltu järjestelmän ylläpitoon. Valmiiden skriptien avulla käyttäjä voi automatisoida eri tehtäviä ilman skriptikielen osaamista, mikä ei ollut mahdollista

aikaisemmissa versioissa käyttöjärjestelmästä. Käsky on suunniteltu järjestelmän hallintaan ja erinäisten toimintojen automatisointiin. Esimerkiksi cmdlet käsky Export-VM vie virtuaalikoneen kokonaisuudessaan kiintolevyille (Kuvio 6). (Microsoft 2014.)



```
Administrator: Windows PowerShell
Windows PowerShell
Copyright (C) 2012 Microsoft Corporation. All rights reserved.

PS C:\Users\Administrator> Export-VM -?

NAME
    Export-VM

SYNTAX
    Export-VM [-Name] <string[]> [-Path] <string> [-AsJob] [-Passthru] [-ComputerName <string[]>] [-WhatIf] [-Confirm]
    [-<CommonParameters>]
    Export-VM [-VM] <VirtualMachine[]> [-Path] <string> [-AsJob] [-Passthru] [-WhatIf] [-Confirm] [-<CommonParameters>]

ALIASES
    None

REMARKS
    Get-Help cannot find the Help files for this cmdlet on this computer. It is displaying only partial help.
    -- To download and install Help files for the module that includes this cmdlet, use Update-Help.
    -- To view the Help topic for this cmdlet online, type: "Get-Help Export-VM -Online" or
    go to http://go.microsoft.com/fwlink/?LinkID=217745.

PS C:\Users\Administrator> _
```

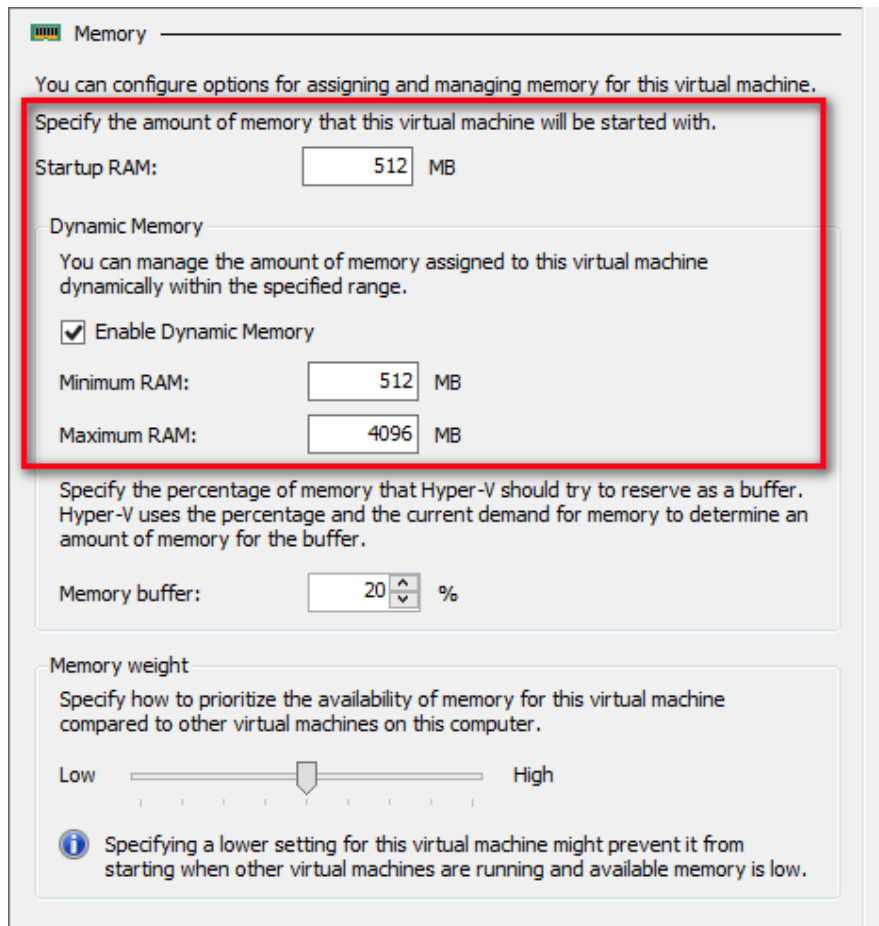
Kuvio 6. Vaihtoehdot Export-VM cmdlet käskylle

## 4 Uudistukset suorituskykyyn

Windows Server 2012 käyttöjärjestelmässä on uusia ominaisuuksia, jotka lisäävät suorituskykyä virtualisoituun ympäristöön. Uudistuksiin kuuluvat dynaaminen muisti, tuki NUMA topologialle, tehostettu tiedonsiirto ja verkon hallintaan liittyviä uusia teknologioita. Virtuaalikoneiden kiintolevyjä varten on myös kehitetty täysin uusi formaatti, sekä mahdollisuus virtuaalikoneiden resurssien mittaamiselle.

### 4.1 Muisti

Dynaaminen muisti tuli uutena ominaisuutena Windows Server 2008 R2 Service Pack 1:ssä. Siinä pystyi määrittämään, mikä on virtuaalikoneen käytettävä vähimmäismuisti. Käynnistyshetkellä virtuaalikone kuitenkin tarvitsee enemmän muistia, joten virtuaalikoneen kokonaismuisti määriteltiin vähimmäismuistin määrällä. Käynnistyttyään jälkeä virtuaalikoneelle jäi näin olleen käyttämätöntä muistia, mitä ei pystynyt palauttamaan. Windows Server 2012:ssa lisättiin uusi ominaisuus, jonka avulla Hyper-V pystyy palauttamaan käyttämätöntä muistia virtuaalikoneelta (Kuvio 7). Muisti palautetaan dynaamisesti, kun virtuaalikone ei enää tarvitse sitä. Tällaiset tilanteet ovat esimerkiksi kun virtuaalikone on joutilaana tai jos siihen kohdistuu vain pieni kuormitus. (Tulloch 2012, 60).



Kuvio 7. Dynaamisen muistin käytön konfiguroiminen virtuaalikoneelle

Dynaamiseen muistiin liittyy Windows Server 2012:n uusi ominaisuus Smart Paging. Tämä ominaisuus pienentää automaattisesti käynnistysmuistin ja vähimmäismuistin väliä jos Hyper-V hostilla ei ole mahdollisuutta antaa sitä tarpeeksi uudelleenkäynnistyvälle virtuaalikoneelle. Tämä takaa sen, että virtuaalikoneet pysyvät käynnissä vaikka muistia olisi vähän, mutta se saattaa hidastaa muiden virtuaalikoneiden toimintaa, kun ylimääräinen muisti otetaan levyresurssien fyysisestä muistista. Smart Paging ominaisuuden avulla voidaan helposti välttää uudelleenkäynnistyksen aikana ilmeneviä virheitä jotka tulevat muistin puutteen seurauksena. (Tulloch 2012, 62.)

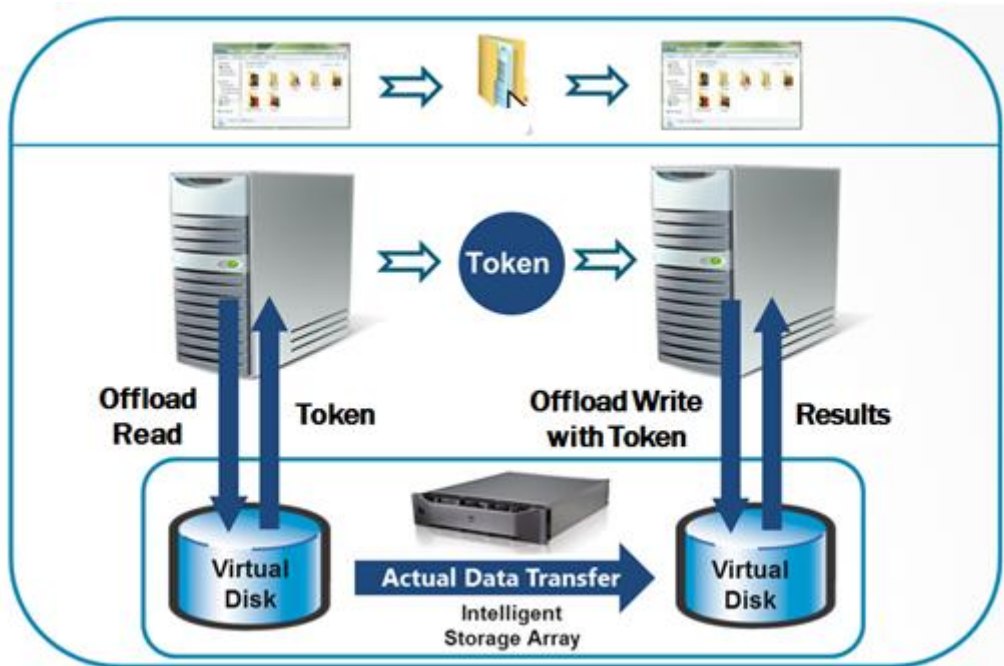
Muistin käytön hallintaan on myös päivitetty tuki NUMA (Non-Uniform Memory Architecture) topologialle, jonka avulla on mahdollista jakaa työmäärä virtuaalikoneiden kesken, kun käytössä on suuria määriä muistia. NUMA ominaisuuden teknologia perustuu moniydinprosessori -arkkitehtuuriin. Nykyisillä prosessoritehoilla prosessorin ytimen etäisyydellä suhteessa muistiin on huomattava merkitys. Korkeampi signaalin reitin pituus lisää viivettä muistiin pääsemiseen ja siitä saattaa aiheutua pullonkaula jos

signaalin reitti on jaettu usean prosessorin kesken. NUMA ominaisuus on tarkoitettu havaitsemaan mahdolliset viiveet ja valitsemaan nopein mahdollinen reitti. On tosin huomioitavaa, että dynaamista muistia ei pysty käyttämään samaan aikaan NUMA ominaisuuden kanssa teknologioiden yhteensopimattomuuden takia. NUMA:n käyttöönottoa varten tarvitaan myös siihen sopiva laitteisto. (Microsoft 2013d.)

## 4.2 Tiedonsiirto ja ethernet

Suurien tiedostomäärien säilyttämiseen voidaan käyttää tiedostopalvelimia, jotka ovat yhdistettynä muihin palvelimiin verkossa käyttämällä SAN:ia (Storage area network). SAN:in avulla tiedostot saadaan näkymään kuin ne olisivat käyttöjärjestelmän paikallisella tallennusmedialla. Tavallisesti SAN:ia käytettäessä palvelimen pitää puskuroida dataa ja kirjoittaa sitä jatkuvasti, mikä rasittaa palvelinta ja saattaa hidastaa tiedonsiirron nopeutta. Windows Server 2012:ssa tiedonsiirron toiminnon nopeuttamiseksi on integroitu uusi ominaisuus Offloaded Data Transfer (ODX). Sen avulla on mahdollista siirtää suuria määriä dataa paikasta toiseen käyttämällä hyväksi isäntäkoneen laitteiston semantiikkaa. Palvelimen ei tarvitse puskuroida dataa, vaan kaikki tiedonsiirto tapahtuu suoraan laitteistossa. Työtaakan siirtäminen isäntälaitteistolle nopeuttaa siirtoprosessia ja vähentää suorittimeen kohdistuvaa raskautta. (Savill 2012.)

ODX:n avulla myös virtuaalikoneiden migraatiot nopeutuvat ja se helpottaa kunnossapidon aikana tapahtuvia toimenpiteitä, kuten virtuaalikoneiden levyjen yhdistämistä, missä siirretään suuria määriä dataa. Käyttämällä ODX:ää, merkki (token) siirretään palvelimelta toiselle reititystietojen sijaan. Virtuaalikoneiden migraation aikana ei siis siirry tiedostojen pohjatiedot, vaan ainoastaan merkki mikä kuvaa kyseistä virtuaalikone-tiedostoa. Samaa aikaan fyysinen siirto tapahtuu yhdistetyssä laitteistossa. (Kuvio 8). (Tulloch 2012, 58.)



Kuvio 8. Offloaded Data Transfer siirtoprosessi (Microsoft 2012c)

Vaatimukset Offloaded Data Transfer toiminnon (Microsoft 2012c) käyttöönotolle:

- Offloaded Data Transfer- sopiva laitteisto, joka on kytketty virtuaalikoneeseen virtuaalisena SCSI laitteistona tai kytketty suoraan fyysisiin levyihin (pass-through disks).
- Paikallisesti liitetyt vhdx formaatin virtuaaliset levyt.

#### 4.2.1 Kuitukanava

Windows Server 2012 Hyper-V:ssa on mahdollista virtualisoida kuitukaapelitekniikan sovitin. Kuitukanava on nopea verkkotekniikka, jota käytetään ensisijaisesti palvelimien liittämiseen datan varastointitiloihin. Tämä mahdollistaa guest-käyttöjärjestelmälle suoran pääsyn SAN:iin käyttäen standartia World Wide Name (WWN). Tuki Fibre Channelille takaa myös muiden tallennustilojen hyödyntäviin ominaisuuksien saatavuuden, kuten Live Migrationiin ja Live Storage Migrationiin. Virtual Fibre Channelin pystyy myös konfiguroimaan ympäristöön, jossa on Windows Server 2008 tai 2008R2 järjestelmää käyttäviä virtuaalikoneita. (Tulloch 2012, 65.)



## 4.2.2 Data Center Bridging

Suuren datansiirron hallintaan on myös kehitetty uusi ominaisuus Data Center Bridging (DCB), mikä on kokoelma standardeihin perustuvia end-to-end verkkoteknologioita, jotka mahdollistavat Ethernetin toimimaan yhtenäisenä rakennelmana. Siitä käytetään nimitystä Converged Network Adapter (CNA). DCB:n avulla verkkoliikenteen jakaminen muuttuu ohjelmiston ohjaamaksi. Ominaisuus on tarkoitettu pilviympäristön verkkoadapteriksi, missä varastointiin, datansiirtoon ja hallintaan liittyviä verkkoliikenteitä pitää hallita niin, että kaikki nämä saavat tarpeeksi kaistanleveyttä struktuurin tehokkuuden maksimoimiseksi. Sillä pystyy myös yhdistämään erilaisia verkkoliikennetyyppejä yhdeksi verkkosovittimeksi. (Tulloch 2012, 48.)

## 4.2.3 QoS

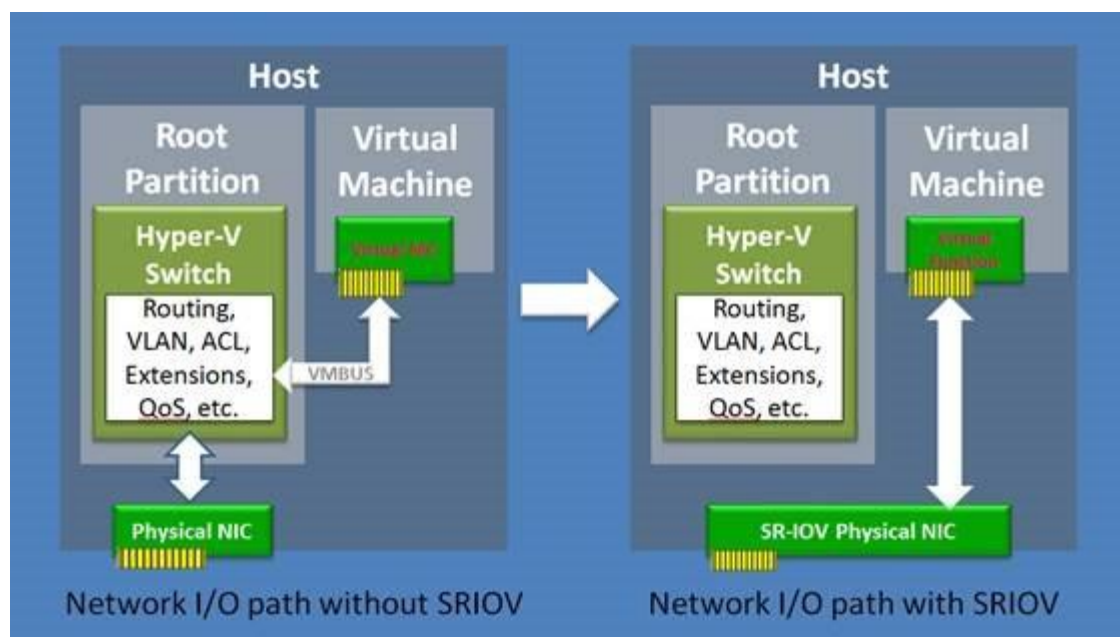
Hyper-V QoS (Quality of Service) on toinen ominaisuus millä voi hallita virtuaaliverkon verkkoliikennettä. QoS sisältää verkon kaistanleveyden hallintaominaisuuksia, kuten ylimmän ja alimman kaistanleveyden määrittämisen. Alimmalla kaistanleveydellä voi antaa ”pohjan” tietyntyyppiselle verkkoliikenteelle, kun taas ylimälle kaistanleveydelle voi asettaa vaihtelevia määriä tietyille verkkoliikenteille sopiviksi. QoS:n avulla voi myös valvoa verkkoliikenteen sujuvuutta ja määrittää useita virtuaalisia verkkosovittimia Hyper-V:hen. Ominaisuus on myös mahdollista soveltaa jokaiseen virtuaaliseen verkkosovittimeen erikseen. (Tulloch 2012, 47.)

Windows Server 2012 Hyper-V QoS:ia voi käyttää myös DCB yhteensopivan laitteiston kanssa ja hallita useita erityyppisiä verkkoja yhdellä verkkosovittimella. Windows PowerShellin avulla voi määrittää nämä ominaisuudet joko manuaalisesti tai kytkeä automaattioskripti joukkoon palvelimia riippumatta siitä, ovatko ne liitetty samalle toimialueelle vai ei. (Microsoft 2012d.)

## 4.2.4 SR-IOV

Windows Server 2012 Hyper-V:ssä on myös tuki SR-IOV yhteensopiville verkkolaitteille. Nämä fyysiset verkkolaitteet (PCI Express) voidaan yhdistää suoraan virtuaalikoneisiin ja niiden avulla verkkoliikenne voi ohittaa ohjelmistokerroksen

(Hyper-V virtualization stack) (Kuvio 9.). Tämä mahdollistaa virtualisoidulta verkolta lähes samaa suorituskykyä kuin fyysisissä ympäristöissä ja vähentää verkon toiminnassa tapahtuvaa viivettä. (Edery 2013.)



Kuvio 9. SR-IOV ominaisuuden toiminta (Edery 2013)

### 4.3 Uusi VHDX -formaatti

Windows Server 2012 tuo uuden formaatin virtuaalisille kiintolevyille, vhdx. Uuden formaatin tärkein ominaisuus on 64 teratavun tuki, mikä oli aikaisemmassa käyttöjärjestelmän versioissa ainoastaan 2 teratavua. Muut uudistukset ovat sisäänrakennettu suojaus tiedoston korruptoitumista vastaan, missä muutokset kirjataan vhdx tiedoston metadataan, sekä mahdollisuus eroteltujen levyjen tekoon (differencing disks). Vanhemmat versiot Windowsin palvelinkäyttöjärjestelmästä eivät tue tätä uutta formaattia, mutta vanhat vhd tiedostot on mahdollista kääntää uuteen formaattiin Windows Server 2012:ssa. Formaatin uudistuksien takia on vanhojen tiedostomuotojen kääntäminen uuteen formaattiin suositeltavaa, jos päivitetään vanhemmasta käyttöjärjestelmästä uuteen. (Morowczynski 2013.)

#### 4.4 Resurssien mittaaminen

Uutena ominaisuutena Hyper-V:ssä on mahdollisuus mitata virtuaalikoneen resursseja. Mitattavia resursseja (Tulloch 2012, 49) ovat:

- Keskimääräinen suoritintehon käyttö, megahertseinä.
- Keskimääräinen fyysisen muistin käyttö, megahertseinä.
- Suurin muistin käyttö (suurin määrä fyysistä muistia).
- Pienin fyysisen muistin käyttö (pienin määrä fyysistä muistia).
- Enimmäismäärä levytilaa mikä on varattu virtuaalikoneelle.
- Tulevan liikenteen enimmäismäärä megatavuissa yhtä virtuaalista verkkosovitinta kohti.
- Tulevan liikenteen vähimmäismäärä megatavuissa Yhtä virtuaalista verkkosovitinta kohti.

Näitä tietoja voi myös kerätä silloinkin kun virtuaalikoneita siirretään tai niiden tallennustila siirretään (live migration ja storage migration). Resource Metering ominaisuuden voi ottaa käyttöön käyttämällä `Enable-VMResourceMetering` cmdlet:iä Windowsin Powershellissä. (Tulloch 2012, 49.)

## 5 Uudistukset tietoturvaan

Uuteen versioon Hyper-V:stä on tehostettu tietoturvaa ja saatavuutta uusilla ominaisuuksilla. Uusiin ominaisuuksiin kuuluvat virtulisoitu kytkin ja sen laajentaminen. Päivitettyihin ominaisuuksiin kuuluvat varmuuskopiointi, klusterointi, Failover klusterin tekeminen ja tuki NIC Teaming teknologialle.

### 5.1 Virtualisoitu kytkin

Virtual Switch on ohjelmistopohjainen 2-kerroksen verkon kytkin, joka on saatavilla Windows Server 2012 Hyper-V Managerissa Hyper-V:n roolin asennuksen jälkeen. Kytkimellä voi yhdistää virtuaalikoneen joko virtuaaliseen tai fyysiseen verkkoon. Se tarjoaa myös laajennettavissa olevia ominaisuuksia, mukaan lukien käytäntöjä virtuaalikoneiden tietoturvalle ja verkkoliikenteen eristämiseksi. (Microsoft 2012e.)

Virtual Switch:ssä on tuki PVLAN:lle (private vlan), minkä avulla voi eristää kaksi virtuaalikonetta jotka ovat samassa virtuaalilähiverkossa (vlan). PVLAN tukee kolme eri tapaa, millä voi eristää virtuaalikoneet: Isolated (eristetty), Promiscuous (irtosuhteet) ja Community (yhteisö) (Taulukko 1). Kaikkien koneiden ollessa "Isolated" tilassa niillä on pääsy Internetiin, mutta ne eivät näe muita virtuaalikoneita verkossa eivätkä pysty seuraamaan näiden verkkoliikennettä.

Taulukko 1. PVLAN eri tilat (Microsoft 2012e)

PVLAN moodi	Kuvaus
Isolated	Kommunikoi ainoastaan niiden porttien kanssa, joiden asetus on "Promiscuous".
Promiscuous	Kommunikoi kaikkien porttien kanssa PVLAN:ssa.
Community	Kommunikoi porttien kanssa, joilla on tämä asetus ja kaikkien "Promiscuous" porttien kanssa.

PVLAN:in lisäksi Virtual Switch:ssä on tuki trunk modelle. Trunk Mode:n avulla liikenne usemmasta VLAN:ista voidaan ohjata yhteen virtuaalikoneen verkkosovittimeen. Sen avulla käyttäjän on mahdollista kuunnella usean VLAN:n verkkoliikennettä samaan aikaan. (Microsoft 2012e.)

## 5.2 Virtuaalisen kytkimen laajentaminen

Hyper-V Extensible Switch tukee käyttöliittymää, joka sallii NDIS (extensible switch extensions) suodatinohjainten liittämisen laajennetun kytkimen ohjainpinoon. Ohjainten liittämisen ja käynnistämisen jälkeen IP-paketteja voi seurata, muokata ja välittää laajennettuihin kytkinportteihin. Tämä mahdollistaa myös pakettien hylkäämistä, uudelleenohjausta tai jäljittämistä porttien välillä Hyper-V:n partitioissa. Kehittäjät voivat helposti luoda uusia laajennuksia käyttämällä NDIS (Network Driver Interface Specification) and WFP (Windows Filtering Platform) ja soveltaa niitä virtuaaliseen kytkimeen. (Tulloch 2012, 21.)

Virtual Switchissa on myös uusia tietoturvaan liittyviä ominaisuuksia. Näitä ovat Port Access Control Lists (ACLs), Mac Address Spoofing, Router Guard, DHCP Guard, IPsec Task Offload (IpsecTO) ja Port Mirroring.

Portti ACL on sääntö jonka voi soveltaa Hyper-V porttiin. Sääntö määrittää, onko paketti sallittu vai estetty virtuaalikoneesta sisään- tai ulospäin. Sääntöön voi määrittää joko paikallisen tai ulkoisen osoitteen, mutta ei molempia samaan aikaan. Paikallisen tai ulkoisen osoitteen arvo voi olla IPv4, IPv6 tai MAC osoite. Vaihtoehtoisesti on myös mahdollista määrittää osoitteen arvon tietyltä väliltä. Käyttäjä voi asettaa useita ACL:a kytkimen porttiin. (Microsoft 2012e.)

MAC-osoitetta ei pysty muuttamaan, koska se on kovakoodattu verkkosovittimeen. MAC Address Spoofingilla voidaan kuitenkin määrittää virtuaalikoneen naamioimaan oman MAC-osoitteen lähtevistä paketeista. (Microsoft 2012e.)

DHCP Guard on ominaisuus, joka pudottaa DHCP-palvelinviestit luvattomilta virtuaalikoneilta jotka ovat naamioituneet DHCP-palvelimiksi. (Microsoft 2012e.)

Router Guard on ominaisuus, joka pudottaa Router Advertisement and Redirection viestit luvattomilta virtuaalikoneita jotka ovat naamioituneet reitittimiksi. (Microsoft 2012e).

IPSecTO mahdollistaa virtuaalikoneen siirtämään salauksen prosessit verkkosovittimeen. Salauksen purkamisoperaation siirtäminen verkkosovittimelle säästää tietokoneen suorittimen tehoa. (Microsoft 2012e.)

Port Mirroring kopioi kaikki ulospäin ja sisäänpäin menevän liikenteen kytkimen portista toiseen porttiin, joka suorittaa monitoroinnin. Seurattavat portit sekä portit johon kaikki liikenne peilataan voi valita. Samalla käyttäjä voi myös mitata suorituskykyä, tehdä turvallisuusanalyseja ja seurata verkon yleistä toimintaa. (Microsoft 2012e.)

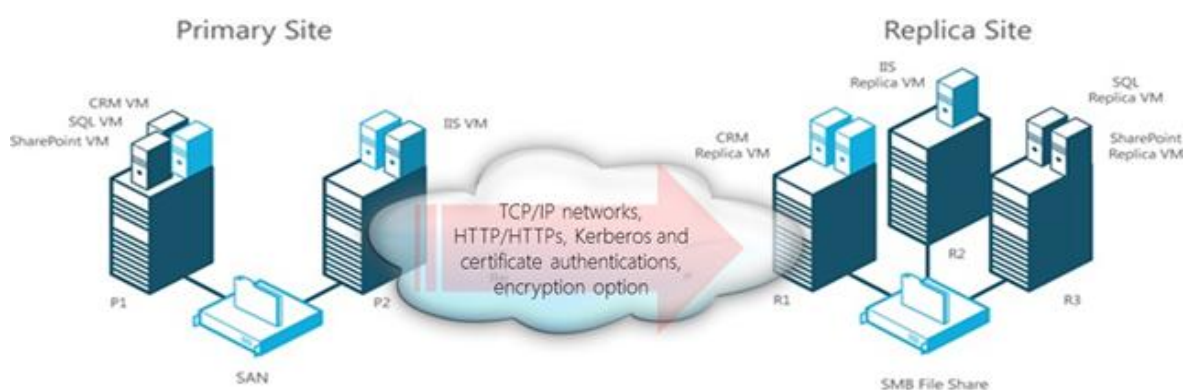
### **5.3 Varmuuskopiointi**

Vanhassa Windows 2008 R2 Hyper-V:ssä virtuaalikoneita pystyi varmuuskopioimaan kahdella (Armstrong 2009) eri tavalla:

- Virtuaalikoneen tilannevedoksien manuaalinen varmuuskopiointi erilliseen paikkaan kun virtuaalikone on pois päältä.
- Windows Backup -ominaisuuden käyttäminen tai kolmannen osapuolen ohjelmiston käyttäminen virtuaalikoneen varmuuskopioimiseen koko hostin käyttöjärjestelmän ja datan kanssa.

Windows Server 2012 käyttöjärjestelmään on uutena ominaisuutena tuotu tuki varmuuskopioimiselle. Joka varmuuskopioinnin aikana ainoastaan uudet muutokset varmuuskopioidaan. Muutokset tallennetaan ”recovery snapshot” tiedostoihin, jotka ovat samankaltaisia kuin tavalliset tilannevedokset, mutta ovat kokonaan ohjelman hallinnassa. Hyper-V tukee varmuuskopiointia virtuaalikoneen ollessa käynnissä. (Finn 2012, 410.)

Uudessa Hyper-V:ssä on myös tuki virtuaalikoneiden replikoimiselle. Hyper-V Replica mahdollistaa virtuaalikoneiden asynkronisen kopioinnin kahden host serverin välillä. Replikointi voidaan asettaa automaattiseksi ja jatkuvaksi tietylle ajalle. Kaikki palvelimen toiminnot jotka voi virtualisoida voidaan replikoida. Replikointi toimii minkä tahansa IP-pohjaisen verkon yli ja replikoitava data voidaan salata replikoinnin aikana. Palvelimien ei tarvitse olla samassa toimialueessa jotta replikointi voidaan suorittaa, eikä niiden tarvitse olla maantieteellisesti samassa paikassa. (Kuvio 10) (Microsoft 2012f.)



Kuvio 10. Hyper-V Replikointi (Chou 2013)

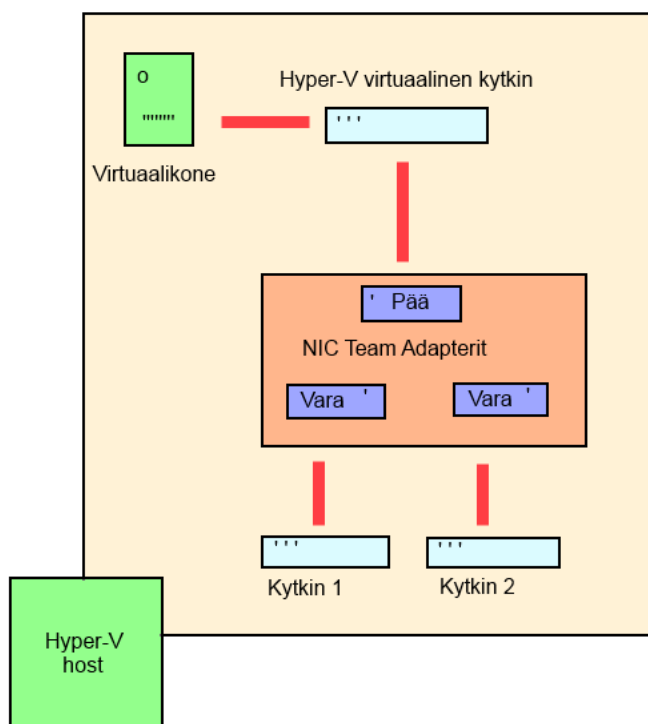
Tyypillisiä tilanteita missä Hyper-V Replica voidaan hyödyntää (Tulloch 2012, 73.) ovat:

- Virtuaalikoneen kopioiminen pääkonttorista useaan sivutoimipisteeseen.
- Replikointi kahden datakeskuksen välillä varmuuskopioimiseksi katastrofien varalta.
- Virtuaalikoneen kopioiminen palveluntarjoajalle yrityksestä.

#### 5.4 Nic Teaming

Hyper-V 2008 R2 käytti kolmannen osapuolen tarjoamaa teknologiaa (network adapter teaming) jotta verkkoadapttereilla olisi vikasietoisuutta teknisten ongelmien ja onnettomuuksien varalle. (Barreto 2010). Windows Server 2012 Hyper-V:ssä on uudistuksena sisäänrakennettu tuki NIC Teamingille. Sen avulla virtuaalikonella voi olla useita virtuaalisia verkkosovittimia jotka on liitetty samaan virtuaalikytkimeen (Kuvio

11). Jos yksi verkkosovitin lakkaa toimimasta tai se kytketään irti, virtuaalikone ei menetä yhteyttään. Ominaisuus on varsinkin tärkeä jos käytössä on SR-IOV liikenne, johon ei voi määrittää Extensible Switch:ia ja näin ollen se ei ole suojattu virtuaalisen kytkimen ominaisuuksilla. NIC Teaming tukee enintään 32 verkkosovitinta yhdessä ryhmässä. (Tulloch 2012, 121.)



Kuvio 11. Network adapter teaming

Nic Teaming tukee kolme eri (Tulloch 2012, 121) tilaa:

- Static Teaming. Tätä tilaa tukevat palvelin pohjaiset kytkimet ja se edellyttää palvelimen ja kytkimen manuaalista määrittämistä ryhmien tunnistamista varten.
- Switch Independent. Tässä tilassa ryhmässä olevien jäsenten ei tarvitse olla yhteydessä samaan kytkimeen.
- LACP (dynamic teaming). Perustuu IEEE 802.1ax:ään, jota tukevat useimmat yritysluokan kytkimet. Tässä tilassa ryhmät voi luoda automaattisesti käyttäen Link Aggregation Control Protocol:a, mikä tunnistaa dynaamisesti linkit kytkimien ja palvelimien välillä. Käyttäkseen tätä tilaa käyttäjän pitää määrittää LACP kytkimeen manuaalisesti.



## 5.5 Vikasietoisuus

Failover Cluster on joukko toisistaan riippumattomia tietokoneita, jotka toimivat yhdessä saatavuuden ja skaalautuvuuden lisäämiseksi. Clustered Servers eli solmut (nodes) ovat palvelimet, jotka ovat yhdistettynä fyysisesti kaapeleilla ja ohjelmistoilla. Jos yksi tai useampi solmu lakkaa toimimasta, muut solmut tulevat sen tilalle. Sen lisäksi klusterin rooleja monitoroidaan automaattisesti. Jos ne eivät toimi, solmu käynnistetään uudestaan tai rooli siirretään toiseen solmuun. (Microsoft 2010.)

Windows Server 2012:ssä Failover Clustering- ominaisuutta on parannettu nopeuttamalla failover- prosessia ja helpottamalla sen käyttöä. Muut uudistukset ovat mahdollisuus luoda klustereita missä on 64 solmua (ennen 16) ja klusteriin on mahdollista lisätä 4000 virtuaalikoneita ja 1024 yhteen solmuun. (Tulloch 2012, 91.)

Failover Cluster joka on luotu kahdesta tai useammasta virtuaalikoneesta on guest cluster. Tosin kun fyysisten koneiden klusterointi fyysisten laitevikojen estämiseksi, Guest Clustering parantaa palvelun saatavuutta virtuaaliympäristössä. Klusteroidut virtuaalikoneet jakavat tallennustilan. (Microsoft 2013e.)

Virtuaalikoneiden klusteroinnin hyödyt (Microsoft 2013e) ovat seuraavat:

- Automatisoitu vikasieto. Jokaiselle klusteroidulle roolille voi jakaa erilaisia resursseja, kuten sovelluksia, verkon tai tallennustilaa. Klusteri tarkkailee jatkuvasti näiden roolien toimivuutta ja saatavuutta. Jos klusteri havaitsee ongelmia, rooli siirretään automaattisesti eri solmulle.
- Sovelluksien liikkuvuus. Klusteroituja rooleja voi vapaasti siirtää solmujen välillä. Näin virtuaalikone voidaan päivittää tai konfiguroida ja käynnistää uudelleen jatkamalla sovelluksen saatavuutta toisella solmulla ilman katkoja.
- Suoja isäntäkoneen vioilta. Klusterisolmut voi sijoittaa eri isäntäkoneille. Vian sattuessa isäntäkoneelle tämä sijoitettu klusterisolmu havaitsee sen

automaattisesti, siirtyy online- tilaan ja ottaa vioittuneen isäntäkoneen paikan. Tämän avulla vältetään klusterin roolin saatavuuden häviämistä.

Sen lisäksi, että klusterointiprosessia on yksinkertaistettu palvelinkäyttöjärjestelmän uusimmassa versiossa, klusterin asetuksien migraatiota varten on luotu uusi Migrate a Cluster Wizard -ohjattu toiminto. Sen avulla on mahdollista siirtää sovelluksia ja määrittämiä klustereihin, jotka koostuvat Windows Server 2008, Windows Server 2008R2 ja Windows Server 2012 käyttöjärjestelmistä. Määrittäykset voidaan siirtää myös useamman eri virtuaalikoneen välillä. (Tulloch 2012, 94.)

## 6 Päätelmät

Tähän lukuun on kerätty teorian pohjalta tehdyt päätelmät. Päätelmien tekemisen tukena on käytetty omaa kokemusta ja osaamista virtualisoinnista, joka on karttunut opintojen ja työharjoittelun aikana. Päätelmät on jaettu samalla tavalla kolmeen osaan: infrastruktuuriin, suorituskykyyn ja tietoturvaan. Päätelmissä on pyritty tuomaan esille tärkeimmät ja oleellimmat uudistuksien tuomat hyödyt. Päätelmissä myös käsitellään käyttöjärjestelmän uutta lisensointitapaa.

### 6.1 Joustava infrastruktuuri

Windows Server 2012 on Microsoftin selvä pyrkimys tehdä palvelinkäyttöjärjestelmästä pilviystävällinen sen käyttäjille. Verkon virtualisointiin tuotujen uudistuksien ideana on mahdollisuus rakentaa ja tarjota yksityisiä ja jaettuja pilviä yrityksen sisällä tai välillä. Mahdollisuus virtualisoidujen verkkojen siirtämiselle tuo joustavuutta pilven infrastruktuuriin, kun verkkojen ja virtuaalikoneiden sijainnilla ei ole väliä. Tämä tukee Microsoftin ajatusta pilviteknologiaan siirtymistä myös yritysten tasolla. Muiden parannettujen ominaisuuksien avulla yritykset voivat maksimoida oman pilvensä suorituskykyä pienemmällä vaivalla ilman uuden laitteiston päivittämistä (palvelimet, kytkimet), kun käytössä on IP-osoitteen virtualisointitekniikoita yhdessä verkon virtualisoinnin kanssa. Virtuaalisen verkon yhdistäminen IP-osoitteen virtualisointiin tuo verkolle paljon mobiilisuutta, mikä tukee pilviteknologiaan siirtymisen ajatusta.

Verkon virtualisoinnin yhdistäminen migraatioon tuo myös enemmän liikkuvuutta ja joustavuutta pilviratkaisuihin. Yritysten verkkoinfrastruktuurien kasvaessa entistä enemmän pilviympäristöjen hallinta vaatii paljon resursseja. Shared Nothing ominaisuuden avulla yritykset pystyvät mukautumaan muutoksiin nopeammin ja säästämään ajassa ja kustannuksissa. Muutokset lisäävät ylläpidon tehokkuutta ja parantavat verkon dynaamisuutta, kun katkoksille ei ole tarvetta migraation tekemiseksi ja migraatio voidaan suorittaa usealle virtuaaliselle koneelle samaan aikaan.

Toinen migraatioon liittyvä uusi ominaisuus, Storage Migration, helpottaa huomattavasti virtuaalikoneiden tallennustilan laajentamista, kun virtuaalikonetta ei

tarvitse sammuttaa prosessin aikana. Mahdollisuus tallennustilan siirtämiseen reaaliajassa vähentää samalla myös ajanhukkaa ja tallennustiloihin kohdistuvat huoltotoimeenpidet ja päivitykset on nopeampi suorittaa. Pilviympäristön voi myös pitää koko ajan aktiivisena ilman katkoja kun virtuaalikoneita ei tarvitse sammuttaa. Tämä vähentää häiriöiden ilmaantumista, kuten verkkoon kohdistuvan kuormituksen epätasapainottumista virtuaalikoneen sammuessa.

Monet yritykset käyttävät tilannevedoksia verkkoympäristössään päivityksien ja muutoksien testaamiseen. Live Snapshot Merging -ominaisuuden avulla on mahdollista pitää virtuaalikoneen käyttämä tallennustila mahdollisimman vapaana ja virtuaalikone koko ajan käynnissä. Näin riski tilan loppumisesta kesken käyttäjän huomaamatta on pienempi vaikka tilannevedoksia tulisi tehtyä paljon tai virtuaalikone on pitänyt pitää käynnissä koko ajan jotta verkon infrastruktuuri ei muuttuisi.

## **6.2 Tehostettu suorituskyky**

Dynamic Memory -toiminnon avulla yritykset pystyvät helpommin optimoimaan virtuaalikoneiden muistinkäyttöä ja samalla ehkäisemään turhaa ylimääräisen muistin varaamista käynnistetyille virtuaalikoneille. Ominaisuus myös vakauttaa virtuaalikoneiden toimintaa virtuaaliympäristössä poistamalla muistinkäyttöön liittyviä ongelmia, jotka ilmenevät kun virtuaalikone ei saa varattua itselleen tarpeeksi muistia. Muistinkäytön optimoiminen auttaa vähentämään turhia kustannuksia. Tuki NUMA topologialle tehostaa virtuaalikoneiden muistinkäyttöä entisestään pienentämällä prosessin ja muistin välisen kommunikoinnin viiveen.

Verkonhallintaan liittyvien kustannuksien vähentämisessä auttaa uusi ominaisuus Offloaded Data Transfer pienentämällä verkkoinfrastruktuurin monimutkaisuutta. Ominaisuus helpottaa tekemään muutoksia erilaisiin liikennevirtoihin, kun ne ovat kaikki hallittavissa samasta paikasta ohjelmiston avulla. Näin olleen erilaisten verkkoliikenteiden ylläpito yrityksen sisällä on yksinkertaisempaa. Yhdistettynä tähän uuteen ominaisuuteen, parannettu Quality of Service -ominaisuus lisää virtualisoidun verkon toimintakykyä, kun virtuaalikoneelle tai palvelulle voi määrittää alin kaistaleveys ja ylintä kaistanleveyttä voi muokata eri tilanteisiin sopivaksi. Mahdollisuus

verkkoliikenteen parempaan optimointiin takaa sen, että virtuaaliympäristö toimii halutulla tavalla.

Resurssien mittaaminen tarjoaa tarvittavaa informaatiota virtuaalikoneiden, -verkon ja koko infrastruktuurin tehokkaaseen hallintaan. Kerätyn informaation avulla voi suunnitella ja optimoida virtuaalikoneiden ja palvelimien tehokkaampaa käyttöä vastaamaan yritysten suunnitelmia verkkoympäristön toteuttamiselle.

Uusi virtuaalikoneiden levyformaatti on suunniteltu käsittelemään nykyisiä ja tulevia isoja työmääriä suuremmalla tallennuskapasiteetilla vastaamaan yhä nopeammin kehittyvää teknologiaa ja sen mukana kehittyviä yrityksiä.

### **6.3 Parannettu tietoturva ja saatavuus**

Virtual Switchin uudet ominaisuudet tuovat yrityksille enemmän vaihtoehtoja hallinnoida verkon liikennettä ja antavat toimeenpiteitä haitallisten virtuaalikoneiden eristämiseksi verkosta. VLAN teknologia on suunniteltu jakamaan verkon ja tarjoamaan eristyksen tietyille ryhmille verkossa jotka ovat samassa infrastruktuurissa. PVLAN -tuen mukana eristystä voidaan jatkaa pidemmälle näiden ryhmien sisälle ja vahvistaa tietoturvan tasoa entisestään. Trunk Mode:n avulla on mahdollista seurata usean VLAN:n liikennettä, mikä auttaa kokonaisuusien seuraamista ja muokkaamista. Laajennuksilla voi helposti vähentää työmäärää lisäämällä laajennuksien tarjoamia ominaisuuksia virtualisoituun verkkoon. Verkkoa on näin helpompi hallita, liikennettä on helpompi seurata ja pitää turvallisena ja vianmääritykset on helpompi yksinkertaistaa, mikä luonnollisesti tuo myös kustannussäästöjä yrityksille.

Reaaliaikainen varmuuskopiointi säästää tilaa ja varmuuskopioiminen tapahtuu nopeammin, kun kaikkea virtuaalikoneiden tietoa ei tarvitse kopioida kokonaisuudessaan vaan ainoastaan muutokset. Varmuuskopiointiin ei siten tarvitse käyttää niin paljon verkon kaistaa, eikä verkkoinfrastruktuurin tarvitse muuttua sen takia että virtuaalikone pitäisi käynnistää uudestaan varmuuskopioinnin ajaksi. Uudistukset näkyvät varmuuskopiointiin käytettävien resurssien yksinkertaistumisena ja kustannuksien vähenemisenä. Tätä tukee myös uusi ominaisuus Hyper-V Replica. Se

tarjoaa edullisen ja tehokkaan varmuuskopiointimenetelmän varmuuskopioinnin ollessa automaattisesti ohjattua ja jopa verkkojen yli suoritettavaa. Ominaisuus poistaa myös tarpeen kolmannen osapuolen ohjelmien hankkimiseen tämän toiminnon suorittamisen mahdollistamiseksi.

#### **6.4 Yksinkertaisempi lisensointi**

Vaikka Windows Server 2012 eri versioiden hinnoittelu on hieman korkeampi kuin edellisessä versiossa käyttöjärjestelmäsrä, on yksinkertaistettu lisensointi ja selvempi ero versioiden välillä paljon käyttäjäystävällisempi. Yksinkertaisuus takaa sen, että lisensointi on helpompi ymmärtää ja suhteuttaa omaan tarpeeseen. Hintavertailussa on myös hyvä huomioda se, että uusi käyttöjärjestelmä sisältää paljon enemmän ominaisuuksia ja tehoa vanhempaan Windows Server 2008 R2 versioon verrattuna, mikä on tullut todettua edellisissä päätelmissä.

## 7 Johtopäätökset

Tässä luvussa esitetään tutkimustuloksista tehdyt johtopäätökset ja arvioidaan omaa työtä ja oppimista. Johtopäätöksien tekemisessä on otettu huomioon opinnäytetyön tutkimuskysymykset.

### 7.1 Yhteenveto

Windows Server 2012 Hyper-V:n tarjoamien uusien ja parannettujen ominaisuuksien avulla on mahdollista hyödyntää pilvilaskentaa liiketoimintayrityksien välillä riippumatta maantieteellisestä sijainnista, mikä on tyypillistä tämän päivän yrityksille. Varsinkin pilviteknologiaan siirtyville ja laajasti virtualisointia hyödyntäville yrityksille uusi palvelinkäyttöjärjestelmä on oiva sijoitus.

Opinnäytetyö osoitti, että uusi palvelinkäyttöjärjestelmä tuo monia uudistuksia virtualisointiin. Uusia ominaisuuksia on paljon, ja vanhoja ominaisuuksia on päivitetty entistä paremmiksi. Uudistuksia on myös sovellettu monelle eri alueelle ja ne osoittautuivat tärkeiksi ja hyödyllisiksi.

Palvelinkäyttöjärjestelmän uusilla ominaisuuksilla on pyritty tekemään virtualisoinnin hallitsemisesta yksinkertaisempaa ja kustannustehokkaampaa. Pelkästään jo laajojen Hyper-V:n uudistuksien ja päivityksien takia uusi käyttöjärjestelmä on kannattava sijoitus varsinkin virtualisointia ja pilvilaskentaa hyödyntäville yrityksille. Useat uudet ominaisuudet keskittyvät jatkuvan saatavuuden takaamiseksi, kustannuksien säästöön ja hallintokulujen vähentämiseen, joten pidemmällä aikavälillä uuden palvelinkäyttöjärjestelmän hankkiminen maksaa itsensä takaisin.

Eri lisenssiversioiden hinnoittelu myös takaa sen, että eri laajuiset yritykset voivat hyödyntää käyttöjärjestelmää omien tarpeiden mukaan. Näin jopa pienet yritykset pääsevät käsiksi uusiin virtualisointiin liittyviin ominaisuuksiin pienemmällä sijoituksella. Vanhaa Windows 2008 R2 käyttöjärjestelmää käyttävien yritysten on myös huomiotavaa, että uuteen palvelinkäyttöjärjestelmään siirtyminen takaa uusien virtualisointimahdollisuuksien lisäksi myös käyttöjärjestelmän pidemmän käyttöiän ja -

tuen edeltäjänsä verrattuna. Tämä tarkoittaa sitä, että tarve järjestelmän päivittämiselle ei tule niin nopeasti.

## 7.2 Työn arviointi

Opinnäytetyön päätavoitteina oli selvittää mitä uusia ominaisuuksia Windows Server 2012 Hyper-V sisältää ja mitä hyötyä uudistukset tuovat virtualisointiin. Näiden tavoitteiden selvittäminen onnistui mielestäni hyvin, koska kerätyn aineiston pohjalta oli helppoa koota päätelmät ja yhteenveto. Tässä auttoi myös aikaisempi kokemus virtualisoinnista opiskelun ja työharjoittelun kautta ja Microsoftin tarjoama VirtualLab -palvelu. Palvelua oli helppo käyttää ja erilaiset valmiit tilanteet oli helppo toteuttaa palvelun avulla. Tämä toi myös runsaasti näkökulmia arvioimaan eri lähteistä kerättyä tietoa. Lähteinä oli käytetty suurimmalta osin Microsoftin tarjoamaa Technet -kirjastoa ja TechNet kirjaston blogeja, joita ylläpitävät ammattilaiset. Tieto on näin olleen ajan tasalla ja mahdollisimman luotettava. Saadut päätelmät ja yhteenveto siis todeta mielestäni luotettaviksi ja loogisiksi. Kriittisyyden puute osoitti, että uusi Hyper-V on onnistunut päivitys vanhemmasta versiosta ja oiva sijoitus jo pelkästään virtualisointiin tuotujen päivityksien takia.

Tutkimusaihe oli mielestäni erittäin kiinnostava. Tutkimuksen tekeminen syvensi tietojani virtualisoinnista ja palvelinhallinnasta. Opinnoissani ja työharjoittelussa käyttämäni palvelinkäyttöjärjestelmä oli vanhempi versio Windows Server 2008 R2, joten tutkimuksen tekeminen toi minut ajan tasalle ja aihe oli ajankohtainen. Uskon vahvasti, että siitä tulee olemaan suuri hyöty työllistyessäni järjestelmäasiantuntijana.

Toivon, että tutkimukseni tuloksista on hyötyä niille, jotka eivät ole vielä tutustuneet uuden käyttöjärjestelmän virtualisointiominaisuuksiin. Toivon myös, että tämä tutkimus edesauttaa päätöstä siirtymään uuteen käyttöjärjestelmään, koska minulle siitä jäi hyvä vaikutelma.



## Lähteet

Chou, Y. 2013. Hyper-V Replica Explained, Windows Server 2012 Style. Luettavissa: <http://blogs.technet.com/b/yungchou/archive/2013/01/10/hyper-v-replica-explained.aspx>. Luettu: 10.2.2014

Barreto, J. 2010. Using the multiple NICs of your File Server running Windows Server 2008 (and 2008 R2). Luettavissa: <http://blogs.technet.com/b/josebda/archive/2010/09/03/using-the-multiple-nics-of-your-file-server-running-windows-server-2008-and-2008-r2.aspx>. Luettu: 5.2.2014

Edery, Y. 2013. Increased Network Performance using SR-IOV in Windows Server 2012. Luettavissa: <http://blogs.technet.com/b/privatecloud/archive/2012/05/14/increased-network-performance-using-sr-iov-in-windows-server-2012.aspx>. Luettu: 23.1.2014

Savill, J. 2012. Q: What is Offloaded Data Transfer in Windows Server 2012?. Luettavissa: <http://windowsitpro.com/windows-server-2012/q-what-offloaded-data-transfer-windows-server-2012>. Luettu: 23.1.2014

Finn, A. 2012. Windows Server 2012 Hyper-V Installation and Configuration Guide. John Wiley & Sons. Indiana.

Armstrong, B. 2012. Live Snapshot Merging! [Windows Server "8"]. Luettavissa: [http://blogs.msdn.com/b/virtual\\_pc\\_guy/archive/2009/03/11/backing-up-hyper-v-with-windows-server-backup.aspx](http://blogs.msdn.com/b/virtual_pc_guy/archive/2009/03/11/backing-up-hyper-v-with-windows-server-backup.aspx). Luettu: 23.9.2013

Armstrong, B. 2009. Backing up Hyper-V with Windows Server Backup. Luettavissa: [http://blogs.msdn.com/b/virtual\\_pc\\_guy/archive/2009/03/11/backing-up-hyper-v-with-windows-server-backup.aspx](http://blogs.msdn.com/b/virtual_pc_guy/archive/2009/03/11/backing-up-hyper-v-with-windows-server-backup.aspx). Luettu: 10.2.2014

Ferrill, P. 2013. First look: Windows Server 2012 R2 Hyper-V shines on. Luettavissa: <http://www.infoworld.com/d/virtualization/first-look-windows-server-2012-r2-hyper-v-shines-223301>. Luettu: 25.9.2013

Foley, M J. 2013. Microsoft ups price on Windows Server 2012 R2 Datacenter by 28 percent. Luettavissa: <http://www.zdnet.com/microsoft-ups-price-on-windows-server-2012-r2-datacenter-by-28-percent-7000019168>. Luettu: 25.9.2013

Morowczynski, M. 2013. Why you want to be using VHDX in Hyper-V whenever possible and why it's important to know your baselines. Luettavissa: <http://blogs.technet.com/b/askpfeplat/archive/2013/09/09/why-you-want-to-be-using-vhdx-in-hyper-v-whenever-possible-and-why-it-s-important-to-know-your-baselines.aspx>. Luettu: 20.11.2013

Tulloch, M. 2012. Introducing Windows Server 2012. Microsoft Press. Washington.

Anderson, T. 2012. Which version of Windows Server 2012 should I choose? Luettavissa: <http://windowserver2012.itpro.co.uk/business-benefits/72/which-version-windows-server-2012-should-i-choose/>. Luettu: 9.2.2014.

Webb, M. 2012. Download Microsoft Hyper-V Server 2012 for Free! Luettavissa: <http://blogs.technet.com/b/mstechsa/archive/2012/12/04/download-microsoft-hyper-v-server-2012-for-free.aspx>. Luettu: 9.2.2014

Oliver 2012. Windows 8: Hyper-V on Client. Luettavissa: <http://blogs.msdn.com/b/olivnie/archive/2013/01/18/hyper-v-on-client-windows-8-pro.aspx>. Luettu: 16.2.2014.

Microsoft Corporation 2012. Windows Server 2012 Licensing Datasheet. Luettavissa: [http://download.microsoft.com/download/0/4/B/04BD0EB1-42FE-488B-919F-3981EF9B2101/WS2012\\_Licensing-Pricing\\_Datasheet.pdf](http://download.microsoft.com/download/0/4/B/04BD0EB1-42FE-488B-919F-3981EF9B2101/WS2012_Licensing-Pricing_Datasheet.pdf). Luettu: 16.2.2014.

Microsoft Corporation 2009. Windows Server 2008 R2 Licensing Guide. Luettavissa: [http://download.microsoft.com/download/e/e/c/eecf5d44-9a88-43d8-afdb-d2ab82be035c/R2\\_License\\_Guide-ONLINE.pdf](http://download.microsoft.com/download/e/e/c/eecf5d44-9a88-43d8-afdb-d2ab82be035c/R2_License_Guide-ONLINE.pdf). Luettu: 16.2.2014.

Microsoft 2014. Windows Server 2012 5-Device Client Access License. Luettavissa: [http://www.microsoftstore.com/store/msusa/en\\_US/pdp/Windows-Server-2012-5-Device-Client-Access-License/productID.255866600](http://www.microsoftstore.com/store/msusa/en_US/pdp/Windows-Server-2012-5-Device-Client-Access-License/productID.255866600). Luettu: 16.2.2014.

Microsoft 2012a. Client Hyper-V. Luettavissa: <http://technet.microsoft.com/en-us/library/hh857623.aspx>. Luettu: 9.9.2013.

Microsoft 2013a. Hyper-V Network Virtualization technical details. Luettavissa: <http://technet.microsoft.com/en-us/library/jj134174.aspx>. Luettu: 9.9.2013.

Microsoft 2013b. Virtual Machine Live Migration. Luettavissa: <http://technet.microsoft.com/en-us/library/hh831435.aspx>. Luettu: 21.9.2013.

Microsoft 2013c. Virtual Machine Storage Migration. Luettavissa: <http://technet.microsoft.com/en-us/library/hh831656.aspx>. Luettu: 21.9.2013.

Microsoft 2013d. Hyper-V Virtual Numa. Luettavissa: <http://technet.microsoft.com/en-us/library/dn282282.aspx>. Luettu: 24.9.2013.

Microsoft 2012c. Hyper-V Offloaded Data Transfer. Luettavissa: <http://technet.microsoft.com/en-us/library/hh831375.aspx>. Luettu: 29.10.2013.

Microsoft 2012d. Hyper-V Quality of Service. Luettavissa: <http://technet.microsoft.com/en-us/library/hh831679.aspx>. Luettu: 28.10.2013.

Microsoft 2012e. What's new in Hyper-V in Virtual Switch in Windows Server 2012. Luettavissa: <http://technet.microsoft.com/en-us/library/jj679878.aspx>. Luettu: 5.10.2013.

Microsoft 2012f. Hyper-V Replica. Luettavissa:

<http://technet.microsoft.com/en-us/library/jj134172.aspx>. Luettu: 18.9.2013.

Microsoft 2010. Hyper-V: Using Hyper-V and Failover Clustering. Luettavissa:

<http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc732181%28v=ws.10%29.aspx>. Luettu: 1.11.2013.

Microsoft 2013e. Using Guest Clustering for High Availability. Luettavissa:

<http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc732181%28v=ws.10%29.aspx>. Luettu: 1.11.2013.

Microsoft 2013f. Simplified Import Overview. Luettavissa:

<http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc732181%28v=ws.10%29.aspx>. Luettu: 1.11.2013.

## Liitteet

### Liite 1. Prosessori ja muisti

Prosessori/Muisti ominaisuus	Windows Server 2008 R2	Windows Server 2012
Loogisia prosessoreita	64	320
Fyysinen muisti	1TB	4TB
Virtuaalisia prosessoreita/isäntä	512	2048
Virtuaalisia prosessoreita/virtuaalikone	4	64
Muisti/virtuaalikone	64GB	1TB
Aktiivisia virtuaalikoneita	384	1024
Klusterisolmujen enimmäismäärä	16	64
Klusteroitujen virtuaalikoneiden enimmäismäärä	1000	8000

## Liite 2. Verkko

Verkko ominaisuus	Windows Server 2008 R2	Windows Server 2012
Nic teaming	Kyllä, partnerin kanssa	Kyllä, Windows NIC Teaming
VLAN merkitseminen	Kyllä	Kyllä
MAC väärennös- suojaus	Kyllä, R2 SP1 mukana	Kyllä
ARP väärennös- suojaus	Kyllä, R2 SP1 mukana	Kyllä
SR-IOV	Ei	Kyllä
Network QoS	Ei	Kyllä
Network metering	Ei	Kyllä
Network monitor modes	Ei	Kyllä
IPsec task offload	Ei	Kyllä
VM Trunk Mode	Ei	Kyllä

## Liite 3. Hallittavuus

Ominaisuus	Windows Server 2008 R2	Windows Server 2012
Hyper-V Power Shell	Ei	Kyllä
Verkkoyhteys- Power Shell	Ei	Kyllä
Storage Power Shell	Ei	Kyllä
Rest API:t	Ei	Kyllä
SCONFIG	Kyllä	Kyllä
Enabloi/Disabloi Power Shell lennossa	Ei, palvelimen käyttöjärjestelmän asennuksessa päätettävä	Kyllä
VMConnect tuki RemoteFX:lle	Ei	Kyllä