

Sauli Uusitalo

HYPER-V-VIRTUALISOINTIALUSTA

Opinnäytetyö
Tietotekniikan koulutusohjelma

Toukokuu 2016



KYAMK
University of Applied Sciences

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Sauli Uusitalo	Insinööri	Toukokuu 2016
Opinnäytetyön nimi		30 sivua
Hyper-V-virtualisointialusta		
Toimeksiantaja		
Kymenlaakson Ammattikorkeakoulu		
Ohjaaja		
Laboratorioinsinööri Marko Oras		
Tiivistelmä		
<p>Palvelinvirtualisointi on ollut jo vuosia arkipäivää. Sen avulla pystytään ajamaan montaa eri käyttöjärjestelmää yhden palvelinlaitteiston sisällä. Näin on mahdollista hyödyntää fyysisten palvelinten laitteistokapasiteettia tehokkaasti. Lopputulemana on vähentynyt palvelinraudan, sähkön, jäähdytyksen ja tilan tarve.</p> <p>Tässä opinnäytetyössä keskityttiin Microsoftin Hyper-V -virtualisointialustaan. Teoriaosiossa perehdytään Hyper-V:n historiaan sekä erityyppisten virtualisointiratkaisujen rakenteeseen ja arkkitehtuuriin. Työssä käydään läpi myös Hyper-V:n vaatimukset, Windows Server -lisensointi ja Hyper-V:n perusominaisuuksia.</p> <p>Käytännön vaiheessa asennettiin testipalvelimelle Hyper-V Server 2012 ja sille yksi Windows Server 2012 R2 -virtuaalipalvelin. Lisäksi suoritettiin Physical-to-Virtual-migraatio, jossa erillinen Windows Server 2008-palvelin siirrettiin Hyper-V Serverin toiseksi virtuaalikoneeksi.</p> <p>Työssä huomattiin, että Hyper-V:n ominaisuudet ovat todella monipuoliset, varsinkin kun kyseessä on ilmainen hypervisor-ohjelma. Käyttöönotto oli yksinkertaista Microsoftin tarjoamien graafisten etähallintatyökalujen avulla. Virtuaalikoneen luominen ja hallinta oli tehty hyvin helpoksi.</p>		
Asiasanat		
Palvelinvirtualisointi, Hyper-V, virtuaalikone, Windows Server 2012		

Author (authors)	Degree	Time
Sauli Uusitalo	Bachelor of Engineering	May 2016
Thesis Title Hyper-V Virtualization Platform		30 pages
Commissioned by Kymenlaakso University of Applied Sciences		
Supervisor Marko Oras, Laboratory Engineer		
<p data-bbox="150 725 272 752">Abstract</p> <p data-bbox="150 790 1390 920">For years, server virtualization has been highly common. By using virtualization technologies, it is possible to run several logical server environments inside one physical server. The achieved benefits include reduced costs and decreased need for hardware, cooling, electricity and space.</p> <p data-bbox="150 958 1385 1155">The purpose of this thesis was to study Hyper-V virtualization platform and its architecture, licensing and basic features. The hardware requirements were also defined. Hyper-V Server 2012 R2 was installed in addition to one new virtual machine with Windows Server 2012 R2 as a guest operating system. Lastly, a physical-to-virtual (P2V) migration was performed. The portable operating system was Windows Server 2008 R2 which ran on an old laptop. It was converted into a virtual machine and moved to run on previously created Hyper-V Server.</p> <p data-bbox="150 1193 1374 1290">During the thesis study, it was found that Hyper-V has a large number of features and it is a diverse virtualization platform. Microsoft has developed a tough competitor to VMware's solutions. The free default management tools are easy to use even without previous experience.</p>		
<p data-bbox="150 1904 293 1930">Keywords</p> <p data-bbox="150 1968 979 1995">Server virtualization, Hyper-V, Windows Server, virtual machine</p>		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	HYPER-V:N HISTORIA JA NYKYTILANNE	5
3	ARKKITEHTUURI.....	6
3.1	Proessorin kehämalli.....	7
3.2	Tyypin 2 Hypervisor	8
3.3	Tyypin 1 Hypervisor	9
3.3.1	Microkernel Type 1 Hypervisor.....	10
3.3.2	Monoliittinen Type 1 Hypervisor	12
4	HYPER-V-VAATIMUKSET	12
5	LISENTOINTI	13
5.1	Windows Server 2008.....	14
5.2	Windows Server 2012.....	15
5.3	Hyper-V Server	16
6	OMINAISUUDET	16
6.1	Dynaaminen muisti	16
6.2	Verkko-ominaisuudet.....	17
6.3	Isäntäkoneiden tallennusratkaisut.....	18
6.4	Virtuaalikoneiden tallennusratkaisut	19
6.5	High Availability	19
7	HYPER-V SERVER 2012 R2 JA VIRTUAALIKONEEN ASENNUS	22
8	P2V-MIGRAATIO.....	26
9	YHTEENVETO	27
	LÄHTEET.....	28

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö käsittelee Microsoftin Hyper-V-virtualisointialustaa. Teoriaosuudessa käydään läpi sen historia, nykytilanne, arkkitehtuuri, lisensointi ja tärkeimmät ominaisuudet. Käytännön vaiheessa asennetaan Hyper-V Server 2012, siihen yksi virtuaalikone ja Windows Server 2012 -vieraskäyttöjärjestelmä. Lisäksi suoritetaan P2V (Physical to Virtual) -migraatio, jossa fyysinen palvelin muunnetaan virtuaalikoneeksi ja siirretään verkon kautta aiemmin luodun Hyper-V Serverin toiseksi vieraskäyttöjärjestelmäksi.

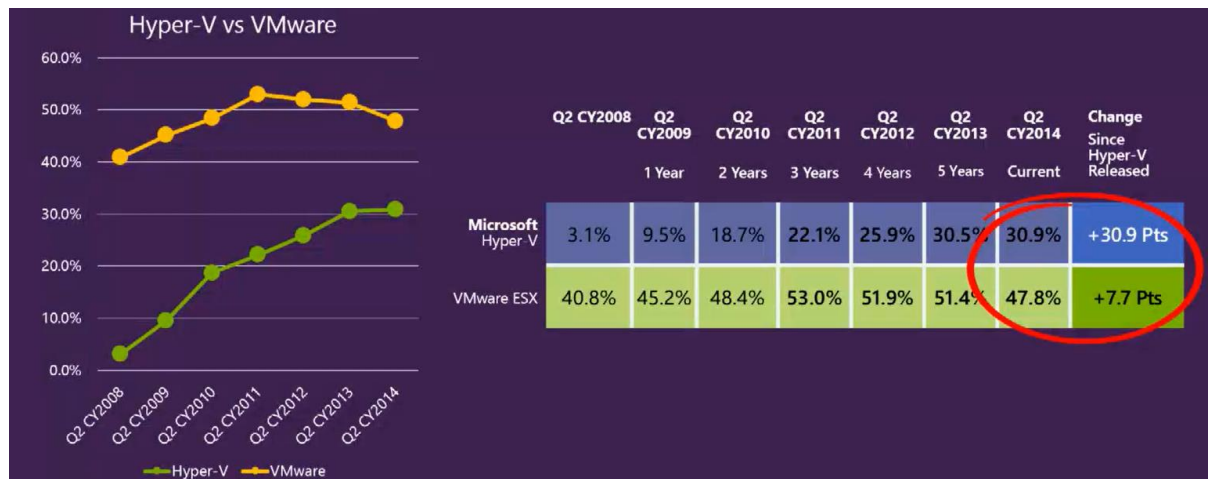
2 HYPER-V:N HISTORIA JA NYKYTILANNE

Ennen palvelinvirtualisointia yksittäisen palvelimen keskimääräinen käyttöaste oli alhainen. Palvelimet täytyi suunnitella kestäväksi rasituspiikit eli hetkelliset kovat kuormitukset. Näitä suuren rasituksen tilanteita tapahtui niin harvoin, että suurimman osan ajasta laitteiston kapasiteetista saattoi olla käytössä vain 5 - 10 %. Käyttöasteen suurentamiseksi yksittäisellä serverillä pyrittiin ajamaan useita eri palvelinohjelmistoja. Ohjelmat pyörivät saman käyttöjärjestelmän sisällä ilman kunnollista eristystä toisistaan. Käyttöjärjestelmän kaatuessa kaikki palvelut kaatuivat. Lisäksi eri ohjelmistojen laitteisto- ja käyttöjärjestelmävaatimuksissa saattoi olla niin suuria eroja, ettei niitä voinut saada toimimaan saman käyttöjärjestelmän sisällä. Tarvittiin lisää palvelimia, joka tarkoitti lisää sähkönkulutusta, jäähdytysongelmia, tilavaatimuksia ja kuluja. Tilanteen parantamiseksi kehitettiin palvelinvirtualisointi, joka tarkoittaa useiden käyttöjärjestelmien ajamista yhdessä laitteessa samanaikaisesti. (Apolinário 2015, 2.)

Microsoftin panostus palvelinvirtualisointiin alkoi jo vuonna 2003, kun se osti kehittyneillä olleiden Virtual Server -ohjelmiston Connectixiltä. Microsoft Virtual Server 2005 julkaistiin vuonna 2004. Microsoft liittyi kunnolla mukaan palvelinvirtualisointimarkkinoille julkaisemalla Hyper-V-virtualisointialustan Windows Server 2008:n päivityksenä. Vaikka suuria harppauksia oli tehty Virtual Serveriin nähden, se ei ollut ominaisuuksiltaan aivan samalla tasolla kuin suurimman kilpailijan, VMwaren virtualisointiratkaisut. (Morimoto, Noel, Droubi, Mistry & Amaris 2008, 1314.)

Windows Server 2012 julkaisu paikkasi paljon aiemman Hyper-V-version puutteita ja paransi ominaisuuksia. Viimeisin versio Hyper-V:stä ilmestyi keväällä 2016 Windows Server 2016 julkaisun myötä. Sen tuomiin lisäominaisuuksiin ei kuitenkaan paneuduta tässä opinnäytetyössä.

Microsoftin panostukset Hyper-V:n kehittämiseen ovat tuottaneet tulosta. Kuva 1 vuodelta 2014 esittää Hyper-V:n markkinaosuuskehittymistä verrattuna suurimpaan kilpailijaan, VMwareen.



Kuva 1. Toimitettujen hypervisorien määrä.

Hyper-V:n osuus servereissä on kasvanut sen julkaisun jälkeen ripeällä tahdilla. Vuonna 2014 se oli saavuttanut jo noin 31 % osuuden vuotuisista toimituksista.

3

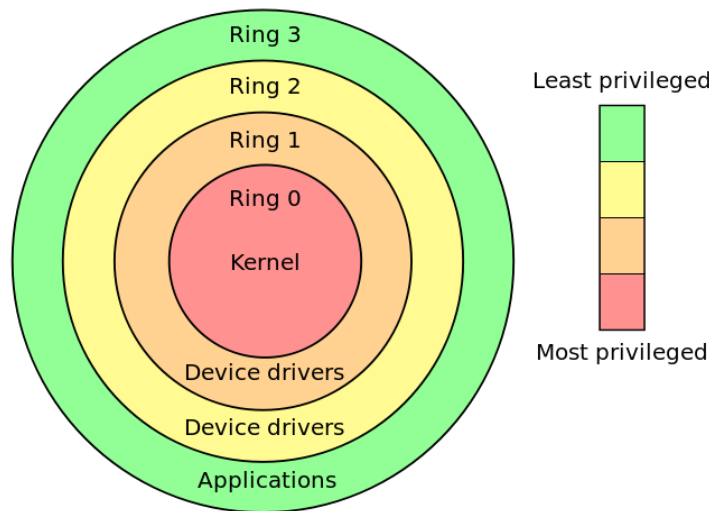
ARKKITEHTUURI

Jotta voidaan ymmärtää miten Hyper-V ja muut palvelinvirtualisointiratkaisut toimivat, käydään läpi niiden arkkitehtuuri ja toteutustavat. Virtualisointialustojen tärkein komponentti on nimeltään hypervisor. Se on ohjelma, jonka huolehtii virtuaalikoneiden (VM, Virtual Machines) toiminnasta. Toinen nimitys hypervisor-ohjelmalle on Virtual Machine Monitor (VMM). Sen tehtävä on hallinoida virtuaalikoneita, eristää ne toisistaan ja jakaa palvelimen fyysisiä resursseja niiden käyttöön. Hypervisoreita on kahta eri tyyppiä, tyypin 1 hypervisor (bare metal) ja tyypin 2 hypervisor (hosted). On myös olemassa käsite

tyypin 0 hypervisor todella pienikokoisesta hypervisorista, joka on asennettu firmwarena palvelinrautaan. Yleisen mielipiteen mukaan tämä lasketaan kuitenkin tyypin 1 hypervisoriksi. (Savill 2014, 10.)

3.1 Prosessorin kehämalli

Erityyppisten hypervisor-ohjelmien erojen havainnollistamiseksi perehdytään hieman prosessorin toimintaan. Prosessori jaottelee prosessit tärkeyden ja käyttöoikeuksien perusteella kehiin (protection rings) kuvan 2 mukaisesti.



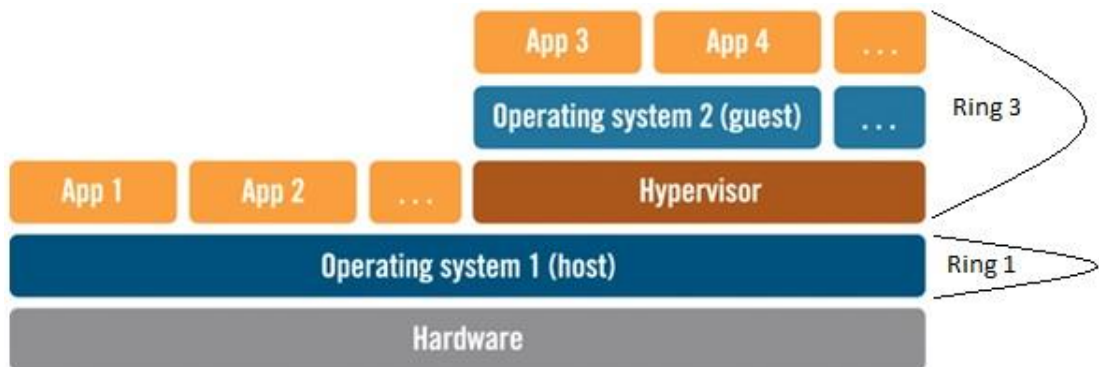
Kuva 2. Prosessorin kehämalli

Olennaisimmat kehät ovat 0 (kernel mode) ja 3 (user mode). Kehällä 0 on eniten oikeuksia ja siellä sijaitsevat prosessit, jotka ovat käyttöjärjestelmän toiminnan takia tärkeimpiä. Myös kernel sijaitsee 0-kehällä. Kernel on käyttöjärjestelmän ydin, joka toimii prosessien ja raudan välillä. Se vastaa laiteresursien kuten prosessorin, muistin ja I/O-laitteiden toiminnasta. Ohjelmaprosessit sijaitsevat kehällä 3, joten niillä on kaikista pienimmät käyttöoikeudet. Ohjelmien pyynnöt rautaresurssien käyttöön kulkevat 0-kehän kautta. (Duarte 2008.)

3.2 Tyypin 2 Hypervisor

Tyypin 2 hypervisor asentuu isäntäkoneelle asennetun käyttöjärjestelmän päälle. Hypervisoria käsitellään kuten muitakin käyttöjärjestelmän ohjelmia, eli se kuuluu kehään 3. Tästä aiheutuu se, että käyttöjärjestelmä rajoittaa ja ohjaa hypervisorin toimintaa, eikä sillä ole suoraa pääsyä laitteistoresursseihin. Tuloksena on heikentynyt suorituskyky, koska kaikki virtuaalikoneen pyynnöt laitteiston hyödyntämiseen joutuvat kulkemaan usean eri vaiheen kautta isäntäkoneen käyttöjärjestelmän käsiteltäväksi. (Apolinário 2015. 3)

Kuvassa 3 on esitetty tyypin 2 hypervisorin sijainti suhteessa isäntäkoneen käyttöjärjestelmään, rautaan ja vieraskäyttöjärjestelmään.



Kuva 3. Tyypin 2 Hypervisor

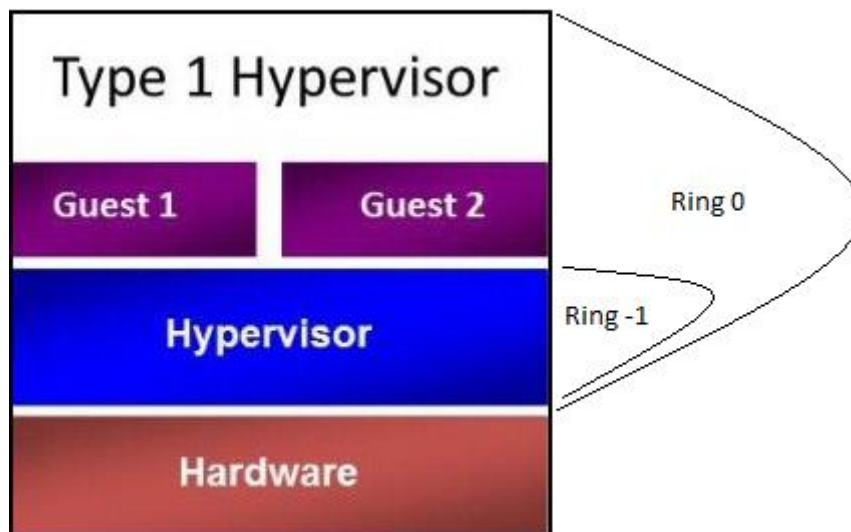
Tyypin 2 hypervisorin etuna on helppo käyttöönotto, koska se asennetaan suoraan olemassaolevan isäntäkäyttöjärjestelmän päälle.

Isäntäkäyttöjärjestelmä sisältää ajurit ja huolehtii laiteresurssien jaosta hypervisorille ja virtuaalikoneille. Tyypin 2 hypervisorit, kuten VMware Workstation, VMware Fusion ja Oracle Virtual Box sopivat hyvin testausalustaksi. Esimerkiksi uuden käyttöjärjestelmäversion tai ohjelmistopäivityksen ominaisuuksia ja mahdollisia aiheutuvia ongelmia voi tutkia turvallisesti ennen niiden käyttöönottoa tuotantopalvelimilla. (Syrewicze 2013.)

3.3 Tyypin 1 Hypervisor

Tyypin 1 hypervisor toimii suoraan raudan ”päällä”. Se on itsessään käyttöjärjestelmä, jonka sisällä virtuaalikoneita ajetaan. Oletuksena tyypin 1 hypervisor operoi kehässä 0. Koska normaalisti kaikki muokkaamattomat, virtualisoidut vieraskäyttöjärjestelmät olettavat myös toimivansa kehällä 0 ja omaavansa suoran pääsyn hyödyntämään laitteistoa, syntyy ongelmia, kuten resurssien kulumista erilaisiin käännöksiin. Virtuaalikoneiden omatessa samat käyttöoikeudet kuin hypervisor, täytyi keksiä keino, jolla hypervisor pystyisi hallinnoimaan niitä. Hyper-V:n kannalta oleellisin ja pakollinen ratkaisu on prosessorin lisäominaisuus, rautatason virtualisointi (hardware assisted virtualization). Kyseisen ominaisuuden ollessa tuettuna, prosessori ottaa käyttöön virtualisointia avustavia käskyjä. Rautatason virtualisointituki luo prosessorin kehämalliin 0-kehän sisälle ylimääräisen kehän -1. Se sisältää suurimmat oikeudet ja on ainoastaan hypervisorin käytössä. Näin hypervisor pystyy valvomaan kehän 0 toimintaa ilman emulointia tai vieraskäyttöjärjestelmien muokkausta. (Atwood 2016.)

Kuvasta nähdään tyypin 1 hypervisorin sijainti suhteessa rautaresursseihin ja virtuaalikoneisiin.



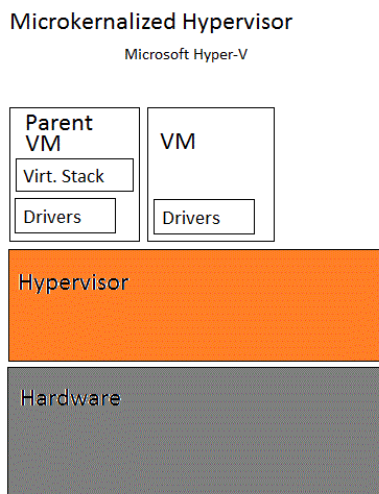
Kuva 4. Tyypin 1 Hypervisor

Virtuaalikoneiden kernelit kykenevät toimimaan kehä 0-tilassa, jota hypervisor valvoo kehästä -1. Tyypin 1 hypervisorista on olemassa kaksi versiota, mono-

liittinen ja microkernel-tyyppinen. (Apolinário 2015.) Seuraavaksi käydään läpi niiden erot.

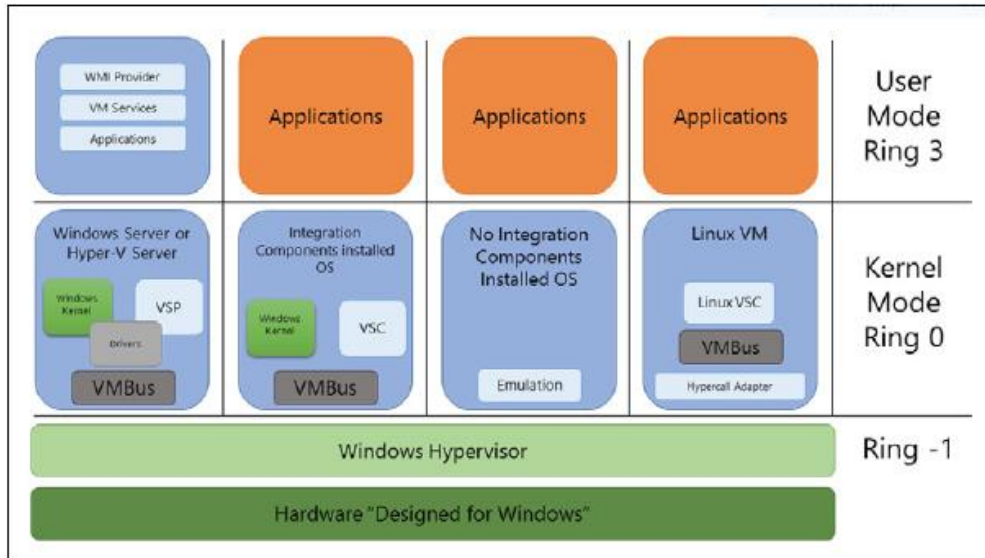
3.3.1 Microkernel Type 1 Hypervisor

Microkernel-tyypin hypervisorin, kuten Hyper-V:n, olennaisimpia ominaisuuksia on se, että hypervisor ei itsessään sisällä ajureita. Ajurit sijaitsevat juuriosiota (parent partition, root partition) sijaitsevalla isäntäkäyttöjärjestelmällä (host OS). Kuva 5 havainnollistaa microkernel-tyyppisen hypervisorin rakennetta.



Kuva 5. Microkernel Type 1 Hypervisor

Isäntäkäyttöjärjestelmä on Hyper-V:n ”ensimmäinen” virtuaalikone, jonka rinnalle voidaan luoda erityyppisiä lapsiosioita (child partition) vieraskäyttöjärjestelmiseen. Juuriosio yhdessä hypervisorin kanssa huolehtii lapsiosioden luomisesta ja toiminnasta. Juuriosio sisältää ajureiden lisäksi muitakin Hyper-V:n toiminnan kannalta oleellisia osia, kuten virtualisointipinon (virtualization stack). Käydään kuvan 6 avulla läpi osioiden sisältämiä komponentteja ja niiden toimintaa. (Apolinário 2015.)



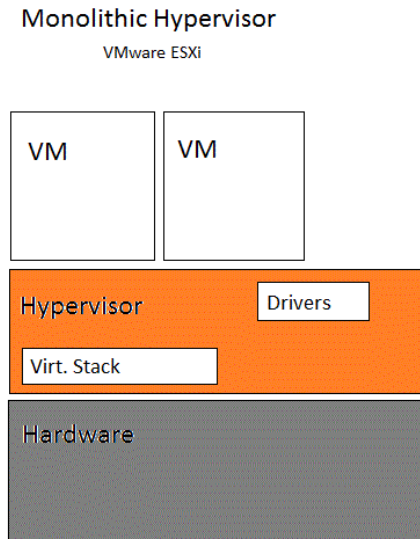
Kuva 6. Hyper-V Components

Yksi olennaisimmista komponenteista on integrointipalvelut (Integration Services). Se on kokoelma työkaluja, joiden avulla lapsiosion kommunikaatio isäntäosion ja laitteiston kanssa sujuvoittuu huomattavasti parantaen suorituskykyä. Integrointipalveluiden mukana asentuvat Virtual Service Clients (VSC) ja VMBus. VSC:t toimivat synteettisinä, virtualisointia varten luotuna laiteajureina. Kun integrointipalvelut on asennettu vieraskäyttöjärjestelmälle, ohjelmien pyynnöt saada käyttöön laiteresursseja välittyvät VSC:lle. VSC välittää pyynnöt isäntäosion Virtual Service Providerille (VSP) nopean VMBusin kautta. Isäntäosio kommunikoi hypervisorin ja sitä kautta myös raudan kanssa VMBusin avulla. Integrointipalveluiden avulla lapsiosio on ikään kuin tietoinen virtualisoinnista (Enlightened Child Partition). Kyseiselle virtuaalikoneelle ei tarvitse emuloida laitteistoa jolloin säästyy huomattavasti resursseja. (Sharma 2013.)

Microkernel-tyyppisen hypervisorin heikkoutena on vaatimus isäntäosion olemassaolosta. Isäntäosion kaatuessa myös kaikki lapsiosiot kaatuvat. Isäntäosion käyttöjärjestelmän tietoturvasta on pidettävä erityisen hyvää huolta, koska sillä on tärkeä osuus koko virtualisointialustan toiminnassa. Jos Hyper-V:n tapauksessa isäntäkäyttöjärjestelmälle tarvitsee asentaa uudelleenkäynnistyksen vaativia Microsoftin tietoturvapäivityksiä, kaikki virtuaalikoneet käynnistyvät uudestaan. Tämän ongelman kiertämiseen voidaan käyttää Hyper-V:n Live Migration -ominaisuuksia. (Apolinário 2015.)

3.3.2 Monoliittinen Type 1 Hypervisor

Monoliittinen tyypin 1 hypervisor, kuten VMware ESX, sisältää itsessään ajurit ja muut tärkeät virtualisointikomponentit. Pakollista isäntäosiota ei näin ollen tarvita. Kuva 7 esittää monoliittisen tyypin 1 hypervisorin rakennetta.



Kuva 7. Monoliittinen Tyypin 1 Hypervisor

Koska monoliittinen hypervisor tarvitsee spesifiset virtualisointia tukevat ajurit, niiden täysi yhteensopivuus palvelinraudan kanssa on tärkeää varmistaa. Laitteistotuki on huomattavasti pienempi kuin microkernel-tyypin hypervisorilla, kuten Hyper-V:llä. (Henley. C. 2011.)

4 HYPER-V-VAATIMUKSET

Koska Hyper-V on "vain" Windows-käyttöjärjestelmien rooli/ominaisuus, yleiset laitteistovaatimukset ovat samat kuin Windows Server -käyttöjärjestelmillä. Minimivaatimukset ovat 1,4 GHz prosessori, 512 MB keskusmuistia ja 32GB tallennustilaa. Palvelinraudalla on luonnollisesti merkitystä siinä, kuinka monta virtuaalikonetta pystytään tehokkaasti ja järkevästi ajamaan. Lisäksi prosessoreihin kohdistuu virtualisoinnin käyttöönotossa muutama erikoisvaatimus. Jotta Hyper-V voidaan ottaa käyttöön, on palvelinraudan prosessorin tuettava kolmea ominaisuutta. Nämä ovat rauta-avusteinen virtualisointi, Data

Execution Prevention (DEP) ja tuki 64-bittiselle muistiavaruudelle. (Review Prerequisites for Installation. 2013.)

Proessorin on tuettava aiemmin mainittua Hardware Assisted Virtualization - ominaisuutta, joka antaa prosessorille uusia käskyjä virtualisointia varten. Intelin prosessoreilla kyseisestä rauta-avusteisesta virtualisoinnista käytetään nimitystä Intel VT-x. Lähestulkoon kaikki uudet Intelin prosessorimallistot tukevat sitä. AMD:n vastaava teknologia tunnetaan nimellä AMD-V. Tuettujen prosessorien listan löytää molempien valmistajien internetsivuilta. Rautatason virtualisointituki kytketään päälle BIOSista. (Torres, G. 2012.)

Toinen vaatimus prosessorilta on Data Execution Prevention(DEP). Se on keskusmuistin suojaukseen liittyvä ominaisuus, jonka pyrkimys on estää viruksia ja haittaohjelmia toimimasta. DEP valvoo, että ohjelmat käyttävät muistia turvallisesti. Ominaisuus löytyy BIOSista, Intel-laitteistolla nimellä Execute Disable Bit (Intel XD Bit) ja AMD:llä No Execute Bit (AMD NX Bit). (Finn, Lownds, Luescher & Flynn 2013, 11-12.)

Suosittelavana, muttei pakollisena ominaisuutena on Second Level Address Translation (SLAT). SLAT lisää CPU:lle Translation Lookaside Bufferin (TLB), joka on välimuisti virtuaalisille muistiosoitteille ja niitä vastaaville fyysisille muistiosoitteille. Kun virtual-to-physical muistiosoitemuunnosta tarvitaan, hypervisor tarkistaa onko TLB:ssä vastaavaa tietoa valmiina. Tällä tavoin vältytään normaalin käännöksen aiheuttamalta muistin ja prosessorin kuormittamiselta. Jos tietoa ei löydy TLB:stä, normaalin hitaan hakuprosessin jälkeen tieto lisätään sinne tulevaisuutta varten. Näin TLB pysyy koko ajan ajan tasalla. TLB:n täytyessä vanhin tieto poistetaan uudempien tieltä. Intel kutsuu kyseistä ominaisuutta nimellä Extended Page Table (EPT) ja AMD nimityksellä Rapid Virtualization Indexing (RVI). Windows 8 ja 8.1 Hyper-V tuki vaatii SLAT-ominaisuuden, uudemmat eivät. (Carbone 2009.)

5

LISENSOINTI

Hyper-V itsessään on täysin ilmainen. Se sisältyy Windows Server 2008 ja sitä uudempiin julkaisuihin roolina. Hyper-V:n tapauksessa siis on huolehdittava ainoastaan isäntäkäyttöjärjestelmien ja vieraskäyttöjärjestelmien lisensseistä.

On myös olemassa Hyper-V Server, jossa isäntäkäyttöjärjestelmänä on karsittu versio Windows Server Coresta. On kuitenkin huomionarvoista, että Hyper-V:n järein hallinnointityökalu System Center Virtual Machine Manager (SCVMM) on maksullinen, ja voi tuoda yllättäviä lisäkustannuksia oman lisensiointimallinsa takia. Onkin tärkeää selvittää tarkasti etukäteen, riittävätkö ilmaiset hallintatyökalut ominaisuuksiltaan vai eivät. Microsoft muutti Windows Server lisensiointiaan Windows Server 2012 julkaisun yhteydessä. Käydään läpi uusi ja vanha Windows Server -lensiointimalli liittyen Hyper-V:hen. (VMware or Hyper-V? Part 3: Virtualization Licensing Costs. 2014.)

5.1 Windows Server 2008

Windows Server 2008 ja 2008 R2 myytiin useana eri versiona, joista tärkeimpiä ovat Standard Edition, Enterprise Edition ja Datacenter Edition. Näiden erot liittyvät lisensioinnin lisäksi ominaisuuksiin ja rautatukeen. Lisenssien hintatasoa julkaisuhetkeltä nähdään kuvasta 8.

EDITION	LICENSE BASED ON	FEATURES	SCALABILITY	VIRTUALIZATION RIGHTS	COST
Standard	Per server	Limited	Limited	One free VOSE	\$726
Enterprise	Per server	All	All	Four free VOSEs	\$2,358
Datacenter	Per processor, minimum of two licenses per server	All	All	Unlimited free VOSEs	\$4,809

Kuva 8. Windows Server 2008 lisensiointi

Windows Server 2008 Standard antaa käyttöoikeudet kahteen käyttöjärjestelmäympäristöön (Operating System Environmentiin, OSE). Toinen niistä on tarkoitettu isäntäkäyttöjärjestelmälle ja toinen virtuaaliselle vieraskäyttöjärjestelmälle. Lisäksi isäntäkäyttöjärjestelmä saa toimia ainoastaan virtualisointiopinon ylläpitäjänä. Siihen ei saa asentaa muita palvelinohjelmistoja tai menettää käyttöoikeuden ajaa samalla lisenssillä vieraskäyttöjärjestelmää. Yhdellä lisenssillä ei siis ole sallittua ylläpitää kahta virtuaalipalvelinta. (Apolinário 2015, 53.)

Enterprise-lisenssi oikeuttaa viiteen käyttöjärjestelmäympäristöön, joista yksi voi toimia isäntäkäyttöjärjestelmänä. Yhdellä fyysisellä palvelimella on siis mahdollista ajaa neljää virtuaalikonetta, kunhan isäntäkäyttöjärjestelmälle ei asenna ylimääräisiä palvelinohjelmistoja. (Apolinário 2015, 53.)

Datacenter Edition eroaa muista versioista sillä, että se lisensoidaan palvelin-koneen prosessorien mukaan. Prosessoriydinten määrällä ei ole merkitystä. Yksi lisenssi sisältää rajattoman määrän virtuaalikoneiden käyttöoikeuksia kahta prosessoria kohti. Jos siis yhdessä palvelimessa on neljä prosessoria, tarvitaan kaksi lisenssiä. Microsoft asetti kuitenkin serverikohtaisen minimivaatimuksen. Yhtä palvelinta kohti piti hankkia vähintään kaksi lisenssiä. Hyper-V 2008 tukee maksimissaan 384 virtuaalikonetta per isäntäkone. (Finn ym. 2013, 21-22.)

5.2 Windows Server 2012

Kun Windows Server 2012 julkaistiin, Microsoft yksinkertaisti lisensointimallia. Valikoimasta jätettiin pois Enterprise Edition, joten päävaihtoehtoiksi jäivät Standard ja Datacenter. Lisäksi molemmat versiot sisältävät samat ominaisuudet, ainoa ero on lisensoinnissa. Kuva 9 esittää Windows Server 2012 -lisensointimallin.

EDITION	LICENSE BASED ON	FEATURES	SCALABILITY	VIRTUALIZATION RIGHTS	COST
Standard	Per processor, each license covers two processors	All	All	Two free VOSEs	\$882
Datacenter	Per processor, each license covers two processors	All	All	Unlimited free VOSEs	\$4,809

Kuva 9. Windows Server 2012 lisensointi

Yksi Standard Edition -lisenssi antaa käyttöoikeuden kahteen vieraskäyttöjärjestelmään ja yhteen isäntäkäyttöjärjestelmään. Kuten vanhassa lisensointi-

mallissa, isäntäkäyttöjärjestelmälle ei saa asentaa ylimääräisiä palvelinohjelmia. Jos näin tekee, menettää käyttöoikeuden toiseen virtuaalipalvelimeen. Isäntäkäyttöjärjestelmälle varattua käyttöoikeutta ei voi myöskään hyödyntää kolmanteen virtuaalipalvelimeen. Esimerkiksi isäntäkäyttöjärjestelmän ollessa Hyper-V Server ja haluttaessa ylläpitää kolmea virtuaalikonetta, on hankittava toinen Standard-lisenssi. (Finn ym. 2013, 21-22.)

Datacenter Edition -lisenssi sisältää oikeuden loputtomaan määrään virtuaalikoneita kahta prosessoria kohden. Datacenter-lisenssin hankinnan kannattavuusraja on noin 13 virtuaalikoneen kohdalla per palvelin. Datacenter-lisenssi maksaa siis noin kuusi kertaa Standard-lisenssiä enemmän. (Finn ym. 2013, 21-22.)

5.3 Hyper-V Server

Ilmainen Hyper-V Server sisältää isäntäkäyttöjärjestelmänä karsitun Windows Server Coren, joka kuitenkin sisältää kaikki Hyper-V:tä tukevat ominaisuudet. Server Coren tapaan Hyper-V Server ei sisällä GUI:ta. Hyper-V Serverin mukana ei tule käyttöoikeuksia Windows Server -virtuaalikoneille, eli niistä on huolehdittava erikseen. Jos tarkoituksena on pyörittää ainoastaan muita vieraskäyttöjärjestelmiä kuin Windows Servereitä, Microsoftin lisensointimalleista ei tarvitse välittää. (Finn ym. 2013, 23.)

6 OMINAISUUDET

6.1 Dynaaminen muisti

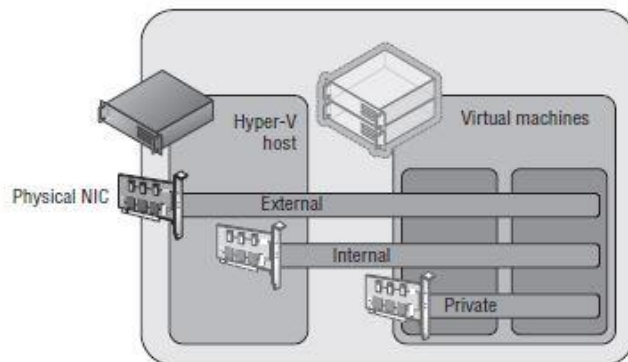
Windows Server 2008 R2 Service Pack 1 -päivityksestä asti Hyper-V on tukenut dynaamisen muistin asetuksia. Niiden avulla Hyper-V pystyy muuttamaan virtuaalikoneiden käytössä olevan keskusmuistin määrää tilanteen mukaan. Kun virtuaalikonetta asennetaan, dynaamiseen muistiin liittyy viisi asetusta.

Startup-RAM nimensä mukaisesti määrittää, paljonko keskusmuistia virtuaalikone tarvitsee käynnistyäkseen. Jos käytettäisiin staattista muistiasetusta, virtuaalikoneella olisi koko ajan käytössä Startup-RAM-arvon mukainen määrä muistia. Maximum-RAM-arvoa muuttamalla voidaan vaikuttaa siihen, kuinka paljon virtuaalikone voi enimmillään pyytää ja saada muistia itselleen. Mini-

mum-RAM-arvoa muokkaamalla voidaan jopa asettaa muisti alittamaan Start-up-RAM-arvon. Tämä tarkoittaa sitä, että käynnistyksen jälkeen virtuaalikone luovuttaa muistia pois, ellei se itse sitä tarvitse. Memory Buffer -asetuksella virtuaalikone pyrkii pitämään tietyn prosentuaalisen muistinmäärän itsellään, jos vapaata muistia on tarpeeksi. Vaikka välitöntä tarvetta ei sillä hetkellä olisi kaikelle asetetulle muistille, se toimii puskurina ja on nopeasti käytettävissä tarvittaessa. Memory Weight -asetuksella voidaan määrittää tärkeysjärjestys, jonka mukaan virtuaalikoneille jaetaan muistia. Suurimman prioriteetin omaava virtuaalikone saa ensimmäisenä tarvitsemansa muistin käyttöönsä. (Finn ym. 2013, 65-67.)

6.2 Verkko-ominaisuudet

Virtuaalikoneet käyttävät tiedonsiirtoon Virtual Network Interface Cardia (vNIC), jotka ovat virtuaalisia verkkokortteja. Virtuaalisten verkkokorttien avulla virtuaalipalvelimet ottavat yhteyden virtuaalisiin verkkoihin (Virtual Network) virtuaalisten kytkinten avulla. Näin kommunikointi muiden virtuaalikoneiden ja isäntäkoneen kanssa onnistuu. Hyper-V sisältää kolme erityyppistä toteutustapaa, jotka näkyvät kuvassa (Savill 2014, 75-77.)



Kuva 10. Three Types of Virtual Switches

Yksityinen (Private) virtuaalikytkin kykenee yhdistämään ainoastaan samaan virtuaaliseen kytkimeen liitetyt virtuaalikoneet saman palvelinlaitteiston sisällä. Sillä ei ole yhteyttä muihin verkkoihin, ei edes isäntäosioon. Sisäinen (Internal) toteutus mahdollistaa kommunikoinnin myös isäntäosion kanssa. Isäntäkäyttö-

järjestelmä luo virtuaalisen verkon, johon virtuaalikoneet yhdistetään. Liikennöinti isäntäkoneen ulkopuolelle ei ole mahdollista. Ulkoista (external) toteutusta käytetään, kun halutaan saada yhteys ulkoverkkoihin ja muissa palvelinlaitteistoissa sijaitseviin virtuaalikoneisiin ja tarvittaessa isäntäkoneisiin. (Savill 2014, 75-77.)

6.3 Isäntäkoneiden tallennusratkaisut

Hyper-V tukee monia tiedontallennustapoja, joiden valinta riippuu tarpeista ja halutuista ominaisuuksista. Paikallinen tiedontallennus (local storage) on edullinen vaihtoehto, joka sopii testiympäristöihin ja pienen yrityksen tarpeisiin. Tallennustila sijaitsee palvelinkoneen sisällä. Korkean saatavuuden (high availability, HA) toteuttaminen ei ole mahdollista, jos käytetään paikallista tiedontallennusta. HA-ominaisuudet vaativat jaetun tallennustilan. (Apolinário 2015, 105.)

Direct Attached Storage (DAS) on levyjärjestelmäpalvelin, joka kytketään ulkoisesti yhteen tai useampaan palvelinkoneeseen suoraan. Liitäntä tapahtuu yleisimmin Fibre Channelin (FC) tai Small Computers System Interfacen (SCSI) kautta. DAS-ratkaisussa liitäntäporttien määrä rajoittaa laajennusmahdollisuuksia. Palvelinkone näkee levyt kuin ne olisivat paikallisia tallennusmedioita. (Apolinário 2015, 107.)

Storage Area Network (SAN) eroaa DAS-ratkaisuista sillä, että yhteys palvelimiin tapahtuu verkon kautta, joko FC- tai iSCSI-tekniikoilla. Valokuituyhteys FC:n avulla on nopeampi mutta kalliimpi. Se käyttää omaa FC-protokollaa (Fibre Channel Protocol) ja vaatii FC-portin sisältävän SAN-laitteen, valokuitukytkimen ja Host Bus Adapterin (HBA) palvelinkoneelle. Halvempi ratkaisu on käyttää iSCSI-yhteyttä. iSCSI toimii TCP-protokollan avulla ja sallii standardinmukaisten SCSI-käskyjen välityksen Ethernetin yli. (Apolinário 2015, 108-109.)

Network Attached Storage (NAS) toimii kuin perinteinen tiedostopalvelin. Tallennusmediat eivät siis näy palvelinkoneille paikallisina levyinä, vaan jaettuina verkkosijainteina. NAS-ratkaisut toteutetaan yleisimmin Network File System

(NFS)- tai Server Message Block (SMB)-protokollien avulla. (Apolinário 2015, 113.)

6.4 Virtuaalikoneiden tallennusratkaisut

Virtuaalikoneille on valittavissa kaksi tallennusvaihtoehtoa, fyysinen ja virtuaalinen. Fyysisessä toteutustavassa tuodaan koko levy sellaisenaan virtuaalikoneen käyttöön. Ennen Windows Server 2012 julkaisua tässä ratkaisussa oli etuja verrattuna virtuaaliseen levyasemaan. Suorituskyky oli parempi ja virtuaalisten asemien maksimikoko oli vain 2 TB. Nämä rajoitteet kuitenkin poistui- vat, kun Server 2012 julkaistiin. Nykysuositus onkin käyttää virtuaalisia asemia niiden monipuolisuuden vuoksi. (Savill 2014, 153-154.)

Huomioitavaa on myös virtuaalisen levyasemakontrollerin valinta. Virtuaalikoneet voivat käyttää joko virtuaalista IDE (Integrated Drive Electronics)- tai SCSI-kontrolleria. Virtuaalinen SCSI-kontrolleri vaatii integraatiopalveluiden asentamisen. IDE-kontrolleri tukee ainoastaan kahta asemaa per kontrolleri. Virtuaalikoneessa voi myös olla maksimissaan kaksi IDE-kontrolleria, joten levyjä voi olla virtuaalipalvelimessa enintään neljä. SCSI-kontrolleri tukee jopa 64 levyasemaa, ja kontrollereita voi olla 4 per kone. Tämä tarkoittaa yhteensä 256 levyä per virtuaalikone. SCSI-virtuaalikontrolleria käyttämällä on myös mahdollista lisätä tai poistaa levyjä ilman virtuaalikoneen sammuttamista. IDE-virtuaalikontrollerilla tämä ei onnistu. (Apolinário 2015, 127-128.)

Virtuaalisen levyaseman (Virtual Hard Disk, VHD) käyttöönotossa luodaan VHD/VHDX-tiedosto fyysiselle levyille virtuaalikonetta varten. VHDX on uudempi, Windows Server 2012 jälkeen tuettu tiedostomuoto. Sen etuina aiem- paan VHD:hen verrattuna on tuki 4K-sektoreita käyttäville levyille ja mahdolli- suus jopa 64 TB kokoisille virtuaaliasemille. VHD:n pystyy muuntamaan VHDX:ksi ja päinvastoin. (Savill 2014, 67-69.)

6.5 High Availability

High availability eli korkea saatavuus tarkoittaa palveluiden toimintavarmuu- den ylläpitämistä halutulla tasolla. Sitä tavoitellessa käytetään keinoja, joiden avulla pyritään minimoimaan vikatilanteet ja niiden aiheuttamat palvelukatkok-

set. Palvelinlaitteistoihin, verkkolaitteisiin, sähkönsyöttöön ja ohjelmistoihin liitetty monia asioita, joilla korkeaa saatavuutta pyritään tavoittelemaan. Virtualisoinnin myötä voi syntyä suuria yksittäisiä vikapisteitä, koska yhdellä palvelimella ajetaan useita virtuaalipalvelimia. Käydään läpi, millaisia ominaisuuksia Hyper-V tarjoaa virtuaalipalvelimien luotettavuuden parantamiseksi. (Weygant 2001.)

Tärkeä HA-ominaisuus on Failover Cluster. Kuvitellaan normaalitilanne, jossa virtuaalipalvelimia ylläpidetään yhdellä isäntäkoneella. Esimerkiksi rautavian ylläyttäessä virtuaalikone ja sen ylläpitämät palvelut kaatuvat. Failover-ominaisuuden avulla pyritään nopeasti pystyttämään kyseisen isäntäkoneen virtuaalipalvelin toiselle isäntäkoneelle. (Savill 2014, 237.)

Klusterin pystytys vaatii vähintään kaksi isäntäkoneetta, ja jaetun tallennustilan, kuten DAS, SAN tai NAS. Klusteriin kuuluvia isäntäkoneita kutsutaan noodeiksi (node). Jaettu tallennustila sisältää klusteriin osallistuvien virtuaalikoneiden tiedostot, jotta noodit pääsevät niihin käsiksi tarvittaessa. Koska tavallinen NTFS-tiedostojärjestelmä sallii pääsyn itseensä ainoastaan yhdelle isäntäkoneelle kerrallaan, Microsoft toi käyttöön uuden teknologian, Cluster Shared Volumen (CSV). CSV mahdollistaa usean noodin lukea ja kirjoittaa klusteriin kuuluville NTFS-osioille samaan aikaan. (Apolinário 2015, 192.)

Failover Cluster -toteutukseen liittyy monia hyödyllisiä ominaisuuksia. Klusteriin kuuluvien noodien ja niiden sisältämien virtuaalikoneiden prioritetettä pystytään muokkaamaan. Voidaan määrittää, missä järjestyksessä virtuaalikoneet käynnistyvät toisessa noodissa, jos alkuperäinen noodit pettää. Palvelimien ylläpidossa voi tulla vastaan tilanteita, jolloin katkosajankohdat ovat tiedossa, esimerkiksi suunnitellut huoltotilanteet. Näitä tilanteita varten Hyper-V tukee tekniikoita, joiden avulla virtuaalikone voidaan siirtää noodilta toiselle ilman katkoksia. Kyseistä Live Migration-toimintoa käyttämällä Hyper-V siirtää halutun virtuaalikoneen asetusten ja ominaisuuksien lisäksi myös muistisivut toiselle noodille. Siirron jälkeen virtuaalikone vaihtuu lopullisesti uuteen sijaintiin vasta kun muistisivujen sisällöt vastaavat toisiaan molemmissa päissä. Hyper-V suorittaa niiden yhtenäistämisen viisi kertaa. Jos viidennen kerran jälkeen tiedot täsmäävät, Hyper-V ottaa uuden noodin virtuaalikoneen käyttöön ja sammuttaa vanhan. (Apolinário 2015.)

Hyper-V tukee myös VM Monitor-ominaisuutta, jonka avulla valvotaan virtuaalikoneiden ohjelmia. Jos jokin valvottu ohjelma pysähtyy, Failover Cluster voidaan konfiguroida esimerkiksi käynnistämään kyseinen virtuaalikone uudelleen tai aloittamaan sen siirto toiselle noodille.

Virtuaalikoneiden palveluiden saatavuuden parantamiseksi on myös mahdollista luoda vierasklusteri (guest cluster). Se tarkoittaa klusteria, jonka noodeja ovat vieraskäyttöjärjestelmät, eivät itse isäntäpalvelimet. Kun käytetään vierasklusteria yhdessä failover-klusterin kanssa, pystytään minimoimaan sekä rauta- että ohjelmistovikojen aiheuttamat katkokset. Vierasklusteri pystyttämiseksi tarvitaan Shared VHDX. (Finn, ym. 2013.)

Jos ei ole mahdollisuutta ja resursseja luoda failover-klusteria, Hyper-V tarjoaa muutamia korvaavia lisäominaisuuksia.

Share Nothing Live Migration mahdollistaa virtuaalikoneen siirtämisen palvelimelta toiselle ilman yhteistä tallennustilaa. Prosessi on hyvin samanlainen kuin normaalin live-migraation muistiblokkien kopiointi. Pelkkien muistiblokkien lisäksi kopioidaan koko virtuaalikoneen osio. Kopioinnin jälkeen tapahtuu tietojen yhteneväisyyden varmistus ja kun tiedot täsmäävät, siirrettävä virtuaalikone poistetaan vanhalta isäntäpalvelimelta ja siirretty virtuaalikone ottaa tilanteen haltuun. On myös mahdollista siirtää pelkkä virtuaalikoneen käyttämä tallennustila paikasta toiseen, esimerkiksi tilanpuutteen takia. Tätä ominaisuutta kutsutaan nimellä Storage Migration. (Finn, ym. 2013, 376.)

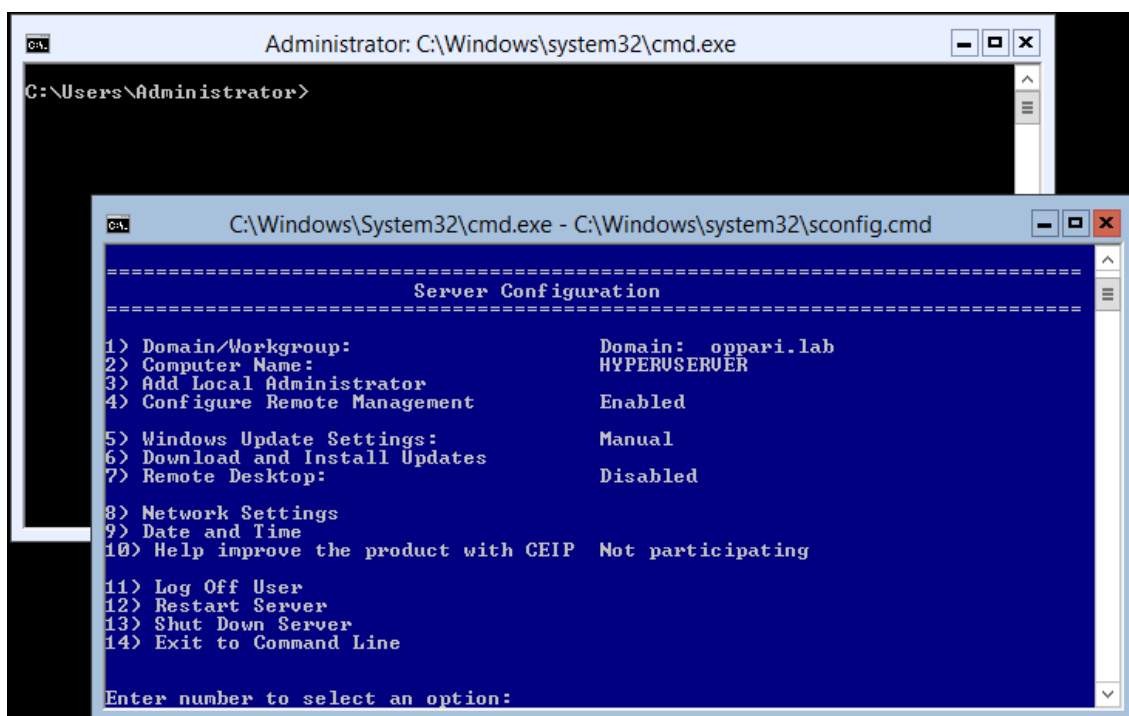
Hyper-V Replica -ominaisuus tarkoittaa virtuaalikoneen varmuuskopiointia toiseen isäntäpalvelimeen. Replikaa pidetään ajan tasalla säännöllisillä sykkoinneilla, ja se otetaan käyttöön vasta kun alkuperäiselle virtuaalikoneelle tapahtuu jotakin. Sykkointiväliksi voidaan valita 30 sek, 5 min tai 15 min. Mahdollisuus on myös käyttää palautuspisteitä, jotka luodaan tunnin välein. Niiden avulla voidaan välttää tilanteet, joissa alkuperäisen virtuaalikoneen viikatilanne on niin pitkäkestoinen, että ongelmat ehtivät synkronoitumaan repli-

kalle. Tällöin voidaan palauttaa replika esimerkiksi tuntia aiempaan tilaan. Palautuspisteitä voi olla yhteensä 24. (Apolinário 2015, 235-245.)

7 HYPER-V SERVER 2012 R2 JA VIRTUAALIKONEEN ASENNUS

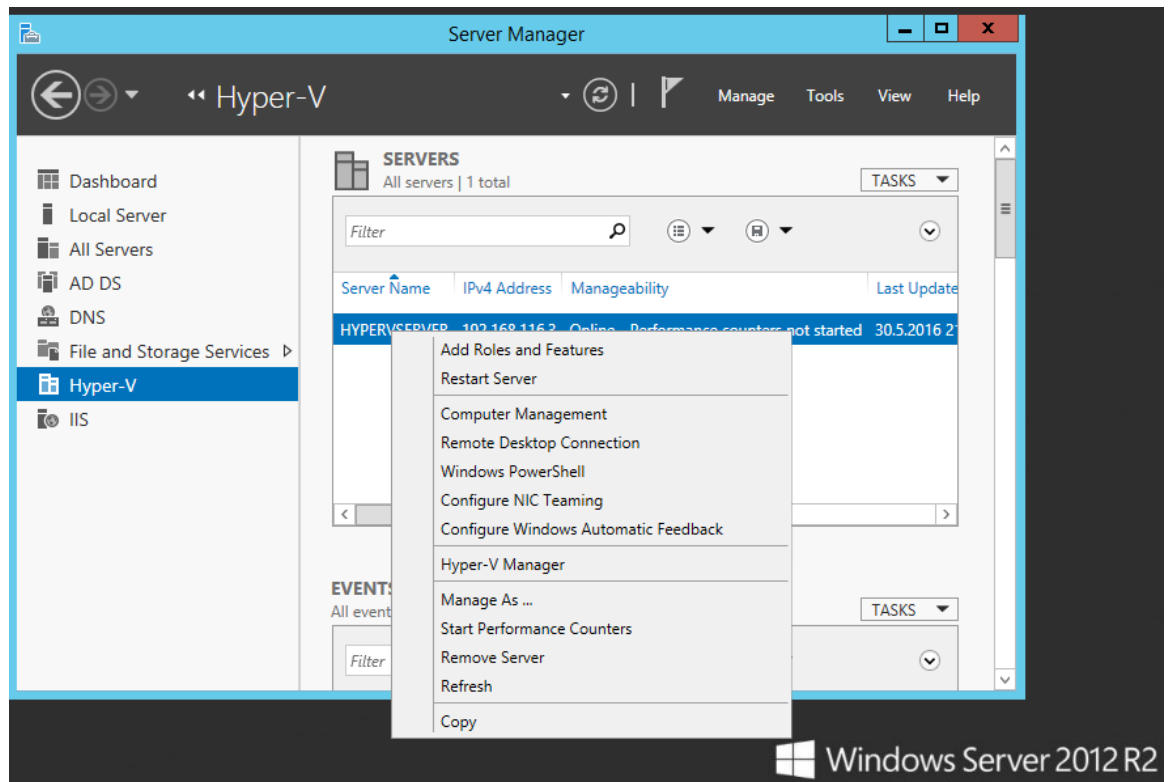
Seuraavaksi asennetaan Hyper-V Server 2012 R2 ja sille yksi Windows Server 2012 R2 virtuaalipalvelin. Testialustana toimii HP Probook 6555b-kannettava. Tietokoneessa on AMD:n rautavirtualisointia tukeva Turion 2 -tuplaydinprosessori 2,5GHz kellotaajuudella ja 4GB keskusmuistia. Se täyttää siis reilusti minimivaatimukset, ja sopii pienen testiympäristön rakentamiseen. Ennen asennusta täytyi käydä BIOSissa kytkemässä rautavirtualisointi päälle.

Kuten aiemmin mainittua, Hyper-V Serverissä isäntäkäyttöjärjestelmä on Server Core, joten siinä ei ole mukana GUI:ta. Sen hyötyjä ovat parempi tietoturva, suorituskyky ja päivitysten pienempi määrä. Asennuksen jälkeen Hyper-V Server pakottaa asettamaan järjestelmänvalvojan salasanan, jonka jälkeen näkyviin ilmestyy sconfig konfigurointia varten. Sconfigin avulla käyttäjä pystyy liittymään domainiin, muuttamaan tietokoneen nimen, muokkaamaan päivitysasetuksia, päivämäärää, aikaa ja verkkoasetuksia. Hyper-V Serverin muu konfigurointi onnistuu joko paikallisesti PowerShellillä tai etänä jonkin asiakas-koneen avulla. Komentorivipohjaisen Powershellin käyttö virtuaalikoneiden asentamiseen ja hallintaan on tottumattomalle hyvin työlästä, varsinkin ilman valmiita skriptejä. Helpompaa on hoitaa se työaseman kautta etäyhteydellä Hyper-V -hallintatyökalujen avulla. Kuvasta 11. nähdään miltä sconfig-valikko näyttää.



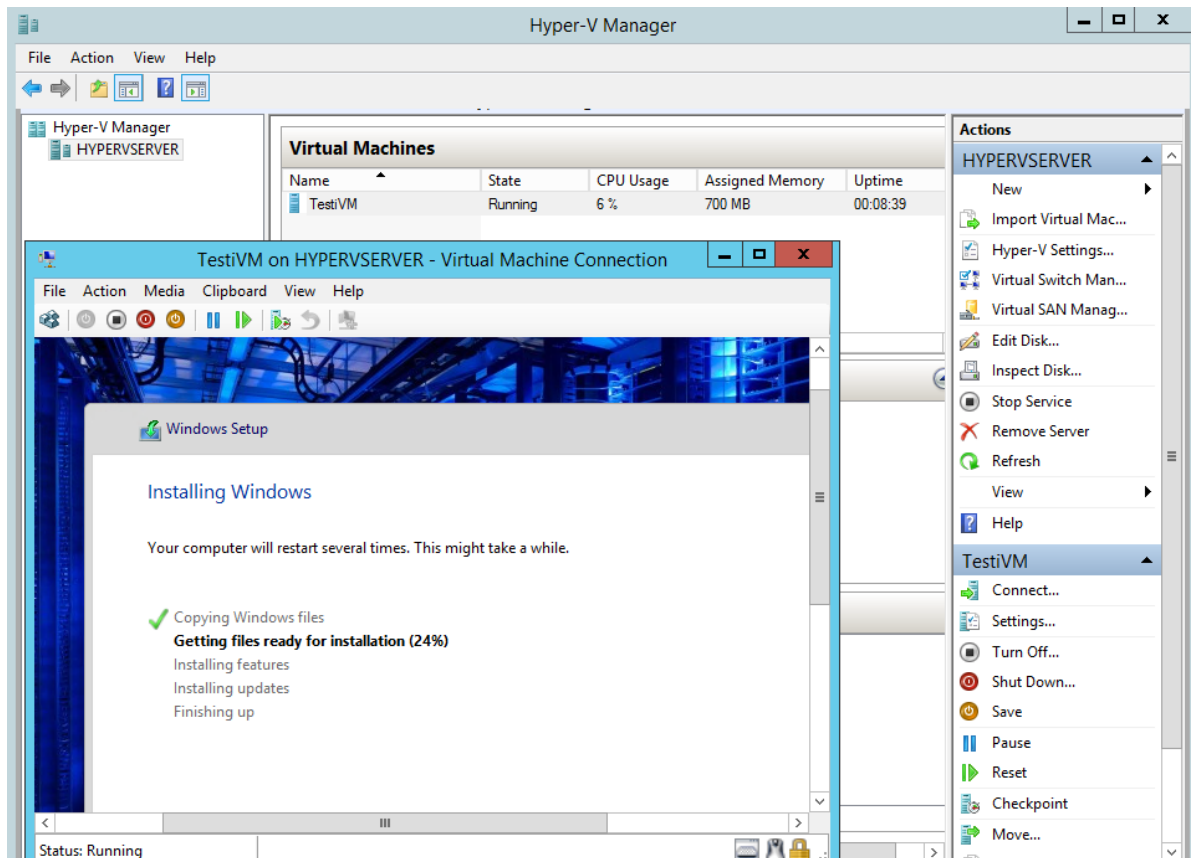
Kuva 11. Hyper-V Server sconfig

Asetusvalikkojen avulla liitettiin Hyper-V Server samaan aliverkkoon ja domainiin kuin hallinnointia varten toiselle koneelle asennettu Windows Server 2012. Kyseisen serverin peruskonfigurointia, kuten asettaminen domain controlleriksi, ei käydä läpi. Hyper-V Server on lisätty hallinnoitavaksi palvelimeksi Server Manageriin. Server Manager tunnisti, että kyseessä on Hyper-V Server, ja lisäsi käytettäväksi Hyper-V Managerin. Sen avulla pystytään kätevästi lisäämään Hyper-V Serverille virtuaalikoneita, ominaisuuksia ja rooleja. Kuva 12. näyttää Server Managerin valikkorakennetta, jonka kautta päästää käsiksi Hyper-V Manageriin. Sen avulla luodaan seuraavaksi yksi virtuaalikone.



Kuva 12. Server Manager

Virtuaalikoneen luominen Hyper-V Managerin avulla on tehty todella helpoksi. Eri asetukset käydään vaiheittain läpi, alkaen virtuaalikoneen nimeämisestä. Testimielessä luotiin virtuaalikone, jonka Startup-RAM-arvoksi laitettiin 700MB, Minimum-RAM-arvoksi 512MB, käyttöön yksi prosessoriydin ja virtuaalisen kiintolevyn kooksi 60GB. Virtuaalinen kytkin asetettiin Private-tilaan, jolloin virtuaalikone ei pysty kommunikoimaan muiden kuin saman palvelimen sisällä olevien virtuaalikoneiden kanssa. Virtuaalikoneen luomisen jälkeen asennettiin sille vieraskäyttöjärjestelmäksi Windows Server 2012. Kuvassa 25. on käynnissä kyseinen asennus.



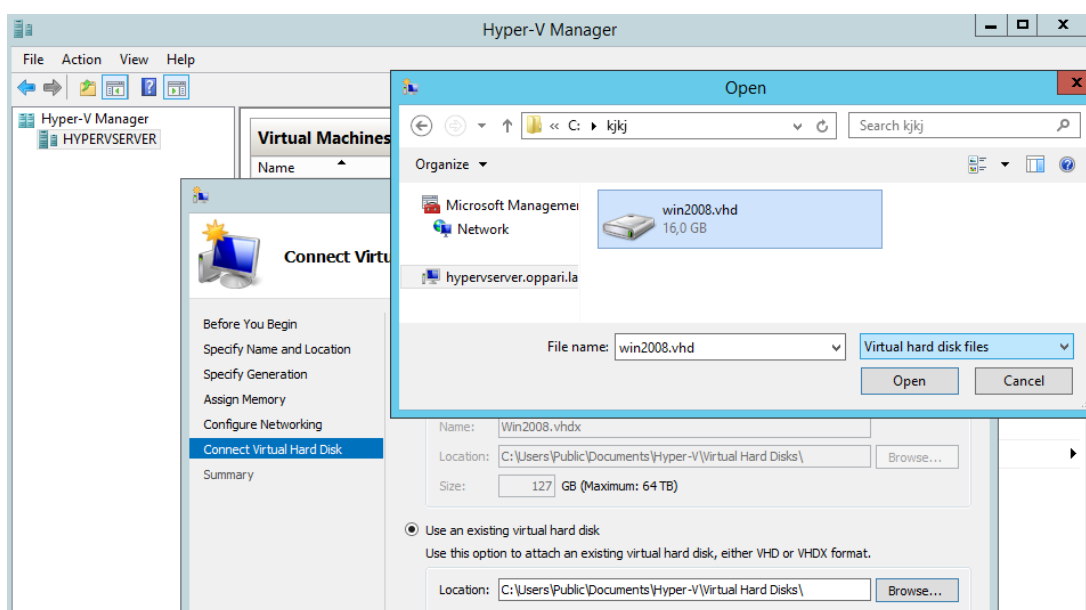
Kuva 13. Hyper-V Manager ja vieraskäyttöjärjestelmän asennus

Hyper-V Managerin käyttö on helppoa ja aloittelijaystävällistä virtuaalikoneiden perustoimintoihin. Ominaisuudet ovat hyvin kattavat, varsinkin kun kyseessä on ilmainen hypervisor. Kilpailija VMWaren hypervisorit vaativat maksullisen vCenter-ohjelmiston ja siihen lisäosia esimerkiksi replikoiden luomiseen. Hyper-V:llä sama onnistuu ilman lisämaksuja. Isompien isäntäkone- ja virtuaalikonemäärien ollessa kyseessä ilmaisten hallintaohjelmistojen rajat tulevat kuitenkin vastaan. Jo esimerkiksi Hyper-V Managerin valikkorakenne rajoittaa skaalautuvuutta. Satojen virtuaalikoneiden seasta on hyvin työlästä etsiä yksittäistä virtuaalikonetta, varsinkin jos käytössä on live-migraatio. Tällöin virtuaalikoneet saattavat vaihtaa isäntäkoneita, joten muistipelikään ei auta. Hyper-V Managerissa ei ole hakuominaisuutta. Powershellin avulla taitavat käyttäjät pystyvät jollakin tasolla paikkaamaan puutteita ja helpottamaan suurten serverimäärien hallintaa tiettyyn rajaan asti. Jossakin vaiheessa pakolliseksi kuitenkin tulee maksullinen System Center Virtual Machine Manager. Siihen ei perehdytä tässä opinnäytetyössä.

8 P2V-MIGRAATIO

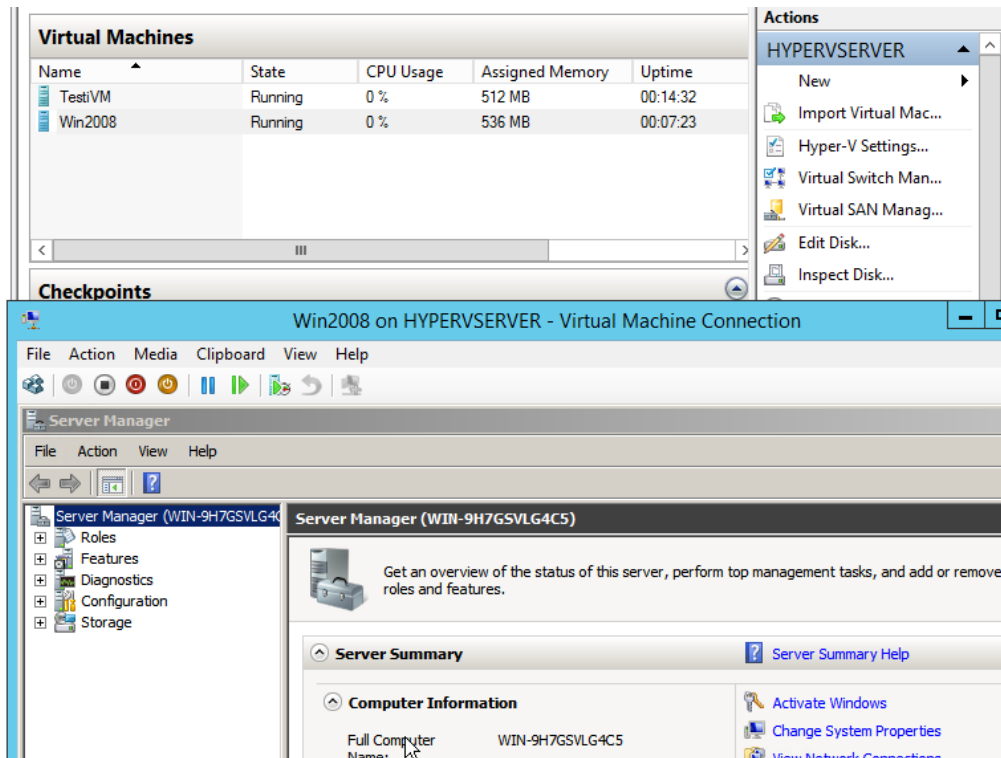
Seuraavaksi kokeillaan, kuinka siirretään jo valmiina jossakin palvelimessa pyörivä käyttöjärjestelmä Hyper-V:n vieraskäyttöjärjestelmäksi. Tällainen tilanne saattaa tulla eteen, jos jokin vanha, mutta tärkeä palvelin on tulossa tiensä päähän. Palvelimeen ei välttämättä saa enää varaosia, joten järkevin vaihtoehto on muuttaa se virtuaaliseksi.

Ensimmäiseksi siirrettävän palvelimen levyasemasta täytyy tehdä virtuaalinen kopio VHD(X)-tiedostoksi. Käytetään tähän yksinkertaista disk2vhd-ohjelmaa, jolla VHD-tiedosto on nopeasti luotu. Siirto kohdekoneeseen tehtiin tässä tapauksessa ulkoisen kovalevyn avulla. Kun tiedosto oli siirretty kohdekoneelle, luotiin virtuaalikone. Sen sijaan että luotaisiin kokonaan uusi virtuaalinen asema, haettiin käytettäväksi olemassa oleva VHD-tiedosto kuvan 26. mukaisesti.



Kuva 14. Virtuaalikoneen luominen ja vhd-tiedoston valinta

Virtuaalikoneen luomisen jälkeen se näkyy Hyper-V Managerin listauksessa. Lopullinen toiminta tarkistettiin käynnistämällä se ja ottamalla siihen hallintayhteys, joka nähdään kuvasta 27.



Kuva 15. Siirretty Windows Server 2008 toiminnassa

P2V-migraatio onnistui kivuttomasti. Alkuperäinen palvelin pysyi koko ajan toimintakykyisenä, eikä prosessissa mennyt puolta tuntia kauempaa. Suurin osa ajasta kului VHD-tiedoston luomisessa ja siirtämisessä USB:n kautta koneelta toiselle.

9

YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoitus oli tarkastella yleisellä tasolla Microsoftin Hyper-V-virtualisointialustan rakennetta, lisensointia ja ominaisuuksia. Ennen Hyper-V:hen perehtymistä käytiin läpi erityyppisiä hypervisor-ohjelmia ja niiden rakennetta. Niiden tietojen pohjalta on helpompi ymmärtää, miten Hyper-V toimii verrattuna kilpailijoiden ratkaisuihin. Windows Server - lisensointi oli hyvä käydä läpi, koska Hyper-V:tä käytetään suureksi osaksi Windows Server-käyttöjärjestelmien virtualisointiin. Windows Server 2008 ja 2012 käyttöjärjestelmien lisenssimallit ja versiot käytiin läpi. Windows Server 2016 lisensointiin ei perehdytty. Käsittelemättä jätettiin myös esimerkiksi etätyöpöytäpalvelujen CAL (Client Access License)- ja VDI (Virtual Desktop Infrastructure)- lisensoinnit liittyen Hyper-V:hen.

Ominaisuuksista paneuduttiin asennusvaiheen ja käyttöönoton yleisimpiin toimintoihin ja vaatimuksiin. Syvällistä katsausta Hyper-V:n toimintoihin ei tehty, koska niitä on niin runsaasti. Hyper-V sisältää paljon säädettävää ja konfiguroitavaa esimerkiksi verkko-ominaisuuksien puolelta, että jo pelkästään niistä saisi koottua monta eri opinnäytetyötä. Tärkeimmät High Availability ominaisuudet eli Failover Cluster ja migraatiot käytiin perustasolla läpi. Ne ovat virtualisoinnin kannalta todella tärkeitä. Vikatilanteen osuessa vain yksittäiseen isäntäpalvelimeen tai levyjärjestelmään, vaikutus voi kattaa useita virtuaalipalvelimia.

Käytännön vaiheessa tarkoitus oli tutustua Hyper-V:n käyttöönottoon ja hallintaan Microsoftin tarjoamilla työkaluilla. Hyper-V Serverin sisältäessä ainoastaan komentorivin ja powershellin, virtuaalikoneiden luominen ja vieraskäyttöjärjestelmän asentaminen olivat järkevintä tehdä etähallinnalla. Kokeneet Windows Server- ja Hyper-V käyttäjät pystyvät tosin käyttämään powershellia tehokkaasti ja luomaan valmiiksi räätälöityjä virtuaalikoneita pelkästään komennoinnilla ja skripteillä. Perustason hallinnointi etänä Server Managerilla ja Hyper-V Managerilla toimi tässä työssä kivuttomasti ilman aiempaa kokemusta. Järeimpään System Center Virtual Machine Manageriin ei tässä työssä paneuduttu.

P2V-migraation helppous oli positiivinen yllätys. Pienellä työkalulla alkuperäisestä käyttöjärjestelmästä tehtiin kopio VHD-tiedostoksi, joka siirrettiin kohdekoneelle ja annettiin uuden virtuaalikoneen käyttöön. Olisi mielenkiintoista kokeilla erityyppisiä, esimerkiksi failover clustereihin liittyviä migraatioita.

Ennen tätä opinnäytetyötä minulla ei ollut yhtään kokemusta tai tietämystä Hyper-V:stä. VMWare Workstationia olen käyttänyt koulussa ICT-laboratorioharjoituksissa ja kotona testaustarkoituksiin. Oli kuitenkin avartavaa perehtyä virtualisointialustojen rakenteeseen ja Microsoftin vaihtoehtoon.

Apolinário, V. 2015. Learning Hyper-V. Birmingham:Packt Publishing.

Atwood, J. 2006. Virtualization and Ring Negative One. Saatavissa: <https://blog.codinghorror.com/virtualization-and-ring-negative-one/> [viitattu 29.5.2016].

Carbone, J. 2009. Second Level Address Translation Benefits in Hyper-V R2. Saatavissa: <http://www.virtualizationadmin.com/articles-tutorials/microsoft-hyper-v-articles/general/second-level-address-translation-benefits-hyper-v-r2.html> [viitattu 29.5.2016].

Duarte, G. 2008. CPU Rings, Privilege, and Protection. Saatavissa: <http://duartes.org/gustavo/blog/post/cpu-rings-privilege-and-protection/> [viitattu 29.5.2016].

Finn, A. Lownds, P. Luescher, M & Flynn, D. 2013. Windows Server 2012 Hyper-V Installation and Configuration Guide. Indianapolis: Sybex.

Henley, C. 2011. Hyper-V: Microkernelized or Monolithic. Saatavissa: <https://blogs.technet.microsoft.com/chenley/2011/02/23/hyper-v-microkernelized-or-monolithic/> [viitattu 29.5.2016].

Morimoto, R., Noel, M., Droubi, O., Mistry, R. & Amaris, C. 2008. Windows Server 2008 R2 Unleashed. Indianapolis: Sams Publishing.

Review Prerequisites for Installation. 2013. Saatavissa: [https://technet.microsoft.com/en-us/library/jj647784\(v=ws.11\).aspx](https://technet.microsoft.com/en-us/library/jj647784(v=ws.11).aspx) [viitattu 29.5.2016].

Savill, J. 2014. Mastering Hyper-V 2012 R2 with System Center and Windows Azure. Indianapolis: Sybex.

Syrewicze, A. 2013. VMware vs. Hyper-V: Architectural Differences. Saatavissa: <http://syrewiczeit.com/vmware-vs-hyper-v-architectural-differences/> [viitattu 29.5.2016].

Sharma, N. 2013. Understanding Hyper-V VSP/VSC and VMBUS Design. Saatavissa: <http://www.serverwatch.com/server-tutorials/understanding-hyper-v-vspvsc-and-vm-bus-design.html> [viitattu 29.5.2016].

Torres, G. 2012. Everything You Need to Know About the Intel Virtualization Technology. Saatavissa: <http://www.hardwaresecrets.com/everything-you-need-to-know-about-the-intel-virtualization-technology/> [viitattu 29.5.2016].

VMware or Hyper-V? Part 3: Virtualization Licensing Costs. 2014. Saatavissa: <http://www.heroix.com/blog/virtualization-licensing/> [viitattu 29.5.2016].

Weygant, P. 2001. Clusters for High Availability. Hewlett-Packard Company.

