



LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Lahti University of Applied Sciences

VIRTUALISOITU TULOSTINPALVELINKLUSTERI

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Tietotekniikan koulutusohjelma
Tietoliikennetekniikka
Opinnäytetyö
Kevät 2014
Aleksi Waldén

Tietoliikennetekniikan opinnäytetyö, 41 sivua

Kevät 2014

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tavoitteena oli rakentaa vikasietoinen tulostinpalvelin. Kokonaisuus keskittyy virtualisoidun tulostinpalvelinklusterin suunnitteluun ja toteuttamiseen. Vikasietoista tulostinpalvelinta hyödynnetään yhdistämään olemassa olevat tulostinpalvelimet Lahden kaupungin verkossa. Työ tehtiin Lahden kaupungille, Lahden Tietotekniikan kustantamana.

Hypervisorilla käyttämällä voidaan virtualisoida tietokoneita yhdelle tai useammalle fyysiselle palvelimelle. Virtualisoimalla palvelimet saavutetaan suuria käytännön sekä ekologisia hyötyjä. Sähkönkulutus laskee ja tarvittavien fyysisten palvelimien määrä laskee, säästäten näin tilaa ja resursseja.

Vikasietoisuudella tarkoitetaan jonkin ohjelmiston, järjestelmän tai laitteiston varmistamista mahdollisen vian kannalta. Tärkeimpänä tekijänä on eliminoida Single point of failure, jolloin yhden laitteen tai palvelimen vikaantuminen saattaa koko järjestelmän pois asiakkaitten saatavista. High availability klusterilla voidaan asettaa palvelu yhteiseksi palveluksi monen noodin välille klusterissa.

Vertailussa oli käytettävä hypervisorilla sekä käytettävä palvelinkäyttöjärjestelmä tulostinpalvelinta varten. Hypervisorivaihtoehtoja olivat VMware ESXi ja Microsoft Hyper-V. Palvelinkäyttöjärjestelmävaihtoehtoja olivat Server 2008 R2, Server 2012 ja Linux. Hypervisoriksi valittiin toimenantajalle paremmin sopiva ESXi ja palvelinkäyttöjärjestelmäksi valittiin samasta syystä Server 2008 R2. ESXi-palvelimelle asennettiin kaksi Server 2008 R2 -virtuaalikonetta, jotka klusteroitiin ja niille asetettiin tulostinpalvelu yhteiseksi palveluksi.

Vikasietoisen tulostinpalvelin toimii hyvin pienellä määrällä verkkotulostimia, mutta kun lisätään useita satoja, alkaa tulostuspalvelun siirtyminen noodista toiselle klusterissa hidastua. Vikasietoinen tulostinpalvelin toimi Proof of Concept -tyyppisenä toteutuksena, joten se jäi odottamaan loppujen verkkotulostimien lisäämistä yksitellen palvelimelle. Lisäämällä yksitellen verkkotulostimia palvelimelle saadaan selville, milloin klusteri hidastuu liikaa.

Asiasanat: virtualisointi, ESXi, Hyper-V, Server 2008 R2, klusteri

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Information Technology

WALDÉN, ALEKSI:

Virtualized Print Server Failover Cluster

Bachelor's Thesis in Telecommunication, 41 pages

Spring 2014

ABSTRACT

The objective of this thesis was to build a fault tolerant print server. The thesis focuses on planning and implementing a virtualized print server failover cluster that would combine all of the existing print servers of the City of Lahti network. The thesis was made for the City of Lahti using the resources of Lahden Tietotekniikka.

Using a hypervisor, computers can be virtualized into one or more physical servers. By virtualizing a server, many benefits are gained. The need of electricity is lowered since the computers are virtualized. Also space is saved, since fewer physical servers are required.

Single point of failure refers to a vital part of a system; if it fails, it stops the whole system. Single point of failure can be eliminated from software, hardware or a system, using fault tolerance methods. Eliminating a single point of failure is crucial when the goal is to serve customers with as little downtime as possible. With high-availability setup, a role can be hosted between many nodes of the cluster.

Two hypervisors and three server operating systems were compared in this thesis. Hypervisors that were compared were VMware ESXi and Microsoft Hyper-v. Operating systems to be compared were Server 2008 R2, Server 2012 and Linux. ESXi was chosen as the hypervisor for this project for it suited the demands of the client the best. For the same reason, Server 2008 R2 was chosen as the operating system. Two virtual machines were installed onto the ESXi server. The servers were clustered and the print server role was set to high availability.

A failover print server works well with a few network printers, but the failover between nodes starts to slow down as hundreds of printers are added into the server. The failover print server cluster worked as a proof of concept and is waiting for more printers to be added onto it, to see when the failover slows down too much.

Key words: virtualization, ESXi, Hyper-V, Server 2008 R2, cluster

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	VIRTUALISOINTI	2
2.1	Yleistä virtualisoinnista	2
2.2	Virtualisoinnin hyödyt	3
2.3	Microsoft Hyper-V	3
2.4	VMware ESXi	4
3	VIKASIIETOISUUS	6
3.1	Yleistä vikasietoisuudesta	6
3.2	Klusteri	6
3.2.1	High availability -klusteri	7
3.2.2	Kuormantasausklusteri	8
3.3	Quorum-konfiguraatio	9
3.4	SAN	10
3.4.1	IBM SVC	11
3.4.2	EMC VPLEX	12
4	KÄYTTÖJÄRJESTELMÄT	13
4.1	Windows Server 2008 R2	13
4.1.1	Laitevaatimukset	14
4.1.2	Versiot ja ominaisuudet	14
4.2	Windows Server 2012	15
4.2.1	Laitevaatimukset	16
4.2.2	Versiot ja ominaisuudet	16
4.3	Windows Server -käyttöjärjestelmien keskeisimmät roolit	17
4.4	Linux-käyttöjärjestelmä	18
4.4.1	Linux-käyttöjärjestelmän historia	19
4.4.2	Debian ja Fedora	19
5	VIKASIIETOISEN TULOSTINPALVELIMEN SUUNNITTELU	21
5.1	Virtualistointialustan valitseminen	21
5.1.1	Microsoft Hyper-V	21
5.1.2	VMware ESXi	22
5.2	Palvelinkäyttöjärjestelmän valitseminen	24
5.2.1	Windows Server 2008 R2	24

5.2.2	Windows Server 2012	24
5.2.3	Linux	24
5.3	Vikasietoisuus	25
6	TULOSTINPALVELINKLUSTERIN TOTEUTUS	27
6.1	Virtuaalikoneiden ja käyttöjärjestelmän asentaminen	27
6.2	Cluster Shared Storagen asentaminen ja osoitus	29
6.3	Tulostuspalvelun asentaminen	32
6.4	Klusterin muodostaminen	33
6.5	Tulostinpalvelun asettaminen klusterin palveluksi	36
6.6	Tulostinjonojen lisääminen	37
6.6.1	Tulostinjonojen lisääminen toisesta tulostinpalvelimesta	37
6.6.2	Tulostinjonojen lisääminen suoraan tulostinpalvelimelle	38
6.7	Klusteroidun tulostinpalvelimen hyödyt	39
7	YHTEENVETO	41
	LÄHTEET	42

LYHENNYSLUETTELO

CUPS Common UNIX Printing System on standardeihin pohjautuva avoimen lähdekoodin tulostusjärjestelmä, jonka on kehittänyt Apple Inc.

Hash on funktio, joka tiivistää tiedon pidempään tilaan muodostaen näin tiivisteen. Tiivisteitä voidaan verrata keskenään tiedon alkuperän täsmäämistä varten.

LDP Line Printer Daemon on tulostusprotokolla, jota käytetään TCP/IP-verkoissa yhdistämään tulostin ja työasema.

LPRng Line Printer Remote next generation on avoimen lähdekoodin tulostin-spooleri, joka toteuttaa RFC1179 vaatimukset.

LUN Logical Unit Number on uniikki tunnistin levyille, joilla levyt osoitetaan eri protokollille, kuten SCSI.

MD5 on message-digest-algoritmi jota käytetään kryptografiassa tuottamaan 128-bittisiä hash-arvoja.

SCSI Small Computer System Interface on liittymä, jota käytetään yhdistämään kovalevyt.

SHA Secure Hash Algorithm on kryptografiaperhe, jonka tuotteita käytetään tuottamaan hash-arvoja.

1 JOHDANTO

Lahden kaupungin tulostimet ovat hajautettuna neljällä eri tulostinpalvelimella. Tämä aiheuttaa sekavuutta uusia tulostimia lisättäessä asiakkaitten työasemille. Opinnäytetyön tavoite on yhdistää nämä neljä tulostinpalvelinta yhdeksi tulostinpalvelimeksi. Tutkimusosiossa tutkitaan erilaisia vaihtoehtoja tulostinpalvelimen virtualisointiin sekä tutustutaan vikasietoisuuteen.

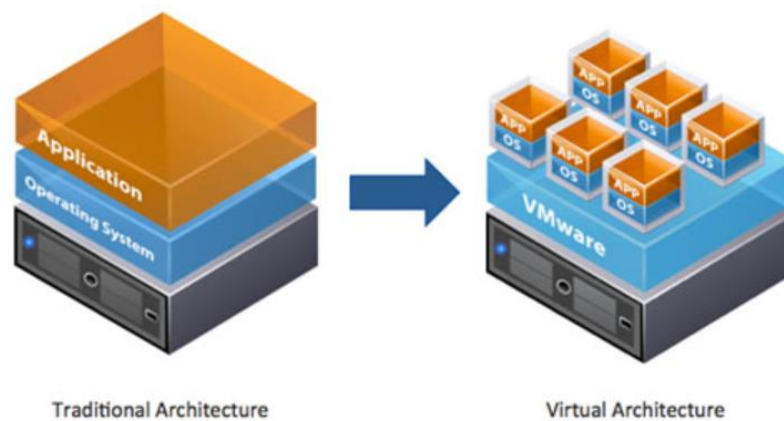
Vikasietoinen virtualisoitu tulostinpalvelin voidaan toteuttaa käyttämällä yhtä tai useampaa fyysistä palvelinta, joihin asennetaan haluttu hypervisor. Hypervisorilla luodaan kaksi virtuaalipalvelinta, jotka klusteroidaan. Klusterointia varten virtuaalipalvelimet tarvitsevat yhteisen SAN-levyn. Klusteroinnin jälkeen tulostinpalvelu asetetaan klusterin palveluksi. Klusteroituun tulostinpalvelimeen voidaan nyt lisätä tulostinjonot vanhoista tulostinpalvelimista.

Työ koostuu teoriaosuudesta, jossa käsitellään virtualisointia, vikasietoisuutta ja palvelinkäyttöjärjestelmiä. Tavoitteena työllä on valita sopivin hypervisor ja palvelinkäyttöjärjestelmä, joilla yhdistää Lahden kaupungin neljän tulostinpalvelimen tulostinjonot yhdelle virtualisoidulle tulostinpalvelinklusterille. Tutkittavia hypervisorivaihtoehtoja on kaksi ja palvelinkäyttöjärjestelmiä kolme.

2 VIRTUALISOINTI

2.1 Yleistä virtualisoinnista

Virtualisoinnilla tarkoitetaan yhden fyysisen palvelimen jakamista useaksi virtuaalipalvelimeksi, joissa kussakin on oma itsenäinen käyttöjärjestelmä. Virtualisoinnilla siis rikotaan yksi kone, yksi käyttöjärjestelmä -periaate. Virtuaalikoneiden erottelu fyysisen koneen raudasta tapahtuu ohjelmistokerroksella. Kyseisiä ohjelmistoja kutsutaan yleisesti hypervisoriksi. Kuviossa 1 on hahmotelma normaalista ja virtuaalisoidusta arkkitehtuurista. (Mäntylä 2008.)



KUVIO 1. Normaalin palvelinarkkitehtuurin vertaaminen virtuaaliseen (VMware 2013a)

Hypervisorit jaetaan kahteen eri tyyppiin: tyyppi 1- ja tyyppi 2 -hypervisorit. Tyyppi 1 -hypervisorit ovat yhteydessä suoraan fyysiseen rautaan ja toimii itse käyttöjärjestelmänä. Tyyppi 2 -hypervisorit vaatii toimiakseen fyysiselle raudalle ensin asennetun käyttöjärjestelmän. Tyyppi 2 -hypervisorit käynnistyvät vasta palvelimen käyttöjärjestelmän jälkeen. Tämä onkin tyyppi 2 -hypervisorin heikkous verrattuna tyyppi 1 -hypervisorin, joka ei ole riippuvainen käyttöjärjestelmästä. (Kleyman 2012.)

2.2 Virtualisoinnin hyödyt

Palvelimia virtualisoimalla säästetään huomattavasti enemmän resursseja kuin käyttämällä pelkkiä fyysisiä laitteita. Virtualisoimalla palvelimia säästetään huomattavasti tila- ja sähkövaatimuksia, sillä fyysisiä laitteita tarvitaan huomattavasti vähemmän. Varapalvelinverkoston rakentaminen muuttuu myös helpoksi, sillä varalaitteiden ei tarvitse olla raudallisesti samanlaisia, koska ne ovat virtualisoituja. Virtualisoinnin hyötynä on myös vikasietoisuus ja datan siirtäminen virtuaalikoneiden välillä saumattomasti. (Briggs 2012.)

Virtualisoinnilla saavutetaan uusien palvelimien nopea käyttöönotto käyttämällä valmiita malleja eli templateja koneista. Kloonaamalla valmiita koneita saadaan aikaiseksi valmiita malleja uusille koneille, jotka voidaan ottaa käyttöön hetkessä. Palvelinverkot voidaan myös eristää täysin muusta verkosta. Tämä mahdollistaa helppojen testiverkkojen rakentamista, testiverkkojen siirtämistä tuotantoon ja testiverkkojen talteenottamisen. Virtualisoimalla voidaan helposti sijoittaa useita eri ohjelmistoja samalle palvelimelle käyttämällä virtuaalipalvelimia. (Marshall 2011.)

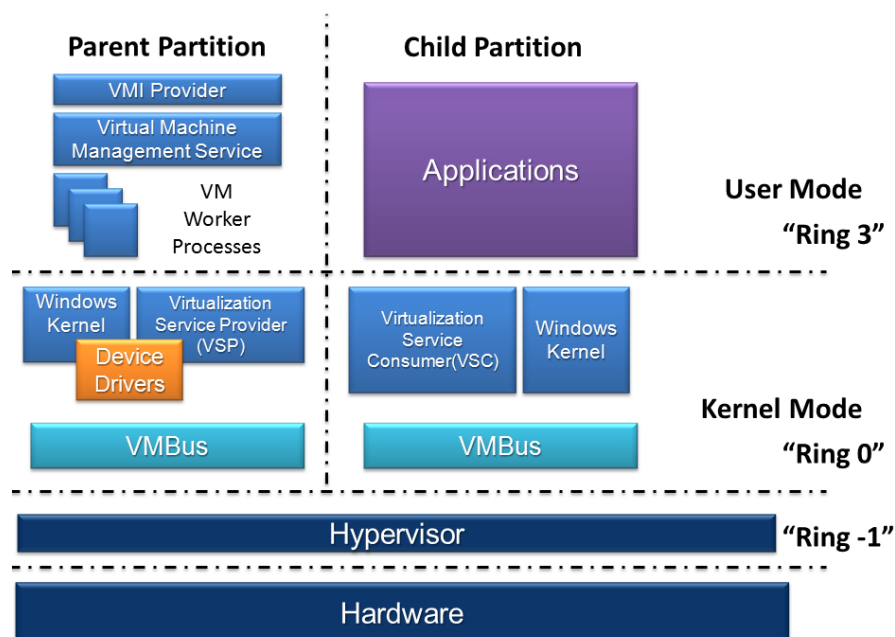
2.3 Microsoft Hyper-V

Hyper-V on Microsoftin tyyppin 1 hypervisor, joka ilmestyi ensimmäistä kertaa roolina Windows Server 2008:n mukana. Hyper-V:tä voi luulla tyyppin 2 hypervisoriksi, sillä se asennetaan jo valmiin käyttöjärjestelmän päälle. Hyper-V-rooli latautuu kuitenkin ennen käyttöjärjestelmää ja kaikki virtuaaliset ympäristöt ovat suoraan yhteydessä hypervisorin eivätkä käyttöjärjestelmään. (Wikipedia 2014e.)

Hyper-V eristää virtuaalikoneet osioiden mukaan. Osio on eristyksen looginen yksilö, jossa virtuaalikoneet toimivat hypervisorin tukemina. Hypervisorilla on oltava vähintäänkin yksi pääosio (parent partition), jossa on käytössä jokin tuetuista Windows-palvelinkäyttöjärjestelmistä. Virtualisointiosio toimii pääosiossa ja on suorassa yhteydessä palvelimen rautaan. Pääosio luo lapsiosiota (child partition) käyttämällä hypercall API:a. Lapsiosiolle ei ole suoraa yhteyttä palvelimen fyysiseen prosessoriin vaan omaa virtuaalisen näkymän prosessorille.

Hypervisor käsittelee prosessoripyynnöt ja lähettää ne oikeille osioille käyttämällä SynLC:a (Synthetic Interrupt Controller). (Wikipedia 2013b.)

VMbus käsittelee lapsi-osion pyynnöt käyttäen isäntä-osion laitteita. VMbus on looginen kanava, joka mahdollistaa osioiden välisten pyyntöjen käsittelyn. Isäntäosiossa toimiva VSP (Virtualization Service Provider) on yhteydessä VMbus:iin, ja käsittelee laitteiston käyttöpyynnöt lapsiosista. Lapsiosion virtuaaliset laitteet käyttävät VSC:tä (Virtualization Service Client) välittämään viestejä VSP:lle käyttämällä VMbus:a. Kuviossa 2 näkyy Hyper-V-arkkitehtuuri, jossa näkyy pää- ja lapsiosiot sekä VMbus. (Wikipedia 2013b.)

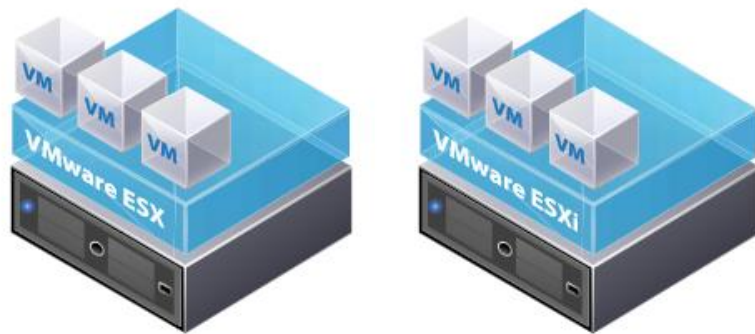


KUVIO 2. Hyper-V-arkkitehtuuri (Wikipedia 2013b)

2.4 VMware ESXi

VMware tarjoaa sekä maksuttoman VMware ESXi- että maksullisen VMware ESX -version tyypin 1 hypervisoreista. Kyseiset hypervisorit ovat eniten markkinoilla käyttöönotettuja hypervisoreita. VMware ESXi on suunniteltu käytettäväksi hyvin kevyenä hypervisorina ja toimimaan tunnettujen palvelinvalmistajien palvelimilla, kuten Dell, BM, HP ja Fujitsu-Siemens. Tässä työssä käsitellään maksutonta VMware ESXi -versiota. (VMware 2013b.)

VMware ESXi ja VMware ESX toimivat suorassa yhteydessä palvelimen raudan kanssa ilman erikseen asennettavaa käyttöjärjestelmää. VMware ESXi ja VMware ESX jakavat palvelimen osioihin, joissa virtuaalikoneet toimivat saumattomasti samassa fyysisessä palvelimessa. Kukin virtuaalikone on täysin oma yksilönsä omalla prosessorilla, muistilla ja verkkoyhteyksillä. Kukin virtuaalikone on eristettynä muista virtuaalikoneista, joten yhden virtuaalikoneen kaatuminen ei vaikuta muihin virtuaalikoneisiin. Kuviossa 3 näkyy VMware-arkkitehtuuri, jossa näkyvät fyysinen taso, virtualistointitaso ja virtuaalikoneet. (VMware 2013b.)



KUVIO 3. VMware ESX- ja VMware ESXi -arkkitehtuuri (VMware 2013b)

VMware vSphere tarjoaa graafisen näkymän VMware ESX- ja VMware ESXi -palvelimien hallitsemiseen. Hallinta tapahtuu kirjautumalla VMware ESX- tai VMware ESXi -palvelimelle käyttämällä vSphere client -ohjelmistoa. Kirjautumisen jälkeen aukeaa graafinen näkymä, josta palvelimien ja virtuaalikoneiden hallinta voidaan suorittaa. Käyttämällä VMware vCenter -palvelinta voidaan vSpherellä hallita useita VMware ESX- ja VMware ESXi -palvelimia. (VMware 2013b.)

3 VIKASIIETOISUUS

3.1 Yleistä vikasieltoisuudesta

Vikasieltoisuudella tarkoitetaan jonkin järjestelmän tai laitteiston kykyä jatkaa toimintaa vikojen ilmaantuessa, eli tavoitteena on eliminoida niin sanottu Single point of failure. Single point of failurella tarkoitetaan yhtä kriittistä komponenttia, ominaisuutta tai liitännää, joka vikaantuessaan saattaa koko järjestelmän käyttökeltvottomaksi. Tavoitteena on, että kyseinen järjestelmä tai laitteisto on saatavilla mahdollisimman usein. Vikasieltoisuus kulkeekin toiselta nimeltään High availability, eli mahdollisimman suuri käytettävyys. High availability ei rajoitu vain itse laitteisiin ja järjestelmiin, vaan myös niiden toimintaan vaikuttaviin tekijöihin, kuten sähköjärjestelmä. Tässä työssä keskitytään palvelun vikasieltoistamiseen. (Wikipedia 2013a.)

Vikasieltoisuuteen lasketaan myös redundanssi, jonka tavoitteena on estää komponenttien tai toiminnallisuuksien vikaantumisen aiheuttamat haitat. Laitteiston redundanssi saavutetaan lisäämällä haluttuja komponentteja lisää järjestelmään. Palvelimissa redundanssi saavutetaan esimerkiksi lisäämällä yksi tai useampi virtalähde järjestelmään. Yhden virtalähteen vioituessa vara virtalähde hoitaa virransyötön ja palvelin ilmoittaa vikaantuneesta virransyötöstä. (Wikipedia 2014d.)

3.2 Klusteri

Klusteri on kahden tai useamman palvelimen yhdistelmä, jotka ovat yhteydessä toisiinsa niin, että ne muodostavat yhden kokonaisuuden. Palvelimia, jotka muodostavat klusterin, kutsutaan noodeiksi. Klusteroinnin tavoitteena on siirtää haluttu palvelu klusterin noodista toiselle, mikäli toinen noodeista joudutaan huoltamaan tai joutuu virhetilaan. Klusterilla voidaan lisätä myös suorituskykyä jakamalla työtaakka klusterin noodien välillä. (Microsoft 2009b.)

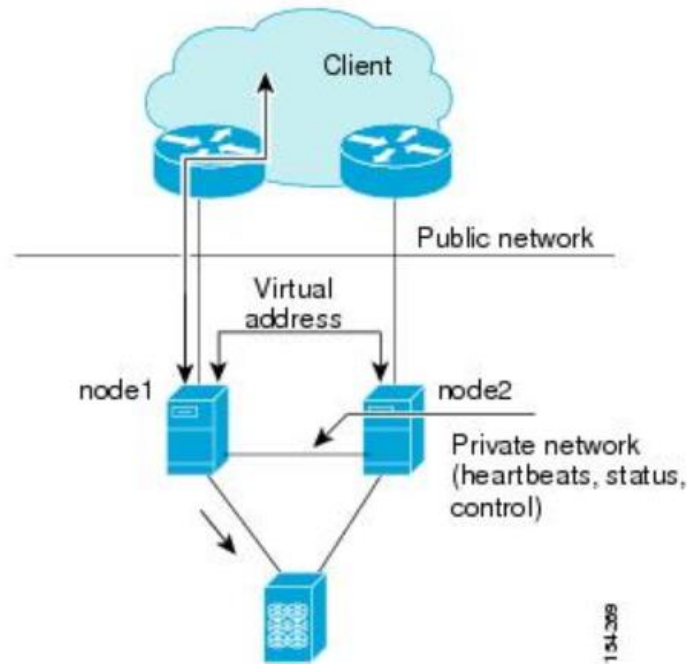
Klusteri voidaan jakaa neljään eri tyyppiin: High availability -klusterin tarkoitus on tarjota palvelu tai palveluita siten, että ne ovat saatavilla mahdollisimman usein. Load balancing -klusteri koordinoi ja jakaa tulevia pyyntöjä

mahdollisimman tehokkaasti jakamalla ne eri reittejä pitkin. Kolmas tapa hyödyntää klusteria on muodostaa klusteri, jossa hyödynnetään kaikkia klusterin koneita yhtäaikaan. Näin voidaan suorittaa huomattavasti enemmän laskuja lyhyemmässä ajassa. Viimeisenä klusterityyppinä on grid computing, jossa tavoitteena on prosessoida töitä pieninä osina. Yksi tietokone ei kykene suoriutumaan tehtävästä yhtä nopeasti kuin useampi pienemmän koneen klusteri, joten työt jaetaan niitten vaatimusten mukaisesti klusteriverkostossa. Tässä työssä keskitytään High availability -klusteriin. (McMahon 2014.)

Palvelinten klusteroinnin voi jakaa kahdeksi eri tapaan: symmetriseen (symmetric cluster) ja epäsymmetriseen (asymmetric cluster). Symmetrisessä klusterissa työtaakka jaetaan klusterin kakkien noodien kesken. Useimmiten kullakin noodilla symmetrisessä klusterissa on asetettu omat ajettavat ohjelmistot. Mikäli yksi noodi putoaa klusterista, jakavat muut noodit sen työtaakan. Useimmiten käytetty symmetrisen klusterin on kuormantasausklusteri. Epäsymmetrisessä klusterissa valmistilapalvelin (standby server) pysyy valmiustilassa siihen asti kunnes noodi, jolla palvelu sillä hetkellä on, häiriöityy. Tyypillisin epäsymmetrisen klusterin on Failover Cluster. (Microsoft 2009b.)

3.2.1 High availability -klusteri

High availability -klusterin tarkoitus on tarjota keskeyttämätön yhteys asiakkaille klusterin palvelulle, vaikka yksi noodeista menettäisi yhteyden verkkoon. High availability -klusteri muodostuu vähintään kahdesta noodista, joilla on yhteinen levymuisti. Palvelun käyttämä data tallennetaan varastolevylle, ja levy on koko ajan jommankumman noodin käytettävissä. Normaalisessa tilanteessa vain toinen noodeista ottaa vastaan asiakkaitten pyyntöjä ja on yhteydessä varastolevylle. High availability -klusteria kutsutaan myös failover-klusteriksi. Kuviossa 4 näkyy hahmotelma yksinkertaisesta High availability -klusterista kahdella noodilla ja yhteisellä varastolevyllä. (Cisco 2008.)



KUVIO 4. High availability -klusterin hahmotelma (Cisco 2008)

High availability -klusteri voidaan jakaa erilaisiin kategorioihin sen mukaan, miten laitteisto on jaettuna: Peilattuja levyjä käyttävä klusteri. Käyttämällä Volume manager -ohjelmistoa luodaan peilatut levyt kaikille klusterin noodeille. Kukin noodi kirjoittaa levyille, jonka se omistaa sekä muille levyille, jotka ovat osana klusteria. Ei mitään jaettuna -klusteri tarkoittaa järjestelyä, missä vain yksi noodi omistaa levyn kerrallaan. Kun kyseinen noodi menee vikatilaan, siirtyy levy toiselle noodille. Jaettu levy -klusterissa kaikilla noodeilla on pääsy samaan levyyn. Lukkomekanismi suojaa levyn korruptoitumisen varalta. Tässä työssä käytetään ei mitään jaettuna -tyyppistä tapaa jakaa levy klusterin noodien välillä. (Cisco 2008.)

3.2.2 Kuormantasauskluusteri

Kuormantasauskluusterin tavoitteena on jakaa työtaakkaa klusterin noodien kesken. Asentamalla haluttu palvelu tai ohjelmisto kaikkiin klusterin noodeihin mahdollistetaan kyseisen palvelun tai ohjelmiston työtaakan jakaminen noodien kesken. Mikäli kyseessä on sama palvelu useammalla noodilla, load balancer (kuormantasaus) -ohjelmisto jakaa pyynnöt käyttäen kyseistä palvelua klusterin

noodien kesken. Jakamalla pyynnöt noodien kesken saavutetaan nopeampi prosessointi ja vasteajan väheneminen asiakkaille. (Microsoft 2009c.)

Kuormantasaajat käyttävät erilaisia algoritmeja verkkoliikenteen ohjaamista varten. Algoritmien tavoitteena on jakaa työkuormaa ja maksimoida kaikkien klusterin noodien käytön. Algoritmeja ovat muun muassa Round-robin (kiertovuorottelu), Weighted round-robin (painotettu kiertovuorottelu), Least-connection (vähiten yhteyksiä) ja Load-based (kuormituksesta riippuva). Round-robin-algoritmi jakaa kuorman tasaisesti klusterin jokaiselle noodille välittämättä sen hetkisistä yhteyksien määrästä ja vasteajasta. Round-robin-algoritmi sopii parhaiten klustereihin, joiden noodeilla on samanlaiset prosessointikyvyt. Weighted round-robin -algoritmi ottaa huomioon klusterin noodien erilaiset prosessointikyvyt. Järjestelmänvalvoja asettaa kullekin noodille klusterissa oman painoarvon, jonka perusteella algoritmi tasaa kuormaa. Least-connection-algoritmi lähettää pyynnöt aina palvelimelle, jolla on vähiten yhteyksiä sillä hetkellä. Load-based-algoritmi jakaa pyynnöt klusterissa senhetkisen prosessointikuorman perusteella. (Microsoft 2009c.)

3.3 Quorum-konfiguraatio

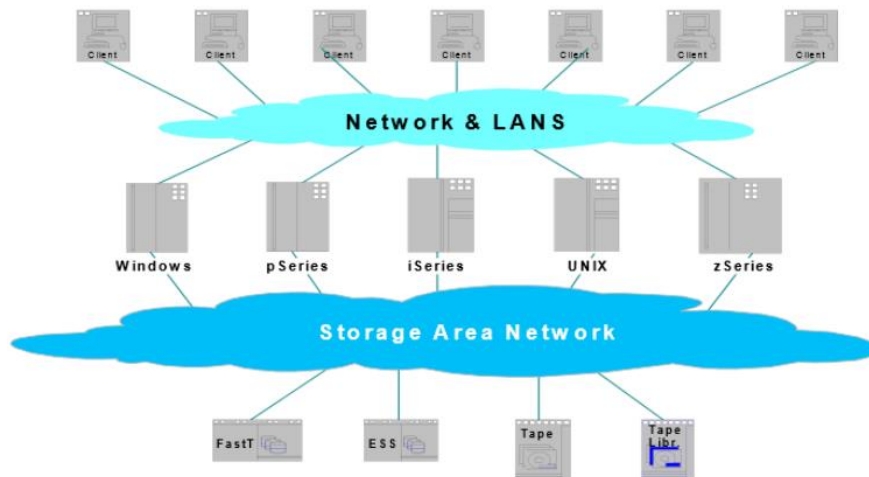
Quorum-levyllä on kaksi käyttötarkoitusta. Klusterissa Quorum-konfiguraatio ratkaisee, kuinka monta virhettä klusterille voi tapahtua ennen kuin se lopettaa toiminnan. Toinen käyttötarkoitus on varastoida klusterin konfiguraatitiedot klusterille yhteisellä levyllä. Levyä kutsutaan niin sanotuksi Disk witness eli levytodistajaksi. (Technet 2014.)

Quorum-konfiguraatioita on neljää eri tyyppiä: Noodienemmistö-konfiguraatio, joka kykenee sietämään puolien miinus yksi noodien vikaantumisen. Noodi- ja levyenemmistö -konfiguraatio, joka kykenee sietämään puolien noodien vikaantumisen, mikäli levytodistaja on päällä. Mikäli levytodistaja ei ole päällä, klusteri kykenee sietämään puolien miinus yksi noodien vikaantumisen. Noodi ja levyjakotodistaja -konfiguraatio käyttää levytodistajan sijaan levyjako-todistajaa. Viimeisenä konfiguraationa on ei enemmistöä, ainoastaan levy -konfiguraatio, joka kykenee sietämään kaikkien paitsi yhden noodien vikaantumisen, mikäli levy

on online-tilassa. Tässä työssä käytetään quorum-konfiguraatiota, jossa on ainoastaan kaksi noodia ja quorum-levy. (Technet 2014.)

3.4 SAN

SAN, eli Storage Area Network, on verkko, jonka päätarkoitus on kuljettaa dataa tietokonejärjestelmien ja levypalvelimien välillä. SAN muodostuu kommunikaatioinfrastruktuurista, joka tarjoaa fyysiset liitännät ja hallintotason. Hallintotaso organisoii yhteydet, levyelementit ja tietokonejärjestelmät siten, että tiedon liikkuminen on toimivaa ja turvallista. Yksinkertaisimmillaan SAN on nopea verkosto, joka yhdistää palvelimet ja levypalvelimet. Kuviossa 5 näkyy, kuinka SAN yhdistää eri palvelimet ja levypalvelimet. (Tate ym. 2012, 11.)



KUVIO 5. SAN:n toiminnallisuus (Tate ym. 2012, 11)

SAN:a käyttämällä voidaan yhdistää useita verkkolevyjä eri palvelimilta yhdeksi levyksi. Tätä toimenpidettä kutsutaan levytilan virtualisoinniksi. Levytilan virtualisoinnilla saavutetaan levytilan helpompi hallinta, levytilan parempi käyttö sekä levytilan parempi saatavuus asiakaspäässä. (Techopedia 2014.)

SAN rakennetaan yleensä Fiber Channel (kuitukanava) protokollan päälle. Fiber Channel on monitasotietoverkko, joka pohjautuu joukkoon American National Standards Institute (ANSI) -standardeihin, jotka määrittävät tietoverkoston rakenteen ja toiminnan. Hyödyntäen kanavan kaltaisia ominaisuuksia kykenevät päätelaitteet näkemään SAN:iin kytketyt levyt ikään kuin ne olisivat suoraan

päätelaitteisiin yhdistetty. Fiber Channel -verkosto voidaan rakentaa käyttämällä kuitua tai kuparia. Kuitu tarjoaa suuremmat siirtonopeudet ja pidemmän kantavuuden kuin kupari. (Tate ym. 2012, 35.)

3.4.1 IBM SVC

IBM SAN Volume Controller (SVC) on IBM System Storage -perheen tuote, joka on tarkoitettu levytilan virtualisointiin. IBM SVC toteuttaa virtualisaation tason kuitukanava verkkoon. Käyttämällä IBM SVC:tä voidaan yhdistää monia itsenäisiä levypalvelin-järjestelmiä yhteiseen käyttöön ja keskittää hallinta yhteen pisteeseen. IBM SVC mahdollistaa datan liikuttamisen eri levypalvelinten välillä vaivattomasti. Volume mirroring (levyjen peilaus) -ominaisuus mahdollistaa kahden kopion levystä säilömisen eri levypalvelinten välillä. (Lovelace ym. 2012, 40.)

IBM SVC sisältää monia ominaisuuksia virtualisointitason hyödyntämiseksi ja parantamiseksi. Näihin lukeutuu Multiple target FlashCopy, Incremental FlashCopy ja reverse FlashCopy. FlashCopyä käytetään useimmiten varmuuskopiointitoimenpiteisiin. Reverse FlashCopy mahdollistaa snapshottien palauttamisen ilman alkuperäisen kopion odottamista mahdollistaen kohde koneen välittömän palauttamisen virheen sattuessa. (Lovelace ym. 2012, 40.)

IBM SVC muodostuu aina vähintään kahdesta noodista, joita kutsutaan I/O-ryhmäksi ja kykenee kahdeksaan noodiin yhdessä klusteroidussa järjestelmässä. Uusimmat SVC-noodit kykenevät toimimaan 8 Gbps nopeudella käyttämällä neljää 8 Gbps valmista host bus adapteria (HBA). SCV-noodi sisältää myös 24 GB välimuistia peilattuna vastapäänoodin kanssa. Lisäämällä klusteroiduista noodeista muodostuvia I/O-ryhmiä järjestelmään voidaan lineaarisesti lisätä järjestelmän tehoa ja kaistanleveyttä. SVC kykenee tukemaan 4:ää I/O-ryhmää, 1024:ää isäntä-palvelinta ja 8192:ta loogista levyä. Tässä työssä käytetään IBM SVC:tä levytilan virtualisoimiseksi, sillä Lahden Tietotekniikalla on jo IBM SVC käyttöön otettuna. (Lovelace ym. 2012, 40 - 41.)

3.4.2 EMC VPLEX

EMC VPLEX on EMC:n levytilan virtualisointiin tarkoitettu tuote, joka julkaistiin toukokuussa 2012. VPLEX sijaitsee palvelimien ja levypalvelimien välissä.

VPLEX-tuoteperhe koostuu kolmesta eri osasta. VPLEX Localin avulla hallitaan datan liikkuvuutta ja käyttöä datakeskuksen sisältä käsin käyttämällä yhtä VPLEX-klusteria. VPLEX Metrolla hallitaan datan liikkuvuutta ja käyttöä kahden VPLEX-klusterin välillä, jotka sijaitsevat eri datakeskuksissa maksimissaan 5 ms viiveen päässä sekä mahdollistaa kahden levyn tahdistetun peilaamisen datakeskusten välillä. VPLEX Geota käytetään yhdistämään kaksi VPLEX-klusteri pitkien tahdistamattomien välimatkojen päästä 50 ms viiveeseen asti. (EMC 2011, 6 - 7.)

VPLEX-järjestelmä muodostuu seuraavista komponenteista: VPLEX-käyttöhallinta-konsolista, yhdestä, kahdesta tai neljästä VPLEX VS2 -moottorista, yhdestä varavirtalähde kutakin moottoria kohden. Järjestelmissä, joissa on enemmän kuin yksi moottori, on myös pari kuitukanava-kytkimiä ja UPS (Uninterruptible Power Supply) yhtä kytkintä kohden. VPLEX Metro- ja Geo-järjestelmät voivat myös sisältää VPLEX Witnessin (Todistaja), joka toteutetaan virtuaalikoneena ja sijoitetaan eri verkostoon kuin VPLEX-klusterit. Todistajaa käytetään parantamaan ohjelmistojen saatavuutta, mikäli klusterien välille tulee ongelmia. VPLEX-käytönhallintakonsoli on yksi palvelin, joka tarjoaa VPLEX-hallinta-käyttöliittymän. (EMC 2011, 7 - 8.)

VPLEX VS2 -moottori muodostuu kahdesta ohjaajasta, vikasietoisista virtalähteistä, tuulettimista, I/O-moduuleista ja hallinto-moduuleista. Ohjaajat käsittelevät I/O-pyyntöt verkon isäntä-koneilta ja ovat vastuussa datan hallinnoimisesta ja tarjoamisesta jakelu-välimuistissa tarjoten virtuaalisen rajapinnan I/O-muunnoksille. VPLEX VS2 -moottorilla on 10 I/O-moduulia, joista viisi on sidottuna yhteen ohjaajaan. Kullakin ohjaajalla on yksi neljän 8 Gbps kuitukanavan I/O-moduulia, joita käytetään yhteyden muodostamiseen SAN:n kanssa. Toista neljän 8 Gbps kuitukanava I/O-moduulia käytetään muodostamaan yhteys levypalvelimiin. Kolmatta I/O-moduulia käytetään klusterien väliseen kommunikointiin. (EMC 2011, 9.)

4 KÄYTTÖJÄRJESTELMÄT

4.1 Windows Server 2008 R2

Windows Server 2008 R2 on Windows Server 2008:n toinen julkaisu, jonka tarkoitus on lisätä ominaisuuksia ja parantaa vanhoja ominaisuuksia. Server 2008 R2 julkaistiin lokakuun 22. päivänä 2009, se käyttää Windows NT 6.1 kerneliä. Server 2008 R2 on ensimmäinen Microsoftin julkaisema 64-bittinen palvelinkäyttöjärjestelmä. Server 2008 R2 suurimpia uudistuksia on virtualisoinnin, käytettävyyden, skaalaavuuden ja web-palveluiden parantaminen. (Wikipedia 2013d.)

Server 2008 R2 parantaa Hyper-V-roolia mahdollistamalla asiakaspäätelaitteiden virtualisoinnin (VDI), dynaamisen levytilan allokoinnin, reaaliaikaisen migraation sekä lisäämällä skaalaavuutta ja redundanssia. Server 2008 R2 parantaa myös Presentation virtualisointia (RDS) mahdollistamalla mahdollisimman saumattoman integraation Windows 7:n asiakas-koneisiin, tarjoten täyden tuen Windows Aerolle ja useammalle näytölle. Applikaatioiden virtualisointia (App-V) parannetaan lisäämällä Remote Desktop Virtualization Host -rooli, joka mahdollistaa täyden pöytäkone-virtualisoinnin. (Microsoft 2009a.)

Käytettävyyttä Server 2008 R2 parantaa uudella Windows PowerShell -versiolla, joka tarjoaa parannellut etäyhteystoiminnot ja sisältyy nyt asennettavana asetuksena Windows Server Corelle. Graafista käytettävyyttä Server 2008 R2 parantaa lisäämällä täyden tuen Server Management -työkalulle etäyhteyden kautta. Myös hallinta-konsolit ovat paremmin integroitua Server Manageriin, joka mahdollistaa etähallinnan. Server 2008 R2 parantaa Active Directoryn, levytilan hallinnan ja tiedostopalvelin käsittelyä. (Microsoft 2009a.)

Server 2008 R2 lisää skaalaavuutta tukemalla vain 64-bittisiä prosessoreita ja 256 loogista prosessoriydintä. Hyper-V-virtuaalikoneet kykenevät hyödyntämään 64 loogista prosessoriydintä yhdestä isäntäkoneesta. Server 2008 R2 kykenee suurempaan työtaakkaan parantamalla levytilan tehokkuutta ja suorituskykyä sekä vähentämällä graafisen käyttöliittymän raskautta. Uudempi versio Hyper-V:stä

mahdollistaa tehokkaammat suorituskyvyn virtuaalikoneille ja vähentää tehonkulutusta. (Microsoft 2009a.)

Server 2008 R2:n mukana tulee Internet Information Services (IIS) 7.5, joka on uusi ja paranneltu versio IIS 7:stä. IIS 7.5 tarjoaa uudet File Transfer Protocol (FTP) -palvelimen, joka tarjoaa yhteensopivuuden Internet Protocol Version 6:n (IPv6) ja Secure Sockets Layerin (SSL) kanssa. (Microsoft 2009a.)

4.1.1 Laitevaatimukset

Windows Server 2008 R2:n minimivaatimukset datacenter- ja standard-versioille ovat vähintään 1,4 GHz:n 64-bittinen prosessori, 512 MB RAM-muistia, 10 GB vapaata levytilaa, näytönohjain, joka kykenee 800 x 600 resoluutioon. Kyseiset laitevaatimukset ovat ehdoton minimi, mikäli laitteistolle aiotaan asentaa Server 2008 R2 -käyttöjärjestelmä. (Techtopia 2011.)

Microsoft on myös julkaissut suositeltavat laitevaatimukset, jotka takaavat paremman toimivuuden. Suositeltaviin laitevaatimuksiin kuuluu 2 GHz:n tai nopeampi prosessori, 2 GB RAM-muistia ja 40 GB vapaata levytilaa. Palvelimen laitteisto vaikuttaa suoraan palvelimen toimintaan sekä siinä toimivien virtuaalikoneiden toimintaan. (Techtopia 2011.)

4.1.2 Versiot ja ominaisuudet

Windows Server 2008 R2 tarjoaa 17 eri roolia ja 42 eri toimintoa. Toimintojen lisääminen ja poistaminen tapahtuu Server Manager -käyttöliittymäkonsolin kautta tai käyttämällä Windows PowerShellia. Server Managerin avulla käynnistetään Initial Configuration Tasks Wizard, jonka avulla voidaan valita asennettavia rooleja tai toimintoja. (Microsoft 2009a.)

Riippuen Server 2008 R2:n versiosta ovat tietyt roolit ja ominaisuudet rajattuja. Eri versioita ovat Datacenter, Itanium, Standard, Foundation, HPC ja Web. Datacenter-versio on optimoitu laajaa virtualisointiympäristöä varten tarjoten rajoittamattoman virtualisoinnin oikeuksien käytön. Datacenter-versio ei sisällä mitään erikseen asetettuja rajoitteita. Itanium-versio on hyvin rajoitettu, ja sen

tarkoitus on tarjota vaihtoehto UNIX-järjestelmää varten. Itanium-versio on tarkoitettu vain palvelimille, jotka toimivat Intel Itanium -arkkitehtuurilla. Standard-versio on tarkoitettu pienemmille infrastruktuureille tarjoten rajoitetut roolit ja ominaisuudet datacenter-versioon verrattuna. Standard-versiossa levypalvelu voi tarjota vain yhden levypalvelujuuren ja etäyhteyksien määrä on rajoitettu 250:een. Foundation-versio tarjoaa tarvittavat ominaisuudet pienyrityksen tarpeita varten tarjoten lähes samat ominaisuudet, kuin standard-versio mutta ei sisällä virtualisointia Hyper-V:n kautta. HPC-versio sisältää vain kaikista olennaisimmat osat Server 2008 R2:sta eli DHCP, DNS, Hyper-V ja www-sovelluspalvelut. Web-versio on nimensä mukaa tarkoitettu vain www-sovelluspalvelua varten. Web-versio tarjoaa ominaisuudet www-sivujen, www-sovellusten ja www-palveluiden tarjoamiseen. (Microsoft 2012a.)

4.2 Windows Server 2012

Windows Server 2012, koodinimeltään ”Windows Server 8”, on Microsoftin kuudes julkaisema Windows Server -tuotekategorian tuote ja samalla ensimmäinen pilvikäyttöjärjestelmä. Kyseessä on palvelinpuolen versio Windows 8:sta, jonka tarkoitus on korvata Windows Server 2008 R2. Server 2012 julkaistiin asiakkaille saatavaksi syyskuun 4. päivä 2012. Server 2012:n käyttöliittymä on hyvin samanlainen, kuin Windows 8:n ja se käyttää samaa Metro UI:ta, joten suurin osa asetuksista löytyy samoista paikoista. (Wikipedia 2014i.)

Windows Server 2012 keskittyy parantamaan palvelinkokonaisuutta tarjoamalla paremmat Hyper-V-virtualisointimahdollisuudet ja mahdollistamalla saumattoman useamman palvelimen hallinnan yhdeltä palvelimelta. Hyper-V-rooli kykenee laajempaan virtualisointiin. Virtuaalikoneet kykenevät hyödyntämään 32 virtuaalista prosessoria ja 1 TB RAM-muistia. Hyper-V-virtuaalikoneiden siirto toisten Hyper-V-palvelimien välillä toimii saumattomasti Server 2012:n avulla, eivätkä palvelimet vaadi mitään muuta yhteistä kuin verkkokaapelin. (Virteva 2012.)

4.2.1 Laitevaatimukset

Minimivaatimukset Windows Server 2012:lle ovat yksi 1,4 GHz:n 64-bittinen prosessori, 2 GB RAM-muistia, 60 GB vapaata levytilaa, näytönohjain, joka kykenee 800 x 600 resoluutioon, verkkokortti ja DVD-asema. Kyseiset vaatimukset ovat ehdottomat minimi Server 2012:n asentamiseen. (Itgeared 2012.)

Microsoft on myös julkaissut suositeltavat laitevaatimukset, joilla taataan Server 2012:n sulava toimivuus. Suositeltaviin laitevaatimukseen kuuluu 3,1 GHz:n moniydin 64-bittinen prosessori, 8 GB RAM-muistia, 160 GB tai enemmän vapaata levytilaa. Palvelimen komponentit vaikuttavat suoraan palvelimen ja sen virtuaalikoneiden toimintaan. (Itgeared 2012.)

4.2.2 Versiot ja ominaisuudet

Windows Server 2012 on vähentänyt eri versioiden määrää, ja versioita on nyt neljä erilaista: Datacenter, Standard, Essentials ja Foundation. Datacenter- ja Standard-versioiden välillä ei ole muuta eroa, kuin maksimi virtuaalikoneiden määrä lisenssiä kohden. Datacenter tarjoaa rajoittamattoman määrän virtuaalikoneita, ja Standard tarjoaa vain kaksi virtuaalikonetta lisenssiä kohden. Erityiskäyttöä varten Windows tarjoaa Essentials- ja Foundation-versiot, joilla ei voi virtualisoida, mutta kykenevät tarjoamaan yksittäisiä palveluita. Essentials-versio tukee 25 käyttäjää palvelimella, jossa on maksimissaan kaksi prosessoria. Foundation-versio tukee maksimissaan 15 käyttäjää palvelimella, jossa on maksimissaan yksi prosessori. (Microsoft 2012b.)

Windows tarjoaa Server 2012 -versioista kaksi vaihtoehtoista asennusta: Server Core installation ja Server with a Graphical User Interface (GUI). Server Core -asennuksen hallinta tapahtuu käyttämällä komentokehotetta, sillä graafiset ominaisuudet puuttuvat täysin. Server with a Graphical User Interface -asennuksella palvelimelle asentuu graafinen käyttöliittymä, jonka avulla palvelinta voidaan hallita helpommin. Kyseinen asennus mahdollistaa kaikkien Server 2012:n ominaisuuksien käytön. Server Core -asennusta suositellaan

käytettäväksi, mikäli halutaan mahdollisimman minimalistinen asennus ja rajoittaa hyökkäyksiltä rajapinta pois. (Technet 2013.)

4.3 Windows Server -käyttöjärjestelmien keskeisimmät roolit

Active Directory Domain Services (AD DS) tarjoaa tietokannan, joka säilöö ja hallinnoi tietoa verkon resursseista, sekä ohjelmistokohtaista tietoa ohjelmistoista, jotka sallivat AD-hallinnon. AD DS:aa voidaan käyttää järjestelmänvalvojen toimesta organisoimaan verkon elementtejä, kuten käyttäjiä, tietokoneita, muita laitteita, hierarkkiseen järjestykseen. Hierarkia muodostuu Active Directory -kannoista, joiden sisällä on toimialueita ja toimialueiden sisällä eri ryhmiä, joita kutsutaan Organization Unit (OU). Palvelinta, joka toimii AD DS -palvelimena, kutsutaan Domain Controlleriksi. (Technet 2007.) Hallintaa voidaan tehostaa käyttämällä Group Policy -ominaisuutta. Group Policylla voidaan määrittää käyttäjille ja laitteille yhtenäiset asetukset. (Technet 2012).

Domain Name System (DNS) on järjestelmä, jonka avulla verkon komponentteja, kuten tietokoneita ja palveluita, voidaan nimetä. DNS nimeämistä käytetään yleisesti TCP/IP -verkoissa paikantamaan tietokoneita ja palveluita käyttämällä helposti tunnistettavia nimiä. Kun käyttäjä hakee DNS-nimen avulla jotain palvelua, DNS-palvelu selvittää kyseisen DNS-nimen IP-osoitteen ja ohjaa verkkoliikenteen sinne. (Technet 2014a.)

Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) on protokolla, joka tarjoaa automaattisesti Internet Protocol (IP) -osoitteen, aliverkon maskin ja oletus yhdyskäytävän verkossa oleville laitteille. Jokainen Windows-käyttöjärjestelmä sisältää DHCP-palvelun. DHCP-palvelua tarvitaan antamaan verkon laitteille automaattisesti IP-osoitteet, joilla laitteet voidaan tunnistaa verkossa. Ilman DHCP-palvelua laitteen siirtyessä toiseen aliverkkoon, jouduttaisiin IP-osoite vaihtamaan manuaalisesti. DHCP-palvelin hallinnoi IP-osoitealiverkostoja ja jakaa IP-osoitteita kaikille asiakkaille heidän yhdistyessä verkkoon, mikäli laitteella on DHCP-palvelu päällä. (Technet 2014b.)

Print and Document Services -palvelu mahdollistaa tulostimien jakamisen verkossa sekä keskittämään tulostinpalvelimen ja verkkotulostimien

hallinnoinnin käyttämällä Print Management -työkalua. Print Management -työkalu auttaa valvomaan tulostimien jonojen tilannetta sekä tarjoaa tietoa, mikäli jokin tulostin ei toimi. Print Management -työkalu mahdollistaa myös tulostinpalvelinten migraation ja verkkotulostimien jakamisen käyttämällä Group Policya. (Technet 2008.)

4.4 Linux-käyttöjärjestelmä

Linux-käyttöjärjestelmä muodostuu kahdesta elementistä: Linux-ytimeistä eli kernelistä ja GNU (GNU's Not Unix) -käyttöjärjestelmästä. Kernel on ohjelmisto, jonka avulla järjestelmä sijoittaa tietokoneen resursseja muille ohjelmille käytettäväksi. Kernel yksinään ei kykene toimintaan mutta yhdistettynä GNU-käyttöjärjestelmään muodostuu kokonaisuus. Tätä kokonaisuutta kutsutaan nimellä GNU/Linux, joka yleisemmin tunnetaan pelkkänä Linuxina. (Stallman 2014.)

Linux pohjautuu avoimeen lähdekoodiin, jota voi muokata kuka tahansa, joka kuuluu GNU General Public -lisenssin alle. Linux kehitettiin alun perin ilmaiseksi käyttöjärjestelmäksi Intel x86 -arkkitehtuurin tietokoneille. Se on kuitenkin levinnyt suurempaan suosioon ja on johtava palvelinkäyttöjärjestelmä. Linux on myös levinnyt sulautettujen järjestelmien käyttöön älypuhelimissa, tableteissa ja reitittimissä. Suosittu mobiililaitte android-käyttöjärjestelmä pohjautuu Linux-kerneliin. (Wikipedia 2014f.)

Linux muodostuu jakelupaketeista (Linux distribution), joita on erikseen palvelin- ja työpöytäkäyttöön. Jakelupaketteja on olemassa ilmaisia ja kaupallisia versioita. Yleisimmät käytössä olevat jakelupaketit ovat Debian ja siihen pohjautuvat jakelut, kuten Ubuntu, Fedora ja siihen pohjautuvat jakelut, kuten kaupallinen Red Hat Enterprise Linux, OpenSUSE ja siihen pohjautuva kaupallinen SUSE Linux Enterprise Server. Palvelin- ja työpöytäjakelupaketit eroavat toisistaan graafisessa käyttöliittymässä. Työpöytäjakelupaketit käyttävät X11:ta tai Waylandia ikkunointijärjestelmänä ja sisältävät työpöytäympäristön GNOME:lla tai KDE Software Compilationilla toteutettuna. Palvelinjakelupaketeista saattaa puuttua kokonaan graafinen käyttöliittymä ja hallinta tapahtuu muiden ohjelmistojen kautta. (Wikipedia 2014f.)

4.4.1 Linux-käyttöjärjestelmän historia

1991 Helsingin yliopiston opiskelija Linus Torvalds aloitti projektin, joka myöhemmin muodostui Linux kerneliksi. Torvalds kirjoitti ohjelman nimenomaan laitteistolle, joka hänellä oli käytössä. Tavoitteena oli käyttää tietokoneen ominaisuuksia 80386-prosessorilla. Ohjelman kehitys tapahtui käyttämällä MINIX- ja GNU C -kääntäjää. Elokuun 25. päivä vuonna 1991 Torvalds julkaisi ryhmäviestin, jossa kertoi kehittäneensä ilmaisen käyttöjärjestelmän. (Wikipedia 2014d)

Torvalds julkaisi ensimmäisen Linux kernelin 0.01-version oman lisenssinsä alla. 1992 Torvalds ehdotti, että Linux kerneli julkaistaisiin GNU GPL -lisenssin alaisena. Joulukuussa 1992 Torvalds julkaisi version 0.99 GNU GPL -lisenssillä. GNU GPL -lisenssin alaisena Linuxin kehitys nousi kasvuun ja vuonna 1993 jo 100 kehittäjää työskenteli Linux kernelin ympärillä. Samana vuonna julkaistiin vanhin tähän päivään selvinnyt Linux-jakelu nimeltä Slackware. Myös Debian sai alkunsa samana vuonna. Vuonna 1994 Torvalds julkaisee version 1.0 Linuxista. Myös Red Hat ja SUSE julkaisevat ensimmäiset 1.0-versiot omista Linux jakeluistaan. Vuonna 1996 Torvalds julkaisee Linux-version 2.0, joka kykenee palvelemaan useampaa prosessoria yhtä aikaa. Vuonna 2011 julkaistaan Linux -versio 3.0. Uusin Linux-versio tämän kirjoitushetkellä on 3.13. (Wikipedia 2014d)

4.4.2 Debian ja Fedora

Debian on käyttöjärjestelmä, joka käyttää joko Linux kerneliä tai FreeBSD kerneliä. Debian on yksi suosituimmista Linux-jakeluista yksityiseen ja kaupalliseen palvelinkäyttöön. Debian julkaistiin ensimmäistä kertaa elokuussa 1993 Ian Murdockin toimesta. Debian tarjoaa laajan skaalan erilaisia työpöytäympäristövaihtoehtoja, kuten GNOME, KDE Plasma Workspaces, Xfce ja LXDE. Debian on yhteydessä pakettivarastoihin, joilla on yli 37500 eri ohjelmistopakettia tarjolla. Debian sisältää mukanaan laajan ohjelmistovalikoiman, johon kuuluvat muun muassa LibreOffice, Iceweasel, Evolution mail ja CD/DVD -kirjoitusohjelmisto. Debian tunnetaan parhaiten sen tarjoamasta vakaudesta ja tietoturvallisuudesta. Uusista paketeista voidaan

julkaista epävakaita (unstable) tai vakaita (stable) versioista. Epävakaat paketit siirtyvät automaattisesti tietyn ajan jälkeen testausjulkaisuun, mikäli epävakaasta paketista ei ole löytynyt vakavia vikoja. Paketin oltua testausjulkaisussa jonkin aikaa siirtyy se vakaaksi versioksi. (Wikipedia 2014b).

Fedora on RPM-paketinhallintaohjelmistoon perustuva kokoelma ohjelmistoja, joka sisältää Linux kerneliin perustuvan käyttöjärjestelmän. Fedoran on kehittänyt yhteisön tukema Fedora-projekti ja omistusoikeus kuuluu Red Hatille. Fedora-projekti syntyi vuonna 2003, kun Red Hat Linux lakkautettiin. Red Hat Enterprise Linuxista tuli Red Hat -yhtiön ainoa tukema käyttöjärjestelmä, jättäen Fedoran yhteisölle vapaaksi. Kaupallinen Red Hat Enterprise Linux pohjautuu Fedoran julkaisuihin. Fedoran mukana tulee laaja ohjelmistovalikoima, joihin kuuluu muun muassa LibreOffice, Firefox ja Empathy. Lisäohjelmistoja voidaan ladata käyttämällä Fedoran pakettivarastoa. Oletustyöpöytäympäristö Fedorassa on GNOME shell Fedora versiosta 15 lähtien. Muita työpöytäympäristöjä, kuten KDE Plasma Workspaces ja Xfce, on saatavilla käyttämällä Fedoran pakettivarastoja. (Wikipedia 2014c.)

5 VIKASIETOISEN TULOSTINPALVELIMEN SUUNNITTELU

Lahden kaupungilla on verkossaan käytössä noin 400 verkkotulostinta. Verkkotulostimet on sijoitettu neljälle eri tulostinpalvelimelle: Lahtip01, jonka käyttöjärjestelmä on Server 2003 R2. Lahtip01-tulostinpalvelin sisältää suurimman osan Lahden kaupungin verkkotulostimista 32-bitin ajureilla. Lahtip01x64-tulostinpalvelimen käyttöjärjestelmä on Server 2008 R2, ja se sisältää samat tulostimet kuin Lahtip01-tulostinpalvelin mutta 64-bitin ajureilla. Sivistysp01-tulostinpalvelimen käyttöjärjestelmä on Server 2003 R2, ja se sisältää kaikki sivistystoimialan tulostimet 32- ja 64-bit ajureilla. Neljäntenä tulostinpalvelimena on FollowMe, jonka käyttöjärjestelmä on Server 2008 R2. FollowMe sisältää Konica Minolta PageScope Enterprise Suiten, joka mahdollistaa tulostuksen AD-autentikoinnin ja monipistetulostuksen. FollowMe-palvelimella on ainoastaan Lahden Tietotekniikan tiloissa käytettävät tulostimet. Kaikki neljä palvelinta sijaitsee samalla VMware ESXi -palvelimella virtuaalipalvelimina.

Tavoitteena oli tulostinjonojen yhdistäminen neljältä olemassa olevalta tulostinpalvelimelta, yhdelle virtualisoidulle tulostinpalvelinklusterille. Kriteerit, jotka määrittivät uuden tulostinpalvelimen suunnittelun, olivat seuraavat:

- se olisi virtualisoitu
- se olisi vikasietoinen
- yhdistäisi tulostusjonot.

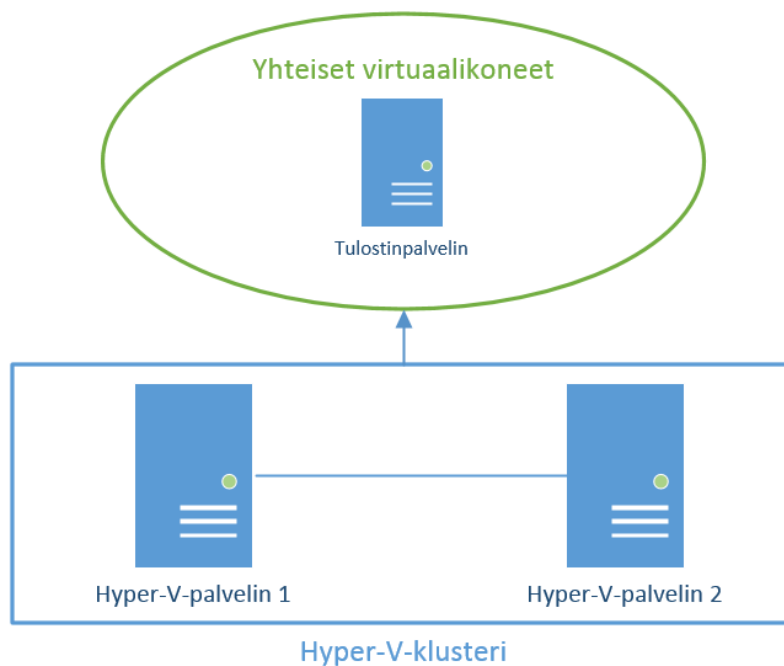
5.1 Virtualistointialustan valitseminen

5.1.1 Microsoft Hyper-V

Hyper-V-palvelin vaatii toimiakseen yhden fyysisen palvelimen. Ongelmaksi kyseisen alustan valitsemisessa osoittautui sen vaatimukset klusteroitua tulostinpalvelintä kohden. Riippuen mitä käyttöjärjestelmää käytetään Hyper-V-palvelimen rakentamiseen, muuttuu virtuaalikoneiden kyky hyödyntää fyysisen palvelimen laitteistoa. Tulostinpalvelimen suhteen kuitenkin tarvittava prosessointiteho ja RAM-muistin määrä eivät olisi aiheuttaneet ongelmia, vaikka

olisi käytetty vanhempaa Windows Server 2008 R2 -alustaa uudemman Server 2012:n sijaan.

Klusteroitua tulostinpalvelinta varten Hyper-V vaatii kaksi fyysistä palvelinta, joihin molempiin asennetaan Hyper-V-palvelu. Tämän jälkeen palvelimet klusteroidaan ja niille luodaan yhteinen virtuaalipalvelin, joka toimii tulostinpalvelimena. Kuviossa 6 näkyy hahmotelma suunnitellusta verkosta Hyper-V:llä toteutettuna.



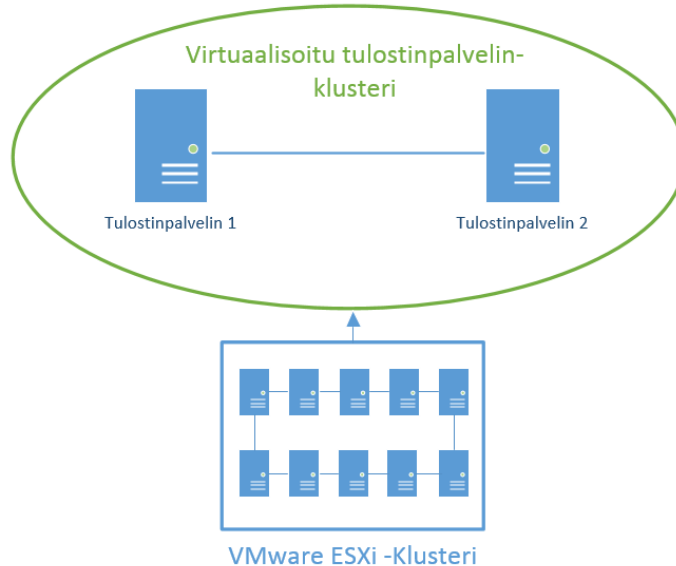
KUVIO 6. Hahmotelma Hyper-V:llä suunnitellusta tulostinpalvelimesta

5.1.2 VMware ESXi

VMware ESXi on lisenssilainainen ohjelmisto, joka Lahden Tietotekniikalla on ollut käytössä jo pidemmän aikaa. Koska VMware ESXi on jo asennettuna Lahden kaupungille, ei sitä tarvitse tämän työn ohella asentaa. ESXi on Lahden kaupungilla käytössä 10 fyysisen palvelimen klusterina.

VMware ESXi -palvelimelle luodaan kaksi virtuaalipalvelinta ja asennetaan molempiin tulostuspalvelu. Tämän jälkeen klusteroidaan kyseiset virtuaalipalvelimet ja asetetaan tulostuspalvelu yhteiseksi palveluksi. Kyseinen klusteri-konfiguraatio voidaan toteuttaa käyttämällä Server 2008 R2:ta tai

Linuxia, mutta ei käyttämällä Server 2012:ta, sillä Server 2012-tulostinpalvelinklusteri vaatii toimiakseen Hyper-V:tä. Kuviossa 7 näkyy hahmotelma tulostinpalvelimen suunnittelusta VMware ESXi:llä toteutettuna.



KUVIO 7. Hahmotelma VMware ESXi:llä suunnitellusta tulostinpalvelimesta

TAULUKKO 1. ESXi:n ja Hyper-v:n vertailu

	VMware ESXi	Microsoft Hyper-V
Max RAM / VM	1 TB	64 GB
Max RAM / host	2 TB	4 TB
Max CPU määrä / VM	64	64
Max CPU määrä / host	320	320
Max HDD määrä / VM	62 TB	64 TB
Max virtuaalista NIC / VM	10	12
Max fyysistä NIC / host	32	Unlimited
Max VM / host	512	1021

Kuten taulukossa 1 suoritettua vertailusta näkee, VMware ESXi 5.5 ja Microsoft Hyper-V:n uusien versio kykenevät hyvin laajaan virtualisointiin. Suurimpana erona on Microsoft Hyper-V:n maksimi virtuaalikoneitten määrä per palvelin. Lahden Tietotekniikalla ei ollut kahta vapaata fyysistä palvelinta, joihin olisi voitu asentaa Microsoft Hyper-V, joten alustaksi valittiin jo käyttöönotettu VMware ESXi -palvelinklusteri.

5.2 Palvelinkäyttöjärjestelmän valitseminen

5.2.1 Windows Server 2008 R2

Server 2008 R2 oli vaihtoehto, josta löytyi kaikista eniten kokemusta ja tietoa. Suurin osa uusista palvelimista Lahden Tietotekniikalla luodaan käyttämällä Server 2008 R2 -käyttöjärjestelmää. Kyseiselle käyttöjärjestelmälle löytyy eniten tukea niin internetistä kuin tukihenkilöiltä.

Server 2008 R2 klusteri on helppo luoda eikä vaadi toimiakseen erityisiä vaatimuksia, kuten useampaa fyysistä palvelinta. Klusterointi toimisi käyttämällä Failover Clustering -toimintoa ja asettamalla tulostinpalvelu jaettavaksi palveluksi. Tämä luo tulostuspalvelusta vikasietoisen palvelun, joka vaihtaa noodia klusterissa, mikäli päänoodille tapahtuu jotain.

5.2.2 Windows Server 2012

Windows Server 2012 on vieläkin uusi tulokas Lahden Tietotekniikalle, eikä tuotannossa ole palvelimia, jotka käyttäisivät kyseistä käyttöjärjestelmää. Joitakin testiverkostoja on luotu käyttämällä kyseistä käyttöjärjestelmää, mutta huonot puolet ja vielä vaillinainen tuki ovat ajaneet vaihtamaan Server 2008 R2:een.

Tulostinpalvelinklusterin rakentaminen Server 2012:sta vaatii Hyper-V-klusterin. Hyper-V-klusterille luodaan yhteinen virtuaalikone, jolle asennetaan tulostuspalvelu. Koska Hyper-V on hypervisor, käyttää se vikasietoisuuden muodostamiseen fyysisen palvelinraudan toiminnan tarkkailua. Ongelmaksi muodostuu, kun muodostetaan Hyper-V-klusteri toisen hypervisorin sisälle. Tässä tapauksessa VMware ESXi. Hyper-V-klusterin hyöty menetetään, jos se luodaan toisen hypervisorin sisälle.

5.2.3 Linux

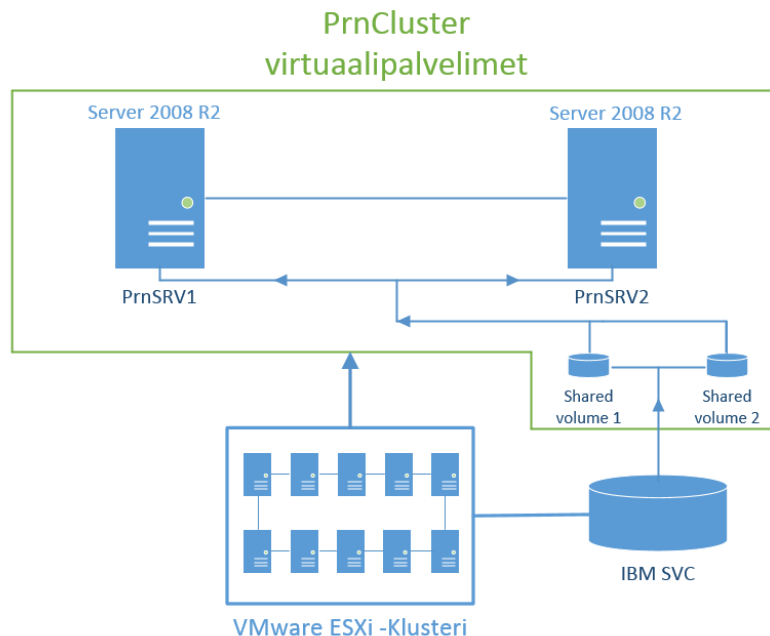
Linux-vaihtoehtoja oli monia. Kaupalliselta puolelta löytyy Red Hat ja ilmaiselta puolelta puolestaan Debian ja Ubuntu. Tulostinpalvelin olisi voitu toteuttaa käyttämällä Linuxin CUPS- tai LPRng-palveluita. Red Hat Linuxilla olisi voitu

toteuttaa virtualisoitu tulostinpalvelin käyttämällä Red Hatin omaa High Availability add-on:a asettamaan CUPS tai LPRng vikasietoiseksi. Käyttämällä Debiania tai Ubuntuä olisi voitu samalla lailla muodostaa kahden palvelimen välille CUPS tai LPRng vikasietoiseksi.

Linux-vaihtoehto hylättiin vedoten sen vaatimaan erikoisosaamiseen takia. Server 2012 hylättiin, koska se vaati toimiakseen kaksi fyysistä palvelinta. Lopuksi jäljelle jäi Server 2008 R2, joka sopi parhaiten vaatimuksiin.

5.3 Vikasietoisuus

Vikasietoisuuden toteuttamiseksi muodostettiin kahden palvelimen klusteri käyttämällä Server 2008 R2 -palvelinkäyttöjärjestelmässä olevaa Failover Cluster -toimintoa. Mikäli palvelin, jolla tulostinpalvelin sillä hetkellä on, kaatuu, siirtyy tulostinpalvelu automaattisesti toiselle klusterin virtuaalipalvelimelle. Klusteria varten tarvittiin molemmille palvelimille jaettu levypalvelin. Levypalvelimena toimii Lahden kaupungille jo asennettu IBM System Storage SAN Volume Controller (IBM SVC). Kuviossa 8 näkyy suunniteltu toteutus vikasietoiselle tulostinpalvelinklusterille.



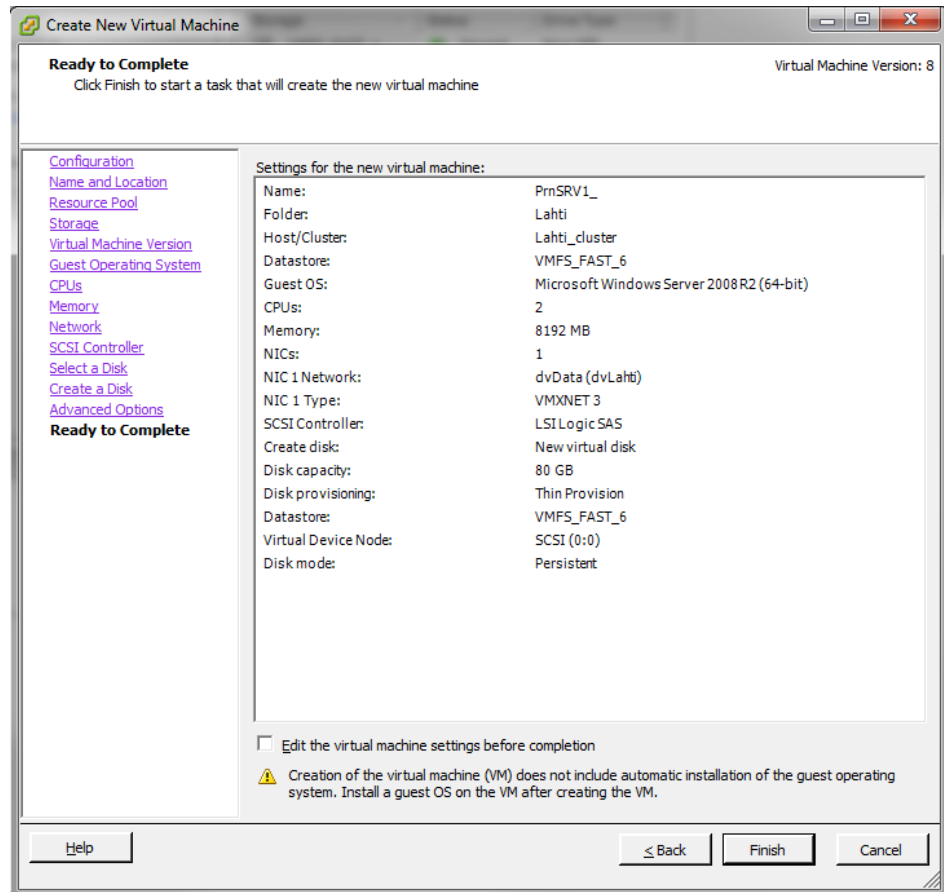
KUVIO 8. Lopullinen virtualisoidun tulostuspalvelinklusterin suunnitelma

Klusteri on mallia High availability -klusteri, joten toinen noodi toimii aina varanoodina odottamassa, että päänoodille tapahtuu jotain. Koska virtuaalikoneet sijaitsevat ESXi-klusterissa, ei yhden ESXi-palvelimen kaatuminen aiheuta klusteroidun tulostinpalvelun vikaantumista. Mikäli virtuaalikoneet sijaitsivat ESXi-palvelimella, joka petti, siirtyvät ne automaattisesti toiselle noodille ESXi-klusterissa.

6 TULOSTINPALVELINKLUSTERIN TOTEUTUS

6.1 Virtuaalikoneiden ja käyttöjärjestelmän asentaminen

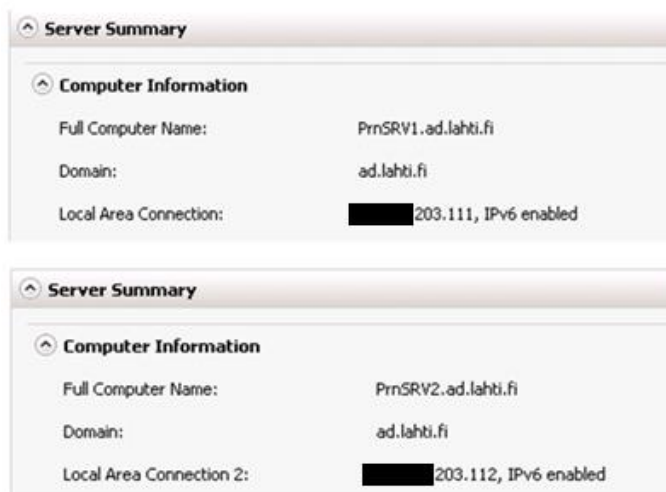
Virtuaalikoneita asennettiin kaksi kappaletta tulostinpalvelinklusteria varten. Ensimmäinen virtuaalikone asennettiin seuraavalla tavalla: Valikosta valitaan Create New Virtual Machine ja ensimmäiseltä välilehdeltä valittiin ”Custom”-asetus, jotta voidaan tarkemmin määrittää virtuaalikoneen asetukset. Nimeksi virtuaalikoneelle annettiin PrnSRV1 ja sijoitettiin se Lahti-kansion alle. Virtuaalikoneen sijainniksi valittiin Lahti_cluster-palvelin. ”Storage”-välilehdeltä valittiin VMPS_FAST_6-levypinta. Versioksi virtuaalikoneelle valittiin uusin eli 8. Käyttöjärjestelmäksi valittiin jo aikaisemmin valittu Windows Server 2008 R2 64-bit. Ytimiä virtuaalikoneelle annettiin 2 ja RAM-muistia 8 GB. Verkkokorttien määräksi asetettiin yksi ja asetettiin se kuulumaan Lahden verkkoon, eli VMXNET 3. SCSI-ohjaimeksi asetettiin LSI Logic SAS ja luotiin uusi virtuaalinen kovalevy valitsemalla ”Create a new virtual disk”. Levyn kooksi valittiin 80 GB ja Disk Provisioning tyypiltään ”Thin Provision”. Viimeiset asetukset jätetään oletusasetuksille. Klusterin toinen kone luotiin toistamalla sama prosessi uudelleen mutta vaihtamalla nimeksi PrnSRV2. Kuviossa 9 näkyy PrnSRV1-virtuaalikoneen luontiasetukset.



KUVIO 9. Virtuaalikoneiden asetukset

Windows Server 2008 R2 asennettiin molemmille virtuaalikoneille.

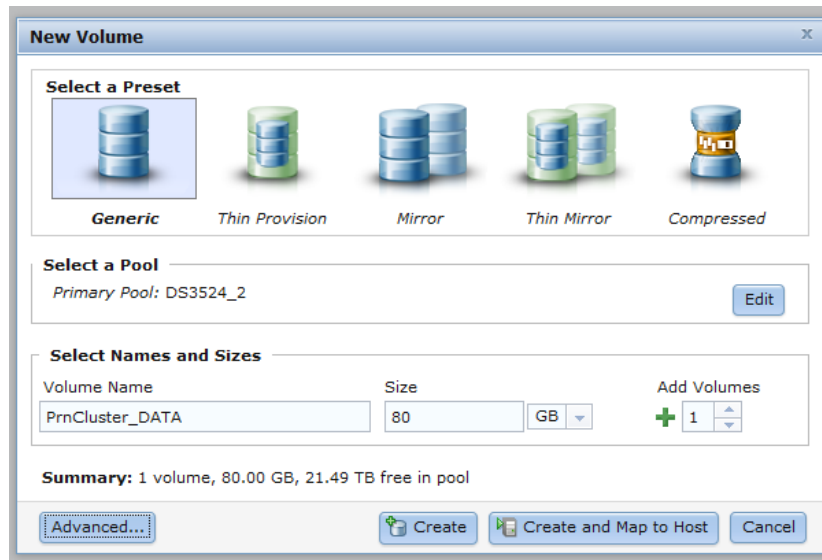
Käyttöjärjestelmän asentamisen jälkeen palvelimille annettiin IP-osoitteet xxx.xxx.203.11 ja toiselle palvelimelle xxx.xx.203.12. Molemmat koneet liitettiin Lahden AD-domainiin ad.lahti.fi. Kuoviassa 10 näkyy koneiden verkkoasetukset.



KUVIO 10. Palvelimien verkkoasetukset

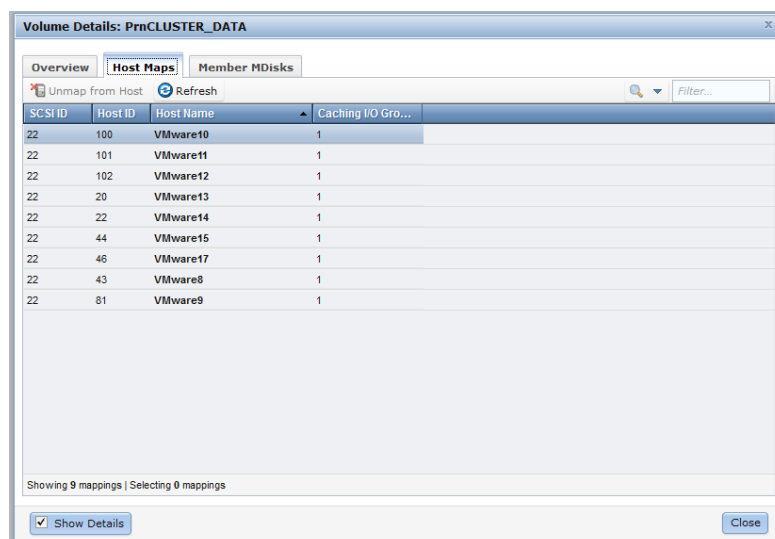
6.2 Cluster Shared Storagen asentaminen ja osoitus

Klusteria varten virtuaalipalvelimet vaativat yhteisen levyn. Käyttämällä IBM SVC:tä luodaan ensimmäinen yhteinen levy. Valitaan valikosta New Volume ja valitaan tyypiksi ”Generic” ja valitaan käytettäväksi levypalvelimeksi DS3524_2. Nimeksi levyille annetaan PrnCluster_DATA ja kooksi määritetään 80 GB. Lopuksi painetaan Create-painiketta. (Kuvio 11.) Toistamalla sama prosessi mutta vaihtamalla nimeksi PrnCluster_Quorum ja kooksi 2 GB luodaan toinen levy klusteria varten. Quorum-levyä käytetään tässä klusterissa säilömään tulostuspalvelun konfiguraatio-tietoja yhteisellä levyllä, jossa ne ovat molempien klusterin osapuolien käytettävissä. Koska klusterissa on vain kaksi osallistujaa, ei quorumin todistusominaisuuksia tarvita.



KUVIO 11. Klusterin DATA-levyn luominen IBM SVC:n avulla

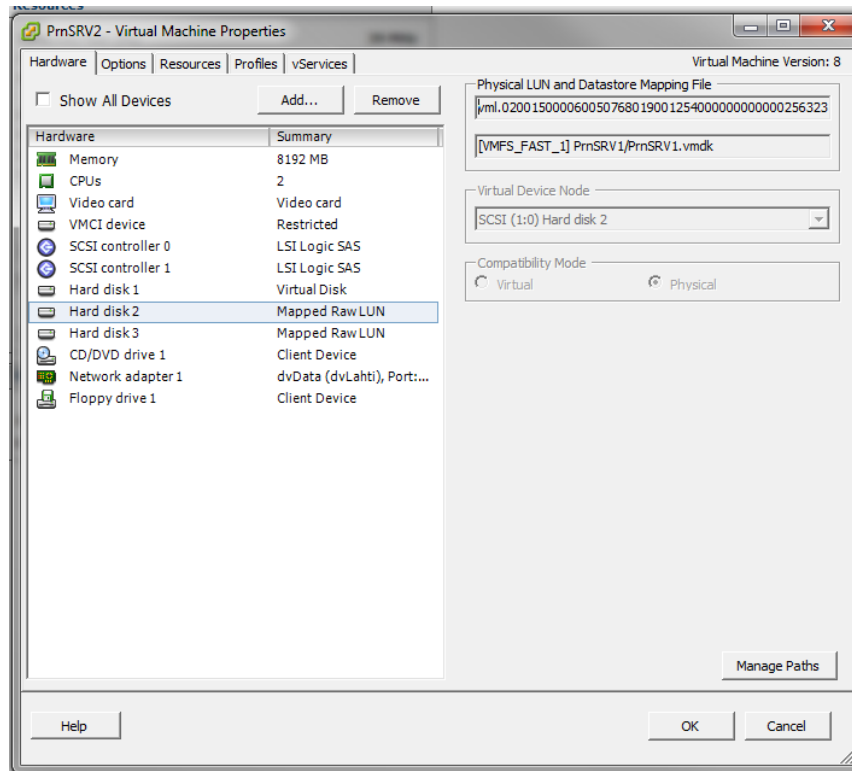
Jotta levyt voitaisiin osoittaa virtuaalipalvelimille, täytyy niiden LUN:ien SCSI ID:n olla samat kaikille osoitettaville isännille. Mikäli LUN ei ole sama, ei sitä pysty osoittamaan virtuaalipalvelimille. (Kuvio 12.)



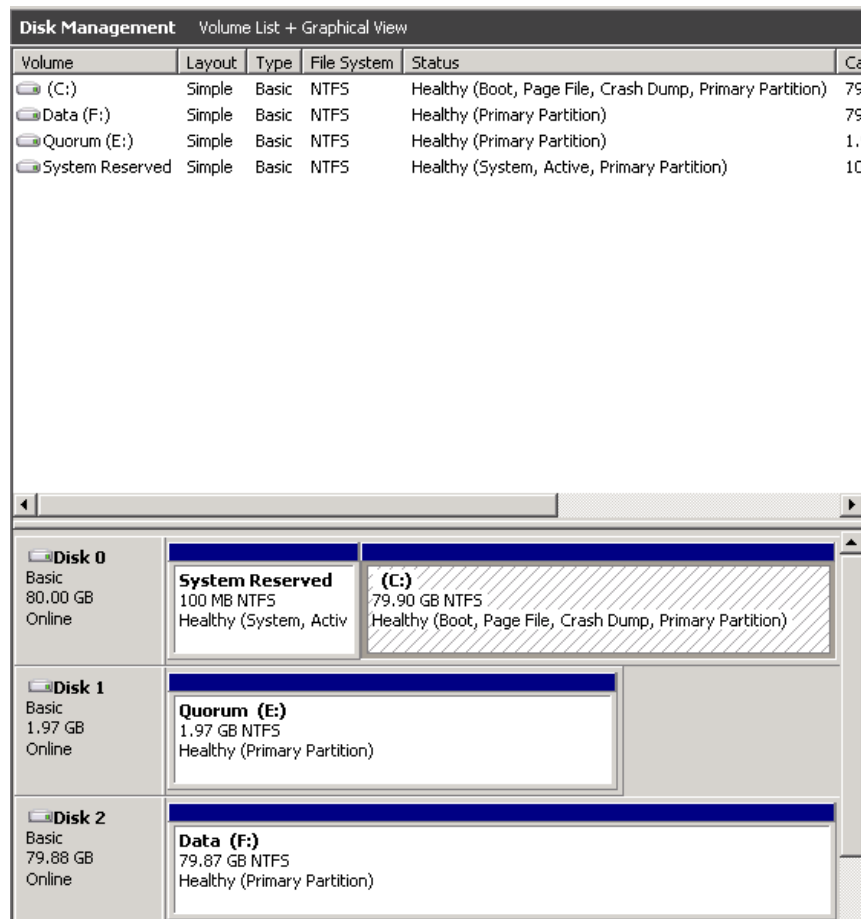
KUVIO 12. SCSI ID:n tarkistaminen levyjen osoittamista varten

Levyt osoitettiin virtuaalikoneille käyttämällä vSphere-ohjelmistoa seuraavanlaisesti: Valitaan valikosta Add Storage ja valitaan ”Disk/LUN” vaihtoehto. Device Type -kohdasta valitaan Hard Disk valitaan kohta ”Raw Device Mapping” juuri luotuja SAN-levyjä varten. Osoituksen jälkeen levystä on luotu virtuaalinen kovalevy, joka voidaan nyt osoittaa suoraan toiselle klusterin

virtuaalipalvelimista. Mikäli sama prosessi toistettaisiin, ei toinen virtuaalipalvelin osaisi käyttää samaa levyä, sillä levyillä olisi eri Datastore Mapping File. Kuviossa 13 näkyy virtuaalipalvelimen asetukset levyjen osoittamisen jälkeen. Levyjen osoittamisen jälkeen molemmissa koneissa näkyy nyt Data- ja Quorum-levyt. (Kuvio 14.)



KUVIO 13. SAN-levyjen osoittaminen virtuaalipalvelimille

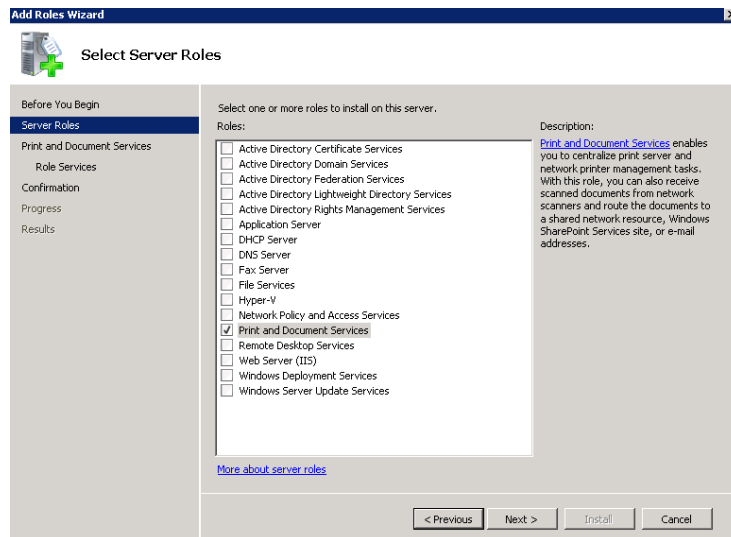


KUVIO 14. Näkymä PrnSRV1:llä levyjen osoittamisen jälkeen

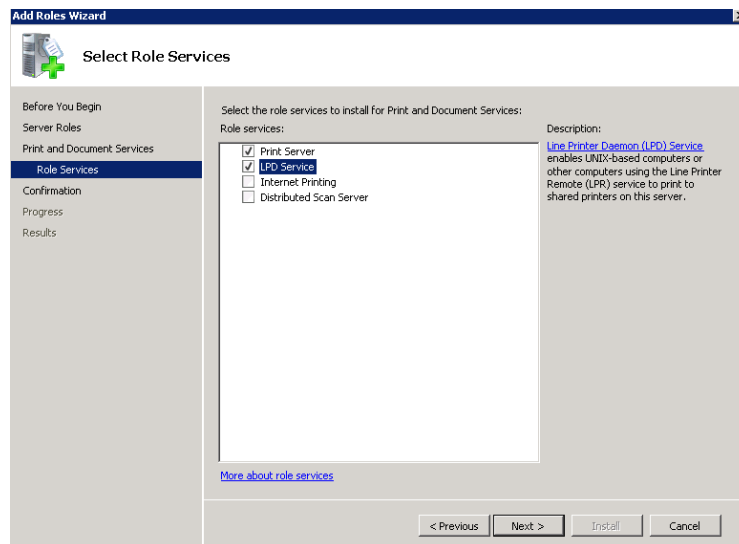
6.3 Tulostuspalvelun asentaminen

Ennen klusterin muodostamista molemmille virtuaalipalvelimille asennetaan Print Server -rooli. Kyseinen rooli luo palvelimelle niin sanotun print spoolerin, jonne kerätään kaikki palvelimelle saapuvat tulostukset. Spooler vastaa siitä, että tulostukset ohjataan oikealle tulostimelle palvelimella. Asentamalla rooli molempiin virtuaalipalvelimiin mahdollistetaan kyseisen palvelun toiminta klusterissa.

Tulostinpalvelin-rooli asennettiin käyttämällä Add Roles Wizardia ja valitsemalla ”Print and Document Services” Server Roles -kohdasta. Roolin palveluiksi valittiin Print Server ja LPD Server. LPD Server valittiin, jotta voidaan tulostaa Linux-työasemista. Kuvioissa 15 ja 16 näkyy tulostinpalvelu-roolin asennus.



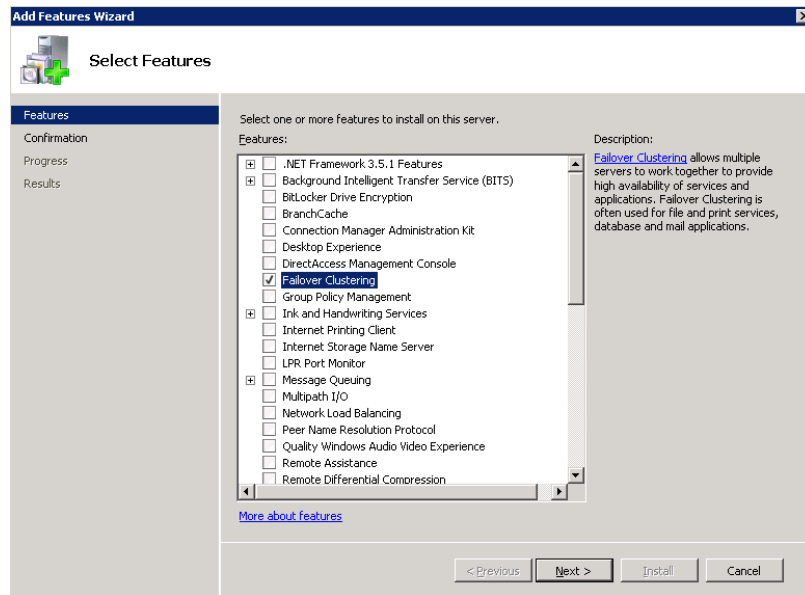
KUVIO 15. Tulostuspalvelun asentaminen virtuaalipalvelimelle



KUVIO 16. Tulostuspalvelun asetusten määrittäminen

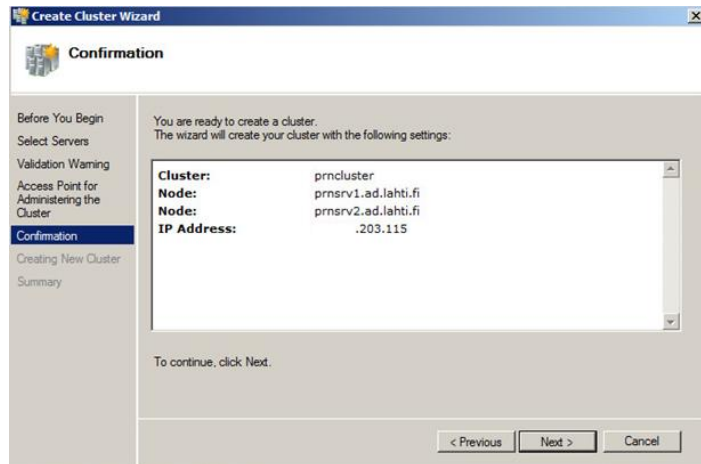
6.4 Klusterin muodostaminen

Klusterin muodostamista varten molemmille virtuaalipalvelimille tuli asentaa Failover Clustering -toiminto. Toiminnon asentamiseksi valittiin valikosta Add Features, joka käynnisti Add Features Wizardin. Features-välilehdeltä valittiin Failover Clustering, kuten kuviossa 17 näkyy. Tämä asensi koneelle Failover Clusteringia varten tarvittavat ylläpitotyökalut.



KUVIO 17. Failover Clustering -toiminnon asentaminen

Käynnistämällä Failover Cluster Management -työkalu luodaan klusteri seuraavalla tavalla: Valitaan halutuiksi klusteroitaviksi palvelimiksi prnsrv1.ad.lahti.fi ja prnsrv2.ad.lahti.fi. Testing Options -välilehdeltä valitaan oletustesti ja suoritetaan testi. Testin jälkeen muodostetaan klusteri jättämällä valinta kohtaan ”Create cluster now”. Tämä käynnistää Create Cluster Wizardin. Select Servers -välilehdellä on automaattisesti jo valitut palvelimet. Validation Warning -välilehdellä valitaan ”No”-vaihtoehto ja siirrytään seuraavaan välilehteen, jossa määritetään klusterin nimi ja IP-osoite. Nimeksi klusterille annetaan prncluster, aliverkoksi xxx.xxx.202.0/23 ja IP-osoitteeksi xxx.xxx.203.115. Create Cluster Wizard huomaa automaattisesti Data- ja Quorum-levyt ja osoittaa ne Cluster Shared Volumeksi. Painamalla ”Next” Confirmation-välilehdellä luodaan klusteri valmiiksi. Kuviossa 18 näkyy klusterin luonti-asetukset.



KUVIO 18. Klusterin asetukset

Klusterin kelpuutusreportissa voi tulla tiettyjä varoituksia riippuen minkälaiset oikeudet klusterin tekijällä on ja onko klusteri virtualisoitu. Kuviossa 19 ja 20 näkyvät virheet, jotka syntyivät prncluster-klusteria luotaessa. Kuviossa 19 näkyvä virhe johtuu siitä, että kyseessä on virtuaalikone. Todellisuudessa VMware ESXi -palvelimessa on neljä liitäntää sisäverkkoon. Kuviossa 20 näkyvä virhe johtuu siitä, että klusteri luotiin käyttämällä paikallista järjestelmänvalvojan tunnusta, jolla ei ollut oikeuksia AD-tietokantaan. Klusteri saatiin kuitenkin luotua luomalla jo valmiiksi AD-tietokantaan klusteria varten palvelin. Kuvassa 21 näkyy valmis prncluster.

Validate Network Communication

Validate that servers can communicate, with acceptable latency, on all networks.

Validating that servers can communicate, with acceptable latency, on all networks.

Pinging network interface prnsrv2.ad.lahti.fi - Local Area Connection 2 IP Address 203.112 from network interface prnsrv1.ad.lahti.fi - Local Area Connection IP Address .203.111 with maximum delay 500.

Succeeded in pinging network interface prnsrv2.ad.lahti.fi IP Address .203.112 from network interface prnsrv1.ad.lahti.fi IP Address .203.111 with maximum delay 500 after 1 attempt(s).

Pinging network interface prnsrv1.ad.lahti.fi - Local Area Connection IP Address 203.111 from network interface prnsrv2.ad.lahti.fi - Local Area Connection 2 IP Address .203.112 with maximum delay 500.

Succeeded in pinging network interface prnsrv1.ad.lahti.fi IP Address 203.111 from network interface prnsrv2.ad.lahti.fi IP Address .203.112 with maximum delay 500 after 1 attempt(s).

Analyzing connectivity results ...

Node prnsrv2.ad.lahti.fi is reachable from Node prnsrv1.ad.lahti.fi by only one pair of interfaces. It is possible that this network path is a single point of failure for communication within the cluster. Please verify that this single path is highly available or consider adding additional networks to the cluster.

The following are all pings attempted from network interfaces on node prnsrv1.ad.lahti.fi to network interfaces on node prnsrv2.ad.lahti.fi.

Result	Source Network Interface	Destination Network Interface	Same Cluster Network	Maximum Allowed Round-Trip Latency
Success	prnsrv1.ad.lahti.fi - Local Area Connection	prnsrv2.ad.lahti.fi - Local Area Connection 2	True	500

Result	Source IP Address	Destination IP Address
Success	203.111	203.112

KUVIO 19. Virtuaalikoneesta johtuva varoitus klusteria luodessa

Validate Active Directory Configuration

Validate that all the nodes have the same domain, domain role, and organizational unit.

Validating that all nodes have the same domain, domain role, and organizational unit.

Fqdn	Domain	Domain Role	Organizational Unit
prnsv1.ad.lahti.fi	ad.lahti.fi	Member Server	Servers
prnsv2.ad.lahti.fi	ad.lahti.fi	Member Server	Servers

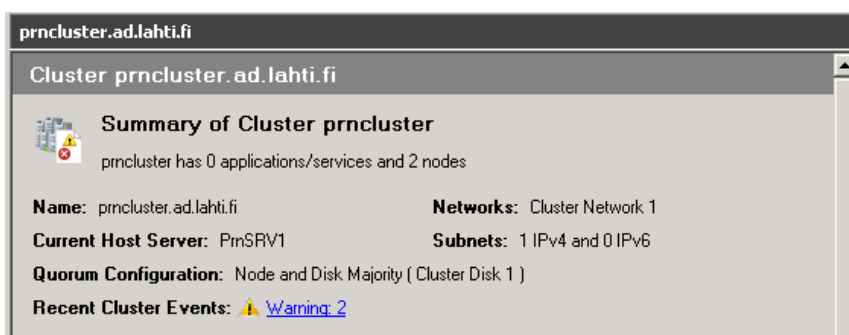
The user running validate, does not have permissions to create computer objects in the 'ad.lahti.fi' domain.

To successfully create a cluster either, the installer must have the privileges needed to create computer objects in the default container for computers, or a computer object must be pre-created by a domain administrator.

The user creating the cluster requires the 'Create Computer Object' permission on the container where computer objects are created in the domain. If the default container has been modified, then this privilege will need to be granted to the user for the new container.

If a pre-existing computer object is used, please ensure that the computer object is in a Disabled state and that the user creating the cluster has 'Full Control' permission to that computer object using the Active Directory Users and Computers tool prior to creating the cluster.

KUVIO 20. Klusterin muodostaminen paikallisella käyttäjällä -virhe



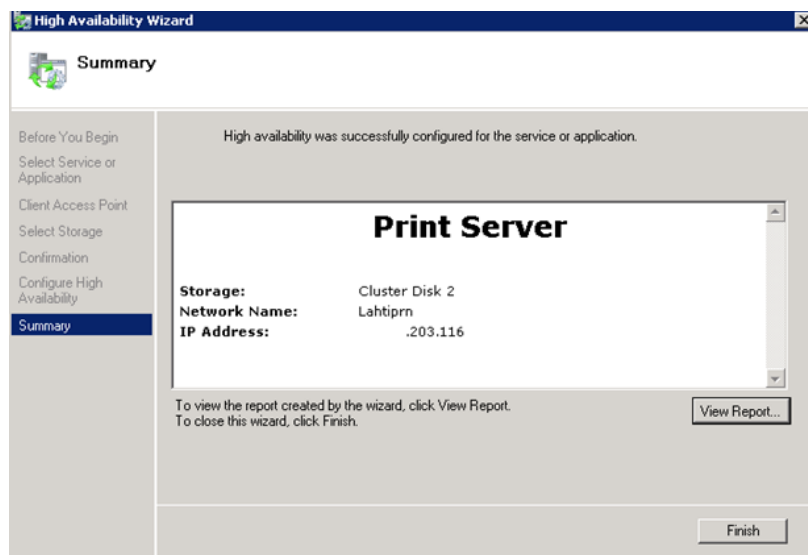
KUVIO 21. Valmis prncluster-klusteri

Kuviossa 21 näkyvät kaksi varoitusta johtuivat SAN-palvelimelta jaettujen levyjen yhtäaikaista ”näyttämistä” molemmille virtuaalipalvelimille. Tämä aiheutti klusterin kuvittelevan niiden olevan korruptoituneet. Levyt tarkastettiin siirtämällä molemmille Data- ja Quorum-levyille yhden gigatavun kokoinen tiedosto ja tarkistamalla, että MD5- ja SHA-hashit täsmäsivät ennen siirtoa otettuihin hasheihin. Molemmat levyt läpäisivät hash-tarkistukset, joten oletettiin alkuperäisen varoituksen olleen vaaraton.

6.5 Tulostinpalvelun asettaminen klusterin palveluksi

Valmiiseen klusteriin asennettiin seuraavaksi tulostinpalvelu yhteiseksi palveluksi seuraavalla tavalla: Käynnistetään High Availability Wizard valitsemalla ”Configure a Service or Application for High Availability” Configure -otsikon alta. Valitaan Print Server ”Select Service or Application” -välilehdeltä. Nimeksi tulostinpalvelimelle annettiin Lahtiprn, aliverkoksi xxx.xxx.202.0/23 ja IP-osoitteeksi xxx.xxx.203.116. Seuraavalta ”Select Storage” -välilehdeltä valittiin ”Cluster Disk 2”, eli jaettu Data-levy. Tulostinpalvelin asentaa kaikki

tulostinpalvelimen osat tälle levyille, jotta palvelun failover toimisi. Seuraavasta Confirmation-välilehdestä painettiin suoraan Next, jolloin asennus alkoi. Kuviossa 22 näkyy tulostinpalvelimen asetukset.



KUVIO 22. Tulostinpalvelimen asennukset asetukset

PrnSRV1 ja PrnSRV2 oli nyt muodostettu High availability -klusteriksi nimeltä prncluster, jolla on yhteinen tulostuspalvelu nimeltä Lahtiprn. Tämä tarkoittaa, että vain toinen noodi on koko ajan aktiivisena ja toinen noodi toimii koko ajan varanoodina. Tulostinpalvelin oli nyt valmis verkkotulostimien lisäämistä varten.

6.6 Tulostinjonojen lisääminen

6.6.1 Tulostinjonojen lisääminen toisesta tulostinpalvelimesta

Lahtip01- ja Sivistysp01-tulostinpalvelimien käyttöjärjestelmänä on Server 2003 R2 32-bit, joten tulostimien täydellinen migraatio ei onnistu, koska Server 2003 R2:n käyttämä Printer Migrator 3.1 -ohjelmisto luo tiedoston, jota ei voida avata Server 2008 R2:lla. Käyttämällä Printer Migrator 3.1 -ohjelmistoa voidaan ottaa talteen tulostinasetukset Server 2003 R2 -palvelimilta, mutta niitä ei voi siirtää uudelle tulostinpalvelimelle versioristiriitojen takia. Lahtip01x64 sisältää samat tulostinasetukset kuin Lahtip01 mutta sisältää myös 64-bitin ajurit tulostimille. Käyttöjärjestelmänä kyseisellä palvelimella on Server 2008 R2, joten tulostimien migraatio onnistuu käyttämällä Windowsin omaa Printer Migration -ohjelmistoa.

Migraatio tapahtuu lisäämällä Lahtip01x64-tulostinpalvelin PrnSRV1-virtuaalipalvelimelle tulostinpalvelimeksi käyttämällä Print Management -työkalua. Valitaan ”Export printers to a file” ja annetaan haluttu tiedoston nimi ja tallennussijainti. Tästä syntyy printerExport-tiedosto, joka voidaan viedä klusterin tulostinpalvelimelle käyttämällä ”Import printers from a file”-valintaa klusterin omasta Print Management -työkalusta. Tulostimia tuodessa voidaan määrittää, korvaavatko ne vanhat tulostimet, mikäli löytyy samannimisiä tulostinjonoja. Samalla voidaan myös määrittää, julkaistaanko tulostimet Active Directoryssä. Tässä tapauksessa valittiin ei julkaista, sillä kyseessä on vasta testi.

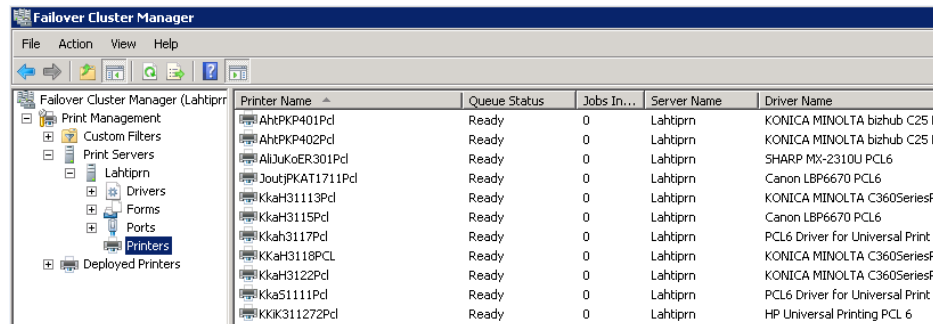
Migraation jälkeen uudella tulostinpalvelimella oli noin 400 tulostinjonoa ja paljon ajureita tulostimille. Migraation onnistumista kokeillessa tuli esille lukuisia ongelmia. Kaikki jonot olivat migratoituneet, mutta osa ajureista oli jäänyt migratoitumasta. Tämä voi johtua siitä, että ajurit ovat olleet alkuperäisellä palvelimella ilman migraation tarvittavia binääritiedostoja, mikä johtaa ajurin vialliseen pakkaukseen printerExport-tiedostoon. Myös noin 100 tulostinjonoa oli offline-tilassa, vaikka näkyivät online-tilassa alkuperäisellä palvelimella edelleenkin. Kyseisten tulostimien poistaminen ja käsin lisääminen ei korjannut ongelmaa. Suurimmaksi ongelmaksi osoittautui aika, kuinka kauan meni tulostinpalvelun vaihtaessa isäntäkonetta klusterissa. Ilman jonoja ja ajureita tulostinpalvelulla kestää noin 15 sekuntia vaihtaa isäntäkonetta. Kun tulostinpalvelimella oli 400 tulostinjonoa ja kaikkien niiden ajurit, kesti tulostinpalvelulla noin 10 minuuttia vaihtaa isäntäpalvelinta. Aika oli niin suuri, että menetettiin täysin koko klusterin tavoittelema hyöty, joten tulostuspalvelin nollattiin takaisin oletusasetuksille.

6.6.2 Tulostinjonojen lisääminen suoraan tulostinpalvelimelle

Lahtiprn-tulostinpalvelimelle oli tarkoitus siirtää FollowMe-palvelimen sisältämät tulostinjonot. Ongelmaksi muodostui FollowMe-palvelimelle asennettu PageScope Enterprise Suite. Kyseistä ohjelmistoa ei voida asentaa klusteriin, joten FollowMe-palvelimen tulostimet jäävät palvelimelle.

Manuaalisesti tulostinjonojen lisääminen tapahtui lisäämällä aluksi halutun tulostimen ajurit. Jotta tulostinpalvelin voisi palvella 32- ja 64-bitin työasemia,

täytyi ajuriversioiden olla samat molemmille ajureille. Uusimmat ajurit löytyivät asennettavan tulostimen valmistajan sivuilta. Ajurien jälkeen luotiin portti tulostinta varten. Portille annettiin haluttu nimi ja osoitettiin halutulle tulostimelle IP-osoitteen avulla. Viimeisenä lisättiin tulostinpalvelimelle itse tulostinjonon määrittämällä tulostinjonolle nimi ja se mitä porttia se käyttäisi. Työasemat kykenevät asentamaan tämän jälkeen tulostimia osoitteesta //Lahtiprn. Lahtiprn tulostinpalvelimen testaamiseksi lisättiin 11 tulostinta Lahtip01x64- ja Sivistyp01-palvelimilta ajureineen palvelimelle. Tulostuspalvelun isäntäkoneen vaihtamiseen kesti noin kaksi minuuttia 11 tulostimella. Kuviossa 23 näkymä tulostimien asentamisen jälkeen.



Printer Name	Queue Status	Jobs In...	Server Name	Driver Name
AhtPKP401Pcl	Ready	0	Lahtiprn	KONICA MINOLTA bizhub C251
AhtPKP402Pcl	Ready	0	Lahtiprn	KONICA MINOLTA bizhub C251
AliJukoER301Pcl	Ready	0	Lahtiprn	SHARP MX-2310U PCL6
JoutjPKAT1711Pcl	Ready	0	Lahtiprn	Canon LBP6670 PCL6
Kkah31113Pcl	Ready	0	Lahtiprn	KONICA MINOLTA C360SeriesF
Kkah31115Pcl	Ready	0	Lahtiprn	Canon LBP6670 PCL6
Kkah31117Pcl	Ready	0	Lahtiprn	PCL6 Driver for Universal Print
KKaH3118PCL	Ready	0	Lahtiprn	KONICA MINOLTA C360SeriesF
KKaH3122Pcl	Ready	0	Lahtiprn	KONICA MINOLTA C360SeriesF
Kka51111Pcl	Ready	0	Lahtiprn	PCL6 Driver for Universal Print
KKik311272Pcl	Ready	0	Lahtiprn	HP Universal Printing PCL 6

KUVIO 23. Valmis tulostinpalvelin

6.7 Klusteroidun tulostinpalvelimen hyödyt

Ideaalisessa klusteroidussa tulostinpalvelimessa tulostuspalvelun vaihto klusterin noodien välillä tulisi olla nopeampi, kuin yksittäisen palvelimen uudelleen käynnistäminen. Mitä pidemmäksi siirtoaika muuttuu, sitä enemmän menetetään itse klusteroidun palvelun hyöty. Tavoitteena on mahdollistaa mahdollisimman pienet häiriöajat virhetilanteen tai huoltotoimenpiteiden tapahtuessa. Ideaalisessa tilanteessa asiakkaat eivät edes huomaisi, mikäli tulostuspalvelu vaihtaisi noodista toiselle klusterissa.

Klusteroidun tulostinpalvelimen hyödyt voivat kuitenkin jäädä hyvin marginaalisiksi, ellei jopa haitallisiksi, kun puhutaan monien satojen tulostimien verkostoista. Jokainen lisätty tulostin ja ajurit kasvatti tulostinpalvelun siirtymistä noodista toiselle klusterissa. Testejä ajettiin käyttämällä klusterin omia testauskeinoja, joilla simuloidaan tulostinpalvelun isäntäpalvelimen kaatumista. Tällöin

tulostinpalvelin jäi pidemmäksi aikaa tilaan ”offline pending”, kunnes sitten alkoi käynnistää itseään varapalvelimella. Varapalvelimella suurin osa ajasta kului tulostinpalvelun ollessa tilassa ”online pending”. Mitä useampi tulostin ja ajuri lisättiin, sitä pidemmäksi molemmat ajat kävivät.

Lahtiprn-tulostinpalvelin täytti kuitenkin kaikki vaatimuksensa ja toimi niin sanottuna Proof of Concept -tyyppisenä projektina. Tavoitteena on lisätä palvelimelle tulostimia ja tarkkailla, nouseeko tulostuspalvelun siirtymäaika epäkäytännölliselle tasolle. Mikäli siirtymäaika noodien välillä kasvaa liian suureksi, voidaan klusteroitu tulostinpalvelin toteuttaa käyttämällä uudempaa Windows Server -versiota ja verrata sen toimivuutta jo luotuun klusteroituun tulostinpalvelimeen.

7 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa virtualisoitu vikasietoinen tulostinpalvelin Lahden kaupungille. Kahdesta hypervisorista valittiin sopivampi vaihtoehto palvelinten virtualisointia varten ja kolmesta palvelinkäyttäjärjestelmästä valittiin kyseiselle hypervisorille sopivin vaihtoehto.

Käyttämällä VMware ESXi -klusteria toteutettiin virtualisoitu ympäristö tulostinpalvelinklusteria varten. Luomalla kaksi Server 2008 R2 -virtuaalikonetta ja klusteroimalla ne käyttämällä palvelimen omaa klusterointi-työkalua saatiin muodostettua klusteri tulostinpalvelua varten. Virtualisoidulle klusterille asetettiin tulostuspalvelu yhteiseksi rooliksi molempien nooidien välille.

Tulostinpalvelimen toimivuus havaittiin huonoksi, mikäli palvelimelle lisättiin suuri määrä tulostimia toiselta palvelimelta käyttämällä migraatio-työkalua. Suurella määrällä ajureita ja tulostimia tulostinpalvelun vaihto nooidien välillä kasvoi liian suureksi, jotta siitä olisi enää hyötyä. Yksitellen jonojen lisääminen ja ajureiden asentaminen ei pienemmässä skaalassa aiheuttanut ongelmia.

Virtualisoitu tulostinpalvelinklusteri jäi Lahden Tietotekniikan tiloihin odottamaan, että kaikki mahdolliset tulostimet lisätään siihen yksitellen. Samalla tarkkaillaan, nouseeko aika, joka klusterilla menee roolin siirtyessä noodilta toiselle, liian suureksi.

Vikasietoista tulostinpalvelinklusterilla voidaan vähentää seisonta-aikaa, joka muodostuisi yksittäisen palvelimen huoltotoimenpiteistä tai mahdollisista virhetiloista. Windows Server 2008 R2 -tulostinpalvelinklusteri toimi huonosti satojen verkkotulostimien kanssa, joten käyttämällä uudempia versioita Windows Server -käyttäjärjestelmästä voidaan mahdollisesti parantaa tulostinpalvelimen toimintaa.

LÄHTEET

Briggs, M. 2012. The Benefits of Server Virtualization [viitattu 16.1.2014].

Saatavissa: <http://www.techopedia.com/2/29064/trends/virtualization/the-benefits-of-server-virtualization>

Cisco. 2008. Data Center High Availability Clusters [viitattu 17.1.2014].

Saatavissa:

http://www.cisco.com/en/US/docs/solutions/Enterprise/Data_Center/HA_Clusters/HAOver_1.html

Computer Hope. 2014. SCSI [viitattu 18.1.2014]. Saatavissa:

<http://www.computerhope.com/jargon/s/scsi.htm>

CUPS. 2014. CUPS [viitattu 18.1.2014]. Saatavissa: <http://www.cups.org/>

EMC. 2011. EMC VPLEX 5.0 Architecture Guide [viitattu 27.1.2014].

Saatavissa: <http://www.emc.com/collateral/hardware/white-papers/h8232-vplex-architecture-wp.pdf>

Itgeared. 2012. Windows Server 2012 Minium Requirements [viitattu 24.1.2014].

Saatavissa: <http://www.itgeared.com/articles/1497-windows-server-2012-minimum-requirements/>

Kleyman, B. 2012. Hypervisor 101: Understanding the Virtualization Market [viitattu 15.1.2014]. Saatavissa:

<http://www.datacenterknowledge.com/archives/2012/08/01/hypervisor-101-a-look-hypervisor-market/>

Lovelace, M., Gebuhr, K., Gomilsek, I., Hruby, R., Neto, P., Parkes, J., Filho, O. R., Torolho, L. 2012. IBM System Storage SAN Volume Controller Best Practices and Performance Guidelines. Kolmas painos. Redbooks [viitattu 25.1.2014]. Saatavissa:

<http://www.redbooks.ibm.com/redbooks/pdfs/sg247521.pdf>

Lprng. 2014. LPRng - An Enhanced Printer Spooler [viitattu 18.1.2014].

Saatavissa: <http://www.lprng.org/>

Mäntylä, J. 2008. Virtualisointi mullistaa tietotekniikkaa [viitattu 15.1.2014].

Saatavissa:

<http://www.tietoviikko.fi/cio/virtualisointi+mullistaa+tietotekniikan/a192316>

Marshall, D. 2011. Top 10 benefits of server virtualization [viitattu 16.1.2014].

Saatavissa: <http://www.infoworld.com/d/virtualization/top-10-benefits-server-virtualization-177828?page=0,0>

McMahon, M. 2014. What is Cluster Computing [viitattu 17.1.2014]. Saatavissa:

<http://www.wisegeek.org/what-is-cluster-computing.htm>

Microsoft. 2009b. Load-Balanced Cluster [viitattu 24.1.2014]. Saatavissa:

<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ff648960.aspx>

Microsoft. 2009c. Server Clustering [viitattu 24.1.2014]. Saatavissa:

<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ff649250.aspx>

Microsoft. 2009a. Introducing Windows Server 2008 R2 eBook. [verkkokirja]

[viitattu 23.1.2014]. Saatavissa:

http://download.microsoft.com/download/5/C/0/5C0BD0AB-040D-4C56-A60B-661001012DDA/Windows_Server_2008_R2_e-book.pdf

Microsoft. 2012a. Windows Server 2008 R2 Licensing Datasheet [viitattu

23.1.2014]. Saatavissa: <http://www.arp.com/webmedias/datasheet/14442890.pdf>

Microsoft. 2012b. Windows Server 2012 Licensing Data Sheet [viitattu

24.1.2014]. Saatavissa:

http://download.microsoft.com/download/0/4/B/04BD0EB1-42FE-488B-919F-3981EF9B2101/WS2012_Licensing-Pricing_Datasheet.pdf

Networkprinting. 2014. Line Printer Daemon [viitattu 18.1.2014]. Saatavissa:

<http://www.networkprinting.info/line-printer-daemon.html>

Rouse, M. 2011. Logical unit number (LUN) [viitattu 18.1.2014]. Saatavissa:

<http://searchstorage.techtarget.com/definition/logical-unit-number>

Stallman, R. 2014. Linux and the GNU System [viitattu 24.1.2014]. Saatavissa:

<https://www.gnu.org/gnu/linux-and-gnu.html>

Tate, J., Beck, P., Ibarra, H. H., Kumaravel, S. & Miklas, L. 2012. Introduction to Storage Area Networks and System Networking. Viides painos. Redbooks [viitattu 17.1.2014]. Saatavissa:

<https://www.redbooks.ibm.com/redbooks/pdfs/sg245470.pdf>

Technet. 2007. Active Directory Domain Services Overview [viitattu 24.1.2014]. Saatavissa: [http://technet.microsoft.com/en-](http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc731053%28WS.10%29.aspx)

[us/library/cc731053%28WS.10%29.aspx](http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc731053%28WS.10%29.aspx)

Technet. 2008. Print Services Role [viitattu 24.1.2014]. Saatavissa:

<http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc732378%28v=ws.10%29.aspx>

Technet. 2012. Group Policy Overview [viitattu 24.1.2014]. Saatavissa:

<http://technet.microsoft.com/en-us/library/hh831791.aspx>

Technet. 2013. Windows Server Installation Options [viitattu 24.1.2014].

Saatavissa: <http://technet.microsoft.com/en-us/library/hh831786.aspx>

Technet. 2014a. DNS Overview [viitattu 24.1.2014]. Saatavissa:

<http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc730775.aspx>

Technet. 2014b. Understanding Quorum Configuration in a Failover Cluster

[viitattu 18.1.2014]. Saatavissa: [http://technet.microsoft.com/en-](http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc731739.aspx)

[us/library/cc731739.aspx](http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc731739.aspx)

Technet. 2014b. What is DHCP [viitattu 24.1.2014]. Saatavissa:

<http://technet.microsoft.com/en-us/library/dd145320%28v=ws.10%29.aspx>

Techopedia. 2014. Storage Virtualization [viitattu 17.1.2014]. Saatavissa:

<http://www.techopedia.com/definition/4798/storage-virtualization>

Techtopia. 2011. Windows Server 2008 R2 Editions and System Requirements

[viitattu 23.1.2014]. Saatavissa:

http://www.techtopia.com/index.php/Windows_Server_2008_R2_Editions_and_System_Requirements#Windows_Server_2008_R2_Datacenter_Edition

Virteva. 2012. Windows Server 2012 Data Sheet [viitattu 24.1.2014]. Saatavissa:

<http://www.virteva.com/resources/data-sheets/windows-server-2012.html>

VMware. 2013a. Virtualization Basics. How Virtualization Works [viitattu 17.1.2014]. Saatavissa: <http://www.vmware.com/virtualization/virtualization-basics/how-virtualization-works.html>

VMware. 2013b. VMware ESX and VMware ESXi [viitattu 17.1.2014]. Saatavissa: <http://www.vmware.com/files/pdf/VMware-ESX-and-VMware-ESXi-DS-EN.pdf>

Wikipedia. 2013c. MD5 [viitattu 27.1.2014]. Saatavissa: <https://en.wikipedia.org/wiki/MD5>

Wikipedia. 2013b. Hyper-V [viitattu 16.1.2014]. Saatavissa: <https://en.wikipedia.org/wiki/Hyper-V>

Wikipedia. 2013a. High availability [viitattu 17.1.2014]. Saatavissa: <https://en.wikipedia.org/wiki/High-availability>

Wikipedia. 2013d. Windows Server 2008 R2 [viitattu 23.1.2014]. Saatavissa: https://en.wikipedia.org/wiki/Windows_Server_2008_R2

Wikipedia. 2014a. Cryptographic hash function [viitattu 27.1.2014]. Saatavissa: https://en.wikipedia.org/wiki/Cryptographic_hash_function

Wikipedia. 2014h. Secure Hash Algorithm [viitattu 27.1.2014]. Saatavissa: https://en.wikipedia.org/wiki/Secure_Hash_Algorithm

Wikipedia. 2014e. Hypervisor [viitattu 16.1.2014]. Saatavissa: <https://en.wikipedia.org/wiki/Hypervisor>

Wikipedia. 2014g. Redundancy (engineering) [viitattu 17.1.2014]. Saatavissa: https://en.wikipedia.org/wiki/Redundancy_%28engineering%29

Wikipedia. 2014i. Windows Server 2012 [Viitattu 25.1.2014]. Saatavissa: https://en.wikipedia.org/wiki/Windows_Server_2012

Wikipedia. 2014f. Linux [viitattu 25.1.2014]. Saatavissa: <https://en.wikipedia.org/wiki/Linux>

Wikipedia. 2014d. History of Linux [viitattu 25.1.2014]. Saatavissa:

https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_Linux

Wikipedia. 2014b. Debian [viitattu 25.1.2014]. Saatavissa:

<https://en.wikipedia.org/wiki/Debian>

Wikipedia. 2014c. Fedora (operating system) [viitattu 25.1.2014]. Saatavissa:

https://en.wikipedia.org/wiki/Fedora_%28operating_system%29

