



KORKEASTI KÄYTETTÄVÄN YKSITYISEN PILVIPALVELUN TOTEUTTAMINEN

Anni Hakala

Opinnäytetyö
Joulukuu 2014
Tietojenkäsittely
Tietoverkkopalvelut

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma
Tietoverkkopalvelut

HAKALA, ANNI:

Korkeasti käytettävän yksityisen pilvipalvelun toteuttaminen

Opinnäytetyö 61 sivua, joista liitteitä 5 sivua
Joulukuu 2014

Tässä opinnäytetyössä toteutettiin tietojenkäsittelyn koulutusohjelman laboratorioverkon yksityisen pilvipalvelun asennusten purkaminen ja uudelleenasennus vikasietoisesti korkean käytettävyyden mukaisesti. Lisäksi pilveen asennettiin uutena toiminnallisuutena itsepalveluportaali, jonka avulla pilveen on mahdollista tehdä virtuaalikoneita. Pilvipalvelu mahdollistaa opiskelijalähtöisten virtuaalisten ympäristöjen toteutus sekä WPK-verkon toiminnallisuuksien haltuunoton.

Työ toteutettiin asentamalla kahdelle palvelimelle yhteensä neljä palvelinklusteria. Kolme näistä klustereista koostuu kukin kahdesta virtuaalipalvelimesta, ja yksi klusteri koostuu kahdesta fyysisestä palvelimesta. Virtuaalipalvelimille asennettiin kaikki käyttöjärjestelmistä lähtien, mutta fyysisille palvelimille oli tehty valmiiksi vaaditut ohjelmistoasennukset ja verkkoasetukset. Näistä asennuksista poistettiin kaikki pilven rakentamiseen liittyvät ohjelmat. Jokaiselle virtuaalipalvelinklusterille asennettiin yksi rooli, joista pilvipalvelun vaatimat toiminnallisuudet rakentuvat. Fyysisten koneiden muodostama klusteri toimii pilvipalvelun resurssina, ja kaikki itsepalveluportaalin kautta asennettavat virtuaalikoneet asennetaan sinne. Itsepalveluportaali asennetaan virtuaalikoneelle pilveen, jolloin kaikki työssä tehdyt asennukset toteuttavat korkeaa käytettävyyttä. Ohjelmistoasennusten lisäksi työssä rakennettiin virtuaaliverkkoja, jotka liitettiin alla olevaan fyysiseen WPK-verkkoon. Tehtyjen asennusten lisäksi työhön kuului suunnittelua ja suunnittelun avuksi tehty testiympäristö.

Työhön liittyvä tiedonhaku tehtiin pääasiassa sähköisesti, ja suurin osa materiaaleista ja ongelmakohtien ratkaisuksista löytyi Internetistä. Ongelmia ei ollut paljon ja ne selvisivät kohtuullisen nopeasti. Osa ratkaisuksista löytyi blogikirjoituksista, mutta nämäkin kirjoitukset ohjasivat yleensä johonkin Microsoftin omaan artikkeliin, jossa käsiteltiin kyseistä ongelmaa. Tuloksena valmistunut pilvipalvelu täyttää sille asetetut vaatimukset. Vikasietoisuus testattiin toimivaksi simuloimalla erilaisia verkkokatkoksia ja laiterikkoja. Itsepalveluportaali toimii halutulla tavalla, ja sitä testattiin opiskelijoiden avulla. Itsepalveluportaalin toimivuus erilaisessa projekti- ja laboratoriokäytössä selviää vasta, kun sitä aletaan käyttää laajemmin ja kun selviää, kuinka pilvipalvelu skaalautuu useille käyttäjille.

Asiasanat: korkea käytettävyys, pilvipalvelu, windows server

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree programme in Business Information Systems
Network Services

HAKALA, ANNI:
Implementing a Highly Available Private Cloud Service

Bachelor's thesis 61 pages, appendices 5 pages
December 2014

This thesis describes the process of building a highly available private cloud service after the discontinuation of a previously installed cloud service. The thesis was commissioned by the Business Information Systems degree programme of TAMK, and implemented to the lab network of the programme. Besides the cloud, this thesis provides a service for the users of WPK lab network to enable them, most of whom are students, to deploy their personal virtual machines to the cloud. This was achieved by installing a Microsoft program called App Controller that allows users to connect to the cloud and use their virtual machines via a browser.

After a test run the programs used for virtualization, high availability and the building of a cloud were installed on four separate failover clusters. Three of the clusters were built with virtual machines, with one node on each physical server, and the fourth cluster was built from the physical servers. The App Controller is installed on a virtual machine in the cloud, which makes all of the components of this cloud highly available.

Information about the techniques used was not hard to come by on the Internet, but it was scattered to various websites and blogs. A small amount of troubleshooting and problem solving was required, but the solutions were found online. The high availability was tested by simulating device and network failures, during which the cloud continued working. The results were as intended and the cloud service works as required. Students can create their own virtual machines to the cloud via App Controller and they can be deployed to different VLANs in the WPK-network. How the cloud will scale for future projects is left to be seen and only time will tell the potential final utilization of the cloud.

Key words: high availability, cloud service, windows server, failover cluster

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	PILVIPALVELUT	8
2.1	Pilvipalvelun määritelmä	8
2.1.1	Pilvipalvelumallit	8
2.1.2	Pilvipalvelutyypit	10
2.2	Klusteri.....	10
2.2.1	Klusterin rakentaminen	12
2.2.2	Klusterin toiminta vikatilanteessa	13
2.3	Korkea käytettävyys	14
3	TEKNIIKAT JA TYÖKALUT	15
3.1	Virtualisointi ja hypervisor	15
3.2	Hyper-V	16
3.3	Windows Server 2012 R2	18
3.4	System Center Virtual Machine Manager 2012 R2	19
3.5	Tietokantapalvelin	22
4	OPINNÄYTETYÖN LÄHTÖTILANNE	24
4.1	WPK-verkko	24
4.2	Vanha pilvi.....	24
4.3	Uusi pilvipalvelu.....	25
5	PILVIPALVELUN RAKENTAMINEN.....	28
5.1	Suunnittelu	28
5.2	Asetusten purkaminen ja levypalvelimen osiointi	28
5.3	Virtuaalikoneasennukset	29
5.4	Klustereiden rakentaminen	30
5.4.1	Kuitukytkimet	33
5.4.2	Levyt	33
5.4.3	Virtuaalikoneklusterit.....	35
5.5	SQL-palvelinasennus	36
5.6	VMM-hallintapalvelinasennus.....	39
5.7	VMM-kirjastopalvelinasennus.....	41
5.8	SCVMMhosts-klusteri	42
5.9	Lostgirl-pilvi	43
5.10	Virtuaaliverkkoasetukset	44
5.11	Itsepalveluportaali.....	45
5.11.1	Internet Information Services.....	46
5.11.2	Virtuaalikonepohja	47

5.11.3 Käyttäjätunnukset ja -roolit.....	48
5.12 Muutokset WPK-verkkoon	48
6 TESTAUS	50
7 POHDINTA.....	51
LÄHTEET.....	53
LIITTEET	57
Liite 1. LostGirl-muutokset.....	57
Liite 2. Central-muutokset.....	58
Liite 3. SQL query	61

LYHENTEET JA TERMIT

Active Directory	Aktiivihakemisto
Disk Witness	Klusterin toimintaa vikatilanteessa säätelevä levy.
Domain Controller	Toimialueohjain
Domain	Toimialue
Checkpoint	Virtuaalikoneesta otettava tallennuspiste, josta koneen voi palauttaa sen ottohetken tilanteeseen.
FC	Fibre Channel, varastoverkoissa käytettävä tiedonsiirtoprotokolla.
HA	High Availability eli korkea käytettävyys.
Hyper-V	Microsoftin virtualisointialusta.
Hypervisor	Ohjelma jolla luodaan ja käytetään virtuaalikoneita.
Klusteri	Tietokonejoukon muodostama looginen tietokone.
NTFS	New Technology File System, Microsoftin tiedostojärjestelmä.
Node	Klusterin jäsentietokone eli noodi.
MPIO	Multipath Input Output, ohjelma jolla muodostetaan levypalvelimille menevistä yhteyksistä yksi looginen reitti.
RAID	Redundant Array of Independent Disks, fyysisten levyjen loogista yhdistämistä vikasietoisuuden saavuttamiseksi.
RAM	Random Access Memory eli käyttömuisti.
ROM	Read Only Memory eli pysyväismuisti.
SAN	Storage Area Network eli varastoverkko.
SAS	Serial Attached SCSI, tekniikka jolla kovalevy liitetään tietokoneeseen.
SCVMM	System Center Virtual Machine Manager. Microsoftin työkalu virtuaalisten resurssien hallintaan.
Template	Virtuaalikonepohja eli sapluuna virtuaalikoneiden tekemiseen VMM-konsolissa.
VLAN	Virtual Local Area Network
VM	Virtual Machine eli virtuaalikone. Ohjelmistolla tuotettu looginen tietokone.
VMM	Virtual Machine Manager, ks. SCVMM.

1 JOHDANTO

Koko ajan kehittyvällä tietotekniikan alalla on viime vuosina muodostunut entistä tärkeämmäksi erilaisten virtuaalisten ratkaisuiden ja palveluiden ymmärtäminen, ja niiden ylläpidon hallitseminen. Palveluiden tulee olla käytettävissä koko ajan, tai ainakin niin suuren osan ajasta kuin mahdollista, mikä voidaan toteuttaa erilaisilla menetelmillä. Tässä opinnäytetyössä saatavuuden varmistamiseksi rakennetaan korkean käytettävyyden (High Availability, HA) mukainen yksityinen pilvipalvelu Microsoftin työkaluilla.

Pilvipalvelu toteutetaan WPK-verkkoon, joka on Tampereen ammattikorkeakoulun tuotantoverkosta erotettu laboratorioympäristö. Työn toimeksiantaja on tietojenkäsittelyn koulutusohjelma, jonka toimesta WPK-verkkoa hallinnoidaan ja ylläpidetään. Kaikki pilvipalvelun käyttöön liittyvä ylläpitotyö jää WPK-verkon vastuulle. Pilvipalvelun ensisijainen käyttötarkoitus on vikasietoisten virtuaalisten resurssien tarjoaminen opiskelijoille, jolloin opiskelijat pääsevät tutustumaan pilvipalvelun käyttöön ja luomaan omia virtuaalisia ympäristöjään. Nykyisissä WPK-verkon opetustiloissa olevat tietokoneet eivät ole määrällisesti, tai tehollisesti riittäviä kaikkia rakennettavia ympäristöjä varten. Lisäksi pilvipalvelua käytetään uusien verkkopalveluiden perustamiseen, sekä olemassa olevien palveluiden haltuunottamiseen.

Korkean käytettävyyden saavuttamiseksi lähes kaikki asennukset tehdään kahdennettuna. Pilveä varten asennetaan myös Microsoftin itsepalveluportaali, joka mahdollistaa virtuaalikoneiden tekemisen ja käyttämisen selaimen kautta kaikkialta WPK-verkosta. Virtuaalikoneet ovat koneita jotka käyttävät laitteistoa fyysisen koneen tavoin, mutta ne ovat olemassa vain ohjelmistotasolla. Ohjelmistoasennusten lisäksi työhön kuuluu pilven virtuaalisten verkkojen optimointi. Optimoinnin jälkeen virtuaalikoneita voi tehdä tiettyihin WPK-verkon aliverkkoihin, niin että eri aliverkoissa olevien koneiden väliset yhteydet toimivat.

Työssä käsitellään yleisesti asennettavia ohjelmistoja ja käytettäviä laitteita joilla pilvi rakennetaan, sekä lähtötilannetta WPK-verkossa. Tämän jälkeen käydään läpi tehty työ kaikkine osavaiheineen. Käyttäjätunnuksia tai IP-osoitteita ei esitetä oikeina WPK-verkon osoitteina ja tunnuksina tietoturvasyistä.

2 PILVIPALVELUT

2.1 Pilvipalvelun määritelmä

Pilvipalvelu tai tuttavallisemmin pilvi, on nykyään lähes kaikille tuttu termi, mutta sille ei ole yhtä oikeaa määritelmää, tai vakiintunutta rajausta (Salo 2010, 16). Yleisesti pilvellä tarkoitetaan kuitenkin sellaista palvelua, jolla tarjotaan käyttöön virtuaalisia resursseja joiden fyysiset ominaisuudet eivät näy loppukäyttäjälle. Pilvi on myös helposti ylläpidettävissä, ja sen resurssit ovat nopeasti skaalattavissa käyttöasteen mukaan.

Hyvänä esimerkkinä tällaisesta palvelusta ovat Google Drive tai Microsoft OneDrive. Kukin käyttäjä voi tallettaa palveluun tietyn verran omia tiedostojaan, ja vaikka palvelu näyttääytyy samana riippumatta siitä mistä päin maailmaa sitä käytetään, on sen pohjalla useita tietokonekeskuksia useissa eri sijainneissa. Myös Facebook on pilvipalvelu, mitä moni sen käyttäjä ei varmasti tule ajatelleeksi.

Nykyään ollaan myös yritysmaailmassa siirtymässä entistä enemmän ratkaisuihin, joissa verkkopalveluita varten ostetaan resursseja jonkun palveluntarjoajan pilvestä (Kalli, Argillander, Talvitie & Luoma). Tällöin yritysten ei tarvitse investoida laitteistohankintoihin ja päivityksiin, vaan tämä hoidetaan palveluntarjoajan päässä, jolloin myös ympäristöä kuormitetaan vähemmän. Pilvipalvelut ovat myös joustavia, eli resursseista maksetaan sen mukaan mitä käytetään ja kuinka paljon. Hyvällä suunnittelulla saadaan luotua tehokkaita ympäristöjä, jotka skaalautuvat yrityksen tarpeisiin nyt ja tulevaisuudessa (Salo 2010, 79–84).

2.1.1 Pilvipalvelumallit

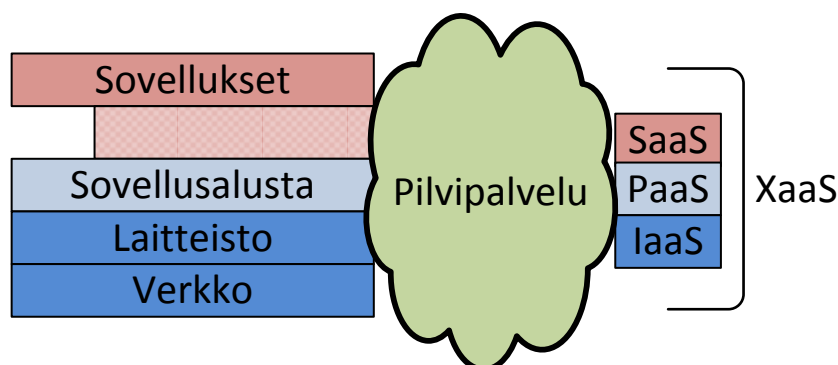
Ostettavat pilvipalvelut jaetaan nykyään yleensä kolmeen palvelumalliin. Nämä mallit ovat Saas (Software as a Service), PaaS (Platform as a Service) ja IaaS (Infrastructure as a Service). Näitä palvelumalleja yhdistelemällä voidaan muodostaa myös XaaS-mallin (Anything as a Service) mukaisia pilviä (Salo 2010, 22–23). Palvelumallit on tarkoitettu kuvaamaan loppukäyttäjän ostaman pilvipalvelun kattavuutta. Yleensä ostettavia palveluita käytetään selainkäyttöliittymän kautta ja niiden käytöstä maksetaan käytön määrän

mukaan. Näitä pilvipalvelumalleja kuvaillaan tarkemmin taulukossa 1, ja havainnollistetaan kuvassa 1.

TAULUKKO1 Pilvipalvelumallit

Palvelumalli	Selite
SaaS (verkkosovellukset palveluna)	<ul style="list-style-type: none"> • Asiakas ostaa käyttöönsä sovelluksen. • Taustalla oleva infrastruktuuri jää käyttäjälle näkymättömäksi. • Asiakas ei vastaa ylläpidollisista tehtävistä. • Laskutus käytön ja lisenssien yms. mukaan.
PaaS (sovellusalusta palveluna)	<ul style="list-style-type: none"> • Sovellustason lisäksi asiakas ostaa käyttöönsä myös alla olevan sovellusalustan. • Asiakkaan täytyy itse huolehtia sovelluksiin liittyvästä ylläpidosta, kuten lisensseistä. • Laskutus käytettävän kapasiteetin mukaan.
IaaS (infrastruktuuri palveluna)	<ul style="list-style-type: none"> • Asiakas ostaa kokonaisen virtuaalisen infrastruktuurin. • Kaikki resurssit käytettävissä. • Maksaa vain käyttämistään resursseista.
XaaS (mitä tahansa palveluna)	<ul style="list-style-type: none"> • Nimensä mukaan voi sisältää minkä tahansa palvelun. • Yleensä yhdistelmä SaaS ja PaaS –mallien mukaisista palveluista. • Laskutus rakennettavan palvelun mukaan.

Tässä opinnäytetyössä asennettava itsepalveluportaali on IaaS-mallin mukainen palvelu. Itsepalveluportaalilla voi tehdä selaimen kautta pilveen virtuaalikoneita, joiden käytössä ovat kaikki pilven resurssit. Koko pilvi on yksityisen luonteensa johdosta kuitenkin saman organisaation hallinnassa, eikä tätä palvelua tarjota ulospäin, joten asiakkaat ovat organisaation sisäisiä. Kaikki vastuu pilven ylläpidosta on WPK-verkolla.



KUVA1 Pilvipalvelumallit

2.1.2 Pilvipalvelutyypit

Pilvipalveluiden tyypit voidaan jakaa neljään pääkategoriaan joita ovat yksityinen pilvi, yhteisöllinen pilvi, julkinen pilvi ja hybridipilvi (Salo 2010, 19). Nämä pilvityypit määritellään sen perusteella missä ja miten niitä käytetään, ja kuka niitä ylläpitää. Tässä opinnäytetyössä rakennettava pilvi on tyypiltään yksityinen pilvi ja kaikki sen rakentamiseen käytetty laitteisto sijaitsee yhdessä palvelinhuoneessa.

Yksityinen pilvi on tarkoitettu yksittäisen yrityksen käyttöön ja sen ylläpito hoidetaan joko yrityksen sisäisesti tai ulkoisesti, ja sen laitteisto saattaa myös sijaita ulkopuolisen tahon tiloissa. Tällaisen pilvipalvelun käyttöönotto vaatii huomattavaa määrää suunnittelua tietoturvan ja hyödyntämisen kannalta. Yksityinen pilvi voidaan myös jakaa useamman yrityksen kesken, jolloin sitä kutsutaan yhteisöpilveksi. Jakamisella voidaan pienentää kustannuksia, mutta eri sijainnissa olevat käyttäjät tuovat omat tietoturvariskinsä (Heino 2010, 55).

Julkinen pilvi on tarkoitettu käytettäväksi myös Internetin välityksellä. Asennukseltaan tällainen pilvi ei juuri eroa yksityisestä pilvestä, paitsi tietoturvan kannalta, sillä julkisessa pilvessä siihen on suhtauduttava jokaisen tarjottavan palvelun osalta eri tavalla. Julkisesta pilvestä voi ostaa resursseja myös yrityskäyttöön, jolloin kustannukset määräytyvät palveluntarjoajan määrittelemään kapasiteetin käytön mukaan (Heino 2010, 54).

Hybridipilvessä rakentuu useammasta pilvityypistä, joita ovat yleensä sekä julkinen että yksityinen pilvi. Yritys voi yhdistää yksityiseen pilveensä jonkin palveluntarjoajan julkisen pilven resursseja, jolloin pilvissä olevia virtuaalikoneita voidaan yhdistellä. Jos yksityisen pilven kapasiteetti ei riitä, voidaan lisäkapasiteettiä ostaa tarvittaessa julkisesta pilvestä (Heino 2010, 56).

2.2 Klusteri

Klusterilla tarkoitetaan tietotekniikassa jonkin klusterointiin suunnitellun ohjelmiston avulla muodostettavaa loogista palvelinta, joka koostuu kahdesta tai useammasta samankaltaisesta tai identtisestä tietokoneesta (Technet 2012b). Tietokoneet joista klusteri

rakentuu voivat olla myös virtuaalikoneita. Klusterin jäsentietokoneiden (eng. node, myöh. noodi) väliset yhteydet ovat tyypillisesti erittäin nopeita, ja kaikki sen fyysiset laitteet sijaitsevat samassa paikassa. Klusteroinnilla mahdollistetaan palveluiden korkea käytettävyys (Carvalho 2012, 167–168). Klustereita voi rakentaa mm. Microsoftin, Symantecin tai Oraclen työkaluilla (Portnoy 2012, 234).

Palvelimella tarkoitetaan johonkin tiettyyn tehtävään verkossa dedikoitua laitetta tai ohjelmistoa. Tällaisia tehtäviä voivat olla tulostuspalveluiden tarjoaminen, verkkosivujen isännöinti tai tietokannan ylläpitäminen. Lisäksi palvelimeksi dedikoidulla laitteella on yleensä käytössään käyttömuistia, pysyväismuistia, verkkokortteja tai muita resursseja huomattavasti enemmän kuin tavallisella tietokoneella (Karlsen 2013).

Klusterin tallennusratkaisu on mietittävä tapauskohtaisesti, sillä yleensä tallennusmedia ei voi olla fyysisesti minkään klusterin noodin hallussa, vaan sen on oltava erillisellä tiedostopalvelimella tai levypalvelimella. Windows-klustereissa on mahdollista käyttää jaettuja klusterilevyjä (Cluster Shared Volumes, CSV). Tämä teknologia mahdollistaa yhteisen klusterilevyn näkymisen kaikille klusterin noodeille yhtä aikaa, jolloin ne voivat myös kirjoittaa ja hakea siltä tietoja yhtäaikaaisesti. Yksittäistä tiedostoa tai virtuaalikoivalevyä voi kuitenkin käyttää vain yksi noodi kerrallaan. (Shah 2013, 240) Tässä opinnäytetyössä käytetään jaettua klusterilevyä yhdessä klusterissa, jossa se toimii pilven tallennusmedianä. Toinen Windows-klusterin tallennusmediatyyppe on jaettu tallennustila (Windows failover cluster shared storage). Tällä menetelmällä kutakin levyä voi käyttää vain yksi noodi kerrallaan (Shah 2013, 242). Tämä menetelmä on käytössä opinnäytetyön jokaisen klusterin disk witnessillä, sekä kahden klusterin tallennusmedia.

Klustereihin voi luoda erilaisia palveluita eli rooleja, ja niillä voi olla mm. korkeasti käytettäviä tiedostopalvelimia, tietokantapalvelimia, tulostuspalvelimia ja monia muita rooleja. Klusterin noodit eivät hoida yksittäistä roolia yhdessä, vaan yksi klusterin noodi kerrallaan hoitaa kutakin roolia. Kun roolia hallinnoivaan noodiin menetetään yhteys vikatilanteessa, ottaa klusterin toinen noodi roolin hallintaansa (Technet 2012a).

2.2.1 Klusterin rakentaminen

Jokainen Windows-pohjainen klusteri rakennetaan samalla periaatteella. Klusteroitavat noodit valitaan, ja niitä valittaessa tulee huomioida että noodien on oltava osana toimialuetta (Active Directory, AD). Noodit eivät voi olla toimialueohjaimia (Domain Controller) Server 2012 –tasolla, eikä toimialueohjainten klusterointia suositella aiemmillaan Windows-versioilla (Microsoft Support a). Samassa klusterissa olevien noodien maksilukumäärä on Server 2012 – tasolla 64 (Carvalho 2012, 168).

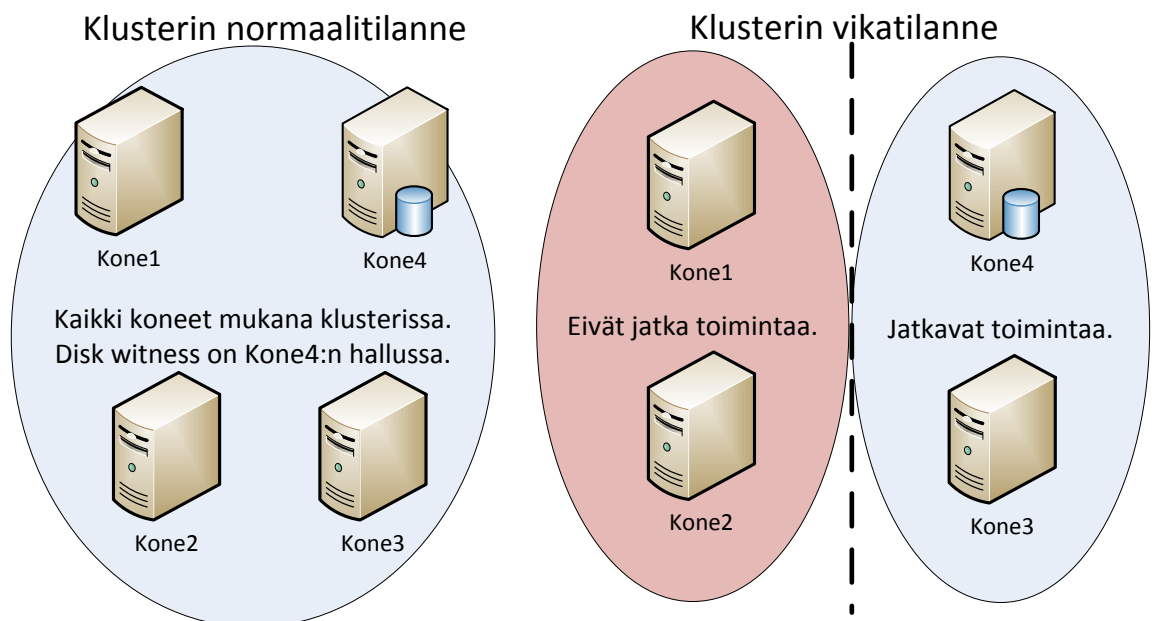
Klusterin noodien verkkoasetukset ja levyasetukset konfiguroidaan niin, että ne ovat keskenään identtiset osoitteita lukuun ottamatta. Verkkoja ja verkkokortteja suositellaan käytettäväksi vähintään kahta, jotka nimetään samalla tavalla kummallakin laitteella. Toinen verkko varataan yleiselle klusteriliikenteelle ja toinen klusterin *heartbeat*-liikenteelle, jolla klusteri valvoo yhteyttä noodeihin (Shah 2013, 248). Yhteydet levyjakoihin konfiguroidaan kuntoon käytettävällä tiedonsiirtoprotokollalla, joita voivat olla mm. iSCSI tai Fibre Channel. Levyt alustetaan, allokoidaan ja nimetään kaikilla klusterin noodeilla. Levyille voi antaa myös kirjaintunnisteet Failover Cluster Managerin kautta (Shah 2013, 254–255).

Noodeille asennetaan klusterointiohjelmisto, joka on riippuvainen asennetusta käyttöjärjestelmästä. Windows-käyttöjärjestelmien kanssa käytetään Failover Cluster Manageria, joka on palvelinominaisuus. Ohjelmasta valitaan laitteet jotka muodostavat klusterin, ja ne lisätään klusterin noodeiksi. Klusterille annetaan nimi ja IP-osoite, ja valitaan mitä levyjä klusterissa käytetään. Klusteri validoidaan, eli edellä mainittujen vaatimusten toteutuminen varmistetaan erilaisilla verkkoyhteys- ja vikasietoisuustesteillä. Validoinnin onnistuttua virheittä klusteriin asetetaan noodien määrän ollessa parillinen disk witness tai file share witness (Alila 2013). Näiden toimien jälkeen klusteriin voidaan asentaa verkkopalveluita, tai sen avulla voidaan rakentaa vaikkapa pilvipalvelu.

2.2.2 Klusterin toiminta vikatilanteessa

Vikatilanteissa klusterit toimivat tietyllä tavalla, kunnes vikatilanne korjaantuu. Yleensä vikatilanteiden varalle klusterille valitaan disk witness. Klusterin disk witness on minimissään 512 MB levyjako, joka ylläpitää klusterin quorumia (Technet 2012). Quorum on klusterin konfiguraatiot sisältävä tietokanta, joka päättää minkä noodin tulee olla aktiivisena (Posey 2005). Oletuksena jokaisella klusterin noodilla on yksi ääni, ja disk witnessillä on lisäksi yksi ääni. Näitä ääniä käytetään, kun klusteri ajautuu vikatilanteeseen (Alila 2013).

Klusterin vikatilanteessa jolloin menetetään yhteys osaan noodeista, joko verkkoyhteyksien katkeamisen tai muun vikaantumisen vuoksi, täytyy klusterilla olla keino päättää mitkä klusterin noodit voivat jatkaa toimintaansa klusterissa. Tällöin klusteri suorittaa sisäisen quorum-äänestyksen, jossa katsotaan missä äänien enemmistö on (Alila 2013). Jos klusterissa puoleen noodeista menetetään yhteys, mutta ne jatkavat toimintaansa verkkokatkoksen molemmin puolin, päättää disk witness kumpi puoli saa jatkaa toimintaa (kuva 2).



KUVA 2 Klusterin toiminta vikatilanteessa

2.3 Korkea käytettävyys

Korkealla käytettävyydellä (High Availability, HA) tarkoitetaan palveluita jotka on suunniteltu niin, ettei niiden käyttö ole riippuvainen yksittäisistä laiterikoista tai yksittäisten verkkoyhteyksien katkeamisesta. Kaikkien laitteiden väliset yhteydet on kahdennettu ja jokaista palvelua voi ajaa useampi kuin yksi kone, eli koneista muodostetaan klustereita. Vikasietoiset palvelut eroavat korkean käytettävyyden mukaisista ratkaisuisista niin, että vikasietoinen palvelu on asennettu useammalle laitteelle joilla se toimii yhtä aikaa. Nämä laitteet synkronoidaan keskenään, niin että kaikki komennot jotka suoritetaan yhdellä laitteella suoritetaan myös toisella. Korkeassa käytettävyydessä palvelut toimivat yhdellä laitteella kerrallaan (Christensen 2010).

Korkean käytettävyyden mukaisia palveluita rakennetaan, kun halutaan taata palveluiden maksimaalinen saatavuus loppukäyttäjille. Todellista korkeaa käytettävyyttä varten tarvitaan useampia klustereita, jotka tarjoavat samaa palvelua eri sijainneissa. Näin vältetään sähkökatkosten ja muiden arvaamattomien tekijöiden aiheuttamat katkokset. WPK-verkolle riittää kuitenkin fyysisesti yhdessä paikassa sijaitseva klusteri, sillä myös sen käyttäjät ovat samojen sähkökatkosten tms. vaikutuksen piirissä. Tässä työssä toteutettavan korkean käytettävyyden suurin yksittäinen ongelmakohta on levypalvelin. Sen tiedostoja ei varmuuskopioida toiselle laitteelle, minkä johdosta pilven vikasietoisuus ei ole täydellistä. Muutoin kaikki yhteydet on kahdennettu, ja palvelut ovat korkeasti käytettävissä.

Korkean käytettävyyden etuna on saavutettu vikasietoisuus, joka mahdollistaa yksittäisten laitteiden päivittämisen ja korjaamisen ilman, että niiden palveluita tarvitsee ajaa alas. Klusteroidussa ympäristössä palvelut vain siirretään noodilta toiselle. Jos klusterin noodin sammuu hallitsemattomasti, siirtyvät sen palvelut automaattisesti toiselle noodille (Alila 2013).

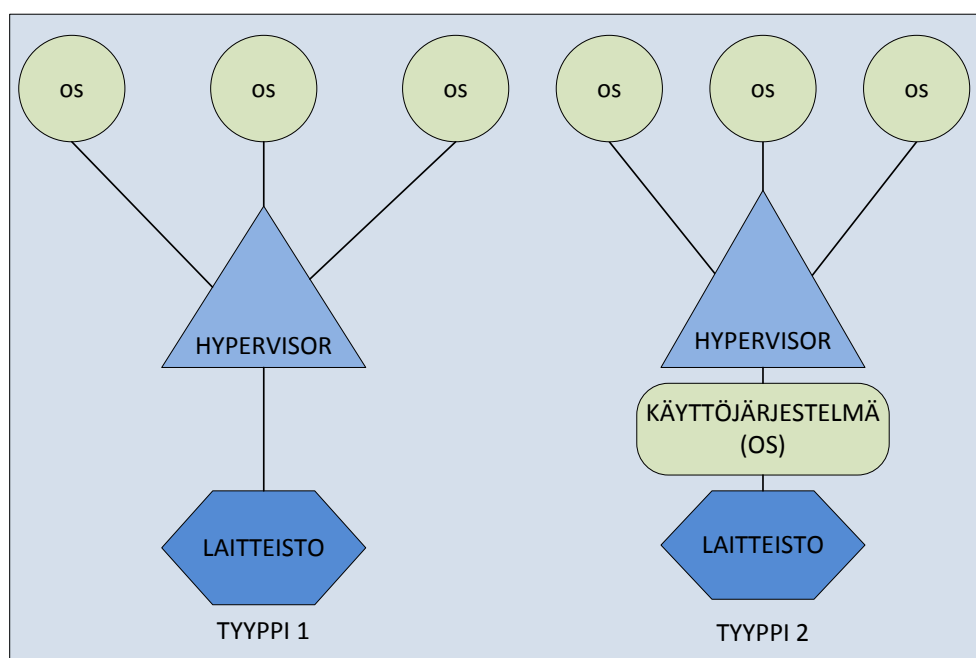
Huonona puolena klusterin toteuttamisessa ovat laitteistokustannukset, kun yhtä klusteria varten tulee hankkia vähintään kaksi identtistä laitetta. Klusterin noodien lisäksi joudutaan hankkimaan myös levypalvelin tai jokin vastaava tallennusratkaisu ja mahdollisimman nopeita kytkimiä näiden laitteiden väliin, mieluiten kahtena kappaleena. Varsinkin levypalvelimet tuovat huomattavan suuria lisäkustannuksia (Alila 2013).

3 TEKNIIKAT JA TYÖKALUT

3.1 Virtualisointi ja hypervisor

Virtualisointi on tekniikkana vaikuttanut suuresti pilvipalveluiden yleistymiseen ja mahdollistumiseen. Virtualisoinnilla laitteen fyysiset piirteet piilotetaan loppukäyttäjältä ja muilta laitetta käyttäviltä ohjelmilta (Salo 2010, 48). Se on hyödyllinen tekniikka palveluiden eristämiseen ja jakamiseen ilman, että niille kaikille tarvitaan omia fyysisiä laitteita. Palveluiden virtualisoinnilla on mahdollista säästää tilaa ja resursseja, kun fyysisistä laitteista päästään eroon (Heino 2010, 59).

Hypervisor on nimitys ohjelmistolle, joka mahdollistaa useiden eri käyttöjärjestelmien toiminnan saman fyysisen laitteiston avulla. Hypervisoreita on kahta tyyppiä (kuva 3), ja molemmille tyypeille on tarjolla useita valmistajia. Ykköstyypin hypervisoreille asennetut käyttöjärjestelmät voivat lähettää käskyjä suoraan koneen komponenteille tavallisen käyttöjärjestelmän tapaan. Tämä on tehokkaampaa kuin tyypin kaksi hypervisoreissa (Portnoy 2012, 22), jolloin käyttöjärjestelmät lähettävät käskynsä laitteistolle käyttöjärjestelmän kautta (Portnoy 2012, 23). Käytettävän laitteiston ja käyttöjärjestelmän täytyy tukea virtualisointia. Tuen virtualisoinnille voi varmistaa käyttöjärjestelmäkohtaisilla ohjelmilla (Brinkmann 2014).

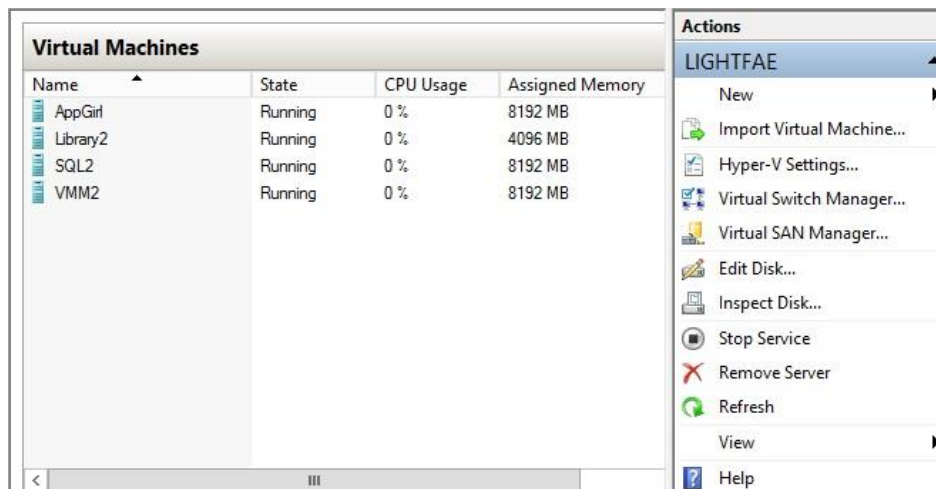


KUVA 3 Hypervisor-tyypit

Suosituimpia ja käytetyimpiä hypervisoreita ovat Vmware ESX, Citrix Xen, Microsoft Hyper-V, Oracle VirtualBox ja RedHat KVM (Portnoy 2012, 27–31). Tässä opinnäytetyössä on käytössä Microsoftin Hyper-V, joka ei ole täysin tyypin yksi määrittelyn mukainen, sillä siinä on ominaisuuksia sekä tyypistä yksi että kaksi. Hyper-V ei toimi ilman Windows-käyttöjärjestelmää, mutta sen lähettämät käskyt menevät suoraan laitteistolle, eivätkä käyttöjärjestelmän kautta (Portnoy 2012, 31).

3.2 Hyper-V

Microsoftin Hyper-V toimii Hyper-V Managerin kautta, jolla on mahdollista tehdä mm. uusia virtuaalikoneita, virtuaalikytkimiä ja virtuaalisia tallennusverkkoja (kuva 4). Tässä työssä käytettäville fyysisille palvelimille asennetaan Hyper-V Managerilla useita uusia virtuaalikoneita, ja muita tarpeellisia virtuaalisia komponentteja.



KUVA 4 Hyper-V Manager

Asennettavien virtuaalikoneiden virtuaaliverkkokortit liitetään Hyper-V Managerilla virtuaalisiin verkkoihin. Verkkoja on kolmea eri tyyppiä (Shinder 2010):

- Private Virtual Network
- Internal Virtual Network
- External Virtual Network

Private-tyyppisessä verkossa virtuaalikoneet liitetään virtuaalikytkimeen johon on yhteys vain virtuaalikoneilta. Virtuaalikoneiden yhteydet toimivat vain samalla fyysisellä koneella olevien virtuaalikoneiden välillä, eikä virtuaalikoneilta ole yhteyttä edes poh-

jakoneelle (Shinder 2010). *Internal*-verkko on *private*-verkon tyyppinen, mutta siinä olevilta virtuaalikoneilta on yhteys myös pohjakoneelle. Kumpaakaan näistä verkkotyypeistä ei sidota fyysiseen verkkokorttiin (Shinder 2010).

External-tyyppinen virtuaaliverkko liitetään pohjakoneella olevaan fyysiseen verkkokorttiin, jolloin kyseinen verkkokortti tulee vain virtuaaliverkon käyttöön. Pohjakoneelle lisätään hallinnointia varten tätä fyysistä verkkokorttia vastaava virtuaalinen verkkokortti, jonka kautta sen verkkoasetuksia voi muokata (Shinder 2010). Tässä työssä käytetään *external*-virtuaaliverkkoja, koska niissä olevat virtuaalikoneet voidaan yhdistää muuhun verkkoon ja Internetiin.

Hyper-V virtuaalikoneiden tyyppin voi valita kahden sukupolven (generation) väliltä. Sukupolven 1 mukaisia virtuaalikoneita voi tehdä useammilla käyttöjärjestelmillä, mutta sukupolven 2 koneilla on käytettävissä uusia ominaisuuksia (Technet 2013b). Sukupolven valintaa ei voi peruuttaa, joten sen rajoitukset ja edut tulee ottaa huomioon uusien virtuaalikoneita tehtäessä. Seuraavat käyttöjärjestelmät voi asentaa sukupolven 2 virtuaalikoneille (Technet 2013b):

- Windows Server 2012
- Windows Server 2012 R2
- Windows 8 (x64)
- Windows 8.1 (x64)

Hyper-V on ollut käytössä Windows Server 2008 –käyttöjärjestelmän julkaisusta asti. Tässä työssä käytetään Hyper-V:n Server 2012 R2 –versiota, jossa on mukana paljon uusia ominaisuuksia ja vanhojen ominaisuuksien päivityksiä (Technet 2013c). Näistä tässä työssä tarpeellisimmat on listattu taulukossa 2.

Fibre Channel –tuki ei itsessään mahdollista sillä toteutettujen varstoverkkojen liittämistä virtuaalikoneille, vaan niillä täytyy olla tuki sen erilaisia laitteistovaatimuksia varten (Posey, B 2013). Tämän työn laitteilta löytyvät virtualisoituja FC-varstoverkkoja tukevat komponentit, joten virtuaalikoneisiin liitetään levyjakoja tällä tekniikalla.

TAULUKKO 2 Windows Server 2012 R2 Hyper-V –ominaisuuksia

Ominaisuus	Vaikutus
VHDx-formaatti	<ul style="list-style-type: none"> Suuremmat virtuaalikoalevyt kuin edeltävässä VHD-formaatissa. Jopa 64 TB kovalevyt mahdollisia (Technet 2013c). Kovalevyjen koon skaalaus virtuaalikoneen ollessa käynnissä (Technet 2013d).
Fibre Channel –tuki	<ul style="list-style-type: none"> Mahdollistaa Fibre Channel varastoverkkojen käytön suoraan virtuaalikoneilla (Technet 2007).
Sukupolven 2 virtuaalikoneet	<ul style="list-style-type: none"> Käynnistäminen SCSI-virtuaalikoalevyltä. Käynnistäminen SCSI-virtuaaliDVD:ltä. PXE-käynnistys normaalilta verkkokortilta. (Technet 2013c). Tuki joillekin Linux- ja vapaan lähdekoodin käyttöjärjestelmille (Technet 2014a).
Virtuaalikoneiden automaattinen aktivointi	<ul style="list-style-type: none"> Tiettyjen palvelinversioiden aktivointi ilman lisenssiavaimia (Technet 2013c).

3.3 Windows Server 2012 R2

Tämän pilven rakennuksessa käytetään Microsoftin ohjelmistoja, sillä WPK-verkossa käytetään Windows-käyttöjärjestelmiä, ja työnantaja oli hankkinut nämä ohjelmistot käytettäväksi tässä työssä. Kaikki ohjelmistoasennukset tehdään laitteille, joille on asennettu Microsoftin Windows Server 2012 R2 –palvelinkäyttöjärjestelmä. Työssä käytetään sen Standard ja Datacenter-versioita, joista Datacenter on erityisen hyvä alusta virtualisointia ja yksityisiä pilviympäristöjä varten (Microsoft 2013a). Datacenteriä käyttäville palvelimille asennetut virtuaalikoneet aktivoituvat automaattisesti, jos niiden käyttöjärjestelmä on Windows Server 2012 R2 Datacenter, Standard, tai Essentials (Technet 2013a).

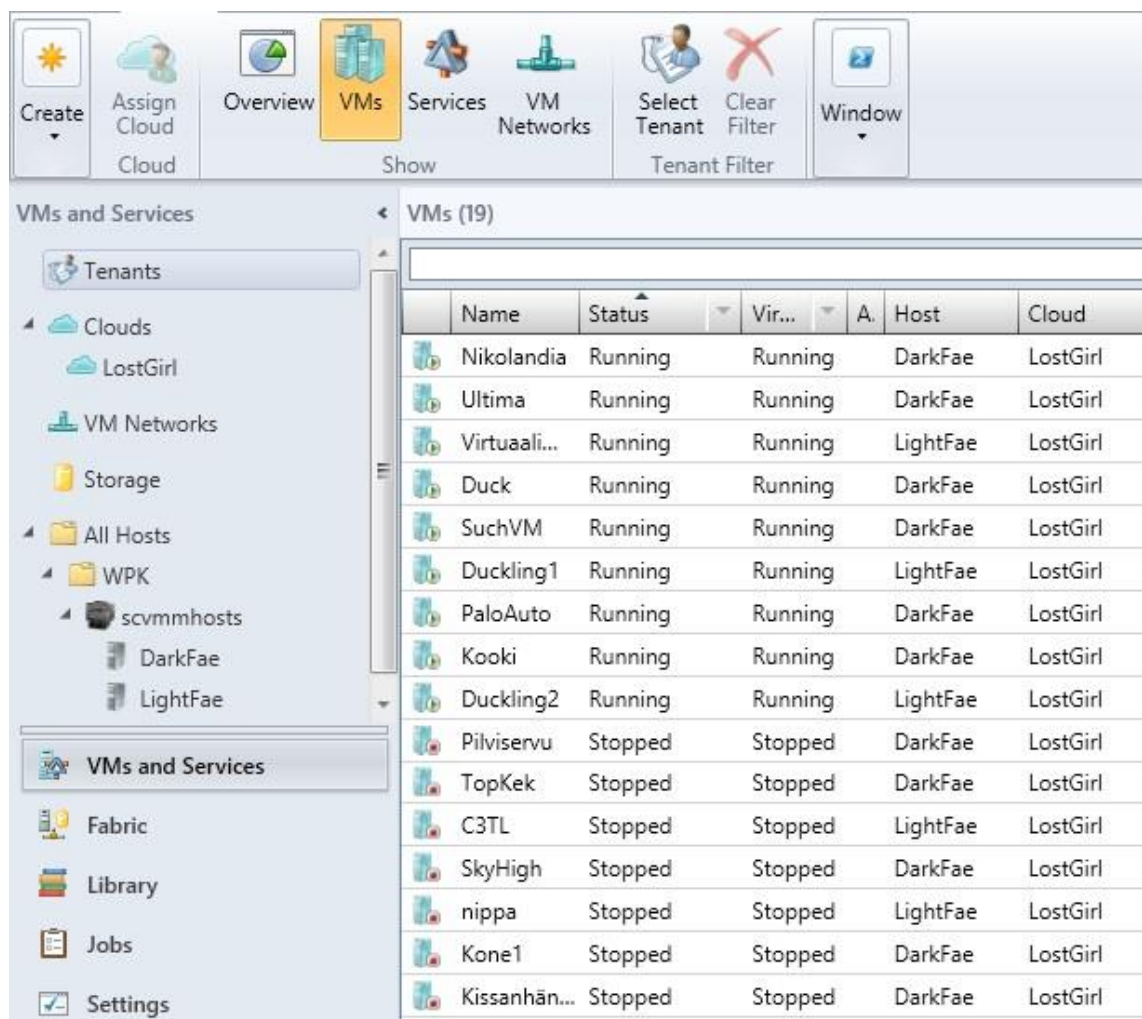
Server 2012 R2 –version mukana myös hinnoittelu uudistui, niin ettei Datacenter-lisenssejä tarvitse ostaa enää jokaista palvelimen fyysistä prosessoria kohden, vaan yksi lisenssi riittää kahdelle prosessorille (Microsoft 2013a). Laitteella jolle Server 2012 R2 Datacenter tai Standard –käyttöjärjestelmä asennetaan, suositellaan käytettävän (Booth, Butler, Greene, Minasi, McCabe, Panek, Rice & Roth 2013, 21):

- 2 GHz prosessoria
- Vähintään 2 GB käyttömuistia
- Vähintään 40 GB pysyväismuistia

3.4 System Center Virtual Machine Manager 2012 R2

SCVMM (System Center Virtual Machine Manager) on Microsoftin kehittämä vuonna 2007 julkaistu työkalu virtualisoitujen resurssien hallintaa varten. Se mahdollistaa virtuaalisten verkkojen ja virtuaalikoneiden hallinnan keskitetysti, sekä uusien virtuaalikoneiden ja palveluiden perustamisen yksityiseen pilveen (Technet 2014b). Se on osa suurempaa System Center –ohjelmistopakettia, mutta ei tarvitse toimiakseen muita pakettin osia. Tässä työssä ohjelmasta käytetään versiota SCVMM 2012 R2.

Ohjelmaa käytetään graafisen VMM-konsolin avulla (kuva 5). Kaikki VMM-konsolissa tehtävät asetukset voidaan suorittaa myös Power Shellillä, joka on Microsoftin oma skriptauskieli (Technet 2014g). Konsolin kautta on mahdollista määrittellä mm. uusia virtuaaliverkkoja tai tehdä virtuaalikonepohjia (template).



KUVA 5 VMM-konsolin näkymä

SCVMM-kokonaisuuteen kuuluu useampi eri komponentti, jotka voi asentaa joko samalle palvelimelle, tai niitä voi jakaa useammille palvelimille (Technet 2014b). Asennettavia komponentteja on tämän työn vaatimusten puitteissa viisi, jotka listataan taulukossa 3. Tässä opinnäytetyössä käydään läpi pienten, eli alle 150:n käyttäjän ympäristöihin mitoitettut laitteistosuositukset (Technet 2014d), jotka esitellään taulukossa 3.

TAULUKKO 3 Laitteistosuositukset System Center 2012 R2 asennukselle

Komponentti	Laitteistosuositukset
VMM-hallintapalvelin ilman paikallista tietokantaa (VMM Management Server)	<ul style="list-style-type: none"> • 1 GHz prosessori • 4 GB käyttömuistia • 40 GB pysyvämuistia
VMM-konsoli (VMM console)	<ul style="list-style-type: none"> • 1 GHz prosessori • 2 GB käyttömuistia • 2 GB pysyvämuistia
VMM-kirjastopalvelin (VMM Library Server)	<ul style="list-style-type: none"> • 3.2 GHz (x64) prosessori • 2 GB käyttömuistia • Kirjasto kohtainen pysyvämuistin määrä
Itsepalveluportaali (VMM App Controller)	<ul style="list-style-type: none"> • 2.8 GHz (x64) prosessori • 4 GB käyttömuistia • 1 GB pysyvämuistia
VMM-tietokanta (VMM Database)	<ul style="list-style-type: none"> • 2 GHz (x64) prosessori • 4 GB käyttömuistia • 150 GB pysyvämuistia

Ohjelmistoista esitellään tässä työssä rakennettavaa klusteroitavaa ja korkeasti käytettävää ympäristöä varten suositellut, erillistä asennusta vaativat ohjelmat (taulukko 4). Klusteroiduissa ympäristöissä VMM-hallintapalvelimella suositellaan käytettäväksi Server 2012 R2 –käyttöjärjestelmää erityisen painokkaasti (Technet 2014e). VMM-hallintapalvelin vaatii oman VMM-tietokannan, jonka asennusta suositellaan klusteroidussa ympäristössä omaan klusteriinsa (Technet 2014f). Koska kirjastoon tallennetaan tässä opinnäytetyössä myös VHDx-levykuvia, tulee kirjastopalvelimen käyttöjärjestelmän olla Server 2012 tai Server 2012 R2 tasolla (Technet 2014e). App Controller – palvelin eli itsepalveluportaali on ohjelmisto pilven hallintaan selainkäyttöliittymän kautta. Sen voi asentaa verkossa mille tahansa palvelimelle, mutta on suositeltavaa ettei sitä asenneta samoille palvelimille kuin VMM-palvelinta (Technet 2013f).

TAULUKKO 4 SCVMM 2012 R2 ohjelmistojen vähimmäisvaatimukset

Palvelin	Vähimmäisvaatimukset
VMM-hallintapalvelin ilman paikallista tietokantaa (VMM Management Server)	<ul style="list-style-type: none"> • Windows Server 2012 R2 • .NET Framework 3.5 ja 4.5 • Failover Clustering –rooli • Windows ADK • Command Line Utilities for SQL Server • Tietokanta SQL-palvelimella
VMM-konsolipalvelin (VMM console)	<ul style="list-style-type: none"> • Windows Server 2008 R2 SP1 tai Windows 7 SP1 • .NET Framework 3.5 ja 4.5
VMM-kirjastopalvelin (VMM Library Server)	<ul style="list-style-type: none"> • Windows Server 2012 • Failover Clustering –rooli • File Server –rooli
Itsepalveluportaali (VMM App Controller)	<ul style="list-style-type: none"> • Windows Server 2008 tai Windows 7 SP1 • .NET Framework 4.5 • Web Server (IIS) • Tietokanta SQL-palvelimella
VMM-tietokantapalvelin (VMM Database)	<ul style="list-style-type: none"> • SQL Server 2008 R2 SP2

VMM-hallintapalvelin ja VMM-tietokantapalvelin toimivat palvelun selkärankana. Ilman niitä mikään palvelun osa ei toimi. VMM-konsolia käytetään hallintaan ja kirjastopalvelinta virtuaalisten resurssien tallettamiseen. Itsepalveluportaali on täysin valinnainen osa, jonka asentaminen vain laajentaa palvelun toiminnallisuuksia loppukäyttäjälle.

Ennen asennusta VMM-hallintapalvelinta varten on tehtävä oma *service account* –käyttäjätunnus. Tämän tunnuksen tulee olla vähintään toimialueitasoinen ylläpitäjätunnus, kun hallintapalvelin asennetaan korkean käytettävyyden mukaan (Technet 2013e). Lisäksi hallintapalvelinta varten on konfiguroitava DKM (Distributed Key Management). DKM on aktiivihakemistoon tehtävä kansio, jota pääsee käyttämään useampi kuin yksi palvelin. VMM-hallintapalvelin salaa osan tietokantaan tallentamistaan tiedoista, joiden avaimet se oletuksena tallentaa omiin tiedostoihinsa. Jos näitä avaimia tarvitsee käyttää useammalla kuin yhdellä palvelimella, kuten klusteroidun hallintapalvelimen kanssa, on DKM tarpeellinen (Technet 2014h).

3.5 Tietokantapalvelin

Tietokantapalvelin on tietokantojen luomiseen, käyttöön ja ylläpitämiseen suunniteltu ohjelmisto, joka tarjoaa tietokantapalveluita muille tietokoneille tai ohjelmille. Palvelimen toiminta perustuu erilaisten laitteiden ja ohjelmistojen tekemiin tietokantakyselyihin ja tietokantaankirjoituksiin, jotka kohdistetaan niille relevanttiin tietokantaan. Tietokantapalvelimella voi olla useita tietokantoja, ja samaa tietokantaa voi käyttää useampi kuin yksi laite tai ohjelmisto.

Tietokantapalvelinohjelmistoja ovat mm. MySQL, Oracle ja SQL Server (Andrejev 2011). Microsoftin tietokantapalvelin on nimeltään SQL-palvelin (MSSQL tai SQL Server). Tietokantoja käytetään koska niiden tarjoama taulukkomuoto tietojen säilyttämiseen ja järjestämiseen on tehokas, ja tallennettavia tietoja pystytään muokkaamaan, hakemaan ja päivittämään jälkikäteen (Andrejev 2011).

SQL-palvelimen ensimmäinen versio on kehitetty vuonna 1989 (Jorgensen, LeBlanc & Segarra 2004, 3-4, 12), ja tässä työssä käytetään sen versiota SQL Server 2012 Standard. SQL-palvelimen tietokannat asennetaan palvelimella oleviin instansseihin. Instanssi on käytännössä kokonainen SQL-palvelinasennus, joita voi olla samalla SQL-palvelimella useita (MSDNa). Näiden eri instanssien sisälle voidaan tehdä useita eri tietokantoja, ja näin jaotella tietojärjestelmiä. SQL Server 2012 asennuksen voi suorittaa suoraan klusteroituna instanssina korkean käytettävyyden saavuttamiseksi (Jorgensen ym. 2004, 768).

SQL-palvelimen Standard-version voi asentaa muillekin kuin palvelinohjelmistolla varustetuille laitteille. Sen alustaksi kelpaa Windows Server –käyttöjärjestelmien lisäksi Windows Vista, Windows 7 tai Windows 8. Virtuaalikoneilla asennuksen voi kuitenkin suorittaa vain tietyille palvelinversioille (MSDNb). Nämä versiot ovat:

- Server 2008 Standard, Enterprise ja Datacenter
- Server 2012 Standard ja Datacenter

SQL-palvelimen voi asentaa myös toimialueohjaimelle, mutta Microsoft ei suosittele tällaista asennusta (Microsoft Support b). SQL-palvelimen asentaminen toimialueohjaimelle ei ole tässä työssä luotavassa ympäristössä edes mahdollista, sillä toimialueoh-

jaimia ei voi klusteroida. Kun SQL-palvelin aiotaan klusteroida, ovat laitteisto- ja ohjelmistosuositukset Standard-versiossa:

- .NET Framework 3.5 ja 4.5
- Failover Clustering –rooli
- Vähintään 2.0 GHz prosessori
- Käyttömuistia 4GB
- Pysyväismuistia 6GB

Myös SQL-palvelin tarvitsee oman sille dedikoidun *service account* –käyttäjätunnuksen. Klusteroidussa ympäristössä sen on oltava toimialueen ylläpitäjätunnus (MSDNC). VMM-tietokantaa varten SQL-palvelimen palveluista täytyy valita *Database Engine Services* ja *Management Tools - Complete* –vaihtoehdot (Technet 2014e). Nämä työkalut riittävät korkeasti käytettävän VMM-tietokannan asentamiseen korkeasti käytettävälle SQL-palvelimelle.

4 OPINNÄYTETYÖN LÄHTÖTILANNE

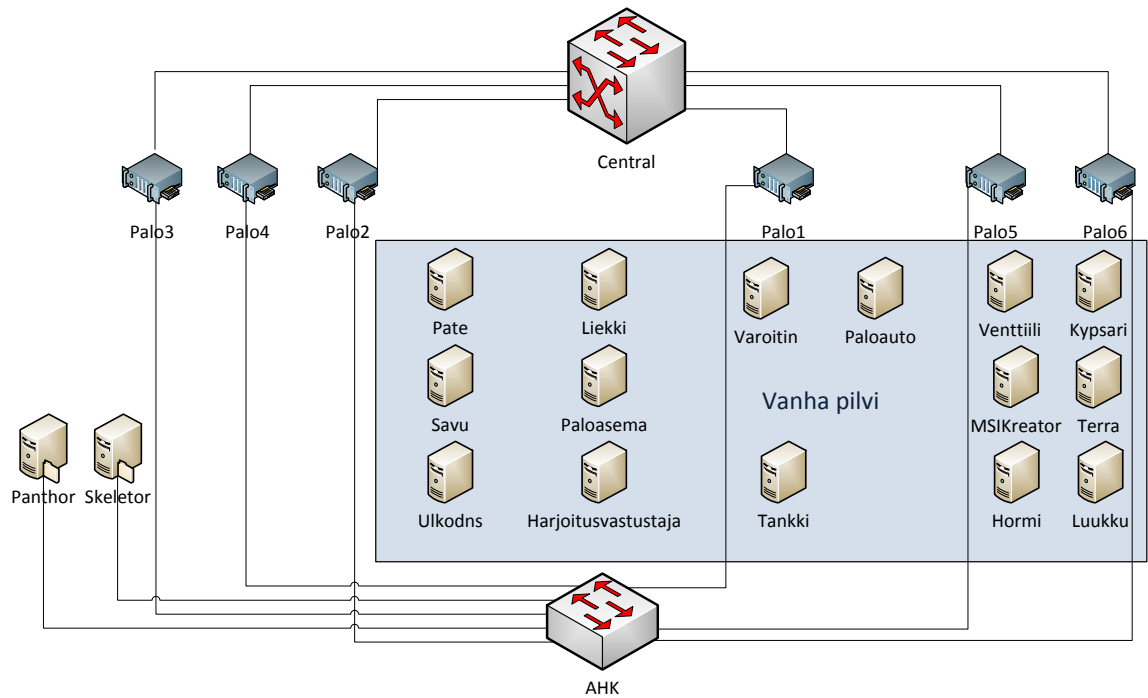
4.1 WPK-verkko

Opetuskäyttöön tarkoitettuna luonteensa johdosta WPK-verkko koostuu vanhahkosta ja käytettynä saadusta, mutta toimivasta laitteistosta. Verkko on kuitenkin laajentunut viime vuosina, kun sen käyttäjiksi on tietoverkko-opiskelijoiden lisäksi tullut muiden suuntautumisvaihtoehtojen opiskelijoita. Nykyään verkon alaisuuteen kuuluu kolmen laboratorioluokan lisäksi pelipuolen opiskelijoiden pelistudio laitteinen, sekä kannettavia tietokoneita ja langaton verkko.

Jos verkkoa halutaan päivittää ja kehittää eteenpäin, tarvitaan lisää resursseja. Tämän hetkiseen tuotantoverkkoon ei voi lisätä montaa uutta palvelua, sillä palvelinten laskentateho ja muisti eivät ole riittäviä. Joillain palvelimilla myös tallennuskapasiteetti tulee vastaan niin, ettei niiden käyttöjärjestelmiä voida päivittää ilman täydellistä uudelleen-asennusta.

4.2 Vanha pilvi

WPK-verkon palvelut on toteutettu suurelta osin virtuaalisesti. Verkon toimialueella on kuusi klusterointiin soveltuvaa komponenteiltaan identtistä fyysistä palvelinta (Technet 2012b), joista kolme on tällä hetkellä klusteroitu vanhan pilven resursseiksi (kuva 6). Kaikille verkon palvelimille on asennettu Windows Server –käyttöjärjestelmä, ja toimialueen toiminnallinen taso on tällä hetkellä Server 2012 R2. Käyttöjärjestelmät eivät kuitenkaan ole kaikilla palvelimilla samalla tasolla, vaan suurin osa palvelimista on Windows Server 2008 R2 –tasolla. Toimialueen toiminnallisen tason nostaminen on tehty hiljattain, minkä johdosta vanhan pilven resurssit vähenivät yhden palvelimen verran (Nordenswan 2014).

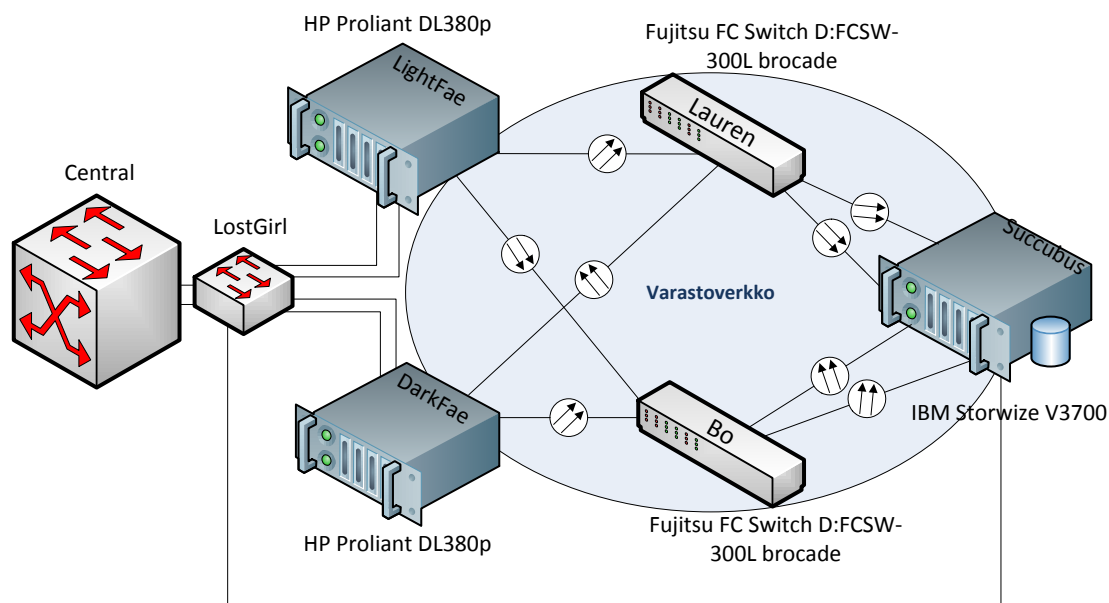


KUVA 6 Vanha pilvi

Vanha pilvi kaipaa päivittämistä ja uudelleenkonfigurointia, mitä tehtäessä voidaan käyttää hyväksi uutta pilveä. Palvelut voidaan siirtää uuteen pilveen siksi aikaa kun vanhaa päivitetään, mutta vanhaan pilveen ei korjaamisen jälkeenkään kannata perustaa uusia palveluita, ainakaan ilman lisäresurssien hankkimista. Sen sijaan palvelut kannattaa tulevaisuudessa perustaa uuteen pilveen.

4.3 Uusi pilvipalvelu

Uusi pilvi aiotaan ottaa pääasiassa opetus- ja projektikäyttöön, jolloin sinne tehdään virtuaalikoneita lähinnä opiskelijoiden toimesta. Uudessa pilvessä riittää kuitenkin resursseja myös uusien palveluiden perustamiseen WPK-verkkoon. Uuden pilven laitteet on ostettu varta vasten tätä käyttöä varten ja niihin on jo kertaalleen tehty pilven vaatimien ohjelmistojen asennus (Torniainen 2014). Nämä asennukset eivät kuitenkaan olleet tulevan käytön kannalta riittävät työnantajalle, joten tämän työn tehtävänannoksi tuli rakentaa pilvi uudelleen korkean käytettävyyden mukaisesti.



KUVA 7 Uuden pilven varastoverkko ja laitteet

Uuteen pilveen kuuluu kaksi palvelinta, kaksi kuitukytkintä sekä yksi levypalvelin (kuva 7). Molemmilla palvelimilla on 560 GB pysyvämuistia, 271 GB käyttömuistia, ja kaksi Intelin Xeon E5-2630 2.30GHz prosessoria. Kuitukytkimet ovat Fujitsun D:FCSW-300L FC-Switch brocade –kytkimiä, ja niiden porttikohtaiset maksiminopeudet ovat 8 GB/s. Levypalvelimena toimii IBM Storwize V3700. Levypalvelimella on kymmenen 560 GB SAS-kovalevyä (Serial Attached SCSI, SAS), joista on tehty yhden pariteettilevyn RAID5-levypakka. Käytettävää tallennustilaa on 3.81 TB. Varastoverkon avulla levypalvelimella olevia levyjakoja voidaan liittää suoraan laitteisiin, jolloin ne käyttäytyvät kuin suoraan koneeseen liitetyt kovalevyt. Klusteroinnin avulla useampi laite voi käyttää samaa levyä, mutta ei yhtä aikaa.

Nämä laitteet muodostavat oman varastoverkkonsa (Storage Area Network, SAN), jonka liikenne on eristetty verkon muusta liikenteestä erilaisen IP-osoiteavaruuden ja käytettävien tekniikoiden avulla. Tässä opinnäytetyössä käytetään Torniaisen (2014) määrittelemää varastoverkkoa, jossa on käytössä FC-protokolla (Fibre Channel, FC). Tarkemmat tiedot varastoverkon tekniikoista löytyvät Torniaisen opinnäytetyöstä (2014). Kaikille varastoverkon laitteille on kuitenkin hallintayhteys myös WPK-verkon hallintaosoiteavaruudesta. Palvelimilla käytetään Windows Server 2012 R2 Datacenter –käyttöjärjestelmää.

Torniaisen (2014) työnä palvelimille on asennettu käyttöjärjestelmät, palvelinten, kuitukytinten ja levypalvelimen väliset verkkoyhteydet, sekä varastoverkko on konfiguroitu kuntoon. Kuitukytkimille on tehty asianmukaiset verkkoasetukset, levypalvelimelle on tehty RAID-levypakka ja kaikille laitteille on asetettu IP-osoitteet. Pilven yhteyksiä muuhun WPK-verkkoon on muutettu verkon harjoittelijoiden toimesta hieman erilaisiksi, kuin palvelua rakentanut Torniaisen (2014) oli ne jättänyt. Kuvassa 7 näkyvä Lost-Girl-kytkin on lisätty Centralin ja uuden pilven väliin. Kaikki pilven rakentamiseen liittyvät ohjelmistoasennukset puretaan tätä opinnäytetyötä varten, mutta verkkoa ja käyttöjärjestelmää koskevat asetukset jätetään ennalleen.

5 PILVIPALVELUN RAKENTAMINEN

5.1 Suunnittelu

Suunnitelma tehtiin rakentamalla ensin pieni testiympäristö, johon asennettiin kaikki pilven tarvitsemat ohjelmistot. Testiympäristöä ei kuitenkaan tehty korkean käytettävyyden mukaisesti, vaan sen avulla tutustuttiin ohjelmien asennukseen ja niiden esivaihtimukseen. Alkuperäisen suunnitelman mukaan palvelu rakennettaisiin kahdella virtuaalikoneklusterilla, mutta Library-klusterin tarve tuli ilmi, kun kirjastojakoa ei suositeltu asennettavan samalle palvelimelle kuin VMM-hallintapalvelinta (Technet 2014i).

Pilvi päätettiin rakentaa neljän palvelinklusterin avulla, joista kolme muodostetaan virtuaalikoneilla. Pilven varsinaiset resurssit tulevat fyysisistä palvelimista tehdystä klusterista, jonne myös kaikki pilveen tehtävät virtuaalikoneet asennetaan. Pilven vaatimat toiminnallisuudet puolestaan tehdään virtuaalikoneklustereiden avulla. Toiminnallisuuksiin kuuluvat tietokantapalvelin, VMM-hallintapalvelin sekä VMM-kirjastopalvelin. Itsepalveluportaali asennetaan virtuaalikoneelle pilveen.

Työtä varten luotiin uusia käyttäjätunnuksia ja luotavia virtuaalikoneita varten tehtiin oma organisaatioyksikkö (Organization Unit, OU) aktiivihakemistoon. Tämän organisaatioyksikön alle tehtiin edelleen kolme alikansiota kolmea eri virtuaalikoneklusteria varten. Virtuaalikoneille varattiin riittävästi IP-osoitteita, jotka poistettiin DHCP-osoiteavaruudesta. Näihin IP-osoitteisiin pääsy Internetistä käsin on estetty WPK-verkon palomuuriasetuksilla.

5.2 Asetusten purkaminen ja levypalvelimen osiointi

Ensimmäinen tehtävä oli alkuperäisten pilviasetusten purkaminen. Darkfae-palvelimelta poistettiin VMM-konsoli ja VMM-hallintapalvelin, sekä SQL-palvelinohjelmistot. Molemmilla ohjelmistoilla oli omat poisto-ohjelmansa, joista valittiin kaikki poistettavaksi. Lightfaelta poistettiin vain VMM-konsoli.

Levypalvelin Succubus formatoitiin ja sille tehtiin uudet levyjaot (kuva 8). Levyjaot toimivat fyysisten kovalevyjen loogisina jaotteluina, jotka yleensä eritellään LUN-tunnisteilla (Logical Unit Number). Tämän levypalvelimen levyjaot eritellään kuvassa 8 näkyvillä UID-tunnisteilla, jotka toimivat samalla tavalla kuin LUN-tunnisteet, niitä käyttäville laitteille. Levyille on annettu nimiksi LUN0-6, mutta nämä nimet eivät liity levyjen todellisiin tunnisteisiin, vaan helpottavat hallinnointia ylläpitäjälle.

Name	Status	Capacity	Storage Pool	UID	Host Mappings
LUN0	✓ Online	2.93 TB	mdiskgrp0	60050763008081496000000000000011	Yes 
LUN1	✓ Online	1.00 GB	mdiskgrp0	60050763008081496000000000000010	Yes 
LUN2	✓ Online	499.00 GB	mdiskgrp0	60050763008081496000000000000015	Yes 
LUN3	✓ Online	1.00 GB	mdiskgrp0	60050763008081496000000000000012	Yes 
LUN4	✓ Online	399.00 GB	mdiskgrp0	60050763008081496000000000000013	Yes 
LUN5	✓ Online	1.00 GB	mdiskgrp0	60050763008081496000000000000014	Yes 
LUN6	✓ Online	1.00 GB	mdiskgrp0	60050763008081496000000000000016	Yes 

KUVA 8 Levypalvelimen levyjaot.

5.3 Virtuaalikoneasennukset

Dark- ja Lightfae-palvelimille, joihin viitataan myös pohjakoneina, asennettiin kolme uutta virtuaalikonetta. SQL1, VMM1 ja Library1 –koneet asennettiin Darkfaelle. SQL2, VMM2 ja Library2 –koneet puolestaan asennettiin Lightfaelle. Virtuaalikoneet tehtiin molemmilla palvelimilla Hyper-V Manageria käyttämällä, ja niiden muisti- ja käyttöjärjestelmäasetukset tehtiin taulukon 5 mukaisesti.

TAULUKKO 5 Virtuaalikoneiden asetuksia

Laite	Käyttömuisti	Pysyväismuisti	Käyttöjärjestelmä
SQL1	8GB	127GB	Server 2012 R2 Standard
SQL2	8GB	127GB	Server 2012 R2 Standard
VMM1	8GB	127GB	Server 2012 R2 Datacenter
VMM2	8GB	127GB	Server 2012 R2 Datacenter
Library1	4GB	100GB	Server 2012 R2 Standard
Library2	4GB	100GB	Server 2012 R2 Standard

Virtuaalikoneille lisättiin verkkokortit, jotka liitettiin molemmilla pohjakoneilla identtisiin virtuaalikytkimiin: *WPK virtual switch*. Tämä virtuaalikytkin luotiin Hyper-V Managerin työkaluja käyttämällä, joista määriteltiin että kytkin on tyyppiä *external*, jolloin siltä saa yhteyden myös muihin verkkolaitteisiin. Tämän virtuaalikytkimen läpi toimii WPK-verkon hallinta-VLAN.

Virtuaalikoneet käynnistettiin ja käyttöjärjestelmien asennus aloitettiin. Käytettävä media sisälsi useamman eri asennustyyppin, joista SQL- ja Library-virtuaalikoneille valittiin Standard-versio. VMM-virtuaalikoneille valittiin Datacenter, koska oletuksena oli, että virtuaalikoneiden automaattinen aktivointi vaatii tätä. Tämä ei kuitenkaan pitänyt paikkaansa, sillä Datacenterin asentaminen pohjakoneille riittää. Kaikille virtuaalikoneille tehtiin asianmukaiset lokaaliasetukset ja määritettiin *Administrator*-käyttäjätunnus ja salasana. Virtuaalikoneet liitettiin WPK-verkon toimialueelle ja niille annettiin IP-osoitteet alueelta 10.10.1.11-35 /16 taulukon 6 mukaisesti.

TAULUKKO 6 Virtuaalikoneiden IP-osoitteet

Pohjakone	Laite	IP-osoite
Darkfae	SQL1	10.10.1.11
Darkfae	VMM1	10.10.1.21
Darkfae	Library1	10.10.1.31
Lightfae	SQL2	10.10.1.12
Lightfae	VMM2	10.10.1.22
Lightfae	Library2	10.10.1.32

Kaikille virtuaalipalvelimille asennettiin .NET Framework 3.5, .NET Framework 4.5, Failover Clustering ja Multipath I/O –ominaisuus, sekä niiden mukana automaattisesti asentuvat muut ominaisuudet. Näitä ominaisuuksia tarvitaan klustereiden rakentamiseen. Library-virtuaalipalvelimille asennettiin lisäksi *File and Storage Services* –välilehden alta *File Server* –rooli, jota tarvitaan kirjastopalvelimena toimimiseen.

5.4 Klustereiden rakentaminen

Kun perusasetukset olivat kunnossa, lisättiin palvelimille korkeaan käytettävyyteen ja vikasietoisuuteen liittyviä asioita. Klusterit vaativat toimintaansa turvaamaan vähintään yhden verkkoyhteyden laitteiden välille, mutta suositeltavaa on, että käytössä on kaksi verkkokorttia (Microsoft Support c). Kahdentamisella taataan verkkoyhteyksien vikasietoisuus.

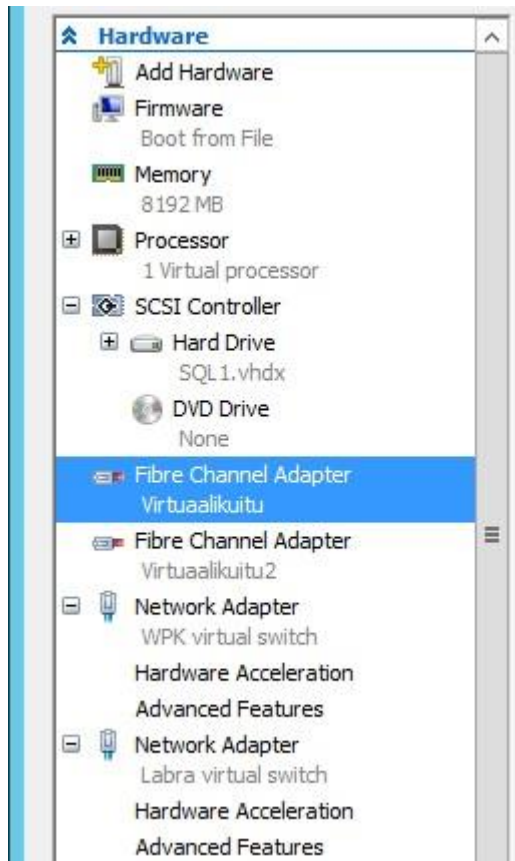
Lisäsin siis virtuaalikoneille Hyper-V managerin kautta vielä toiset verkkokortit, jotka liitettiin pohjakoneille tehtyyn *Labra virtual switch* – virtuaalikytkimeen. Tämäkin verkkokortti on tyyppiä *external*. Näillä verkkokorteilla on käytössä 10.20.x.x -verkko, josta otin käyttöön 10-verkkoa vastaavat osoitteet (taulukko 7).

TAULUKKO 7 Virtuaalikoneiden IP-osoitteet Labra-verkossa.

Pohjakone	Laite	IP-osoite
Darkfae	SQL1	10.20.0.11
Darkfae	VMM1	10.20.0.21
Darkfae	Library1	10.20.0.31
Lightfae	SQL2	10.20.0.12
Lightfae	VMM2	10.20.0.22
Lightfae	Library2	10.20.0.32

Klusterit tarvitsevat vielä tallennustilaa. Uutta pilveä varten olemassa oleva levypalvelin tulee toimimaan tallennusmediana myös luotaville virtuaalikoneklustereille. Succubus on kuitukytkinten takana sijaitsevassa varastoverkossa. Myös virtuaalikoneiden täytyy tukea varastoverkossa käytettävää Fibre Channel –tiedonsiirtoprotokollaa, eli koneille lisätään Fibre Channelia tukevat verkkokortit. Fibre Channelin käyttö estää checkpoin-tien ottamisen virtuaalikoneista (Technet Wiki), jolloin niiden varmuuskopiointi on hoi-dettava muilla menetelmillä.

Pohjakoneilta Darkfae ja Lightfae on kaksi FC-yhteyttä kahteen eri kuitukytkimeen. Myös virtuaalipalvelimille lisätään vastaavat kahdennetut yhteydet varastoverkkoon käyttämällä Hyper-V Manageria, ja sieltä löytyvää Virtual SAN –manageria. SAN ma-nagerin avulla loin kaksi eri virtuaalivarastoverkkoa, joiden nimiksi tuli molemmilla pohjakoneilla *Virtuaalikuitu* ja *Virtuaalikuitu2*. Kullekin virtuaalipalvelimelle lisättiin Hyper-V Managerin kautta FC-verkkokortit molempia virtuaalivarastoverkkoja varten (kuva 9). Palvelinten piti luonnollisesti olla suljettuina tätä toimintoa varten.



KUVA 9 Virtuaalikuituyhteydet.

FC-protokollan toimintaan liittyvät WWNN(World Wide Node Number, WWNN) ja WWPN(World Wide Port Number, WWPN) -numerot. Nämä numerot toimivat MAC-osoitteiden tapaan laitteiden tunnistena FC-verkossa. Otin ylös kaikkien virtuaalipalvelinten World Wide –numerosarjat (taulukko 8). Välistä pois jäävät numerot ovat varattuina Live Migrationia varten (Technet 2007).

TAULUKKO 8 WWNN- ja WWPN-numerot

Laite	WWNN	WWPN (virtuaalikuitu)	WWPN(virtuaalikuitu 2)
SQL1	C003FF0000FFFF02	C003FFD8244E0006	C003FFD8244E0008
SQL2	C003FF0000FFFF01	C003FF9DD1DA0002	C003FF9DD1DA0004
VMM1	C003FF0000FFFF02	C003FFD8244E000A	C003FFD8244E000C
VMM2	C003FF0000FFFF01	C003FF9DD1DA0006	C003FF9DD1DA0008
Library1	C003FF0000FFFF02	C003FFD8244E000E	C003FFD8244E0010
Library2	C003FF0000FFFF01	C003FF9DD1DA000A	C003FF9DD1DA000C

5.4.1 Kuitukytkimet

Virtuaalikoneiden jälkeen siirryttiin niiden ja levypalvelimen välissä olevien kuitukytkinten Bo ja Lauren kimppuun. Näiden kytkinten avulla määritellään mitkä laitteet ovat mukana varastoverkossa. Kuitukytkimiä käytetään graafisen selainkäyttöliittymän kautta.

Molemmilla kuitukytkimillä näkyi kuusi uutta laitetta WWPN-numeroina, jolle annettiin *aliakset*, eli helpommin tunnistettavat nimitykset. Nämä aliakset liitettiin kytkinten *Zoning*-konfiguraatioihin. Virtuaalipalvelimet liitettiin samoihin *zoneihin*, kuin niiden pohjakoneet on liitetty. Näihin portteihin on liitetty myös levypalvelin *Succubuksen* alias, eli kyseisistä porteista on siihen yhteys (kuva 10).

Zone Access Map for Devices										
HBA										
	dvc3_Lightfae_Library2	dvc3_Lightfae_VMM2	dvc2_SUCCUBUS_NO...	dvc2_SUCCUBUS_NO...	dvc3_Darkfae_Library1	dvc3_Darkfae_VMM1	dvc3_DARKFAE	dvc3_LIGHTFAE	dvc3_Darkfae_SQL1	dvc3_Lightfae_SQL2
Storage										
dvc2_SUCCUBUS_NO...	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
dvc2_SUCCUBUS_NO...	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

KUVA 10 Laitteiden aliakset ja zoning Bo-kytkimellä

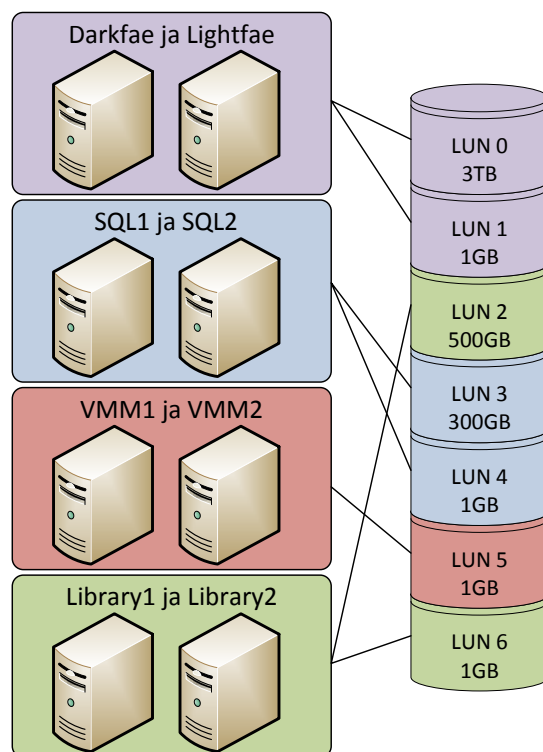
5.4.2 Levyt

Levypalvelimelle tehtiin virtuaalikoneita varten uusia *host*-tunnisteita, joihin liitetään käytettävällä protokollalla halutut laitteet (kuva 11). Tämän jälkeen laitteille voi lisätä käyttöön levyjakoja, jotka on luotu levypalvelimelle erikseen. Kuhunkin laitteeseen liitettiin sille kuuluvat WWPN-numerot, joita oli kaksi kutakin laitetta kohti.

Name	Status	Host Type	# of Ports	Host Mappings
DarkFae1	✓ Online	Generic	1	Yes
DarkFae2	✓ Online	Generic	1	Yes
DarkFae_Library1	✓ Online	Generic	2	Yes
Darkfae_SQL1	✓ Online	Generic	2	Yes
Darkfae_VMM1	✓ Online	Generic	2	Yes
LightFae1	✓ Online	Generic	1	Yes
LightFae2	✓ Online	Generic	1	Yes
LightFae_Library2	✓ Online	Generic	2	Yes
Lightfae_SQL2	✓ Online	Generic	2	Yes
Lightfae_VMM2	✓ Online	Generic	2	Yes

KUVA 11 Host-tunnisteet levypalvelimella

Koneiden käyttöön asetettiin oikeat levyjaot (kuva 12). Tässä vaiheessa tärkeäksi tulee MPIO (MultiPath Input Output), jonka avulla levypalvelimille menevistä yhteyksistä muodostetaan yksi looginen reitti. Näin useamman reitin takana oleva levy ei näy laitteella moneen kertaan. Muodostettava reitti toimii vikasietoisesti, eli yhden fyysisen yhteyden katketessa MPIO siirtyy käyttämään jäljelle jääviä yhteyksiä (Technet a). Aluksi levyt kuitenkin näkyivät laitteilla neljänä kappaleena, mutta tämä ongelma korjaantui SAS-laitetuen lisäämisellä MPIO-asetusten alta, ja virtuaalipalvelinten uudelleenkäynnistyksellä.



KUVA 12 Laitteet ja niihin liitetyt levyjaot

Kaikki levyjaot otettiin käyttöön ensin yhdellä palvelimella, minkä jälkeen se sammutettiin ja levyjaot otettiin käyttöön myös toisella palvelimella. Levyt alustettiin, nimettiin asianmukaisesti, ja niille annettiin kirjaintunnisteet (taulukko 9). Tiedostojärjestelmän tyyppiä tuli kaikille levyille NTFS (New Technology File System, NTFS) ja muiden asetusten annettiin olla oletusarvoissa.

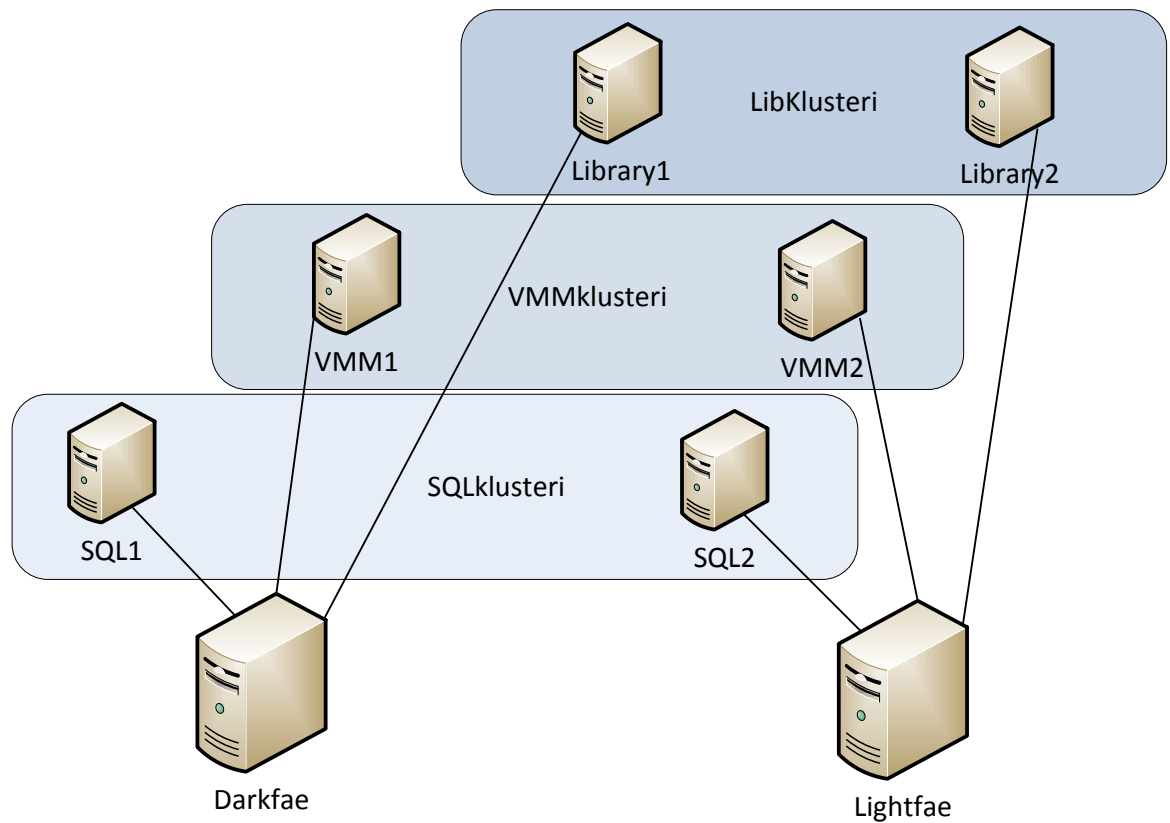
TAULUKKO 9 Levyjakojen nimet ja kirjaintunnisteet.

Levyjako	Nimi	Kirjaintunniste
LUN0	Storage	-
LUN1	Witness	W
LUN2	Library	L
LUN3	Data	D
LUN4	Witness	W
LUN5	Witness	W
LUN6	Witness	W

5.4.3 Virtuaalikoneklusterit

Klustereiden konfiguroiminen ja validointi oli työn seuraava vaihe, ja se sujui ongelmitta. Kaikkien kolmen virtuaalikoneklusterin validointi tehtiin Failover Cluster Managerilla. Niiden nimet ja jäsentietokoneet näkyvät kuvassa 13. Klustereiden verkot ja levyt nimettiin asianmukaisesti ja tunnistettavasti. Verkkojen nimiksi tuli pohjakoneiden verkkokorttien mukaisesti WPK ja Labra.

Jokaisen klusterin 1 GB kokoisen levyn nimeksi tuli Witness. Cluster Quorum –asetusten kautta valittiin disk witness, jona käytettiin tätä Witness-levyä. Virtuaalikoneklustereille ei asetettu CSV-levytilaa, sillä niille tehtävät asennukset eivät vaadi tai tue sitä. Suuremmat levyt kuitenkin nimettiin, jolloin SQLklusterin levyn nimeksi tuli Storage ja LibKlusterin levyn nimeksi Library.

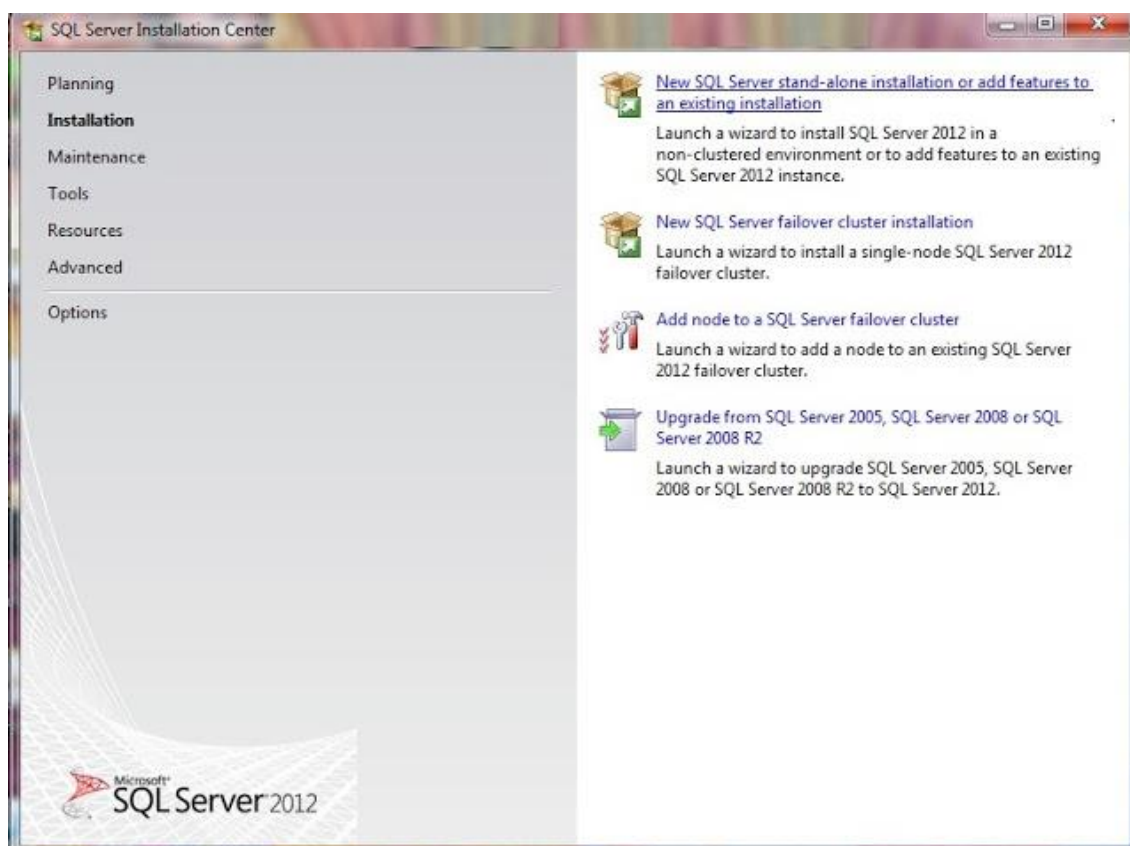


KUVA 13 Virtuaalikoneklusterit

5.5 SQL-palvelinasennus

Käytettävässä SQL Server 2012 Standard -asennusmediassa on vaihtoehtona tehdä suoraan *New SQL server failover cluster installation* (kuva 14), jonka mukaisesti tämä asennus tehtiin. Asennuksessa olemassa olevaan klusteriin asennetaan uusi rooli, joka toimii SQL-palvelimena (MSDN d). Asennusohjelma tekee useita eri tarkistuksia, joissa tarkistetaan että järjestelmässä on läsnä kaikki klusterin osat ja erilaiset yhteyksiin liittyvät asetukset, kuten palomuuuri-, DNS-, ja verkkokorttiasetukset. Tämän jälkeen syötetään lisenssiavaimet, hyväksytään käyttöehdot ja edetään toimintojen valintaan. Valitsin listasta VMM-palvelimen tietokannalta vaatimat palvelut (Technet 2014e):

- Database Engine Services
 - SQL Server Replication
 - Full-Text Search
- Management Tools – Basic
 - Management Tools – Complete



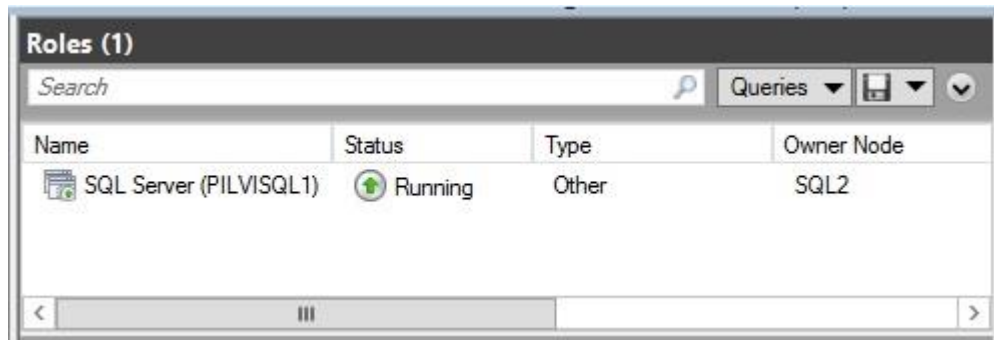
KUVA 14 SQL-palvelimen asennusvalikko

Instanssin konfigurointi oli seuraava vaihe. SQL-palvelinroolille annettiin nimeksi SQL1Data, mikä siis tulee olemaan palvelimen DNS-nimi verkossa. Instanssin asennustyyppiä valittiin *Named Instance*, ja se nimeksi tuli PilviSQL1. Virtuaalipalvelimen levytilan riittävyys tarkistettiin ja roolia varten valittiin levy. Aluksi levy oli väärän palvelimen hallinnassa, mutta sen siirtäminen palvelimelta toiselle onnistui helposti, ja asennusta pystyi jatkamaan. SQL-palvelinroolille annettiin IP-osoite, minkä jälkeen konfiguroitiin käyttäjätunnuksia.

SQL Server Agent ja SQL Server Database Engine palveluille valittiin *Service Account*, joka on aikaisemmin luotu, ja tähän tehtävään dedikoitu toimialueen tunnus. SQL1Data-palvelimelle otettiin käyttöön *Mixed Mode* –autentikaatio, jonka avulla tietyt käyttäjät toimialueella pääsevät kirjautumaan palvelimelle. Näiksi käyttäjiksi valittiin *Domain Admin* –käyttäjät ja aiemmin syötetty toimialueen tunnus, sekä SQL-palvelimen sisäinen käyttäjätunnus eli *sa*. Data directories –välilehdeltä valittiin minne tietokannat tallennetaan, eli aikaisemmin klusteria varten konfiguroitu levypalvelimella sijaitseva levyjako.

Asennus aloitettiin, mutta se ei edennyt loppuun asti ongelmitta. Klusterilla *SQLklusteri* ei ollut oikeutta luoda uutta objektia aktiivihakemistoon, jolloin asennus pysähtyi. Ongelma korjattiin lisäämällä klusterille oikeudet siihen organisaatioyksikköön jonka alla se sijaitsee, ja sen alikansioihin aktiivihakemistossa.

Yhden noodin SQL-palvelin oli valmis, mutta tarkoituksena oli lisätä vielä toinen noodi vikasietoisuutta varten, joten asennusta jatkettiin SQL2-palvelimella. Asennusmedia oli sama kuin SQL1:llä, mutta nyt valintana oli *Add node to a SQL Server failover cluster*. Tämä asennus oli melko suoraviivainen. Aikaisemmin tehty PilviSQL1-instanssi valittiin, ja sen jälkeen ei tarvinnut kuin syöttää salasanat aikaisemmin käytettyjä tunnuksia varten. Kun asennus oli valmis, pystyi roolia tarkastelemaan ja hallinnoimaan SQLklusterin kautta (kuva 15).



KUVA 15 SQL-palvelinrooli klusterissa

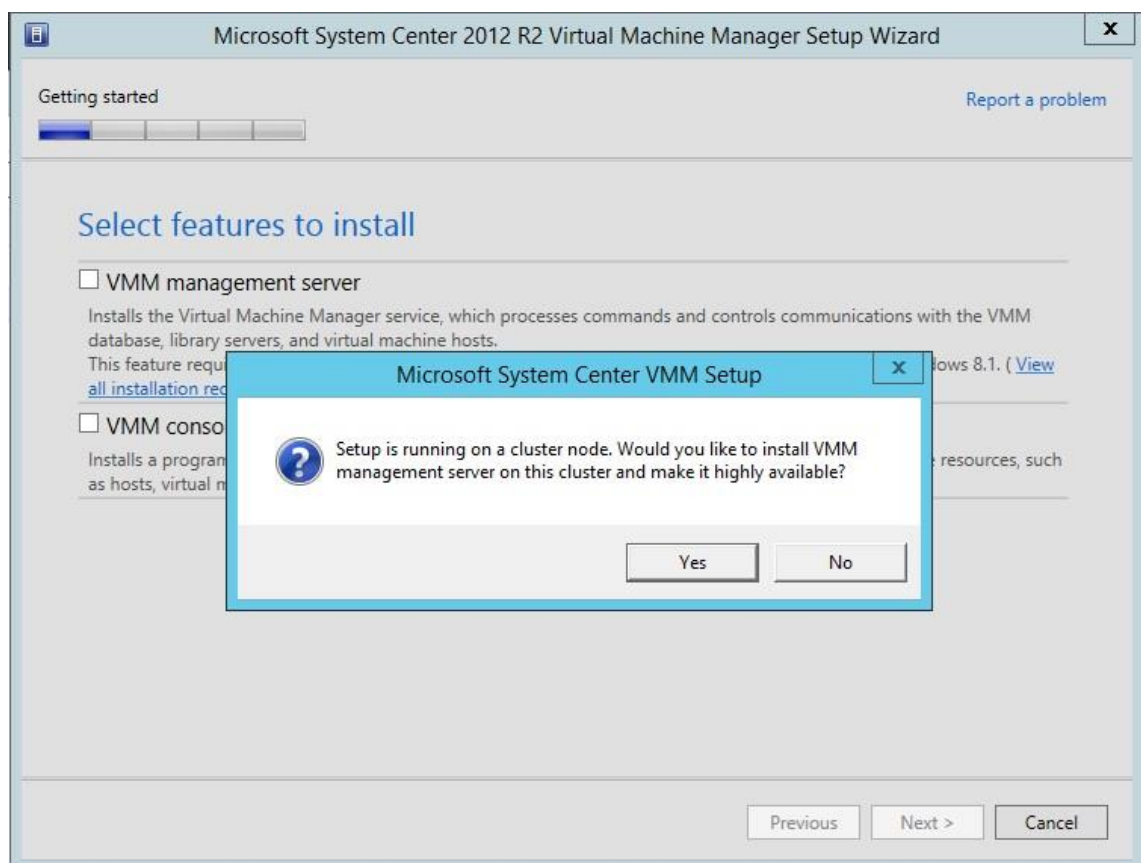
SQL-palvelimen käyttämiseen tarvittavat käyttöoikeudet ovat helpoimmillaankin vaikeita. Jokaiselle uudelle tietokantaa vaativalle palvelulle ja sen käyttäjätunnuksille täytyy antaa SQL-palvelimelle käyttöoikeudet oikeaan tietokantaan (MSDNe). SQL-palvelimelle pystyy kirjautumaan sille aluksi määritellyllä käyttäjätunnuksella, sekä palvelimen sisäisellä käyttäjätunnuksella. Yksittäisille käyttäjätunnuksille voi lisätä kirjautumisoikeudet palvelimelle tarvittaessa.

SQL-palvelimen instanssiin lisättiin oikeudet kaikille niille palveluille ja käyttäjätunnuksille, joita tehtiin VMM-palvelimeen ja App Controlleriin liittyen. Palvelimeen ei voi ottaa yhteyttä nimillä SQL1 tai SQL2, vaikka nimi saattaa näin oletuksena näkyäkin. Kirjautumiseen täytyy käyttää nimiyhdistelmää SQL1DATA\PILVISQL1, mikä on muotoa palvelin\instanssi.

5.6 VMM-hallintapalvelinasennus

VMM-hallintapalvelimen asennuksella on esivaatimuksia, joista tärkeimpänä vaadittavat ohjelmistot. Näihin ohjelmistoihin kuuluvat SQL Server 2012 Native Client ja SQL Server 2012 Command Line Utilities, sekä Windows Assessment and Deployment Kit. Molemmille VMMklusterin noodeille asennettiin nämä ohjelmat ja tarkistettiin, että myös muut esivaatimukset olivat kunnossa ennen asennuksen aloitusta.

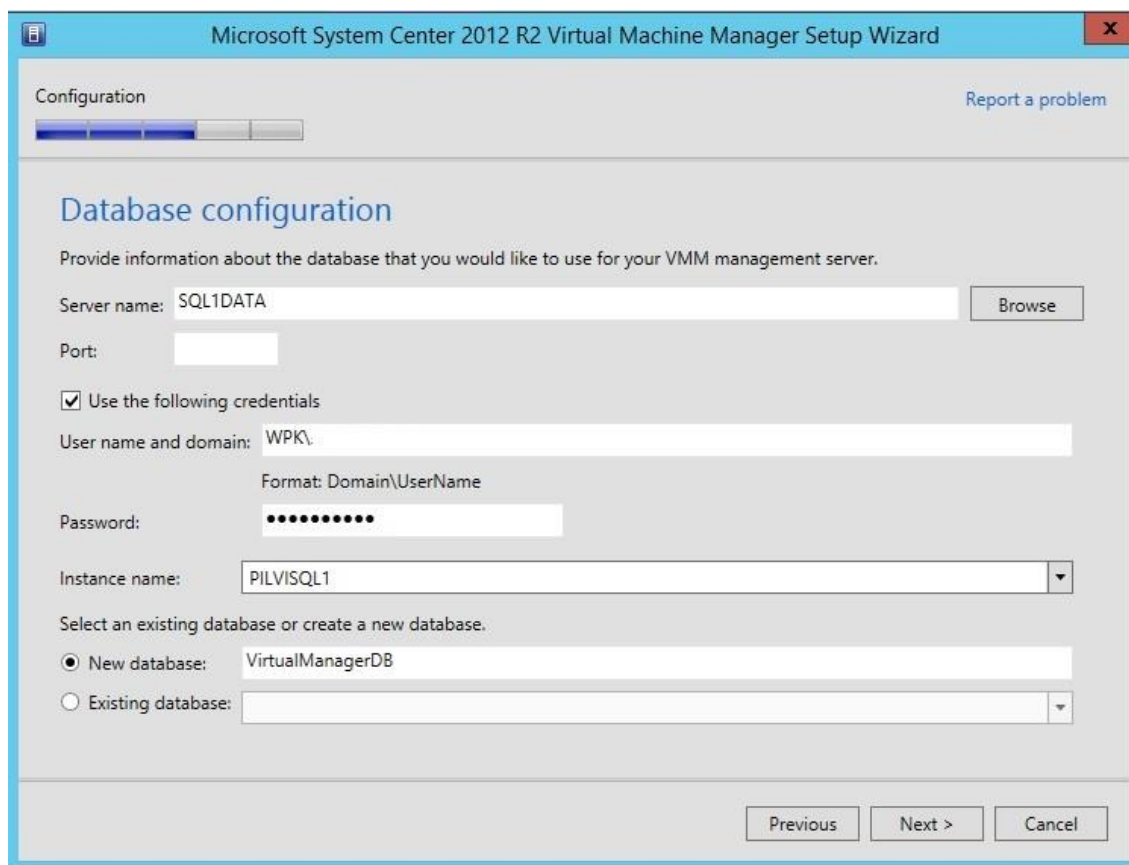
Heti kun asennus aloitetaan aukeaa ikkuna, jossa kerrotaan että asennusohjelma on havainnut, että asennusta tehdään klusteriympäristöön, ja kysytään halutaanko hallintapalvelin asentaa korkean käytettävyyden mukaisesti (kuva 16).



KUVA 16 Korkean käytettävyyden mukainen VMM-hallintapalvelinasennus

Tästä valittiin kyllä, jolloin *VMM management server* tulee automaattisesti valituksi. Seuraavaksi määriteltiin tietokantapalvelin, joka löytyy verkosta aikaisemmin konfiguroimallani SQL1Data-nimellä. Tietokantapalvelinta varten täytyy määritellä käyttäjätunnus, jolla on oikeus ottaa yhteys tietokantapalvelimeen. Instanssiksi valittiin aikai-

semmin luotu PilviSQL1, ja tietokantaa ei ole vielä olemassa joten sellainen on luotava. Annoin tässä olla oletusarvon VirtualManagerDB (kuva 17).



KUVA 17 VMM-hallintapalvelimen tietokanta-asetukset

Seuraavalta välilehdeltä valittiin *service account*. Tällä tunnuksella täytyy olla myös *local admin* – oikeudet kaikilla klusteriin ja VMM:n liittyvillä laitteilla, eli ainakin VMM1 ja VMM2 palvelimilla. Samalla määriteltiin myös DKM-asetukset. Tähän kuuluva kansio SCVMMDKM oli kuitenkin tehty jo Torniaisen (2014) toimesta aktiivihakemistoon, joten se vain määriteltiin asennusohjelmaan. VMM-hallintapalvelimelle annettiin nimeksi VMMha ja IP-osoitteeksi 10.10.1.24.

Tämän jälkeen palvelun käyttämiin portteihin olisi voinut tehdä muutoksia, mutta automaattisiin porttiasetuksiin puuttumiseen ei ollut aihetta. Asennuksessa oli ongelmia, mutta ne selvisivät pienellä selvitystyöllä. Ensimmäinen ongelma oli sama kuin SQL-palvelimen kanssa, eli VMM-klusterilta puuttui *Create Computer Object* – oikeudet siihen organisaationyksikköön jonka alla se sijaitsee aktiivihakemistossa. Tämän jälkeen korjattiin klusteriasennuksissa ilmentyvä *Active Directory Connection Point* – ongelma (Flynn 2011).

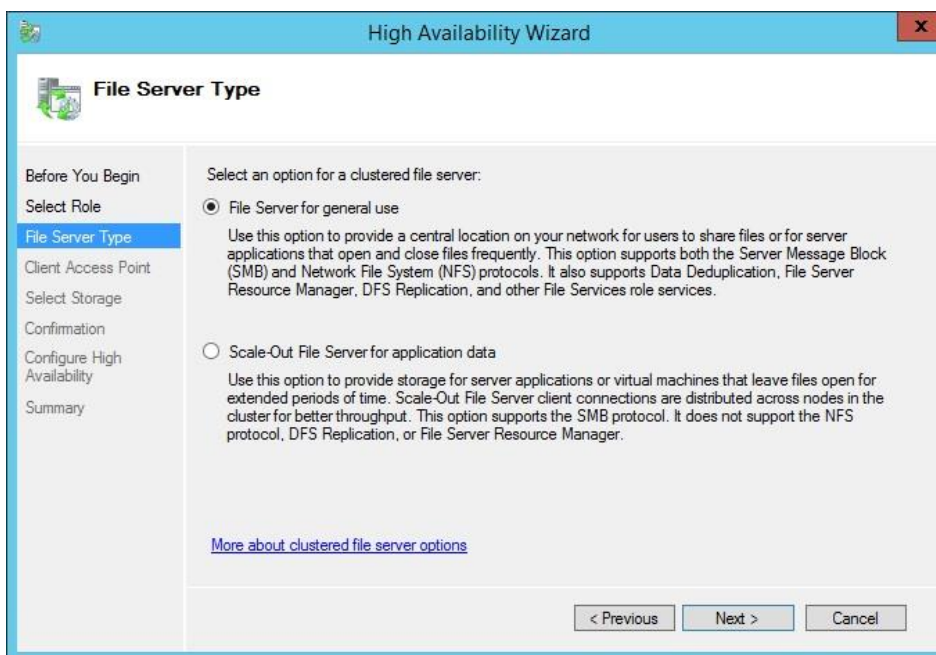
Seuraavaksi hallintapalvelin asennettiin VMM2-palvelimella. Tällä kertaa asennusohjelma havaitsi, että olen jo asentanut korkeasti käytettävän VMM-palvelimen, ja kysyi haluanko lisätä tämän palvelimen noodina olemassa olevaan asennukseen (kuva 18). Tästä valitsin kyllä, ja sen jälkeen määritin vain tietokannan käyttäjätunnuksen ja salasanan, sekä *service account* – salasanan. Tämä asennus sujui loppuun asti ongelmitta.



KUVA 18 VMM-hallintapalvelimen toinen noodi.

5.7 VMM-kirjastopalvelinasennus

Library-klusteri tulee toimimaan korkeasti käytettävänä tiedostopalvelimena. Tätä varten on olemassa valmis rooli, jonka voi asentaa klusterin kautta. Failover Cluster Managerin Roles-välilehdeltä valittiin File Server – rooli ja määritettiin, että se on yleistä käyttöä varten (kuva 19). Roolille annettiin IP-osoite ja sen nimeksi tuli vLibrary.

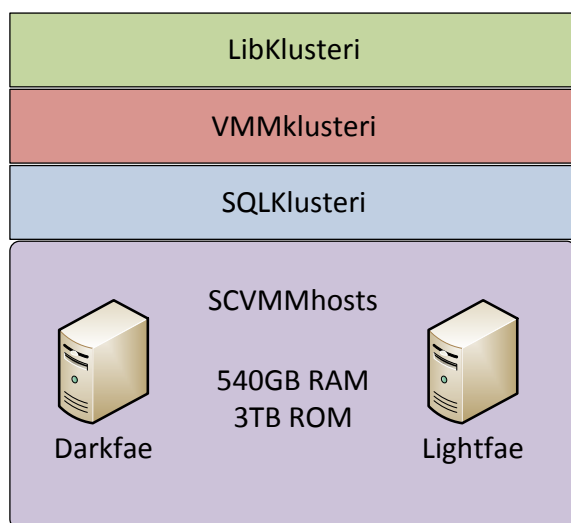


KUVA 19 Tiedostopalvelimen asennus.

Tämän jälkeen rooliin on lisättävä vielä tiedostojako, mikä tehtiin valitsemalla rooli klusterissa ja klikkaamalla *Actions*-valikosta *Add File Share* – valintaa. Jaon profiiliksi valittiin *SMB Share - Server Application* –vaihtoehdon ja Library-levy määritettiin sen sijoituspaikaksi. Jaon nimeksi tuli LibraryShare ja asennus vietiin loppuun käyttöoikeuksien asettamisen jälkeen, jolloin jaosta tuli korkeasti käytettävä.

5.8 SCVMMhosts-klusteri

SCVMMhosts-klusteri validoitiin uudelleen, ja sen käytössä olevat levyt korjattiin. Aiemmin levyjä oli kolme, mutta nyt niitä on enää kaksi; yksi tallennustilana ja yksi disk witnessinä. Tallennustila eli Storage-levy asetettiin CSV-tilaan, jolloin se toimii klusterin jaettuna levynä. Klusterin IP-osoite on 10.10.1.10, sillä on tallennustilaa 3TB ja käyttömuistia noin 540GB (kuva 20).



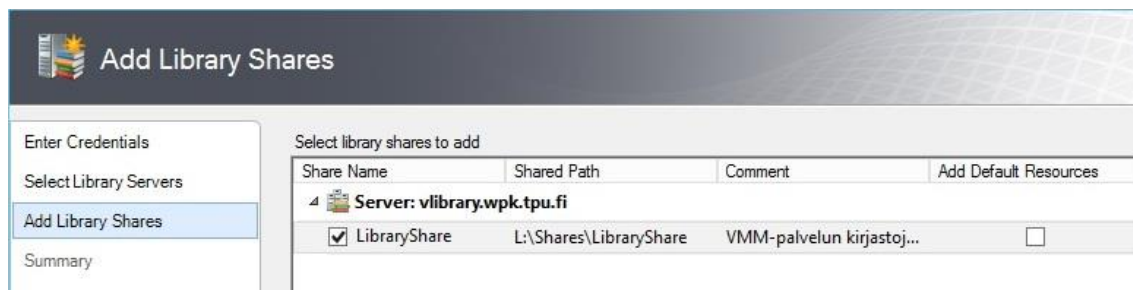
KUVA 20 SCVMMhosts-klusterin noodit ja resurssit

Darkfae ja Lightfae palvelimille asennettiin VMM-konsoli. Sen asentaminen ei vaadi muita asennuksia, joten sen voi asentaa lähes mille tahansa verkon palvelimelle. VMM-konsoli avattiin Darkfaella ja sillä otettiin yhteys VMM-palvelimeen nimellä: vmmha.wpk.tpu.fi. Yhteyden muodostaminen onnistui, ja pilven rakentaminen aloitettiin lisäämällä scvmmhosts-klusteri VMM-hallintapalvelimen resursseihin.

Lisääminen ei kuitenkaan onnistunut ongelmitta, sillä edellisistä asennuksista oli jäänyt yksi ohjelma Lightfae-palvelimelle. Tämä ohjelma oli SCVMM Manager Agent, ja sitä ei voinut poistaa hallintapaneelin kautta. Palvelua ei kuitenkaan ollut olemassa, sillä VMMserviceä ei voinut käynnistää, eikä niitä kansioita joihin palvelu viittasi ollut järjestelmässä. Ongelma korjaantui lopulta sillä, että Darkfae-palvelimelta siirrettiin toimivat tiedostot Lightfae-palvelimelle, jonka jälkeen ohjelma saatiin poistettua. Nyt Lightfaen pystyi lisäämään VMM-hallintapalvelimen resursseihin, jolloin SCVMM Manager Agent asentui koneelle uudelleen VMM-hallintapalvelimen kautta.

5.9 Lostgirl-pilvi

SCVMMhosts-klusterin lisäämisen jälkeen tulee resursseihin lisätä vielä kirjasto (Library), eli aikaisemmin luotu vlibrary-palvelin. Kirjaston lisääminen onnistuu melko suoraviivaisesti siihen tarkoitettulla työkalulla VMM-konsolissa (Technet 2014j). Lisäämiseen tarvitaan kirjastopalvelimen toimialuenimi, vlibrary.wpk.tpu.fi, ja sen Library Share –jako, jonka nimi on LibraryShare (kuva 21).



KUVA 21 Kirjastopalvelimen lisääminen VMM-palvelimelle

Kirjaston lisäämisen jälkeen voidaan luoda pilvi. Myös pilven luominen onnistuu yhdellä asennustyökalulla VMM-konsolissa. Pilven nimeksi tuli LostGirl ja sen resursseiksi asetettiin scvmmhosts-klusteri. Verkkoasetuksille ei tässä vaiheessa oltu tehty mitään, joten verkkoresursseiksi ei voinut valita kuin oletuksena scvmmhosts-klusterin mukana tuodut verkot. Pilven tallennustilana ei ollut valittavissa kuin *Remote Storage* –vaihtoehto, joka on luonnollisesti scvmmhosts-klusterin käytössä oleva 3TB levyjako. Library-välilehdeltä valitaan LibraryShare, minkä jälkeen asennus on valmis ja Lost-Girl-pilvi on käytettävissä (kuva 22).

Name:	LostGirl
Description:	WPK-verkon opetuspilvi.
Resources:	All Hosts
Logical networks:	Labra virtual switch; WPK virtual switch
Load balancers:	Microsoft Network Load Balancing (NLB)
VIP templates:	
Port classifications:	
Storage:	Classification: Remote Storage
Library:	Writable library path: \\vlibrary.wpk.tpu.fi\LibraryShare Library shares:
Capacity:	Virtual CPUs: Unlimited, Memory: Unlimited, Storage: Unlimited, Custom quota: Unlimited, VMs: Unlimited
Capability profiles:	ESX Server; Hyper-V; XenServer

KUVA 22 Lostgirl-pilven asetukset

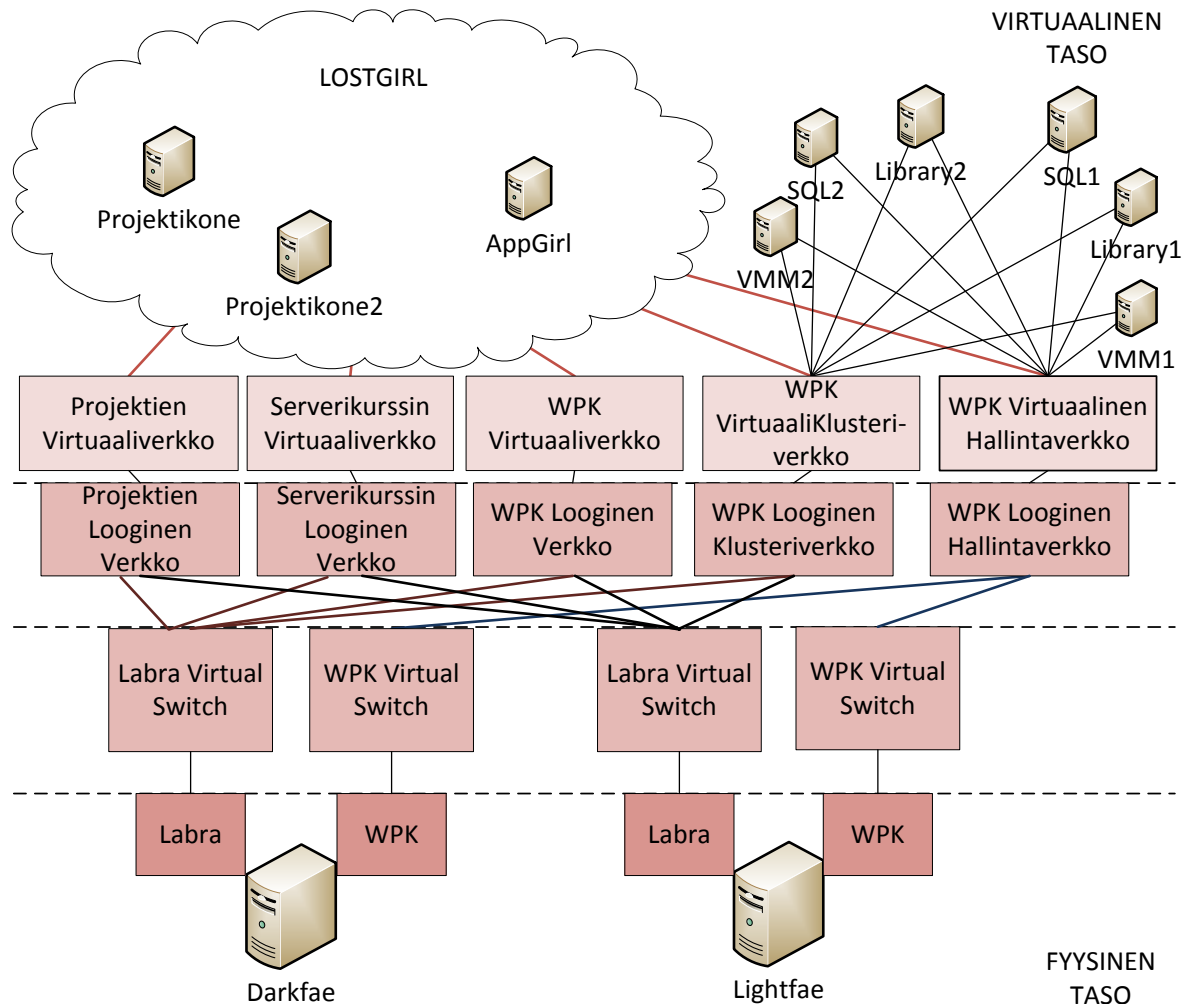
5.10 Virtuaaliverkkoasetukset

Kun VMM-hallintapalvelimen resursseihin lisättiin SCVMMhosts-klusteri VMM-konsolin kautta, ohjelman annettiin lisätä automaattisesti myös pohjakoneilla olevat virtuaaliverkkokortit virtuaalisiksi verkoiksi. Ohjelma teki VMM-konsolin VMs and Services –välilehdelle pohjanoodien asetuksiin perustuvat VM Networkit *WPK virtual switch* ja *Labra virtual switch* ja Fabric-asetusten alle kaksi loogista verkkoa samoilla nimillä. Muokkasin nämä nimet ympäristöön paremmin sopiviksi, jolloin VM Network –asetusten alle nimiksi tulivat *WPK VirtuaaliKlusteriverkko* ja *WPK Virtuaalinen Hallintaverkko*. Fabric-asetuksissa Logical Network –välilehdelle nimiksi tulivat *Labra Looginen Klusteriverkko* ja *WPK Looginen Hallintaverkko*.

Loogisen Klusteriverkon kautta kulkee klusterin *heartbeat*-liikenne, ja Loogisen Hallintaverkon kautta kulkee WPK-verkon hallintaverkon liikenne ja muu klusteriliikenne. Nämä verkot ovat siis loogisesti samat kuin pohjanooodeilla olevat Labra-verkkokortin ja WPK-verkkokortin läpi toimivat verkot.

Tein uusia loogisia verkkoja VMM-konsolin avulla ja liitin ne vastaaviin virtuaaliverkkoihin (kuva 23). Virtualikoneet käyttävät vain virtuaaliverkkoja, joiden taustalla on

looginen verkko. Loogiset verkot taas ovat alla olevan fyysisen verkon loogisia jaotteita, joiden avulla aliverkkoja voidaan eritellä toisistaan, ja määritellä niitä eri virtuaalikoneiden käyttöön. Loogiset verkot liitetään edelleen virtuaalisiin kytkimiin jotka liitetään fyysisiin verkkokortteihin (Savill 2014).



KUVA 23 Virtuaalikoneiden loogiset ja virtuaaliset verkot

5.11 Itsepalveluportaali

App Controller asennettiin AppGirl-virtuaalikoneelle LostGirl-pilveen, jolloin myös App Controllerista tulee korkeasti käytettävä. Virtuaalikoneelle asennettiin käyttöjärjestelmäksi Windows Server 2012 R2 Standard. Sille annettiin IP-osoite ja se liitettiin WPK-toimialueelle. Rooleista ja ominaisuuksista asennettiin IIS (Internet Information Services, IIS), sekä .NET Framework 3.5 ja 4.0. App Controller – asennusohjelmassa valittiin tietokantapalvelin SQL1Data, jolle tehtiin uusi AppController-tietokanta, ja

App Controllerille valittiin *service account* – tunnus, joka oli tehty aikaisemmin. Muutaman muun valinnan jälkeen asennus oli valmis (Technet 2013g).

App Controller vaatii toimiakseen Microsoftin Silverlight-ohjelman, mikä on asennettava jokaiselle koneelle, jolla App Controllerin selainkäyttöliittymää halutaan käyttää. Ohjelma toimii muillakin selaimilla kuin Internet Explorerilla (Hall 2011), mutta jos virtuaalikoneisiin haluaa ottaa konsoliyhteyden selaimen kautta on käytettävä IE:tä, sillä muilla WPK-verkon selaimilla ei ole käytössä Active X –komponenttia.

5.11.1 Internet Information Services

Ensimmäisenä muokattiin IIS Managerin kautta AppGirl-palvelimen autentikointiasetuksia, niin että kaikille sillä oleville sivustoille pyrittäessä on käytössä vain *Windows Authentication* (Technet 2012c). Sitten AppController-sivuston *Binding*-asetuksia muokattiin niin että osoitteet <http://appgirl.wpk.tpu.fi> ja <https://appgirl.wpk.tpu.fi> osoittavat osoitteeseen 10.10.1.35.

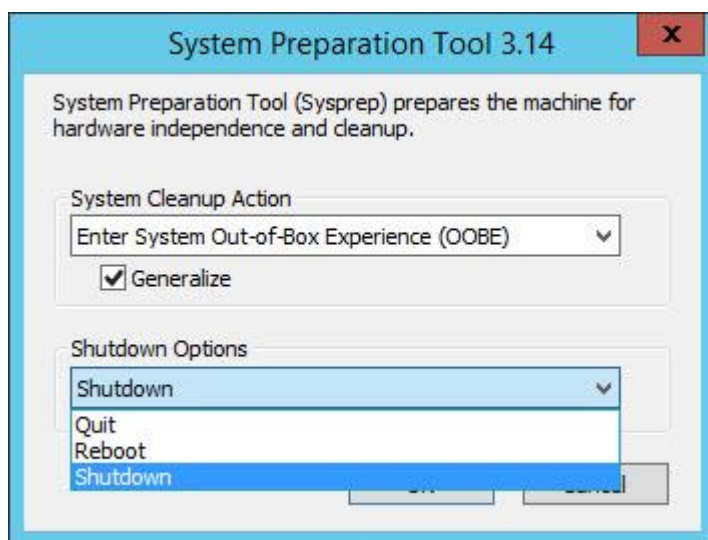
Käytössä on siis kaksi eri protokollaa, HTTP (HyperText Transfer Protocol) joka osoittaa palvelimen porttiin 80, ja HTTPS (Secure HyperText Transfer Protocol) joka osoittaa porttiin 443. Näiden protokollien suurimpana erona on se, että HTTPS-protokollalla lähetetyt tiedot palvelimen ja pyynnön tekevän laitteen välillä salataan, ja HTTP-protokollalla ne kulkevat verkossa selkokieლისinä.

HTTP-protokolla ei vaatinut erillistä konfigurointia, mutta HTTPS-protokollaa varten tehtiin uusi WebServer-sertifikaatti. Oletuksena salaamiseen käytetään *Self Signed* –sertifikaattia, joka luodaan automaattisesti App Controllerin asennuksen yhteydessä. Sertifikaattia varten tehtiin ensin IIS-managerissa request-tiedosto, joka lähetettiin selaimen kautta WPK-verkon sertifikaattipalvelimelle. Prosessin tuloksena saatu sertifikaatti lisättiin Appgirlin palvelinsertifikaatteihin IIS Managerin kautta ja liitettiin sitten HTTPS-bindingeihin. Tämän sertifikaatin avulla HTTPS-sivusto on sitä käyttäville koneille luotettava, koska se on CA:n (Certification Authority) myöntämä.

5.11.2 Virtuaalikonepohja

VMM-konsolin avulla tehtiin useita virtuaalikonepohjia (Template) WPK-verkon opiskelijoiden ja opettajien käyttöön. Virtuaalikonepohjan luonti aloitetaan tekemällä virtuaalikone tyhjällä kovalevyllä, eli puhdas asennus alusta asti. Tällaista asennusta varten tarvitaan myös asennusmedia, joka lisättiin kirjastojaolle. Kirjastojakoon tehtiin kansio nimeltä ISO, jonne lisättiin Windows Server 2012 R2, Windows 8.1 ja Windows 7 – asennusmediat. Asennusmedia liitettiin virtuaalikoneeseen ja koneelle tehtiin tarvittavat asetukset käyttömuistia, verkkokorttien määrää, käytettäviä verkkoja, kovavelyn kokoa yms. koskien. Koneen tekemisessä menee hetki, sillä asennusmedia kopioidaan kirjastosta pilven tallennusmediaan. Käyttöjärjestelmän asentumisen ja lokaaliasetusten tekemisen jälkeen koneelle kirjaudutaan ja se sysprepataan.

Syspreppaamiseen käytetään Windowsin omaa työkalua sysprep.exe. Sysprep.exe ajetaan komentokehotteella jolloin aukeaa kuvan 24 mukainen ikkuna. Tämä työkalu poistaa koneen riippuvuuden alla olevasta laitteistosta, eli kaikki tunnisteet ja ajuritiedot, ja siivoaa käyttöjärjestelmää niin, ettei asennukseen jää paikallisia käyttäjätunnuksia tai salasanoja. Poistetut tiedot luodaan uudelleen seuraavalla käynnistyskerralla (Technet b).



KUVA 24 Sysprep.exe

VHD- ja VHDx-levykuvia varten tehtiin oma alikansionsa nimellä VHD, jonne kopioitiin pilven tallennusmediasta sinne muodostunut VHDx-levykuva. Tätä levykuvaa voi käyttää konepohjien tekemiseen, ja suurinta osaa sen asetuksista voi vielä muokata

(Technet 2014k). Opiskelijoita varten tehtiin neljä Windows Server 2012 R2 Standard – palvelinkonepohjaa. Ne tehtiin niin, että jokaista virtuaalista oppilaskäyttöön tarkoitettua verkkoa varten oli yksi 4 GB käyttömuistilla ja yksi 8 GB käyttömuistilla varustettu konepohja (kuva 25).

	Name	Type
	Server2012R2_4GB_Projektikurssi	VM Template
	Server2012R2_8GB_Serverikurssi	VM Template
	Server2012R2_8GB_Projektikurssi	VM Template
	Server2012R2_4GB_Serverikurssi	VM Template

KUVA 25 Virtuaalikonepohjat

5.11.3 Käyttäjätunnukset ja -roolit

Pilveen tehtiin yksi uusi Administrator-tasoinen Self-Service käyttäjätunnus App Controlleria varten. Tätä tunnusta voivat käyttää kaikki WPK-verkon opettajat, mutta sillä ei voi käyttää VMM-hallintapalvelinta. Tein toisen huomattavasti rajatumman Self-Service tunnuksen opiskelijoille, johon asetin myös rajoituksia levytilan, muistin ja virtuaalikoneiden määrän suhteen.

Kukin opiskelija saa tehdä pilveen 5 virtuaalikonetta, joilla voi enimmillään olla käytössä 250GB levytilaa ja 20GB käyttömuistia. Näitä asetuksia voidaan helposti muokata kun resurssien todellinen tarve selviää paremmin. Levytilan määrää mietittäessä tulee ottaa huomioon, että jokainen virtuaalikone varaa pilvestä virtuaalikonepohjan mukaisen määrän pysyväismuistia. Kone voi siis oikeasti viedä pilvestä levytilaa 10GB, mutta varata itselleen 40GB levytilaa.

5.12 Muutokset WPK-verkkoon

Itsepalveluportaalia ja uusia VLAN-asetuksia varten tehtiin muutoksia aktiivihakemistoon ja verkon aktiivilaitteille. LostGirl-pilven muuhun WPK-verkkoon yhdistävän kytkimen läpi oli sallittu kulkemaan vain muutama VLAN. Nämä rajoitukset poistettiin, jotta jokainen WPK-verkon VLAN pääsee pilveen ja pilvestä muualle WPK-verkkoon

(Liite 1). Tämän lisäksi WPK-verkon reitittävälle kytkimelle tehtiin VLAN-asetuksia uusia aliverkkoja varten (Liite 2). Näitä aliverkkoja tullaan käyttämään erilaisissa laboratorio- ja projektiympäristöissä. Näiden aliverkkojen käytön ja määrän määrittivät tietoverkko-opettajat ja työnantajan edustaja.

Aktiivihakemistoon tehtiin muutaman uuden käyttäjätunnuksen lisäksi DHCP-palvelimia koskevia asetuksia. DHCP-palvelimille valmiiksi tehtyjä IP-osoitealueita aktivoitiin, ja ne varattiin Lostgirl-pilven käyttöön. Näiden IP-osoitealueiden käyttöönotto ei onnistunut ongelmitta, vaan DHCP-asetuksista jouduttiin poistamaan ja uudelleenlisäämään reitittimen määrittelevä tietue. Tämän jälkeen virtuaalikoneet saivat oikeat IP-osoitteet oikeista aliverkoista.

6 TESTAUS

Pilven toimintaa testattiin kahdelta kannalta. Osalla testeissä tutkittiin korkean käytettävyyden toteutumista ja osalla pilven rasituksensietoa. Korkeaa käytettävyyttä testattiin sammuttamalla palvelimia, ja seuraamalla niillä olevien roolien siirtoa muille palvelimille. Testausta tehtiin sammuttamalla ensin yksittäisiä klusteroituja virtuaalipalvelimia, jolloin niillä olevat roolit, eli palvelut, siirtyivät automaattisesti klusterin noodilta toiselle. Siirtymisen aikana palvelut eivät olleet käytettävissä. Tämän jälkeen kokeiltiin fyysisten palvelinten välistä vikasietoisuutta. Palvelimilta sammutettiin verkkokortteja, jonka jälkeen palvelut toimivat, mutta kaikki klusterit antoivat virheilmoituksia puuttuvista verkoista. Seuraavaksi toinen fyysinen palvelin sammutettiin, mikä ajoi kaikki klusterit vikatilanteisiin. Kaikki palvelut toimivat tämänkin jälkeen, mutta osa palveluista oli hetken aikaa poissa käytöstä, kun ne siirtyivät palvelimelta toiselle. RAID-levypakkaa testattiin irrottamalla levypalvelimesta yksi levy. Tätä ei nähnyt palvelinten puolelta millään tavalla, mutta levypalvelimella meni muutama tunti tilanteen korjaamisessa.

Pilven rasituksensietoa testattiin aiheuttamalla itsepalveluportaalin kautta pilvelle merkittävä määrä liikennettä. Tietoverkko-opiskelijaryhmän kaikki kaksikymmentä jäsentä tekivät pilveen itsepalveluportaalin kautta oman virtuaalikoneensa. Näistä virtuaalikoneista kahdeksantoista tekeminen onnistui, mutta kaksi epäonnistui erilaisten virheiden vuoksi. Tilanteessa jossa pilveen tehdään korkeintaan kaksi virtuaalikonetta yhtä aikaa, menee ensimmäisen virtuaalikoneen tekemiseen suunnilleen yksi minuutti, ja seuraavaan puoli minuuttia kauemmin. Jokaista konetta kohden siirretään 7,61GB tiedostoja. Nyt kun koneita tehtiin kerralla kaksikymmentä, meni aikaa huomattavasti enemmän. Ensimmäiset koneet tulivat valmiiksi suunnilleen kymmenen minuutin jälkeen, ja viimeiset vasta parinkymmenen minuutin kuluttua. Epäonnistuneet asennukset tehtiin uudelleen muiden koneiden asennuttua, jolloin niiden tekemisessä ei ollut ongelmia.

7 POHDINTA

Työn tarkoituksena oli rakentaa yksityisen pilvipalvelun tilalle korkeasti käytettävä yksityinen pilvipalvelu. Tähän pilvipalveluun tuli lisäksi asentaa itsepalveluportaali, jonka kautta opiskelijat saavat tehdä pilveen omia virtuaalikoneitaan. Pilven virtuaaliverkkojen ja WPK-verkon aliverkkojen väliset yhteydet tuli rakentaa toimiviksi ja projekti-käyttöön sopiviksi.

Korkean käytettävyyden toteuttaminen onnistui laitteiden osalta hyvin, sillä klustereiden rakentaminen oli tuttua ja verkkoasetukset oli tehty valmiiksi. Korkeasti käytettävien palveluiden asentaminen oli haastavampaa, sillä niiden asentamisessa tuli ilmi useita ongelmia käyttöoikeuksien kanssa. Näiden ongelmien selvityksessä suurin osa ajasta kului tiedonhakuun, mutta oikean oppaan löydyttyä korjaaminen oli nopeaa.

Internetin hakukoneiden avulla saatiin selvitettyä haastavimmat käyttöoikeuksiin liittyvät ongelmat, joista yksi oli VMM-palvelimen Connection Pointin tekemisessä syntynyt virhe. Sitä varten oli lisättävä asennuksen yhteydessä komentoriviltä VMM1-virtuaalikoneelle käsky: *C:\Program Files\Microsoft System Center 2012 R2\Virtual Machine Manager\setup\ConfigureSCPTool.exe -install VMMha.wpk.tpu.fi WPK\VMMha\$* Tämän käskyn lisäämisen jälkeen VMM-palvelin asentui normaalisti.

Toinen vaikeuksia tuottanut virhe oli SQL-palvelimen ja VMM-palvelimen välinen yhteysongelma. VMM-konsolin kautta ei pystynyt tekemään muutoksia käyttöoikeuksiin, mikä johtui tietokannasta. Tämä oli kuitenkin natiiviongelma, joka ratkesi kun VMM-palvelimelle asennetun päivityksen jälkeen SQL-palvelimelle lisättiin siihen liittyvä kysely (Liite3).

Kuitukytinten käyttö oli ennestään tuntematonta ja käyttöliittymä oli hieman hankala, koska kaikki termit ja tekniikat olivat tuntemattomia. SSH-yhteyden kautta avautuva tekstipohjainen käyttöliittymä ei tuonut ymmärrystä, mutta vanhan Java-version vaatinut graafinen käyttöliittymä oli aavistuksen helpompi. Kuitukytinten kanssa vietetty aika oli lopulta suhteellisen pitkä, ja kytkinten käyttöön liittyi paljon uusia asioita tässä opinnäytetyössä.

Itsepalveluportaalin asentamisessa ei ollut minkäänlaisia ongelmia, ja konepohjien teko oli testausympäristöstä tuttua. Virtuaaliverkot ja se mitä kaikkea tämän ympäristön virtuaaliverkkoja varten täytyy tehdä oli pitkään epäselvää. Myös virtualisoinnin teoriat selvisivät Internetistä löytyvän materiaalin avulla, ja opinnäytetyö saatiin toteutettua kokonaisuudessaan.

Lähdemateriaalin hajanaisuus ja vaihteleva taso vaikeuttivat tiedonhakua. Tietoa löytyi toisaalta paljon, mutta hyvin suuri osa siitä oli ripoteltuna erilaisissa englanninkielisissä blogeissa ja ohjeteksteissä. Blogiteksteistä poimittiin tämän työn kannalta olennaisia asioita, mutta täysin vastaavaa ympäristöä ei käsitelty missään. Microsoftin Technet oli tarkempien teknisten tietojen ja riippuvuussuhteiden selvittämisen pääkanava. Suomenkielistä kirjallisuutta oli tarjolla hyvin vähän, ja kirjat käsittelivät vakiintuneempia aiheita, kuten pilvipalveluita ja tietokantapalvelimia. Korkea käytettävyys sen sijaan ei ole vielä virallinen suomenkielinen termi, joten siihen liittyvää aineistoa löytyi suomeksi ainoastaan Internetistä.

Opinnäytetyön tuloksena syntyneitä yksityistä pilvipalvelua voi jatkokehittää mahdollistamalla ainakin yksityisten virtuaalilähiverkkojen (Private VLAN, PVLAN) käyttämisen. Lisäksi pilven käytön mahdollistamista muualtakin kuin WPK-verkon sisältä kannattaa harkita. Tämä vaatisi kuitenkin huomattavan suurta panostusta tietoturvan suunnittelulle, jota tässä työssä ei käsitelty lainkaan. Myös WPK-verkon nykyiset palvelut, jotka on toteutettu virtuaalipalvelimilla voidaan siirtää uuteen pilveen, jolloin vanhan pilven laitteet saadaan muuhun käyttöön.

Klustereiden mahdollistama korkea käytettävyys ei ole vielä täydellistä, sillä tämän pilven rakennuksessa ei huomioitu Live Migration –asetuksia. Näiden asetusten oikeanlaisella konfiguroinnilla virtuaalikoneita pystyy siirtämään pohjakoneelta toiselle ilman, että niiden saatavuus katkeaa hetkeksikään. Nyt palvelut ovat poissa käytöstä muutaman minuutin ajan kun niitä siirretään.

Jos WPK-verkon vanha pilvi halutaan päivittää ja rakentaa uudelleen korkean käytettävyyden mukaisesti, voidaan siinä käyttää apuna tätä opinnäytetyötä. Tämä opinnäytetyö on sovellettavissa myös muihin verkkoympäristöihin, sillä käytetyt tekniikat eivät ole tästä ympäristöstä riippuvaisia.

LÄHTEET

Alila, A. Hyper-V:n käyttöönotossa huomioitavat asiat ja parhaat käytännöt. Hyper-V ja korkea käytettävyys. 25.10.2013. Microsoft TechNet Finland IT Pros Blog. Technet. Luettu 15.9.2014 <http://blogs.technet.com/b/fiitpro/archive/2013/10/28/3605659.aspx>

Andrejev, D. How do Database Servers Work? 10.11.2011. The Intechnically Savvy Blog. Intechnic. <http://www.intechnic.com/blog/how-do-database-servers-work/>

Booth, C., Butler, R., Greene, K., Minasi, M., McCabe, J., Panek, R., Rice, M. & Roth, S. 2013. Mastering Windows Server 2012. John Wiley & Sons, Incorporated.

Brinkmann, M. Find out if your PC's cpu supports virtualization. 21.7.2014. Ghacks technology Blog. Luettu 15.7.2014. <http://www.ghacks.net/2014/06/21/find-pcs-cpu-supports-virtualization/>

Carvalho, L. 2012. Windows Server 2012 Hyper-V Cookbook. Packt Publishing: Olton, Birmingham, GBR.

Christensen, E. Evaluating High-Availability (HA) vs. Fault Tolerant (FT) Solutions. 5.10.2010. Failover Clustering and Network Load Balancing Team Blog. Luettu 18.9.2014. <http://blogs.msdn.com/b/clustering/archive/2010/10/06/10072013.aspx>

Flynn, D. SCVMM 2012–Installation. 22.3.2011. Blogikirjoitus. Luettu 15.9.2014. <http://www.damianflynn.com/2011/03/22/scvmm-2012installation/>

Hall, A. Will App Controller run in browsers other than IE8 and IE9? 31.10.2011. TechNet Blogs, Turbulence-blogi. Luettu 18.10.2014. <http://blogs.technet.com/b/adhall/archive/2011/10/31/will-app-controller-run-in-browsers-other-than-ie8-and-ie9.aspx>

Heino, P. 2010. Pilvipalvelut. Hämeenlinna: Talentum Media Oy

Jorgensen, A., LeBlanc, P. & Segarra, J. 2004. Frommer's Complete Guides : Microsoft SQL Server 2012 Bible. John Wiley & Sons.

Kalli, S., Argillander, T., Talvitie, J. & Luoma, E. 2013. Suomalainen pilvimaisema. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 14/2013. Luettu 20.11.2014. http://www.lvm.fi/c/document_library/get_file?folderId=2497123&name=DLFE-19417.pdf&title=Julkaisuja%2014-2013

Karlsen, S. 2013. Servers Explained: Software And Hardware. 31.5.2013. Verkkoblogi. Luettu 20.11.2014. <http://stiankarlsen.me/blog/servers-explained/>

Microsoft 2013a. Windows Server 2012 R2 Licencing Datasheet. 7.8.2013. PDF-tiedosto. Luettu 4.9.2014. <http://aka.ms/ws2012r2licensing>

Microsoft Support a. You cannot add a domain controller as a node in a Windows Server 2012 failover cluster environment. Päivitetty 31.1.2013. Luettu 7.9.2014. <http://support.microsoft.com/kb/2795523>

Microsoft Support b. You may encounter problems when installing SQL Server on a domain controller. Luettu 14.9.2014. <http://support.microsoft.com/kb/2032911>

Microsoft Support c. Recommended private "Heartbeat" configuration on a cluster server. Luettu 15.9.2014 <http://support.microsoft.com/kb/258750>

MSDNa. Database Engine Instances (SQL Server). Luettu 15.9.2014. <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh231298.aspx>

MSDNb. Hardware and Software Requirements for Installing SQL Server 2012. Luettu 15.9.2014. [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms143506\(SQL.110\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms143506(SQL.110).aspx)

MSDNC. Configure Windows Service Accounts and Permissions. Luettu 15.9.2014. [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms143504\(v=sql.110\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms143504(v=sql.110).aspx)

MSDNd. Create a New SQL Server Failover Cluster (Setup) Luettu 15.9.2014. [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms179530\(v=sql.110\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms179530(v=sql.110).aspx)

MSDNe. Authentication in SQL Server. Luettu 15.9.2014. [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/bb669066\(v=vs.110\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/bb669066(v=vs.110).aspx)

Nordenswan, H. 2014. Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma. Windows-verkon Toiminnallisen tason nosto Server 2012 R2:een. Tampereen Ammattikorkeakoulu.

Portnoy, M. 2012. Essentials: Virtualization Essentials. Sybex: Hoboken, NJ, USA.

Posey, B. Understanding How Cluster Quorums Work. Julkaistu 13.1.2005. Päivitetty 13.1.2005. Luettu 15.10.2014. <http://www.windowsnetworking.com/articles-tutorials/windows-2003/Cluster-Quorums.html>

Posey, B. A First Look at Hyper-Vs Virtual Fibre Channel Feature (Part 1). Julkaistu 27.6.2013. Päivitetty 19.7.2013. Luettu 15.10.2014. <http://www.virtualizationadmin.com/articles-tutorials/microsoft-hyper-v-articles/storage-management/first-look-hyperv-vs-virtual-fibre-channel-feature-part1.html>

Salo, I. 2010. Cloud Computing: palvelut verkossa. Porvoo: WSOYpro OY

Savill, J. Understanding Hyper-V Networking with System Center Virtual Machine Manager 2012 R2. 21.2.2014. WindowsITPro blogi. Luettu 15.10.2014. <http://windowsitpro.com/hyper-v/understanding-hyper-v-networking-system-center-vmm-2012-r2>

Shah, Z. 2013. Windows Server 2012 Hyper-V: Building Hyper-V infrastructure with secured multitenancy, flexible infrastructure, scalability, and high availability. Packt Publishing: Olton, Birmingham, GBR. ISBN 978-1-84968-834-5.

Shinder, D. 2010. Understanding Virtual Networking in Microsoft Hyper-V. 10.7.2010. Yleiset verkkoartikkelit. <http://www.windowsnetworking.com/articles-tutorials/netgeneral/Understanding-Virtual-Networking-Microsoft-Hyper-V.html>

Technet a. Multipath I/O Overview. Luettu 12.11.2014. <http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc725907.aspx>

Technet b. What is Sysprep? Luettu 15.10.2014. [http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc721940\(v=ws.10\).aspx](http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc721940(v=ws.10).aspx)

Technet 2007. Hyper-V Virtual Fibre Channel Overview. Julkaistu 18.7.2007. Päivitetty 15.9.2014. Luettu 20.10.2014 <http://technet.microsoft.com/en-us/library/hh831413.aspx>

Technet 2012. Configure and Manage the Quorum in a Windows Server 2012 Failover Cluster. Julkaistu 29.12.2012. Päivitetty 29.12.2012. Luettu 19.9.2014. <http://technet.microsoft.com/en-us/library/jj612870.aspx>

Technet 2012a. Failover Clustering Overview. Julkaistu 29.12.2012. Päivitetty 17.10.2013. Luettu 20.11.2014. <http://technet.microsoft.com/en-us/library/hh831579.aspx>

Technet 2012b. Failover Clustering Hardware Requirements and Storage Options. Julkaistu 29.8.2012. Päivitetty 1.11.2013. Luettu 8.8.2014. <http://technet.microsoft.com/en-us/library/jj612869.aspx>

Technet 2012c. Authentication – Windows Authentication. Julkaistu 29.1.2012. Päivitetty 29.1.2012. Luettu 11.9.2014. <http://technet.microsoft.com/en-us/library/hh831496.aspx#Windows>

Technet 2013a. Automatic Virtual Machine Activation. Julkaistu 24.6.2013. Päivitetty 9.9.2013. Luettu 10.6.2014. <http://technet.microsoft.com/en-us/library/dn303421.aspx>

Technet 2013b. Generation 2 Virtual Machine Overview. Julkaistu 24.7.2013. Päivitetty 7.5.2014. Luettu 10.10.2014. <http://technet.microsoft.com/en-us/library/dn282285.aspx>

Technet 2013c. What's New in Hyper-V for Windows Server 2012 R2. Julkaistu 24.7.2013. Päivitetty 6.10.2014. Luettu 15.10.2014. <http://technet.microsoft.com/en-us/library/dn282278.aspx>

Technet 2013d. Online Virtual Hard Disk Resizing Overview. Julkaistu 24.7.2013. Päivitetty 24.7.2013. Luettu 7.9.2014. <http://technet.microsoft.com/en-us/library/dn282286.aspx>

Technet 2013e. Specifying a Service Account for VMM. 1.11.2013. Luettu 10.8.2014 <http://technet.microsoft.com/en-us/library/gg697600.aspx>

Technet 2013f. System Requirements for System Center 2012 R2 App Controller 1.11.2013. Luettu 17.9.2014. <http://technet.microsoft.com/en-us/library/dn249764.aspx>

Technet 2013g. Installing App Controller. 1.11.2013. Luettu 17.9.2014. <http://technet.microsoft.com/en-us/library/gg696046.aspx>

Technet 2014a. Linux and FreeBSD Virtual Machines on Hyper-V. 21.10.2014. Luettu 21.11.2014. <http://technet.microsoft.com/en-us/library/dn531030.aspx>

- Technet 2014b. Overview of System Center 2012 - Virtual Machine Manager. 20.4.2014. Luettu 15.8.2014 <http://technet.microsoft.com/en-us/library/gg671827.aspx>
- Technet 2014c. What's New in VMM in System Center 2012 R2. 22.10.2014. Luettu 15.11.2014. <http://technet.microsoft.com/en-us/library/dn246490.aspx>
- Technet 2014d. Hardware Requirements for System Center 2012 R2. 9.7.2014. Luettu 12.8.2014. <http://technet.microsoft.com/en-us/library/dn726764.aspx>
- Technet 2014e. Preparing your environment for System Center 2012 R2 Virtual Machine Manager. 30.10.2014. Luettu 15.11.2014. <http://technet.microsoft.com/en-us/library/dn771747.aspx>
- Technet 2014f. Installing a Highly Available VMM Management Server. 31.7.2014. Luettu 15.8.2014. <http://technet.microsoft.com/en-us/library/gg610675.aspx>
- Technet 2014g. Scripting with Windows PowerShell. 4.8.2014. Luettu 12.10.2014. <http://technet.microsoft.com/en-us/library/bb978526.aspx>
- Technet 2014h. Configuring Distributed Key Management in VMM. 30.4.2014. Luettu 15.8.2014. <http://technet.microsoft.com/en-us/library/gg697604.aspx>
- Technet 2014i. Configuring the VMM Library. 9.7.2014. Luettu 8.8.2014. <http://technet.microsoft.com/en-us/library/gg610598.aspx>
- Technet 2014j. How to Add a VMM Library Server or VMM Library Share. 9.7.2014. Luettu 15.9.2014. <http://technet.microsoft.com/en-us/library/gg610579.aspx>
- Technet 2014k. How to Create a Virtual Machine Template. Luettu 15.10.2014. <http://technet.microsoft.com/en-us/library/hh427282.aspx>
- Technet Wiki. Hyper-V Virtual Fibre Channel Troubleshooting Guide. Luettu 15.10.2014. <http://social.technet.microsoft.com/wiki/contents/articles/18698.hyper-v-virtual-fibre-channel-troubleshooting-guide.aspx>
- Torniainen, A. 2014. Yksityinen Pilvi. Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma. Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

LIITTEET

Liite 1. LostGirl-muutokset

```
interface GigabitEthernet0/23
no switchport trunk allowed vlan 1,16,25
!
interface GigabitEthernet0/24
no switchport trunk allowed vlan 1,16,25
!
interface Port-channel1
no switchport trunk allowed vlan 1,16,25
```

Liite 2. Central-muutokset

```
interface Vlan201
  description LostGirl-pilven labraVLAN201
  ip address 10.20.1.1 255.255.255.0
  ip helper-address 10.10.1.74
  ip helper-address 10.10.1.72
  !
interface vlan202
  description LostGirl-pilven labraVLAN202
  ip address 10.20.2.1 255.255.255.0
  ip helper-address 10.10.1.74
  ip helper-address 10.10.1.72
  !
interface vlan203
  description LostGirl-pilven labraVLAN203
  ip address 10.20.3.1 255.255.255.0
  ip helper-address 10.10.1.74
  ip helper-address 10.10.1.72
  !
interface vlan204
  description LostGirl-pilven labraVLAN204
  ip address 10.20.4.1 255.255.255.0
  ip helper-address 10.10.1.74
  ip helper-address 10.10.1.72
  !
interface vlan205
  description LostGirl-pilven labraVLAN205
  ip address 10.20.5.1 255.255.255.0
  ip helper-address 10.10.1.74
  ip helper-address 10.10.1.72
  !
interface vlan206
  description Harrin pilviVLAN Serverikurssille
  ip address 10.20.6.1 255.255.255.0
```

```
ip helper-address 10.10.1.74
ip helper-address 10.10.1.72
!
interface vlan207
description Harrin pilviVLAN Serverikurssille
ip address 10.20.7.1 255.255.255.0
ip helper-address 10.10.1.74
ip helper-address 10.10.1.72
!
interface vlan208
description Harrin pilviVLAN Serverikurssille
ip address 10.20.8.1 255.255.255.0
ip helper-address 10.10.1.74
ip helper-address 10.10.1.72
!
interface vlan209
description Harrin pilviVLAN Serverikurssille
ip address 10.20.9.1 255.255.255.0
ip helper-address 10.10.1.74
ip helper-address 10.10.1.72
!
interface vlan210
description Harrin pilviVLAN Serverikurssille
ip address 10.20.10.1 255.255.255.0
ip helper-address 10.10.1.74
ip helper-address 10.10.1.72
!
interface vlan211
description Harrin pilviVLAN Serverikurssille
ip address 172.20.11.1 255.255.255.0
ip helper-address 10.10.1.74
ip helper-address 10.10.1.72
!
interface vlan212
description Harrin pilviVLAN Serverikurssille
```

```
ip address 10.20.12.1 255.255.255.0
ip helper-address 10.10.1.74
ip helper-address 10.10.1.72
!
interface vlan213
description Harrin pilviVLAN Serverikurssille
ip address 10.20.13.1 255.255.255.0
ip helper-address 10.10.1.74
ip helper-address 10.10.1.72
!
interface vlan214
description Harrin pilviVLAN Serverikurssille
ip address 10.20.14.1 255.255.255.0
ip helper-address 10.10.1.74
ip helper-address 10.10.1.72
!
interface vlan215
description Harrin pilviVLAN Serverikurssille
ip address 10.20.15.1 255.255.255.0
ip helper-address 10.10.1.74
ip helper-address 10.10.1.72
```

Liite 3. SQL query

```

/* script starts here */
ALTER Procedure [dbo].[prc_RBS_UserRoleSharedObjectRelation_Insert]
(
    @ID uniqueidentifier,
    @ObjectID uniqueidentifier,
    @ObjectType int,
    @RoleID uniqueidentifier,
    @UserOrGroup varbinary (85),
    @ForeignAccount nvarchar (256),
    @IsADGroup bit,
    @ExistingID uniqueidentifier = NULL OUTPUT
)
AS
SET NOCOUNT ON
    SELECT @ExistingID = [ID] FROM
[dbo].[tbl_RBS_UserRoleSharedObjectRelation]
    WHERE [ObjectID] = @ObjectID AND [RoleID] = @RoleID
    AND
    -- Select owner OR Select all which matches ForeignAccount or UserOrGroup
OR
    -- both ForeignAccount and UserOrGroup is NULL
    (([UserOrGroup] = @UserOrGroup OR [ForeignAccount] = @ForeignAccount) OR
    ([UserOrGroup] IS NULL AND @UserOrGroup IS NULL AND [ForeignAccount] IS
NULL AND @ForeignAccount IS NULL))
    /* Ignore duplicate entries */
    IF (@ExistingID IS NULL)
    BEGIN
        INSERT [dbo].[tbl_RBS_UserRoleSharedObjectRelation]
            ([ID]
            , [ObjectID]
            , [ObjectType]
            , [RoleID]
            , [UserOrGroup]
            , [ForeignAccount]
            , [IsADGroup]
            , [IsOwner]
            )
        VALUES
        (
            @ID,
            @ObjectID,
            @ObjectType,
            @RoleID,
            @UserOrGroup,
            @ForeignAccount,
            @IsADGroup,
            0
        )
    END
SET NOCOUNT OFF
RETURN @@ERROR
/* script ends here */

```