

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Tietotekniikan koulutusohjelma

Janne Puustinen  
Henri Tiainen

BLADE-PALVELINJÄRJESTELMÄN KÄYTTÖÖNOTTO JA  
KÄYTTÖOHJEISTUS OPETUSYMPÄRISTÖSSÄ

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2015



**OPINNÄYTETYÖ**  
**Toukokuu 2014**  
**Tietotekniikan koulutusohjelma**

Karjalankatu 3  
80200 JOENSUU  
+358 50 260 6800

**Tekijät**

Janne Puustinen ja Henri Tiainen

**Nimeke**

Blade-palvelinjärjestelmän käyttöönotto ja käyttöohjeistus opetusympäristössä

**Toimeksiantaja**

Karelia-ammattikorkeakoulu

**Tiivistelmä**

Opinnäytetyön päätarkoitus oli dokumentoida palvelinjärjestelmän käyttöönotto ja hallinta. Palvelinjärjestelmä koostuu HP c7000 -palvelinkehikosta, HP ProLiant BL460c G6- ja HP ProLiant BL260c G5 -palvelimista sekä HP EVA4400 -levyjärjestelmästä. Opinnäytetyön toimeksiantaja oli Karelia-ammattikorkeakoulu, ja opinnäytetyö toteutettiin toimeksiantajan tietotekniikan laboratoriotiloihin.

Opinnäytetyössä esitellään palvelinjärjestelmässä käytettävien hallintasivustojen käyttö sekä kuvataan toimenpiteet blade-palvelimien lisäämisessä palvelinjärjestelmään. Lisäksi opinnäytetyössä esitellään kahden eri virtualisointialustan asennus ja käyttö.

Uusi palvelinjärjestelmä otettiin käyttöön jo käytössä olevan palvelinjärjestelmän rinnalle ja sitä käytettiin kahdessa eri opiskelijaprojektissa, joiden virtuaalipalvelinympäristö on kuvattu tässä opinnäytetyössä.

**Kieli**  
suomi

Sivuja 52  
Liitteet 1  
Liitesivumäärä 5

**Asiasanat**

Blade-palvelinjärjestelmä, käyttöönotto, palvelinvirtualisointi



**THESIS**  
**May 2014**  
**Degree Programme in Information Technology**

Karjalankatu 3  
80200 JOENSUU  
FINLAND  
+358 50 260 6800

**Authors**

Janne Puustinen and Henri Tiainen

**Title**

Deployment and instructions for the blade server system in educational environment

**Commissioned by**

Karelia University of Applied Sciences

**Abstract**

The main goal of this this thesis was to document the deployment and management of the blade server system. The server system consists of HP c7000 enclosure, HP ProLiant BL460c G6 and HP ProLiant BL260c G5 blade servers and HP EVA4400 disk storage system. This thesis was commissioned by Karelia University of Applied Sciences and the deployment was done in commissioner's IT-laboratory.

Thesis describes how to use the management pages of the blade server system. This thesis also describes procedures when deploying new blade servers to the server system and installation of the two different hypervisors and how to use them.

The new server system was deployed to work along with server system which was already in use. The new server system is used in two different student projects. The virtual server environment that is used in student projects is described in this thesis.

**Language**  
Finnish

Pages 52  
Appendices 1  
Pages of Appendices 5

**Keywords**

blade server system, deployment, server virtualization

# Sisältö

## Käsitteet

1	Johdanto .....	9
2	Blade-palvelinjärjestelmä .....	9
2.1	Käyttöönottettava blade-palvelinjärjestelmä .....	10
2.2	Fyysiset liitännät .....	12
3	Hallinta .....	14
3.1	HP BladeSystem Onboard Administrator .....	14
3.2	HP Virtual Connect Manager .....	17
3.3	HP P6000 Command View .....	19
3.4	Brocade-kuitukytkin .....	21
4	Käyttöönotto .....	23
4.1	Uuden blade-palvelimen lisääminen .....	23
4.2	Kuitukytkimen konfiguraatio .....	27
4.3	Levyn kloonaminen .....	29
5	Palvelinvirtualisointi .....	31
5.1	VMWare ESXi 5.1 .....	32
5.2	VMWare vSphere Client .....	35
5.3	VMWare vCenter Server .....	38
5.4	KVM ja QEMU -virtualisointi .....	39
6	Uuden palvelinjärjestelmän käyttö opiskelijaprojekteissa .....	44
7	Tulokset .....	46
8	Pohdinta .....	47
	Lähteet .....	49

## Liitteet

Liite 1	Cisco 871 reitittimen konfiguraatio
---------	-------------------------------------

## Lyhenteet

BIOS	Basic Input-Output System, tietokoneen sisäinen ohjelmisto, joka vastaa muun muassa käyttöjärjestelmän käynnistämisestä sekä laitteistohallinnasta.
Blade-palvelin	Korttipalvelin, joka sisältää kaikki tietokoneelle ominaiset komponentit, kuten prosessorin ja keskusmuistin, sijoitettuna yhteen piirilevyyn. [1]
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol, protokolla jonka avulla verkkolaitteet saavat IP-osoitteen automaattisesti määritetyltä verkko-osoitealueelta.
DNS	Domain Name System, nimijärjestelmä jonka avulla IP-osoite muunnetaan numeraalisesta muodosta kirjalliseksi ja toisinpäin.
EVA	Enterprise Virtual Array, HP:n luoma levyjärjestelmämalli.
Ext4	Fourth extended filesystem, Linux-käyttöjärjestelmille tarkoitettu tiedostojärjestelmä. [2]
Firmware	Laiteohjelmisto, laitteen toimintaa ohjaava ohjelmisto, joka on asennettu yhtenäiseksi laitteen kanssa. [3]
GRUB	Grand Unified Bootloader, käynnistyslataaja joka mahdollistaa käyttöjärjestelmän valitsemisen ennen tietokoneen käynnistymistä. [4]

IP-osoite	Enintään 12 merkin mittainen neliosainen numerosarja, jota käytetään IP-verkkoihin liitettyjen laitteiden yksilöimiseksi.
ISO-tiedosto	Levykuvatiedosto, joka sisältää massamuistilaitteiden, kuten CD- tai DVD-levyjen sisällön erillisenä tiedostona.
KVM	Kernel-based Virtual Machine on avoimeen lähdekoodiin perustuva virtualisointituki, joka mahdollistaa useamman virtuaalikoneen käyttämisen yhdellä palvelimella. [5]
Mezzanine-kortti	Laajennuskortti, joka mahdollistaa blade-palvelimen ja palvelinkehikon moduulien välisen tietoliikenneyhteyden. Mezzanine-korttia käytetään yleensä yhdistämään blade-palvelin kuitukytkimeen. [6]
Ping-komento	Komento, jota käytetään verkkoyhteyksien toiminnan testaamiseen TCP/IP-verkoissa. Komento lähettää Internet Control Message Protocol (ICMP) -viestejä kohdelaitteelle, jonka paluuviestistä saadaan selville muun muassa vastausaika ja saadaanko kohteeseen yhteys. [7]
QEMU	Quick Emulator, avoimeen lähdekoodiin perustuva virtualisoinnissa käytettävä emulaattori, jonka avulla voidaan luoda ja hallita virtuaalikoneita. [8]

RAID	Redundant Array of Independent Disks on tekniikka jota käytetään vikasietoisuuden lisäämiseksi yhdistämällä useita kiintolevyjä yhdeksi loogiseksi kiintolevyksi. [9]
RDP	Remote Desktop Protocol, Microsoftin kehittämä protokolla joka mahdollistaa graafisen etäyhteyden tietokoneesta toiseen verkon välityksellä. [10]
Root-käyttäjä	Unix- ja Linux-järjestelmien pääkäyttäjä.
SAN	Storage Area Network on levyjärjestelmille kohdennettu verkko, jossa levyjärjestelmien levyt yhdistyvät palvelimien käytettäväksi. [11]
SNMP	Simple Network Management Protocol on protokolla jota käytetään verkkolaitteiden konfiguroinnissa ja tilatietojen kartoituksessa. [12]
SSH	Secure Shell on etäkäyttöohjelmisto, joka mahdollistaa salattujen yhteyksien muodostamisen eri järjestelmien välillä. [13]
Swap-osio	Linux-käyttöjärjestelmille tarkoitettu levyosio, johon järjestelmä kopioi passiivisia prosesseja keskusmuistista. Swap-osion ja keskusmuistin koot yhdistettynä muodostavat tietokoneelle käytettävän virtuaalisen muistin. [14]
Virtualisointi	Tekniikka jonka avulla yhdestä fyysisestä resurssista voidaan luoda useita loogisia resursseja, tai useista fyysisistä resursseista voidaan luoda yksi looginen re-

surssi. Virtualisointi jaotellaan usein kolmeen eri virtualisointitapaan: palvelin-, sovellus- ja tallennustilavirtualisointiin. [15]

VLAN Virtual Local Area Network, eli virtuaalilähiverkko, on tekniikka jolla fyysinen lähiverkko voidaan jakaa loogisiin osiin.

WWN World Wide Name on laitteen yksilöllinen tunniste, joka erottelee ja tunnistaa laitteet SAN-verkossa. [16]



## 1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on opastaa lukijaa blade-palvelinjärjestelmän käyttöönotossa ja sen hallinnassa. Palvelinjärjestelmän käyttöönotto toteutettiin toimeksiantajan, Karelia-ammattikorkeakoulun, verkkolaboratoriotiloissa. Käyttöön otettavan palvelinjärjestelmän fyysinen asennus oli jo tehty ennen opinnäytetyön aloittamista, joten opinnäytetyössä kuvataan fyysisestä asennuksesta vain palvelinjärjestelmän kytkennät. Uusi palvelinjärjestelmä otettiin käyttöön jo käytössä olevan palvelinjärjestelmän kanssa. Opinnäytetyössä kuvataan myös palvelinvirtualisointia kahdella eri virtualisointialustalla, joita tullaan käyttämään tulevaisuudessa opiskelijoiden projekteissa.

## 2 Blade-palvelinjärjestelmä

Blade-palvelinjärjestelmä koostuu neljästä eri kokonaisuudesta: blade-palvelimista, levyjärjestelmästä, palvelinkehikosta ja sen moduuleista. Blade-palvelin, eli suomeksi korttipalvelin, sisältää kaikki tietokoneelle ominaiset komponentit, kuten prosessorin ja keskusmuistin, sijoitettuna yhteen piirilevyyn [1]. Blade-palvelimet asennetaan palvelinkehikkoon, josta ne saavat virtaa ja verkkoyhteydet.

Palvelinkehikko on yleensä kiinnitetty laitetelineeseen tai -kaappiin, johon voidaan kiinnittää myös muita palvelinjärjestelmälle tärkeitä laitteita, kuten kytkimiä tai levyjärjestelmä. Palvelinkehikkoon asennetaan myös erilaisia moduuleja, joiden avulla esimerkiksi palvelinjärjestelmää ja sen verkkoyhteyksiä voidaan hallita. Hallinnan lisäksi moduulien avulla palvelinjärjestelmä voidaan yhdistää esimerkiksi levyjärjestelmään. Levyjärjestelmä koostuu levyohjaimesta ja kiintolevyistä, joita voidaan asettaa blade-palvelimien käyttöön. Levyohjain jakaa kiintolevytilaa blade-palvelimien käyttöön ja vastaa vikasietoisuudesta yhdistämällä useita kiintolevyjä yhdeksi loogiseksi kiintolevyksi [17].

Blade-palvelinjärjestelmä voidaan toteuttaa myös ilman levyjärjestelmää, jos blade-palvelimille asennetaan omat laitekohtaiset kiintolevyt. Tämä on mahdollista vain, jos blade-palvelimessa on laajennuspaikka laitekohtaiselle kiintolevyille.

## **2.1 Käyttöön otettava blade-palvelinjärjestelmä**

Tässä opinnäytetyössä käyttöön otettava palvelinjärjestelmä koostuu HP c7000 -mallisesta palvelinkehikosta ja siihen liitettävistä blade-palvelimista, jotka ovat malliltaan HP ProLiant BL460c G6 ja HP ProLiant BL260c G5. Eroina näillä palvelinmalleilla on, että uudempi BL460c G6 tukee uudempia Firmware-versioita Onboard Administrator ja Virtual Connect -moduuleissa [18].

Blade-palvelimilla on kaksi neliytimistä prosessoria, joiden kellotaajuus on 2,4 GHz. Blade 1 -palvelimilla keskusmuistia on 96 gigatavua, mutta muilla palvelimilla keskusmuistin määrä on 48 gigatavua. Yhdellä BL460c G6 -palvelimella voi olla käytössään enintään 192 gigatavua keskusmuistia [19]. BL260c G5 -palvelimilla keskusmuistin kokonaismäärä voi olla enintään 48 gigatavua [20].

HP c7000 -palvelinkehikkoon voidaan asettaa enintään 16 erillistä blade-palvelinta (kuva 1). Tämän lisäksi palvelinkehikkoon voidaan liittää erilaisia moduuleja, jotka mahdollistavat muun muassa yhteyden levyjärjestelmään.



Kuva 1. HP c7000 -palvelinkehikko.

Tämän opinnäytetyön yhteydessä käytössä oli kolme erilaista moduulia: HP VC Flex-10 Enet Module, Brocade 4/24 SAN Switch for HP c-Class BladeSystem ja Onboard Administrator -hallintamoduuli. Enet-moduulia käytetään palvelinten tietoliikenneyhteyksien määrittämiseen ja ylläpitämiseen. Brocade SAN Switch -moduuli on kuitukytkin, joka yhdistää palvelinjärjestelmän HP EVA4400 -levyjärjestelmään, jonka levyjä käytetään palvelinten tallennustilana. Onboard Administrator -hallintamoduuli mahdollistaa palvelinkehikon ja siihen liitettyjen palvelinten hallinnan verkkoselaimella.

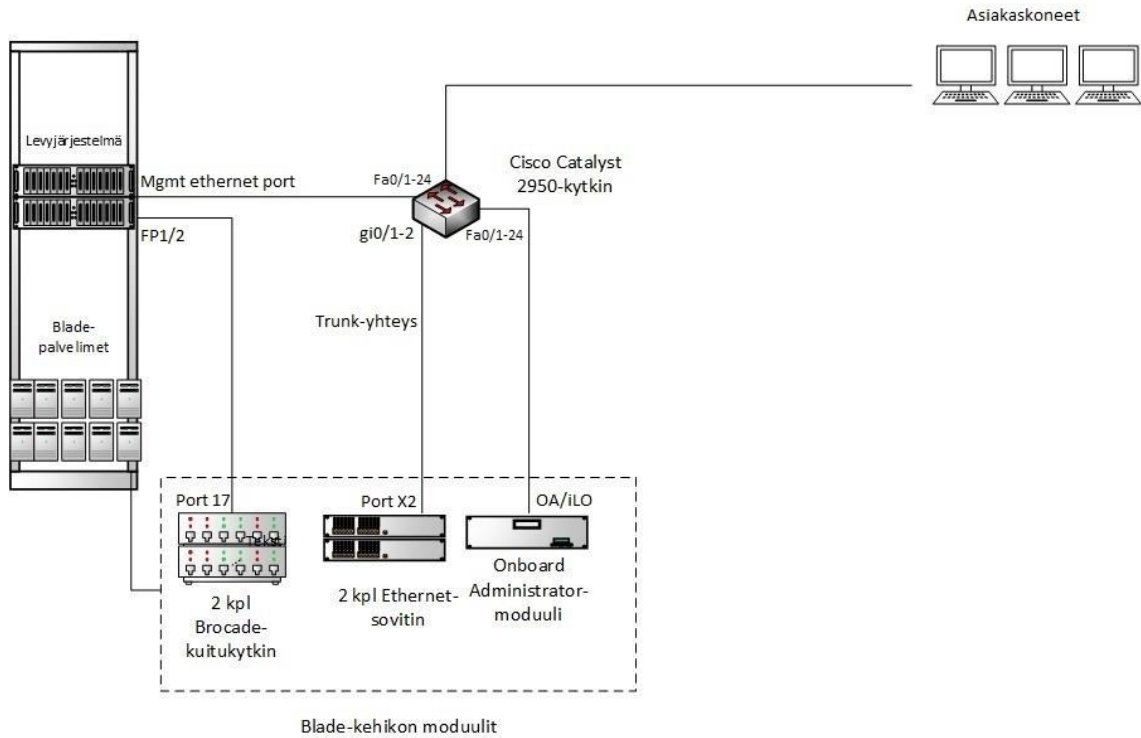
Levyjärjestelmänä käytössä on HP EVA4400 (kuva 2), jossa työskentelyn aikana käytössä oli 35 eri levyä, joiden yhteislevytila oli noin 15 teratavua. Yhteensä levyjärjestelmällä voi olla käytössään 32 teratavua [21]. Levyjärjestelmää hallitaan eri ohjelmistolla kuin palvelinjärjestelmää ja sen hallintaohjelmisto on asennettu yhdelle blade-kehikon palvelimista.



Kuva 2. HP EVA4400 -levyjärjestelmä.

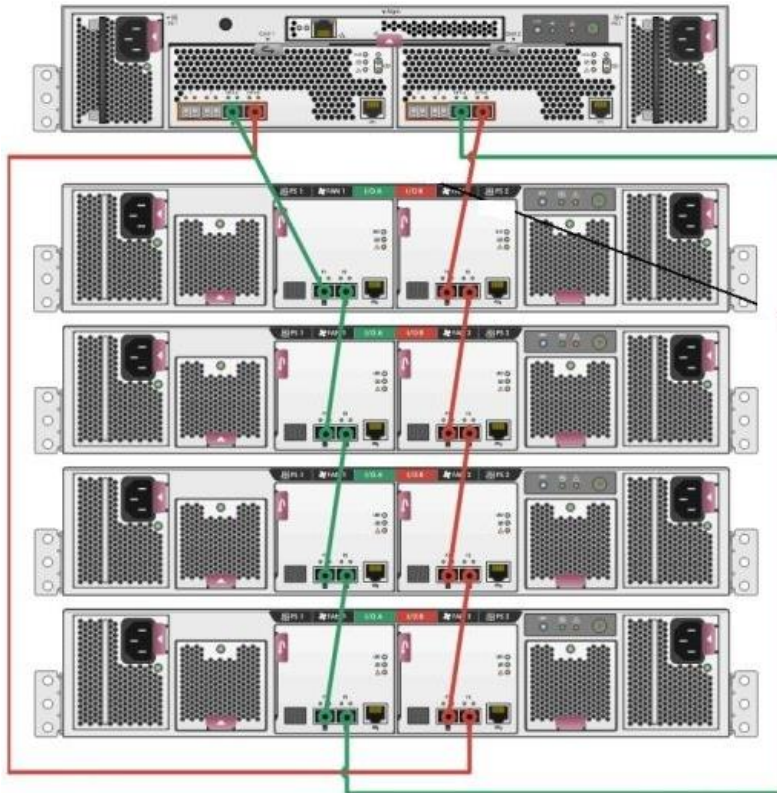
## 2.2 Fyysiset liitännät

Blade-palvelinjärjestelmän fyysiset liitännät on esitetty kuvassa 3. Kuvassa näkyvät Blade-kehikon moduulit ovat todellisuudessa samassa kehikossa kuin blade-palvelimet, ja myös fyysiset liitännät palvelimien ja moduulien välillä tapahtuvat blade-kehikon sisällä. Kuvassa ne ovat kuitenkin erillisenä liitännöiden selkeyttämiseksi. Lisäksi Brocade-kuitukytkimiltä ja Ethernet-sovittimilta lähtevät yhteydet on todellisuudessa kahdennettu vikasietoisuuden parantamisen takia. Kuvan selkeyden takia ne esitetään kuvassa vain yhdellä liitoksella. Ethernet-sovittimilta saapuvat trunk-yhteydet on liitetty kytkimen kahteen GigabitEthernet-porttiin ja muut yhteydet ovat kytkimen hitaammissa FastEthernet-porteissa. Kytkimen FastEthernet-portit on liitetty VLAN-verkkoihin, joita käytetään esimerkiksi yhteyden saamiseksi virtuaalikoneisiin. Onboard Administrator -moduuli ja levyjärjestelmä kytkettiin Cisco Catalyst -kytkimeen, jotta blade- ja levyjärjestelmän hallinta onnistui 10.10.10.0/24 -verkon asiakaskoneilta.



Kuva 3. Palvelinjärjestelmän fyysiset liitännät.

Brocade-kuitukytkin liitettiin levyjärjestelmän ohjaimen, jonka avulla blade-palvelimet saivat levytilan käyttöönsä. Levyjärjestelmän liitokset on tehty kuvan 4 mukaisesti. Kuva on HP:n virallisesta asennusohjeesta, ja kuvan mukaista liitännää suositellaan tapauksiin joissa levyjärjestelmän ohjain on levyjen yläpuolella.



Kuva 4. Levyjärjestelmän liitännät. [22]

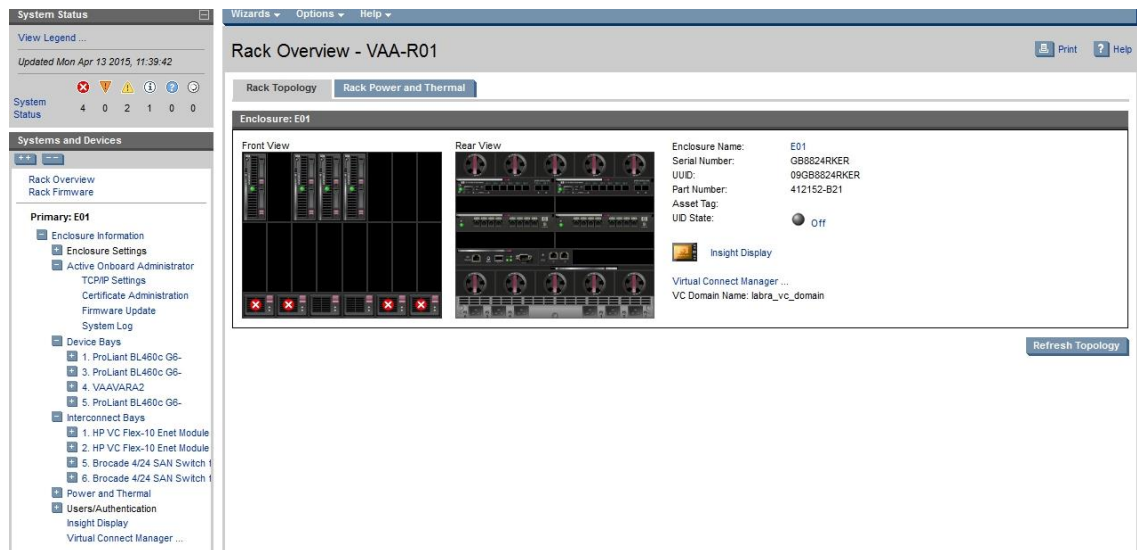
### 3 Hallinta

Palvelin- ja levyjärjestelmän eri osioita voidaan hallita 10.10.10.0/24 -verkon asiakaskoneiden verkkoselaimilta. Hallintasivuja on käytössä palvelinkehikolle ja sen kahdelle moduulille: kuitukytkimelle ja Enet-moduulille. Tämän lisäksi levyjärjestelmällä on oma hallintaohjelmisto.

#### 3.1 HP BladeSystem Onboard Administrator

HP BladeSystem Onboard Administrator -hallintasivulla hallitaan palvelinkehikkoa, kehikon blade-palvelimia, kehikon moduleja, kehikon virransyöttöä ja lämmönsäätelyjärjestelmää. Myös käyttäjähallinta tapahtuu Onboard Administrator -hallintasivulta. Hallintasivujen osoite on <https://10.10.10.125> ja sivut

vaativat joko Mozilla Firefox tai Internet Explorer -verkkoselaimen. Huomioitavaa on, että Internet Explorer täytyy asettaa yhteensopivuustilaan, jotta hallintasivut näkyvät oikein.



Kuva 5. Onboard Administrator -etusivu.

Hallintasivu avautuu Rack Overview -sivulle, josta löytyy virtuaalinen näkymä palvelinkehikon etu- ja takaosasta (kuva 5). Näkymässä olevat blade-palvelimet ja kehikon moduulit sijaitsevat samoilla paikoilla kuin ne ovat fyysisessä kehikossa. Virtuaalisesta näkymästä blade-palvelimia ja moduuleja klikkaamalla pääsee tarkastelemaan kyseisen laitepaikan tietoja ja suorittamaan toimenpiteitä, kuten sammuttamaan ja käynnistämään laite. Joitain laitetietoja näkee myös menemättä hallintasivulle, esimerkiksi tuulettimien nopeuden voi tarkistaa viemällä hiiren osoittimen tuulettimen kuvan päälle. Tämän lisäksi Onboard Administrator -etusivulla voidaan tarkastella virtuaalista Insight Display -näyttöä, joka avaa samanlaisen näkymän kuin palvelinkehikon etuosassa sijaitsevassa hallintanäytössä. Selaimessa hallittava näyttö on kuitenkin melko hidas, ja valikossa liikkua esiintyy noin viiden sekunnin viive, joten hallinta tätä kautta on melko epäkäytännöllistä. Etusivulta voi siirtyä myös Virtual Connect Manager -hallintasivulle. Rack Firmware -sivulta näkee esimerkiksi kaikkien palvelinjärjestelmään liitettyjen laitteiden käyttämän Firmware-version.

Enclosure Settings -valikon alla sijaitsee useita palvelinkehikon hallintaan liittyviä valikoita, tärkeimpinä IP-osoitteen määrittelyt, aika- ja päivämääräasetukset, laitetiedot sekä kehikon palauttaminen tehdasasetuksille. Edellä mainittujen valikkojen lisäksi Enclosure Settings -kohdan alla on muitakin valikoita, mutta nämä sisältävät vähemmän tärkeitä tietoja ja asetuksia. Active Onboard Administrator -valikossa on hallintamoduuliin liittyviä asetuksia, kuten hallintasivun IP-asetukset, tietoja varmenteista, firmwaren päivitys sekä järjestelmäloki.

Device Bays -valikosta voidaan tarkastella palvelinkehikkoon liitettyjä blade-palvelimia. Device Bays -kohtaa painamalla avautuu Device Bay Summary -sivu, josta palvelimet sammutetaan ja käynnistetään uudelleen. One Time Boot -kohdasta voidaan määrittellä käytettävä boot-laite, esimerkiksi käyttöjärjestelmien asennuksessa asennusmedian sisältävä DVD-levy voidaan asettaa boot-järjestyksen ensimmäiseksi vaihtoehdoksi. Vaihtoehtoisesti samat toimenpiteet voidaan suorittaa myös valitsemalla yksittäinen blade-palvelin Device Bays -kohdan alta klikkaamalla palvelimen nimeä. Valitsemalla yksittäinen palvelin saadaan enemmän tietoa palvelimen tilasta, kuten tuulettimien nopeuksista, erilaisista lämpötilatiedoista sekä tämänhetkisestä virrankulutuksesta.

Information-välilehdellä on tietoja blade-palvelimen verkkokorteista sekä käytössä oleva prosessoriteho ja keskusmuisti. Tämän lisäksi Mezzanine Card Information -kohdassa olevaa Device ID -tunnusta tarvitaan, kun palvelimet liitetään levyjärjestelmään kuitukytkimen avulla. Palvelimen sammutus ja uudelleenkäynnistys tapahtuu Virtual Devices -välilehdellä olevasta Momentary Press -painikkeesta. Palvelimen boot-järjestystä voidaan myös muuttaa Boot Options -välilehdeltä. Näin ollen boot-järjestystä ei tarvitse määrittää erikseen palvelimen BIOS-tilasta.

Interconnect Bays -valikko näyttää palvelinjärjestelmään liitettyjen Ethernet -moduulien ja kuitukytkinten tiedot. Edellä mainitut laitteet voidaan sammuttaa ja uudelleenkäynnistää samalla tapaa kuin palvelimet Device Bays -kohdasta. Port Mapping -kohdasta nähdään, kuinka blade-palvelimet on liitetty kehikon moduuleihin kehikon sisällä. Power and Thermal -valikosta voidaan tarkastella ja hallita virrankulutukseen ja lämmönsäätelyyn liittyviä asetuksia. Enclosure

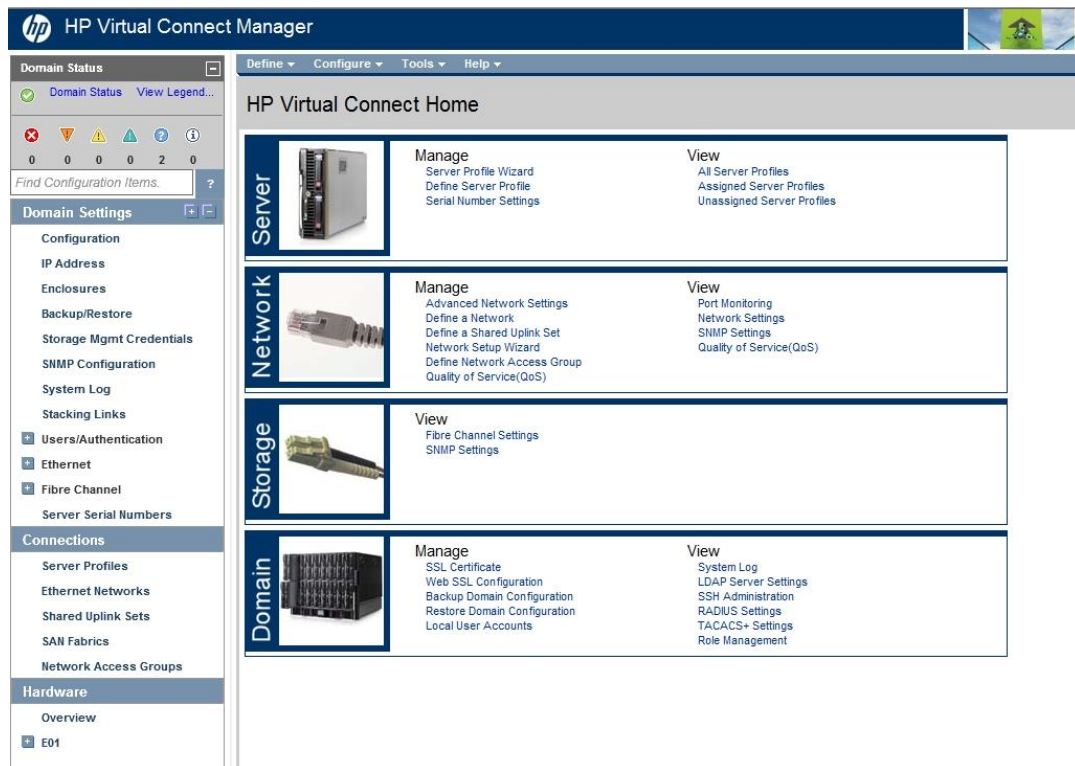


Power Summary -kohdasta nähdään yksittäisten laitteiden kuten blade-palvelimien ja kuitukytkimien käyttämä virrankulutus. Myös koko järjestelmän nykyinen ja maksimi virrankulutus on näkyvissä tällä sivulla. Palvelinjärjestelmän tuulettimien tiedot ovat Thermal Subsystem -valikossa.

Users/Authentication-kohdasta hallitaan Onboard Administrator -hallintasivun käyttäjiä. Käyttäjille voidaan määrittellä erilaisia oikeuksia, esimerkiksi eri palvelinpaikkoja voidaan hallita eri käyttäjien toimesta. Käyttäjien salasanojen muuttaminen onnistuu myös täältä. Signed In Users -valikosta nähdään, ketkä ovat kirjautuneet, miten pitkiä aiemmat kirjautumiset ovat olleet ja mistä IP-osoitteesta hallintasivulle on kirjaututtu.

### **3.2 HP Virtual Connect Manager**

Virtual Connect Managerissa voidaan hallita blade- ja virtuaalipalvelimien välisiä verkkoasetuksia ja -yhteyksiä. Virtual Connect Manageriin pääsee 10.10.10.0/24 -verkossa olevalta asiakaskoneelta menemällä verkkoselaimella osoitteeseen 10.10.10.126 ja syöttämällä käyttäjätunnus ja salasana. Virtual Connect Manageria kannattaa käyttää Internet Explorer -selaimella yhteensopivuustilassa, jotta kaikki hallintasivuston kohteet näkyisivät oikein. Sivuja käytettäessä huomattiin, että Mozilla Firefox -verkkoselain ei avannut kaikkia hallintasivuja ollenkaan. Muun muassa Virtual Connect Manager -hallintasivuston etusivu ei näkynyt ollenkaan Firefoxilla.



Kuva 6. Virtual Connect Manager -etusivu.

Virtual Connect Manager koostuu kolmesta hallintavalikosta: Domain Settings, Connections ja Hardware alivalikkoineen (kuva 6). Samat valikot on jaoteltu etusivulla neljään osaan: Server, Network, Storage ja Domain. Sivun vasemmassa laidasta löytyvästä Domain Settings -valikosta voidaan luoda ja hallita Virtual Connect Domaineja, jotka yhdistävät blade- ja virtuaalipalvelimia samaan virtuaaliseen toimialueeseen. Ennen opinnäytetyön aloittamista Virtual Connect Managerilla oli jo luotu labra\_vc\_domain -niminen virtuaalitoimialue, johon Blade1 oli liitetty. Configuration-alavalikosta voidaan määrittellä virtuaalitoimialueelle nimi, poistaa se sekä asettaa sisäänkirjautumisviesti. Seuraavista alavalikoista virtuaalitoimialueelle voidaan määrittellä IP-osoite, toimialueeseen kuuluvat palvelinkehikot ja varmuuskopiointiasetukset.

Seuraavista alavalikoista voidaan muokata Enet ja Fibre Channel -moduulien SNMP-asetuksia, tarkastella lokeja ja niiden asetuksia sekä palvelinkehikoiden välisiä yhteyksiä, mikäli palvelinkehikot on yhdistetty toisiinsa. Users/Authentication -valikosta voidaan tarkastella ja luoda järjestelmänvalvoja-tunnuksia, joista jokaiselle voidaan määrittellä omat roolit ja oikeudet. Tämän li-

säksi valikosta voidaan asettaa käyttäjien tunnistuksessa käytettävä todennustapa ja SSH-hallintaan vaadittavat avaimet. Ethernet-valikosta voidaan määritellä muun muassa MAC-osoitteisiin ja tietoliikenteen priorisointiin liittyviä asetuksia sekä yleisiä verkkoon liittyviä asetuksia. Fibre Channel -valikon alla on WWN-asetuksiin liittyviä valintoja, mutta niitä ei pääse muokkaamaan palvelinprofiilien luomisen jälkeen. Server Serial Numbers -valikosta voi päättää, halutaanko blade-palvelimille antaa uudet sarjanumerot Virtual Connect Managerissa, vai pitää tehtaalla määritetyt sarjanumerot.

Connections-päävalikosta voidaan luoda palvelinprofiileja ja asettaa niitä palvelimille, luoda Ethernet-verkkoja ja lisätä niitä Shared Uplink Set -ryhmiin, joiden avulla samalta Ethernet-moduulilta lähtevät VLAN-verkot voidaan yhdistää samaan ryhmään. SAN Fabrics -alavalikossa voidaan määritellä SAN-verkon ominaisuuksia, mikäli sellainen on käytössä. Network Access Groups -valikossa olemassa olevat Ethernet-verkot voidaan asettaa verkkoryhmiin verkkojen erottamiseksi ja hallinnan selkeyttämiseksi.

Hardware-valikosta voidaan tarkastella blade-palvelinjärjestelmän tietoja ja liitetyjä moduuleita samalla tapaa kuin Onboard Administrator -hallintasivuilla. Valikon alle tulee alaotsikoita sen mukaan, kuinka monta palvelinkehikkoa virtuaali-toimialueeseen on yhdistetty. Kehikkokohtaisissa asetuksissa voi tarkastella kehikkoon liitettyjä verkkomoduleja, blade-palvelimia sekä niille määritetyjä profiileja.

### **3.3 HP P6000 Command View**

HP EVA4400 -levyjärjestelmää hallitaan HP P6000 Command View -ohjelmistolla. Hallintaohjelmisto ja Windows Server 2012 R2 -käyttöjärjestelmä oli asennettu Blade 1 -palvelimelle ennen opinnäytetyön aloittamista. Koska hallintaohjelmisto on asennettu Blade 1 -palvelimelle, otetaan etäyhteys Remote Desktop Connection -ohjelmalla osoitteeseen 10.10.10.201. Hallintaohjelmistoon pääsee Blade 1 -palvelimelta verkkoselaimella osoitteesta <https://localhost:2374>, tai työpöydältä löytyvästä HP P6000 CV -pikakuvak-

keesta. Hallintaohjelmisto vaatii sisäänkirjautumisen, johon syötetään Blade 1 -palvelimen paikallisen järjestelmänvalvojan käyttäjätunnus ja salasana.

Hallintaohjelmisto koostuu kahdesta eri päävalikosta: Storage Systems ja Settings. Settings-päävalikon alta löytyy tietoja hallintapalvelimesta, kuten palvelimen IP-osoite sekä hallintaohjelmiston versio. Tämän lisäksi Settings-sivulta löytyy yhteenvetoikkuna käytössä olevasta levytilasta sekä kansiot löydetyistä levyjärjestelmistä, joita ei hallita tai jotka vaativat vielä lisää konfigurointia. Uusien levyjärjestelmien lisääminen tapahtuu myös tältä sivulta Discover Storage Systems -valikosta. Management Options -valikko sisältää useita eri hallintatoimenpiteitä käytössä olevalle levyjärjestelmälle, kuten levyjärjestelmän salasanan muuttamisen ja sähköposti-ilmoitukset järjestelmänvalvojalle.

Storage Systems-päävalikosta löytyy listaus kaikista hallittavista levyjärjestelmistä. Tässä tapauksessa käytössä on vain yksi levyjärjestelmä EVA4400, jonka General-välilehdellä voidaan muuttaa sen nimeä sekä nähdä tietoja levyjärjestelmän tilasta ja käytössä olevasta levytilasta. Tämän lisäksi muun muassa levyjärjestelmän sammutus ja alustaminen tapahtuu System Options -välilehdeltä. View Events -välilehdeltä nähdään hallintapalvelimen ja levyohjaimen tapahtumaloki. Status Summary -välilehdellä näkyvät tiedot käytössä olevista virtuaalilevyistä, levyryhmistä ja laitteistosta, kuten levyohjaimista. Licensing -välilehdellä löytyy levyjärjestelmän lisenssitiedot ja esimerkiksi uusien lisenssien lisääminen ja lisenssien poisto tapahtuu tältä välilehdeltä.

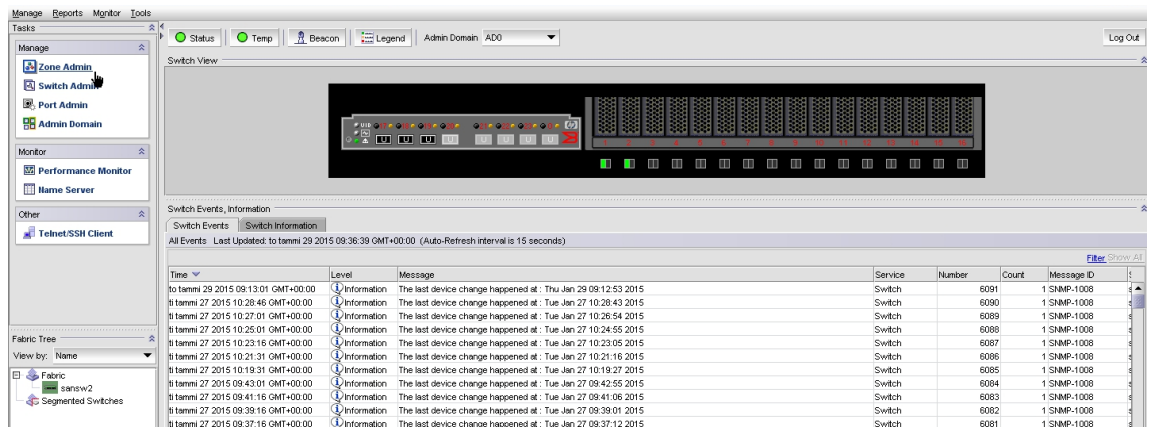
EVA4400-valikon alta löytyy Virtual Disks -kansio johon on luotu alikansiot jokaiselle palvelimelle sekä jaetuille levyille. Alikansiot on luotu selkeyttämään mitä virtuaalilevyjä kuuluu millekin palvelimelle, minkä ansiosta levynhallinta on helpompaa. Yhteenvetoikkuna kaikista luoduista virtuaalilevyistä löytyy Virtual Disks -kansion Status Summary -välilehdeltä. Alikansioihin luodaan virtuaalilevyjä Create Vdisks -painikkeesta. Virtuaalilevyn General-välilehdeltä nähdään levyn tietoja kuten nimi, vikasietoisuustyyppi ja levytilan koko. Samalta välilehdeltä levy voidaan kloonata kolmella eri tavalla: Create Snapshot, Create Snapshot Clone ja Create Mirror Clone -valikoista. Tämän lisäksi levy voidaan siirtää ja poistaa samalta välilehdeltä. Migrate-valikosta voidaan muuttaa levyn vika-

sietoisuustyyppiä sekä siirtää se toiseen levyryhmään. Presentation-välilehdellä näkyy palvelimelle määritellyt virtuaalilevyt. Levyjen määrittely palvelimelle tapahtuu myös tältä välilehdeltä Present-painikkeesta. Unpresent-painikkeesta on mahdollista poistaa virtuaalilevyjä palvelinten käytöstä.

Hosts-kansion lisätään jokainen palvelin, joka käyttää levyjärjestelmää tallennustilanaan. Levyjen määrittäminen palvelimille voidaan tehdä myös Hosts-kansion Presentation-välilehdeltä samalla tapaa kuin se tehdään virtuaalilevyn Presentation-välilehdeltä. Ports-välilehdeltä tapahtuu blade-palvelimen mezzanine-korttien WWN-tunnisteiden lisääminen ja poistaminen, jos määrittely on unohtunut blade-palvelimen lisäämisvaiheessa. Näiden porttien avulla palvelin on liitetty levyjärjestelmään kuitukytkimen kautta. Disk Groups -kansioista voidaan luoda uusia levyryhmiä ja tarkastella nykyisen levyryhmän tietoja. Levykohtaiset tiedot löytyvät Default Disk Group -kohdasta, joka näyttää kaikki 35 fyysistä levyä erillisenä. Levykohtaisista tiedoista nähdään muun muassa levyllä käytössä oleva kapasiteetti sekä levyn fyysinen sijainti levyjärjestelmässä. Hardware-kansiosta löytyy tiedot kaikista fyysisistä laitteista kuten levyistä sekä levyohjaimesta. Levyohjaimen tiedoista löytyy tilatietoja laitteesta sekä laitteen porteista. Myös laitteen sammutus on mahdollista tästä valikosta. Disk Enclosure -kohdat näyttävät levykehikkojen tietoja sekä virransyötön ja tuulettimien tilat.

### **3.4 Brocade-kuitukytkin**

Palvelinkehikkoon on liitetty kaksi HP Brocade 4/24 SAN -kytkintä, joita hallitaan verkkoselaimella 10.10.10.0 /24 -hallintaverkon IP-osoitteissa 10.10.10.123 ja 10.10.10.124. Kytkimien hallintaohjelmaa varten tulee tietokoneessa olla asennettuna Java 6 update 22, koska uusimmilla Java-versioilla hallintasivut eivät avaudu. Sisäänkirjautumisen jälkeen avautuu hallintaohjelman etusivu, jossa näkyy reaaliaikainen näkymä kytkimen liitännöistä (kuva 7). Etusivulla on myös tapahtumaloki, jonka toiselta välilehdeltä voidaan tarkastella kytkimen tietoja. Hallintasivun vasemmassa reunassa on Manage, Monitor ja Other -päävalikot, joista kytkimen asetuksia voidaan muokata, ja tarkastella muun muassa kytkimen porttien läpi kulkevaa datan määrää.



Kuva 7. Kuitukytkimen hallintasivu.

Manage-päävalikossa on neljä valikkoa: Zone Admin, Switch Admin, Port Admin ja Admin Domain. Zone Admin -valikossa kytkimelle voidaan luoda vyöhykkeitä, joihin lisätään laitteita. Samassa vyöhykkeessä olevat laitteet tunnistavat toisensa ja ne voivat vaihtaa tietoja keskenään. Vyöhykkeiden luominen on kuvattu tarkemmin kappaleessa 4.2 Kuitukytkimen konfiguraatio. Switch Admin -valikosta voidaan hallita kytkimen asetuksia, kuten verkko- ja käyttäjäasetuksia sekä suorittaa firmware-päivitys. Kytkimen voi myös käynnistää uudelleen tästä valikosta. Port Admin -valikosta voidaan tarkastella ja muuttaa kytkimen porttien tilaa. Admin Domain -valikosta voi tarvittaessa luoda uusia tai vaihtaa käytettävää laitteiden hallintatoimialuetta.

Monitor-päävalikossa olevalla Performance Monitor -työkalulla voidaan tarkastella kytkimen suorituskykyä, resurssien käyttöä ja verkkoliikenteen määrää eri porteissa. Name Server -kohdasta voidaan tarkastella kaikkien käytössä olevien porttien tietoja, kuten portin WWN-tunniste ja porttiin liitetyn laitteen vyöhyke. Other-päävalikosta voi luoda SSH-yhteyden kytkimen etähallintaa varten.

## 4 Käyttöönotto

Jotta blade-palvelimet saadaan toimintakuntoon, täytyy niille tehdä joitain asetusmuutoksia Hallinta-luvussa esitelyjen hallintasivujen avulla. Asetusmuutosten jälkeen blade-palvelimelle on mahdollista asentaa käyttöjärjestelmiä ja virtualisointialusta, joiden avulla muun muassa virtuaalikoneiden luominen on mahdollista.

### 4.1 Uuden blade-palvelimen lisääminen

Blade-palvelin asetettiin tyhjään palvelinpaikkaan avaamalla ensin blade-palvelimen etuosassa oleva kahva, jonka jälkeen blade-palvelin työnnettiin paikalleen palvelinpaikkaan. Tämän jälkeen se lukittiin paikalleen nostamalla kahva yläasentoon. Palvelin käynnistettiin painamalla fyysisen palvelimen etuosassa sijaitsevaa painiketta. Vaihtoehtoisesti palvelimen voi käynnistää myös etänä Onboard Administrator -hallintasivulta valitsemalla palvelin System and Devices -kohdan Device Bays -valikosta. Palvelimen käynnistäminen ja sammuttaminen tapahtui Virtual Devices -välilehdellä olevasta Momentary Press -painikkeesta.

Kun blade-palvelin oli lisätty palvelinkehikkoon, sille luotiin Ethernet-verkko, jonka avulla palvelin voitiin asettaa kuuluvaksi jo aikaisemmin luotuun hallintaverkkoon. Hallintaverkon lisäksi Virtual Connect Manager -hallintasivulla luotiin Ethernet-verkot kaikille virtuaalilähiverkoille, joita palvelimella luodut virtuaalikoneet käyttivät. Verkon luominen tapahtui, joko etusivun Network-valikon Define a Network-valikosta, tai sivupaneelin Connections-kohdan alta löytyvästä Ethernet Networks -kohdasta. Huomioitavaa oli, että jos Ethernet-verkon luomiseen siirryttiin sivupaneelistä, täytyi avautuvasta sivusta vielä painaa ”+” -painiketta, kun taas etusivun kautta Ethernet-verkon luominen alkoi välittömästi.

Network-kohdassa Ethernet-verkolle annettiin nimi, ja tämän lisäksi sille voitiin määrittellä värikoodi ja tunniste, joiden avulla verkot voitiin ryhmitellä Virtual

Connect Managerissa hallinnan helpottamiseksi. External Uplink Ports -kohdassa verkolle määriteltiin Shared Uplink Set -ryhmä valitsemalla Use Shared Uplink Set -valintaruutu. Alasvetolaatikosta valittiin UplinkSet\_ -niminen ryhmä ja verkolle annettiin VLAN-tunniste. Tämän jälkeen verkko tallennettiin sivun alalaidasta löytyvästä Apply-painikkeesta ja Ethernet-verkon luominen on valmis.

Seuraavaksi palvelimelle tehtiin Virtual Connect managerissa uusi palvelinprofiili, joka löytyi Connection-valikon Server Profiles -kohdasta. Ennen profiilin luomista on hyvä huomioida, että muokattava palvelin ei saa olla käynnissä kun muutoksia tehdään. Tästä syystä palvelin, jolle tehtiin muutoksia Virtual Connect Managerissa, täytyi sammuttaa esimerkiksi Onboard Administrator -hallintasivulta.

Uuden profiilin luominen aloitettiin painamalla sivun alalaidassa olevaa Add -painiketta. Profiilille annettiin nimi ja se liitettiin palvelimelle luotuun verkkoon Ethernet Adapter Connections -kohdassa. Lisääminen tapahtui painamalla Network Name -kohdassa näkyvää unassigned-kohtaa, josta valitaan joko Multiple Networks tai Select a Network -vaihtoehto. Multiple Networks -vaihtoehtoa käytettiin esimerkiksi Blade 2 -palvelimen kanssa, johon asennettiin VMWare ESXi 5.1 -virtualisointialusta, koska se ei toiminut kahdella verkkokortilla. Multiple Networks -vaihtoehtoa käytettäessä verkot valittiin käyttöön vetämällä ne hiirellä vasemmanpuoleisesta laatikosta oikeanpuoleiseen laatikkoon. Useita verkkoja valittaessa tuli ottaa huomioon, että hallintaverkko tuli asettaa untagged-tilaan, koska sillä ei ollut VLAN-tunnistetta.

Mikäli vain yksi verkko otetaan käyttöön, tuli Network Name -kohtaan valita Select a Network. Avautuvan Ethernet-verkon valintaikkuna voi skaalautua väärin, jonka takia Ok ja Cancel -painikkeet eivät näkyneet. Ongelma korjattiin zoomaamalla ikkunaa pienemmäksi. Tämän jälkeen Assign profile to Server Bay -kohdassa määriteltiin palvelinpaikka, johon luotu palvelinprofiili liitettiin. Alasvetolaatikosta valittiin E01 ja muokattavan palvelimen käyttämä palvelinpaikka, jonka jälkeen painettiin Apply & Close.



Tämän jälkeen kuitukytkimelle tehtiin muutoksia asetuksiin, jotta palvelin saisi yhteyden levyjärjestelmään. Tehdyt muutokset ovat dokumentoitu kappaleessa 4.2 Kuitukytkimen konfiguraatio. Kytkimille tehtyjen asetusten jälkeen palvelimelle lisättiin virtuaalilevy EVA Command View -hallintasivulta. Hallintasivulle päästiin ottamalla etäyhteys Blade 1 -palvelimelle osoitteeseen 10.10.10.201 Remote Desktop Connction -ohjelmalla. Blade 1 -palvelimelle oli asennettu Windows Server 2012 R2 -käyttöjärjestelmä, jonka verkkoselaimella mentiin osoitteeseen https://localhost:2374. Sivuston kirjautumisikkunaan syötettiin paikallisen järjestelmänvalvojan käyttäjätunnus sekä salasana.

Virtuaalilevyn lisääminen aloitettiin lisäämällä uusi palvelin Hosts-kansioon Add Host -painikkeesta. Palvelimelle määriteltiin nimi, yhteystyyppiä valittiin Fibre channel, portin WWN-tunnisteiksi valittiin molemmat mezzanine-kortin WWN-tunnisteet, jotka löytyivät Onboard Administrator -hallintasivun Information -välilehdeltä kuvan 8 mukaisesti.

The screenshot shows the Onboard Administrator interface for a ProLiant BL460c G6 (Bay 3). The main content area is titled "Device Bay Information - ProLiant BL460c G6 (Bay 3)" and has tabs for Status, Information, Virtual Devices, Boot Options, and IML Log. The Information tab is selected, showing a table of "Server NIC Information" with columns for "Device ID" and "Management Processor".

Device ID	Management Processor
Flex-10 Embedded Ethernet	
Ethernet FlexNIC (NIC 1) LOM:1-a	00:26:55:7F:7A:08
Ethernet FlexNIC (NIC 3) LOM:1-b	00:26:55:7F:7A:09
Ethernet FlexNIC (NIC 5) LOM:1-c	00:26:55:7F:7A:0A
Ethernet FlexNIC (NIC 7) LOM:1-d	00:26:55:7F:7A:0B
Ethernet FlexNIC (NIC 2) LOM:2-a	00:26:55:7F:7A:0C
Ethernet FlexNIC (NIC 4) LOM:2-b	00:26:55:7F:7A:0D
Ethernet FlexNIC (NIC 6) LOM:2-c	00:26:55:7F:7A:0E
Ethernet FlexNIC (NIC 8) LOM:2-d	00:26:55:7F:7A:0F
iLO	00:26:55:7B:88:E0

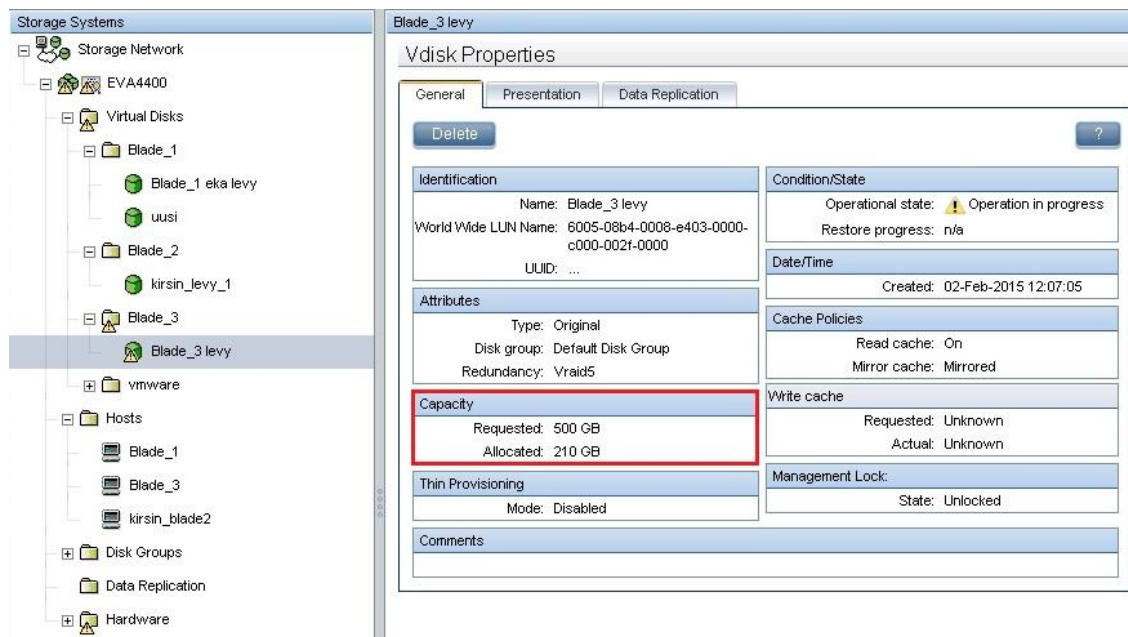
Below the NIC information, there is a "Mezzanine Card Information" table with columns for Mezzanine Slot, Mezzanine Device, Mezzanine Device Port, and Device ID. The table shows two ports for the Emulex LPe1105-HP 4Gb FC HBA for HP c-Class BladeSystem:

Mezzanine Slot	Mezzanine Device	Mezzanine Device Port	Device ID
2	Emulex LPe1105-HP 4Gb FC HBA for HP c-Class BladeSystem	Port 1	10:00:00:00:c9:8e:a7:6a
		Port 2	10:00:00:00:c9:8e:a7:6b

Kuva 8. WWN-tunnisteet.

Lopuksi palvelimelle määriteltiin palvelimen käytössä olevan käyttöjärjestelmä. Määrityksen jälkeen sivun yläkulmasta painettiin Add Host-painiketta, josta avautui tehdyistä valinnoista yhteenvetoikkuna. Yhteenvetoikkunasta painettiin Add Host-painiketta, jolloin saatiin huomautus, että palvelimelle ei ollut määritetty IP-osoitetta. Huomautuksesta huolimatta IP-osoitetta ei määritetty levyjärjestelmän asetuksiin. Lopuksi painettiin Continue, jonka jälkeen uusi palvelin oli luotu levyhallintajärjestelmään.

Seuraavaksi kaikille palvelimille luotiin omat kansiot Virtual Disks -kansioon Create Folder -painikkeesta. Kansiot luotiin selkeyttämään, mitkä levyt kuuluivat millekin palvelimelle. Levyn luominen tapahtui palvelimen kansion Create Vdisks -painikkeesta. Uudelle virtuaalilevyille annettiin nimi, levytilan koko ja vikasietoisuusasetukseksi Vraid5. Asetusten antamisen jälkeen painettiin Create Vdisk- painiketta, jolloin näkyvin tuli yhteenvetoikkuna luotavasta levystä. Tässä painettiin Ok, jonka jälkeen virtuaalilevyn allokointi alkoi. Allokointi tarkoittaa levytilan jakamista levyjärjestelmältä palvelimien käyttöön. Levyn koosta riippuen allokoinnissa kestää hieman aikaa. Allokoinnin valmistumista voi tarkkailla esimerkiksi levyn kapasiteetti-kohdasta kuvan 9 mukaisesti.



Kuva 9. Levyn allokointi.

Levytilan allokoinnin valmistumisen jälkeen luotu levy määritettiin palvelimen käytettäväksi. Tämä tapahtui klikkaamalla haluttua palvelinta Hosts-kansiosta, jonka asetuksista menttiin Presentation-välilehdelle, josta painettiin Present -painiketta. Tästä avautui luettelo kaikista luoduista virtuaalilevyistä. Listalta valittiin yksi tai useampi virtuaalilevy palvelimen käytettäväksi. Tämän jälkeen painettiin Confirm Selections ja Present Vdisk, jonka jälkeen palvelin sai käyttöönsä luodun virtuaalilevyn.

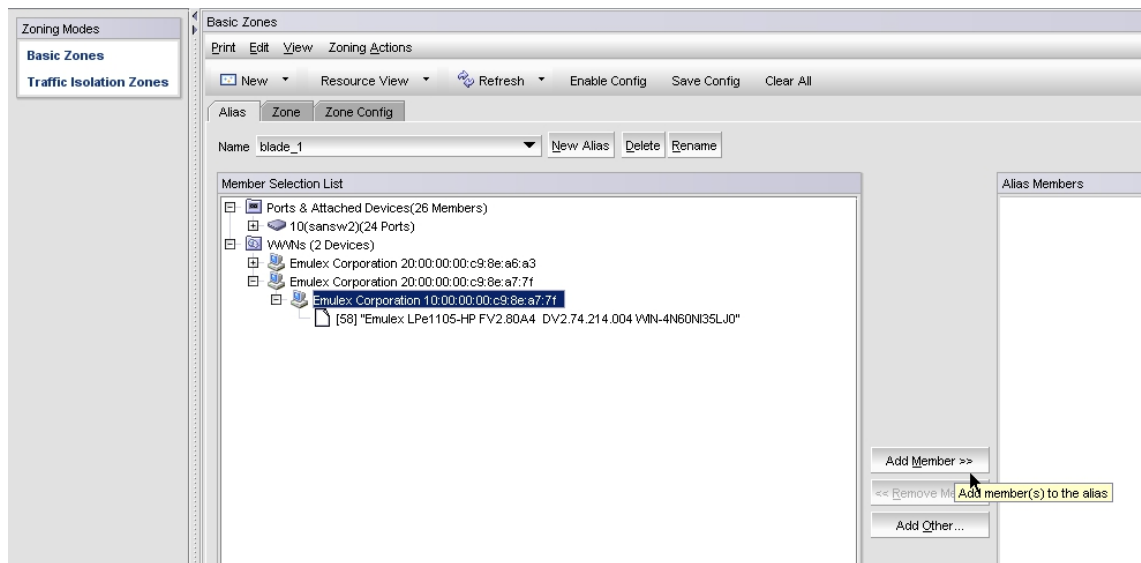
## 4.2 Kuitukytkimen konfiguraatio

Käytössä oli kaksi erillistä kuitukytkinmoduulia sansw1 ja sansw2. Vikasietoisuuden takia molemmille kuitukytkimille tehtiin samanlaiset konfiguraatiot, näin ollen jos toinen kuitukytkimistä hajoaisi, yhteys toimisi edelleen toisen kytkimen kautta. Kytkimelle sansw1 oli jo tehty tarvittavat kytkennät ennen työskentelyn aloittamista, joten kytkimelle sansw2 tehtiin samanlaiset fyysiset kytkennät kuin kytkimelle sansw1. Valokuitukaapeli liitettiin kytkimen sansw2 portista 17 EVA -levyjärjestelmän levyohjaimen porttiin FP1.

Jotta blade-palvelimet saisivat yhteyden levyjärjestelmään, täytyi jokaiselle blade-palvelimelle ja levyjärjestelmälle luoda aliakset sekä vyöhykkeet, joiden määrittämisen jälkeen asetukset otettiin käyttöön luomalla vyöhykeasetus. Näiden luominen tapahtui hallintasivujen 10.10.10.123 ja 10.10.10.124 Zone Admin -valikosta.

Kytkimen konfigurointi aloitettiin tekemällä uusi alias jokaiselle blade-palvelimelle sekä levyjärjestelmälle. Aliaksiin määriteltiin jokainen fyysinen laite WWN-tunnisteen avulla. Uusi alias luotiin Zone Admin -valikon Alias-välilehden New Alias -kohdasta. Aliakselle annettiin nimi sekä WWN-tunniste, joka löytyi Member Selection List -valikosta. WWN lisättiin valitsemalla laitteelle kuuluva WWN-tunniste ja painamalla Add Member -painiketta kuvan 10 mukaisesti. Oikean WWN-tunnisteen voi varmistaa HP Onboard Administrator -sivun Device Bays -valikosta, josta valittiin haluttu laite. Laitteen Information -välilehden Mez-

zanine Card Information -kohta näytti laitteen WWN-tunnisteen Device ID -sarakkeessa (kuva 8).



Kuva 10. Aliaksen luominen.

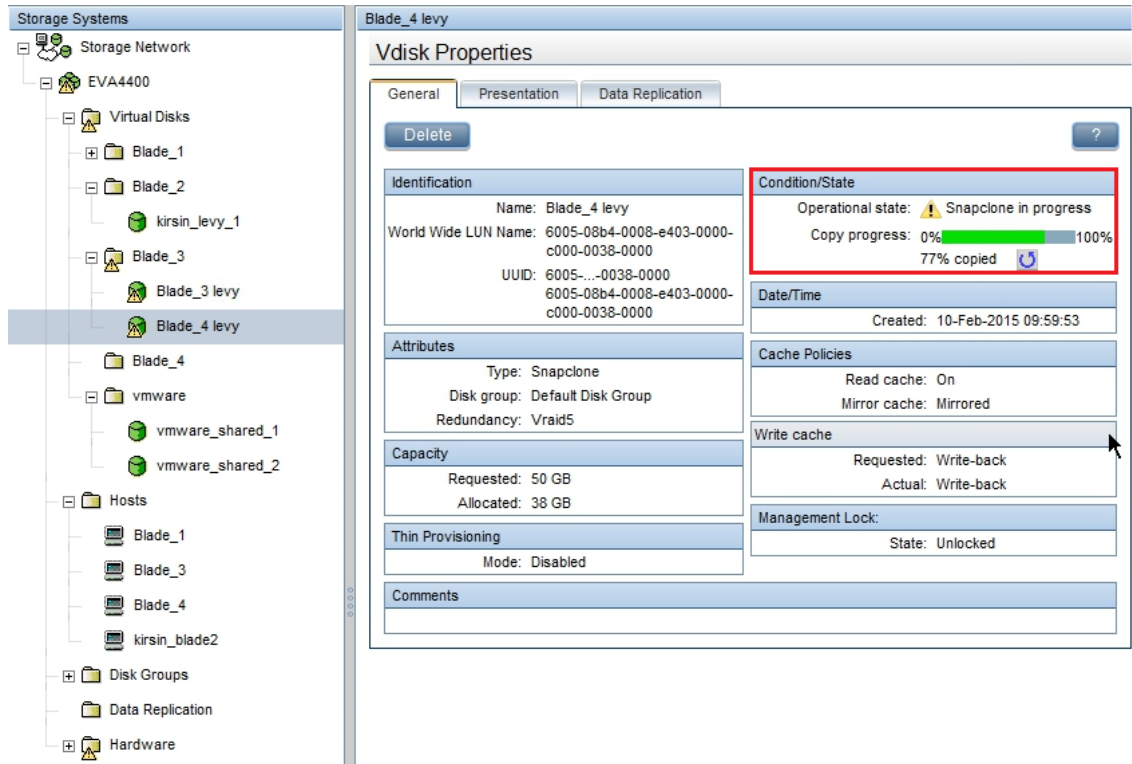
Aliaksen luomisen jälkeen luotiin uusi vyöhyke, jonka luominen oli hyvin samankaltainen aliaksen luomisen kanssa. Vyöhykkeelle annettiin nimi ja siihen liitettiin edellisessä vaiheessa luodut aliakset. Levyjärjestelmä eva\_4400 -vyöhykkeeseen liitettiin myös kaikkien blade-palvelimien aliakset. Vyöhykkeiden nimeämiskäytäntönä käytettiin mallia z\_<laite>\_<laitenumero> esimerkiksi z\_blade\_1. Vyöhykkeet luotiin aliaksien tapaan kaikille blade-palvelimille sekä levyjärjestelmälle.

Vyöhykkeiden luomisen jälkeen täytyi vielä luoda vyöhykeasetus, johon kaikki aikaisemmin luodut vyöhykkeet liitettiin. Vyöhykeasetukselle annettiin nimeksi labra\_zone. Vyöhykeasetuksen luomisen jälkeen se tallennettiin Save Config -painikkeesta. Seuraavaksi vyöhykeasetus otettiin käyttöön Enable Config -painikkeella. Vyöhykeasetuksen tallentamisessa ja käyttöönotossa kesti jonkin aikaa, ja niiden edistymistä pystyi tarkistelemaan sivun alalaidan tekstikentästä. Onnistuneen vyöhykeasetuksen käyttöönotto voitiin varmistaa sivun oikean alakulman Effective Zone Config -kohdasta, joka ilmoitti käytettävän vyöhykeasetuksen. Kytkimellä voi olla käytössään vain yksi vyöhykeasetus kerrallaan.

### 4.3 Levyn kloonaminen

Levyjärjestelmän hallintaohjelmalla voidaan kloonata virtuaalilevyjä kolmella eri tavalla: snapshot, mirrorclone ja snapclone. Snapshot-vaihtoehto tekee käytännössä levyn nykytilasta palautuspisteen, jota voidaan käyttää tietojen palautukseen ongelmatilanteissa. Mirrorclone-vaihtoehto kloonaa levyn, jonka jälkeen kloonattu levy voidaan asettaa toisen palvelimen käyttöön. Mirrorclonen avulla alkuperäiselle levylle tehdyt muutokset voidaan uudelleenkloonata kloonatulle levylle. Snapclone on täydellinen kopio alkuperäisestä levystä, joka on käytettävissä virtuaalisena kopiona lähes välittömästi kloonauksen alettua. Klooni valmistuu normaaliksi kopioksi taustalla jonkin ajan kuluttua, riippuen levyn koosta. Levyn kloonaminen yksinkertaistaa useamman samanlaisen palvelimen käyttöönottoa, koska esimerkiksi käyttöjärjestelmää ei tarvitse asentaa kuin yhden kerran. Luonnollisesti myös kaikki alkuperäisellä levyllä olevat tiedostot kopioituvat kloonatulle levylle. [23]

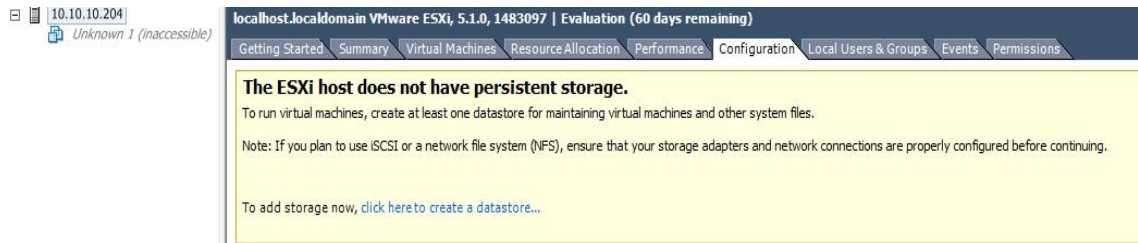
Levyn kloonaminen aloitettiin lisäämällä levynhallinnan Hosts-kansioon Blade4-niminen palvelin kappaleen 4.1 Uuden blade-palvelimen lisääminen toimenpiteiden mukaisesti. Levyn kloonausta testattaessa blade 3 -palvelimen levy kloonattiin ja otettiin kloonattu levy käyttöön blade 4 -palvelimelle. Kloonaus aloitettiin valitsemalla blade 3 -palvelimelle luotu virtuaalilevy ja valitsemalla Create Snapclone -vaihtoehto Vdisk Properties -ikkunan ylälaidasta. Kloonatun levyn nimeksi annettiin Blade\_4 levy sekä sen levyryhmäksi määriteltiin Default Disk Group, jossa muutkin levyt olivat. Tämän lisäksi Presentation-kohdasta Select hosts -painikkeella valittiin palvelin, jolle kloonattava virtuaalilevy tuli käyttöön. Näiden valintojen jälkeen painettiin Create Snapclone -painiketta, joka antoi ilmoituksen että tässä operaatiossa saattaisi kestää kauan aikaa riippuen kloonattavan levyn koosta. Kloonauksen tilaa voi tarkastella uuden kloonattavan levyn Condition/State-kohdasta kuvan 11 mukaisesti.



Kuva 11. Kloonauksen tila.

Kloonauksen valmistuttua käytiin blade 4 -palvelimen mezzanine-kortin BIOS-asetuksista valitsemassa EVA-levyjärjestelmän levyohjain uudelleen boot-järjestykseen. Tämän jälkeen levyohjaimelle valittiin Boot with WWPN-vaihtoehto. Tarkempi kuvaus prosessista löytyy kappaleesta 5.1 VMWare ESXi 5.1. Tämän jälkeen BIOS-tila suljettiin ja palvelin käynnistettiin uudelleen. Palvelimen käynnistyttyä uudelleen kloonatulla levyllä ollut VMWare ESXi 5.1-virtualisointialusta käynnistyi.

VMWaren käynnistyttyä blade 4 -palvelimen IP-osoite tuli muuttaa, koska se oli sama kuin kloonatulla blade 3 -palvelimella. IP-osoitteen muuttamisen jälkeen palvelimeen saatiin yhteys vSphere Client -ohjelmalla. vSphere ilmoitti, että VMWare-palvelimella ei ole käytössä yhtään tallennustilaa (kuva 12).



Kuva 12. Ilmoitus puuttuvasta tallennustilasta.

Tallennustilaa lisättiin painamalla virheilmoituksessa olevaa Click here to create a datastore -painiketta. Avautuvasta ikkunasta tallennustilatyypiksi valittiin Disk/LUN-vaihtoehto. Seuraavaksi listalta valittiin levy, jota haluttiin käyttää, tässä tapauksessa näkyvässä oli ainoa blade 4 -palvelimelle määritetty levy. Tämän jälkeen määriteltiin tapa, jolla uusi levy otetaan käyttöön. Ikkunasta valittiin Keep the existing signature -vaihtoehto, jotta levyllä aiemmin luotuja virtuaalikoneita voitiin käyttää myös blade 4 -palvelimen VMWare-virtualisointialustalla. Vaihtoehtoisesti levyn voi alustaa, jolloin siitä poistetaan kaikki olemassa olevat tiedot. Levyllä voi myös luoda uuden erillisen levyosion virtuaalikoneiden luomista varten, jolloin levyllä aiemmin olleet virtuaalikoneet jäävät vanhalle levyosiolle. Levyllä tehtyjen toimenpiteiden jälkeen saatiin vielä yhteenvetoikkuna, ja tallennustilan lisääminen lopetettiin painamalla Finish-painiketta. Näiden vaiheiden jälkeen blade 3 -palvelimella luotuja virtuaalikoneita voitiin myös hallita blade 4 -palvelimella.

## 5 Palvelinvirtualisointi

Palvelinvirtualisoinnilla tarkoitetaan virtuaalipalvelimien luomista fyysiselle palvelimelle asennetulla virtualisointialustalla, jolla luodut virtuaalipalvelimet käyttävät fyysisen palvelimen resursseja. Yhdelle virtualisointialustalle voidaan luoda useita virtuaalipalvelimia riippuen fyysisen palvelimen prosessoriytimien, keskusmuistin ja levytilan määrästä. Virtuaalipalvelimelle voidaan asentaa mikä tahansa käyttöjärjestelmä ja sitä voidaan käyttää samalla tavalla ja samoihin käyttötarkoituksiin kuin normaalia palvelinta. Käytimme tässä palvelinjärjestel-

mässä kahta erilaista virtualisointitapaa: VMWare ESXi 5.1 sekä KVM ja QEMU. KVM on Linuxille asennettava virtualisointimoduuli, joka käyttää QEMU -emulaattoria virtuaalikoneiden luomiseen ja hallintaan [5]. Molemmat ovat avoimen lähdekoodin ohjelmistopaketteja.

VMWare ESXi toimii ilman erillistä käyttöjärjestelmää, joten se voidaan asentaa suoraan blade-palvelimelle. VMWare ESXi -virtualisointialustaa hallitaan ensisijaisesti VMWare vSphere Client -ohjelmalla, jolla voidaan muun muassa luoda ja hallita virtuaalikoneita ja -verkkoja. Myös etähallintaan on mahdollisuus VMWare ESXi Shell -komentorivin ja SSH-yhteyden avulla.

## 5.1 VMWare ESXi 5.1

Virtualisointialustana käytettiin VMWare ESXi 5.1 Update 2 -versiota, joka ladattiin VMWaren kotisivuilta. Kyseessä oli 60 päivän ajan toimiva ilmaisversio. 60 päivän jälkeen osa toiminnoista lakkaa toimimasta. Esimerkiksi ESXi-palvelimen hallinta vCenter-ohjelmalla ei enää onnistu. Virtuaalikoneiden käynnistys ei myöskään enää 60 päivän jälkeen onnistu. Ominaisuudet voidaan palauttaa käyttöön aktivoimalla voimassa oleva tuotelisenssi. [24]

VMWare ESXi asennettiin tyhjälle blade 2 -palvelimelle, sillä ESXi toimii ilman erillistä käyttöjärjestelmää. Asennus aloitettiin polttamalla VMWare ESXi -virtualisointialustan asennustiedosto CD-levylle ja levystä tehtiin bootaava CDBurnerXP-ohjelmalla. Bootaavalla levyllä tarkoitetaan levyä, joka sisältää tiedostoja jotka mahdollistavat esimerkiksi käyttöjärjestelmän käynnistämisen DVD-levyltä kiintolevyn sijasta [25]. Levyn polttamisen jälkeen CD-asema yhdistettiin blade-palvelimeen USB-kaapelilla, ja palvelimen uudelleenkäynnistytyn jälkeen VMWare ESXi-virtualisointialustan asennus alkoi. Asennus kuitenkin pysähtyi, koska asennusohjelma ei pystynyt tunnistamaan tallennuskohteita. Ongelmaa yritettiin ratkaista varmistamalla, että palvelinjärjestelmän malli tuki VMWare ESXi 5.1-virtualisointialustan asennusta. Tarkistustaulukko löytyi VMWaren verkkosivuilta, josta selvisi että yhteensopivuusongelmista ei ollut ky-



se, sillä käytössä olleet blade-palvelimet tukivat VMWares ESXi 5.1 -versiota [26].

Koska asennus blade 2 -palvelimelle epäonnistui, ESXi 5.1-virtualisointialustan asentamista kokeiltiin blade 1 -palvelimelle yhteensopivuusongelmien poissulkemiseksi. Tämä tehtiin, koska blade 1 ja blade 2 -palvelimet käyttivät samaa levyhallinnan ohjainta, josta yhteensopivuusongelma olisi voinut johtua. ESXi:n asennusohjelma blade 1 -palvelimella tunnisti levyjärjestelmän, joten vika ei ollut yhteensopivuudessa, vaan blade 2 -palvelimen asetuksissa. ESXi:tä ei asennettu loppuun blade 1 -palvelimelle.

Tämän jälkeen vikaa selvitettiin kuitukytkimen asetuksista, sillä osa blade 2 -palvelimen tiedoista ei näkynyt samalla tavalla kuin blade 1 -palvelimen tiedot, mille ESXi:n asennus olisi onnistunut. Vianselvitys aloitettiin käynnistämällä kuitukytkin uudelleen, jonka jälkeen blade 2 -palvelimen tiedot hävisivät kokonaan kytkimeltä. Blade 2 -palvelimen tiedot kuitenkin ilmestyivät ja katosivat kytkimen hallintasivulle satunnaisin väliajoin. Tämän arveltiin johtuvan palvelimen jatkuvasta uudelleenkäynnistymisestä, sillä blade 2 -palvelimelle ei ollut asennettuna käyttöjärjestelmää, minkä seurauksena palvelin yritti etsiä boot-tiedostoa ja käynnisti boot-järjestyksen aina uudestaan, koska boot-tiedostoa ei löytynyt yhdestäkään BIOS-tilassa määritellystä sijainnista. Ongelma korjattiin jättämällä palvelin BIOS-tilaan, jonka ansiosta palvelin pysyi jatkuvasti päällä. Lopulta ilmeni, että ESXi:n asennusongelmat eivät johtuneet kuitukytkimestä, vaan ongelma ratkaistiin blade 2 -palvelimen mezzanine-kortin BIOS-asetuksia muuttamalla. BIOS-asetuksia muutettiin siten, että levyjärjestelmän ohjaimen WWN-tunniste lisättiin boot-järjestykseen, jotta EVA-levyjärjestelmän levyt näkyisivät palvelimelle. Levyjärjestelmän ohjain näkyi automaattisesti listassa, se piti vain lisätä boot-järjestykseen.

Edellä olevat muutokset tehtiin seuraavasti: blade-palvelimen käynnistyessä painettiin Alt+e-näppäinyhdistelmää, jolla päästiin Broadcom NetXtreme Ethernet Boot Agent -asetuksiin. Tämän jälkeen Alt+e-näppäinyhdistelmää painettiin uudelleen, joka avasi Emulex LightPulse BIOS Utility -näkyvän, josta nähtiin mezzanine-korttien asetuksia. Avautuvassa ikkunassa näkyi kaksi LPe1105-HP

-nimistä sovitinta. Nämä kaksi sovitinta ovat blade-palvelimen mezzanine-kortteja. Sovittimien tunnistaminen tapahtui WWN-tunnisteen avulla, joka näkyi kun sovitin valittiin listalta. Tunnistetta verrattiin Onboard Administrator-hallintasivulta löytyvien mezzanine-korttien WWN-tunnisteisiin. Kortin valitsemisen jälkeen avautui näkymä, josta voi konfiguroida joko boot-laitteita tai kyseessä olevan sovittimen asetuksia. Tämä näkymä voi hieman erota riippuen blade-palvelimesta. Toisilla blade-palvelimilla tässä näkymässä voi näkyä useampi valikko kuin toisilla. Tosin muutoksia tehtiin vain Configure Boot Devices-valikkoon, joten hieman erilaiset BIOS-valikot eivät tuottaneet ongelmia. Valitsemalla Configure Boot Devices -vaihtoehto saatiin näkyviin boot-laitteet, jotka olivat tässä vaiheessa unused-tilassa. Ongelma korjattiin syöttämällä boot entry-kohtaan 1 ja asettamalla kyseessä olevaan boot entry -kohtaan levyjärjestelmän ohjaimen portin WWN-tunniste. Ohjaimen WWN-tunniste näkyi listalla ja se voitiin tunnistaa HSV300-tekstistä, joka oli levyjärjestelmän ohjaimen malli. Levyohjain valittiin syöttämällä laitteen kaksimerkkinen luku joka näkyi laitelistassa, tässä tapauksessa luku oli 01. Valinta suoritettiin painamalla Enter-näppäintä. Muutoksien jälkeen palvelin käynnistettiin uudelleen ja muutokset astuivat voimaan.

BIOS-muutosten jälkeen VMWare ESXi:n asennus sujui suoraviivaisesti, asennusohjelmassa määriteltiin käytettävä levytila, johon valittiin levynhallinnassa aikaisemmin luotu viiden teratavun kokoinen virtuaalilevy "kirsin\_blade\_2". Levyn valinnan jälkeen asennusohjelma ilmoitti, että levy osioidaan, jonka jälkeen asennus valmistui. Ennen asennuksen viimeistelyä palvelin käynnistyi uudelleen, jonka jälkeen VMWare ESXi:n hallintaa varten määriteltiin käyttäjätunnus sekä salasana. Tämän jälkeen VMWare ESXi:n hallinta-asetuksista muutettiin palvelimen IP-osoitteeksi 10.10.10.202. Hallinta-asetuksia päästiin muokkaamaan F2-painikkeella. Hallintaverkolle voitiin myös määrittää VLAN-tunniste, mutta sitä ei määritely.

Muutosten jälkeen VMWare ESXi:n asennus aloitettiin menemällä 10.10.10.0/24 -verkossa olevalla asiakaskoneella selainosoitteeseen 10.10.10.202. Sivulta saatiin latauslinkki VMWare vSphere Client -ohjelmaan, jonka avulla yhteyden

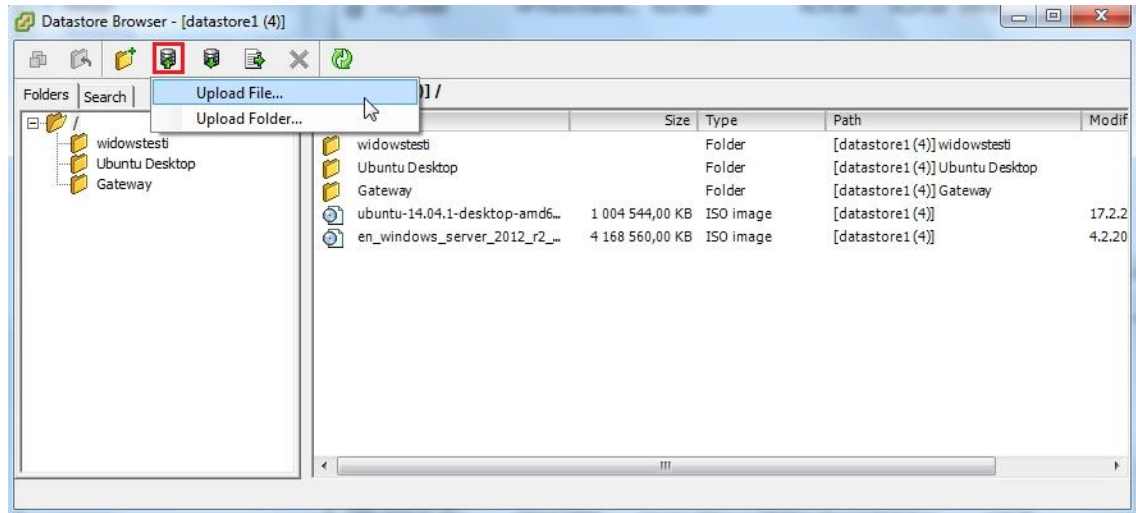
muodostus blade 2 -palvelimelle tapahtui. Virtuaalikoneiden luonti ja hallinta tapahtui vSphere Client -ohjelmalla.

## 5.2 VMWare vSphere Client

VMWare vSphere Client on virtuaalikoneiden luomiseen ja hallintaan käytettävä ohjelmisto VMWare-virtualisointialustalle. VMWare vSphere Client -ohjelmiston versio on vastattava VMWare ESXi -virtualisointialustan versiota. Mikäli käytössä oleva vSphere Client -versio on yhteensopimaton VMWare ESXi:n kanssa, vSphere Client -ohjelmisto ilmoittaa siitä sisäänkirjautumisen yhteydessä ja ohjaa verkkosivulle, josta oikean ohjelmistoversion lataaminen on mahdollista.

Yhteydenottoa varten vaadittiin myös käyttäjätunnus ja salasana, jotka oli määriteltävä aikaisemmin VMWare ESXi:n asennuksessa. Yhteyden muodostamisen jälkeen vSphere muistutti 60 päivän kokeiluversiosta. Lisenssin pystyi muuttamaan valitsemalla palvelin ja menemällä Configuration-välilehdelle. Uuden lisenssin voi syöttää Licensed Features -kohdasta painamalla Edit-painiketta. Uusi lisenssiavain syötettiin Assign a new license key to this host -kohtaan.

Palvelinvirtualisoinnin testaamista varten vSphere Client -ohjelmalla luotiin kaksi virtuaalikonetta. Toiseen virtuaalikoneeseen asennettiin käyttöjärjestelmäksi Windows Server 2012 R2 ja toiseen Ubuntu Desktop 14.04.1. Ennen virtuaalikoneiden luomista käyttöjärjestelmien levykuvat lisättiin palvelimen käyttämään tietovarastoon. Tämä tapahtui valitsemalla palvelin 10.10.10.202, jonka jälkeen menttiin Configuration-välilehdelle Storageen-kohtaan. Täältä valittiin haluttu tietovarasto, josta valittiin Browse Datastore. Tämän jälkeen yläpalkista löytyvästä Upload files to datastore -painikkeesta valittiin Upload file, josta valittiin haluttu levynkuvatiedosto (kuva 13).



Kuva 13. Tiedostojen lisääminen tietovarastoon.

VMWare ESXi -palvelimilla voi olla käytössä useita eri tietovarastoja. Tietovarastoihin tallennetaan muun muassa käyttöjärjestelmien levykuvia. Tämän lisäksi virtuaalikoneet käyttävät tietovarastoja tallennustilanaan. Uusien tietovarastojen lisääminen tapahtui Configuration -välilehdeltä löytyvästä Add Storage -painikkeesta. Tästä aukesi asennusohjelma, johon määriteltiin levyn tyyppi, tiedostojärjestelmätyyppi, nimi sekä kapasiteetti. Näiden vaiheiden jälkeen uusi tietovarasto näkyi Configuration-välilehden Datastore-valikossa. Testausta varten lisättiin EVA Command View -levynhallintaohjelmistolla luotu VMWare\_shared\_1 -niminen levy tietovarastoksi palvelimelle. VMWare ESXi:lle asennusvaiheessa määriteltyä levyä ei tarvinnut lisätä, koska vSphere Client löysi levyn automaattisesti. Huomioitavaa oli, että vain sellaisia levyjä voitiin lisätä, jotka oli määritelty kuuluvaksi palvelimelle EVA Command View -hallintaohjelmalla.

Jos käytössä ollut levytilaa kasvatettiin levynhallintajärjestelmässä, muutokset eivät näkyneet vSphere Client -ohjelmassa, vaan levytilaa piti kasvattaa myös vSphere-ohjelmassa. Tämä tapahtui Configuration-välilehdeltä löytyvästä Storage-kohdasta, josta valittiin haluttu levy. Tässä tapauksessa kasvatettiin datastore1:n levytilaa, joten levy valittiin hiiren oikealla painikkeella ja valittiin Properties. Avautuvasta ikkunasta valittiin Increase, josta levyn kokoa kasvatettiin. Mikäli blade-palvelimelle määriteltyä levytilaa pienennettiin, muutokset näkyivät

vasta, kun levyhallinnan ohjain oli valittu uudelleen blade-palvelimen mezzanine-kortin BIOS-tilassa. Tarkempi kuvaus edellä mainitusta toimenpiteestä löytyy kappaleesta 5.1 VMWare ESXi 5.1.

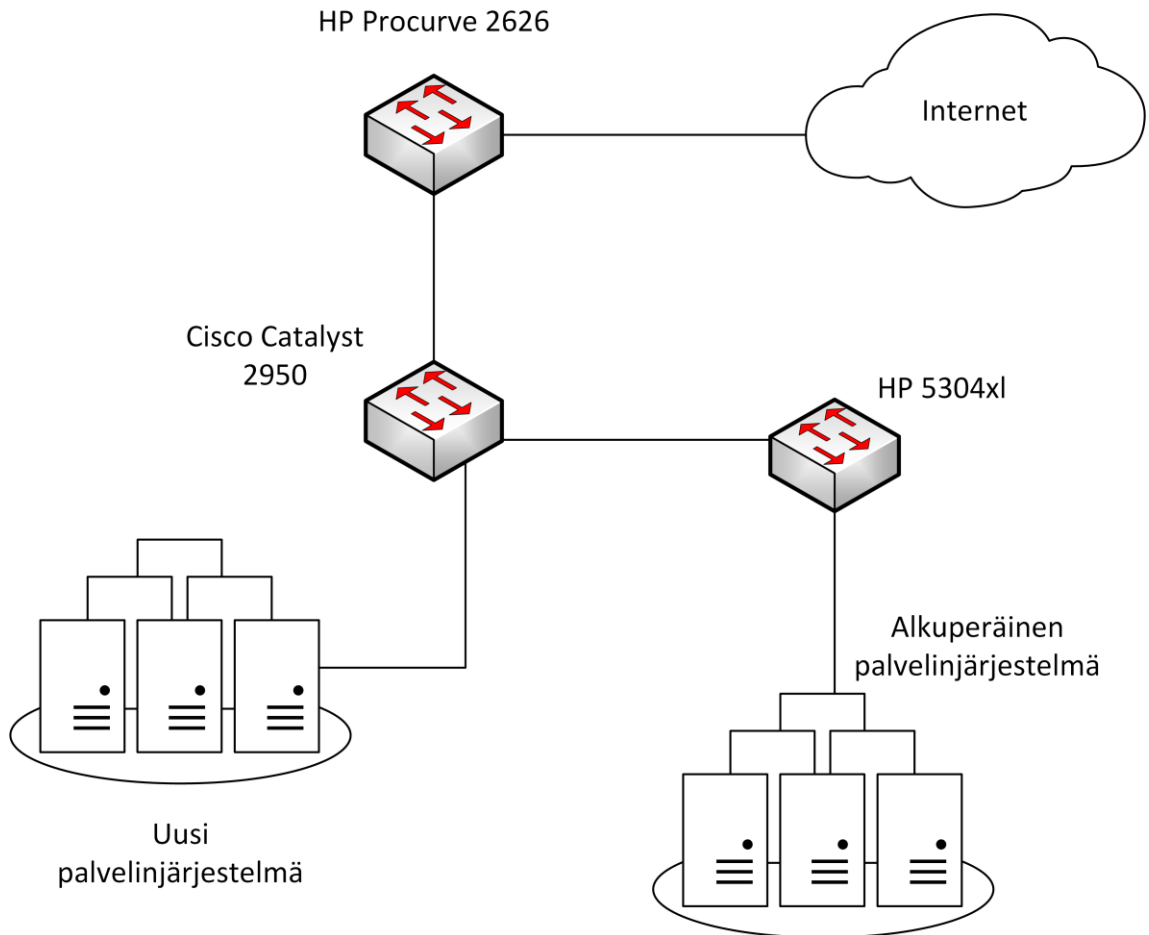
Jotta virtuaalikoneelle saatiin yhteys saman verkon fyysisiltä ja virtuaalisilta laitteilta, täytyi virtuaalikoneelle ensiksi määrittää VLAN-tunniste. VLAN luotiin vSphere Client -ohjelman Configuration-välilehden Networking-kohdasta. Täältä valittiin Add Networking ja ensimmäisestä avautuvasta ikkunasta yhteystyyppiä valittiin Virtual Machine. Seuraavaksi valittiin verkkokortti, johon VLAN liitettiin. Tämä tapahtui valitsemalla listasta haluttu uusi verkkokortti tai käyttämällä jo käytössä olevaa verkkokorttia. Oletuksena vSphere Client -ohjelmasta löytyi jo yksi verkkokortti, nimeltään vmnic0, johon VMWare-hallintaverkko oli liitetty automaattisesti. Seuraavassa vaiheessa virtuaalikoneen porttiryhmälle määriteltiin nimi ja VLAN-tunniste. Testausta varten luotiin porttiryhmä rilling50, johon lisättiin VLAN-tunniste 50. Tämän jälkeen luotu porttiryhmä ja siihen lisätyt virtuaalikoneet näkyivät liitettyinä verkkokorttiin vmnic0 Configuration-välilehden Networking-kohdassa. Porttiryhmän luomisen jälkeen virtuaalikoneet lisättiin kuuluvaksi luotuun rilling50-verkkoon. Tämä tapahtui valitsemalla virtuaalikone hiiren oikealla painikkeella ja valitsemalla Edit Settings -kohta. Hardware-välilehdeltä valittiin Network Adapter, jonka Network Connection -kohdan alavetovalikosta valittiin rilling50.

Virtuaalikoneiden verkkoyhteyksien testaamista varten asiakaskoneelle annettiin IP-osoite VLAN 50 -verkosta. Asiakaskone oli yhdistetty kytkimeen, jonka yksi portti oli asetettu VLAN 50 -verkkoon. Windows-virtuaalikoneelle yhteyden toimivuutta testattiin ping-komennolla sekä Remote Desktop Connection -ohjelmalla. Ubuntu-virtuaalikoneelle yhteyttä testattiin käyttämällä ping-komentoa sekä SSH-yhteyttä PuTTY-ohjelmalla. Tämän lisäksi myös toinen luotu virtuaalikone liitettiin VLAN 50 -verkkoon ja virtuaalikoneiden välistä yhteyttä testattiin ping-komennolla. Yhteydet toimivat kaikissa tapauksissa.

### 5.3 VMWare vCenter Server

Uusi ja alkuperäinen blade-palvelinjärjestelmä yhdistettiin samaan verkkoon, jotta uuden blade-palvelinjärjestelmän VMWare ESXi -palvelimia voitiin hallita alkuperäisen blade-palvelinjärjestelmän VMWare vCenter Server -hallintatyökalulla. VMWare vCenter mahdollistaa kaikkien ESXi-palvelinten hallinnan samasta paikasta, minkä takia ESXi-palvelinten ja niillä luotujen virtuaalikoneiden ylläpito ja valvonta on yksinkertaista. VMWare vCenter -ohjelmistolla palvelimia hallittaessa on huomioitavaa, että virtuaalikoneiden levytilan muuttaminen ei ole mahdollista, jos levytilaa yritetään muuttaa muualta kuin vCenter -ohjelmistosta, esimerkiksi otettaessa yhteys yksittäiseen ESXi-palvelimeen vSphere Client -ohjelmistolla. Levytilan koon muuttaminen vSphere Client -ohjelmistolla onnistuu, kun kyseessä oleva ESXi-palvelin irrotettiin vCenter -hallintaohjelmistosta. Tämä tapahtuu Summary-välilehdeltä löytyvästä Host Management -kohdan Disassociate host from vCenter Server -painikkeesta.

Palvelinjärjestelmät yhdistettiin samaan verkkoon kahden eri kytkimen avulla. Tämän lisäksi uusi palvelinjärjestelmä yhdistettiin Internetiin, jotta uuden palvelinjärjestelmän virtualisointialustoilla luodut virtuaalikoneet saivat Internet-yhteyden. Tämän lisäksi palvelinhuoneen Cisco Catalyst -kytkin yhdistettiin HP 5304xl -kytkimeen, joka oli yhdistetty alkuperäiseen palvelinjärjestelmään jo ennen työskentelyn aloittamista. Cisco Catalyst -kytkimen palvelinjärjestelmiin yhdistetyt portit asetettiin trunk-tilaan. Palvelinjärjestelmien yhdistäminen on tehty kuvan 14 mukaisesti.



Kuva 14. Palvelinjärjestelmien yhdistäminen.

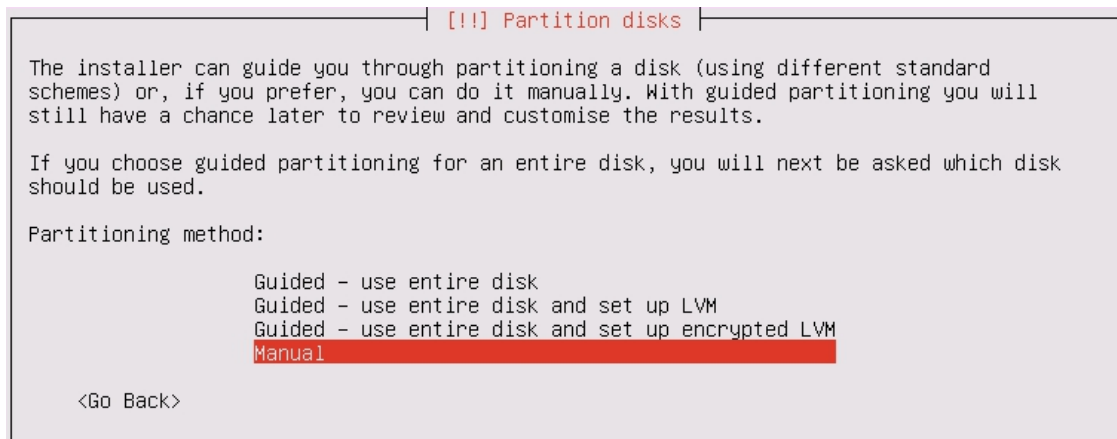
#### 5.4 KVM ja QEMU -virtualisointi

Yhdelle käyttämättömälle blade-palvelimelle asennettiin Ubuntu 14.04 LTS -käyttöjärjestelmä, johon asennettiin KVM (Kernel-based Virtual Machine) ja QEMU (Quick Emulator) virtuaalikoneiden luomista varten. Lisäksi palvelimelle asennettiin Virtual Machine Manager -sovellus, jolla voitiin luoda sekä hallita virtuaalikoneita graafisesti. Virtualisointia testattiin luomalla palvelimelle yksi virtuaalikone.

Asennus aloitettiin antamalla blade-palvelimelle 100 gigatavua levytilaa levyjärjestelmästä. Lisäksi Virtual Connect Managerissa määriteltiin palvelimelle kaksi verkkokorttia, joista toiselle määritettiin hallintayhteys ja toiselle yhteys virtuaalilähiverkkoihin 2-5. Tämän jälkeen käyttöjärjestelmän asennus aloitettiin asen-

nuslevyltä. Käyttöjärjestelmän asennus sujui suoraviivaisesti, asennuksen alussa määriteltiin muun muassa käyttäjä-, näppäimistö- ja aika-asetukset.

Ensimmäinen asennuksessa huomiota vaativa asia oli levytilan osiointi. Osiointiin voi suorittaa asennusohjelman avustamana tai luomalla levyosiot manuaalisesti. Tämä vaihe suoritettiin luomalla levyosiot itse valitsemalla listalta Manual -vaihtoehto kuvan 15 mukaisesti.

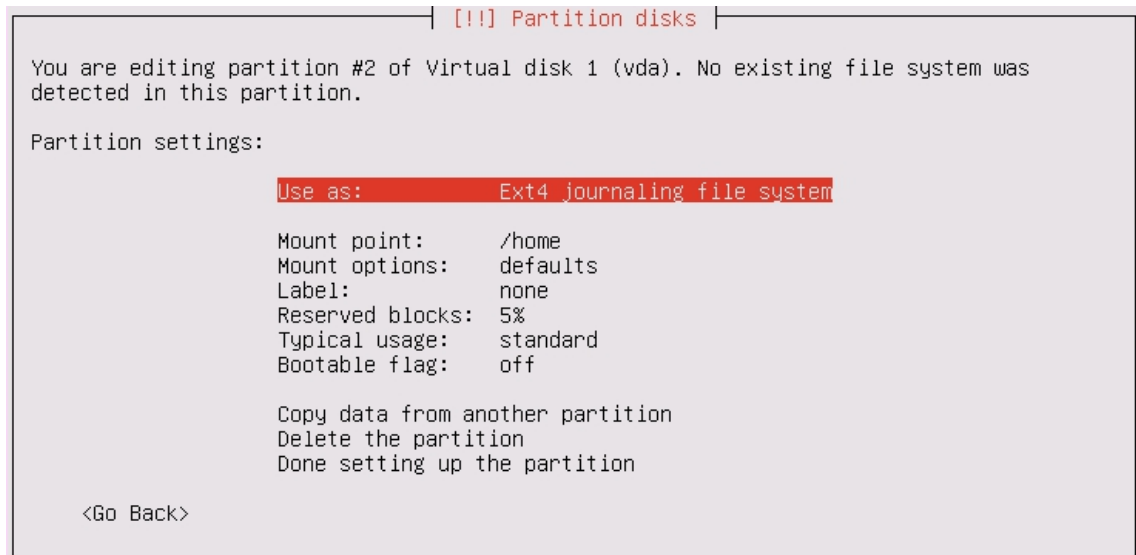


Kuva 15. Levyn osiointi manuaalisesti.

Seuraavassa ikkunassa näkyi käytettävissä oleva levytila, johon levyosioita luotiin. Palvelimelle tehtiin kaksi osioita: 16 gigatavun kokoinen Swap-osio sekä 84 gigatavun kokoinen ext4-tyyppinen levyosio, johon myöhemmin asennettiin käyttöjärjestelmä ja ohjelmistot. Swap-osiota käytetään, kun palvelimen keskusmuisti tarvitsee prosesseille lisää muistia runsaan kuormituksen takia [14]. Levytilan osiointi aloitettiin valitsemalla listalta käytettävä levytila, jonka jälkeen avautuvassa ikkunassa levy allokoitiin levyosioden luomista varten. Allokoinnin jälkeen levytilan osiointi tapahtui valitsemalla haluttu levytila uudestaan, jonka jälkeen avautuvasta ikkunasta valittiin Create a new partition -vaihtoehto. Ensiksi luotiin Swap-osio, jonka levytilan koko määriteltiin ensimmäisenä. Tämän jälkeen levytilasta tehtiin ensisijainen valitsemalla Primary -vaihtoehto. Levyllä voi olla käytössään vain neljä ensisijaista levyosiota kerrallaan, mutta tässä tapauksessa käytössä oli vain kaksi levyosiota, joten osion tyyppillä ei ollut merkitystä. Seuraavaksi määriteltiin osion sijainniksi levytilan loppuosa valitsemalla ikkunasta End-vaihtoehto. Seuraavassa ikkunassa määriteltiin Use as -valikosta



levytilan tyypiksi swap area. Levyosion luominen lopetettiin valitsemalla Done setting up the partition -vaihtoehto. Tämän jälkeen jäljellä olevasta levytilasta luotiin ext4-osio. Tämän osion luominen erosi swap-osion luomisesta vain koon ja levytilan tyyppin osalta, jossa tälle levyosiolle määritettiin oletuksena ollut Ext4 Journaling file system -vaihtoehto kuvan 16 mukaisesti. Levyosioden luomisen jälkeen asennusta jatkettiin valitsemalla Finish partitioning and write changes to disk. Seuraavasta ikkunasta täytyi valita Yes-vaihtoehto, jotta levyosiomuutokset kirjoitettiin levyille.



Kuva 16. Levyosiotyyppin valinta.

Asennuksen seuraavassa vaiheessa oli mahdollisuus valita päivitysten automaattinen asennus, mutta päivityksiä ei päätetty asentaa vielä tässä vaiheessa, joten valittiin No automatic updates -vaihtoehto. Tämän jälkeen asennusohjelma ehdotti joitain asennettavia ohjelmistoja, kuten OpenSSH- ja DNS-palvelimien asentamista. Listalta valittiin asennettavaksi ainoastaan OpenSSH server-ohjelmisto, jotta asiakaskoneelta saataisiin SSH-yhteys palvelimelle etähallintaa varten. Asennuksen lopuksi asennettiin asennusohjelman ehdottama GRUB-loader. GRUB-loader -käynnistyslataajaa käytetään käyttöjärjestelmän valintaan laitteen käynnistysvaiheessa [4]. Tämän jälkeen asennusohjelma asensi käyttöjärjestelmän edellä mainituilla asetuksilla ja blade-palvelin käynnistyi uudelleen.

Käyttöjärjestelmän asennuksen jälkeen palvelimen verkkokortille em2 määriteltiin kiinteä IP-osoite hallintaverkosta ja toinen Internettiin yhteydessä ollut verkkokortti em1 oli saanut IP-osoitteen automaattisesti 172.16.41.0 -verkosta DHCP:n avulla. Kiinteä IP-osoite asetettiin lisäämällä seuraavat rivit `/etc/network/interfaces` -tiedostoon:

```
auto em2
iface em2 inet static
address 10.10.10.204
netmask 255.255.255.0
```

Muutokset otettiin käyttöön komennolla `sudo ifdown em2 && sudo ifup em2`, joka käynnisti liitännän uudelleen. SSH-yhteys voitiin nyt muodostaa palvelimen osoitteeseen 10.10.10.204 saman verkon asiakaskoneilta.

SSH-yhteyden muodostamisen jälkeen palvelin päivitettiin komennolla `sudo apt-get update && sudo apt-get upgrade`, jonka jälkeen KVM-asennus aloitettiin tarkastamalla tukiko prosessori virtualisointia komennolla `egrep -c '(vmx|svm)' /proc/cpuinfo`. Komento palautti arvoksi 16, joka tarkoitti että blade-palvelin tuki virtualisointia. Jos arvo olisi ollut nolla, prosessorivirtualisointi ei olisi ollut mahdollista. KVM-asennus aloitettiin komennolla `sudo apt-get install qemu-kvm libvirt-bin bridge-utils`. Asennuksen onnistuminen tarkastettiin komennolla `virsh -c qemu:///system list`, joka näytti asennetut virtuaalikoneet. Tässä vaiheessa virtuaalikoneita ei vielä ollut, mutta `Id`, `Name` ja `State` -kentät olivat näkyvisissä, joten palvelu oli oikein asennettu ja käynnissä. Virtuaalikoneiden graafista hallintaa varten asennettiin Virtual Machine Manager -sovellus komennolla `sudo apt-get install virt-manager`. [27]

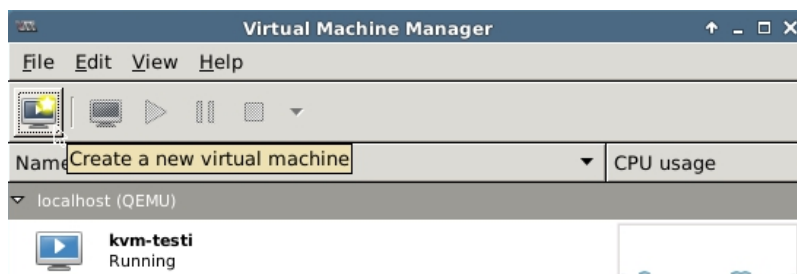
KVM-asennuksen jälkeen palvelimelle asennettiin graafinen käyttöliittymä XFCE4 sekä xRDP-palvelin, jota käytetään etätyöpöytäyhteyden muodostamiseen RDP-protokollan avulla. xRDP-palvelin asennettiin komennolla `sudo apt-get install xrdp`. XFCE4-käyttöliittymä asennettiin komennolla `sudo`

`apt-get install xfce4`. Seuraavaksi muokattiin `.xsession`-tiedostoa komennolla `echo xfce4-session > ~/.xsession`, joka lisäsi `xfce4-session`-rivin tiedostoon `/home/user/.xsession`. Tämän lisäksi tiedoston `/etc/xrdp/startwm.sh` loppuun lisättiin rivi ”`startxfce4`”, jonka jälkeen tiedoston sisältö oli seuraava:

```
#!/bin/sh
if [ -r /etc/default/locale ]; then
. /etc/default/locale
export LANG LANGUAGE
fi
startxfce4
```

Näiden kahden tiedostomuutoksen ansiosta xRDP-palvelin käytti etätyöpöytäyhteyksissä XFCE4-käyttöliittymää. Asennus viimeisteltiin käynnistämällä xRDP-palvelu uudelleen komennolla `sudo service xrdp restart`. [28]

Etätyöpöytäyhteys avattiin Windows 7 -asiakaskoneella käyttämällä Remote Desktop Connection -ohjelmaa ja yhdistämällä Ubuntu-palvelimen IP -osoitteeseen. Tämän jälkeen avautui xRDP-kirjautumisikkuna, johon syötettiin Ubuntu-palvelimen käyttäjätunnus ja salasana. Kirjautumisen jälkeen Virtual Machine Manager käynnistettiin antamalla komento `sudo virt-manager` graafisen käyttöliittymän komentoriville. Virtualisoinnin toiminnan testausta varten asennettiin uusi virtuaalikone Virtual Machine Managerilla. Uusi virtuaalikone luotiin Virtual Machine Managerista valitsemalla Create a new virtual machine kuvan 17 mukaisesti.



Kuva 17. Virtuaalikoneen luominen.

Seuraavaksi virtuaalikoneelle annettiin nimi ja valittiin käyttöjärjestelmän asennustavaksi Local install media. Tämän jälkeen valittiin ISO-tiedosto sijainnista `/var/lib/libvirt/images`, jonne Ubuntu 14.04 -levynkuvatiedosto oli jo aiemmin tallennettu. Oikean levykuvan valitsemisen jälkeen määritettiin asennettavan virtuaalikoneen käyttöjärjestelmäversio, keskusmuistin ja prosessoriytimien määrän sekä levytila. Näiden vaiheiden jälkeen virtuaalikoneen käyttöjärjestelmän asennus alkoi.

## 6 Uuden palvelinjärjestelmän käyttö opiskelijaprojekteissa

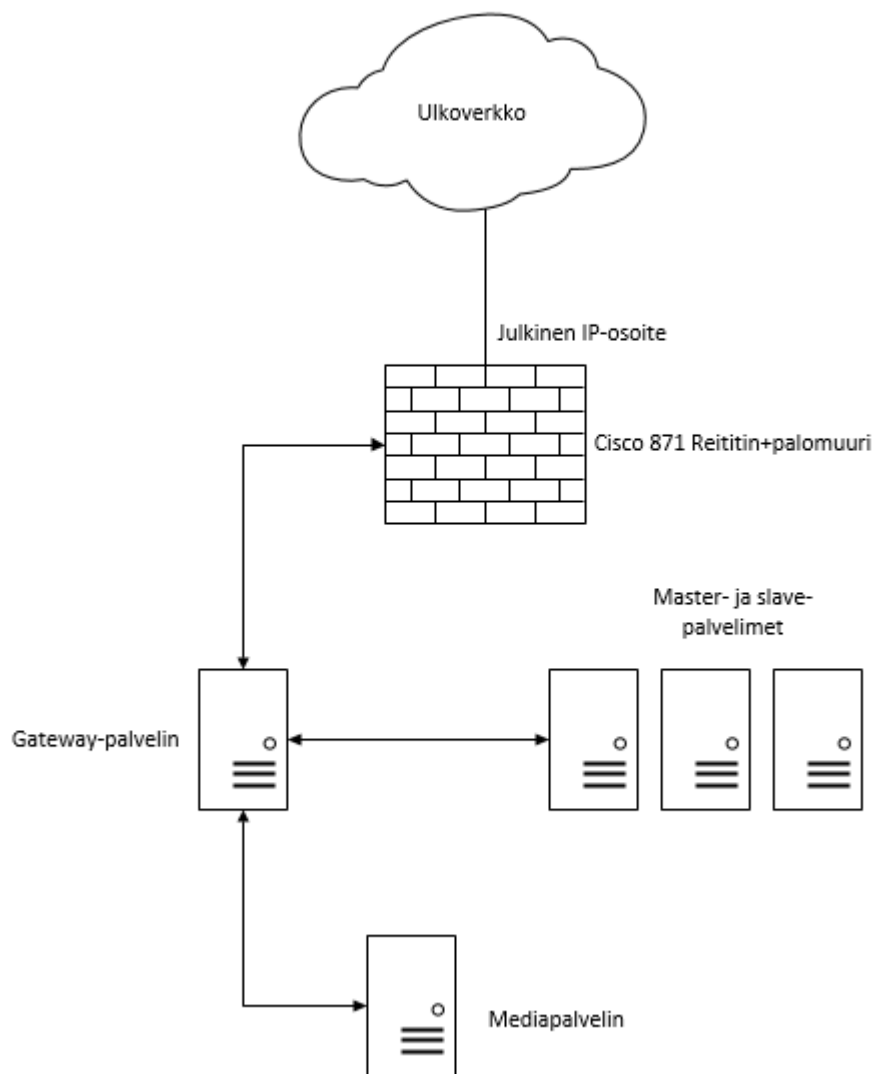
Uutta palvelinjärjestelmää testattiin kahdessa eri opiskelijaprojektissa, jotka olivat belgialaisten vaihto-opiskelijoiden Big Data -projekti sekä tietojenkäsittelijöiden käyttämä mediapalvelin, jota käytettiin tiedostojen tallennuspaikkana. Molemmissa projekteissa käytettiin Funet-nimistä verkkoa, jonka avulla yhteys palvelimiin voitiin muodostaa ulkoverkosta.

Vaihto-opiskelijoiden projektia varten luotiin palvelinympäristö uuden palvelinjärjestelmän VMWare-virtualisointialustalla. Luotuun palvelinympäristöön kuului Gateway-, Master- ja Slave-palvelimet sekä Cisco 871 -reititin, joka toimi myös palomuurina. Kaikkien palvelinten käyttöjärjestelmäksi asennettiin Ubuntu 14.04 LTS. Palvelinympäristössä tarkoituksena oli, että ulkoverkosta saapuva liikenne ohjattiin Gateway-palvelimelle porttiohjausten ja palomuurin pääsyylojen avulla, jotka sallivat vain HTTP- ja SSH-liikenteen. Käytetyt pääsyylojat ja reititinasetukset löytyvät liitteestä 1. Tämän ansiosta muut verkon palvelimet eivät näkyneet ulkoverkkoon ja niihin yhdistäminen tapahtui Gateway-palvelimen kautta.

Gateway-palvelimelle asennettiin myös DNS-palvelin, jonka avulla sisäverkon palvelimet käyttivät Gateway-palvelinta ulkoverkon nimenselvennyksessä. DNS-palvelimen asennus tapahtui komennolla `sudo apt-get install bind9`. Asennuksen jälkeen tiedoston `/etc/bind/named.conf.options` `forwarders`-kohtaa muokattiin siten, että siihen lisättiin Funet-verkon nimipalvelimien IP-osoitteet.

Tiedoston muokkaamisen jälkeen Bind9-palvelu käynnistettiin uudelleen komennolla `sudo service bind9 restart`. [29]

Sisäverkosta pois lähtevä liikenne sallittiin kaikilta sisäverkon palvelimilta. Sisäverkon sisäistä liikennettä ei myöskään rajoitettu mitenkään. Palvelinympäristön verkkotopologia on kuvattu kuvassa 18.



Kuva 18. Projektiverkon topologia.

Palvelinympäristön luomisen jälkeen palvelimille täytyi saada graafinen etäyhteys, joka toteutettiin X2Go-ohjelmistolla. Jokaiselle palvelimelle asennettiin X2Go-server ja IceWM-käyttöliittymä. X2Go Server -ohjelmisto asennettiin komennoilla: [30]

```
sudo add-apt-repository ppa:x2go/stable
sudo apt-get update
sudo apt-get install x2goserver x2goserver-xsession
```

Tämän lisäksi Gateway-palvelimelle asennettiin X2Go Client -ohjelmisto komennolla `sudo apt-get install x2goclient` [31]. Graafisen etäyhteyden muodostus tapahtui edellä mainitun ohjelmiston avulla. X2Go Client ei tukenut Ubuntun oletuksena käytettävää Unity-käyttöliittymää [32], joten sen lisäksi palvelimille asennettiin palvelinta minimaalisesti kuormittava IceWM -käyttöliittymä komennoilla: [33]

```
sudo apt-get install icewm icewm-themes
sudo apt-get install icewm-gnome-support
```

Graafista etäyhteyttä testattiin asentamalla X2Go client-ohjelmisto Windows-asiakaskoneelle X2Go:n kotisivuilta. Yhteyden muodostus Gateway-palvelimelle tapahtui syöttämällä palvelimen ulkoisen IP-osoite sekä istunto-tyyppi johon valittiin IceWM-vaihtoehto. Etäyhteys käytti SSH-protokollaa, joten uusien palomuurisääntöjen ei tarvinnut tehdä. Yhdistäminen Master-, Media-, ja Slave-palvelimiin tapahtui Gateway-palvelimen X2Go client -ohjelmistolla. Lopuksi palvelimille estettiin kirjautuminen root-käyttäjänä SSH-yhteyksissä. Tämä tapahtui muokkaamalla tiedostoa `/etc/ssh/sshd_config`, siten että tiedostosta estettiin kohta `PermitRootLogin` ja sen perään kirjoitettiin teksti "no" [34].

## 7 Tulokset

Kaikki opinnäytetyön alussa ja työskentelyn aikana esitetyt tavoitteet saavutettiin onnistuneesti. Opinnäytetyön lopputuotoksena Karelia-ammattikorkeakoulun tietotekniikan laboratorioon saatiin toimiva blade-palvelinjärjestelmä, joka yhdistettiin jo aiemmin käytössä olleeseen palvelinjärjestelmään. Tämän lisäksi palvelinvirtualisointia testattiin onnistuneesti kahdella eri virtualisointialustalla.

Tätä opinnäytetyötä voidaan käyttää apuna palvelinjärjestelmän hallinnassa, sekä esimerkiksi uusien palvelinten käyttöönotossa. Opinnäytetyössä on myös dokumentoitu palvelinjärjestelmän fyysiset liitännät sekä uuden ja vanhan palvelinjärjestelmän väliset liitännät. Lisäksi palvelinjärjestelmä otettiin käyttöön kahdessa eri opiskelijaprojektissa, joita varten luotiin palvelinympäristö, joka luotiin uuden palvelinjärjestelmän virtualisointialustalla.

## 8 Pohdinta

Opinnäytetyö toteutettiin parityönä ja selkeää työnjakoa ei tehty, vaan toteutus ja ongelmanratkaisu tehtiin yhteistyönä. Opinnäytetyö oli toiminnallinen, joten syytä työtehtävien jakamiseen ei nähty tarpeellisena. Koska aihe oli entuudestaan molemmille täysin tuntematon, toteutusvaihe tehtiin yksi vaihe kerrallaan yhteistyönä.

Kokonaisuudessaan opinnäytetyö onnistui hyvin, kaikki asetetut tavoitteet saavutettiin aikataulun mukaisesti. Sisällöllisesti opinnäytetyöstä löytyy toimintaohjeet ja -kuvaukset asetettuihin tavoitteisiin, joten opinnäytetyötä voidaan käyttää apuna palvelinjärjestelmän jatkokehityksessä ja hallinnassa.

Alussa määriteltyihin tavoitteisiin päästiin lähes ongelmitta, ainoastaan käyttöjärjestelmän asennuksessa fyysiselle palvelimelle ilmeni ongelmia blade-palvelinjärjestelmän ja levyjärjestelmän välillä. Ongelma saatiin ratkaistua ja samaa ratkaisua käytettiin myöhemmässä vaiheessa esiintyneen ongelman kanssa. Tämän lisäksi työskentelyssä esiintyi yksi ongelma, jonka vianselvityksessä kului eniten aikaa. Ongelma ilmeni yhden blade-palvelimen IP-osoitteessa, jonka seurauksena palvelin oli satunnaisin väliajoin saavuttamattomissa muilta verkon laitteilta. Ongelmaan löytyi lopulta varsin yksinkertainen ratkaisu: blade-palvelimen IP-osoite vaihdettiin, jonka seurauksena ongelma ratkesi. Ongelman ratkaisu oli yllättävä, koska vian ei olisi pitänyt johtua IP-osoiteristiriidasta, sillä palvelimen alkuperäistä IP-osoitetta ei esiintynyt millään muulla verkossa olevalla laitteella.

Palvelinjärjestelmän jatkokehityskohteita voisivat olla fyysisten kytkentöjen yksinkertaistaminen palvelinjärjestelmien välillä. Esimerkiksi molemmat palvelinjärjestelmät voisi yhdistää samaan kytkimeen ja uuden palvelinjärjestelmän verkkokaapelit voisivat kulkea samaa reittiä, kuin alkuperäisen palvelinjärjestelmän verkkokaapelit. Tämän ansiosta verkkoa voitaisiin yksinkertaistaa poistamalla siitä yksi kytkin. Levyjärjestelmässä käytettävissä olevaa levytilaa voitaisiin myös kasvattaa, sillä tällä hetkellä käyttämättömänä on noin 15 teratavua levytilaa. Levytilan kasvattaminen vaatisi muutoksia levyjärjestelmän kytkentöihin, sillä uusien levyjen käyttöönoton takia levyjärjestelmän ohjain jäisi levyjen keskelle, joka vaatisi erilaisen kytkentätavan. Tällä hetkellä levyjärjestelmän ohjain sijaitsee levyjen yläpuolella ja kytkennät ovat tehty sen mukaisesti.

Opinnäytetyö oli mielenkiintoinen ja hyvä tapa tutustua palvelinjärjestelmiin, joista meillä ei ollut aikaisempaa kokemusta. Tulevaisuudessa kokemus palvelinjärjestelmien käytöstä ja hallinnasta on varmasti hyödyksi työelämässä.



## Lähteet

1. Tietokoneopas. Korttipalvelin. 2015. [Viitattu 2.4.2015]. Saatavissa: <http://www.tietokoneopas.com/sanasto/korttipalvelin/>.
2. Linux.fi-wiki. ext4. 2015. Päivitetty 1.3.2015. [Viitattu 2.4.2015]. Saatavissa: <http://www.linux.fi/wiki/Ext4>.
3. U.S. Food and Drug Administration. Glossary of Computer System Software Development Terminology (8/95). 1995. Päivitetty 25.11.2014. [Viitattu 2.4.2015]. Saatavissa: <http://www.fda.gov/iceci/inspections/inspectionguides/ucm074875.htm>.
4. Dubbs, B. GNU Project. GNU GRUB. 2010. Päivitetty 12.2.2012. [Viitattu 2.4.2015]. Saatavissa: <http://www.gnu.org/software/grub/>.
5. KVM. Kernel Based Virtual Machine. 2015. [Viitattu 2.4.2015]. [http://www.linux-kvm.org/page/Main\\_Page](http://www.linux-kvm.org/page/Main_Page).
6. APC. The basics of Blade Servers. 2009. [Viitattu 2.4.2015] Saatavissa: <http://apcmag.com/inside-blade-servers.htm/>.
7. Microsoft Corporation. Ping. 2015. [Viitattu 2.4.2015]. Saatavissa: <https://technet.microsoft.com/en-us/library/bb490968.aspx>.
8. QEMU-wiki. QEMU. 2015. [Viitattu 2.4.2014]. Saatavissa: [http://wiki.qemu.org/Main\\_Page](http://wiki.qemu.org/Main_Page).
9. Rouse, M. TechTarget. RAID (redundant array of independent disks). 2015. [Viitattu 2.4.2015]. Saatavissa: <http://searchstorage.techtarget.com/definition/RAID>.
10. Microsoft Corporation. Understandig the Remote Desktop Protocol (RDP). 2015. Päivitetty 22.6.2014. [Viitattu 2.4.2015]. Saatavissa: <http://support2.microsoft.com/kb/186607>.
11. Rouse, M. TechTarget. storage area network (SAN). 2014. [Viitattu 2.4.2015]. Saatavissa: <http://searchstorage.techtarget.com/definition/storage-area-network-SAN>.
12. Microsoft Corporation. What Is SNMP?. 2015. Päivitetty 28.3.2003. [Viitattu 2.4.2015]. Saatavissa: [https://technet.microsoft.com/en-us/library/cc776379\(v=ws.10\).aspx](https://technet.microsoft.com/en-us/library/cc776379(v=ws.10).aspx).
13. Linux.fi-wiki. SSH. 2015. Päivitetty 3.3.2015. [Viitattu 2.4.2015]. Saatavissa: <http://www.linux.fi/wiki/SSH>.

14. Sims, G. Linux.com. All about Linux swap space. 2007. [Viitattu 2.4.2015].  
Saatavissa: <http://www.linux.com/news/software/applications/8208-all-about-linux-swap-space>.
15. VirtualisointiWiki. Virtualisointi. 2015. [Viitattu 28.4.2015]. Saatavissa:  
<http://fi.laovirtualisointi.wikia.com/wiki/Luokka:Virtualisointi>
16. Rouse, M. TechTarget. World Wide Name (WWN). 2011. [Viitattu 2.4.2015].  
Saatavissa: <http://searchvirtualstorage.techtarget.com/definition/World-Wide-Name-WWN>.
17. Mohan, V. Geek Speak. How Does The Disk Array Controller Impact Storage Performance?. 2014. [Viitattu 16.4.2015]. Saatavissa:  
[https://thwack.solarwinds.com/community/solarwinds-community/geek-speak\\_tht/blog/2014/01/06/how-does-disk-array-controller-impact-storage-performance](https://thwack.solarwinds.com/community/solarwinds-community/geek-speak_tht/blog/2014/01/06/how-does-disk-array-controller-impact-storage-performance).
18. Hewlett-Packard Company. HP ProLiant Server Blades - Compability with HP BladeSystem c7000 and c3000 Enclosures and Firmware. 2015. [Viitattu 31.3.2015]. Saatavissa:  
[http://h20564.www2.hp.com/hpsc/doc/public/display?docId=mmr\\_kc-0100204-12](http://h20564.www2.hp.com/hpsc/doc/public/display?docId=mmr_kc-0100204-12).
19. Hewlett-Packard Company. QuickSpecs HP ProLiant BL460c Generation 6 (G6) Server Blade. [2009. Päivitetty 22.6.2011. [Viitattu 31.3.2015]. Saatavissa:  
<http://www8.hp.com/h20195/v2/GetDocument.aspx?docname=c04286160>.
20. Hewlett-Packard Company. QuickSpecs HP ProLiant BL260c Generation 5 (G5) Server Blade. 2008. Päivitetty 9.10.2009. [Viitattu 31.3.2015]. Saatavissa:  
<http://www8.hp.com/h20195/v2/GetDocument.aspx?docname=c04286572>.
21. Hewlett-Packard Company. QuickSpecs HP 4400 Enterprise Virtual Array. 2008. Päivitetty 12.10.2012. [Viitattu 8.4.2015] Saatavissa:  
<http://www8.hp.com/h20195/v2/getDocument.aspx?docname=c04111728>.
22. Hewlett-Packard Company. HP 4400 Enterprise Virtual Array Installation Guide. [Asennusopas]. 2011. S.36 Figure 24. [Viitattu 11.2.2015]. Saatavissa: [http://h20565.www2.hp.com/hpsc/doc/public/display?docId=emr\\_na-c01883137](http://h20565.www2.hp.com/hpsc/doc/public/display?docId=emr_na-c01883137).

23. Hewlett-Packard Company. HP StorageWorks Business Copy EVA - Overview. 2015. [Viitattu 31.3.2015]. Saatavissa:  
[http://h20564.www2.hp.com/hpsc/doc/public/display?docId=emr\\_na-c00399014&sp4ts.oid=435075](http://h20564.www2.hp.com/hpsc/doc/public/display?docId=emr_na-c00399014&sp4ts.oid=435075)
24. VMware Inc. License Expiration. 2015. [Viitattu 17.3.2015]. Saatavissa:  
[https://pubs.vmware.com/vsphere-4-esx-vcen-ter/index.jsp?topic=/com.vmware.vsphere.installclassic.doc\\_40/install/managing\\_licenses/c\\_license\\_expiration.html](https://pubs.vmware.com/vsphere-4-esx-vcen-ter/index.jsp?topic=/com.vmware.vsphere.installclassic.doc_40/install/managing_licenses/c_license_expiration.html)
25. Janssen, C. Techopedia. Boot Disk. 2015. [Viitattu 17.3.2015]. Saatavissa:  
<http://www.techopedia.com/definition/5269/boot-disk>
26. VMware Inc. VMWare Compatibility Guide. 2015. [Viitattu 17.3.2015]. Saatavissa:  
<http://www.vmware.com/resources/compatibility/search.php?deviceCategory=san>
27. Chhetri, S. sharadchhetri.com. Install KVM on Ubuntu 14.04 LTS Desktop. 2014. [Viitattu 2.3.2015]. Saatavissa:  
<http://sharadchhetri.com/2014/10/09/install-kvm-kernel-based-virtual-machine-ubuntu-14-04-lts-desktop/>
28. Tweaking4All.com. How to use xRDP for remote access to Ubuntu 14.04. 2014. [Viitattu 2.3.2015]. Saatavissa:  
<http://www.tweaking4all.com/software/linux-software/use-xrdp-remote-access-ubuntu-14-04/>.
29. Krizna.com. How to configure DNS server in ubuntu 14.04. 2015. [Viitattu 22.4.2015]. Saatavissa: <http://www.krizna.com/ubuntu/configure-dns-server-ubuntu-14-04/>.
30. X2Go-wiki. X2Go Server installation. 2015. Päivitetty 27.3.2015. [Viitattu 22.4.2015]. Saatavissa:  
<http://wiki.x2go.org/doku.php/doc:installation:x2goserver>.
31. X2Go-wiki. Installing the Qt-based X2Go Client. 2015. Päivitetty 29.3.2015. [Viitattu 22.4.2015]. Saatavissa:  
<http://wiki.x2go.org/doku.php/doc:installation:x2goclient>.
32. X2Go-wiki. FAQ:Known Issues. 2015. Päivitetty 17.9.2014. [Viitattu 23.4.2015]. Saatavissa: <http://wiki.x2go.org/doku.php/doc:faq>

33. Canonical Ltd. IceWM. 2015. Päivitetty 20.2.2014. [Viitattu 23.4.2015]. Saatavissa: <https://help.ubuntu.com/community/IceWM>
34. Canonical Ltd. Ubuntu Manuals. 2015. [Viitattu 23.4.2015]. Saatavissa: <http://askubuntu.com/questions/27559/how-do-i-disable-remote-ssh-login-as-root-from-a-server>

**Cisco 871 reitittimen konfiguraatio**

```
Current configuration : 4519 bytes
version 12.4
no service pad
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
hostname Router
boot-start-marker
boot-end-marker
no aaa new-model
dot11 syslog
ip cef
ip auth-proxy max-nodata-conns 3
ip admission max-nodata-conns 3
archive
  log config
  hidekeys
!
class-map type inspect match-all sdm-nat-http-1
  match access-group 102
  match protocol http
class-map type inspect match-any sdm-cls-insp-traffic
  match protocol cuseeme
  match protocol dns
  match protocol ftp
  match protocol h323
  match protocol https
  match protocol icmp
  match protocol imap
  match protocol pop3
  match protocol netshow
  match protocol shell
```

**Cisco 871 reitittimen konfiguraatio**

```
match protocol realmedia
match protocol rtsp
match protocol smtp extended
match protocol sql-net
match protocol streamworks
match protocol tftp
match protocol vdolive
match protocol tcp
match protocol udp
class-map type inspect match-all sdm-insp-traffic
  match class-map sdm-cls-insp-traffic
class-map type inspect match-any sdm-cls-icmp-access
  match protocol icmp
class-map type inspect match-all sdm-invalid-src
  match access-group 101
class-map type inspect match-all sdm-icmp-access
  match class-map sdm-cls-icmp-access
class-map type inspect match-all sdm-protocol-http
  match protocol http
class-map type inspect match-all sdm-nat-ssh-1
  match access-group 103
  match protocol ssh
!
policy-map type inspect sdm-permit-icmpreply
  class type inspect sdm-icmp-access
  inspect
  class class-default
  pass
policy-map type inspect sdm-pol-NATOutsideToInside-1
  class type inspect sdm-nat-http-1
  inspect
  class type inspect sdm-nat-ssh-1
```

**Cisco 871 reitittimen konfiguraatio**

```
inspect
class class-default
policy-map type inspect sdm-inspect
class type inspect sdm-invalid-src
  drop log
class type inspect sdm-insp-traffic
  inspect
class type inspect sdm-protocol-http
  inspect
class class-default
policy-map type inspect sdm-permit
class class-default
!
zone security out-zone
zone security in-zone
zone-pair security sdm-zp-self-out source self destination out-zone
  service-policy type inspect sdm-permit-icmpreply
zone-pair security sdm-zp-NATOutsideToInside-1 source out-zone destination
in-zone
  service-policy type inspect sdm-pol-NATOutsideToInside-1
zone-pair security sdm-zp-out-self source out-zone destination self
  service-policy type inspect sdm-permit
zone-pair security sdm-zp-in-out source in-zone destination out-zone
  service-policy type inspect sdm-inspect
!
interface FastEthernet0
  switchport access vlan 720
!
interface FastEthernet1
interface FastEthernet2
interface FastEthernet3
interface FastEthernet4
```

**Cisco 871 reitittimen konfiguraatio**

```
description $FW_OUTSIDE$$ES_WAN$
ip address x.x.x.x x.x.x.x
ip nat outside
ip virtual-reassembly
zone-member security out-zone
duplex auto
speed auto
interface Dot11Radio0
no ip address
shutdown
speed basic-1.0 basic-2.0 basic-5.5 6.0 9.0 basic-11.0 12.0 18.0 24.0 36.0 48.0
54.0
station-role root
!
interface Vlan1
description $FW_INSIDE$
ip address 192.168.0.1 255.255.255.0
ip nat inside
ip virtual-reassembly
zone-member security in-zone
!
interface Vlan720
description $ES_LAN$
ip address 192.168.72.1 255.255.255.0
ip nat inside
ip virtual-reassembly
zone-member security in-zone
ip forward-protocol nd
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 x.x.x.x
ip http server
no ip http secure-server
ip nat inside source list 100 interface FastEthernet4 overload
```



**Cisco 871 reitittimen konfiguraatio**

```
ip nat inside source static tcp 192.168.72.10 80 interface FastEthernet4 80
ip nat inside source static tcp 192.168.72.10 22 interface FastEthernet4 22
ip nat inside source static tcp 192.168.72.10 3389 interface FastEthernet4 3389
ip nat inside source static tcp 192.168.72.10 5900 interface FastEthernet4 5900
!
access-list 100 remark SDM_ACL Category=2
access-list 100 permit ip 192.168.72.0 0.0.0.255 any
access-list 100 permit ip any host 192.168.72.10
access-list 100 permit tcp 192.168.72.0 0.0.0.255 any
access-list 101 remark SDM_ACL Category=128
access-list 101 permit ip host 255.255.255.255 any
access-list 101 permit ip 127.0.0.0 0.255.255.255 any
access-list 101 permit ip x.x.x.x x.x.x.x any
access-list 101 permit tcp any host 192.168.72.10
access-list 102 remark SDM_ACL Category=0
access-list 102 permit ip any host 192.168.72.10
access-list 103 remark SDM_ACL Category=0
access-list 103 permit ip any host 192.168.72.10
!
control-plane
line con 0
  logging synchronous
  no modem enable
line aux 0
line vty 0 4
  login
scheduler max-task-time 5000
end
```