

Olli Heikkilä

AD-migraatio ja DC:n virtualisointi

Opinnäytetyö
Kajaanin ammattikorkeakoulu
Tradenomi
Tietojenkäsittely
30.11.2011



Koulutusala Luonnontieteiden ala	Koulutusohjelma Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma
Tekijä(t) Olli Heikkilä	
Työn nimi AD-migraatio ja DC:n virtualisointi	
Vaihtoehtoiset ammattiopinnot Järjestelmän ylläpito	Ohjaaja(t) Joona Tolonen
	Toimeksiantaja Kajaanin Ammattikorkeakoulu
Aika 30.11.2011	Sivumäärä ja liitteet 39
<p>Tämä opinnäytetyö kertoo Kajaanin ammattikorkeakoulun käyttöjärjestelmälaboratorion fyysisen Domain Controller-palvelimen roolien ja palveluiden migraatiosta uudelle palvelimelle, joka toteutetaan Kajaanin ammattikorkeakoulun virtualisointiympäristöön. Domain Controllerin uusimisessa tapahtuu myös palvelinkäyttöjärjestelmän päivittäminen Windows Server 2003-käyttöjärjestelmästä Windows Server 2008-käyttöjärjestelmään.</p> <p>Teoriaosuudessa tutustutaan Microsoftin tarjoamiin palvelinkäyttöjärjestelmiin ja käydään lyhyesti läpi Active Directory, jonka avulla voidaan hallita organisaation työasemia ja käyttäjätilejä. Migraation keskeiset termit käydään tässä vaiheessa läpi ja tutustutaan kahteen migraation mahdollistavaan työkaluun. Työssä käydään läpi myös virtualisoinninkeskeisiä käsitteitä ja tutustutaan VMwaren tarjoamiin virtualisointiratkaisuihin. Aiheen rajauksen takia muita palvelinkäyttöjärjestelmien tai virtualisointisovellusten toimittajia ei tässä opinnäytetyössä käydä läpi.</p> <p>Käytännön osuudessa tutustutaan Kajaanin Ammattikorkeakoulun virtualisointiympäristön alkutilanne. Tämän jälkeen käydään läpi palvelimen asennus virtuaaliseen ympäristöön. Lopulta käydään läpi vaihe vaiheelta roolien migraation vanhasta palvelimesta uuteen palvelimeen ja vanhan palvelimen poistaminen käytöstä.</p>	
Kieli	Suomi
Asiasanat	Windows Server, Active Directory, migraatio, virtualisointi
Säilytyspaikka	<input checked="" type="checkbox"/> Verkkokirjasto Theseus <input checked="" type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto



School Business	Degree Programme Business Information Technology
Author(s) Olli Heikkilä	
Title AD migration and virtualization of the DC	
Optional Professional Studies System Administration	Instructor(s) Joonas Tolonen
	Commissioned by Kajaani University of Applied Sciences
Date 30 November 2011	Total Number of Pages and Appendices 39
<p>The topic of the thesis is to migrate the physical Domain Controller(=DC) server's roles and services to the new server to be installed as a virtual machine in the virtualization environment used at the Kajaani University of Applied Sciences (= KUAS). The renewal of the DC also contains updating the server operating system from Windows Server 2003 to the newer Windows Server 2008.</p> <p>The theoretical part of the thesis familiarizes the reader with Microsoft's server operating systems and Active Directory (=AD). Active Directory is a solution to control and maintain an organization's user and computer accounts. The key terms concerning migration are described here and the reader will also be introduced to two migration tools. Secondly, the theoretical part contains an introduction into virtualization and virtualization products from VMware. Because of the definition of the thesis, other server operating systems and virtualization software developers will be excluded.</p> <p>The practical part of the thesis introduces the initial state of the virtualization environment at KUAS. In addition, the installation process of the server to the virtualization environment is dealt with. The last chapter describes migrating the roles from the old server to the new virtualized server step by step and finally, decommissioning the old server.</p>	
Language of Thesis	Finnish
Keywords	Windows Server, Active Directory, migration, virtualization
Deposited at	<input checked="" type="checkbox"/> Electronic library Theseus <input checked="" type="checkbox"/> Library of Kajaani University of Applied Sciences

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	2
2 PALVELIMET	4
2.1 Palvelimien rooleja	4
2.2 Palvelinkäyttöjärjestelmien tarjoajia	6
3 MICROSOFTIN PALVELINOHJELMISTOT	9
3.1 Microsoftin palvelinkäyttöjärjestelmät	9
3.2 Active Directory	12
4 ACTIVE DIRECTORYN MIGRAATIO	15
4.1 Migraatiotyökaluja	15
4.2 Migraation tyypit	16
5 VIRTUALISOINTI	18
5.1 Virtualisointi yleisesti	18
5.2 Wmwaren virtualisointisovelluksia	19
5.3 Yleisimmät syyt miksi virtualisoidaan	21
6 KÄYTÄNNÖN TOTEUTUS	24
6.1 Lähtötilanne	24
6.2 Vaatimukset	25
6.3 Toimenpide	26
7 POHDINTA	35
LÄHTEET	37

SYMBOLILUETTELO

AD	Active Directory. Microsoftin luoma käyttäjätietokanta ja hakemistopalvelu, joka sisältää tietoja verkon resursseista.
ADMT	Active Directory Migration Tool. Microsoftin kehittämä työkalu toimialueen siirtämiselle uudelle alueelle.
BSD	Berkeley Software Distributionin. Eräs käytetyimpiä avoimen lähdekoodin lisenssejä.
DC	Domain Controller. Palvelu, joka vastaa toimialueella tapahtuvista kirjautumisista Windows Server toimialueella.
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol. IP-osoitteiden jakoa lähiverkossa hoitava verkkoprotokolla.
DNS	Domain Name System. Verkossa toimiva nimipalvelujärjestelmä, jonka tehtävänä on muuttaa IP-osoitteet verkkotunnuksiksi.
ESX	Elastic Sky-X. VMwaren luoma virtualisointialusta.
FSMO	Flexible Single Master Operations. Yleisnimitys, joka sisältää AD:n hallinnan kannalta tärkeitä rooleja.
IP-osoite	Internet Protocol-osoite. Numeerinen neliosainen osoite, joka yksilöi verkkoon liitetyt laitteet.
Kernel	Käyttöjärjestelmän ydin.
RID	Relative ID. AD:ssa käytettävä tunniste, jonka avulla tunnistetaan toimialueen ulkopuoliset objektit.

SID	Security Identifier. Domain Controllerin määrämä ainutlaatuinen nimi objektilla Windows ympäristössä, jolla se tunnistetaan.
Snapshot	Virtualisoinnissa käytettävä termi. Tallentaa virtuaalikoneen tiedot sillä hetkellä, kun snapshot otetaan. Snapshotin avulla voidaan palata myöhemmin samaan tilanteeseen virtuaalikoneessa, jolloin snapshot otettiin.
Template	Virtualisoinnissa käytettävä termi. Esiasennettu virtuaalikone, josta voi nostaa nopeasti pystyyn itsenäisen virtuaalikoneen.

1 JOHDANTO

Kajaanin Ammattikorkeakoulussa on otettu käyttöön VMwaren tarjoama ESX-virtualisointialusta. Tämä alusta tekee mahdolliseksi käyttää virtuaalikoneita koulun tuotantoympäristössä ja oppilaiden opetuksessa. Opinnäytetyönä aiheena on siirtää tuotantoympäristössä olevan fyysisen palvelimen roolit ja tehtävät virtuaaliympäristössä olevalle virtuaalikoneelle, joka asennetaan ja valmistellaan roolien ja tehtävien siirtoa varten. Tämä fyysinen palvelin, nimeltään Tunkio, on samalla Kajaanin Ammattikorkeakoulun Käyttöjärjestelmäympäristön Domain Controller.

Opinnäytetyön aihe tarjottiin koulun puolesta syksyllä 2010. Vuoden lopussa käytiin Kajaanin Ammattikorkeakoululla työskentelevän käyttöpäällikkö Mika Moilasen kanssa palaveri, jossa käytiin läpi vaatimukset ja tavoitteet. Tavoitteena opinnäytetyössä on asentaa Windows Server 2008-käyttöjärjestelmä virtuaaliympäristöön, siirtää fyysisen palvelimen roolit tälle uudelle virtuaaliympäristössä sijaitsevalle palvelimelle.

Opinnäytetyö koostuu kahdesta osasta. Ensimmäinen osa koostuu teoriaosasta, jossa tarkastellaan keskeisiä määritelmiä opinnäytetyöhön liittyen. Toinen osa on itse käytännönvaiheen toteutus, jossa tarkastellaan alkutilannetta ja käydään läpi työn vaiheet.

Teoriaosuudessa esitellään aluksi yleisimpiä palvelimien rooleja, sitten tutustutaan Microsoftin tarjoamiin ratkaisuihin palvelinpuolella ja tarkastellaan Active Directoryn peruskäsitteitä liittyen opinnäytetyöhön. Migraatio käsitteenä käydään lyhyesti läpi ja tutustutaan kahteen migraatiotyökaluun. Virtualisointiin tutustutaan opinnäytetyössä lyhyesti ja esitellään tarkemmin VMwaren tarjoamia ratkaisuja virtualisoinnin kautta. Työssä tutustutaan VMwaren tarjoamaan ESX-virtualisointiratkaisuun.

Opinnäytetyö keskittyy käsittelemään Microsoftin ja VMwaren tarjoamia ratkaisuja opinnäytetyön tilaajan asettamista vaatimuksista johtuen. Syynä tähän on koululta saadut vaatimukset. Erityinen painoarvo on Microsoftilla, koska Kajaanin Ammattikorkeakoulu käyttää Microsoftin tarjoamaa Active Directory-ratkaisua.

Käytännönsuudessa käydään läpi koululta saadut vaatimukset

et opinnäytetyön tekemiseen. Tämän jälkeen tarkastellaan ympäristöä, mihin opinnäytetyö tullaan rakentamaan. Seuraavaksi käydään läpi vaihe vaiheelta itse opinnäytetyön käytäntö.

Lopussa opinnäytetyössä on pohdintaosuus, jossa pohditaan opinnäytetyön etenemistä ja mietitään, millä tavalla opinnäytetyö on vaikuttanut omiin käsityksiin it-alaa kohtaan. Samalla myös pohditaan omaa osaamista opinnäytetyössä ja mahdollista tulevaisuutta opinnäytetyön kanssa käytyjen teknologioiden suhteen.

2 PALVELIMET

Nykyaikaisessa yhteiskunnassa tietotekniikan kehittyminen on ollut valtavan nopeaa. Internetin yleistyminen kuluttajien keskuudessa on ollut nopeaa ja nykyään Internet-yhteys mielleltään yhtenä kansalaisten perusoikeutena veden ja sähkön lisäksi Suomessa. Tämmöisessä yhteiskunnassa sähköinen työskenteleminen ja kanssakäynti on nykyään elinehto. Erityisesti yritysten on pystyttävä tarjoamaan työntekijöilleen ja kuluttajilleen sähköisiä palveluja, jotka helpottavat heidän elämää merkittävästi. Tässä vaiheessa palvelimet astuvat mukaan kuvioihin.

Palvelimella tarkoitetaan tietokonetta, johon on asennettu erillinen palvelinkäyttöjärjestelmä. Palvelin on liitetty tietoverkkoon ja sen tehtävänä on tarjota siihen asennettujen ohjelmien kautta erilaisia palveluita verkon muille laitteille ja verkon käyttäjille. Tämmöiset palvelut voivat olla esimerkiksi yrityksen tulostinpalvelu, jonka kautta yrityksen työntekijä voi tulostaa asiakirjoja verkon kautta. (Webobedia 2010 a.)

2.1 Palvelimien rooleja

Palvelimille yleensä annetaan erilaisia rooleja, joita ne suorittavat verkossa. Yhdellä palvelimella voi tietoverkossa olla useita erilaisia rooleja ja myös yksi rooli voi verkossa jakautua monen palvelimen kanssa. Syitä tämmöiseen kehitykseen on useita. Joskus verkon kannalta tärkeä rooli on hyvä jakaa monelle palvelimelle vikasietoisuuden parantamiseksi. Jos tärkeän roolin omaava palvelin kokee laitevian, voi koko verkon tietoliikenne kärsiä pahasti, jos ei ole olemassa varapalvelinta, joka voi jatkaa saman palvelun jakamista ja pitää verkon käytössä siihen asti, kunnes hajonnut palvelin saadaan takaisin kuntoon. Palvelimille asetettavia rooleja on lukuisia. Esimerkkinä Windows Server 2003:ssa voidaan ottaa käyttöön 11 erilaista roolia mukana tulevalla palvelinhallintatyökalulla. (Tech-FAQ 2011.)

DHCP-palvelin

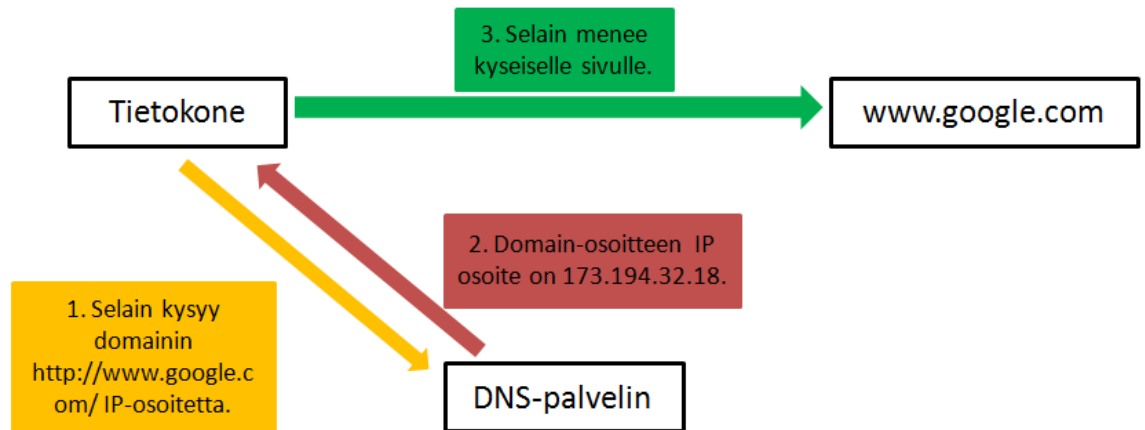
Lyhenne DHCP tulee sanoista Dynamic Host Configuration Protocol. DHCP-palvelimen tarkoituksena on helpottaa verkossa olevien laitteiden hallintaa ja IP-osoitteiden jakoa.

DHCP-palvelimella on tietty määrä IP-osoitteita, joita se voi jakaa muille verkossa oleville laitteille. Tyypillisessä tapauksessa uusi IP-osoite jaetaan työasemalla, joka on liitetty organisaation verkkoon. Tämän jälkeen työasema voi käyttää organisaation verkkoa hyväksi ja käyttää esimerkiksi organisaation Internet-yhteyttä, käyttää verkkoon liitettyä tulostinta ja muita tarjolla olevia resursseja. DHCP-palvelin jakaa IP-osoitteet aina tietyllä ajalla. Kun työasemalle annetun IP-osoitteen aika umpeutuu, vapautuu IP-osoite uudelleen DHCP-palvelimen jaettavaksi verkon muille koneilla. Lyhyellä ajalla vapautuva IP-osoitteet ovat hyvä asia organisaatiossa, jossa laitekanta verkossa vaihtuu useasti. Esimerkkinä voidaan mainita koulun verkko, johon oppilaat voivat liittää kannettavat tietokoneensa. Jos IP-osoitte ei vapautuisi nopeasti, voisi IP-osoitteet loppua DHCP-palvelimelta ja tällöin uusien koneiden liittäminen organisaation verkkoon vaikeutuisi. (Biasci & Carrel 2000.)

DNS-palvelin

DNS on lyhenne sanoista Domain Name System. Verkoissa olevat laitteet kommunikoivat keskenään IP-osoitteiden avulla. DNS-palvelimen tarkoitus verkossa on nimenselvennys. IP-osoitteet ovat numeerisia neliosaisia arvoja, joita ihmisen on vaikea muistaa varsinkin siinä tapauksessa, jos osoitteita on useita. DNS on tärkeä palvelu Active Directorylle. (Savolainen & Takasuo 2008, 1; Webobedia 2010 b.)

Esimerkkinä DNS-palvelimen toimivuudesta voidaan mainita Internetin käyttö selaimella (kuvio 1.). Käyttäjä liikkuu Internetissä selaimen avulla ja selaimen osoiteriville kirjoittaa haluamansa osoitteen, esimerkiksi <http://www.google.com/>. Tämän jälkeen selain menee kyseiselle sivulle. Tässä tapauksessa käyttäjä kirjoitti selaimen osoiteriville sivun domain-osoitteen. DNS-palvelin tässä tilanteessa hakee domain-osoitetta vastaavan IP-osoitteen, jonne liikenne lopussa ohjautuu. Tässä tilanteessa IP-osoite on 173.194.32.18. (Savolainen & Takasuo 2008, 2; Microsoft 2011 a.)



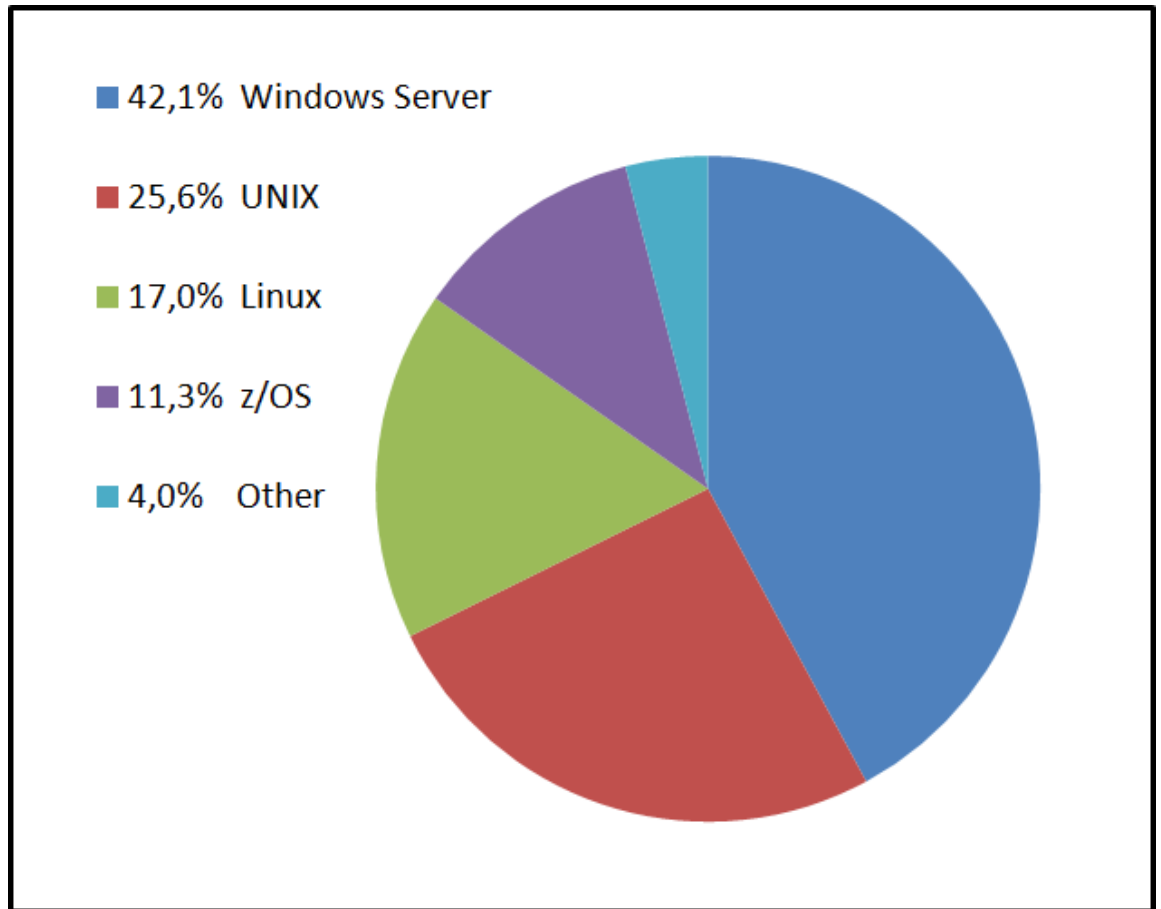
Kuvio 1. DNS-palvelimen toiminta Internetissä.

2.2 Palvelinkäyttöjärjestelmien tarjoajia

Palvelinkäyttöjärjestelmiä on kehitetty tähän päivään asti useita erilaisia ja toisistaan poikkeavia tuotteita. Osa palvelinkäyttöjärjestelmiä on ilmaisia asentaa, mutta tukipalvelut ovat maksullisia. Toiset taas maksavat, mutta sisältävät edullisemman tuen. Nykyään kaksi palvelinkäyttöjärjestelmää erottuvat selkeästi. Nämä ovat Microsoftin tarjoamat palvelinkäyttöjärjestelmät ja Linuxiin pohjautuvat vapaat käyttöjärjestelmät. (Dedicated Server School 2009.)

Microsoft

Pitkän historiansa, yli 35 % myyntiosuuden palvelinkäyttöjärjestelmissä (kuvio 2.) ja laajasti levinneiden käyttöjärjestelmien takia, Microsoftin tarjoamat palvelinohjelmistot ovat suuressa markkinaosuudessa. Suora yhteensopivuus työasemissa käytettäviin käyttöjärjestelmiin lisää järjestelmän hallintaa. Microsoftilla on monipuolinen tuki palvelinohjelmistopuolella. (Dedicated Server School 2009.)



Kuvio 2. Vuonna 2010 palvelinohjelmistojen jakautuminen UNIX-, Linux- ja Windows palvelinkäyttöjärjestelmien kesken. (Humphrys 2011.)

Microsoftin tarjoamiin palvelinratkaisuihin tutustutaan paremmin opinnäytetyön kohdassa 3 Microsoftin palvelinohjelmistot.

Linux

Linuxiin pohjautuvia palvelinkäyttöjärjestelmiä on useita. Vapaan muokkaamisen ansiosta on olemassa useita erilaisia palvelinkäyttöjärjestelmiä, jotka ovat räätälöity tarkoin vain tiettyä tarkoitusta varten. Esimerkkinä Linuxin eri versioista voidaan mainita Ubuntu, Red Hat ja SUSE. Linuxiin pohjautuvan palvelinkäyttöjärjestelmän suurimpana etuna on sen edullisuus verrattuna Microsoftin tarjoamiin ratkaisuihin. Linuxia pidetään myös turvallisempänä vaihtoehtona Microsoftiin verrattuna. (Dedicated Server School 2009; Hess 2010.)

BSD-lisenssiin pohjautuvat käyttöjärjestelmät

Lyhenne BSD tulee sanoista Berkeley Software Distribution. Tämä viittaa Kaliforniassa Berkeleyyn yliopistossa kehitettyyn versioon UNIX-käyttöjärjestelmästä. FreeBSD-käyttöjärjestelmä on vapaa avoimen lähdekoodin käyttöjärjestelmä, joka tunnetaan sen vakaudesta. Toinen variaatio BSD:sta on OpenBSD, jonka erikoisuuten on turvatoimiin keskittyminen. (Dedicated Server School 2010; SearchEnterpriseLinux 1997.)

Solaris

Solaris on Sun Microsystemsin luoma kaupallinen palvelinkäyttöjärjestelmä. Se pohjautuu UNIX-käyttöjärjestelmään. Solaris käyttää useita avoimeen lähdekoodiin pohjautuvia ratkaisuja. Solariksesta on olemassa vapaa versio ja se on nimeltään OpenSolaris. Kaikki Solaris-käyttöjärjestelmän versiot omistaa tällä hetkellä Oracle. (Dedicated Server School 2010.)

Mac OS X Server

Myös Applella on tarjottavana palvelinkäyttöjärjestelmä. Mac OS X Server on UNIX-käyttöjärjestelmästä räätälöity versio ja se sisältää myös useita erilaisia ominaisuuksia BSD:n UNIX-käyttöjärjestelmästä. Mac OS X Server on suunniteltu toimimaan muiden Applen valmistamien tuotteiden ja laitteiden kanssa saumattomasti. Mac OS X Serverin asentamista, käyttöä ja hallintaa mainostetaan todella helppokäyttöiseksi. (Apple 2011; Dedicated Server School 2010.)

3 MICROSOFTIN PALVELINOHJELMISTOT

Microsoft on ollut käyttöjärjestelmämarkkinoilla merkittävä tekijä jo yli 20 vuoden ajan. Microsoft on suunnitellut tavalliseen kotikäyttöön monia erilaisia käyttöjärjestelmiä, ja suunnitellut myös omia ratkaisujaan palvelinkäyttöjärjestelmien joukkoon. (Microsoft 2011 b.)

3.1 Microsoftin palvelinkäyttöjärjestelmät

Microsoftin valmistamalla Windows-käyttöjärjestelmällä on pitkä historia ja se on myös levinnyt laajalle työpöytäkäytössä. Palvelinpuolella Microsoftin tuottamat palvelinkäyttöjärjestelmät tulivat suosioon ja yleistyivät vasta Windows NT 4.0 julkaisun myötä. Nykyään Windowsin palvelinkäyttöjärjestelmistä on olemassa useita versioita. Seuraavaksi käymme läpi nämä versiot.

Windows NT 4.0

Windows NT 4.0 julkaistiin vuonna 1996. Julkaisun aikana siitä oli tarjolla useita versioita. Nämäversiotovatseuraavat: Server, Workstation, Enterprise Edition, Terminal Edition ja Embedded Edition.Windows NT 4.0 sisälsi pitkälti samat ominaisuudet ja ohjelmat kuin Windows 95 käyttöjärjestelmässä. Windows NT 4.0 Serverin avulla voitiin hallinnoida käyttäjäryhmiä, työasemia ja verkkoa ja sen resurssia keskitetysti. (Kivimäki 2004, 1.)

Windows 2000-tuoteperhe

Windows 2000-käyttöjärjestelmä julkaistiin joulukuussa 1999. Se on päivitys Windows NT 4.0-käyttöjärjestelmään ja sen piti alun perin olla nimeltään Windows NT 5.0.Mukana tuli myös Active Directory, joka on Windowsille suunniteltu hakemistopalvelu.Windows 2000-käyttöjärjestelmästä julkaistiinseuraavatversiot: Windows 2000 Professional, Windows 2000 Server, Windows 2000 Advanced Server ja Windows 2000 Datacenter Server. (Kivimäki 2004, 2.)

Taulukko 1. Windows 2000-tuoteperheen versioiden ominaisuudet.

Käyttöjärjestelmä	Kuvaus
Windows 2000 Professional	Suunniteltu tavallisen työaseman tai kannettavan käyttöjärjestelmäksi
Windows 2000 Server	Tuoteperheen perusohjelmisto. Sisältää IIS-ominaisuuden, joten voi toimia Web-palvelimen alustana
Windows 2000 Advanced Server	Järeämpi versio Windows 2000 Serveristä. Voidaan ryvästää eli monta fyysistä palvelinta saadaan näyttämään yhdeltä palvelimelta.
Windows 2000 Datacenter Server	Järein versio. Suunniteltu kestäämään suurta palvelinrasitusta. Voidaan ryvästää tehokkaasti.

Windows 2003-tuoteperhe

Windows 2003-käyttöjärjestelmä julkaistiin keuhällä 2003. Windows 2003-tuoteperhe on päivitys Windows 2000-tuoteperheelle. Tässä versiossa Active Directoryn hallinta on nostettu paremmin esille. Windows 2003 käyttöjärjestelmästä julkaistiin seuraavat versiot: Windows Server 2003 Standard Edition, Windows Server 2003 Enterprise Edition, Windows Server 2003 Datacenter Edition ja Windows Small Business Server. (Kivimäki 2004, 5.)

Taulukko 2. Windows 2003-tuoteperheen versioiden ominaisuudet.

Käyttöjärjestelmä	Kuvaus
Windows Server 2003 Standard Edition	Tuoteperheen perusohjelmisto. Kykenee ylläpitämään AD:ta ja voi toimia ohjauspalvelimena.
Windows Server 2003 Enterprise Edition	32- ja 64-bittiset versiot. Soveltuu raksaampaan käyttöön, koska tukee tehokkaampia laitekomentteja. Ryvästyksen avulla voidaan hajaannuttaa 8 palvelimelle.
Windows Server 2003 Datacenter Edition	32- ja 64-bittiset versiot. Suunniteltu raskaimpaan käyttöön. Ryvästyksen avulla voidaan hajaannuttaa 8 palvelimelle.
Windows Server 2003 Web Edition	Suunniteltu Web-palveluiden alustaksi. Ei voi ylläpitää AD:ta
Windows Small Business Server 2003	Pakettiratkaisu, joka räätälöity pienten ja keskikokoisten yritysten käyttöön. Rajoitettu 75:een käyttäjään tai laitteeseen

Windows 2008-tuoteperhe

Windows 2008-tuoteperhe julkaistiin helmikuussa vuonna 2008. Tuttuun tapaan tämä tuoteperhe on päivitystä aikaisemmalle Windows 2003-tuoteperheelle. Uutena merkittävänä ominaisuutena Windows 2003-tuoteperheeseen, Windows 2008-tuoteperhe sisältää Microsoftin oman virtualisointisovelluksen. Tämän virtualisointisovelluksen nimi on Hyper-V. Windows 2008:stä julkaistiin seuraavat versiot: Windows Server 2008 Standard Edition, Windows Server 2008 Enterprise Edition, Windows Server 2008 Datacenter Edition, Windows Web Server 2008, Windows HPC Server 2008 ja Windows Server 2008 for Itanium Based Systems. (Microsoft 2011 c.)

Taulukko 3. Windows 2008-tuoteperheen versioiden ominaisuudet.

Käyttöjärjestelmä	Kuvaus
Windows Server 2008 Standard Edition	Tuoteperheen perusohjelmisto. AD:n ylläpito. Hyper-V-ominaisuus mahdollistaa virtualisoinnin.
Windows Server 2008 Enterprise Edition	Raskaaseen käyttöön suunniteltu versio. Voidaan ryvästää useammalle palvelimelle.
Windows Server 2008 Datacenter Edition	Suunniteltu raskaimpaan käyttöön. Tehokas laitteistotuki mahdollistaa esimerkiksi 2-64 prosessorin käytön. Ryvästyksen avulla voidaan hajaanuttaa tehokkaasti.
Windows Web Server 2008	Suunniteltu Web-palveluiden alustaksi. Ei voi ylläpitää AD:ta.
Windows Server 2008 for Itanium-based Systems	Suunniteltu tietokantojen ylläpitoon. Ei sisällä Hyper-V-ominaisuutta eikä voi ylläpitää AD:ta.
Windows HPC Server 2008	Suunniteltu laskentatehoa vaativiin tehtäviin. Ei sisällä tukea Hyper-V-ominaisuudelle eikä voi ylläpitää AD:ta.

3.2 Active Directory

Active Directory on Microsoftin luoma käyttäjätietokanta ja hakemistopalvelu. Active Directory sisältää tietoverkon resurssit, käyttäjätilit, tietokoneet ja muut vastaavat oheislaitteet verkon sisällä. Active Directory mahdollistaa keskitetyn ja helpon resurssien jakamisen verkon sisällä käyttäjien ja palveluiden kesken. (Microsoft 2011 d.)

Active Directoryn ensimmäinen versio nähtiin ensimmäistä kertaa Windows NT-palvelinkäyttöjärjestelmissä, mutta tuolloin sitä ei vielä kutsuttu Active Directoryksi. Active Directory esiteltiin ensimmäistä kertaa Windows 2000 Server-käyttöjärjestelmän yhteydessä, jolloin Active Directory korvasi sitä edeltäneen verkkotunnusten toiminnallisuuden. Jotta Active Directory toimisi oikein, vaatii se oman hakemiston ympäristön palvelimista ja työasemista. Tämä hakemisto tunnetaan myös nimellä DNS. Windows Server 2003 ja Windows

Server 2008 käyttöjärjestelmät ovat jatkaneet Active Directoryn käyttöä. (Microsoft 2011 d; Minasi 2002.)

FSMO-roolit

Active Directoryssa on tiettyjä tärkeitä rooleja, joiden on pakko olla olemassa, jotta ympäristö toimii. Nämä roolit hoitavat tärkeitä toimintoja, joiden avulla suuren AD-toimialueen hallinta onnistuu helposti. Näitä rooleja kutsutaan FSMO-rooleiksi. Lyhenne FSMO tulee sanoista Flexible Single Master Operations. Niitä on Active Directory-ympäristössä viisi kappaletta. Ne ovat nimeltään Schema Master, Domain Naming Master, Infrastructure Master, RID Master ja PDC Emulator. (Microsoft 2007 e; Petri 2009 a.)

Schema Master

Schema Masterin tehtävänä on hallita Active Directoryn toimialueen schemassa tapahtuvia muutoksia ja päivityksiä siten, että koko muu toimialue näkee ne välittömästi. Metsässä, eli yhden tai useamman toimialueen nimityksessä, voi olla vain yksi Schema Master. Schema Masterin on sijaittava toimialueen Domain Controller-palvelimessa. (Microsoft 2007 e; Petri 2009 a.)

Domain Naming Master

Domain Naming Masterin tehtävänä on lisätä tai poistaa toimialueita metsässä. Schema Masterin tavoin metsässä voi olla vain yksi Domain Naming Master. (Microsoft 2007 e; Petri 2009 a.)

RID Master

Kun toimialueelle lisätään objekti, RID (Relative ID) Master lisää sille oman RID-tunnuksen, jolla voidaan eritellä ja yksilöidä erilaisia toimialueella olevia objekteja ja käyttäjiä. RID-tunnuksen avulla vältetään se, että toimialueella ei tule olemaan yhtään kahta tai useampaa samanlaista objektia tai käyttäjätunnusta. (Microsoft 2007 e; Petri 2009 a.)

Infrastructure Master

Kun toimialueella olevassa objektissa on viittaustoisella toimialueella olevaan objektiin, tarvitaan Infrastructure Masteria. Infrastructure Masterin tehtävänä on tallentaa ja ylläpitää listaa

toimialueen ulkopuolisten objektien RID-tunnuksista omalla toimialueella. (Microsoft 2007 e; Petri 2009 a.)

PDC Emulator

PDC (Primary Domain Controller) Emulatorin tehtävä on välttämätön toimialueen toiminnan kannalta. PDC Emulatorin roolina on käsitellä toimialueella tapahtuvat reklamointipyynnöt. Samalla sen tehtävänä on ylläpitää toimialueen ryhmäkäytännöt ajantasalla. PDC Emulatorin tehtävänä on myös päivittää toimialueella olevien muiden Domain Controllereiden kautta tapahtuvat salasananuutokset. Myös virheellisen salasanan ilmoittaminen käyttäjälle on PDC Emulaattorin tehtävä kuten myös käyttäjätilien lukitustoiminnot. PDC Emulaattorin tehtävänä on myös ylläpitää toimialueen päivämäärää ja kellonaikaa. (Microsoft 2007 e; Petri 2009 a.)

4 ACTIVE DIRECTORYN MIGRAATIO

Palvelinympäristön päivittäminen ei ole mikään yksinkertainen toimenpide. Kun toimialueen käyttöjärjestelmät päivitetään, päivittyy myös Active Directory. Olemassa olevan järjestelmän sisältämät tiedot pitää saada siirrettyä uuteen ympäristöön ja tästä asiasta johtuen uuden järjestelmän pystyttäminen puhtaalta pöydältä ei ole järkevä idea. Tässä vaiheessa aletaan puhuman temistä nimeltä migraatio. Migraatio on prosessi, jossa toimialueelta siirretään tai kopioidaan toiselle toimialueelle resursseja. Siirrettyjen resurssien ominaisuuden pysyvät voimassa siirretyllä toimialueella. Nämä resurssit voivat esimerkiksi olla tietokonetilit ja käyttäjätiedot. (Hall 2010, 11.)

4.1 Migraatiotyökaluja

Seuraavaksi käydään läpi kaksi tapaa suorittaa migraatio. Nämä keinot ovat käyttää toimenpidettä varten suunniteltuja työkaluja. Ensimmäinen työkalu on Microsoftin luoma Active Directory Migration Tool ja toinen työkalu on sovellus nimeltään adprep.

Active Directory Migration Tool

Active Directory Migration Tool on Microsoftin luoma ohjelma toimialueiden migraation suorittamiseen. Ohjelma pitää erikseen asentaa Microsoftin palvelinkäyttöjärjestelmään. Sen jälkeen ohjelma tarjoaa monipuolisen valikoiman erilaisia toimenpiteitä toimialueen objektien siirtämiseen. Uusin versio tällä hetkellä ohjelmasta on 3.2. (Hall 2010, 9; Microsoft 2011 e.)

Adprep

Adprep on yksinkertainen sovellus, joka mahdollistaa uuden Windows Server 2008 ohjauspalvelimen liittämisen valmiiseen ympäristöön, joka pohjautuu Windows Server 2003-palvelinkäyttöjärjestelmään. Adprep päivittää vanhan ympäristön tukemaan uuden palvelinohjelmiston tuomia uudistuksia. Adprep sovellus on yksinkertainen ja suoritetaan komentorivityökalun kautta. (Microsoft 2010; Petri 2009 b.)

Adprep-komennon voi suorittaa monella erilaisella komennolla ja jokainen komento eroaa toisistaan. Merkittävin ero on se, että mitä toimintoja jokainen eri komento lisää ympäristöön. Esimerkkinä voidaan mainita kolme erilaista adprep-komentoa. Nämä komennot ovat forestprep, rodcprep ja domainprep. Forestprep lisää ympäristöön erilaisia ominaisuuksia ja muuttujajotka vaaditaan, jotta Windows Server 2008-käyttöjärjestelmän mukana tulevat ominaisuudet toimivat. Rodcprep suorittaminen lisää uusia käyttöoikeuksia, jotka parantavat tietojen replikoitumista ympäristössä useiden palvelimien välillä. Domainprep lisää ympäristöön uusia objektityyppejä ja turvakäytäntöjä. (Microsoft 2010; Petri 2009 b.)

Tässä opinnäytetyössä migraatio-prosessi suoritetaan adprep-sovelluksen avulla. Syynä tähän on koululta saadut ohjeistukset suorittaa kyseessä oleva tapahtuma tällä menetelmällä.

4.2 Migraation tyypit

Objektien siirtäminen migraatioprosessissa ei ole yksinkertaista. Objekteja voi siirtää muutamalla tavalla. Migraatiosta on olemassa kaksi erilaista tyyppiä. Nämä tyypit ovat Interforest Domain Restructure ja Intraforest Domain Restructure. Seuraavaksi tarkastellaan molempia tyyppejä tarkemmin.

Interforest Domain Restructure

Interforest Domain Restructure tekee mahdolliseksi migraation tekemisen metsien välillä. Tämän avulla siis voidaan siirtää objekteja toiseen metsään. Tämä siirto tapahtuu kopioimalla objektit vanhalta alueelta uudelle alueelle. Vanha alue jää migraation jälkeen toimintakuntoiseksi. Tämä on siinä mielessä hyvä asia, että tämä mahdollistaa paluun vanhaan tilanteeseen helposti tehtävällä rollback-menetelmällä. Tällöin voidaan helposti palata migraatiota edeltävään tilanteeseen, jos migraatio ei onnistunut odotetulla tavalla. (Hall 2010, 9.)

Intraforest Domain Restructure

Intraforest Domain Restructuressa migraatioprosessi tapahtuu metsän sisällä. AD:n objektit siirretään kokonaan toiseen AD:hen, eli tässä tapauksessa vanhaan AD:hen ei jää siirrettäviä objekteja. Tämä tekee rollback-operaatiosta vaikeamman, koska paluu vanhaan tilanteeseen vaatii toisen migraatioprosessin, jossa samat objektit siirretään takaisin vanhaan AD:hen. (Hall 2010, 10.)

Seuraava taulukko (taulukko 4.) havainnollistaa migraatiotyyppien merkittävimmät eroavaisuudet.

Taulukko 4. Migraatiotyyppien eroavaisuudet (Hall 2010, 10.)

Migraatiossa huomioon otettavat asiat	Interforest Restruction	Intraforest Restruction
Objektien säilyttäminen	Objektit kopioidaan uudelle toimialueelle. Alkuperäiset objektit säilytetään vanhalla toimialueella.	Objektit siirretään kokonaan uudelle toimialueelle. Poikkeuksena ovat tietokone-tilit. Ne jäävät vanhalle toimialueelle.
SID-historian ylläpito	Valinnainen.	Pakollinen.
Salasanojen säilyttäminen	Valinnainen.	Pakollinen.
Paikallisten käyttäjäprofiilien migraatio	Vaaditaan erillinen työkalu migraatioon. Esimerkkinä työkalusta ADMT.	Paikalliset käyttäjäprofiilit liitetään uuteen toimialueeseen automaattisesti.
Suljetut paketit	Käyttäjätilien migraatio ei ole pakollinen suljetuissa paketeissa.	Käyttäjätilien migraatio pakollinen suljetuissa paketeissa.

5 VIRTUALISOINTI

Virtualisointi on nykyään tietotekniikassa suuressa arvossa. Moni yritys pyrkii tarjoamaan entistä parempia ja monipuolisempia virtualisointiratkaisuja ja samalla virtualisointi auttaa säästämään rahaa ja kohdistamaan palvelinlaitteiston resurssit entistä paremmin hyötykäyttöön.

5.1 Virtualisointi yleisesti

Tietotekniikassa virtualisoinnilla tarkoitetaan sitä, että luodaan jostain laitteesta tai palvelusta virtuaalinen versio. Tällöinen laite tai palvelu voi olla esimerkiksi kokonainen palvelin tai käyttöjärjestelmä, joka toimii omassa ympäristössään. Virtualisointi ei ole uusi asia tietotekniikan alalla. Esimerkiksi vuonna 1995 julkaistussa Windows 95 –käyttöjärjestelmässä voidaan ajaa MS-DOS-ohjelmia virtuaalisesti. Virtualisointina voidaan pitää myös tietokoneessa sijaitsevan kovalevyn osioimista pienempiin osiin. Tässä tilanteessa yksi iso fyysinen kovalevy näkyy käyttöjärjestelmässä useampana pienempänä kovalevynä. (Mäntylä 2008; Webobedia 2010 c.)

Virtualisointia on nykyään monenlaista. Seuraavaksi käydään läpi lyhyesti neljä yleisintä tapaa virtualisoida. Nämä neljä tapaa ovat seuraavat: Palvelinvirtualisointi, työpöytävirtualisointi, sovellusvirtualisointi ja tallennusvirtualisointi. (Mäntylä 2008.)

Palvelinvirtualisointi

Palvelinvirtualisoinnilla tarkoitetaan sitä, että yhdellä fyysisellä palvelinraudalla voidaan ajaa useita palvelimia itsenäisinä virtuaalikoneina. Tällä tavalla voidaan palvelinraudan resursseja käyttää tehokkaammin hyväksi, koska pienempiä tehoja vaativat palvelimet voidaan säätää käyttämään vähemmän fyysistä rautaa. Tällöin toinen samassa fyysisessä palvelinraudassa oleva virtuaalipalvelin voi käyttää enemmän resursseja itse. Tästä voi olla merkittävää hyötyä erityisesti tilanteissa, joissa palvelin joutuu tietoliikenteen kannalta suuren rasituksen alaiseksi. (Mäntylä 2008.)

Työpöytävirtualisointi

Työpöytävirtualisoinnilla tarkoitetaan sitä, että yhdellä fyysisellä palvelimella ajetaan monia käyttöjärjestelmiä joihin käyttäjät ottavat yhteyden etänä. Tästä koituva hyöty on suuri organisaatiossa, koska laitteet, joilla käyttäjät ottavat yhteyttä palvelimella olevaan virtuaalikoneeseen, voivat pelkästään olla näyttö, näppäimistö ja hiiri. Tällä niin kutsutulla Thin Client-tekniikalla yksittäiset työasemat eivät tarvitse enää ollenkaan keskusyksikköä. Kun tällä tekniikalla korvataan esimerkiksi suuria luokkahuoneita koulussa, säästöt ovat merkittävät jo pelkästään virrankulutuksen kannalta. (Mäntylä 2008.)

Sovellusvirtualisointi

Sovellusvirtualisoinnilla tarkoitetaan virtualisointia, joka suoritetaan työasemaan asennettussa virtuaaliympäristössä. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että tavalliseen työasemaan asennetaan jokin tavallinen käyttöjärjestelmä, esimerkiksi Windows 7, johon asennetaan virtualisointiohjelmisto. Virtualisointiohjelmiston kautta voidaan ajaa erillaisia ohjelmia ja sovelluksia. Tämän avulla voidaan myös helposti luoda toisia käyttöjärjestelmiä, jotka sitten käyttävät työaseman fyysistä rautaa. (Mäntylä 2008.)

Tallennusvirtualisointi

Tallennusvirtualisoinnissa fyysiset tallennusmediat yhdistetään virtualisointikerrokseen siten, että kaikkien tallennusmedioiden tallennuskapasiteetti näkyy yhdistettynä yhdeksi isoksi ja joustavaksi tallennusresurssiksi, johon voidaan lisätä tai poistaa lisää tallennustilaa lennosta ilman, että muut resurssit käyttävät toiminnat häiriintyisivät. Tällaista tekniikkaa käyttää SAN eli Storage Area Network. (Mäntylä 2008.)

5.2 Wmwaren virtualisointisovelluksia

VMware on tällä hetkellä yksi suurimpia yrityksiä, joka on erikoistunut suoraan virtualisointiin ja pilvipalveluihin. VMware perustettiin vuonna 1998 Diane Greenen, Mendel Rosenblumin ja Ed Bugnionin toimesta Palo Altossa, Kaliforniassa. Tähän päivään mennessä

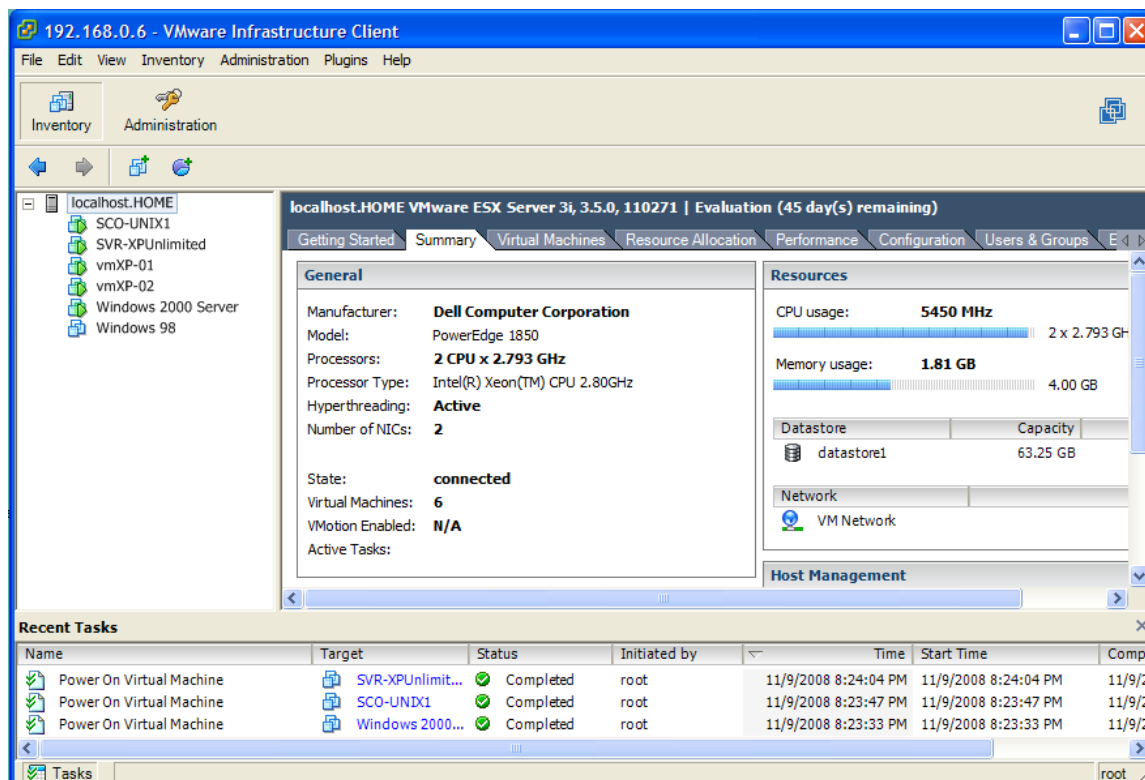
VMware on kasvanut yhdeksi suurimmaksi edelläkävijäksi virtualisointiin keskittyvien ohjelmistojen kehittäjänä. (Siebert 2009; VMware 2011 a.)

VMwaren tuotteet ovat pääasiassa virtualisointiin keskittyviä ohjelmia. Pääasiassa suurin osa ohjelmistoista on palvelinpuolelle erikoistuneita. Mukana myös on paljon ilmaisia sovelluksia, joiden avulla voi tutustua helposti virtualisointiin. Esimerkki tällaisesta ohjelmasta on ESXi. Tällä ohjelmalla kuka tahansa voi luoda virtuaalikoneita omalla tietokoneellaan. Moni sovellus keskittyy pääasiassa palvelinvirtualisointiin ja virtuaalikoneiden luontiin omassa virtuaaliympäristössä. Esimerkki tällaisesta ohjelmasta on ESX. (VMware 2011 a; VMware 2011 b.)

ESX

ESX on VMwaren tarjoama virtualisointiin tarkoitettu sovellus. ESX voidaan asentaa palvelinraudalle siten, ettei se tarvitse allensa palvelinkäyttöjärjestelmää. ESX on tehokas virtualisointityökalu, jolla voidaan virtualisoida helposti suuria määriä erilaisia virtuaalisia työasemia ja palvelimia. ESX ei ole sidottu mihinkään tiettyyn käyttöjärjestelmään vaan sillä voidaan virtualisoida niin Microsoftin luomia käyttöjärjestelmiä kuin myöserilaisia Linuxiin pohjautuvia käyttöjärjestelmiä. Moni VMwaren sovellus tukee toisiaan. Esimerkiksi VMware Workstationilla luotu virtuaalikone voidaan helposti siirtää ESX-ympäristöön. Lyhenne ESX tulee sanoista Elastic Sky X. (VMware 2011 b.)

ESX:stä on olemassa useita versioita. Pelkkä perusversio ESX:stä on ilmaiseksi ladattavissa käyttäjälle, kun taas ESX:n maksullinen yrityskäyttöön valmistettu versio on nimeltään VMware vSphere. Maksullisessa versiossa on tarjolla useita erilaisia kokoonpanoja ohjelmistosta, joita voidaan helposti räätälöidä yrityksen käyttöön. Maksullisessa versiossa myös on laajemmat työkalut palvelimen hallintaan ja esimerkkinä voidaan mainita mukana tuleva työkalu nimeltä vCenter, joka laajentaa ESX:n hallintaa. Maksullisen lisenssin hankinta myös oikeuttaa ostajan saamaan uusimmat versiot ESX:stä. (VMware 2011 b; VMware 2011 c.)



Kuvio 3. Kuvaruutukaappauksessa näkyy vCenter-sovelluksen käyttöliittymä, jolla hallinoidaan VMware ESX-palvelinta. (Jsmoke 2008.)

5.3 Yleisimmät syyt miksi virtualisoidaan

Virtualisoinnin avulla pystytään säästämään rahaa ja aikaa ja suuntaamaan tärkeitä ylläpidollisia resursseja tehokkaammin palveluiden ylläpitämiseen. Virtualisoinnin suosion nousuun 2000-luvulla on monia syitä. Seuraavaksi käydään läpi yleisimmät syyt virtualisoinnin suosion nousuun. (Mäntylä 2008.)

Virtualisoinnin avulla säästetään aikaa. Yrityksessä työskentelevän järjestelmänvalvojan ei tarvitse alkaa pystyttämään uutta palvelinta ja asentaa sitä alusta alkaen itse vaan voi luoda virtuaaliympäristöön oman virtuaalikoneen nopeasti ja asentaa siihen tarvittavat palvelut ja ottaa se käyttöön nopeasti. Aikaa säästyy myös siinä mielessä, että enää testaaminen ei vie paljoa aikaa. Virtuaaliympäristöön voi perustaa omia testiympäristöjä erilaisille kokoonpanoille nopeasti. Vikasietoisuudenkin testaaminen onnistuu tässä vaiheessa helposti. Kun testaaminen on suoritettu, voidaan järjestelmä ottaa suoraan käyttöön. (McCabe 2009.)

Resurssien hallinta helpottuu virtualisoinnin yhteydessä suuresti. Enää ei tarvitse jokaiselle palvelulle pystyttää omaa palvelinta vaan kaikki palvelimet voivat toimia virtuaaliympäristössä. Tämän avulla voidaan säätää tarkasti jokaiselle palvelimelle säädettävät resurssit tarpeiden mukaan. Jos jokaiselle palvelulla olisi oma palvelin, jäisi suuri määrä resursseja hyödyntämättä, koska arvioiden mukaan palvelimet käyttävät ainoastaan 10-15% sille varatusta resursseista ja loput voivat tulla käyttöön ehkä siinä tilanteessa, kun palvelimeen kohdistuu suuri rasitus esimerkiksi verkkoliikenteen kautta. Jos yritys tarvitsee uuden palvelinroolin verkkoonsa, ei se vaadi enää uuden raudan ostamista, jos on jo investoitu tehokkaaseen palvelinrautaan, jolla toimii virtualisointiympäristö. (McCabe 2009.)

Vikasietoisuus kasvaa virtualisoinnin myötä. Erilaisten vikojen testaaminen on mahdollista virtualisoinnin avulla. Myös huoli siitä, että yhden fyysisen palvelimen hajoaminen aiheuttaisi palveluissa ei toivottuja käyttökatkoksia. Virtualisoinnin avulla voidaan myös replikoida kokonaisia konesaleja toiseen paikkaan. Vaikka tiloihin, jossa yrityksen palvelimet ovat, kohdistuisi katastrofi esimerkiksi tulipalon tai luonnonmullistuksen johdosta, voidaan palveluiden ylläpitämistä jatkaa eikä tapahdu käyttökatkosta. (McCabe 2009.)

Taloudellisesti ajateltuna virtualisointi aiheuttaa säästöjä. Vaikka alkuinvestoinnit voivat olla virtualisoinnissa suuremmat, kuin tavallisten palvelimien hankinnassa, tuo se siitä huolimatta säästöjä. Kun aikaa ei enää kulu palveluiden pystyttämiseen niin kauaa kuin perinteisten palveluiden kautta, säästää se aikaa ja rahaa. Koska virtualisoinnissa resurssit kulutetaan tehokkaammin ei tarvita niin suuria määriä fyysisiä palvelimia. Tämä tuo huomattavat säästöt energiankulutuksessa, koska ei tarvitse enää niin paljoa sähköä kuluttavia järjestelmiä. Voidaan siis ajatella, että virtualisointi säästää ympäristöä. Kun vikasietoisuus kasvaa järjestelmässä, se tuo myös säästöjä. Säästöä voi myös syntyä virtualisoinnin ansiosta sellaisissa organisaatioissa, joissa on paljon työasemia. Työpöytävirtualisoinnin ansiosta organisaatio voi jättää työasemahankinnoissa keskusyksiköt kokonaan pois. Työpöytävirtualisoinnin avulla työasemaksi riittää pelkästään näyttö, näppäimistö ja hiiri, joilla otetaan yhteys palvelimella oleviin virtuaalisiin käyttöjärjestelmiin. Työasemalla tallennetut työt päätyvät suoraan organisaation verkossa olevaan datapankkiin ja kun työasema sammutetaan, hävitetään käytetty virtuaalikone lopuksi. Kun työasemaa seuraavan kerran käyttää, luodaan käyttäjälle uusi virtuaalikone ja datapankista hän saa tekemänsä työn takaisin, jota voi jatkaa. (McCabe 2009.)

Virtualisoinnin avulla yrityksellä on mahdollisuus ulkoistaa tietojärjestelmän ylläpito toiselle yritykselle. Nykyaikana on nousevana trendinä käyttää pilvipalveluita ja nämä pilvipalvelut

luodaan virtualisoinnin avulla. Näin yritys voi parhaimmassa tapauksessa säästää suuren määrän rahaa ja aikaa ja keskittyä palveluiden laadun parantamiseen. (Verkkoasema 2011.)

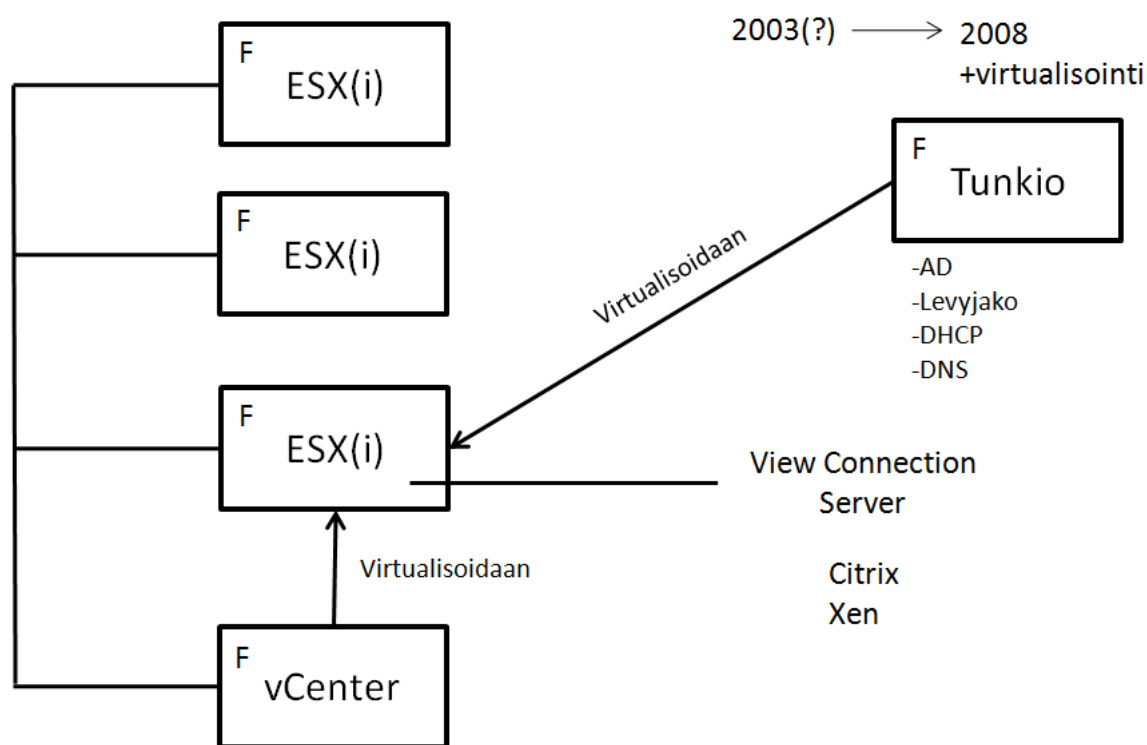
6 KÄYTÄNNÖN TOTEUTUS

Tässä osiossa käydään läpi opinnäytetyön käytännön toteutus. Alussa tullaan selvittämään Kajaanin Ammattikorkeakoulun käyttöjärjestelmälaboratorion lähtötilanne. Tämän jälkeen käydään läpi työtä varten annetut vaatimukset koulun puolelta. Seuraavaksi tullaan käymään läpi työtä varten tehdyt valmistustoimenpiteet. Tämän jälkeen käydään läpi itse käytännön työn asennustoimenpiteineen.

6.1 Lähtötilanne

Kajaanin Ammattikorkeakoulussa on otettu käyttöön virtualisointiympäristö. Virtualisointiympäristöllä voidaan pyörittää Kajaanin Ammattikorkeakoulussa tarvittavia palveluita helposti ja siihen on tarkoitus pystyttää uusia palveluita ja tarjota palveluita ulkopuolisille. Kajaanin Ammattikorkeakoulu myös käyttää tätä virtualisointiympäristöä opetuksessa. Virtualisointiympäristö kootaan, ylläpidetään ja parannellaan oppilaiden johdolla ja täten opiskelijat saavat ainutlaatuista kokemusta virtualisointiympäristöstä ja virtualisointiin liittyvistä työtehtävistä.

Opinnäytetyön alkutilanteessa Kajaanin Ammattikorkeakoulun virtualisointiympäristö oli rakennettu siten, että palvelinräkissä oli kolme fyysistä palvelinta, joihin oli asennettu ESXi-työkalut (kuvio 4.). Tämän lisäksi vCenter-työkalut oli omalla palvelimella. Järjestelmän Domain Controllerina tuolloin oli Tunkio-niminen palvelin, joka oli Windows Server 2003-käyttöjärjestelmän päällä toimiva ratkaisu. Fyysisesti Tunkio on vanha palvelin, joka on toiminut usean vuoden ajan koulun Käyttöjärjestelmälaboratorion Domain Controllerina. Vanhojen komponenttien hajotessa, ympäristön vakaa toiminta voisi vaarantua ja ympäristön saaminen uudestaan toimintakelpoiseksi voisi viedä liikaa aikaa.



Kuvio 4. Tunkio-palvelimen ja ympäristön tilanne ennen toimenpidettä.

6.2 Vaatimukset

Työn suunnitteleminen aloitettiin joulukuussa 2010 Kajaanin Ammattikorkeakoulun käyttö-
päällikön, Mika Moilasen, johdolla. Tuolloin tuli käytyä läpi huolella se, mitä opinnäytetyössä
olla tekemässä ja miksi tämä on tärkeä Kajaanin Ammattikorkeakoulun kannalta.

Vaatimukset opinnäytetyössä olivat selkeät ja tarkkaan rajatut. Kaikki työkalut opinnäytetyön
tekemiseen määrättiin tarkasti ja tästä johtuen opinnäytetyössä ei ollut tarvetta etsiä erilaisia
ratkaisuja. Opinnäytetyölle asetetut vaatimukset ovat seuraavanlaiset: tutustu nykyiseen Tun-
kio-nimiseen Windows Server 2003 palvelimeen, siirrä palvelimen toiminta uudelle Windows
Server 2008 R2-palvelimelle Kajaanin Ammattikorkeakoulun virtuaaliympäristöön, valmiste-
le AD-ympäristö Adprep-työkalulla siirtotoimenpidettä varten, asenna virtuaaliympäristöön
Windows Server 2008 R2-palvelinkäyttöjärjestelmä, siirrä Tunkio-nimisen palvelimen roolit
ja tehtävät virtuaaliympäristössä olevaan Windows Server 2008 R2-palvelimelle, testaa uuden
palvelimen toiminta ja lopuksi kytke onnistuneesti Tunkio irti Kajaanin Ammattikorkeakou-
lun verkosta.

Ajallisia vaatimuksia opinnäytetyön suhteen ei annettu. Toiveena kuitenkin on se, että vanha Tunkio-palvelin saataisiin mahdollisimman nopeasti pois käytöstä vanhentuvan palvelinroutansa takia. Opinnäytetyön aloittaminen ei kuitenkaan välittömästi ollut mahdollista, ennen kuin virtuaaliympäristöön oli suoritettu uuden levyjärjestelmän asennus onnistuneesti loppuun. Myös Kajaanin Ammattikorkeakoulun verkkoon pitää luoda asialliset tunnukset, jotta opinnäytetyötä voidaan tehdä onnistuneesti. Näissä edellä mainituissa asioissa kului aikaa kuitenkin sen verran, että opinnäytetyö voitiin aloittaa kunnolla vasta 2011 tammikuussa.

Koululta saamiin vaatimuksiin sisältyy myös uuden palvelimen nimen muuttaminen edustavamaksi. Vanhan Domain Controllerin nimi on Tunkio ja sen koulu haluaa vaihtaa johonkin muuhun nimeen. Tämä vaatimus tuli tietooni paria päivää ennen viimeistä toimenpidettä opinnäytetyön käytännönsuuden suhteen. Asiasta käytiin lyhyt keskustelu Timo Partasen kanssa ja lopulta päädyttiin siihen, että astronomiset nimet ovat hyviä. Tästä päädyttiin lopulta nimeen Mercurius. Nimi tulee aurinkokunnan ensimmäisestä planeetasta. Tällä nimeämispolitiikalla voidaan helposti nimetä uusia palvelimia KJ-Laboratorion verkkoon siten, että seuraava palvelin olisi nimeltään Venus ja niin edelleen.

6.3 Toimenpide

Itse toimenpide suoritetaan ajankohtana, jolloin käyttöjärjestelmälaboratoriossa ei ole käynnissä opetusta. Tämä johtuu siitä syystä, että työ voi mahdollisesti haitata muiden työskentelyä pahasti. Toimenpiteessä mukana valvoo etenemistä koulun työntekijä, Teppo Kauppinen.

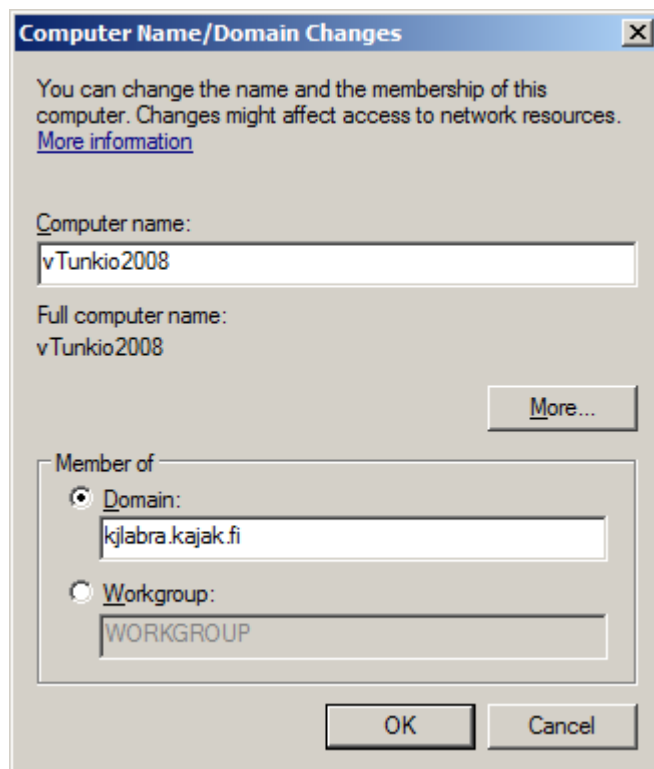
Ensimmäinen asia, mitä toimenpiteessä tarkistetaan heti ensimmäisenä oli se, ettei kukaan ollut käyttämässä KJ-Laboratoriota, kun toimenpidettä aletaan suorittamaan. Tämä voi pahimmassa tapauksessa estää muiden käyttäjien tehokkaan työskentelyn tuotantoympäristössä. Kun tarkistettiin, että valittuna ajankohtana ei muita ihmisiä ole käyttämässä tuotantoympäristöä, voidaan työskentely aloittaa.

Windows Server 2008 R2 palvelin asennetaan Kajaanin Ammattikorkeakoulun virtuaaliympäristön tuotantokäyttöä varten olevaan Production alueelle valmiista virtuaalikoneen Templatesta. Templaten Windows Server 2008 R2 versio tässä tilanteessa on Standard. Windows Server 2008 R2 Standard edition ja Windows Server 2008 R2 Enterprise Edition versioiden eroavaisuuksilla ei tässä vaiheessa ole suurta merkitystä palvelimen toiminnan kannalta.

Templatesta uuden palvelimen asentaminen onnistuu huomattavasti paljon nopeammin, kuin uuden palvelimen asentaminen virtuaaliympäristöön perinteisin keinoin, jossa tarvitaan perinteinen media.

Windows Server 2008 R2 Standard Edition asentui virtuaaliympäristöön ilman ongelmia. Tämän jälkeen tarkistetaan virtuaaliympäristöstä, että uudella virtuaalikoneella on ohjeistusten mukaan riittävä määrä resursseja käytössä. Koululta saatujen ohjeistusten mukaisesti varataan uudelle palvelimelle virtuaaliympäristön resursseista 4 gigatavua RAM-muistia ja tilaa 50 gigatavua. Tämän resurssi-ajan avulla varmistetaan palvelimen toiminta suuremmissakin käyttötilanteissa.

Merkurius käynnistetään tässä vaiheessa ensimmäisen kerran. Heti ensimmäisenä vaihdetaan myös itse virtuaalikoneen nimeksi Mercurius Initial Configuration Tasks -valikosta. Tässä vaiheessa myös liitetään Mercurius KJ-Laboration verkkoon. Tämä liittäminen onnistuu myös Initial Configuration Tasks-valikosta Workgroup kohdasta. Workgroup-kohdasta täp- pä siirretään Domain-kohtaan. Domain-kohtaan kirjoitetaan haluttu verkko, jonka alle tietokone siirtyy. Tässä tapauksessa Domainiksi valitaan KJ-Laboration verkko, joka on ”kjlabora.kajak.fi” (kuvi- o 5.). Nyt tietokone liittyy seuraavalla käynnistyskerralla KJ-Laboration verkkoon ja samalla nimen vaihtaminen astuu voimaan. Tämä myös tarkoittaa sitä, että kun tälle tietokoneelle käyttäjä yrittää kirjautua, tarvitsee hän voimassa olevan tunnuksen KJ-Laboration verkosta.



Kuvio 5. Kuvassa esimerkkitapaus koneen liittämistä toimialueelle.

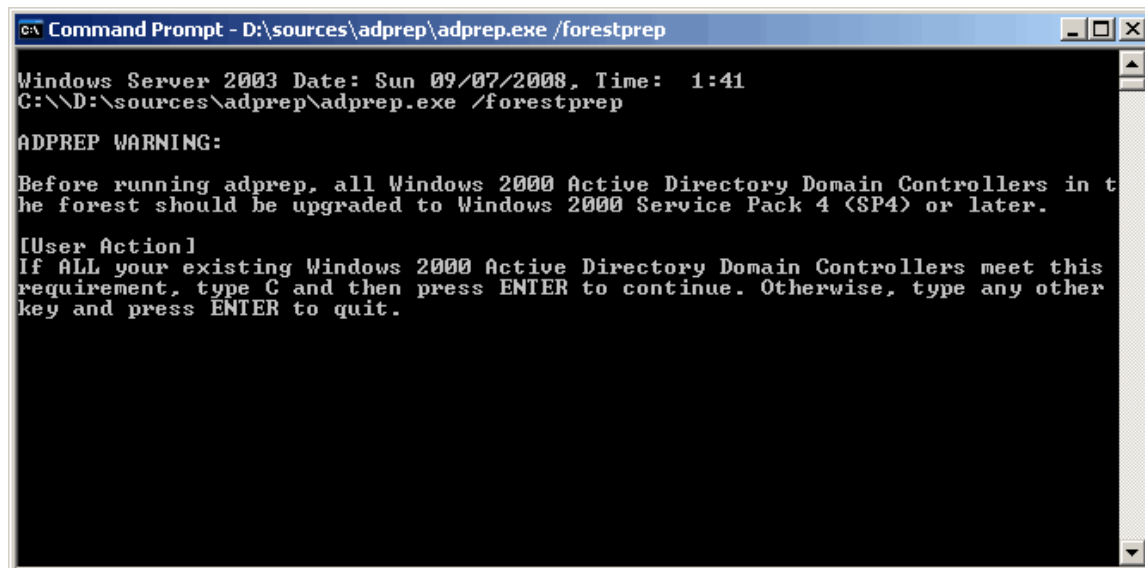
Seuraavaksi AD pitää valmistella forestprep, rodcprep ja domainprep komennoilla, jotta Merkuriukselle voidaan ajaa dcpromo-komento läpi onnistuneesti.

Forestprep, rodcprep ja domainprep komennot onnistuvat siten, että Windows Server 2008 R2 DVD-levy laitetaan kohdekoneen DVD-asemaan ja suoritetaan Windowsin omalla komentorivityökalulla oikeat komennot. Tämä menetelmä kuitenkin ei ole käytettävissä Tunkion kanssa. Syynä tähän on Tunkion vanhat komponentit. Tunkiossa ei ole DVD-asemaa, joten komennon ajaminen DVD-levyltä on mahdotonta. Ratkaisuna tähän ongelmaan on siirtää DVD-levyltä oikeat tiedostot Tunkion kovalevylle verkon kautta.

Kun oikeat tiedostot on siirretty Tunkion kovalevylle, voidaan adprepin forestprep-, rodcprep- ja domainprep-komennot ajaa suoraan kovalevyltä komentorivikomentoa käyttämällä. Komennot Tunkioon on ajettava oikeassa järjestyksessä. Tämä järjestys on seuraava. Ensin suoritetaan forestprep-komento. Tämän jälkeen suoritetaan rodcprep-komento jalo- puksi suoritetaan domainprep-komento.

Adprepin ensimmäinen komento, forestprep, suoritetaan komentorivin kautta. Tunkiolle siirretystä adprep-kansiosta raahataan hiirellä ADPREP.exe komentorivi-ikkunan päälle.

Tämän jälkeen voidaan suorittaa seuraava komento ”adprep /forestprep” (kuvio 6.). Ohjelma kysyy lopullisen varmistuksen komennon suorittamiseksi. Tässä vaiheessa pitää painaa C-näppäintä, jotta haluttu muutos tapahtuu. Muutoksessa kestää muutaman minuutin.



```

C:\ Command Prompt - D:\sources\adprep\adprep.exe /forestprep
Windows Server 2003 Date: Sun 09/07/2008, Time: 1:41
C:\>D:\sources\adprep\adprep.exe /forestprep
ADPREP WARNING:

Before running adprep, all Windows 2000 Active Directory Domain Controllers in the forest should be upgraded to Windows 2000 Service Pack 4 (SP4) or later.

[User Action]
If ALL your existing Windows 2000 Active Directory Domain Controllers meet this requirement, type C and then press ENTER to continue. Otherwise, type any other key and press ENTER to quit.

```

Kuvio 6. Forestprep-komennon suorittaminen komentorivissä. (Petri 2009 b.)

Edellä mainittu toiminta suoritetaan uudestaan kun halutaan suorittaa adprepin seuraava vaihe. Tällä kertaa komentoriville annetaan ”adprep /forestprep” komennon sijaan komento ”adprep /rodprep”. Tämän komennon jälkeen hyväksytään tapahtuvat muutokset painamalla näppäimistöä C-nappia.

Ennen kuin voidaan suorittaa viimeinen adprep komento, täytyy Domain Functional Level nostaa Windows 2000 mixed-tasosta korkeammalle. Tässä tapauksessa nostetaan Domain Functional Level Windows Server 2003-tasolle. Toimialueen Domain Functional Levelin nostaminen onnistuu Active Directory Domain and Trust-ikkunasta. Täältä valitaan haluttu toimialue, eli ”kjlabra.kajak.fi” ja korotetaan Domain Functional Level Windows Server 2003 tasolle ja hyväksytään muutos.

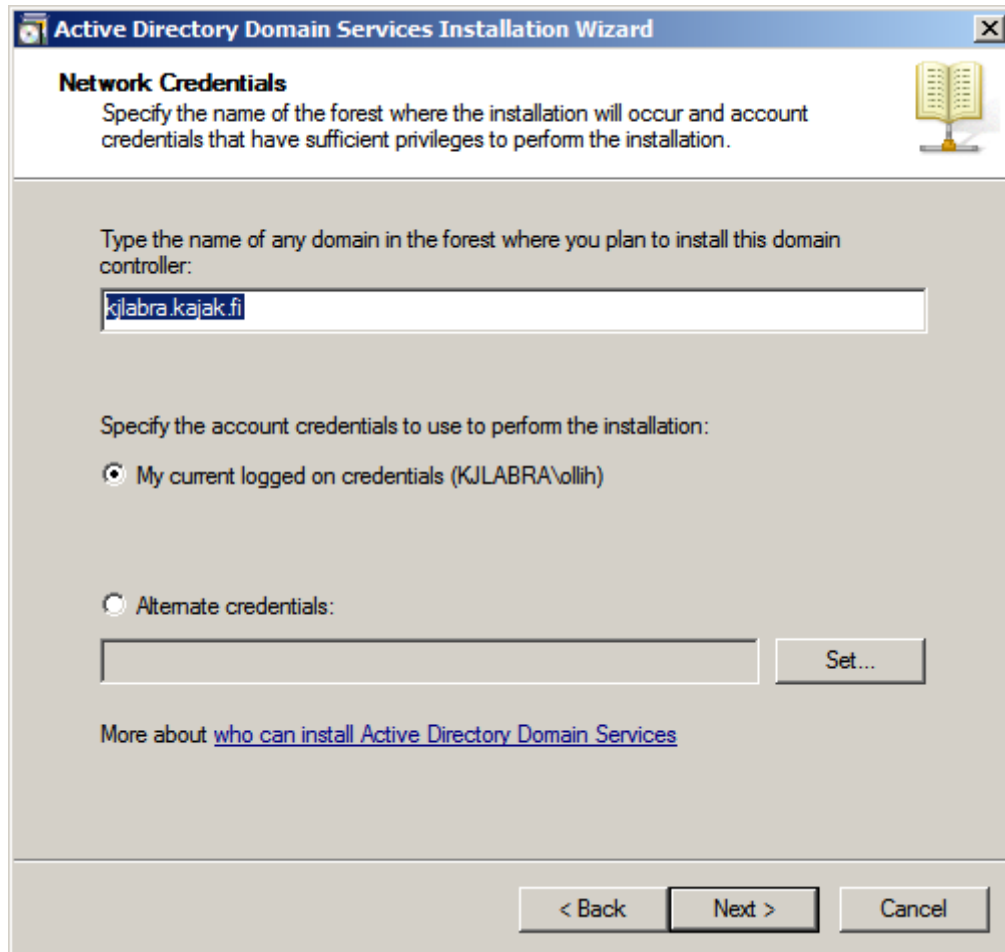
Seuraavaksi voidaan suorittaa adprepin viimeinen vaihe. Menetelmä on sama kuin forestprep komennon kanssa, mutta komento ”adprep /forestprep” korvataan komennolla ”adprep /domainprep”. C-napilla vahvistetaan tuleva muutos. Muutoksen jälkeen voidaan poistua komentorivityökalusta.

Onnistuneen adprep-komentojen jälkeen voidaan siirtyä seuraavaan vaiheeseen. Tässä seuraavassa vaiheessa suoritetaan Dcpromo-komento.

Dcpromo on komento Microsoft Windows Server 2003, Microsoft Windows Server 2003 R2, Microsoft Server Windows 2008 ja Microsoft Windows Server 2008R2 käyttöjärjestelmiin. Dcpromo-komento asentaa kyseiseen tietokoneeseen Active Directory Domain Services-työkalut. Dcpromo-komennolla myös poistetaan tietokoneelle asennettu Active Directory Domain Services-työkalut. (Microsoft 2010.)

Dcpromon asennus Merkuriukselle aloitetaan ajamalla komento ”dcpromo” Windowsin runkomentoriville. Tämän komennon suorittaminen avaa Active Directory Domain Services Installation Wizardin. Wizardin avulla AD:n asentaminen Merkuriukselle onnistuu helposti. Choose a Deployment Configuration-kohdassa valitaan ”Existing forest” ja valitaan “Add a domain controller to an existing domain”.

Network Credentials-kohdassa kirjoitetaan Type the name of any domain in the forest where you plan to install this domain controller-kohtaan “kjlabra.kajak.fi” (kuvio 7.). Tämän jälkeen Select a Domain-vaiheessa varmistetaan tulevaksi domainiksi kjlabra.kajak.fi (forest root domain). Tässä vaiheessa ei ole valittavana muita vaihtoehtoja. Tässä vaiheessa Wizard tarkistaa DNS-asetuksia.



Kuvio 7. Network Credentials-ikkuna Dcpromo-työkalussa.

Additional Domain Controller Options-vaiheessa valitaan Select additional options for this domain controller-kohdasta DNS server ja Global catalog. Tässä vaiheessa Wizard tarkastelee DNS-asetuksia.

Location for Database, LogFiles, and SYSVOL-kohdassa annetaan polkujen olla oletusarvoissa. Nämä polut oletuksena ovat DatabaseFolder-kohdassa C:\Windows\NTDS, Logfilesfolder-kohdassa C:\Windows\NTDS ja SYSVOL folder-kohdassa C:\Windows\SYSVOL.

Seuraavana kohtana Wizardissa tulee vastaan Directory Services Restore Mode Administrator Password-kohta. Kohtaan kirjoitetaan vahva salasana.

Lopulta Wizard näyttää yhteenvedon, jossa voi vielä tarkastella eri asetuksia ennen asennustoimenpidettä. painamalla Next-painiketta, Wizard aloittaa asennuksen. Asennuksessa kestää

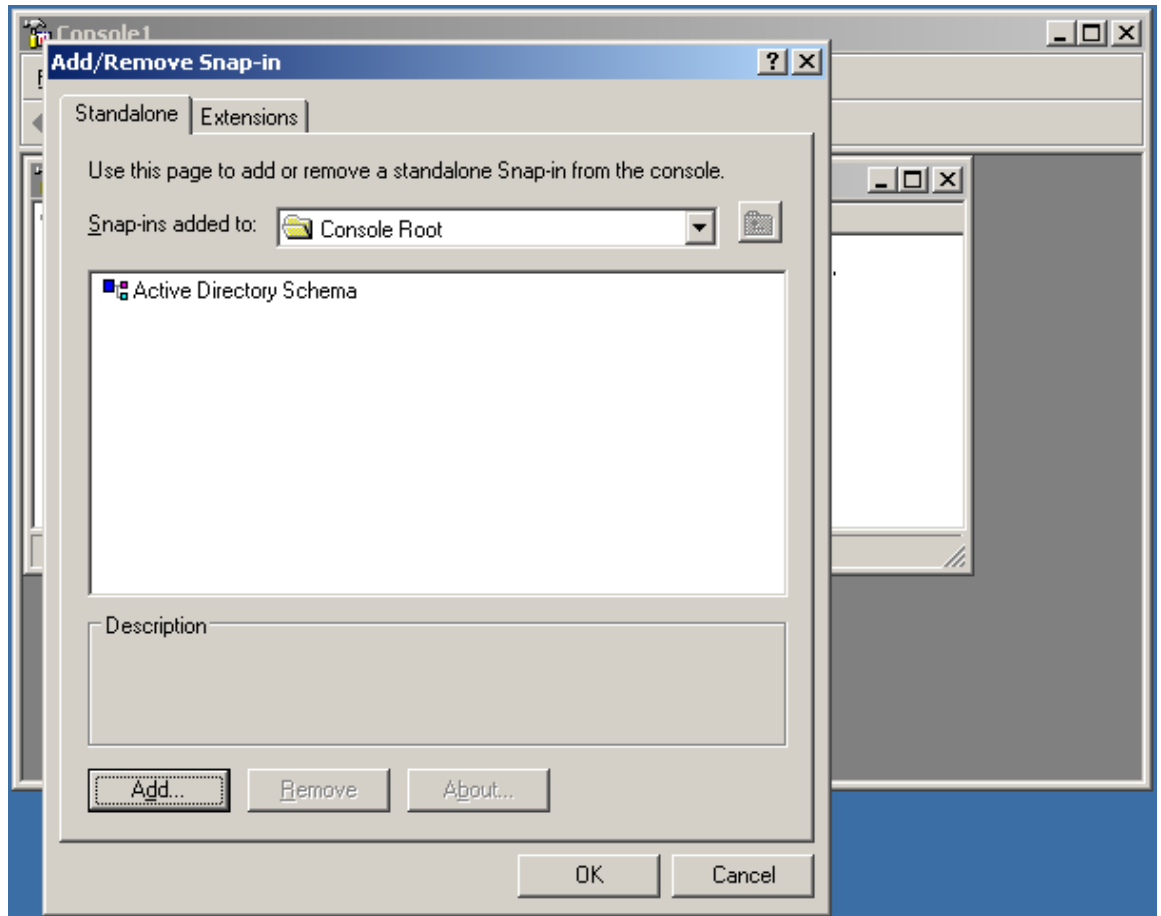
hetken ja tämän jälkeen ilmoittaa, asennus on valmis. Wizardista pääsee pois Finish-painikkeen kautta.

Seuravana vaiheena on siirtää FSMO-roolit tunkiosta Merkuriukseen. Tässä operaatiossa siirtäjän profiili tulee olla AD:n Enterprise Admins ryhmässä. Siirto tapahtuu Tunkion kautta.

Ensimmäisenä siirretään RID-master, PDC Emulator ja Infrastructure Master roolit. Roolien siirto aloitetaan avaamalla Administrative Tools kansiota Active Directory Users and Computers-valikko. Tässä ikkunassa valitaan kone, joka tulee saamaan nämä roolit. Tässä tapauksessa valitaan listalta Merkurius ja painetaan OK. Oikealla hiiren napilla valitaan Active Directory Users and Computers kuvake ja valitaan Operation Masters. Operation Masters ikkunassa on kolme välilehteä, jokaiselle roolille. Jokaisessa välilehdessä käydään painamassa Change-painiketta ja hyväksytään muutokset. Kun halutut muutokset on tehty, poistutaan valikoista.

Seuraavaksi siirretään Domain Naming Master. Roolin siirtäminen aloitetaan avaamalla Active Directory Domains and Trust-valikko Administrative Tools-kansiosta. Tässä vaiheessa valitaan kone, joka saa tämän roolin ja tässä tapauksessa valitaan Merkurius ja painetaan Ok. Tämän jälkeen hiiren oikealla napilla klikataan Active Directory Domains and Trusts kuvaketta. Tarkistetaan että Domain Naming Masterin uusi kone on Merkurius ja painetaan Change nappia ja hyväksytään muutos Ok:lla. Tämän jälkeen poistutaan valikoista hyväksyen mahdolliset muutokset.

Viimeisenä siirretään Schema Master rooli Merkuriukselle. Tämä toimenpide aloitetaan rekisteröimällä Schmmgmt.dll komentorivillä seuraavalla lailla. Valitaan Start valikosta Run ja kirjoitetaan seuraava komento: "regsvr32 schmmgmt.dll" ja kuitataan Ok:lla viesti, joka kertoo, että toimenpide onnistui. Tämän jälkeen kirjoitetaan Run-komentoriville MMC joka avaa MMC Konsoli-ikkunan. Konsolissa valitaan valikosta Add/Remove Snap-in ja valitaan Active Directory Schema ja hyväksytään valinta Ok:lla. Tämän jälkeen hiiren oikealla painikkeella valitaan Active Directory Schema painiketta ja valitaan Operation Masters (kuvio 8.). Tässä vaiheessa tarkistetaan, että siirron kohteena on Merkurius ja painetaan Change ja hyväksytään muutos. Tämän jälkeen voidaan poistua valikoista.



Kuvio 8. MMC Konsoliin liitetään Add/Remove Snap-in-työkalulla Active Directory Schema.

Tässä vaiheessa ollaan päästy tilanteeseen, jossa Tunkion kaikki FSMO-roolit on siirrettyä uudelle Domain Controllerille eli tässä tapauksessa Merkuriukselle.

Toimenpiteen tarkistaminen suoritetaan nopeasti kahdella erilaisella tavalla. Ensimmäinen tapa on tarkistaa Merkurius-palvelimen Eventlogista, että ei syntynyt mitään virhettä. Eventlogia pääsee selaamaan kirjoittamalla windowsin Käynnistä-valikon hakukenttään Event Viewer. Tässä vaiheessa aukeaa ikkuna, josta pääsee tarkastelemaan Windowsin logitiedostoja. Windows Logs kansioista tutkitaan logitiedostot ja tarkistetaan, ettei virheitä ole päässyt syntymään. Logitiedostoihin ei ole kirjautunut virheitä asennuksesta ja roolien siirrosta.

Seuraavaksi poistetaan vanha Tunkio-palvelin toimialueelta. Poistaminen suoritetaan avaamalla ”Start”-valikosta run-painike. Tähän syötetään dcpromo-komento, joka aloittaa Active Directoryn poistamiseen tarkoitetun ohjelman. Ohjelma pyytää varmistamaan, Global catalog on toisella toimialueen ohjauspalvelimella ennen poistamista. Global catalog on tässä

vaiheessa Merkuriuksella, joten Ok:lla jatketaan. Ohjelma kysyy, että onko tämä palvelin viimeinen ohjauspalvelin toimialueella. Koska palvelin ei ole enää viimeinen ohjauspalvelin, ei laiteta täppää kohtaan ”This server is the last domain controller in the domain” ja jatketaan painamalla next. Seuraavaksi määritellä koneelle uusi Administrator-tunnus ja jatketaan painamalla next. Lopulta nähdään loppuveto valinnoista ja painetaan next, jolloin postaminen alkaa. Kun poisto-operaatio on suoritettu, käynnistetään kone uudelleen.

Lopulta kone poistetaan kjabra.kajak.fi toimialueelta. Tämä tapahtuu valitsemalla hiiren oikealla painikkeella ”My computer”-kuvaketta ja valitsemalla valikosta properties. System Properties valikosta valitaan ”Computer name”-välilehti. Seuraavaksi painetaan Change-painiketta jolloin avautuu ”Computer Name/Domain Chages”-ikkuna. Täältä valitaan Member of-kohdasta ”Workgroup” ja painetaan Ok. Administrator käyttäjätunnuksella hyväksytään muutokset. Nämä asetukset astuvat voimaan koneen uudelleenkäynnistämisen jälkeen. Kun kone on käynnistynyt uudelleen ja asetukset ovat astuneet voimaan, voidaan kone sammuttaa ja poistaa käytöstä.

Tässä vaiheessa käytännöntoteutus on suoritettu onnistuneesti.

7 POHDINTA

Opinnäytetyön tekeminen omalle kohdalle on todella silmiä avaava kokemus ja yksittäisenä prosessina todella mielenkiintoinen.. Pelkästään se, että koulussa opittuja taitoja pääsi kokeilemaan käytännössä ensimmäistä kertaa omillaan, oli omalle kohdalle suuri etu. Siinä missä omalla kohdalla työharjoittelussa ei päässyt kunnolla säätämään palvelimia eikä edes nähnyt vilautakaan kunnollisesta palvelinvirtualisoinnista, tarjosi opinnäytetyö molemmat.

Tämä työ oli siinä mielessä haastava projekti, että käytännöntoteutus suoritettiin ennen teoriaosuuden kirjoittamista. Tästä aiheutui se ikävä asia, että kaikkia mahdollisia työhön liittyviä asioita ei ehtinyt kunnolla tutkia. Tähän on syynä fyysisen Tunkio-palvelimen vanhuus. Jos Tunkio-palvelin olisi kokenut laitevian ja mennyt sen johdosta rikki, olisi opinnäytetyö mahdollisesti vaarassa romuttua kokonaan. Mutta tämä asia oikeastaan nosti omaa itsevarmuutta tämän alan työtehtävissä, koska pystyi suorittamaan käytännöntoteutuksen vaikka ei ollut kunnolla perehtynyt teoriaan, joka opinnäytetyön teoriaosuudessa käydään lopulta läpi.

Microsoftin tarjoamiin palvelinratkaisuihin tuli tutustuttua hyvin ja nykyään kovassa nousussa olevaan virtualisointiin VMware ESX-ratkaisun kautta. Virtualisoinnin hyödyllisyys oli tullut opittua koulun tunneilla hyvin, mutta silti se pääsi yllättämään opinnäytetyön aikana. Esimerkkinä voidaan mainita se asia, mikä ei opinnäytetyössä tullut missään vaiheessa ilmi, että käytännöntyö suoritettiin aluksi virtuaalisessa testiympäristössä alusta loppuun, ennen kuin se suoritettiin käytössä olevaan työympäristöön. Myös erilaisten virtualisointityökalujen kanssa tuli käytyä läpi vaiheita, jotka eivät olleet opinnäytetyön kannalta oleellisia, mutta joiden käyttö oli itselle todella opettava kokemus. Esimerkkinä voidaan mainita VMware Converter, jolla voidaan virtualisoida käytössä oleva palvelin virtuaaliympäristöön.

Opinnäytetyö ei ollut projektina täydellinen. Merkittävänä seikkana voitaisiin mainita käytännöntyön suorittamisen jälkeen se, että varmistusta ei tapahtunut sillä tavalla, miten sen tulisi tapahtua oikeasti. Tämä tarkoittaa sitä, että uusi virtuaalinen Domain Controller, Mercurius, toimii nyt tässä tilanteessa yksin. Jos työ olisi haluttu tehdä viimeisen päälle oikein, oltaisiin ympäristöön asennettu toinen Domain Controller. Tämä lisäisi toimintaympäristön vikasetoisuutta. Nyt riskinä on se, että jos virtuaalinen Domain Controller kokee jonkun vian, voi verkon toiminta vaarantua, koska varalla ei ole palvelinta, joka tulisi käyttöön ja ylläpitäisi rooleja pystyissä siihen asti, kunnes vika saataisiin korjattua. Opinnäytetyön kirjallisessa osuu-

LÄHTEET

- Apple 2011. OS X Lion Server. <http://www.apple.com/macosx/server/> (Luettu 13.11.2011)
- Biasci, L & Carrel, S.W. 2000. DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol). <http://searchunifiedcommunications.techtarget.com/definition/DHCP> (Luettu 5.10.2011)
- Dedicated Server School 2009. Server Operating Systems: Linux or Windows? <http://www.serverschool.com/dedicated-servers/server-operating-systems-linux-or-windows/> (Luettu 13.11.2011)
- Dedicated Server School 2010. Popular Server Operating Systems. <http://www.serverschool.com/dedicated-servers/popular-server-operating-systems/> (Luettu 13.11.2011)
- Hess, K. 2010. The Top 10 Linux Server Distributions. <http://www.serverwatch.com/columns/article.php/3900711/The-Top-10-Linux-Server-Distributions.htm> (Luettu 13.11.2011)
- Hall, J. 2010. ADMT Guide: Migrating and Restructuring Active Directory Domains. Webdokumentti. Saatavilla: <http://www.microsoft.com/download/en/details.aspx?displaylang=en&id=19188> (Luettu 25.11.2011)
- Humphrys, M. 2011. Mainframe / Server operating systems (multi-user). <http://www.computing.dcu.ie/~humphrys/Notes/OS/os.server.html> (Luettu 13.11.2011)
- Jsmoke. 2008. Re: Install on a Dell PowerEdge 1850 freezes. <http://communities.vmware.com/servlet/JiveServlet/showImage/2-1094890-4340/ESXi-Dell1850.png> (Luettu 14.11.2011)
- Kivimäki, J. 2004. Active Directory verkkohallinta. Helsinki: IT Press

- McCabe, L. 2009. What is Virtualization, and Why Should You Care?
<http://www.smallbusinesscomputing.com/testdrive/article.php/3819231/What-is-Virtualization-and-Why-Should-You-Care.htm> (Luettu 5.9.2011)
- Microsoft 2007 e. Windows 2000 Active Directory FSMO roles.
<http://support.microsoft.com/kb/197132> (Luettu 8.2.2011)
- Microsoft 2010. Dcpromo. <http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc732887%28WS.10%29.aspx> (Luettu 20.11.2011)
- Microsoft 2011 b. A history of Windows. <http://windows.microsoft.com/en-US/windows/history> (Luettu 7.9.2011)
- Microsoft 2011 a. Domain Name System. <http://technet.microsoft.com/en-us/network/bb629410> (Luettu 4.10.2011)
- Microsoft 2011 c. Hyper-V Overview. <http://www.microsoft.com/en-us/server-cloud/windows-server/hyper-v-overview.aspx> (Luettu 2.11.2011)
- Microsoft 2011 d. Active Directory. <http://technet.microsoft.com/en-us/library/bb742424.aspx#XSLTsection122121120120> (Luettu 7.10.2011)
- Microsoft 2011 e. Active Directory Migration Tool version 3.2.
<http://www.microsoft.com/download/en/details.aspx?id6=8377> (Luettu 25.11.2011)
- Minasi, M. 2002. DNS and Active Directory. <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms954396.aspx> (Luettu 23.11.2011)
- Mäntylä, J-M. 2008. Virtualisointi mullistaa tietotekniikan.
<http://www.tietoviikko.fi/cio/virtualisointi+mullistaa+tietotekniikan/a192316>
(Luettu 19.2.2011)
- Petri, D. 2009 a. Understanding FSMO Roles in Active Directory.
http://www.petri.co.il/understanding_fsmo_roles_in_ad.htm (Luettu 12.3.2011)
- Petri, D. 2009 b. Windows Server 2008 ADPREP. <http://www.petri.co.il/windows-server-2008-adprep.htm> (Luettu 20.10.2011)

Savolainen, M & Takasuo, S. 2008. Domain Name System.

http://www.cs.uku.fi/~haataja/tlt2008/Takasuo_Sami_Savolainen_Mikko_DNS.pdf (Luettu 4.10.2011)

SearchEnterpriseLinux 1997. BSD (Berkeley Software Distribution).

<http://searchenterpriselinux.techtarget.com/definition/BSD> (Luettu 13.11.2011)

Siebert, E. 2009. A brief history of VMware.

<http://itknowledgeexchange.techtarget.com/virtualization-pro/a-brief-history-of-vmware-2/> (Luettu 11.11.2011)

Tech-FAQ 2011. Understanding Server Roles. <http://www.tech-faq.com/understanding-server-roles.html> (Luettu 27.9.2011)

Verkkoasema 2011. Pilvipalvelut (Cloud computing).

<http://www.verkkoasema.fi/pilvipalvelut> (Luettu 13.11.2011)

VMware 2011 a. Company. <http://www.vmware.com/company/> (Luettu 11.11.2011)

VMware 2011 b. Get Easy-to-Use Production-Ready Virtualization.

<http://www.vmware.com/products/vsphere-hypervisor/overview.html> (Luettu 11.11.2011)

VMware 2011 c. VMware vSphere Hypervisor FAQs.

<http://www.vmware.com/products/vsphere-hypervisor/faq.html> (Luettu 12.11.2011)

Webobedia 2010 a. Server. <http://www.webopedia.com/TERM/S/server.html> (Luettu 20.9.2011)

Webobedia 2010 b. DNS. <http://www.webopedia.com/TERM/D/DNS.html> (Luettu 4.10.2011)

Webobedia 2010 c. Virtualization.

<http://www.webopedia.com/TERM/V/virtualization.html> (Luettu 25.10.2011)

