

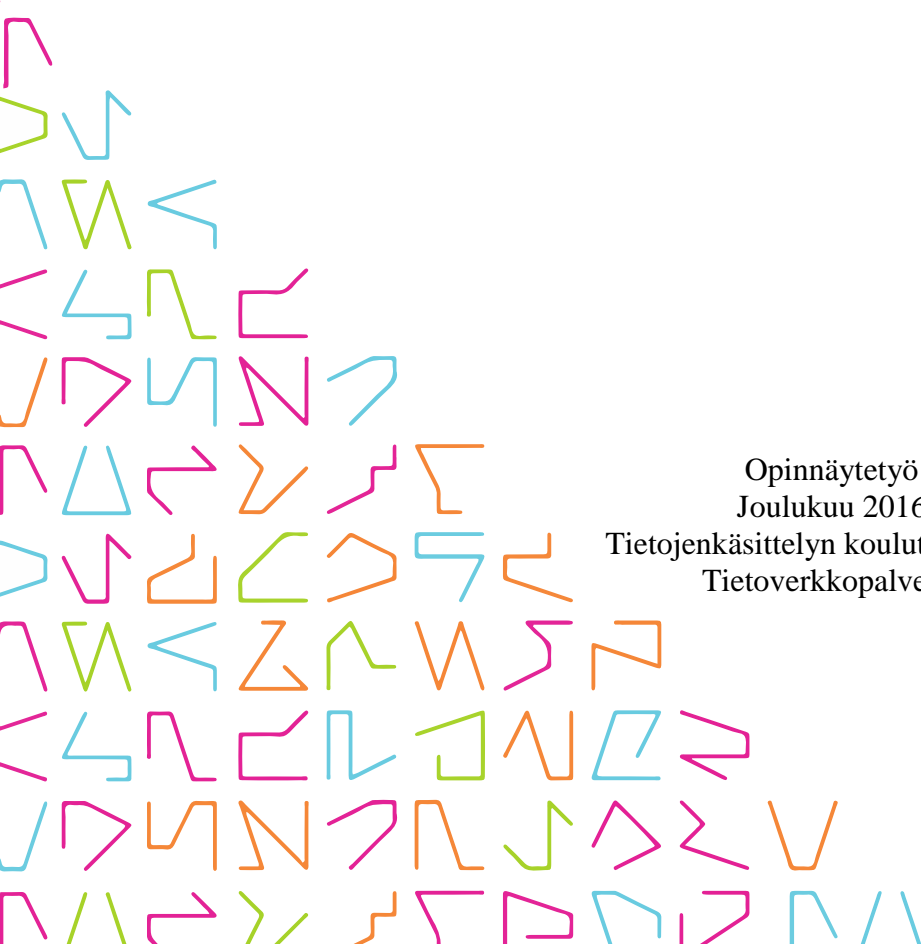


TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

# INFRASTRUKTUURIPALVELIMEN VAIHTAMINEN WINDOWS SERVER - YMPÄRISTÖSSÄ

Aleksi Prykäri

Opinnäytetyö  
Joulukuu 2016  
Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma  
Tietoverkkopalvelut



## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma  
Tietoverkkopalvelut

PRYKÄRI, ALEKSI:

Infrastruktuuripalvelimen vaihtaminen Windows Server -ympäristössä

Opinnäytetyö 27 sivua  
Joulukuu 2016

---

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää toimenpiteet infrastruktuuripalvelimen vaihtamiseen Windows Server -ympäristössä. Tarkoituksena oli toteuttaa vaihtotoimenpide pienessä paikallisverkossa. Lisäksi tarkoituksena oli tuottaa tietoa eri infrastruktuuripalveluiden siirtämiseen käytetyistä menetelmistä sekä verrata niitä etenkin korkean tavoitettavuuden ja vikasietoisuuden näkökulmista.

Työn käytännön toteutus tehtiin TAMK:n tietojenkäsittelyn koulutusohjelman sisäiseen WPK-verkkoon. Projekti jaettiin infrastruktuuripalveluiden mukaisiin vaiheisiin ja toteutettiin palvelu kerrallaan. Tutkimusraportissa kuvattu prosessinkulku on sama kuin mikä itse työssä oli.

Raportissa selvitetään lukijalle teoreettisesti, mitä IT-infrastruktuurilla ja infrastruktuuripalvelimella tarkoitetaan. Tämän lisäksi esitellään opinnäytetyössä käsiteltävät infrastruktuuripalvelut sekä infrastruktuuripalveluiden eri siirtotapoja infrastruktuuripalvelimelta toiselle yksityiskohtaisemmin palvelu kerrallaan. Raportissa käsitellään myös opinnäytetyön onnistumista ja tuloksia.

Lopputuloksena tutkimusraportti muodostaa tiiviin tietolähteen rajatusta aiheesta, joka on kuitenkin omassa kategoriassaan erittäin tärkeä. Raportissa pohditaan myös työssä kohdattuja ongelmia sekä suunnittelun tärkeyttä korkeaa tavoitettavuutta ja vikasietoisuutta tavoiteltaessa.

---

Asiasanat: it-infrastruktuuri, infrastruktuuripalvelin, windows server, korkea tavoitettavuus, vikasietoisuus

## **ABSTRACT**

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

**PRYKÄRI, ALEKSI:**  
Migrating an Infrastructure Server in Windows Server Environment

Bachelor's thesis 27 pages  
December 2016

---

The objective of this thesis was to determine the tasks to perform a migration of a Windows Server infrastructure server. The purpose was to do the migration in a small local area network and produce information about the migration process of different infrastructure services especially from the perspective of high availability and fault tolerance.

The project was done in a small local area network called WPK inside Tampere University of Applied Sciences. The project was split into separate tasks according to the infrastructure services. The course of process presented in this thesis is the same as in the project itself.

This thesis is divided into parts so that the reader will first be introduced to the theory of IT infrastructure and infrastructure servers. Second, the infrastructure services that were dealt with in the project are introduced. The migration process of each service is addressed after the theory section. Finally, the successes and results of the project are covered.

In the end, this thesis forms a compact information package of a highly specific subject that, in its own category, is still very important. Potential problems and the importance of planning when trying to accomplish a fault tolerant and a highly available system are also covered in the end of the thesis.

---

Key words: it infrastructure, infrastructure server, windows server, high availability, fault tolerance

## SISÄLLYS

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1   | JOHDANTO.....  | 6  |
| 2   | INFRASTRUKTUURIPALVELIN .....                                | 7  |
| 2.1 | Infrastruktuurin määritelmä .....                            | 7  |
| 2.2 | Infrastruktuuripalvelut Windows Server -ympäristössä .....   | 7  |
| 3   | ACTIVE DIRECTORY DOMAIN SERVICES JA DOMAIN NAME SYSTEM ..... | 10 |
| 3.1 | Siirtoa alustavat toimenpiteet.....                          | 10 |
| 3.2 | Palveluiden siirtotoimenpiteet .....                         | 11 |
| 3.3 | Testaus ja ylläpito .....                                    | 14 |
| 4   | DYNAMIC HOST CONFIGURATION PROTOCOL .....                    | 17 |
| 4.1 | Siirtoa alustavat toimenpiteet.....                          | 17 |
| 4.2 | Palvelun siirtotoimenpiteet .....                            | 18 |
| 4.3 | Testaus ja ylläpito .....                                    | 19 |
| 5   | WINDOWS SERVER UPDATE SERVICES .....                         | 21 |
| 5.1 | Siirtoa alustavat toimenpiteet.....                          | 21 |
| 5.2 | Palvelun siirtotoimenpiteet .....                            | 22 |
| 5.3 | Testaus ja ylläpito .....                                    | 24 |
| 6   | POHDINTA.....  | 26 |
|     | LÄHTEET.....   | 27 |

**LYHENTEET JA TERMIT**

|            |   |
|------------|---|
| AD DS      | Active Directory Domain Services, Active Directory hakemistopalvelun domain-palvelut  |
| DNS        | Domain Name System, järjestelmä, jota käytetään verkkolaitteiden paikallistamiseen ja nimeämiseen TCP/IP-verkoissa  |
| DHCP       | Dynamic Host Configuration Protocol, protokolla, jota käytetään esimerkiksi IP-osoitteiden automaattiseen jakoon verkkolaitteille                                   |
| GPO        | Group Policy Object, Active Directoryssä käytettävä politiikkadokumentti, jolla voidaan säätää asetuksia GPO:n vaikutusalueen käyttäjätileihin sekä tietokoneisiin  |
| IETF       | The Internet Engineering Task Force, laaja monikansallinen yhteisö, joka huolehtii internetarkkitehtuurin kehittymisestä sekä Internetin sujuvasta käytettävyydestä |
| PowerShell | Windowsin tehtäväpohjainen komentorivi shell-ohjelma  |
| RFC        | Request for Comments, IETF:n julkaisemia dokumentteja, jotka sisältävät teknisiä ja järjestöllisiä muistiinpanoja internetin toiminnasta                            |
| TCP/IP     | Transmission Control Protocol/Internet Protocol, Internet-protokollapino  |
| WSUS       | Windows Server Update Services, ohjelma, joka mahdollistaa organisaation sisäisen päivitysten hallinnan ja jakamisen Windows-työasemille                            |

## 1 JOHDANTO

Organisaation sisäiseen IT-infrastruktuuriin on aina mukava lisätä laitteita ja palveluita helpottamaan työntekoa tai lisäämään tuottavuutta. Siinä missä uusien tekniikoiden ja palveluiden käyttöönotto on toki tärkeää, on myös syytä muistaa, että luotettava, vikasietoinen ja korkeasti tavoitettava IT-infrastruktuuri rakentuu jatkuvan ja pitkäjänteisen ylläpidon varaan. Uusista palveluista tai tekniikoista ei ole mitään hyötyä, jos pohjarakenne ei ole kunnossa.

Yksi ylläpidon tärkeistä tehtävistä on se, että IT-infrastruktuuri on ajantasainen ja päivittyvä. Opinnäytetyö pohjautuu tähän tehtävään, koska sen lopputuloksena on fyysisesti uudelle palvelimelle siirretty infrastruktuuripalvelin, joka on kriittisessä asemassa organisaation IT-infrastruktuurin toiminnan kannalta.

Tutkimusraportin tavoitteena on selvittää lukijalle ne toimenpiteet, joilla saavutetaan infrastruktuuripalvelimen vaihto Windows Server -ympäristössä. Opinnäytetyön tarkoituksena oli toteuttaa infrastruktuuripalvelimen vaihto pienehkössä paikallisverkossa. Lisäksi tarkoituksena oli tuottaa eri palveluiden siirtotoimenpiteistä lisätietoa erityisesti korkean tavoitettavuuden ja vikasietoisuuden näkökulmista.

Tutkimusraportissa infrastruktuuripalvelimen siirrettävät palvelut on rajattu neljään. Nämä palvelut ovat *Active Directory Domain Services*, *Domain Name System*, *Dynamic Host Configuration Protocol* sekä *Windows Server Update Services*. Kyseiset palvelut ovat Windows-pohjaisen IT-infrastruktuurin toiminnan kannalta tärkeimpiä, joten siksi rajaus on toteutettu näin.

Raportissa käsiteltävien palvelimien käyttöjärjestelmät olivat Windows Server 2012 R2 ja verkkolaitteiden käyttöjärjestelmät Cisco IOS. Lukijan oletetaan tuntevan kyseiset käyttöjärjestelmät, koska niiden yksinkertaisimpia käyttöominaisuuksia ei selitetä.

## 2 INFRASTRUKTUURIPALVELIN

### 2.1 Infrastruktuurin määritelmä

IT-infrastruktuuri määritellään niiksi laitteiksi, ohjelmiksi, tiloiksi sekä palveluiksi, jotka mahdollistavat organisaation liiketoimintajärjestelmien ja IT-palveluiden olemassaolon (Gartner 2016). IT-infrastruktuurilla siis mahdollistetaan organisaation sisäisten informaatioteknologisten laitteiden ja palveluiden yhteentoiminta.

Infrastruktuuripalvelin ylläpitää palveluita, jotka osaltaan mahdollistavat IT-infrastruktuurin olemassaolon. Tämä tarkoittaa, että infrastruktuuripalvelin on kiinteä osa IT-ympäristön olemassaoloa, toimintaa tai hallintaa, eikä ilman sitä IT-infrastruktuuri olisi toimiva. Osa infrastruktuuripalvelimen palveluista voivat olla IT-infrastruktuurin toiminnan kannalta kriittisempiä kuin toiset.

### 2.2 Infrastruktuuripalvelut Windows Server -ympäristössä

Windows Server -ympäristössä kriittisesti IT-infrastruktuurin toimintaan vaikuttavia palveluita ovat *Active Directory Domain Services*, *Domain Name System* sekä *Dynamic Host Configuration Protocol*. Näiden lisäksi hallintaan ja ylläpitoon liittyy kiinteästi *Windows Server Update Services* -palvelu. Yhdessä nämä palvelut muodostavat infrastruktuuripalvelimen ytimen, joka mahdollistaa IT-infrastruktuurin käyttäjien käyttäjätilien hallinnan ja varmentamisen, palvelinten ja työasemien yhteentoimimisen, TCP/IP-asetusten jakamisen työasemille sekä Windows-ympäristön päivitysten ja korjausten hallinnan. Listattujen palveluiden lisäksi infrastruktuuripalvelimella voi olla myös muita palveluita, mutta opinnäytetyössä keskitytään vain näihin neljään.

*Active Directory Domain Services (AD DS)* on Microsoftin kehittämä hakemistopalvelu, joka mahdollistaa domain-nimisten organisatoristen jaoksien luomisen. Tätä domainia ohjaa Windows Server -ympäristössä vähintään yksi palvelin, jota kutsutaan *Domain Controlleriksi*. Hakemistopalveluna AD DS -palvelu tarjoaa tietolähteen verkon resursseista, johon verkon käyttäjät, tietokoneet ja ohjelmistot pääsevät käsiksi. Tämän lisäksi AD DS -palvelun yksi tärkeimmistä tehtävistä on tarjota todennus- ja valtuutuspalveluita verkon resursseille. Todennus- ja valtuutuspalveluita hyödynnetään esimerkiksi käyttäjän kirjautuessa työasemalle. AD DS -palvelu on ollut kiinteänä osana Windows Server -käyttöjärjestelmäperhettä Windows 2000 Server -käyttöjärjestelmästä lähtien (Zacker 2013, 371). AD DS -palvelu onkin Windows-ympäristön kannalta kaikkein tärkein palvelu, koska se hallinnoi kaikkia verkon työasemia ja käyttäjiä.

*Domain Name System (DNS)* on järjestelmä, jota käytetään TCP/IP-verkoissa tietokoneiden ja verkkopalveluiden nimeämiseen ja paikallistamiseen. DNS hyödyntää toiminnassaan käyttäjäystävällisiä nimiä, jotka se tarvittaessa kääntää muuksi tiedoksi, kuten IP-osoitteeksi (TechNet 2014). Alkuperäisesti DNS määritellään IETF:n RFC-standardeissa 882 ”*Domain Names: Concepts and Facilities*” ja 883 ”*Domain Names: Implementation Specification*”, mutta myöhemmin nämä dokumentit on päivitetty RFC-standardeissa 1034 sekä 1035 (Zacker 2013, 335). Windows Server -ympäristössä DNS linkittyy AD DS -palveluun, koska AD DS -palvelu vaatii toimiakseen DNS-palvelimen, jolla on *Service Location (SRV)* -resurssi. SRV-resurssi voi olla esimerkiksi DNS-palvelin -palvelu Windows Serverillä (Zacker 2013, 350).

*Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)* on protokolla, joka määrittää automaattisesti verkon tietokoneille IP-osoitteen sekä muita TCP/IP-asetuksia kuten aliverkonpeitteen sekä oletusyhdykäytävän. Asetukset myönnetään nimiavaruudesta, jota myös kutsutaan *scopeksi*. DHCP myös kerää asetukset takaisin itselleen, kun ne eivät ole enää käytössä (Zacker 2013, 299). Asetusten takaisinkerääminen voi tapahtua esimerkiksi silloin, kun asetusten *lease*-aika on kulunut loppuun. *Lease*-aika on se aika, joksi DHCP-palvelin myöntää luovutetut asetukset kullekin tietokoneelle. DHCP-protokolla pohjautuu *Bootstrap Protocol* -protokollaan. RFC-standardit 2131 ”*Dynamic Host Configuration Protocol*” sekä 2132 ”*DHCP Options and BOOTP Vendor Extensions*” määrittävät DHCP:n IETF:n standardiksi (TechNet 2016).



*Windows Server Update Services (WSUS)* on Microsoftin kehittämä ohjelma, joka mahdollistaa organisaation sisäisen päivitysten ja korjausten hallinnan ja jakamisen. Idea WSUS-palvelun takana on se, että satojen työasemien päivittäminen yksitellen on lähes mahdoton tehtävä ylläpidolle. Lisäksi päivitysten yhtäaikainen lataaminen vaikuttaa verkon toimintaan negatiivisesti (Regan 2013, 47). WSUS-palvelin toimii tässä tilanteessa työasemien ja *Microsoft Updaten* välissä. Yksinkertaisimmillaan tämä tarkoittaa sitä, että organisaatiolla on yksi WSUS-palvelin, joka lataa päivitykset ja korjaukset *Microsoft Updaten* kautta ja jakaa tarvittavat päivitykset sekä korjaukset verkon työasemille ylläpitäjän valitsemana ajankohtana. Tämän lisäksi WSUS-palvelimelta ylläpitäjä voi esimerkiksi päättää tiettyjen päivitysten hyväksymisen tai hylkäämisen.

### 3 ACTIVE DIRECTORY DOMAIN SERVICES JA DOMAIN NAME SYSTEM

#### 3.1 Siirtoa alustavat toimenpiteet

Infrastruktuuripalvelimen vaihto aloitetaan AD DS sekä DNS -palveluiden siirrolla, koska ne ovat Windows-infrastruktuurin toiminnan kannalta tärkeimmät palvelut. AD DS ja DNS -palvelut toimivat lähiverkossa kiinteästi keskenään esimerkiksi eri tietokoneiden välisessä kommunikoinnissa, joten palveluiden siirto tapahtuu samanaikaisesti.

Ennen AD DS ja DNS -palveluiden siirtoa, tulee varmistaa, että uudella infrastruktuuripalvelimella ovat oikeat IP-osoitteet verkkokortillaan ja, että yhteys vanhan infrastruktuuripalvelimen ja uuden infrastruktuuripalvelimen välillä toimii. Lisäksi tulee varmistaa, että palvelin on lisätty osaksi *Active Directory* -domainia.

Uudelle infrastruktuuripalvelimelle voidaan asentaa *Active Directory Domain Services* ja *DNS Server* -roolit, kun ollaan varmistuttu siitä, että uusi infrastruktuuripalvelin on toimivana osana *Active Directory* -domainia. Roolit asennetaan *Server Manager* -ohjelman *Add Roles and Features* -kohdasta. Vaihtoehtoisesti roolien asentamiseen voidaan käyttää palvelimella paikallisesti PowerShellia. Tällöin käytettävä komento on:

```
Install-WindowsFeature -name AD-Domain-Services  
-IncludeManagementTools
```

(Zacker 2013, 392). Microsoft suosii Windows Server 2012 -asennuksissa graafista *Server Manager* -ohjelmaa (Zacker 2013, 382). Kokeneelle ylläpitäjälle komentojen käyttö on kuitenkin edelleen tuettu.

## 3.2 Palveluiden siirtotoimenpiteet

### 3.2.1 Domain Controllerin asennus graafisessa ympäristössä

Palveluiden siirto aloitetaan tekemällä uudesta infrastruktuuripalvelimesta ensin *Domain Controller*. Tämä suoritetaan valitsemalla *Server Manager* -ohjelman yläpalkista ilmoituksen alta ”*Promote this server to a domain controller*”, joka tulee näkyviin sen jälkeen kun AD DS sekä DNS Server -roolit ovat asennettu.

Tämän jälkeen aukeaa ikkuna, jonka ensimmäisellä välilehdellä valitaan ”*Add a domain controller to an existing domain*”, tarkennetaan domainin nimi sekä annetaan käyttäjätunnus, jolla valtuutetaan *Domain Controllerin* monistaminen. Tämän jälkeen aukeavalla *Domain Controller Options* -välilehdellä valitaan ”*Domain Name System (DNS) server*” sekä ”*Global Catalog (GC)*”. Tällä välilehdellä tarkennetaan siis, että myös DNS-palvelu siirtyy uudelle palvelimelle. Lisäksi välilehdellä annetaan *Directory Services Restore Mode (DSRM)* -salasana siltä varalta, ettei ylläpitäjän käyttäjätunnuksilla pääse kirjautumaan palvelimelle.

Seuraavaksi aukeavalla *DNS Options* -välilehdellä tulee mitä luultavimmin virheilmoitus: ”*A delegation for this DNS server cannot be created...*”. Tämä johtuu siitä, ettei asennus kykene luomaan DNS-delegaatioita ylemmän tason DNS-palvelimelle. Jos ylemmän tason delegaatiota ei tarvitse tai palvelimen ei tarvitse näkyä Internetiin, tästä ei koidu ongelmia. Muussa tapauksessa ylemmän tason delegaatio on syytä tehdä tai teettää.

*Additional Options* -välilehdellä valitaan *Domain Controller*, jolta *Active Directoryn* kohteet halutaan kopioida. Jos aiempia infrastruktuuripalvelimia on useita, ei lähdepalvelimen valinnalla ole käytännössä väliä, koska *Active Directory* kopioi kohteet automaattisesti palvelinten välillä. Mikäli kopioinnissa on ongelmia, on kuitenkin syytä valita palvelin, jonka *Active Directorystä* löytyy kaikki tarvittavat *Active Directory* -kohteet.

*Paths*-välilehdellä voi määrittää tietokannalle, lokitiedostoille sekä SYSVOL-kansiolle uuden polun. Erityisesti lokitiedostojen keräyskohde on syytä selvittää hyvin etukäteen, koska yleensä lokitiedostoja kerätään kokonaan omalle lokipalvelimelle. Seuraavaksi aukeavalta *Review Options* -välilehdeltä näkee annetut asetukset. Mikäli jotain asetusta täytyy muuttaa, tulee se tehdä tässä vaiheessa.

Tämän jälkeen Windows Server 2012 R2 tekee *Prerequisites Check* -tarkistuksen, jonka tulokset aukeavat omalle välilehdelleen. Ellei tarkistus onnistu, tulee tulokset lukea tarkasti läpi ja tehdä tarvittavat korjaukset. Mikäli tarkistus onnistuu, voidaan palvelimen monistaminen aloittaa painamalla *Install*-painiketta. Asennuksen jälkeen AD DS -palvelu uudelleenkäynnistyy.

### 3.2.2 Domain Controllerin asennus komentorivipohjaisessa ympäristössä

Vaihtoehtoisesti *Domain Controller* -asennus voidaan toteuttaa myös *ADDSDeployment*-moduulilla PowerShellissa. Tätä keinoa käytettäessä komento on:

```
Install-AddForest -DomainName <domainin nimi>
```

Lisäksi automatisoituun asennukseen voidaan hyödyntää *Dcpromo.exe*-ohjelmaa komennolla:

```
Dcpromo.exe /unattend
```

*ADDSDeployment*-moduuli on virallisesti *Dcpromo.exe*-ohjelman korvaaja eikä *Dcpromo.exe* ole enää osa uudempia Windows Server -käyttöjärjestelmiä (Mathers 2016). Vikasietoisuuden vuoksi on siis suositeltavaa hyödyntää joko *Server Manager* -ohjelman graafista ympäristöä tai PowerShellin *ADDSDeployment*-moduulia.

Monimutkaisen asennuksen PowerShellilla voi toteuttaa myös siten, että hyödyntää graafista Windows Server 2012 -asennusta skriptin luomiseen. Tässä tapauksessa *Review Options* -välilehdellä valitaan ”*View Script*”, jolloin käyttöjärjestelmä avaa uuteen ikkunaan PowerShell-skriptin, jolla vastaava asennus voidaan suorittaa PowerShellissa (Zacker 2013, 393). Tämä helpottaa ylläpitäjän työtä etenkin, jos *Domain Controller* -asennus tulee toteuttaa useille eri palvelimille tai palvelimet ovat *Server Core* -asennuksia, jolloin graafinen käyttöjärjestelmä ei ole tuettu. Skriptiä käytettäessä korkean tavoitettavuuden ja vikasietoisuuden kriteerit täyttyvät, koska asennuksissa käytetyt asetukset ovat samat.

### 3.2.3 Verkkolaitteiden ja muiden palvelinten konfigurointi

Ennen testaus ja ylläpitotoimenpiteitä tulee varmistaa verkkolaitteiden sekä muiden palvelinten konfigurointi. Esimerkiksi Ciscon verkkolaitteille DNS-palvelimen osoite vaihdetaan globaalissa konfigurointitilassa seuraavilla komennoilla:

```
ip name-server xxx.xxx.xxx.xxx (IPv4) ja
ip name-server
xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx (IPv6)
```

(Cisco 2013). Erityisen tärkeää korkean tavoitettavuuden kannalta on muistaa muuttaa kaikille palvelimille staattiset DNS-palvelinten IP-osoitteet, mikäli niitä ei muilla keinoin siirretä. Muuten DNS-kyselyt eivät löydä palvelimia, eikä niihin siksi pääse käsiksi DNS:n avulla. DNS-palvelinten IP-osoitteille on Windows-käyttöjärjestelmissä tavallisesti kaksi IP-osoitepaikkaa. Siksi on järkevää vaihtaa toinen DNS-palvelimen IP-osoite uuteen ja jättää toinen osoittamaan vanhaan DNS-palvelimeen. Jos verkkoon lisätään vielä vikasietoisuuden vuoksi toinen DNS-palvelin, voi vanhaan DNS-palvelimeen osoittavan IP-osoitteen vaihtaa tällöin. Tämän lisäksi on muistettava muuttaa DHCP:n jakamia DNS-palvelimiin viittaavia asetuksia vastaamaan uutta tilannetta.

### 3.3 Testaus ja ylläpito

#### 3.3.1 Palveluiden toiminnan varmistaminen

Testaaminen kannattaa aloittaa varmistamalla, että tarvittavat DNS sekä *Active Directory* -objektit ovat monistuneet uudelle palvelimelle. Tämän voi tehdä *DNS Manager* -ohjelmasta sekä esimerkiksi *Active Directory Administrative Center* -ohjelmasta. Vaihtoehtoisesti Powershellissa voi hyödyntää komentoja ”*Get-ADObject*” (TechNet 2016) sekä ”*Get-DnsServerResourceRecord*” (TechNet 2015).

Lisäksi kannattaa varmistaa, ettei uudella DNS-palvelimella ole ohjaajina entisiä DNS-palvelimia. Jos näin on, tulee ohjaajista poistaa vanhat DNS-palvelimet. Vanhojen DNS-palvelimien ohjaajista koituu ongelmia erityisesti siinä vaiheessa, kun vanhat DNS-palvelimet poistetaan verkosta eivätkä ne enää ohjaa DNS-kyselyitä minnekkään. Jos uusi DNS-palvelin vielä tässä vaiheessa ohjaa DNS-kyselyitä vanhoille palvelimille, ei vastausta tule, eikä DNS toimi halutulla tavalla. Verkkolaitteilta ja palvelimilta voidaan poistaa vanhaan DNS-palvelimeen viittaavat asetukset, kun uuden DNS-palvelimen toiminta on varmistettu.

#### 3.3.2 Flexible Single Master Operations -roolien siirtäminen

Ennen vanhan infrastruktuuripalvelimen alentamista *Domain Controller* -roolista, tulee *Flexible Single Master Operations (FSMO)* -roolit siirtää uudelle palvelimelle. *RID Master*, *PDC Emulator* ja *Infrastructure Master* -roolien siirron voi suorittaa *AD Users and Computers* -välilehdeltä painamalla *action*-painiketta ja valitsemalla ”*Operations Masters*”. *Domain Naming Master* -roolin siirron pääsee suorittamaan *AD Domains and Trust* -välilehdeltä painamalla *action*-painiketta ja valitsemalla ”*Operations Master*”. *Schema Master* -roolin siirto tulee puolestaan suorittaa käyttäen komentokehoteella *Ntdsutil*-ohjelmaa. *Ntdsutil*-ohjelmalla käytettävät komennot ovat:

```
roles
connections
connect to server <palvelimen nimi>
quit
transfer schema master
```

Kaikki FSMO-roolit voidaan siirtää samaan tapaan hyödyntäen *Ntdsutil*-ohjelmaa, mutta *PDC Emulator* -roolia siirtäessä ei käytetä komentoa "*transfer pdc emulator*", vaan komentoa "*transfer pdc*" (Microsoft 2016). Ylläpitäjälle yksinkertaisin ratkaisu on siis hyödyntää *Ntdsutil*-ohjelmaa kaikkien FSMO-roolien siirtoon, koska sitä joka tapauksessa joutuu käyttämään.

### 3.3.3 Vanhan Domain Controllerin poistaminen

Ennen vanhan *Domain Controller* -palvelimen poistoa IT-infrastruktuurista, tulee varmistaa tarkoin, että uusi *Domain Controller* on kopioinut itselleen kaikki *Active Directory* -kohteet. Lisäksi tulee varmistaa, että verkon työasemat saavat siihen yhteyden.

Vanhan infrastruktuuripalvelimen voi alentaa *Domain Controller* -roolista *Server Manager* -ohjelman kohdasta "*Remove Roles and Features*". Tämän jälkeen valitaan "*Active Directory Domain Services*" ja "*Remove Features*". Lopuksi klikataan kohtaa "*Demote this Domain Controller*". Pelkkä *Domain Controller* -roolin alentaminen ei vielä poista palvelimelta *Active Directoryn* domain-palveluita, vaan palvelimen uudelleenkäynnistyksen jälkeen tulee nämä palvelut vielä poistaa erikseen *Remove Roles and Features* -välilehden kautta.

PowerShellilla *Domain Controller* -palvelimen alentamisen voi suorittaa komennolla:

```
Uninstall-ADDSDomainController -ForceRemoval  
-LocalAdministratorPassword <järjestelmänvalvojan  
salasana>  
-Force
```

(Zacker 2013, 398).

### 3.3.4 Active Directoryn varmuuskopiointi

Ylläpitoon liittyen, erityisesti vikasietoisuuden näkökulmasta, on tärkeää ottaa *Active Directorystä* varmuuskopio heti, kun on todennettu sen toiminta. Varmuuskopion saa luotua *Windows Server Backup* -työkalulla, jonka saa asennettua *Add Roles and Features* -työkalua käyttäen (Regan 2013, 528). Varmuuskopioita on syytä säilyttää infrastruktuuripalvelimesta erillään. Vikasietoisuuden kannalta parhaassa tapauksessa varmuuskopiot olisivat jopa kokonaan eri paikassa. Sen lisäksi, että *Active Directorystä* ottaa varmuuskopion heti sen toiminnan varmistuttua, lukeutuu hyviin käytäntöihin automaattisten varmuuskopioiden ajoittaminen. Automaattiset varmuuskopiot saa ajoitettua *Windows Server Backup* -työkalun *Action*-valikosta kohdasta ”*Backup Schedule*” (Regan 2013, 531-533).

Vaihtoehtoisesti *Active Directorystä* voi ottaa varmuuskopion komentokehotetyökalulla *wbadmin*. Tällöin käytetty komento on:

```
wbadmin start systemstatebackup -backupTarget:  
<varmuuskopion kohdeosio>
```

(TechNet 2014).



## 4 DYNAMIC HOST CONFIGURATION PROTOCOL

### 4.1 Siirtoa alustavat toimenpiteet

DHCP on IT-infrastruktuurin kannalta kriittinen protokolla, koska sillä jaetaan verkon työasemille tarvittavat TCP/IP-asetukset, jotta työasemat pystyvät kommunikoimaan muiden verkon resurssien kanssa. Jos kyseessä on laaja paikallisverkko, on DHCP-palvelin luultavimmin omana palvelimenaan joko keskitetyssä DHCP-infrastruktuurissa, jaetussa DHCP-infrastruktuurissa tai näiden välimaastoon sijoittuvassa hybridi DHCP-infrastruktuurissa (Zacker 2013, 309-311). Pienessä paikallisverkossa on järkevää keskittää DHCP infrastruktuuripalvelimelle.

Kuten AD DS ja DNS -palveluidenkin kanssa, on syytä pohtia tarkkaan tarvitaanko verkkoon kaksi DHCP-palvelinta. Korkean tavoitettavuuden ja vikasietoisuuden vuoksi kannattaa toteuttaa DHCP-palvelun kanssa pienessä paikallisverkossa *split scope* -asennus. Tässä mallissa kahden DHCP-palvelimen välille nimitetään tehtävät siten, että ensisijainen DHCP-palvelin jakaa 80 prosenttia IP-osoiteavaruudesta ja toissijainen DHCP-palvelin jakaa jäljelle jäävät 20 prosenttia IP-osoiteavaruudesta (Regan, Baker, Lorge, Stevens & Watson 2014, 244). Pienessä paikallisverkossa tämä on järkevää toteuttaa kahden infrastruktuuripalvelimen kanssa.

Ennen DHCP-palvelun siirtoa, tulee palvelimelle asentaa *DHCP Server* -rooli. Asennuksen voi suorittaa joko *Server Manager* -ohjelman *Add Roles and Features* -työkalulla tai PowerShellillä käyttäen komentoa:

```
Install-WindowsFeature DHCP [-ComputerName  
<palvelimen nimi>]
```

(Zacker 2013, 313). Asennuksen jälkeen konfiguroidaan *DHCP post-install wizard* -ohjelmalla DHCP-palvelun turvaryhmät sekä tarpeen vaatiessa DHCP-palvelun valtuuttaminen. Asennuksen ja konfiguroinnin jälkeen tulee *DHCP Server* -palvelu uudelleenkäynnistää *Services*-työkalulla ennen kuin se toimii.

## 4.2 Palvelun siirtotoimenpiteet

Itse DHCP-palvelun siirtoon on kaksi mahdollista tapaa: migraation tekeminen tai varmuuskopion siirto. Migraation tekemisessä käytetään apuna siihen tarkoitettua työkalua, mutta se on mahdollisesti alttiimpi ongelmille kuin varmuuskopion siirto. Varmuuskopion siirto puolestaan on työläämpi menetelmä, koska siinä DHCP-palvelun IP-osoiteavaruuksien varmuuskopiot siirretään käsin uudelle palvelimelle. Tämän jälkeen jokainen IP-osoiteavaruus otetaan käyttöön yksitellen, joka tarkoittaa runsaasti käsin tehtävää työtä. Varmuuskopion siirrossa mahdolliset ongelmat ovat kuitenkin eristettävissä yhteen IP-osoiteavaruuteen kerrallaan, joten ongelmat eivät vaikuta koko verkkoon samanaikaisesti. Korkean tavoitettavuuden näkökulmasta varmuuskopion siirto on varmempi keino toteuttaa tehtävä.

Varmuuskopion siirtäminen aloitetaan ottamalla lähdepalvelimen DHCP:stä varmuuskopio painamalla *DHCP Manager* -ohjelman *Action*-valikon *Backup*-painiketta. Tämän jälkeen varmuuskopiolle valitaan haluttu polku lähdepalvelimelta, jonka jälkeen se voidaan siirtää esimerkiksi verkkolevylle tai fyysiselle medialle. Kohdepalvelimella varmuuskopio siirretään polkuun %SystemRoot%\System32\dhcp\backup, josta se sitten otetaan käyttöön *DHCP Manager* -ohjelman *Action*-valikon työkalulla ”*Restore*”.

Varmuuskopion siirron jälkeen kohdepalvelimen aktiiviset IP-osoiteavaruudet otetaan pois käytöstä ja varmistetaan, että IP-osoiteavaruuksissa sekä *Server Option* -asetuksissa on ajantasaiset DNS-palvelimen IP-osoitteet. Mikäli näitä asetuksia ei ole muistanut muuttaa DNS-palvelimen vaihdon yhteydessä, on ne syytä muuttaa tässä vaiheessa.

Tarvittaville verkkolaitteille on päivitettävä *DHCP Relay* -toiminnon asetukset, jotta ne välittävät uuden DHCP-palvelimen DHCP-kyselyitä verkossa eteenpäin. Esimerkiksi Ciscon IOS:lla asetukset määritetään tarvittaviin liitännöihin komennoilla:

```
ip helper-address xxx.xxx.xxx.xxx (IPv4) ja
ipv6 dhcp relay destination
xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx (IPv6)
```

(Teare, Vachon & Graziani 2015, 385).

Verkkolaitteiden asetusten päivityksen jälkeen lähdepalvelimen IP-osoiteavaruudet voidaan ottaa pois käytöstä yksitellen samaan aikaan, kun kohdepalvelimella vastaava IP-osoiteavaruus otetaan käyttöön. Samalla tulee DHCP:n toimintaa testata IP-osoiteavaruuskohtaisesti. Tällä varmistetaan, että mahdolliset ongelmat vaikuttavat vain yhteen IP-osoiteavaruuteen kerrallaan.

Mikäli DHCP-palvelun *split scope* -asennusta ei olla aiemmin toteutettu, voi sen toteuttaa DHCP-palvelun siirron jälkeen. Yksinkertaisin tapa toteuttaa *split scope* on käyttää *Split-Scope Wizard* -ohjelmaa. *Server Manager* -ohjelman *Tools*-valikosta valitaan ”*DHCP*”, joka avaa DHCP-konsolin. DHCP-konsolissa klikataan hiiren oikealla painikkeella haluttua IP-osoiteavaruutta ja valitaan ”*Advanced*”. *Advanced*-valikosta valitaan kohta ”*Split-Scope*”, joka avaa *DHCP Split-Scope Configuration Wizard* -ohjelman. Tämän jälkeen *split scope* -asennuksen voi toteuttaa seuraten *Wizard*-ohjelman ohjeita (Regan ym. 2014, 244). *Split scope* -asennus tulee toteuttaa kaikille IP-osoiteavaruuksille, jotka halutaan mukaan *split scope* -asennukseen.

### 4.3 Testaus ja ylläpito

DHCP-palvelun IP-osoiteavaruuksien toimintaa voi testata esimerkiksi IP-osoiteavaruuden aliverkossa olevalla Windows-työasemalla. Työasemalla avataan komentokehote ja syötetään seuraavat komennot:

```
ipconfig/release ja  
ipconfig/renew
```

Ensimmäinen komento poistaa työaseman kaikista yhteysliittimistä asetukset ja toinen taas uudistaa asetukset. Jos yhteysliittimien asetusten *DHCP Server* -kohdassa on uusi DHCP-palvelin, toimii DHCP-palvelu halutulla tavalla, mutta jos asetuksia ei tule lainkaan tai DHCP-palvelin on edelleen vanha, on asetuksissa ongelmia. Verkkolaitteilta ja palvelimilta voidaan poistaa vanhaan DHCP-palvelimeen osoittavat asetukset, kun ollaan varmistettu DHCP-palvelun toimivuus.

Työasemien tulisi päivittää DHCP-asetuksensa automaattisesti uudelta DHCP-palvelimelta *lease*-ajan kuluttua. Jos näin ei kuitenkaan tapahdu, voi asetuksia yrittää uusia käsin käyttäen yllä mainittuja komentoja komentokehoteessa. Ylläpidollisesta näkökulmasta DHCP-palvelusta on hyvä ottaa varmuuskopio heti siirron valmistuttua. Varmuuskopion ottaminen on kuvattu luvussa 4.2.

## 5 WINDOWS SERVER UPDATE SERVICES

### 5.1 Siirtoa alustavat toimenpiteet

WSUS-palvelu on IT-infrastruktuurin kannalta tärkeä palvelu, koska se pitää verkon työasemat ajantasalla päivityksien suhteen. Päivitykset ja korjaukset ovat yksi kriittisimmistä asioista Windows-ympäristössä tietoturvan ja vikasietoisuuden näkökulmista. WSUS-palvelu helpottaa järjestelmänvalvojan työtä päivityksien jaossa ja seurannassa. Se mahdollistaa esimerkiksi päivitysten asennuttamisen työajan ulkopuolella, jottei verkossa ilmene ylimääräistä liikennettä tuotannon kannalta kriittisenä aikana. Lisäksi sen avulla on mahdollista testata päivityksiä ja korjauksia rajoitetussa ympäristössä ennen kuin ne hyväksyy jaettavaksi tuotantoverkkoon (Regan 2013, 47). Päivitysten testaus on tärkeä tekijä vikasietoisuuden ja korkean tavoitettavuuden kannalta.

Ennen WSUS-palvelun siirtoa, tulee kohdepalvelimelle luoda kansio WSUS-päivityksille mieluiten mahdollisimman juureen valittua osiota. PowerShellilla kansion voi luoda komennolla:

```
New-Item -Path <polku> -Name <nimi>  
-ItemType Directory
```

(TechNet 2013). Tämän jälkeen palvelimelle asennetaan *Add Roles an Features* -asennustyökalulla *Windows Server Update Services* -rooli. Vaihtoehtoisesti asennuksen voi suorittaa PowerShellilla käyttäen komentoa:

```
Install-WindowsFeature -Name UpdateServices  
-IncludeManagementTools
```

(The Scripting Guys 2013).

Roolin asennuksen jälkeen klikataan *Launch Post-Installation tasks* -kohdasta ja odotetaan asennuksen jälkeisten tehtävien valmistumista. PowerShellissa asennuksen jälkeiset tehtävät voi laukaista oikeassa kansiossa komennolla:

```
.\wsusutil.exe postinstall  
CONTENT_DIR= <päivityksille luodun kansion polku>
```

(The Scripting Guys 2013). Tehtävien tilan kehitystä voi seurata *Notifications*-kohdasta *Server Manager* -ohjelmassa.

Vaihtoehtoisesti WSUS-asennuksessa voi käyttää ulkoista SQL-palvelinta päivitysten tallennuspaikkana. Tällöin graafisessa asennuksessa asennuksen jälkeisissä tehtävissä määritetään WSUS-palvelin tallentamaan päivitykset SQL-palvelimelle. PowerShellilla käytetään ”*Install-WindowsFeature*”-komennossa ylimääräistä parametria ”*Services,UpdateServices-DB*”. Asennuksen jälkeisissä tehtävissä puolestaan määritetään kohdepolun lisäksi SQL-palvelin lisäämällä komenttoon ”*SQL\_INSTANCE\_NAME= <sql-palvelimen nimi>*” (The Scripting Guys 2013).

## 5.2 Palvelun siirtotoimenpiteet

Asennuksenjälkeisten tehtävien valmistuttua, avataan *Tools*-välilehdeltä ”*Windows Server Update Services*” ja navigoidaan polkua Update Services\<<palvelimen nimi>\Options. *Options*-välilehdeltä valitaan *WSUS Server Configuration Wizard* -asennustyökalu.

Asennustyökalussa määritetään kohdepalvelin *downstream replica* -palvelimeksi ja osoitetaan se kopioimaan WSUS-tiedot lähdepalvelimelta, joka tässä tapauksessa on vanha WSUS-palvelin. Tämän jälkeen valitaan ”*Start connecting*”. Yhteyden muodostuttua asennustyökalun lopussa, valitaan ”*begin the initial synchronization*” ja ”*finish*”. Yhteyksien nopeudesta ja WSUS-tietokannan koosta riippuen synkronointi voi viedä kauankin aikaa. PowerShellilla synkronoinnin voi toteuttaa komennolla:

```
Set-WsusServerSynchronization -UssServerName  
<upstream palvelimen nimi>
```

(TechNet 2016).

Synkronoinnin päätyttyä, uudelle WSUS-palvelimelle pitäisi olla synkronoitunut kaikki vanhan WSUS-palvelimen hyväksytyt päivitykset, hyväksymättä olevat päivitykset sekä tietokoneryhmät. Yksittäiset tietokoneet eivät vielä tässä vaiheessa synkronoidu, koska ne lähettävät tilanneraportin vain *Group Policy Object (GPO)*:lla määritettyyn kohteeseen, joka on oletettavasti vielä vanha WSUS-palvelin. Vanha WSUS-palvelin ei puolestaan jaa tietoa tietokoneista *downstream replica* -palvelimille.

Seuraavaksi tulee muuttaa uuden WSUS-palvelimen konfiguraatioasetukset vastaamaan vanhan WSUS-palvelimen konfiguraatioasetuksia. Tätä varten pitää ensin *Options*-välilehden kohdasta ”*Update Source and Proxy Server*” poistaa asetus ”*This is a replica of the upstream server*” sekä vaihtaa asetus ”*Synchronize from another Windows Server Update Services server*” asetukseksi ”*Synchronize from Microsoft Update*”. PowerShellilla käytetään jälleen ”*Set-WsusServerSynchronization*”-komentoa, mutta - ”*UssServerName*”-parametrin sijaan, käytetään parametria ”*SyncFromMU*” (TechNet 2016). Tämän jälkeen tulee käydä *Options*-välilehden asetukset läpi ja vaihtaa ne vastaamaan vanhan WSUS-palvelimen asetuksia.

Lopuksi tulee muokata GPO:ta, jolla WSUS-palvelimen tiedot jaetaan työasemille. GPO:n asetusta ”Specify intranet Microsoft update service location” muokataan siten, että kohtiin ”Set the intranet update service for detecting updates” ja ”Set the intranet statistics server” tulee uuden WSUS-palvelimen tiedot vanhan WSUS-palvelimen tietojen tilalle. Tiedot syötetään muodossa `http://palvelimen_nimi.domainin_nimi.fi:porttinumero`. GPO:n asetukset löytyvät polusta `Computer Configuration\Policies\Administrative Templates\Windows Components\Windows Update`.

### 5.3 Testaus ja ylläpito

Uuden WSUS-palvelimen toimintaa tulee seurata siten, että kaikki domainiin kuuluvat työasemat tulevat näkyviin *WSUS Management* -konsoliin sekä saavat hyväksytyt päivitykset ajallaan. Työasemien ilmaantumiseen voi kulu jonkin aikaa, mutta sitä voi vauhdittaa työasemien uudelleenkäynnistyksellä tai ”*GPUUpdate*”-komentokehotekomennolla. PowerShellilla työasemien ilmaantumista voi seurata komennolla:

```
Get-WsusComputer -All
```

(Regan 2013, 68). Vanhalta WSUS-palvelimelta voidaan riisua tarvittaessa WSUS sekä IIS -roolit, kun uuden WSUS-palvelimen toiminta on varmistettu.

WSUS-palvelun perus ylläpidollisiin tehtäviin kuuluu uusien päivitysten ja korjausten hyväksyminen ja hylkääminen sekä niiden testaaminen. Päivityksiä voi hyväksyä tai hylätä *Windows Server Update Services* -työkalun kohdasta ”*Updates*” klikkaamalla hiiren oikealla painikkeella haluttuja päivityksiä ja valitsemalla ”*Approve*” tai ”*Decline*”. Hyväksymisen jälkeen uuteen ikkunaan aukeaa valintaikkuna, jossa voi määrittää tietokoneryhmän, jolle päivitys hyväksytään (Regan 2013, 72-75). Tässä vaiheessa voi siis määrittää päivityksen hyväksymisen ensin niin sanotulle testikoneryhmälle, jos sellainen on aiemmin luotu. Vikasietoisuuden vuoksi kaikki hyväksytyt päivitykset olisi syytä testata testikoneryhmällä ennen niiden levittämistä tuotantoverkkoon.



Powershellilla päivitysten hyväksymisen voi suorittaa komennolla:

```
Get-WsusUpdate -Classification All -Approval  
Unapproved -Status FailedOrNeeded |  
Approve-WsusUpdate -Action Install  
-TargetGroupName <tietokoneriuhmän nimi>
```

Päivitysten hylkäämisessä vaihdetaan komento *"Approve-WsusUpdate"* komennoksi *"Deny-WsusUpdate"* (Regan 2013, 75).

## 6 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää toimenpiteet infrastruktuuripalvelimen palveluiden siirtämiseen Windows Server -ympäristössä. Tarkoituksena oli toteuttaa infrastruktuuripalvelimen vaihto pienehkässä lähiverkossa. Lisäksi tarkoituksena oli tuottaa lisätietoa palveluiden siirtämiseen liittyen erityisesti korkean tavoitettavuuden sekä vikasietoisuuden näkökulmista.

Ennen jokaisen palvelun siirtoa, pyrin mahdollisimman tarkkaan selvittämään vaadittavat toimenpiteet siirtoon liittyen, mutten siltikään voinut välttyä ongelmilta. Suurin työhön vaikuttanut yksittäinen ongelma muodostui DNS-palvelun kanssa, koska en sitä siirtäessäni tiennyt, että Windows Server luo automaattisesti uudelle DNS-palvelimelle ohjaajan vanhalle DNS-palvelimelle. Tämän johdosta DNS-palvelu ei toiminut kunnolla noin puolen tunnin ajan. Ongelman selvittämiseen liittyi onneksi ulkopuolista tukea, joka oli yksi syy sille miksi ongelma saatiin selvitettyä niin nopeasti.

Työ opetti minulle ennenkaikkea sen, kuinka tärkeää tarkka suunnittelu on korkeaa tavoitettavuutta ja vikasietoisuutta tavoiteltaessa. Laboratorioympäristössä eri työtehtävien toteuttaminen on helppoa ja ongelmilla ei ole niin suurta merkitystä, mutta tuotantoon siirryttäessä pääpaino ei ole niinkään enää itse tekemisessä, vaan suurin osa ajasta menee suunnitteluun ja eri toimintatapojen testaamiseen rajoitetussa ympäristössä. Siltikin ongelmiin on varauduttava, mutta kun kyseessä on minkä tahansa yrityksen tuotantoverkko, on varauduttava korjaamaan ongelmat mahdollisimman nopeasti ja pohtimaan sekä testaamaan ongelman syitä vasta korjauksen jälkeen.

Työn päätarkoitukseen päästiin, koska tavoitteessa onnistuttiin. Infrastruktuuripalvelimen vaihtaminen onnistui pienistä ongelmista huolimatta ja samalla vaihtoprosessista tuli informaatiota. Tutkimusraportissa esitetyjä tuloksia voi käyttää materiaalina vastaavanlaisessa työssä, mutta varsinainen ohje se ei kuitenkaan ole.

## LÄHTEET

- Cisco. 2013. Cisco Unity Express Command Reference, Release 2.1. Luettu 10.11.2016. [http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/voice\\_ip\\_comm/unity\\_exp/rel2\\_1/cmdref/cmdref\\_1/i\\_cmds.pdf](http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/voice_ip_comm/unity_exp/rel2_1/cmdref/cmdref_1/i_cmds.pdf)
- Gartner, Inc. 2016. IT infrastructure. Luettu 24.11.2016. <http://www.gartner.com/it-glossary/it-infrastructure/>
- Mathers, B. 2016. Install a New Windows Server 2012 Active Directory Forest (Level 200). Luettu 27.10.2016. <https://technet.microsoft.com/en-us/windows-server-docs/identity/ad-ds/deploy/install-a-new-windows-server-2012-active-directory-forest--level-200->
- Microsoft. 2016. Using Ntdsutil.exe to transfer or seize FSMO roles to a domain controller. Luettu 26.10.2016. <https://support.microsoft.com/en-us/kb/255504>
- Regan, P. 2013. Administering Windows Server 2012. New Jersey: John Wiley & Sons Inc.
- Regan, P., Baker, E., Lorge, T., Stevens, G. & Watson, R. 2014. Configuring Advanced Windows Server 2012 Services. New Jersey: John Wiley & Sons Inc.
- Teare, D., Vachon, B. & Graziani, R. 2015. Implementing Cisco IP Routing (ROUTE). Indianapolis: Cisco Press
- TechNet. 2014. Wbadmin start systemstatebackup. Luettu 10.11.2016. <https://technet.microsoft.com/en-us/library/998366c1-0a64-45e6-9ed3-4c3f5b8406f0>
- TechNet. 2014. Domain Name System (DNS) Overview. Luettu 19.10.2016. <https://technet.microsoft.com/en-us/library/hh831667>
- TechNet. 2015. Get-DnsServerResourceRecord. Luettu 27.10.2016. <https://technet.microsoft.com/en-us/library/jj649863.aspx>
- TechNet. 2016. What is DHCP?. Luettu 19.10.2016. [https://technet.microsoft.com/en-us/library/dd145320\(v=ws.10\).aspx](https://technet.microsoft.com/en-us/library/dd145320(v=ws.10).aspx)
- TechNet. 2016. Get-ADObject. Luettu 27.10.2016. <https://technet.microsoft.com/en-us/library/ee617198.aspx>
- TechNet. 2016. Set-WsusServerSynchronization. Luettu 2.11.2016. <https://technet.microsoft.com/en-us/library/hh826163.aspx>
- The Scripting Guys. 2013. Install WSUS on Windows Server 2012. Luettu 2.11.2016. <https://blogs.technet.microsoft.com/heyscriptingguy/2013/04/15/installing-wsus-on-windows-server-2012/>
- Zacker, C. 2013. Installing and Configuring Windows Server 2012. New Jersey: John Wiley & Sons Inc.