

Jukka Juntunen

## **OYS TESTLAB -YMPÄRISTÖN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS**

# OYS TESTLAB -YMPÄRISTÖN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

Jukka Juntunen  
Opinnäytetyö  
Kevät 2016  
Tietojenkäsittely  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Tietojenkäsittely, Tietohallinto ja verkkopalvelut

---

Tekijä: Jukka Juntunen

Opinnäytetyön nimi: Oys TestLab -ympäristön suunnittelu ja toteutus

Työn ohjaaja: Jukka Kaisto

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2016

Sivumäärä: 30 + 10 liitesivua

---

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella ja toteuttaa ICT-ympäristö Oulun yliopistollisen sairaalan tiloissa toimivaan OYS TestLabiin. Työn toimeksiantaja on Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri. Toimeksianto koskee uuden ICT-ympäristön suunnittelua, toteutusta ja käyttöönottoa. Toimeksianton mukaan ICT-ympäristön tulee olla tarkoituksenmukainen, toimintavarma ja sen tulee olla myöhemmin laajennettavissa sekä päivitettävissä.

Opinnäytetyön tietoperustassa esitellään OYS TestLabin tilat sekä sen toiminnan tavoitteet yleisellä tasolla. Tietoperustassa esitellään myös laitteisto, ohjelmistot sekä tekniikat, jotka tekevät tämän ICT-ympäristön toiminnan mahdolliseksi. Työn teknisessä osuudessa esitellään laitteiston sekä ohjelmistojen asennus ja niiden konfiguraation tärkeimmät yksityiskohdat. Tietoperustan lähteinä ovat pääasiassa verkkolähteet, sillä niiden sisältämä tieto on ajantasaisempaa kuin kirjalähteiden.

Toimeksiantaja on hyväksynyt opinnäytetyön tuloksena syntyneen ICT-ympäristön ja katsonut sen täyttävän sille asetetut vaatimukset. Käyttöönotto on sujunut ongelmitta ja järjestelmä on toiminut odotetulla tavalla. Järjestelmän jatkokehitysmahdollisuudet on tunnistettu ja sen kehitystyötä jatketaan koko elinkaaren ajan.

---

Asiasanat: Palvelimet, Tietoliikenneverkot, Virtualisointi

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Degree Programme in Business Information Systems

---

Author: Jukka Juntunen

Title of thesis: Designing and building ICT-infrastructure for OYS TestLab

Supervisor: Jukka Kaisto

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2016      Number of pages: 40

---

OYS TestLab is a laboratory which is simulating a real hospital environment. The purpose of OYS TestLab is to give an opportunity for companies to test and develop their new healthcare related products. OYS TestLab is located in Oulu University Hospital. The mandator of this thesis is Northern Ostrobothnia Hospital District.

The purpose of this thesis is to design and build ICT-infrastructure for OYS TestLab. Theoretical part introduces OYS Testlab and includes information of hardware, software and other core techniques used in this environment. In technical part, there is more specific information about installing and configuring hardware and software. Sources for theoretical part are mostly from Internet, because the information in Internet is more up-to-date than in printed material.

Northern Ostrobothnia Hospital District has been satisfied and the results of this thesis have been accepted. Systems and services described in this thesis are currently working as expected. The development of the infrastructure will continue.

---

Keywords: Servers, Telecommunications network, Virtualization

# SISÄLLYS

LYHENTEET.....	7
1 JOHDANTO.....	8
2 YMPÄRISTÖ .....	9
2.1 OuluHeath Labs .....	9
2.1.1 Oamk SimLab .....	9
2.1.2 Oulu CityLab .....	9
2.1.3 OYS TestLab .....	10
2.2 PPSHP, TestLab ja Tulevaisuuden sairaala 2030 -ohjelma .....	10
3 TESTLAB-VERKON PALVELUT .....	11
3.1 Aktiivihakemisto.....	11
3.2 DNS.....	12
3.2.1 Tietuetyypit.....	13
3.2.2 Esimerkkejä nimipalvelun toiminnasta käytännössä .....	13
3.3 DHCP .....	15
4 VIRTUALISOINTIRATKAISUT.....	17
4.1 VMware ESXi .....	17
4.2 VMwaren muut virtualisointituotteet.....	18
5 LAITTEISTO .....	19
5.1 Palvelin.....	19
5.2 Kytkimet.....	20
5.3 WLAN-tukiasema .....	20
6 LAITTEISTON ASENNUS JA KONFIGUROIINTI.....	22
6.1 Langallinen lähiverkko .....	22
6.1.1 Palvelinverkko.....	22
6.1.2 Päätelaiteverkko .....	22
6.2 Langaton lähiverkko .....	23
6.3 Palvelin.....	23
7 OHJELMISTON ASENNUS JA KONFIGUROIINTI .....	25
7.1 VMware ESXi 6.0 asennus.....	25
7.2 Virtuaalikoneen luominen .....	25
7.3 Active Directory .....	26

7.4	DNS.....	26
7.5	DHCP.....	26
8	JATKOKEHITYS JA POHDINTA.....	27
	LÄHTEET.....	29
	LIITTEET .....	

## LYHENTEET

AD, Active Directory, Microsoftin kehittämä käyttäjätietokanta ja hakemistopalvelu

DHCP, Dynamic Host Configuration Protocol, verkkoprotokolla, joka jakaa ip-asetukset lähiverkon laitteille

DNS, Domain Name System, nimipalvelu

ECC (memory), Error-correction code memory, virheenkorjaava muisti

ESXi, VMwaren kehittämä virtualisointialusta

Hot swap, tekniikka, joka mahdollistaa komponentin vaihtamisen laitteen ollessa päällä

HPE, Hewlett Packard Enterprise, palvelimia, ohjelmistoja, tallennus- ja varmuuskopiointiratkaisuja tarjoava yritys

KMS, Key Management Service, palvelu Microsoftin tuotevaimien hallintaan AD-ympäristössä

LAN, Local Area Network, paikallinen lähiverkko

OYS, Oulun yliopistollinen sairaala

PoE, Power Over Ethernet, tekniikka, joka mahdollistaa virransyötön Ethernet-kaapelin avulla

PPSHP, Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri

PSK, Pre-shared key, salasana, jonka avulla voidaan liittyä verkkoon

RAID, Redundant array of independent disks, tekniikka, jolla yhdistetään useita fyysisiä kiintolevyjä vikasietoisuuden tai nopeuden parantamiseksi

SAN, Storage area network, verkko keskitetyille levyjärjestelmälle

SAS, Serial Attached SCSI, sarjaankytketty SCSI, väylä, jota käytetään palvelimien kiintolevyissä

SCSI, Small Computer System Interface, standardi tiedon välittämiseksi tietokoneen ja oheislaitteen välillä.

SFP (transceiver), Small Form-factor Pluggable transceiver, tietoliikennelaitteissa käytettävä lähetin- ja vastaanotinmoduuli

SSID, Service set identifier, langattoman lähiverkon verkkotunnus

WLAN, Wireless Local Area Network, langaton lähiverkko

WPA2, Wi-Fi Protected Access 2, WLAN-verkossa käytettävä salausprotokolla

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri. Työn tavoitteena on suunnitella ja toteuttaa käytännöllinen, suorituskykyinen ja laajennettavissa oleva ICT-ympäristö OYS TestLabin käyttöön. Ympäristö on täysin uusi, joten ICT-ympäristön suunnittelu voitiin aloittaa täysin puhtaalta pöydältä.

OYS TestLab on kehittämis- ja testausympäristö, joka tarjoaa yrityksille mahdollisuuden testata ja kehittää tuotteitaan aidossa sairaalaympäristössä. TestLab sijaitsee Oulun yliopistollisessa sairaalassa ja on kooltaan noin 300 neliometriä. Näihin tiloihin rakennetaan erilaisia sairaalayksiköitä pienoiskoossa, kuten esimerkiksi leikkaussali, poliklinikka, vuodeosasto, valvomo ja odotustila. Siellä on myös 3D-virtuaalitala ja valmius testata 5G-verkkoa. TestLab on osa OuluHealth Labs – kokonaisuutta, johon kuuluvat myös Oulun ammattikorkeakoulun SimLab ja Oulun kaupungin hyvinvointipalveluiden CityLab. Toiminnan tarkoituksena on edistää uusien palvelutuotteiden ja terveysteknologian ratkaisujen pääsyä markkinoille (Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2016, viitattu 20.4.2016).

Työ aloitettiin tarpeiden kartoituksella, jonka perusteella valittiin tietotekninen laitteisto sekä ohjelmistot. Vaikka ympäristö ei ole yhtä toimintakriittinen kuin sairaalan tuotantoympäristö, toimeksiantaja haluaa TestLab-ympäristön toimivan vakaasti. Tämän vuoksi laitteiston valinnassa kiinnitettiin huomiota kapasiteetin riittävyteen sekä vikasietoisuuteen. Virtualisointialustaksi valittiin VMware ESXi 6.0, joka on muissa ympäristöissä todettu toimivaksi ja vakaaksi. Arvoa voidaan antaa myös sille, että virtualisointialustana käytettävä palvelin HPE Proliant DL380 Gen9 on VMwaren sertifioima, ESXi 6.0 –virtualisointialustaksi hyväksytty kokoonpano.



## 2 YMPÄRISTÖ

Yhteiskunnan digitalisoitumisen myötä tarvitaan uusia toimintamalleja ja järjestelmiä, jotka mahdollistavat ihmisten omatoimisuuden terveyden edistämiseksi ja sairauksien hoidossa. Tämä tarkoittaa sitä, että terveysdataa on pystyttävä keräämään ja hyödyntämään terveystietojen tuottajien järjestelmässä (Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2016, viitattu 20.4.2016).

### 2.1 OuluHealth Labs

OuluHealth Labs on kokonaisuus, johon kuuluvat kolme erillistä yksikköä: Oamk SimLab, Oulu CityLab ja OYS TestLab. Näiden yksiköiden tavoitteena on tarjota terveysalan tuotteiden sekä toimintamallien testaus- ja kehitysympäristö, jossa on mahdollista päästä testaamaan ideoita ja tuotteita koko palveluketjussa ihmisten kotoa terveyskeskuksiin ja sairaaloihin. Toimintamallin tavoite on edistää uusien palvelutuotteiden sekä terveysteknologian ratkaisujen pääsyä markkinoille. (Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2016, viitattu 20.4.2016).

#### 2.1.1 Oamk SimLab

Oamk SimLab on Oulun ammattikorkeakoulun perustama simulaatioympäristö, joka tarjoaa monipuoliset mahdollisuudet oppimiseen, kehitykseen ja testaukseen. Tiloissa on laitteistot muun muassa radiologian, hammashoidon, näöntutkimuksen sekä mikrobiologian tarpeisiin. SimLabissa käytetään tietokoneohjattuja potilassimulaattoreita, joiden avulla voidaan mallintaa ihmisen peruselintoimintoja (Oulun ammattikorkeakoulu 2016, viitattu 22.5.2016).

#### 2.1.2 Oulu CityLab

Oulu CityLab on Kaakkurin kaupunginosassa sijaitseva teknologiaterveyskeskus, jossa potilaanhoidotyön lisäksi kehitetään kaupungin omia, teknologia-avusteisia toimintaprosesseja. CityLab tarjoaa myös yrityksille mahdollisuuden testata ja kehittää tuotteita perusterveydenhuollon toimintaympäristössä. Toimintaan kuuluu myös erilaisten teknologioiden testaaminen potilaiden kotona (Oulun kaupunki 2016, viitattu 22.5.2016).

### **2.1.3 OYS TestLab**

OYS TestLab on Oulun yliopistollisen sairaalan tiloissa toimiva testiympäristö, joka tarjoaa mahdollisuuden teknologiaryityksille testata tuotteitaan todenmukaisessa sairaalaympäristössä. Tiloihin voidaan rakentaa erilaisia sairaalayksiköitä pienoiskoossa, kuten esimerkiksi leikkaussali, poliklinikka, vuodeosasto, valvomo ja odotustila. Tiloja ei rakenneta kiinteäksi, vaan ne toteutetaan erilaisilla liikutettavilla seinäratkaisuilla, jolloin niitä voidaan muuttaa tarpeen mukaan. (Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2016, viitattu 20.4.2016).

## **2.2 PPSHP, TestLab ja Tulevaisuuden sairaala 2030 -ohjelma**

PPSHP käyttää OYS TestLab-ympäristön tiloja ja menetelmiä Tulevaisuuden sairaala 2030 -ohjelmassaan. Käytännössä tämä tarkoittaa uusien teknologiaratkaisujen tutkimista ja niiden soveltuvuuden testaamista käytännön tarpeisiin. Tulevaisuuden sairaala 2030 -ohjelman tavoitteena on kehittää Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiirin sairaaloiden toimintaa ja rakentaa sekä parantaa kiinteistöjä vastaamaan nykyajan vaatimuksia ja tulevaisuuden haasteita (Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2016, viitattu 20.4.2016).

### 3 TESTLAB-VERKON PALVELUT

TestLab-verkossa on kolme ydinpalvelua, joiden toiminta on välttämätöntä. Nämä kolme palvelua, Aktiivihakemisto (Active Directory, AD), DNS ja DHCP ovat välttämättömiä siksi, koska ilman näitä monia TestLab-verkkoon tulevia palveluita voitaisiin käyttää vain puutteellisesti tai niiden käyttäminen olisi tarpeettoman monimutkaista.

#### 3.1 Aktiivihakemisto

Aktiivihakemisto (Active Directory, AD) on Microsoftin kehittämä käyttäjätietokanta ja hakemistopalvelu. Aktiivihakemiston pääasiallinen tehtävä on pitää tietokantaa verkossa olevista käyttäjistä, työasemista sekä palvelimista (Kivimäki 2009, 651).

Aktiivihakemisto on hyvä työkalu jo pieniin Windows-ympäristöihin, mutta suurissa ympäristöissä se on välttämätön. Jos isojen organisaatioiden tietohallinnot joutuisivat tekemään jokaiselle työasemalle paikalliset tunnukset kaikille käyttäjille, siihen kuluisi merkittävä määrä henkilöresursseja. Nykypäivänä tilanne on se, että jokaisessa usean Windows-työaseman organisaatiossa on yksi tai useampi toimialue (domain), johon työasemat ja palvelimet on liitetty.

Kun työasema on liitetty toimialueeseen, voi toimialueen ylläpitäjä määritellä oikeuksia joko käyttäjä- tai organisaatioyksikkökohtaisesti. Oikeuksia voi määritellä hyvinkin tarkasti, mutta normaaleimpia ovat jaottelut työasema- ja palvelinoikeuksien välillä. On selvää, että tavallisilla käyttäjillä ei saa olla pääsyä palvelimiin. Lisäksi on tärkeää rajata käyttäjien oikeuksia työasemiin, esimerkiksi ohjelmien asennus on estettävä tavallisilta käyttäjiltä. Monessa ympäristössä on tarvetta jakaa tiettyjä asetuksia kaikille käyttäjille. Näitä ovat esimerkiksi verkkolevyjen ja tulostimien automaattinen yhdistäminen. Näiden asetusten jakaminen tapahtuu helpoiten ryhmäkäytäntöjen avulla.

Uuden toimialueen luominen alkaa Active Directory Domain Services (AD DS) –palvelun asentamisella Windows Server –käyttöjärjestelmällä varustettuun palvelimeen. Asennus tapahtuu Windows 2012 R2 –palvelimella Server Manager –hallintakonsolista. Hallintakonsolista päästään näkymään, jossa voidaan lisätä palvelimeen rooleja ja toimintoja. AD DS on rooli, joka vaatii toimiak-

seen myös DNS-roolin. Kun molemmat roolit on lisätty palvelimeen, AD DS täytyy vielä konfiguroida ennen käyttöönottoa. Konfigurointi tapahtuu myös Server Manager –hallintakonsolista. Roolien asennuksen jälkeen konsolista löytyy vaihtoehto palvelimen ylentämiseksi toimialueen ohjaukoneeksi (Promote this server domain controller). Toimialueen luomiseksi on valittava toimialueelle nimi sekä toiminnallisuustaso (functional level) (Kivimäki 2009, 652).

Microsoft tukee kirjoitushetkellä neljää toiminnallisuustasoa. Ne ovat 2008, 2008 R2, 2012 ja 2012 R2. Uusien toiminnallisuustasojen myötä on julkaistu uusia ominaisuuksia, joita vanhemmat versiot eivät sisällä. Jos toimialueessa on useita ohjaukoneita, toiminnallisuustasoksi voidaan valita korkeintaan vanhin käytössä oleva toiminnallisuustaso. Vanhempi käyttöjärjestelmä ei voi käyttää uudempaa toiminnallisuustasoa. Uudempi käyttöjärjestelmä voi kuitenkin käyttää vanhempaa toiminnallisuustasoa. Toiminnallisuustasoa voi myöhemmin korottaa (Microsoft 2016, viitattu 20.4.2016).

## 3.2 DNS

Verkossa laitteet kommunikoivat toisilleen TCP-protokollan avulla. Jokaisella verkossa olevalla laitteella on oma, yksilöllinen IP-osoite. Mikäli DNS-järjestelmää ei olisi, verkon käyttäjien tulisi muistaa jokaisen verkossa olevan laitteen IP-osoite. DNS eli nimipalvelu on järjestelmä, jonka tehtävänä on muuttaa nimet IP-osoitteiksi ja päinvastoin. Kun DNS-palvelu on käytettävissä, käyttäjän tarvitsee muistaa vain nimi, joka on määritetty osoittamaan tiettyyn IP-osoitteeseen. (Kivimäki 2009, 474).

Jos verkossa ei olisi DNS-palvelua, myöskään aktiivihakemisto ei toimisi, sillä se vaatii toimiakseen nimipalvelun. Kun AD DS –rooli asennetaan, se luo automaattisesti toiminnan kannalta tarvittavat tietueet nimipalveluun. Aktiivihakemiston kannalta tärkeät tietueet ovat SRV-tietueet. Näiden tietueiden avulla työasema löytää toimialueen ohjaukoneet sekä palvelimet, joissa toimii tiettyjä palveluita, kuten esimerkiksi KMS-palvelu (ItFreeTraining 2013, viitattu 22.5.2016).

### 3.2.1 Tietuetyypit

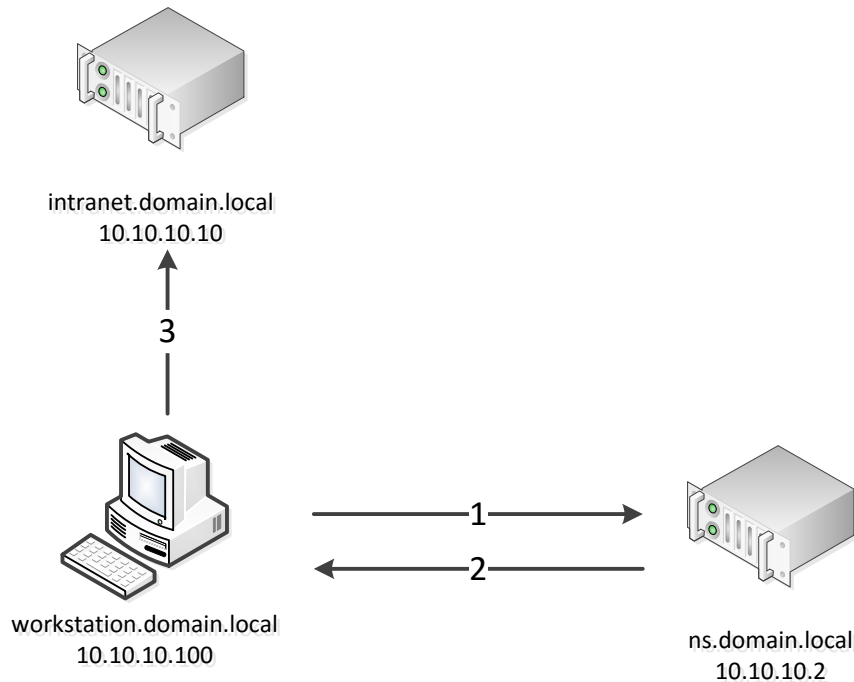
Nimipalvelun kuuluu useita tietuetyyppejä, joilla on oma tehtävänsä nimipalvelun toiminnassa. tärkeimmät tietuetyypit ja niiden tehtävät ovat:

- A Palauttaa nimeä vastaavan IPV4-osoitteen
- AAAA Palauttaa nimeä vastaavan IPV6-osoitteen
- PTR Palauttaa IP-osoitetta vastaavan nimen
- CNAME Aliasnimi, palauttaa toisen nimen
- MX Domainin sähköpostipalvelimet
- NS Domainin nimipalvelimet
- SOA Domainin hallintatiedot
- SRV Osoittaa toimialueen ohjauskoneet

### 3.2.2 Esimerkkejä nimipalvelun toiminnasta käytännössä

Tässä esimerkissä on kuvattu DNS-kysely organisaation sisäisessä lähiverkossa (kuvio 1.) (Kivimäki 2009, 475-477):

- Käyttäjä haluaa mennä verkkoselaimellaan osoitteeseen intranet.domain.local. Selain tai työasema ei itsessään tiedä, missä kyseinen osoite sijaitsee vaan sen on kysyttävä asiaa nimipalvelimelta, ns.domain.local
- Käyttäjän työasema, workstation.domain.local tekee kyselyn nimipalvelimeen (1), missä sijaitsee intranet.domain.local.
- Nimipalvelin vastaa (2), että intranet.domain.local löytyy osoitteesta 10.10.10.10
- Työasema tietää nyt, että intranet.domain.local sijaitsee osoitteessa 10.10.10.10 ja osaa muodostaa yhteyden (3).
- Työasema tallentaa nimikyselyn IP-osoitteen ja nimivastaavuuden omaan välimuistiinsa. Tämän ansiosta nimikyselyä ei tarvitse tehdä joka kerralla uudestaan.



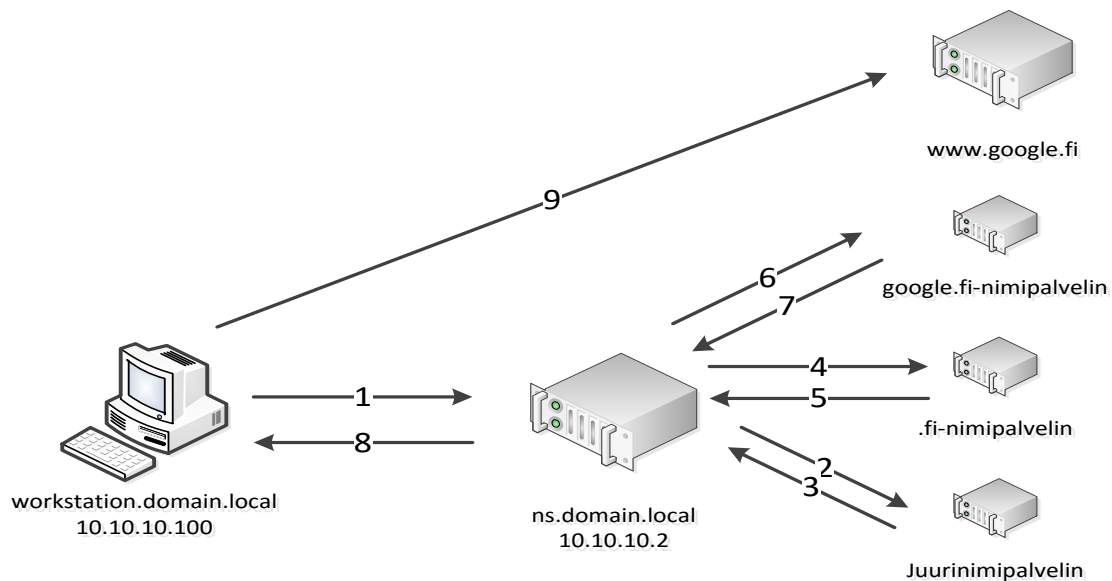
KUVIO 1: DNS-kysely lähiverkossa

Tässä esimerkissä on kuvattu DNS-kysely, haettava palvelin sijaitsee Internetissä (kuvio 2.)

(Kivimäki 2009, 475-477):

- Käyttäjä haluaa mennä verkkoselaimellaan osoitteeseen [www.google.fi](http://www.google.fi). Selain tai työasema ei itsessään tiedä, missä kyseinen osoite sijaitsee vaan sen on kysyttävä asiaa paikalliselta nimipalvelimelta, ns.domain.local.
- Käyttäjän työasema, workstation.domain.local tekee kyselyn nimipalvelimeen (1), missä sijaitsee [www.google.fi](http://www.google.fi)
- Nimipalvelin ei löydä osoitetta omista tietueistaan. Tämän jälkeen osoitetta etsitään muista nimipalvelimista.
- Ensin paikallisen nimipalvelimen pitää selvittää juurinimipalvelimelta (2), mistä löytyy tiedot fi-tietueista. Juurinimipalvelin antaa tiedot fi-nimipalvelimista (3).
- Fi-nimipalvelimelta kysytään tieto osoitteista (4), josta löytyy tiedot google.fi-tietueista. fi-nimipalvelin antaa tiedot google.fi-nimipalvelimista (5).
- Google.fi-nimipalvelimelta kysytään (6), mikä on halutun [www.google.fi](http://www.google.fi) -palvelimen IP-osoite. Google.fi-nimipalvelin antaa osoitteen (7).
- Nimipalvelin osaa nyt kertoa työasemalle, mistä IP-osoitteesta [www.google.fi](http://www.google.fi) löytyy. (8)

- Työasema tietää nyt missä IP-osoitteessa `www.google.fi` sijaitsee ja osaa muodostaa yhteyden (9).
- Paikallinen nimipalvelin ja työasema tallentavat nimikyselyn IP-osoitteen ja nimivastaavuuden omaan välimuistiinsa. Tämän ansiosta nimikyselyä ei tarvitse tehdä joka kerralla uudestaan.



KUVIO 2: DNS-kysely julkisessa verkossa

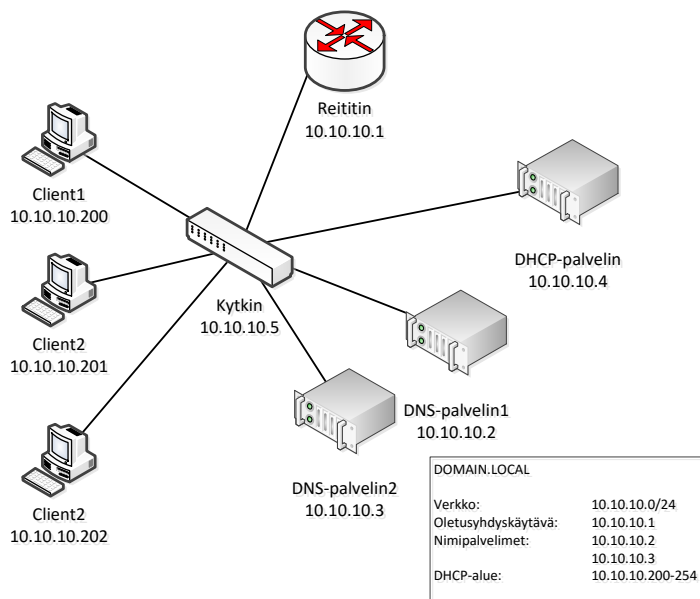
### 3.3 DHCP

DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) on verkkoprotokolla, jonka tehtävänä on jakaa verkkoasetukset lähiverkon laitteille. DHCP-palvelin jakaa osoitteita niiltä verkkoalueilta, jotka ylläpitäjä on määrittänyt. DHCP helpottaa huomattavasti laitteiden liittämistä lähiverkkoon. Jos jokaiselle verkon laitteelle annetaan IP-osoite manuaalisesti, voi kirjanpito jo käytössä olevista osoitteista olla työlästä. Myös inhimillisen virheen riski kasvaisi, jolloin verkkoon saattaa päätyä kaksi laitetta samalla osoitteella. Tällöin laitteet eivät toimisi, sillä jokaisella verkossa olevalla laitteella pitää olla yksilöllinen IP-osoite. (Kivimäki 2009, 601).

Kuviossa 3 on kuvattu verkkoympäristö, jossa samaan kytkimeen on kytketty reititin, kaksi nimipalvelinta, DHCP-palvelin ja kolme työasemaa. Työasemat saavat verkkoasetuksensa automaattisesti DHCP-palvelimelta. DHCP-palvelin jakaa työasemille IP-osoitteen lisäksi tiedot reitittäimestä ja ni-

mipalvelimista. DHCP-palvelin jakaa myös tiedon domain-nimen (domain.local), jolloin laitteet voivat kutsua toisiaan lyhyellä nimellä (esim. reititin), eikä pidempää FQDN-nimeä (reititin.domain.local) tarvitse käyttää.

Opinnäytetyön liitteenä on asetustiedosto DHCPD-ohjelmistoon, joka soveltuu käytettäväksi kuviossa 3 olevan esimerkkiverkon DHCP-palvelimessa. DHCPD on avoimen lähdekoodin DHCP-palvelinohjelmisto, joka voidaan asentaa Linux, BSD ja Solaris -järjestelmiin. (Internet Systems Consortium 2016, viitattu 20.4.2014).



KUVIO 3: Verkkoasetusten jakaminen lähiverkossa DHCP-palvelun avulla



## 4 VIRTUALISOINTIRATKAISUT

Palvelinvirtualisointi on tekniikka, jonka avulla fyysinen palvelinrauta voi toimia useana loogisena resurssina, eli virtuaalikoneena. Virtuaalikoneen hyöty perinteiseen, omalla raudalla toimivaan palvelimeen on kiistaton. Virtuaalikoneelle voidaan antaa resursseja tarpeen mukaan ja niitä voidaan lisätä tai vähentää vaatimusten muuttuessa. Palvelinvirtualisoinnin avulla voidaan samalla laitteistomäärällä ajaa useita virtuaalikoneita, joka parantaa laitteiston käyttöastetta. Palvelinten virtualisoinnilla voidaan myös parantaa vikasietoisuutta. Mikäli käytettävissä on useita virtualisointialustoja, voidaan luoda ympäristö, jossa virtuaalipalvelimet siirtyvät alustan vikaantuessa automaattisesti laitteistosta toiseen. Tällöin palvelut pysyvät käyttäjän kannalta saavutettavissa eikä toiminnassa synny katkosta, kuten omaa laitteistoa käyttävällä palvelimella kävisi (Wikia 2016, viitattu 10.5.2016).

### 4.1 VMware ESXi

VMware on vuonna 1998 perustettu yhdysvaltalainen yritys, joka tarjoaa pilvi- ja virtualisointituotteita ja palveluita. Yritys on kasvanut vuosien aikana voimakkaasti ja se on tehnyt useita yrityskauppoja. VMware ilmoittaa heidän asiakasmääräkseen 500 000 ja henkilöstömääräkseen 19 000 (LinkedIn 2016, viitattu 25.4.2016).

VMware ESXi on virtualisointialusta, joka asennetaan suoraan palvelimeen. Se on oma käyttöjärjestelmänsä eikä se tarvitse esimerkiksi Windowsia tai Linuxia alustakseen. ESXi on saatavilla ilmaiseksi ei-kaupalliseen käyttöön. ESXi-ympäristöä voidaan kasvattaa tarpeen mukaan, se skaalautuu yhden palvelimen virtualisointialustasta suuriin klusterikonaisuuksiin. Klusteriominaisuudet ovat käytössä vain maksullisessa versiossa. (VMware 2016b, viitattu 25.4.2016).

TestLab-ympäristöön VMware ESXi soveltuu erittäin hyvin. Tuote on hyvin tuettu ja se on todettu toimivaksi useissa eri ympäristöissä. VMware ESXi pystyy virtualisoimaan lähes kaikkia käyttöjärjestelmiä, joten lähtökohdat testi-ympäristön luomiseen ovat hyvät. Myös palvelinrauta on virallisesti sertifioitu ESXi 6.0:lle VMwaren toimesta. (VMware 2016a, viitattu 25.4.2016).

## 4.2 VMwaren muut virtualisointituotteet

Tunnetuimpia, laajasti käytössä olevia virtualisointituotteita ovat VMware ESXi, Workstation Pro, Workstation Player sekä Fusion ja Fusion Pro (taulukko 1).

TAULUKKO 1: VMwaren tärkeimmät virtualisointituotteet

Tuote	Uusin versio	Käyttöympäristö	Hinnoittelu
ESXi	6.0.0 U2, 12.3.2015	Palvelin	Ilmainen/maksullinen
Workstation Player	12.1.1, 12.4.2016	Työasema, Win/Linux	Ilmainen
Workstation Pro	12.1.1, 12.4.2016	Työasema, Win/Linux	Maksullinen
Fusion	8.1.0, 8.12.2015	Työasema, Mac	Maksullinen
Fusion Pro	8.1.0, 8.12.2015	Työasema, Mac	Maksullinen

VMware Workstation –versiot ovat tarkoitettu nimensä mukaisesti työpöytäkäyttöön. Workstation –versiot vaativat käyttöjärjestelmäkseen Windowsin tai Linuxin. Workstation Pro on maksullinen, Player ilmainen. Pro-versiossa on laajemmat ominaisuudet kuin Playerissa. (VMware 2016c, viitattu 25.4.2016).

VMware Fusion –versiot ovat tarkoitettu työpöytäkäyttöön. Fusion ja Fusion Pro vaativat käyttöjärjestelmäkseen Mac OS X –käyttöjärjestelmän. Molemmat versiot ovat maksullisia. Pro-versiossa on laajemmat ominaisuudet. (VMware 2016d, viitattu 25.4.2016).

## 5 LAITTEISTO

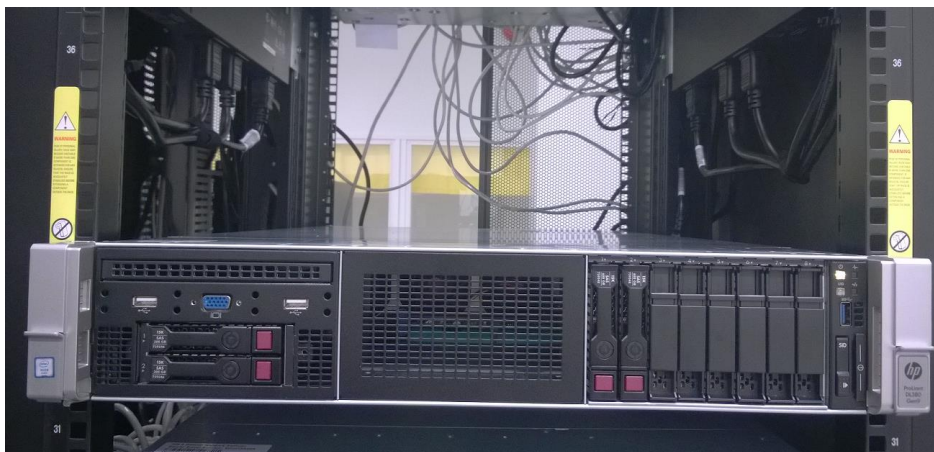
Tässä luvussa esitellään tarkemmin TestLabin ICT-ympäristössä käytettävät laitteistot. Luvussa 2.1 esitellään palvelin. Luvussa 2.2 esitellään kytkimet ja luvussa 2.3 esitellään WLAN-tukiasema.

### 5.1 Palvelin

Palvelinlaitteistoksi valittiin HPE Proliant DL380 Gen9 (kuvio 4.). Tavoitteena oli löytää kokoonpano, jossa riittää tehoa koko TestLab-ympäristön vaatimuksiin. Lisäksi palvelimen pitää olla räkiasennettava, sillä sen sijoituspaikkana on konesalissa sijaitseva räkki. Palvelin ei voi myöskään olla tavallista työasemarautaa, koska niistä puuttuu tarvittavia ominaisuuksia, kuten kahdennetut virtalähteet, Hot swap –kiintolevyt sekä RAID-ominaisuudet. Taulukossa 2 on esitelty palvelimen tekniset tiedot.

TAULUKKO 2: HPE Proliant DL380 Gen9 tekniset tiedot

Komponentti	Tiedot
Proessorit	2 x Intel Xeon E5-2697v3, 14 ydintä, 2.6 Ghz
Ram-muisti	512GB DDR4, ECC
Kiintolevyt	2 x 300GB, 2 x 600GB, SAS
Virtalähteet	2 x 800W
Verkkoliitännät	4 x 1 Gbit, 2 x 10 Gbit



KUVIO 4: HPE Proliant DL380 Gen9, asennettuna konesalissa sijaitsevaan räkkiin

## 5.2 Kytkimet

Langallisen verkon käyttöön valittiin kaksi kappaletta Ciscon valmistamia 2960X-sarjan kytkimiä (kuvio 5.). Toisessa kytkimessä on tuki PoE:lle, joka mahdollistaa virransyötön verkkokaapelin kautta esimerkiksi WLAN-tukiasemalle. Kytkinten valinnalle oli kriteerinä toimintavarmuus, mahdollisuus rakkiasennukseen sekä hallintamahdollisuus. LAN-porttien nopeus piti olla 1000 Mbit/s. Lisäksi toisen kytkimistä piti tukea PoE:a. Taulukossa 3 on esitelty kytkimien tekniset tiedot.

TAULUKKO 3: Cisco 2960X tekniset tiedot

Portit	24x RJ45, 10/100/1000 Mbit
SFP-portit	4x 1 Gbit
Konsoliportti	

## 5.3 WLAN-tukiasema

WLAN-tukiasemaksi valittiin HPE Aruba IAP-225 (kuvio 5.). Tukiasema tukee PoE -standardia, joten virransyöttö tapahtuu Ethernet-liitännän kautta. Tukiaseman valinnalle oli kriteerinä toimintavarmuus, 802.11 ac-standardi sekä PoE tuki. Taulukossa 4 on esitelty WLAN-tukiaseman tekniset tiedot.

TAULUKKO 4: HPE Aruba IAP-225 tekniset tiedot

Standardit	802.11 a/b/g/n/ac
Taajuudet	2.4 Ghz, 5 Ghz
Nopeus	1.3 Gbps @ 5 Ghz, 600 Mbps @ 2.4 Ghz
Antennit	6 kappaletta, integroidut
Portit	2x 10/100/1000 Mbit

Kytkein asennettiin TestLab-tiloissa olevaan ristiinkytkentäkaappiin. WLAN-tukiasema asennettiin väliaikaisesti samaan paikkaan konfiguraation testausta varten, lopullinen asennuspaikka on TestLab-tilojen kattorakenteissa.



*KUVIO 5: Cisco 2960X ja Aruba IAP-225, ensiasennus ja konfiguraation testaus*

## 6 LAITTEISTON ASENNUS JA KONFIGUROINTI

Tässä luvussa on kuvattu TestLab-verkon verkkolaitteiden sekä palvelimen asennus ja konfigurointi.

### 6.1 Langallinen lähiverkko

Langallisen lähiverkon konfigurointi kuului minun tehtäviini vain osittain, sillä organisaatiomme verkkomääritykset kuuluvat pääosin ulkopuolisen toimijan vastuulle. Tämän vuoksi en tehnyt topologiaan kuuluvaa reititystä, joka reitittää palvelin- ja päätelaiteverkot toisiinsa. TestLab-verkkoon kuuluu kaksi C-luokan verkkoaluetta, joista toinen on palvelimien ja toinen päätelaitteiden käytössä (kuvio 6.).

#### 6.1.1 Palvelinverkko

Kaikki palvelimet sijaitsevat samassa (10.100.1.0/24) verkossa. Verkon ensimmäinen osoite 10.100.1.1 on varattu reitittimelle. DHCP-palvelin jakaa tähän verkkoon osoitteita väliltä 10.100.1.200-250.

Muita palvelinverkossa olevia laitteita:

ESXi-host (HPE Proliant):	10.100.1.10
DC/DNS/DHCP-palvelin:	10.100.1.100

#### 6.1.2 Päätelaiteverkko

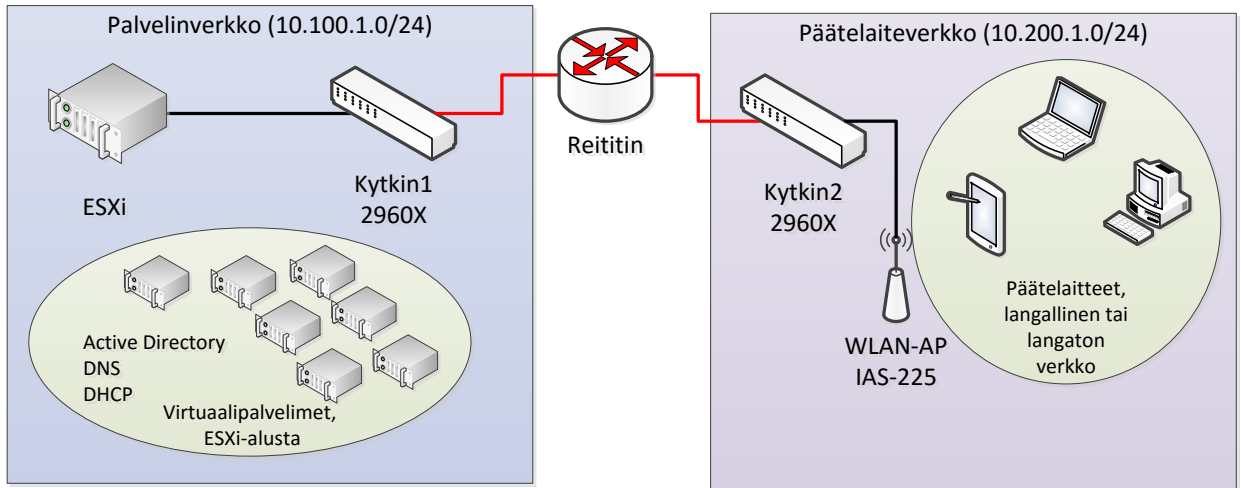
Kaikki päätelaitteet sijaitsevat samassa (10.200.1.0/24) verkossa. Verkon ensimmäinen osoite 10.200.1.1 on varattu reitittimelle. DHCP-palvelin jakaa tähän verkkoon osoitteita väliltä 10.200.1.200-250.

Muita päätelaiteverkossa olevia laitteita:

WLAN-tukiasema:	10.200.1.10
-----------------	-------------

## 6.2 Langaton lähiverkko

Langaton lähiverkko on toiminnassa TestLab-tiloissa ja se on osa päätelaiteverkkoa. Langattoman verkon SSID on TestLab, se on salattu WPA2-PSK (AES) tekniikalla.

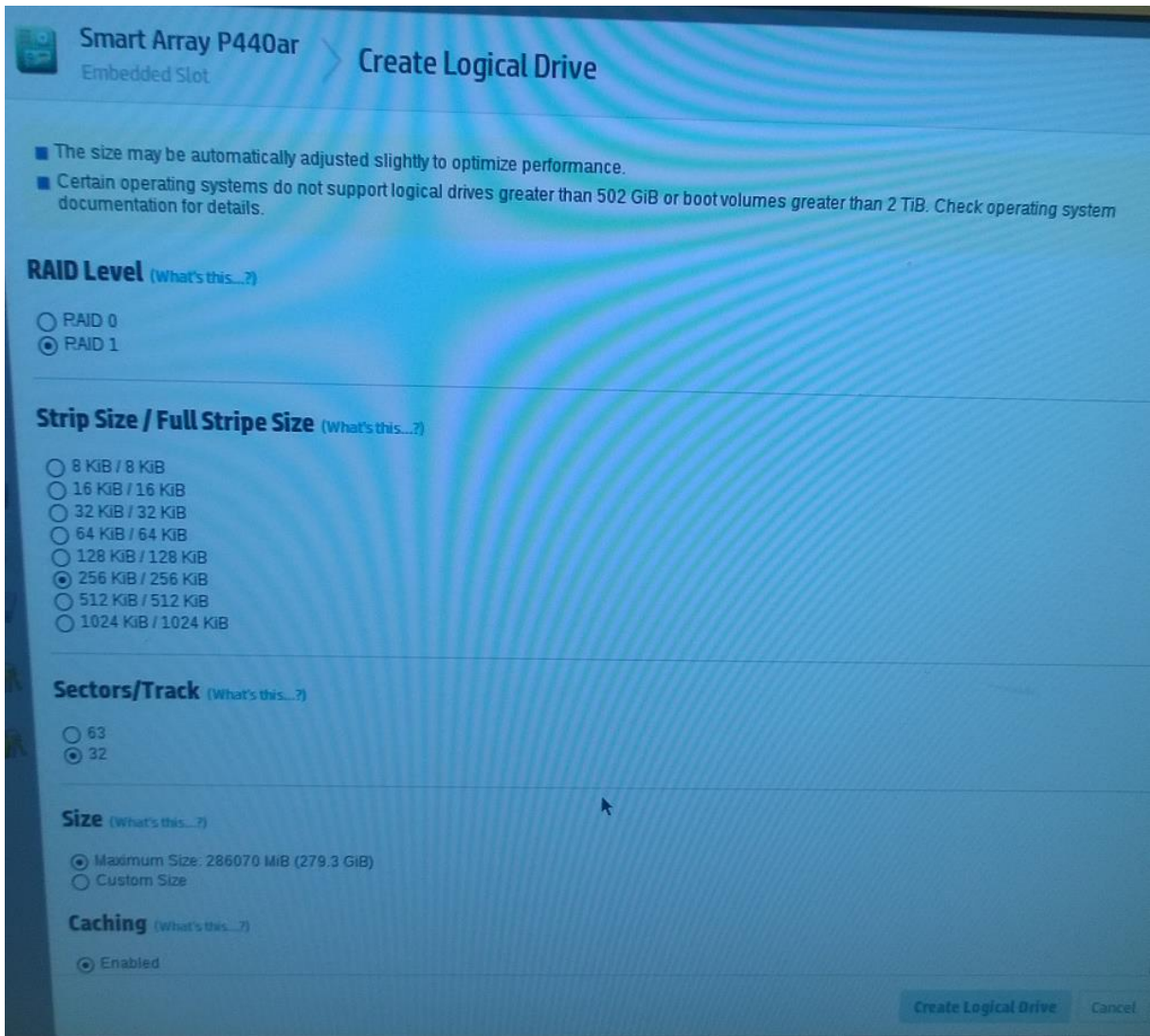


KUVIO 6: TestLab-verkon fyysinen topologia

## 6.3 Palvelin

HPE Proliant DL380 Gen9 on valmis asennettavaksi heti pakkauksesta otettaessa. Käyttöönotto on varsin suoraviivainen. Palvelimeen kiinnitetään mukana tulevat rakkiraudat ja se asennetaan räkkiin. Tämän jälkeen kytketään virtakaapelit kumpaankin virtalähteeseen ja ethernet-kaapeli kytketään verkkoyhteyttä varten. Palvelimen käynnistyksen jälkeen ensimmäinen toimenpide on kiintolevyjen RAID-konfigurointi. Koska palvelimessa on 2 x 300G ja 2 x 600G kiintolevyjä, oli järkevintä tehdä 300G levyistä ja 600G levyistä molemmista omat RAID1-parinsa. RAID1 tarkoittaa sitä, että sama data kirjoitetaan molemmille levyille. Näin ollen data ei häviä, jos toinen levyistä hajoaa.

Ensikäynnistyksen yhteydessä palvelin ilmoitti alla olevan kuvion (kuvio 7.) mukaisesti, että RAID-määritys on tekemättä. RAID-määritykset tehtiin palvelimessa olevan HP Smart Storage Administrator -työkalun avulla.



KUVIO 7: HP Smart Storage Administrator, RAID1 käyttöönotto



## 7 OHJELMISTON ASENNUS JA KONFIGUROINTI

Tässä luvussa on kuvattu TestLab-verkossa käytettävän virtuaalialustan asennus ja konfigurointi. Lisäksi tässä luvussa kuvataan tyypillinen virtuaalipalvelimen asennus. Virtuaalipalvelimeen asennetaan käyttöjärjestelmän lisäksi ne palvelut, joita TestLab-verkossa tarvitaan.

### 7.1 VMware ESXi 6.0 asennus

VMWare ESXi 6.0 asennettiin HP Proliant DL380 Gen9 –palvelimelle. Palvelimessa on 300G ja 600G kokoiset, RAID1-peilatut kiintolevyt. ESXi:n asennus tehtiin 300G levyille, jolle annettiin nimeksi datastore1. 600G levy on myös ESXi:n käytössä, nimellä datastore2.

Asennus suoritettiin perinteisesti, eli asennus käynnistettiin DVD-levyltä. Asennus on helppo ja suoraviivainen, eikä sen aikana tullut mitään ongelmia. Opinnäytetyön liitteessä 2 on kuvattu asennus vaiheittain. On kuitenkin huomioitava, että asennuskuvat on otettu virtuaalikoneelle asennettavasta ESXi-asennuksesta, joten niissä on pieniä eroavaisuuksia TestLab-palvelimeen tehtyyn asennukseen. Eroavaisuudet eivät kuitenkaan ole merkittäviä ja tällä tavalla saatiin kuviin parempi kuvanlaatu.

Asennuksen jälkeen palvelimeen määritettiin kiinteä IPv4-osoite sekä otettiin IPv6 pois käytöstä. Myös tästä vaiheesta löytyy asennuskuvat liitteenä. Muita konfigurointeja ei tehty.

### 7.2 Virtuaalikoneen luominen

VMware ESXi asennuksen jälkeen asennettiin ensimmäinen virtuaalipalvelin. Tähän palvelimeen asennettiin käyttöjärjestelmäksi Windows 2012 R2. Tämä virtuaalipalvelin asennettiin TestLab-verkon toistaiseksi ainoaksi Domain Controlleriksi sekä DHCP-palvelimeksi palvelin- ja päätelaiteverkoille.

### 7.3 Active Directory

TestLab-ympäristössä aktiivihakemisto asennettiin Windows 2012 R2-virtuaalipalvelimelle. Koska kyseessä on täysin uusi ympäristö, luotiin uusi toimialue uuteen metsään (forest). Yhteensopivuutta taaksepäin ei tarvitse miettiä, joten metsän sekä toimialueen toiminnallisuustasoksi voitiin valita Windows Server 2012 R2.

### 7.4 DNS

Active Directory tarvitsee nimipalvelun toimiakseen. Koska verkossa ei ole DNS-palvelinta, se asennettiin Active Directory Domain Services (ADDS) –roolin asentamisen yhteydessä.

Nimipalvelun asentamisen jälkeen kyselyt nimestä IP-osoitteeksi toimivat, mutta kyselyt IP-osoitteesta nimeksi eivät. Jotta nämä kyselyt saadaan toimimaan, täytyy toimialueelle määrittellä käänteisnimipalvelu (Reverse lookup zone).

Käänteisnimipalvelun voi määrittää DNS-hallintakonsolista. Määrittelyn voi tehdä yksinkertaisen asennusvelhon läpikäymisellä. TestLab-verkon tapauksessa täytyy tehdä kaksi reverse lookup zonea, molemmille verkkoalueille omansa.

Internetissä sijaitsevien palvelimien nimenselvitys tapahtuu ohjaamalla kyselyt julkisiin nimipalvelimiin. Määritykset tehdään DNS-hallintakonsolista, lisäämällä julkisten nimipalvelimien IP-osoitteet forwarders-osioon. Mikäli julkiset nimipalvelimet eivät vastaa, voidaan kyselyt tehdä juurinimipalvelimiin.

### 7.5 DHCP

DHCP-palvelu haluttiin sekä palvelin- ja päätelaiteverkkoon, joten palveluun määritettiin kaksi eri DHCP-aluetta (scope). Toinen DHCP-alue on 10.100.1.200-250 (palvelinverkko) ja toinen on 10.200.1.200-250 (pätelaiteverkko).

## 8 JATKOKEHITYS JA POHDINTA

TestLab-verkko on tämän opinnäytetyön myötä valmis käytettäväksi. Kaikki ei kuitenkaan ole valmista, vaan asia on päinvastoin. Nyt kun virtuaalialusta, verkko sekä kriittisimmät ydintoiminnot ovat asennettu ja konfiguroitu, voi varsinaisten tietojärjestelmien asennus alkaa.

IPv6 ei ole vielä tällä hetkellä käytettävissä TestLab-verkossa. Käyttönotolle ei ole mitään esteitä, mutta vielä alkuvaiheessa ei ole tarpeitakaan. Mikäli IPv6 päädytään ottamaan käyttöön, vaaditaan muutoksia nimipalveluun sekä DHCP-palveluun.

Toimintavarmuuden kannalta olisi parasta, jos verkkoliitännät kahdennettaisiin. Tilanne on tällä hetkellä se, että ESXi-palvelin on kytketty vain yhdellä verkkokaapelilla verkkoon. Myös kytkinten välillä sekä kytkimen ja WLAN-tukiaseman välillä on sama tilanne. Mikään näistä parannuskoh-teista ei ole hankala toteuttaa, niitä ei kuitenkaan vielä ole ehditty toteuttaa.

Palvelin on suorituskyvyltään erinomainen. Siinä on riittävästi laskentatehoa sekä RAM-muistia melko isonkin testiympäristön vaatimuksiin. Levytila sen sijaan kaippaa todennäköisesti laajennusta pian, 900 gigatavua ei riitä kovin pitkälle. Sen lisääminen on kuitenkin helppoa. Kiintolevyjä voidaan helposti vaihtaa Hot swap –ominaisuuden ansiosta ilman käyttökatkoja. Palvelimesta löytyy mahdollisuus myös SAN-liitännät, joten ulkoisenkin levyjärjestelmän lisäys on mahdollista.

Tietoliikennelaitteiden puolesta tilanne on hyvä, laitteet ovat uusia ja vastaavat tämän päivän nopeustarpeita, joten verkkoyhteys toimii nopeasti ja luotettavasti. Ainoa esiin nouseva asia on epä-tietoisuus siitä, kuinka paljon laitteita testiympäristöön halutaan. Jos verkkoon tarvitsee laittaa paljon laitteita, joudutaan todennäköisesti optimoimaan DHCP-asetuksia. Jos laitteet pitää kytkeä lä-hiverkkoon kiinteästi, joudutaan verkkoon lisäämään kolmas kytkin porttien lisäämiseksi.

Palveluiden kahdentaminen on järkevää, mikäli palveluiden halutaan toimivan vakaasti ja ilman käyttökatkoja, joita esimerkiksi käyttäjärjestelmäpäivitykset aiheuttavat kahdentamattomiin palveli-miin. Tällä hetkellä kaikki ydinpalvelut sijaitsevat samalla virtuaalipalvelimella, joka ei ole järkevää. Tulevaisuudessa DHCP-palvelu tullaan siirtämään kahdennetulle Linux-pohjaiselle järjestelmälle ja toimialueeseen lisätään toinen ohjauskone. Näiden toimenpiteiden jälkeen ydinpalveluiden va-

kaus on riittävällä tasolla, ainoastaan palvelinlaitteistoon liittyvät toimenpiteet aiheuttavat käyttökatkoja. Tulee kuitenkin muistaa, että kaikkien komponenttien ei tarvitse olla kahdennettuja TestLab-verkossa, sillä kyseessä ei ole kriittinen toimintaympäristö.

## LÄHTEET

Internet Systems Consortium 2016. ISC DHCP. Viitattu 20.4.2016, <https://www.isc.org/downloads/dhcp/>

ItFreeTraining 2013. DNS and Active Directory. Viitattu 22.5.2016, <https://www.youtube.com/watch?v=pmMxT9YKzTE>

Kivimäki, J. 2009. Windows Server 2008 R2 Tehokas hallinta. Helsinki: Readme.fi

LinkedIn 2016, VMware. Viitattu 25.4.2016, <https://www.linkedin.com/company/vmware>

Microsoft 2016. Understanding AD DS Functional Levels. Viitattu 20.4.2016, [https://technet.microsoft.com/en-us/library/understanding-active-directory-functional-levels\(v=ws.10\).aspx](https://technet.microsoft.com/en-us/library/understanding-active-directory-functional-levels(v=ws.10).aspx)

Oulun ammattikorkeakoulu 2016. Terveys- ja hyvinvointialan simulaatiokeskus. Viitattu 22.5.2016, <http://www.oamk.fi/fi/tietoa-oamkista/laboratoriot/simlab/>

Oulun kaupunki 2016. Ouluun maailmanluokan testausympäristö terveystuoteteollisuuteen. Viitattu 22.5.2016, [http://www.ouka.fi/oulu/ajankohtaista/uutiset-ja-tiedotteet/-/asset\\_publisher/s8Z1/content/id/12456461](http://www.ouka.fi/oulu/ajankohtaista/uutiset-ja-tiedotteet/-/asset_publisher/s8Z1/content/id/12456461)

Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2016. Testausympäristö terveystuoteteollisuuteen. Viitattu 20.4.2016, [https://www.pppshp.fi/tietoa\\_toiminnasta/prime101/prime129.aspx](https://www.pppshp.fi/tietoa_toiminnasta/prime101/prime129.aspx)

Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2016. Testausympäristö OYS Testlab. Viitattu 15.4.2016, <http://www.oys2030.fi/?c=testausymparisto>

VMware 2016a. VMware Compatibility Guide. Viitattu 25.4.2016, <https://www.vmware.com/resources/compatibility/detail.php?deviceCategory=server&productid=39996&deviceCategory=server&details=1&partner=41&releases=275&keyword=dl380>

VMware 2016b. VMware ESXi. Viitattu 25.4.2016, <https://www.vmware.com/products/esxi-and-esx/overview>

VMware 2016c. VMware Workstation. Viitattu 25.4.2016, <https://www.vmware.com/products/player/compare>

VMware 2016d. VMware Fusion. Viitattu 25.4.2016, <https://www.vmware.com/products/fusion/compare>

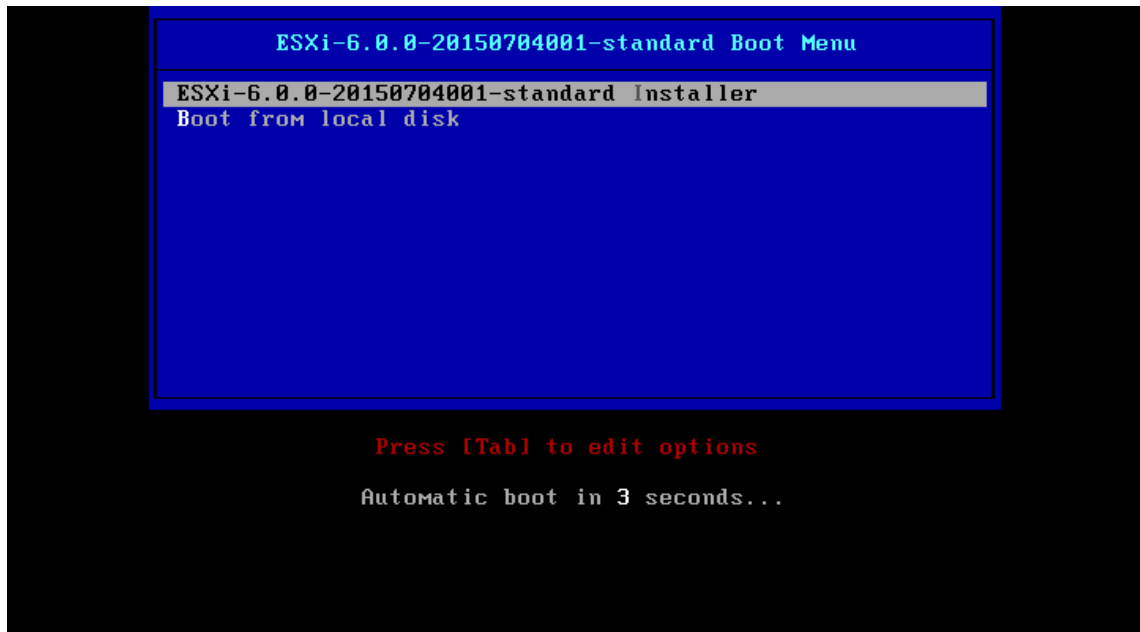
Wikia 2016. Palvelinvirtualisointi. Viitattu 10.5.2016, <http://fi.laovirtualisointi.wikia.com/wiki/Luokka:Virtualisointi>

## dhcpd-esimerkkikonfiguraatio

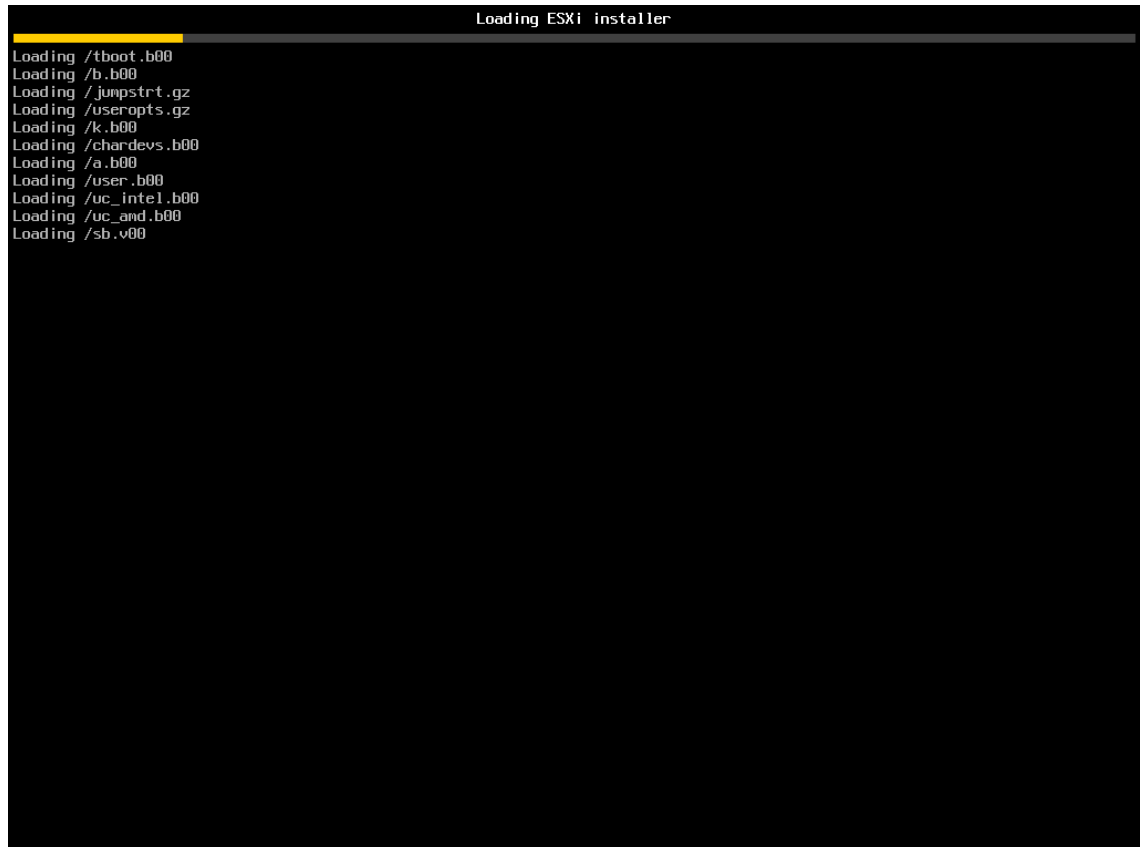
```
#
# dhcpd.conf
# Jukka Juntunen / TIK3KA
#
# GW 10.10.10.1
# DNS 10.10.10.2,3
# DOMAIN.LOCAL
# SCOPE 10.10.10.200-250
#
default-lease-time 600;
max-lease-time 7200;
option subnet-mask 255.255.255.0;
option broadcast-address 10.10.10.255;
option routers 10.10.10.1;
option domain-name-servers 10.10.10.2, 10.10.10.3;
option domain-name "domain.local";
#
subnet 10.10.10.0 netmask 255.255.255.0 {
range 10.10.10.200 10.10.10.250;
}
```

## VMware ESXi 6.0 asennus ja verkkoasetusten konfigurointi

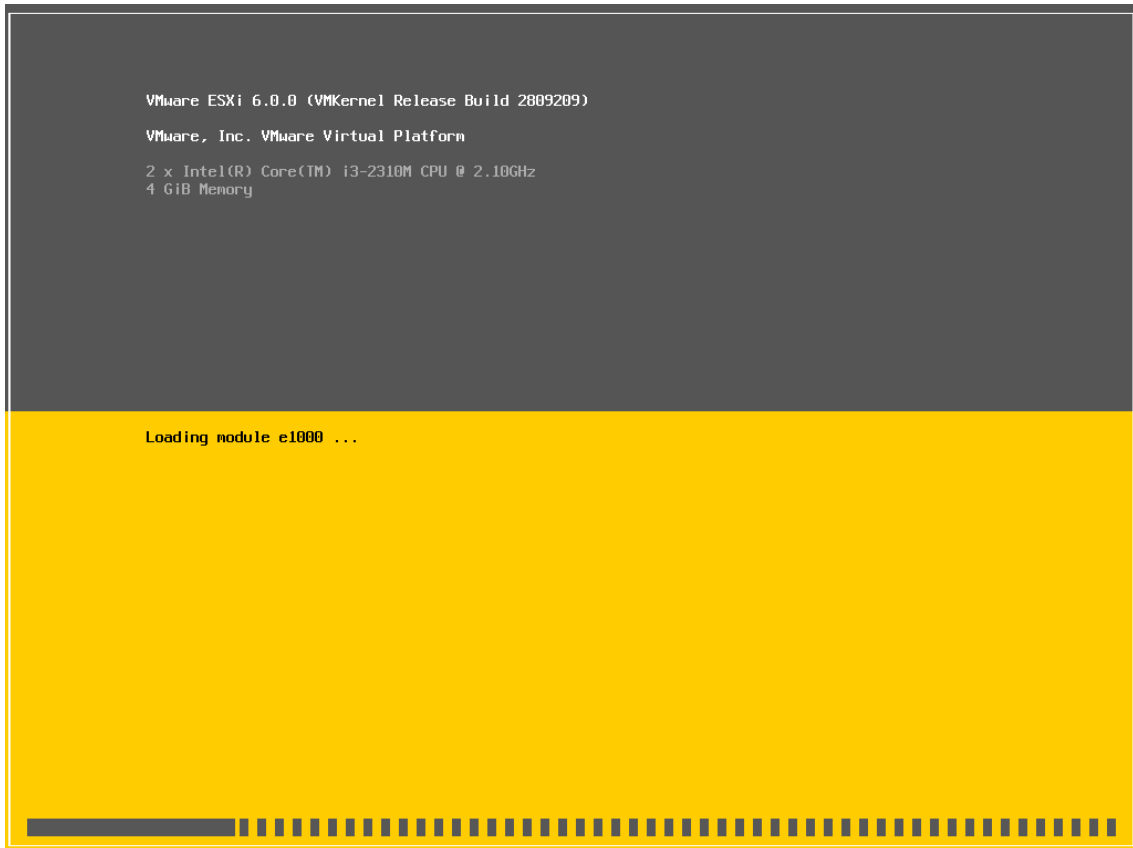
1. Palvelin käynnistetään, valitaan asennusmediaksi dvd. Asennusprosessi alkaa.



2. Asennusohjelma lataa tarvittavat tiedostot.



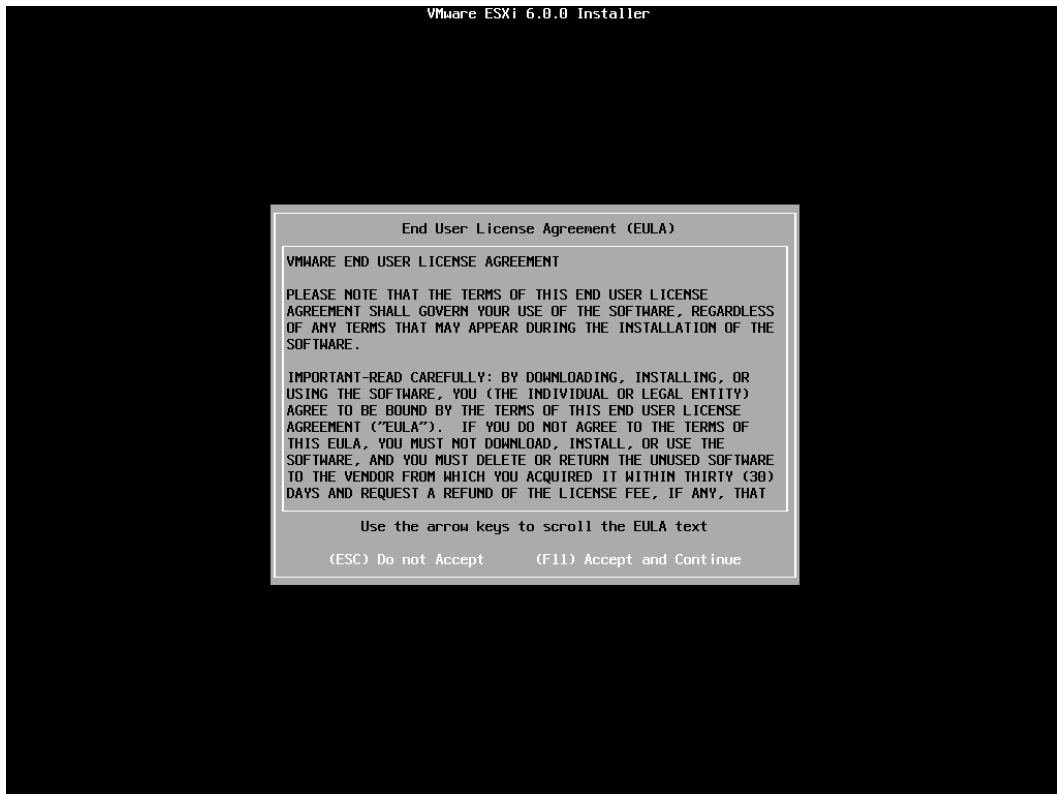




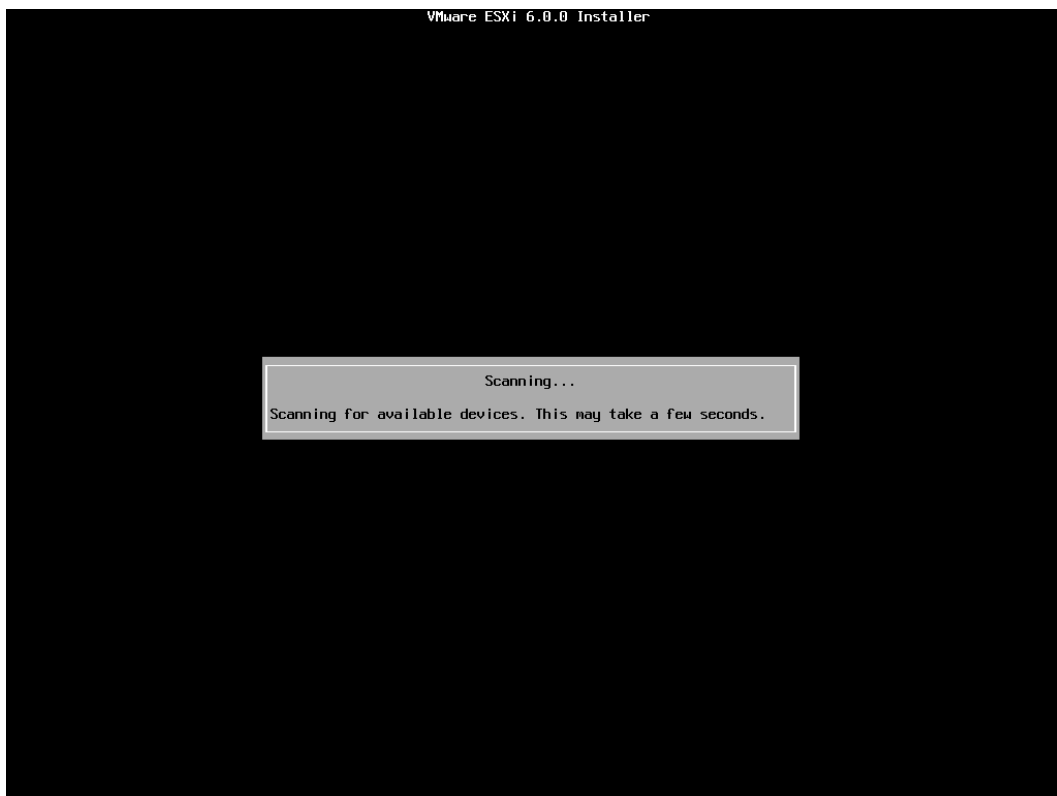
3. Varsinainen asennus alkaa. Asennusohjelma ilmoittaa, että VMware ESXi asentuu useimmille alustoille, mutta vain linkin takaa löytyvät ovat virallisesti tuettuja.



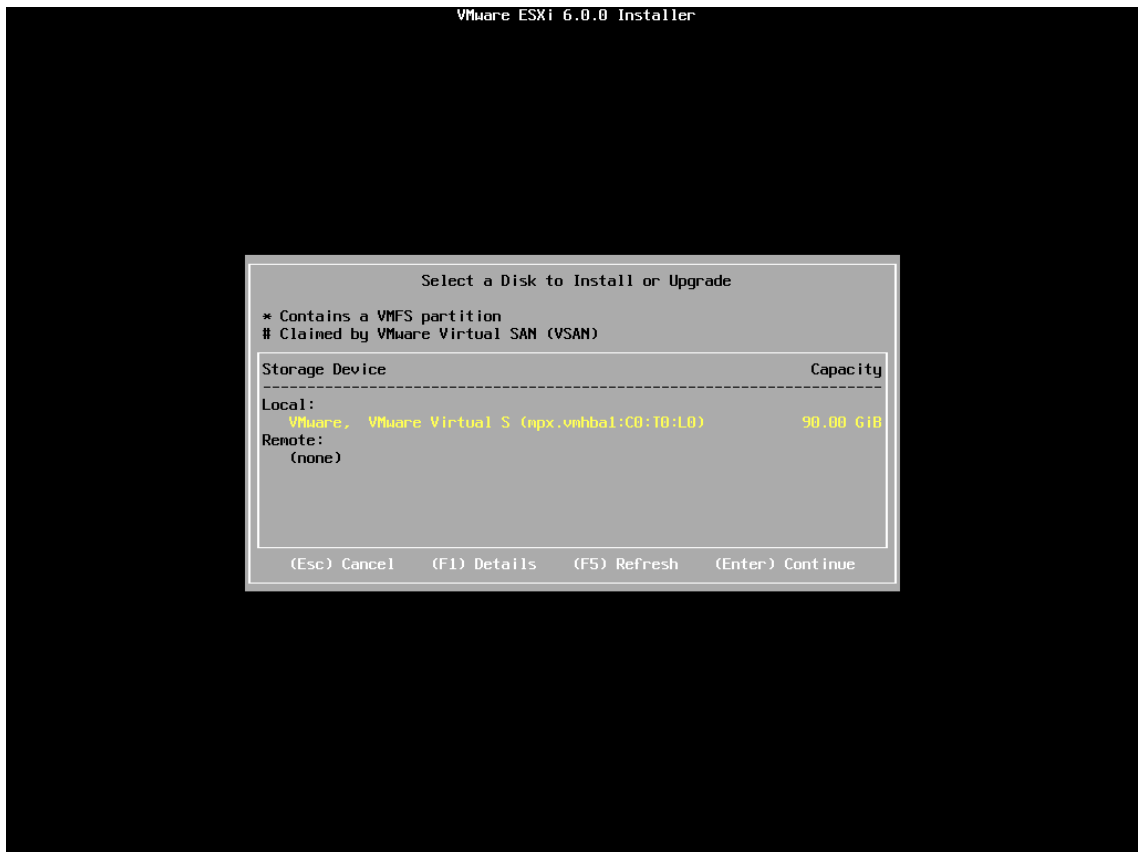
4. Seuraavaksi esitetään ohjelmiston käyttöehdot. Asennuksessa pääsee eteenpäin hyväksymällä ne.



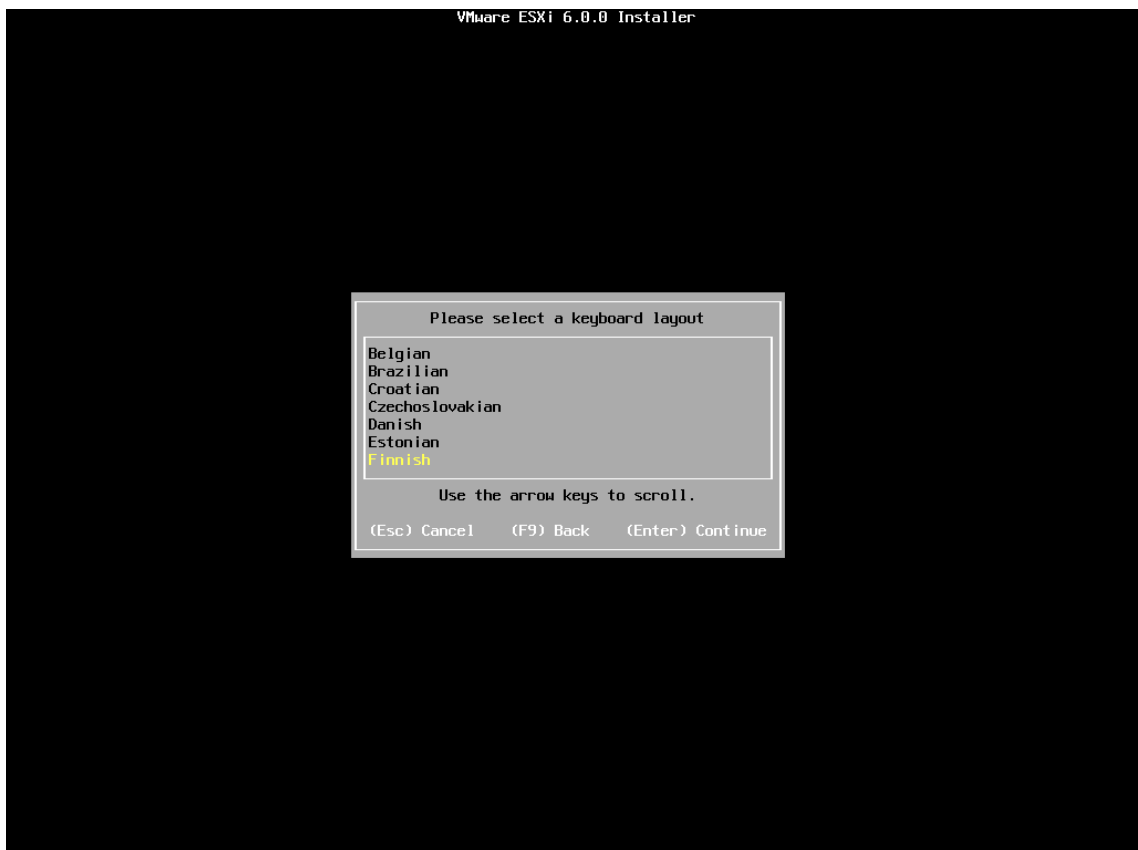
5. Asennus tarkistaa, mitä laitteistoa palvelimessa on.



6. Valitaan kiintolevy, jolle ESXi asennetaan.



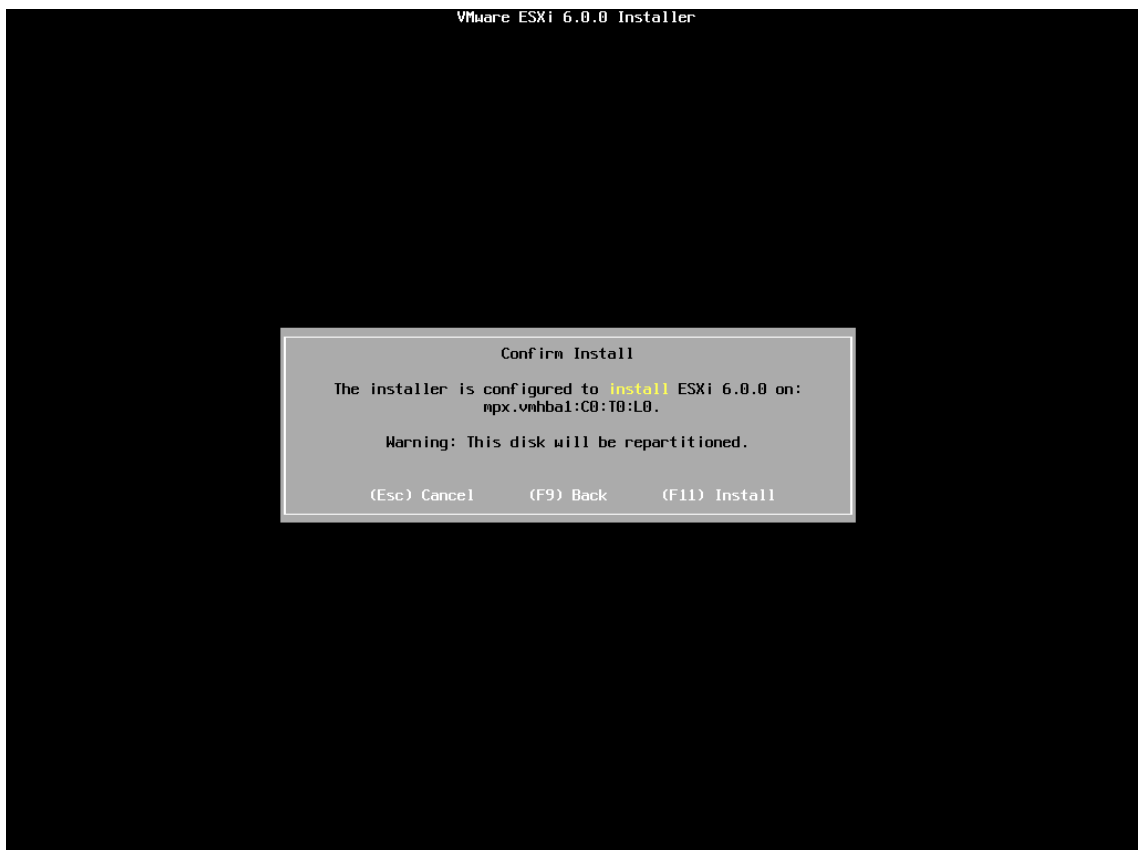
7. Valitaan näppäimistöasettelu.



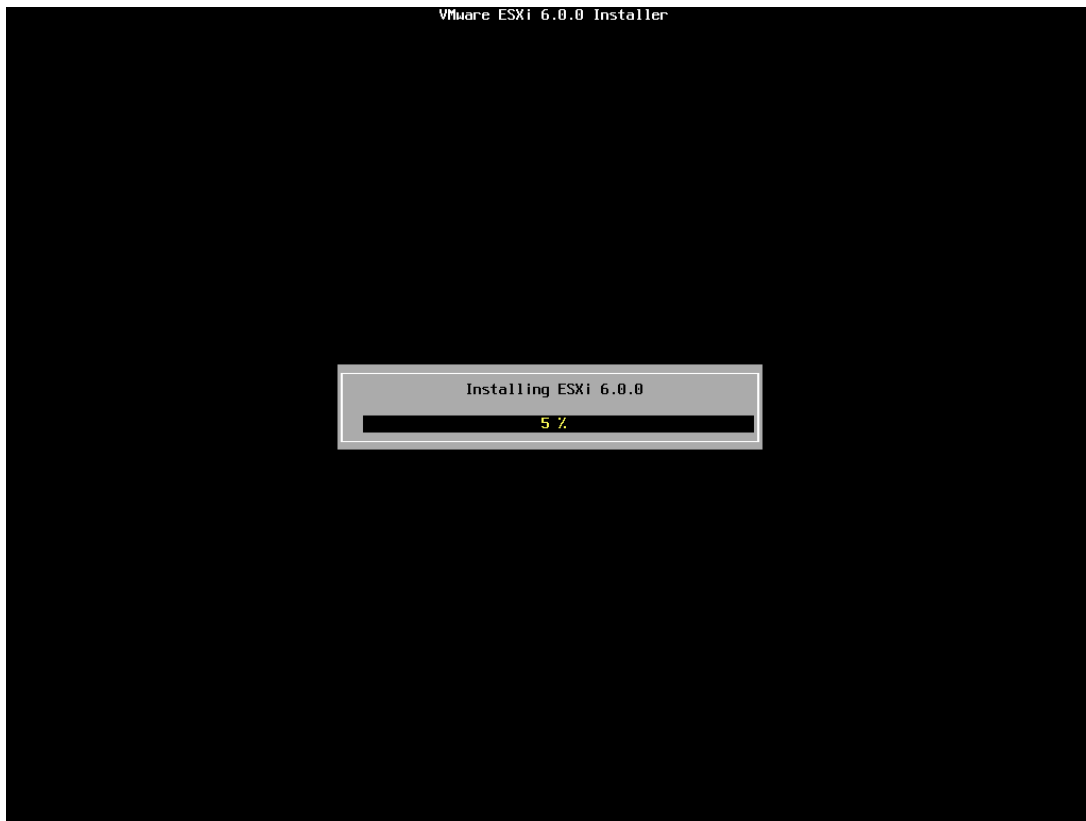
8. Syötetään pääkäyttäjälle, root-tunnukselle salasana kahteen kertaan.



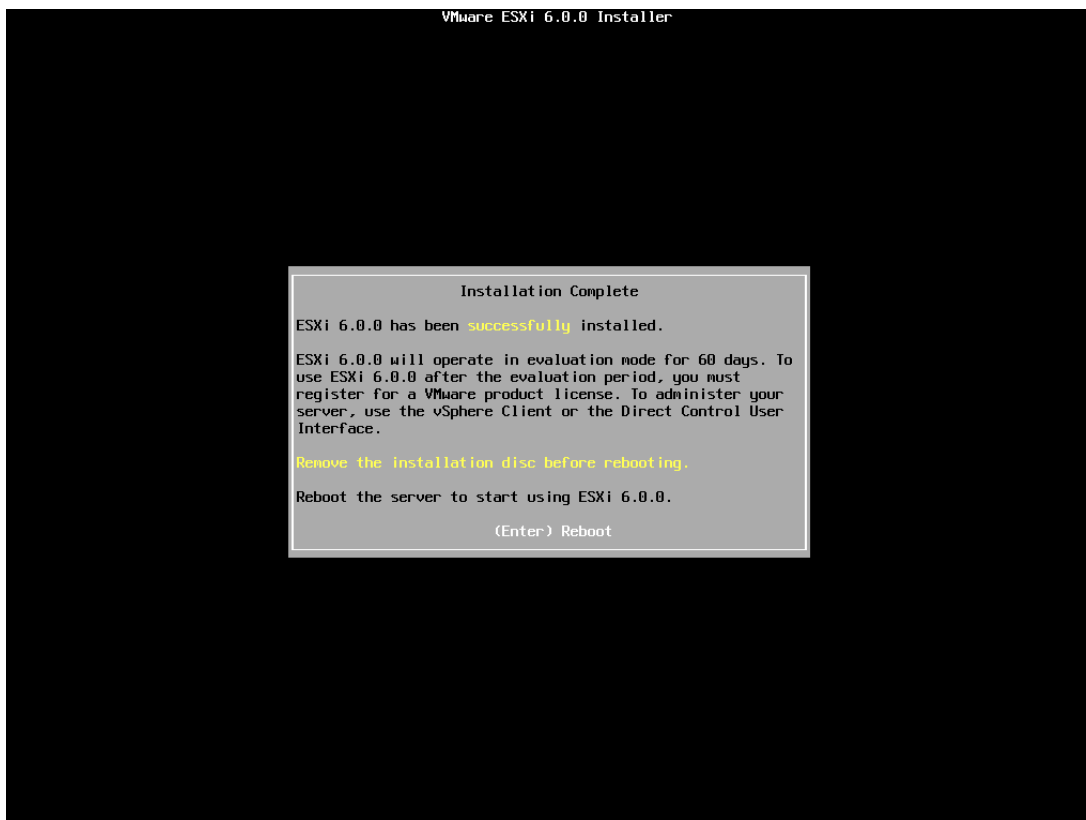
9. Vahvistetaan asennus.



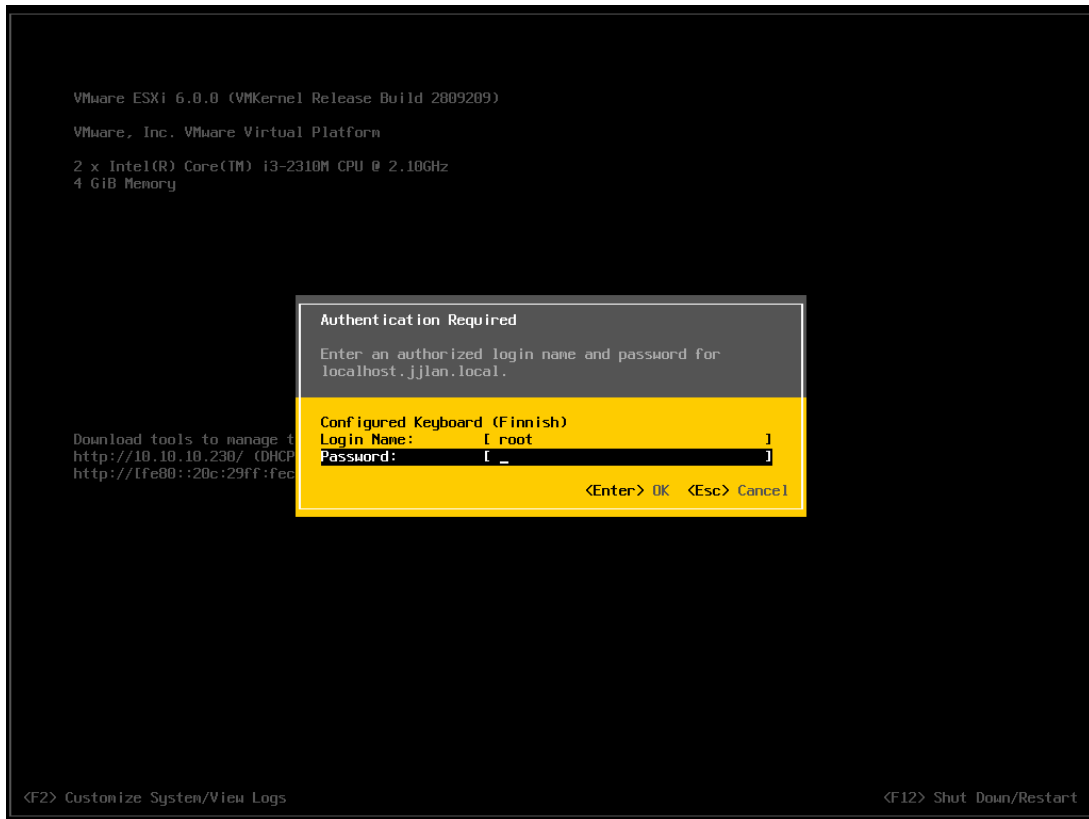
10. Asennus menee läpi.



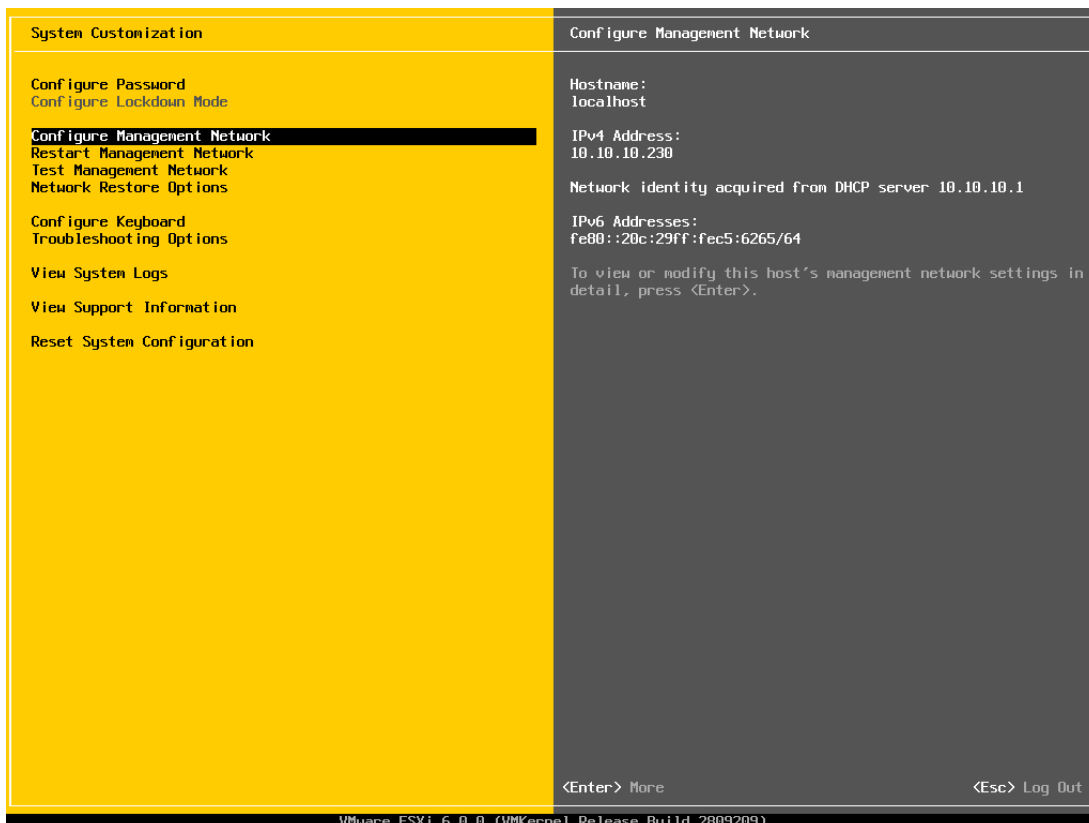
11. VMware ESXi asennus on valmis ja käytettävissä palvelimen uudelleenkäynnistyksen jälkeen.



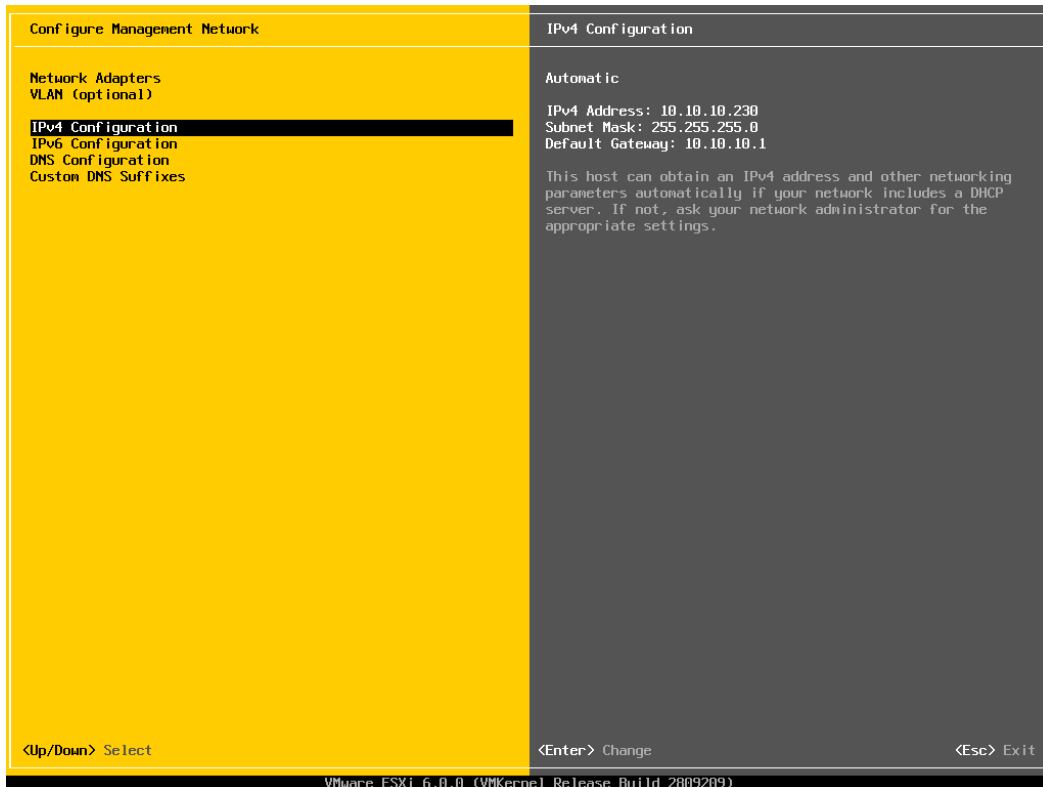
12. Palvelimen uudelleenkäynnistyksen jälkeen määritetään kiinteä IP-osoite. Ensin kirjaututaan palvelimelle sisään painamalla F2.



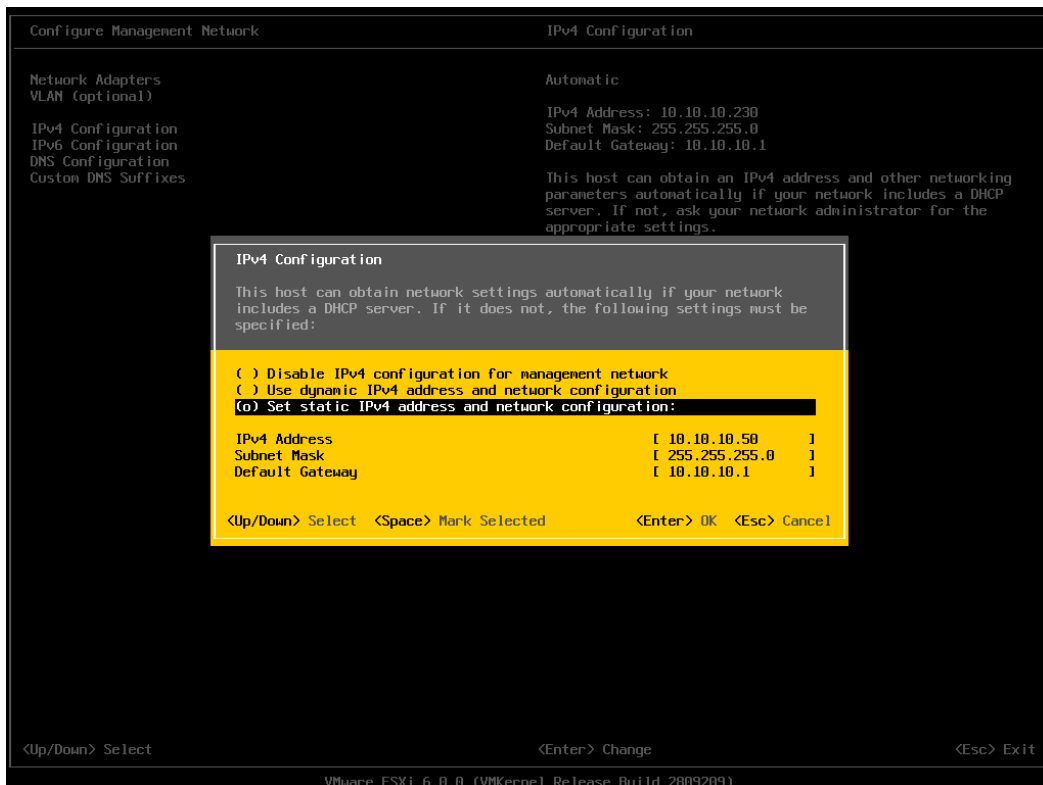
13. IP-osoite määritetään 'Configure Management Network' -valikosta.



14. Koska verkossa ei käytetä IPv6-osoitteita, valitaan 'IPv4 Configuration'. IPv6 otettiin kokonaan pois käytöstä 'IPv6 Configuration' -valikosta.



15. Jotta voidaan asettaa kiinteä IP-osoite, valitaan 'Set static IPv4 address and network configuration.' Syötetään kenttiin osoite, aliverkon peite sekä oletusyhdyntävä.



16. Lopuksi palvelin uudelleenkäynnistetään, jolloin asetukset tulevat voimaan.

