

Modulaarisen virtuaaliympäristön rakentaminen opetuskäyttöön



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Tietojenkäsittelyn koulutus, Hämeenlinnan korkeakoulukeskus
Kevät, 2021

Jalmari Välimaa

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, miten rakennetaan modulaarinen ja pitkäikäinen virtuaaliympäristö opetuskäyttöön. Virtuaaliympäristön avulla opiskelijat pääsevät nopeasti harjoittelemaan taitojen harjoittelua ilman, että heidän tulee ensin itse rakentaa ympäristö sitä varten. Työn toimeksiantajana toimi työnantajani Hyria Koulutus Oy.

Virtuaaliympäristölle oli tarvetta Tieto- ja viestintäteknikan perustutkinnon opetuksessa.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa käsitellään virtualisointia, virtuaaliverkkoja, virtuaalikoneita sekä niiden vientiä ja tuontia. Virtualisoinnin jälkeen käydään läpi, mitä palveluita ja käyttöjärjestelmiä asennettavilta virtuaalikoneilta vaaditaan. Vaadittavia palveluita olivat toimialue, ryhmäkäytännöt, DHCP, DNS, WWW-palvelin sekä tiedostopalvelin. Lopuksi käsitellään automatisointia, sen hyötyjä ja skriptien ajastamista. Opinnäytetyö on tyypiltään toiminnallinen.

Virtuaaliympäristön rakentamisessa hyödynnettiin VirtualBox-ohjelmistoa ja sen virtuaaliverkkoja. Virtuaalikoneille asennettiin käyttöjärjestelmät, sekä tehtiin tarpeelliset asetukset niiden palveluihin. Virtuaaliympäristön ylläpito automatisointiin onnistuneesti käyttämällä skriptejä. Henkilökunnalle ja opiskelijoille tehtiin erilaiset ohjeet virtuaaliympäristön käytöstä. Lopputuloksena saatiin aikaan toimiva virtuaaliympäristö opetuskäyttöä varten, jota on myös mahdollistaa laajentaa tulevaisuudessa tarpeiden mukaisesti.

Author Jalmari Välimaa

Year 2021

Subject Building a modular virtual setup for teaching

Supervisors Lasse Seppänen

ABSTRACT

The purpose of this thesis was to find out how to build a modular and long-lasting virtual environment for teaching. With this virtual environment students will be able to quickly start practicing skills without first having to build an environment themselves. This thesis was commissioned by my employer Hyria Education Ltd. Vocational upper secondary qualification in Information and Communications Technology had a need for this kind of virtual environment.

The theory part of the thesis covers virtualization, virtual networks, virtual machines, and their export and import functions. After virtualization, the services and operating systems required of the virtual machines are reviewed. Required services were Active Directory, group policies, DHCP, DNS, web server as well as file server. Lastly automation, its benefits, and script scheduling are reviewed. The type of this thesis is functional.

VirtualBox and its virtual networks were used in building the virtual environment. Operating systems were installed on the virtual machines and all necessary settings were made on their services. Administration of the virtual environment was successfully automated using scripts. Different manuals were made for personnel and students on the usage of the virtual environment. As the result of this thesis a working virtual environment was built for teaching purposes, which is also extensible in the future according to needs.

Keywords Virtualization, VirtualBox, VBoxManage, PowerShell, Active Directory

Pages 53 pages and appendices 2 pages

Sanasto

Virtualisointi	Laitteistosta erotettujen virtuaalisten tietokoneiden suorittaminen
Hyperviisori	Ohjelma tai laite, joka hallitsee virtuaalikoneita
Isäntäkone	Tietokone, jolla vieraskoneet ajetaan
Vieraskone	Isäntäkoneella ajettavia virtuaalikoneita
VirtualBox	Oraclen kehittämä virtualisointialusta
VBoxManage	Komentokieli, jolla voidaan hallita VirtualBoxin virtuaalikoneita
PATH	Muuttuja, josta käyttöjärjestelmä etsii suoritettavia ohjelmia
OVF	Paketti, johon virtuaalikoneen tiedostot voidaan pakata
OVA	Tiedostoformaatti, jolla virtuaalikoneita voidaan viedä ja tuoda
VyOS	Usein reitittimenä ja palomuurina käytetty Linux-pohjainen käyttöjärjestelmä
IP-osoite	Numeraalinen osoite, jolla tietokone tunnustetaan lähiverkossa
NAT	Palvelu, jolla voidaan suorittaa osoitteenmuunnos verkkojen välillä
MAC-osoite	Verkkokortin fyysinen osoite
Palvelin	Tarjoaa palveluita verkon asiakkaille eli tietokoneille ja käyttäjille
Asiakas	Pyytävät palveluita verkon palvelimilta
Windows	Microsoftin käyttöjärjestelmä, josta on eri versioita
Linux	Avoimeen lähdekoodin perustuva käyttöjärjestelmä
Toimialue	Microsoftin hakemistopalvelu, johon säilötään tietoa mm. käyttäjistä
Objekti	Toimialueen kohde, kuten käyttäjä, ryhmä, tietokone tai organisaatioyksikkö
OU	Organisaatioyksikkö, jolla voidaan luoda hierarkkinen rakenne toimialueelle
GPO	Ryhmäkäytännöt, jolla voidaan tehdä sääntöjä toimialueen objekteille
DHCP	Palvelu, jolla jaetaan IP-asetuksia verkon laitteille
DNS	Palvelu, jolla domain-nimet saadaan muutettu IP-osoitteiksi sekä toisin päin
IIS	Microsoftin palvelu, jolla voidaan luoda WWW- ja FTP-palvelimia
PowerShell	Microsoftin kehittämä komentokieli
Skripti	Komentokielellä luotu pieni ohjelma, joka suorittaa halutun toiminnon
Ajastaminen	Skriptin ajastaminen automatisoinnin vuoksi
Intune	Pilvipohjainen palvelu mobiililaitteiden hallintaa varten
Azure Lab	Palvelu, jolla voi luoda harjoitteluympäristöjä pilveen

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Virtualisointi	2
2.1	Tietokoneiden virtualisointi	2
2.2	Oracle VirtualBox	2
2.3	Virtuaalikoneet.....	3
2.4	Virtuaaliverkot	4
2.5	Virtuaalikoneiden vienti ja tuonti	6
2.6	VBoxManage	7
3	Toimialue ja verkko	8
3.1	Windows Server	8
3.1.1	Active Directory Domain Services	8
3.1.2	Ryhmäkäytännöt	9
3.1.3	DNS.....	10
3.1.4	DHCP.....	11
3.1.5	Tiedostopalvelin	12
3.1.6	WWW-palvelin	13
3.2	Windows 10	13
3.3	VyOS.....	14
4	Automatisointi.....	15
4.1	Hyödyt.....	15
4.2	Komentokielet.....	16
4.3	Ajastaminen	16
5	Virtuaaliympäristön rakentaminen	17
5.1	Toimeksiantaja ja käyttötarkoitus	18
5.2	Virtualisointi ja verkot.....	18
5.3	Palvelin ja toimialue	22
5.4	Muut tarvittavat palvelut.....	30
5.5	Työasema	32
5.6	Palveluiden testaaminen.....	35
5.7	Ympäristön pitkäikäisyys.....	38
5.8	Modulaarisuus ja laajentaminen tulevaisuudessa.....	40
6	Virtuaalikoneiden vienti, tuonti ja dokumentointi.....	41
6.1	Tiedostopalvelin	42

6.2	Virtuaalikoneiden vieminen	42
6.3	Virtuaalikoneiden tuominen	45
6.4	Virtuaaliympäristön dokumentointi	48
6.5	Ohjeiden teko.....	49
7	Yhteenveto	50
	Lähteet.....	51

Kuvat, ohjelmakoodit ja taulukot

Kuva 1	Virtuaaliympäristön rakenne VyOS-reitittimellä	17
Kuva 2	Virtualisoinnin tila	19
Kuva 3	Uuden virtuaalikoneen luominen VirtualBoxilla.....	20
Kuva 4	NAT-verkon luominen VirtualBoxilla	21
Kuva 5	Virtuaaliympäristön rakenne NAT-verkolla	22
Kuva 6	Windows Server 2019 -käyttöjärjestelmän version valinta.....	23
Kuva 7	Windows-palvelimen IP-asetuksien asettaminen	24
Kuva 8	Palvelimen ylentäminen toimialueen ohjauspalvelimeksi	25
Kuva 9	Toimialueen organisaatioyksikkö rakenne	26
Kuva 10	Ryhmään liittäminen toimialueella.....	27
Kuva 11	Oikeuksien antaminen ryhmän jäsenille	28
Kuva 12	Hi-animaation poistaminen käytöstä	29
Kuva 13	DHCP-palvelun asennuksen viimeistely.....	30
Kuva 14	DHCP-palvelulle määritetyt jaettavat IP-osoitteet	31
Kuva 15	Windows 10 -käyttöjärjestelmän asennuksen jälkitoimet	33
Kuva 16	Windows 10 -käyttöjärjestelmän tietokoneen nimen vaihtaminen	34
Kuva 17	Työaseman liittäminen toimialueelle	35
Kuva 18	Toimialueen käyttäjien testaaminen	35
Kuva 19	IIS-palvelun toiminnan testaaminen työasemalta.....	36
Kuva 20	DHCP-palvelun toiminnan testaaminen työasemalta	37
Kuva 21	Tietokonetilin siirtäminen sille tarkoitettuun organisaatioyksikköön.....	38
Kuva 22	Salasanojen enimmäisiän määrittäminen ryhmäkäytännöllä	39
Kuva 23	VirtualBoxin lisääminen PATH-muuttujaan	41
Kuva 24	tietokoneen virtapainikkeen asetukset	43

Kuva 25 Virtuaalikoneen tuonti VirtualBoxiin	46
Kuva 26 Virtuaalikoneen testaaminen tuomisen jälkeen.....	48
Komento 1 vboxmanage-komento, jolla saadaan listaus tietokoneen virtuaalikoneista.	7
Komento 2 net-komento, jolla nähdään juho.pulkinen käyttäjätilin tiedot	39
Komento 3 Verkkojaon siistiminen	44
Komento 4 PowerShell-skriptin suorittaminen suojauskäytänteistä huolimatta	47
Komento 5 NAT-verkon luonti ja virtuaalikoneiden yhdistäminen siihen	47

Liitteet

- Liite 1 Aineistonhallintasuunnitelma
- Liite 2 Virtuaalikoneiden vienti -skripti

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on suunnitella ja rakentaa virtuaaliympäristö työnantajani Hyria Koulutus Oy:n käyttöön. Virtuaaliympäristöä tullaan käyttämään Tieto- ja viestintätekniiikan perustutkinnon opetuksessa. Työlle on selkeä tarve, sillä tällä hetkellä opiskelijat pääsevät harjoittelemaan teknisessä tukipalvelussa tarvittavia taitoja, kuten toimialueen käyttäjien hallintaa vasta sen jälkeen, kun he ovat itse rakentaneet toimialueen. Tämän opinnäytetyön avulla syntyvässä virtuaaliympäristössä tulee olemaan valmiita virtuaalikoneita, joilla opiskelija pääsee saman tien opiskelemaan oleellisia asioita. Aikaa ei siis enää kulu siihen, että opiskelija itse rakentaisi virtuaaliympäristön ja asentaisi virtuaalipalvelimet sekä niiden palvelut. Tästä eteenpäin opiskelija pystyy lataamaan valmiit virtuaalikoneet koulun tiedostopalvelimelta ja pääsee heti sen jälkeen opettelemaan esimerkiksi aikaisemmin mainittua toimialueen käyttäjien hallintaa.

Teoriaosuudessa käyn läpi virtualisointiin, toimialueeseen ja verkkoon sekä automatisointiin liittyviä keskeisiä käsitteitä, jotka ovat tämän työn kannalta oleellisia. Käytännön osuudessa rakennan modulaarisen ja pitkäikäisen virtuaaliympäristön. Virtuaaliympäristöön on tarkoitus liittää tulevaisuudessa lisää virtuaalikoneita sekä pitää kaikki virtuaalikoneet ajan tasalla koulun palvelimella. Näin virtuaaliympäristö pysyy pitkäikäisenä eikä vain kertakäyttöisenä. Käyn myös läpi, miten virtuaaliympäristön ylläpitoa automatisoitiin skripteillä.

Tutkimuskysymykset, joihin toivon saavani vastaukset tässä opinnäytetyössä ovat:

- Mitä on virtualisointi?
- Miten rakennetaan modulaarinen ja pitkäikäinen virtuaaliympäristö VirtualBox alustalla?
- Miten hyödynnetään VirtualBoxin komentoja eli VBoxManagea?
- Miten virtuaalikoneiden vienti saadaan automatisoitua?
- Miten virtuaaliympäristön ylläpito toteutetaan, jotta se vie mahdollisimman vähän aikaa henkilöstöltä?

2 Virtualisointi

Virtualisointi mahdollistaa tietokoneen tehojen ja resurssien jakamisen. Virtualisoinnin avulla ei tarvita erillistä fyysistä palvelinta jokaiselle palvelulle, vaan eri palvelut voidaan asentaa samalla fyysisellä palvelimella sijaitseville virtuaalikoneille. Hyperviisori on ohjelmisto, joka hallitsee virtuaalikoneiden eli vieraskoneiden pääsyä fyysisen palvelimen eli isäntäkoneen resursseihin. Hyperviisori voi olla asennettuna isäntäkoneen käyttöjärjestelmän päälle tai se voidaan asentaa suoraan fyysisen palvelimen laitteistolle. (Red Hat, n.d.) Ensimmäisestä vaihtoehdosta käytetään myös termiä tyyppin 2 hyperviisori, ja jälkimmäisestä vaihtoehdosta tyyppin 1 hyperviisori (IBM, n.d.). Tässä opinnäytetyössä virtuaaliympäristönä tullaan käyttämään Oraclen VirtualBox -ohjelmistoa, joka on tyyppin 2 hyperviisori (Oracle, n.d.a.).

2.1 Tietokoneiden virtualisointi

Virtualisointia käyttämällä voidaan käyttää useita vieraskoneita yhdellä isäntäkoneella. Tätä hyödyntäen voidaan esimerkiksi ajaa vanhoja sovelluksia virtualisoiduilla vanhemmilla käyttöjärjestelmillä sekä testata ohjelmistoja ja päivityksiä, ennen kuin niitä otetaan käyttöön tuotantoympäristössä. (Red Hat, n.d.) Virtualisointia hyödyntäen voidaan myös helposti rakentaa harjoitteluympäristöjä eli labroja. Tällöin jokaiselle opiskelijalle ei tarvitse varata isoa määrää tietokoneita, vaan kaikki tietokoneet ovat virtualisoituja, joita opiskelija voi käyttää omalla koneellaan ja harjoitella tärkeitä taitoja. (SEC Consult, 2020)

2.2 Oracle VirtualBox

Oracle VirtualBox -ohjelmisto on Oraclen ylläpitämä virtualisointialusta, jolla voidaan virtualisoida tietokoneita. Tämä mahdollistaa useamman käyttöjärjestelmän ajamisen isäntäkoneella samaan aikaan. Ohjelmisto on hyvä ratkaisu, kun on tarkoitus testata, kehittää tai demonstroida eri käyttöjärjestelmiä ja ohjelmia. Se on lisäksi avoimen lähdekoodin ohjelmisto ja sen käyttö niin yksityis- kuin yrityskäytössä on ilmaista. (Oracle, n.d.b.)

VirtualBox-ohjelmasta löytyy paljon erilaisia toimintoja. Se tukee sisäkkäistä virtualisointia, joka mahdollistaa virtualisointiympäristön asentamisen vieraskoneen sisälle. Englanniksi tästä käytetään termiä Nested Virtualization. VirtualBox Manager -näköymästä voidaan kloonata vieraskoneita sekä viedä ja tuoda niitä. Sen kautta voidaan myös tehdä paljon erilaisia asetuksia yksittäisille vieraskoneille tai koko virtuaaliympäristölle. Ohjelmasta löytyy myös nauhoitustyökalu, jonka avulla vieraskoneen näkymää voidaan tallentaa. Tämä voi olla hyödyllinen ominaisuus esimerkiksi silloin, kun tehdään opetusvideoita. (Oracle, n.d.c.)

VirtualBoxin vieraslisäosilla saadaan käyttöön vieläkin lisää toimintoja. Vieraslisäosat tulee kuitenkin erikseen ladata Oraclen sivuilta ja asentaa vieraskoneelle. Vieraslisäosat voi asentaa Windows-, Linux-, Solaris-, OS/2- ja Mac OS -käyttöjärjestelmille. OS/2 ja Mac OS -vieraslisäosat ovat kuitenkin suppeammat kuin muiden käyttöjärjestelmien. Vieraslisäosilla hiiren käyttö isäntäkoneen ja vieraskoneen välillä helpottuu kiitos hiiren osoittimen integroinnin. Tällöin hiiren käytöstä tulee saumatonta. Vieraslisäosat mahdollistavat vieraskoneen resoluution muuttamisen sekä saumattomien ikkunoiden käyttämisen. Myös tietojen jakaminen isäntäkoneen ja vieraskoneen välillä helpottuu, sillä vieraslisäosasta löytyy jaettu leikepöytä sekä mahdollisuus luoda jaettuja kansioita isäntäkoneen ja vieraskoneen välille. Jaetun leikepöydän ansiosta voidaan käyttää raahaa ja pudota toimintoa. (Oracle, n.d.d.)

Extension Pack on VirtualBoxille tarkoitettu laajennus, jolla saadaan vieläkin lisää toimintoja käyttöön. Se on enemmänkin yrityksille tarkoitettu ja sen käyttö yrityksessä vaatii lisenssin ostamista. Yksityiskäytössä laajennusta saa käyttää vapaasti, mutta sitä ei saa jakaa eteenpäin. Laajennuksen asennuksen jälkeen vieraskoneet voivat käyttää isäntäkoneeseen liitettyjä USB-laitteita, kuten USB-muistitikkuja ja web-kameroita. Myös vieraskoneiden virtuaalikiintolevyjen salaaminen onnistuu laajennuksen myötä. Se lisää myös mahdollisuuden viedä virtuaalikoneita Oraclen omaan pilvipalveluun. (Oracle, n.d.b.)

2.3 Virtuaalikoneet

Virtuaalikoneiden asennuksen yhteydessä niille määritetään tallennuskohde eli jokin kansio isäntäkoneella, johon virtuaalikoneen tiedostot tallennetaan. Uusille virtuaalikoneille voidaan

myös määrittää oletuskansio, johon niitä varten luodaan alikansiot. Näihin alikansioihin tallennetut tiedostot muodostavat kyseisen alikansion virtuaalikoneen. Tyypillisesti virtuaalikone muodostuu virtuaaliintiintolevystä, virtuaalikoneen määritystiedostosta sekä erilaisista lokeista. Virtuaaliintiintolevy on suurin yksittäinen tiedosto ja virtuaalikoneessa voi olla useampia virtuaaliintiintolevyjä. Virtuaalikone käyttää näitä virtuaaliintiintolevyjä, kun se tallentaa tietoa. Virtuaalikoneen määritystiedostot sisältävät tietoja virtuaalikoneesta, kuten nimi, käytettävät virtuaaliintiintolevyt ja -verkot, keskusmuistin koko ja näyttöön liittyvät asetukset. Lokeihin kirjataan tietoja virtuaalikoneesta ja sen toiminnasta. Esimerkiksi, jos virtuaalikone ei käynnisty, lokiin tulee tästä merkintä, joka helpottaa ongelmanratkointia. Lokien koot voivat olla hyvinkin suuria virtuaalikoneissa, jotka ovat olleet pitkään käytössä.

Virtuaalikoneesta voi olla myös käytössä tilannekuvat (snapshot) lisätoiminto. Tilannekuvassa tallennetaan virtuaalikoneen sen hetkinen tila erilliseen tiedostoon. Tähän tilannekuvaan voidaan palata myöhemmin, jos esimerkiksi jokin asennus aiheutti ongelmia virtuaalikoneelle. Tilannekuvat tallennetaan virtuaalikoneen tallennuskansioon erilliseen Snapshots-nimiseen kansioon (Oracle, n.d.e).

VirtualBoxissa virtuaaliintiintolevyjen tyyppin pystyy päättämään virtuaalikoneen luomisen yhteydessä. Oletuksena käytetään VirtualBoxin omaa VDI-formaattia. Määritystiedostot ovat VBOX-tiedostoja, jotka on tallennettu käyttämällä XML-formaattia. Määritystiedostot voi siis avata lukuohjelmalla, kuten Notepadilla. Määritystiedostojen manuaalinen muokkaaminen ei ole suositeltavaa. Virtuaalikoneen kansioista löytyy VBox.log-niminen tiedosto, josta löytyy kyseisen virtuaalikoneen lokimerkinnot. Virtuaalikoneen kansioista löytyy myös Snapshots-niminen kansio, jos virtuaalikoneesta on otettu tilannekuvia. Tilannekuva muodostuu VDI- ja SAV-tyyppisistä tiedostoista. (Oracle, n.d.f.)

2.4 Virtuaaliverkot

Virtuaaliverkkoja käyttämällä saadaan tietoliikenneyhteydet toimimaan virtuaalikoneiden, isäntäkoneiden ja ulkoisten verkkojen välillä. Fyysiset tietokoneet liittyvät tietoliikenneverkkoihin kytkimien kautta kaapeleilla tai langattomilla yhteyksillä. Kytkimillä muodostetaan lähiverkkoja ja

käyttämällä reitittämiä voidaan eri lähiverkkoja yhdistää toisiinsa. Virtuaalikoneissa nämä toiminnot on hoidettu virtualisoiduilla versioilla kytkimistä, reitittimistä ja verkkokorteista. Fyysisessä tietokoneessa verkkokortti hoitaa tietokoneen tietoliikenneyhteyksiä. Virtuaalikoneella nämä tehtävät on annettu ohjelmalle eli virtuaaliselle verkkokortille tai virtuaaliselle kytkimelle. (VMWare, n.d.)

VirtualBoxista löytyy useita eri virtuaaliverkkoja eri käyttötarkoituksiin. Virtuaalisen verkkokortin voi asettaa ei-kytketyksi tilaan, jos virtuaalikone ei tarvitse mitään verkkoyhteyksiä. Tämä vastaisi tilannetta, jossa fyysisen tietokoneen verkkokorttiin ei olisi kytketty tietoliikennekaapelia lainkaan.

NAT-tyyppisellä virtuaaliverkolla käytetään virtuaalireititintä vieraskoneen ja isäntäkoneen välillä. Tämän virtuaaliverkon haittapuoli on se, että jokaiselle virtuaalikoneelle tulee oma NAT-virtuaaliverkko eivätkä virtuaalikoneet voi kommunikoida keskenään tai isäntäkoneen kanssa virtuaaliverkon välityksellä. Portinohjausta käyttäen on mahdollista avata portteja virtuaalikoneelle, jotta niihin pääsee myös NAT-virtuaaliverkon ulkopuolelta käsiksi.

NAT-verkko virtuaaliverkolla mahdollistetaan usean virtuaalikoneen liittäminen saman NAT-palvelun taakse. Tällöin kaikki virtuaalikoneet pääsevät ulkoverkkoon ja ne voivat myös kommunikoida toisten virtuaalikoneiden kanssa, jotka on yhdistetty samaan NAT-verkko virtuaaliverkkoon.

Sillatulla virtuaaliverkkokortilla virtuaalikone saadaan sillattua osaksi samaa verkkoa, johon isäntäkone kuuluu. Tässä tapauksessa virtuaalikone tulee osaksi samaa lähiverkkoa kuin isäntäkonekin ja muutkin laitteet löytävät sen. Tämä on suurin tie virtuaalikoneen saamiseksi verkkoon, sillä välissä ei ole virtuaalista reititintä, toisin kuin NAT-tyyppisissä virtuaaliverkoissa.

Sisäisillä virtuaaliverkoilla voidaan virtuaalikoneet eristää täysin ulkoisista verkoista. Virtuaalikoneet, jotka ovat samassa sisäisessä virtuaaliverkossa voivat kuitenkin kommunikoida keskenään. Sisäisiä virtuaaliverkkoja voi tehdä useita. Sisäisessä virtuaaliverkossa olevat virtuaalikoneet on mahdollista saada ulkoverkkoon, mutta tällöin käyttöön tulee ottaa jokin reitittävä laite esimerkiksi Linux-palvelin, jolla on iptables-paketti. Tätä metodia on hyvä käyttää

silloin, jos on tarve hallita reititintä enemmänkin kuin mitä VirtualBoxin omia virtuaalisia NAT-verkkoja pystyy hallitsemaan.

Host-only virtuaaliverkkokortissa on paljon samaa kuin sisäisillä virtuaaliverkoilla. Erona on se, että host-only virtuaaliverkkokortin kautta myös isäntäkone pystyy muodostamaan yhteyden virtuaalikoneisiin. Oletuksena host-only virtuaaliverkkokortti on verkossa 192.168.56.0/24 ja itse virtuaaliverkkokortin IP-osoite on 192.168.56.1. Verkosta löytyy myös DHCP-palvelu. Kaikkia näitä asetuksia voi muuttaa VirtualBox Managerin kautta. (Nakivo, 2019)

2.5 Virtuaalikoneiden vienti ja tuonti

Virtuaalikoneiden myötä mahdollistuu helppo virtuaalikoneiden kopiointi ja siirtely tietokoneelta toiselle. Yhdellä isäntäkoneella luotu virtuaalikone voidaan siirtää toisen isäntäkoneen virtualisointialustalle ajettavaksi virtuaalikoneeksi. Tämän opinnäytetyön kannalta virtuaalikoneiden vienti ja tuonti on keskeisessä roolissa.

Isäntäkoneella oleva virtuaalikone voidaan viedä (export) tallentamalla se OVA-tyyppiseksi tiedostoksi. OVA-tiedostoon pakataan virtuaalikoneen tärkeät tiedostot eli virtuaalikiintolevy ja virtuaalikoneen määrittelytiedosto. Tätä OVA-tiedostoa voidaan sitten jakaa toisille esimerkiksi tiedostopalvelimen välityksellä. Toiselle tietokoneelle virtuaalikone voidaan tuoda (import) ja ottaa käyttöön samoilla asetuksilla, kuin se oli alkuperäisessäkin koneessa, josta se vietiin.

OVF-paketti on paketti, joka koostuu virtuaalikoneen eri tiedostoista. OVA-tiedosto sisältää kaikki tiedostot, jotka olivat OVF-paketissa, mutta ne on pakattu yhdeksi tiedostoksi, joka helpottaa tiedoston siirtämistä. (Oracle, n.d.e)

OVF-standardista on olemassa muutama eri versio. Versio 2.0 toi uusia toimintoja standardiin. Yhtenä keskeisimmistä toiminnoista olivat parannukset virtuaaliverkkojen asetusten viemiseen ja tuomiseen liittyen. (DMTF, n.d.)

2.6 VBoxManage

VirtualBoxin hallinta onnistuu VirtualBox Manager -ohjelman kautta, joka on graafinen käyttöliittymä. VirtualBoxista löytyy myös komentokieli, jolla virtuaalikoneita, -kiintolevyjä ja -verkkoja voidaan hallita. VirtualBoxin komentokielen nimi on VBoxManage ja sillä voidaan myös tehdä joitain edistyneempiä toimintoja, joita ei voida tehdä graafisen käyttöliittymän kautta lainkaan. Sillä voidaan myös kirjoittaa skriptejä ja sitä kautta automatisoida toimintoja. Muun muassa virtuaalikoneiden vieminen saadaan automatisoitua.

VBoxManage-komento koostuu kolmesta osasta. Komento aloitetaan aina sanalla vboxmanage. Sen jälkeen annetaan suoritettava komento sekä alikomento tai parametri. Komento 1 käytetään list-komentoa ja sen vms-alikomentoa. (Oracle, n.d.g)

Komento 1 vboxmanage-komento, jolla saadaan listaus tietokoneen virtuaalikoneista

```
vboxmanage list vms
```

3 Toimialue ja verkko

Tässä luvussa käyn läpi minkälaisia käyttöjärjestelmiä ja palveluita virtuaaliympäristöön on tarkoitus ottaa käyttöön. Vaikka virtuaaliympäristöön on tarkoitus ottaa myöhemmin käyttöön myös Linux-virtuaalikoneita, luodaan virtuaaliympäristön pohja Windows-toimialueella käyttäen asiakas-palvelin-mallia.

Asiakas-palvelin-mallissa asiakkaat ovat tyypillisesti käyttäjiä tai tietokoneita. Palvelimet ovat fyysisiä tai virtuaalisia palvelimia. Asiakkaat ja palvelimet ovat erillisiä laitteita ja kommunikoivat keskenään tietoliikenneverkon välityksellä. Asiakkaat tarvitsevat erilaisia palveluita palvelimilta, kuten IP-asetuksia, WWW-sivuja tai tiedostoja. Palvelimien tehtävä on tarjota näitä palveluita asiakkaille. Asiakas lähettää pyynnön palvelimelle ja palvelin vastaa tähän pyyntöön vastauksella. (Oracle, n.d.h)

3.1 Windows Server

Windows Server on Microsoftin kehittämä palvelinkäyttöjärjestelmä, johon voidaan asentaa erilaisia rooleja ja toimintoja, joilla tarjotaan palveluita asiakkaille. Palvelut liittyvät usein tiedon tallentamiseen, sovelluksiin ja verkon toimintoihin. (Microsoft, 2018)

3.1.1 Active Directory Domain Services

Työryhmä on tietokoneiden muodostama verkko, jossa jokaista tietokonetta hallitaan erikseen. Tietokoneet voivat jakaa tietoa keskenään, mutta jokaisella tietokoneella on omat käyttäjätilinsä ja tallennusmediansa, kuten kiintolevyt. Työryhmiä käytetään pienemmissä yrityksissä, joilla ei ole varaa tai halua ottaa käyttöön toimialuetta.

Toimialueen käyttöönoton myötä kaikki yrityksen tietokoneet saadaan liitettyä siihen ja niitä päästään hallitsemaan keskitetysti. Käyttäjätilit ja niiden asetukset säilötään toimialueen ohjauspalvelimelle. Käyttäjät tallentavat tietonsa palvelimilla sijaitseville verkkolevyille. Näin

tietojen yhteiskäyttö helpottuu. Toimialue otetaan käyttöön, kun yrityksen koko ja käyttäjien määrä kasvaa. (GeeksforGeeks, 2020)

Toimialue on hierarkkinen rakenne, johon tallennetaan tietoa sen objekteista. Objektit ovat muun muassa käyttäjiä, ryhmiä, tietokoneita, organisaatioyksiköitä, tulostimia ja verkkojakoja. Tämän rakenteen avulla pääkäyttäjien on helpompaa hallita eri objekteja, ja käyttäjät pääsevät hallitusti käsiksi tarvitsemiinsa tietoihin. (Microsoft, 2017)

Windows-palvelimelle toimialue rakennetaan asentamalla ensin Active Directory Domain Services -rooli. Asennus voidaan tehdä graafisesti tai käyttämällä PowerShell-komentoja. Tämän roolin mukana palvelimelle asentuu erilaisia työkaluja, joilla toimialueen eri toimintoja voidaan ottaa käyttöön ja hallita. Active Directory Users and Computers -työkalulla päästään hallitsemaan toimialueen objekteja, kuten käyttäjiä, ryhmiä ja tietokoneita. Sen avulla nähdään myös tarkemmat tiedot objekteista. Kun toimialueelle on luotu käyttäjä, hän pystyy kirjautumaan tietokoneellaan toimialueelle ja hyödyntämään sen resursseja, kuten verkkojakoja. Hänelle voidaan myös tehdä erilaisia sääntöjä ja rajoituksia. (Microsoft, 2018a)

3.1.2 Ryhmäkäytännöt

Ryhmäkäytännöt (Group Policy) ovat keino luoda sääntöjä tietokoneille ja käyttäjille. Niitä voidaan tehdä yksittäisille, paikallisille tietokoneille tai käyttäjille, mutta toimialueella myös niitä voidaan hallita keskitetysti. Näin haluttu ryhmäkäytäntö saadaan toimintaan kaikille toimialueen käyttäjille tai halutulle ryhmälle. Ryhmäkäytäntöjä voidaan luoda koko toimialueelle tai niitä voidaan eriteillä esimerkiksi organisaatioyksiköiden mukaisesti. Ryhmäkäytäntöjä on mahdollista keskittää yksittäisiin käyttäjiin, tietokoneisiin tai ryhmiin.

Ryhmäkäytäntöjen hallintaa varten Windows-palvelimelta löytyy Group Policy Management -työkalu. Tämän työkalun kautta toimialueen pääkäyttäjät pääsevät luomaan ryhmäkäytäntöobjekteja (Group Policy Object). Ryhmäkäytäntöobjekti on kokoelma ryhmäkäytäntöasetuksia, jotka taas ovat varsinaisia asetuksia ja sääntöjä. Tällaisella asetuksella voitaisiin esimerkiksi asettaa käyttäjän tietokoneen taustakuva tai asettaa tietokone lukituksi, jos

tietokoneella ei tapahdu mitään viiden minuutin aikana. Ryhmäkäytäntöobjektit on jaettu kahteen osaan. User Configuration alta löytyvät asetukset koskevat toimialueen käyttäjiä ja ryhmiä. Computer Configuration alta löytyvät asetukset taas koskevat toimialueen tietokoneita.

Kun toimialueelle halutaan luoda ryhmäkäytäntöobjekti, pääkäyttäjän tulee linkittää se haluttuun toimialueen objektiin. Jos ryhmäkäytäntöobjekti linkitetään suoraan toimialueeseen, vaikuttaa se kaikkiin toimialueen objekteihin. Asetusta ei välttämättä haluta näin suurelle joukolle käyttäjiä tai tietokoneita. Tämän vuoksi ryhmäkäytäntöobjekti voidaan linkittää myös organisaatioyksikköön. Toimialueella voisi olla esimerkiksi organisaatioyksikkö markkinoinnin henkilöstöä varten ja linkittämällä ryhmäkäytäntöobjektit tähän organisaatioyksikköön, koskisivat säännöt vain heitä. Myöhemmin tämä sama ryhmäkäytäntöobjekti voidaan linkittää toisiin organisaatioyksiköihin, jos heille halutaan samat säännöt. (Netwrix, 2017)

3.1.3 DNS

DNS eli Domain Name System on protokolla, jonka avulla voidaan käyttää verkkotunnuksia osoitteina, IP-osoitteiden sijaan. Verkkotunnus on sivuston nimi, kuten osoite www.contoso.com. Ilman DNS-protokollaa kyseinen osoite ei toimisi, vaan käyttäjien tulisi ottaa yhteys sivuston IP-osoitteeseen. Näin tulisi toimia kaikkien sivustojen kanssa, kun käyttäjä selaa Internetiä. DNS-protokolla muuntaa käyttäjän kirjoittaman verkkotunnuksen IP-osoitteeksi, jonka tietokone ymmärtää ja osaa ohjata käyttäjän oikealla sivustolle. Laitteelle tulee olla määritettynä DNS-osoite, jota se käyttää. DNS-osoite jaetaan tyypillisesti DHCP-palvelimelta asiakkaalle. (Cloudflare, n.d.)

Windows-palvelimeen voidaan lisätä DNS-rooli erikseen tai ottaa se käyttöön samalla, kun asennetaan toimialuepalvelut (Active Directory Domain Services). DNS-palvelua pääsee hallitsemaan käyttämällä graafista DNS Manager -työkalua tai PowerShell-komentoja. (Microsoft, 2020)

DNS Manager -työkalun kautta pääsee luomaan DNS:ään vyöhykkeitä ja tietueita. Vyöhykkeet voivat selvittää asiakkaiden puolesta verkkotunnuksen IP-osoitteen (Forward Lookup Zone) tai ne

selvittävät IP-osoitteen verkkotunnuksen (Reverse Lookup Zone). Forward Lookup Zone -vyöhykkeelle voidaan tehdä A-, CNAME- ja MX-tietueita. A-tietueelle verkkotunnus osoitetaan haluttuun IP-osoitteeseen. CNAME-tietueelle saadaan luotua alias yhdestä verkkotunnuksesta toiseen verkkotunnukseen. Sen avulla voidaan osoittaa esimerkiksi verkkotunnus `www.contoso.com` verkkotunnukseen `contoso.com`. MX-tietueella ohjataan sähköpostit oikealle sähköpostipalvelimelle. Sen avulla voidaan määrittää esimerkiksi, että sähköpostipalvelin sijaitsee verkkotunnuksen `mail.contoso.com` takana. Reverse Lookup Zone -vyöhykkeellä käytetään PTR-tietueita. PTR-tietueella IP-osoite osoitetaan haluttuun verkkotunnukseen. (Warren, 2016, s. 26–27)

3.1.4 DHCP

DHCP eli Dynamic Host Configuration Protocol on protokolla, jonka avulla palvelin pystyy automaattisesti jakamaan IP-asetuksia asiakkaalle. Nämä asetukset sisältävät IP-osoitteen sekä aliverkonmaskin ja mahdollisesti oletusyhdyskäytävän, DNS-osoitteen sekä muita asetuksia. DHCP-protokollassa asiakas aloittaa kommunikoinnin pyytämällä DHCP-palvelimelta IP-asetuksia. Tähän pyyntöön DHCP-palvelin vuorostaan vastaa.

Ilman DHCP-palvelua kaikille asiakaslaitteille tulisi manuaalisesti asettaa IP-asetukset. Tämä olisi hankalaa tapauksissa, joissa laite siirtyy verkosta toiseen, jossa on eri osoitealue käytössä. DHCP-palvelu helpottaa IP-asetuksien jakamista erityisesti, jos kyseessä on suuri verkko ja paljon laitteita. DHCP-palvelu ylläpitää tietokantaa IP-osoitteista, joita se voi jakaa asiakkaille. Kun asiakas pyytää IP-osoitetta, DHCP-palvelu vuokraa sille IP-osoitteen. Vuokra on sidottu asiakkaalle tietyksi ajaksi, jonka jälkeen se palaa tietokantaan toiselle laitteelle jaettavaksi osoitteeksi. Lähiverkossa kaikilla laitteilla tulee olla eri IP-osoite, mutta muut IP-asetukset kuten oletusyhdyskäytävä ja DNS-osoite ovat usein samoja saman lähiverkon laitteilla.

Järjestelmänvalvoja pystyy hallitsemaan DHCP-palvelua ja sen asetuksia. Asetuksista voidaan määrittää tarkasti mitä IP-osoitteita ja IP-asetuksia asiakkaille jaetaan sekä niiden vuokra-ajan. Tietokantaan voidaan myös tehdä poikkeuksia IP-osoitteista, joita ei jaeta lainkaan sekä varauksia tietyille laitteille niin, että ne saavat aina saman IP-osoitteen. (Microsoft, 2020a)

Windows-palvelimeen voidaan lisätä DHCP-rooli, jolloin palvelinta voidaan käyttää DHCP-palvelimena. Rooli voidaan asentaa Server Manager -työkalun kautta tai käyttämällä PowerShell-komentoja. Asennuksen jälkeen DHCP-palvelua voidaan hallita graafisesta DHCP Manager -työkalusta käsin tai käyttämällä PowerShell-komentoja. (Microsoft, 2021)

3.1.5 Tiedostopalvelin

Tiedostopalvelimen avulla tiedostoja voidaan jakaa asiakkaille verkon välityksellä. Tällöin tiedostot eivät sijaitse asiakkaan tietokoneella, vaan kaikki on keskitetysti palvelimella. Palvelimelta käsin voidaan hallita oikeuksia tiedostoihin. Näin saadaan estettyä asiattomien pääsy tietoihin ja määritellä, mitä muutoksia tunnistetut käyttäjät voivat tietoihin tehdä. (Ionos, 2019)

Windows-palvelimelle asennettu tiedostopalvelin käyttää Server Message Block -protokollaa, joka on tarkoitettu tiedostojen jakamiseen verkon välityksellä. Asiakastietokoneet pyytävät tällä protokollalla palveluita tiedostopalvelimelta. Sitä käyttämällä asiakastietokoneen sovellukset voivat lukea ja kirjoittaa muutoksia tiedostopalvelimen tiedostoihin. (Microsoft, 2020b)

Tiedostopalvelimelta jaetuissa tiedostoissa on kahdentyyppisiä oikeuksia. NTFS-oikeudet liittyvät Microsoftin tiedostojärjestelmään ja jako-oikeudet liittyvät pelkästään itse jakoon. NTFS-oikeudet vaikuttavat tiedostopalvelimen paikallisiin käyttäjiin sekä käyttäjiin, jotka käyttävät näitä tiedostoja toiselta koneelta käsin verkon välityksellä. NTFS-oikeuksien avulla saadaan hienosäädettyä oikeuksia huomattavasti enemmän kuin jako-oikeuksien kautta. Jako-oikeudet vaikuttavat pelkästään käyttäjiin, jotka muodostavat yhteyden tiedostopalvelimeen verkon välityksellä. Jako-oikeuksia käyttämällä oikeuksia ei ole mahdollista säätää yhtä paljoa kuin NTFS-oikeuksia.

Kahdentyyppisten oikeuksien hallinta voi olla välillä sekavaa. Tärkeää on kuitenkin muistaa, että kaikkein rajoittavin oikeus tulee aina voimaan. Esimerkiksi, jos jako-oikeuksista on sallittu tiedostoon pääsy kaikille, mutta NTFS-oikeuksista tiedoston lukuoikeus on estetty, ei käyttäjällä olisi oikeutta lukea tiedostoa. On myös mahdollista käyttää pelkkiä NTFS-oikeuksia. Tällöin jako-

oikeuksien kautta annettaisiin kaikille käyttäjille oikeudet tiedostoon ja NTFS-oikeuksien kautta määriteltäisiin tarkemmin rajoitukset. (Netwrix, 2018)

3.1.6 WWW-palvelin

WWW-palvelin tarjoaa asiakkaille verkkosivuja http-protokollan kautta. Asiakas ottaa yhteyttä palvelimeen ja pyytää siltä tiedostoja, joiden mukaan asiakkaan selain näyttää sivun sisällön. WWW-palvelin vaatii laitteiston, jolla sijaitsevat WWW-palvelun suorittava ohjelmisto sekä sivuston tiedostot, kuten kuvat, videot ja html-tiedostot. Tämä ohjelmisto keskustelee asiakkaan selaimen kanssa ja lähettää sille pyydettyjä tiedostoja. (Mozilla, n.d.)

Windows-palvelimelle voidaan asentaa IIS eli Internet Information Services -rooli, jolla saadaan tarjottua asiakkaille verkkosivuja. Sitä voidaan hallita graafisen IIS Manager -työkalun kautta tai PowerShell-komennoilla. IIS-roolilla voidaan luoda useita verkkosivuja eri käyttötarkoituksiin sekä ottaa käyttöön FTP-palvelu tiedostojen jakamiseen. (Microsoft, 2016)

3.2 Windows 10

Windows 10 on Microsoftin uusin käyttäjille tarkoitettu käyttöjärjestelmä. Se tukee monia erilaisia laitteita, kuten työasemia, kannettavia tietokoneita, puhelimia ja IoT-laitteita. Windows 10 on iso muutos aikaisempiin verrattuna. Microsoftin ideana on, että sitä päivitetään säännöllisesti eikä uutta Windows-käyttöjärjestelmää käyttäjille enää välttämättä tulisi. Windows 10 on siis enemmänkin palvelu, jonka käyttöä jatketaan. (Microsoft, 2015)

Windows 10 -käyttöjärjestelmään tulee päivityksiä säännöllisesti ja kahdesti vuodessa siihen tulee laajempi päivitys, joka tuo uusia ominaisuuksia. Näille laajemmille päivityksille Microsoft antaa 18 tai 30 kuukauden tuen. Pidempi tuki koskee versioita Enterprise ja Education. Microsoft suosittelee, että laajat päivitykset asennetaan heti, kun se on mahdollista. Näistä laajoista päivityksistä käytetään lyhenteitä kuten 1803, joka julkaistiin 4.30.2018, tai 20H2, joka julkaistiin 20.10.2020. 20H2 päivityksen tuki loppuu 10.5.2022 versioilta Home ja Pro, mutta vasta 9.5.2023 versioilta Enterprise ja Education. (Microsoft, n.d.)

Windows 10 -käyttöjärjestelmän versio vaikuttaa siihen, mitä toimintoja siitä löytyy. Windows 10 Home -versio on tarkoitettu peruskäyttäjille, jotka käyttävät sitä kotonaan. Windows 10 Pro -versio on suunnattu enemmän yrityskäyttöön. Merkittävänä erona on se, ettei Home-versio tue ryhmäkäytäntöjä, toimialuetta eikä Azure-toimialuetta. Tämän vuoksi Home-version käyttö yrityskäytössä ei ole käytännöllistä. (Microsoft, n.d.a)

3.3 VyOS

VyOS on avoimen lähdekoodin käyttöjärjestelmä, joka pohjautuu Debian GNU/Linuxiin. Se on suunniteltu käytettäväksi reitittimenä erilaisilla tietokoneilla ja virtuaalikoneilla. Sen kehittäminen aloitettiin vuonna 2013, kun alkuperäisen Vyatta-käyttöjärjestelmän yhteisöversion tukeminen loppui. VyOS-käyttöjärjestelmän hallinta tapahtuu komentoriviä käyttäen, joka pohjautuu Juniper JUNOS -komentoriviin.

VyOS-käyttöjärjestelmästä löytyy lukuisia eri toimintoja ja asetuksia. Sitä voi käyttää palomuurina sekä VPN-laitteena etäyhteyksiä varten. Se tukee IPv4 ja IPv6 osoitteita sekä reititysprotokollia molemmille, kuten OSPFv2 ja OSPFv3. Sitä voidaan käyttää myös DHCP- ja TFTP-palvelimina. NAT-palvelun konfiguroinnilla saadaan tehtyä osoitteenmuunnos. Myös skriptaus on tuettua. (VyOS, n.d.)

4 Automatisointi

IT-alalla automatisointi on prosessi, jolla luodaan ohjelmia ja järjestelmiä, joiden avulla saadaan vähennettyä toistuvien ja manuaalisten työtehtävien määrää. Sen avulla paljon aikaa vievät ja toistuvat työtehtävät saadaan hoidettua ilman, että ne olisivat jonkun työntekijän tehtävänä. Tällöin työntekijöille jää enemmän aikaa tärkeämpiin työtehtäviin. Automatisointi on tärkeää, kun halutaan tuottaa palveluita nopeasti, tarkasti ja turvallisesti. Automatisoitavat tehtävät voivat olla yksinkertaisia tai hyvinkin monimutkaisia. Yksinkertaisimmillaan voidaan automatisoida käyttäjätilin luonti tai varmuuskopioiden ottaminen. Monimutkaisimmillaan voidaan rakentaa tulevaa käyttöä varten valmiita palveluita ja infrastruktuuria. Myös tekoälyn ja koneoppimisen hyödyntäminen on mahdollista, kun halutaan luoda älykkäämpiä prosesseja käsittelemään arvaamattomia tilanteita. (VMWare, n.d.a)

4.1 Hyödyt

Automatisointia käyttämällä työntekijöiden aikaa saadaan suunnattua enemmän tärkeisiin ja hankalampiin työtehtäviin, jotka vaativat enemmän osaamista ja aikaa. Työntekijöiden ei tarvitse enää kuluttaa aikaansa käyttäjätilien luomiseen ja muihin yksinkertaisiin asioihin, kuten palvelinten asentamiseen. Kun ihminen tekee toistuvaa tehtävää kerta toisensa jälkeen, kasvaa riski tehdä virheitä. Jokainen saattaa myös tehdä toistuvat tehtävän hiukan eri tavalla kuin. Automatisoinnilla saadaan vältettyä tällaiset huolimattomuusvirheet ja yhtenäistetään tapoja, joilla tietyt tehtävät tehdään. Ensin sovittaisiin, miten kyseessä oleva asia halutaan hoitaa ja sitten kirjoitetaan esimerkiksi skripti sitä varten, joka hoitaa tehtävän työntekijöiden puolesta.

Automatisoimalla toistuvia ja rutiininomaisia toimenpiteitä säästetään paljon aikaa. Tehtävä, jota suoritetaan säännöllisesti, kuten päivittäin tai viikoittain, on rutiininomainen toimenpide ja tulisi automatisoida. Mitä useammin tehtävää joutuu suorittamaan manuaalisesti, sitä enemmän aikasäästöjä sen automatisointi tuo. Jos tehtävä suoritetaan pari kertaa vuodessa, sen automatisointi ei välttämättä ole kannattavaa. Toistuvat tehtävät, jotka vaativat työntekijältä jatkuvaa syötettä, ovat hyviä kohteita automatisoinnilla. Hyvänä esimerkkinä toimii käyttäjätilien luonti toimialueelle.

Monimutkaisten ja paljon aikaa vievien tehtävien automatisointi tuo paljon aikasäästöjä, mutta voi olla vaikeampaa toteuttaa. Käyttöjärjestelmien asentaminen useille tietokoneilla on paljon aikaa vievä toimenpide, mutta tätäkin tehtävää voi automatisoida todella pitkälle. Näin työntekijälle jää aikaa muita työtehtäviään varten, ja samalla käyttöjärjestelmät jatkavat asentumistaan. (Linux Journal, 2017)

4.2 Komentokielet

Automatisointia varten löytyy erilaisia komentokieliä, joiden avulla voidaan luoda skriptejä. Skriptit ovat koodia sisältäviä tiedostoja, jotka suorittavat tiedoston sisältävät komennot. Skripteissä suosittuja komentokieliä ovat Microsoftin PowerShell, Linuxin BASH sekä Python, jota voidaan käyttää molemmissa. Myös Virtualboxin VBoxManage-komentokieltä voidaan käyttää skripteissä. Skriptissä voisi esimerkiksi olla kaikki komennot, joilla saadaan luotua uusi käyttäjätili tai virtuaalikone. Kun skripti ajetaan, saadaan luoduksi käyttäjätili tai virtuaalikone. (TechRepublic, 2020)

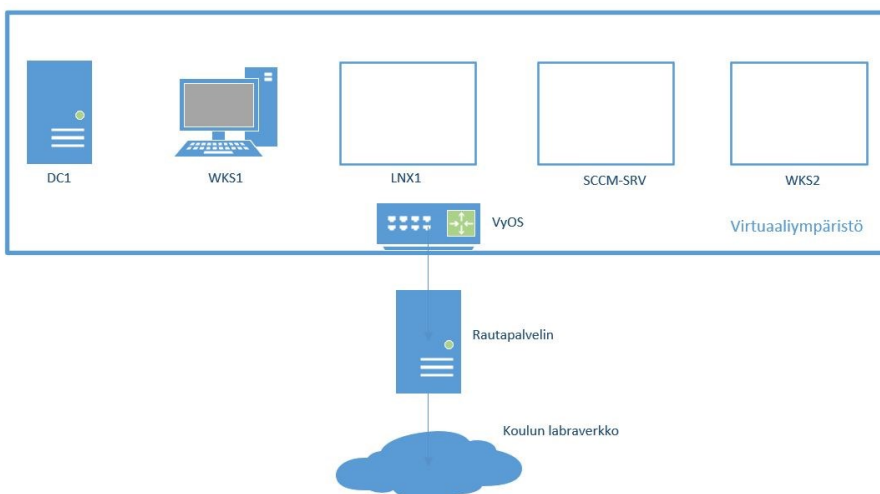
4.3 Ajastaminen

Jotta työtehtävä saadaan automatisoitua, tulee skripti vielä ajastaa eli määrittää milloin ja kuinka usein se suoritetaan. Ajastamiseen löytyy erilaisia työkaluja. Linux-käyttöjärjestelmistä löytyy cron-työkalu, jolla voi hyvinkin tarkasti määrittellä milloin skripti ajetaan. (opensource.com, 2020) Windows-käyttöjärjestelmissä voidaan hyödyntää graafista Task Scheduler -työkalua, mutta ajastus voidaan tehdä suoraan myös PowerShell-komennoilla (Netwrix, 2018a).

5 Virtuaaliympäristön rakentaminen

Työn käytännön osuudessa käydään läpi, miten virtuaaliympäristö rakennettiin. Kuvailen minkälaisia ongelmia tuli vastaan sekä miten ratkaisin ne. Tavoitteena oli siis rakentaa virtuaaliympäristö, jossa on erilaisia virtuaalikoneita. Nämä virtuaalikoneet viedään säännöllisin väliajoin tiedostopalvelimelle, josta opiskelijat voivat ladata ne ja aloittaa toivottujen taitojen, kuten toimialueen käyttäjien hallinnan, harjoittelun. Virtuaalikoneita varten luotiin myös virtuaaliverkko ja virtuaalikoneiden asetukset konfiguroitiin halutuiksi. Kuva 1 näytetään visuaalisesti, miltä syntyvä virtuaaliympäristö tulee näyttämään.

Kuva 1 Virtuaaliympäristön rakenne VyOS-reitittimellä



Alustavasti oli tarkoitus ottaa käyttöön Windows Server- ja Windows 10 -virtuaalikoneet. Tulevaisuudessa virtuaaliympäristöön tullaan lisäämään myös muita koneita. Tällä hetkellä olemme työpaikalla keskustelleet esimerkiksi Linux-virtuaalikoneesta, jolla opiskelijat voisivat heti aloittaa WordPress-palvelun opiskelemisen. Tarvetta olisi myös virtuaalipalvelimelle, jolla opiskelija pystyisi harjoittelemaan Microsoftin SCCM -järjestelmän käyttöä.

Virtuaaliverkko oli tarkoitus tehdä käyttämällä VyOS-käyttöjärjestelmää, mutta tämä aiheutti ongelmia ja se korvattiin VirtualBoxin NAT-verkko virtuaaliverkolla sen sijaan. Tulen kertomaan näistä ongelmista ja niiden ratkaisuista tulevissa luvuissa.

Aloitin työskentelyn testaamalla työn vaatimia osia erillään toisistaan. Tämän alustavan kokeiluvaiheen aikana opittiin tärkeitä asioita monista eri osa-alueista ja se vaikutti työn lopputulokseen. Kaikkien kokeilujen jälkeen lähdettiin työstämään lopullista työtä.

5.1 Toimeksiantaja ja käyttötarkoitus

Työn toimeksiantajana toimii Hyria Koulutus Oy. Hyria tarjoaa ammatillista koulutusta Hyvinkäällä ja Riihimäellä, mutta toimintaa on myös Hausjärvellä, Lopella, Helsingissä, Hämeenlinnassa sekä täysin verkoss. Hyria tarjoaa Tieto- ja viestintätekniikan perustutkinnon koulutusta nuorille ja aikuisille. Kyseisellä tutkinnolla oli tarvetta virtuaaliympäristölle, jonka avulla opiskelijat pääsisivät helposti harjoittelemaan teknisessä tukipalvelussa vaadittavia taitoja. Ennen tätä virtuaaliympäristöä näitä taitoja päästiin opettelemaan vasta sen jälkeen, kun opiskelija oli rakentanut harjoitteluympäristön. Nyt harjoitteluympäristö saadaan valmiina virtuaalikoneena ja saadaan säästettyä runsaasti aikaa.

Tarpeeseen vaikuttaa myös Tieto- ja viestintätekniikan perustutkinnon tutkintouudistus, joka tapahtui vuonna 2020. Uusissa tutkinnon perusteissa ei enää vaadita, että opiskelija osaisi asentaa hakemistopalvelut eli toimialueen. Vanhoissa Tieto- ja tietoliikennetekniikan perustutkinnon tutkinnon perusteissa tätä vaadittiin vielä ammattitaitovaatimuksissa.

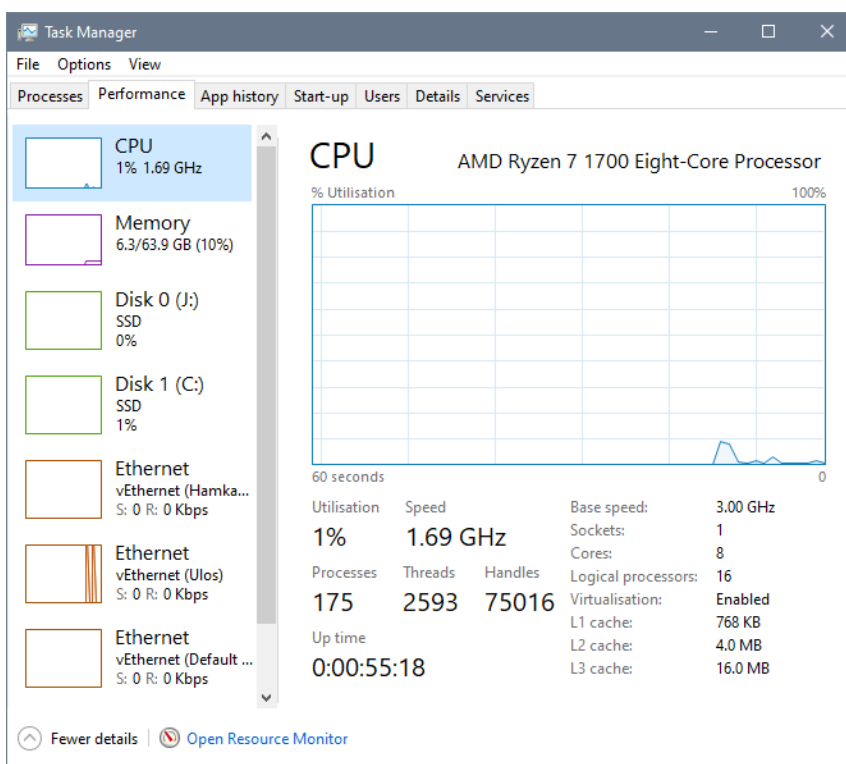
5.2 Virtualisointi ja verkot

Tässä opinnäytetyössä virtuaaliympäristö tullaan rakentamaan käyttämällä Oraclen VirtualBox -ohjelmistoa, joka on tyyppin 2 hyperviisori. Microsoftin Hyper-V virtualisointiympäristöä harkittiin myös, mutta se päätettiin unohtaa, koska se ei toimi Windows 10 Home -versiossa. Tämä olisi aiheuttanut ongelmia verkko-opiskelijoille, jotka eivät välttämättä olisi voineet hyödyntää virtuaalikoneita heidän isäntäkoneensa käyttöjärjestelmän vuoksi.

Virtuaaliympäristön rakentaminen aloitettiin asentamalla VirtualBox-ohjelmisto tietokoneelle. Ohjelmiston saa ladattua VirtualBoxin verkkosivuilta. Asennusprosessi on selkeä ja helppokäyttöinen. Asentamisen jälkeen voi alkaa luomaan virtuaalikoneita ja tekemään muitakin

asetuksia. Ennen virtuaalikoneiden käynnistämistä on kuitenkin tärkeää tarkistaa, että tietokoneella on virtualisointi asetettu päälle. Virtualisoinnin tilan näkee kätevästi tehtävienhallinnasta (Task Manager), kuten Kuva 2 on näytetty. Jos virtualisointi ei ole päällä, tulee se käydä laittamassa päälle tietokoneen BIOS- tai UEFI-asetuksista, jotka ovat valmistajakohtaisia. Valmistajien sivuilta löytyy yleensä ohjeet näiden tekemiseksi.

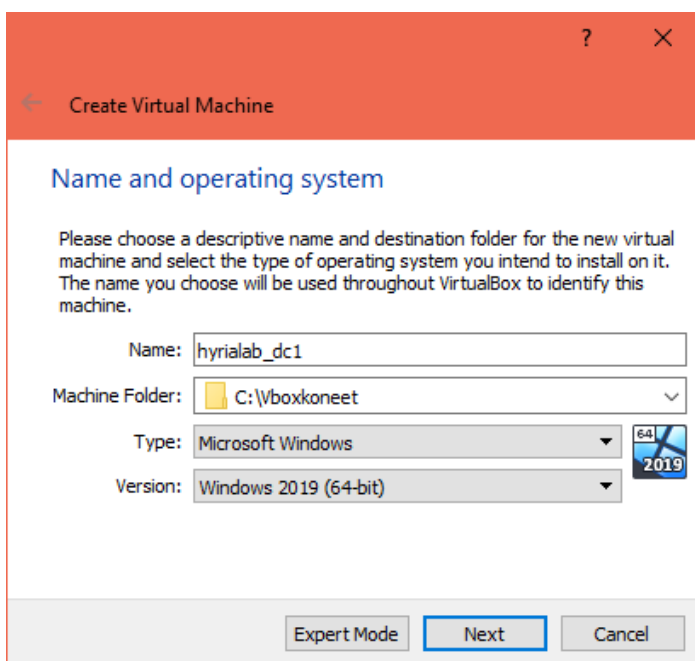
Kuva 2 Virtualisoinnin tila



Näiden alkuasetusten jälkeen voidaan luoda virtuaalikoneita. VirtualBoxiin luotiin kaksi virtuaalikonetta nimeltään hyrialab_dc1 sekä hyrialab_wks1. Ensimmäiseen asennetaan Windows Server 2019 -käyttöjärjestelmä ja toiseen Windows 10 -käyttöjärjestelmä. Kuva 3 määritetään virtuaalikoneen nimi, sen sijainti isäntäkoneen kiintolevyllä sekä luodaan sille virtuaalikiintolevy. Virtuaalikiintolevyjen kooksi asetettiin molemmille 50 Gt ja ne määritettiin dynaamisesti kasvaviksi. Näin virtuaalikiintolevyjen koot kasvavat automaattisesti, mutta eivät vie 50 Gt tilaa, vaan vain sen verran kuin ne oikeasti ovat kooltaan. Tällä tavalla saadaan vähennettyä tiedostojen kokoja, joita opiskelijoiden tulee ladata.

Virtuaalikoneiden luomisen jälkeen niille voidaan tehdä lisää asetuksia VirtualBox Manager -ohjelman kautta. Molemmille virtuaalikoneille määritettiin keskusmuistin kooksi 2048 Mt ja hyrialab_dc1 -virtuaalikoneelle määritettiin käyttöön kaksi prosessorin ydintä. Näitä asetuksia opiskelija pystyy muuttamaan sen jälkeen, kun on tuonut virtuaalikoneet omalle koneellensa. Eli halutessaan hän voi nopeuttaa virtuaalikoneiden toimintaa.

Kuva 3 Uuden virtuaalikoneen luominen VirtualBoxilla



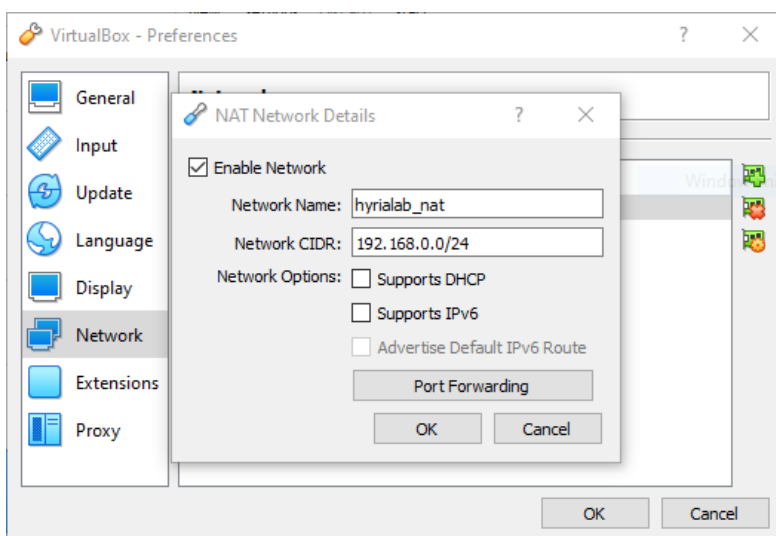
Alkuperäisenä suunnitelmana oli käyttää VyOS-käyttöjärjestelmää ja sen avulla rakennettua virtuaaliverkkoa. Ulospäin suuntautunut virtuaaliverkkokortti olisi kytketty VirtualBoxin Bridged Adapteriin ja sisäänpäin suuntautunut virtuaaliverkkokortti olisi kytketty Internal Network -tyyppiseen verkkoon. Tämän testaaminen toi kuitenkin ilmi ongelmia, jotka olisivat tehneet koko virtuaaliympäristöstä toimimattoman opiskelijoiden koneilla. Lähiverkossa jokaisella laitteella tulee olla ainutlaatuinen MAC-osoite eli fyysinen osoite. Kun tätä virtuaaliympäristöä käytetään luokkahuoneessa, tulisi jokaisen opiskelijan virtuaaliverkon ulospäin suuntautuvalla verkkokortilla olla ainutlaatuinen MAC-osoite. MAC-osoite saadaan ainutlaatuiseksi silloin, kun VyOS-virtuaalikone joko viedään tai tuodaan käyttämällä VirtualBoxin MAC-osoitteen uudelleengenerointia. Tämä antaisi verkkokortteille uudet MAC-osoitteet. VyOS-käyttöjärjestelmässä kuitenkin MAC-osoitteen vaihtaminen muuttaa kyseisen verkkokortin

tunnistetta. Tunniste voisi esimerkiksi olla eth0, mutta uudelleengeneroinnin jälkeen se muuttuisi esimerkiksi tunnisteeksi eth2. Tämä aiheuttaa vakavia ongelmia, sillä VyOS IP-asetukset on tehty tietyille tunnisteille ja NAT-palvelu on määritetty käyttämään tiettyä tunnistetta. VyOS ei siis ollut käyttökelpoinen virtuaaliverkon rakentamisessa.

Teoriaosuudessa opittiin VirtualBoxin NAT-verkko virtuaaliverkosta. Tähän tutustuttiin tarkemmin ja kokeilujen kautta todettiin, että sitä voitaisiin käyttää halutun kaltaisen virtuaaliverkon rakentamisessa. NAT-verkko on mahdollista luoda myös skriptillä eli opiskelijoita varten on mahdollista luoda skripti, joka luo halutun NAT-verkon ja asettaa tarvittavat virtuaalikoneet siihen. NAT-verkon kanssa ei tarvitse murehtia lainkaan MAC-osoitteista tai niiden uudelleengeneroimisesta, sillä NAT-verkko on isäntäkoneen verkkokortin takana ja jokaisella verkkokortilla on ainutlaatuinen MAC-osoite.

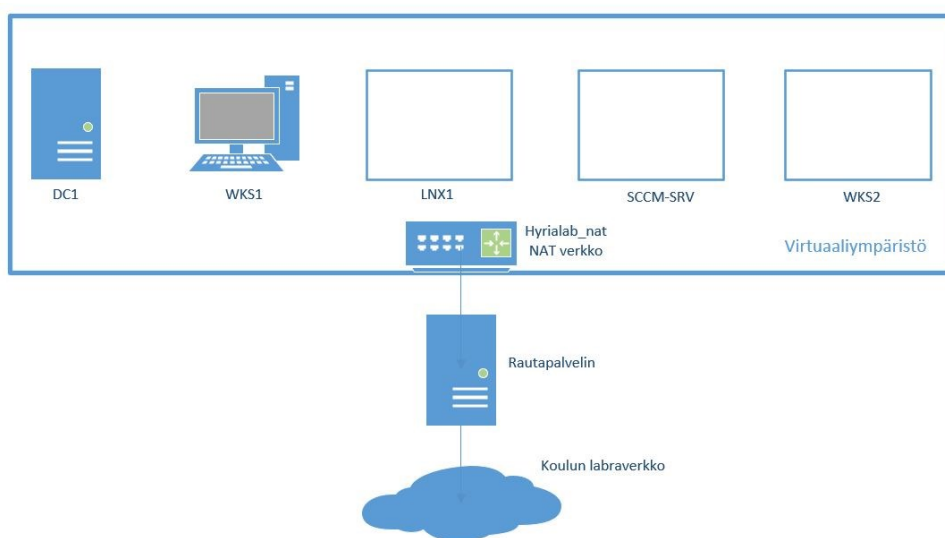
NAT-verkko luodaan VirtualBoxin asetuksista. NAT-verkolla määritetään nimi, verkon osoite ja aliverkonmaski sekä halutaanko siihen käyttöön DHCP-palvelu tai IPv6-osoitteet. Tässä virtuaaliympäristössä käytetään verkkoa nimeltään hyrialab_nat, jonka verkkoalue on 192.168.0.0/24, kuten Kuva 4 käy ilmi. Siihen ei haluta DHCP-palvelua, koska se luodaan myöhemmin hyrialab_dc1-virtuaalikoneelle. IPv6-osoitteille ei ole tarvetta.

Kuva 4 NAT-verkon luominen VirtualBoxilla



NAT-verkon luomisen jälkeen virtuaalikoneet voidaan liittää hyria_lab-verkkoon. Tämä tapahtuu virtuaalikoneen VirtualBox-asetuksista. Ensin määritetään mihin virtuaaliverkkokorttiin virtuaalikone on yhdistetty ja sen jälkeen alas veto -valikosta valitaan, minkä niminen verkko on kyseessä. Vaihtamalla VyOS-virtuaalikone VirtualBoxin NAT-verkkoon verkon rakenne muuttuu vain hiukan, kuten Kuva 5 käy ilmi. Eli ainoa muutos on reitittimen vaihtuminen.

Kuva 5 Virtuaaliympäristön rakenne NAT-verkolla

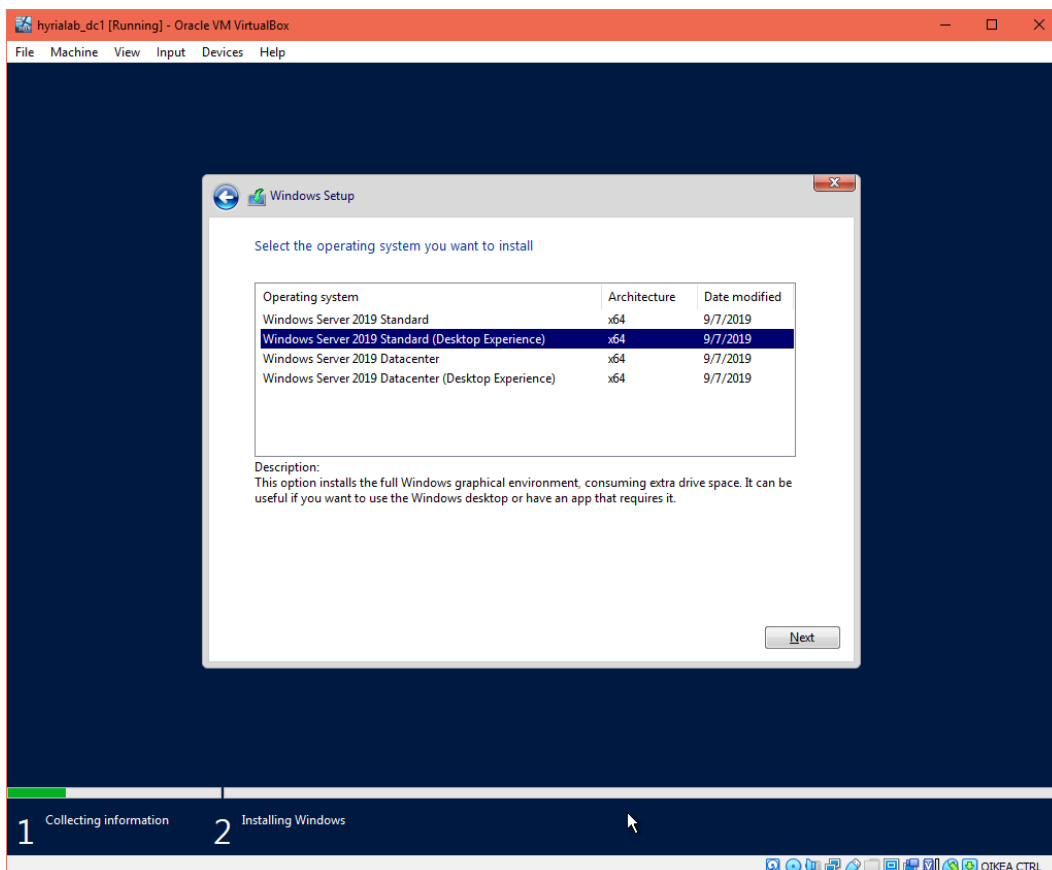


5.3 Palvelin ja toimialue

Seuraava vaihe oli Windows Server 2019 -käyttöjärjestelmän asentaminen virtuaalikoneelle. VirtualBox Managerin kautta virtuaalikoneen voi käynnistää ja ensimmäiselle käynnistyskerralla pyydetään valitsemaan asennusmedia. Asennusmediaksi määritettiin aikaisemmin ladattu Windows Server 2019 -käyttöjärjestelmän iso-tiedoston. Tämä aloitti käyttöjärjestelmän asennuksen. Asennusmedian voi määrittää myös VirtualBox-ikkunan Devices-valikon kautta. Asennuksen alussa valitaan asennuksen kieli, aika ja valuutta sekä näppäimistöasettelu. Kuva 6 näkyy käyttöjärjestelmän version valinta. Voidaan valita Standard ja Datacenter väliltä sekä halutaanko Desktop Experience. Suunniteltuun käyttöön riittää oikein hyvin Standard-versio ja Desktop Experiencen myötä asentuva graafinen käyttöliittymä halutaan ehdottomasti käyttöön. Version valinnan jälkeen hyväksytään lisenssiehdot, määritetään asennustyyppi Custom, koska

tehdään täysin uusi käyttöjärjestelmän asennus. Lopuksi tehdään kiintolevyn osiointi ja tässä tapauksessa ei tehdä lainkaan osiointia, vaan käytetään koko 50 Gt virtuaalikiintolevyä.

Kuva 6 Windows Server 2019 -käyttöjärjestelmän version valinta

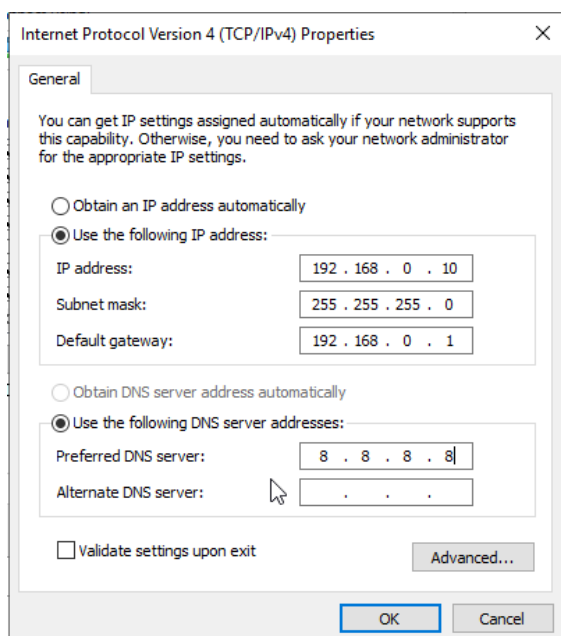


Virtuaalikoneen uudelleenkäynnistyksen jälkeen tulee palvelimen Administrator-pääkäyttäjälle määrittää vielä salasana. Tämän jälkeen palvelimelle voidaan kirjautua ja tehdä tarpeellisia alkuasetuksia. Alkuasetuksina halutaan muuttaa palvelimen nimi, IP-asetukset, määrittää muutama suojauskäytäntö sekä asentaa selain.

Palvelimen nimeksi vaihdettiin dc1, jonka jälkeen palvelin tuli uudelleen käynnistää. Palvelimelle määritettiin Kuva 7 mukaiset IP-asetukset, jotta se toimisi virtuaaliverkossa. Oletusyhdykäytävä on 192.168.0.1, koska VirtualBoxin NAT-verkossa ensimmäinen laiteosoite toimii aina oletusyhdykäytävänä. IP-asetusten määrittämisen jälkeen yhteys ulkomaailmaan testattiin käyttämällä ping-komentoa. Palvelimen ylläpitoa haluttiin automatisoida mahdollisimman paljon

ja tämän vuoksi palvelimelle määritettiin ajastetut virusskannaukset keskelle yötä, jotta ne häiritsevät normaalia käyttöä mahdollisimman vähän. Palvelin määritettiin lataamaan ja asentamaan päivitykset automaattisesti säännöllisesti yöaikaan. Näin henkilökunnan ei tarvitse manuaalisesti huolehtia palvelimen päivittämisestä. Lopuksi palvelimelle asennettiin vielä Firefox-selain, jotta opiskelijat pystyvät lataamaan sille mahdollisesti muita tarvittavia ohjelmia ja lisäosia. Jotta palvelimelle pystyi lataamaan Firefox-selaimen asennustiedoston, tuli Internet Explorer -selaimen asetuksista sallia tiedostojen lataaminen. Firefox-selaimesta tehtiin oletusselain.

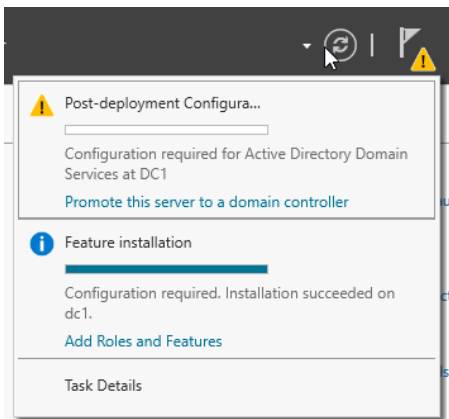
Kuva 7 Windows-palvelimen IP-asetuksien asettaminen



Alkuasetusten jälkeen voidaan aloittaa toimialueen rakentaminen. Windows Server -käyttöjärjestelmästä löytyy Server Manager -työkalu, jolla voidaan lisätä palvelimelle rooleja. Valitaan asennettavaksi rooliksi Active Directory Domain Services, joka asentaa palvelimelle vaadittavat toiminnot ja työkalut sen hallintaa varten. Roolin asentamisen jälkeen toimialueelle tulee luoda ainakin yksi toimialueen ohjauspalvelin ja kuten Kuva 8 näkyy, palvelin kehottaa tekemään palvelimesta toimialueen ohjauspalvelimen eli ylentämään sen. Ylentämisen aikana luodaan uusi toimialue metsä ja määritetään sille nimi. Tässä virtuaaliympäristössä toimialueen nimeksi on määritetty hyrialab.net. Muihin asetuksiin ei kosketa ja lopuksi asennusvelho käy läpi lyhyen testin tarkistaakseen, että palvelin täyttää kaikki määrytykset, ennen kuin toimialueen

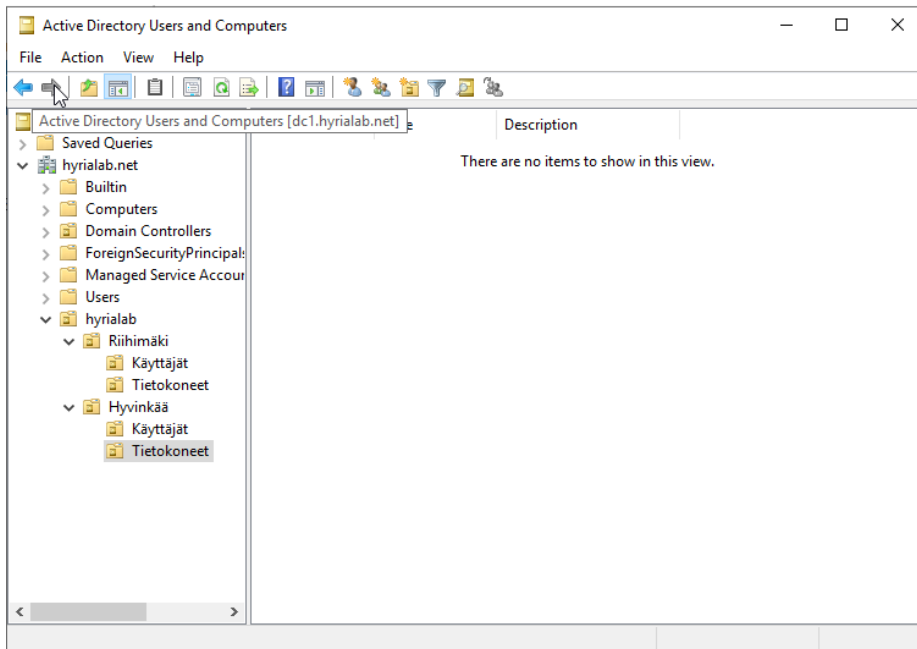
luonti aloitetaan. Lopuksi palvelin käynnistää itsensä uudelleen ja sen jälkeen toimialuetta päästään muokkaamaan.

Kuva 8 Palvelimen ylentäminen toimialueen ohjauspalvelimeksi



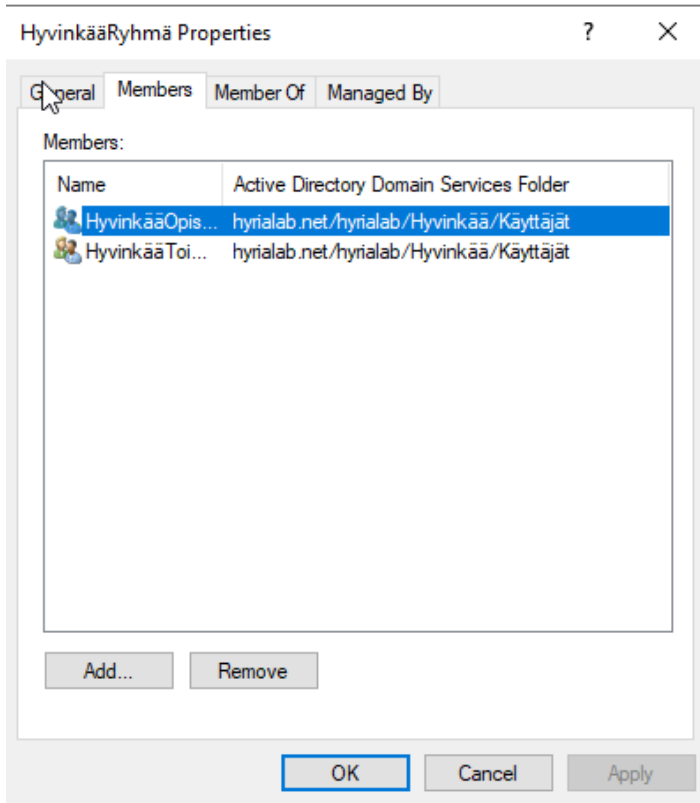
Toimialueelle suunniteltiin organisaatioyksikkö rakenne etukäteen ja sellainen luotiin palvelimelle käyttämällä Active Directory Users and Computers -työkalua, johon pääsee käsiksi Server Managerin kautta. Rakenne käy ilmi Kuva 9. Tällaisella rakenteella saadaan helpotettua toimialueen objektien, kuten käyttäjien ja tietokoneiden hallintaa. Organisaatioyksiköitä hyödynnetään myös myöhemmässä vaiheessa, kun toimialueelle luodaan erilaisia sääntöjä ryhmäkäytänteiden kautta.

Kuva 9 Toimialueen organisaatioyksikkö rakenne



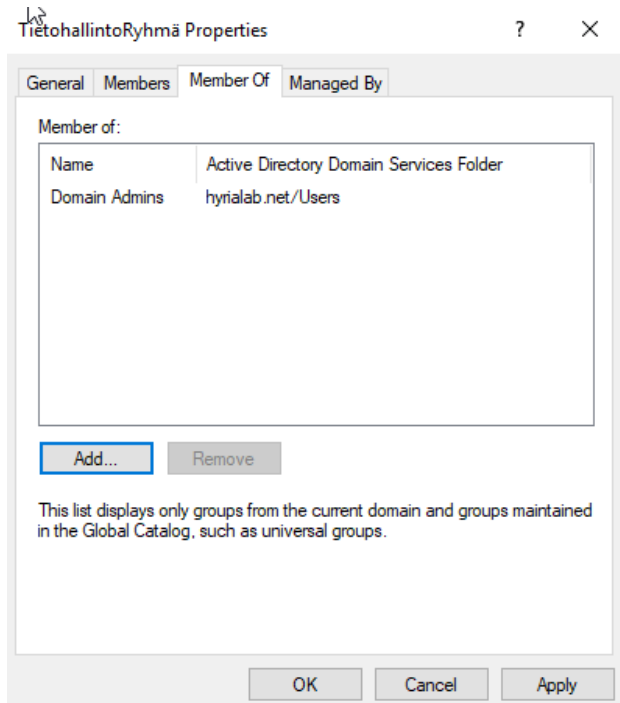
Organisaatioyksiköiden jälkeen toimialueelle luotiin käyttäjiä ja ryhmiä. Käyttäjiä luotiin reilut 20 ja niitä jaoteltiin tasaisesti Riihimäelle ja Hyvinkäälle. Molempiin kaupunkeihin luotiin omat ryhmänsä sekä ryhmät toimihenkilöille ja opiskelijoille, jotka liitettiin kaupunginryhmään, kuten Kuva 10 on tehty. Yhdet käyttäjät ovat vastaavasti liitetty opiskelijoille tarkoitettuun ryhmään ja toiset käyttäjät taas toimihenkilöille tarkoitettuun ryhmään.

Kuva 10 Ryhmään liittäminen toimialueella



Toimialueelle luotiin myös tietohallintoa simuloiva ryhmä ja käyttäjät, joilla on oikeus tehdä muutoksia toimialueella. Yksinkertaisuuden vuoksi oikeudet heille määritettiin liittämällä heidät Domain Admins -nimiseen ryhmään, kuten Kuva 11 käy ilmi. Oikeudet olisi voinut myös määrittää delegoimalla heille oikeuksia, mutta tämä haluttiin pitää yksinkertaisena opiskelijoiden kannalta, jotka vasta harjoittelevat toimialueen hallintaa ensimmäisiä kertojaan.

Kuva 11 Oikeuksien antaminen ryhmän jäsenille



Osalle toimialueen käyttäjistä määritettiin lisäasetuksia. Käyttäjätilejä on lukittu, poistettu käytöstä, määritetty vanhenemaan tai asetettu virheellisiä kirjautumisaikoja. Näin opiskelija näkee heti mitä tapahtuu, jos tili on esimerkiksi lukittu tai mitä täytyy tehdä, jos käyttäjä on unohtunut salasanansa. Päästään siis heti harjoittelemaan teknisen tukipalvelun taitoja. Kaikille toimialueen käyttäjille määritetään yksinkertaisuuden vuoksi täysin sama salasana, vaikka näin ei todellakaan oikeassa tilanteessa koskaan tehtäisi.

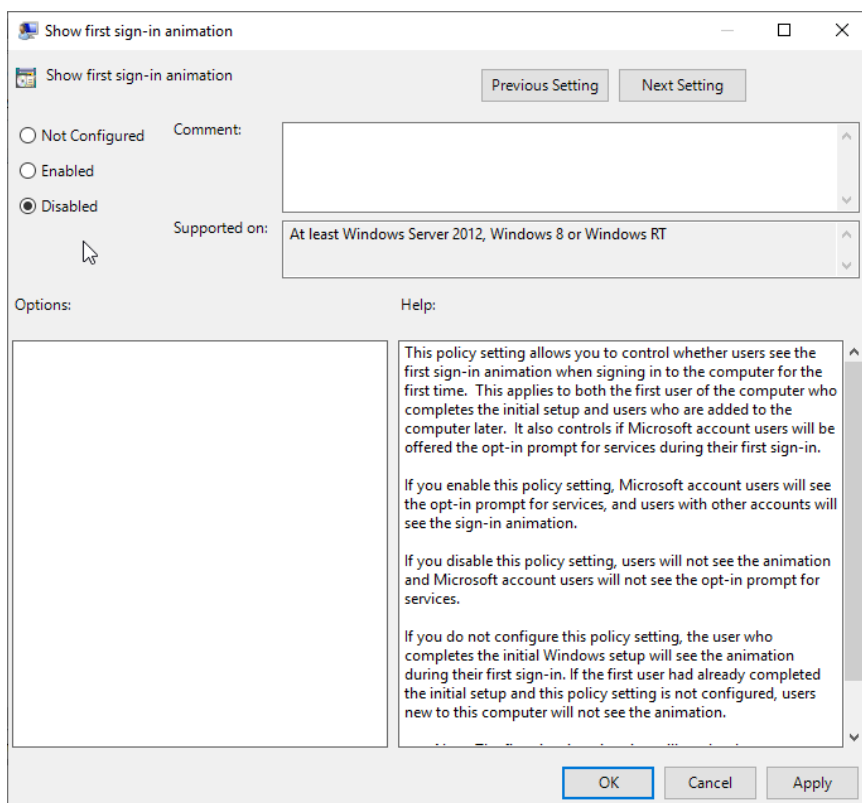
Toimialueelle luotiin aluksi muutamia ryhmäkäytäntöjä. Toimialueen ryhmäkäytäntöjä pääsee muokkaamaan palvelimen Group Policy Management -työkalun kautta. Siellä voidaan määrittää, minne ryhmäkäytäntö luodaan organisaatorakenteessa ja päästään muokkaamaan ryhmäkäytäntöä Group Policy Management Editor -työkalulla. Editorilla päästään selaamaan ryhmäkäytäntöjä sekä lukemaan lisätietoja siitä, mitä ne tekevät. Kun haluttu ryhmäkäytäntö löydetään, se otetaan käyttöön sekä määritellään sille mahdolliset asetukset, jotka määrittävät sen toiminnan. Ryhmäkäytäntöjen määrittämisen jälkeen on tärkeää testata niiden toiminta. Ryhmäkäytännöt päivittyvät toimialueen tietokoneille ja käyttäjille automaattisesti noin 90 minuutin välein, mutta ne on myös mahdollista pakottaa päivittymään gpupdate-komennolla.

Tässä vaiheessa Windows 10 -virtuaalikonetta ei ollut vielä asennettu, joten testaaminen hoidettiin myöhemmin.

Ensimmäisenä määritettiin toimialueen tietokoneet asentamaan päivitykset automaattisesti yöaikaan, jotta se häiritsisi opiskelijoiden harjoittelua mahdollisimman vähän, mutta mahdollistaisi työasemien pitämisen päivitettynä. Toinen ryhmäkäytäntö oli ajan säästämistä varten. Tällä ryhmäkäytännöllä haluttiin poistaa käytöstä Windows 10 -käyttöjärjestelmän ensimmäisen kirjautumiskerran nk. Hi-animaatio, joka tulee jokaiselle käyttäjälle. Kuva 12 käy ilmi, miten Hi-animaatio poistetaan käytöstä. Tämä helpottaa opiskelijoiden harjoittelua, kun he testaavat eri käyttäjien toimintaa harjoituksia tehdessään.

Automaattisten päivitysten määrittäminen löytyi polusta Computer Configuration/Administrative Templates/Windows Update/Configure Automatic Updates. Hi-animaation poistaminen käytöstä löytyi polusta Computer Configuration/Administrative Templates/System/Login/Show first sign-in animation.

Kuva 12 Hi-animaation poistaminen käytöstä

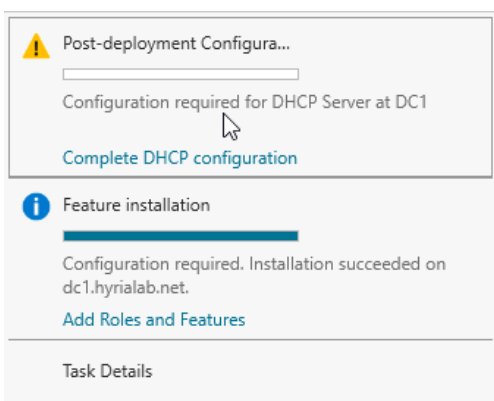


5.4 Muut tarvittavat palvelut

Toimialueen lisäksi palvelimelle halutaan muitakin rooleja, joita opiskelijat pääsevät harjoittelemaan. Palvelimelle haluttiin lisätä ainakin DHCP-, DNS- ja IIS-roolit. Myös verkkojakojen kanssa työskentelyä halutaan harjoitella, joten palvelimelle luodaan muutama verkkojako ja määritetään niille alustavia oikeuksia.

DHCP-palvelun avulla jaetaan IP-asetuksia verkon tietokoneille. Tämä rooli haluttiin palvelimelle, jotta työasemien IP-asetusten hallinta on helpompaa ja tulevaisuudessa virtuaaliympäristön lisätyt uudet virtuaalikoneet saadaan verkkoon automaattisesti. Roolin asentaminen tapahtuu samalla tavalla kuin aikaisemmin asennetun Active Directory Domain Services -roolinkin asentaminen. Server Managerin kautta pääsee lisäämään rooleja ja halutuksi rooliksi valitaan DHCP. Roolin asentamisen jälkeen Server Manageriin tulee Kuva 13 mukainen kehoitus asennuksen viimeistelemiseksi. Viimeistelyn yhteydessä auktorisoidaan kyseinen DHCP-palvelin toimimaan toimialueella. Auktorisointiin voidaan käyttää toimialueen pääkäyttäjän tunnuksia, kuten tässäkin tapauksessa tehtiin.

Kuva 13 DHCP-palvelun asennuksen viimeistely



Auktorisoinnin jälkeen Server Managerista löytyy DHCP-työkalu, jolla voidaan hallita DHCP-palvelun asetuksia. DHCP-palvelulle luodaan skooppi, jolle määritetään IP-osoitteiden jakoalue, IP-osoitteen vuokra-aika sekä jaettavat lisäasetukset kuten oletusyhdyskäytävän ja DNS-osoitteen osoite. Aluksi skoopille annetaan nimi ja sen jälkeen päästään määrittämään jaettavat osoitteet Kuva 14 mukaisesti. Virtuaaliympäristön verkkoon halutaan jakaa verkosta 192.168.0.0/24

viimeiset 55 laiteosoitetta. Tarkoituksena on jättää ensimmäiset 199 osoitetta muuhun käyttöön, kuten kiinteiksi IP-osoitteiksi nykyisille ja tuleville virtuaalikoneille. Näin virtuaalikoneet, jotka tarvitsevat kiinteän IP-osoitteen saadaan eroteltua toisistaan esimerkiksi kymmenen numeron välein, täten selkeyttäen virtuaaliympäristön rakennetta virtuaalikoneiden määrän kasvaessa. Jakoalueen jälkeen määritetään vielä jaettavaksi oletusyhdyskäytävän IP-osoite 192.168.0.1 sekä DNS-osoite 192.168.0.10. Virtuaaliympäristön laitteet siis käyttävät DNS-palvelimenaan hyrialab_dc1-virtuaalikoneelta löytyvää DNS-palvelua. Lopuksi skooppi aktivoidaan, jotta se voi aloittaa IP-asetusten jakamisen asiakkaille, jotka pyytävät niitä.

Kuva 14 DHCP-palvelulle määritetyt jaettavat IP-osoitteet

New Scope Wizard

IP Address Range
You define the scope address range by identifying a set of consecutive IP addresses.

Configuration settings for DHCP Server

Enter the range of addresses that the scope distributes.

Start IP address: 192 . 168 . 0 . 200

End IP address: 192 . 168 . 0 . 254

Configuration settings that propagate to DHCP Client

Length: 24

Subnet mask: 255 . 255 . 255 . 0

< Back Next > Cancel

Opiskelijoiden halutaan harjoittelevan IIS-roolin käyttöä, jolla voidaan ylläpitää verkkosivustoja. IIS-rooli asennetaan Server Managerin kautta ja asentamisen jälkeen sen hallintaan tulee oma työkalunsa nimeltään Internet Information Services (IIS) Manager. Tämän IIS Managerin kautta päästään muokkaamaan oletussivustoa, tekemään uusia sivustoja sekä monia muita asetuksia.

DNS-roolia ei tarvitse erikseen asentaa, sillä se asentui samalla, kun Active Directory Domain Services -rooli asennettiin. DNS-palvelun avulla asiakkaat pääsevät verkkosivulle kirjoittamalla selaimen osoiteriville osoitteeksi hyrialab.net. Näiden palveluiden testaaminen suoritetaan, kun toiselle virtuaalikoneelle on asennettu Windows 10 -käyttöjärjestelmä.

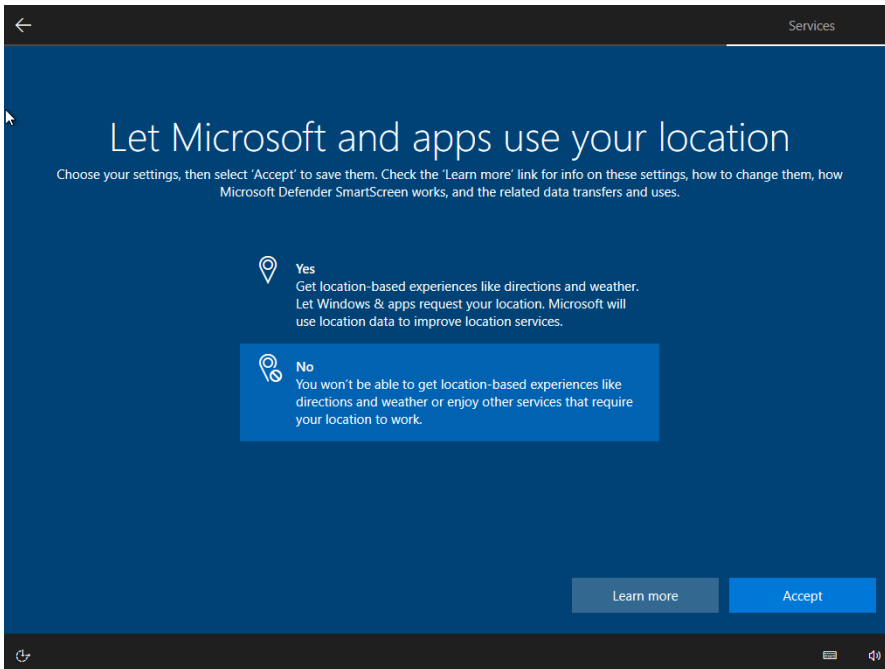
Palvelimen kiintolevylle luotiin JAOT-niminen kansio, jonka alle luotiin verkkojaot Materiaalit sekä Opiskelijat. Näiden kansioiden sisälle luotiin muutamia tiedostoja sekä alikansioita, jotta ne eivät olisi täysin tyhjiä. Näiltä verkkojaoilta otettiin kaikki oikeudet kokonaan pois. Tarkoituksena on, että kun opiskelija harjoittelee verkkojakoja ja niiden oikeuksia, hän joutuu lisäämään oikeuksia pikkuhiljaa ja tarkistamaan miten toiminta muuttui. Verkkojaot löytyvät poluista \\dc1\opiskelijat sekä \\dc1\materiaalit.

5.5 Työasema

Ensimmäiseksi työasemaksi virtuaaliympäristöön asennetaan Windows 10 -käyttöjärjestelmä hyrialab_wks1-virtuaalikoneeseen. Windows 10 -käyttöjärjestelmän asentaminen aloitetaan samalla tavalla kuin Windows Server 2019 -käyttöjärjestelmänkin asentaminen aloitettiin. Käynnistetään hyrialab_wks1-virtuaalikone ja määritetään käytettäväksi asennusmediaksi Windows 10 -käyttöjärjestelmän iso-tiedosto. Ensimmäiseksi valitaan asennuksen kieli, aika ja valuutta sekä näppäimistönasettelu. Asennuksen aikana tulee valita asennettava Windows 10 -versio. Koska Home-versiolla varustettua tietokonetta ei voida liittää toimialueeseen, päätettiin käyttää Windows 10 Pro -versiota. Valikosta löytyvät versiot voivat vaihdella asennusmedian mukaan. Hyväksytään lisenssiehdot ja määritetään käyttöjärjestelmä asentumaan virtuaalikiintolevylle ilman mitään osiointia.

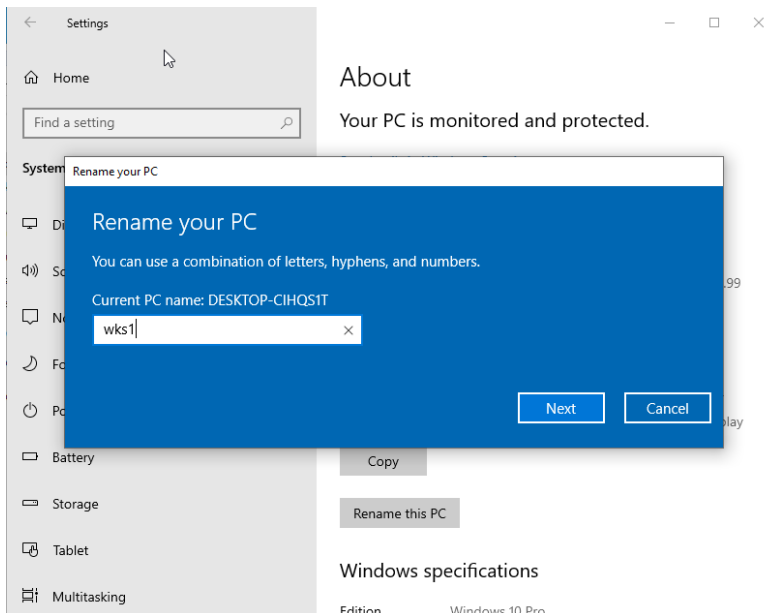
Asennuksen jälkeen virtuaalikone käynnistyy uudestaan, jonka jälkeen tehdään asennuksen jälkitoimet. Jälkitoimien aikana luodaan paikallinen käyttäjätili ja määritetään mitä tietoja käyttöjärjestelmän annetaan käyttää. Kuva 15 määritetään, ettei käyttöjärjestelmä saa käyttää paikannusta. Vastaavia valintoja joutuu tekemään myös muista yksityisyyteen liittyvistä asetuksista.

Kuva 15 Windows 10 -käyttöjärjestelmän asennuksen jälkitoimet



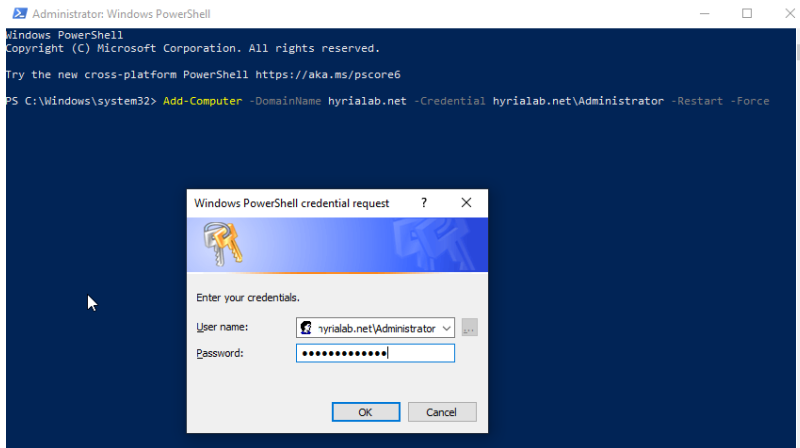
Asennuksen päätyttyä Windows 10 -virtuaalikone saa IP-asetuksensa palvelimen DHCP-palvelulta ja sille määritetään uusi nimi Kuva 16 mukaisesti sekä asennetaan Firefox-selain. Firefox-selaimesta tehtiin oletusselain. Nimen muuttaminen vaatii uudelleen käynnistyksen. Tämän lisäksi työasemalle otettiin käyttöön sisäänrakennettu Administrator-käyttäjätili. Kyseinen tili on tietoturva syistä oletuksena poistettu käytöstä, mutta se otettiin käyttöön, jotta opiskelijoille voidaan demonstroida toimialueen Administrator-käyttäjätilin ja paikallisen Administrator-käyttäjätilin eroavuuksia. Myös Guest-käyttäjätili otettiin käyttöön, mutta sen kanssa ilmeni ongelmia, joten se otettiin pois käytöstä ja luotiin uusi Vieras-niminen käyttäjätilin, joka liitettiin Guests-ryhmään. Ilmeisesti Guest-tilissä on ollut ongelmia jo pidemmän aikaa Windows 10 -käyttöjärjestelmässä. Vieras-käyttäjätiliä on myös tarkoitus käyttää lähinnä demonstroiintitarkoituksissa.

Kuva 16 Windows 10 -käyttöjärjestelmän tietokoneen nimen vaihtaminen



Tietokoneen saatuaan IP-asetukset voidaan se liittää toimialueeseen, sillä sen DNS-osoitteena toimii palvelimen IP-osoite, jossa DNS-palvelu sijaitsee. Sen tulisi siis löytää toimialue nimeltään hyrialab.net. Liittäminen toimialueeseen voidaan suorittaa monilla eri tavoilla. Kuva 17 mukaisesti tässä liittäminen tehdään käyttämällä PowerShell-komentoa Add-Computer. Tällä komennolla määritetään tietokone liittymään toimialueeseen nimeltään hyrialab.net käyttäen hyrialab.net-toimialueen käyttäjän Administrator-tunnuksia. Lopuksi määritetään tietokone käynnistymään uudelleen pakotetusti. Komento avaa pienen ikkunan, johon tulee syöttää Administrator-käyttäjän salasana tunnistautumista varten. Jos salasana on oikein, tietokone liitetään toimialueeseen ja tietokone käynnistyy välittömästi uudelleen.

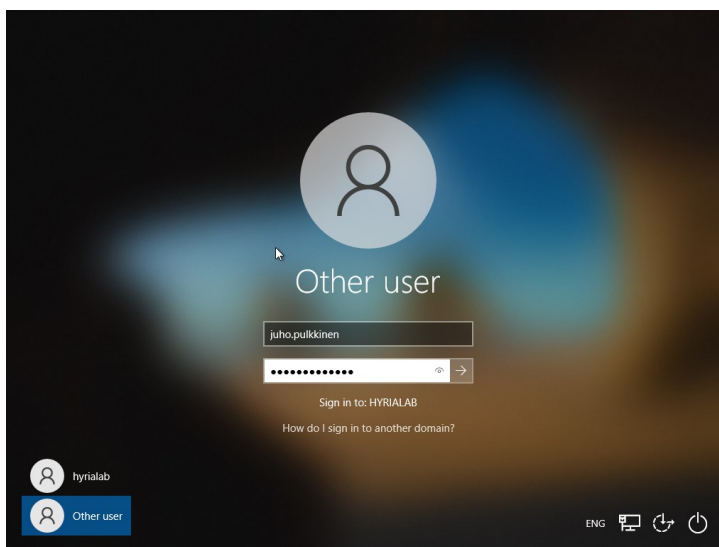
Kuva 17 Työaseman liittäminen toimialueelle



5.6 Palveluiden testaaminen

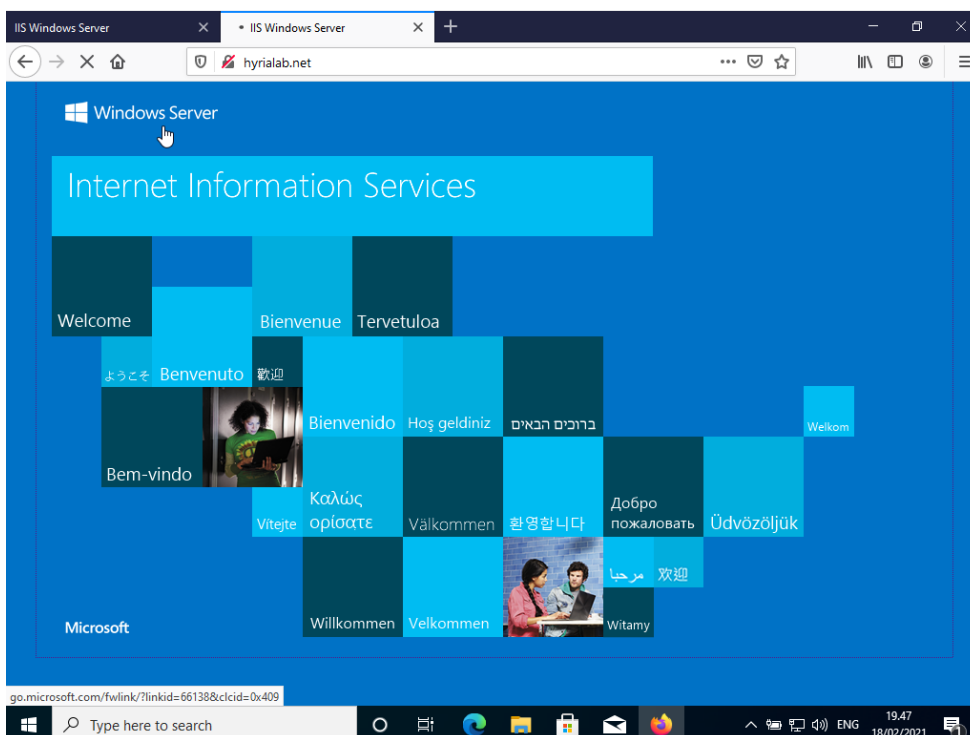
Kuva 18 testataan kirjautuminen toimialueelle eräällä käyttäjätileistä. Varmistin kaikkien toimialueen käyttäjätilien toimivuuden, jotta tulevaisuudessa ei tulisi mitään yllätyksiä, kun käyttäjätilejä käytetään opiskelijoiden harjoituksissa. Testasin myös, että tilit, joille oli tehty ongelmia, eivät toimineet.

Kuva 18 Toimialueen käyttäjien testaaminen



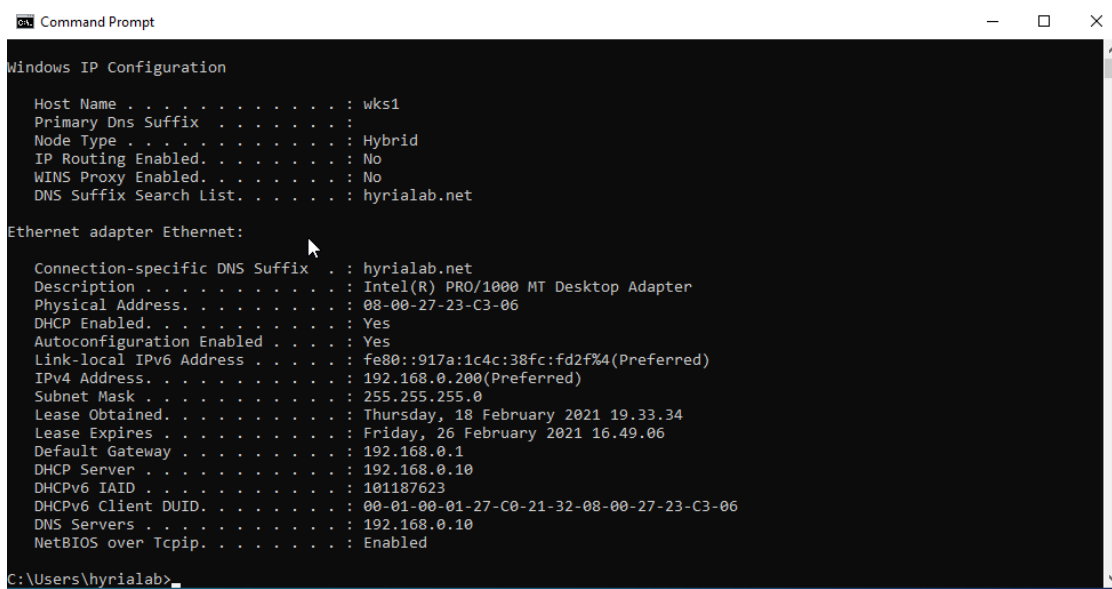
Kuva 19 testataan DNS- ja IIS-palveluiden toiminta avaamalla IIS-oletussivusto työaseman selaimella. Sivusto toimii niin kuin pitääkin ja DNS ohjaa selaimen sivustolle myös nimellä hyrialab.net. Tämän jälkeen oletussivusto poistettiin, sillä tarkoituksena on, että opiskelijat joutuvat luomaan sivuston täysin alusta itse. Oletussivuston poistamisen jälkeen sivustolle ei enää pääse työaseman selaimen kautta.

Kuva 19 IIS-palvelun toiminnan testaaminen työasemalta



DHCP-palvelun toiminta voitiin todeta jo siinä vaiheessa, kun työasema sai IP-asetukset siltä. Myös palvelimen puolelta voi käydä tarkistamassa, että työasemalle on annettu IP-asetukset vuokralle. Työaseman komentoriviltä voidaan suorittaa ipconfig-komento lisäparametrillä /all, Kuva 20 mukaisesti, jonka avulla nähdään mitkä IP-asetukset tietokone on saanut sekä miltä DHCP-palvelimelta osoitteet on jaettu.

Kuva 20 DHCP-palvelun toiminnan testaaminen työasemalta



```
Command Prompt
Windows IP Configuration

Host Name . . . . . : wks1
Primary Dns Suffix . . . . . :
Node Type . . . . . : Hybrid
IP Routing Enabled. . . . . : No
WINS Proxy Enabled. . . . . : No
DNS Suffix Search List. . . . . : hyrialab.net

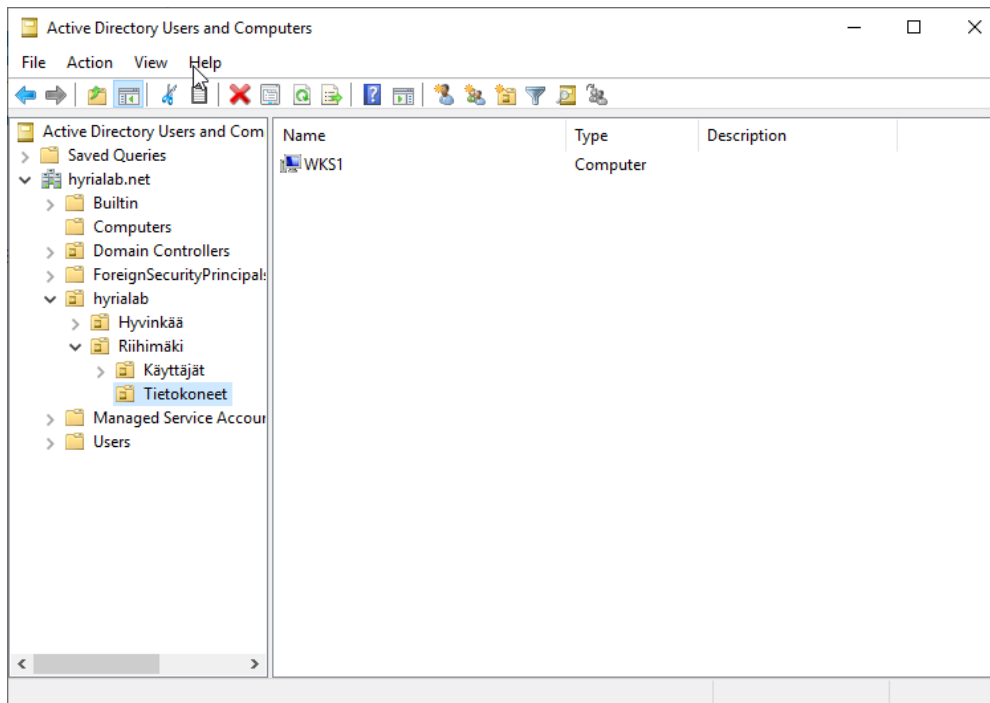
Ethernet adapter Ethernet:

Connection-specific DNS Suffix . : hyrialab.net
Description . . . . . : Intel(R) PRO/1000 MT Desktop Adapter
Physical Address. . . . . : 08-00-27-23-C3-06
DHCP Enabled. . . . . : Yes
Autoconfiguration Enabled . . . . : Yes
Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::917a:1c4c:38fc:fd2f%4(Preferred)
IPv4 Address. . . . . : 192.168.0.200(Preferred)
Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
Lease Obtained. . . . . : Thursday, 18 February 2021 19:33:34
Lease Expires . . . . . : Friday, 26 February 2021 16:49:06
Default Gateway . . . . . : 192.168.0.1
DHCP Server . . . . . : 192.168.0.10
DHCPv6 IAID . . . . . : 101187623
DHCPv6 Client DUID. . . . . : 00-01-00-01-27-C0-21-32-08-00-27-23-C3-06
DNS Servers . . . . . : 192.168.0.10
NetBIOS over Tcpip. . . . . : Enabled

C:\Users\hyrialab>
```

Palvelimen Active Directory Users and Computers -työkalun kautta siirretään myös wks1-tietokonetili sille tarkoitettuun kohteeseen. Oletuksena toimialueelle liitetyt tietokonetilit asetetaan Computers-nimiseen säiliöön, josta ne voidaan manuaalisesti siirtää haluttuun sijaintiin Kuva 21 mukaisesti. Siirtäminen on tärkeää, jotta tietokoneeseen vaikuttaa sille tarkoitetut ryhmäkäytänteet. Nyt wks1-tietokoneeseen vaikuttaisivat koko toimialueen ryhmäkäytänteet, sekä hyrialab-, Riihimäki- ja Tietokoneet-organisaatioyksiköiden ryhmäkäytänteet.

Kuva 21 Tietokonetilin siirtäminen sille tarkoitettuun organisaatioyksikköön



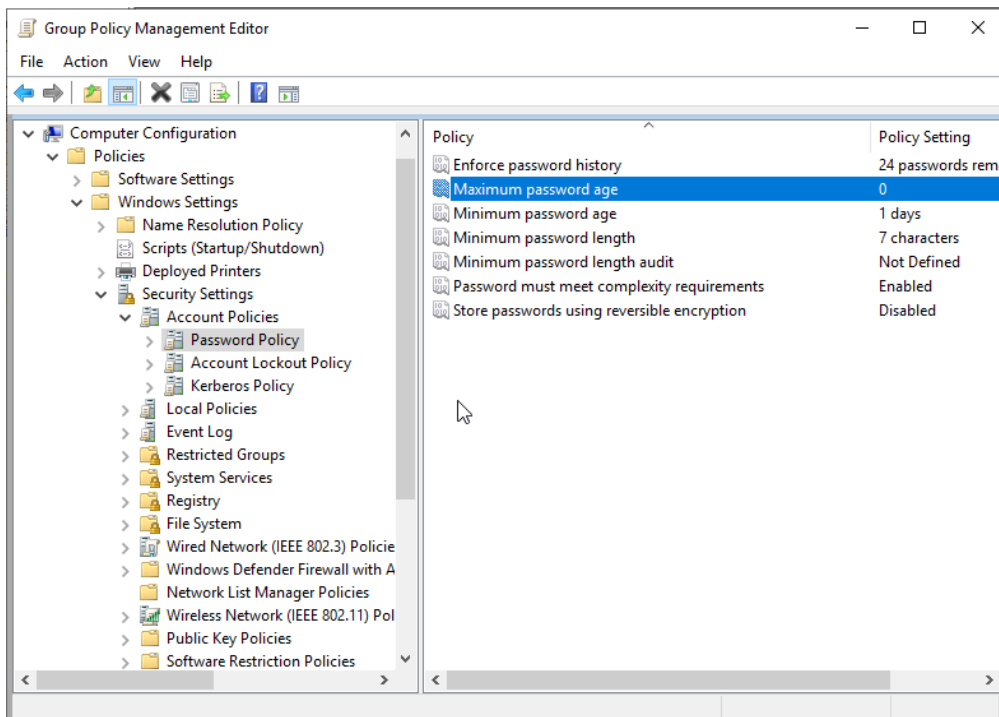
Lopuksi testattiin verkkojakojen toiminta. Koska verkkojaoilta otettiin kaikki oikeudet pois, jouduttiin niille väliaikaisesti lisäämään lukuoikeus, jotta pystyttiin varmistamaan toimivuus. Lukuoikeuden lisäämisen jälkeen verkkojakojen sisältöä pystyi lukemaan. Testaamisen jälkeen oikeudet poistettiin palvelimen puolelta.

5.7 Ympäristön pitkäikäisyys

Koska virtuaaliympäristöä on tarkoitus käyttää pitkälle tulevaisuuteen, jouduttiin tekemään muutamia muutoksia virtuaalikoneille, joita ei normaalisti tehtäisi tietoturvallisuuden takia. Oletuksena toimialueen käyttäjien salasanat vanhenevat tietyn ajan jälkeen. Jotta näitä salasanoja ei tarvitsisi olla jatkuvasti vaihtamassa, päätettiin toimialueen käyttäjien salasanat määritellä niin, etteivät ne koskaan vanhene. Tämä saatiin toteutettua muokkaamalla toimialueen Default Domain Policy -ryhmäkäytäntöobjektia. Kuva 22 mukaisesti voidaan asettaa salasanojen enimmäisiäksi 0 päivää, joka tarkoittaa, etteivät salasanat koskaan vanhene. Tämä löytyy polusta Computer Configuration/Policies/Windows Settings/Security Settings/Account Policies/Password Policy/Maximum password age.

Tämän toiminnan testaaminen on hiukan hankalampaa, mutta sitä varten löytyy net-niminen komento, joka näytetään Komento 2. Tällä komennolla haetaan lisää tietoja käyttäjätalista nimeltään juho.pulkkinen. Syötteestä nähdään, milloin salasana vanhenee ja jos sen arvo on Never, ei salasana koskaan vanhene.

Kuva 22 Salasanojen enimmäisiän määrittäminen ryhmäkäytännöllä



Komento 2 net-komento, jolla nähdään juho.pulkkinen käyttäjätilin tiedot

```
net user juho.pulkkinen /domain
```

Koska työasemalla käytetään paikallisia käyttäjätilejä Administrator ja Vieras, tuli myös näiden salasanat asettaa niin, etteivät ne koskaan vanhene. Tähän käytettiin Windows 10 -käyttöjärjestelmästä löytyvää Computer Management -hallintakonsolia. Sen Local Users and Groups -työkalun kautta päästään tekemään asetuksia paikallisille käyttäjätileillä.

5.8 Modulaarisuus ja laajentaminen tulevaisuudessa

Tässä opinnäytetyössä luodaan vain pohja virtuaaliympäristölle ottamalla käyttöön toimialuepalvelin ja työasema. Tulevaisuudessa virtuaaliympäristöön tullaan lisäämään paljon muitakin virtuaalikoneita, joilla voidaan harjoitella erilaisia tutkinnon perusteiden määrittelemiä taitoja. Virtuaaliympäristöstä löytyvillä koneilla opiskelijoiden ei tarvitse jatkuvasti luoda uusia virtuaalikoneita ja -ympäristöjä itse, vaan he voivat ladata ne koulun tiedostopalvelimelta ja aloittaa harjoittelun saman tien.

Ensimmäisiä lisäyksiä tulevat varmaankin olemaan Linux-palvelin, Server Core -palvelin sekä kenties palvelin, jolta löytyisi SCCM-ohjelmisto. Linux-palvelimelle voitaisiin asentaa valmiiksi paketit kuten openssh-server, apache2, bind9, mariadb-server sekä php. Tällä palvelimella opiskelija voisi harjoitella esimerkiksi WordPress-palvelun hallintaa sekä SSH-etäyhteyksien käyttöä ja hallintaa. Server Core -palvelimella ei ole Windowsin graafista käyttöliittymä, joten sillä voidaan harjaannuttaa komentorivin sekä PowerShellin käyttötaitoja ja sitä, miten tällaista konetta voitaisiin hallita toiselta palvelimelta käsin. SCCM eli System Center Configuration Manager on Windowsin hallintaohjelmisto, jolla voidaan hallita laajempaa joukkoa erilaisia laitteita. Pelkkä sen käyttöönotto on jo todella iso tehtävä, joten virtuaaliympäristössä voisi olla tulevaisuudessa kone, jossa olisi SCCM-ohjelmisto valmiina. Opiskelija voisi asentaa sen asiakasversion eli SCCM Client -ohjelmiston toiselle virtuaalikoneelle ja harjoitella tämän asiakaskoneen hallintaa SCCM-palvelimelta käsin. Virtuaalikoneita voidaan hyödyntää myös pilvipalveluiden harjoittelemisessa. Opiskelija voisi esimerkiksi harjoitella virtuaalikoneen liittämistä Azure Active Directory -palveluun ja sen hallintaa siellä sekä Intunessa.

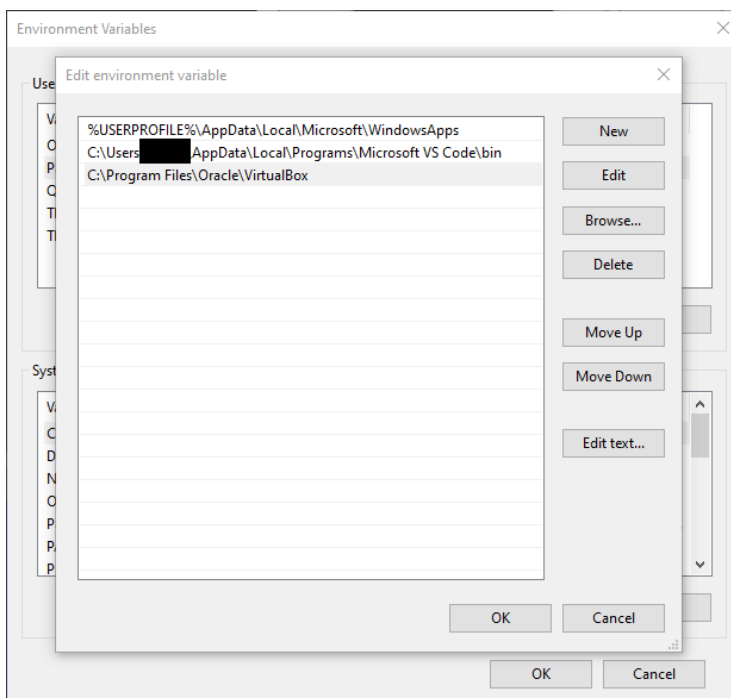
Virtuaaliympäristössä on siis laajennusvaraa huomattavasti ja siihen voidaan lisätä kymmenittäin erilaisia virtuaalikoneita. Kaikkia niitä opiskelijan ei tarvitse tietenkään ladata. Aina esimerkiksi toimialuepalvelin ei ole oleellinen, kuten tehtäessä harjoituksia Linux-palvelimella. Opiskelija lataa siis vain ne virtuaalikoneet, joita tarvitaan.

6 Virtuaalikoneiden vienti, tuonti ja dokumentointi

Tässä luvussa käydään läpi, miten virtuaalikoneiden vienti ja tuonti toteutettiin sekä minkälaiset dokumentaatiot virtuaaliympäristöstä tehtiin. Skriptaus ja VirtualBoxin VBoxManage-komentokieli eivät olleet entuudestaan tuttuja, joten tässä luvussa tuli paljon uutta. Tämä aloitettiin tutustumalla VBoxManage-komentokieleen lukemalla siitä saatavilla olevaa dokumentaatiota ja artikkeleita sekä katsomalla asiaa käsitteleviä videoita. Materiaalia oli yllättävän vähän tarjolla, joka vaikeutti etenemistä.

VBoxManage-komentoja suoritetaan Windowsin komentokehotteesta tai PowerShellistä. Näitä komentoja ei voi kuitenkaan oletuksena suorittaa, koska Windows ei tiedä mistä komennot löytyvät. Windows-käyttäjärjestelmästä löytyy PATH-muuttuja, jonka tehtävä on paikantaa käyttäjärjestelmästä löytyvät suoritettavat komennot ja niiden polut. Kuva 23 tähän muuttujaan lisätään VBoxManagen polku eli C:\Program Files\Oracle\VirtualBox. Polun lisäämisen jälkeen VBoxManage-komentoja voidaan suorittaa esimerkiksi PowerShell-tulkista tai skripteistä käsin.

Kuva 23 VirtualBoxin lisääminen PATH-muuttujaan



Seuraavaksi aloitettiin erilaisten kokeiluiden tekeminen, kuten miten virtuaalikone luodaan ja miten sitä muokataan VBoxManage-komennoilla. Tämän jälkeen kokeillaan, miten virtuaalikoneita voidaan viedä ja tuoda sekä miten niiden verkkoasetuksia voidaan muokata.

6.1 Tiedostopalvelin

Valloilla olevan pandemia tilanteen vuoksi virtuaaliympäristöä ei rakennettu työpaikan palvelimelle, vaan se tehtiin omalla työkoneella ja testaamiseen käytettiin muutamaa eri tietokonetta. Tämän vuoksi tiedostopalvelin on tällä hetkellä työkoneella, mutta sen asetukset ja muut ominaisuudet on tehty niin, että ne on helppo tehdä uudestaan palvelimelle.

Tiedostopalvelimelle luotiin yksinkertaisesti kansio, josta tehtiin verkkojako. Verkkojaolle asetettiin oikeudet niin, että kaikki voivat lukea siellä olevia tietoja, mutta eivät voi tehdä muutoksia. Verkkojaon juureen tallennettiin nk. README-tiedosto, ohjeet opiskelijoita varten sekä kansio skriptejä varten. Verkkojaon juureen tulee automaattisesti skriptin avulla uusia kansioita sitä mukaan, kun virtuaalikoneita viedään. Tämä verkkojako toimii alustavasti paikkana, josta opiskelijat voivat samassa lähiverkossa ollessaan ladata virtuaalikoneet omille koneilleensa.

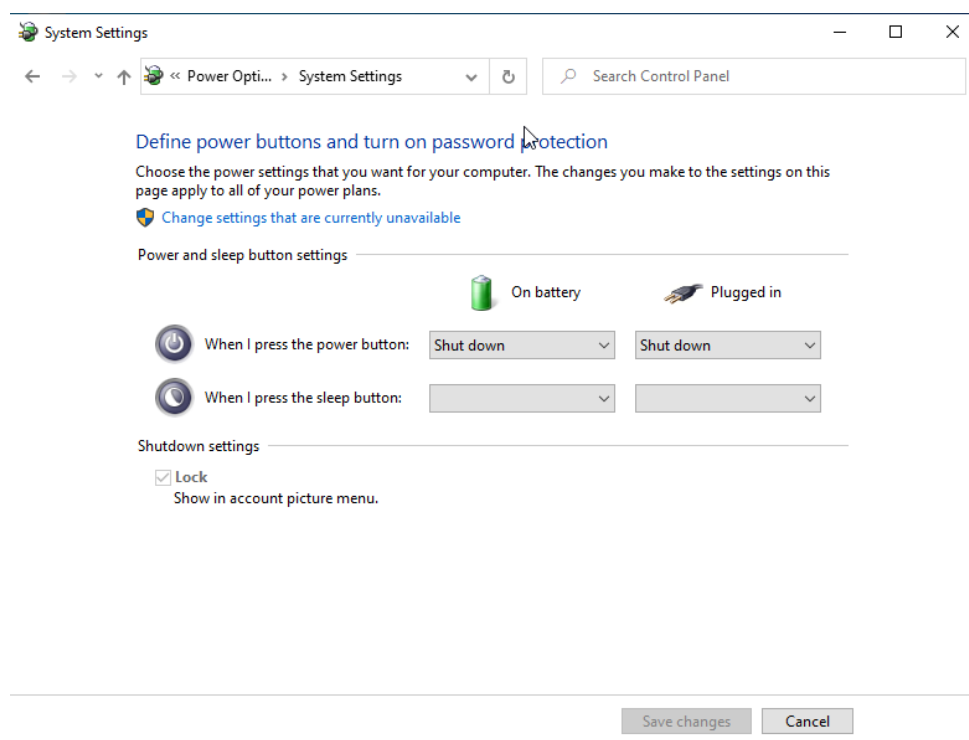
Etäopiskelua varten verkkojakoon on tarkoitus saada yhteys myös ulkoverkosta käsin. Tämä vaatisi portinohjauksen tekemisen tietohallinnon toimesta. Toinen vaihtoehto olisi määrittää verkkojako myös Microsoftin OneDriven kansioiksi. Näin kaikki tiedostot, kansiot ja muutokset tapahtuisivat myös pilvessä olevalle OneDrive-kansiolle. OneDrive-kansion linkki voitaisiin jakaa opiskelijoille ja he voisivat sieltä ladata tarvittavat virtuaalikoneet ja muut tiedostot. Tätä ulkoverkkoon näkyvää verkkojakoa ei tämän opinnäytetyön aikana ehditty tekemään pandemian takia. Se on kuitenkin ensimmäisenä työn alla, kun lähityöskentelyn määrä taas lisääntyy.

6.2 Virtuaalikoneiden vieminen

Virtuaalikoneiden vieminen oli oleellinen prosessi, joten siihen valmistauduttiin hyvin tekemällä lukuisia testejä ennen varsinaisen skriptin kirjoittamista. Skriptien tekemiseen käytettiin PowerShell ISE -ohjelmistoa. Ennen kuin virtuaalikoneet voidaan viedä, tulee virtuaalikoneet

sammuttaa. Virtuaalikoneiden sammuttamiselle löytyy VBoxManage-komento `controlvm`. Sille voidaan antaa parametreinä `poweroff` tai `acpipowerbutton`. `Poweroff`-parametri vastaa tilannetta, jossa tietokoneen virtakaapeli otettaisiin tietokoneesta irti. `Acpipowerbutton`-parametri taas vastaa tilannetta, jossa tietokoneen virtapainiketta painettaisiin. `Acpipowerbutton`-parametri on vähemmän riskialtis kuin `poweroff`, joten sillä edettiin. Kokeilujen aikana tämä komento ei kuitenkaan sammuttanut virtuaalikoneita odotetusti. Virtuaalikoneisiin tuli vielä erikseen määrittellä, Kuva 24 mukaisesti, mitä tapahtuu, jos virtapainiketta painetaan. Oletuksena mitään ei tapahdu, mutta kun toiminnoksi määritettiin sammuminen (Shut down), pystyttiin virtuaalikone sammuttamaan `acpipowerbutton`-parametrin avulla. Muita varsinaisia ongelmia kokeilujen aikana ei tullut ilmi.

Kuva 24 Tietokoneen virtapainikkeen asetukset



Liitteestä 2 löytyvää Vienti-skriptiä avaan tässä tarkemmin. Skriptissä luodaan muuttujat tällä hetkellä oleville virtuaalikoneille sekä niiden tuleville ova-tiedostoille. Seuraavaksi kaikki virtuaalikoneet sammutetaan painamalla virtuaalisesti niiden virtapainiketta. Sammuttamisen jälkeen luodaan uusi kansio verkkojakoon, jonka nimi muodostuu päivämäärän mukaisesti. Kansion luomisessa hyödynnetään muuttujia, jotta nimeksi saadaan haluttu ja se muuttuu

päivämäärän mukaisesti. Kansion luomisen jälkeen pidetään tauko, joka on pituudeltaan 1800 sekuntia eli puolituntia. Tällä tauolla halutaan varmistaa, että kaikki virtuaalikoneet ovat varmasti sammuneet, jotta vieminen voidaan suorittaa. Tauon jälkeen suoritetaan virtuaalikoneiden vienti yksi kerrallaan. Parametreillä määritetään kohde, johon viety virtuaalikone tallennetaan ja se on tässä verkkojakoon aikaisemmin luotu uusi kansio. Sinne luodaan ova-tiedosto, jolla on sama nimi kuin virtuaalikoneella. Viemisen aikana käytetään OVF-versiota 2.0. Vieminen kestää sitä kauemmin, mitä enemmän vietäviä virtuaalikoneita on, sillä vieminen tehdään yksi kerrallaan. Viemisen jälkeen pidetään taas tauko, jonka jälkeen kaikki virtuaalikoneet laitetaan takaisin päälle.

Verkkojaosta halutaan poistaa liian vanhat virtuaalikoneet, jotta verkkojaon tila ei lopu kesken. Tätä varten luotiin skripti KansiodenPoisto.ps1, joka löytyy Komento 3. Tällä skriptillä verkkojaosta poistetaan tiedostot ja kansiot, jotka ovat vanhempia kuin 75 päivää. Päivämäärä saadaan laskemalla nykyhetkestä taaksepäin 75 päivää. Tämän jälkeen tarkastetaan, mitkä tiedostot ja kansiot verkkojaossa ovat liian vanhoja. Tarkistuksessa käytetään luomisaika-attribuuttia, joka kertoo, milloin kyseinen objekti on luotu. Kaikki poistetaan, jos ne ovat liian vanhoja, mutta poikkeuksena mitään tiedostoja ei poisteta, jos ne ovat docx-, txt- tai ps1-tiedostopäätteisiä. Näin varmistetaan, että verkkojaosta löytyvät skriptit, dokumentaatiot ja muut tärkeät tiedostot eivät poistu ja saadaan helpotettua verkkojaon automaattista hallintaa.

Komento 3 Verkkojaon siistiminen

```
KansiodenPoisto.ps1 X
1 # Määritetään polku, josta vanhentuneita kansioita ja niiden sisältämiä tiedostoja/alikansioita poistetaan
2 $polku = "C:\VERKKOJAKO"
3
4 # Määritetään kuinka monta päivää vanhat kansiot poistetaan.
5 # Tässä poistetaan 75 päivää vanhemmat
6 $kansionika = "-75"
7
8 # pvm muuttujaan haetaan tämän hetken päivämäärä
9 $pvm = Get-Date
10
11 # Määritetään päivämäärä liianvanhoille
12 # Tässä käytetään Get-Date cmdletin AddDays metodia, joka vähentää tämän päivän päivämäärästä kansionika muuttujan arvon.
13 $liianvanha = $pvm.AddDays($kansionika)
14
15 # Haetaan polku muuttujan tiedostopolku
16 # Tämä syötetään Where-Object komennolla, joka tarkistaa, että kansioden luomispäivä on pienempi kuin liianvanha muuttujan arvo
17 # Tämä vielä syötetään Remove-Item komennolla, joka poistaa kaikki kansiot ja niiden sisällöt, jotka ovat liian vanhoja.
18 # Mitään .docx, .txt eikä *.ps1 päätteisiä tiedostoja ei kuitenkaan poisteta
19 # Tämän tyyppisissä tiedostoissa säilytetään lokeja sekä ohjeistuksia
20 Get-ChildItem $polku | Where-Object { $_.CreationTime -lt $liianvanha } | Remove-Item -Recurse -Force -Exclude *.docx, *.txt, *.ps1
```

Tämän KansiodenPoisto-skriptin testaaminen olikin hiukan hankalampaa, koska vielä ei ollut olemassa kansioita, jotka olisivat olleet liian vanhoja. Testasin tätä keinotekoisesti luomalla useita kansioita ja muuttamalla niiden attribuutteja PowerShell-komennolla Set-ItemProperty. Sen avulla

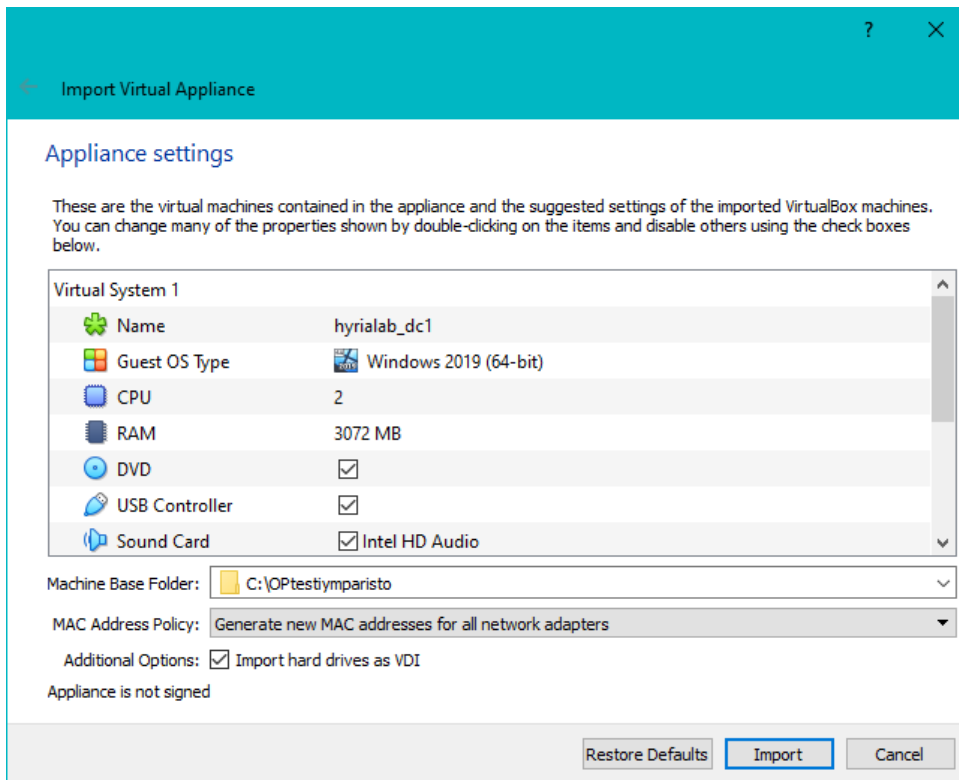
kansion luomisaikaa pystyttiin muokkaamaan vanhemmaksi ja siten skriptin toimivuus voitiin varmentaa. Skripti ei myöskään poistanut esimerkiksi ps1-tiedostoja, joten sen poikkeussääntö näille tiedostotyypeille toimi.

Lopuksi Vienti- ja KansiodenPoisto-skriptit ajastettiin käyttämällä Windowsin Task Scheduler -työkalua. Ajastus asetettiin tapahtumaan jokaisen kuukauden viimeisenä viikonloppuna. Ensin ajettiin Vienti-skripti ja 12-tunnin jälkeen ajettiin KansiodenPoisto-skripti. Näin voidaan varmistua, että tulevaisuudessa, kun virtuaalikoneiden määrä kasvaa, on kaikki virtuaalikoneet viety, ennen kuin verkkojaosta aletaan poistamaan vanhoja kansioita.

6.3 Virtuaalikoneiden tuominen

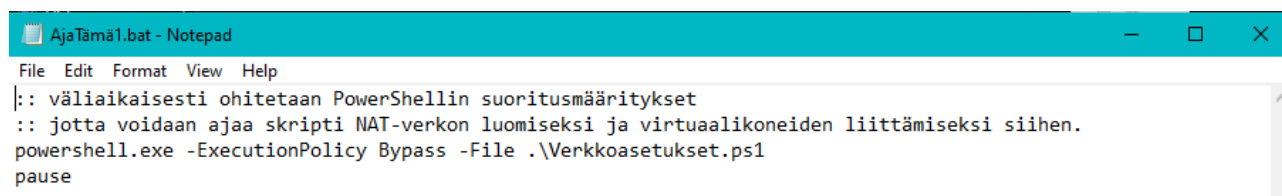
Opiskelija lataa tarvittavien virtuaalikoneiden ova-tiedostot tiedostopalvelimelta, johon ne on aikaisemmin viety automaattisesti. Tiedostot ovat melko suuria, joten niiden lataaminen voi kestää hetken aikaa. Lataamisen jälkeen ova-tiedostoa voi kaksoisklikata, jolloin VirtualBox automaattisesti avaa Import Virtual Appliance -ikkunan, jonka kautta virtuaalikoneen tuominen tehdään. Opiskelija voi halutessaan määrittää sijainnin, jonne virtuaalikoneet tallennetaan, oletuksena käytetään VirtualBoxin oletuskansiota, joka Kuva 25 on C:\OPtestiymparisto. MAC Address Policy -kohdan valinnalla ei ole väliä, sillä MAC-osoitteiden vaihtuminen tai pysyminen ei aiheuta ongelmia palveluille eivätkä virtuaalikoneet ole samassa lähiverkossa koulun labraverkon kanssa. Painamalla Import-painiketta aloitetaan virtuaalikoneen tuominen. Tässä vaiheessa kestää jonkin aikaa isäntäkoneen tehojen mukaan.

Kuva 25 Virtuaalikoneen tuonti VirtualBoxiin



Virtuaalikoneiden tuomisen jälkeen ajetaan skripti AjaTämä1.bat, joka löytyy Komento 4. Ensimmäiset kaksi riviä ovat pelkkiä kommentteja ja kolmannella rivillä ajetaan PowerShell ohittamalla sen suorituskäytänteet ja ajetaan skripti Verkkoasetukset.ps1. PowerShellin suorituskäytänteet ohitetaan, koska oletuksena mitään skriptejä ei voida suorittaa tietokoneella, ennen kuin käytänteitä muutetaan. Tämä olisi kuitenkin hankaloittanut opiskelijoiden harjoittelua, joten tämä päätettiin toteuttaa skriptillä. Neljännellä rivillä skripti laitetaan tauolle. Tämän tarkoituksena on se, että komentokehotteen ikkuna ei häviä saman tien, kun skripti on ajettu. Tätä voidaan käyttää ongelmanratkonnassa, jos skripti ei toimi. Tällöin komentokehotteeseen tulisi virhekoodia. Komentokehotteen saa suljettua painamalla mitä tahansa näppäintä näppäimistöltä.

Komento 4 PowerShell-skriptin suorittaminen suojauskäytänteistä huolimatta

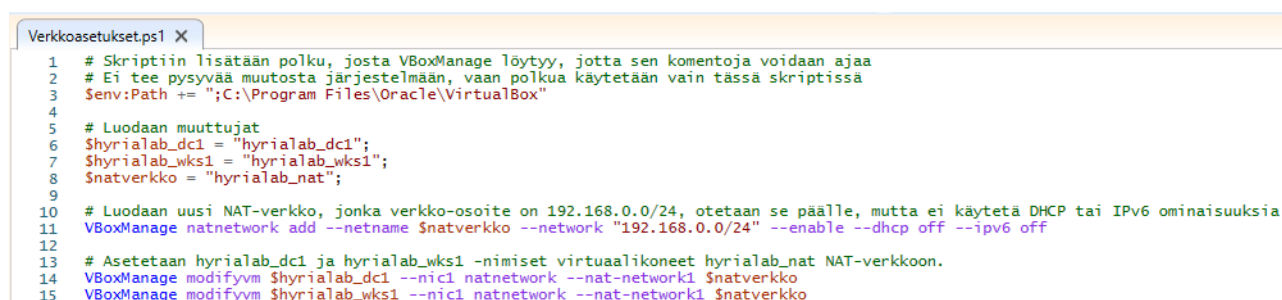


```

AjaTämä1.bat - Notepad
File Edit Format View Help
|:: väliaikaisesti ohitetaan PowerShellin suoritusmääritykset
:: jotta voidaan ajaa skripti NAT-verkon luomiseksi ja virtuaalikoneiden liittämiseksi siihen.
powershell.exe -ExecutionPolicy Bypass -File .\Verkkoasetukset.ps1
pause
  
```

Aikaisemmalla skriptillä kutsutaan toista skriptiä eli Verkkoasetukset.ps1. Tällä skriptillä, joka löytyy Komento 5, luodaan opiskelijan isäntäkoneen VirtualBoxiin NAT-verkko ja liitetään virtuaalikoneet siihen. Palvelimella PATH-muuttuja asetettiin manuaalisesti kiinteäksi, jotta sitä voitiin käyttää aina tarvittaessa. Virtuaalikoneiden käyttöönotto haluttiin tehdä helpoksi, joten opiskelijoiden ei tarvitse tietokoneillansa muuttaa PATH-muuttujaa. Sen vuoksi ensimmäisenä skriptissä kerrotaan PowerShellille, mistä löytyy polku, jotta VBoxManage-komentoja voidaan suorittaa skriptissä. Seuraavaksi luotiin erilaisia muuttujia, jotta virtuaalikoneisiin ja virtuaaliverkkoon voitiin helposti viitata. Sitä mukaan, kun virtuaaliympäristöön tulee lisää virtuaalikoneita, voidaan tähän skriptiin lisätä muuttujia, jotka viittaavat uusien virtuaalikoneiden nimiin. Muuttujien jälkeen luodaan uusi NAT-verkko halutuilla asetuksilla ja lopuksi virtuaalikoneet hyrialab_dc1 sekä hyrialab_wks1 asetetaan kyseiseen NAT-verkkoon.

Komento 5 NAT-verkon luonti ja virtuaalikoneiden yhdistäminen siihen

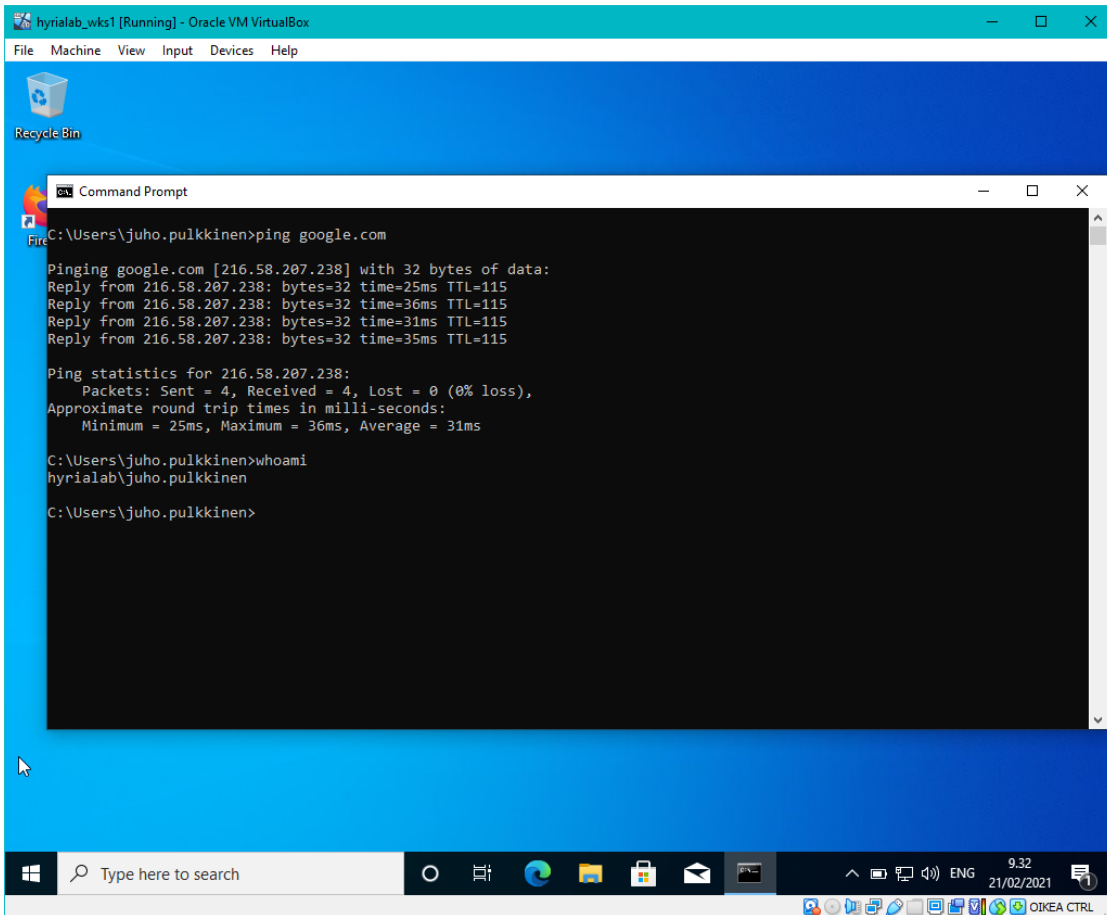


```

Verkkoasetukset.ps1 X
1 # Skriptiin lisätään polku, josta VBoxManage löytyy, jotta sen komentoja voidaan ajaa
2 # Ei tee pysyvää muutosta järjestelmään, vaan polkua käytetään vain tässä skriptissä
3 $env:Path += ";C:\Program Files\Oracle\VirtualBox"
4
5 # Luodaan muuttujat
6 $hyrialab_dc1 = "hyrialab_dc1";
7 $hyrialab_wks1 = "hyrialab_wks1";
8 $natverkko = "hyrialab_nat";
9
10 # Luodaan uusi NAT-verkko, jonka verkko-osoite on 192.168.0.0/24, otetaan se päälle, mutta ei käytetä DHCP tai IPv6 ominaisuuksia
11 VBoxManage natnetwork add --netname $natverkko --network "192.168.0.0/24" --enable --dhcp off --ipv6 off
12
13 # Asetetaan hyrialab_dc1 ja hyrialab_wks1 -nimiset virtuaalikoneet hyrialab_nat NAT-verkkoon.
14 VBoxManage modifyvm $hyrialab_dc1 --nic1 natnetwork --nat-network1 $natverkko
15 VBoxManage modifyvm $hyrialab_wks1 --nic1 natnetwork --nat-network1 $natverkko
  
```

Skriptien ajamisen jälkeen virtuaalikoneet voitiin käynnistää ja testata niiden toiminta. Virtuaalikoneiden toiminnassa ei havaittu mitään ongelmia, kun ne oli siirretty toiselle isäntäkoneelle. Virtuaalikoneiden tuonti onnistui ongelmitta ja skriptit toimivat niin kuin pitikin. Kuva 26 testataan työaseman verkkoyhteyden toiminta ja varmistetaan, että tietokoneelle on kirjautunut toimialueen käyttäjä.

Kuva 26 Virtuaalikoneen testaaminen tuomisen jälkeen



6.4 Virtuaaliympäristön dokumentointi

Tulevaisuutta ja muuta henkilöstöä varten tehtiin kattava dokumentaatio virtuaaliympäristön rakenteesta, asetuksista ja toiminnoista. Dokumentaatiosta käy ilmi mitä asetuksia virtuaalipalvelimesta löytyy, kuten sen nimi, IP-asetukset, käyttäjät ja niiden salasanat, kiintolevyjen tiedot sekä muut huomioonotettavat asiat. Virtuaalipalvelimen palveluista kuten toimialueesta, DHCP-, DNS- ja IIS-palveluista tuotiin ilmi oleellimmat asiat. Toimialueen käyttäjistä tehtiin kattava taulukko, josta käy ilmi niiden käyttäjätunnukset ja ryhmäjäsenyydet. Ryhmäkäytänteet ja niiden käyttötarkoitukset avattiin sekä kerrottiin mistä ne löytyivät. DHCP-palvelun jakoalue sekä jaettavat IP-asetukset selitettiin ja kerrottiin mitkä IP-osoitteet on jätetty kiinteään käyttöön nykyisiä ja tulevia laitteita varten. Koko virtuaaliympäristön IP-osoitteista

tehtiin taulukko. Myös skriptien toiminta ja ajastukset isäntäkoneella dokumentoitiin, jotta niitä voi helposti muokata virtuaalikoneiden määrän kasvaessa tulevaisuudessa.

Dokumentaatiosta tehtiin selkeä lisäämällä siihen otsikoita sekä sisällysluettelo. Kuvia hyödynnettiin mahdollisimman paljon. Dokumentaatio elää sitä mukaan, kun uusia virtuaalikoneita otetaan käyttöön ja niidenkin tiedot lisätään. Dokumentaatio ei ole saatavilla opiskelijoille, vaan heitä varten on erillinen ohje.

6.5 Ohjeiden teko

Opiskelijoita varten tehtiin erilliset ohjeet. Tärkeää oli, että ohjeet olisivat erittäin selkeät ja helppolukuiset. Opiskelijoiden taidot ja osaaminen vaihtelevat laidasta laitaan, joten tämä tuli ottaa huomioon. Ohjeissa käytettiin värejä sekä lihavoitua painottamaan tärkeitä asioita. Kuvia käytettiin todella paljon ja ohjeelle pyrittiin luomaan selkeä järjestys, jossa se tulee käydä läpi.

Ohjeita käyttämällä opiskelija saa ladattua virtuaalikoneet verkkojaosta, tuotua virtuaalikoneet VirtualBoxiin sekä ajaa skriptin NAT-verkon luomista varten. Ohjeissa on myös oma osionsa ongelmanratkontaa varten, jossa on kuvailtu yleisimpiä ongelmia, joiden takia opiskelijat eivät ole saaneet virtuaaliympäristöä pystyyn toivotulla tavalla. Ohjeet tulevat elämää ajan mukana ja niitä päivitetään sitä mukaan, kun virtuaaliympäristöön tulee lisää virtuaalikoneita. Opiskelijoiden palautetta kuunnellaan eli, jos jokin kohta ohjeissa koetaan epäselväksi, tehdään tarvittavat muutokset siihen.

Ohjeista tehtiin myös video. Kokemuksien mukaan video on monille helpompi seurattava kuin kirjalliset ohjeet. Videon haittapuoli on se, että jos jokin asia muuttuu, ei videota pysty muokkaamaan yhtä kätevästi kuin kirjallisia ohjeita. Tällöin video on lähes pakko tehdä täysin uudestaan.

7 Yhteenveto

Työ onnistui hyvin, sillä kaikkiin tutkimuskysymyksiin saatiin vastaus. Teoriaosuudessa kävin läpi työn kannalta oleelliset asiat virtualisoinnista, toimialueesta ja verkon palveluista sekä automatisoinnista. Teoriaosuus on kompakti, mutta siinä on käyty oleelliset asiat läpi, jotta niitä voitiin soveltaa käytännön osuudessa. Työn rajaaminen onnistui hyvin ja sillä oli selkeä tavoite eikä siinä ole ylimääräistä täytettä.

Tuloksena syntynyt virtuaaliympäristö toimii niin kuin pitääkin. Sen rakentamisessa tuli vastaan erilaisia ongelmia, mutta kaikki saatiin ratkottua soveltamalla aikaisemmin opittuja taitoja sekä teoriaosuuden kautta omaksuttuja uusia oppeja. Merkittävin muutos alkuperäiseen suunnitelmaan oli VyOS-reitittimen vaihtuminen VirtualBoxin NAT-verkoksi. Loppujen lopuksi tämä oli varmaankin hyvä asia, sillä nyt opiskelijoilla on yksi virtuaalikone vähemmän ladattavanaan. Tämä vähentää myös virtuaaliympäristön kokoa ja monimutkaisuutta hiukan, tehden siitä helpommin hallittavan.

Opin paljon uutta virtualisoinnista ja erityisesti VirtualBox-ohjelmiston hallinnasta. VBoxManagement-kieltä en ollut koskaan aiemmin käyttänyt ja vaikka sillä on omat rajoitteensa, onnistui sen käyttö tässä työssä oikein hyvin. Myös PowerShellin käytöstä minulla ei ollut entuudestaan paljoa kokemusta. Skriptauksesta minulle ei ollut aikaisempaa kokemusta lainkaan ja olinkin positiivisesti yllätynyt kuinka hyvin niiden tekeminen onnistui. Opin niiden kautta paljon automatisoinnista ja testauksen tärkeydestä. Skriptit eivät välttämällä ole parhaita mahdollisia, mutta ne toimivat ja herättivät itselleni mielenkiinnon kehittää kyseisiä taitoja entistä enemmän.

Työ oli erityisen mieleinen, koska se tuli tarpeelliseen käyttöön ja tulen itsekin sitä käyttämään työssäni. Virtuaaliympäristöä tullaan myös jatkokehittämään lisäämällä siihen lisää virtuaalikoneita ja ominaisuuksia tulevaisuudessa. Kenties jonakin päivänä VirtualBoxilla tehty virtuaaliympäristö voidaan luoda pilvipalveluun käyttämällä esimerkiksi Azure Lab -palvelua.

Lähteet

Cloudflare. (n.d). What is DNS? <https://www.cloudflare.com/learning/dns/what-is-dns/>

DMTF. (n.d). OVF 2.0 FAQ.

www.dmtf.org/sites/default/files/DMTF_OVF_2%200_FAQ_Final_1.pdf

GeeksforGeeks. (4.6.2020). Difference between Domain and Workgroup.

<https://www.geeksforgeeks.org/difference-between-domain-and-workgroup/>

<https://www.redhat.com/en/topics/virtualization/what-is-virtualization>

IBM. (n.d.). Hypervisors. <https://www.ibm.com/cloud/learn/hypervisors>

Ionos. (18.9.2019). File server: Definition and basics.

<https://www.ionos.com/digitalguide/server/know-how/file-server/>

Linux Journal. (1.8.2017). Sysadmin 101: Automation.

<https://www.linuxjournal.com/content/sysadmin-101-automation>

Microsoft. (21.1.2015). The next generation of Windows: Windows 10.

<https://blogs.windows.com/windows-insider/2015/01/21/the-next-generation-of-windows-windows-10/>

Microsoft. (31.5.2017). Active Directory Domain Services Overview. <https://docs.microsoft.com/fin/windows-server/identity/ad-ds/get-started/virtual-dc/active-directory-domain-services-overview>

Microsoft. (31.5.2018). Windows Server. <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/win32/srvnodes/windows-server>

Microsoft. (31.5.2018a). Active Directory Users and Computers Property Sheets.

<https://docs.microsoft.com/en-us/windows/win32/ad/active-directory-users-and-computers-property-sheets>

Microsoft. (31.8.2016). Web Server (IIS) Overview. [https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/windows/it-pro/windows-server-2012-r2-and-2012/hh831725\(v=ws.11\)](https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/windows/it-pro/windows-server-2012-r2-and-2012/hh831725(v=ws.11))

Microsoft. (4.1.2021). Deploy DHCP Using Windows PowerShell. <https://docs.microsoft.com/en-us/windows-server/networking/technologies/dhcp/dhcp-deploy-wps>

Microsoft. (5.2.2016). Windows 10 Hyper-V System Requirements. <https://docs.microsoft.com/en-us/virtualization/hyper-v-on-windows/reference/hyper-v-requirements>

Microsoft. (7.8.2020). Domain Name System (DNS). <https://docs.microsoft.com/en-us/windows-server/networking/dns/dns-top>

Microsoft. (7.8.2020a). Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP).

<https://docs.microsoft.com/en-us/windows-server/networking/technologies/dhcp/dhcp-top>

Microsoft. (n.d.) Windows 10 release information. <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/release-information/>

Microsoft. (n.d.a) Compare Windows 10 Home vs. Pro. <https://www.microsoft.com/en-us/windows/compare-windows-10-home-vs-pro>

Mircosoft. (1.10.2020b). Overview of file sharing using the SMB 3 protocol in Windows Server. <https://docs.microsoft.com/en-us/windows-server/storage/file-server/file-server-smb-overview>

Mozilla. (n.d.). What is a web server? https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn/Common_questions/What_is_a_web_server

Nakivo. (16.7.2019). VirtualBox Network Settings: Complete Guide. <https://www.nakivo.com/blog/virtualbox-network-setting-guide/>

Netwrix. (17.2.2017). What are Group Policy and Group Policy Objects? <https://blog.netwrix.com/2017/02/17/group-policy/>

Netwrix. (3.6.2018). Differences Between Share and NTFS Permissions. <https://blog.netwrix.com/2018/05/03/differences-between-share-and-ntfs-permissions/>

Netwrix. (3.7.2018). How to Automate PowerShell Scripts with Task Scheduler. <https://blog.netwrix.com/2018/07/03/how-to-automate-powershell-scripts-with-task-scheduler/>

opensource.com. (2.1.2020). How to use cron in Linux. <https://opensource.com/article/17/11/how-use-cron-linux>

Oracle. (n.d.a). Hypervisor. https://docs.oracle.com/cd/E26996_01/E18549/html/VMUSG1011.html

Oracle. (n.d.b). Oracle VM VirtualBox Overview. <http://www.oracle.com/us/technologies/virtualization/oracle-vm-virtualbox-overview-2981353.pdf>

Oracle. (n.d.c). Oracle VM VirtualBox. <https://www.oracle.com/a/ocom/docs/oracle-vm-virtualbox-ds-1655169.pdf>

Oracle. (n.d.d). Chapter 4. Guest Additions. <https://www.virtualbox.org/manual/ch04.html>

Oracle. (n.d.e). Chapter 1. First Steps. <https://www.virtualbox.org/manual/ch01.html>

Oracle. (n.d.f). Chapter 10. Technical Background. <https://www.virtualbox.org/manual/ch10.html>

Oracle. (n.d.g). Chapter 8. VBoxManage. <https://www.virtualbox.org/manual/ch08.html>

Oracle. (n.d.h). Anatomy of the Client/Server Model.

https://docs.oracle.com/cd/E13203_01/tuxedo/tux71/html/intbas3.htm

Red Hat. (n.d.). What is virtualization?

SEC Consult. (1.7.2020). Creating Active Directory Labs for Blue and Red Teams. <https://sec-consult.com/blog/detail/creating-active-directory-labs-for-blue-and-red-teams/>

TechRepublic. (30.6.2020). Top 5 programming languages systems admins should learn.

<https://www.techrepublic.com/article/top-5-programming-languages-for-systems-admins-to-learn/>

VMWare. (n.d.). What is virtual networking?

<https://www.vmware.com/topics/glossary/content/virtual-networking>

VMWare. (n.d.a). What is IT automation? <https://www.vmware.com/topics/glossary/content/it-automation>

VyOS. (n.d.) VyOS History. <https://docs.vyos.io/en/latest/introducing/history.html>

Warren, A. 2016. Exam Ref 70–741 Networking with Windows Server 2016. Pearson Education, Inc.

Liite 1: Aineistonhallintasuunnitelma

Opinnäytetyön aineistoa säilytetään pääasiassa oman tietokoneeni paikallisella kiintolevyllä. Väliaikaisesti tietoja on myös työkoneellani sekä työpaikan palvelimella, jolle työn tuotos rakennetaan. Näillä laitteilla on mm. kuvakaappauksia ja muistiinpanoja kokeiluista ja työn etenemisestä, jotta muistan kirjoittaa oikeat asiat oikeassa järjestyksessä opinnäytetyöraporttiin. Tiedostoja oman tietokoneeni ja työpaikan laitteiden välillä siirtelen käyttämällä henkilökohtaista USB-muistitikkaa. Kaikista materiaaleista tehdään säännöllisin väliajoin varmuuskopiota ulkoiselle kovalevyllä. Näin varmistetaan, että tiedot eivät häviä. Aineistossa on joitakin arkaluonteisia asioita, kuten kuvakaappauksissa näkyviä salasanoja ja IP-osoitealueita. Kuvakaappauksista arkaluonteiset kohdat poistetaan.

Työn aikana syntyvä virtuaaliympäristö jää työnantajani Hyria Koulutus Oy:n Tieto- ja viestintätekniikan perustutkinnon käyttöön. Henkilökuntaa ja opiskelijoita varten syntyy myös kattava dokumentaatio virtuaaliympäristöstä sekä käyttöohjeet virtuaalikoneiden käyttöönottoa varten.

Liite 2: Virtuaalikoneiden vienti -skripti

Vienti.ps1 X

```
1 # Muuttujat virtuaalikoneille ja .ova tiedostoille
2 # Tähän voi tulevaisuudessa lisätä uusien virtuaalikoneiden tiedot muuttujiin
3 $hyrialab_dc1 = "hyrialab_dc1"
4 $hyrialab_wks1 = "hyrialab_wks1"
5
6 $hyrialab_dc1ova = "hyrialab_dc1.ova"
7 $hyrialab_wks1ova = "hyrialab_wks1.ova"
8
9 # Sammutetaan virtuaalikoneet, jotta ne voidaan viedä
10 vboxmanage controlvm $hyrialab_dc1 acpipowerbutton
11 vboxmanage controlvm $hyrialab_wks1 acpipowerbutton
12
13 # pvm muuttujaan tallennetaan päivämäärä ja se muutetaan muotoon vuosi-kuukausi-päivä
14 # Esimerkiksi 2021-02-22
15 $pvm = ((Get-Date).ToString('yyyy-MM-dd'))
16
17 # kansionnimi muuttuja määrittää kansionnimen, joka verkkokajoon luodaan
18 # Se alkaa sanalla Virtuaalikoneet- ja sen jälkeen perään lisätään päivämäärä muuttujan tiedot
19 $kansionnimi = "Virtuaalikoneet-" + $pvm
20
21 # Luodaan uusi kansio verkkokajoon. Uuden kansionnimi tulee kansionnimi-muuttujasta ja se on tyypiltään hakemisto eli kansio
22 # verkkokajo muuttujasta löytyy verkkojaon sijainti palvelimelta
23 $verkkokajo = "C:\VERKKOJAKO"
24 New-Item -Path $verkkokajo -Name $kansionnimi -ItemType "directory" -Force
25
26 # VBoxManage viemistä varten tarvitaan verkkojaon kokopolku, mukaan lukien aikaisemmin luotu kansion nimi, jossa on päivämäärä
27 # Tätä varten tehdään kohde muuttuja, joka sisältää molemmat
28 $kohde = $verkkokajo + '\' + $kansionnimi
29
30 # Tämän jälkeen lisätään skriptiin viive, jotta voidaan olla varmoja virtuaalikoneiden sammumisesta
31 # Vientiä ei voida tehdä, jos virtuaalikone on päällä. Viive määritellään sekunteina
32 # Viive on melko pitkä, koska halutaan varmistaa, että kaikki virtuaalikoneet ovat sammuneet eikä viikonlopun aikana ole kiire.
33 Start-Sleep -Seconds 1800
34
35 # Virtuaalikoneet viedään verkkokajoon, formaattina käytetään OVF-versiota 2.0
36 # Nimeksi verkkojaossa tulee virtuaalikoneen nimi ja tiedostopäätte .ova. Esim. hyrialab_dc1.ova
37 vboxmanage export $hyrialab_dc1 --output $kohde\$hyrialab_dc1ova --ovf20
38 vboxmanage export $hyrialab_wks1 --output $kohde\$hyrialab_wks1ova --ovf20
39
40 # Lopuksi virtuaalikoneet käynnistetään viiveen jälkeen, jotta voidaan olla varmoja, että vienti on toteutunut
41 Start-Sleep -Seconds 1800
42 vboxmanage startvm $hyrialab_dc1
43 vboxmanage startvm $hyrialab_wks1
```