

Joni Kukkonen

Kajaanin ammattikorkeakoulun datacenter- opiskeluympäristön laajentaminen Azureen

Tradenomi
Tietojenkäsittely
Kevät 2020



**KAMK • University
of Applied Sciences**

Tiivistelmä

Tekijä(t): Kukkonen Joni

Työn nimi: Kajaanin ammattikorkeakoulun datacenter-opiskeluympäristön laajentaminen Azureen

Tutkintonimike: Tradenomi, Tietojenkäsittely, Datacenter-ratkaisut

Asiasanat: Azure, Lab Services, DevTest Lab, Virtualisointi, VmWare

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia Azuren tarjoamia palveluita opiskelun edistämiseksi Kajaanin ammattikorkeakoulussa. Työssä tutkittiin oman konesalin tuomia mahdollisuuksia opiskeluun ja myös sen heikkouksia. Hyödyiksi erityisesti laskettiin laitteiden kanssa työskentely ja heikkouksiksi riippuvaisuus omasta konesalista, eli konesalin täytyy olla koko ajan toiminnassa ja hajoaminen aiheuttaisi opetuksen loppumista. Tämän jälkeen tarkasteltiin Azuren toimintaa ja sen palveluita, joita käyttämällä opiskelua saadaan tehokkaammaksi, sekä luotua vaihtoehtoinen ympäristö koulun omalle ympäristölle. Työssä oli keskittyminen varsinkin Lab Services ja DevTest Lab nimisiin palveluihin.

Alussa käytiin läpi yleistietoa pilvipalveluista ja tarkemmin tietoa tulee Azuresta, joka on Microsoftin luoma julkinen pilvipalvelu. Tämän jälkeen kerrottiin koulun datacenter-opiskeluympäristöstä, joka sijaitsee kokonaan koulun omassa konesalissa. Oman konesalin ongelmien lisäksi käytiin läpi opetukseen liittyviä ongelmia. Opettajien oli esimerkiksi vaikea hallita tiettyjä kursseja ja niillä tehtäviä harjoituksia. Opiskelijoille taas ongelmana oli vanhan toisto eli ympäristöjen pystytykseen käytetään paljon aikaa, kun taas Lab Serviceä käyttämällä opetettavaan asiaan päästäisiin nopeammin käsiksi. Esimerkiksi Lab Servicesissä ympäristö on valmiiksi opettajan toimesta pystytettynä ja opiskelijat voisivat vain ottaa valmiin virtuaalikoneen itselleen. Tämän jälkeen esiteltiin lyhyemmin muita Azuren palveluita, kuten containerit, kubernetes ja normaalit virtuaalikoneet.

Omaa testaamista Azuressa oli paljon. Jokainen työssä mainittu palvelu oli testattu ja näin tarkistettu, minäkalaisia mahdollisuuksia ne toisivat koulutukseen. Testien jälkeen oli pitänyt käydä läpi, kuinka kyseessä oleva palvelu sopisi opetuskäyttöön ja kuinka opiskelijoille luotaisiin sopivat oikeudet. Tämä toteutettiin, sillä tavalla, että yhdellä käyttäjällä oltiin administrator asemassa ja luotiin palveluita toiselle käyttäjälle. Tämän jälkeen toisella käyttäjällä kirjaututtiin Azureen, ikään kuin opiskelijan näkökulmasta ja testattiin, että asiat toimivat niin kuin pitää. Osa työstä oli sen hienon rajan etsimistä, jossa opiskelijat saavat riittävät mahdollisuudet käyttää palveluita haluamallaan tavalla, mutta heille ei kuitenkaan annettaisi liikaa oikeuksia ja sitä kautta tuotaisi ongelmia koululle tai opettajille.

Abstract

Author(s): Joni Kukkonen

Title of the Publication: Expanding Kajaani University of Applied Sciences' Data Center to Azure

Degree Title: Bachelor of Business Administration, Information Technology, Data Center

Keywords: Azure, Lab Services, DevTest Lab, Virtualization, VmWare

The goal of this Bachelor's thesis was to test Microsoft Azure services and see how they could benefit the future students working with the school's data center. The beginning of the thesis provided some basic knowledge about the way education is currently being handled and what kind of devices the students have access to. After that there was general information about cloud services and more specifically about Azure.

The main idea of this thesis was to point out the flaws of the current system school has in place and then provide improvement ideas by using Azure services. One of the biggest problems noticed was the school being too dependent on their own system for education to be possible. If problems were to happen to the data center, the consequences would be massive. Education would be impossible to proceed without the data center and with no plan B in sight what would happen? The thesis also provided inside information about the challenges the teachers and students are currently facing in the data center.

After the problems were shown it was time to provide the solutions. Azure DevTest-Lab and Lab Services were the two main services in the thesis and just by using these services education would be possible to continue without the use of school's data center. The thesis included information about things such as what the service is, how to begin using it and how to administer it. In addition to that there were several other services introduced to the reader but not as thoroughly.

The main conclusion was that Azure would benefit the students and teachers greatly. There were many comparisons done between the current education environment and the one Azure could provide. After all, losing the school's own data center for Azure wouldn't be worth it because of all the unique things having one's own data center brings. Azure would just be a great addition to what is currently in place.

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Pilvipalvelut	3
3	Azure.....	6
4	Tämänhetkinen opiskeluympäristö	7
4.1	Oman konesalin heikkoudet.....	8
4.2	Kurssien järjestäminen omassa ympäristössä.....	10
5	Azure Lab Services	11
5.1	Lab Servicesin käyttöönotto.....	11
5.2	Lab Services account	12
5.3	Aikataulujen ja käyttäjien hallinta labrassa.....	13
5.4	Labra-esimerkkejä	14
5.4.1	Shell-scriptaus	14
5.4.2	Eettinen hakkerointi.....	14
5.4.3	Tietokantahallinta	15
5.5	Palvelun hinta	15
6	Azure DevTest Labs.....	17
6.1	DevTest-labran käyttöönotto	17
6.2	DevTest-labran hallinta	19
6.3	Kurssien järjestäminen DevTest-labran avulla	20
6.4	Kurssiesimerkkejä.....	20
6.4.1	Firewall	21
6.4.2	Virtual Network.....	21
6.4.3	Yleistä oppia Azuresta	21
7	Muita Azuren tarjoamia palveluita.....	23
7.1	Virtuaalikoneet ja verkot.....	23
7.2	Container ja Kubernetes.....	24
7.3	Azure Active Directory.....	25
8	Opiskelijoiden oikeuksien hallinta Azuressa.....	26

8.1	Azure policy	27
9	Yhteenveto	29
	Lähteet	31

Symboliluettelo

AI	Artificial Intelligence eli tekoäly.
Artifact	Artifakteja käyttämällä voidaan asentaa paketteja ja ohjelmia virtuaalikoneelle ilman, että koneeseen kirjaudutaan sisään.
(Azure) subscription	Azure tilin tilaus. Verrattavissa Netflixin tilaukseen. Ostetaan palvelu ja tämä tilaus (subscription) toimii laskutusosoitteena palveluntarjoajalle.
Bare-metal Hypervisor	fyysisen laitteen päälle asennettava virtualisointiohjelmisto (ei käyttöjärjestelmän päälle asennettava ohjelmisto).
Blade	Palvelin, joka asennetaan sille tarkoitettuun alustaan. Tarvitsee alustan toimiakseen, toisin kun tavallinen palvelin, joka voidaan asentaa suoraan laitetelineeseen.
Container	Pakattu ohjelmisto, joka voidaan suorittaa Dockerissa.
Docker	Ohjelmisto, jonka päällä voidaan suorittaa containereita.
ESXi host	Bare-metal hypervisor eli fyysisen laitteen päälle asennettava virtualisointiohjelmisto.
Firmware	Suoraan laitteeseen luotu ohjelmisto, joka ohjaa laitteen toimintaa.
Hypervisor	Ohjelmisto, jonka avulla luodaan ja käytetään virtuaalikoneita.
Kubernetes	Containereiden hallintajärjestelmä.
Off-premises	Tarkoittaa ulkopuolisen osapuolen ylläpitämää konesalia/tilaa jossa laitteet sijaitsevat.
RDP	Remote Desktop Protocol, eli etäyhteys Windows koneeseen.
Repository	Ulkopuolinen tila verkossa, palvelun ulkopuolella, johon on tallennettuna ohjelmistoja, imageja tai muuta.
SSH	Secure Shell, eli etäyhteys Linux koneeseen.

Two-Factor Authentication	Kaksivaiheinen varmennus, eli salasanan ja käyttäjätunnuksen lisäksi tarvitaan ylimääräinen tunnistautuminen. Esimerkiksi kännykkään lähetetty koodi, joka täytyy syöttää palveluun kirjauduttaessa.
VmWare	Virtualisointiohjelmistoja tuottava yritys.
WordPress	Nettisivujen tekoon tarkoitettu ohjelmisto.

1 Johdanto

Työn tarkoituksena oli tarkastella Kajaanin ammattikorkeakoulun tämänhetkistä opetusympäristöä konesalin ja opetuksen osalta ja yrittää etsiä Azuresta, joka on Microsoftin luoma julkinen pilvipalvelu, mahdollisia parannuskeinoja. Omien kokemuksieni pohjalta pystyn kertomaan tämänhetkisen opetustavan niin huonoista kuin hyvistä puolista. Koulussa vietetyn ajan takia pystyn sanomaan, mitkä osat opetusta pitäisi jättää entiselleen ja minkälaisissa tehtävissä pystyttäisiin hyödyntämään Azuren tarjoamia mahdollisuuksia.

Azure on laajassa käytössä ympäri maailmaa ja joka kehittyy koko ajan tarjoamaan uusia palveluita niin opetuskäyttöön kuin yrityksillekin [1]. Muita samankaltaisia pilvipalveluita on tarjolla esimerkiksi Googlelta ja Amazonilta, mutta tässä työssä keskittyminen on Azuressa.

Tavoitteena olisi Azuresta löydettyjen palveluiden avulla parantaa opetuksen tehokkuutta, opettajien työn helpottamista, uusien kurssien luomista, sekä mahdollisesti saada kuluja karsittua. Oman konesalin hyötynä on se, että opiskelijat saavat itse ylläpitää ympäristöä, kun taas Azure on Microsoftin ylläpitämä ja opiskelijat voivat käyttää Microsoftin luomia palveluita. Koulun konesalissa on hyötyjen lisäksi myös riskejä. Laitteet voivat hajota, opiskelijat voivat tehdä virheitä tietoturvaan liittyen, laitteita joudutaan uusimaan ja monia muita, jotka voivat tuoda oman konesalin väliaikaiseen katkokseen. Tämänkaltaisissa tilanteissa Azure voisi olla pelastavana apuna ja opetusta voitaisiin jatkaa pilvessä. Omasta konesalista kokonaan luopuminen, sen hyötyjen takia ja Azureen siirtyminen ei kuitenkaan missään nimessä ole toivottu lopputulos työn osalta, vaan näiden kahden ympäristön parhaiden osien tietoon tuominen ja sitä kautta niiden hyödyntäminen.

Azureen on luotuna juuri opetuskäyttöön tarkoitettuja palveluita, kuten Azure Lab Services sekä Azure DevTest Lab, joiden hyödyntämiseen työ tulee pääasiassa keskittymään. Näiden kahden palvelun ja oman konesalin avulla uskon kurssien parantuvan tehokkuuden osalta sekä opettajien pystyvän tarkemmin valvomaan opiskelijoita ja luomaan paremman ympäristön opetukselle.

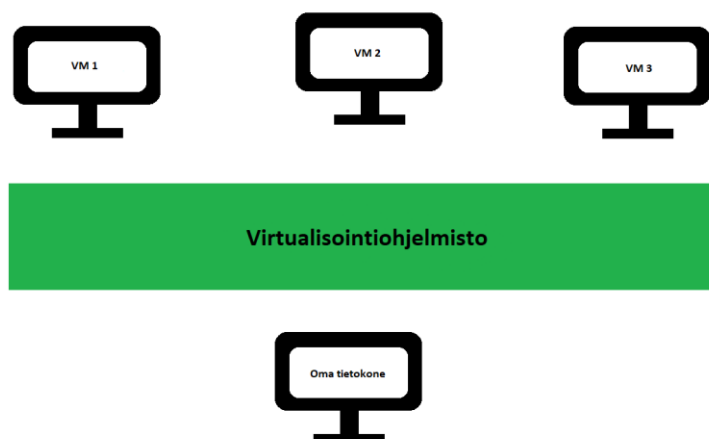
Vaikka työ tulee keskittymään näihin kahteen palveluun ja niiden käyttöönottoon opetusmielessä, niin työssä tullaan tarkastelemaan myös muita Azuren palveluita, joista voisi mahdollisesti olla hyötyä. Hyödyllisiksi palveluiksi katsotaan sellaiset, jotka mahdollistavat niin opetuksen laadun parantamisen kuin myös opetuksen turvaamisen, eli jos koulun konesali tulisi kaatumaan

niin, opetusta pystytettäisiin jatkamaan pilvipalveluiden avulla. Tämän lisäksi on lyhyt katsaus erikoisempiin Azuren palveluihin, joissa voisi olla potentiaalia uusien kurssien syntyyn, sekä opiskelijoille annettaviin oikeuksiin, jos Azure päätettäisiin ottaa käyttöön.

2 Pilvipalvelut

Pilvipalveluilla tarkoitetaan yleisesti ottaen internetin välityksellä ostettavaa ja käytettävää palvelua tai omaa ympäristöä. Näihin kuuluvat esimerkiksi palvelimet, tietokannat ja verkot. Palveluntarjoajia on useita, kuten Microsoft, Google, Amazon, IBM ja Oracle, jotka ovat julkisia pilviä ja yksityisiä on esimerkiksi VmWare, joka koululla on käytössä tällä hetkellä [2].

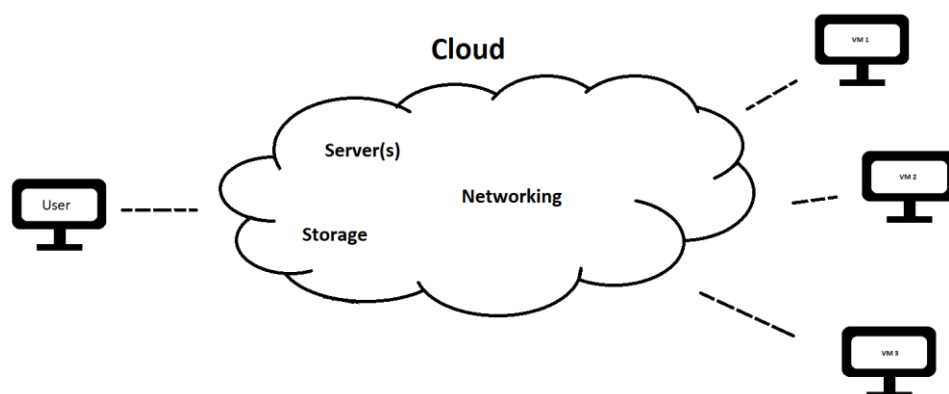
Pilvipalvelut ovat samankaltaisia virtualisointiympäristöjen kanssa, mutta laajuudessa on eroja. Virtualisointiohjelmistossa ohjelma tuottaa uusia virtuaalikoneita käyttämällä sen koneen resursseja, johon tämä ohjelma on asennettu [3.]. Virtualisoinnissa yleensä käytössä on vain tämä yksi laite, jossa on virtualisointiohjelmisto asennettuna. Vähimmillään tarvitaankin vain kannettava tietokone ja verkkokin on valinnanvarainen. Verkkoon ei kuitenkaan pääse virtuaalikoneella, jos se ei fyysiselläkään laitteella onnistu.



Kuva 1. Virtualisoinnin toiminta.

Kuvassa 1 näkyy, kuinka virtualisoinnissa toiminta on hyvin yksinkertaista. Siinä koneelle on asennettu vain yksi ohjelmisto, jota käyttämällä voidaan luoda uusia virtuaalikoneita. Oma kone ikään kuin halkaistaan uusiksi koneiksi ja tämän fyysisen koneen resurssit käytetään näihin virtuaalisiin koneisiin.

Pilvipalvelut puolestaan toimivat eri tavalla. Lopputulos on sama eli käyttäjä saa itselleen virtuaalikoneen, mutta matka siihen pisteeseen on erilainen.



Kuva 2. Pilvipalvelun toiminta.

Kuva 2 havainnollistaa, kuinka virtuaalikoneiden teko tapahtuu pilvipalveluiden avulla. Pilvipalvelut koostuvat useista laitteista ja niihin asennetuista ohjelmista. Laitteet yhdistetään toisiinsa siihen tarkoitetuilla ohjelmilla ja tästä kokonaisuudesta muodostuu pilvi. Tähän palveluun yhdistämällä voi luoda virtuaalikoneita. Yleisesti virtualisointi on sopiva, kun käyttäjiä on yksi tai muutama. Pilvipalvelut taas ovat sopivat isommille yrityksille tai toimijoille, jossa on satoja tai tuhansia henkilöitä virtuaalikoneiden tarpeessa.

Pilvityyppejä on kolmea erilaista. Julkisella pilvellä yleensä tarkoitetaan juuri Azuren kaltaista palvelua. Tämänäyttötyyppisissä palveluissa on useita eri toimijoita, eli kuka tahansa yritys tai henkilö voi käyttää palvelua. Yksityinen pilvi taas on nimensä mukaisesti yksityisessä käytössä ja koulun järjestelmä on puolestaan juuri tämänkaltaisen, eli koululla on omat laitteet, joista on rakennettu ympäristö pelkästään opiskelijoiden ja koulun käyttöön. Yksityinen pilvi yleisesti tarkoittaa omaan konesaliin rakennettua järjestelmää, mutta on myös mahdollista vuokrata tilat ja laitteet muualta ja rakentaa yksityinen pilvi off-premises tilaan. Hybrid cloud puolestaan yhdistää nämä molemmat. On olemassa ohjelmistoja, joilla nämä kaksi voidaan sitoa yhteen. Dataa voidaan siirtää yksityisestä pilvestä julkiseen ja myös toisinpäin. Esimerkiksi koulun vCenterissä olevia koneita voidaan siirtää Azureen tai tallentaa niistä varmuuskopioita Azureen.

Virtualisoinnin ja pilvipalveluiden ilmaantumiseen oli syynsä. Omien laitteiden ongelmana oli se, että laitteista ei otettu kaikkea irti. Useiden yritysten laitteiden kapasiteetista ei käytetty edes puolia, joten suurin osa siitä oli turhan takia käytössä. Esimerkiksi ostetaan palvelin, jota ei käytetä mihinkään muuhun kuin nettisivun ylläpitoon. Tuhansia euroja maksava palvelin olisi täysin

turha yksittäisen sivun ylläpitoon, sillä sen kapasiteetista jäisi suurin osa käyttämättä. Tarpeena voisi tämän lisäksi olla saada Linux ja Windows koneet. Niitä ei yhdelle palvelimelle voida asentaa ja pitäisikin olla kaksi palvelinta tätä varten. Virtualisoinnin avulla tämä ongelma poistuisi ja rahaa säästyisi. Pilvipalvelut ovatkin vain askel pidemmälle tästä. Julkisissa pilvipalveluissa myös rahan kulutus määräytyy pelkästään sen mukaan, mitä käytät. Ei etukäteismaksuja tai isoja investointeja ennen ympäristön käyntiin saamista, vaan muutamalla eurolla voidaan jo saada omia koneita pystyyn.

3 Azure

Azure on siis yksi isoimmista julkisista pilvipalveluista. Se on Microsoftin luoma palvelu, joka on käytettävissä jokaisella Microsoftin sähköpostin omaavalla henkilöllä. Azure toimii alustana halutuille sovelluksille tai koneille. Tarjolla on erittäin suuri määrä palveluita, joihin kuuluvat muun muassa virtuaalikoneet, containerit, kubernetes, IoT-työkalut, AI-työkalut ja paljon muuta [4].

Kirjautuminen palveluun on mahdollista mistä tahansa. Azuren ollessa julkinen pilvipalvelu niin pelkkä internet yhteys riittää kirjautumiseen. Kirjautumiseen voidaan kuitenkin luoda hyvinkin tiukkoja rajoja, esimerkiksi sallitaan kirjautumiset pelkästään Suomesta tai two-factor authentication.

Konesaleja on rakennettu ympäri maailmaa, ja saatavilla onkin konesali käyttöön 58 alueelta [5]. Osa alueista on tosin saatavilla vain tietyn maan käyttäjille. Esimerkiksi Etelä-Ranskan konesaliin haluttaessa pitää siihen pyytää pääsy Microsoftilta.

Organisaatiotileillä kirjauduttaessa palveluun on mahdollista testata Azuren palveluita ilmaiseksi 170 euron edestä. Tämä on voimassa yhden kuukauden ajan. Sen jälkeen tarjolla on 12 kuukautta ilmaisia palveluja, joihin kuuluu pieni osa Azuren tarjolla olevasta valikoimasta. Lopulta on tarjolla 25 ikuisesti ilmaista palvelua Azuressa. Opiskelijoille onkin siis tarjolla juuri tämä 170 euron koinen ilmaiskokeilu, joka itse asiassa riittää erittäin hyvin. Ongelmana tässä ei ole rahan määrä vaan ajan määrä. Tämä 170 euroa nimittäin on voimassa vain yhden kuukauden verran, ja ylimääräiseksi jääneet rahat eivät siirry seuraavalle kuulle vaan katoavat kokonaan. Ottamalla Azure käyttöön osana koulutusta palvelu olisi aina käytettävissä ja ongelmat tuon yhden kuukauden mittaisesta testiajasta katoaisivat.

4 Tämänhetkinen opiskeluympäristö

Tietojenkäsittelyn opiskelu Kajaanin ammattikorkeakoulussa on tällä hetkellä kokonaan sen oman konesalin varassa. Konesali on opiskelijoiden ylläpitämä, ja se on rakennettu VmWaren tuotteita käyttäen. Palvelimille on siis asennettu ESXi host, joka on bare-metal hypervisor. Bare-metal hypervisor tyypillä tarkoitetaan sitä, että se on asennettuna suoraan laitteeseen samalla tavalla kuin käyttöjärjestelmä asennetaan. Palvelimeen ei siis asenneta erillistä käyttöjärjestelmää kuten Windows ja tämän käyttöjärjestelmän päälle vasta asennettaisiin hypervisor. Hypervisor nimeä taas käytetään ohjelmistosta, joka mahdollistaa virtuaalikoneiden luonnin. Kun hypervisor on asennettu, niin tälle palvelimelle päälle voidaan tämän jälkeen luoda virtuaalikoneita. Nämä ESXi hostit tuodaan yhteen vCenteriin, joka on hallintaohjelmisto näille ESXi hosteille. Yksittäisellä ESXi hostilla pystytään luomaan virtuaalikoneita, mutta silloin käytössä on vain tämä yksi palvelin kerrallaan. Kun kaikki hostit tuodaan vCenterin hallintaan, niin saadaan aikaiseksi laajempi ympäristö, johon kuuluu useita hosteja ja silloin resursseja, kuten muistia, on enemmän käytössä.

Opiskelijat voivat heille annettujen tunnusten avulla kirjautua vCenteriin ja käyttää tätä ympäristöä hyödykseen parhaaksi näkemällään tavalla. Tuntien opetus tapahtuu suureksi osaksi tätä ympäristöä hyödyntämällä. Opiskelijat pääsevät ohjatuilla kursseilla itse kokeilemaan virtuaalikoneiden luontia alusta loppuun asti, sekä luodun koneen konfigurointia ja sinne tarvittujen ohjelmien asennusta. Ohjattujen tuntien lisäksi on mahdollista tehdä omien kiinnostusten kohteiden mukaan omia projekteja. Opettajat tietysti käyvät läpi, mitä opiskelija aikoo tehdä, mutta monissa tapauksissa päädytään siihen, että projekti tulee edistämään oppimista ja sitä kautta saa luvan töihinsä.

Opiskelijat pääsevät tämän lisäksi saamaan oppia fyysisistä laitteista. Opiskelijoilla on mahdollisuus saada palvelimia omaan käyttöönsä ja asentaa sinne esimerkiksi eri virtualisointialusta ja luoda oma ympäristö virtuaalikoneille, joskin pienemmillä resursseilla. Kytkimien ja verkkojen konfigurointiin on myöskin mahdollisuus niistä kiinnostuneille ja tätä kautta oppimaan myös tietoturvasta. Mahdollisuuksia on jopa toimia muiden koulutusalojen kanssa yhteistyössä ja auttaa eri alojen opiskelijoita esimerkiksi nettisivun luonnissa. Fyysisiä palvelimia konesalissa on 64 kappaletta, ja ne koostuvat yksittäisistä palvelimista, sekä bladeista. Tämän lisäksi levytilaan on noin 50 TB verran. Päivittäisessä käytössä koulun konesalissa onkin yli sata virtuaalikonetta.

Verkot on jaettu eri osiin, ja niiden käyttötarkoitukset vaihtelevat. Opiskelijoille on omat ympäristöt jokaista vuosikurssia kohti ja ylimääräinen projektiympäristö. Tämän lisäksi on olemassa

tuotantoympäristöt ja Bull-nimiselle supertietokoneelle oma ympäristönsä, mutta näihin kuitenkin opiskelijoilla ei ole pääsyä ilman erityistä tarvetta. Opiskelijoille tarkoitettuja verkkoympäristöjä on siis neljä kappaletta ja ne ovat täysin erillisiä ympäristöjä toisistaan, turvallisuuden parantamisen vuoksi. Esimerkiksi kolme neljästä ympäristöstä voitaisiin menettää ja kurssien järjestäminen olisi vielä mahdollista. Tämä vain tarkoittaisi sitä, että IP-osoitteita olisi paljon vähemmän jokaista opiskelijaa kohti. Jokaiselle opiskelijalle on tämän lisäksi varattuna yksi julkinen IP-osoite, jonka avulla jokin palvelu voidaan tuoda käytettäväksi kaikkialta, internetin välityksellä. Opiskelija voikin halutessaan tehdä koulussa Minecraft-palvelimen, antaa sille julkisen IP-osoitteen, avata tarvittavat portit ja tehdä NAT säännön palomuurissa. Tämän jälkeen on mahdollista kotoa käsin pelata omalla palvelimellaan. Tarpeen mukaan julkisia IP-osoitteita on saatavilla lisää, jos opiskelija niitä tarvitsee. Kaikki laitteet, niin palomuurit kuin palvelimet ovat opiskelijoiden omassa hallinnassa. Tämä mahdollistaa palveluiden tekemisen alusta loppuun asti itsenäisesti.

Se, että opiskelijat pääsevät itse näin paljon tekemään virtuaalikoneiden sekä laitteiden osalta ja oppimaan omista virheistään, tekee omasta konesalista erittäin arvokkaan.

4.1 Oman konesalin heikkoudet

Konesali Kajaanin ammattikorkeakoulussa tarjoaa siis erittäin paljon positiivisia asioita, mutta se ei kuitenkaan ole täydellinen. Opiskelijat saattavat tehtäviään tai omia kokeilujaan tehdessä aiheuttaa ongelmia, laitteet saattavat hajota tai pahimmassa tapauksessa konesalissa voisi olla tulipalo.

Konesalin ollessa opiskelijoiden näin vapaassa käytössä voi sattua mitä monipuolisimpia ongelmia. Opiskelija voi vahingossa avata väärin portteja palomuurista tai tehdä vCenterissä konfiguraatiovirheitä. Nämä mahdollisuudet on toki parhaan mukaan eliminoitu poistamalla liialliset oikeudet opiskelijoilta, mutta mahdollisuus on silti olemassa. Ei ole myöskään takeita ulkopuolisten henkilöiden pääsystä ympäristöön käsiksi, vaikkakin tietoturva on hyvällä mallilla ja tähän mennessä ongelmia ei tältä alueelta ole ollut.

Yksi isoimmista ongelmista omassa konesalissa ovat laitteet. Ne tarvitsevat vuosien aikana huoltoa, uusimista ja osaavan henkilön näihin tehtäviin. Tyypillisesti palvelimet on suunniteltu kestäväksi noin viisi vuotta, mutta hyvällä huollolla ja levyjen vaihtamisella tarpeen vaatiessa voidaan saada moninkertaiseksi tämä aika [6]. Tämäkään ei kuitenkaan ole itsestään tapahtuva työ, vaan vaikka mitään olettamatonta ei ikinä tapahtuisikaan, niin katkoksia omaan ympäristöön pääsyssä

tulee olemaan. Laitteiden firmwaret sekä palvelimissa käytetyt ohjelmistot tullaan päivittämään aika ajoin. Päivitykset tietenkään eivät useimmissa tapauksissa ole pakollisia, mutta syitä on useita. Tietoturvallisuus usein paranee päivityksen yhteydessä, uusia ominaisuuksia ohjelmistoihin saattaa ilmestyä, vanhoissa ohjelmistoissa tuki saattaa olla puutteellinen, tehokkuus parantuu sekä monia muita hyötyjä [7][8]. Vanhat versiot ohjelmista saattavat myös estää sen toiminnan muiden laitteiden tai ohjelmien kanssa.

Tämän lisäksi pitää ottaa huomioon mahdolliset laitteiden hajoamiset. Varsinkin levyt tulevat hajoamaan ajan kuluessa ja niiden käyttöikä pystytään ainoastaan mahdollisesti lisäämään pitämällä ne hyvässä ympäristössä eli tila, jossa on hyvä lämpötila, oikea ilmankosteus ja ei pölyä [9].

Oman konesalin ylläpitäminenkin ei ole edullista. Vaikka kaikki laitteet on hankittu, ohjelmistot ostettu ja tuet maksettu, niin sähkö maksaa joka päivä. Palvelimet käyttävät sähköä hyvin vaihtelevasti. Käyttöön vaikuttaa, kuinka suuri kuorma laitteella on sekä minkälainen laite on kyseessä. Yleisesti ottaen mitä uudempi laite, sitä energiatehokkaampi se on. Keskimäärin voitaisiin arvioida laitteiden kuluttavan noin 350-400 W joka tunti [10]. Tämänkaltaisella kulutuksella yhden laitteen pelkkä sähkönkäyttö tulisi maksamaan jo noin 500 euroa joka vuosi. Laitteita tietenkin on konesalissa useampia kuin yksi, joten lopullinen vuosittainen hinta tulee olemaan helposti kymmeniä tuhansia euroja pelkästään sähkölaskujen osalta.

Palvelimet myös tuottavat käynnissä ollessaan paljon lämpöä. Tämä tarkoittaa sitä, että laitteilla täytyy olla niille omistettu tila, jossa on hyvä ilmastointi tai laitteet ylikuumenevat ja hajoavat. Tällöin huomiota täytyy kiinnittää ilman kiertoon huoneessa, ja siihen omistetut ilmastointilaitteet ja kylmäkäytävät täytyy olla kunnossa.

Oman konesalin ylläpito ei siis ole mikään pieni tehtävä. Alussa tarpeena on hankkia tila, jonne konesali tullaan rakentamaan. Tämän jälkeen tarvitaan palvelimet ja kaikki oheislaitteet kuten palomuurit, laitetelineet, ilmastointi ja UPS. Nämä ovat kertahankintoja, joita tarpeen vaatiessa tullaan uusimaan. Seuraavana vuorossa ohjelmistojen hankinta, tuet niin laitteisiin kuin ohjelmistoihin ja sähkömaksut. Nämä puolestaan ovat uusiutuvia maksuja ja ne joudutaan yleisesti ottaen joko kuukausittain tai kerran vuodessa maksamaan uudestaan ja uudestaan.

Tässä oli esimerkkejä haasteista ja maksuista, jotka koulu tällä hetkellä kohtaa. Maksut eivät siis tälläkään hetkellä ole pieniä, ja vaikka Azuressa palvelusta joudutaan maksamaan ehkä enemmän, niin vastuu ylläpidosta siirtyy pois koululta. Laitteiden hajotessa varasuunnitelma olisi heti valmiina Azuren kautta, eikä opetusta jouduttaisi lopettamaan tai keksimään joitain muita hätäkeinoja koulutuksen jatkamiseksi.

4.2 Kurssien järjestäminen omassa ympäristössä

Tällä hetkellä kurssit järjestetään poikkeuksetta omassa konesalissa. Pääasiassa opiskelijoiden osalta kurssin alussa luodaan uudet virtuaalikoneet ja niiden määrä vaihtelee kurseittain. Useimmiten koneita on yksi kappale, mutta välillä saattaa tarpeena olla kolme tai neljäkin kappaletta. Ongelmana tässä tavassa on koneiden luontiin käytettävä aika ja sen saaminen toimintakuntoon. Aluksi vCenterissä luodaan itse virtuaalikone, jolle määritellään asetukset kuten kuinka monta CPU:ta, paljonko muistia ja muita asetuksia. Tämän jälkeen koneeseen liitetään image, eli käyttöjärjestelmä, joka siihen halutaan asentaa. Tämän jälkeen on itse koneen asennus ja kun käyttöjärjestelmä on asennettuna, niin siihen tarvittavat ohjelmistot ja konfiguraatiot. Tähän saa helposti kulumaan paljonkin aikaa, ja jos kurssi on pituudeltaan yhden tai kahden opintopisteen arvoinen, niin iso osa kulutetusta ajasta menee ikään kuin hukkaan. Opiskelijoiden osalta työ alkaa muutaman kerran jälkeen olla vain turhaan käytettyä aikaa, sillä tiedetään jo, kuinka asennus tehdään mutta sitä ei saada nopeammaksi.

Opettajat taas omalta osaltaan eivät voi vahtia kaikkien opiskelijoiden koneiden asennuksia, ja voi olla mahdollista, että epähuomiossa opiskelija valitsee väärän imagen, sitä kautta väärän version ja lopputulos voi olla täysin erilainen ympäristö kuin muilla kurssilaisilla. Tämän ratkaisuun taas kuluisi lisää aikaa ja itse opetettavaan asiaan käytettävä aika lyhenisi.

Tämä on yksi ongelmista johon Azuresta haettaisiin apua. Opiskelua saataisiin tehokkaammaksi käyttämällä Azuren palveluita ja helpotettaisiin niin opiskelijoiden kuin opettajienkin työtä. Opiskelun tapahtuessa kahdessa eri ympäristössä turvallisuus lisääntyisi ongelmien sattuessa. Voi olla, että jonain päivänä konesali hajoaa ja opetus siirretään Azureen väliaikaisesti tai Azure ei olisi toiminnassa ja käytettäisiin pelkästään omaa konesalia.

5 Azure Lab Services

Azure Lab Services on Microsoftin luoma opetuskäyttöön tarkoitettu palvelu. Sen tarkoituksena on luoda yksi ympäristö, joka kopioituu jokaiselle palveluun kutsutulle käyttäjälle ja on siitä pisteestä alkaen uniikki riippuen käyttäjän tekemistä valinnoista [11.]. Palvelu on erittäin yksinkertainen käyttää varsinkin opiskelijan näkökulmasta. Kirjautuessaan palveluun heille tulee näkymä kaikista virtuaalikoneista, joihin heillä on pääsy ja he voivat kirjautua sisään koneelle monella eri tavalla [12]. Palvelussa on mahdollista luoda erittäin monipuolisia ympäristöjä sekä säädellä ympäristön käyttöä. Azuren kautta on mahdollista ottaa käyttöön satoja eri imageja sekä päättää koneiden kokoluokka.

5.1 Lab Servicesin käyttöönotto

Alussa on luonnollisesti palveluun kirjautuminen. Tämän jälkeen tehtävänä on subscriptionin päättäminen. Subscription-vaihtoehtoja on useita erilaisia, mutta yleisesti ottaen vaihtoehdot ovat tukeen liittyviä ja onko tämä tuleva Azure ympäristö tarkoitettu tuotantoon vai testaukseen. Subscriptionia tehdessä kannattaakin kiinnittää huomiota omiin tarpeisiin. Mahdollista on myös luoda useita subscriptioneja omalle käyttäjälle ja käyttää niistä jokaista parhaalla mahdollisella tavalla. Esimerkiksi ei kaikilla mahdollisilla tuilla olevaa subscriptionia käytettäisi viikon testissä olevaan koneeseen.

Tämän jälkeen vuorossa on Lab Services accountin luonti. Alussa on perustietojen lisäyksiä, kuten lab accountin nimi, mihin subscriptioniin tili tehdään, mihin resurssiryhmään tili tehdään ja minne tili tehdään, vaikka yleisesti valinta osuu Pohjois-Eurooppaan parhaimman viiveen takia. Tämän jälkeen on verkkoasetuksia, joissa voidaan valita, mitkä IP-osoitteet tulevat luoduille koneille sekä mihin muihin verkkoihin luoduilla koneilla on yhteys. Muita asetuksia tässä vaiheessa on koneiden automaattinen sammutus sekä shared image gallery, jonka käytöstä kerrotaan myöhemmin. Suuri osa asetuksista ei ole pakollisia, ja niitä kannattaakin alkaa muokkailemaan vasta tarpeen tullessa.

Tässä vaiheessa voidaan alkaa luomaan itse labroja. Alussa päätetään labran nimi eli opiskelijalle näkyviin tuleva kurssin nimi. Tässä näkymässä myös täytyy valita, minkälainen kone luodaan eli onko kyseessä Windows, Linux ja onko tässä imagessa jo etukäteen asennettuja ohjelmia. Koneen koko määritellään myös tässä vaiheessa ja hinnat vaihtelevat suuresti kokojen välillä, varsinkin

kun opiskelijoita on kurssilla useita. Nested-ympäristöt ovat myös mahdollinen valinta tässä vaiheessa. Nested-ympäristöllä tarkoitetaan tilannetta, jossa luodun virtuaalikoneen sisälle tehdään lisää virtuaalikoneita. Labroihiin luodaan vain yksi kone per käyttäjä ja kaikki luodut koneet ovat identtisiä, joten nested ympäristöt ovat ainut tapa saada luotua useita erilaisia virtuaalikoneita. Nested virtualizationin käyttöönotto vaatii kuitenkin enemmän työtä koneen osalta, jotta sen sisälle saadaan asennettua lisää virtuaalikoneita [13.]. Muita asetuksia tässä vaiheessa on käyttäjän luominen tuleville koneille, koneen käyttöön sallittu aika sekä milloin kone sammuu itsestään.

Labran omistaja saa tässä vaiheessa koneen aikaisemmin valitun imagen pohjalta, jonka hän muokkaa niin pitkälle kuin tarve on. Kun kone on halutussa pisteessä, niin labran omistajan täytyy julkaista tämä kone ja tehdä päätös siitä, kuinka monta tätä konetta luodaan. Tämä julkaistu kone tulee jokaiselle labraan liittyvälle henkilölle identtisenä.

Ympäristön luominen itsessään on siis melko yksinkertaista, varsinkin jos tarpeellisten asetusten lisäksi ei tehdä mitään ylimääraistä. Luodun labran hallintakaan ei ole vaikeata ja siten mahdollistaa palvelun käytön vähemmän teknisten henkilöidenkin käsissä.

5.2 Lab Services account

Lab Services account on tässä palvelussa käytettävä tili, ja sitä hallinnoimalla voidaan antaa oikeuksia labrojen tekemiseen, mutta myös moniin muihin vähäisempiin tarkoituksiin. Tämä tapahtuu Access control (IAM) välilehdeltä. Erilaisia rooleja tähän tiliin annettavaksi on useita, ja onkin mahdollista hyvin tarkkaan antaa oikeat oikeudet oikeille henkilöille. Esimerkkinä oikeuksista voisi olla antaa opiskelijalle oikeus luoda omia labroja. Logeja ja annettuja oikeuksia varten on rakennettu omat välilehdet. Näiden kautta pystytään helposti tarkistamaan myöhemmässäkin vaiheessa, keillä on oikeudet tehdä ja mitä kukakin on tehnyt.

Muut tärkeät välilehdet ovat marketplace images sekä shared image gallery. Marketplace imageissa näkyy kaikki valittavat käyttöjärjestelmät. Valikoima on erittäin laaja, koostuen useista käyttöjärjestelmistä ja osaan näistä käyttöjärjestelmistä on saatavilla valmiiksi asennettuja ohjelmia. Shared image gallery koostuu puolestaan itse tehtyjen koneiden imageista. Labran tehnyt henkilö voi siis tallentaa koneen tähän galleriaan ja se pysyy tallessa, vaikka labra poistettaisiinkin. Tämä on varsinkin opettajille erittäin hyödyllinen, sillä se säästäisi seuraavan vuosikurssin osalta tehtävää työtä. Opettaja voi vain poimia aikaisemmin luomansa imagen ja tehdä siitä alkupisteen uusille koneille, ilman että täytyisi aloittaa tyhjästä.

5.3 Aikataulujen ja käyttäjien hallinta labrassa

Labrojen hallinta perustuu koneiden käytön aikataulujen hallintaan, sekä pienissä määrin koneiden hallintaan. Labran luoja ei pysty vaikuttamaan tai tarkkailemaan, mitä labraan luoduilla koneilla tehdään kirjautumatta itse koneelle. Kurssien järjestämiseen tarjolla on kuitenkin erittäin hyvät mahdollisuudet. Schedule-välilehdeltä labran luoja on mahdollista tehdä kurssien aikataulut pitkällekin tulevaisuuteen ja päättää, minä aikana kone on käytettävissä. Tämän lisäksi koneisiin voidaan antaa ylimääräistä aikaa, joka kuluu silloin kun, opettaja ei ole luonut schedule-lehdelle mitään. Tämä tuntien ulkopuolinen aika kuluu esimerkiksi kotitehtävissä. Tavallisesti tämä määrä on 10 tuntia, mutta sitä voidaan muokata. Koneet voidaan lisäksi muokata itsestään samummaan, jos niitä ei käytetä määritettyyn aikaan. Tämä on suuri ongelma omassa tämänhetkessä konesalissa, jossa koneet jäävät useasti päälle pitkiksikin ajoiksi ja sitä kautta vievät turhaan resursseja.

Käyttäjien hallinta tapahtuu users-välilehdeltä. Tätä kautta opiskelijat voidaan kutsua luotuihin labroihin. Käyttäjät voidaan yksitellen kutsua sähköpostin välityksellä tai lataamalla CSV-tiedosto, jossa on kaikki halutut sähköpostit. Tämän jälkeen kaikkiin sähköposteihin voidaan lähettää kutsu ja henkilöt saavat linkin, josta rekisteröityä labraan. Labraan on myös mahdollista rekisteröityä pelkkää linkkiä käyttämällä, ilman sähköpostien lisäämistä, mutta tällä tavalla vaarana on halua-mattomien henkilöiden ilmestyminen mukaan.

Virtual machine pool sisältää kaikki labraan luodut koneet. Tätä kautta opettaja pystyy katso-
maan, ketkä opiskelijat ovat saaneet koneen itselleen, kuinka paljon omatoimista toimintaa ko-
neella on tehty ja koneen IP-osoitteen. Labran omistajan on mahdollista saada tarvittavat tiedot
kirjautumiseen tätä kautta, eli periaatteessa opiskelijalla on yksi kone käytössä, mutta opettaja
pystyy ottamaan minkä tahansa näistä koneista valtaansa. Opiskelija on kuitenkin voinut vaihtaa
salasanan ja/tai käyttäjänimen, ja ilman niitä kirjautuminen ei onnistu. Kone on kuitenkin mah-
dollista resetoida kokonaan tätä kautta. Opiskelija voi vahingossa tehdä virheitä koneen kanssa ja
mahdollisesti aiheuttaa niin paljon ongelmia itselleen, että on parempi aloittaa alusta. Tällöin
kone palautuu siihen pisteeseen, jonka opettaja on julkaissut luodessaan labraa.

5.4 Labra-esimerkkejä

Labran luominen ja hallinta on helppoa, mutta minkälaisiin kursseihin palvelua kannattaisi käyttää. Yleisesti ottaen lyhyet kurssit ovat hyviä käyttökohteita sekä tilanteet, jossa keskitytään jonkun tietyn ohjelmiston käyttämiseen, jolloin aikaa ei kulu ympäristön pystyttämiseen.

5.4.1 Shell-scriptaus

Tässä labrassa opettaja asentaisi esimerkiksi Ubuntu 18.04 LTS käyttöjärjestelmän ja sinne haluaan lisäosia. Tämä ei välttämättä tarvitse muuta kuin ympäristön eli toimivan koneen ja bash scriptien tekeminen ja testaaminen on mahdollista. Koneeksi riittää pienin/halvin mahdollinen. Kurssi päästäisiin aloittamaan suoraan ilman oman koneen luomista ja sen tuomia viiveitä. Opettaja saisi tämän lisäksi luotua jokaiselle identtisen ympäristön ja pystyisi helpommin auttamaan ongelmassa, kun tiedossa on ohjelmien versiot ja käyttöjärjestelmä.

Muita mahdollisuuksia voisi esimerkiksi olla koodaus Python kielellä. Kaikki opiskelijat saisivat saman version pythonista omalle koneelleen, joka helpottaisi opettajan apuna olemista. Koneille voitaisiin olla etukäteen luotu txt tiedosto, johon on kirjattu tehtäviä ja opiskelijat voivat omaan tahtiin ja omalla tavallaan luoda ratkaisuja. [14.]

5.4.2 Eettinen hakkerointi

Tämänkaltaisessa labrassa keskittyminen olisi tietoturvassa. Opiskelijat pystyisivät kokeilemaan hyökätä toiseen koneeseen ja oppia minkälaisia haavoittuvaisuuksia on olemassa. Opiskelijat voisivat tästä saamallaan opilla tulevaisuudessa itse tehdä parempia päätöksiä tietoturvan suhteen. Kurssi olisi kuitenkin täysin eettistä, eli molemmat hyökkääjä kone sekä hyökättävä kone olisivat opiskelijan omia.

Labrassa luotaisiin aluksi Medium (Nested Virtualization) kone ja siihen Windows server 2019. Tähän koneeseen enabloidaan Hyper-V. Tämän virtuaalikoneen sisään luodaan kaksi uutta konetta, eli kyseessä tulee olemaan nested virtualization. Toinen koneista on Kali Linux, joka on debianiin pohjautuva, penetraatiotestaukseen tarkoitettu käyttöjärjestelmä [15]. Toinen kone tulisi olemaan Metasploitable imagesta tehty. Se on tarkoituksellaan tehty haavoittuvaksi ja siinä on

paljon tietoturva-aukkoja, joita käyttää hyväksi [16]. Tämän jälkeen Kali Linux koneella voitaisiin yrittää etsiä haavoittuvaisuuksia tästä toisesta koneesta [18.].

5.4.3 Tietokantahallinta

Tietokantahallinta on oleellinen osa tietojenkäsittelylinjan koulutusta. Labrassa voitaisiin valmiiksi asentaa käyttöjärjestelmäksi joko Windows tai Linux. Medium resursseilla oleva kone riittäisi tähän labraan. Tämän jälkeen asennetaan esimerkiksi MySQL ja voidaan alkaa hallinnoimaan omaa tietokantaa. Labran pystytys ei siis vaadi kovin paljoa, mutta opiskelijat pääsisivät nopeasti harjoittelemaan MySQL:n käyttöä [18.].

5.5 Palvelun hinta

Koulun kannalta tärkeää varmasti on Lab Servicesin hinta. Palvelun hinta määräytyy koneen koon, koneiden määrän ja käyttötuntien määrän mukaan [19]. Kaavaksi voidaankin määrittellä: (opiskelijoiden määrä) x (käyttötunnit) x (lab units) x 0.009€ = lopullinen hinta.

Instance	Lab Units	€/h
Small (2 core(s), 4 GB RAM)	20	0.18 €
Medium (4 core(s), 8 GB RAM)	42	0.38 €
Medium (4 core(s), 16 GB RAM)	55	0.50 €
Large (8 core(s), 32 GB RAM)	84	0.76 €
Small GPU (Compute, 6 core(s), 56 GB RAM)	139	1.25 €
Small GPU (Visualization, 6 core(s), 56 GB RAM)	160	1.44 €
Medium GPU (Visualization, 12 core(s), 112 GB RAM)	408	3.67 €

Taulukko 1. Koneiden hinnoittelu Azure Lab Servicessä [19].

Taulukossa 1 näkyy minkä hintaisia koneet olisivat Lab Servicessä yhden opiskelijan osalta. Esimerkiksi pienimmällä koneella yhden opintopisteen (27h) hinnaksi tulisi 4.86€. Hinta laskettaisiin: 1(opiskelijoiden määrä) x 27 (tuntia) x 20 (lab units) x 0.009€. Kaikkein tehokkaimmalla koneella hinta taas olisi 99.09€ per opintopiste. Tehoiltaan heikoin kone kuitenkin sisältää 2 corea ja 4 GB

RAM:ia, joten sillä pystyy jo suurimman osan kursseilla vaadituista tehtävistä suorittamaan. Tehokkain ja kallein taas puolestaan sisältää 12 corea ja 112 GB RAM:ia ja voisikin sanoa, että se on täysin tarpeeton mihinkään mitä koulun kursseilla tehtäisiin.

Pelkästään käyttö maksaa eli mitään lisäkustannuksia tai yllättäviä kuluja ei palvelussa ole. Azure tarjoaa paljon apua kulujenhallintaan ja omaa subscriptionia hallinnoimalla voidaan helposti pitää rahankäyttö kohtuullisena, sekä valvoa minne raha kuluu. Labran etulehdellä on myös näkymä, joka ennustaa labran hinnan. Nämä hintaesimerkit eivät liity millään tapaa muihin työssä esiteltyihin palveluihin vaan ovat pelkästään voimassa Lab Servicesissä.

6 Azure DevTest Labs

DevTest Lab on samankaltainen palvelu kuin Lab Services, mutta se tarjoaa opiskelijoille enemmän mahdollisuuksia hallita ympäristöä. DevTest-labran omistaja voi luoda kasan valmiiksi konfiguroituja koneita ja labraan osallistuvat henkilöt voivat varata niistä omansa. Varattavien koneiden määrä riippuu omistajan asettamista rajoista. Koneiden käyttöjärjestelmiä on Lab Servicesin tavoin tarjolla satoja erilaisia niin Windows kuin Linux koneitakin. Tähän labraan on myös mahdollista luoda omia imageja, joita käyttämällä voidaan saada entistä nopeammin haluttu ympäristö. Koneiden luominen on erittäin helppoa ja vaatiikin vähimmillään vain käyttöjärjestelmän, käyttäjänimen ja salasanan. Salasana on mahdollista korvata SSH avaimella, joka on erilainen kirjautumistapa ja siinä ei tarvita salasanaa.

Erona tässä palvelussa on juurikin hallittavuus. Vastuuta annetaan enemmän opiskelijoille ja opettajien osaksi jää imagejen teko ja kulujenhallinta. Kuluja voidaan hallita koneiden määrillä, koneiden automaattisilla sammutuksilla ja käynnistyksillä, koneiden koolla ja asettamalla itse hälytyksiä, jos rajat menevät rahallisesti ylitse [20].

6.1 DevTest-labran käyttöönotto

Labran luominen on erittäin yksinkertainen ja nopea tehtävä. Azuren haussa etsitään DevTest Labs. Tämän jälkeen painiketta "add" painamalla päästään luomaan ensimmäinen labra. Labra itsessään ei vaadi mitään muita asetuksia, kuin nimen, resurssiryhmän, subscriptionin, ja locationin. Public environment valinnalla palvelu voidaan yhdistää julkisiin repositoryihin. Näissä repositoryissä on valmiita templateja, eli ohjelmisto ja kone paketteja, jotka ovat suositussa käytössä [21.]. Esimerkiksi yksi tämänkaltaisen template voi luoda kokonaisen clusterin koneita. Jos public environmentit päätetään ottaa käyttöön niin oletuksena palvelu yhdistää suoraan Azuren resource manager templateihin, joka on Microsoftin luoma ulkoinen repository. Tämän jälkeen voi itse lisätä muita repositoryjä tarpeen mukaan.

Tämän jälkeen koneita voidaan alkaa luomaan. "Add" kohdasta DevTest-labran sisällä voidaan luoda uusia koneita. Perusasetuksia ei ole useita. Koneelle tarvitaan nimi, käyttäjänimi, salasana tai SSH avain, ja virtuaalikoneen koko. Virtuaalikoneiden kokoja on tässä palvelussa useita ja ne soveltuvat useisiin eri käyttötarkoituksiin. Hinta-arvio näkyy koneen kokoa valittaessa ja omien valintojensa suhteen kannattaa olla erittäin tarkka. Hinnat vaihtelevat nimittäin muutaman euron

kuukausihinnasta tuhansiin euroihin kuukaudessa. Koneisiin voidaan tämän lisäksi valita SSD levy, jos sellaiselle on tarvetta. Myös Artifactit voidaan määritellä tässä vaiheessa. Artifactien avulla voidaan koneelle asentaa erilaisia ohjelmistoja ilman, että itse koneeseen kirjaututaan missään vaiheessa. Esimerkiksi Docker voidaan asentaa pelkästään menemällä `manage artifacts`, `apply artifacts` ja valitsemalla Docker. Tämän jälkeen samasta paikasta voidaan koneelle asentaa docker containereita tai YUM paketteja. Koneet voidaankin siis saada hyvin pitkälle asennettua jopa ohjelmistojen osalta ilman, että koneeseen tulotaisiin missään vaiheessa kirjautumaan sisään. Nämä kaikki ohjelmistot tulisivatkin kaikille koneille ja jos koneita luotaisiin 20 kappaletta niin jokaiselle koneelle ei tarvitsisi yksitellen käydä niitä asentamassa.

Advanced asetukset koostuvat verkkoasetuksista ja hallintaan liittyvistä valinnoista. Mihin verkkoon koneet tulevat on kuitenkin ainut pakollinen valinta. Jos tarpeena on tehdä jokin erikoisempi järjestelmä, niin voidaan luoda uusia verkkoja tätä palvelua varten, mutta yleensä valinta tulee olemaan se verkko, joka tulee automaattisesti labran luonnin yhteydessä. Toinen tärkeä valinta verkkojen suhteen on, tehdäänkö koneelle public, private vai shared IP-osoite. Public valinnalla jokaiselle koneelle tulee uniikki julkinen IP-osoite. Private valinnalla koneille taas ei tule ollenkaan julkista IP-osoitetta ja niinpä koneeseen kiinni pääseminen ei onnistu julkisesta verkosta. Shared IP-osoite on puolestaan hieman erilainen. Siinä jokaiselle luodulle koneelle tulee sama julkinen IP-osoite, mutta jokaisella koneella on eri portti, jota kautta koneeseen päästään käsiksi [22.]. Tällöin julkisia IP-osoitteita ei mene hukkaan ja hinnat pysyvät alhaisempina. Claim asetuksella tarkoitetaan sitä, minkälaiseen tilaan kone luodaan. Jos koneesta tehdään "claimable", labran käyttäjät voivat ottaa koneen itselleen haltuun. Kone ikään kuin luodaan valmiiksi jollekulle muulle. Esimerkiksi opettaja voi luoda kasan koneita ja opiskelijat voivat ottaa niistä jokainen itselleen yhden. Ilman claim valintaa kone tulee suoraan sen tekijälle. Advanced asetuksissa voidaan tämän lisäksi päättää luotujen koneiden määrä ja koneille voidaan määritellä automaattinen sammutus.

Mitkään asetukset eivät kuitenkaan ole lopullisia, vaikkakin osa on vaikeammin muokattavissa kuin toiset. Kaikki koneet on mahdollista saada näkyviin muille myöhemmässä vaiheessa, vaikka sitä ei heti luomisvaiheessa tehtäisikään eli "claim" asetusta voidaan muokata. Public IP voidaan vaihtaa private osoitteeseen ja muita jo tehtyjä valintoja koneen luonnissa voidaan muokata. Tässä on kuitenkin Azuren heikkous. Kaikki asetukset eivät ole kovin helposti löydettävissä ja haluttua muutosta tehdessä on yleisesti ottaen helpompi etsiä itselleen vastaus Googlen kautta, kuin alkaa kokeilemaan itse. Asetukset ovat nimittäin välillä hieman erikoisissa paikoissa. Esimerkiksi claim ja unclaim asetukset ovat DevTest-labran sisällä. Public -ja private IP-osoitteet löytyvät

kuitenkin interface nimiseltä välilehdeltä, jolla ei juurikaan ole mitään tekemistä DevTest-labran kanssa. Tässä labrassa luotu kone tulee näkymään itse labran sisälle, jossa saadaan perusnäkyä koneesta, mutta myös virtual machines välilehdelle. Näkyä samasta koneesta vaihtelee suuresti riippuen siitä, kumpaa kautta tähän näkymään mennään. Laidassa näkyvät asetukset ovat lisäksi täysin erilaiset näiden kahden perusnäkyvän välillä.

6.2 DevTest-labran hallinta

Kuten muutkin Azuren palvelut, DevTest-labran hallinta perustuu hyvin vahvasti hintojen hallintaan. Sitä mitä koneilla tehdään ei pystytä valvomaan. Hallintaa varten on tehty oma paneeli, johon pääsee labran "Configuration and policies" kohdasta. Täältä pystyy tekemään asetuksia, jotka vaikuttavat suuresti tuleviin laskuihin. Koneille voidaan asettaa automaattiset käynnistys- ja sammutusajat. Opiskelijoiden koneet voitaisiin asettaa sammumaan aina tiettyyn aikaan, sillä opiskelijat eivät itse sitä muista aina tehdä. Voitaisiin myös päättää, kuinka monta konetta labrassa saa olla ja kuinka monta konetta yksittäinen käyttäjä voi sieltä itselleen ottaa, sekä asettaa maksimi koot koneille. Nämä ovat pääasialliset hintojen hallintaan liittyvät asetukset ja erittäin hyvät siinä suhteessa, että juuri näistä hinta tulee koostumaan.

Myös koneiden luontiin voidaan tätä kautta tuoda lisää mahdollisuuksia. Ulkopuolisten repositoryjen lisääminen onnistuu tästä näkymästä eli esimerkiksi uusia artefakteja, jotka eivät ole Public Artifact repositoryssä voidaan lisätä. Custom imageja voidaan myös lisätä eli käyttäjä voi tuoda omia imagejaan, eli käyttöjärjestelmiä, jos haluttua ei Azuren valikoimasta löydy. Voidaan myös yhdistää Shared image galleriaan, joka tarkoittaa sitä, että Lab Servicesissä tehtyjä koneita voidaan tuoda tähän palveluun ilman että kone tarvitsisi uudestaan luoda alusta asti.

Käyttäjien hallintaan on jälleen Access control (IAM), jonka kautta käyttäjienhallinta koostuu jokaisessa Azuren palvelussa. Tätä kautta käyttäjiä voidaan lisätä labraan ja antaa heille tarvittavat oikeudet tehdä asioita.

Palvelun käyttöä voidaan lisäksi monitoroida täältä. Hintaa päästään arvioimaan ja hinnasta saadaan ennuste viikkoja tulevaisuuteen. Activity logeista pystytään tarkkailemaan mitä palvelussa on tehty. Nähdään siis, kuka on poistanut koneita, kuka on luonut koneita ja ylipäättään lähes kaikki mitä palvelussa on tehty.

6.3 Kurssien järjestäminen DevTest-labran avulla

DevTest Lab tarjoaa samat mahdollisuudet kuin Lab Services, mutta opiskelijoilla on enemmän mahdollisuuksia hallita ympäristöä. Lab Servicesissä kone on juuri sellainen kuin miksi opettaja sen tekee, kun taas DevTest-labrassa opiskelijat voivat itse muokata koneen kokoa, verkkoa ja levyjä. Opiskelijat voivat itse yhdistää ylimääräisiä levyjä omaan koneeseensa, oppia jakamaan dataa oikeille levyille, sekä yleisesti hallitsemaan niiden käyttöä. Koneille voidaan lisätä useita verkkokortteja, joten yhdellä koneella voi olla useampia IP-osoitteita. Tämä mahdollistaa paljon monimutkaisempien järjestelmien luomisen ja auttaa vahvistamaan opiskelijoiden osaamista verkkojen suhteen.

Ylimääräisenä hyötynä koneen paremman hallittavuuden lisäksi on oppi Azuresta. Työpaikkoja on nykyään tarjolla jo henkilöille, jotka osaavat ainoastaan Azuren käytön. Tämän lisäksi opiskelijat voisivat käyttää Azuren virtuaalikoneita koulutehtäviin. Pelkästään se, että opiskelijat omien kurssiansa lisäksi oppivat käyttämään Azurea koulutehtävien tekoon ja hallitsemaan koneita tekisi palvelusta arvokkaan opetuskäyttöön.

Opettajien hyödyt olisivat samankaltaiset, kuin Lab Servicesissä. He voisivat luoda opiskelijoille valmiita koneita kasoittain eli yhden kurssin koneet muutamalla napin painalluksella. Tämän jälkeen heidän määrittämillään säännöillä opiskelijat voisivat tehdä muokkauksia koneisiinsa. Tässäkin opettajat saisivat luotua juuri sellaisen alkupisteen kuin itse haluavat ja sen jälkeen helpommin auttaa opiskelijoita.

6.4 Kurssiesimerkkejä

Kun tiedetään mitä palvelu voi tarjota, niin seuraavana tehtävänä on etsiä palvelulle käyttötarkoituksia. DevTest-labra siis mahdollistaa samankaltaisten kurssien luonnin, kuin Lab Services. DevTest Lab kuitenkin mahdollistaa laajemman itsenäisen hallinnan koneiden osalta ja sitä on syytä hyödyntää. Jos kurssin tarpeena on keskittyä virtuaalikoneen sisällä tehtäviin harjoituksiin, kuten koodaukseen niin tämä palvelu ei ole oikea vaihtoehto. Asiaa voidaan hyvin verrata omaan labraan. Lab Services on periaatteessa sama asia, kuin joku toinen loisi opiskelijalle valmiin koneen vCenterissä ja opiskelijalle annettaisiin koneen käyttäjätunnus, salasana ja IP-osoite. Opiskelija ei siis pääsisi vCenteriin vaan pelkästään SSH tai RDP yhteydellä tähän koneeseen ja pärjäi-

sivät sillä mitä heille on annettu. DevTest Lab taas puolestaan, riippuen opettajien antamista oikeuksista, olisi sama kuin heillä olisi oikeus vCenteriin ja sitä kautta laajempaan ympäristön hallintaan.

6.4.1 Firewall

Azuren tarjoama oppitunti Azuren palomuurien hallinnasta. Järjestelmä tulisi koostumaan kahdesta eri virtuaalikoneesta, yhdestä palomuurista ja kolmesta eri aliverkosta. Tavoitteena olisi luoda yksi hyppykone, jonka kautta päästään toiseen koneeseen kiinni ja sitä kautta tältä koneelta takaisin verkkoon, palomuurin sallimissa rajoissa. Hyppykoneella tarkoitetaan konetta, jonka tarkoitus on lisätä turvallisuutta. Tärkeä kone on piilotettuna ilman julkista IP-osoitetta ja tähän koneeseen on mahdollista päästä käsiksi kirjautumalla hyppykoneelle ja vain tältä koneelta on mahdollista ottaa RDP (Remote Desktop Connection) yhteys tähän tärkeään koneeseen. Palomuuriin on tässä tutoriaalissa tehty sääntö, jossa päästään Googlen aloitussivulle, mutta kaikki muut sivut on estetty. Opiskelijat saivat arvokasta oppia pelkästään yleisestä verkkojen toiminnasta ja hyppykoneiden käytöstä. Tämän lisäksi opiskelijat tutustuisivat syvemmin Azuren palveluihin ja voisivat mahdollisesti hyötyä siitä niin koulutehtävissään kuin työelämässään [23.].

6.4.2 Virtual Network

Tämän Microsoftin tarjoaman oppitunnin tehtävä olisi luoda kaksi aliverkkoa ja kaksi konetta, yksi kumpaankin aliverkkoon. Toisesta verkosta olisi tarkoitus päästä kiinni ylimääräisiin resursseihin. Ylimääräisenä resurssina olisi Azuren file shares. Tehtävä ei siis olisi mitenkään monimutkainen, sillä asia on hoidettu paria asetusta vaihtamalla, mutta se auttaisi tuomaan lisää tietoa Azuren palveluista. Pelkästään file sharen luominen olisi jo hyvää harjoitusta [24.].

6.4.3 Yleistä oppia Azuresta

Jos Azure päätetään ottaa käyttöön ja DevTest Lab palvelua aletaan käyttämään niin yleisesti hyvä kurssi olisi Azuren läpikäynti. Koska DevTest Lab tarjoaa enemmän koneen ulkopuolista hallintaa, eli koneen koon muokkauksia, levyjen lisäämistä tai koneen liittämistä muihin järjestelmiin verkkojen osalta, niin näitä asioita olisi hyvä käydä läpi. Tätä varten voitaisiin järjestää kursseja, joissa

näytettäisiin, kuinka nämä äsken mainitut asiat voitaisiin käytännössä toteuttaa. Tämä kuitenkin vaatii, että opiskelijat saavat riittävät oikeudet Azuressa tehdä näitä asioita.

Azure tarjoaa erittäin paljon palveluita laidasta laitaan. On mahdollista luoda itselleen tietokantapalvelimia, toimia verkkojen kanssa tai luoda oma kubernetes. Tämän jälkeen opettaja voisi, jokaisen opiskelijan mielenkiinnon mukaan näyttää heille Microsoftin luomia oppitunteja, joita löytää aina halutun palvelun dokumentaatiosta.

Tämän lisäksi pelkästään Azuren kanssa työskentely tulee olemaa hyödyksi. Virtuaalikoneiden luonti on samankaltaista vCenterin kanssa, mutta eroja prosessissa on silti. Pelkästään ympäristöön tottuminen ja perusasioiden tekeminen toisi lisää valmiuksia opiskelijoille ja ehkä he oppisivat tekemään parempia valintoja työelämässä, kun heillä on enemmän tietoa tarjolla olevista palveluista.

7 Muita Azuren tarjoamia palveluita

Azuressa on näiden kahden palvelun lisäksi paljon muitakin mahdollisia palveluita. Aikaisemmissa palveluissa hyöty olisi suurimmaksi osaksi opettajille, sillä he voisivat helposti luoda virtuaalikoneita kurseille ja näitä koneita käyttämällä kurssit suoritettaisiin. Nämä luodut ympäristöt olisivat myös paremmin opettajien kontrollissa, sillä he itse tietävät alkupisteen. Opiskelijoille valmiiden koneiden hyötynä olisi nopeampi pääsy ympäristöön, jossa kurssin opetus lopulta tulee tapahtumaan.

Azure kuitenkin tarjoaa paljon mahdollisuuksia itsenäiseen tekemiseen opiskelijoille ja he voivat itse päättää siitä, minkälainen ympäristö luodaan ja tehdä siellä omia projektikursseja. Näillä projektikursseilla opiskelijat sopivat opettajan kanssa aiheesta ja jos opettaja katsoo sen olevan opimista edistävää niin opiskelijat itsenäisesti tekevät testejänsä ja kirjoittavat siitä raportin.

7.1 Virtuaalikoneet ja verkot

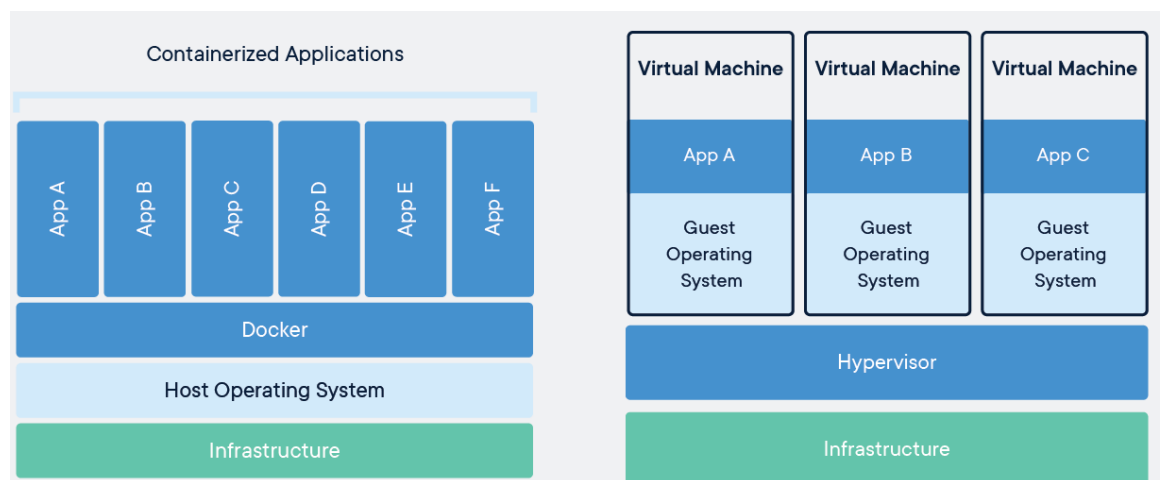
Virtuaalikoneet tulevat Azuresta ensimmäisenä mieleen. Aikaisemmissa palveluissa luotiin virtuaalikoneita, mutta se pohjautui enemmänkin toimintaan, jossa yksi henkilö luo joukolle henkilöitä koneet. Azuressa on luonnollisesti mahdollista luoda yksittäisiä virtuaalikoneita yksittäisenä henkilönä. Azurea käyttämällä lopputulos olisi täysin sama, kuin käyttämällä koulun tämän hetkistä vCenter ympäristöä. Azure kuitenkin tarjoaisi vaihtoehtoja katkosten varalle. Virtuaalikoneiden luonti on tämän lisäksi erilaista Azurea käyttämällä ja opiskelijat saisivatkin pelkästään koneita luomalla hyvää oppia osaamiseensa.

Koneiden käyttöönottamisessa tarvittaisiin lisäksi tietysti verkot. Azure tarjoaakin erittäin monipuoliset valinnat verkkojen ja palomuurisääntöjen tekemiseen. Näiden oppiminen vaatii hieman aikaa, sillä omasta mielestäni varsinkin palomuurin hallinta oli ensisilmäyksellä vaikeaa. Aikaisemmin onkin jo mainittu, kuinka Azuressa asiat saattavat olla hieman piilossa ja niiden löytäminen ja oikein konfigurointi saattaa olla haasteellista.

Virtuaalikoneet ja verkot ovat keskeinen osa mitä tahansa pilvipalvelua, joten ei siis ole yllätys, että ne tästäkin palvelusta löytyvät. Koneiden ja verkkojen kanssa toimiminen vaihtelee kuitenkin niin AWS:n, Azuren ja vCenterin ja kaikkien muidenkin pilvipalveluiden välillä. Perusteet Azuren käytöstä olisi hyvä saada opittua, vaikka asiaan ei sitä pidemmälle syvennyttäisikään.

7.2 Container ja Kubernetes

Containerit ja Kubernetes ovat tehneet nousuaan viime vuosien aikana [25]. Containerit ovat ikään kuin virtuaalikoneita, mutta paljon kevyempiä. Ne ovat paketteja, jotka voidaan suorittaa dockerissa ja tähän containeriin saadaan pyörimään esimerkiksi WordPress. Erona virtuaalikoneisiin on sen nopeus. Virtuaalikoneen avulla WordPressin pystytys on paljon aikaa vaativampi tehtävä. Yksinkertaisimmillaan aluksi on tietokone, johon on asennettu käyttöjärjestelmä. Tämän jälkeen asennetaan virtualisointiohjelmisto, luodaan virtuaalikone, konfiguroidaan virtuaalikone ja sitten asennetaan ja konfiguroidaan itse palvelu. Containereiden käytössä käyttöjärjestelmän päälle asennetaan Docker ja tähän voidaan alkaa asentamaan haluttuja containereita. Yleisesti ottaen yksi container koostuu yhdestä palvelusta, esimerkiksi WordPress, joka voidaan yhdistää muihin containereihin, jotta saadaan kokonainen järjestelmä luotua. Containerit myös toimivat täysin samalla tavalla käyttöjärjestelmästä riippumatta [26].



Kuva 3. Docker (vasen) vs virtuaalikone (oikea) [26].

Kuvassa 3 näkyy kuinka Dockeria käyttämällä ohjelmien pystytys virtuaalikoneisiin verrattuna vaatii paljon vähemmän pohjustusta järjestelmän kannalta. Containerit eivät siis vaadi tätä raskasta uutta virtuaalikonetta ja siihen asennettavaa käyttöjärjestelmää. Niissä on pelkästään tarpeellinen mukana ohjelmiston toiminnan kannalta, eikä mitään ylimääräistä.

Azure on luonut oman kubernetes palvelun, sekä mahdollistaa yksittäisten containereiden luonnin. Tämä olisi erinomainen kurssi opiskelijoille jo pelkästään työelämää ajatellen. Pelkästään containereiden hallinta vaatii opettelua. Niiden päivittäminen uudempiin versioihin saattaa tuottaa ongelmia, sekä palvelun tuominen verkkoon.

Kubernetes puolestaan on kokonainen hallintajärjestelmä. Containerissa hallitaan yksittäistä palvelua, kun taas kubernetesessa hallinnassa saattaa olla satoja containereita ja containerien sisällä pyöriviä palveluita. Azure tarjoaisi tähän opiskelijoille työkalun ja pelkästään tämän hallinnalla työelämässä pääsisi pitkälle. Tästäkin Azurella on tarjolla harjoituksia, joista tulisi perusteet hyvin opittua. Tämän lisäksi dokumentaatio on erittäin laaja ja vastaa lähes kaikkiin kysymyksiin [27.].

7.3 Azure Active Directory

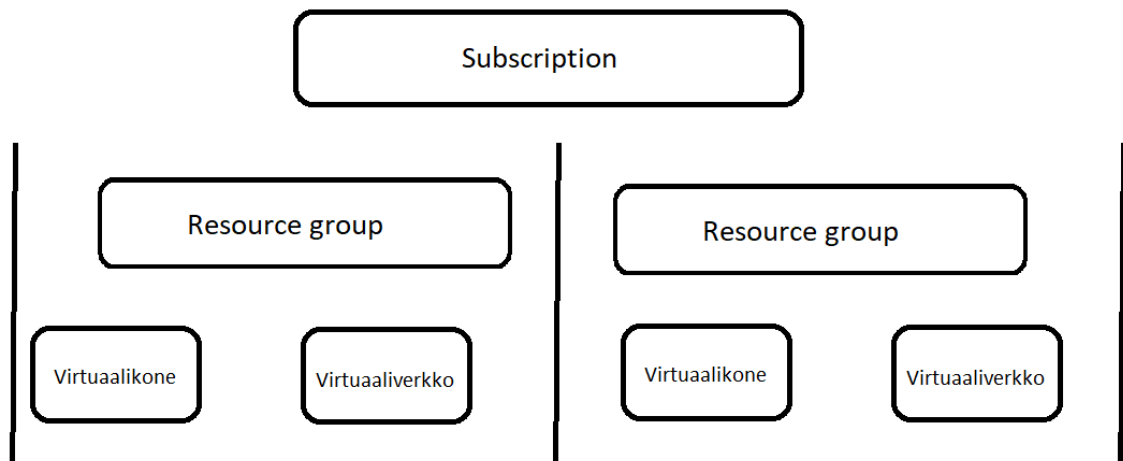
Tämä on Microsoftin luoma palvelu organisaation hallintaan. Tämä palvelu on käytössä useilla yrityksillä ja esimerkiksi Kajaanin ammattikorkeakoulun opiskelijoiden sähköpostit on luotu tätä kautta. Tästä näkymästä on mahdollisuus luoda uusia käyttäjiä sekä sähköpostiosoitteita omilla domain nimillä.

Yksinkertaisimmillaan AD on pelkästään käyttäjienhallintaa. Azuren active directoryn, kuitenkin tarjoaa massiiviset määrät asetuksia, joita hyödyntämällä se saadaan liitettyä muihin ympäristöihin tai hallittua sen turvallisuutta. Oma AD palvelu, joka mahdollisesti pyörisi pöytäkoneella on mahdollista integroida Azureen ja saada valmiit käyttäjät synkronisoitua pilvipalveluun. On mahdollista valita tietyt laitteet, joista kirjautuminen on mahdollista. Esimerkiksi pelkästään iPhonea käyttämällä voidaan kirjautua, mutta ei Samsungilla. Kirjautumiset tietyistä IP-osoitteista on mahdollista sallia ja hylätä muut. Vain tietyistä maista voidaan hyväksyä kirjautumiset tai luoda TFA (Two-Factor Authentication) asetuksia [28.]. Nämä ovat esimerkkejä asetuksista, joita hyödyntämällä voidaan tietoturvaa lisätä.

Aihe on niin laaja, että pelkästään siitä olisi mahdollista luoda opinnäytetyö. Tässä olisi kuitenkin opiskelijoille erittäin hyvä itsenäinen kurssi harjoitteluun. Palvelu on käytössä niin monissa yrityksissä ja laitoksissa, että sen käyttöön tulee lähes jokainen törmäämään jossain vaiheessa uraansa. Tälläkin hetkellä opiskelijat käyttävät tätä palvelua, mutta harva tietää kuinka se oikeasti toimii tai miten sen tietoturva on taattu.

8 Opiskelijoiden oikeuksien hallinta Azuressa

Azure ei ole ilmainen palvelu ja hinnan hallinta on erittäin tärkeää. Lab Services ja DevTest-lab-roissa opettajat itse loisivat koneet ja tätä kautta hallitsisivat hintoja. Azuren käyttö voidaankin jättää näihin kahteen ja se toisi jo lisää mahdollisuuksia opetukseen sekä opiskelijoiden työhön. Opiskelijoille voidaan kuitenkin antaa oikeuksia tehdä omia koneita ja sitä kautta laajemmin ottaa haltuun tämä uusi ympäristö. Rahaa kuitenkin saa Azuressa käytettyä erittäin nopeasti ja koulun kannalta iso lasku tästä palvelusta ei olisi toivottu. Subscriptionilla, eli ikään kuin laskutusosoitteella, johon resursseista kerääntyneet hinnat tulevat näkymään, on oma Access Control (IAM). Tämä näkymä IAM:sta on samankaltainen kuin Lab Servicessä tai DevTest-labrassa, mutta tarjoaa enemmän valintoja. Tätä kautta voidaan laajemmin hallita Azuren käyttöä, esimerkiksi keillä on oikeus luoda virtuaalikoneita tai verkkoja tai pelkästään oikeus olemassa olevien käyttöön, kun taas aikaisemmissa palveluissa IAM keskittyy enemmän kyseessä olevan resurssin oikeuksiin. Opiskelijoille voitaisiinkin antaa melko laajat oikeudet resurssien luontiin Azuressa, sillä samankaltaisiin oikeuksiin he ovat tottuneet omassa ympäristössään ja ongelmia ei ole ollut. Vaikka tämä on mahdollista subscriptioneiden IAM:sta niin parempi valinta olisi kuitenkin antaa oikeudet resurssiryhmittäin. Nimi resurssiryhmä tulee Azuren kautta siitä, että palvelut kuten yksittäinen virtuaalikone on Azuressa yksi resurssi. Resurssit tulevat siten sulavasti resurssiryhmään.



Kuva 4. Azuren oikeuksien hierarkia.

Kuvassa 4 näkyy, kuinka hierarkia toimii. Jos opiskelijalle annettaisiin ”owner” oikeudet eli kaikki mahdolliset oikeudet subscriptioniin, niin he voisivat tehdä mitä vain Azuren suhteen ja näkisivät kaikki resurssiryhmät ja kaiken muun mitä Azuressa on. Oikeudet myös periytyvät eli jos opiskelija saa ”owner” oikeudet subscriptioniin, niin ne oikeudet tulevat myös kaikkiin resurssiryhmiin.

Vaikka oikeuksia pilkottaisiin sillä tavalla, että opiskelijat saisivat luvan pelkästään virtuaalikoneiden näkemiseen subscription kohdassa niin he silti näkisivät kaikki olemassa olevat koneet kaikissa resurssiryhmissä. Resurssiryhmittäin annetut oikeudet antaisivat opiskelijoille mahdollisuuden oman pienen osan hallintaan ja tähän resurssiryhmään he voisivat luoda kurssikoneita, sekä omia testejään varten koneita tai vaikkapa oman DevTest-labran. Opiskelijoilla olisi myös mahdollisuus kutsua muita opiskelijoita tähän omaan resurssiryhmään, halutuilla oikeuksilla, sillä he olisivat täydessä hallinnassa tässä pienessä lokerossa. Opiskelijoille ei myöskään olisi pakko antaa täysiä oikeuksia tähän heidän omaan resurssiryhmäänsä, vaan sinne voidaan luoda erittäin tarkat oikeudet siihen, mitä heillä on mahdollista tehdä. Niinkin tarkasti, että esimerkiksi opiskelija voi käynnistää virtuaalikoneen, mutta ei sammuttaa sitä. Järkeä tämänkaltaisessa säännössä ei tietenkään olisi, mutta kuvastaa hyvin sitä, kuinka tarkasti oikeuksia on jaeltavissa.

Azuressa hintojen hallintaa varten on luotu budjetit. Niitä muokkaamalla saadaan tietyistä summista aikaan hälytykset ja sitä kautta hinnan kasvu päästään pysäyttämään. Azure ei tarjoa käyttäjäkohtaisten budjettien tekoa, eikä se tulisi toimimaan Azuren kaltaisessa palvelussa. Virtuaalikoneet tulevat esille jokaiselle, jolla on riittävä oikeus nähdä virtuaalikoneita. Jos kaikilla on oikeus jokaiseen koneeseen esimerkiksi ryhmätyössä ja konetta ei ole määritelty kenenkään ”omaksi” niin ei Azurekaan voi tietää kenen käyttäjän budjetista rahat menisivät. Budjettien määrittely olisi koulun kannalta helpoin tehdä resurssiryhmittäin. Jokaiselle opiskelijalle voitaisiin luoda yksi resurssiryhmä, johon he luovat kaikki omat resurssinsa. Tähän resurssiryhmään voidaan määritellä raja, jonka ylittyessä haluttuun sähköpostiin tulee ilmoitus ja asia voidaan ratkaista joko lisäämällä budjettia tai poistamalla resursseja. Tällä tapaa koulu voisi kuluja eikä saisi tuhansien eurojen laskua Azuresta.

8.1 Azure policy

Policyt ovat jälleen yksi keino Azuren hallintaan ja tämä löytyy hakukentästä policy sanalla. Policyt nimensä mukaisesti ovat käytäntöjä, joita säätämällä voidaan haluttu resurssiryhmä tai subscription muokata haluttuun tilaan. Policylle täytyykin määritellä mihin kaikkeen sen vaikutus ulottuu. Aikaisemmassa tilanteessa budjetti on saatu luotua ja oletetaan, että opiskelijat voivat luoda virtuaalikoneita. Ei ole kuitenkaan säädetty sitä, minkälaisia koneita opiskelijat voisivat tehdä. Tätä varten policyt luodaan. Opiskelijoille olisi syytä antaa Azuressa oikeudet luoda virtuaalikoneita ja oletetaan, että 50 euroa kuukaudessa olisi jokaisen budjetti. Azuressa on tarjolla koneita, jotka

maksavat tuhansia euroja kuukaudessa. Opiskelija saisi tämän kaltaisen koneen valittuaan käytettyä budjetin hetkessä, jonka jälkeen valinta olisi joko antaa lisää rahaa opiskelijan tilille tai keskeyttää kurssi hänen osaltaan. Policyillä voidaan luoda sääntöjä, jotka määrittävät minkä kokoisia koneita opiskelijan on mahdollista tehdä. Sääntöjä on myös satoja muita, joita määrittelemällä rahankäytön kohteet saadaan määritettyä koululle sopivalla tavalla.

9 Yhteenveto

Azure toisi tarvittua turvaa koulun konesaliin. Tähän mennessä koulun konesalissa ei ole tapahtunut vahinkoja ja hyvä niin. Se on kuitenkin mahdollista varsinkin, kun laitteet vanhenevat päivä päivältä. Kesäisin konesalissa on ollut huoltokatkoja, jotka kestävät yleensä päivän tai pari ja sinä aikana vCenteriä ei voida käyttää. Vaikka katkot ovat olleet lyhyitä, sinä aikana voitaisiin Azurea käyttää. Azuren käyttö mahdollistaisi lisäksi oman konesalin kapasiteetin pienentämistä. Tällä hetkellä koulun konesalissa on paljon käyttämätöntä kapasiteettia, joka syö turhaan sähköä. Azuressa maksetaan pelkästään siitä, mitä käytetään ja koulun laitteistoa pienentämällä saatettaisiin rahaakin saada säästöön. Laitteisiin on kuitenkin jo investoitu, joten niitä ei kannata poistaa Azuren takia heittää. Azureen voitaisiinkin panostaa enemmän niissä tapauksissa, kun laitteita hajoaa. Ei enää investoisi omiin laitteisiin vaan Azuren käyttöön.

Azure tarjoaa opiskelijoille erilaista oppia VmWareen verrattuna. Aluksi koulussa oppia tulee vCenterin käytöstä, ESXi servereiden pystytyksestä sekä muista VmWaren tuotteista ja näiden käyttämisestä. Nämä kun on kerran opittu niin on kyseessä vain vanhan toistamista. Azure tarjoaa samat mahdollisuudet, mutta samaan lopputulokseen pääseminen vaihtelee palveluittain. Samalla tavalla kuin toisilla on iOS ja toisilla Android. Molemmilla voit soittaa puheluita, pelata pelejä ja surffata netissä mutta niiden käyttö on erilaista. Uskonkin että opiskelijat ottaisivat uuden ympäristön lämpimin mielin vastaan.

Microsoftin dokumentaatiot Azuresta tulisivat olemaan suureksi hyödyksi opiskelijoille, jotka opettelisivat sen käyttöä. Dokumentaatiot olivat erittäin laajat jopa pienistä aiheista ja ongelmatilanteissa vastaus tulisi löytymään heidän omilta sivuiltaan. Opinnäytetyötä tehdessä ja siinä tulleissa ongelmatilanteissa löysin vastauksen aina näistä dokumentaatioista ja niitä lisää tutkiessani löysin lisää kiinnostavia asioita, joihin syvenytä.

DevTest Lab ja Lab Services palvelut puolestaan toisivat pienen osan Azurea opiskelijoille ja olisivat hyvänä apuna kurssien järjestämisessä, vaikka Azurea ei muilla tavoin käytettäisikään. Nämä ympäristöt olisivat lisäksi täysin opettajan hallinnassa ja he antaisivat kurssia varten luodun koneen opiskelijalle. DevTest-labrassa voidaan antaa erilaisia oikeuksia verkkojen tekoon, mutta ne eivät ole pakollisia. Nämä kaksi palvelua olisi siis erittäin nopea ja helppo ottaa käyttöön.

Töitä nykypäivänä voidaankin saada jo pelkästään Azuren osaamisella. Opiskelijoiden osaaminen järjestelmän käyttöön tulisi lisääntymään pakostikin kurssien järjestämisellä tässä ympäristössä.

Azuren käyttöönnotolla ei siis ainoastaan parannettaisi kurssien laatua, vaan mahdollisuuksia työpaikkojen suhteen avautuisi lisää.

Azuren tarjoamat palvelut opiskelijan näkökulmasta vaikuttivat myös erittäin mielenkiintoisilta, kuten esimerkiksi eettinen hakkerointi nimellä oleva kurssi aikaisemmissa kappaleissa. Koneiden luominen ja saaminen siihen tilaan, että kurssi voitaisiin aloittaa ei hoituisi aivan lyhyessä ajassa, vaikka opiskelijat suoraan tietäisivät kaiken mitä pitää tehdä. Oikeasti opettaja joutuu johtamaan koneiden luomista step-by-step tavalla eli jokainen asia näytetään taululta, jonka jälkeen odotetaan, että jokainen tekee tämän askeleen ja sitten siirrytään seuraavaan askeleeseen. Tämän lisäksi ei olisi mitenkään epätavallista, että jollakin henkilöllä jäisi yksi vaihe huomaamatta ja lopulta ympäristö ei toimisikaan. Tämänkaltaisessa tilanteessa itse pitäisin paljon enemmän tavasta, jossa ympäristö on valmis ja testaamaan päästään nopeasti. Uskon, että opettajatkin pitäisivät tästä tavasta paljon enemmän, sillä turhauttavia virheitä jo lähtötilanteessa ei opiskelijoiden osalta sattuisi.

Omasta konesalista ei kuitenkaan missään nimessä kannattaisi Azuren takia luopua. Laitteiden kanssa työskentely on erittäin suuri mahdollisuus opiskelijoille. Monet opiskelijat eivät varmasti tiedä paljoa palomuurien, kytkinten ja palvelinten käytöstä ennen koulun alkua, sillä monilla ei niihin ole mitenkään mahdollista päästä käsiksi. Niiden kanssa työskentely ja oppiminen on erittäin tärkeää ja fyysisiä laitteita ei voi mitenkään korvata pilvipalveluilla tai lukemalla niistä internetistä. Laitteiden kanssa työskentelyä ei myöskään voi missään nimessä vähäksyä, sillä niiden kanssa joutuu lähes jokainen jollain tapaa toimimaan työelämässään. Toinen tapa väitellä ohjelmien hyödyllisyydestä on VmWaren käyttö verrattuna Azuren käyttöön. Nämä ovat kuitenkin eri tarkoitukseen, sillä toinen on yksityinen pilvi ja toinen julkinen. Ei siis voida sanoa, että Azuren osaaminen on hyödyllisempää tai toisinpäin sillä molemmat ovat tilanteesta riippuvaisia.

Jos koulun on mahdollista tähän palveluun käyttää rahojaan niin uskon, että se tulisi olemaan erittäin hyvä sijoitus. Rahat eivät lisäksi missään nimessä menisi hukkaan, vaikka käyttö jäisikin vähemmälle. Azuressahan hinta määräytyy käytön mukaan, joten turhia maksuja ei tule, olettaen että kaikki koneet, jotka eivät ole käytössä poistetaan. Tällä hetkellä ongelmana on, että subscriptionia Azureen ei ole luotu ollenkaan. Opiskelijoilla ei ole tällä hetkellä mahdollisuutta käyttää Azurea ilman että he maksaisivat siitä itse tai käyttäisivät Azuren tarjoaman vain kuukauden mittaisen tutustumisajan. Kuukausi kuitenkin menee nopeasti ja jos koulu kestää kolme ja puoli vuotta niin yksi kuukausi Azuren käyttöä ei ole paljon.

Lähteet

1. Get to know Azure. Microsoft 2020. Saatavilla: <https://azure.microsoft.com/en-us/overview/>
2. Nate Drake, Brian Turner. 2019. Best cloud computing services of 2020: for digital transformation. Techradar 20.12.2019. Saatavilla: <https://www.techradar.com/best/best-cloud-computing-services>
3. Difference Between Cloud Computing and Virtualization. Educba 2020. Saatavilla: <https://www.educba.com/cloud-computing-vs-virtualization/>
4. Start turning your ideas into solutions with Azure products and services. Microsoft Azure 2020. Saatavilla: <https://azure.microsoft.com/en-us/>
5. Azure geographies. Microsoft Azure 2020. Saatavilla: <https://azure.microsoft.com/en-us/global-infrastructure/geographies/>
6. Bob Martin. 2017. How to determine the lifespan of your server. Great Lakes Computer 17.10.2017. Saatavilla: <https://www.greatlakescomputer.com/blog/how-to-determine-the-lifespan-of-your-server>
7. Gary Davis. 2017. Why software updates are so important. McAfee 19.9.2017. Saatavilla: <https://www.mcafee.com/blogs/consumer/consumer-threat-notice/software-updates-important/>
8. Riya Savjani. 2018. Why do we need firmware updates. eInfochips 23.7.2018. Saatavilla: <https://www.einfochips.com/blog/understanding-firmware-updates-the-whats-whys-and-hows/>
9. Jeremy, S. 2017. How long do hard drives last. Prosofteng 14.6.2017. Saatavilla: <https://www.prosofteng.com/blog/how-long-do-hard-drives-last>
10. Matt. 2015. Average power use per server. Vertatique 25.3.2015. Saatavilla: <https://www.vertatique.com/average-power-use-server>
11. Azure Lab Services. Microsoft Azure 2020. Saatavilla: <https://azure.microsoft.com/en-us/services/lab-services/>
12. Simple user experience. Microsoft Azure 2020. Saatavilla: <https://azure.microsoft.com/en-us/services/lab-services/#features>
13. Enable nested virtualization on a template virtual machine in Azure Lab Services manually. Microsoft 4.10.2019 <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/lab-services/classroom-labs/how-to-enable-nested-virtualization-template-vm-ui>
14. Set up a lab to teach shell scripting on Linux. Microsoft 30.9.2019. Saatavilla: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/lab-services/classroom-labs/class-type-shell-scripting-linux>
15. What is Kali Linux. Kali 25.11.2019. Saatavilla: <https://www.kali.org/docs/introduction/what-is-kali-linux/>
16. Introduction to Metasploitable. Offensive-security 2020. Saatavilla: <https://www.offensive-security.com/metasploit-unleashed/requirements/>
17. Set up a lab to teach ethical hacking class. Microsoft 4.10.2019. Saatavilla: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/lab-services/classroom-labs/class-type-ethical-hacking>
18. Set up a lab to teach database management for relational databases. Microsoft 19.11.2019. Saatavilla: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/lab-services/classroom-labs/class-type-database-management>
19. Pricing Details. Microsoft Azure 2020. Saatavilla: <https://azure.microsoft.com/en-us/pricing/details/lab-services/>

20. About Azure DevTest Labs. Microsoft 21.3.2019. Saatavilla: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/lab-services/devtest-lab-overview>
21. Configure and use public environments in Azure DevTest Labs. Microsoft 23.1.2020. Saatavilla: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/lab-services/devtest-lab-configure-use-public-environments>
22. Understand shared IP addresses in Azure DevTest Labs. Microsoft 12.5.2019. Saatavilla: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/lab-services/devtest-lab-shared-ip>
23. Tutorial: Deploy and configure Azure Firewall using the Azure portal. Microsoft 21.2.2020. Saatavilla: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/firewall/tutorial-firewall-deploy-portal>
24. Tutorial: Restrict network access to PaaS resources with virtual network service endpoints using the Azure portal. Microsoft 23.8.2018. Saatavilla: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/virtual-network/tutorial-restrict-network-access-to-resources>
25. Kubernetes usage is growing fast in Azure. Datadog 2020. Saatavilla: <https://www.datadoghq.com/container-report/>
26. Containers and Virtual Machines Together. Docker 2020. Saatavilla: <https://www.docker.com/resources/what-container>
27. Azure Kubernetes Service (AKS). Microsoft 5.6.2019. Saatavilla: <https://docs.microsoft.com/fi-fi/azure/aks/intro-kubernetes>
28. Azure Active Directory. Microsoft 2020. Saatavilla: <https://azure.microsoft.com/en-us/services/active-directory/>