

Viivi Kämäräinen

Pilvipalveluiden käyttö

Tietotekniikan kandidaatintutkielma

13. marraskuuta 2017

Jyväskylän yliopisto

Tietotekniikka

Tekijä: Viivi Kämäräinen

Yhteystiedot: viivi.t.kamarainen@student.jyu.fi

Ohjaaja: Sanna Juutinen

Työn nimi: Pilvipalveluiden käyttö

Title in English: The usage of cloud services

Työ: Kandidaatintutkielma

Sivumäärä: 24+0

Tiivistelmä: Tämä tutkielma perehtyy pilvipalveluihin, niiden käyttäjäryhmiin sekä syihin, miksi pilvipalveluita käytetään. Pilvipalvelut ovat internetin yli tarjottavia laitteita ja ohjelmistoja, joihin on samanaikainen pääsy eri puolilta maailmaa. Kaikilla on mahdollisuus hyödyntää pilvipalveluiden tuomia etuja niin teknisesti kuin taloudellisestikin. Mobiililaitteiden ja langattoman nettiyhteyden lisääntyvän suosion sekä koko ajan kasvavan datamäärän myötä myös pilvipalveluiden käyttö on laajentunut viime vuosina paljon. Pilvipalvelut tuovat paljon hyötyjä, jotka houkuttelevat lisää käyttäjiä. Toisaalta pilvipalveluiden varjopuolena on turvallisuus, joka mietityttää monia käyttäjiä.

Avainsanat: pilvipalvelut, pilvipalveluiden käyttö

Abstract: This bachelor's thesis examines cloud services, users of cloud services and the reasons why people and organisations use cloud services. Cloud services are shared computing resources that people have access to via internet connection. Everyone can benefit cloud services technically and financially. As the wireless network and the amount of data and mobile devices grows the usage of cloud services has increased a lot in recent years. Cloud services offers many advantages that tempt more and more users. On the other hand there is at least one concern that users have and that is security of cloud services.

Keywords: cloud computing, cloud services, the usage of cloud services

Kuviot

Kuvio 1. Pilvipalveluiden rakenne NIST:n määrittämiä (Mell, Grance ym. 2011) mu- kailleen. (Cloud Security Alliance 2015, s. 13).....	2
Kuvio 2. Palvelumallien vastuut käyttäjälle ja palveluntarjoajalle. Lähde: https://www.smartfile.com/blog/differences-between-iaas-saas-and-paas/	4
Kuvio 3. Palvelumallien käyttäjäerot ja palveluntarjoajien lukumäärien suhde. (Hai- kuMind)	13

Sisältö

1	JOHDANTO	1
2	PILVIPALVELUIDEN RAKENNE JA TOIMINTAMALLI	2
	2.1 Palvelumallit.....	4
	2.2 Käyttönottomallit	5
3	PILVIPALVELUIDEN TURVALLISUUS	7
4	PILVIPALVELUIDEN KÄYTTÖ.....	11
	4.1 Palveluntarjoajia.....	11
	4.2 Hyödyt ja haasteet.....	12
	4.3 Käyttötavat.....	13
5	YHTEENVETO.....	17
	LÄHTEET	19

1 Johdanto

Tutkielmassa perehdytään yleisesti pilvipalveluihin eli määritellään pilvipalvelu käsitteenä ja käydään läpi sen palvelu- ja käyttöönottomallit. Lisäksi tutkielmassa tutustutaan hieman pilvipalveluiden turvallisuuteen ja esitellään muutamia pilvipalveluntarjoajia. Tarkoituksena on luoda yleiskatsaus pilvipalveluihin sekä selvittää, miksi pilvipalveluita käytetään. Tutkielmassa pyritään saamaan selville, millaiset tahot pilvipalveluita käyttävät ja millaisiin tarkoituksiin nämä tahot niitä hyödyntävät, eli tutkimuskysymys on: ”Miksi pilvipalveluita käytetään?”. Tutkielman avulla luodaan yleinen käsitys pilvipalveluiden käytöstä niin yritysten, koulutuksen kuin yksityistenkin ihmisten näkökulmasta.

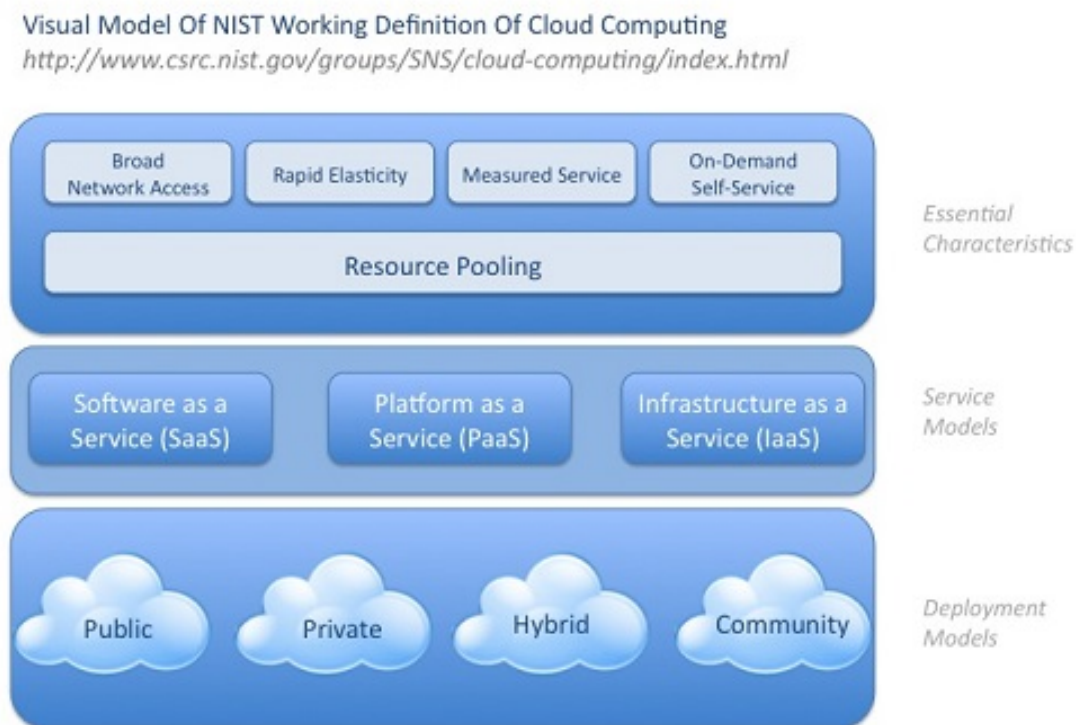
Löydetyn lähdemateriaalin perusteella, tutkielman alkuoletuksena on, että suurimmat pilvipalvelun käyttäjät ovat kolme edellä mainittua tahoja (yritykset, koulutusmaailma sekä yksityiset käyttäjät), ja siksi tutkielma keskittyy näihin käyttäjäryhmiin. Tutkielmassa selvitetään, mitkä ovat yleisimpiä tapoja käyttää pilvipalveluita ja miten käyttötavat jakautuvat eri käyttäjäryhmien kesken.

Tutkielma toteutetaan systemaattisena kirjallisuuskatsauksena, joka syventyy pilvipalveluiden määrittelyihin sekä kartoittaa niin yksityisten henkilöiden kuin yritysten ja koulutuksen pilvipalveluiden käyttöä. Kirjallisuuskatsauksessa perehdytään tieteellisiin julkaisuihin, jotka koskevat pilvipalveluita ja niiden käyttöä, ja poimitaan niistä tämän tutkielman aiheen kannalta olennaisimmat asiat. Lähteinä on käytetty pääasiassa englanninkielisiä tieteellisiä artikkeleita, konferenssijulkaisuja sekä pilvipalveluita tarjoavien yritysten sivuja.

Tutkielman luvussa 2 käydään läpi pilvipalveluiden pääpiirteet sekä palvelu- ja käyttöönottomallit. Luvussa 3 käsitellään pilvipalveluiden turvallisuutta. Luvussa 4 tutustutaan pilvipalveluiden tarjoajiin ja kerrotaan pilvipalveluiden hyödyistä ja haasteista sekä tutkitaan sitä, miten yksityiset henkilöt, yritykset ja koulutusmaailma hyödyntävät pilvipalveluita.

2 Pilvipalveluiden rakenne ja toimintamalli

Tässä luvussa perehdytään pilvipalveluihin käsitteenä ja käydään läpi pilvipalveluiden pääpiirteet. Alaluvuissa käsitellään pilvipalveluiden palvelu- ja käyttöönottomallit. Kuvio 1 havainnollistaa pilvipalveluiden rakennetta.



Kuvio 1. Pilvipalveluiden rakenne NIST:n määrittämiä (Mell, Grance ym. 2011) mukailen. (Cloud Security Alliance 2015, s. 13)

Pilvipalvelut ovat käytännössä internetin yli tarjottavia laitteistoja ja ohjelmistoja, joihin on samanaikainen pääsy eri puolilta maailmaa (Carroll, Van Der Merwe ja Kotze 2011; Viestintävirasto 2014). Pilvipalveluita käyttämällä kuluttajan ei siis välttämättä itse tarvitse hankkia laitteistoja ja ohjelmistoja voidakseen esimerkiksi tallentaa kuvia tai tiedostoja. Pilvipalvelut eivät tarjoa ainoastaan tallennustilaa ja laskentatehoa, vaan myös sovelluslustoja ja valmiita sovelluksia. Pilvipalvelut voidaankin luokitella palvelumallien mukaan eli sen mukaan, tarjotaanko palvelussa käyttäjälle ainoastaan infrastruktuuria eli laskentatehoa, tallennustilaa

ja verkkoyhteyksiä vai myös alustoja tai jopa valmiita ohjelmistoja. Näitä erilaisia palvelumalleja käsitellään luvussa 2.1. Pilvipalvelut voidaan luokitella myös sen mukaan, miten palvelun hankinta eli käyttöönotto on järjestetty. Näitä käyttöönottomalleja käsitellään luvussa 2.2.

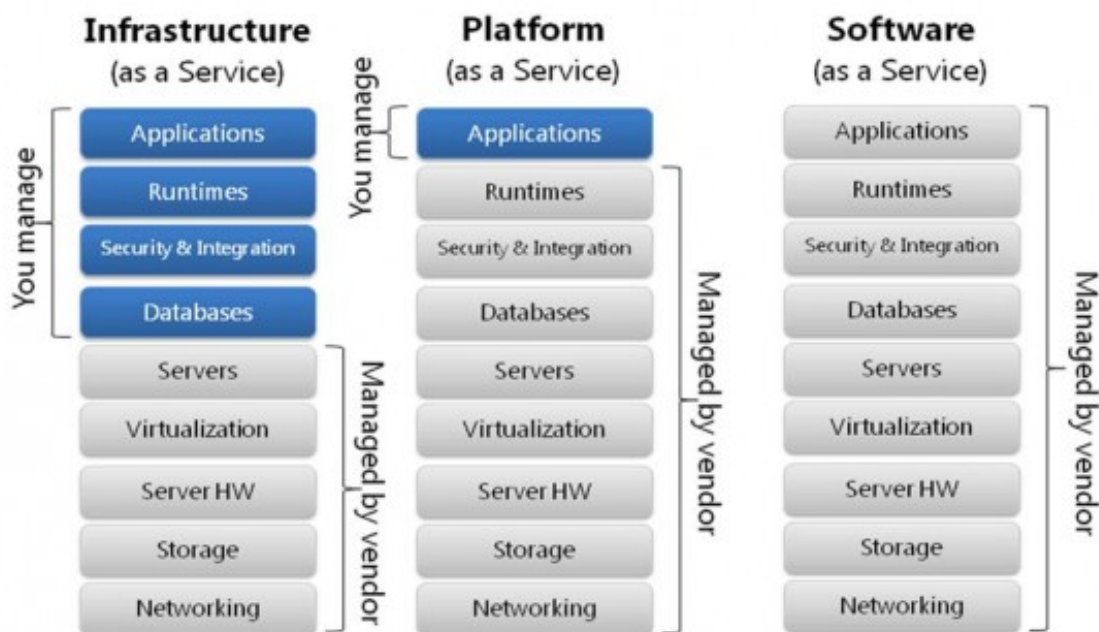
Mell, Grance ym. (2011) listaavat viisi pilvipalveluiden pääpiirrettä:

1. Palvelu on aina tarvittaessa saatavilla ja kuluttaja pystyy käyttämään sitä itsenäisesti (on-demand self-service).
2. Palvelu on laajasti saatavilla internetin kautta eri laitteille (broad network access).
3. Resurssit on sijoitettu eri paikkoihin, ja ne ovat yhteiskäytössä (resource pooling).
4. Tarvittava kapasiteetti on nopeasti ja joustavasti varattavissa tai vapautettavissa (rapid elasticity).
5. Pilvilaskentajärjestelmät automaattisesti kontrolloivat ja mittaavat resurssien käyttöä (measured service).

Pilvipalvelut siis mahdollistavat palvelun, jonka avulla asiakkailta on internetin välityksellä tarvittaessa pääsy jaettuun ja muunneltaviin tietojenkäsittelyn resursseihin, kuten verkkoyhteyksiin, palvelimiin, tiedontallennusvälineisiin ja sovelluksiin (Cloud Security Alliance 2015; Viestintävirasto 2014; Carroll, Van Der Merwe ja Kotze 2011). Pilvipalvelu on teknologia, jolla on mahdollisuus parantaa yhteistyötä ja tietojen saatavuutta eri organisaatioiden ja ihmisten välillä (Cloud Security Alliance 2015). Lisäksi yllä listattujen pilvipalveluiden ominaispiirteiden ansiosta kuluttajan täytyy maksaa palvelusta vain käyttönsä mukaan (Carroll, Van Der Merwe ja Kotze 2011). Tehokkaan laskentatehon vuoksi pilvipalveluilla on mahdollisuus madaltaa tietojentallennuksesta koituvia kustannuksia. Kustannustehokkuuden lisäksi pilvipalvelut tarjoavat muun muassa suurtuotannon, uudelleenkäytettävyyden sekä yleistettävyyden tuomia etuja. (Cloud Security Alliance 2015) Pilvipalveluja voivat siis hyödyntää niin yksityiset henkilöt kuin kaikenkokoiset organisaatiotkin. Kaikilla on mahdollisuus hyödyntää pilvipalveluiden tuomia etuja niin teknisesti kuin taloudellisestikin. (Oza, Karppinen ja Savola 2010)

2.1 Palvelumallit

Pilvipalveluiden kolme tärkeintä palvelumallia ovat infrastruktuuri palveluna (Infrastructure as a Service, IaaS), sovellusalusta palveluna (Platform as a Service, PaaS) ja ohjelmisto palveluna (Software as a Service, SaaS). Infrastruktuuri (IaaS) antaa pohjan palvelualustalle (PaaS), ja nämä puolestaan luovat pohjan ohjelmistoille eli sovelluksille (SaaS) (Cloud Security Alliance 2015). Erilaiset palvelumallit määrittävät sen, mistä alueista käyttäjä joutuu itse vastaamaan ja mistä alueista palveluntarjoaja on vastuussa. Kuvio 2 havainnollistaa palvelumallien suhdetta toisiinsa.



Kuvio 2. Palvelumallien vastuut käyttäjälle ja palveluntarjoajalle. Lähde: <https://www.smartfile.com/blog/the-differences-between-IaaS-saas-and-paas/>

Infrastruktuuri palveluna (IaaS) antaa käyttäjälle eniten toimintavapauksia verrattuna toisiin palvelumalleihin (Viestintävirasto 2014), sillä se tarjoaa käyttäjälle laitteiston resursseja eli muun muassa laskentatehoa, tallennustilaa ja verkkoyhteyksiä (Mell, Grance ym. 2011; Carroll, Van Der Merwe ja Kotze 2011). Käyttäjä ei pysty hallinnoimaan fyysisiä laitteistoja, mutta IaaS antaa käyttäjälle mahdollisuuden kehittää ja ajaa pilvessä kaikenlaisia ohjelmistoja, jopa käyttöjärjestelmiä. Palveluntarjoaja on vastuussa infrastruktuurin toimivuudesta ja turvallisuudesta. (Marinescu 2013; Cloud Security Alliance 2015)

Sovellusluna palveluna (PaaS) antaa mahdollisuuden kehittää käyttäjän itse luomia tai hankkia sovelluksia. PaaS siis tarjoaa käyttäjälle ohjelmointikieliä ja ohjelmistokehitystyökaluja, mutta käyttäjä ei pysty vaikuttamaan esimerkiksi käyttöjärjestelmiin tai palvelun infrastruktuuriin (Viestintävirasto 2014; Marinescu 2013; Mell, Grance ym. 2011). Palveluntarjoaja vastaa muun muassa infrastruktuurista sekä työkalujen toimivuudesta ja niiden turvallisuudesta. (Carroll, Van Der Merwe ja Kotze 2011; Marinescu 2013)

Ohjelmisto palveluna (SaaS) tarjoaa valmiita ohjelmistoja, joista käyttäjä valitsee käyttöönsä sopivimmat (Marinescu 2013). SaaS on käyttäjän näkökulmasta palvelumalleista yksinkertaisin, mutta toisaalta käyttäjällä ei juurikaan ole mahdollisuuksia vaikuttaa palvelun toteutukseen (Carroll, Van Der Merwe ja Kotze 2011; Viestintävirasto 2014). Palveluntarjoaja huolehtii muun muassa infrastruktuurista sekä ohjelmistojen toteutuksesta, päivityksestä ja tietoturvasta. (Mell, Grance ym. 2011; Carroll, Van Der Merwe ja Kotze 2011)

2.2 Käyttöönottomallit

Pilvipalvelut voidaan ottaa käyttöön eri käyttöönottomallien mukaan mallien ominaisuuksien ja käyttötarkoitusten perusteella. Käyttöönotto- eli hankintamalleihin kuuluu yksityinen pilvi, julkinen pilvi, yhteisöllinen pilvi sekä hybridipilvi.

Yksityinen pilvi on suunniteltu yksinomaan vain yhden organisaation käyttöön. Yksityinen pilvipalvelu voi olla kyseisen organisaation tuottama tai se voi olla tilattu ulkopuolelta, jolloin pilvi on tuotettu ainoastaan sen tilanneelle organisaatiolle. (Mell, Grance ym. 2011; Cloud Security Alliance 2015; Viestintävirasto 2014) Yksityistä pilveä voi omistaa ja hallinnoida samanaikaisesti sekä kyseinen organisaatio että jokin kolmas osapuoli, ja se saattaa sijaita organisaation tiloissa tai jossakin muualla. (Carroll, Van Der Merwe ja Kotze 2011; Marinescu 2013; Cloud Security Alliance 2015) Yksityinen pilvi tarjoaa sekä palveluntarjoajalle että käyttäjälle paremman hallinnan pilven rakenteesta parantaen muun muassa sen turvallisuutta ja avoimuutta. Ongelmiksi kuitenkin nousevat suuret kustannukset sekä ammattitaitoisen IT-henkilökunnan tarve. (Carroll, Van Der Merwe ja Kotze 2011).

Julkinen pilvi on avoin kaikille käyttäjille (Cloud Security Alliance 2015). Julkisen pilvipalvelun tuottaja siis tarjoaa pilven resurssit, kuten tallennustilan ja ohjelmistot, ennalta rajaa-

mattomalle käyttäjäjoukolle (Mell, Grance ym. 2011). Käyttäjä pystyy hyödyntämään julkisen pilven palveluja internetin välityksellä verkkoselaimen tai -sovelluksen kautta. (Carroll, Van Der Merwe ja Kotze 2011) Julkinen pilvi sijaitsee sitä tuottavan palveluntarjoajan tiloissa (Viestintävirasto 2014; Mell, Grance ym. 2011). Julkinen pilvi voi olla jonkin yrityksen, koulutusjärjestön, viranomaishallinnon tai näiden yhdistelmän omistuksessa ja hallinnassa (Mell, Grance ym. 2011). Julkisen pilven palvelut ovat tyypillisesti erittäin skaalautuvia sekä edullisia, käytön mukaan maksettavia palveluja. (Carroll, Van Der Merwe ja Kotze 2011) Julkisen pilven ongelmaksi muodostuu kuitenkin se, että pilvessä olevat tiedot ovat monien organisaatioiden ja ihmisten saatavilla (Marinescu 2013).

Yhteisöllinen pilvi on ennalta määrättyjen organisaatioiden hallinnoima ja jakama pilvi. Nämä organisaatiot muodostavat käyttäjäyhteisön, jolla on samat tavoitteet tai vaatimukset pilvipalvelulle. (Mell, Grance ym. 2011; Marinescu 2013; Viestintävirasto 2014; Cloud Security Alliance 2015) Yhteisöpilvipalvelu voi olla tämän käyttäjäyhteisön, jonkin kolmannen osapuolen tai näiden yhdistelmän toteuttama, ja se sijaitsee joko organisaatioiden tiloissa tai jossakin muualla (Carroll, Van Der Merwe ja Kotze 2011; Mell, Grance ym. 2011; Marinescu 2013) . Kaikilla yhteisön jäsenillä on pääsy pilven ohjelmistoihin ja dataan. Yhteisöpilvipalveluiden käyttäjät yrittävät hyödyntää suurtuotannon etuja minimoimalla yksityiseen pilveen liittyviä kustannuksia ja julkiseen pilveen liittyviä riskejä. (Carroll, Van Der Merwe ja Kotze 2011)

Hybridipilvi on yhdistelmä kahdesta tai useammasta käyttöönottomallista (yksityinen, julkinen tai yhteisöllinen), jotka ovat erillisiä kokonaisuuksia, mutta joita yhdistää samat standardit tai samanlainen teknologia. (Mell, Grance ym. 2011; Carroll, Van Der Merwe ja Kotze 2011; Cloud Security Alliance 2015; Marinescu 2013) Yritykset, joilla on sekä arkaluonteista että julkisesti jaettavaa dataa, valitsevat hybridipilven, sillä julkinen data voidaan ulkoistaa julkiseen pilveen ja arkaluonteinen data voidaan pitää turvassa yksityisessä pilvessä (Carroll, Van Der Merwe ja Kotze 2011). Toinen tyypillinen tapaus hybridipilven käytöstä on, jos yksityisen pilven kapasiteetti loppuu väliaikaisesti ja joudutaan ottamaan lisäkapasiteettia julkisen pilven puolelta. (Viestintävirasto 2014)

3 Pilvipalveluiden turvallisuus

Tässä luvussa perehdytään pilvipalveluiden turvallisuuteen. Vaikka luvussa 2 kuvatut pilvipalveluiden ominaisuudet tuottavat paljon etuja ja houkuttelevia ratkaisuja it-ongelmiin, pilvipalvelut eivät ole täysin riskittömiä ja turvallisia (Carroll, Van Der Merwe ja Kotze 2011). Pilvipalveluiden menestys riippuu oikeastaan täysin siitä, kuinka tyytyväisiä palvelun käyttäjät ovat eli kuinka hyvin palveluntarjoajat pystyvät toimittamaan palvelujaan joka hetki kaikkialle sinne, missä käyttäjät ovat (Oza, Karppinen ja Savola 2010). Voidakseen toteuttaa kaikki lupaamansa edut palveluntarjoajien täytyy tuottaa palveluja, jotka ovat tarpeeksi joustavia isollekin käyttäjämäärälle. Valitettavasti tietoturvan yhdistäminen tällaisiin palveluihin tekee niistä helposti joustamattomia. (Cloud Security Alliance 2015)

Pilvipalveluiden tullessa yhä suuremmaksi ja tärkeämmäksi osaksi ihmisten elämää on selvää, että pilvipalveluiden turvallisuuteen on kiinnitettävä yhä enemmän huomiota. Ihmiset ja yhteiskunnat ovat koko ajan yhä riippuvaisempia informaatioteknologiasta, ja siksi sen turvallisuus mietityttää monia. (Marinescu 2013; Oza, Karppinen ja Savola 2010) Vaikka pilvipalveluiden ansiosta käyttäjien ei tarvitse enää huolehtia laitteidensa rikkoutumisesta tai varastamisesta (Oza, Karppinen ja Savola 2010), käyttäjät eivät kuitenkaan voi olla täysin huolettomia. Pilvipalveluiden tuottama suurin huolenaihe on niiden turvallisuus (Oza, Karppinen ja Savola 2010; Carroll, Van Der Merwe ja Kotze 2011; Marinescu 2013). Siitä lähtien, kun tietokoneet yhdistettiin tietoverkkojen avulla toisiinsa, niiden turvallisuus on heikentynyt. Yhdistämisen jälkeen huolenaiheina eivät enää olleet ainoastaan luonnonkatastrofit ja henkilöt, joilla oli pääsy tietokoneisiin ja halu vahingoittaa niitä (malicious insiders), vaan nyt niiden uhkien rinnalle oli noussut useita muitakin riskitekijöitä, jotka vaaransivat tietokoneissa liikkuvan datan (Marinescu 2013). Koska tietokoneet ovat tietoverkkojen kautta yhteydessä toisiinsa, esimerkiksi virusten leviäminen on paljon nopeampaa ja helpompaa kuin ennen, jolloin tietokoneet olivat eristyksissä omissa huoneissaan.

Käyttäjien kokemuksia pilvipalveluista ja niiden turvallisuudesta on tutkittu melko vähän. Oza, Karppinen ja Savola (2010) ovat kuitenkin saaneet selville, että käyttäjien suurimmat huolenaiheet ovat muun muassa pilvipalveluihin kohdistuvat tietoturva-uhat sekä riippuvuus nopeasta nettiyhteydestä, jota palvelu vaatii toimiakseen hyvin. Lisäksi käyttäjiä huolestuttaa

kysymys siitä, kuka pilveen ladatun datan omistaa sekä kuinka tarkasti palveluntarjoajat seuraavat heidän käyttäytymistään pilvipalveluissa. Tutkimukseen osallistuneet käyttäjät olivat sitä mieltä, että luottamus pilvipalveluihin on tärkeää ja noin yksi kolmasosa oli huolissaan tietoturvauhista. Cloud Security Alliance (2013) on tutkinut pilvipalveluiden turvallisuutta. Se on saanut selville, että pilvipalveluja vaarantaa yhdeksän erilaista uhkaa, jotka on listattu alla. Oza, Karppinen ja Savola (2010) puolestaan saivat tutkimuksessaan selville, että näistä yhdeksästä kohdasta kuusi ensimmäistä ovat uhkia, jotka myös käyttäjät ovat huomanneet.

1. Tietomurrot (data breaches). Tietomurrossa joku pääsee murtautumaan mahdollisten suojausten läpi, jolloin data on vaarassa hävitä tai vuotaa esimerkiksi kilpailevalle yritykselle.
2. Käyttäjätilin tai palvelun tietoliikenteen kaappaus (account or service traffic hijacking). Hakkerit saattavat kerätä käyttäjätilistä tai tietoliikenteestä tietoja, joita he pystyvät hyödyntämään esimerkiksi käyttäjän toimien salakuuntelussa. Lisäksi he saattavat tehdä kerättyjen tietojen avulla yrityksen pilvipalvelujen kautta uusia hyökkäyksiä, ja täten he pääsevät hyödyntämään yrityksen vaikutusvaltaa.
3. Turvattomat rajapinnat ja API:t (application programming interface) (insecure interfaces and APIs). Hallitakseen ja käyttäkseen pilvipalveluja kuluttajat käyttävät pilvipalveluntarjoajan tuottamia rajapintoja. Näiden rajapintojen täytyy olla hyvin suojattu, jotta kuluttajalle voidaan taata toimiva ja turvallinen käyttöympäristö.
4. Haitalliset sisäpiiriläiset (malicious insiders) eli henkilöt, jotka kuuluvat johonkin organisaatioon ja haluavat väärinkäyttää mahdollisuuttaan päästä organisaation järjestelmiin, tietoverkkoihin ja dataan. Toiminnoillaan he vaikuttavat negatiivisesti esimerkiksi organisaation palveluiden saatavuuteen ja luotettavuuteen.
5. Pilvipalveluiden väärinkäyttö (abuse of cloud services). Hakkerit saattavat käyttää pilvipalveluiden tarjoamia valtavia resursseja hyödykseen toteuttaakseen muun muassa tässä listassa mainittuja hyökkäyksiä.
6. Jaetun teknologian haavoittuvuudet (shared technology vulnerabilities). Koska pilvipalvelut hyödyntävät jaettua teknologiaa, myös sen haavoittuvuudet on jaettu. Toisin sanoen, jos esimerkiksi IaaS:ssa havaitaan turvallisuusongelmia, ne saattavat haitata kaikkea kyseisen palveluntarjoajan pilvessä liikkuvaa dataa ja siellä toimivia sovelluksia.

7. Puutteellinen perehtyminen pilvipalveluihin (insufficient due diligence). Koska pilvipalvelut lupaavat tehokkuutta ja kustannusvähennyksiä, monet yritykset saattavat ottaa pilvipalveluita käyttöönsä ilman kunnollista perehtymistä pilvipalveluihin ja niiden turvallisuuteen. Tällainen toiminta saattaa yrityksen datan vaaraan.
8. Palvelunestohyökkäys (denial of service), jossa hyökkääjä pakottaa uhrin palvelimen käyttämään kohtuuttomia määriä palvelun resursseja, jolloin palvelun toiminta hidastuu tai lakkaa. Tämä estää palvelunkäyttäjien pääsyn dataan ja sovelluksiin.
9. Datat häviäminen (data loss). Syynä tähän saattaa olla esimerkiksi hakkeri, joka haluaa aiheuttaa kohteellensa vahinkoa, tai palveluntuottajan vahingossa aiheuttama tiedon poistaminen. Muita syitä ovat muun muassa luonnonkatastrofit ja tulipalot.

Kun Oza, Karppinen ja Savola (2010) tutkivat käyttäjien kokemuksia pilvipalveluista, he havaitsivat, että monet käyttäjät luovat käsityksensä pilvipalveluista ja sen turvallisuudesta vain sen perusteella, toimiiko palvelu aina silloin, kun nämä sitä tarvitsevat. Noin puolet tutkimukseen vastanneista oli kuitenkin erittäin huolissaan myös identiteettivarkauksesta ja yksityisyydestä. Kolmasosa vastanneista pohti kysymyksiä tiedon omistamisesta, saatavuudesta ja oikeellisuudesta sekä siitä, kuka on vastuussa näistä kaikista. Vastuu tiedon saatavuudesta ja oikeellisuudesta riippuu siitä, millaisen sopimuksen on tehnyt palveluntarjoajan kanssa. Mitä vähemmän palveluntuottaja ottaa vastuuta tarjoamansa palvelun turvallisuudesta ja hallinnasta, sitä enemmän käyttäjä joutuu itse kiinnittämään niihin huomiota (Cloud Security Alliance 2015).

Kuten luvussa 2.1 mainitaan, erilaiset palvelumallit määrittävät sen, mistä alueista käyttäjä joutuu itse vastaamaan ja mistä alueista palveluntarjoaja on vastuussa. Vastoin yleistä harhaluuloa, palveluntarjoaja ei siis aina vastaa tietoturvasta (Oza, Karppinen ja Savola 2010), vaan joissain tapauksissa vastuu pilvipalvelun tietoturvasta on pääosin käyttäjällä. Vaikka IaaS antaa käyttäjälleen eniten vapauksia verrattuna muihin palvelumalleihin, se tuo myös enemmän vastuuta. IaaS:n käyttäjä on itse vastuussa tuottamiensa käyttöjärjestelmien, sovellusten ja sisällön hallinnasta ja tietoturvasta. IaaS:n käyttäjän on siis käytännössä itse toteutettava tietoturva hallitsemiinsa järjestelmiin. (Cloud Security Alliance 2015; Oza, Karppinen ja Savola 2010; Marinescu 2013) PaaS:n käyttäjän ei tarvitse huolehtia järjestelmän kaikesta tietoturvasta, sillä käyttäjä on vastuussa vain luomiensa sovellusten tietoturvasta.

SaaS:n käyttäjän puolestaan ei tarvitse huolehtia tietoturvasta lähes lainkaan, sillä hän ostaa käyttöönsä valmiit palveluntarjoajan sovellukset. Tällöin palveluntarjoaja huolehtii niin sovellusten kuin niiden vaatimien resurssien turvallisuudesta. (Cloud Security Alliance 2015; Marinescu 2013)

Pilvipalveluiden turvallisuus koostuu siis useista näkökulmista. Jotta pilvipalvelut olisivat täysin turvallisia, on huolehdittava, että tieto on turvallista ja eheää ja että tiedon ylläpito ja hallinta on toteutettu hyvin. Lisäksi on pidettävä huolta oikeanlaisista pääsyvaatimuksista, säädösten noudattamisesta, tietoverkon turvallisuudesta, fyysisestä turvallisuudesta sekä virtualisaatiosta. (Carroll, Van Der Merwe ja Kotze 2011) Yritykset voivat varautua pilvipalveluiden turvallisuushkiin tekemällä palvelutasosopimuksen (Service Level Agreement, SLA) palveluntarjoajan kanssa (Viestintävirasto 2014). Turvallisuushkiin varaudutaan myös kehittämällä työkaluja, joilla voidaan valvoa ja seurata pilvipalveluiden käyttöä. Näin ehkäistään pilvipalveluiden väärinkäyttöä. Datan kryptaus eli salaus sekä tietoturvan testaus parantavat APIen eli ohjelmointirajapintojen turvallisuutta. Myös erillinen tietoturvaso, kestävä autentikointi, komponenttien jaottelu sekä palomuurit pienentävät ja ehkäisevät pilvipalveluihin kohdistuvia turvallisuushkia. (Oza, Karppinen ja Savola 2010)

Esimerkkinä pilvipalveluiden turvallisuuteen liittyvistä uhista on Applen tarjoamaan pilvipalveluun iCloudiin liittyvä tapaus, jossa iCloudin turvallisuutta jouduttiin epäilemään. Elokuussa 2014 useiden julkisuudenhenkilöiden itse ottamia alastonkuvia alkoi vuotaa internetiin sivuille, joille kenellä tahansa oli pääsy. Syynä vuotoon oli iCloud APIssa oleva tietoturva-aukko, joka mahdollisti sen, että hyökkääjä pystyi arvaamaan tilien salasanoja rajattomasti. (Wikipedia) Käytännössä hyökkääjä siis pääsi kirjautumaan sisään julkisuudenhenkilöiden iCloud tileille, joihin kuvat oli tallennettu. Syynä vuodon onnistumiseen on siis ollut myös huonojen salasanojen käyttö eli esimerkiksi vanhojen salasanojen uudelleenkäyttäminen.

4 Pilvipalveluiden käyttö

Tässä luvussa perehdytään pilvipalveluiden käyttöön. Alaluvussa 4.1 esitellään muutamia palveluntarjoajia ja annetaan esimerkkejä palvelumallien mukaisista palveluista. Alaluvussa 4.2 perehdytään pilvipalveluiden hyötyihin ja haasteisiin, eli tutkitaan, millaiset tekijät vaikuttavat kuluttajien ja yritysten valintaan, kun he harkitsevat pilvipalveluiden käyttöönottoa. Lopuksi alaluvussa 4.3 tutkitaan, mitkä ovat yleisimpiä tapoja käyttää pilvipalveluita ja miten käyttötavat jakautuvat eri käyttäjäryhmien kesken.

4.1 Palveluntarjoajia

Tunnetuin ja ehkäpä käytetyin pilvipalvelu on sähköposti. Sitä käyttävät niin yksityiset henkilöt kuin yrityksetkin. Se on SaaS-muotoinen palvelu eli käyttäjän ei itse tarvitse esimerkiksi ohjelmoida mitään vaan hän saa käyttöönsä valmiin sovelluksen. Tunnetuimpia sähköpostin tarjoajia ovat Google ¹ ja Microsoft ², joiden sähköpostipalvelut ovat nimeltään Gmail ja Outlook. Nämä yritykset tarjoavat muitakin SaaS-muotoisia palveluja, joita ovat muun muassa kuvien ja muiden tiedostojen tallentamiseen tarkoitettut Google Drive ja One Drive. Vastaavanlaiset tiedostojen tallennuspalvelut ovat esimerkiksi Dropbox ³ sekä luvussa 3 mainittu Applen tarjoama iCloud ⁴. Google Drivessa, One Drivessa sekä iCloudissa on myös mahdollisuus laitteiden varmuuskopiointiin, jossa esimerkiksi myös laitteessa olevat yhteystiedot tallentuvat pilvipalveluun. Google ja Microsoft tarjoavat myös tekstinmuokausohjelmia sekä taulukointiin ja graafiseen esitykseen tarkoitettuja ohjelmistoja, joita ovat Google Docs, Sheets and Slides ja Microsoftin tarjoama Office Online. Kyseisistä ohjelmista on saatavilla Microsoftin osalta myös ladattavat työpöytäversiot, mutta luonnollisestikaan ne eivät ole pilvipalveluja, vaan paikallisia, laitekohtaisia ohjelmia. Nämä kaikki mainitut SaaS-muotoiset palvelut ovat ilmaisia - ainakin tiettyyn datamäärään asti.

Microsoft tarjoaa myös PaaS-muotoista palvelua Microsoft Azuren kautta. Googlen vastaava

1. <https://www.google.com/intl/en/about/products/>

2. <https://www.microsoft.com/en-us/about/company>

3. <https://www.dropbox.com/>

4. <https://www.apple.com/fi/icloud/>

PaaS-palvelua tarjoava ohjelmisto on Google App Engine. (Hashem ym. 2015) Muita kansainvälisiä palveluntarjoajia ovat IBM⁵ sekä Amazon⁶, jotka myyvät lähinnä IaaS- ja PaaS-palveluja. Suomestakin löytyy jonkun verran pilvipalveluiden tarjoajia, joista esimerkkinä Nebula⁷ ja Datacenter⁸. Nämä suomalaiset yritykset tarjoavat pääasiassa PaaS-muotoisia palveluja, mutta heidän kauttaan voi saada myös muiden palvelumallien mukaisia palveluja. Tällöin palvelu on kuitenkin hankittu kolmannelta osapuolelta. Esimerkki tunnetusta ulkomaalaisesta PaaS-palvelusta on Wordpress⁹, jonka avulla pystyy tekemään muun muassa blogialustoja tai nettisivuja. Wordpress on tehty niin, että sitä voi käyttää, vaikka varsinaista ohjelmointitaitoa ei olisikaan.

4.2 Hyödyt ja haasteet

Mobiililaitteiden ja langattoman nettiyhteyden lisääntyvän suosion sekä koko ajan kasvavan datamäärän myötä myös pilvipalveluiden käyttö on laajentunut viime vuosina paljon (Hashem ym. 2015). Suurimpia syitä pilvipalveluiden suosioon ovat jo luvussa 2 mainitut pilvipalveluille ominaiset pääpiirteet, jotka mahdollistavat muun muassa palvelun skaalautuvuuden, itsepalvelun sekä sen, että käyttäjä maksaa palvelusta vain käytön mukaan (Tilastokeskus 2016; Carroll, Van Der Merwe ja Kotze 2011). Nämä pilvipalveluiden tarjoamat edut houkuttelevat erityisesti yrityksiä siirtymään pilvipalveluiden käyttäjiksi.

Tutkimusten mukaan yrityksiä houkuttelee pilvipalveluiden tuomista eduista etenkin kustannusten väheneminen ja se, ettei yrityksen itse tarvitse kehittää ja ylläpitää sovelluksia ja huoltaa laitteita (Carroll, Van Der Merwe ja Kotze 2011; Hashem ym. 2015). Lisäksi pilvipalveluiden avulla yritykset pystyvät vapauttamaan infrastruktuuria ja resursseja, joita voidaan käyttää pilvipalveluiden myötä muihin hyödyllisempiin tarkoituksiin (Carroll, Van Der Merwe ja Kotze 2011). Kustannustehokkuuden lisäksi pilvipalveluiden suurimmiksi eduiksi koettiin palveluiden skaalautuvuus sekä se, että niiden infrastruktuuriin pääsee nopeasti käsiksi (Right Scale 2017).

5. <https://www.ibm.com/cloud-computing/>

6. <https://aws.amazon.com/what-is-aws/>

7. <http://www.nebula.fi/ict-ratkaisut/nebula/yritys/nebula-yrityksena>

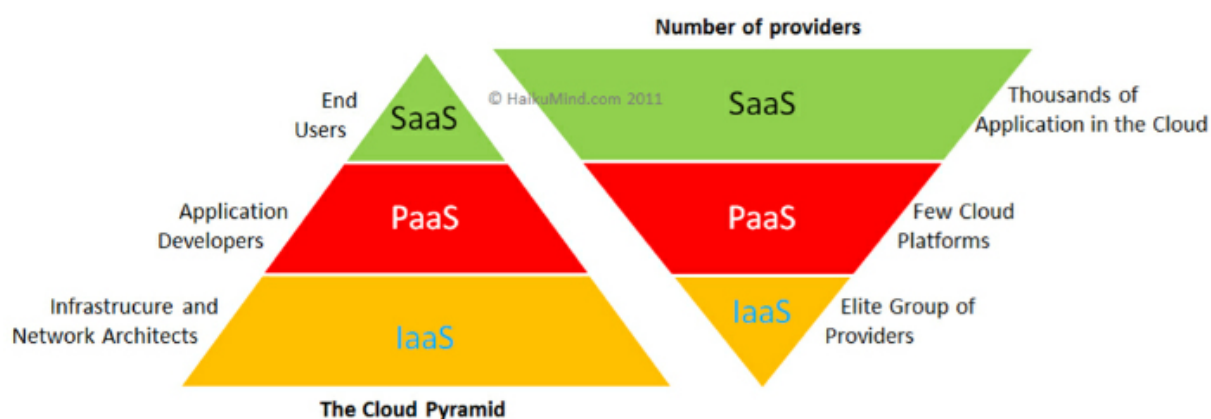
8. <http://www.datacenter.fi/fi/palvelut/pilvipalvelut>

9. <https://wordpress.com/>

Vaikka pilvipalvelut tarjoavat paljon etuja, niistä löytyy myös puolia, jotka arveluttavat ostajia. Esimerkkinä näistä pilvipalveluiden huonoista puolista on luvussa 3 mainitut turvallisuuteen liittyvät haasteet, joita ovat muun muassa tietomurrot ja palvelunestohyökkäykset. (Cloud Security Alliance 2013; Oza, Karppinen ja Savola 2010). Luvussa 3 mainittiin myös muutamia muita asioita, jotka pilvipalveluissa ovat arveluttavia, mutta jotka eivät liity varsinaisesti palvelun turvallisuuteen. Näistä esimerkkinä ovat tiedon saatavuus ja sen oikeellisuus sekä riippuvuus tarpeeksi nopeasta internetyhteydestä (Oza, Karppinen ja Savola 2010; Cloud Security Alliance 2013).

4.3 Käyttötavat

Pilvipalveluiden käyttötavat vaihtelevat sen mukaan, haluaako käyttäjä IaaS-, PaaS- vai SaaS-muotoista palvelua. Yksityiset henkilöt käyttävät eniten SaaS:a, sillä kuten luvussa 2.1 mainitaan, näin he saavat käyttöönsä valmiit sovellukset, eikä heidän tarvitse huolehtia esimerkiksi palvelun tietoturvasta tai sovellusten toteutuksesta. PaaS ja IaaS on käytössä pääasiassa yrityksissä, joissa on oma it-osasto tai ulkoistettu it-osaaminen. Kuten kuvio 3 havainnollistaa, PaaS:a käyttävät lähinnä sovelluskehittäjät, kun taas IaaS on tietoverkkoarkkitehtuurien käytössä. Kuvio 3 käy hyvin myös ilmi, että SaaS:a tarjoavia palveluntarjoajia on eniten. Toiseksi eniten on PaaS:n tarjoajia ja kolmanneksi eniten IaaS:n tarjoajia.



Kuvio 3. Palvelumallien käyttäjäerot ja palveluntarjoajien lukumäärien suhde. (HaikuMind)

Suomalaisen tutkimuksen mukaan IaaS on melko vähän käytetty yritysten keskuudessa, sillä vain 14 prosenttia pilvipalveluja käyttävistä yrityksistä käyttivät pelkkää laskentatehoa

sovellusten ajamiseen (Tilastokeskus 2016). Saman tutkimuksen mukaan sähköposti ja tiedostojen tallennus ovat pilvipalveluja, joita yritykset käyttävät eniten. Suomessa yritykset käyttävät pilvipalveluiden palvelumalleista eniten SaaS:a (Tilastokeskus 2016). Toisaalta yhdysvaltalaisen tutkimuksen mukaan 95 prosenttia yrityksistä käyttävät IaaS:a (Right Scale 2017). Yhdysvalloissa yritykset käyttävät pilvipalveluja eniten tiedonlouhintaan ja muuhun analytiikkaan, sovellusten suoratoistoon, neuvontapalveluihin, teollisuudessa käytettyihin sovelluksiin sekä kehitysympäristöihin (Marinescu 2013). On havaittavissa, että tutkimuksen tulokset riippuvat siitä, missä maassa tutkimus on tehty ja millaisia yrityksiä ja ihmisryhmiä tutkimukseen on otettu mukaan.

Suomalaisissa yrityksissä pilvipalveluja käytetään eniten informaation ja viestinnän toimialan yrityksissä, joiden henkilöstömäärä on yli 100 työntekijää. Pilvipalvelut ovat sitä suosittuimpia, mitä suurempi yritys on kyseessä. Suomalaisten yritysten keskuudessa käyttöönottomalleista julkista ja yksityistä pilveä käytetään eniten informaation ja viestinnän toimialan yrityksissä. Etenkin yksityistä pilveä käytetään suurissa yrityksissä selvästi yleisimmin kuin pienemmissä yrityksissä. (Tilastokeskus 2016) Yhdysvaltalaiset yritykset ovat siirtyneet käyttämään enemmän pilvipalveluja kuin omia resurssejaan. (Right Scale 2017) Yhdysvalloissa suosituin käyttöönottomalli yritysten keskuudessa on tällä hetkellä hybridipilvi (Right Scale 2017). Yksityisen pilven käyttö on jonkin verran vähentynyt yritysten keskuudessa, mutta monet yksityiset käyttäjät hyödyntävät sovelluspuolella edelleen enemmän yksityistä pilveä julkisen pilven sijaan (Right Scale 2017), vaikka julkisen pilven kustannukset olisivat pienemmät (Marinescu 2013).

Pilvipalveluiden käyttöä koulutuksessa on tutkittu melko vähän. Etenkin suomalaisten koulujen pilvipalveluiden käyttöä on tutkittu erittäin vähän. Tätä tutkielmaa varten löytyi ainoastaan ulkomaalaisten toteuttamia tutkimuksia. Suomessa on kuitenkin meneillään koulutus-pilviprojekti EduCloud ¹⁰, jolla pyritään yhdistämään oppimispalveluiden käyttäjät, ostajat, kehittäjät ja palveluntarjoajat. Tällaisilla projekteilla pystytään yhdistämään ja tasavertaistamaan oppilaitoksia ja opiskelumahdollisuuksia.

Oppilaitoksissa on valtava määrä dataa, jota pitäisi pystyä hallitsemaan. Data koostuu muun muassa henkilötiedoista ja opetusmateriaaleista, ja osa tallennettavasta datasta on erittäin

10. <https://educloudalliance.org/>

arkaluontoista. Pilvipalvelut voisivat tarjota koulutukselle ja oppilaitoksille tallennuskapasiteettia, mutta ongelmaksi nousevat pilvipalveluiden turvallisuus sekä se, miten pilvipalvelut sopivat yhteen koulujen omien ohjelmistojen kanssa. (González-Martínez ym. 2015) Ongelmien rinnalla on kuitenkin paljon samoja etuja, joita pilvipalvelut pystyvät tarjoamaan yrityksille. Näitä etuja on kuvattu jo luvuissa 2 ja 4.2.

Kuten muutkin pilvipalveluiden käyttäjät, myös koulutusmaailma hyötyy pilvipalveluista muun muassa rahallisesti luvussa 2 kuvattujen pilvipalveluiden ominaispiirteiden ansiosta. Lisäksi pilvipalveluiden skaalautuvuus luo paljon mahdollisuuksia opiskelijoille ja opettajille (Shakil, Sethi ja Alam 2015; González-Martínez ym. 2015). Tällä hetkellä osa opiskelijoista on eri asemassa verrattuna toisiin, sillä etenkin maailmanlaajuisesti ajateltuna eri oppilaitosten opiskelijoilla on erilaiset mahdollisuudet oppimiseen. Joillakin opiskelijoilla ja oppilaitoksilla on parhaat opetuspalvelut, -laitteet ja -materiaalit käytettävissään, ja samaan aikaan joillakin opiskelijoilla on vaikeuksia päästä ylipäätään opiskelemaan tai hyödyntämään edes yksinkertaisia opetuspalveluja. Luvuissa 2 ja 4.2 mainitut pilvipalveluiden mahdollistamat hyödyt kaventavat tätä kuilua opiskelijoiden ja oppilaitosten välillä, sillä pilvipalveluiden avulla opiskelijat pääsevät käsiksi samoihin opetusmateriaaleihin ympäri maailmaa. (Shakil, Sethi ja Alam 2015)

Pilvipalvelut mahdollistavat sen, että opiskelijoilla on ympäri maailmaa mahdollisuus käyttää samoja sovelluksia, joissa on samanlaiset toiminnallisuudet. (Shakil, Sethi ja Alam 2015; González-Martínez ym. 2015) Pilvipalveluiden avulla opiskelijoilla on myös mahdollisuus parempaan oppimiseen (Shakil, Sethi ja Alam 2015), sillä heillä on suuremmat mahdollisuudet valita ohjelmia ja materiaaleja, jotka tukevat heidän oppimistaan parhaiten, ja he saattavat pystyä jopa luomaan täysin oman oppimisympäristönsä valitsemalla itselle mieluisia oppimistyökaluja ja -sisältöjä (González-Martínez ym. 2015).

Pilvipalveluiden myötä myös globaali koulutusyhteisö pääsee kasvamaan ja olemaan paremmin vuorovaikutuksessa keskenään (Shakil, Sethi ja Alam 2015). Oppilaitokset voisivat tehdä omat pilvet omiin tarpeisiin tai sitten käyttää valmiita pilvipalveluita (González-Martínez ym. 2015; Arpaci, Kilicer ja Bardakci 2015). Jos oppilaitokset tekisivät yhteistyötä palveluntarjoajien kanssa, niiden kustannukset pienenisivät ja palveluntarjoajat saisivat lisää asiakkaita (Arpaci, Kilicer ja Bardakci 2015). Vaikka Arpaci, Kilicer ja Bardakci (2015) saivat

tutkimuksessaan selville, että monet pilvipalveluiden käyttäjät uskovat, että palveluntarjoajat suojaavat asiakkaidensa dataa erittäin hyvin, palveluntarjoajien täytyy edelleen vahvistaa pilvipalveluiden turvallisuutta. Arpaci, Kilicer ja Bardakci (2015) saivat myös selville, että turvallisuus ja datan yksityisyys ovat erittäin ratkaisevia tekijöitä sille, voidaanko pilvipalveluita käyttää koulutusmaailmassa laajemmaltikin. Tämän vuoksi on erittäin tärkeää, että palveluntarjoajat vahvistavat pilvipalveluiden turvallisuutta jatkuvasti taatakseen käyttäjille täysin turvallisen ja luotettavan oppimisympäristön. (Arpaci, Kilicer ja Bardakci 2015)

5 Yhteenveto

Tässä tutkielmassa on perehdytty pilvipalveluihin sekä niiden käyttöön. Pilvipalvelut ovat internetin yli tarjottavia laitteistoja ja ohjelmistoja, joihin on samanaikainen pääsy eri puolilta maailmaa. Pilvipalvelut mahdollistavat siis muun muassa liikkuvuuden sekä kustannustehokkuuden, sillä ihmisellä tai organisaatiolla ei tarvitse pilvipalveluiden ansiosta olla omia suuria datakeskuksia voidakseen esimerkiksi ajaa ohjelmistoja tai tallentaa tiedostoja ja kuvia. Käyttäjä maksaa pilvipalveluiden käytöstä vain oman käyttönsä mukaan.

Nämä pilvipalveluiden tarjoamat edut ovat syy siihen, miksi niitä käytetään niin paljon. Tutkimusten mukaan suurin syy, miksi pilvipalveluita ei käytetä kaikkialla, on niihin kohdistuvat turvallisuuskysymykset, joita käsiteltiin luvussa 3. Yksityiset henkilöt usein mittaavat pilvipalveluiden turvallisuutta sen mukaan, onko palvelu saatavissa aina silloin, kun he sitä tarvitsevat. Tämä on luonnollista, koska heillä ei yleensä ole tietoa esimerkiksi uhista, jotka kohdistuvat pilvipalveluihin. Pilvipalveluiden turvallisuus kuitenkin mietityttää monia käyttäjiä, joilla on edes hieman ymmärrystä tietoturvasta ja sen tärkeydestä. Tutkimuksiin nojaten voidaan sanoa, että varovaisuudesta ei ole haittaa, kun kyse on pilvipalveluiden käytöstä.

Koska pilvipalvelut jaetaan käyttöönottomallien ja palvelumallien mukaan, pilvipalveluita on mahdollista hyödyntää erilaisiin tarkoituksiin erilaisissa organisaatioissa. Käyttöönottomallit eli yksityinen pilvi, julkinen pilvi, yhteisöllinen pilvi sekä hybridipilvi mahdollistavat esimerkiksi sen, että jokin yritys voi pitää kaikki tietonsa turvassa itsellään käyttämällä yksityistä pilveä tai pitää osan datastaan yksityisessä pilvessä ja osan avoimesti julkisessa pilvessä, jolloin julkisen pilven data on kaikkien saatavilla. Palvelumallit puolestaan mahdollistavat sen, että kaikki ihmiset voivat käyttää pilvipalveluita riippumatta heidän tietotekniikan taitotasostaan. Esimerkiksi monet yksityiset käyttäjät ottavat käyttöönsä valmiita sovelluksia eli valitsevat palvelumallikseen SaaS:n, koska se on helpointa eikä käyttäjän tarvitse osata esimerkiksi ohjelmoida.

Tässä tutkielmassa saatiin selville, että SaaS on suosituin palvelumalli yksityisten ihmisten keskuudessa, ja se näyttäisi oleva suosituin myös suomalaisissa yrityksissä. Yhdysvaltalaisissa yrityksissä IaaS on puolestaan käytetyin palvelumalli. Myös käyttöönottomallien suo-

sioissa on eroavaisuuksia, sillä Suomessa suuret yritykset käyttävät yksityistä pilveä paljon enemmän kuin pienet yritykset. Yhdysvalloissa suosituin käyttöönottomalli yritysten keskuudessa on hybridipilvi. Tutkimusten tulokset vaihtelevat siis sen mukaan, missä maassa tutkimus toteutetaan ja millaisia organisaatioita ja ihmisiä siihen otetaan mukaan, joten maailmanlaajuista kokonaiskuvaa pilvipalveluiden käytöstä on hankala saada.

Pilvipalveluiden ominaispiirteiden kautta myös koulutusmaailma hyötyy paljon pilvipalveluiden käytöstä. Pilvipalveluiden avulla opiskelun mahdollisuus ei ole paikasta kiinni. Lisäksi se on kustannustehokasta ja mahdollistaa oppilaitosten ja opiskelijoiden tasavertaistamisen ympäri maailman. Koulutusmaailman pilvipalvelun käyttöä on tutkittu melko vähän etenkin Suomessa, ja siksi olisi mielenkiintoista tietää tarkemmin pilvipalveluiden hyötyjä ja haittoja suomalaisessa opetuksessa. Myös yksityisten ihmisten pilvipalveluiden käyttöä on tutkittu vain vähän. Palveluntarjoajienkin kannalta olisi hyvä tutkia esimerkiksi, miksi yksityiskäyttäjät ovat päätyneet käyttämään pilvipalveluita ja millaisiin käyttötarkoituksiin he hyödyntävät niitä.

Lähteet

- Arpaci, Ibrahim, Kerem Kilicer ja Salih Bardakci. 2015. "Effects of security and privacy concerns on educational use of cloud services". *Computers in Human Behavior* 45:93–98.
- Carroll, Mariana, Alta Van Der Merwe ja Paula Kotze. 2011. "Secure cloud computing: Benefits, risks and controls". Teoksessa *Information Security South Africa (ISSA), 2011*, 1–9. IEEE.
- Cloud Security Alliance. 2013. "The Notorious Nine Cloud Computing Top Threats in 2013".
———. 2015. "Security guidance for critical areas of focus in cloud computing v3.0".
- González-Martínez, José A, Miguel L Bote-Lorenzo, Eduardo Gómez-Sánchez ja Rafael Cano-Parra. 2015. "Cloud computing and education: A state-of-the-art survey". *Computers & Education* 80:132–151.
- HaikuMind. *Cloud Computing: Acronyms (IaaS, PaaS and SaaS)*. <http://www.haikumind.com/cloud-computing-acronyms-iaas-paas-and-saas/>, viitattu 13.11.2017.
- Hashem, Ibrahim Abaker Targio, Ibrar Yaqoob, Nor Badrul Anuar, Salimah Mokhtar, Abdullah Gani ja Samee Ullah Khan. 2015. "The rise of "big data" on cloud computing: Review and open research issues". *Information Systems* 47:98–115.
- Marinescu, Dan C. 2013. *Cloud computing: theory and practice*. Newnes.
- Mell, Peter, Tim Grance ym. 2011. "The NIST definition of cloud computing".
- Oza, Nilay, Kaarina Karppinen ja Reijo Savola. 2010. "User Experience and Security in the Cloud—An Empirical Study in the Finnish Cloud Consortium". Teoksessa *Cloud Computing Technology and Science (CloudCom), 2010 IEEE Second International Conference on*, 621–628. IEEE.
- Right Scale. 2017. "STATE OF THE CLOUD REPORT Public Cloud Adoption Grows as Private Cloud Wanes".

Shakil, Kashish Ara, Shuchi Sethi ja Mansaf Alam. 2015. “An effective framework for managing university data using a cloud based environment”. Teoksessa *Computing for Sustainable Global Development (INDIACom), 2015 2nd International Conference on*, 1262–1266. IEEE.

Tilastokeskus. 2016. “Suomen virallinen tilasto (SVT): Tietotekniikan käyttö yrityksissä [verkojulkaisu]”.

Viestintävirasto. 2014. “Mitä organisaatioiden tulisi huomioida pilvipalveluja hyödyntäessä”.

Wikipedia. *iCloud leaks of celebrity photos*. https://en.wikipedia.org/wiki/ICloud_leaks_of_celebrity_photos, viitattu 13.11.2017.