

Ville Matilainen

# JULKISEN PILVEN PALVELUIHIN SIIRTYMINEN

Tekniikan ja luonnontieteiden tiedekunta  
Kandidaatintyö  
Lokakuu 2019

# TIIVISTELMÄ

Ville Matilainen: Julkisen pilven palveluihin siirtymisen haasteet ja hyödyt  
Kandidaatintyö  
Tampereen yliopisto  
Tietojohdamisen tekniikan kandidaatin tutkinto-ohjelma  
Lokakuu 2019

---

Julkisen pilven palvelut ovat kasvaneet voimakkaasti viimeisen kymmenen vuoden aikana. Monet organisaatiot pyrkivät ulkoistamaan IT:n tuottamisen pilvipalveluntarjoajalle ja tavoittelevat kustannussäästöjä ostamalla vain oikean määrän IT-palveluita sen sijaan, että investoitaisiin itse omistettuun IT-infrastruktuuriin. Tässä kandidaatintyössä tutkitaan kirjallisuustutkimuksen keinoin aiemman tutkimuskirjallisuuden perusteella millaisia edellytyksiä ja haasteita julkisen pilven palveluihin siirtymiseen liittyy. Samoin tarkastellaan, millaisia hyötyjä on tavoiteltu ja mihin on päästy. Tavoitellut kustannussäästöt eivät aina varsinkaan isompien organisaatioiden tapauksessa välttämättä realisoidu, mutta julkisen pilven palveluiden käyttöönotto tuo organisaation IT:hen uutta joustavuutta ja helpottaa uusien teknologioiden testaamista.

# ABSTRACT

Ville Matilainen: Migrating to public cloud services  
Bachelor's thesis  
Tampere University  
Business and Technology Management, BSc  
October 2019

---

Public cloud services have been growing fast for the last 10 years. Many organizations are outsourcing their IT production to cloud service providers and are aiming at cost savings by buying the right amount of IT as service instead of investing in an on-premise IT-infrastructure. This bachelor's thesis is a literature review researching the prerequisites and challenges of migrating to using public cloud based services. The benefits organizations are aiming at and the benefits they manage to achieve are also looked at. A key category of challenges in migrating to using public cloud based services are different types of security related challenges. The cost savings organizations aim at do not always materialize, especially for larger organizations. Nonetheless migrating to public cloud based services can introduce new flexibility to an organization's IT and makes testing new technologies easier.

# SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO .....	1
1.1 Tutkimuksen tausta .....	1
1.2 Tutkimuskysymykset .....	2
1.3 Tutkimuksen rajaus .....	2
1.4 Tutkimuksen rakenne .....	2
2. TUTKIMUSMENETELMÄN JA AINEISTON KUVAUS .....	4
2.1 Hakutulokset .....	4
2.2 Aineiston esittely .....	5
3. PILVIPALVELUT .....	6
3.1 Julkinen pilvi .....	6
3.2 Yksityinen pilvi .....	7
3.3 Hybridipilvi .....	8
3.4 Yhteisöpilvi .....	9
3.5 Palvelumallit .....	10
4. JULKISEN PILVEN PALVELUIHIN SIIRTYMISEN EDELLYTYKSIÄ JA HAASTEITA .....	12
4.1 Edellytyksiä julkisen pilven palveluihin siirtymiselle .....	12
4.2 Julkisen pilven palveluihin siirtymisen haasteita .....	13
5. JULKISEN PILVEN PALVELUIHIN SIIRTYMISEN HYÖDYT .....	18
5.1 Julkisen pilven palvelujen käyttöönotolla tavoitellut hyödyt .....	18
5.2 Julkisen pilven palveluiden käyttöönotolla saavutettuja tuloksia .....	19
6. PÄÄTELMÄT .....	21
LÄHTEET .....	23

# 1. JOHDANTO

## 1.1 Tutkimuksen tausta

Pilvipalvelut ovat nykyisin ihmisille täysin arkipäivää. Tiedostoja on mukava tallentaa Dropboxiin turvaan ja helposti saataville, musiikki mitä haluaa kuunnella on useimmiten saatavilla Spotifysta, ja televisiokanavien jatkuvien uusintojen sijaan voi itse päättää Netflixissä mitä uusintoja haluaa katsoa. Myös yritysten tietojärjestelmähankinnoissa on käynnissä siirtymä itse tuotetuista järjestelmistä pilvestä ostettaviin. Tällä tavoitellaan organisaatiosta riippuen niin helppoutta, taloudellisia hyötyjä kuin tietoturvasuuttakin.

Infrastructure as a Service, Platform as a Service ja Software as a Service-malleissa tietojärjestelmän tuottamisen vastuu siirtyy yritykseltä ulkopuoliselle palveluntarjoajille. Erilaisia yrityksen aiemmin itse tuottamien IT-palveluiden osia voidaan hankkia palveluna. Organisaatioiden on mahdollista valita pilvipalveluiden eri palvelumallien pohjalta minkä osan tietojärjestelmiensä hallinnasta he haluavat pitää omissa käsissään ja minkä osan ostaa palveluna ulkopuoliselta palveluntarjoajalta. Tämä mahdollistaa keskittymisen ydinliiketoimintaan tietojärjestelmien sijaan.

Julkisissa pilvipalveluissa palvelua ostetaan palveluntarjoajan ylläpitämästä jaetusta kapasiteetista. Samalla infrastruktuurilla palvellaan tyypillisesti useita asiakkaita samanaikaisesti. Siirtyminen julkisiin pilvipalveluihin voi mahdollistaa organisaatioille merkittäviä säästöjä tietojärjestelmien hankinta- ja ylläpitokustannuksissa, mutta aiheuttaa omia haasteitaan esimerkiksi tiedon turvallisuuden, yksityisyyden ja luottamuksellisuuden varmistamisessa.

Tivin uutisen helmikuulta 2019 (Pervilä 2019) mukaan NetEnrichin toteuttamassa tutkimuksessa 85% vastanneista yrityksistä toteuttaa IT-infrastruktuurinsa pääosin pilvipalveluiden avulla. Toisaalta samassa kyselyssä sekä pilvipalveluiden tietoturvassa että niiden hinnassa oli havaittu myös ongelmia. Pelkästään pilvipalveluihin siirtyminen ei siis vaikuttaisi olevan riittävä onnistumisen tae. Tässä tutkimuksessa perehdytään aiemman tutkimuskirjallisuuden perusteella siihen, minkälaisia hyötyjä pilvipalveluihin siirtymisellä voidaan saavuttaa, ja toisaalta minkälaisia haasteita siirtymiseen liittyy.

## 1.2 Tutkimuskysymykset

Tutkimuksen tutkimuskysymys muodostuu yhdestä päätutkimuskysymyksestä ja kolmesta alatutkimuskysymyksestä, joiden avulla päätutkimuskysymykseen vastataan.

Tutkimuksen päätutkimuskysymys on:

- Minkälaisia hyötyjä organisaatioiden toiminnassa saavutetaan julkisen pilven palveluiden käyttöön siirtymisellä?

Tutkimuksen alatutkimuskysymykset ovat:

- Mitä edellytyksiä julkisen pilven palveluiden käyttöön siirtymiselle on?
- Mitä haasteita julkisen pilven palveluiden käyttöön siirtymiseen liittyy?
- Mitä hyötyjä julkisen pilven palveluilla on omaan datakeskukseen verrattuna?

## 1.3 Tutkimuksen rajaus

Tutkimuksessa on rajattu pilvipalveluiden palvelumalleista pois muut paitsi Infrastructure as a Service, Platform as a Service, sekä Software as a Service. Vastaavia "as a service"-palvelumalleja löytyy lukuisia muitakin, mutta tässä tutkimuksessa on keskitytty mainittuihin kolmeen palvelumalliin. Kyseisten kolmen palvelumallin puitteissa päästään vertailemaan julkista pilveä yrityksen omaan datakeskukseen tai yksityiseen pilveen tämän tutkimuksen tarpeisiin riittävässä laajuudessa.

Luvussa 3 esitellään lyhyesti myös yhteisöpilvi, mutta yhteisöpilviä ei muualla tutkimuksessa käsitellä. Tutkimuksessa keskitytään vertailemaan julkista pilveä yrityksen omaan datakeskukseen ja yrityksen omassa käytössä olevaan yksityiseen pilveen.

## 1.4 Tutkimuksen rakenne

Luvussa 2 esitellään tutkimusmenetelmää, käytettyjä tiedonhakumenetelmiä, sekä löydettyä aineistoa.

Tutkimuksessa käsitellään luvussa 3 pilvipalveluita yleisemmällä tasolla. Ensin käydään läpi miten julkiset, yksityiset, hybridi- ja yhteisöpilvet poikkeavat toisistaan. Tämän jälkeen käydään läpi pilvipalveluiden eri palvelumallit: Infrastructure as a Service, Platform as a Service sekä Software as a Service.

Seuraavaksi luvussa 4 tutkimuksessa käsitellään sitä, millaisia edellytyksiä julkisen pilven palveluiden käyttöön siirtyminen organisaatioille asettaa sekä millaisiin haasteisiin organisaatiot ovat joutuneet vastaamaan julkisen pilven palveluita käyttöön ottaessa.

Luvussa 5 käsitellään julkisen pilven palveluihin siirtymisellä tavoiteltuja hyötyjä sekä sitä, onko tavoiteltuihin hyötyihin myös päästy.

Luku 6 sisältää päätelmät tutkimustuloksista sekä tulosten yhteenvedon.

## 2. TUTKIMUSMENETELMÄN JA AINEISTON KUVAUS

Tutkimus on toteutettu kirjallisuusanalyysina aiemman tutkimuskirjallisuuden pohjalta. Lähdeaineistona on käytetty tieteellisissä aikakauslehdissä julkaistuja artikkeleita sekä konferenssijulkaisuja.

Aineistoa haettiin Andor, Google Scholar- ja Scopus-hakuportaalien avulla. Oleellinen aineisto pyrittiin tunnistamaan otsikoiden ja tiivistelmien perusteella. Lähteitä on löydetty myös jo aiemmin löydettyjen lähdeartikkelien lähdeluetteloista. Löydetyn aineiston laatua arvioitiin pääosin siihen tehtyjen viittausten määrän perusteella.

### 2.1 Hakutulokset

Valtaosa aineistosta on löydetty Scopus-tietokannasta. Andor-tietokannasta on myös löydetty osa. Google Scholar-hakukonetta on hyödynnetty lähinnä sellaisten yksittäisten mielenkiintoisten artikkelien etsimiseen, jotka on löydetty jo aiemmin löydettyjen lähdeartikkelien lähdeluetteloista. Google Scholarin hakutuloksissa ongelmaksi muodostui todella suuri määrä, josta kiinnostavien artikkelien seulominen osoittautui hyvin haastavaksi. Siksi lähteiden haku keskittyi jo aikaisessa vaiheessa Scopukseen ja Andoriin. Taulukossa 1 esitellään hakutuloksia käytetyillä hakulausekkeilla Scopus- ja Andor-tietokannoissa.

Taulukko 1. *Hakutuloksien määrä aineistohauissa Scopus- ja Andor-hakukoneissa.*

<b>Hakulauseke</b>	<b>Scopus</b>	<b>Andor</b>
<i>"public cloud"</i>	3097	118831
<i>"public cloud" AND benef*</i>	428	44662
<i>"public cloud" AND result*</i>	1051	50679
<i>"public cloud" AND (challeng* OR problem*)</i>	1152	47549
<i>"public cloud" AND requir*</i>	871	53871
<i>"public cloud" AND (capab* OR competen*)</i>	281	50579
<i>"public cloud" AND ("organizational capab*" OR "organizational competen*")</i>	2	0
<i>"public cloud" AND secur*</i>	1364	75128

Hakutulosten määrä oli edelleen hyvin suuri useimmilla käytetyistä hakulausekkeista. Hakutuloksia rajattiin Scopus-tietokannassa ajallisesti. Hakuja kohdistettiin vaihtelevasti viime vuosiin, että löydettiin myös ajallisesti tuoreempia lähteitä. Suurta hakutulosten



määrää pyrittiin hallitsemaan myös järjestämällä hakutuloksia Scopus-hakukoneessa niihin tehtyjen viittausten määrän mukaan. Näin pyrittiin tunnistamaan sellaiset artikkelit, joita on jo aiemmin käytetty yleisesti lähteinä. Aiempien viittausten määrän avulla pystyttiin myös tunnistamaan vanhemmista vuosien 2009-2012 artikkeleista hyviä ehdokkaita taustoittaviksi perusartikkeleiksi.

Hakutuloksia liittyen julkiseen pilveen löytyi paljon. Hyvin suuri osa hakutuloksista käsiteli kuitenkin julkisen pilven palveluiden soveltamista jollain kapeammalla sovellusalueella, esimerkiksi lääketieteen sovelluksissa. Tällaiset artikkelit jätettiin tässä tutkimuksessa tarkastelematta. Samoin monissa artikkeleissa lähestymistapa meni syvemmälle teknologiaan, kuin tämän tutkimuksen teossa oli tarkoituksenmukaista. Julkisen pilven palveluiden tietoturvaasteita käsittelevissä artikkeleissa esiteltiin usein teknologinen ratkaisu jonkin tietyn tietoturvariskin lievittämiseen, myös tällaiset artikkelit jätettiin tässä tutkimuksessa tarkastelematta.

Tietoturvaasteita käsitteleviä lähteitä löytyi todella paljon. Artikkeleita lukiessa tietoturvaasteet oli usein esitetty julkisen pilven palveluiden tärkeimpänä haasteena ja niitä käsittelevien tutkimusten ja sitä myöden hakutulosten suuri määrä kertoo osaltaan haasteen tärkeydestä. Vaikeinta oli löytää lähteitä, joissa käsitellään julkisen pilven palveluiden käytön toteutuneita hyötyjä.

## **2.2 Aineiston esittely**

Lähdeartikkelit rajautuvat ajallisesti vuosiin 2009-2018. Vuosilta 2009-2012 löytyi pilvipalveluiden perusteita käsitteleviä lähteitä, joissa määriteltiin lukuisia pilvipalveluihin liittyviä peruskäsitteitä. Samoihin käsitteenmäärittelyihin viitattiin useimmissa myöhemmissä artikkeleissa. Näitä pidettiin tässä työssä enimmäkseen taustoittavina lähteinä, joita käytettiin luvussa 3 pilvipalveluiden määrittelyyn.

Luvut 4 ja 5 pohjautuvat enemmän ajallisesti tuoreempiin lähteisiin. Koska pilvipalvelut ovat kasvaneet viimeisen 10 vuoden aikana nopeasti, myös työssä käytetyt lähteet pyrittiin julkisen pilven haasteiden ja hyötyjen tarkastelun osalta pitämään ajallisesti-mahdollisimman tuoreina ajankohtaisuuden varmistamiseksi.

## 3. PILVIPALVELUT

Internet ja sen avulla toteutetut palvelut ovat olleet viimeisen kahden vuosikymmenen tärkein ilmiö tietotekniikan alalla. Verkottuneessa maailmassa datan ja sovellusten odotetaan olevan saatavilla koska tahansa (Agarwal & Gur Mauj, 2017). Pilvipalvelut ovat yksi oleellinen teknologia, joka on noussut käyttöön tämän tarpeen tyydyttämiseksi. Pilvipalveluilla tarkoitetaan tietojärjestelmien käytön mallia, jossa tietojärjestelmäresursseja voidaan ottaa nopeasti ja vaivattomasti käyttöön tarpeen ja kysynnän mukaan suuremmasta yhdistetystä verkossa saatavilla olevasta kapasiteetista (Mell & Grance, 2011).

Mell ja Grance (2011) listaavat viisi oleellista piirrettä, jotka määrittelevät pilvipalveluita:

1. Resurssien käyttöönotto itsepalveluna, kun niitä tarvitaan.
2. Pääsy palveluihin verkon yli monenlaisilla päätelaitteilla.
3. Resurssien koonti yhdistetyksi pooliksi, josta niitä voidaan ottaa käyttöön tarpeen mukaan.
4. Resurssien nopea mukautuminen käytön tarpeisiin.
5. Kulutettujen resurssien määrän jatkuva mittaus.

Pilvipalveluiden tuottamiselle on käytössä neljä pääasiallista tuotantotapaa sekä kolme yleisesti käytössä olevaa palvelumallia. Tuotantotavat ovat julkinen pilvi, yksityinen pilvi, yhteisöpilvi sekä hybridipilvi. Palvelumallit ovat Infrastructure as a Service, Platform as a Service sekä Software as a Service. (Dillon & Chang 2010)

### 3.1 Julkinen pilvi

Julkisella pilvellä tarkoitetaan pilvipalveluita, joissa palveluntarjoaja myy palvelua samalla alustalla laajemmalle joukolle yrityksiä tai yksityishenkilöitä. Tunnettuja esimerkkejä ovat Amazon Web Services ja Microsoft Azure (Conway & Curry, 2012). Julkisessa pilvessä resurssien käyttäjää laskutetaan käytettyjen resurssien määrän mukaisesti. Julkiset pilvet ovat tarjolla käyttäjille yleensä internet-yhteyden välityksellä (Goyal 2014). Pääsyä resursseihin varten ei tällöin tarvitse ylläpitää omaa sisäverkkoa.

Julkisessa pilvessä palvelu tuotetaan infrastruktuurilla, joka on palvelun tuottajan hallinnassa ja sijaitsee palveluntuottajan tiloissa. Palvelun tuottaja voi olla yritys, akateeminen organisaatio tai julkinen organisaatio, tai jokin näiden yhdistelmä. Julkisen pilven palveluja tarjotaan julkisesti asiakkaiden käyttöön eikä jollekin rajatulle asiakasryhmälle. (Mell & Grance, 2011)

Julkisen pilven vahvuuksia ovat datan, palveluiden sekä palveluntarjoajan teknisen asiantuntemuksen jatkuva saatavuus. Palveluiden skaalautuvuus aina kyseisen hetken kysynnän mukaan sekä helppo uusien palveluiden käyttöönotto ovat myös julkisen pilven käytön hyviä puolia. Julkisen pilven palveluiden käytöllä pystytään myös vähentämään tietojärjestelmäresurssien hukkakäyttöä. (Goyal 2014)

Julkisen pilven suurimmat ongelmat muihin mahdollisiin tietojärjestelmämalleihin verrattuna ovat tietoturva ja käyttäjien yksityisyyden suoja (Goyal 2014). Kun organisaation data siirtyy organisaation omien palvelinten ulkopuolelle, organisaatiot menettävät todennäköisesti osin sen omistajuuden, mutta erityisesti ainakin sen hallinnan (Conway & Curry 2012).

Julkisen pilven palveluita käyttämällä tietojärjestelmät päästään ostamaan ulkopuoliselta palveluntarjoajalta palveluna siten, että tietojärjestelmiä otetaan käyttöön haluttu määrä haluttuna ajankohtana. Tämä vähentää organisaatiossa tarvittavan sisäisen IT-tietotaidon määrää. Toisaalta järjestelmien ja datan hallinnan siirtymisestä organisaation ulkopuolelle koituu myös tietoturvaan ja mahdollisesti esimerkiksi lainsäädäntöön liittyviä riskejä. Samoin kontrollin siirtyessä organisaation ulkopuolelle riippuvaisuus valitusta palveluntarjoajasta kasvaa.

### **3.2 Yksityinen pilvi**

Yksityisellä pilvellä tarkoitetaan pilvipalvelua, joka on yksittäisen organisaation sisäisessä käytössä. Pilvipalvelusta voidaan ottaa käyttöön erilaisia tietojärjestelmäresursseja, kuten palvelimia, laskentatehoa tai tallennustilaa. Palvelu voidaan tuottaa käyttäjän omistamalla tai muualta vuokratulla fyysisellä palvelinkapasiteetilla (Mell & Grance, 2011). Esimerkiksi useilla suurilla teknologiayrityksillä kuten Intel, Hewlett-Packard sekä Microsoft on käytössä omat sisäiset yksityiset pilvipalvelunsa (Conway & Curry 2012).

Yksityisen pilven käyttöönottoon vaikuttaa useita eri motivaattoreita. Yksi tekijä on sisäisten tietojärjestelmäresurssien käytön optimointi. Tarjoamalla resursseja käytettäväksi organisaation sisäisessä pilvessä pystytään vähentämään resurssien vajaakäyttöä. Toinen sisäisen pilvipalvelun käyttöön ohjaava tekijä on turvallisuus. Tämä pitää sisällään sekä datan yksityisyyden että luottamuksen palveluntarjoajaan. Pitämällä datan oman organisaation sisäisissä järjestelmissä se on paremmin organisaation omassa hallinnassa. Kolmantena datan siirto omista sisäisistä järjestelmistä julkiseen pilveen on myös kallista. Julkisen pilven lupaamat taloudelliset hyödyt eivät pääse toteutumaan kunnolla

jos rahaa vastaavasti menetetään datan siirrossa julkisen pilven järjestelmiin. Neljäs vaikuttava tekijä on se, että yritykset haluavat pitää kriittisimmät tietojärjestelmänsä omassa hallinnassaan omien palomuurien sisällä. (Dillon & Chang 2010)

Yksityisen pilven suurimmat ongelmat julkiseen pilveen verrattuna on kustannukset ja kapasiteetin vähäisempi joustavuus. Kun kapasiteettia halutaan kasvattaa, yksityiseen pilveen joudutaan ostamaan uutta palvelinlaitteistoa ja ohjelmistoa ja huolehtimaan riittävästä henkilöstöstä laitteiston ylläpitoa varten. Uutta kapasiteettia joudutaan myös mahdollisesti hankkimaan laitehankintojen kautta eikä ainoastaan dynaamisesti pilvipalvelusta kapasiteettia tarpeen mukaan käyttöön ottaen. (Goyal 2014)

Vaikka Goyalin (2014) mukaan kustannukset ovat yksityisen pilven käytön suhteen ongelma, toisaalta Conway ja Curry (2012) huomauttavat, että organisaation ollessa riittävän suuri, suurten datakeskusten mahdollistamat suuruuden ekonomiat pystytään hyödyntämään myös sisäisesti tuotettujen tietojärjestelmien kanssa. Näin ollen yksityisen pilven suuremmat kustannukset eivät ole ongelma silloin, kun toiminnan mittakaava on riittävä. Koska tällöin vältytään maksamasta ulkopuolisen palveluntarjoajan kustannuksia ja voittoja, yksityinen pilvi voi tulla kustannuksiltaan julkista pilveä edullisemmäksi ratkaisuksi suurille yrityksille.

Yksityisen pilven käytöllä yrityksissä pystytään saavuttamaan samankaltaisia tietojärjestelmien joustavaan käyttöönottoon liittyviä hyötyjä, kuin julkisen pilven palveluiden käytölläkin. Hyötyjen toteutuminen vaatii kuitenkin sen, että toiminnan mittakaava on riittävän suuri. Verrattuna perinteisempään oman datakeskuksen toteutukseen organisaatiossa vaadittavan IT-tietotaidon määrä on jopa suurempi, sillä muun tietojärjestelmäosaamisen lisäksi tarvitaan sisäisen pilviympäristön toteuttamiseen ja ylläpitoon vaadittavaa osaamista.

### **3.3 Hybridipilvi**

Hybridipilvi tarkoittaa tilannetta, jossa organisaation käyttämät pilvipalveluna toteutetut tietojärjestelmät on toteutettu osin heidän yksityisessä pilvessään ja osin julkisessa pilvessä. Yksityisen ja julkisen puolen välillä on joko datan tai sovellusten siirron mahdollistavia rajapintoja. (Conway & Curry, 2012)

Hybridipilvellä pyritään hyödyntämään sekä julkisen että yksityisen pilven ominaisuuksia. Organisaation kriittisin data voidaan haluta säilyttää yksityisessä pilvessä turvallisuuden tai lainsäädännön vaatimusten takia. Toisaalta julkinen pilvi mahdollistaa helpomman resurssien skaalauksen kysynnän mukaan. Hybridipilvessä voidaan hyödyntää molempia ominaisuuksia. (Goyal 2014)

Yksi hybridipilven mahdollistama ominaisuus on niin sanottu cloud bursting, jossa yksityisessä pilvessä suoritettava sovellus voi hetkittäisten kysyntähuippujen aikaan ottaa dynaamisesti käyttöön lisää suorituskapasiteettia julkisen pilven puolelta (Mell & Grance, 2011). Tällöin optimoidaan sekä oman yksityisen pilven resurssien käyttöä kysyntähuippujen ulkopuolella, että varmistetaan sovellukselle riittävät suoritusresurssit kysyntähuippujen aikaan.

Hybridipilven suurimmat haasteet liittyvät tietoturvaan ja tietosuojaan. Julkisen ja yksityisen pilven välille luotavat rajapinnat luovat uusia mahdollisia kohteita tietomurroille. Pääsynhallinnassa voidaan joutua käytön helppouden vuoksi laajentamaan jo käytössä olevien pääsynhallinnan keinojen käyttöä myös julkisen pilven puolelle, mikä tuo turvallisuushaasteita. Hybridipilviympäristössä on myös riski siihen, että pääasiallisesti organisaation itse hallinnoimassa ympäristössä tallennettua dataa tulee tallennetuksi myös julkisen pilven puolelle. Tämä voi aiheuttaa ongelmia joko datan integriteetin tai sen yksityisyyden suhteen. (Goyal 2014)

Hybridipilvellä pyritään saavuttamaan sekä yksityiseen pilveen että julkiseen pilveen liittyviä hyötyjä samalla kertaa. Kuitenkin yksityisen ja julkisen pilven järjestelmien yhteistyön mahdollistaminen vaatii ylimääräistä vaivaa. Datan yksityisyyteen liittyvät ongelmat ovat hyvin samankaltaisia kuin julkisen pilven tapauksessa.

### **3.4 Yhteisöpilvi**

Yhteisöpilvellä tarkoitetaan useamman organisaation käyttöön toteutettua pilvipalvelua. Käyttäjillä on tyypillisesti yhteisiä vaatimuksia esimerkiksi tietoturvan ja säännösten noudattamisen osalta (Conway & Curry, 2012). Yhteisöpilvi voi olla jonkin käyttäjäorganisaatioista toteuttama tai sitten ulkopuoliselta palveluntarjoajalta hankittu (Mell & Grance, 2011).

Yhteisöpilven voidaan katsoa olevan käyttäjäkunnaltaan yksityisen ja julkisen pilven välimuoto. Yhteisöpilveä käyttää useampi kuin yksi organisaatio, mutta se on kuitenkin tarkoitettu rajatun käyttäjäjoukon käyttöön eikä sen kapasiteettia ole tarkoitus myydä julkisesti asiakkaille. (Goyal 2014)

Yhteisöpilvi on myös kustannuksiltaan julkisen pilven ja yksityisen pilven välimuoto. Yhteisöpilvi tulee käyttäjäorganisaatioille omia erillisiä yksityisiä pilviä halvemmaksi, koska kiinteitä kustannuksia tulee jakamaan useampi käyttäjäorganisaatio. Toisaalta yhteisöpilvi on julkista pilveä kalliimpi, eikä kapasiteettia pysty julkisen pilven tapaan ostamaan käyttöön hetkellisen tarpeen mukaan. (Goyal 2014)

Yhteisöpilvessä samoin kuin hybridipilvessä pyritään saavuttamaan sekä julkisen että yksityisen pilven hyötyjä. Laajemman käyttäjäpohjan vuoksi yhteisöpilvi voi olla vaihtoehto suuremmalle joukolla organisaatioita kuin oman yksityisen pilven toteuttaminen. Toisaalta yhteisöpilven tapauksessa joudutaan näkemään ylimääräistä vaivaa yhteisönä suoritettavaa pilvipalvelun hallinnointia varten.

### 3.5 Palvelumallit

Pilvipalvelujen tuottamisessa on käytössä eri palvelumalleja. Pilvipalveluille on ominaista se, että tietojärjestelmiä ostetaan käyttöön nimenomaan käytön mukaan laskutettavana palveluna. Palvelumallit eroavat toisistaan siinä, mitä resurssia palveluna myydään. Mell ja Grance (2011) määrittelevät kolme eri palvelumallia: Infrastructure as a Service (IaaS), Platform as a Service (PaaS) sekä Software as a Service (SaaS).

Infrastructure as a Service kuvaa palvelumallia, jossa käyttäjä voi ottaa palvelinresursseja käyttöön pilvipalveluntarjoajan kapasiteetista tarpeen mukaan ja suorittaa sen jälkeen kyseisillä palvelinresursseilla haluamiaan ohjelmia. Käyttäjä ei suoraan hallinnoi palvelinlaitteistoa, jolla palvelu on toteutettu, mutta käyttöjärjestelmät, sovellukset, levytila ja esimerkiksi palomuurit ovat käyttäjän hallinnassa. (Mell & Grance, 2011)

IaaS mahdollistaa suurenkin palvelinkoneiden määrän käyttöönoton varsin helposti. Yksi tunnettu esimerkki IaaS-pilvipalvelusta on Amazonin EC2. Palvelun käyttäjä pääsee valitsemaan käytettävän käyttöjärjestelmän, tietokannan ja muita käyttöön otettavan palvelinkapasiteetin ominaisuuksia, ja palvelinten käyttöönotto onnistuu selainpohjaisen käyttöliittymän kautta minuuteissa. IaaS mahdollistaakin pilvestä omaan käyttöön otettavan palvelinkapasiteetin Platform as a Serviceä huomattavasti tarkemman hallinnan. Toisaalta IaaS vaatii käyttäjältä selvästi enemmän toimenpiteitä käyttöä varten. (Goyal 2014)

Platform as a Service tarkoittaa palvelumallia, jossa käyttäjä voi ottaa palvelussa käyttöön sellaisia sovelluksia, jotka on toteutettu palveluntarjoajan tukemilla ohjelmointikielillä ja muilla työkaluilla. Käyttäjä ei hallinnoi infrastruktuuria jolla sovellukset suoritetaan, mutta käyttäjä hallinnoi sitä mitä sovelluksia käyttöön otetaan ja mahdollisesti tähän liittyviä pilviympäristön asetuksia. (Mell & Grance, 2011)

Platform as a Service-mallissa palveluntarjoaja toimittaa valmiin ympäristön, jossa sovelluksia on tarkoitus suorittaa. Google Apps Engine on tunnettu esimerkki PaaS-pilvipalvelusta. Verrattuna Infrastructure as a Service-palveluihin Platform as a Service-palvelut vaativat käyttäjältä vähemmän sovellusten suorittamiseen käytettävän ympäristön konfigurointia. Toisaalta verrattuna Software as a Service-palveluihin sovellukset eivät

Platform as a Service-palvelussa ole valmiina vaan niiden lopullinen toteuttaminen jää palvelun käyttäjän vastuulle. (Goyal 2014)

Software as a Service tarkoittaa sellaista pilvipalvelun mallia, jossa palvelun tuottaja tarjoaa käyttäjälle mahdollisuuden käyttää palvelun tuottajan sovelluksia eri päätelaitteilla esimerkiksi selainkäyttöliittymän välityksellä. Käyttäjä ei hallinnoi pilviympäristön asetuksia lukuun ottamatta joitain yksittäisen käyttäjän sovellusasetuksia. (Mell & Grance, 2011)

SaaS-pilvipalvelut pienentävät sovellusten käyttäjältä vaaditun sovellusten ylläpidon ja niiden käytön tuen määrää. Kun sovelluksia ei tarvitse asentaa ja päivittää työasemille vaan niitä käytetään selainkäyttöliittymän välityksellä, sovellusten uudet versiot saadaan käyttöön nopeammin ja helpommin. Samoin sovelluksen tuominen asiakasyrityksessä uusien käyttäjien käyttöön on aiempaa nopeampaa, kun erillisiä asennuksia ei tarvita. (Goyal 2014)

IaaS-, PaaS- ja SaaS-palvelumallit ovat kaikki palveluna tuotettavien tietojärjestelmien toteutusmalleja. Ne poikkeavat toisistaan siinä, mikä osa palvelusta on pilvipalvelun tarjoajan tuottamaa ja mikä on pilvipalvelun käyttäjän vastuulla. Sopivin palvelumalli riippuu organisaatiosta ja tarkasta käyttötapauksesta. Samalle organisaatiolle voi myös olla hyödyllistä hankkia eri käyttötapauksiin palveluita jotka on tuotettu eri palvelumalleilla.

## 4. JULKISEN PILVEN PALVELUIHIN SIIRTYMISEN EDELLYTYKSIÄ JA HAASTEITA

### 4.1 Edellytyksiä julkisen pilven palveluihin siirtymiselle

Garrisonin et al. (2015) mukaan pilvipalveluiden käytössä onnistumisessa suuri merkitys on sillä, millaisia kyvykkyyksiä yrityksen IT-osastolla on. Kyvykkyyden osa-alueiksi tunnistetaan tekninen kyvykkyys, johtamiskyvykkyys sekä kyvykkyys suhteissa toisiin organisaatioihin. Onnistumiseen vaadittavat kyvykkyydet poikkeavat hieman toisistaan julkisen, yksityisen ja hybridipilven tapauksessa. (Garrison et al. 2015)

Garrison et al. (2015) tunnistavat kolmenlaisia kyvykkyyksiä, jotka vaikuttavat pilvipalveluiden käyttöönotossa onnistumiseen:

1. Tekniset kyvykkyydet tarkoittavat organisaation teknologista osaamista sekä kykyä ottaa uusia teknologioita käyttöön tehokkaasti. Niihin kuuluu myös joustavuus ja ketteruus uuden IT:n integroinnissa suuruuden ekonomioiden hyödyntämiseksi.
2. Johtamiskyvykkyys tarkoittaa kyvykkyyttä uusien teknologioiden integroimisessa osaksi olemassa olevia prosesseja sekä uuden teknologian käyttöönottamisen eri osa-alueiden tehokkaassa koordinoinnissa.
3. Kyvykkyys suhteissa toisiin organisaatioihin pitää sisällään tiedon jakamisen käytännöt ja organisaatioiden välisten suhteiden tehokkaan hallinnoinnin. Eriytyisen tärkeänä osana organisaatioiden välisten suhteiden kyvykkyyttä nähdään luottamus eri organisaatioiden kesken.

Julkisen pilven palveluiden käytössä onnistuminen riippuu heidän mukaansa eniten kyvykkyydestä suhteissa toisiin organisaatioihin, ja jonkin verran vähemmän teknisestä kyvykkyydestä sekä johtamiskyvykkyydestä. Julkisen pilven palveluiden toimittaja on asiakasorganisaatioiden ulkopuolinen. Tästä syystä asiakasorganisaatiolla ei ole yhtä vahvoja suoria kontroleja palveluiden tuottajaan kuin jos tuottaja olisi organisaation sisäinen osasto (Garrison et al. 2015). Palveluiden tuottajan ohjaus pohjautuu organisaatioiden välisiin suhteisiin. Näin ollen onkin luontevaa, että kyvykkyydellä organisaatioiden välisissä suhteissa on suuri merkitys onnistumiselle julkisen pilven palveluiden käytössä.

Khan et al. (2016) tunnistavat tärkeimmäksi onnistumisen edellytykseksi kyvykkyydet ja ihmisten taidot. Oleellisimpia ovat heidän mukaansa kyvykkyydet palveluntarjoajan valinnassa ja suhteen palveluntarjoajaan hallinnoinnissa ja erityisesti riskien ja turvallisuuden hallinnassa. Turvallisuuteen liittyvät haasteet esitetään usein erittäin tärkeinä julkisen pilven palveluiden käyttöönotossa huomioitavana haasteena (Brender & Markov



2013; Sfondrini 2018; Dillon & Chang 2010). Näin ollen onkin luontevaa, että kyvykkyydet turvallisuuteen liittyvien haasteiden hallintaan nähdään tärkeinä arvioitaessa organisaatioiden edellytyksiä ottaa julkisen pilven palveluita käyttöön onnistuneesti.

Sfondrini et al. (2018) selvittivät tutkimuksessaan pilvipalveluita hyödyntävien organisaatioiden IT-palveluiden hallinnassa käyttämiä järjestelmiä. Heidän tutkimuksessaan yli puolessa organisaatioissa IT-palveluita hallittiin ITIL v3- tai COBIT v4-mallin mukaisesti. Kumpaakaan malleista ei ole suunniteltu julkisen pilven palveluita silmällä pitäen, vaan niissä keskitytään perinteisempiin yritysten sisäisesti tuottamiin IT-palveluihin. Ainoa tällä hetkellä käytössä oleva standardi, joka on luotu pilvipalveluiden hallintaa varten, on ISO 20000. Sfondrinin et al. (2018) tutkimuksen aineistossa ISO 20000:a hyödynsi IT-palveluiden hallinnassa 37% organisaatioista.

Julkisen pilven palveluiden käyttöönotossa onnistumiseksi organisaation pitää pystyä muodostamaan toimiva suhde palvelun tuottajaan. Tässä auttaa sekä organisaatiosta löytyvä kyvykkyys organisaatioiden välisissä suhteissa, että julkisen pilven palveluiden hallinointiin suunniteltu IT-palveluiden hallintamalli. Turvallisuushaasteiden suuren merkityksen vuoksi onnistuminen vaatii myös kyvykkyyttä turvallisuushaasteiden hallintaan.

## 4.2 Julkisen pilven palveluihin siirtymisen haasteita

Koska pilvipalvelut poikkeavat toteutukseltaan selkeästi perinteisistä organisaatioiden itse toteuttamista tietojärjestelmistä, niiden käyttöönotossa on huomioitava tietty joukko haasteita, joita ei tarvitse huomioida samalla tavalla organisaation itse tuottamia tietojärjestelmiä käytettäessä. Conway ja Curry (2012) tunnistavat kahdeksan keskeistä haastetta, joita organisaatiot kohtaavat julkisen pilven palveluihin siirtymisessä:

1. Turvallisuus.
2. Datat menetyksen riski.
3. Datat omistajuus.
4. Palveluntarjoajaan lukittuminen.
5. Standardiarkkitehtuurin puute.
6. Tarjolla olevan tuen taso.
7. Verkkoyhteyksien laatu.
8. Investoinnin tuotto.

Pilvipalveluita käyttäessä asiakasorganisaatio joutuu luottamaan siihen, että palveluntarjoaja on huolehtinut palvelun turvallisuudesta (Conway & Curry, 2012). Palveluntarjoajalla on täysi pääsy asiakkaan dataan ja samalla infrastruktuurilla palvelullaan useita eri

asiakkaita (Ren et al. 2012). Tietosuojan kannalta pilvipalveluiden käyttäjäorganisaatiolle muodostuu riskiä sekä pilvipalvelun tuottajan taholta, että palvelun muiden käyttäjien tahoilta. Julkisessa pilvipalvelussa palvelun asiakkaaksi voi myös päästä kuka tahansa, jolloin myös potentiaalisten hyökkääjien on mahdollista päästä käyttämään samaa palvelualustaa.

Singh et al. (2016) jakavat pilvipalveluiden turvallisuushaasteet neljään eri osa-alueeseen: Ohjelmiston turvallisuuteen, infrastruktuurin turvallisuuteen, tietovarastojen turvallisuuteen sekä verkon turvallisuuteen. Neljästä Singhin et al. (2016) listaamasta uhkasta infrastruktuurin turvallisuus, tietovarastojen turvallisuus sekä verkon turvallisuus ovat täysin palveluntarjoajan hallinnassa. IaaS-järjestelmissä ohjelmiston turvallisuus on asiakasorganisaation vastuulla, mutta muissa palvelumalleissa myös se on palveluntarjoajan hallinnassa. Koska turvallisuuden tekninen hallinta on poissa asiakasorganisaation käsistä, asiakasorganisaation on voitava luottaa palveluntarjoajan kykyyn taata palveluiden tuotannossa käytettävien järjestelmien tietoturvaluus.

Vaikka julkisen pilven palveluiden käyttöön siirtymisestä seuraa merkittäviä turvallisuuteen liittyviä haasteita, toisaalta ne tarjoavat myös mahdollisuuden ulkoistaa tietojärjestelmien turvaamiseen liittyvä osaaminen omasta organisaatiosta palveluntarjoajalle. Brenderin ja Markovin (2013) mukaan teknologian saatavuus verkossa ja datan keskittäminen yhteen paikkaan luovat toisaalta houkuttelevan kohteen hyökkääjille, mutta toisaalta osaamisen keskittyminen ja suuruuden ekonomiat tuovat pilvipalveluihin turvallisuutta ja kustannustehokkuutta.

Toinen Conwayn ja Curryn (2012) tunnistama julkisten pilvipalveluiden käytön haaste on datan menetyksen riski. Pilvipalveluntarjoajan vastuulle jää huolehtia riittävästä varmistuksesta, että laiterikoista ja muista mahdollisista ongelmista selvittää ilman datan menetystä. Datan menetystä vastaan suojautumisessa oleellista onkin palveluntarjoajan valinta. Palveluntarjoajan valinnan lisäksi julkisen pilven palveluita hyödyntävä organisaatio voi pienentää datan menetyksen riskiään datan luotettavalla varmuuskopioinnilla muuallekin kuin ainoastaan yhden pilvipalveluntarjoajan järjestelmiin. Datan varmuuskopiointi on toki merkittävää myös sellaisille organisaatioille, joilla ei ole käytössä julkisen pilven palveluita, mutta varmuuskopiointi ulkopuolisiin järjestelmiin on julkisen pilven palveluita käyttävälle organisaatiolle erityisen oleellista yksittäiseen palveluntarjoajaan sitoutumiseen liittyvän riskin pienentämiseksi.

Datan omistajuus on kolmas julkisen pilven palveluiden käytössä huomioitava haaste. Julkisen pilven palveluita käyttäessä data tallennetaan pilvipalveluntarjoajan järjestelmiin. Kun data ei enää ole organisaation omilla palvelimilla, se ei enää ole yhtä tarkasti

organisaation omassa hallinnassa (Conway & Curry, 2012). Sopimuksilla voidaan määrätä miten palveluntarjoaja saa dataa käsitellä. Kuitenkin koska infrastruktuuri on palveluntarjoajan hallussa, palveluntarjoajalla on tekninen mahdollisuus järjestelmäänsä tallennetun datan tarkasteluun. Datan omistajuuden kannalta tärkeää on luottamus siihen, että valittu palveluntarjoaja käsittelee järjestelmiin tallennettua dataa ennalta sovitulla tavalla.

Neljäs Conwayn ja Curryn (2012) luettelema julkisten pilvipalveluiden käytön haaste on palveluntarjoajaan lukittuminen. Eri palveluntarjoajilla on järjestelmissään käytössä erilaiset tietokannat, ohjelmointikielet sekä rajapinnat (Dillon et al., 2010). Julkisen pilven palvelut poikkeavat lisäksi myös muuten käytössä olevista yritysohjelmistoista (Conway & Curry, 2012). Poikkeavien toteutusten vuoksi tietojärjestelmien siirtäminen pilvien välillä tai pilvestä pois on haaste, joka organisaatioiden tulee huomioida pilvipalveluita käyttöönsä ottaessa.

Standardiarkkitehtuurin puute on haasteena samankaltainen palveluntarjoajaan lukittumisen kanssa. Eri pilvipalveluntarjoajilla ei ole mitään avointa tai yhteistä arkkitehtuuria, jonka mukaisesti palvelut rakennetaan, vaan jokainen suurista palveluntarjoajista on rakentanut oman arkkitehtuurinsa, joka poikkeaa lisäksi perinteisistä organisaatioiden itse hallinnoimista IT-ympäristöistä. (Conway & Curry, 2012)

Kuudes Conwayn ja Curryn (2012) listaama julkisen pilven palveluiden haaste on palveluiden luotettavuus ja riittävä tuen taso. Kaikki pilvipalveluntarjoajat eivät tarjoa riittävän korkeaa palvelutasoa yrityskäyttöön. Palvelutasosta sovitaan pilvipalveluntarjoajan ja asiakasorganisaation välillä palvelutasosopimuksessa, mutta Sfondrinin et al. (2015) mukaan palvelutasonhallinta on vaikeaa pilvipalveluympäristössä. Palvelutasosopimukset ovat tyypillisesti pilvipalveluntarjoajan määrittelemiä. Myös palvelutason valvontaan käytettävissä olevat työkalut ovat yleensä palveluntarjoajan toimittamia. Näin palvelutasosopimuksen toteutumisen valvominen ja palvelutasorikkomusten sanktioiminen on asiakkaan näkökulmasta hyvin vaikeaa. (Sfondrini et al. 2015)

Pilvipalveluiden palvelutasosopimuksien toteutumisen valvontaan käytetään Sfondrinin et al. (2018) mukaan asiakasorganisaatioissa pääosin pilvipalveluntarjoajan omia työkaluja sekä pilvipalveluntarjoajan työkalujen tuottaman informaation integrointia asiakasorganisaation konfiguraationhallintatietokannan dataan. Mahdollista on toteuttaa myös teknisesti edistyneempiä ratkaisuja, jotka mahdollistavat tarkemman palvelutason valvonnan, mutta Sfondrinin et al. (2018) tutkimuksessa ne olivat vähäisemmässä käytössä kuin aiemmin mainitut kaksi.

Pilvipalveluihin investoinnin tuottavuudesta varmistuminen on myös yksi Conwayn ja Curryn (2012) tunnistamista julkisen pilven palveluiden käyttöönoton haasteista. Perusoletus ulkopuoliselta pilvipalveluntarjoajalta palveluiden hankkimisessa on, että kustannuksia päästään alentamaan verrattuna vastaavan palvelutason tuottamiseen organisaation sisäisessä IT:ssä. Conway ja Curry huomauttavat kuitenkin, että erityisesti suurilla organisaatioilla taloudelliset hyödyt eivät ole itsestään selviä, sillä suuri sisäinen IT-organisaatio pääsee hyötymään täsmälleen samoista suuruuden ekonomioista, joita pyritään hyödyntämään ostamalla palveluita ulkopuoliselta suurelta julkisen pilven palveluita tarjoavalta toimittajalta. (Conway ja Curry, 2012)

Viimeinen Conwayn ja Curryn (2012) tunnistamista haasteista on käytössä olevien verkkoyhteyksien laatu. Julkisen pilven palveluiden käyttöönottoa harkitessa on huomioitava se, että palvelut eivät ole käytettävissä, mikäli internetyhteydessä on ongelmia. Tämä on oleellista, mikäli toimii sellaisella alueella, jossa verkkoyhteyden laadussa voi olla ongelmia. Verkkoyhteyksien käyttövarmuuden ja saatavuuden parantuessa tämän haasteen merkitys pienenee.

Aljahdali et al. (2014) nostavat erityiseksi julkisen pilven palveluiden käytössä huomioitavaksi haasteeksi julkisen pilven moniasiakasympäristön (Multi-tenancy). Tällä tarkoitetaan sitä, että samalla infrastruktuurilla tuotetaan palveluita useille asiakasorganisaatioille, ja näiden useiden eri asiakasorganisaatioiden käyttäjillä on infrastruktuuriin pääsy. Samojen fyysisten palvelinkoneiden käyttö mahdollistaa joidenkin sellaisten tietoturvaaukkojen hyödyntämisen, joissa hyökkääjä pääsisi lukemaan toisen organisaation dataa. Moniasiakasympäristön aiheuttamia riskejä pystyy vähentämään teknisillä ratkaisuilla, kuten muokkaamalla sitä miten palvelinresursseja annetaan eri asiakkaiden käyttöön. Täysin niistä ei kuitenkaan pysty pääsemään eroon sellaisessa ympäristössä, joka mahdollistaa monen asiakasorganisaation käyttäen samoja fyysisiä palvelinkoneita samaan aikaan. (Aljahdali et al. 2014)

Henkilötietojen käsittelyyn liittyvien säännösten riittävä noudattaminen on myös yksi julkisen pilven palveluiden käytössä huomioitavista haasteista (Sfondrini et al. 2018). Julkisen pilven palveluihin tietoa tallentaessa se ei ole enää yhtä selvästi omassa hallinnassa, kuin jos tietojärjestelmät olisivat organisaation sisäisen IT:n toimittamia (Conway & Curry, 2012). Henkilötietoja käsiteltäessä on kuitenkin tarkat säännökset, joiden mukaan tietojen hallinta ja käsittely täytyy pystyä järjestämään. Erityisesti Euroopassa

GDPR:n<sup>1</sup> säännösten huomioiminen on tärkeää julkisen pilven palveluita käyttöön ottaville organisaatioille (Sfondrini et al. 2018).

Suuri osa julkisen pilven palveluiden käyttöönoton haasteista liittyy turvallisuuteen. Turvallisuuden liittyvissä haasteissa on sekä asiakkaan että pilvipalvelun tarjoajan vastuulle jääviä osa-alueita. Julkisen pilven palveluita käyttöönottavan organisaation tulisi pysyä sekä huomioimaan turvallisuushaasteet omassa toiminnassaan, että huolehtimaan palveluntarjoajan valinnassa siitä, että turvallisuushaasteet on riittävällä tasolla huomioitu. Julkisen pilven palveluiden käyttöä varten vaaditaan myös riittävä käytössä olevan verkkoinfrastruktuurin laatu. Infrastruktuurikysymykset ja investoinnin taloudellinen kannattavuus ovat asioita, jotka julkisen pilven palveluita käyttöönottoa harkittaessa kannattaa päätöksenteossa ottaa huomioon.

---

<sup>1</sup> GDPR on koko EU:n alueella vaikuttava henkilötietojen käyttöä säätelevä säännöstö. GDPR:n säännökset ovat astuneet voimaan toukokuussa 2018. Säännöissä määritellään, miten henkilötietoja saadaan EU:n alueella kerätä, tallentaa, käsitellä ja käyttää. Siihen kuuluu myös sääntöjä siitä, millä ehdoilla henkilötietoja voidaan siirtää käsiteltäväksi eri maahan kuin missä ne on kerätty. (Tikkanen-Piri et al. 2017)

## 5. JULKISEN PILVEN PALVELUIHIN SIIRTYMISEN HYÖDYT

### 5.1 Julkisen pilven palvelujen käyttöönotolla tavoitellut hyödyt

IT-osastoja painostetaan toimittamaan enemmän ja parempia palveluita pienemmillä resursseilla samalla kuitenkin vastaten alati kasvaviin ja muuttuviin liiketoiminnan vaatimuksiin. Nämä osin ristiriitaisetkin vaatimukset ovat olleet tärkeä tekijä, joka on johtanut pilvipalveluiden käyttöön siirtymiseen. Pilvipalveluiden käyttö nähdään tapana vapauttaa IT-resursseja ulkoistamalla rutiinitoimet kuten sähköpostin ylläpito. (Conway & Curry, 2012)

Kustannussäästöt ovat oleellinen julkisen pilven palveluiden käyttöönotolla tavoitettu hyöty (Kaufman 2009). Suuren mittakaavan datakeskuksissa sähköön, palvelinlaitteistoon ja verkkoyhteyksiin liittyvät kulut sekä muut käyttökulut ovat parhaimmillaan jopa vain seitsemäsosa keskikokoiseen datakeskukseen nähden (Juels & Oprea, 2013). Harva organisaatio tarvitsee suuren mittakaavan datakeskuksen kapasiteettia pelkäämään omiin tarpeisiinsa. Paras keino päästä laskemaan kustannuksia suuremman mittakaavan datakeskuksella voikin olla ostaa palvelua suuren mittakaavan datakeskuksia operoivalta palveluntarjoajalta. Myös Conwayn ja Curryn (2012) mukaan pienten ja keskisuurten yritysten kannalta pilvipalveluiden hyödyntämisen taloudelliset hyödyt ovat selkeät. Toisaalta heidän mukaansa suurille yrityksille hyödyt eivät ole samalla tavalla itsestään selviä, sillä suuret yritykset pystyvät hyödyntämään suuruuden ekonomioita täysimääräisesti myös omia suuria datakeskuksiaan operoimalla.

Pilvipalveluiden käytöllä tavoitellaan myös parempaa IT:n kyvykkyyttä liiketoiminnan tarpeiden täyttämiseen. Nykypäiväisten tietojärjestelmien toteuttaminen on vaikeaa, ja pilvipalveluita hyödyntämällä pyritään saamaan käyttöön parempia tietojärjestelmiä, kuin mitä organisaation oma IT pystyisi käytössään olevien resurssien puitteissa tuottamaan (Kaufman 2009).

Sfondrinin et al. (2018) tutkimuksessa haastatelluissa organisaatioissa nähtiin selvästi tärkeimpänä julkisen pilven palveluiden käyttöönoton hyötynä se, että palvelut saadaan toimitettua käyttöön aiempaa nopeammin. Myös palveluiden helpompi skaalaus kysynnän mukaan ja ulkopuoliselta pilvipalveluntarjoajalta ostetun palvelun hyvä saatavuus nähtiin tärkeinä hyötyinä. Julkisesta pilvestä ostettavat tietojärjestelmät nähdään myös

hyvänä tapana päästä testaamaan big datan, esineiden internetin ja koneoppimisen kaltaisia uusia teknologioita ilman, että tarvitsee tehdä suuria investointeja teknologioiden vaatimaan infrastruktuuriin. (Sfondrini 2018)

Julkisen pilven palveluiden käyttöönotolla tavoitellaan usein taloudellisia säästöjä ja joustavuutta IT-palveluiden tuottamisessa. Taloudellisia hyötyjä pyritään saavuttamaan palveluntarjoajan suuruuden ekonomioiden ja osaamisen kautta. Joustavuutta IT:n tuotannossa tavoitellaan resurssien helpomman käyttöönoton ja pienemmän käyttöönoton vaaditun investoinnin kautta.

## **5.2 Julkisen pilven palveluiden käyttöönotolla saavutettuja tuloksia**

Sfondrini et al. (2018) tutkivat julkisen pilven käyttöönottoa monikansallisissa yrityksissä. Heidän aineistonsa yritysten joukossa suurimmaksi julkisen pilven palveluiden käyttöönotolla saavutetuksi hyödyksi nousi palveluiden nopeampi toimitus käyttöön. Myös palveluiden helpompi skaalautuvuus ja parempi saatavuus nähtiin aineiston yrityksissä tärkeinä hyötyinä. Sfondrinin et al. (2018) tutkimuksen yrityksissä julkisen pilven palveluiden käyttöönoton taloudelliset hyödyt nähtiin vähemmän tärkeinä, samoin kuin IT-henkilöstön tuottavuuden parantuminen. Heidän tutkimissaan yrityksissä julkisen pilven palveluiden käytöllä ei ollut kolmen vuoden ajanjaksolla saavutettu taloudellista säästöä oman datakeskuksen käyttöön verrattuna. Säästöjen saavuttamisen kuitenkin arvioidaan olevan mahdollista huolehtimalla pysyvästi tai väliaikaisesti käytöstä poistettujen resurssien sammuttamisesta ja tyhjäkäytön välttämisestä.

Weinmanin (2016) mukaan julkisen pilven palveluiden käytöstä seuraavat kustannussäästöt eivät ole kaikissa tapauksissa itsestäänselvyys, vaan julkisen pilven käytön taloudellinen kannattavuus tarvitsee laskea tapauskohtaisesti. Esimerkkinä tilanteista, joissa julkinen pilvi ei ole ollut taloudellisesti kannattava valinta annetaan Zynga, joka siirsi palvelunsa pois julkisesta pilvestä takaisin sisäisen IT-organisaation tuotettavaksi. Siirron avulla kustannuksensa laskivat kolmannekseen entisestä. Toisena esimerkkinä kerrotaan Instagram, joka siirtyi julkisesta pilvestä palveluiden hankkimisesta käyttämään Facebookin sisäisen IT-organisaation palveluita sen jälkeen, kun Facebook osti sen. Heillä kustannukset laskivat neljännekseen aiemmasta. Tämä vastaa myös Conwayn ja Curryn (2012) näkemystä siitä, että isoille ja ennestään tehokkaille IT-organisaatioille julkisen pilven palveluiden käyttö ei välttämättä pysty tarjoamaan kustannussäästöjä. Weinman (2016) mainitsee taloudellisten säästöjen arviointia hankaloittavan

myös sen, että eri pilvipalveluntarjoajien hinnoittelun vertailu keskenään on hyvin vaikeaa palveluiden eroavaisuuksien vuoksi sekä sen, että organisaatioiden sisäisen IT:n tuottamien palveluiden todellisten kustannusten arviointi on myös hankalaa. Instagramin tapauksessa päätökseen siirtyä Facebookin sisäisen IT-organisaation palveluiden piiriin on toki voinut vaikuttaa myös poliittiset seikat, erityisesti kun huomioidaan kustannusten arvioinnin hankaluus. Siltikään kirjallisuuden mukaan kustannussäästöt julkisen pilven palveluiden hyödyntämisestä eivät kirjallisuuden mukaan ole itsestäänselvyys (Conway & Curry, 2012; Weinman, 2016; Sfondrini et al., 2018).

Palveluiden skaalautuvuus kysynnän mukaan on usein listattu oleellisena julkisen pilven palveluiden mahdollistamana hyötynä (Mell & Grance 2010; Goyal 2014; Sfondrini et al. 2018). Kilcioglu et al. (2017) tutkivat palveluntarjoajan näkökulmasta, miten paljon sekä käyttöön ostetun kapasiteetin että käyttöön ostetusta kapasiteetista todellisuudessa hyödynnetyn suoritustehon määrä vaihtelee. Heidän aineistonsa mukaan ostetun kapasiteetin vaihtelu on hyvin pientä, alle 6%. Toisaalta käytetyn suoritustehon määrä vaihtelee enemmän, jopa 20%. Todellisuudessa ostettavaa pilvikapasiteettia ei skaalata kysynnän mukaan, vaan aiemmin käytössä ollut palvelinkapasiteetti on ulkoistettu julkiseen pilveen usein pitkilläkin sopimuksilla. Tällöin ei saada palveluiden dynaamista skaalausta hyödynnettyä (Kilcioglu et al. 2017). Palveluntarjoajalta ostettavan kapasiteetin dynaamisessa skaalauksessa vaikuttaakin olevan vielä mahdollista saavuttaa nykyistä suurempia hyötyjä vaihtamalla aiemmista sisäiselle IT-infrastruktuurille suunnitelluista tietojärjestelmistä sellaisiin, jotka on suunniteltu hyödyntämään dynaamista skaalausta ja välttämään tarpeetonta tyhjäkäyntiä.



## 6. PÄÄTELMÄT

Julkisen pilven palvelut sekä IaaS:n, PaaS:n että SaaS:n muodossa ovat kasvaneet viimeisen kymmenen vuoden aikana voimakkaasti. Julkisen pilven palveluiden hyödyntäminen nähdään keinona keskittyä oman organisaation sisällä liiketoiminnalle keskeisimpien asioiden tekemiseen, ja ulkoistamaan perustietojärjestelmien ylläpito oman organisaation ulkopuolelle. Pienemmissä organisaatioissa julkisen pilven palvelut tarjoavat mahdollisuuden sellaisten tietojärjestelmien käyttöön, mitä organisaation sisäisesti ei resurssien puitteissa olisi mahdollista tuottaa. Ostamalla palvelut ulkopuolelta suuria datakeskuksia operoivilta toimittajilta pyritään pääsemään myös kustannussäästöihin.

Julkisen pilven palveluiden käyttöönotossa onnistumisessa oleellista ovat organisaation IT-osaston kyvykkyydet. Teknisellä kyvykkyydellä, johtamiskyvykkyydellä sekä kyvykkyydellä organisaatioiden välisissä suhteissa on kaikilla vaikutus onnistumisen todennäköisyyteen. Julkisen pilven palveluita käyttöön ottaessa tärkein mainituista kyvykkyyksistä on kyvykkyys organisaatioiden välisissä suhteissa. IT-palvelut tuotetaan julkisesta pilvestä hankittaessa pääosin organisaation ulkopuolella, jolloin suurin osa kontrollista tuotettuun palveluun perustuu organisaatioiden välisiin suhteisiin.

Suurimmat haasteet liittyvät tietoturvallisuuteen ja tietosuojaan. Näihin ei löydetty kirjallisuudessa yksiselitteistä ratkaisua. Osittain kyse on siitä, että ajettaessa palveluntarjoajan omistamia sovelluksia palveluntarjoajan palvelimilla ja tallennettaessa data palveluntarjoajan kapasiteettiin on luotettava siihen, että palveluntarjoaja on rehellinen ja huolehtii tietoturvallisuudesta.

Toisaalta oleellinen haaste julkisen pilven järjestelmien käyttöönotossa on myös lainsäädännön ja muiden säännösten vaatimusten täyttäminen. Erityisesti ihmisten henkilötietoja ja valtionhallinnon tietoja käsiteltäessä säännökset siitä, mihin tiedot saavat olla tallennettuna ja miten niitä saadaan siirtää, ovat hyvin tarkkoja. Säännöksissä voidaan säädellä esimerkiksi siitä, minkämaalaiset toimijat tietoja saavat käsitellä, ja missä fyysisessä sijainnissa tietoja voidaan säilyttää ja palveluita tuottaa. Nämä kysymykset voivat johtaa siihen, että julkisen pilven palveluiden käyttö ei ole kaikille organisaatioille mahdollinen tapa tietojärjestelmien hankintaan.

Vaikka kustannussäästöt ovat yksi useimmin mainituista julkisesta pilvestä palveluiden hankkimisen eduista, tutkimuksissa on löydetty myös tapauksia, joissa kustannukset ovat laskeneet selvästi, kun IT-palvelut on siirretty hankkimaan sisäiseltä IT-organisaatiolta julkisen pilven sijaan. Kustannusten suhteen pitäisikin aina tehdä tapauskohtainen

tarkka analyysi ennen kuin päätös julkisesta pilvestä IT-palveluiden hankkimiseen siirrytään.

Kustannussäästöjen lisäksi julkisesta pilvestä palveluita hankittaessa tavoitellaan nopeampaa palveluiden toimitusta käyttöön sekä joustavampia IT-palveluita. Näillä mahdollistetaan esimerkiksi helpompi uusien teknologioiden, kuten esineiden internetin ja big datan testaaminen.

Tässä tutkimuksessa löydettiin tutkimuskirjallisuuden perusteella hyvin vastauksia siihen, millaisia edellytyksiä ja haasteita julkisen pilven palveluiden käyttöön siirtymiseen liittyy. Siirtymisen toteutuneita hyötyjä käsittelevää tutkimuskirjallisuutta ei löydetty yhtä hyvin. Hyötyjä käsitelleiden lähteiden perusteella siirtymisestä usein on hyötyjä, mutta myös haittoja. Päätös julkisen pilven palveluiden käyttöön siirtymisestä tulisikin tehdä harkitusti ja huomioiden aina tapauskohtaisesti siirtymisen mahdolliset hyödyt ja myös haitat.

Jatkotutkimuksena olisi mielenkiintoista nähdä tutkimusta siitä, miten yksittäiset organisaatiot onnistuvat julkisen pilven palveluiden käyttöönotossa. Tarkastelemalla joko yksittäisen tai useamman organisaation koko julkisen pilven palveluiden käyttöönottoprosessia lähtien liikkeelle siitä, millaisia tavoitteita sille asetetaan ja päätyen siihen, millaisia hyötyjä lopulta on realisoitunut, pystyttäisiin paremmin arvioimaan sitä, millaisia resursseja ja valmiuksia organisaatioilla tulisi olla julkisen pilven palveluiden käyttöönotossa onnistuakseen.

## LÄHTEET

- Agarwal, M., & Gur Mauj, S. S. (2017). Cloud computing: A paradigm shift in the way of computing. *International Journal of Modern Education and Computer Science*, 09(12), 38.
- Aljahdali, H., Albatli, A., Garraghan, P., Townend, P., Lau, L. & Xu, J. (2014). Multi-tenancy in cloud computing, *Proceedings - IEEE 8th International Symposium on Service Oriented System Engineering, SOSE 2014*, pp. 344-351.
- Brender, N. & Markov, I. (2013). Risk perception and risk management in cloud computing: Results from a case study of Swiss companies, *International Journal of Information Management*, Vol. 33(5), pp. 726-733.
- Conway, G. & Curry, E. (2012). Managing cloud computing: A life cycle approach, *CLOSER 2012 - Proceedings of the 2nd International Conference on Cloud Computing and Services Science*, pp. 198-207.
- Dillon, T., Wu, C. & Chang, E. (2010). Cloud Computing: Issues and Challenges, 2010 24th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications, pp. 27-33.
- Garrison, G., Wakefield, R.L. & Kim, S. (2015). The effects of IT capabilities and delivery model on cloud computing success and firm performance for cloud supported processes and operations, *International Journal of Information Management*, Vol. 35(4), pp. 377-393.
- Goyal, S. (2014). Public vs private vs hybrid vs community - cloud computing: A critical review. *International Journal of Computer Network and Information Security*, 6(3), 20-29.
- Juels, A. & Oprea, A. (2013). New approaches to security and availability for cloud data, *Communications of the ACM*, Vol. 56(2), pp. 64-73.
- Kaufman, L.M. (2009). Data security in the world of cloud computing, *IEEE Security and Privacy*, Vol. 7(4), pp. 61-64.
- Khan, S., Nicho, M. & Takruri, H. (2016). IT controls in the public cloud: Success factors for allocation of roles and responsibilities, *Journal of Information Technology Case and Application Research*, Vol. 18(3), pp. 155-180.
- Kilcioglu, C., Rao, J.M., Kannan, A. & McAfee, R.P. (2017). Usage Patterns and the Economics of the Public Cloud, Perth, Australia, *International World Wide Web Conferences Steering Committee, Republic and Canton of Geneva, Switzerland*, pp. 83-91
- Mell, P. & Grance, T. (2012). The NIST definition of cloud computing: Recommendations of the National Institute of Standards and Technology, in: Anonymous (ed.), *Public Cloud Computing: Security and Privacy Guidelines*, pp. 97-101.
- Pervilä, M. (2019) Miksi pilvi näyttää taas niin hankalalta ja kalliilta? Tivi verkkolehti 13.2.2019. Saatavissa (viitattu 27.10.2019): <https://www.tivi.fi/uutiset/miksi-pilvi-nayttaa-taas-niin-hankalalta-ja-kalliilta/b170f1ba-2705-3430-bcf0-c034cd306e42>

- Ren, K., Wang, C. & Wang, Q. (2012). Security Challenges for the Public Cloud, IEEE Internet Computing, Vol. 16(1), pp. 69-73
- Sfondrini, N., Motta, G. & You, L. (2015). Service level agreement (SLA) in Public Cloud environments: A Survey on the current enterprises adoption, 2015 5th International Conference on Information Science and Technology (ICIST), pp. 181-185.
- Sfondrini, N., Motta, G. & Longo, A. (2018). Public Cloud Adoption in Multinational Companies: A Survey, 2018 IEEE International Conference on Services Computing (SCC), pp. 177-184.
- Singh, S., Jeong, Y.-. & Park, J.H. (2016). A survey on cloud computing security: Issues, threats, and solutions, Journal of Network and Computer Applications, Vol. 75 pp. 200-222.
- Tikkinen-Piri, C., Rohunen, A. & Markkula, J. (2018). EU General Data Protection Regulation: Changes and implications for personal data collecting companies, Computer Law and Security Review, Vol. 34(1), pp. 134-153.
- Weinman, J. (2016). Hybrid Cloud Economics, IEEE Cloud Computing, Vol. 3(1), pp. 18-22.