

Otto Kontio

**PILVIPALVELUIDEN KUSTANNUSOPTIMOINTI  
PIENISSÄ JA KESKISUURISSA YRITYKSISSÄ**



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO  
INFORMAATIOTEKNOLOGIAN TIEDEKUNTA  
2018

# TIIVISTELMÄ

Kontio, Otto

Pilvipalveluiden kustannusoptimointi pienissä ja keskisuurissa yrityksissä

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2018, 88 s.

Tietojärjestelmätiede, pro gradu -tutkielma

Ohjaaja: Ojala, Arto

Pilvilaskenta on mullistava teknologia, joka on herättänyt viime vuosina merkittävää huomiota sekä tiede- että yritysmaailmassa. Pilvilaskenta mahdollistaa merkittävät hyödyt erityisesti yrityksille. Pilvilaskennan omaksumisen merkitys korostuu pienten ja keskisuurten yritysten tapauksessa, sillä ne kokevat merkittäviä haasteita liittyen rajoitettuihin resursseihin ja teknologiseen osaamiseen. Pilvilaskennan merkityksen kasvamisen vuoksi myös siihen liittyvien kustannusten optimoisesta on tullut ajankohtaista ja merkityksellistä. Tässä tutkielmassa tutkitaan, kuinka pk-yritykset pyrkivät optimoimaan pilvipalveluihin liittyviä kustannuksiaan. Lisäksi tutkitaan pk-yritysten pilvipalvelukokemuksen vaikutusta kustannusoptimointimenetelmiin. Tarkastelun alla on myös pilvipalvelukokemuksen vaikutus TAM-mallissa esitettyihin teknologian omaksumiseen liittyviin tekijöihin. Tutkimus toteutettiin yritysten tietohallinto- ja toimitusjohtajille lähetetyn survey-kyselyn avulla. Kyselyn avulla saatu aineisto analysoitiin PSPP-tilastoanalyysiohjelmalla ristiintaulukoimalla ja korrelaatiokertoimia laskemalla. Tutkimustulosten perusteella havaittiin, että pk-yritykset pyrkivät optimoimaan pilvipalvelukustannuksiaan usein eri tavoin, joista tarpeettomien pilviresurssien käytöstä poistaminen, resurssikäytön optimointi ja palvelukäytön tarkkaileminen ovat käytetyimpiä menetelmiä. Tulosten perusteella havaittiin myös, että pk-yritysten pilvipalvelukokemuksella ei ole vaikutusta käytettyihin kustannusoptimointimenetelmiin. Lisäksi havaittiin, että pk-yritysten pilvipalvelukokemus vaikuttaa pilvipalveluiden koettuun hyödyllisyyteen positiivisesti, kun taas pilvipalvelukokemuksella ei ole suoraa vaikutusta pilvipalveluiden koettuun helppokäyttöisyyteen.

Asiasanat: pilvilaskenta, pilvipalvelut, kustannusoptimointi, pienet ja keskisuuret yritykset, TAM, määrällinen tutkimus

## ABSTRACT

Kontio, Otto

Cloud service cost optimization in small and medium-sized enterprises

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2018, 88 p.

Information Systems, Master's Thesis

Supervisor: Ojala, Arto

Cloud computing is a groundbreaking technology which has attracted considerable attention among academics and enterprises during the recent years. Cloud computing is especially attractive for enterprises due to the many possibilities it offers. Small and medium-sized enterprises often run into problems regarding limited resources and technological know-how. This is why the adoption of cloud computing is especially meaningful for SMEs. Due to this massive increase in the popularity of cloud computing, the optimization of the costs related to it have become increasingly relevant. This paper aims to study the methods of cloud cost optimization done by SMEs. The purpose of the study is also to find out whether the cloud computing experience of an organization affects these cost optimization methods. The theoretical contribution of this paper is the application of the technology acceptance model to the cloud computing experience of SMEs. The research was conducted via a web survey which was sent to the CIOs and CEOs of the enterprises contacted. The material acquired with the survey was analyzed with PSPP statistical analysis program. The research results show that SMEs use various cloud cost optimization methods, the most utilized of which are the shutting down of cloud resources not in active usage, the optimization of resource usage, and the monitoring of service utilization. The results also showed that the cloud experience of an enterprise has no effect on the methods of cloud cost optimization. It was also observed that the cloud experience of an organization affects perceived usefulness of cloud computing positively, whereas cloud experience has no effect on perceived ease of use.

Keywords: cloud computing, cloud services, cost optimization, small and medium-sized enterprises, TAM, quantitative research

## KUVIOT

KUVIO 1 Pilvilaskennan yleiskuva.....	13
KUVIO 2 Pilviarkkitehtuuri.....	16
KUVIO 3 Syitä toimintojen siirtämiseen pilveen.....	22
KUVIO 4 Tietoturvan kompleksisuus pilviympäristössä.....	26
KUVIO 5 TAM-malli.....	28
KUVIO 6 Yleisimmät pilvipalveluiden optimointimenetelmät).....	35
KUVIO 7 Määrällisen tutkimuksen vaiheet.....	47
KUVIO 8 Otos ja saatujen vastauksien määrä.....	52
KUVIO 9 Vastaaajan tehtävä/asema yrityksessä.....	53
KUVIO 10 Vastaaajan kokemuksen määrä työtehtävässä.....	53
KUVIO 11 Vastaaajayrityksen toimiala.....	54
KUVIO 12 Vastaaajayrityksen pilvipalvelukokemus.....	55
KUVIO 13 Pk-yritysten pilvipalveluiden kustannusoptimointimenetelmät.....	57
KUVIO 14 Pilvipalvelukokemuksen vaikutus kustannusoptimointimenetelmiin.....	59
KUVIO 15 Kustannusoptimointimallin käyttö.....	60
KUVIO 16 Kustannusoptimointimallin muoto.....	61
KUVIO 17 TAM-malli pilvipalveluihin sovellettuna.....	63
KUVIO 18 Koetun hyödyllisyyden jakauma.....	64
KUVIO 19 Koetun helppokäyttöisyyden jakauma.....	65

## TAULUKOT

TAULUKKO 1 Pilvilaskennan pääasialliset ominaisuudet.....	11
TAULUKKO 2 Palveluntarjoajan ja kuluttajan kontrollivastuu SaaS-palvelumallissa.....	17
TAULUKKO 3 Palveluntarjoajan ja kuluttajan kontrollivastuu PaaS-palvelumallissa.....	18
TAULUKKO 4 Palveluntarjoajan ja kuluttajan kontrollivastuu IaaS-palvelumallissa.....	19
TAULUKKO 5 Pilvilaskennan kustannustekijät.....	33
TAULUKKO 6 Pienten ja keskisuurten yritysten määritelmä kirjallisuuden mukaan.....	41
TAULUKKO 7 Tutkimusaineiston hakukriteerit ja rajaustekijät.....	50
TAULUKKO 8 Käytetyt analyysimenetelmät ja tulokset.....	66

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVIOT

TAULUKOT

1	JOHDANTO.....	7
1.1	Tutkimuksen tavoite, tutkimusongelma ja -menetelmät.....	8
1.2	Tutkielman rakenne .....	9
2	PILVILASKENTA JA PILVIPALVELUT .....	10
2.1	Yleistä pilvilaskennasta.....	10
2.1.1	Pilvilaskennan ominaispiirteitä.....	11
2.1.2	Pilvilaskennan taustatekijöitä.....	14
2.2	Pilvilaskennan palvelumallit .....	15
2.2.1	SaaS.....	16
2.2.2	PaaS .....	18
2.2.3	IaaS .....	19
2.3	Pilvilaskennan käyttöönottomallit .....	20
2.3.1	Julkinen pilvi.....	20
2.3.2	Yksityinen pilvi.....	20
2.3.3	Hybridi pilvi.....	21
2.3.4	Yhteisöpilvi .....	21
2.4	Pilvilaskennan mahdollistamat hyödyt.....	21
2.4.1	Kustannustehokkuus ja kulujen vähentäminen .....	22
2.4.2	Riskien vähentäminen ja tietoturvan parantaminen.....	23
2.4.3	Muita hyötyjä.....	23
2.5	Pilvilaskentaan liittyvät haasteet.....	24
2.5.1	Tietoturva .....	25
2.5.2	Yksityisyys.....	26
2.5.3	Muut haasteet .....	27
2.6	TAM-malli.....	28
2.7	Yhteenveto .....	29
3	PILVIPALVELUIDEN KUSTANNUSOPTIMOINTI.....	30
3.1	Aikaisempi tutkimus.....	30
3.2	Yleistä pilvipalveluiden kustannusoptimoinnista .....	32
3.3	Pilvipalveluiden kustannusoptimointimenetelmät .....	35
3.3.1	Varausinstanssit.....	36
3.3.2	Tarveinstanssit.....	37
3.3.3	Spot-instanssit.....	38
3.3.4	Muita optimointimenetelmiä.....	38
3.4	Yhteenveto .....	39

4	PIENET JA KESKISUURET YRITYKSET.....	40
4.1	Pienten ja keskisuurten yritysten määritelmä .....	40
4.2	Pienten ja keskisuurten yritysten ominaispiirteitä .....	41
4.2.1	Pienten ja keskisuurten yritysten kohtaamia haasteita .....	42
4.2.2	Pilvilaskennan hyödyt pienille ja keskisuurille yrityksille .....	43
4.3	Yhteenveto .....	44
5	EMPIIRINEN TUTKIMUS .....	45
5.1	Tutkimusmenetelmä .....	45
5.1.1	Määrällisen tutkimuksen ominaispiirteitä .....	45
5.1.2	Määrällisen tutkimuksen vaiheet.....	47
5.2	Tiedonkeruumenetelmä.....	48
5.3	Tiedonkeruun kohdejoukko.....	49
5.4	Tutkimuksen aineiston analysointi .....	50
6	EMPIIRISEN TUTKIMUKSEN TULOKSET.....	51
6.1	Otos ja kyselyyn vastanneiden taustatiedot .....	51
6.2	Vastaajayritysten tiedot .....	54
6.3	Vastaajayritysten pilvipalvelukäytänteet.....	55
6.4	Pk-yritysten pilvipalveluiden kustannusoptimointimenetelmät .....	56
6.5	TAM-malli pk-yritysten kontekstissa .....	61
6.6	Yhteenveto .....	65
7	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....	68
7.1	Tutkimustulokset ja johtopäätökset .....	68
7.2	Reliabiliteetti ja validiteetti.....	73
7.3	Tulosten hyödyntäminen.....	74
7.4	Yhteenveto tutkimuksesta .....	75
	LÄHTEET .....	76
	LIITE 1 KYSELYLOMAKE.....	84

# 1 JOHDANTO

Pilvipalveluiden kustannusoptimointia on tutkittu aikaisemmin melko suppeasti. Pilvipalveluiden kustannusoptimointiin liittyvä tutkimus on keskittynyt pääosin palveluntarjoajien toteuttaman kustannusoptimoinnin tutkimiseen (ks. Rochman, Levy & Brosh, 2017; Tanković, Grbac & Žagar, 2017; Wu, Garg & Buyya, 2011a, Zhang, Zhu & Boutaba, 2011). Useat tutkijat esittävät tutkimuksissaan erilaisia kustannusoptimointimalleja (ks. esim. Chaisiri, Lee & Niyato, 2010; Chaisiri, Kaewpuang, Lee & Niyato, 2011; Chaisiri, Lee & Niyato, 2012; Malawski, Figiela & Nabzryski, 2013; Mao & Humphrey, 2011; Mark, Niyato & Chen-Khong, 2011; Nodari, Nurminen & Frühwirth, 2016; Pandey, Wu, Guru & Buyya, 2010; Stijven ym., 2014; Van Den Bossche, Vanmechelen & Broeckhove, 2014). Aikaisempi tutkimus perustuukin erilaisten kustannusoptimointimallien ja palveluntarjoajan toteuttaman kustannusoptimoinnin esittämiseen; tutkimusta ei ole tehty siitä, kuinka pienet ja keskisuuret yritykset (engl. *small and medium-sized enterprises, SMEs*) todellisuudessa pyrkivät optimoimaan pilvipalveluihin liittyviä kustannuksiaan.

RightScale-pilvipalveluorganisaation (RightScale, 2017) kyselyn mukaan pilvilaskennan kustannusoptimointi on tämän hetken merkittävin pilvipalveluliitännäinen haaste. Lisäksi pilvilaskennan merkitys on jatkuvassa kasvussa; pilvilaskentamarkkinoiden arvon odotetaan kasvavan yli 240 miljardiin dollariin vuoteen 2020 mennessä (Sultan, 2014). Pk-yritysten tutkiminen on merkityksellistä, sillä ne muodostavat 95 prosenttia kaikista OECD-maiden yrityksistä ja tuottavat merkittävän osan kansantalouksien bruttokansantuotteesta (Gupta, Seetharaman & Raj, 2013). Suomessa pk-yritykset tuottavat 59 prosenttia yritysten kokonaisliikevaihdosta, muodostaen runsaat 40 prosenttia vuosittaisesta BKT:stä (Yrittäjät, 2018). Näistä syistä johtuen tutkimuksen aihe on sekä ajankohdainen että relevantti. Tutkimuksen teoreettinen kontribuutio perustuu Davisin ym. (1989) TAM (Technology Acceptance Model) -mallin laajentamiseen pk-yritysten pilvipalveluiden omaksumisen tason tutkimiseksi. Täten tutkimus on hyödyllinen sekä käytännön että teorian kannalta.

## 1.1 Tutkimuksen tavoite, tutkimusongelma ja -menetelmät

Tämän tutkielman tarkoituksena on selvittää, kuinka pk-yritykset pyrkivät optimoimaan pilvipalveluihin liittyviä kustannuksia. Tutkielman ensimmäinen tutkimuskysymys on:

- Kuinka pk-yritykset pyrkivät optimoimaan pilvipalveluihin liittyviä kustannuksia?

Tutkimuskysymykseen vastaamalla voidaan tarkastella niitä menetelmiä, joita pk-yritykset käyttävät pilvipalveluiden kustannusten optimoimisessa.

Toisena tutkimuskysymyksenä on seuraava kysymys:

- Kuinka pk-yrityksen pilvipalvelukokemus vaikuttaa kustannusoptimointimenetelmiin?

Toiseen tutkimuskysymykseen vastaamalla voidaan selvittää, kuinka pk-yritysten kokemus pilvipalveluiden käytöstä vaikuttaa käytössä oleviin kustannusoptimointimenetelmiin.

Kolmantena tutkimuskysymyksenä on seuraava kysymys:

- Kuinka pk-yritysten pilvipalvelukokemus vaikuttaa koettuun hyödyllisyyteen ja koettuun helppokäyttöisyyteen?

Kolmanteen tutkimuskysymykseen vastaamalla voidaan selvittää, kuinka pk-yritysten pilvipalvelukokemus vaikuttaa pilvipalveluiden koettuun hyödyllisyyteen ja koettuun helppokäyttöisyyteen. Kolmannen tutkimuskysymyksen teoreettisena taustana käytetään edellä mainittua Davisin ym. (1989) TAM-mallia.

Tutkimuksen teoriaosuus on toteutettu käyttäen tutkimusmenetelmänä kirjallisuuskatsausta. Kirjallisuuskatsauksen tiedot kerättiin ACM Digital Library -, Google Scholar -, IEEE eXplore -, ScienceDirect -, Springer LNCS - ja Web of Science -palveluita apuna käyttäen. Aineiston etsimisessä käytettiin muun muassa seuraavia hakusanoja ja niiden yhdistelmiä: *cloud computing*, *cloud services*, *cloud computing service models*, *cloud computing adoption*, *cloud computing costs*, *cloud computing cost optimization*, *cloud service cost optimization*, *cost optimization*, *cloud computing cost reduction*, *cloud computing cost management*, *cloud computing SMEs*, *small and medium-sized enterprises* ja *technology acceptance model*. Kirjallisuuskatsauksessa pyrittiin kokoamaan tieteellisiä julkaisuja, jotka on luokiteltu Julkaisufoorumissa vähintään tasoluokkaan 1.

Tutkimuksen empiirinen osuus on toteutettu survey-kyselynä. Tutkimuksen empiirisen osuuden tavoitteena on vastata edellä mainittuihin tutkimuskysymyksiin.



## 1.2 Tutkielman rakenne

Tämä tutkielma on jaettu seitsemään lukuun. Luvut 2-4 käsittävät tutkielman kirjallisuuskatsauksen, kun taas luvut 5-7 käsittelevät kirjallisuuskatsauksen pohjalta toteutetun survey-tutkimuksen toteutuksen, tulokset ja tulosten pohjalta tehdyn yhteenvedon ja johtopäätökset.

Toisessa luvussa käsitellään pilvilaskentaa ja pilvipalveluita yleisesti. Kyseisen luvun tarkoituksena on tarkastella pilvilaskennan taustatekijöitä, ominaispiirteitä, palvelumalleja ja käyttöönottomalleja. Lisäksi tarkastellaan, millaisia hyötyjä ja haasteita pilvilaskennan omaksumisesta voi seurata. Toisessa luvussa esitellään myös TAM-malli, jota käytetään tutkimuksen kolmannen tutkimuskysymyksen teoreettisena pohjana. Kolmannen luvun tarkoituksena on tarkastella pilvilaskennan kustannusoptimointia. Ensin tarkastellaan aiheeseen liittyvää aikaisempaa tutkimusta, jonka jälkeen käydään läpi yleisimpiä kirjallisuudessa mainittuja kustannusoptimointimenetelmiä. Neljännessä luvussa tarkastellaan pk-yrityksiä. Kyseisen luvun tarkoituksena on määritellä pk-yritykset henkilöstömäärän ja liikevaihdon perusteella. Lisäksi tarkastellaan pk-yritysten kohtamia haasteita, sekä hyötyjä, joita pk-yritykset voivat saada pilvilaskennan omaksumisesta. Viidennessä luvussa käsitellään tutkimusmenetelmä, tiedonkeruumenetelmä, tiedonkeruun kohdejoukko, ja ne tavat, joilla tutkimuksen aineistoa on analysoitu. Kuudennessa luvussa esitellään tutkimuksen tulokset. Seitsemännessä luvussa tehdään yhteenveto ja johtopäätöksiä tutkimuksen tuloksista. Lisäksi tarkastellaan tutkimuksen reliabiliteettia ja validiteettia sekä tutkimuksen tulosten mahdollisia jatkohyödyntämismahdollisuuksia.

## 2 PILVILASKENTA JA PILVIPALVELUT

Tässä luvussa käsitellään pilvilaskentaa ja pilvipalveluita. Ensin pilvilaskentaa käsitellään yleisesti. Tämän jälkeen kerrotaan pilvilaskennan ominaispiirteistä, palvelumalleista, käyttöönottomalleista, pilvilaskennan hyödyistä yrityksille, sekä mahdollisista haasteista, joita yritykset voivat kohdata pilvipalveluita omaksuessaan. Lisäksi esitellään Davisin ym. (1989) TAM-malli, jota käytetään tutkimuksen teoreettisen kontribuution pohjana.

### 2.1 Yleistä pilvilaskennasta

Pilvilaskenta on eräs viime vuosien suosituin IT-maailman ilmiö ja siitä on tullut eräs tärkeimmistä ja tutkituimmista uusista teknologioista. (Bayramusta & Nasir, 2016; Ficco, Esposito, Palmieri & Castiglione, 2016; Gupta ym., 2013; Islam, Keung, Lee & Liu, 2011; Khan, 2016; Leimeister, Böhm, Riedl & Krömer, 2010; Lin & Chen, 2012; Mao, Qi, Duan & Ge, 2017; Singh, Jeong & Park, 2016; Umesh, Srinivasan, Torquato, 2017). Pilvilaskenta onkin aiheuttanut eräänlaisen mullistuksen IT-alalla (Botta, de Donato, Persico & Pescapé, 2016; Garg, Versteeg & Buyya, 2013; Marston, Li, Bandyopadhyay, Zhang & Ghalsasi, 2011). Se on saapunut nopeasti valtavirran tietoisuuteen ja saanut merkittävää huomiota muun muassa tutkijoiden, yritysmaailman ja valtionhallinnon piirissä (Evangelinou, 2018; Lin & Chen, 2012).

Pilvilaskenta on hajottava teknologia (engl. *disruptive technology*), joka vaikuttaa merkittävästi sekä tavallisten internet-palveluiden toimintaan että IT-sektoriin kokonaisuudessaan (Botta ym., 2016; Evangelinou, 2018; Ojala, 2016b; Subashini & Kavitha, 2011; Sultan, 2014). Ojalan (2016a) mukaan pilvilaskenta muuttaa tapoja, joilla IT-palveluita ja informaatiota käytetään, vaikuttaen jokaiseen yhteiskunnan osa-alueeseen. Marston ym. (2011) katsovat pilvilaskennan kehittymisen olevankin mahdollisesti eräs merkittävimmistä edistysaskelista tietojenkäsittelyn historiassa.

Pilvilaskennassa tietojenkäsittelyresursseja, kuten laitteistoja, ohjelmistoja, informaatiota, prosessointitehoa, varastointitilaa, infrastruktuureja, sovelluskehitysalustoja ja verkkokaistanleveyttä, vuokrataan käyttäjille tarpeen perusteella verkon kautta palvelumuodossa (Chaisiri ym., 2010; Chaisiri ym., 2012; Gupta ym., 2013; Huang, Li, Yin & Zhao, 2013; Moura & Hutchinson, 2016; Ojala, 2016a; Raut, Gardas, Jha & Priyadarshinee, 2017; Rochman ym., 2017; Zhang, Cheng & Boutaba, 2010). Nämä resurssit ovat usein virtualisoituja (Huang ym., 2013; Moura & Hutchinson, 2016). Termi ”pilvipalvelut” onkin lähtöisin juuri pilviteknologian tarjoamisesta palvelumuodossa.

NIST (National Institute of Standard and Technologies) -instituutin määritelmää pilvilaskennalle pidetään yleisesti hyväksyttynä aihetta käsittelevässä kirjallisuudessa. Mellin ja Grancen (2011) mukaan NIST-instituutin määritelmä on seuraava:

Pilvilaskenta on tietojenkäsittelymalli, joka mahdollistaa kaikkialla läsnä olevan, käytännöllisen, ja tarpeen mukaan saatavilla olevan pääsyn jaettuihin tietojenkäsittelyresursseihin; kuten verkkoihin, palvelimiin, varastotilaan, sovelluksiin ja palveluihin. Nämä resurssit kytetään ottamaan käyttöön minimaalisella työmäärällä ja palveluntarjoajan kanssa käytävällä vuorovaikutuksella.

Tärkeimpiin pilvipalveluntarjoajiin kuuluvat muun muassa Amazon, Google, IBM ja Microsoft (Armbrust ym., 2009; Botta ym., 2016; Garg ym., 2013; Mao ym., 2017; Mark ym., 2011; Rochman ym., 2017). Näiden toimijoiden lisäksi on olemassa useita avoimen lähdekoodin pilvipalveluita, kuten Apache CloudStack, Eucalyptus, OpenNebula ja OpenStack (Mao ym., 2017).

### 2.1.1 Pilvilaskennan ominaispiirteitä

Useat tutkijat ovat todenneet pilvilaskennan koostuvan viidestä pääasiallisesta ominaisuudesta (ks. Ali, Khan & Vasilakos 2015; Arun, Reji, Shameem & Shaji, 2017; Botta ym., 2016; Brender & Markov, 2013; Dillon, Wu & Chang, 2010; Kim & Kim, 2017; Mell & Grance, 2011; Subashini & Kavitha, 2011) (taulukko 1):

TAULUKKO 1 Pilvilaskennan pääasialliset ominaisuudet (Mukaiillen Brender & Markov, 2013, s. 727; Dillon ym., 2010, s. 27; Mell & Grance, 2011, s. 6.)

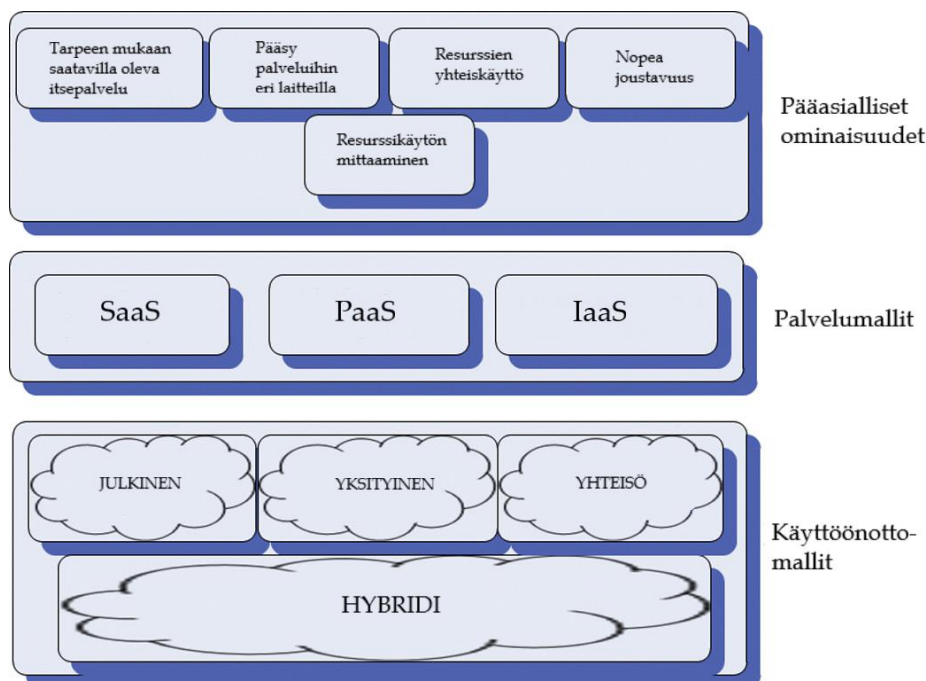
Ominaisuus	Selitys
Tarpeen mukaan saatavilla oleva itsepalvelu (engl. <i>on-demand self-service</i> )	Tarpeen mukaan saatavilla oleva itsepalvelu mahdollistuu, kun kuluttaja voi pilvilaskennan avulla ottaa käyttöön tietojenkäsittelykapasiteettia, kuten palvelinaikaa ja varastointitilaa, ilman tarvetta vuorovaikutukselle palveluntarjoajan kanssa.

(jatkuu)

## Taulukko 1 (jatkuu)

Pääsy palveluihin eri laitteilla (engl. <i>broad network access</i> )	Pilvilaskenta mahdollistaa pääsyn palveluihin eri laitteilla, kun resursseihin ja palveluihin on mahdollista päästä käsiksi verkon kautta heterogeenisten alustojen, kuten puhelinten, tablettien, kannettavien tietokoneiden ja työasemien, kautta.
Resurssien yhteiskäyttö (engl. <i>resource pooling</i> )	Palveluntarjoajan tietojenkäsittelyresurssit jaetaan useille kuluttajille samanaikaisesti. Erilaiset fyysiset ja virtuaaliset resurssit, kuten varastointitila, prosessointikapasiteetti ja muisti, voidaan kohdentaa dynaamisesti kuluttajien vaatimusten perusteella.
Nopea joustavuus (engl. <i>rapid elasticity</i> )	Nopea joustavuus syntyy pilvilaskennan mahdollistamasta kapasiteetin joustavasta kohdentamisesta ja vapauttamisesta vastaamaan kuluttajien resurssitarpeisiin. Pilvilaskennan resurssit ovat kuluttajalle näennäisesti loputtomia ja niitä voidaan ottaa käyttöön haluttu määrä milloin vain.
Resurssikäytön mittaaminen (engl. <i>measured service</i> )	Pilvijärjestelmät hallitsevat ja optimoivat automaattisesti kuluttajien resurssienkäyttöä. Resurssienkäytön tarkkaileminen, hallinta ja mittaaminen luovat läpinäkyvyyttä sekä palveluntarjoajalle että kuluttajalle.

Seuraavassa kuviossa (kuvio 1) Ali ym. (2015) luovat yleiskuvan pilvilaskennasta teknologiana NIST-instituutin määritelmän perusteella:



KUVIO 1 Pilvilaskennan yleiskuva (Mukaillen Ali ym., 2015, s. 359)

Aiheeseen liittyvän kirjallisuuden mukaan pilviresurssien saatavuus tarpeen mukaan (engl. *on-demand*) verkon kautta on pilvilaskennalle ominaista (Ali ym., 2015; Alkhanak, Lee, Rezaei & Parizi, 2016; Armbrust ym., 2009; Armbrust ym., 2010; Botta ym., 2016; Evangelinou, 2018; Ficco ym., 2016; Hashizume, Rosado, Fernández-Medina & Fernandez, 2013; Mao ym., 2017; Raut ym., 2017; Rochman ym., 2017; Singh ym., 2016; Tanković ym., 2017; Wu, Ishikawa, Zhu, Xia & Wen, 2017). Tilauspohjainen maksu käyttömäärän perusteella (engl. *pay-as-you-go*) nostetaan myös usein esille pilvilaskennan ominaisuuksia käsittelevässä kirjallisuudessa. Merkittävä osa tutkijoista pitää käyttömäärän perusteella veloittavaa hinnoittelumallia ominaisena pilvilaskennalle (ks. Ali ym., 2015; Alkhanak ym., 2016; Armbrust ym., 2010; Arun ym., 2017; Aslanpour, Ghobaei-Arani & Toosi, 2017; Evangelinou, 2018; Ficco ym., 2016; Hsu, Ray & Li-Hsieh, 2014; Lin & Chen, 2012; Tanković ym., 2017; Wu ym., 2017; Xu, Tang & Tian, 2018). Myös joustavuutta, skaalautuvuutta ja dynaamisuutta pidetään pilvilaskennan perusominaisuuksina (Arun ym., 2017; Aslanpour ym., 2017; Evangelinou ym., 2018; Ficco ym., 2016; Hashizume ym., 2013; Lin & Chen 2012; Mao ym., 2017; Marston ym., 2011; Rochman ym., 2017; Singh ym., 2016; Xu ym., 2018).

Botta ym. (2016) katsovat, että pilvilaskenta mahdollistaa lähes rajattoman varastointi- ja prosessointikapasiteetin. Myös Evangelinoun (2018), Islamin ym. (2011) ja Xun ym. (2018) mukaan pilvilaskennan erottaa perinteisistä tietojenkäsittelymalleista sen tarjoama näennäisesti loputon resurssikapasiteetti. Näitä resursseja voidaan ottaa käyttöön nopeasti minimaalisilla hallintatoimilla ja palveluntarjoajan kanssa käytävällä vuorovaikutuksella (Hashizume ym., 2013). Arun ym. (2017) ja Marston ym. (2011) katsovat, että pilvilaskennalle onkin ominaista itsepalvelu, sillä pilvilaskennassa kaikki käyttöönottoon, toimintaan ja ylläpitoon

liittyvät tehtävät ovat palveluntarjoajan vastuulla (Evangelinou, 2018; Haselmann & Vossen, 2011).

Eräs pilvilaskennan ominaispiirre on myös sen mahdollistama laiteriippumattomuus, eli datan ja tiedostojen hallinta miltä tahansa laitteelta käsin (Marston ym., 2011; Raut ym., 2017). Eräiden tutkijoiden mukaan riippumattomuus sijainnista on laiteriippumattomuuden lisäksi pilvilaskennalle ominaista (ks. Ali ym., 2015; Hashizume ym. 2013; Iyer & Henderson, 2010; Marston ym., 2011; Subashini & Kavitha, 2011; Zhang ym., 2010). Weinhardt ym. (2009) katsovat, että mahdollisuus resurssien käytön monitorointiin muodostaa erään tärkeimmistä pilvilaskennan ominaisuuksista. Pilvilaskennan avainominaisuuksiin kuuluu näiden ominaisuuksien lisäksi muun muassa korkea saatavuus ja luotettavuus. (Mao ym., 2017; Singh ym., 2016.)

Pilviarkkitehtuuri voidaan jakaa neljään kerrokseen: laitteisto-, infrastruktuuri-, alusta- ja sovelluskerrokseen. Jokaista kerrosta voidaan pitää palveluna ylemmälle kerrokselle ja kuluttajana alemman kerroksen tarjoamalle palvelulle. (Botta ym., 2016; Zhang ym., 2010.) Marstonin ym. (2011) mukaan tämän arkkitehtuurin abstraktio on pilvilaskennalle ominaista.

### 2.1.2 Pilvilaskennan taustatekijöitä

Pilvilaskennan synnylle ei ole olemassa yksiselitteistä määritelmää, sillä eri lähteet katsovat pilvilaskennan syntyneen eri lähtökohdista. Pilvilaskenta sai kuitenkin syntynsä periaatteessa jo 1960-luvulla John McCarthyn (1960) ajatusten myötä. Hän toi ensimmäisenä esille ajatuksen siitä, että tietojenkäsittelyresurssit voitaisiin tarjota asiakkaille hyödykkeinä. Marstonin ym. (2011) mukaan pilvilaskenta sai ajatuksena syntynsä vuonna 1965, kun Western Union määritteli yhtiön tulevaisuuden roolin maanlaajuisena ”informaatiohyödykkeenä”. Buyya, Yeo ja Venugopal (2008) taas katsovat, että pilvilaskennan juuret sijaitsevat vuodessa 1969, kun ARPANET-projektin Leonard Kleinrock ennusti tietojenkäsittelyresurssien tarjoamisen hyödykkeinä.

Termiä ”pilvi” on käytetty pilvilaskennan yhteydessä jo 1990-luvulta saakka, kun sitä käytettiin ATM-verkkojen kuvaamisessa (Zhang ym., 2010). Linin ja Chenin (2012) mukaan pilvilaskenta mainittiin terminä ensimmäisen kerran jo vuonna 1997, mutta siitä on tullut suosittu termi vasta viime vuosien aikana. Bottan ym. (2016) ja Zhangin ym. (2010) mukaan pääajatus pilviteknologian takana ei ole tuore, mutta kyseinen termi alkoi saada heidän mukaansa merkittävää huomiota vasta sen jälkeen kun Googlen Eric Schmidt käytti sitä vuonna 2006. Voukin (2008) mukaan pilvilaskennasta taas tuli tunnettu termi vuonna 2007, kun IBM ja Google ilmoittivat yhteistyöstään pilvilaskennan parissa.

Armbrust ym. (2010), Leimeister ym. (2010) ja Sultan (2014) tarjoavat pilvilaskennan taustalle palvelulähtöistä näkökulmaa. Armbrust ym. (2010) katsovat, että pilvilaskenta perustuu palveluina tarjottaville sovelluksille sekä laitteistoille ja ohjelmistoille, joiden avulla nämä palvelut kyetään tuottamaan. Leimeisterin ym. (2010) mukaan pilvilaskenta perustuu virtualisointiin ja resurssien tarjoamiseen palveluna yhden tai useamman palveluntarjoajan kautta. Sultan (2014) taas

katsoo pilvilaskennan olevan uudenlainen palvelukeskeinen liiketoimintamalli, joka tarjoaa alun perin fyysisessä muodossa olleita palveluita verkon kautta.

Useat tutkijat katsovat pilvilaskennan perustuvan teknologiseen kehitykseen (ks. Ali ym., 2015; Buuya ym., 2008; Dillon ym., 2010; Marston ym., 2011; Moura & Hutchinson, 2016; Sultan, 2011; Vouk, 2008; Wang ym., 2008; Zhang ym., 2010). Alin ym. (2015) ja Marstonin ym. (2011) mukaan pilvilaskenta perustuu virtualisointiin, saman resurssivarannon tarjoamiseen useille kuluttajille yhtäaikaaisesti (engl. *multitenancy*) ja verkkopalveluiden kehittymiseen. Buuya ym. (2008) taas katsovat, että pilvilaskenta perustuu muun muassa virtualisointiin, dynaamiseen resurssien varaamiseen ja Web 2.0 -teknologiaan. Myös Sultan (2011) katsoo, että pilvilaskennan syntyminen johtuu virtualisoinnin kehitymisestä, ryväslaskennasta (engl. *grid computing*) ja internetin kehitymisestä.

Monet tutkijat katsovat, että pilvilaskenta perustuu sekä sen palvelulähtöiseen näkökulmaan että teknologiseen kehitykseen (ks. Armbrust ym., 2009; Dillon ym., 2010; Hashizume ym., 2013; Huang ym., 2013; Iyer & Henderson, 2010; Lin & Chen, 2012; Marston ym., 2011; Moura & Hutchinson 2016; Vouk, 2008; Zhang ym., 2010). Armbrustin ym. (2009) mukaan pilvilaskennan synnyn taustalla vaikuttivat erittäin laajaskaalaisten datakeskusten yleistyminen, uudet liiketoimintamallit ja teknologiatrendit. Dillonin ym. (2010) sekä Linin ja Chenin (2012) mukaan pilvilaskenta perustuu palvelulähtöiseen tietojenkäsittelyyn (engl. *service-oriented computing*) ja ryväslaskentaan. Lin ja Chen (2012) lisäävät pilvilaskennan taustalle näiden tekijöiden lisäksi verkkotietojenkäsittelyn (engl. *network computing*) ja hyödyketietojenkäsittelyyn (engl. *utility computing*). Hashizume ym. (2013) katsovat, että pilvilaskenta perustuu palvelulähtöiseen arkkitehtuuriin, virtualisointiin ja Web 2.0:aan. Huang ym. (2013), Moura ja Hutchinson (2016), Vouk (2008) ja Zhang ym. (2010) katsovat, että pilvilaskenta perustuu virtualisointiin ja ryväslaskentaan. He korostavat kuitenkin sitä, että eräs pilvilaskennan synnyn merkittävimmistä taustatekijöistä on sen palvelulähtöisyys. Iyerin ja Hendersonin (2010) näkökulman mukaan pilvilaskenta on sekä teknologian että IT-pohjaisten ratkaisujen toimittamiseksi luodun liiketoimintamallin yhdistelmä. Marston ym. (2011) korostavat sitä, että pilvilaskenta edustaa pohjimmiltaan kahden IT-trendin, IT-tehokkuuden ja liiketoimintaketteryuden (engl. *business agility*), yhdistymistä.

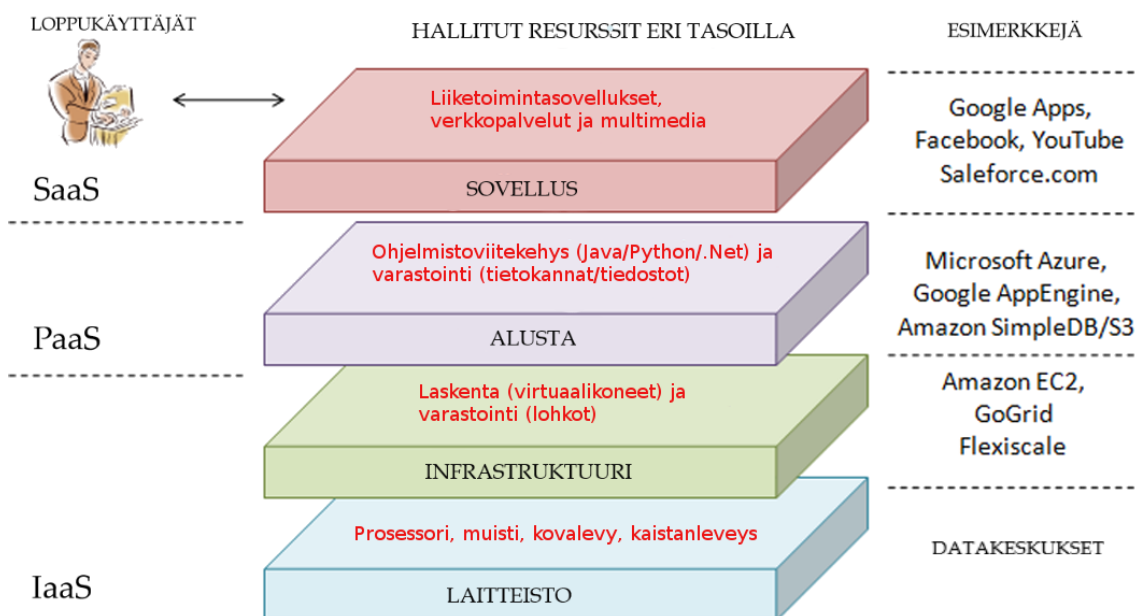
## 2.2 Pilvilaskennan palvelumallit

Pilvilaskenta jaetaan yleisesti aihetta käsittelevässä kirjallisuudessa kolmeen eri palvelumalliin (engl. *service model*) (ks. Ali ym., 2015; Alkhanak ym., 2016; Brender & Markov, 2013; Chang, Walters & Wills, 2013; Gupta ym., 2013; Hashizume ym., 2013; Hsu ym., 2014; Khan, 2016; Lin & Chen 2012; Mao ym., 2017; Mell & Grance, 2011; Moura & Hutchinson, 2016; Ojala, 2016a; Oliveira, Thomas & Espadanal, 2014; Raut ym., 2017; Singh ym., 2016; Wei & Yeh, 2017):

- Software-as-a-Service (SaaS)

- Platform-as-a-Service (PaaS)
- Infrastructure-as-a-Service (IaaS)

Zhangin ym. (2010) kuva (kuvio 2) esittelee eri palvelumallit ja niihin kuuluvat tasot sekä antaa esimerkkejä eri tasoilla hallituista resursseista ja sovelluksista:



KUVIO 2 Pilviarkkitehtuuri (Mukaiillen Zhang ym., 2010, s. 9)

### 2.2.1 SaaS

SaaS on jatkuvasti suuremmassa suosiossa oleva työkalu, jolla kyetään ottamaan käyttöön erinäisiä liiketoimintasovelluksia (Seethamraju, 2015). Changin ym. (2013) ja Guptan ym. (2013) mukaan SaaS koostuu sovellusten tarjoamisena loppukäyttäjälle verkon kautta palvelumuodossa. Laatikainen ja Ojala (2014) katsovat, että SaaS muodostuu sekä ohjelmistoarkkitehtuurillisista että liiketoimintamallimaisista ominaispiirteistä. Gupta ym. (2013) korostavat sitä, että SaaS on kaikkein suosituin ja kypsien pilvilaskennan palvelumalli.

Chang ym. (2013) ja Sultan (2011) katsovat, että SaaS-palvelumallissa sovelluksia välitetään kuluttajille verkon kautta palvelumuodossa. SaaS koostuu palveluntarjoajan loppukäyttäjille tarjoamista sovelluksista, joihin voi päästä käsiksi pelkän verkkoselaimen kautta (Haselmann & Vossen, 2011; Laatikainen & Ojala, 2014). Sovellusten asentamisen ja ylläpitämisen sijaan kuluttaja voi päästä käsiksi niihin helposti verkon kautta. Tämä vapauttaa kuluttajan monimutkaisista ohjelmistojen ja laitteistojen ylläpitotehtävistä (Marston ym., 2011; Sultan, 2011.) SaaS:n avulla kuluttajille tarjotaan sovelluksia ja/tai palveluita käyttäen pilviinfrastruktuuria tai -alustaa (Chang ym., 2013).

SaaS-palvelumallin avulla käyttäjät kykenevät pääsemään käsiksi sovelluksiin milloin tahansa ja miltä tahansa laitteelta käsin, jakamaan dataa ja tekemään



tehokkaampaa yhteistyötä sekä pitämään dataansa tallessa pilvi-infrastruktuurissa. Lisäksi SaaS mahdollistaa organisaation toimintaan liittyvien haasteiden ulkoistamisen palveluntarjoajalle. (Armbrust ym., 2009.) Palveluntarjoaja tarjoaa sovelluksen, joka suoritetaan pilvi-infrastruktuurin päällä. SaaS mahdollistaa myös kulusäästöt, kun yritysten ei tarvitse enää maksaa ohjelmistolisensseistä. (Lin & Chen, 2012.) Gargin ym. (2013) ja Seethamrajun (2015) mukaan SaaS:n avulla yritykset kykenevät pääsemään käsiksi kulutehokkaasti muun muassa asiakkuudenhallintajärjestelmiin ja ERP (Enterprise Resource Planning) -järjestelmiin.

Haselmann ja Vossen (2011) katsovat, että SaaS on erityisen houkutteleva palvelumalli pk-yrityksille, sillä ne pyrkivät usein vähentämään kulujaan ja samanaikaisesti kehittämään IT-ympäristöjensä joustavuutta. SaaS antaakin pk-yrityksille mahdollisuuden hyödyntää ulkoisia resursseja ja kyvykkyyksiä sekä selviytyä paremmin ulkoisista paineista (Seethamraju, 2015). Seethamrajun (2015) mukaan pk-yritykset voivat hyötyä erityisesti SaaS-palvelumallin avulla tarjotuista edellä mainituista ERP-järjestelmistä. ERP-järjestelmien avulla pk-yritykset voivat tehostaa liiketoimintaprosessejaan, parantaa informaationsa tarkkuutta ja läpinäkyvyyttä ja hallita informaatiotansa paremmin. Aikaisemmin ERP-järjestelmien implementointi on ollut erittäin kallista, mutta pilvilaskennan myötä jokainen pk-yritys kykenee pääsemään käsiksi kustannustehokkaisiin ERP-ratkaisuihin. (Seethamraju, 2015.) SaaS:n avulla pk-yritykset kykenevät lisäksi vähentämään kulujaan, pääsemään käsiksi globaaleihin innovaatioihin ja skaalaamaan toimintojaan tehokkaammin. SaaS mahdollistaa myös nopean ja helpon sovellusten käyttöönoton, luotettavan toiminnan, tietoturvan ja riskien minimoinnin. (Seethamraju, 2015.) SaaS-palvelumallin omaksuminen liittyy Wun, Lanin ja Leen (2011b) mukaan enemmän strategisten kuin taloudellisten hyötyjen saavuttamiseen. Tämän lisäksi SaaS:n omaksuminen riippuu voimakkaammin subjektiivisista kuin teknisistä riskeistä (Wu ym., 2011b).

Chang ym. (2013) sijoittavat SaaS:n pilviarkkitehtuurissa ylimmäksi kerrokseksi. Myös Ojala (2016a) katsoo, että SaaS tarjoaa sovelluksia PaaS- ja IaaS-palvelumallien päälle. Merkittävimpiin SaaS-palveluntarjoajiin kuuluvat muun muassa Cisco, Google, Microsoft, NetSuite, Salesforce, TurboTax ja Yahoo (Gupta ym., 2013; Marston ym., 2011; Sultan, 2011).

Seuraavassa taulukossa on esitetty palveluntarjoajan ja kuluttajan hallintavastuu SaaS-palvelumallissa Mouraa ja Hutchinsonia (2016) mukailten (taulukko 2):

TAULUKKO 2 Palveluntarjoajan ja kuluttajan kontrollivastuu SaaS-palvelumallissa (Mukaiillen Moura & Hutchinson, 2016, s. 117)

Sovelluskerros	Väliohjelmisto (engl. <i>middleware</i> )	Käyttöjärjestelmä	Laitteisto
----------------	---	-------------------	------------

(jatkuu)

Taulukko 2 (jatkuu)

<b>Palveluntarjoaja</b>	<i>Ylläpitokontrolli</i>	<i>Täysi kontrolli</i>	<i>Täysi kontrolli</i>	<i>Täysi kontrolli</i>
<b>Kuluttaja</b>	<i>Rajoitettu ylläpitokontrolli, käyttäjätason kontrolli</i>	<i>Ei kontrollia</i>	<i>Ei kontrollia</i>	<i>Ei kontrollia</i>

### 2.2.2 PaaS

Chang ym. (2013) sekä Haselmann ja Vossen (2011) katsovat, että PaaS-palvelumallissa tietojenkäsittelyresursseja tarjotaan kuluttajille alustamuodossa. Kuluttaja voi kehittää, rakentaa, käyttöönottaa, käyttää ja ylläpitää sovelluksia ja palveluita tarjotun alustan päällä (Chang ym., 2013; Garg ym., 2013). Guptan ym. (2013) ja Ojalan (2016a) mukaan PaaS koostuu erilaisten alustojen ja sovelluskehitystyökalujen tarjoamisesta loppukäyttäjälle verkon välityksellä. Sultan (2011) taas katsoo, että PaaS koostuu muun muassa käyttöjärjestelmien, tietokantojen ja palvelimien tarjoamisesta verkon kautta. Gupta ym. (2013) mainitsevat PaaS-palvelumallin avulla tarjotuiksi työkaluiksi muun muassa Javan, .NET:in ja Pythonin.

PaaS tarjoaa sovelluskehittäjille ketterän kehitysympäristön, joka mahdollistaa sovellusten nopean kehittämisen ja välittömän käyttöönoton (Lin & Chen, 2012). Gargin ym. (2013) mukaan edellä mainittu PaaS-palvelumallin mahdollistama sovellusten nopea kehittäminen ja käyttöönotto johtuu SaaS:n mahdollistamasta alla olevien sovellus- ja laitteistokerrosten ostamiseen ja hallitsemiseen liittyvien kulujen ja kompleksisuuden poistamisesta. Merkittävimpiin PaaS-palveluntarjoajiin kuuluvat muun muassa AWS (Amazon Web Services), Google App Engine, IBM Cloudburst, Microsoft Azure, Rackspace ja Salesforce (Garg ym., 2013; Gupta ym., 2013; Sultan, 2011).

Seuraavassa taulukossa on esitetty palveluntarjoajan ja kuluttajan hallintavastuu PaaS-palvelumallissa Mouraa ja Hutchinsonia (2016) mukailten (taulukko 3):

TAULUKKO 3 Palveluntarjoajan ja kuluttajan kontrollivastuu PaaS-palvelumallissa (Mukaiillen Moura & Hutchinson, 2016, s. 117)

	<b>Sovelluskerros</b>	<b>Väliohjelmisto</b>	<b>Käyttöjärjestelmä</b>	<b>Laitteisto</b>
<b>Palveluntarjoaja</b>	<i>Ei kontrollia</i>	<i>Ylläpitokontrolli</i>	<i>Täysi kontrolli</i>	<i>Täysi kontrolli</i>
<b>Kuluttaja</b>	<i>Ylläpitokontrolli</i>	<i>Ohjelmistosta käyttöliittymään</i>	<i>Ei kontrollia</i>	<i>Ei kontrollia</i>

### 2.2.3 IaaS

Gupta ym. (2013) katsovat IaaS-palvelumallin koostuvan fyysisten laitteiden, kuten virtuaalikoneiden, palvelimien ja varastointitilan, tarjoamisesta loppukäyttäjille verkon kautta. Sultan (2011) taas katsoo IaaS-palvelumallin koostuvan täyden tietokoneinfrastruktuurin tarjoamisesta verkon kautta. IaaS-palvelumalli tarjoaa palvelunkäyttäjille ympäristön, jossa voidaan käyttää ja ylläpitää virtuaalikoneita ja varastointitilaa (Garg ym., 2013). Marstonin ym. (2011) ja Ojalan (2016a) mukaan IaaS tarjoaa tietojenkäsittely- ja varastointikapasiteettia palveluna. Myös Haselmannin ja Vossenin (2011) mukaan IaaS koostuu virtualisoidujen laitteistoresurssien tarjoamisesta palveluna. Kyseiset resurssit voidaan ottaa käyttöön fyysisten resurssien sijaan (Haselmann & Vossen, 2011).

Chaisiri ym. (2010) katsovat, että IaaS hyödyntää virtualisointia resurssien tarjoamiseksi kuluttajille. Kuluttajat voivat määrittää tarvitut sovellukset ja koota ne yhteen virtuaalikoneiden (engl. *virtual machine*) avulla. Lopuksi nämä virtuaalikoneet ulkoistetaan palveluntarjoajien omistamiin kolmannen osapuolen sijainteihin, kuten datakeskuksiin. (Chaisiri ym., 2010; Chaisiri ym., 2012.) Changin ym. (2013) mukaan IaaS tarjoaa kuluttajille infrastruktuurin abstraktion virtuaalisten resurssien hallitsemista, ylläpitoa ja kohdentamista varten. IaaS-palvelumallissa virtuaalikoneita vuokrataan kuluttajille nk. virtuaalikoneinstansseina (engl. *virtual machine instance*) verkon välityksellä. Näitä instansseja tarjotaan tyyppillisesti valmiiksi määriteltyjen resurssispesifikaatioiden perusteella. (Van den Bossche ym., 2014.) Instanssityyppi määrittelee virtuaalikoneen arkkitehtuurin, prosessoreiden lukumäärän, prosessointitehon, muistin määrän, verkko- ja levykaistan ja kovalevyn koon. Virtuaalikoneinstanssien käytöstä veloitetaan tyyppillisesti käyttömäärän perusteella. (Van den Bossche ym., 2014.) Kyseenomaisen virtuaalikoneinstanssien kustannusoptimointimenetelmiä käsitellään tarkemmin luvussa 3. Merkittävimpiin IaaS-palveluntarjoajiin kuuluvat muun muassa Amazon EC2, Amazon S3, GoGrid, Joyent ja Rackspace (Gupta ym., 2013; Marston ym., 2011; Ojala, 2016a; Sultan, 2011; Van den Bossche ym., 2014).

Seuraavassa taulukossa on esitetty palveluntarjoajan ja kuluttajan hallintavastuu IaaS-palvelumallissa Mouraa ja Hutchinsonia (2016) mukailten (taulukko 4):

TAULUKKO 4 Palveluntarjoajan ja kuluttajan kontrollivastuu IaaS-palvelumallissa (Mukailten Moura & Hutchinson, 2016, s. 117)

	Sovelluskerros	Väliohjelmisto	Vieras-käyttäjärjestelmä	Hypervisor	Laitteisto
<b>Palveluntarjoaja</b>	<i>Ei kontrollia</i>	<i>Ei kontrollia</i>	<i>Ei kontrollia</i>	<i>Ylläpito-kontrolli</i>	<i>Täysi kontrolli</i>
<b>Kuluttaja</b>	<i>Täysi kontrolli</i>	<i>Täysi kontrolli</i>	<i>Täysi kontrolli</i>	<i>Pyyntöjen tekeminen</i>	<i>Ei kontrollia</i>

## 2.3 Pilvilaskennan käyttöönottomallit

Pilvilaskenta jaetaan aihetta käsittelevässä kirjallisuudessa yleisesti neljään eri käyttöönottomalliin (engl. *deployment model*) (ks. Ali ym., 2015; Botta ym., 2016; Brender & Markov, 2013; Chang ym., 2013; Dillon ym., 2010; Gupta ym., 2013; Marston ym., 2011; Mell & Grance, 2011; Singh ym., 2016; Subashini & Kavitha, 2011; Sultan, 2014):

- Yksityinen pilvi (engl. *private cloud*)
- Julkinen pilvi (engl. *public cloud*)
- Yhteisöpilvi (engl. *community cloud*)
- Hybridipilvi (engl. *hybrid cloud*)

Lisäksi Botta ym. (2016), Singh ym. (2016) ja Zhang ym. (2010) mainitsevat virtuaalisen yksityispilven (engl. *virtual private cloud*), joka pyrkii vastaamaan tyypillisiin yksityisen ja julkisen pilven haasteisiin hyödyntämällä VPN-tekniologiaa.

Jokaisessa käyttöönottomallissa on omat etunsa ja haasteensa. Tästä johtuen oikean käyttöönottomallin valitseminen riippuu vahvasti organisaation rakenteesta ja voimassa olevasta liiketoimintatilanteesta. (Botta ym., 2016.)

### 2.3.1 Julkinen pilvi

Julkinen pilvi koostuu julkisissa verkoissa tarjotuista palveluista. Julkinen pilvi sopii erityisen hyvin organisaatioille, jotka haluavat säästää kustannuksissa ja ajassa ilman käyttöönottoa ja ylläpitotoimiin liittyviä velvoitteita. (Chang ym., 2013.) Julkinen pilvi on kustannustehokkain vaihtoehto organisaatioille, jotka eivät ole vielä omaksuneet pilvipalveluita toimintaansa. Julkiseen pilveen liittyvät haasteet koostuvat tietoturva- ja laillisuus- ja eettisiin tekijöihin liittyvistä ongelmista. (Chang ym., 2013.) Gupta ym. (2013) ja Marston ym. (2011) katsovat, että julkinen pilvi on erittäin kulutehokas vaihtoehto erityisesti pk-yrityksille. Julkisen pilven palveluntarjoajiin kuuluvat muun muassa Amazon EC2 ja Amazon S3 (Chang ym., 2013).

### 2.3.2 Yksityinen pilvi

Yksityisessä pilvessä pilvipalvelut otetaan käyttöön organisaation sisäisesti (Chang ym., 2013; Marston ym., 2011). Tämän seurauksena dataan pääsevät käsiin pelkästään organisaation sisäiset käyttäjät. Yksityinen pilvi onkin erityisen sopiva vaihtoehto organisaatioille, jotka pyrkivät keskittymään yksityisyyden ja tietoturvan parantamiseen. (Chang ym., 2013.) Yksityinen pilvi sopii myös organisaatioille, jotka pyrkivät muuttamaan tai yksinkertaistamaan työntekijöidensä työskentelytapoja (Chang ym., 2013). Marston ym. (2011) katsovat, että yksityinen pilvi tarjoaa julkisen pilven edut organisaation sisältä käsin hallittuna. Yksi-

tyisen pilven haasteet liittyvät aikaa vieviin, monimutkaisiin ja kalliisiin käyttöönottoihin (Chang ym., 2013). Guptan ym. (2013) mukaan yksityinen pilvi on erityisen hyvin soveltuva käyttöönottomalli suurille yrityksille.

### 2.3.3 Hybridi pilvi

Hybridi pilvi koostuu julkisen ja yksityisen pilven yhdistelmästä (Chang ym., 2013; Gupta ym., 2013). Hybridi pilvi on erityisen sopiva käyttöönottomalli organisaatioille, jotka haluavat vähentää kulujaan säilyttäen samalla yksityisyytensä ja tietoturvasa tason korkeana (Chang ym., 2013). Hybridille pilvelle on tyypillistä se, että epäkriittinen informaatio ulkoistetaan julkiseen pilveen, kun taas liiketoimintakriittiset palvelut ja data pidetään organisaation sisäisessä hallinnassa (Marston ym., 2011). Hybridi pilvi mahdollistaa joustavan resurssien käytön pilvilaskentakuluttajille. Hybridi pilvi on kuitenkin muita käyttöönottomalleja kompleksisempi kulujen suhteen. (Alkhanak ym., 2016.) Hybridin pilven haasteet liittyvät pääasiallisesti erilaisten arkkitehtuurien integroimisen suhteelliseen haastavuuteen (Chang ym., 2013).

### 2.3.4 Yhteisöpilvi

Changin ym. (2013) mukaan Ahronovitz ym. (2010) NIST-instituutista määrittelevät yhteisöpilven seuraavalla tavalla:

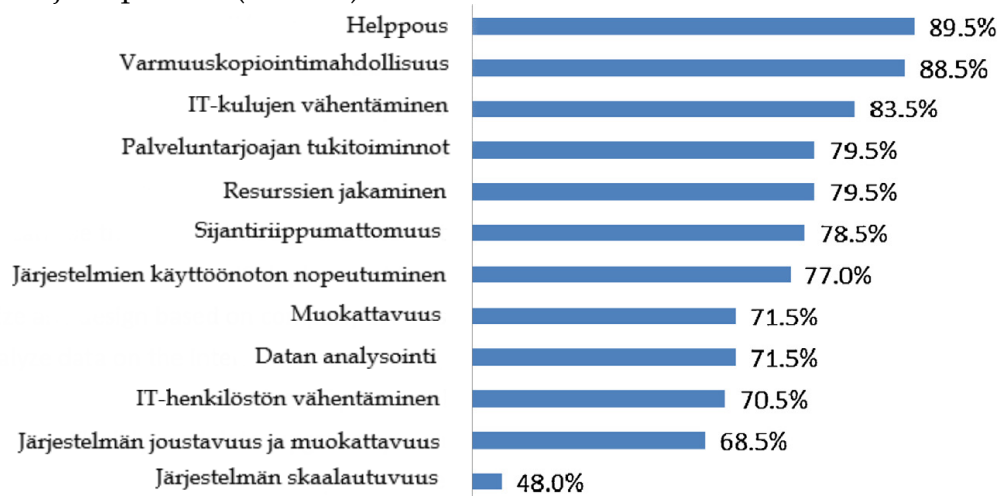
Yhteisöpilvi on pilvilaskennan käyttöönottomalli jota hallitsee ja käyttää jaettujen intressien, kuten tarkkojen tietoturva vaatimusten tai yhteisen tavoitteen, yhdistämä organisaatioiden joukko.

Chang ym. (2013) korostavat yhteisöpilven olevan pilvilaskennan käyttöönottomalleista kaikkein tuorein. Yhteisöpilvi sisältää ominaisuuksia muista kolmesta käyttöönottomallista. Yhteisöpilvelle on ominaista myös se, että se on usein jonkin yhteisön kehittämä. (Chang ym., 2013; Marston ym., 2011.) Yhteisöpilvi sopeekin erityisen hyvin erilaisten konseptien testausalustaksi (Chang ym., 2013).

## 2.4 Pilvilaskennan mahdollistamat hyödyt

Pilvilaskentaa ja pilvipalveluita käsittelevässä kirjallisuudessa valitsee yleinen konsensus siitä, että pilvilaskennan omaksuminen tuo mukanaan kiistattomia hyötyjä yrityksille (ks. Ali ym., 2015; Armbrust ym., 2009; Armbrust ym., 2010; Assante, Castro, Hamburg & Martin, 2016; Brender & Markov, 2013; Buyya ym., 2008; Chang ym., 2013; Gupta ym., 2013; Hsu ym., 2014; Khan, 2016; Lacity & Reynolds, 2014; Leavitt, 2009; Lin & Chen, 2012; Moura & Hutchinson, 2016; Ojala, 2016a; Oliveira ym., 2014; Seethamraju, 2015; Singh ym., 2016; Sultan, 2014; Vouk, 2008; Zhang ym., 2010).

Hsu ym. (2014) tutkivat syitä, joiden vuoksi yritykset katsovat hyödylliseksi siirtää toimintojaan pilveen (kuvio 3):



KUVIO 3 Syitä toimintojen siirtämiseen pilveen (Mukaillen Hsu ym., 2014, s. 479)

Merkittävimpinä pilvilaskennan omaksumiseen liittyvinä etuina mainitaan kirjallisuudessa kustannustehokkuus ja kulujen vähentäminen, riskien vähentäminen, joustavuus ja skaalautuvuus sekä useat muut edut.

#### 2.4.1 Kustannustehokkuus ja kulujen vähentäminen

Useiden tutkijoiden mukaan vähentyneet kustannukset ovat eräänä merkittävimpinä pilvilaskennan mahdollistamana hyötynä yrityksille (ks. Chasiri ym., 2012; Gupta ym., 2013; Hashizume ym., 2013; Khan, 2016; Oliveira ym., 2014; Raut ym., 2017; Subashini & Kavitha, 2011)

Kirjallisuuden mukaan pilvilaskennan mahdollistamalle kustannusten vähentämiselle ja kustannustehokkuudelle on olemassa useita eri syitä.

Eräiden tutkijoiden mukaan pilvilaskennan kustannustehokkuus johtuu sen mahdollistamasta resurssien käytön tehostumisesta (ks. esim. Chang ym., 2013; Garg ym. 2013; Lin & Chen, 2012; Mark ym., 2011; Singh, 2016). Useat muut tutkijat taas katsovat, että tämä kustannustehokkuus johtuu pilvilaskennan mahdollistamasta IT-infrastruktuurin rakentamisen, kehittämisen ja ylläpitämisen välttämisestä (ks. Ali ym., 2015; Armbrust ym., 2010; Assante ym., 2016; Botta ym., 2016; Chang ym., 2013; Garg ym., 2013; Gupta ym., 2013; Islam ym., 2011; Mansouri & Buyya, 2016; Mark ym., 2011; Marston ym., 2011; Subashini & Kavitha, 2011; Van den Bossche ym., 2014). Armbrust ym. (2009), Mark ym. (2011) sekä Subashini ja Kavitha (2011) taas katsovat, että pilvilaskennan kustannustehokkuus johtuu henkilöstökulujen vähentämisestä. Zhangin ym. (2010) näkökulmasta vähentyneen kustannukset johtuvat pilvilaskennan mahdollistamasta toimintakulujen laskemisesta. Myös Armbrust ym. (2009), Armbrust ym. (2010) ja Botta ym. (2015) katsovat, että pilvilaskenta johtaa alentuneisiin toimintakuluihin.

Marstonin ym. (2011) ja Zhangin ym. (2010) mukaan pilvilaskenta vähentää huomattavasti erinäisiä etukäteismaksuja, jotka estävät monia organisaatioita ottamasta käyttöön tuoreimpia IT-palveluita. He katsovat, että pilvilaskenta laskee huomattavasti tätä kautta pienten yritysten kilpailuun mukaan tulemisen kuluja (engl. *barriers of entry*). Popovići ja Hocenski (2010) sekä Subashini ja Kavitha (2011) korostavatkin sitä, että pilvilaskennan kustannustehokkuus johtuu sen mahdollistamasta käsiksi pääsystä parhaisiin mahdollisiin liiketoimintasovel-luksiin ja infrastruktuuriresursseihin matalilla kuluilla. Chaisiri ym. (2012) taas katsovat, että vähentyneet kustannukset syntyvät tietojenkäsittelyresurssien hal-linnan siirtymisestä palveluntarjoajan vastuulle.

#### **2.4.2 Riskien vähentäminen ja tietoturvan parantaminen**

Useiden lähteiden mukaan pilvilaskennasta seuraava toimintojen ulkoistaminen mahdollistaa riskien vähentämisen ja korkeamman tietoturvan tason (ks. Ali ym., 2015; Botta ym., 2016; Gupta ym., 2013; Raut ym., 2017; Subashini & Kavitha, 2011; Zhang ym., 2010).

Palveluinfrastruktuurin ulkoistaminen siirtää liiketoimintariskejä palve-luntarjoajille, jotka ovat usein tavallista yritystä paremmin varustautuneita ris-kien kohtaamiseen. (Botta ym., 2016). Guptan ym. (2013) mukaan pilvilaskenta mahdollistaa tietoturvan ja yksityisyyden parantamisen. Ali ym. (2015) ja Gupta ym. (2013) taas katsovat, että pilvilaskennan mahdollistama parantunut tietotur-van taso syntyy siitä, kun vastuu tietoturvasta sekä teknologioiden ja palvelui-den hallinnasta siirtyy palveluntarjoajalle. Pilvilaskenta mahdollistaakin palve-luntarjoajan puolesta toteutettavan suojauksen hyökkäyksiä vastaan (Subashini & Kavitha, 2011). Zhangin ym. (2010) mukaan pilvilaskenta mahdollistaa lisäksi liiketoimintariskeiden vähentämisen. Pilvilaskennan omaksumisen kautta yrityk-set kykenevät vähentämään myös laitteistojen hallintaan liittyviä riskejä. (Raut ym., 2017).

#### **2.4.3 Muita hyötyjä**

Joustavuuden katsotaan olevan eräs merkittävin pilvilaskennan avulla saavutet-tava etu (ks. Ali ym., 2015; Armbrust ym., 2009; Aslanpour ym., 2017; Botta ym., 2016; Hashizume ym., 2013; Khan & Malluhi, 2010; Singh ym., 2016; Subashini & Kavitha, 2011). Myös skaalautuvuutta pidetään eräänä pilvilaskennan merkittä-vimpänä hyötynä (ks. Hashizume ym., 2013; Khan & Malluhi, 2010; Mansouri & Buyya, 2016; Marston ym., 2011; Subashini & Kavitha, 2011; Zhang ym. 2010)

Oliveira ym. (2014) katsovat, että pilvilaskenta mahdollistaa muun muassa markkinatietojen paremman hyödyntämisen. Myös Ojalan (2016a) mukaan pil-vilaskenta mahdollistaa suurten datamäärien analysoimisen tehokkaan datan prosessoinnin kautta. Gupta ym. (2013), Hashizume ym. (2013) ja Ojala (2016a) mainitsevat pilvilaskennan mahdollistamina etuina yksilöiden tuottavuuden ke-hittymisen informaation jakamisen ja yhteistyömahdollisuuksien parantumisen myötä. Lisäksi pilvilaskenta mahdollistaa aikaisempaa monimutkaisempien ja

edistyneempien sovellusten kehittämisen ja ylläpitämisen ilman tarvetta organisaation omille palvelimille (Ojala, 2016a). Pilvilaskenta tuo mukanaan myös useita teknisiä etuja, kuten laitteiston paremman optimoinnin, sovellusresurssien tehokkaan kohdentamisen ja suorituskyvyn parantamisen. (Botta ym., 2016; Chang ym., 2013; Khan, 2016; Raut ym., 2017). Changin, Waltersin ja Willsin (2016a) ja Oliveiran ym. (2014) mukaan pilvilaskenta mahdollistaa käsiksi pääsyn loputtomaan prosessointitehoon. Hashizume ym. (2013), Marston ym. (2011) ja Subashini ja Kavitha (2011) katsovat, että pilvilaskenta mahdollistaa toimintojen nopeuttamisen ja lähes välittömän käsiksi pääsyn resursseihin. Botta ym. (2016), Chang ym. (2013), Ojala (2016a), Raut ym. (2017) ja Sultan (2014) mainitsevat myös energiatehokkaasta toiminnasta johtuvan mahdollisuuden organisaation hiilijalanjäljen pienentämiseen.

Lisäksi pilvilaskennan mahdollistamina hyötyinä mainitaan muun muassa helppokäyttöisyys ja käytännöllisyys (Ali ym., 2015; Gupta ym., 2013), hallinto- ja ylläpitotoimien helpottuminen (Chang ym., 2016a), luotettavuuden parantuminen (Gupta ym., 2013), uusien palveluiden ja sovellusten tuottaminen (Marston ym., 2011; Raut ym., 2017), liiketoimintaprosessien muuttaminen (Oliveira ym., 2014), saatavuuden ja sopeutumiskyvyn parantuminen (Hashizume ym., 2013), uusien työpaikkojen luominen (Ojala, 2016a; Raut ym., 2017), innovaatioesteiden laskeminen (Marston ym., 2011), kilpailuedun saaminen (Raut ym., 2017) ja liiketoimintamahdollisuuksien luominen (Chang ym., 2013).

Muun muassa näiden etujen vuoksi monet yritykset ovat alkaneet siirtymään pilvipalveluihin. Sovellusten ja datan siirtäminen pilveen ei ole kuitenkaan täysin suoraviivaista; on olemassa lukuisia haasteita joihin organisaatioiden täytyy kyetä vastaamaan pilvilaskennan täyden potentiaalin valjastamiseksi. (Garg ym., 2013).

## 2.5 Pilvilaskentaan liittyvät haasteet

Kirjallisuuden mukaan merkittävimmät pilvilaskentaan liittyvät haasteet ovat pääosin tietoturvalähtöisiä. Huomattavan suuri määrä tutkijoita katsoo, että pilvilaskentaan liittyy merkittäviä tietoturva- ja haasteita. (ks. Armbrust ym., 2009; Bayramusta & Nasir, 2016; Botta ym., 2016; Brender & Markov, 2013; Budņiks & Didenko, 2014; Chang ym., 2013; Chang, Kuo & Ramachandran, 2016b; Chang & Ramachandran, 2016c; Hashizume ym., 2013; Khan, 2016; Ryan, 2011; Singh ym., 2016; Subashini & Kavitha, 2011; Sultan, 2011; Tchernykh, Schwiegelsohn, Talbi & Babenko, 2016) Myös yksityisyyteen, palveluntarjoajaan lukittumiseen (engl. *vendor lock-in*) ja useaan muuhun tekijään liittyvät haasteet mainitaan usein pilvilaskentaan liittyviä haasteita käsittelevässä kirjallisuudessa.



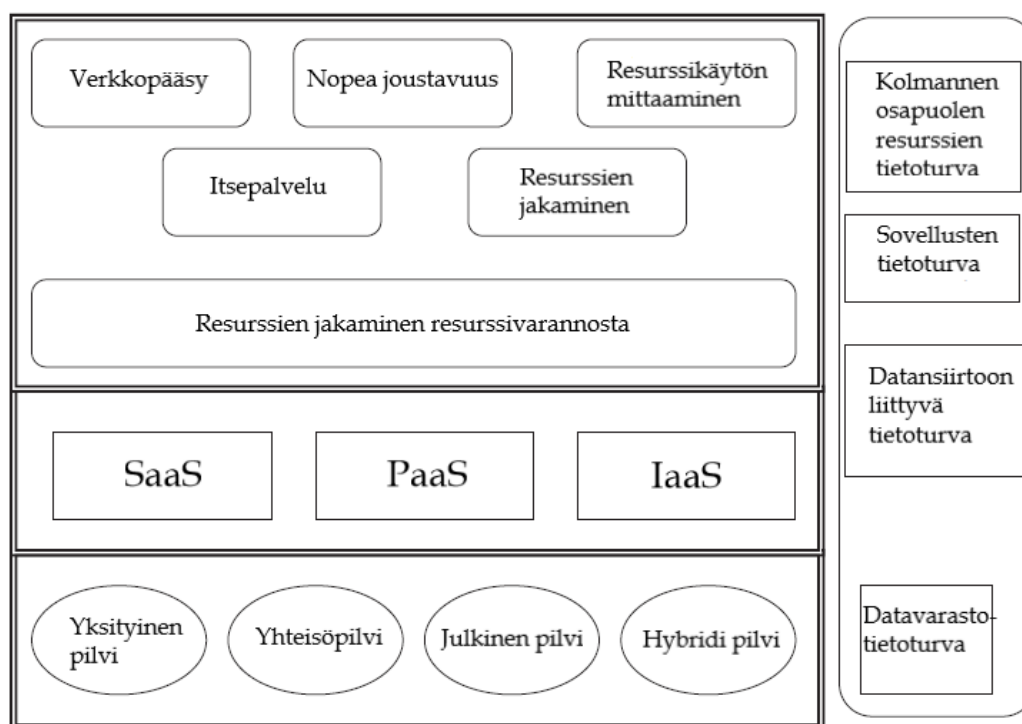
### 2.5.1 Tietoturva

Singhin ym. (2016) mukaan tietoturva on merkittävin pilvilaskentaan liittyvä haaste. Heidän mukaansa merkittävimmät tietoturva-asteet pilvilaskennassa liittyvät sovellusten tietoturvaan, infrastruktuurin tietoturvaan, varastointitilan tietoturvaan ja verkon tietoturvaan. Singh ym. (2016) katsovat, että sekä kuluttajat että palveluntarjoajat ovat kuitenkin nykyään hyvin tietoisia pilvilaskentaan liittyvistä tietoturva-asteista. Ali ym. (2015) pitävät tietoturvaan liittyviä haasteita merkittävimpinä haasteina estämässä laajalle levinnyttä pilvilaskennan omaksumista. Useat organisaatiot eivät halua siirtää dataansa kolmannen osapuolen hallittavaksi (Ali ym., 2015). Myös Subashini ja Kavitha (2011) katsovat tietoturvaan liittyvien haasteiden olevan merkittävimpänä pilvilaskennan laajamittaista leviämistä hidastavana esteenä.

Botta ym. (2016) katsovat, että useiden kuluttajien datan sijaitseminen samassa julkisessa pilvessä aiheuttaa merkittäviä tietoturva-asteita. Resurssien jakaminen useiden käyttäjien kanssa johtaa myös Alin ym. (2015) mukaan riskeihin, kun toiset käyttäjät voivat päästä käsiksi yrityksen dataan. Popović ja Hocenski (2010) katsovat, että merkittävimmät tietoturva-asteet pilvilaskennassa syntyvät muun muassa jaetusta pilviympäristöstä johtuvasta fyysisen tietoturvan puutteesta ja mahdollisesta viranomaisien toteuttamasta dataan haltuunotosta. Kriittisten sovellusten ja datan siirtäminen julkisen pilven kautta jaettuun pilviympäristöön aiheuttaa merkittäviä huolia pilvilaskentaan siirtyville yrityksille. Näiden huolien vähentämiseksi pilvipalveluntarjoajien täytyy varmistaa, että heidän asiakkaidensa tietoturva- ja yksityisyyskontrollit pysyvät yhtä tehokaina kuin aikaisemminkin. (Popović & Hocenski, 2010.)

Hashizume ym. (2013) korostavat, että pilvilaskenta lisää riskejä, kun elintärkeät palvelut ulkoistetaan kolmannen osapuolen toteutettaviksi. Botton ym. (2016) mukaan pilvilaskennan tietoturva-asteet liittyvät pääosin datan turvallisuuteen ja eheyteen sekä verkon turvallisuuteen. He katsovat, että nämä tietoturva-asteet liittyvät ulkoisiin datavarastoihin, riippuvuuteen julkisesta verkosta, hallinnan puutteeseen ja integrointiin organisaation sisäisen tietoturvan kanssa. Popovićin ja Hocenskin (2010) näkökulman mukaan merkittävimmät tietoturva-asteet pilvilaskennassa liittyvät muun muassa yhteensopimattomuuteen eri palveluntarjoajien välillä, salausavainten hallintaan, datan eheyteen, virtuaalikoneiden luonteesta johtuvaan tietoturvan yhtenäisyyden puutteeseen ja tiedottoomuuteen siitä, kuinka organisaation dataa käytetään.

Subashinin ja Kavithan (2011) kuvio (kuvio 4) valaisee pilvilaskennan tietoturvan kompleksisuutta:



KUVIO 4 Tietoturvan kompleksisuus pilviympäristössä (Mukaillen Subashini & Kavitha, 2011, s. 2)

Subashini ja Kavitha (2011) kuitenkin jaottelevat pilvilaskennan tietoturva-vaasteet pilvilaskennan palvelumallien mukaan ja tarjoavat erilaisia toimenpiteitä näiden haasteiden torjumiseksi. Myös Singh ym. (2016) esittelevät erilaisia keinoja, joilla pilvilaskennan tietoturva-vaasteita voidaan estää kustannustehokkaasti.

### 2.5.2 Yksityisyys

Useiden lähteiden perusteella yksityisyys on tietoturvan lisäksi eräs merkittävin haaste pilvilaskennassa (ks. Armbrust ym., 2009; Bayramusta & Nasir, 2016; Botta ym., 2016; Chang ym., 2013; Chang ym., 2016b; Hashizume ym., 2013; Khan, 2016; Ryan, 2011; Subashini & Kavitha, 2011; Sultan, 2011)

Botta ym. (2016) katsovat, että pilvilaskennan yksityisyys-vaasteet liittyvät datan tietoturvallisuuteen. Ryanin (2011) mukaan pilvilaskennan yksityisyys-vaasteet syntyvät siitä, kun palveluntarjoaja kykenee pääsemään käsiksi kaikkien pilveen siirrettävään dataan. Hänen mukaansa palveluntarjoaja voi joko vahingossa tai tarkoituksella väärinkäyttää tätä dataa. Khan (2016) korostaa sitä, että pilvilaskennan tietoturva-vaasteet voivat johtaa asiakkaiden datan yksityisyyden heikkenemiseen. Hän katsoo, että pilvilaskennan palvelumallien monimuotoisuus tekee pilvilaskennasta muita alustoja alttiimman hyökkäyksille, sillä

pilvialustoja kohtaan voidaan hyökätä verkkojen, virtuaalikoneiden, varastointi-tilan ja sovellusten kautta. Khan (2016) kuitenkin esittää myös lukuisia vastatoimenpiteitä näille mahdollisille hyökkäyksille.

### 2.5.3 Muut haasteet

Monien tutkijoiden mukaan palveluntarjoajaan lukittuminen (engl. *vendor lock-in*) on merkittävä haaste muiden haasteiden lisäksi pilvilaskennassa (ks. Armbrust ym., 2009; Brender & Markov, 2013; Chang ym., 2013; Evangelinou, 2018; Sultan, 2011). Useat lähteet katsovat, että erityisesti pilvilaskennan luotettavuuteen liittyy haasteita (ks. Bayramusta & Nasir, 2016; Botta ym., 2016; Chang ym., 2016b; Ryan, 2011; Sultan, 2011; Tchernykh ym., 2016). Myös Evangelinou (2018) katsoo, että pilvilaskennan suorituskyvyn arvaamattomuus voi aiheuttaa haasteita.

Brenderin ja Markovin (2013) sekä Hashizumen ym. (2013) mukaan pilvilaskennan haasteet liittyvät tukitoimintojen ja palveluiden saatavuuteen. Sultanin (2011) mukaan merkittävimmät pilvilaskennan haasteet liittyvät datan hallintaan, suorituskykyyn ja latenssiin. Brender ja Markov (2013) katsovat, että pilvilaskentaan liittyy lisäksi haasteita liittyen käyttäjien pääsyyn dataan, datan säätelyyn ja datan sijaintiin. Dillonin ym. (2010) mukaan merkittävimmät pilvilaskentaan liittyvät haasteet liittyvät valittuun kustannusmalliin ja siihen, mitä pilveen halutaan siirtää. Lisäksi infrastruktuurin ulkoistaminen palveluntarjoajalle voi johtaa hinnannousuun tai jopa tilanteeseen, jossa palveluntarjoajat joutuvat konkurssiin (Botta ym., 2016).

Myös ongelmat yhteentoimivuudessa (Armbrust ym., 2009, Chang ym., 2013), määräystenmukaisuus ja juridiset tekijät (Bayramusta & Nasir, 2016; Hashizume ym. 2013), standardit ja pitkäaikainen käytettävyys (Bayramusta & Nasir, 2016), palvelutasosopimukset (engl. *service-level agreement*) (Botta ym., 2016; Dillon ym., 2010) sekä laatutaso ja kommunikointi (Tchernykh ym., 2016) mainitaan.

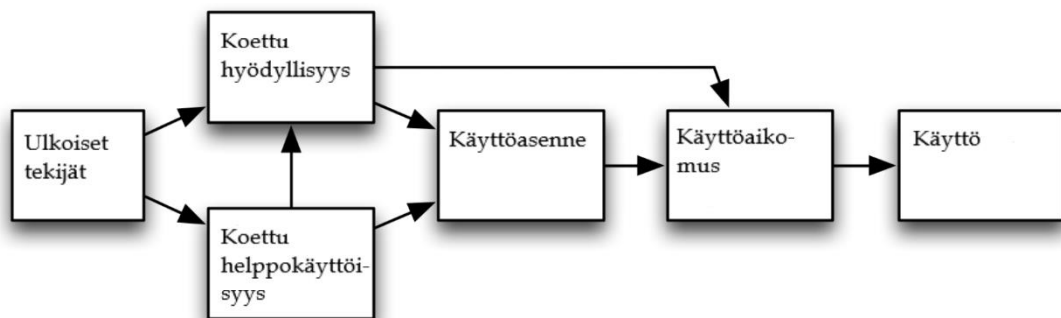
On kuitenkin otettava huomioon luvussa 2.4.2 mainittu pilvilaskennan omaksumisesta seuraava mahdollisuus riskien vähentämiseen ja tietoturvan parantamiseen. Kuten kyseisessä luvussa mainittiin, useiden lähteiden mukaan pilvilaskenta voi jopa parantaa yrityksen tietoturvan tasoa. Muun muassa Brender ja Markov (2013), Gupta ym. (2013) sekä Lacity ja Reynolds (2014) katsovat, että pilvilaskenta voi mahdollisesti parantaa yrityksen tietoturvan tasoa. Brenderin ja Markovin (2013) mukaan tämän varmistamiseksi pk-yritysten täytyy ymmärtää, arvioida ja minimoida mahdolliset pilvilaskentaan liittyvät riskit mahdollisen ulkoisen ohjeistuksen avulla. Huomattavaa on myös se, että useat tutkijat esittävät keinoja, joilla pilvilaskennan omaksumisesta seuraavia haasteita voidaan torjua.

Hashizume ym. (2013) katsovat, että pilvilaskentaan liittyvien tietoturvaheikkouksien ja -haasteiden ymmärtäminen mahdollistaa helpomman siirtymisen pilvipalveluihin. Budņiks ja Didenko (2014) korostavatkin sitä, että tietoturva-vaasteet johtuvat kuitenkin tavallisesti ennemminkin yrityksen toiminnasta ja

päättävien henkilöiden koulutuksen puutteesta kuin itse pilvilaskennasta teknologiana.

## 2.6 TAM-malli

Kolmanteen tutkimuskysymykseen vastaamiseksi tutkimuksessa sovelletaan Davisin ym. (1989) TAM-mallia. TAM-malli on eräs laajimmin käytetyistä teorioista tietojärjestelmien tutkimisessa (Mortenson & Vidgen, 2016). Legris, Ingham ja Collerette (2003) katsovat, että TAM-malli perustuu Fishbeinin ja Ajzenin (1975) TRA (Theory of Reasoned Action) -malliin, jonka tarkoituksena on selittää ja ennustaa ihmisten käyttäytymistä tietyissä tilanteissa. Legris ym. (2013) katsovat, että sekä TRA että TAM perustuvat näkökulmaan, jonka mukaan ulkoiset muutujat vaikuttavat epäsuorasti asenteisiin ja subjektiivisiin normeihin, jotka taas vaikuttavat koettuun hyödyllisyyteen ja koettuun helppokäyttöisyyteen TAM-mallissa. Seuraavassa kuviossa (kuvio 5) on esitelty alkuperäinen TAM-malli Davisin ym. (1989) mukaan:



KUVIO 5 TAM-malli (Mukaiillen Davis ym., 1989)

Davisin ym. (1989) malli pyrkii selittämään tekijöitä, jotka vaikuttavat siihen, kuinka ihmiset ovat valmiita omaksumaan tietoteknisiä ratkaisuja käyttöönsä. TAM-mallin mukaan koettu hyödyllisyys (engl. *perceived usefulness*) ja koettu helppokäyttöisyys (engl. *perceived ease of use*) vaikuttavat yhdessä kuluttajan käyttöaikomukseen (engl. *intention to use*) ja todelliseen käyttöön. Lisäksi koettu helppokäyttöisyys vaikuttaa koettuun hyödyllisyyteen. Davisin ym. (1989) mukaan koettu hyödyllisyys tarkoittaa käyttäjän subjektiivista näkökulmaa siihen, tuleeko tietyn tietoteknisen ratkaisun käyttö parantamaan hänen suorituskykyään organisationaalisessa kontekstissa. Koettu helppokäyttöisyys taas viittaa siihen, kuinka helppokäyttöiseksi käyttäjä kokee kyseisen tietoteknisen ratkaisun käytön (Davis ym., 1989). Davis ym. (1989) katsoo, että kuluttajan käyttöaikomus johtuukin pääsääntöisesti koetun hyödyllisyyden ja tästä johtuvan käyttöasenteen yhdistelmästä. Venkatesh ja Davis (2000) laajensivat Davisin ym. (1989) mallin sisältämään useita, erikseen määriteltyjä, ulkoisia tekijöitä, jotka vaikuttavat

koettuun hyödyllisyyteen. Venkateshin ja Davisin (2000) TAM2-malli on myös yleisesti hyväksytty ja käytetty.

TAM-mallia on kritisoitu sen rajoittuneesta selittävästä ja ennustavasta tehosta sekä triviaalisuudesta (Chuttur, 2009). Tästä huolimatta TAM-mallin koetaan olevan erityisen toimiva lähtökohta tämän tutkimuksen aihepiirin tutkimiselle, sillä pilvilaskenta on teknologiana suhteellisen tuore, joten sen tarkasteleminen teknologian omaksumisen kautta on ajankohtaista ja merkityksellistä. Lisäksi kirjallisuuden mukaan TAM on osoittautunut hyödylliseksi teoreettiseksi malliksi loppukäyttäjien käyttäytymisen tutkimiseksi ja selittämiseksi IT-ympäristössä. TAM-mallia on myös testattu useissa empiirissä tutkimuksissa ja sen kanssa käytettyjen työkalujen on osoitettu olevan laadukkaita ja tilastollisesti luotettavia. (ks. Legris ym., 2003, s. 202.)

TAM-mallia laajennetaan tässä tutkimuksessa tarkastelemaan sitä, kuinka pk-yritykset ovat omaksuneet pilvipalveluita toimintaansa. Aihetta tutkitaan tarkastelemalla survey-tutkimuksella sitä, kuinka pilvipalvelukokemus vaikuttaa pilvipalveluiden koettuun hyödyllisyyteen ja koettuun helppokäyttöisyyteen.

## 2.7 Yhteenveto

Pilvilaskennasta on tullut viime vuosien aikana eräs merkittävimmistä ja tutkituimmista IT-alan ilmiöistä. Pilvilaskennalle on ominaista tarpeen mukaan saatavilla oleva itsepalvelu, pääsy palveluihin eri laitteilla, resurssien yhteiskäyttö, nopea joustavuus ja resurssikäytön mittaaminen. Pilviresursseille on ominaista saatavuus tarpeen mukaan ja maksu käyttömäärän perusteella. Pilvilaskenta jaetaan kolmeen palvelumalliin ja neljään käyttöönottomalliin. Pilvilaskenta mahdollistaa valtavat hyödyt yrityksille. Pilvilaskennan omaksumiseen liittyy kuitenkin myös erityisesti tietoturvaan liittyviä haasteita, jotka täytyy ottaa huomioon pilvipalveluita omaksuessa. TAM-malli on yleisesti käytetty malli, jolla selvitetään teknologiseen omaksumiseen vaikuttavia tekijöitä.

## 3 PILVIPALVELUIDEN KUSTANNUSOPTIMOINTI

Tässä luvussa käsitellään aikaisempaa pilvipalveluiden kustannusoptimointiin liittyvää tutkimusta. Lisäksi käsitellään yleisimpiä kirjallisuudessa mainittuja kustannusoptimointimenetelmiä.

### 3.1 Aikaisempi tutkimus

Pilvipalveluiden kustannusoptimointiin liittyvä tieteellinen tutkimus on vielä suhteellisen rajoittunutta. Yritysten toteuttamaa pilvipalveluiden kustannusoptimointia ei ole tutkittu aikaisemmin vielä tieteellisesti. Pilvipalveluiden kustannusoptimointiin liittyvää verkkomateriaalia löytyy kuitenkin runsaasti sekä erilaisten organisaatioiden että merkittävimpien pilvipalveluntarjoajien, kuten Amazonin ja Googlen, tuottamana.

Islam ym. (2011) katsovat, että suurin osa pilviresurssien optimoimiseen liittyvästä tutkimuksesta on keskittynyt palveluntarjoajan näkökulmaan (ks. esim. Rochman ym., 2017; Shen, Deng, Iosup & Epema, 2013; Tanković ym., 2017; Wu ym., 2011a; Zhang ym., 2011) Malawskin ym. (2013) mukaan kustannusoptimointiin liittyvä tutkimus on keskittynyt ennalta-arvaamattomien dynaamisten työtaakkojen huomioon ottamiseen ja kustannusten, toteutusaikojen ja toimintojen optimointiin.

On kuitenkin olemassa lukuisia tieteellisiä tutkimuksia, jotka esittävät erilaisia matemaattisia kustannusoptimointimalleja optimaalisen resurssikäytön saavuttamiseksi ja pilvilaskentaan liittyvien kustannusten minimoimiseksi.

Pandey ym. (2010) esittävät PSO (Particle Swarm Optimization) -mallin, jonka tarkoituksena on minimoida sovellusten kokonaissuorituskulut pilviympäristössä. Chaisirin ym. (2010) artikkeli käsittelee kokonaislukuohjelmointiin (engl. *integer programming*) perustuvia pilvilaskennan kustannusoptimointimalleja. He esittävät optimointihaasteen ja ratkaisevat sen käyttäen kokonaislukuoh-

jelmointia tarkoituksenaan minimoida pilvi-infrastruktuurin kokonaiskustannukset. Myös Li ja Guo (2010) esittävät kokonaislukuohjelmointiin perustuvan mallin optimaaliseen pilviresurssien käyttämiseen.

Chaisiri ym. (2011) laajensivat mallinsa keskittymään AWS-palveluun. Artikkelissaan he kehittivät kustannusoptimointialgoritmin, joka keskittyy pilvi-instanssien optimaaliseen käyttöön. Heidän mallinsa perustuu lyhyt- ja pitkäkestoisiin varausalgoritmeihin. Chaisiri ym. (2012) esittävät myös lisäparannuksia malliinsa optimointitarpeen kasvaessa.

Bittencourtin ja Madeiran (2011) artikkeli käsittelee HCOC-mallia, jonka avulla kyetään optimoimaan kustannuksia hybridissä pilvessä. Heidän mallinsa perustuu tietyn aikarajoitteen sisällä toteutettuun työtehtävien suorittamiseen.

Hong, Xue ja Thottethodi (2011) esittävät ShrinkWrap -algoritmin, joka pyrkii saavuttamaan optimaaliset kustannukset haluttujen aikarajoitteiden sisällä. Heidän mallinsa mahdollistaa 13–29-prosenttiset kustannussäästöt Amazon EC2:n parissa.

Mao ja Humphrey (2011) muodostavat työnkulkuun (engl. *workflow*) perustuvan automaattisen skaalausmenetelmän, joka suorittaa kaikki työt käyttäjän määrittelemän aikarajoitteen sisällä kustannustehokkaasti. Heidän menetelmänsä perustuu silmukkaan, joka sopeutuu dynaamisiin muutoksiin resursseissa. Maon ja Humphreyn (2011) menetelmä mahdollistaa jopa 40,4 prosentin kustannussäästöt. Mark ym. (2011) katsovat, että pilvilaskennan kustannusoptimointi vaatii kaksiosaisen lähestymistavan. Ensin Mark ym. (2011) esittävät kysyntäennustajan (engl. *demand forecaster*), joka pyrkii ennustamaan muutokset resurssien kysynnän määrässä. Toisessa vaiheessa otetaan käyttöön hybridisoitu algoritmi, joka perustuu erilaisiin evolutiivisiin optimointialgoritmeihin. Mark ym. (2011) vertaavat tuloksiaan Chaisirin ym. (2010) tuloksiin, esittäen samankaltaisia lopputuloksia.

Javadi, Tulasiram ja Byyua (2013) esittävät mallin, jonka avulla kyetään ennakoidaan spot-instansseihin liittyviä kokonaiskustannuksia hyvällä tarkkuudella. Malawski ym. (2013) asettavat tutkimuksensa tavoitteeksi kustannusoptimoinnin jonkin tietyn aikarajoitteen sisällä. Malawskin ym. (2013) artikkeli perustuu epälineaariseen kokonaislukuohjelmointiin perustuvan kustannusoptimointimenetelmään, jolla voidaan ratkaista useiden heterogeenisten pilvipalveluiden resurssienkohdentamishaasteita.

Altmann ja Kashaf (2014) esittävät pilvikustannusmallin, jolla kuka tahansa voi arvioida kokonaispilvikustannuksensa missä tahansa pilvilaskennan käyttöönottomallissa. Heidän mallinsa määrittelee kokonaiskustannukset kiinteiden kulujen, vaihtelevien kulujen ja kokonaiskulujen laskemiseen perustuvien kustannuskaavojen avulla. Van den Bossche ym. (2014) käsittelevät ennakoimistekniikoita, joiden avulla voidaan suunnitella optimaalisia suunnitelmia resurssien varaamiseksi. Ensin lasketaan tulevaisuuden tarve jokaiselle instanssille, jonka jälkeen käytetään ennakoimistekniikkaa resurssien tarpeen ennakoimiseksi. Van den Bosschen ym. (2014) kokeiden perusteella molemmat menetelmät tuottavat tarkkoja tuloksia. Stijven ym. (2014) tutkivat geneettisten algoritmien vaikutusta tulevaisuuden resurssivaatimusten ennakoimiseksi. Heidän mukaansa tehokas

ennakointi vaatii tulevaisuuden resurssitarpeiden ymmärtämistä. Tutkimusten perusteella geneettiset algoritmit tuottavat tarkkoja tuloksia resurssivaatimusten ennakoimisessa.

Chenin, Irvingin ja Pengin (2016) tutkimus keskittyy pilvilaskennan data-keskusten kustannusoptimointiin uusiutuvaa energiaa käyttäen. Kim ja Jo (2016) esittelevät simulaatiotyökalun, jolla voidaan minimoida IaaS-palveluiden kustannukset. Heidän lähestymistapansa perustuu tietojenkäsittelyinstanssien optimoituun konfiguraatioon. Sun, White, Eade ja Schmidt (2016) luovat ROAR-viitekehityksen, jonka tarkoituksena on yksinkertaistaa, optimoida ja automatisoida pilviresurssien käyttö palvelulaatutavoitteiden saavuttamiseksi. Nodari ym. (2016) tarkastelevat optimointimallia, joka pyrkii löytämään optimaalisen yhdistelmän tarve- ja varausinstanssien välillä. Myös heidän mallinsa tuottaa tarkkoja tuloksia resurssien optimoimiseksi.

### 3.2 Yleistä pilvipalveluiden kustannusoptimoinnista

Mansouri ja Buyya (2016) ja Van den Bossche ym. (2014) katsovat, että pilvilaskennan suosion kasvamisen myötä organisaatiot ovat kohdanneet haasteita liittyen kustannustehokkaaseen pilviresurssien hallintaan. Resurssien ominaisuuksien, hinnoitteluvaihtoehtojen sekä varastointi- ja verkkoresurssien valikoiman valtava kasvu on tehnyt pilviresurssien hallinnasta, valitsemisesta ja hankkimisesta aikaa vievää, kompleksista tehtävää (Mansouri & Buyya, 2016; Van den Bossche ym., 2014). Myös Islam ym. (2011), Malawski ym. (2013) ja Mansouri ja Buyya (2016) korostavat lukuisten hinnoitteluvaihtoehtojen ja -suunnitelmien aiheuttamaa kompleksisuutta.

Mark ym. (2011) painottavat sitä, että kuluttajien täytyy kyetä optimoimaan kohdennettavat pilviresurssit useilta palveluntarjoajilta samanaikaisesti. Lisäksi kuluttajien täytyy päättää, kuinka resurssitarpeet jaetaan eri palveluntarjoajien kesken mahdollisimman kustannustehokkaan ratkaisun saavuttamiseksi. (Mark ym., 2011.) Myös Alkhanakin ym. (2016) mukaan tehokkaasta resurssien hyödyntämisestä on tullut merkittävä haaste yrityksille. Malawski ym. (2013) katsovat, että mahdollisimman kustannustehokkaan vaihtoehdon saavuttamiseksi kuluttajien täytyy ottaa huomioon muun muassa sovelluskomponenttien useat sijoitusvaihtoehdot, resurssivarausmallit ja suorituskyvyn sekä kulu- jen mukaan vaihtelevat käyttöönottomallit. Sunin ym. (2016) mukaan useiden pilviresurssien tarjolla oleminen aiheuttaa haasteita, kun pyritään valitsemaan mahdollisimman optimoitu ja kustannustehokas vaihtoehto.

Pilvilaskentaan liittyykin useita huomioon otettavia kustannuksia, jotka lisäävät kustannusoptimoinnin kompleksisuutta. Altmann ja Kashef (2014) lajittelevat pilvilaskennan kustannukset seitsemään kustannustyyppiin kirjallisuuden perusteella (taulukko 5):



TAULUKKO 5 Pilvilaskennan kustannustekijät (Mukaiillen Altmann &amp; Kashef, 2014, s. 83)

Kustannustyyppi	Kustannustekijä	Pilvikategoria	Kustannusvaikutusten voimakkuus
<i>Sähkö</i>	• Jähdytys	• Yksityinen	+++
	• Sähkölaitteet (ei käytössä)	• Yksityinen	+++
	• Sähkölaitteet (käytössä)	• Yksityinen	+++
<i>Laitteisto</i>	• Palvelimet	• Yksityinen	+++
	• Verkko-laitteet		+
<i>Ohjelmisto</i>	• Palvelin-ohjelmistolisenssit	• Yksityinen ja julkinen	++
	• Väliohjelmistolisenssit	• Yksityinen ja julkinen	++
	• Sovellus-ohjelmistolisenssit	• Yksityinen ja julkinen	++
<i>Työvoima</i>	• Ohjelmistojen ylläpito	• Julkinen ja yksityinen	+
	• Laitteiston ylläpito	• Yksityinen	+
	• Muut tukitoiminnot	• Yksityinen	+
<i>Kiinteistöt</i>	• Räkit, ilmastointi	• Yksityinen	+
	• Kaapelit	• Yksityinen	+
	• Tilat	• Yksityinen	+

(jatkuu)

Taulukko 5 (jatkuu)

<i>Pilvipalvelut</i>	• Yksityis- pilven ver- kon käyttö	• Julkinen ja yksityinen	+
	• Pilvipalve- limien käyttö	• Julkinen	+++
	• Datan siirto pil- veen	• Julkinen	+++
	• Datan siirto pil- vestä	• Julkinen	+++
	• Pilvivaras- ton käyttö	• Julkinen	++
	• Datan siirto pil- vien välillä	• Federaatio (engl. <i>fede- rated cloud</i> )	+++
<i>Käyttöönotto</i>	• Käyttöö- ottojen määrä	• Federaatio	+++

Altmann ja Kashef (2014) katsovat, että optimaalinen palveluiden kohdentaminen on tarpeellista, sillä muun muassa erilaiset palveluiden maantieteelliset sijoittumiset voivat aiheuttaa erilaisia kustannuksia. Erilaiset kustannukset voivat syntyä esimerkiksi palveluntarjoajien asettamista hinnoista, maantieteellisistä eroista sähkön hinnassa tai erilaisista verkkokäyttökuluista. Huomionarvoista on kuitenkin se, että useat Altmannin ja Kashefin (2014) listaamista kustannuksista ovat palveluntarjoajien kohtaamia kustannuksia, eivätkä kaikki niistä ole relevantteja pilvipalveluiden kuluttajaorganisaatioiden kannalta.

Edellä mainittujen kustannustekijöiden lisäksi pilvilaskentaan liittyvät kustannukset koostuvat myös erinäisistä siirtymäkuluista (engl. *migration costs*). Myös latenssi lisää pilvilaskentaan liittyviä kuluja. (Mansouri & Buyya, 2016.) Pilvilaskentaympäristön synnyttämiin kuluihin voi lisäksi vaikuttaa myös muun muassa sovelluksen koko, käytetyn datan yksityisyys, budjetti ja aikataulu (Alkhanak ym., 2016). Lisäksi palveluntarjoajat veloittavat asiakkaitaan eri tavoin riippuen siirretyn datan kohteesta. (Mansouri & Buyya, 2016.) Mansourin ja Buyyan (2016) mukaan myös varastointivaihtoehdon valinnalla on suuri vaikutus optimoitaviin kustannuksiin. Huomioon tulisi ottaa erityisesti se, milloin objekti siirretään pilveen ja millaisessa varastointitilassa se tulisi säilyttää (Mansouri & Buyya, 2016).

Kun otetaan huomioon edellä mainitut tekijät, voidaan myös vähentää pilvilaskennan kokonaiskustannuksia (Mansouri & Buyya, 2016). Pandeyn ym. (2010) mukaan kuluttajille on tarjolla erilaisia käytäntöjä, joilla voidaan tehokkaasti ja kustannustehokkaasti kohdentaa pilviresurssit optimaalisesti muun muassa minimaalisen suoritusajan ja minimaalisten suorituskulujen mukaan.

Pilvisovellusten suorituskulut voidaan minimoida kustannusoptimoinnin (engl. *cost optimization*) avulla (Alkhanak ym., 2016). Pilvipalveluiden kustannusoptimoinnin monimutkaisuutta korostaa kuitenkin useat huomioon otettavat pilviresurssit sekä edellä mainitut lukuisat kustannustekijät. Pilvipalveluiden kustannusoptimoinnin merkittävyyttä korostaa sen mahdollistamat huomattavat kustannussäästöt.

### 3.3 Pilvipalveluiden kustannusoptimointimenetelmät

Pilvipalveluiden kustannusoptimoinnille esitetään kirjallisuudessa useita menetelmiä. Merkittävimpinä menetelminä mainitaan muun muassa ennalta varatut resurssit, spot-markkinoiden hyödyntäminen, resurssikäytön optimointi, resurssikäytön ennakoiminen ja resurssikäytön tarkkaileminen.

RightScale-pilvipalveluorganisaation vuonna 2017 tekemä tutkimus listaa suosituimpia keinoja, joilla yritykset pyrkivät optimoimaan pilvipalveluihin liittyviä kustannuksiaan (kuvio 6):



KUVIO 6 Yleisimmät pilvipalveluiden optimointimenetelmät (RightScale, 2017)

Pilvipalveluntarjoajat tarjoavat instansseiksi (engl. *instance*) kutsuttuja virtuaalikoneita kuluttajien vuokrattavaksi. Näitä instansseja tarjotaan tavallisesti erilaisen ennalta määrättyjen resurssimääritelmien, instanssityyppien (engl. *instance type*), perusteella. (Van den Bossche ym., 2014.) Eri instansseista veloitetaan erilaisin perustein (Shen ym., 2013). Malawskin ym. (2013) mukaan pilvi-instansseja

tarjotaan tuntihinnan, suhteellisen suorituskyvyn ja datansiirtokulujen perusteella. Instanssityyppi määrittelee muun muassa instanssin arkkitehtuurin, prosessorimäärän, prosessointitehon, muistin määrän ja kovalevyn koon (Van den Bossche, 2014). Instansseja voidaan ottaa käyttöön, käyttää ja sulkea tarpeen mukaan. Käytetyistä instansseista voidaan maksaa muun muassa käyttömäärän perusteella. (Sun ym., 2016.) Van den Bossche ym. (2014) katsovat, että instansseja voidaan tavallisesti hankkia palveluntarjoajalta ennakkoon varaamisella tai tarpeen perusteella.

Kirjallisuuden mukaan pilvi-instanssit jaetaan yleisesti kolmeen osaan: varausinstansseihin (engl. *reserved instance*), tarveinstansseihin (engl. *on-demand instance*) ja spot-instansseihin (engl. *spot instance*). RightScalen (2013) mukaan juuri varaus-, tarve- ja spot-instanssien tehokkaalla käytöllä voidaan saavuttaa merkittäviä kustannussäästöjä pilvessä. Chaisirin ym. (2011) mukaan jokaisella instanssivaihtoehdolla on erilainen hinnoittelumekanismi ja erilaiset hyödyt kuluttajalle.

### 3.3.1 Varausinstanssit

Varausinstanssien avulla pilviresursseja voidaan varata ennakkoon kertamaksun kautta ennen kuin niitä tarvitaan. (Chaisiri ym., 2010.) Varausinstansseista maksetaan tietyn ajanjakson perusteella, ilman käyttömäärärajoitteita (Nodari ym., 2016). Kuluttajan täytyy kuitenkin sitoutua varattuihin resursseihin sopimuksen muodossa. Kyseinen sopimus sisältää tiedot resurssien ennakkovaraamisesta ja varausajasta. (Chaisiri ym., 2010.) Varaussuunnitelmassa tietty määrä resursseja varataan sopimuksen määräämälle ajalle alkaen hetkestä jolloin resurssit hankitaan (Chaisiri ym., 2012). Esimerkiksi Amazon EC2:n tarjoama varaussuunnitelma voi olla vuoden tai kolmen vuoden mittainen (Chaisiri ym., 2010). Islam ym. (2011) katsovat, että resurssien ennakkovaraaminen vaatiikin kuluttajalta huomattavasti tarveinstansseja pidempiaikaista sitoutumista. Nodarin ym. (2016) mukaan varaussuunnitelman avulla hankituista pilvi-instansseista maksetaan vain silloin, kun ne otetaan käyttöön. Heidän mukaansa tarvesuunnitelma on erityisen soveltuva vaihtoehto silloin, kun tarve resursseille vaihtelee suuresti.

Ennalta varattuihin instansseihin kuuluu Menachen, Shamirin ja Jainin (2014) mukaan olennaisena alennettu hinta. Resurssien ennakkoon varaaminen on Chaisirin ym. (2010), Markin ym. (2011), Nodarin ym. (2016) ja Van den Bosschen ym. (2014) mukaan kulutehokkaampi vaihtoehto kuin resurssien varaaminen tarpeen mukaan. Heidän mukaansa kuluttaja kykenee vähentämään pilvilaskentakustannuksiaan erityisesti varaussuunnitelman avulla. Kimin ja Jon (2016) mukaan resurssien ennalta varaamisella kyetään saavuttamaan keskimäärin 68-prosenttiset kustannussäästöt. Chaisirin ym. (2012) mukaan Amazon EC2:n tarjoama varaussuunnitelma voi vähentää resurssienvarauskuluja jopa 49 prosentilla, jos varatut resurssit kyetään käyttämään optimaalisesti. Van den Bossche ym. (2014) katsovat, että resurssien ennalta varaamisella voidaan saavuttaa

70-prosenttiset kustannussäästöt. Hänen mukaansa tämä vaatii kuitenkin resurssienkäytön ennakoimista ja analysoimista. Amazonin (2017) mukaan resurssien ennakkoon varaaminen mahdollistaa 75 prosentin kustannussäästöt verrattuna resurssien hankkimiseen tarpeen perusteella. Mitä enemmän kuluttaja hankkii resursseja ennakkoon, sitä suuremman alennuksen tämä saa resurssien hinnasta (Amazon, 2017).

Resurssien varaaminen ennakkoon olisi suoraviivaista, jos todellinen resurssitarve olisi tiedossa jo valmiiksi (Mark ym., 2011). Tarvittavaa resurssimäärää pystytään kuitenkin havainnoimaan todellisuudessa vasta todellisen käyttöhetken aikana. Tämän vuoksi oikean resurssimäärän varaaminen varausvaiheessa on haastavaa. (Mark ym., 2011.) Nodari ym. (2016) katsovat, että varaus suunnitelman avulla hankittuja resursseja täytyy kyetä käyttämään kattavasti, jos halutaan olla kulutehokkaita verrattuna tarveinstanssien käyttämiseen. Kim ja Jo (2016) korostavat resurssikäytön ennakoimisen merkitystä, jotta kustannussäästöt voidaan saavuttaa. He katsovat, että varausinstanssien optimaalinen konfiguraatio vaatii onnistuakseen tehokasta resurssikäytön ennakoimista. Myös Chaisirin ym. (2010) mukaan resurssien kohdentaminen ennakkoon on haastavaa kuluttajan resurssitarpeiden ja palveluntarjoajan hintojen vaihtelusta aiheutuvan epävarmuuden vuoksi. Myös useiden varaus suunnitelmien olemassa olo aiheuttaa kuluttajalle haasteita, kun tämä pyrkii tasapainottamaan kustannuksensa varaus- ja tarvesuunnitelmien avulla. (Van den Bossche ym., 2014.)

Resurssien ennakkoon varaaminen voi aiheuttaa Chaisirin ym. (2012), Maon ja Humphreyn (2011) ja Xun ym. (2018) mukaan resurssien yli- (engl. *overprovisioning*) tai alivaraamista (engl. *underprovisioning*). Ylivaraamista tapahtuu, kun resursseja varataan enemmän kuin niitä kulutetaan. Alivaraamista taas tapahtuu, kun resurssivaatimusten ennalta-arvaamattomuuden vuoksi ennakkoon varatut resurssit eivät välttämättä riitä resurssitarpeisiin. (Chaisiri ym., 2010; Chaisiri ym., 2012.) Mao ja Humphrey (2011) sekä Xu ym. (2018) katsovat, että resurssien ylivaraaminen aiheuttaa ylimääräisiä kuluja, kun taas alivaraaminen johtaa suorituskykyongelmiin. Kuluttajalle onkin erittäin tärkeää kyetä minimoimaan resurssien kohdentamisen kokonaiskulut vähentämällä tarpeen mukaan saatavilla olevien resurssien kustannuksia (engl. *on-demand cost*) sekä yli- ja alivaraamiseen liittyviä kuluja (Chaisiri ym., 2010; Chaisiri ym., 2012; Nodari ym., 2016).

### 3.3.2 Tarveinstanssit

Tarveinstanssit mahdollistavat instanssien hankkimisen tuntimäärän perusteella, ilman pidempiaikaista sitoutumista (Menache ym., 2014). Tarvesuunnitelman avulla kuluttajat voivat varata resursseja dynaamisesti vastatakseen vaihteleviin, ennalta-arvaamattomiin resurssitarpeisiin (Chaisiri ym. 2010). Islam ym. (2011) katsovat, että tarveinstanssien käyttäminen mahdollistaa yli- ja alivaraamisen välttämisen. Chaisiri ym. (2012) korostavat kuitenkin sitä, että tarveinstanssien

käyttäminen on varausinstansseja huomattavasti kustannustehottomampaa. Toisaalta Xu ym. (2018) taas katsovat, että tarveinstanssien käyttäminen mahdollistaa kustannusten minimoimisen ja aikamääreiden saavuttamisen.

### 3.3.3 Spot-instanssit

Spot-instansseja käytetään yleisesti AWS:n parissa. Spot-instanssit toimivat täysin samalla tavalla kuin muut Amazonin virtuaalikoneet. (Ribas ym. 2015.) Merkittävin ero sijaitsee hinnoittelumallissa: spot-instanssien tuntihinta ei ole kiinteä, vaan kuluttajat tarjoavat haluamiaan määriä instanssien käytöstä. AWS määrittelee spot-instanssien hinnan dynaamisesti ajantasaisen tarjonnan ja kysynnän perusteella. (Ribas ym. 2015.) Jos asiakas tarjoaa enemmän kuin spot-instanssin hinnan, tämä saa instanssin käyttöönsä. Jos taas instanssin hinta muuttuu ja nousee kuluttajan tarjoaman hinnan yli, AWS sulkee instanssin. (Ribas ym. 2015.)

Menachen ym. (2014) mukaan spot-instanssit mahdollistavat kuluttajille ylimääräisten pilvi-instanssien vuokraamisen huomattavasti varausinstansseja ja tarveinstansseja edullisemmin. Myös Chaisiri ym. (2011) katsovat, että spot-instanssit ovat kaikkein edullisimpia pilvi-instansseja. Menachen ym. (2014) mukaan spot-instanssit mahdollistavat 50–66-prosenttiset kustannussäästöt verrattuna muihin instansseihin. Amazonin (2017) mukaan spot-markkinoiden kautta hankittujen pilvi-instanssien avulla kuluttajat voivat saavuttaa jopa 90-prosenttiset säästöt verrattuna tarveinstansseihin. Myös Ribas ym. (2015) korostavat spot-instanssien merkitystä pilvipalveluihin liittyvien kustannussäästöjen mahdollistajana.

Menache ym. (2014) korostavat kuitenkin sitä, että spot-instansseihin liittyy töiden keskeytymiseen ja viivästymiseen liittyviä riskejä, jos spot-markkinahinta ylittää kuluttajan tarjoaman hinnan. Chaisiri ym. (2011) taas korostavat spot-instanssien kysynnän ja tarpeen vaihtelusta johtuvan hinnoittelun vaihtelun aiheuttamia haasteita.

### 3.3.4 Muita optimointimenetelmiä

Amazonin (2017) mukaan AWS-kustannukset voidaan optimoida myös oikean resurssimäärän valitsemisella sekä palvelunkäytön määrää tarkkailemalla ja jäljittämällä. Palvelunkäytön määrää tarkkailemalla kuluttaja voi parantaa laitteiston suorituskykyä ja luotettavuutta sekä kohdentaa resurssit mahdollisimman kustannustehokkaasti. RightScalen (2013) mukaan pilvipalvelukustannuksia voidaan lisäksi optimoida pilviresurssivaihtojen suodattamisella prosessorimäärän ja muistin perusteella, ottamalla huomioon kaikki pilvilaskentaan liittyvät kulut ja ennakoimalla pilvipalvelutarpeen kasvua.

### 3.4 Yhteenveto

Pilvipalveluiden kustannusoptimoinnista on tullut merkittävä haaste pilvipalveluiden suosion kasvaessa. Lukuisten hinnoitteluvaihtoehtojen ja resurssivalikoiman valtavan kasvun vuoksi kuluttajien täytyy kyetä valitsemaan mahdollisimman tehokkaat vaihtoehdot kustannusten minimoimiseksi. Myös palveluntarjoajien runsas määrä lisää haasteita, sillä kuluttajien täytyy kyetä optimoimaan useilta palveluntarjoajilta hankitut resurssit samanaikaisesti. Kuluttajien täytyykin ottaa huomioon myös useat pilvipalveluihin liittyvät kulut, jos mahdollisimman tehokas resurssikäyttö ja minimaaliset kulut halutaan saavuttaa. Kustannusoptimoinnin avulla yritykset voivatkin saavuttaa jopa 90-prosenttiset kustannussäästöt. Palveluntarjoajat tarjoavat kuluttajille tavallisesti varaus-, tarve- ja spot-instansseja. Etukäteen varattujen resurssien avulla voidaan saavuttaa merkittävät kustannussäästöt tarpeen mukaan hankittuihin resursseihin verrattuna. Lisäksi pilvipalvelukustannuksia voidaan vähentää muun muassa resurssikäytön optimoinnilla, resurssikäytön ennakoimisella ja resurssikäytön tarkkailemisella.

## 4 PIENET JA KESKISUURET YRITYKSET

Tässä luvussa kerrotaan pk-yrityksistä ja niiden ominaispiirteistä sekä niiden kohtaamista haasteista ja eduista. Luvussa esitellään myös niitä hyötyjä, joita pk-yritykset voivat saavuttaa pilvilaskennan omaksumisen kautta.

### 4.1 Pienten ja keskisuurten yritysten määritelmä

Pk-yrityksistä ei ole ollut olemassa täysin tarkkaa, yleisesti hyväksyttyä määritelmää. Lun ja Beamishin (2001) mukaan American Small Business Administration (SBA) on luokitellut pk-yritykset yrityksiksi, jotka työllistävät alle 500 henkilöä. SBA ei ole kuitenkaan määritellyt spesifiä määritelmää sille, kuinka suuri liikevaihto pk-yrityksillä on (Lu & Beamish, 2001).

Pk-yritysten määritelmä on kuitenkin yhtenäistynyt viime vuosien aikana, kun erinäisten auktoriteetit ovat alkaneet käsittelemään niitä omana käsitteenään. Australian Bureau of Statistics -organisaation mukaan pk-yritykset ovat yrityksiä, jotka työllistävät alle 200 henkilöä (Meath, Linnenluecke & Griffiths, 2016). Gupta ym. (2013) mukaan SPRING Singapore määrittelee pk-yritykset yrityksiksi, jotka työllistävät alle 200 henkilöä ja joiden vuosittainen liikevaihto on korkeintaan 100 miljoonaa dollaria. Toisaalta Euroopan unioni määrittelee pk-yritykset korkeintaan 250 henkilöä työllistäviksi yrityksiksi, joiden vuosittainen liikevaihto on alle 50 miljoonaa euroa, ja joiden vuosittainen tilinpäätössumma on korkeintaan 43 miljoonaa euroa (Sebesta, 2013; Sultan, 2011). Myös Moen ja Servais (2002) katsovat pk-yritysten olevan korkeintaan 250 henkilöä työllistäviä yrityksiä. Wiklundin ja Shepherdin (2003) mukaan pienet yritykset työllistävät 10–49 henkilöä, kun taas keskisuuret yritykset työllistävät 50–249 henkilöä.

Seuraavassa taulukossa (taulukko 6) on luokiteltu eri lähteissä mainittuja määritelmiä pk-yrityksille:



TAULUKKO 6 Pienten ja keskisuurten yritysten määritelmä kirjallisuuden mukaan

	Työllistettyjen henkilöiden määrä (hlöä)	Vuosittainen liikevaihto
Euroopan unioni	Korkeintaan 250	< 50 miljoonaa euroa
Gupta ym. (2013)	< 200	Max. 100 miljoonaa dollaria
Lu & Beamish (2001)	< 500	-
Meath ym. (2016)	< 200	-
Moen & Servais (2002)	Korkeintaan 250	-
Ojala (2009)	< 250	-
Sebesta (2013)	Korkeintaan 250	< 50 miljoonaa euroa
Sultan (2011)	Korkeintaan 250	< 50 miljoonaa euroa
Wiklund & Shepherd (2003)	10-249	-
Yrittäjät (2018)	< 250	-

Tilastokeskus ja Yrittäjät noudattavat pk-yritysten määritelmässään Euroopan unionin linjaa. Euroopan unionin määritelmä pk-yrityksille nostetaan tämän tutkielman kannalta olennaiseksi, sillä tutkittavat yritykset sijaitsevat Euroopan unionin sisällä.

## 4.2 Pienten ja keskisuurten yritysten ominaispiirteitä

Huang ym. (2013) katsovat, että pk-yritykset edistävät bruttokansantuotteen kasvua sekä työllisyyttä ja optimoivat kansantalouden rakennetta. Myös Lacity ja Reynolds (2014) korostavat pk-yritysten huomattavaa taloudellista merkitystä. Pk-yritysten kansantaloudellista merkitystä korostaa myös se, että esimerkiksi Singaporessa pk-yritykset tuottavat Guptan ym. (2013) mukaan 46 prosenttia BKT:stä ja työllistävät 63 prosenttia työvoimasta. OECD-maissa yli 95 prosenttia kaikista yrityksistä on pk-yrityksiä. Nämä pk-yritykset tarjoavat 60–70 prosenttia kaikista työpaikoista. (Gupta ym., 2013.) Kaksi kolmasosaa kaikista Euroopan unionin työpaikoista on pk-yritysten tarjoamia. Japanissa vastaava luku on 78 prosenttia. (Gupta ym., 2013.)

Assante ym. (2016) katsovat, että pk-yritykset muodostavat taloudellisen kasvun ytimen Euroopassa. Heidän mukaansa 21,6 miljoonaa pk-yritystä työllisti 88,8 miljoonaa ihmistä Euroopassa vuonna 2013. Haselmannin ja Vossenin (2011) mukaan pk-yritykset muodostavat noin 37 prosenttia Saksan kokonaisliikevaihdosta. Rochan, Gomezin, Araújoon, Oteron ja Rodriguesin (2016) mukaan pk-yritykset tuottavat suuren osan Euroopan yksityisen sektorin työpaikoista muodos-

taen yli 50 prosenttia yritysten tuottamasta jalostusarvosta. Suomessa pk-yritykset tuottavat 59 prosenttia yritysten kokonaisliikevaihdosta, muodostaen runsaat 40 prosenttia BKT:stä (Yrittäjät, 2018).

Haselmann ja Vossen (2011) katsovat, että pk-yrityksillä on usein erittäin voimakkaat alueelliset siteet, jotka korostavat pk-yritysten arvoa paikallisille yhteisöille. Tämän lisäksi pk-yritykset vaikuttavat merkittävästi kansallisiin sosiaaliturvajärjestelmiin (Haselmann & Vossen, 2011). Haselmann ja Vossen (2011) korostavatkin pk-yritysten elintärkeää roolia kansantalouksien stabiiliudessa.

Acs, Morck, Shaver ja Yeung (1997) pitävät merkittävänä sitä, että suurin osa innovaatioista syntyy pk-yrityksissä; tuote- ja tuotantoinnovaation taso on pk-yrityksissä huomattavasti suuria yrityksiä korkeampi. Myös Brunswicker ja Vanhaverbeke (2015) katsovat, että pk-yritykset toimivat merkittävinä innovaatioajureina. Rochan ym. (2016) mukaan pk-yritykset mahdollistavat myös uusien tuotteiden ja trendien luomisen ja muodostamisen.

#### 4.2.1 Pienten ja keskisuurten yritysten kohtaamia haasteita

Blilin ja Raymondin (1993) mukaan pk-yritykset kohtaavat usein huomattavasti erilaisia haasteita kuin suuret yritykset. Heidän mukaansa erityisesti resurssien puute on ollut perinteisesti merkittävä haaste pk-yrityksille. Tästä resurssien puutteesta johtuen pk-yritykset kohtaavat usein haasteita liittyen rahoitukseen, henkilöstökoulutukseen, ylläpitotoimiin ja hallintotoimiin. Lisäksi pk-yrityksille on tyypillistä resurssien rajallisuudesta johtuvat haasteet muun muassa tietojärjestelmien ja IT-infrastruktuurin kehittämisessä ja ylläpitämisessä. (Blili & Raymond, 1993.) Myös Voleryn, Muellerin ja von Siemensin (2015) mukaan resurssien rajallisuus on tyypillistä pk-yrityksille. Lisäksi tyypillistä on se, että pk-yrityksen omistaa ja sitä hallitsee yksilö tai erittäin pieni henkilökunta; yrityksen omistaja tekee periaatteessa kaikki merkittävimmät strategiset päätökset (Volery ym., 2015). Seethamraju (2015) noudattaa samaa linjaa Blilin ja Raymondin (1993) sekä Voleryn ym. (2015) kanssa, katsoen että pk-yritykset kohtaavat usein resurssien puutteeseen liittyviä haasteita. Hän korostaa sitä, että pk-yrityksiltä puuttuu resurssien vähyyden vuoksi vahvat IT-diffuusioprosessit. Tämän vuoksi organisaation informaatio jaetaan tavallisesti sidosryhmien kanssa epävirallisten viestintäkanavien, kuten sähköpostin, puhelimen ja tapaamisten, kautta (Seethamraju, 2015). Rochan ym. (2016) mukaan pk-yritykset kohtaavat resurssirajoitusten lisäksi usein haasteita liittyen osaamiseen, rahoitukseen tai pääsyyn markkinoille. Zhou (2016) katsoo, että pk-yritysten tyypillisimpiin haasteisiin liittyvät rahoitukseen, tietotaitoon ja henkilöstöresursseihin liittyvät rajoitukset.

Pk-yritykset kohtaavat haasteita liittyen teknologioiden omaksumiseen, innovaatio- ja suunnittelukyvykkyyden puutteeseen, seurantapalveluiden ja lisäarvon luomisen kehittymättömyyteen, resurssien integrointiin, markkinointikuluihin ja kansainvälisen liiketoimintaosaamisen puutteeseen (Huang ym., 2013). Myös Yew Wong (2005) katsoo, että pk-yrityksillä on puutteita teknologisesta tietämyksestä ja teknisestä osaamisesta. Lisäksi hänen mukaansa pk-yrityksillä

on puutteita tiedonhallintaprosessien perusteellisesta ymmärtämisestä. Pk-yritykset kohtaavat myös tiedon menettämiseen liittyviä haasteita, sillä niille on tyypillistä työntekijöiden menettäminen, kun nämä etsivät korkeammin palkattuja työpaikkoja suurten yritysten parista (Yew Wong, 2005). Lacityn ja Reynoldsin (2014) mukaan pk-yritykset kohtaavat haasteita liittyen tietojärjestelmien hallintaan, teknisesti osaavien työntekijöiden puutteeseen ja resursseihin. Näiden haasteiden vuoksi pk-yritykset omaksuvat usein uusia IT-innovaatioita huomattavasti suuria yrityksiä hitaammin (Lacity & Reynolds, 2014).

Pk-yritykset voivat kohdata haasteita liittyen vaillinaiseen informaation määrään. Yritykset saattavat tehdä kalliita virheitä liittyen työvoimaan, materiaaleihin ja markkinatilanteeseen heikosta informaatiotasosta johtuen. (Acs ym., 1997.) Lisäksi haasteita saattaa aiheuttaa hyvien työntekijöiden ja tukiorganisaatioiden houkuttelemisen, sillä suuria yrityksiä pidetään tyypillisesti vähemmän riskialttiina. Toiset yritykset saattavat aiheuttaa pk-yrityksille haasteita halutesaan ylläpitää tuottojaan estämällä uusien yritysten pääsyn markkinoille. (Acs ym., 1997.) Myös hallituksen toimet aiheuttavat haasteita pk-yrityksille muun muassa sääntelyn, rajoitusten, verojen muodossa (Acs ym., 1997). Monet pk-yritykset kärsivät lisäksi tutkimukseen ja tuotekehitykseen (engl. *research and development, R&D*), hallintatoimeen ja teollisuusketjuun (engl. *industrial chain*) liittyvistä haasteista (Brunswicker & Vanhaverbeke, 2015; Huang ym., 2013).

Muun muassa näiden tekijöiden vuoksi pk-yritykset ovat huomattavasti suuria yrityksiä konkurssialttiimpia. Pk-yritykset tarvitsevatkin suuriin yrityksiin verrattuna huomattavasti erilaisen lähestymistavan ongelmiin ja niiden ratkaisemiseen. (Blili & Raymond, 1993; Wong, 2005.)

Näistä lukuisista haasteista huolimatta pk-yritykset hyötyvät kuitenkin koostaan muun muassa päätösten nopean implementaation ja toteutuksen, markkinaläheisen aseman, tehokkaan muutoksiin sopeutumisen ja nopean toimintojen muokkaamisen vuoksi (Blili & Raymond, 1993). Brunswickerin ja Vanhaverbeken (2015) mukaan pk-yritykset ovat suuria yrityksiä joustavampia, vähemmän jäykkärakenteisia ja nopeampia tekemään päätöksiä.

#### 4.2.2 Pilvilaskennan hyödyt pienille ja keskisuurille yrityksille

Kirjallisuuden mukaan pilvilaskenta mahdollistaa merkittävät hyödyt erityisesti pk-yrityksille, jotka kohtaavat useita, edellä mainittuja, haasteita toiminnassaan. Mainitut hyödyt ovat hyvin samankaltaisia kuin luvussa 2.4 mainitut pilvilaskennasta yleisesti seuraavat hyödyt yrityksille.

Kirjallisuudessa vallitsee konsensus siitä, että pilvilaskenta hyödyttää erityisesti pk-yrityksiä (ks. Brender & Markov, 2013; Gupta ym., 2013; Haselmann & Vossen, 2011; Hsu ym., 2014; Lacity & Reynolds, 2014; Lin & Chen, 2012; Seethamraju, 2015). Haselmannin ja Vossenin (2011) ja Hsun ym. (2014) mukaan pilvilaskennan luvussa 2.4 luetellut pilvilaskennan omaksumisesta seuraavat hyödyt pätevät myös pk-yrityksiin, mutta niiden merkitys korostuu edellä mainittujen pk-yritysten kohtaamien haasteiden vuoksi.

### 4.3 Yhteenveto

Pk-yritysten määritelmä on yhtenäistynyt viime vuosien aikana. Pk-yritysten katsotaan yleisesti olevan noin 0-249 henkilöä työllistäviä yrityksiä, joiden vuosittainen liikevaihto on alle 50 miljoonaa euroa. Pk-yritykset toimivat merkittävänä taloudellisina ajureina. Ne edistävät bruttokansantuotteen kasvua ja työllisyyttä sekä optimoivat kansantalouden rakennetta. Kaksi kolmasosaa kaikista Euroopan unionin työpaikoista onkin pk-yritysten tarjoamia. Lisäksi suurin osa innovaatioista tapahtuu pk-yrityksissä. Pk-yritykset kohtaavat kuitenkin usein haasteita liittyen rajoitettuun resurssimäärään, teknologioiden omaksumiseen, tekniseen osaamiseen ja asiantuntemukseen. Toisaalta pk-yritykset kykenevät pienestä koostaan johtuen nopeisiin päätöksiin ja tehokkaaseen muutoksiin sopeutumiseen. Pilvilaskennan mahdollistamien hyötyjen merkitys korostuu pk-yritysten tapauksessa niiden kohtaamien haasteiden vuoksi.

## 5 EMPIIRINEN TUTKIMUS

Tässä luvussa tarkastellaan käytettyjä tutkimusmenetelmiä, tiedonkeruumenetelmiä, tiedonkeruun kohdejoukkoa ja aineiston analysointimenetelmiä.

### 5.1 Tutkimusmenetelmä

Neuman (2014) katsoo, että tutkimusmenetelmän valintaan vaikuttaa datan luonne, tutkimuksen tavoitteet ja käytetyn logiikan tyyppi. Heikkilän (2014) mukaan tutkimustyötä kyetään suorittamaan kahdella eri tavalla: empiirisellä ja teoreettisella tutkimuksella. Tämän tutkielman teoreettinen osuus toteutettiin kirjallisuuskatsauksena. Kirjallisuuteen perustuvan tutkimusosuuden tarkoituksena oli selvittää pilvilaskennan ominaispiirteet, kustannusoptimoinnin lähtökohdat ja pk-yritysten ominaisuudet. Lisäksi tarkoituksena oli luoda viitekehys, jonka pohjalta kyselylomake luotiin.

Tutkimuksen empiirisessä tutkimusosuudessa pyritään vastaamaan tutkimuksen päätutkimuskysymyksiin, jotka esiteltiin luvussa 1.1. Onnistunut tutkimuskysymyksiin vastaaminen kyetään Hirsjärven, Remeksen ja Sajavaaran (2014, s. 13–15) mukaan saavuttamaan sopivalla metodologialla ja menetelmällä. Empiirinen tutkimus on VanderStoepin ja Johnsonin (2008, s. 7) mukaan jaettu kvantitatiiviseen ja kvalitatiiviseen tutkimukseen. Tämän tutkimuksen empiirisenä tutkimusmenetelmänä käytetään kvantitatiivista, eli määrällistä tutkimusta.

#### 5.1.1 Määrällisen tutkimuksen ominaispiirteitä

Neuman (2014) katsoo, että määrällinen tutkimus perustuu selkeästi määriteltyjen muuttujien tutkimiseen. Hänen mukaansa käytetyt mittarit luodaan systemaattisesti ja standardoidusti ennen datan keräämistä. Creswell (2002, s. 84) taas katsoo, että määrällisessä tutkimuksessa ongelmaa tutkitaan tarkastelemalla, mitkä tekijät tai muuttujat vaikuttavat lopputulokseen. Tuomivaaran (2005) mu-

kaan määrällinen tutkimus tarkastelee rajoitettua muuttujajoukkoa, josta voidaan saada kvantitatiivista aineistoa. Vilkka (2007) katsoo, että määrällinen tutkimus on menetelmä, joka pyrkii antamaan yleisen kuvan muuttujien välisistä suhteista ja eroista. Hänen mukaansa määrällinen tutkimus pyrkii objektiivisyyteen, eli tutkija ei vaikuta määrällisen tutkimuksen tutkimustulokseen. Creswellin (2002, s. 141) ja Neumanin (2014) mukaan määrällisessä tutkimuksessa luotu teoria on kausaalista ja deduktiivista. Nummenmaan, Holopaisen ja Pulkkisen (2014, s. 15-16) sekä Vilkan (2007) mukaan määrällinen tutkimus perustuu kohdepopulaatiosta ja -kontekstista kerättyyn numeeriseen dataan. VanderStoepin ja Johnsonin (2008, s. 7) mukaan määrällinen tutkimus perustuu tutkittavaan ilmiöön liittyvien numeeristen tekijöiden tutkimiseen. Myös Neuman (2014) katsoo, että määrälliselle tutkimukselle on olennaista datan oleminen numeerisessa muodossa tarkan mittaamisen mahdollistamiseksi. Määrällisen tutkimuksen etuna on sen mahdollistama laadullista tutkimusta parempi kokonaispopulaation kuvaaminen (VanderStoep & Johnson, 2008, s. 7). Määrällinen tutkimus soveltuukin siis erityisen hyvin tämän tutkimuksen tutkimuskysymyksiin vastaamiseksi, sillä niiden tarkoituksena on selvittää sekä käytettävien kustannusoptimointimenetelmien yleisyyttä että kausaalisia syitä yritysten pilvipalvelukokemuksen ja kustannusoptimointimenetelmien sekä pilvipalvelukokemuksen ja TAM-mallin tekijöiden välillä.

Hirsjärven ym. (2014, s. 231) mukaan määrällisen tutkimuksen tulisi olla toistettavissa samankaltaisilla tuloksilla mahdollisimman reliabelin tuloksen saavuttamiseksi. Lisäksi tulosten tulisi olla yleistettävissä niin, että otos edustaa koko kohdepopulaatiota (Hirsjärvi ym., 2014, s.140). Heikkilän (2014) mukaan mahdollisimman reliabeli ja validi tutkimustyö kyetään saavuttamaan huolellisella suunnittelulla. Teon (2014, s. 21) sekä VanderStoepin ja Johnsonin (2008, s. 62-63) mukaan reliabiliteetti tarkastelee, kuinka hyvin tutkimus mittaa sitä, mitä sen on tarkoituskin mitata. Validi tutkimus taas syntyy siitä, että tutkimus mittaa sitä, mitä se väittää mittaavansa (Teo, 2014, s. 23; VanderStoep & Johnson, 2008, s. 59). Tämän tutkimuksen reliabiliteettia ja validiteettia on tarkasteltu tarkemmin luvussa 7.2.

Määrällinen tutkimus jaetaan yleisesti kartoittavaan (engl. *exploratory*), kuvailevaan (engl. *descriptive*) ja selittävään (engl. *explanatory*) tutkimukseen (Hirsjärvi ym., 2014, s. 137-138). Lisäksi Hirsjärvi ym. (2014, s. 137-138) ja Vilkka (2007) lisäävät ennustavan (engl. *predictive*) tutkimuksen määrällisen tutkimuksen tarkoitukseksi. Tämän tutkimuksen tutkimustavoiksi valittiin tutkimuskysymysten asettelun vuoksi kuvaileva ja selittävä tutkimus, sillä tutkimuksen tavoitteena on pilvipalvelun kustannusoptimointimenetelmien yleisyyden kuvaileminen ja syy- ja seuraussuhteiden selvittäminen pilvipalvelukokemuksen ja kustannusoptimointimenetelmien sekä TAM-mallin tekijöiden ja pilvipalvelukokemuksen välillä.

### 5.1.2 Määrällisen tutkimuksen vaiheet

Heikkilän (2014) mukaan määrällinen tutkimusprosessi koostuu seuraavista vaiheista (kuvio 7):



KUVIO 7 Määrällisen tutkimuksen vaiheet (Heikkilä, 2014)

Heikkilä (2014) katsoo, että määrällinen tutkimusprosessi alkaa tutkimusongelman määrittämisellä. Tutkimusongelman määrittämisen jälkeen prosessi etenee aikaisempaan tutkimukseen ja kirjallisuuteen perehtymisellä (Heikkilä, 2014). Aihepiirin huolellisen tutkimisen jälkeen tutkija voi asettaa hypoteesit (Vilkkä, 2007). Tutkimussuunnitelma ohjaa monia tutkimuksen käytännön asioita, kuten tietojen hankintatapaa, käytettyä otantamenetelmää sekä aineiston käsittelytapaa. Seuraava vaihe määrällisessä tutkimusprosessissa on tiedonkeruuvälineen rakentaminen ja tietojen kerääminen. (Heikkilä, 2014.) Tässä tutkimuksessa käytettyä tiedonkeruumenetelmää käsitellään tarkemmin luvussa 5.2. Tietojen keräämisen jälkeen tiedot käsitellään ja analysoidaan (Heikkilä, 2014). Tietojen käsittelyä ja analysointia on käsitelty tarkemmin luvussa 5.4. Lopuksi tulokset raportoidaan, ja niistä tehdään johtopäätöksiä. Lisäksi esitellään tapoja, joilla tuloksia voidaan hyödyntää jatkossa. (Heikkilä, 2014.) Tämän tutkimuksen tulokset raportoidaan luvussa 6. Tulosten jatkohyödyntämismahdollisuuksia tarkastellaan luvussa 7.3.

## 5.2 Tiedonkeruumenetelmä

Vilkan (2007) mukaan määrälliseen tutkimukseen liittyy kolme tiedonkeruumenetelmää: kysely, haastattelu ja systemaattinen havainnointi. Kyselyt voivat olla joko kyselylomakkeiden, haastatteluiden tai tarkkailujen muodossa (Hirsjärvi ym., 2014; Vilkka, 2007). Kyselyille on ominaista vakioitu kysymysten muoto: kaikilta vastaajilta kysytään samat asiat, samalla tavalla ja samassa järjestyksessä (Vilkka, 2007). Kyselyitä voidaan käyttää vastaajien käyttäytymisen, toimien, asenteiden, tiedon, arvojen, asenteiden, mielipiteiden tai uskomusten tutkimiseen (Hirsjärvi ym., 2014, s. 14). Creswellin (2002, s. 174) mukaan kyselyt mahdollistavat määrällisen tai numeerisen trendien, asenteiden tai mielipiteiden käsityksen saamisen populaatiosta otosta tutkimalla. Myös VanderStoep ja Johnson (2008, s. 37) katsovat, että survey-kyselyt mahdollistavat suuren, satunnaisesti valitun ihmisjoukon asenteiden ja käyttäytymisen tutkimisen. Otoksesta saatujen tulosten perusteella tutkija tekee yleistyksiä tai väittämiä populaatiosta (Creswell, 2002, s. 174). Pilvipalveluiden kustannusoptimointiin liittyvien tekijöiden tutkiminen onkin pääsääntöisesti vastaajien käyttäytymisen, asenteiden ja toimien tutkimista.

Vilkka (2007) katsoo, että määrällisessä tutkimuksessa tutkimusainestoa voidaan kerätä postikyselyillä, internet-kyselyillä, lomakehaastatteluilla ja systemaattisella havainnoinnilla. Heikkilän (2014) mukaan määrällisen tutkimuksen tyypillisiä aineistonkeruumenetelmiä ovat lomakekyselyt, internet-kyselyt, strukturoidut haastattelut, puhelinhaastattelut, systemaattinen havainnointi ja kokeelliset tutkimukset.

Heikkilän (2014) mukaan internet-kyselyt soveltuvat kyselyihin, joissa kaikki perusjoukon jäsenet kykenevät käyttämään internetiä, eli tutkijalla on mahdollisuus edustavan aineiston saamiseen. Internet-kysely mahdollistaa myös vastausten saamisen laajalta vastaajajoukolta (Hirsjärvi ym., 2014; Valli, 2010). Internet-kyselyiden toteuttamiseksi on olemassa useita internet-pohjaisia tutkimus- ja tiedonkeruuohjelmia, kuten Webropol. Internet-kyselyt eivät vaadi myöskään kalliita asennuksia tai investointeja. (Heikkilä, 2014.) Heikkilä (2014) katsoo, että internet-kyselyt ovat pääsääntöisesti helppokäyttöisiä ohjelmistoja, joilla kyetään analysoimaan ja raportoimaan kerättyä tietoa. Lisäksi tulokset ovat käytettävissä reaaliajassa ja ne kyetään siirtämään helposti muun muassa Exceliin ja moniin tilasto-ohjelmiin.

Tämän tutkimuksen aineistonkeruumenetelmäksi valitaan edellä mainituista syistä internet-kysely Webropol-palvelun kautta toteutettuna. Internet-kysely on relevantti aineistonkeruumenetelmä tämän tutkimuksen kannalta, sillä kaikkien perusjoukon jäsenten oletetaan kykenevän käyttämään internetiä. Näin katsotaan, että internet-kyselyllä kyetään saamaan aikaan edustava otos. Myös perusjoukon laajuus on otettu huomioon aineistonkeruumenetelmää valittaessa, sillä internet-kyselyllä kyetään saamaan vastauksia mahdollisimman suurelta



vastaajajoukolta, kuten edellä mainittiin. Lisäksi huomioon on otettu se, että se-littävän tutkimuksen aineiston keräämisen tavaksi sopii Vilkan (2007) mukaan parhaiten internet-kysely.

Internet-kyselyihin liittyy kuitenkin joitakin huomioon otettavia haasteita. Hirsjärven ym. (2014) mukaan monet pitävät kyselyitä pinnallisina ja teoreettisilta vaikutuksiltaan rajoittuneina. Lisäksi he mainitsevat seuraavat syyt kyselyihin liittyvinä haasteina:

- Vastaajien rehellisyys
- Kysymysten tai vastausvaihtoehtojen väärinymmärtäminen
- Vastaajien tietoisuus tutkimuskohteesta
- Vastauskato

Edellä mainituista syistä kyselylomake kyettiin luomaan mahdollisimman perusteellisesti ja yksiselitteisesti. Lisäksi kyselylomake pyrittiin pitämään mahdollisimman lyhyenä, jotta kyetään varmistamaan mahdollisimman pieni vastauskato. Myös avointen kysymysten määrä pyrittiin pitämään mahdollisimman pienenä vastauskadon minimoimiseksi.

Internet-kysely mahdollistaa kuitenkin rajoitteistaan huolimatta Heikkilän (2014) mukaan mahdollisimman pienen haastattelijan vaikutuksen, pitkän kyselylomakkeen käyttömahdollisuuden ja nopean vastausten saannin. Kyselylomake testattiin ennen julkaisemista usealla testihenkilöllä nk. "pilot"-vaiheella, jonka avulla varmistettiin kyselyn toimivuus. Kysely testattiin siten, että koehenkilöille kerrottiin kyselyn olevan vasta harjoitus. Näin saatiin varmistettua, että kaikki kyselyn kysymykset ovat ymmärrettäviä. Lisäksi tutkija vastasi kyselyyn itse, testaten että kaikki toimii suunnitelmien mukaan. Standardisoitu tiedon kerääminen varmistettiin sillä, että kaikille vastaajille esitettiin sama, muuttumaton kyselylomake tutkimuksen aikana.

### 5.3 Tiedonkeruun kohdejoukko

Tutkimuksen kohderyhmänä olivat pk-yritykset, jotka ovat omaksuneet pilvipalveluita toimintaansa. Listausta pirkanmaalaisista pk-yrityksistä saatiin Tampereen kauppakamarilta joulukuussa 2017. Vastaajamäärää pyrittiin lisäämään lähettämällä kyselylinkkejä myös erälle Pirkanmaan ulkopuolella toimiville pk-yrityksille. Listauksen ulkopuolelle jätettiin alle viisi henkilöä työllistävät yritykset, sillä muuten listattujen yritysten määrä olisi kasvanut tarpeettoman suureksi. Tutkimukseen sisällytettyjen yritysten hakukriteereinä olivat siis yrityksen sijaintialue, työntekijöiden lukumäärä ja vuosittainen liikevaihto (taulukko 7). Työntekijöiden lukumäärän ja liikevaihdon tuli noudattaa luvussa 4.1 käsiteltyä Euroopan unionin määritelmää pk-yrityksille.

TAULUKKO 7 Tutkimusaineiston hakukriteerit ja rajaustekijät

Hakukriteeri	Rajaustekijä
Alue:	Pirkanmaa (pääosin)
Työntekijöiden lukumäärä	0-249 henkilöä
Vuosittainen liikevaihto	alle 50 miljoonaa euroa

Vastaajat valittiin kyselyyn kohdeyritysten verkkosivustoilta. Heihin otettiin yhteyttä sähköpostitse. Vastaajiksi kyettiin saamaan pääasiallisesti yrityksissä pilvipalveluista vastuussa olevia henkilöitä, sillä heidän odotettiin olevan parhaiten tietoisia yritystensä pilvipalveluiden kustannusoptimointimenetelmistä. Kyselyt lähetettiin vastaajille saatekirjeen kera helmikuussa 2018. Vastausaikaa kyselylle annettiin kaksi viikkoa. Vastaajille lähetettiin muistutusviesti, kun vastausaikaa oli jäljellä viikko.

## 5.4 Tutkimuksen aineiston analysointi

Aineiston analysointi aloitettiin tietojen tarkistamisella ja aineiston järjestämisellä kyselyn vastausajan päätyttyä. Ennen aineistoanalyysin aloittamista tutkijan tulee Hirsjärven ym. (2014) mukaan tarkistaa aineiston mahdolliset virheellisyudet ja puutteet. Huomioon täytyy myös ottaa, täytyykö tietoja täydentää hankkimalla vastaajilta lisätietoja. Oleellista on myös aineiston koodaaminen ja tarvittavien uusien muuttujien luominen. (Hirsjärvi ym., 2014.) Kysely toteutettiin verkkokyselylle, jonka jokaiseen kysymykseen oli pakko vastata. Tästä johtuen puuttuvia tietoja ei ollut. Kyselyssä oli joitakin avoimia vastausvaihtoehtoja, joihin tulleista vastauksista täytyi luoda uudet muuttajat vastausten vertailemisen mahdollistamiseksi.

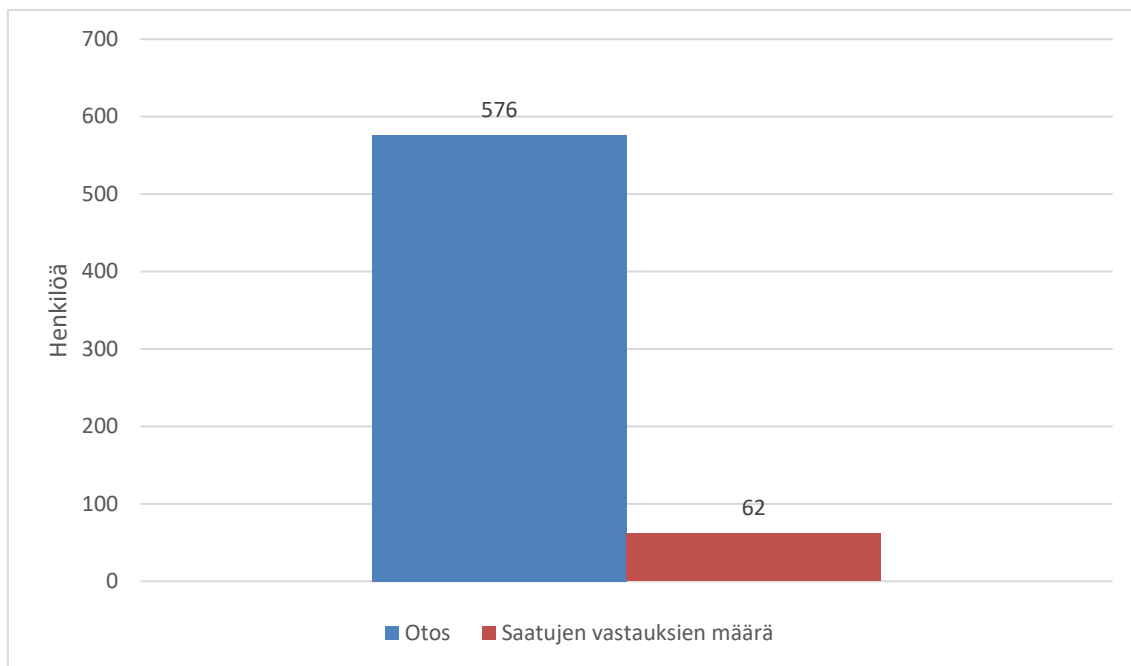
Aineisto vietiin tarkistamisen jälkeen Webropol-palvelusta suoraan PSPP-tilastoanalyysiohjelmaan, joka poisti tarpeen aineiston erilliselle koodaamiselle. Joitakin muuttujia täytyi kuitenkin koodata uudelleen, jotta aineistoa kyettiin analysoimaan helpommin. Uudelleen koodaaminen toteutettiin Likert-asteikollisten kysymysten kohdalla muokkaamalla ”en osaa sanoa” -vastausvaihtoehtoa. Lisäksi teemakysymysten yhteispisteiden tarkastelemiseksi luotiin summamuuttujia. Kyseenomaisten summamuuttujien reliabiliteettia tarkasteltiin Cronbachin alfan avulla. Lisäksi aineistoa analysoitiin ristiintaulukoimalla ja korrelaatioker-toimia laskemalla.

## 6 EMPIIRISEN TUTKIMUKSEN TULOKSET

Tässä luvussa käsitellään survey-kyselyllä tehdyn empiirisen tutkimuksen tuloksia. Ensimmäisenä tarkastellaan otosta ja kyselyn vastanneiden taustatietoja. Seuraavaksi tarkastellaan vastausyritysten taustatietoja ja pilvipalvelukokemusta. Tämän jälkeen tarkastelun kohteena on TAM-mallin tarkastelu kohdeyritysten pilvipalveluiden omaksumisen tutkimiseksi. Lopuksi käsitellään sitä, kuinka vastaajayritykset pyrkivät optimoimaan pilvipalvelukustannuksiaan, ja kuinka kustannusoptimointimenetelmät vaihtelevat yritysten pilvipalvelukokemuksen myötä.

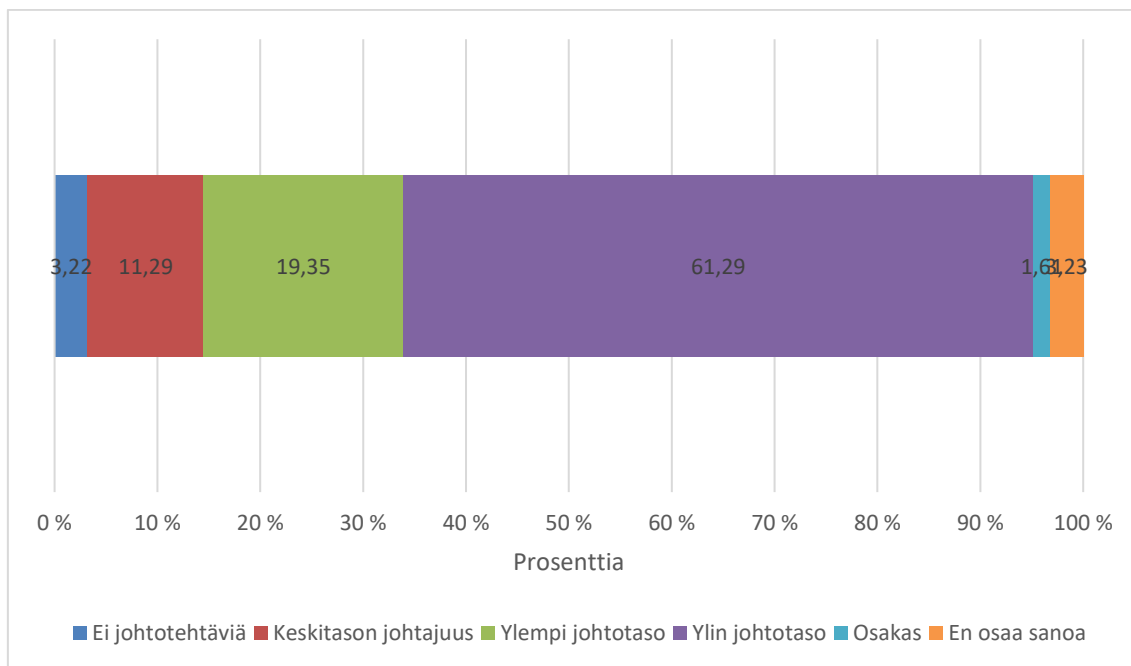
### 6.1 Otos ja kyselyyn vastanneiden taustatiedot

Kysely lähetettiin saatekirjeen kera sähköpostitse 576 henkilölle, joista kahden viikon määräajan sisällä kyselyyn vastasi 62 henkilöä (kuvio 8). Täten kyselylle saatiin noin 10,7 prosentin vastausprosentti, joka on survey-kyselyille melko tyypillinen. Luvussa 5.3 mainittu survey-kyselyiden tyypillisimpinä haasteina mainittu vastauskato oli siis havaittavissa tässäkin tutkimuksessa, vaikka vastauskatoa pyrittiin minimoimaan mahdollisimman pienellä avointen kysymysten määrällä ja kyselyn suhteellisen lyhyiden avulla. Vastaajilta ei tiedusteltu ikää.



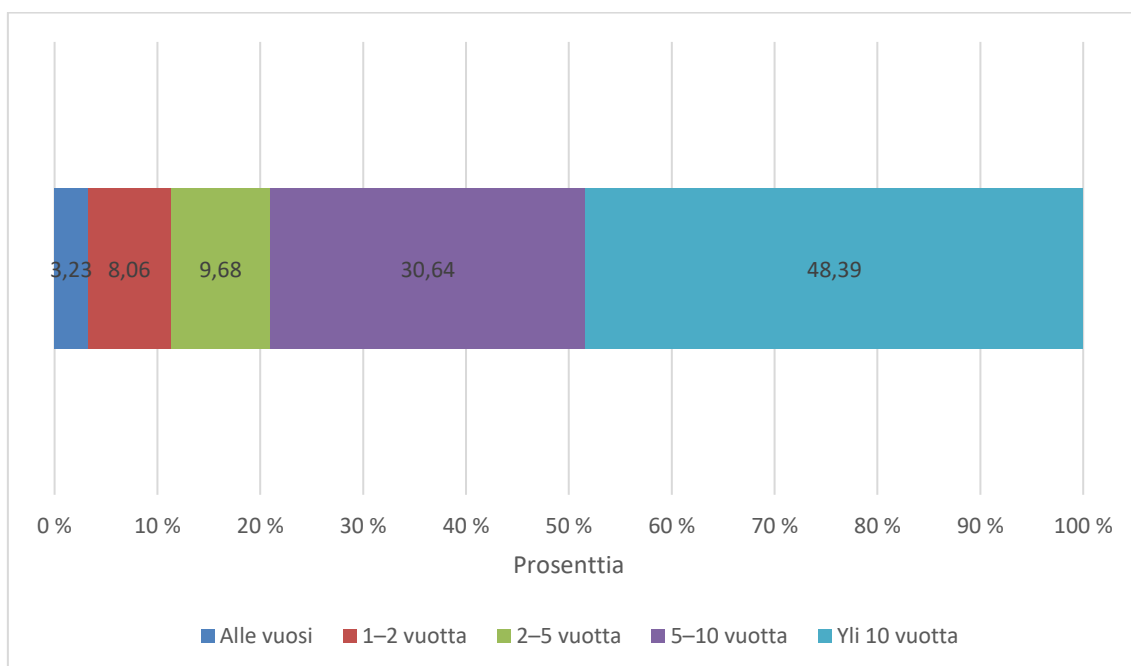
KUVIO 8 Otos ja saatujen vastauksien määrä

Kyselyyn vastaajista 3,22 prosentilla ei ollut johtotehtäviä ollenkaan. 11,29 vastaajista mainitsi asemakseen keskitason johtajuuden; 19,35 prosenttia ylemmän johtotason; 61,29 prosenttia ylimmän johtotason ja 1,61 prosenttia. 3,23 prosenttia vastaajista ei osannut sanoa asemaansa yrityksessä. Vastaajista suurin osa on siis jonkinlaisissa johtotehtävissä yrityksessään, joten kyselyiden havaittiin menneen oikeille kohdehenkilöille, sillä tarkoituksena oli saada vastauksia juuri yritysten päättäviltä henkilöiltä ja henkilöiltä, jotka päättävät yritysten pilvipalveluista. Huomionarvoista on se, että vastaajista lähes kaksi kolmasosaa vastasi toimivansa yrityksensä ylimmällä johtotasolla. Täten koetaan, että vastaajista suurimmalla osalla oli selkeä käsitys siitä, kuinka heidän yrityksensä pyrkii optimoimaan pilvipalveluihin liittyviä kustannuksia (kuvio 9).



KUVIO 9 Vastaajan tehtävä/ asema yrityksessä

Huomionarvoista on myös se, että suuri osa vastaajista on ollut työtehtävässään pitkään. 3,23 prosenttia vastaajista oli ollut tehtävässään alle vuoden; 8,06 prosenttia 1-2 vuotta; 9,68 prosenttia 2-5 vuotta; 30,64 prosenttia 5-10 vuotta, ja 48,39 prosenttia yli 10 vuotta (kuvio 10).

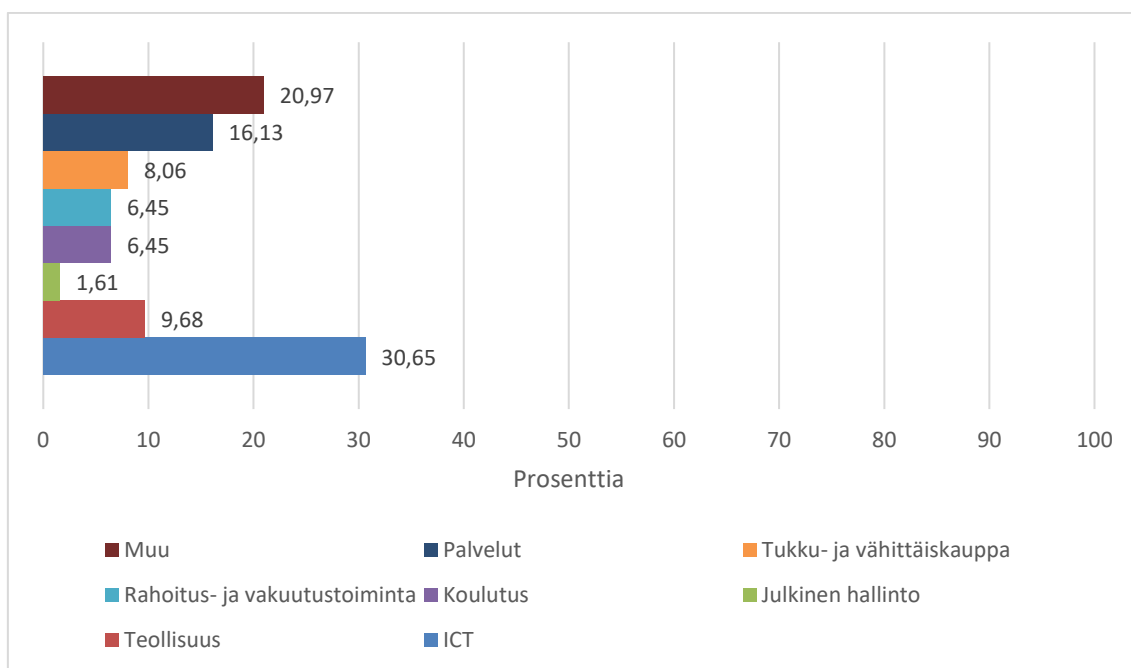


KUVIO 10 Vastaajan kokemuksen määrä työtehtävässä

Täten lähes puolet vastaajista olivat toimineet tehtävässään yli 10 vuotta. Kyselyn perusteella havaittiin, että vastaajista suurimmalla osalla on työtehtävästään runsaasti kokemusta, joka lisää tutkimuksen tulosten luotettavuutta.

## 6.2 Vastaajayritysten tiedot

Vastanneista yrityksistä 20,97 prosenttia mainitsi toimialakseen muun toimialan; 16,13 prosenttia palvelualan; 8,06 prosenttia tukku- ja vähittäiskaupan; 6,45 prosenttia rahoitus- ja vakuutus toiminnan; 6,45 prosenttia koulutuksen; 1,61 prosenttia julkisen hallinnon; 9,68 prosenttia teollisuuden, ja 30,65 prosenttia ICT:n. Täten ICT-alan yritysten parissa on huomattavissa selkeästi muita aloja korkeampi vastausprosentti sillä lähes kolmasosa kyselyyn vastanneista yrityksistä oli ICT-alan yrityksiä (kuvio 11).

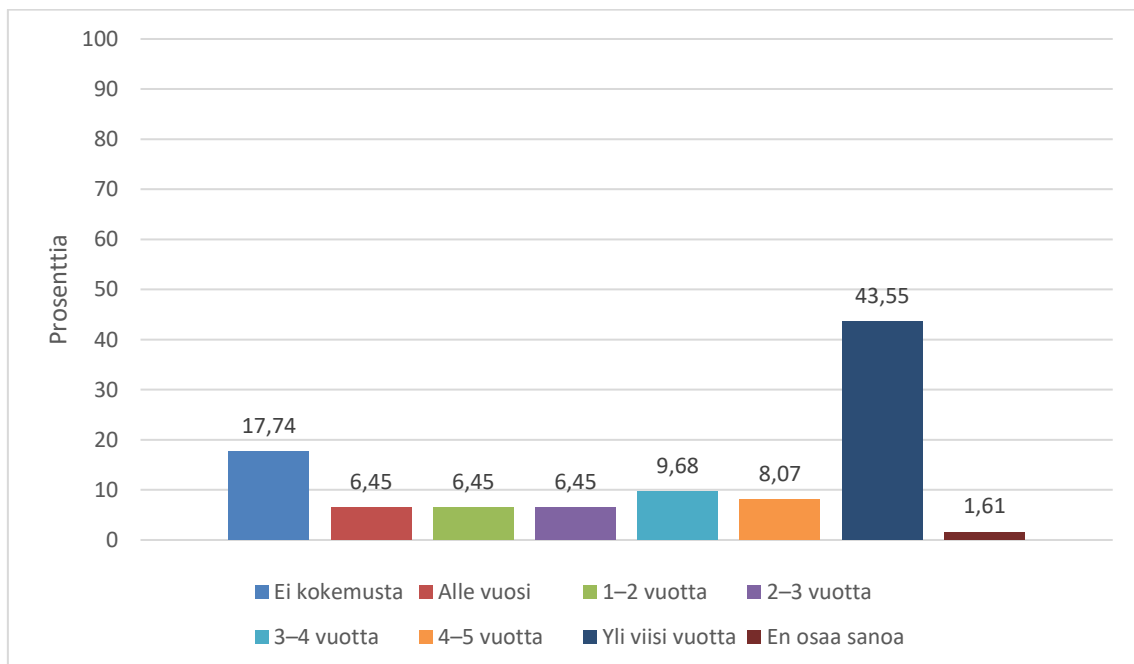


KUVIO 11 Vastaajayrityksen toimiala

Edellä havaittu tulos voi johtua ICT-alan yritysten muita aloja positiivisemmasta suhtautumisesta uusiin teknologioihin, kuten pilvipalveluihin. Lisäksi taustasyynä voi olla pilvipalveluiden merkitys ICT-alan yrityksille ja halu tietää, kuinka kilpailevat yritykset pyrkivät optimoimaan pilvipalveluihin liittyviä kustannuksia.

### 6.3 Vastaajayritysten pilvipalvelukäytänteet

Vastanneista yrityksistä 17,74 prosentilla ei ollut pilvipalveluita käytössä ollenkaan. Yritykset joilla ei ollut pilvipalvelukokemusta ohjattiin suoraan kyselyn loppuun, joten tämä 17,74 prosenttia vastaajista ei vastannut enää loppukyselyyn tämän kysymyksen jälkeen. 6,45 prosenttia vastaajista mainitsi pilvipalvelukokemukseen alle vuoden; 6,45 prosenttia 1–2 vuotta; 6,45 prosenttia 2–3 vuotta; 9,68 prosenttia 3–4 vuotta; 8,07 prosenttia 4–5 vuotta; ja 43,55 prosenttia yli viisi vuotta. 1,61 prosenttia vastaajista ei osannut sanoa yrityksensä pilvipalvelukokemuksen määrää. (kuvio 12).



KUVIO 12 Vastaajayrityksen pilvipalvelukokemus

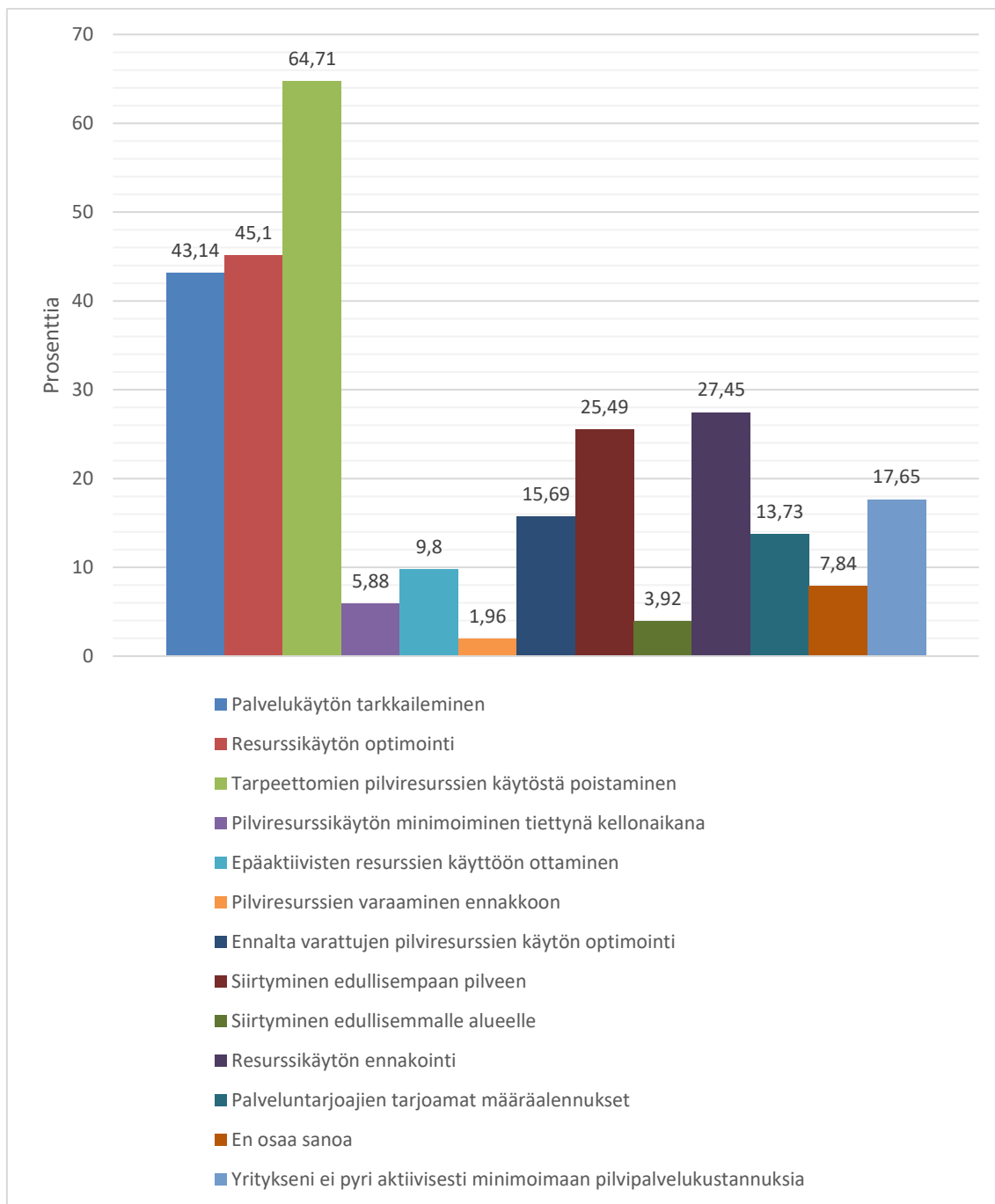
Huomattavaa näissäkin vastauksissa on se, että merkittävä osa vastanneista yrityksistä oli käyttänyt pilvipalveluita pitkään. Lähes puolilla vastaajayrityksistä on ollut pilvipalveluita käytössä yli viisi vuotta, joka on pitkään pilvilaskennan suhteelliseen uutuuteen nähden. Tulosten perusteella voidaankin havaita, että suomalaiset pk-yritykset ovat tehokkaita uusien teknologioiden omaksujina. Toisaalta tulokseen voi vaikuttaa myös vastaajayritysten ICT-painotteisuus, sillä ICT-alan yritykset ovat todennäköisesti muita aloja nopeampia omaksumaan uusia teknologioita.

## 6.4 Pk-yritysten pilvipalveluiden kustannusoptimointimenetelmät

Seuraavassa osuudessa pyrittiin vastaamaan ensimmäiseen tutkimuskysymykseen, eli selvittämään, kuinka pk-yritykset pyrkivät optimoimaan pilvipalveluihin liittyviä kustannuksiaan. Kysymyksen vastaukseksi pystyi asettamaan maksimissaan neljä eri kustannusoptimointimenetelmää.

Kaikista suosituin kustannusoptimointimenetelmä on tutkimuksen perusteella tarpeettomien pilviresurssien käytöstä poistaminen, sillä 64,71 prosenttia vastaajista valitsi kyseisen vastauksen. Seuraavaksi suosituin kustannusoptimointimenetelmä oli resurssikäytön optimointi 45,1 prosentilla, jonka jälkeen tuli palvelukäytön tarkkaileminen 43,14 prosentilla. Resurssikäytön ennakointi on myös yleinen kustannusoptimointimenetelmä, sillä 27,45 prosenttia vastaajista valitsi kyseisen menetelmän. Edullisempaan pilveen siirtyminen oli lähes yhtä suosittu kustannusoptimointimenetelmä 25,49 prosentilla. Vastaajista 15,69 prosenttia mainitsi ennalta varattujen pilviresurssien käytön optimoinnin; 13,73 prosenttia palveluntarjoajien tarjoamat määräalennukset; 9,8 prosenttia epäaktiivisten resurssien käyttöön ottamisen; 5,88 prosenttia resurssikäytön minimoimisen tiettyinä kellonaikoina; 3,92 prosenttia siirtymisen edullisemmalle alueelle; ja 1,96 prosenttia pilviresurssien varaamisen ennakkoon. 17,65 prosenttia vastaajista vastasi, että heidän yrityksensä ei pyri aktiivisesti optimoimaan pilvipalveluihin liittyviä kustannuksia. 7,84 prosenttia ei osannut sanoa, kuinka heidän yrityksensä pyrkii optimoimaan pilvipalvelukustannuksia (kuvio 13).



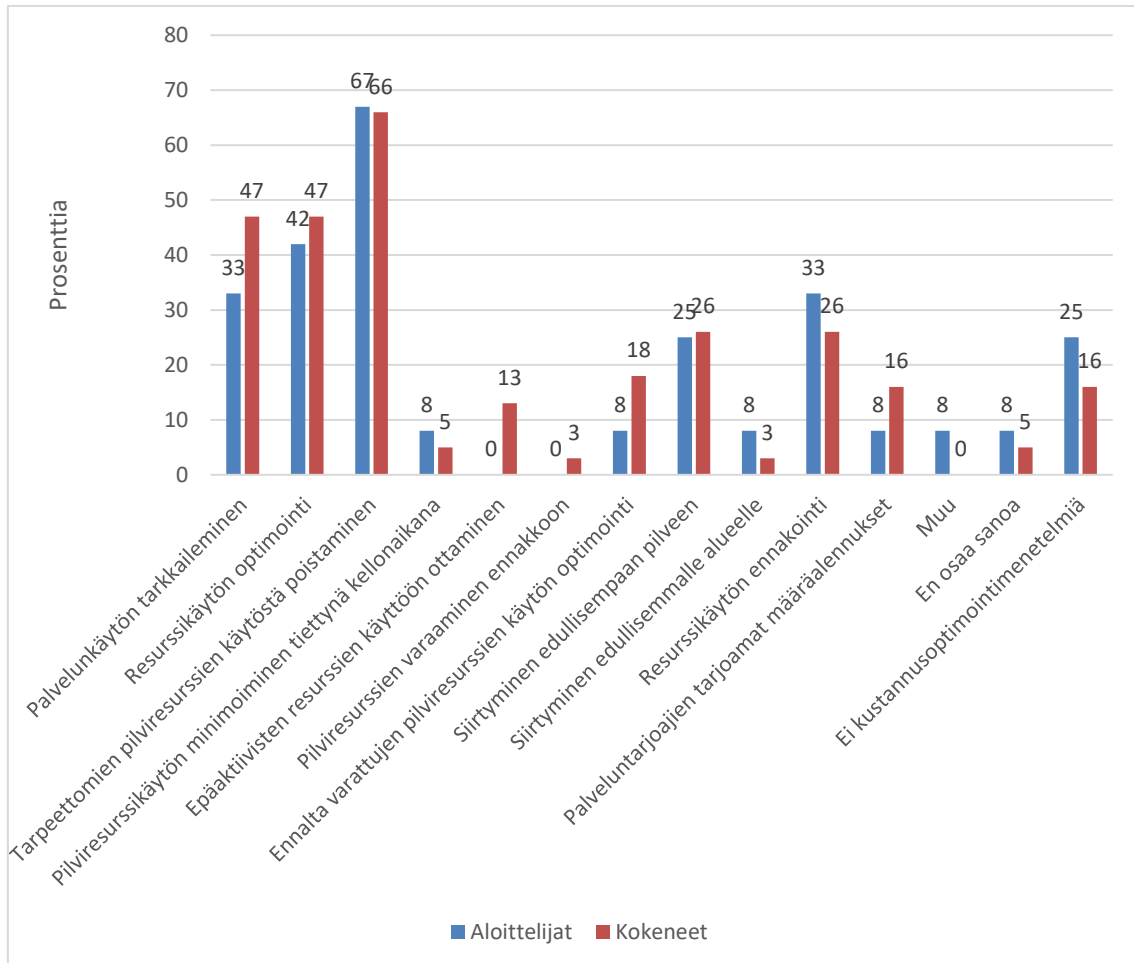


KUVIO 13 Pk-yritysten pilvipalveluiden kustannusoptimointimenetelmät

Kysely antoi samankaltaisia tuloksia RightScalen (2017) raportin kanssa. RightScalen (2017) raportissa suosituin kustannusoptimointimenetelmä oli käytöasteen tarkkailu ja resurssikäytön optimointi. Resurssikäytön optimointi ja palvelukäytön tarkkaileminen olivat tässä tutkimuksessa toiseksi ja kolmanneksi yleisimpiä kustannusoptimointimenetelmiä. RightScalen (2017) raportissa toiseksi suosituin kustannusoptimointimenetelmä oli määräaikaisten työtaakkojen automaattinen sulkeminen. Tämän tutkimuksen suosituin kustannusoptimointimenetelmä taas oli tarpeettomien pilviresurssien käytöstä poistaminen. Myös

useat muut samat kustannusoptimointimenetelmät olivat yleisiä molemmissa tutkimuksissa; kuten pilven valitseminen edullisimman hinnan perusteella, resurssien ennalta varaaminen, ja epäaktiivisten resurssien käytön varmistaminen. Toisaalta tulokset poikkesivat RightScalen (2017) raportin tuloksista useiden kustannusoptimointimenetelmien, kuten pilviresurssien ennakkoon varaamisen ja edullisemmalle alueelle siirtymisen, suhteen. Vastausten perusteella havaittiin myös, että lähes viidesosalla vastaajista ei ole käytössä aktiivisia kustannusoptimointimenetelmiä. Tämä tulos tulee todennäköisesti muuttumaan tulevaisuudessa, kun yhä useammalla yrityksellä on käytössä pilvipalveluita jossakin muodossa.

Toiseen tutkimuskysymykseen vastaamiseksi vastaajat suodatettiin kahteen ryhmään; kokeneisiin pilvipalveluiden käyttäjiin ja aloittelijoihin. Kokeneiksi pilvipalveluiden käyttäjiksi valittiin yli kolme vuotta pilvipalveluita käyttäneet yritykset, kun taas aloittelijoiksi määriteltiin alle kolme vuotta pilvipalveluita käyttäneet yritykset. Vastauksia vertailemalla havaittiin, että kustannusoptimointimenetelmät ovat suhteellisen samankaltaisia sekä aloittelijoilla että kokeneilla pilvipalveluiden käyttäjillä. Molempien käyttäjäryhmien viisi suosituinta kustannusoptimointimenetelmää olivat samoja. Huomionarvoista on kuitenkin se, että tässä kyselyssä aloittelijoiden parissa oli havaittavissa selkeästi vähemmän tavoitteellista kustannusoptimointia; 25 prosenttia aloittelijoista vastasi, ettei heidän yrityksensä pyri aktiivisesti minimoimaan pilvipalveluihin liittyviä kustannuksia, kun taas kokeneilla käyttäjillä vastaava luku oli vain 16 prosenttia (kuvio 14).



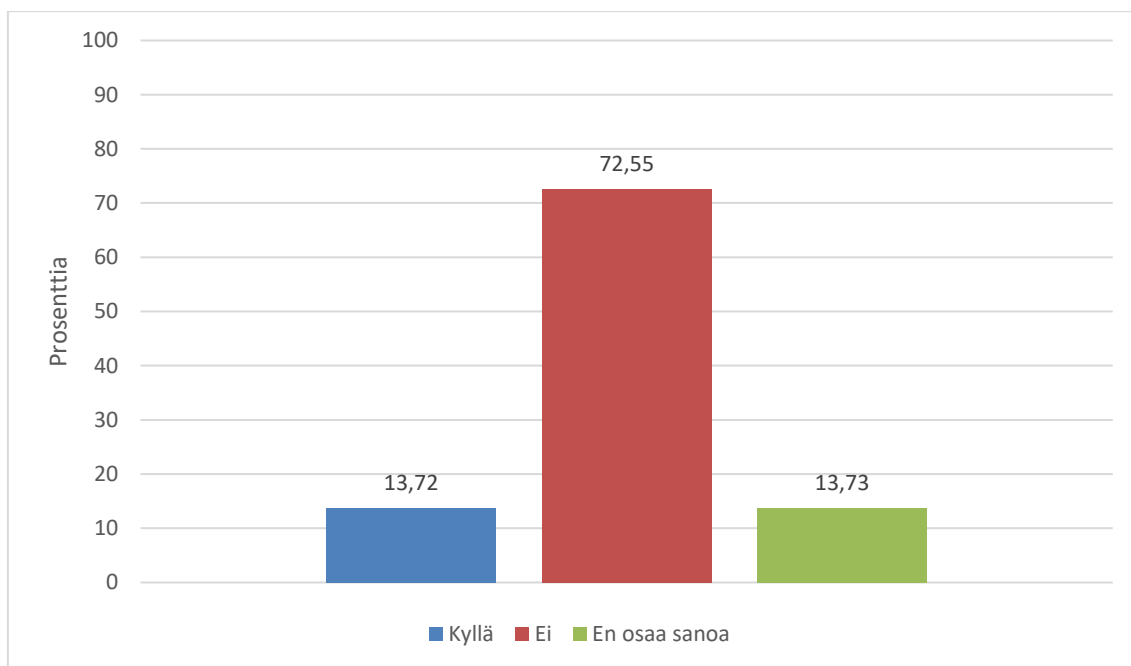
KUVIO 14 Pilvipalvelukokemuksen vaikutus kustannusoptimointimenetelmiin

Pilvipalvelukokemuksen vaikutusta kustannusoptimointimenetelmiin tutkittiin edelleen ristiintaulukoimalla, jonka avulla kyetään Vilkan (2007) mukaan tunnistamaan riippuvuuksia muuttujien välillä. Metsämuuronen (2011) katsoo, että ristiintaulukoinnin tilastollisen merkitsevyyden tarkastelemiseksi voidaan käyttää khiin neliö (engl. *chi-squared*) -testiä. P-arvoksi valittiin 0,10, joka on yleisesti käytössä oleva p-arvon raja.

Ristiintaulukoinnin avulla havaittiin, että yrityksen pilvipalvelukokemuksen ja käytettyjen kustannusoptimointimenetelmien välillä ei ole havaittavissa tilastollista merkitsevyyttä. P-arvo oli suurempi kuin 0,10 kaikissa vastausvaihtoehdoissa. Tähän voi vaikuttaa merkittävästi myös aineiston pieni koko. Tilastollista merkitsevyyttä oli kuitenkin havaittavissa organisaation pilvipalvelukokemuksen ja ”en osaa sanoa”-vastausvaihtoehdon välillä, p-arvon ollessa 0,015.

Korrelaatiokertoimen avulla pyrittiin tarkastelemaan vielä sitä, onko yrityksen pilvipalvelukokemuksella vaikutusta kustannusoptimointimenetelmien puuttumiseen. Pilvipalvelukokemuksen ja kustannusoptimointimenetelmien puuttumisen välinen korrelaatio  $r = -0,14$ , joka ei ole kaksisuuntaisen testin perusteella tilastollisesti merkittävä ( $p = 0,323$ ).

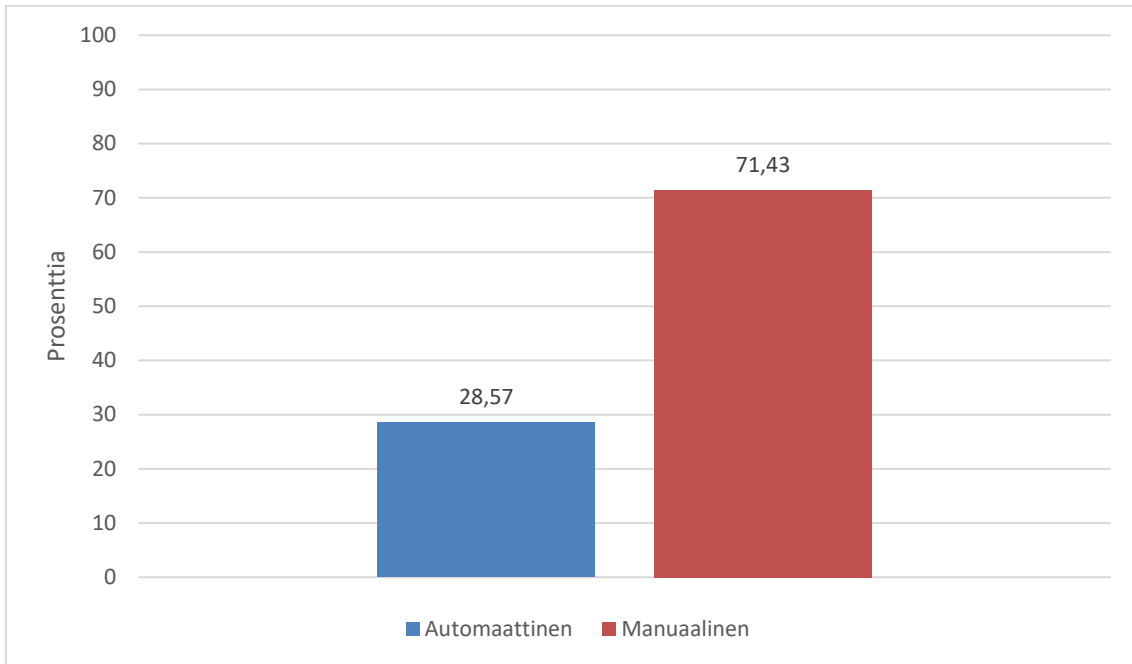
Lisäksi tutkittiin, onko yrityksillä käytössä luvussa 3.1 mainittuja pilvipalveluiden kustannusoptimointimalleja. Kyselyn tulosten perusteella merkittäväällä osalla vastaajista ei ollut käytössä kustannusoptimointimalleja, sillä 72,55 prosentilla vastaajista ei ollut kustannusoptimointimalleja. 13,72 prosentilla vastaajista taas oli käytössä kustannusoptimointimalleja. 13,73 prosenttia vastaajista ei osannut sanoa, onko heidän yrityksellään käytössä kustannusoptimointimalleja (kuvio 15).



KUVIO 15 Kustannusoptimointimallin käyttö

Vastausten perusteella on havaittavissa, että luvussa 3.1 esitellyt lukuisat kustannusoptimointimallit eivät ole vielä saavuttaneet suurta suosiota pk-yritysten parissa. Toisaalta oletettavaa on, että pelkästään IaaS-palvelumalliin keskittyvien yritysten tapauksessa kustannusoptimointimallien käyttö on huomattavasti yleisempää, sillä kyseenomaisista kustannusoptimointimalleista lähes kaikki perustuvat virtuaalikoneiden optimoimiseen.

Edelliseen kysymykseen myönteisesti vastanneilta kysyttiin vielä, onko heidän kustannusoptimointimallinsa automaattinen vai manuaalinen. 28,57 prosentilla vastaajista kustannusoptimointimalleja oli automaattinen, kun taas 71,43 prosentilla manuaalinen (kuvio 16).



KUVIO 16 Kustannusoptimointimallin muoto

Automaattisten kustannusoptimointimallien suosio on siis huomattavasti manuaalisia kustannusoptimointimalleja vähäisempää. Toisaalta tuloksiin voi vaikuttaa myös se, että osalla vastaajaryityksistä ei ole välttämättä selkeää käsitystä siitä, kuinka automaattiset ja manuaaliset kustannusoptimointimallit poikkeavat toisistaan.

## 6.5 TAM-malli pk-yritysten kontekstissa

Tässä kyselyn osuudessa tutkittiin pk-yritysten käsitystä pilvipalveluista Davisin ym. (1989) TAM-mallia mukailleen. Vastauksia kartoitettiin Likert-asteikolla, jona vastaajat vastasivat väittämiin viisiportaisella asteikolla, jonka vastausvaihtoehdot olivat seuraavat:

1. täysin eri mieltä
2. jokseenkin eri mieltä
3. en osaa sanoa
4. jokseenkin samaa mieltä
5. täysin samaa mieltä

Väittämät jaettiin kolmeen osaan Davisin ym. (1989) TAM-mallin perusteella: ulkoihin tekijöihin, koettuun hyödyllisyyteen ja koettuun helppokäyttöisyyteen.

Merkittävä osa vastaajista pitää pilvipalveluiden käyttämistä oleellisena työlleen, sillä kyseisen väittämän keskiarvoksi tuli 4,6. Huomattavaa on myös, että vastaajista suurin osa piti pilvipalveluiden käyttämistä merkityksellisenä

työlleen tulevaisuudessa; kyseisen väittämän keskiarvoksi tuli 4,8. Pilvipalveluiden käyttämistä ei taasen pidetty merkittävänä imagoa parantavana tekijänä, sillä kyseisen väittämän keskiarvoksi tuli "en osaa sanoa" -vastausvaihtoehtoa lähentelevä 3,3. Sama asenne oli havaittavissa väittämässä, jonka mukaan pilvipalveluita käytävillä IT-päätäjillä on muita enemmän vaikutusvaltaa; kyseisen väittämän keskiarvoksi tuli 3. Vastaajat asenne pilvipalveluita kohtaan oli selkeästi myönteinen; pilvipalveluiden mahdollistamaksi IT-resurssien käytön tehostumisen keskiarvoksi tuli 4,2; koetun pilvipalveluiden mahdollistaman IT-kulujen laskemisen keskiarvoksi tuli 3,6; pilvipalveluiden avulla saavutettujen laadukkaiden tulosten keskiarvoksi tuli 4,1; ja pilvipalveluiden käytöstä seuraavien hyötyjen selkeyden keskiarvoksi tuli 4,2. Vastaajista suuri osa ei kuitenkaan osaa erottaa SaaS:ia, PaaS:ia ja IaaS:ia toisistaan, sillä kyseisen väittämän keskiarvoksi tuli 3,2. Tämä havaittiin myös tutkimuksen aikaisemmassa vaiheessa, kun 43,55 prosenttia kyselyyn vastanneista ei osannut sanoa, mitä palvelumalleja hänen yrityksellään on käytössä.

Vastaajat kokevat selkeästi pilvilaskennan käytön hyödylliseksi, sillä kyseisen väittämän keskiarvoksi tuli 4,5. Pilvipalveluiden myös koettiin yleisesti parantavan työsuoritusta, työskentelyn tehokkuutta ja IT-toimintojen joustavuutta, sillä kyseisten väittämien keskiarvoiksi tuli 4,0; 4,1 ja 4,3.

Pilvipalveluiden koettu helppokäyttöisyys ei ollut yhtä selkeää, kuin koettu hyödyllisyys. Pilvipalveluiden käytön koettiin aiheuttavan jonkin verran teknisiä ongelmia yrityksissä, sillä kyseisen väittämän keskiarvoksi tuli 3,1. Pilvipalveluiden koettiin kuitenkin integroituvan IT-infrastruktuuriin melko hyvin keskiarvolla 3,7. Vastaajista suuri osa pitää pilvipalveluita helppokäyttöisinä; kyseisen väittämän keskiarvoksi tuli 3,9. Pilvipalveluiden käyttämisen ei myöskään koettu vaativan työntekijöiltä merkittäviä ponnistuksia; keskiarvoksi tälle väittämälle tuli 3,7. Seuraavassa kuvassa (kuvio 17) havainnollistetaan pk-yritysten suhtautumista pilvipalveluiden ulkoisiin tekijöihin, hyödyllisyyteen ja helppokäyttöisyyteen.



KUVIO 17 TAM-malli pilvipalveluihin sovellettuna

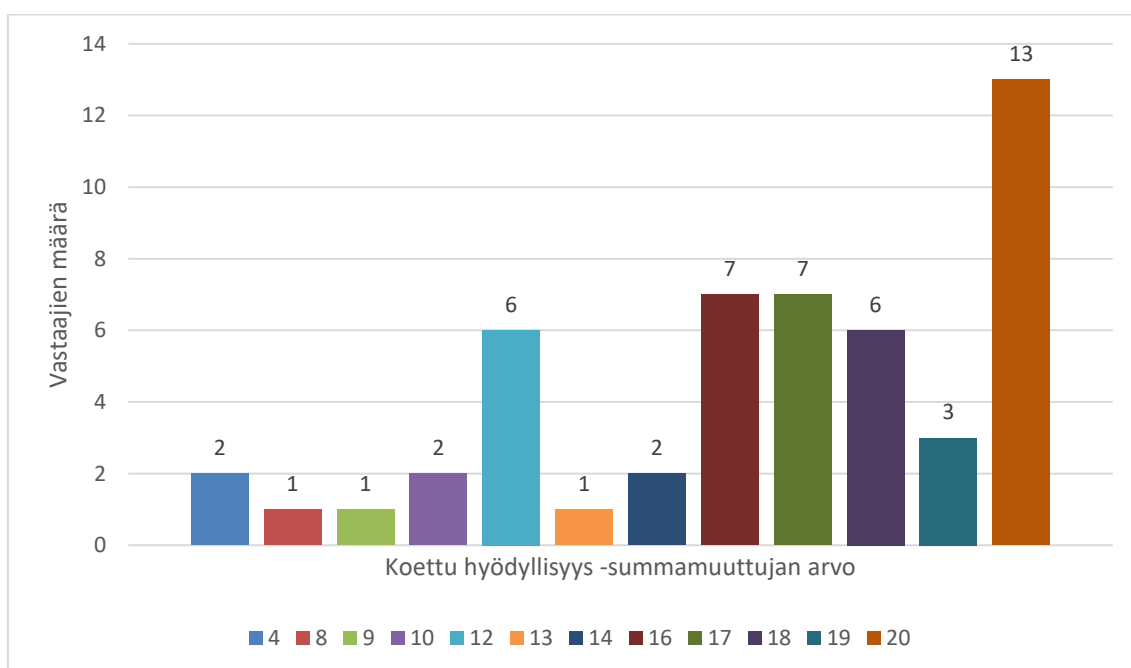
TAM-mallin avulla tarkasteltiin myös kolmatta tutkimuskysymystä, eli pyrittiin selvittämään yrityksen pilvipalvelukokemuksen vaikutusta koettuun hyödyllisyyteen ja helppokäyttöisyyteen.

Koettua hyödyllisyyttä mitattiin kysymyksillä 9.10, 9.11, 9.12 ja 9.13. Kysymysten luotettavuutta mitattiin Cronbachin alfalla, jonka arvoksi saatiin 0,88. Koettua helppokäyttöisyyttä taas mitattiin kysymyksillä 9.14, 9.15, 9.16 ja 9.17. Näiden kysymysten Cronbachin alfa -arvoksi saatiin 0,78. Täten havaittiin, että muuttujista voi muodostaa summamuuttujan luotettavasti.

Ennen summamuuttujien muodostamista muuttujat koodattiin uudelleen, jotta asteikosta saatiin helpommin tulkittava. Yritysten kokeman pilvipalveluiden hyödyllisyyden ja helppokäyttöisyyden tarkastelemisen helpottamiseksi muodostettiin kaksi summamuuttujaa: koettu hyödyllisyys ja koettu helppokäyttöisyys. Yritysten mielipiteiden perusteella muodostettiin asteikko, joka mit-

taa yrityksen suhtautumista pilvipalveluiden hyödyllisyyteen ja helppokäyttöisyyteen. Mitä suurempi summa, sitä hyödyllisempänä tai helppokäyttöisempänä yritys pitää pilvipalveluita. Summa voi saada arvoja arvojen 4 ja 20 välillä, jossa 4 on pienin mahdollinen arvo ja 20 suurin mahdollinen arvo.

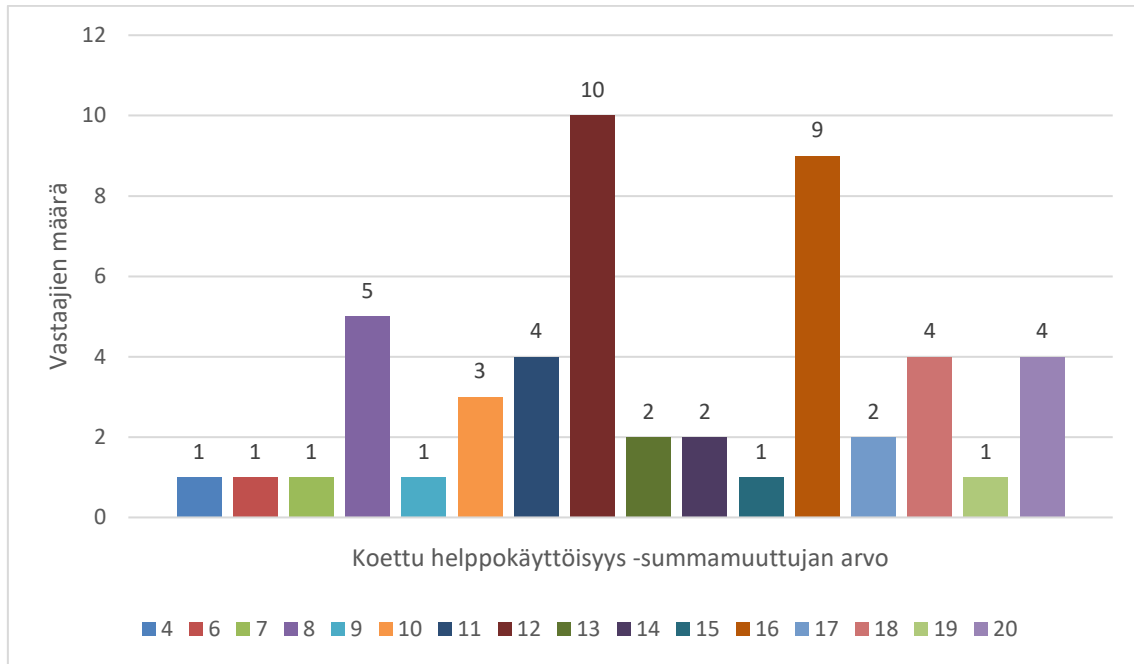
Koetun hyödyllisyyden summamuuttujalla (kuvio 18) havaittiin, että merkittävä osa vastaajista (20,97 prosenttia) pitää pilvipalveluita erittäin hyödyllisinä ja erittäin pieni osa vastaajista (3,23 prosenttia) pitää pilvipalveluita erittäin hyödyttöminä. Summamuuttujista suurin osa sai arvon 12 tai suuremman, joten tulosten perusteella voidaan havaita, että pk-yritykset pitävät yleisesti pilvipalveluita hyödyllisinä.



KUVIO 18 Koetun hyödyllisyyden jakauma

Koetun helppokäyttöisyyden summamuuttujaa havainnoidessa huomattiin hyödyllisyyteen verrattuna huomattavasti enemmän jakautumista (kuvio 19). Vain 6,45 prosenttia vastaajista sai koetusta helppokäyttöisyydestä täyden arvon, kun taas vain 1,61 prosenttia vastaajista sai pienimmän mahdollisen arvon. Arvo 12 oli yleisin arvo, joka havaittiin 16,13 prosentilla vastaajista. Näiden tulosten perusteella voidaan havaita, että pk-yritykset eivät pidä pilvipalveluita täysin helppokäyttöisinä. Tulokset saattaisivat olla hyvin erilaisia, jos tarkasteltaisiin esimerkiksi pelkästään ICT-yritysten kokemaa pilvipalveluiden helppokäyttöisyyttä.





KUVIO 19 Koetun helppokäyttöisyyden jakauma

Summamuuttujien muodostamisen jälkeen pilvipalvelukokemuksen vaikutusta koettuun helppokäyttöisyyteen ja hyödyllisyyteen tutkittiin edelleen ristiintaulukoimalla. Hyväksyttäväksi p-arvoksi valittiin 0,10. Ristiintaulukoinnin avulla havaittiin, että yrityksen pilvipalvelukokemuksen ja koetun hyödyllisyyden välillä on havaittavissa tilastollista merkitsevyyttä, sillä koetun hyödyllisyyden ja pilvipalvelukokemuksen p-arvoksi tuli 0,083. Yrityksen pilvipalvelukokemuksen ja koetun helppokäyttöisyyden välillä ei ollut havaittavissa tilastollista merkitsevyyttä, sillä p-arvoksi tuli 0,231. Myös otoksen pieni koko voi vaikuttaa kyseiseen tulokseen.

Korrelaatiokertoimen perusteella pilvipalvelukokemus ja koettu hyödyllisyys korreloivat keskenään. Pilvipalvelukokemuksen ja koetun hyödyllisyyden välinen korrelaatio on  $r = 0,32$ , joka on kaksisuuntaisen testin perusteella tilastollisesti merkitsevä ( $p = 0,024$ ). Pilvipalvelukokemuksen ja koetun helppokäyttöisyyden välinen korrelaatio on  $r = 0,12$ , joka ei ole kaksisuuntaisen testin perusteella tilastollisesti merkitsevä ( $p = 0,412$ ).

## 6.6 Yhteenveto

Tässä luvussa esiteltiin survey-kyselyn avulla kerätty tutkimusaineisto ja aineistoanalyysin tulokset. Tulokset esitettiin järjestyksessä tutkimuskysymysten perusteella; ensimmäiseksi tarkasteltiin pk-yritysten yleisimpiä kustannusoptimointimenetelmiä, jonka jälkeen tarkasteltiin pk-yritysten pilvipalvelukokemuksen vaikutusta kustannusoptimointimenetelmiin. Kolmanneksi tarkasteltiin, kuinka pk-yritysten pilvipalvelukokemus vaikuttaa koettuun hyödyllisyyteen ja

helppokäyttöisyyteen. Tulosten perusteella havaittiin, että merkittävimmät pilvipalveluiden kustannusoptimointimenetelmät ovat tarpeettomien pilviresursien käytöstä poistaminen, resurssikäytön optimointi, palvelukäytön tarkkaileminen, resurssikäytön ennakointi ja siirtyminen edullisempaan pilveen. Havaittavissa oli myös se, että pilvipalveluiden kustannusoptimointimenetelmät eivät muutu merkittävästi yritysten pilvipalvelukokemuksen myötä. Lisäksi Davisin ym. (1989) TAM-mallia hyödyntämällä havaittiin, että yrityksen pilvipalvelukokemus vaikuttaa positiivisesti siihen, kuinka hyödyllisenä yritys pitää pilvipalveluita. Yrityksen pilvipalvelukokemuksen ei taasen havaittu vaikuttavan merkittävästi koettuun pilvipalveluiden helppokäyttöisyyteen. Tässä luvussa käytetyt analyysimenetelmät ja tutkimustulokset on tiivistetty seuraavaan taulukkoon (taulukko 8):

TAULUKKO 8 Käytetyt analyysimenetelmät ja tulokset

Tutkimusongelma	Analyysi	Tulos	Tilastollinen merkitsevyys
Kuinka organisaation pilvipalvelukokemus vaikuttaa kustannusoptimointimenetelmiin?	<b>Ristiintaulukointi</b> Pilvipalvelukokemus ja kustannusoptimointimenetelmät	Ei riippuvuutta	$p > 0,10$
	<b>Korrelaatiokerroin</b> Pilvipalvelukokemus ja kustannusoptimointimenetelmien puute	$r = -0,14$	$p > 0,10$

(jatkuu)

Taulukko 8 (jatkuu)

---

Kuinka pk-yritysten pilvipalvelukokemus vaikuttaa koettuun hyödyllisyyteen ja helppokäyttöisyyteen?	<b>Ristiintaulukointi</b>		
	Pilvipalvelukokemus ja koettu hyödyllisyys	Riippuvuus	$p = 0,083$
	Pilvipalvelukokemus ja koettu helppokäyttöisyys	Ei riippuvuutta	$p > 0,10$
	<b>Korrelaatiokerroin</b>		
	Pilvipalvelukokemus ja koettu hyödyllisyys	$r = 0,32$	$p = 0,024$
	Pilvipalvelukokemus ja koettu helppokäyttöisyys	$r = 0,12$	$p > 0,10$

---

## 7 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän luvun tarkoituksena on luoda yhteenveto tutkimuksesta ja tarkastella analyysin tulosten merkitystä sekä tutkimuksen ja saatujen tulosten reliabiliteettia ja validiteettia.

### 7.1 Tutkimustulokset ja johtopäätökset

Pilvilaskenta on jatkuvasti merkitystään kasvattava teknologia, joka mahdollistaa merkittävät edut erityisesti pk-yrityksille. Pk-yritykset kohtaavat haasteita liittyen muun muassa rajoitettuihin resursseihin ja teknologiseen osaamiseen, joten pilvilaskennan mahdollistama kulujen vähentäminen ja joustavuus korostavat merkitystään erityisesti pk-yritysten tapauksessa. Tästä johtuen myös pilvipalveluiden kustannusoptimointi on tullut ajankohtaiseksi aiheeksi, kun yhä useampi organisaatio käyttää pilvipalveluita jossain muodossa. Tässä tutkimuksessa pyrittiin tarkastelemaan pk-yritysten toteuttamaa pilvipalveluiden kustannusoptimointia. Lisäksi tarkasteltiin, onko yritysten pilvipalvelukokemuksella vaikutusta kustannusoptimointimenetelmiin. Tutkimuksen teoreettinen kontribuutio perustui pk-yritysten pilvipalvelukokemuksen Davisin ym. (1989) TAMmallin mukaisen koetun hyödyllisyyden ja koetun helppokäyttöisyyden tutkimiseen. Asetettuihin tutkimuskysymyksiin vastattiin luvussa 6.

Pk-yritykset ovat selkeästi havainneet pilvipalveluiden omaksumisesta seuraavat, luvussa 2.4 esitellyt, hyödyt, joiden avulla ne kykenevät saavuttamaan merkittäviä etuja ja kohtaamaan tyypillisimpiä, luvuissa 4.2.1 mainittuja, pk-yritysten kohtaamia haasteita. Merkittävää tuloksissa on se, että luvussa 2.5 luetelluista lukuisista pilvilaskentaan liittyvistä haasteista huolimatta pilvilaskenta on saavuttanut merkittävää huomiota ja suosiota pk-yritysten parissa. Toisaalta muun muassa Singh ym. (2016) mainitsevat kyseisessä luvussa, että kuluttajat ovat nykyään hyvin tietoisia pilvilaskentaan liittyvistä tietoturvariskeistä. Tämä noudattaa tämän tutkimuksen tuloksia; vain 17,74 prosentilla vastaajayrityksistä

ei ollut käytössä pilvipalveluita. Täten voidaan tulkita, että suuri osa pk-yrityksistä on todennut, että pilvipalveluiden käytöstä seuraavat hyödyt ylittävät mahdolliset haitat selkeästi. Todennäköistä on myös se, että pilvilaskennasta seuraaviin mahdollisiin riskeihin kyetään vastaamaan nykyään entistä tehokkaammin uusien salausmenetelmien ja -teknologioiden avulla.

Tuloksista havaittiin se, että merkittävä osa vastaajayrityksistä on toiminut pilvipalveluiden kanssa jo huomattavan pitkään; lähes puolella vastaajayrityksistä oli ollut pilvipalveluita käytössään yli viisi vuotta. Näin voidaan havaita, että suomalaiset pk-yritykset ovat tehokkaita uusien teknologioiden omaksumisessa. Erityisesti ICT-yritykset ovat edelläkävijöitä pilvipalveluiden omaksumisessa.

Lisäksi havaittavissa on yhteneväisyyttä kirjallisuuden kanssa palvelumallien suosiossa. Gupta ym. (2013) luokittelivat SaaS:n kaikkein suosituimmaksi palvelumalliksi. Haselmann ja Vossen (2011) katsoivat SaaS:n olevan kaikista palvelumalleista soveltuvin pk-yrityksille. SaaS oli myös tämän tutkimuksen tulosten perusteella käytetyin palvelumalli pk-yritysten tapauksessa, joka johtuu varmasti suurilta osin SaaS:n suhteellisesta käyttöönoton helppoudesta verrattuna muihin käyttöönottomalleihin. PaaS- ja IaaS-palvelumallien käyttöönoton ja käytön huomattavasti korkeampi vaativuus verrattuna SaaS-palvelumalliin heijastuu kyseenomaisten palvelumallien käytön suhteellisessa vähyydessä. Lisäksi ”en osaa sanoa” -vaihtoehdon yleisyys noudattaa selkeästi luvussa 6.5 esitettyjä TAM-mallin avulla tutkittuja tuloksia, joissa merkittävä osa vastaajista vastasi, etteivät he osaa erottaa pilvipalveluiden palvelumalleja toisistaan. Jos vastaajilla olisi ollut selkeämpi tietämys eri palvelumallien eroista, olisi tuloksista varmasti saanut selkeämmän kuvan palvelumallien todellisesta yleisyydestä. Selkeämpi kuva palvelumallien todellisesta käytöstä voitaisiin varmasti saada tutkimalla esimerkiksi pelkästään ICT-alan yritysten käyttämiä palvelumalleja, sillä havaittavissa on, että kyseisen alan työntekijöillä on muita aloja selkeämpi käsitys eri palvelumallien eroista.

Tulokset poikkesivat hieman kirjallisuuskatsauksessa esitettyjen käyttöönottomallien suosioista. Guptan ym. (2013) ja Marstonin ym. (2011) mukaan julkinen pilvi on erityisen hyvä vaihtoehto pk-yrityksille. Tämä ei kuitenkaan korostunut tässä tutkimuksessa, sillä julkinen pilvi oli toiseksi suosituin käyttöönottomalli. Gupta ym. (2013) katsovat myös, että yksityinen pilvi soveltuu erityisen hyvin suurille yrityksille. Tämän tutkimuksen tulosten perusteella yksityinen pilvi on kaikkein käytetyin käyttöönottomalli juurikin pk-yritysten tapauksessa. Näiden tulosten perusteella voidaan havaita kehitystä käyttöönottomallien omaksumisessa, kun yhä useampi pk-yritys haluaa yksityisen pilven mahdollistamat edut pilvipalvelutarpeen kasvaessa. Chang ym. (2013) mainitsevat, että yhteisöpilvi on käyttöönottomalleista kaikkein tuorein. Tämä oli havaittavissa myös tässä tutkimuksessa, sillä vain 1,61 vastaajista mainitsi yhteisöpilven käytössä olevaksi käyttöönottomallikseen. Täten voidaan havaita, että yhteisöpilvi ei ole saavuttanut suurta suosiota käyttöönottomallien parissa. Tulokset poikkesivat huomattavasti RightScalen (2017) raportista jossa julkinen pilvi oli kaikkein suosituin käyttöönottomalli, kun taas yksityinen ja hybridi pilvi olivat lähes yhtä

suosittuja. Kyseenomaisessa raportissa ei mainittu yhteisöpilveä ollenkaan, joka kieli kyseisen käyttöönottomallin suosion vähydestä. Myöskään Bottan ym. (2016), Singhin ym. (2016) ja Zhangin ym. (2010) mainitsemaa virtuaalista yksityispilveä ei ollut käytössä kenelläkään vastaajista.

Kuten palvelumallien suhteen, myös käyttöönottomallien suhteen esiintyi huomattava määrä vastauksia ”en osaa sanoa” -vaihtoehdossa. Jos vastaajilla olisi ollut selkeämpi kuva eri käyttöönottomallien eroista, olisi tutkimuksen avulla varmasti saatu selkeämpi kuva todellisesta käyttöönottomallien käytöstä. Kuten palvelumallien suhteen, myös käyttöönottomallien todellisesta käytöstä voitaisiin saada selkeämpi käsitys tutkimalla esimerkiksi pelkästään ICT-alan yritysten käyttämiä palvelumalleja.

Vastaajista merkittävä osa pitää pilvipalveluiden käyttöä oleellisena työleen. Lisäksi vastaajien käsityksen mukaan pilvipalveluiden merkitys tulee vain kasvamaan tulevaisuudessa. Tutkimus osoitti myös sen, että merkittävä osa vastaajista suhtautuu pilvipalveluiden hyödyllisyyteen ja helppokäyttöisyyteen positiivisesti. Pilvipalveluita pidetään erityisesti hyödyllisinä yrityksille, työsuoritukselle, työskentelyn tehokkuudelle ja IT-toimintojen joustavuudelle. Nämä tulokset noudattavat sekä luvussa 2.1 esitetyjä pilvilaskennan perusominaisuuksia että luvussa 2.4 esitetyjä pilvilaskennan mahdollistamia hyötyjä erityisesti kustannustehokkuuden sekä joustavuuden ja skaalautuvuuden suhteen. Varautuneempia vastauksia oli havaittavissa pilvipalveluiden aiheuttamien teknisten ongelmien, IT-infrastruktuuriin integroitumisen ja työntekijöiltä vaatimien ponnistusten suhteen.

Tutkimuksen tulosten perusteella voidaan todeta, että pk-yritysten suhtautuminen pilvipalveluihin teknologiana on yleisesti positiivinen. Tämä noudattaa luvussa 4.2.2 esitetyjä Haselmannin ja Vossenin (2011) sekä Hsunin ym. (2014) näkökulmia, joiden mukaan pilvilaskennan merkittävyys korostuu pk-yritysten tapauksessa.

Ensimmäistä tutkimusongelmaa käsiteltiin seuraavan tutkimuskysymyksen avulla:

- Kuinka pk-yritykset pyrkivät optimoimaan pilvipalveluihin liittyviä kustannuksia?

Toteutetun survey-kyselyn perusteella pk-yritykset pyrkivät optimoimaan pilvipalveluihin liittyviä kustannuksiaan pääosin tarpeettomien pilviresurssien käytöstä poistamisen, resurssikäytön optimoinnin, palvelukäytön tarkkailemisen, resurssikäytön ennakoinnin, edullisempaan pilveen siirtymisen, ennalta varattujen pilviresurssien käytön optimoinnin ja epäaktiivisten resurssien käyttöön ottamisen avulla. Lisäksi havaittavissa oli, että 17,65 prosenttia vastaajayrityksistä ei pyri optimoimaan pilvipalvelukustannuksiaan tavoitteellisesti.

Tutkimuksen tulokset noudattavat osittain kirjallisuudessa esitetyjä pilvipalveluiden kustannusoptimointimenetelmiä. Tulokset noudattavat erityisesti RightScalen (2017) esittämiä yleisimpiä kustannusoptimointimenetelmiä, sillä kyseenomaisen tutkimuksen yleisimmät kustannusoptimointimenetelmät, käyt-

töasteen tarkkailu ja resurssikäytön optimointi, olivat tämän tutkimuksen toiseksi ja kolmanneksi suosituimpia kustannusoptimointimenetelmiä. Tulokset noudattivat myös Amazonin (2017) esittämiä kustannusoptimointimenetelmiä palvelukäytön tarkkailemisen osalta. Lisäksi RightScalen (2017) tutkimuksen toiseksi suosituin kustannusoptimointimenetelmä, määräaikaisten työtaakkojen automaattinen sulkeminen, oli tämän tutkimuksen suosituin kustannusoptimointimenetelmä. Useita muitakin samoja kustannusoptimointimenetelmiä oli havaittavissa; kuten pilven valitseminen edullisimman hinnan perusteella, resurssien ennalta varaaminen, ja epäaktiivisten resurssien käytön varmistaminen. Yhtäläisyyksiä oli havaittavissa myös RightScalen (2013) raportin kanssa, jonka mukaan resurssikäytön ennakointi on eräs hyödyllisin kustannusoptimointimenetelmä; 27 prosenttia vastaajista mainitsi kyseisen menetelmän erääksi kustannusoptimointimenetelmäkseen.

Tuloksista oli kuitenkin havaittavissa, että muun muassa Chaisirin ym. (2010), Menachen ym. (2014) ja Markin ym. (2011) mainitsema pilviresurssien varaaminen ennakoon ei ole saavuttanut suurta suosiota; vain kaksi prosenttia vastaajista mainitsi kyseisen menetelmän kustannusoptimointimenetelmäkseen. Myöskään Chaisirin ym. (2011), Menachen ym. (2014) ja Ribaksen ym. (2015) mainitsema spot-instanssien hyödyntäminen kustannusoptimoinnissa ei ole saavuttanut merkittävää suosiota kustannusoptimointimenetelmänä; kukaan vastaajista ei maininnut spot-instanssien käyttöä kustannusoptimointimenetelmäkseen. Chaisirin ym. (2010) ja Menachen ym. (2014) mainitsemien tarveinstanssien suhteen oli havaittavissa samanlaisia tuloksia; kukaan vastaajista ei maininnut tarveinstanssien käyttöä käytössä olevaksi kustannusoptimointimenetelmäkseen.

Huomionarvoista on myös se, että luvussa 3.1 esiteltyjä kustannusoptimointimalleja oli käytössä vain 13,72 prosentilla vastaajista. Täten on havaittavissa, että kustannusoptimointimallit eivät ole aiheeseen liittyvästä merkittävästä kirjallisuuden määrästä huolimatta saavuttaneet erityisen suurta suosiota. Toisaalta huomattava osa kustannusoptimointimalleista perustuukin IaaS-kustannuksien optimoimiseen, joten tulokset voisivat olla hyvin erilaisia IaaS-painotteisempien yritysten tapauksessa. Merkille pantavaa on kuitenkin se, että erilaisten kustannusoptimointimallien käyttö tulee todennäköisesti kasvamaan pilvipalveluiden suosion kasvaessa. Pilvipalveluiden suosion kasvua korostavat tutkimuksen tulokset, joiden mukaan pk-yritykset katsovat, että pilvipalveluiden suosio tulee vain kasvamaan tulevaisuudessa.

Toista tutkimusongelmaa käsiteltiin seuraavan tutkimuskysymyksen avulla:

- Kuinka pk-yrityksen pilvipalvelukokemus vaikuttaa kustannusoptimointimenetelmiin?

Aineistoanalyysin perusteella havaittiin, että pk-yritysten pilvipalvelukokemuksen ja kustannusoptimointimenetelmien välillä ei ole olemassa tilastollista merkittävyyttä ( $p > 0,10$ ). Pilvipalvelukokemuksen ja kustannusoptimointimenetelmien välillä ei myöskään ollut havaittavissa korrelaatiota ( $p > 0,10$ ). Tilastollisen

merkitsevyyden ja korrelaation puuttuminen voi johtua myös aineiston suhteellisen pienestä koosta. Toisen tutkimuskysymyksen perusteella havaittiin, että pk-yritysten pilvipalvelukokemus ei vaikuta pilvipalveluiden kustannusoptimointimenetelmiin.

Tutkimuksen tulokset osoittavat, että pk-yrityksillä on käytössä samankaltaisia kustannusoptimointimenetelmiä riippumatta pilvipalvelukokemuksesta. Tämä voi johtua osittain tutkimustulosten perusteella havaitusta merkittävästä tiettyjen kustannusoptimointimenetelmien yleisyydestä, kun lähes puolella vastaajayrityksistä oli käytössä kolme yleisintä kustannusoptimointimenetelmää. Kustannusoptimointimenetelmien vertailu pilvipalvelukokemuksen perusteella osoitti erittäin pieniä eroja kustannusoptimointimenetelmissä. Toisaalta havaittavissa oli kuitenkin se, että ”ei kustannusoptimointimenetelmiä” -vastausvaihtoehto oli huomattavasti yleisempi kokemattomampien yritysten parissa. Oletettavaa on, että suuremmalla otoskoolla tämän vastausvaihtoehdon suhteen voitaisiin havaita tilastollisesti merkittäviä tuloksia.

Kolmatta tutkimusongelmaa käsiteltiin seuraavan tutkimuskysymyksen avulla:

- Kuinka pk-yritysten pilvipalvelukokemus vaikuttaa koettuun hyödyllisyyteen ja helppokäyttöisyyteen?

Davisin ym. (1989) TAM-mallin avulla tutkittiin sitä, kuinka pk-yritysten pilvipalvelukokemus vaikuttaa koettuun hyödyllisyyteen ja koettuun helppokäyttöisyyteen. Aineistoanalyysin avulla havaittiin tilastollista merkitsevyyttä pilvipalvelukokemuksen ja koetun hyödyllisyyden välillä ( $p = 0,083$ ). Lisäksi pilvipalvelukokemuksen ja koetun hyödyllisyyden välillä oli havaittavissa korrelaatiota ( $p = 0,024$ ). Pilvipalvelukokemuksella ei taas havaittu olevan tilastollista merkitsevyyttä koetun helppokäyttöisyyden kanssa ( $p > 0,10$ ). Myöskään korrelaatiota ei ollut havaittavissa ( $p > 0,10$ ). Kolmannen tutkimuskysymyksen perusteella siis havaittiin, että pk-yritysten pilvipalvelukokemus vaikuttaa positiivisesti pilvipalveluiden koettuun hyödyllisyyteen, mutta vaikutusta ei ole havaittavissa pilvipalvelukokemuksen ja pilvipalveluiden koetun helppokäyttöisyyden välillä. On kuitenkin otettava huomioon, että koetun helppokäyttöisyyden mittaus perustuu vastaajayritysten tietohallintojohtajien subjektiivisiin näkemyksiin Likertasteikolla mitattuna, joten suurempi otoskoko saattaisi muuttaa tulosta merkittävästi.

Tutkimuksen tulokset noudattavat osittain Davisin ym. (1989) TAM-mallissa esitettyjä koetun hyödyllisyyden ja koetun helppokäyttöisyyden vaikutuksia teknologian käyttöön. Havaittavissa oli, että mitä enemmän vastaajalla oli kokemusta pilvipalveluiden käytöstä, sitä hyödyllisemmäksi hän koki pilvipalveluiden käytön. Tätä tulosta voidaan myös tarkastella siten, että pilvipalveluiden koettu hyödyllisyys vaikuttaa Davisin ym. (1989) mallia noudattaen suoraan pilvipalveluiden todelliseen käyttöön. Vastaavaa tulosta ei ollut havaittavissa pilvipalveluiden koetun helppokäyttöisyyden kanssa, mutta huomionarvoista on se, että TAM-mallin mukaan koettu helppokäyttöisyys vaikuttaa suoraan koettuun



hyödyllisyyteen, joten koetulla helppokäyttöisyydelläkin voi olla oma osansa havaitun koetun hyödyllisyyden kannalta.

## 7.2 Reliabiliteetti ja validiteetti

Heikkilä (2014) katsoo, että tutkimus on reliaabeli, kun se antaa tarkkoja, ei-sattumanvaraisia tuloksia. Reliaabelin tutkimuksen täytyy olla toistettavissa samantyyppisissä tuloksissa. Jotta kyetään saamaan luotettavia tuloksia, tutkijan täytyy varmistaa että otos on tarpeeksi suuri ja edustava. (Heikkilä, 2014.) Lisäksi tiedonkeruuprosessi, tulosten syöttö ja tulosten käsittely täytyy toteuttaa mahdollisimman huolellisesti ja virheettömästi (Heikkilä, 2014). Heikkilä (2014) kuitenkin korostaa sitä, että huolellisesti ja virheettömästi toteutettu aineiston käsittely ei pelasta tutkimusta, jos itse tutkimustyö on huonosti suunniteltu tai jos kyselylomakkeen kysymykset eivät kykene vastaamaan tutkimusongelmaan. Hänen mukaansa mahdollisimman luotettava tutkimus kyetään saamaan aikaan seuraavien tekijöiden huomioon ottamisella:

- selkeä ja tarkkaan rajattu tutkimusongelma
- selkeästi määritelty perusjoukko
- hyvä tutkimussuunnitelma
- hyvä kyselylomake
- harkiten valittu otantamenetelmä
- edustava ja tarpeeksi suuri otos
- sopiva tiedonkeruumenetelmä
- korkea vastausprosentti
- tilastollisten menetelmien hallinta
- selkeä ja objektiivinen raportti

Tutkimusongelman katsotaan olevan selkeä ja tarkkaan rajattu. Lisäksi perusjoukko on selkeästi määritelty. Myös tutkimussuunnitelman koetaan olevan onnistunut. Kyselylomake oli myös osaltaan onnistunut, sillä kukaan vastaajista ei jättänyt kyselyä kesken. Kaikki kysymykset tehtiin myös mahdollisimman yksiselitteisiksi ja helposti ymmärrettäviksi. Tutkimuksen otoksen katsotaan edustavan perusjoukkoa melko hyvin. Tampereen kauppakamarilta saadun pirkanmaalaisten pk-yritysten listauksen avulla otettiin yhteyttä kohdeyritysten tietohallintopäälliköihin ja toimitusjohtajiin. Lisäksi lisävastaajia haettiin LinkedIn-palvelusta CIO (Chief Information Officer) -ammattinimikkeeseen avulla. LinkedIn-palvelun avulla saatujen vastaajien voidaan katsoa olevan muita vastaajia myönteisemmin pilvipalveluihin suhtautuvia, mutta toisaalta hyvin pieni osa vastaajista tuli kyseenomaisen palvelun kautta. Otoksen yleistettävyyden haaste liittyy otoskoon suhteelliseen pienuuteen. Tämä voi heikentää tulosten yleistettävyyttä ja luotettavuutta. Tiedonkeruumenetelmä sopi hyvin tämän tutkimuksen tutki-

muskysymysten tarkastelemiseksi, sillä tarkoituksena oli saada vastaajiksi ihmisiä, joilla on kokemusta tietoteknisten ratkaisujen käytöstä. Raportissa pyrittiin myös mahdollisimman selkeään ulosantiin ja objektiivisuuteen.

Kysely voitaisiin todennäköisesti toistaa toista tutkijaa käyttäen samankaltaisin tuloksin. Tulosten luotettavuutta voitaisiin edelleen parantaa suuremmalla otoskoolla. Lisäksi erityisesti kustannusoptimointiin liittyviä kysymyksiä voitaisiin edelleen kehittää esimerkiksi tämän tutkimuksen pohjalta. Kysymykset kuitenkin luotiin kirjallisuuden ja aikaisempien tutkimusten perusteella, joten kyselylomakkeen katsotaan mittaavan haluttua asiaa. Kysely testattiin usealla henkilöllä ennen kyselylomakkeiden lähettämistä, jolla pyrittiin varmistamaan kyselyn ymmärrettävyys ja kysymyksien yksiselitteisyys. TAM-mallin avulla saatujen vastausten luotettavuutta heikentää niiden perustuminen vastaajien subjektiivisiin näkemyksiin koetusta hyödyllisyydestä ja helppokäyttöisyydestä. Toisaalta kyseenomaisten kysymysten Cronbachin alfa -arvoiksi saatiin 0,88 ja 0,77, joka lisää kysymysten luotettavuutta.

Edellä mainittujen tekijöiden perusteella katsotaan, että tutkimus onnistui riittävän hyvin sen reliabiliteetin ja validiteetin suhteen. Tutkimuksen katsotaan olevan helposti toistettavissa; vastaavia tuloksia saataisiin todennäköisesti aikaan uudelleen toteutettaessa. Lisäksi tutkimuksen avulla kyettiin vastaamaan asetettuihin tutkimuskysymyksiin.

Tutkimustulosten katsotaan olevan sekä käytännöllisesti että teoreettisesti merkittäviä. Tulosten perusteella voidaan havainnollistaa, kuinka pk-yritykset pyrkivät todellisuudessa optimoimaan pilvipalveluihin liittyviä kustannuksiaan. Lisäksi havaitaan, että pk-yritysten pilvipalvelukokemuksella ei ole vaikutusta kustannusoptimointimenetelmiin. Teoreettisesta näkökulmasta tutkimus laajentaa Davisin ym. (1989) TAM-mallin käsittelemään pk-yritysten suhtautumista pilvipalveluiden koettuun hyödyllisyyteen ja helppokäyttöisyyteen. Lisäksi TAM-mallin avulla havaittiin, että pk-yritysten pilvipalvelukokemuksen määrä vaikuttaa positiivisesti pilvipalveluiden koettuun hyödyllisyyteen.

### 7.3 Tulosten hyödyntäminen

Jatkotutkimusaiheena olisi mielekästä tutkia suurten yritysten toteuttamaa pilvipalveluiden kustannusoptimointia. Lisäksi olisi mahdollista verrata, ovatko kustannusoptimointimenetelmät erilaisia pk-yritysten ja suurten yritysten välillä. Hyödyllistä olisi tutkia tarkemmin, mitä kustannusoptimointimalleja pk-yrityksillä on käytössä. Pilvipalveluiden kustannusoptimointimenetelmiä voitaisiin myös tutkia perusteellisemmin tapaustutkimuksen avulla, jotta saataisiin selkeämpi näkökulma siihen, millaista systemaattinen pilvipalveluiden kustannusoptimointi on.

## 7.4 Yhteenveto tutkimuksesta

Tässä tutkielmassa tarkasteltiin pk-yritysten toteuttamaa pilvipalveluiden kustannusoptimointia. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää ne keinot, joilla pk-yritykset pyrkivät minimoimaan pilvipalveluihin liittyviä kustannuksiaan. Lisäksi tutkittiin pk-yritysten pilvipalvelukokemuksen vaikutusta kustannusoptimointimenetelmiin. Tarkastelun alla oli myös pilvipalvelukokemuksen vaikutus TAM-mallissa esitettyihin teknologian omaksumiseen liittyviin tekijöihin.

Tutkimuksen tutkimusmenetelmänä käytettiin määrällistä tutkimusta, joka toteutettiin survey-kyselynä verkon kautta. Kyselyn kohderyhmäksi valittiin pirkanmaalaisten pk-yritysten tietohallintojohtajat, toimitusjohtajat, tai vastaavassa asemassa työskentelevät henkilöt. Kysely lähetettiin onnistuneesti 576 henkilölle, joista 62 vastasi kyselyyn. Näin kyselyn vastausprosentiksi saatiin 10,7 prosenttia. Kyselyn avulla saatu aineisto analysoitiin ristiintaulukoinnin ja korrelaatiokertoimien avulla.

Tutkimustulosten perusteella havaittiin, että pk-yritykset pyrkivät optimoimaan pilvipalvelukustannuksiaan usein eri tavoin, joista tarpeettomien pilviresurssien käytöstä poistaminen, resurssikäytön optimointi ja palvelukäytön tarkkaileminen ovat käytetyimpiä menetelmiä. Tulosten perusteella havaittiin myös, että pk-yritysten pilvipalvelukokemuksella ei ole vaikutusta käytettyihin kustannusoptimointimenetelmiin. Lisäksi havaittiin, että pk-yritysten pilvipalvelukokemus vaikuttaa pilvipalveluiden koettuun hyödyllisyyteen positiivisesti, kun taas pilvipalvelukokemuksella ei ole suoraa vaikutusta pilvipalveluiden koettuun helppokäyttöisyyteen.

## LÄHTEET

- Acs, Z. J., Morck, R., Shaver, J. M., & Yeung, B. (1997). The internationalization of small and medium-sized enterprises: A policy perspective. *Small Business Economics*, 9(1), 7–20.
- Ahronovitz, M., Amrhein, D., Anderson, P., de Andrade, A., Armstrong, J., Arasan, B. E., ... & Carlson, M. (2010). Cloud computing use cases white paper. *Cloud Computing Use Case Discussion Group*.
- Ali, M., Khan, S. U., & Vasilakos, A. V. (2015). Security in cloud computing: Opportunities and challenges. *Information Sciences*, 305, 357–383.
- Alkhanak, E. N., Lee, S. P., Rezaei, R., & Parizi, R. M. (2016). Cost optimization approaches for scientific workflow scheduling in cloud and grid computing: A review, classifications, and open issues. *Journal of Systems and Software*, 113, 1–26.
- Altmann, J., & Kashef, M. M. (2014). Cost model based service placement in federated hybrid clouds. *Future Generation Computer Systems*, 41, 79–90.
- Amazon. (2017). Optimize your costs when using AWS. Haettu osoitteesta <https://aws.amazon.com/pricing/cost-optimization/>
- Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R., Joseph, A. D., Katz, R. H., Konwinski, A., ... & Zaharia, M. (2009). *Above the clouds: A Berkeley view of cloud computing*. Technical Report UCB/EECS-2009-28, EECS Department. University of California: Berkeley.
- Armbrust, M., ym. (2010). A view of cloud computing. *Communications of the ACM*, 53(4), 50–58.
- Arun, E., Reji, A., Shameem, P. M., & Shaji, R. S. (2017). A Novel Algorithm for Load Balancing in Mobile Cloud Networks: Multi-objective Optimization Approach. *Wireless Personal Communications*, 97(2), 3125–3140.
- Aslanpour, M. S., Ghobaei-Arani, M., & Toosi, A. N. (2017). Auto-scaling web applications in clouds: a cost-aware approach. *Journal of Network and Computer Applications*, 95, 26–41.
- Assante, D., Castro, M., Hamburg, I., & Martin, S. (2016). The Use of Cloud Computing in SMEs. *Procedia Computer Science*, 83, 1207–1212.
- Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99–120.
- Bayramusta, M., & Nasir, V. A. (2016). A fad or future of IT?: A comprehensive literature review on the cloud computing research. *International Journal of Information Management*, 36(4), 635–644.
- Bittencourt, L. F., & Madeira, E. R. M. (2011). HCOC: a cost optimization algorithm for workflow scheduling in hybrid clouds. *Journal of Internet Services and Applications*, 2(3), 207–227.
- Blili, S. & Raymond, L. (1993). Information technology: Threats and opportunities for small and medium-sized enterprises. *International Journal of Information Management*, 13(6), 439–448.

- Botta, A., de Donato, W., Persico, V., & Pescapé, A. (2016). Integration of cloud computing and internet of things: a survey. *Future Generation Computer Systems*, 56, 684–700.
- 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*, 33(5), 726–733.
- Brunswick, S., & Vanhaverbeke, W. (2015). Open innovation in small and medium-sized enterprises (SMEs): External knowledge sourcing strategies and internal organizational facilitators. *Journal of Small Business Management*, 53(4), 1241–1263.
- Budņiks, L. & Didenko, K. (2014). Factors Determining Application of Cloud Computing Services in Latvian SMEs. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 156, 74–77.
- Buyya, R., Yeo, C. S., & Venugopal, S. (2008). Market-oriented cloud computing: Vision, hype, and reality for delivering it services as computing utilities. *International Conference on High Performance Computing and Communications, 2008. HPCC'08. 10th IEEE* (s. 5–13). IEEE.
- Chaisiri, S., Lee, B. S., & Niyato, D. (2010). Robust cloud resource provisioning for cloud computing environments. *Service-Oriented Computing and Applications (SOCA), 2010 IEEE International Conference on* (s. 1–8). IEEE.
- Chaisiri, S., Kaewpuang, R., Lee, B. S., & Niyato, D. (2011). Cost minimization for provisioning virtual servers in amazon elastic compute cloud. *Modeling, Analysis & Simulation of Computer and Telecommunication Systems (MAS-COTS), 2011 IEEE 19th International Symposium on* (s. 85–95). IEEE.
- Chaisiri, S., Lee, B. S., & Niyato, D. (2012). Optimization of resource provisioning cost in cloud computing. *IEEE Transactions on Services Computing*, 5(2), 164–177.
- Chang, V., Walters, R. J., & Wills, G. (2013). The development that leads to the Cloud Computing Business Framework. *International Journal of Information Management*, 33(3), 524–538.
- Chang, V., Walters, R. J., & Wills, G. (2016a). Organizational sustainability modelling – an emerging service and analytics model for evaluating cloud computing adoption with two case studies. *International Journal of Information Management*, 36(1), 167–179.
- Chang, V., Kuo, Yen-Hung, Ramachandran, M. (2016b). Cloud computing adoption framework: A security framework for business clouds. *Future Generation Computer Systems*, 57, 24–41.
- Chang, V., & Ramachandran, M. (2016c). Towards achieving data security with the cloud computing adoption framework. *IEEE Transactions on Services Computing*, 9(1), 138–151.
- Chen, S., Irving, S., & Peng, L. (2016). Operational cost optimization for cloud computing data centers using renewable energy. *IEEE Systems Journal*, 10(4), 1447–1458.
- Chuttur, M. Y. (2009). Overview of the technology acceptance model: Origins, developments and future directions. *Working Papers on Information Systems*, 9(37), 9–37.

- Creswell, J. W. (2002). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. (2. uud. painos). Sage.
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models. *Management Science*, 35(8), 982–1003.
- Dillon, T., Wu, C., & Chang, E. (2010). Cloud computing: issues and challenges. *2010 24th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA)*, (s. 27–33). IEEE.
- Evangelinou, A., Ciavotta, M., Ardagna, D., Kopaneli, A., Kousiouris, G., & Varvarigou, T. (2018). Enterprise applications cloud rightsizing through a joint benchmarking and optimization approach. *Future Generation Computer Systems*, 78, 102–114.
- Ficco, M., Esposito, C., Palmieri, F., & Castiglione, A. (2016). A coral-reefs and game theory-based approach for optimizing elastic cloud resource allocation. *Future Generation Computer Systems*, 78, 343–352.
- Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). Belief, attitude, intention and behavior: An introduction to theory and research.
- Garg, S. K., Versteeg, S., & Buyya, R. (2013). A framework for ranking of cloud computing services. *Future Generation Computer Systems*, 29(4), 1012–1023.
- Gupta, P., Seetharaman, A. & Raj, J. (2013). The usage and adoption of cloud computing by small and medium businesses. *International Journal of Information Management*, 33(5), 861–874.
- Haselmann, T., & Vossen, G. (2011). Software-as-a-service in small and medium enterprises: an empirical attitude assessment. *Web Information System Engineering – WISE 2011* (s. 43–56). Springer: Berlin, Heidelberg.
- Hashizume, K., Rosado, D. G., Fernández-Medina, E., & Fernandez, E. B. (2013). An analysis of security issues for cloud computing. *Journal of Internet Services and Applications*, 4(1), 1–13.
- Heikkilä, T. (2014). *Tilastollinen tutkimus*. (9. uud. painos). Helsinki: Edita Publishing Oy.
- Hong, Y. J., Xue, J., & Thottethodi, M. (2011). Dynamic server provisioning to minimize cost in an IaaS cloud. *Proceedings of the ACM SIGMETRICS Joint International Conference on Measurement and Modeling of Computer Systems* (s. 147–148). ACM.
- Hirsjärvi, S., Remes, P., & Sajavaara, P. (2014). *Tutki ja kirjoita*. (19. uud. painos). Helsinki: Tammi.
- Hsu, P. F., Ray, S., & Li-Hsieh, Y. Y. (2014). Examining cloud computing adoption intention, pricing mechanism, and deployment model. *International Journal of Information Management*, 34(4), 474–488.
- Huang, B., Li, C., Yin, C., & Zhao, X. (2013). Cloud manufacturing service platform for small-and medium-sized enterprises. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 1–12.
- Islam, S., Keung, J., Lee, K., & Liu, A. (2012). Empirical prediction models for adaptive resource provisioning in the cloud. *Future Generation Computer Systems*, 28(1), 155–162.

- Iyer, B., & Henderson, J. C. (2010). Preparing for the future: Understanding the seven capabilities of cloud computing. *MIS Quarterly Executive*, 9(2).
- Khan, K. M., & Malluhi, Q. (2010). Establishing trust in cloud computing. *IT Professional*, 12(5), 20-27.
- Khan, M. A. (2016). A survey of security issues for cloud computing. *Journal of Network and Computer Applications*, 71, 11-29.
- Kim, W. C., & Jo, O. (2016). Cost-optimized configuration of computing instances for large sized cloud systems. *ICT Express*.
- Laatikainen, G., & Ojala, A. (2014). SaaS architecture and pricing models. *Services Computing (SCC), 2014 IEEE International Conference on* (s. 597-604). IEEE.
- Lacity, M. C., & Reynolds, P. (2014). Cloud Services Practices for Small and Medium-Sized Enterprises. *MIS Quarterly Executive*, 13(1).
- Leavitt, N. (2009). Is cloud computing really ready for prime time? *Computer*, 42(1), 15-20.
- Legris, P., Ingham, J., & Collerette, P. (2003). Why do people use information technology? A critical review of the technology acceptance model. *Information & Management*, 40(3), 191-204.
- Leimeister, S., Böhm, M., Riedl, C., & Krcmar, H. (2010). The Business Perspective of Cloud Computing: Actors, Roles and Value Networks. *ECIS*.
- Li, Q., & Guo, Y. (2010). Optimization of resource scheduling in cloud computing. *Symbolic and Numeric Algorithms for Scientific Computing (SYNASC), 2010 12th International Symposium on* (s. 315-320). IEEE.
- Lin, A., & Chen, N. C. (2012). Cloud computing as an innovation: Perception, attitude, and adoption. *International Journal of Information Management*, 32(6), 533-540.
- Lu, J. W., & Beamish, P. W. (2001). The internationalization and performance of SMEs. *Strategic Management Journal*, 22(6-7), 565-586.
- Malawski, M., Figiela, K., & Nabrzyski, J. (2013). Cost minimization for computational applications on hybrid cloud infrastructures. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1786-1794.
- Mansouri, Y., & Buyya, R. (2016). To move or not to move: Cost optimization in a dual cloud-based storage architecture. *Journal of Network and Computer Applications*, 75, 223-235.
- Mao, M., & Humphrey, M. (2011). Auto-scaling to minimize cost and meet application deadlines in cloud workflows. *High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis (SC), 2011 International Conference for* (s. 1-12). IEEE.
- Mao, H., Qi, Z., Duan, J., & Ge, X. (2017). Cost-Performance Modeling with Automated Benchmarking on Elastic Computing Clouds. *Journal of Grid Computing*, 1-16.
- Mark, C. C. T., Niyato, D., & Chen-Khong, T. (2011). Evolutionary optimal virtual machine placement and demand forecaster for cloud computing. *Advanced Information Networking and Applications (AINA), 2011 IEEE International Conference on* (s. 348-355). IEEE.

- Marston, S., Li, Z., Bandyopadhyay, S., Zhang, J., & Ghalsasi, A. (2011). Cloud computing – the business perspective. *Decision Support Systems*, 51(1), 176–189.
- McCarthy, J. (1960). Recursive functions of symbolic expressions and their computation by machine, Part I. *Communications of the ACM*, 3(4), 184–195.
- McGough, A. S., Forshaw, M., Gerrard, C., Wheeler, S., Allen, B., & Robinson, P. (2014). Comparison of a cost-effective virtual cloud cluster with an existing campus cluster. *Future Generation Computer Systems*, 41, 65–78.
- Meath, C., Linnenluecke, M., & Griffiths, A. (2016). Barriers and motivators to the adoption of energy savings measures for small-and medium-sized enterprises (SMEs): the case of the ClimateSmart Business Cluster program. *Journal of Cleaner Production*, 112, 3597–3604.
- Mell, P., & Grance, T. (2011). The NIST definition of cloud computing.
- Menache, I., Shamir, O., & Jain, N. (2014). On-demand, Spot, or Both: Dynamic Resource Allocation for Executing Batch Jobs in the Cloud. *ICAC* (s. 177–187).
- Metsämuuronen, J. (2011). *Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä*. (e-kirja 1. painos). Helsinki: International Methelp.
- Moen, Ø., & Servais, P. (2002). Born global or gradual global? Examining the export behavior of small and medium-sized enterprises. *Journal of International Marketing*, 10(3), 49–72.
- Mortenson, M. J., & Vidgen, R. (2016). A computational literature review of the technology acceptance model. *International Journal of Information Management*, 36(6), 1248–1259.
- Moura, J., & Hutchison, D. (2016). Review and analysis of networking challenges in cloud computing. *Journal of Network and Computer Applications*, 60, 113–129.
- Neuman, L. W. (2014). *Social research methods*. (7. uud. painos). Pearson Education Limited.
- Nodari, A., Nurminen, J. K., & Frühwirth, C. (2016). Inventory theory applied to cost optimization in cloud computing. *Proceedings of the 31st Annual ACM Symposium on Applied Computing* (s. 470–473). ACM.
- Nummenmaa, L., Holopainen, M., & Pulkkinen, P. (2014). Tilastollisten menetelmien perusteet, 18, 193–194. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- Ojala, A. (2009). Internationalization of knowledge-intensive SMEs: The role of network relationships in the entry to a psychically distant market. *International Business Review*, 18(1), 50–59.
- Ojala, A. (2016a). Discovering and creating business opportunities for cloud services. *Journal of Systems and Software*, 113, 408–417.
- Ojala, A. (2016b). Adjusting software revenue and pricing strategies in the era of cloud computing. *Journal of Systems and Software*, 122, 40–51.
- Oliveira, T., Thomas, M. & Espadanal, M. (2014). Assessing the determinants of cloud computing adoption: an analysis of the manufacturing and services sectors. *Information & Management*, 51(5), 497–510.



- Pandey, S., Wu, L., Guru, S. M., & Buyya, R. (2010). A particle swarm optimization-based heuristic for scheduling workflow applications in cloud computing environments. *Advanced Information Networking and Applications (AINA), 2010 24th IEEE International Conference on* (s. 400–407). IEEE.
- Popović, K. & Hocenski, Ž. (2010). Cloud computing security issues and challenges. *MIPRO, 2010 Proceedings of the 33rd International Convention* (s. 344–349). IEEE.
- Ribas, M., Furtado, C. G., de Souza, J. N., Barroso, G. C., Moura, A., Lima, A. S., & Sousa, F. R. (2015). A Petri net-based decision-making framework for assessing cloud services adoption: The use of spot instances for cost reduction. *Journal of Network and Computer Applications*, 57, 102–118.
- Rightscale. (2013). Haettu osoitteesta <https://www.rightscale.com/blog/cloud-cost-analysis/how-manage-cloud-costs-and-optimize-resource-usage>
- RightScale. (2017). State of the cloud report. Haettu osoitteesta <https://www.rightscale.com/lp/2017-state-of-the-cloud-report>
- Rocha, L., Gomez, A., Araújo, N., Otero, C., & Rodrigues, D. (2016). Cloud Management Tools for Sustainable SMEs. *Procedia CIRP*, 40, 220–224.
- Rochman, Y., Levy, H., & Brosh, E. (2017). Dynamic placement of resources in cloud computing and network applications. *Performance Evaluation*, 115, 1–37.
- Ryan, M. (2011). Cloud computing privacy concerns on our doorstep. *Communications of the ACM*, 54(1), 36–38.
- Sebesta, M. (2013). On ICT services outsourcing in the context of small and medium enterprises. *Procedia -Social and Behavioral Sciences*, 81, 495–509.
- Seethamraju, R. (2015). Adoption of software as a service (SaaS) enterprise resource planning (ERP) systems in small and medium sized enterprises (SMEs). *Information Systems Frontiers*, 17(3), 475–492.
- Shen, S., Deng, K., Iosup, A., & Epema, D. (2013). Scheduling jobs in the cloud using on-demand and reserved instances. *European Conference on Parallel Processing* (s. 242–254). Springer: Berlin, Heidelberg.
- Singh, S., Jeong, Y. S., & Park, J. H. (2016). A survey on cloud computing security: Issues, threats, and solutions. *Journal of Network and Computer Applications*, 75, 200–222.
- Stijven, S., Van den Bossche, R., Vladislavleva, E., Vanmechelen, K., Broeckhove, J., & Kotanchek, M. (2014). Optimizing a cloud contract portfolio using genetic programming-based load models. *Genetic Programming Theory and Practice XI* (s. 47–63). Springer: New York.
- Subashini, S., Kavitha, V. (2011). A survey on security issues in service delivery models of cloud computing. *Journal of Network and Computer Applications*, 34, 1–11.
- Sultan, N. (2011). Reaching for the “cloud”: How SMEs can manage. *International Journal of Information Management*, 31(3), 272–278.
- Sultan, N. (2014). Servitization of the IT industry: the cloud phenomenon. *Strategic Change*, 23(5–6), 375–388.

- Sun, Y., White, J., Eade, S., & Schmidt, D. C. (2016). ROAR: a QoS-oriented modeling framework for automated cloud resource allocation and optimization. *Journal of Systems and Software*, 116, 146–161.
- Tanković, N., Grbac, T. G., & Žagar, M. (2017). ElaClo: A framework for optimizing software application topology in the cloud environment. *Expert Systems with Applications*, 90, 62–86.
- Tchernykh, A., Schwiegelsohn, U., Talbi, E. G., & Babenko, M. (2016). Towards understanding uncertainty in cloud computing with risks of confidentiality, integrity, and availability. *Journal of Computational Science*.
- Teo, T. (2014). *Handbook of quantitative methods for educational research*. Springer Science & Business Media.
- Tuomivaara, T. (2005). Kvantitatiivinen ja kvalitatiivinen tutkimus. *Tieteellisen tutkimuksen perusteet*, 28–40.
- Valli, R. (2010). Kyselylomaketutkimus. *Ikkunoita tutkimusmetodeihin 1* (3. uud. painos). Jyväskylä: PS-kustannus.
- VanderStoep, S. W., & Johnson, D. D. (2008). *Research methods for everyday life: Blending qualitative and quantitative approaches*. John Wiley & Sons.
- Van Den Bossche, R., Vanmechelen, K., & Broeckhove, J. (2014). Optimizing IaaS reserved contract procurement using load prediction. *Cloud Computing (CLOUD), 2014 IEEE 7th International Conference on* (s. 88–95). IEEE.
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management Science*, 46(2), 186–204.
- Vilkka, H. (2007). *Tutki ja mittaa: määrällisen tutkimuksen perusteet*. Helsinki: Tammi.
- Volery, T., Mueller, S., & von Siemens, B. (2015). Entrepreneur ambidexterity: A study of entrepreneur behaviors and competencies in growth-oriented small and medium-sized enterprises. *International Small Business Journal*, 33(2), 109–129.
- Vouk, M. (2008). Cloud computing—issues, research and implementations. *CIT. Journal of Computing and Information Technology*, 16(4), 235–246.
- Wang, L., Tao, J., Kunze, M., Castellanos, A. C., Kramer, D., & Karl, W. (2008). Scientific Cloud Computing: Early Definition and Experience. *HPCC 8*. (s. 825–830).
- Wei, S. C., & Yeh, W. C. (2017). Resource allocation decision model for dependable and cost-effective grid applications based on Grid Bank. *Future Generation Computer Systems*, 77, 12–28.
- Weinhardt, C., Anandasivam, D. I. W. A., Blau, B., Borissov, D. I. N., Meinl, D. M. T., Michalk, D. I. W. W., & Stößer, J. (2009). Cloud computing – a classification, business models, and research directions. *Business & Information Systems Engineering*, 1(5), 391–399.
- Wiklund, J., & Shepherd, D. (2003). Knowledge-based resources, entrepreneurial orientation, and the performance of small and medium-sized businesses. *Strategic Management Journal*, 24(13), 1307–1314.

- Wu, L., Garg, S. K., & Buyya, R. (2011a). Sla-based resource allocation for software as a service provider (saas) in cloud computing environments. *Cluster, Cloud and Grid Computing (CCGrid), 2011 11th IEEE/ACM International Symposium on* (s. 195–204). IEEE.
- Wu, W. W., Lan, L. W., & Lee, Y. T. (2011b). Exploring decisive factors affecting an organization's SaaS adoption: A case study. *International Journal of Information Management*, 31(6), 556–563.
- Wu, Q., Ishikawa, F., Zhu, Q., Xia, Y., & Wen, J. (2017). Deadline-Constrained Cost Optimization Approaches for Workflow Scheduling in Clouds. *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 28(12), 3401–3412.
- Xu, X., Tang, M., & Tian, Y. C. (2018). QoS-guaranteed resource provisioning for cloud-based MapReduce in dynamical environments. *Future Generation Computer Systems*, 78, 18–30.
- Yew Wong, K. (2005). Critical success factors for implementing knowledge management in small and medium enterprises. *Industrial Management & Data Systems*, 105(3), 261–279.
- Yrittäjät. (2018). Yrittäjyys Suomessa. Haettu osoitteesta <https://www.yrittajat.fi/suomen-yrittajat/yrittajyys-suomessa-316363>
- Zhang, Q., Cheng, L., & Boutaba, R. (2010). Cloud computing: state-of-the-art and research challenges. *Journal of Internet Services and Applications*, 1(1), 7–18.
- Zhang, Q., Zhu, Q., & Boutaba, R. (2011). Dynamic resource allocation for spot markets in cloud computing environments. *Utility and Cloud Computing (UCC), 2011 Fourth IEEE International Conference on* (s. 178–185). IEEE.

# LIITE 1 KYSELYLOMAKE



## Pilvipalveluiden kustannusoptimointi pienten ja keskisuurten yritysten toimesta -kyselytutkimus

### 1. Sukupuoli \*

- Mies
- Nainen
- Muu

### 2. Asema/tehtävä yrityksessä \*

- Ei johtotehtäviä
  - Alin johtotaso
  - Alempi johtotaso
  - Keskitason johtajuus
  - Ylempi johtotaso
  - Ylin johtotaso
  - En osaa sanoa
  - Muu, mikä?
- 

### 3. Kokemuksen määrä työtehtävissä \*

- Alle vuosi
- 1-2 vuotta
- 2-5 vuotta
- 5-10 vuotta
- Yli 10 vuotta

## 4. Yrityksenne toimiala \*

- ICT
  - Teollisuus
  - Julkinen hallinto
  - Terveys- ja sosiaalipalvelut
  - Koulutus
  - Kuljetus- ja varastointi
  - Rahoitus- ja vakuutustoiminta
  - Tukku- ja vähittäiskauppa
  - Muu, mikä?
- 

## 5. Yrityksenne henkilöstömäärä \*

- 0-9
- 10-49
- 50-249
- En osaa sanoa

## 6. Yrityksenne kokemus pilvipalveluista \*

- Ei kokemusta
- Alle vuosi
- 1-2 vuotta
- 2-3 vuotta
- 3-4 vuotta
- 4-5 vuotta
- Yli viisi vuotta
- En osaa sanoa

## 7. Yrityksenne käytössä olevat pilvipalveluiden palvelumallit\*

- SaaS
  - PaaS
  - IaaS
  - Muu, mikä?
- 

En osaa sanoa

## 8. Yrityksenne käytössä olevat pilvipalveluiden käyttöönottomallit\*

- Julkinen pilvi
- Yksityinen pilvi
- Hybridi pilvi
- Yhteisöpilvi
- En osaa sanoa

## 9. Vastaa seuraaviin väittämiin \*

	1 Täysin eri mieltä	2 Jokseenkin eri mieltä	3 En osaa sanoa	4 Jokseenkin samaa mieltä	5 Täysin samaa mieltä
Pilvipalveluiden käyttäminen on oleellista työlleni	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pilvipalveluiden käyttäminen on työlleni merkityksellistä tulevaisuudessa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pilvipalveluiden käyttäminen parantaa imagoani yrityksessä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pilvipalveluita käyttävillä IT-päätäjillä on muita enemmän vaikutusvaltaa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mielestäni IT-resursseja voidaan käyttää tehokkaammin pilvipalveluiden avulla	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yritykseni IT-kulut laskevat pilvipalveluiden käytön avulla	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yritykseni saavuttaa pilvipalveluiden avulla laadukkaita tuloksia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pilvipalveluiden käyttämisestä seuraavat hyödyt ovat mielestäni selkeitä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Osaan erottaa SaaS:n, PaaS:n ja IaaS:n toisistaan	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pilvipalveluiden käyttäminen hyödyttää yritystäni	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pilvipalveluiden käyttäminen parantaa työsuoritusani	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pilvipalveluiden käyttäminen parantaa työskentelyni tehokkuutta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pilvipalvelut tehostavat IT-toimintojemme joustavuutta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pilvipalveluiden käyttäminen ei aiheuta teknisiä ongelmia yrityksessäni	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pilvipalvelut integroituvat helposti IT-infrastruktuuriimme	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pidän pilvipalveluita helppokäyttöisinä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pilvipalveluiden käyttäminen ei vaadi yritykseni työntekijöiltä merkittäviä ponnistuksia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Kuinka yrityksenne pyrkii minimoimaan pilvipalveluihin liittyviä kustannuksia (valitse enintään neljä tärkeintä) \*

- Palvelunkäytön tarkkaileminen
- Resurssikäytön optimointi
- Tarpeettomien pilviresurssien käytöstä poistaminen
- Pilviresurssikäytön minimoiminen tietyinä kellonaikana
- Epäaktiivisten resurssien käyttöön ottaminen
- Pilviresurssien varaaminen ennakoon
- Ennalta varattujen pilviresurssien käytön optimointi
- Siirtyminen edullisempaan pilveen
- Siirtyminen edullisemmalle alueelle
- Spot-instanssien hyödyntäminen
- Resurssikäytön ennakointi
- Palveluntarjoajien tarjoamat määräalennukset
- Muu, mikä?  
\_\_\_\_\_
- En osaa sanoa
- Yritykseni ei pyri aktiivisesti minimoimaan pilvipalveluihin liittyviä kustannuksia

11. Onko yrityksellänne käytössä kustannusoptimointimalli? \*

- Kyllä
- Ei
- En osaa sanoa

13. Kirjoita alle sähköpostiosoitteesi, jos haluat saada valmiin pro gradu -tutkielman luettavaksesi

Sähköpostiosoite	_____
------------------	-------