



Pilvipalveluiden kustannusten hallinta

Kasimir Kallas

Haaga-Helia ammattikorkeakoulu

Tradenomi

Opinnäytetyö

2024

Tiivistelmä

Tekijä(t) Kasimir Kallas
Tutkinto Tradenomi
Raportin/Opinnäytetyön nimi Pilvipalveluiden kustannusten hallinta
Sivu- ja liitesivumäärä 21
<p>Tässä opinnäytetyössä tutkittiin pilvipalveluiden kustannusten hallintaa yrityksissä, perehtymällä kysymyksiin, mistä pilvipalveluiden kustannukset koostuvat ja mitä tapoja sekä työkaluja kustannuksia on hallita. Työssä perehdyttiin myös yleisesti pilvipalveluiden toimitus- ja palvelumalleihin. Työ toteutettiin kirjallisuuskatsauksena ja tavoitteena oli saada aiheesta selkeä kokonaiskuva.</p> <p>Opinnäytetyössä tarkasteltiin pilvipalveluita yleisesti ja mihin malleihin ne jakautuvat. Tämän jälkeen siirryttiin tarkastelemaan kolmea suurinta pilvipalvelujentarjoajaa ja heidän tuotteitaan. Lopuksi perehdyttiin pilvipalveluiden kustannusten komponentteihin sekä kustannusten hallinnan työkaluihin ja FinOps-käytäntöön.</p> <p>Kirjallisuuskatsauksen tuloksena syntyi kokonaiskuva pilvipalveluiden kustannusten koostumisesta sekä niiden hallintaan käytetyistä käytänteistä ja työkaluista, joita kolmella markkinoita hallitsevalla palveluntarjoajalla on käytössä. Aiheesta voisi tehdä jatkotutkimusta esimerkiksi tekemällä vertailua jonkin tietyn yrityksen näkökulmasta eri palveluntarjoajien tarjoamista hinnoista tietyille halutulle infrastruktuurille.</p>
Asiasanat Pilvipalvelu, kustannusten hallinta, palveluntarjoaja, kirjallisuuskatsaus

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Pilvipalvelut	3
2.1	Pilvipalveluiden palvelumallit	3
2.1.1	IAAS	4
2.1.2	PAAS	5
2.1.3	SAAS	5
2.2	Pilvipalveluiden toimitusmallit	6
2.2.1	Julkinen pilvi	6
2.2.2	Yksityinen pilvi	6
2.2.3	Hybrid	6
3	Pilvipalveluiden suurimmat palveluntarjoajat	8
3.1	Amazon.....	8
3.2	Microsoft	9
3.3	Google	9
4	Pilvipalveluiden kustannukset.....	10
4.1	Laskutusmallit	10
4.2	Käyttökulut	10
4.3	Pilvipalveluiden piilokustannukset	11
5	Pilvipalveluiden kustannusten hallinta	12
5.1	FinOps	12
5.2	AWS kustannusten hallinta.....	13
5.3	Azure kustannusten hallinta	13
5.4	Google cloud kustannusten hallinta.....	14
6	Tutkimus.....	15
6.1	Kirjallisuuskatsaus.....	15
6.2	Tutkimuksen aineisto ja toteutus	16
6.3	Tulokset	16
7	Pohdinta.....	18
7.1	Johtopäätökset ja suositukset	18
7.2	Oma oppiminen.....	18
	Lähteet.....	20

1 Johdanto

Pilvipalvelut ovat yleistyneet koko ajan enemmän ja ovat jatkuvasti suurempi osa yritysten sekä yksityishenkilöiden arkea. Tämä on johtanut siihen, että varsinkin yritysten näkökulmasta kiinnitetään paljon enemmän huomiota niin sanottuun ”Pilvilaskuun” eli pilvipalveluiden kuluihin. Yritykset joutuvat kohtaamaan pilvikuluja laskiessaan useita valintoja, kuten mitä pilvipalvelumalleja tai palveluntarjoajia tulisi valita ja mistä kulut pilvipalveluihin koostuvat. Pahimmissa tapauksissa yrityksen siirtymä pilveen saattaa kaatua korkeisiin kustannuksiin, jos ei ole tiedostettu kaikkia kustannuksia tai tapoja, miten niitä voitaisiin hallinnoida. Tämän takia yritysten onkin tärkeä ymmärtää mitä pilvipalvelut ylipäättään ovat, mistä niiden kulut koostuvat ja mitä mahdollisuuksia yrityksellä on niitä hallita.

Opinnäytetyöni tavoitteena on selvittää mistä pilvipalveluiden kustannukset yrityksille koostuvat ja mitä tapoja tai strategioita yrityksillä on hallita näitä kuluja. Tämä tapahtuu tutkimalla mitä yleisimpiä pilvipalveluita ja palveluntarjoajia yrityksille on tarjolla ja tuomalla esille onko yrityksillä tapoja optimoida kustannusrakennetta sekä mitä ovat tyypillisimmät piilotetut kulut. Tämä tutkimus on rajattu koskemaan yrityksiä ja yrityksille suunnattujen pilvipalvelumallinen kustannuksia. Näin myös järkevimmäksi tehdä tutkimukseni kirjallisuuskatsauksena, sillä aiheeseen löytyy kattavasti tietoa.

Opinnäytetyössäni toimii keskeisimpinä tutkimuskysymyksinä alla olevat kysymykset:

- Mitä pilvipalvelut ovat ja mihin malleihin ne jaetaan?
- Mistä pilvipalveluiden kustannukset koostuvat?
- Miten yritykset voivat hallita pilvipalveluiden kustannuksia?

Opinnäytetyö koostuu kolmesta pääosasta. Ensimmäisessä osassa käsitellään pilvipalveluita yleisesti eli mitä ne ovat ja mihin malleihin ne yleisesti voidaan jakaa. Tämän lisäksi ensimmäisessä osassa käsitellään, mitä ovat yleisimmät yrityksille suunnatut pilvipalveluntarjoajat. Toisessa osassa käydään läpi mitä ovat pilvipalveluiden kustannukset ja mistä nämä sitten koostuvat. Tässä osassa käydään myös läpi millaisia hinnoittelumalleja pilvipalveluntarjoajat yleisimmin käyttävät. Kolmannessa kappaleessa tutkitaan tapoja ja strategioita läpi mitä yritykset käyttävät pilvipalveluiden kustannusten hallintaan.

Alla oleva taulukko esittää mistä tekstin luvuista löytyy tutkimuskysymysten tietoperusta ja mistä löytyy tulokset.

Taulukko 1. Peittomatriisi

Alaongelmat	Tietoperusta (luku)	Tulokset (luku)
Mitä pilvipalvelut ovat ja mihin malleihin ne jaetaan?	2	6.3
Mitä ovat pilvipalveluiden kustannukset ja mistä ne koostuvat?	4	6.3
Mitä tapoja tai strategioita yrityksillä on pilvipalveluiden kustannusten hallintaan?	5	6.3

2 Pilvipalvelut

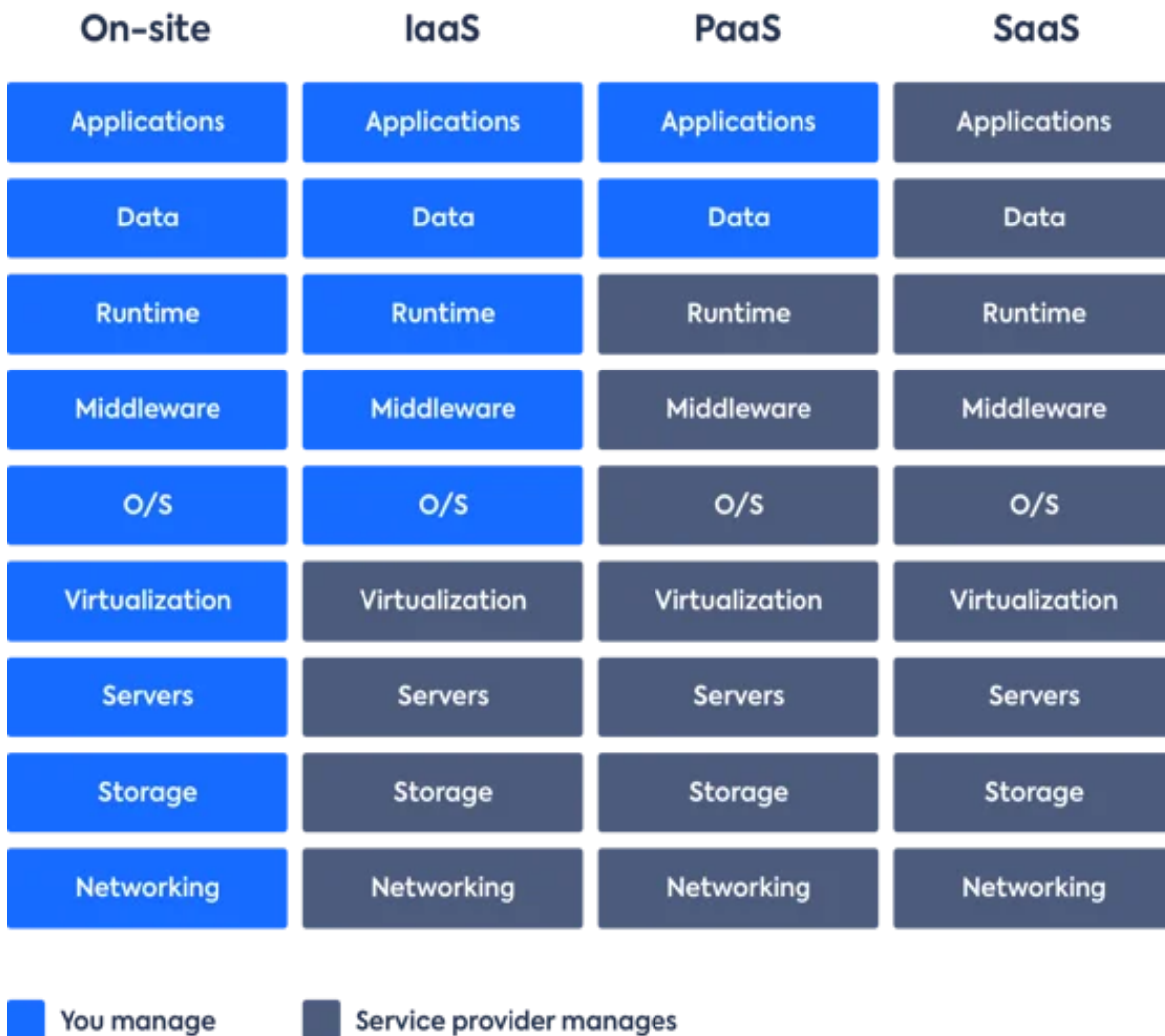
Pilvipalveluilla yleisesti ja yksinkertaisesti tarkoitetaan verkon yli käytössä olevia resursseja, jotka sijaitsevat palveluntarjoajan palvelimilla organisaation omien koneiden tai palvelimien sijaan. Tällaisia resursseja voi olla esimerkiksi ohjelmistot, tietokannat ja tietokonelaitteisto. Pilvipalvelut voidaan jakaa muutamaaan palvelu- ja toimitusmalliin, niiden toimintatapojen perusteella. (Manvi, Shyam 2021, luku 1.1.)

Pilvipalvelut ovat monessa tapauksessa hyvinkin skaalautuvia ja pystytään räätälöimään organisaatioiden tarpeiden mukaan. Monet yritykset ovatkin huomanneet tämän takia pilvipalveluissa suuren edun, ja pilvipalvelut ovat viimeisten vuosien aikana yleistyneet huomattavasti. Pilvipalveluilla on muutamia luonteenomaisuuksia, joiden avulla hyötyä tarjotaan yrityksille ja käyttäjille. Pilvipalvelut tarjoavat On-demand itsepalvelua, jolla pystytään tarjoamaan käyttöliittymää, minkä kautta saadaan palveluita otettua käyttöön tarpeen mukaan itsepalveluna automaation avulla. Pilvipalveluiden ominaisuuksina resurssipoolit ja joustavuus mahdollistavat palveluiden virtualisointia. Näiden avulla voidaan tarvittaessa vähentää tai nostaa resursseja tarpeiden mukaisesti. Pilvipalveluilla tulee olla myös aina mahdollisuus mitata niiden käyttöä. Käyttöä voidaan mitata esimerkiksi käyttöajalla, kaistan käytöllä tai datan käytöllä. Tämä taas mahdollistaa kulujen sekä käytön ennakointia yritykselle. (Ltd., Ltd. Huawei Technologies Co. 2022, 4–7.)

2.1 Pilvipalveluiden palvelumallit

Pilvipalvelut voidaan jakaa kolmeen tasoon niiden palvelumallien mukaan. Nämä tasot ovat IaaS, PaaS ja SaaS. IaaS eli Infrastructure as a Service on malli, jossa palveluntarjoaja hallitsee vähiten palveluita ja yritys hallinnoi noin puolta palveluista. PaaS eli Platform as a Service mallissa taas palveluntarjoaja hallitsee huomattavasti enemmän osa-alueita, mutta yrityksellä on silti osa palveluista itsellään hallinnoinnissa. SaaS eli Software as a Service mallissa palveluntarjoaja hallitsee kaikkea palveluun liittyvää, eikä yrityksen tarvitse hallita sitä itse. On-Site malli on perinteinen tapa, jossa yritys itse hallitsee kaiken infrastruktuurista ohjelmistoon saakka. (Manvi, Shyam 2021, luku 1.2.)

Kuva 1. esittää, miten eri palveluiden hallinta vastuu jakautuu yrityksen ja palveluntarjoajan välille eri palvelumalleissa. Kuvassa näkyy myös On-site eli fyysinen konesali, mutta tuota ei käsitellä tässä tarkemmin, sillä se ei varsinaisesti ole pilvipalvelun palvelumalli. Kuvassa sininen väri kertoo yrityksen hallussa olevasta palvelusta ja harmaa väri taas palveluntarjoajan vastuulla olevasta palvelusta.



Kuva 1. Pilvipalveluiden palvelumallit (Leanix)

2.1.1 IAAS

Infrastructure as a Service (IaaS) palvelumallissa palveluntarjoaja tuottaa IT infrastruktuurin resursseja yritykselle. Näitä resursseja on esimerkiksi tallennustila, verkot ja serverit. IaaS mallissa palveluntarjoajalla on vähiten resursseja hallinnassaan, verrattuna muihin malleihin. (Ltd., Ltd. Huawei Technologies Co. 2022, 31.) IaaS toimii siis hyvänä vaihtoehtona, jos yritys haluaa joustavaa ja nopeasti skaalautuvaa infrastruktuuria käyttöönsä. Tämä myös tarkoittaa sitä, että yritykselle jää enemmän hallintavastuuta omalla taholleen koko palvelusta.

IaaS-mallissa mahdollistetaan yrityksille paljon skaalautuvuudella, mutta siinä on myös omat haasteensa mitä yritysten tulisi ottaa huomioon. Yksi tärkeistä huomion kohteista tulisi olla tietoturva, kun yritykselle jää omalle vastuulle ohjelmistot ja data, tulee tietoturvaan kiinnittää huomiota.

IaaS:ssa huomioitavaa on sisäiset resurssit, koulutus ja vanhemmat järjestelmät pilvessä, jotta palvelut ovat ajan tasalla. Kun yritykselle jää enemmän omaan hallintaan voidaan mahdollisesti joutua kouluttamaan enemmän resursseja, jotta saadaan hallinnoidut osat hoidettua. Vanhempiin järjestelmiin voidaan joutua mahdollisesti tekemään pieniä muutoksia ennen kuin ne viedään pilveen, jotta ne toimisivat optimaalisesti. (Raza 11.3.2024.)

2.1.2 PAAS

Platform as a Service (PaaS) palvelumalli on näiden mallien välissä ja tarjoaa enemmän hallintaa palveluntarjoajan puolelta kuin IaaS-malli, mutta ei kuitenkaan täyttä hallintaa. PaaS tarjoaa Internet pohjaisen ohjelmistojen kehitysympäristön, johon sisältyy ohjelmointi rajapintoja ja alustoja. Tämän hinnoittelu pohjautuu yleisesti käyttäjän tai kirjautumisen tilaan. (Ltd., Ltd. Huawei Technologies Co. 2022, 31–32.) PaaS on hyvävaihtoehto kehittäjien käsiin, jolloin ei tarvitse huolehtia muusta kuin ohjelmiston rakentamisesta.

PaaS-malli mahdollistaa yritykselle skaalautuvuuden, yksinkertaisen mallin ja auttaa keskittymään sovellusten räätälöintiin ilman ohjelmistojen ylläpitoa. Mallissa on kuitenkin myös asioita, joita yritysten tulisi ottaa huomioon mallia valitessa. Kuten IaaS-mallissakin tulee yrityksen kiinnittää tässäkin huomiota datan tietoturvaan sekä vanhempien järjestelmien kustomointiin, jos niitä halutaan tuoda osaksi pilveen. (Raza 11.3.2024.)

2.1.3 SAAS

Software as a Service (SaaS) on palvelumalleista yleisin ja yrityksissä eniten käytetty. SaaS-mallissa käyttäjä pääsee käyttämään ohjelmistoa verkon yli ja palveluntarjoaja huolehtii kokonaisuudessaan ohjelmiston sekä siihen tarvittavien komponenttien ylläpidosta ja hallinnoinnista. SaaS-mallista yrityksillä käytössä olevia esimerkkejä on Salesforce ja Dropbox. (Ltd., Ltd. Huawei Technologies Co. 2022, 33–34.) Kuten kuvassa 1. näkyy, SaaS tarjoaa siis mallin, jossa yritykselle ei jää omalle kontolle huolehdittavaa ja tämä vapauttaa resursseja muuhun.

SaaS tarjoaa hyötyä helposti saatavuuden resurssien säästön kautta, mutta siinäkin on ominaisuuksia, jotka tulisi ottaa huomioon palvelua valittaessa. SaaS ei mahdollista yhtä paljon kustomointia, muihin palveluihin verrattuna sekä SaaS-mallissa annetaan palveluntarjoajan hallita palvelua, jolloin yrityksen oma kontrollointi mahdollisuus laskee. (Raza 11.3.2024.)

2.2 Pilvipalveluiden toimitusmallit

Samoin kuin pilvipalveluita jaetaan eri palvelumalleihin, niitä jaetaan eri toimitusmalleihin, jotka kertovat pilven luonteesta. Pilvipalveluita voidaan toimittaa kolmella eri tavalla ja ne jaetaan sen mukaisesti kolmeen toimitusmalliin, jotka ovat julkinen pilvi, yksityinen pilvi sekä hybridi pilvi. Jotta osattaisiin valita tarpeisiin paras pilven toimitusmalli, tulee ymmärtää, mitä nämä toimitusmallit tarkemmin tarkoittavat. (Manvi, Shyam 2021, luku 1.3.)

2.2.1 Julkinen pilvi

Julkinen pilvi on kolmesta toimitusmallista kaikista yleisin. Julkisen pilven toimitusmallissa pilvipalvelu toimitetaan internetin yli ja pilviresurssit, kuten palvelimet ja tallennustilan omistaa ja hallinnoi kolmasosapuoli eli pilvipalveluntarjoaja. (Microsoft s.a. a.)

Julkisessa pilvessä yritys jakaa siis samoja palveluntarjoajan resursseja muiden yritysten kanssa. Koska palveluntarjoaja tuottaa yritykselle, tulee yritykselle etuna pienemmät kustannukset ja vähemmän ylläpitoa, kun resurssit ovat palveluntarjoajan vastuulla. Tällöin myös pystytään saavuttamaan tehokas skaalautuvuus yrityksen tarpeiden mukaisesti. (Microsoft s.a. a.)

2.2.2 Yksityinen pilvi

Yksityinen pilvi koostuu pilvi resursseista, joita käyttää yksinomaan yksi yritys tai organisaatio. Yksityinen pilvi voi olla fyysisesti sijoitettu organisaation omaan datakeskukseen tai se voi olla kolmannen osapuolen palveluntarjoajan hallitsema. Kuitenkin yksityisessä pilvessä palvelut ja infrastruktuuri ovat aina ylläpidettyinä yksityisessä verkossa, ja laitteisto ja ohjelmisto on omistettu pelkästään organisaatiolle. (Microsoft s.a. a.)

Tällä tavalla yksityinen pilvi voi helpottaa organisaatiota mukauttamaan resurssejaan vastaamaan tiettyjä IT-vaatimuksia. Yksityisiä pilviä käyttävät usein hallitukset, rahoituslaitokset ja muut keski-suurista suuriin organisaatioihin kuuluvat toimijat, jotka harjoittavat liiketoimintakriittisiä toimintoja ja haluavat parantaa hallintaa ympäristöstään. (Microsoft s.a. a.)

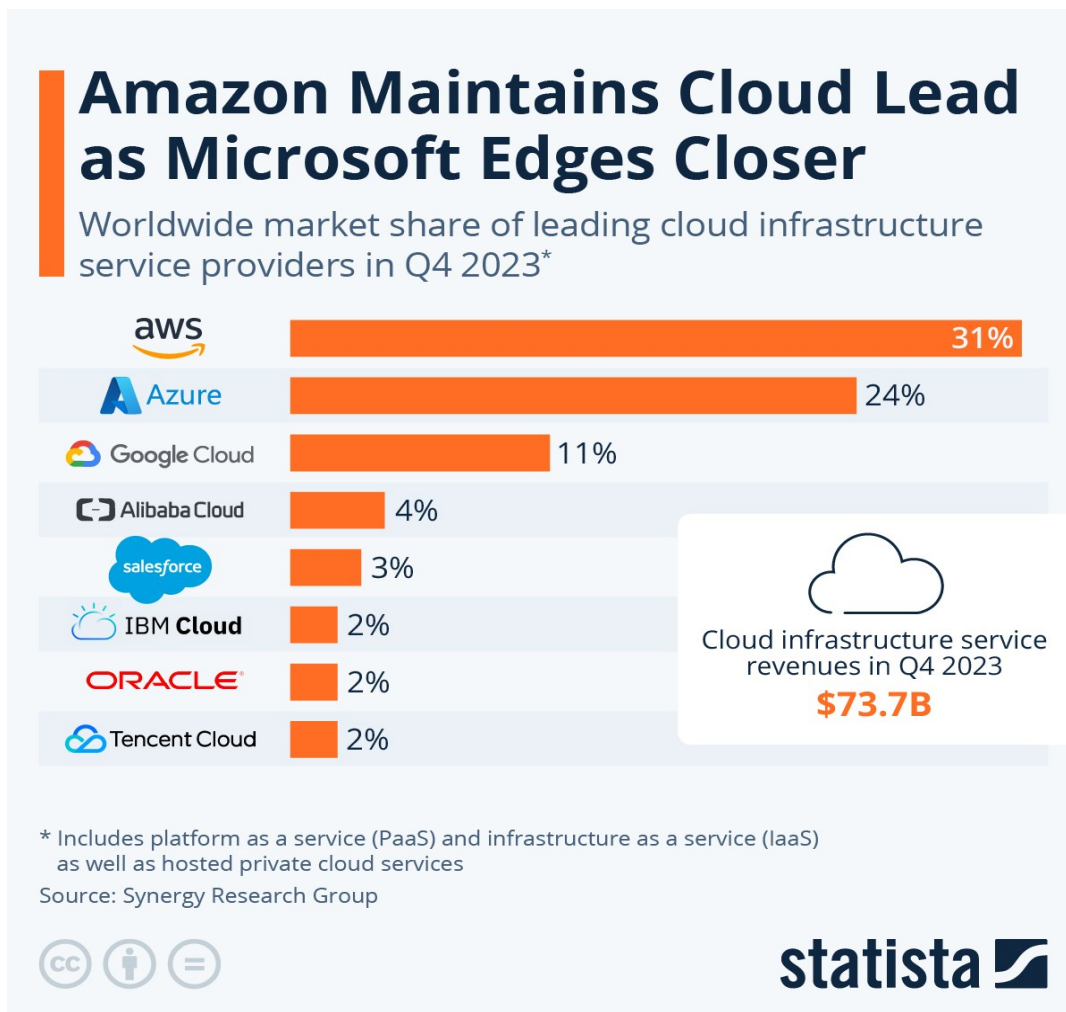
2.2.3 Hybrid

Hybridipilvi on pilvilaskennan tyyppi, joka yhdistää paikan päällä olevan infrastruktuurin tai yksityisen pilven julkiseen pilveen. Hybridipilvet mahdollistavat datan ja sovellusten siirtymisen näiden kahden ympäristön välillä. (Microsoft s.a. a.)

Monet organisaatiot valitsevat hybridipilven liiketoiminnallisten vaatimusten vuoksi, jotta saataisiin paikan päällä olevan teknologian täysimääräinen hyöty mahdollistettua tai matalan viiveen ongelmien ratkaisemiseksi. (Microsoft s.a. a.)

3 Pilvipalveluiden suurimmat palveluntarjoajat

Pilvipalveluita tarjoavia yrityksiä on nykyään paljon ja kyseisillä yrityksillä on omat tuotteensa ja mallinsa mitä he tarjoavat asiakkailleen. Tässä kappaleessa käsitellään kolmea suurinta palveluntarjoajaa ja mitä ovat heidän tuotteensa. Kuten kuvasta 2. nähdään, suuria palveluntarjoajia on useita, mutta nämä kolme suurinta tarjoajaa ovat Amazon, Microsoft ja Google.



Kuva 2. Suurimmat palveluntarjoajat (Statista)

3.1 Amazon

Amazon Web Services (AWS) on Amazonin tarjoama pilvipalvelualusta, joka tarjoaa laajan valikoiman pilvipalveluja yrityksille ja yksityisille käyttäjille. AWS tarjoaa erilaisia palveluita, kuten laskentakapasiteettia, tallennustilaa, tietokantoja, analytiikkaa, tekoälyä, koneoppimista, verkkopalveluita

ja paljon muuta. Amazon Web Services käytetyimpiä palveluita ovat Amazon EC2 eli pilvilaskenta-palvelu, joka tarjoaa skaalautuvaa ja muokattavaa laskentakapasiteettia virtuaalisina palvelimina sekä Amazon S3, joka tarjoaa tiedostojen tallennuspalvelun pilvessä, millä saadaan kestäväää ja skaalautuvaa tallennustilaa. Amazonin hinnoittelu on suurimmassa osassa heidän palveluistaan käyttöpohjaista (Pay-as-you-go). (Amazon Web Services s.a. a.)

3.2 Microsoft

Toiseksi eniten markkinaosuutta vievän Microsoftin pilvipalvelun nimi on Azure. Azure tarjoaa laajan valikoiman pilvipalveluita, jotka auttavat yrityksiä rakentamaan, hallinnoimaan ja skaalaamaan sovelluksia ja palveluita pilvessä. Azuren laajaan palveluiden joukkoon mahtuu muun muassa Azure Virtual Machines, virtuaaliset palvelimet, jotka tarjoavat joustavaa laskentakapasiteettia erilaisiin tarpeisiin sekä Azure Blob Storage, pilvitallennuspalvelu, joka tarjoaa skaalautuvaa tallennustilaa tietojen tallentamiseen ja jakamiseen. Amazonin lisäksi, myös Azure tarjoaa käytön mukaan laskutettavaa hinnoittelua. (Microsoft s.a. b.)

3.3 Google

Kolmantena listalla on Googlen tarjoama pilvipalvelualusta Google Cloud. Google Cloud koostuu pilvipalvelualustana sekä fyysisistä että virtuaalisista resursseista, kuten tietokoneista ja kiintolevyistä, jotka sijaitsevat datakeskuksissa ympäri maailmaa. Näitä resursseja hyödynnetään eri alueilla, jotka ovat saatavilla Aasiassa, Australiassa, Euroopassa, Afrikassa, Lähi-idässä, Pohjois-Amerikassa ja Etelä-Amerikassa. Tämä resurssien jakautuminen tarjoaa useita etuja, kuten redundanssin vikatilanteissa ja alhaisemman viiveen sijoittamalla resurssit lähemmäs asiakkaita. Google Cloud tarjoaa suuren valikoiman pilvipalveluita kuten Compute Engine, joka tarjoaa virtuaalikoneita eri käyttötarkoituksiin, sekä Cloud Storage-palvelun, joka mahdollistaa datan tallentamisen ja jakamisen pilvessä, sekä tietokanta-, analytiikka- ja tekoälypalveluita. (Google s.a. a.)

4 Pilvipalveluiden kustannukset

Pilvipalveluiden kustannukset koostuvat monista tekijöistä, joita yritysten on tärkeää harkita tarkasti. Vaikka pilviteknologian käyttö tuo mukanaan etuja, kuten kustannussäästöjä ja joustavuutta, on tärkeää ymmärtää, miten nämä kustannukset muodostuvat ja miten niitä voidaan hallita. Pilvipalveluiden pääkomponentteja ovat resurssien määrä ja tyyppi sekä palveluntarjoajan laskutusmalli. Tämän lisäksi pilvipalveluihin verhoutuu piilokustannuksia, jotka yrityksen tulisi ottaa huomioon ja etsiä mitä ne voivat heidän kohdallaan olla. (Bogusch 24.1.2024.)

4.1 Laskutusmallit

Yksi suuri tekijä, joka vaikuttaa pilvipalveluiden kustannuksiin on palvelun laskutusmalli. Laskutusmallit voivat vaihdella sen mukaan, miten yritys käyttää pilvipalveluja ja eri palveluntarjoajilla voi olla eri tarjontaa niiden suhteen. Yleisimmät laskutusmallit ovat pay-as-you-go, reserved sekä spot-malli. Pay-as-you-go-mallissa laskutetaan yritystä vain siitä, miten paljon he palvelua käyttävät. Tämä malli mahdollistaa yritykselle joustavuutta skaalata palveluita tarpeen mukaan ja sopii hyvin lyhyt aikaisiin projekteihin. Reserved-mallissa taas yritys ostaa resursseja ennalta määritellyksi ajaksi, yleensä 1 tai 3 vuoden ajaksi, jolloin palvelun tarjoaja tarjoaa alennusta hinnasta. Oikein laskettuna tämä voi tuoda säästöjä yritykselle pidempiin projekteihin. Spot-malli tarkoittaa, että palvelun tarjoaja tarjoaa käyttämättömiä EC2-instansseja, jotka ovat saatavilla alennettuun hintaan. On tärkeää pitää mielessä, että spot-instanssit voidaan päättää lyhyellä varoitusajalla, jos markkinahinta ylittää tarjouksesi tai jos resurssikysyntä kasvaa. (Lovett 16.6.2023.)

4.2 Käyttökulut

Toinen pilvipalveluiden kustannuksiin vaikuttava suuri tekijä on pilvipalveluiden käyttökulut (operational expenses) eli minkälaista resurssia käytetään ja miten paljon. Tärkeimmät kuluerät koostuvat laskenta-, tallennus-, ja verkkoresursseista. Laskentaresursseissa kustannusta muodostavat virtuaalikoneiden instanssien määrä, prosessoriytimien määrä instanssia kohti, arvioidut CPU-tunnit kuukaudessa sekä laskentamuodon kokoonpanovaatimukset, jotka määrittelevät prosessointitehon. Tallennusresursseissa taas kustannusta muodostaa tallennetun datan määrä ja valitun tallennuspalvelun tyyppi. Verkkokustannukset muodostuvat kaistanleveyden ja tiedonsiirron määrästä ja esimerkiksi yksityisten verkkojen tai kuormanjakajien käytöstä. (Bogusch 24.1.2024.)

4.3 Pilvipalveluiden piilokustannukset

Pilvipalveluiden kustannuksiin verhoutuu näkyvien kustannusten lisäksi piilokustannuksia, jotka yritysten tulisi parhaan mukaan ottaa huomioon parasta kustannusten optimisointia ajatellen. Joissain tilanteissa näiden piilokustannusten lopullinen summa saattaa olla jopa suurempi kuin ajateltu sijoitus. Transaktiokustannukset ovat näitä niin sanottuja piilokustannuksia ja ne jakautuvat muutamaankomponenttiin. (Rasha 2020.)

Muutoshallinnan kustannukset tarkoittavat kustannuksia, joita muodostuu, kun siirrytään käyttämään pilvipalveluita. Siirtyessä yrityksen tulee mahdollisesti kouluttaa työntekijöitä käyttämään uusia palveluita sekä muuttamaan mahdollisesti toimintamallia vesiputousmenetelmistä ketterään toimintamalliin. (Rasha 2020.)

Meta-palvelu-kustannukset tarkoittavat kustannuksia, joita koostuu jonkin pilvipalvelun sivupalvelun tuloksena. Esimerkiksi jos yritys ottaa käyttöön, jonkin sähköpostipalvelun saatavat he joutua ottamaan käyttöön myös toisen palvelun, jolla hallinnoidaan tätä sähköpostipalvelua, jolloin muodostuu lisäkustannuksia. (Rasha 2020.)

Liiketoimintaprosessien uudelleenjärjestelyn kustannukset koostuvat pilveen siirtyessä epäkypsien prosessien muokkaamisesta, jotka estäisivät pilveen siirtymisen. Esimerkiksi prosessien omistajuus ja vastuu saattavat olla yrityksessä epämääräisiä, jolloin näitä joudutaan uudelleen organisoimaan ennen siirtymiä. (Rasha 2020.)

5 Pilvipalveluiden kustannusten hallinta

Pilvipalveluiden kustannusten hallinnalla tarkoitetaan prosessia, jolla optimoidaan ja vähennetään yrityksen kokonaista pilvikustannusta. Tällä myös pyritään korjaamaan budjetointitehottomuudet, jotka usein liittyvät pilvien käyttöönottoon. Pilvipalvelut yleistyvät koko ajan yrityksissä, joten niiden kustannusten hallinta on isossa roolissa monessa yrityksessä. Tähän yrityksiin käytetään FinOps-strategiaa (Financial Operations), mikä tuo käytäntöjä pilven kustannusten hallintaan. Suurimmilla palveluntarjoajilla on myös tarjottavana omat työkalunsa, joissa on yhdistettynä FinOps-konseptia ja joiden tarkoituksena on kasvattaa palveluiden kustannustehokkuutta. (IBM)

5.1 FinOps

FinOps eli Financial Operations on FinOps Foundationin määritelmän mukaan kehittyvä pilven taloudellisen hallinnan käytäntö, joka mahdollistaa organisaatioille maksimaalisen liiketoiminta-arvon auttamalla insinööri-, talous-, teknologia- ja liiketoimintatiimejä tekemään yhteistyötä datalähtöisten kulutus päätösten parissa. Se on siis kulttuurinen käytäntö ja tapa, jolla tiimit hallitsevat pilvikustannuksiaan, missä jokainen ottaa vastuun omasta pilven käytöstään keskitetyn parhaiden käytäntöjen ryhmän tukemana. FinOps sisältää kuusi peruseriaatetta, jotka on määritelty onnistuneiden FinOps-strategia käyttöönottojen pohjalta. Nämä kuusi ydinperiaatetta ovat

- Tiimien yhteistyö: Organisaation tiimien tulisi tehdä yhteistyötä keskenään, parantaakseen tehokkuutta ja innovaatioita.
- Päätökset pohjautuvat pilvipalveluiden liiketoimintahyötyyn: Organisaation tulisi tehdä tietoisia päätöksiä ajatellen kuluja, laatua ja nopeutta. Tämän lisäksi yksikkökohtaiset taloudelliset ja arvopohjaiset mittarit osoittavat liiketoiminnallisen vaikutuksen paremmin kuin kokonaiskustannukset.
- Raporttien saavutettavuus: Kustannusdata tulisi käsitellä ja jakaa heti sen ollessa saatavilla. Reaaliaikaisella näkyvyydellä voidaan parantaa pilvipalvelun käyttöä ja saavutettavilla raporteilla helpotetaan budjetin tekoa.
- Pilven omistajuus: Jokaisen tiimin tulisi ottaa oma vastuunsa tiiminsä pilvikustannuksista sekä kustannuksia tulisi pitää tehokkuuden mittarina myös teknisissä tiimeissä.
- Keskitetty tiimi FinOpsin ohjaamiseen: FinOpsia tulisi hallinnoida keskitetty tiimi, mikä helpottaa esimerkiksi teknisten tiimien osuutta FinOpsin hallinnassa, vaikka heille jääkin jaetun vastuumallin mukaan oma vastuu kustannusten huolehtimisesta.
- Kustannusmallien mahdollisuudet: Pilvipalveluiden vaihteleva kustannusmalli tulisi nähdä organisaatiossa mahdollisuutena eikä riskinä.

(Storment & Fuller 2023, luku 1)

5.2 AWS kustannusten hallinta

AWS kustannusten hallinta (AWS Cost Management) on Amazonin tarjoama palvelu, joka tarjoaa nipun ominaisuuksia ja työkaluja, joiden avulla autetaan yritystä asettamaan laskutusta, analysoimaan, suunnittelemaan sekä optimoimaan pilven kokonaiskustannuksia. Nämä palvelut ovat ratkaisevan tärkeitä yrityksille, jotka pyrkivät maksimoimaan sijoitetun pääoman tuoton hyödyntäen Amazon Web Servicesin tarjoamia laajoja resursseja ja palveluita. Palveluita on useita mutta keskeisimmät palvelut ovat:

- **AWS Cost explorer:** AWS Cost Explorer on työkalu, jonka avulla mahdollistetaan kustannusten sekä käytön tarkastelu ja analysointi. Cost explorer tarjoaa raportteja, joiden avulla voidaan tarkastella viimeisen 13 kuukauden käytön tietoja ja tarjoaa ennusteen käytöstä seuraavalle 12 kuukaudelle. Ennusteen lisäksi Cost explorer antaa suosituksia, mitä Reserved-instansseja kannattaisi ostaa.
- **AWS Budgets:** AWS Budgets mahdollistaa kustannusten reaaliaikaisen seuraamisen sekä kustannuksiin ja käyttöön reagoimisen nopeasti. AWS Budgetsin avulla voidaan määritellä mukautettuja budjetteja haluttujen kriteerien perusteella, jotka luovat hälytyksiä, kun todellinen käyttö tai kustannus menee määritellyn rajan yli.
- **AWS Cost Anomaly Detection:** AWS Cost Anomaly Detection on palvelu, joka hyödyntää koneoppimismalleja tunnistaa epätavallisia kulutuskuvioita tai mahdollisia kustannuspoikkeamia käytetyissä AWS-palveluissa.

(Amazon Web Services s.a. b.)

5.3 Azure kustannusten hallinta

Azure kustannusten hallinta (Azure Cost management) on Microsoftin palveluiden ja työkalujen kokonaisuus, jonka tarkoituksena on auttaa yritystä seuraamaan, hallitsemaan sekä optimoimaan kulutusta ja kuluja Azure alustallaan. Kokonaisuus tarjoaa useita työkaluja, joista keskeisimpiä ovat Cost analysis, Budgets ja Cost alerts. (Microsoft s.a. c.)

Azure Cost analysis työkalu tarjoaa yksityiskohtaista kuvaa Azuren kulutuksesta. Näitä näkymiä voidaan visualisoida eri palveluiden, tilausten ja resurssien välillä, jolloin kustannustrendien ymmärtämisestä tulee helpompaa ja niiden perusteella voidaan tehdä optimisointeja kulutukseen.

(Microsoft s.a. c.)

Azure Budgets taas mahdollistaa budjettien eli kulutustavoitteiden asettamisen käytettäville resursseille. Näitä voidaan luoda haluttujen kriteerien perusteella kuten tilauksen, resurssiryhmän tai palvelun ja näin mahdollistetaan kustannusten hallintaa proaktiivisesti. (Microsoft s.a. c.)

Azure Cost alerts tarjoaa mahdollisuuden luoda mukautettuja kustannusilmoituksia, jotka hälyttävät, kun asetetut kriteerit ylittyvät. Hälytykset voidaan mukauttaa haluttujen parametrien pohjalta, kuten esimerkiksi budjettikynnysten tai kulutustrendien. Tämän avulla yritys pystyy ajan tasalla, jos kustannukset alkavat nousemaan ja niiden perusteella voidaan tehdä nopeita toimia. (Microsoft s.a. c.)

5.4 Google cloud kustannusten hallinta

Azuren ja Amazonin tapaan myös Google cloud platform tarjoaa kustannusten hallinta työkalun omalla alustallaan sen käyttäjille. Sen avulla mahdollistetaan näkyvyys ennusteisiin ja trendeihin sekä autetaan hallinnoimaan sekä optimisoimaan pilvikustannuksia. Google cloud cost management käsittää useamman avainominaisuuden, joiden avulla nämä halutut hyödyt saavutetaan.

Avainominaisuudet:

- Resurssihierarkia ja pääsyoikeudet: Mahdollistaa resurssihierarkian rakentamisen niin, että voidaan hallita, kuka voi kuluttaa resursseja ja kenellä on hallinnolliset oikeudet.
- Raportit, dashboard, budjetit ja hälytykset: Raporttien avulla saadaan nopeasti kuva tarvittavista tiedoista Google Cloud-konsoliin, joiden avulla voidaan rakentaa ennusteita. Google cloud mahdollistaa myös budjettien asettamisen sekä hälytysten määrittämisen, jos määritellyt rajat ylittyvät.
- Suositukset: Google cloud antaa suosituksia, joiden avulla voidaan optimoida kustannuksia ja käyttöä.
- Cloud FinOps -toimintamalli: Google Cloudin taloustiimi työskentelee tarvittaessa yrityksen kanssa luodakseen yrityksen FinOps-tiimille rakenteen ja määrittääkseen vastuut.

(Google s.a. b.)

6 Tutkimus

6.1 Kirjallisuuskatsaus

Kirjallisuuskatsaus tutkimusmetodina määritellään tavaksi, jossa tutkitaan alkuperäistutkimuksia useilta tutkijoilta. Tutkimuksessa tunnistetaan, arvioidaan, tulkitaan ja yhdistetään aiheesta jo olemassa oleva tieto. Tällä tavoin on tarkoitus saada olennainen tieto ja johtopäätökset alun perin asetettuihin tutkimuskysymyksiin. (Vilkkä 2023, luku 1)

Kirjallisuuskatsaus on tyypillisesti monimenetelmällinen ja analyttinen tutkimustapa. Katsauksen vaiheina on suunniteltu tutkimusten ja tiedon haku, tutkimusten valinta, tutkimuksiin ja tietoon kriittinen perehtyminen, muistiinpanojen teko sekä tutkimusten analysointi ja yhdistely uuden tiedon tuottamiseksi ja tutkimuskysymyksiin vastaukseksi. Kirjallisuuskatsauksen tavoitteena voi olla esimerkiksi tarpeeseen tulevien työkalujen ja työtapojen etsiminen tai suositusten kuvaaminen. Tavoite voi olla myös aiheesta löytyvien tietoaukkojen etsiminen tai löytää uusia merkityksellisiä tutkimuskysymyksiä. (Vilkkä 2023, luku 1)

Kirjallisuuskatsaukset jaetaan neljään päätyyppiin ja valinnan perusteina tulisi olla tutkimuskysymys, aiheen luonne, tavoite sekä tarkoitus kohderyhmälle. Narratiivinen kirjallisuuskatsaus eli kuvaileva kirjallisuuskatsaus metodin tavoitteena löytää mitä aiheesta tai ilmiöstä tiedetään, ja mitä ovat siihen liittyvät keskeiset käsitteet. Sillä voidaan järjestää hajanaista tietoa uudeksi kokonaisnäemykseksi ja johdonmukaiseksi kokonaisuudeksi. (Vilkkä 2023, luku 1)

Integratiivisessa kirjallisuuskatsauksessa on tavoitteena luoda uusia näkökulmia tai käytäntöjä valikoitujen tutkimusten perusteella. Integratiivinen kirjallisuuskatsaus on narratiivisen katsauksen tavoin tyypiltään osin kuvaileva kirjallisuuskatsaus, mutta eroaa narratiivisesta olemalla järjestelmällisempi ja kriittisempi aineiston suhteen. (Vilkkä 2023, luku 1)

Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tavoite on kerätä ja yhdistää tietoa laajasta määrästä yksittäisiä tutkimuksia. Integratiivisesta ja narratiivisesta katsauksesta poiketen systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen lähdetään täsmällisesti määrittelystä tutkimuskysymyksestä, eikä tutkimuskysymys muutu prosessin aikana. (Vilkkä 2023, luku 1)

Meta-analyysia käytetään systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tekniikkana ja tapana esittää tuloksia. Määrällinen meta-analyysi yhdistää määrällisiä tutkimuksia kokonaisuudeksi, jolla voidaan kuvata tilastollisesti esimerkiksi jonkin asian todennäköisyyttä. Laadullinen meta-analyysi yhdistää tutkimuksia kuvailevasti pyrkien uuden teorian luomiseen. Kumulatiivinen meta-analyysi pyrkii tekniikka kuvaamaan ajankohdan, jolloin aihealueen tutkimukset ovat päässeet tilastollisesti merkittävälle tasolle. (Vilkkä 2023, luku 1)

6.2 Tutkimuksen aineisto ja toteutus

Tämä opinnäytetyö toteutettiin narratiivisena eli kuvailevana kirjallisuuskatsauksena. Katsauksen tavoitteena ei ollut tutkia tarkemmin minkään tietyn yrityksen tai organisaation näkökulmasta vaan lähestyä aihetta yleisesti yritysten näkökantilta. Tutkimuskysymyksinä opinnäytetyössä toimivat, mitä ovat pilvipalvelut, mistä niiden kustannukset koostuvat ja miten yritykset voivat hallita pilvipalveluiden kustannuksia. Tavoitteena opinnäytetyössä oli saada aiheesta pilvipalveluiden kustannusten hallintaan yleinen kokonaiskäsitelmä.

Tutkimuksessa alkuun tehtiin aineistohakuja Haaga-Helian verkkokirjastossa HHFinnassa, Googlen yleisellä hakukoneella sekä Google Scholarilla. Erilaisia hakusanoja aineistoa etsiessä käytettiin todella paljon, joista esimerkkeinä ”cloud cost management”, ”pilvipalveluiden kustannukset”, ”cloud computing expenses” ja ”cloud cost model”. Aineistoa etsiessä englanninkieliset hakusanat toimivat paremmin sekä materiaalia löytyi englannin kielellä huomattavasti enemmän.

Materiaaliksi hakuja tehdessä valikoitui aiheeseen liittyviä artikkeleja ja e-kirjoja. Aineistoksi valittiin myös tietoperustassa käsiteltyjen suurimpien pilvipalvelujentarjoajien omia dokumentaatioita pilvipalvelujen kustannusten hallintaan ja työkaluihin liittyen. Materiaalin valintaa tehdessä oli tavoitteena löytää tämänhetkisiä tarjolla olevia tapoja kustannusten hallintaan.

6.3 Tulokset

Tutkimuksessa tavoiteltiin vastausta kysymyksiin mitä ovat pilvipalvelut, mistä pilvipalvelujen kustannukset koostuvat ja miten niitä voidaan yrityksissä hallita. Pilvipalvelut ovat verkon yli käytettäviä resursseja ja palveluita, joilla voidaan tarjota esimerkiksi konesalipalveluita yrityksille (Manvi, Shyam 2021, luku 1.1). Pilven palvelumalleja ovat IaaS, SaaS sekä PaaS ja toimitusmalleja ovat julkinen pilvi, yksityinen pilvi sekä hybridi pilvi, näitä käsitellään tarkemmin tietoperustan kappaleessa 2. Pilvipalvelut tarjoavat yrityksille esimerkiksi mahdollisuuden skaalautua tarvittaessa jopa nopeasti, käytön mukaan laskutuksen sekä joustavuutta resurssien suhteen (Amazon Web Services s.a. c.). Pilvipalvelut ovat yleistyneet yrityksissä ja siksi onkin kustannusten komponenttien ja kustannusten hallinnan kannalta tärkeää ymmärtää mitä pilvipalvelut yleisesti ovat ja mistä toimitus- ja palvelumalleista ne koostuvat.

Pilvipalvelujen kustannukset koostuvat useista tekijöistä, kuten pilven käyttökuluista, millainen laskutusmalli on otettu käyttöön sekä niin sanotuista piilokuluista (Bogusch 24.1.2024). Nämä käsitteet ovat kuvattuna tarkemmin teoriaosuuden kappaleessa 4. Pilvipalvelujen kustannusten hallintaa suunnitellessa on olennaista ymmärtää näkyvät kustannukset kuten resurssien määrä tai käytötunnit, mutta myös tunnistaa mahdollisimman paljon piilokustannuksia, joita monilla yrityksillä saattaa jäädä huomaamatta.

Pilvipalveluiden kustannusten hallinta on prosessi, jonka avulla pyritään ennustamaan ja optimoimaan käytettyjen pilvipalveluiden kustannukset mahdollisimman optimaaliseksi, jotta ylimääräisiä kustannuksia ei yritykselle syntyisi. Tähän yrityksillä on käytössä FinOps pohjaisia strategioita ja työkaluja (IBM). Suurimmilla pilvipalveluntarjoajilla on omat työkalunsa ja palvelunsa, joiden avulla yritykset voivat ennustaa, budjetoida ja analysoida käytettyjä palveluita, joiden tarkoituksena on auttaa yritystä hallinnoimaan pilvikustannuksiaan. FinOpsia ja AWS:n, Azuren sekä Googlen tarjoamia työkaluja hallinointiin käydään tarkemmin läpi tämä opinnäytetyön teoriaosuuden kappaleessa 5.

7 Pohdinta

7.1 Johtopäätökset ja suositukset

Opinnäytetyössä etsittiin tapoja pilvipalveluiden kustannusten hallintaan vastaamalla kysymyksiin, mitä pilvipalvelut ovat, mistä pilvipalveluiden kustannukset koostuvat ja miten kustannuksia hallitaan. Tutkimuksessa selvennettiin pilvipalveluita tarkastelemalla niiden toimitus- ja palvelumalleja sekä perehtymällä kolmeen markkinoita hallitsevaan palveluntarjoajaan. Nämä mallit ovat tärkeää yrityksen kannalta ymmärtää, jotta osattaisiin tehdä oikeanlaisia päätöksiä optimoidessa kustannuksia.

Tutkimuksessa selvisi kustannusten koostumista tarkastellessa myös paljon piilokustannuksista. Nämä kustannukset tulisi yrityksen huomioida mahdollisimman hyvin, jotta pilvipalveluita ostettaessa ei tulisi yllätyskuluja ja pahimmassa tapauksessa esimerkiksi koko pilvisiirtymäprojekti kaatuisi niiden takia.

Yrityksissä käytettyjä kustannusten hallinta tapoja tukiessa kävi ilmi, että FinOps-strategia on hallintaan käytetty ja tärkeä viitekehys, jonka päälle myös palveluntarjoajien tarjoamat työkalut kustannusten hallintaan pohjautuvat. Tutkimuksessa myös selvisi yleisimmät työkalut, joita yritykset voivat hyödyntää optimoidessaan pilveen kustannuksia. Työkaluja on yrityksille tarjolla paljon ja niitä yritysten tulisi hyödyntää optimaalisen hallinnan saavuttamiseksi.

Opinnäytetyössä asetettuihin tutkimuskysymyksiin saatiin vastaukset ja tavoitteeseen luoda parempi käsitys, miten pilvipalveluiden kustannuksia hallitaan yrityksissä, myös päästiin. Tuloksia voidaan hyödyntää esimerkiksi perehtyessä ennen pilvipalveluiden käyttöönottoa aiheeseen mitä tulisi huomioida ja mitä työkaluja on tarjolla kustannusten hallintaan. Kyseistä tutkimusta voisi jatkokehittää ja tarkentaa esimerkiksi tekemällä vertailua jonkin tietyn yrityksen näkökulmasta eri palveluntarjoajien tarkoista hinnoista tietyille infrastruktuurille.

7.2 Oma oppiminen

Ammatillisen kehittymisen kannalta tavoitteeni perehtyä paremmin pilven kustannuksiin ja kustannusten hallintaan onnistui opinnäytetyöprosessin aikana. Työssäni käytetään paljon eri tarjoajien pilvipalveluita ja toivottavasti pääsen hyödyntämään prosessin aikana saatua tietoa kustannusten koostumisesta sekä hallinnan työkaluista. Työn aihe valikoituikin sen takia, että tämä sivuaa jossain määrin tämänhetkisiä työtehtäviäni ja koen tämän olevan tärkeä aihe tietotekniikan alan yrityksissä. Kirjallisuuskatsaus menetelmänä opinnäytetyöhön toimi mielestäni hyvin sillä sen avulla saatiin koostettua aiheesta ja työkaluista tarvittavaa kokonaiskuvaa.

Haasteina opinnäytetyö prosessin aikana suurimpana oli rajallinen aika. Tein opinnäytetyötä täyspäiväsen työn ohella, minkä takia välillä oli hieman aikataulullisia ongelmia. Tämä myös johti siihen, että välillä opinnäytetyöhön joutui palaamaan usean päivän tauon jälkeen, jolloin jouduttiin käymään aiemmin kirjoitettua läpi. Haasteena oli myös alkuun määritellä aiheen rajaus ja tutkimuskysymykset. Aihe olisi voinut olla esimerkiksi rajattu koskemaan tarkemmin jonkin yhden pilvipalveluntarjoajan kustannusten hallintaa ja työkaluja, mutta koen että rajaus, johon päädyttiin toimi tähän työhön hyvin.

Kaiken kaikkiaan koen ammatillisen osaamisena kasvaneen kirjoitustyön myötä sekä perehtyessä parempaan kuvaan pilven kustannuksista. Ajallisista haasteista huolimatta kirjoitus prosessi pysyi hallinnassa, eikä siitä suurempia ongelmia koitunut.

Lähteet

Amazon Web Services s.a. a. Cloud computing with AWS. Luettavissa: <https://aws.amazon.com/what-is-aws/>. Luettu: 7.4.2024.

Amazon Web Services s.a. b. AWS Cost Management - User Guide. Luettavissa: <https://docs.aws.amazon.com/pdfs/cost-management/latest/userguide/cost-management-guide.pdf#what-is-costmanagement>. Luettu: 27.4.2024.

Amazon Web Services s.a. c. Overview of Amazon Web Services. Luettavissa: <https://docs.aws.amazon.com/whitepapers/latest/aws-overview/six-advantages-of-cloud-computing.html>. Luettu: 11.5.2024.

Bogusch, K. 24.1.2024. Cloud Computing Costs in 2024. Oracle. Luettavissa: <https://www.oracle.com/cloud/cloud-computing-cost/>. Luettu: 14.4.2024.

Google s.a. a. Google Cloud overview. Luettavissa: <https://cloud.google.com/docs/overview>. Luettu: 14.4.2024.

Google s.a. b. Cost management. Luettavissa: <https://cloud.google.com/cost-management#benefits>. Luettu: 27.4.2024.

IBM. What is cloud cost management? Luettavissa: <https://www.ibm.com/topics/cloud-cost-management>. Luettu: 20.4.2024.

Leanix. IaaS vs. PaaS vs. SaaS. Luettavissa: <https://www.leanix.net/en/wiki/apm/iaas-vs-paas-vs-saas>. Luettu: 24.3.2024.

Ltd., Ltd. Huawei Technologies Co. 2022. Cloud Computing Technology. 1. painos. Springer. E-kirja. Luettu: 25.3.2024.

Lovett, C. 16.6.2023. Top Cloud Cost Models That Leverage Cost Efficiency. Tierpoint. Luettavissa: <https://www.tierpoint.com/blog/cloud-cost-models/>. Luettu: 17.4.2024.

Manvi, S., Shyam, G. 2021. Cloud computing. CRC Press. E-kirja. Luettu: 25.3.2024.

Microsoft s.a. a. What are public, private, and hybrid clouds? Luettavissa: <https://azure.microsoft.com/en-us/resources/cloud-computing-dictionary/what-are-private-public-hybrid-clouds>. Luettu: 4.4.2024.

Microsoft. s.a. b. What is Azure? Luettavissa: <https://azure.microsoft.com/en-us/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-azure>. Luettu: 7.4.2024.

Microsoft s.a. c. What is Microsoft Cost Management. Luettavissa: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/cost-management-billing/costs/overview-cost-management>. Luettu: 27.4.2024.

Rasha, M. 2020. Cloudy transaction costs: a dive into cloud computing economics Journal of Cloud Computing; Heidelberg Vol. 9, 1, s. 1-11.

Raza, M. 11.3.2024. SaaS vs. PaaS vs. IaaS: What's the Difference and How to Choose. Multi-Cloud Blog. Luettavissa: <https://www.bmc.com/blogs/saas-vs-paas-vs-iaas-whats-the-difference-and-how-to-choose/>. Luettu: 25.3.2024.

Statista. Amazon Maintains Cloud Lead as Microsoft Edges Closer. Luettavissa: <https://www.statista.com/chart/18819/worldwide-market-share-of-leading-cloud-infrastructure-service-providers/>. Luettu: 4.7.2024.

Storment, J.R., Fuller, M. 2023. Cloud FinOps. 2. painos. O'Reilly Media, Inc. E-kirja. Luettu: 27.4.2024.

Vilkka, H. 2023. Kirjallisuuskatsaus metodina, opinnäytetyön osana ja tekstilajina. Art House. E-kirja. Luettu: 9.5.2024.