



Pilvipalvelut: Amazon Web Services vs. Google Cloud Platform

Riku Kallunki

Opinnäytetyö, AMK

Lokakuu 2023

Insinööri (AMK), Tieto- ja viestintätekniikka

Kallunki, Riku

Pilvipalvelut: Amazon Web Services vs. Google Cloud Platform.

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Lokakuu 2023, 49 sivua

Tieto- ja viestintäteknikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

Tiivistelmä

Pilvipalveluiden kasvu on johtanut siihen, että yhä useampi yritys ottaa käyttöön pilvipohjaisia palveluita oman liiketoimintansa tukemiseksi ja ylläpitämiseksi, sen sijaan, että palveluita ylläpidettäisiin omassa koneosalissa, omilla palvelimilla. Pilven skaalautuvuuden ja mahdollisten säästöjen takia niiden suosio on räjähtänyt viimeisen vuosikymmenen aikana. Tämän takia pilvipalveluiden ymmärtäminen, niiden tunteminen ja niiden käyttäminen oikeisiin tarkoituksiin on tärkeässä roolissa nykypäivän palveluiden ylläpitämisessä.

Opinnäytetyön tavoite on tutustua pilvipalveluihin ja tarkemmin kahteen pilvipalveluita tarjoavaan jättiin Amazon Web Services (AWS) ja Google Cloud Platform (GCP), niiden tarjoamiin yleisimpiin palveluihin ja niiden kustannuksiin.

Tutkimus tehdään tutustumalla molempien pilvipalvelutarjoajien dokumentaatiota yleisimmistä palveluista ja käyttöliittymään. Lopussa vertaillaan samankaltaisten tai lähes identtisten palveluiden kustannuksia, koikeilujaksoja ja palveluntarjoajien käyttöliittymiä, sekä dokumentaatiota.

Tulokseksi saadaan tietoa ja ymmärrystä AWS:n ja GCP:n pilvipalveluista, niiden eroavaisuuksista ja kustannuksista.

Avainsanat (asiasanat)

AWS, GCP, Pilvipalvelu

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

Kallunki, Riku

Cloud computing: Amazon Web Services vs. Google Cloud Platform

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, May 2023, 49 pages.

Degree Program in Information and Communications Technology. Bachelor's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

The growth of cloud services has led to the fact that more and more companies adopt cloud-based services to support and maintain their own business, instead of maintaining services in their own data center, on their own servers. Due to the cloud's scalability and possible savings, their popularity has exploded in the last decade. Because of this, understanding cloud services, knowing them and using them for the right purposes plays key role in maintaining today's services.

The aim of the thesis is to get to know cloud services and more specifically the two giants that offer cloud services: Amazon Web Services (AWS) and Google Cloud Platform (GCP), their most common services and costs of the services.

The research is done by investigating documentation that both cloud providers have about the most common services and their user interfaces. At the end similar services or almost identical services costs are compared as well as cloud providers trial periods, user interfaces and documentation.

The result is information and understanding of AWS and GCP cloud services.

Keywords/tags (subjects)

AWS, GCP, Cloud, Cloud computing

Miscellaneous (Confidential information)

Sisältö

1	Johdanto	7
2	Pilvipalvelut.....	8
2.1	Mitä ovat pilvipalvelut.....	8
2.2	Pilvipalvelun ominaispiirteet.....	8
2.3	Palvelumallit.....	9
2.3.1	Infrastructure as a Service (IaaS)	10
2.3.2	Platform as a Service (PaaS)	11
2.3.3	Software as a Service (SaaS)	11
2.4	Pilvityypit.....	11
2.4.1	Yksityinen pilvi	12
2.4.2	Yhteisöllinen pilvi	12
2.4.3	Julkinen pilvi.....	12
2.4.4	Hybridipilvi	12
2.4.5	Jericho Forumin kuutiomalli	13
2.5	Pilvipalveluiden hyödyt	14
2.5.1	Amazon Web Services	15
2.5.2	Google Cloud Platform	16
2.6	Pilven huonot puolet.....	17
3	Palveluntarjoajat	19
3.1	Amazon Web Services	19
3.1.1	Elastic Compute Cloud	20
3.1.2	Simple Storage Service	21
3.1.3	Tietokannat.....	25
3.1.4	Virtual Private Cloud	28
3.1.5	CloudFront	28
3.2	Google Cloud Platform	29
3.2.1	Compute Engine.....	31
3.2.2	Google Cloud Storage	31
3.2.3	Tietokannat.....	34
3.2.4	Virtual Private Cloud	36
3.2.5	Content Delivery Network	38
4	Vertailu	39
4.1	Käyttöliittymät.....	39
4.2	Kokeilujaksot	41

4.3	Yleisimmät palvelut	42
4.4	Dokumentaatio.....	44
5	Yhteenveto.....	45

Kuviot

Kuvio 1.	Palvelumallien vastualueet. (Pilven monet kasvot – IaaS, PaaS ja SaaS 2018.).....	10
Kuvio 2.	Jericho Forumin kuutiomalli. (Kassi, 2017)	13
Kuvio 3.	AWS:n globaali infrastruktuuri kartta. (What is AWS? n.d.).....	19
Kuvio 4.	Instanssityyppien nimeäminen. (The Definitive Guide to AWS EC2 Instance Types 2022.)	20
Kuvio 5.	RDS:n edut. (Amazon Relational Database Service. 2023.)	26
Kuvio 6.	Amazon VPC:n toiminta. (What is Amazon VPC? 2023.)	28
Kuvio 7.	Amazon CloudFront toimintamalli. (Amazon CloudFront 2023.)	29
Kuvio 8.	Googlen globaali infrastruktuurikartta. (Cloud locations. N.d.)	30
Kuvio 9.	GCE instanssityypin nimeäminen. (The Definitive Guide to AWS EC2 Instance Types 2022 mukaillen).....	31
Kuvio 10.	Google säilytysluokkien eroavaisuuksia. (Google Cloud Storage – Storage Classes 2021 mukaillen).....	32
Kuvio 12.	Cloud SQL instanssin toiminta. (What is Cloud SQL? 2023.).....	35
Kuvio 13.	Google VPC:n toiminta. (Virtual Private Cloud (VPC) overview 2023.).....	37
Kuvio 14.	CDN toimintamalli.	38
Kuvio 15.	AWS konsoli.....	39
Kuvio 16.	AWS:n Services valikko.....	40
Kuvio 17.	GCP konsoli ja navigointivalikko.....	41

Taulukot

Taulukko 1.	Instanssien lisämerkinnät. (Amazon Elastic Compute Cloud 2023.)	21
Taulukko 2.	Säilytysluokkien eroavaisuudet. (Amazon S3 Storage Classes n.d.).....	23
Taulukko 3.	Tietokantatyypit ja AWS-palvelut (Database 2023.)	25
Taulukko 4.	Lisätallennusluokat. (Product overview of Cloud Storage 2023.)	34
Taulukko 5.	Tietokantatyypit ja Google Cloud palvelut. (Google Cloud databases N.d.).....	34
Taulukko 6.	AWS:n ja GCP:n pilviominaisuuksia.	42
Taulukko 7.	AWS ja GCP instanssikustannukset.	42
Taulukko 8.	Standard säiliöiden kustannukset.	43
Taulukko 9.	VPC kustannukset.	43

Taulukko 10. Kustannukset datan siirtämiselle reuna-alueille	44
--	----

1 Johdanto

Pilvipalveluiden kasvu on johtanut siihen, että yhä useampi yritys ottaa käyttöön pilvipohjaisia palveluita oman liiketoimintansa tukemiseksi ja ylläpitämiseksi, sen sijaan, että palveluita ylläpidettäisiin omassa konesalissa, omilla palvelimilla. Pilven skaalautuvuuden ja mahdollisten säästöjen takia niiden suosio on räjähtänyt viimeisen vuosikymmenen aikana. Tämän takia pilvipalveluiden ymmärtäminen, niiden tunteminen ja niiden käyttäminen oikeisiin tarkoituksiin on tärkeässä roolissa nykypäivän palveluiden ylläpitämisessä.

Opinnäytetyön tavoite on tutustua pilvipalveluihin ja tarkemmin kahteen pilvipalveluita tarjoavaan jättiin Amazon Web Services (AWS) ja Google Cloud Platform (GCP), niiden tarjoamiin yleisimpiin palveluihin ja niiden kustannuksiin. Työn tarkoituksena on olla tietopaketti yksittäiselle työntekijälle pilvipalveluista ja vertailtavista palveluntarjoajista.

Tutkimus tehdään tutustumalla molempien pilvipalveluntarjoajien dokumentaatiota yleisimmistä palveluista ja käyttöliittymään. Lopussa vertaillaan samankaltaisten tai lähes identtisten palveluiden kustannuksia, kokeilujaksoja ja palveluntarjoajien käyttöliittymiä, sekä dokumentaatiota.

2 Pilvipalvelut

2.1 Mitä ovat pilvipalvelut

Pilvipalveluille (cloud computing) ei ole yhtä yleisesti hyväksyttyä määritelmää, vaan sillä on useita eri merkityksiä. Käsiteellä pilvi (cloud) tarkoitetaan kielikuvaa ja sillä viitataan internettiin, kun taas käsitteellä pilvipalvelut viitataan verkon välityksellä tarjottaviin resursseihin, kuten tietoliikenneyhteyksiä, sovelluksia, palveluita, sekä laskenta- ja tallennuskapasiteettia. Palvelujen käyttäjän ei tarvitse tietää missä resurssit sijaitsevat, eikä huolehtia niiden toiminnasta tai ylläpidosta. (Salo 2012, Pilvipalveluiden määritelmä)

Pilvipalvelut tarjoavat nopeita, joustavia ja edullisia ratkaisuja kaikenlaisille ja -kokoisille organisaatioille monenlaisiin käyttötarkoituksiin. Oli sitten kyseessä tietojen varmuuskopiointi tai katastrofipalautukset. Sen sijaan, että käyttäjä hoitaisi itse fyysisten datakeskusten tai palvelimien hankkimisen, omistamisen ja ylläpitämisen voidaan tarjottuja palveluita käyttää skaalautuvilla pilvipalvelimilla. (What is cloud computing? N.d.)

2.2 Pilvipalvelun ominaispiirteet

Yhdysvaltalainen The National Institute of Standards and Technology (NIST) määritelmän mukaan pilvi koostuu viidestä olennaisesta ominaisuudesta:

- Itsepalvelullisuus
- Päätelaiteriippumattomuus
- Resurssien yhteiskäyttö
- Nopea joustavuus
- Käytön tarkka mittaaminen. (Mell & Grance 2011.)

Itsepalvelullisuus tarkoittaa, että resursseja saa käyttöön tarvittaessa ja resurssien käytön voi lopettaa itsepalveluna. Käytännössä tämä tarkoittaa, ettei käyttäjän tarvitse olla vuorovaikutuksessa palveluntarjoajan asiakaspalvelijaan. Käyttäjä voi itse määrittää itse, milloin ja millaisia resursseja tarvitaan ja silloin kun resursseja ei tarvita ne eivät aiheuta kuluja. (Salo 2012, Pilvipalveluiden määritelmä)

Päätelaiteriippumattomuudella tarkoitetaan palvelun olevan käytössä riippumatta millä päätelaitteella sitä käytetään. Käytön pitäisi onnistua mistä vain, missä on saatavilla verkkoyhteys niin mobiililaitteella kuin työasemalta tai kannettavalta tietokoneelta. (Salo 2012, Pilvipalveluiden määritelmä)

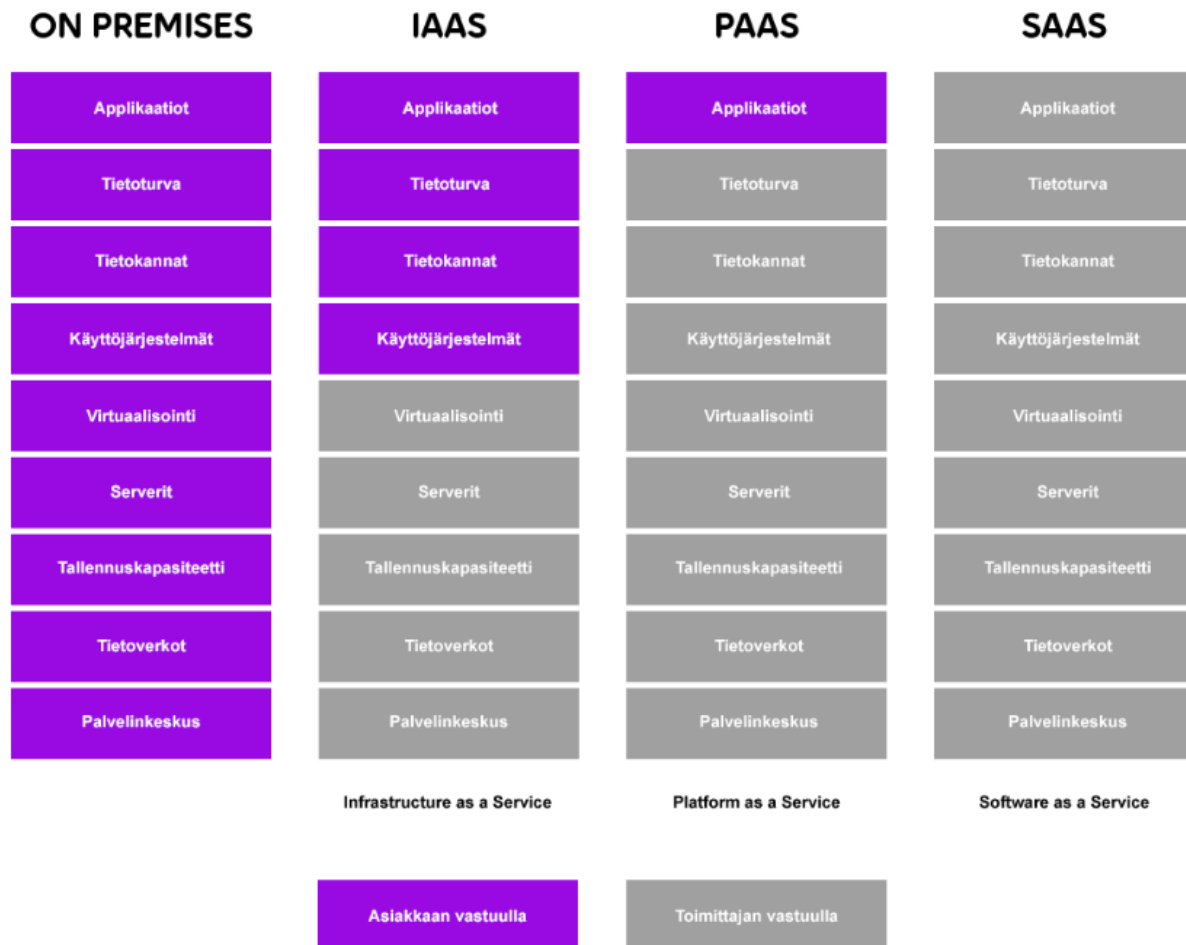
Resurssien yhteyskäytössä käyttäjälle ei anneta tietoa siitä, millä ja miten palvelut toteutetaan. Palveluntarjoajien resurssien käyttöaste on korkea, sillä lukuisat käyttäjät käyttävät samaa laiteisto- ja ohjelmistokapasiteettia yhteisesti. Yhteiskäyttö tapahtuu kuitenkin toisistaan tietämättä tai riippumatta. Tämä mahdollistaa palveluntarjoajan edulliset hinnat ja tehostaa ylläpitoa. (Salo 2012, Pilvipalveluiden määritelmä)

Nopea joustavuus tarkoittaa palveluiden skaalautuvan helposti ja nopeasti molempiin suuntiin. Käyttäjän näkökulmasta kapasiteettirajoitteita ei ole lainkaan. Tämä auttaa uusien sovellusten kehittämisessä ja käyttöönotossa. Laskenta-, tallennus- ja tietoliikennekapasiteetin lisääminen tai tarpeettomien resurssien vähentäminen onnistuu lähes välittömästi (Salo 2012, Pilvipalveluiden määritelmä)

Käytön mittaus tarkoittaa toimintamallia, jossa palveluntarjoaja seuraa kuinka paljon tiettyä palvelua kukin asiakas kuluttaa tietyn ajanjakson sisällä. Tästä yksityiskohtaisesta tiedosta on hyötyä sekä palveluntarjoajalle käsityksenä resurssien kulutuksesta, että käyttäjälle läpinäkyvyytenä mistä heitä laskutetaan. Mittaus voi perustua esimerkiksi siihen, kuinka paljon tallennustilaa käyttäjä käyttää kuukauden aikana. (Measured Service in Cloud Computing. 2022.)

2.3 Palvelumallit

Pilvipalveluiden yleistyminen on tuonut mukanaan erilaisia palvelumalleja, joita on ruvettu kategorisoidaan muotoa X-as-a-Service (XaaS). Näistä kolme yleisintä ovat IaaS (Infrastructure as a Service), PaaS (Platform as a Service) ja SaaS (Software as a Service). Jokainen mainituista palvelumalleista sopii erilaisiin tarkoituksiin. Mitä palvelumallia kannattaa hyödyntää riippuu täysin käyttäjän omasta infrasta ja sovelluksista. (Vento 2020.) Kuviossa 1. on havainnollistettu vastuualueita riippuen palvelumallista.



Kuvio 1. Palvelumallien vastuualueet. (Pilven monet kasvot – IaaS, PaaS ja SaaS 2018.)

2.3.1 Infrastructure as a Service (IaaS)

IaaS-ratkaisussa käyttäjä ostaa palveluntarjoajalta laitteiston resurssit käyttöönsä palveluna. IaaS siis vastaa organisaation omassa konesalissa olevaa palvelinta, jossa palveluntarjoaja on vastuussa laitteistosta, niiden ylläpidosta ja niihin liittyvistä investoinneista. Pitkäkestoisen sitoutumisen sijaan resursseja voidaan ottaa joustavasti käyttöön tarpeen mukaan. Resurssien käyttöä mitataan ja laskutus perustuu siihen, jopa tunnin tarkkuudella. Käyttäminen on omatoimista, joten vuoro-vaikutusta palveluntarjoajan asiakaspalveluun ei tarvita. (Salo 2012, Infrastruktuuri palveluna (IaaS)). IaaS-palveluihin lukeutuvat esimerkiksi pilvipalveluntarjoajien virtuaalikoneet.

2.3.2 Platform as a Service (PaaS)

PaaS-palvelumallissa käyttäjälle tarjotaan valmis infrastruktuurialusta, jossa palveluntarjoaja huolehtii toimintavarmuudesta, alustan ylläpidosta ja skaalautuvuudesta. Tämän alustan päällä sovelluksia voidaan lähteä kehittämään ja testaamaan, mahdollistaen yksinkertaisemman kehitystyön. Tämän ansiosta kehitystyö on nopeampaa ja kustannustehokkaampaa, sillä kaikki toimintavarmuuteen liittyvät huolet ovat palveluntarjoajan vastuulla. Tämän lisäksi lopputulosta voidaan skaalata suurillekin käyttäjämäärille ilman lisätyötä. (Salo 2012, Sovellusalusta palveluna (PaaS)). PaaS-palvelumalleihin kuuluvat esimerkiksi Googlen App Engine, joka on palvelimeton verkkosovellusten kehittämiseen ja isännöintiin tarkoitettu alusta. Sekä AWS:n Beanstalk jolla voidaan hallita ja ottaa käyttöön sovelluksia AWS Cloudissa ilman, että infrastruktuurillisia asioita tarvitsee ottaa huomioon.

2.3.3 Software as a Service (SaaS)

SaaS-palvelumallissa käyttäjä ostaa itselleen sovellukset käyttöönsä tarvittaessa sen sijaan, että omistaisi, asentaisi, ylläpitäisi ja päivittäisi niitä. Käyttäjä maksaa sovelluksen käytöstä aika-, käyttäjä-, tai konekohtaisen maksun. SaaS-mallissa mahdollistetaan saman sovelluksen käyttäminen useamman käyttäjän toimesta ja saavutetaan korkeampi käyttöaste ja resursseista kaikki hyöty irti. Vaikka sovellusta käyttääkin useampi käyttäjä saadaan silti jokaiselle yksilöllinen käyttäjäkokeemus. SaaS-palvelumallissa myös palveluntarjoaja voi hyödyntää samaansa palautetta käyttäjiltä, jotka käyttävät yhteisillä resursseilla toimivaa sovellusta. (Salo 2012, Sovellukset palveluna (SaaS)) SaaS-palvelumalli on yleisin ja sitä esiintyy jokapäiväisessä käytössä. Näihin lukeutuvat esimerkiksi sähköpostit ja suoratoistopalvelut.

2.4 Pilvityypit

Pilvipalvelutyyppinä on neljää erilaista: yksityinen, yhteisöllinen, julkinen ja hybridipilvi. Yksityisessä pilvessä yhden organisaation käyttöön tarkoitettu pilvipalveluinfrastruktuuri. Kun tämä infrastruktuuri jaetaan toisen organisaation kanssa, on kyseessä yhteisöllinen pilvi. Julkisessa pilvessä palvelut ovat saatavilla maksua vastaan pilvipalveluntarjoajan toimittamana. Hybridipilvi on yhdistelmä edeltäviä. (Salo 2012, Pilvipalveluiden määritelmä)

2.4.1 Yksityinen pilvi

Yksityisessä pilvessä pilvipalveluinfrastruktuuri tarjotaan vain yhdelle organisaatiolle tai yritykselle. Tämän avulla organisaatio saa käyttöönsä pilvipalveluiden tarjoamat edut jakamatta resursseja muiden organisaatioiden kanssa. Yksityinen pilvi voi olla joko organisaation omistamissa tiloissa tai käytettävänä internetin välityksellä kolmannen osapuolen tarjoamana. Yksityistä pilveä pidetään turvallisimpana vaihtoehtona, sillä se antaa organisaatiolle mahdollisuuden noudattaa tiukkoja säästöjä rajoittamaan pääsyä laitteistoille, joilla säilötään esimerkiksi asiakastietoja. (What is private cloud? | Private cloud vs. public cloud. N.d.; What is private cloud? N.d.)

2.4.2 Yhteisöllinen pilvi

Yhteisöllisessä pilvessä pilvipalveluinfrastruktuuri toimitetaan joukolle organisaatioita tai yrityksiä, joilla on yhteisiä tarpeita (esim. tietoturva ja vaatimustenmukaisuus). Infrastruktuuria voi hallinnoida yksi tai useampi käyttäjä joukosta tai vastaavasti kolmas osapuoli ja se voi sijaita jonkin organisaation tai internetin välityksellä palveluntarjoajan tiloissa. Yksityiseen pilveen verrattuna yhteisöllisessä pilvessä kustannukset ovat edullisemmat, sillä ne jaetaan useammalle käyttäjälle. Haittapuolena useammat käyttäjät voivat aiheuttaa viivettä esimerkiksi tietojen varastointiin, sillä kaistanleveys, jolla tietoja siirretään, on rajattu ja jaettu useiden käyttäjien kesken, (Mell & Grance 2011; Hunter, A. 2020.)

2.4.3 Julkinen pilvi

Julkisessa pilvessä pilvipalveluntarjoaja asettaa maksulliset resurssinsa kaikille halukkaille saataviksi internetin välityksellä. Tarjottavat resurssit ovat kolmannen osapuolen pilvipalveluntarjoajan omistamia ja ylläpitämiä. Julkisessa pilvessä kaikki laitteistot ja ohjelmistot jaetaan muiden organisaatioiden kanssa ja niitä hallitaan verkkoselaimen kautta toimivalla käyttöliittymällä. Julkisen pilven suurimpia etuja ovat pienemmät kustannukset, korkea luotettavuus sekä lähes rajaton skaalautuvuus. (What is public cloud? N.d.; What are public, private and hybrid clouds? N.d.)

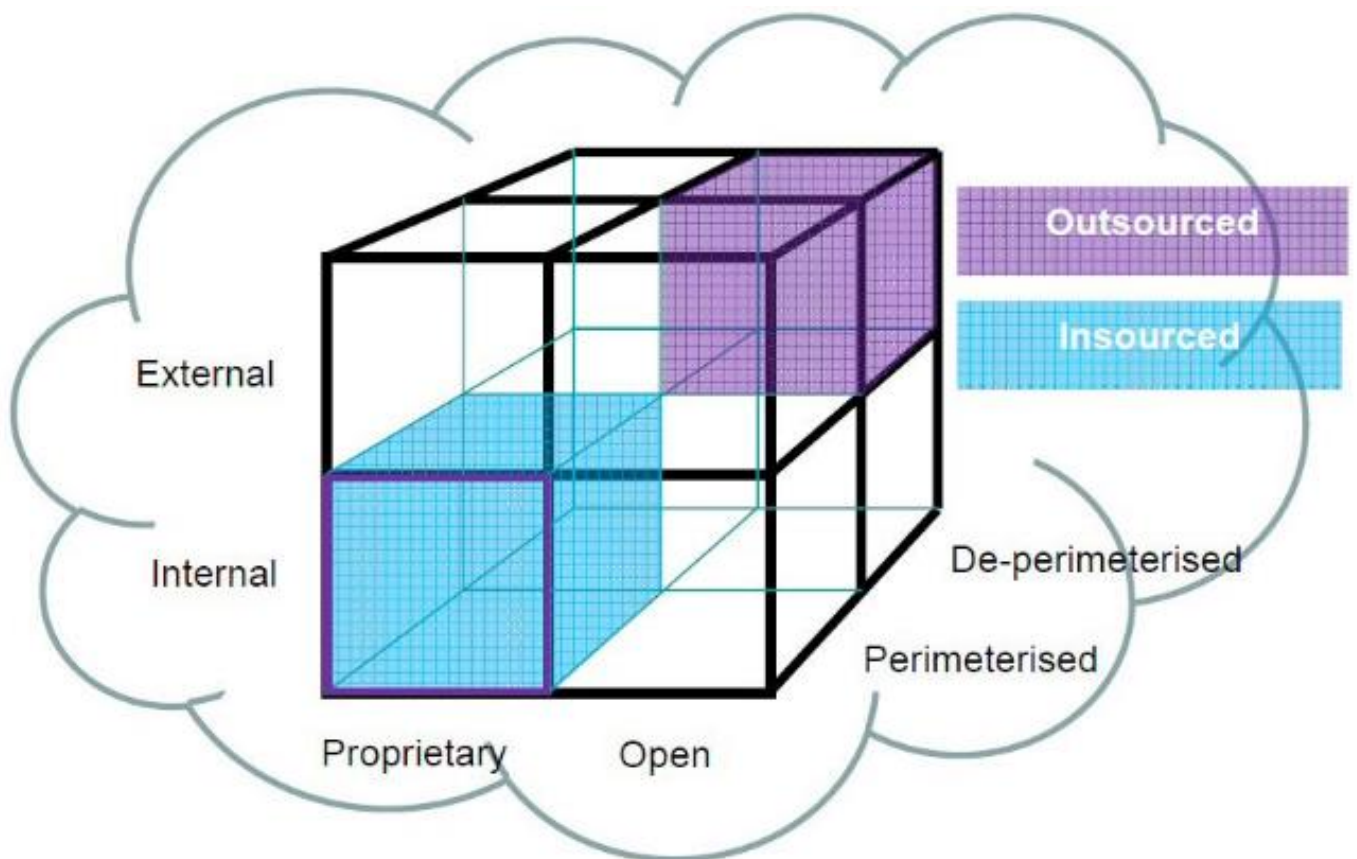
2.4.4 Hybridipilvi

Hybridipilvi yhdistää yksityisen, yhteisöllisen ja julkisen pilvipalvelun. Tarkoittaen, että organisaatio yhdistää paikallisen infrastruktuurin julkiseen pilveen. Tämä mahdollistaa tietojen ja sovellusten

liikkumisen kahden ympäristön välillä, sekä tarjoaa organisaatiolle etuja, kuten julkisen pilven joustavuuden, palveluiden skaalautuvuuden mutta samalla voivat pitää salaiset tietonsa turvassa omassa palvelinkeskuksessaan. (What are public, private and hybrid clouds? N.d.)

2.4.5 Jericho Forumin kuutiomalli

Tietojärjestelmien verkottumista ja avoimuutta edistämään pyrkivä kansainvälinen organisaatio Jericho Forum on esittänyt pilvipalvelumallista kuutiomallin. Mallissa on neljä ulottuvuutta, joista kolmea kuvataan kuution sivuilla ja neljättä väreillä. (Salo, 2012, Pilvipalveluiden määritelmä) Jericho Forumin kuutiomalli on esitetty kuviossa 2.



Kuvio 2. Jericho Forumin kuutiomalli. (Kassi, 2017)

Kuution ulottuvuudet on jaettu seuraavasti:

- Sisäinen - ulkoinen
- Suljettu - avoin

- Rajattu - ei-rajattu
- Itse tuotettu - ulkoistettu (Kassi, 2017)

Sisäinen – ulkoinen ulottuvuus tarkastelee sijaitsevatko pilvipalveluita tuottavat fyysiset resurssit organisaation vai palveluntarjoajan tiloissa. Organisaatiolla on suurempi mahdollisuus laitteiden hallintaan, mikäli ne sijaitsevat omissa tiloissa. Palveluntarjoajan tiloissa sijaitsevien laitteiden kanssa organisaation täytyy luottaa palveluntarjoajan kykyyn turvata palvelun saatavuus, turvallisuus ja jatkuvuus (Salo, 2012, Pilvipalveluiden määritelmä)

Suljettu – avoin ulottuvuus tarkastelee palvelun tuottamiseen käytettyä tekniikkaa ja perustuuko se avoimiin standardeihin vai suljettuihin järjestelmiin. Suljetut ratkaisut vaikeuttavat palveluntarjoajan vaihtamista – vaihtamisesta tulee vaikeaa ja kallista. Mitä avoimempia ratkaisuja käytetään, sen helpompaa integrointi ja mahdollinen palveluntarjoajan vaihtaminen on. (Salo, 2012, Pilvipalveluiden määritelmä)

Rajattu – ei-rajattu ulottuvuus tarkastelee yrityksen IT-järjestelmiä ja toimivatko ne mahdollistaen yhteistyön ja vuorovaikutuksen ulkopuolisten palveluiden kanssa vai siilomaisesti. Käytännössä tarkoittaen rajatun järjestelmän toimivan organisaation palomuurin takana turvattuna ja vuorovaikutus ulkopuolelle tapahtuu VPN-yhteyden tai vastaavan ratkaisun avulla. Ei-rajatuissa järjestelmissä käytetään yhteistyösuuntautunutta arkkitehtuuria (Collaboration Oriented Architecture, COA) vuorovaikutukseen ulkopuolisten tahojen kanssa. (Salo, 2012, Pilvipalveluiden määritelmä)

Itse tuotettu – ulkoistettu ulottuvuus tarkastelee palveluiden tuottamista – tuottaako palvelut oma henkilöstö vai ulkoinen palveluntarjoaja. Luonnollisesti oman henkilöstön tuottamat palvelut ovat itse tuotettuja ja ulkoisen toimijan tuottamat ulkoistettuja. (Salo, 2012, Pilvipalveluiden määritelmä)

2.5 Pilvipalveluiden hyödyt

Pilvipalveluissa käytettävät ohjelmistot, laitteistojen virtualisoinnit, palveluiden käytön tarkka mitaaminen tai järjestelmien hallinnan automatisointi eivät ole uusia ideoita. Pilvipalvelut käsittävät

laajan kattauksen palveluita infrastruktuuripalveluista sovellusvuokraukseen. Mahdollistavat tekniikat eivät ole uusia, vaan tapa hyödyntää niitä pilvipalvelumallin avulla. (Salo, 2012, Pilvipalveluiden edut ja hyödyt)

2.5.1 Amazon Web Services

Amazon Web Servicesin listaamat kuusi pääpointtia pilvipalveluiden tuomista hyödyistä ovat:

- Vaihda kiinteät kulut muuttuviin kuluihin
- Hyödynnä valtavia mittakaavaetuja
- Lopeta kapasiteetin arvailu
- Nopeus ja ketteryys
- Lopeta rahan tuhlaaminen palvelinkeskusten ylläpitoon
- Maailmanlaajuisiksi minuuteissa (Overview of Amazon Web Services. 2022.)

Kiinteiden kulujen muuttamisella muuttuviin kuluihin tarkoitetaan, että organisaation ei tarvitse sijoittaa omiin palvelinkeskuksiin ja palvelimiin, ennen kuin tiedetään mihin niitä aiotaan käyttää. Pilvipalveluissa laskutetaan vain laskentaresurssien käyttämisestä. (Overview of Amazon Web Services. 2022.)

Valtaviin mittakaavaetujen hyödyntämisellä tarkoitetaan pienempien muuttuvien kustannuksien saavuttamista. Tämä on mahdollista, sillä satojen tuhansien asiakkaiden käyttö on koottu pilveen ja näin palveluntarjoajat pystyvät tarjoamaan alhaisempia maksuhintoja. (Overview of Amazon Web Services. 2022.)

Kapasiteetin arvailulla tarkoitetaan infrastruktuurikapasiteetin arvailua. Ennen sovelluksen käyttöönottoa asiakas joutuu tekemään kapasiteettipäätöksen, joka useimmiten johtaa kalliisiin käyttämättömiin resursseihin tai rajalliseen kapasiteettiin. Pilvipalvelut poistavat tämän ongelman, sillä pilvessä kapasiteetti on helposti skaalautuvaa ylös ja alas tarpeen mukaan. Usein jopa muutaman minuutin varoitusajalla. (Overview of Amazon Web Services. 2022.)

Nopeus ja ketteruus tarkoittaa, että pilviympäristöön voidaan lisätä IT-resursseja vain muutamalla klikkauksella. Resurssien käyttöön saanti lyhenee muutamasta viikosta minuutteihin, joka vähentää kokeiluun ja kehittämiseen kuluvaa aikaa ja kustannuksia ja täten lisää organisaation ketteryyttä. (Overview of Amazon Web Services. 2022.)

Rahan tuhlaus palvelinkeskusten ylläpitoon sivuaa kiinteiden kulujen muuttamista muuttuviin kuluihin. Sen sijaan, että käytettäisiin rahaa ja aikaa palvelinkeskusten ylläpitoon ja pyörittämiseen, voidaan se ulkoistaa palveluntarjoajalle. (Overview of Amazon Web Services. 2022.)

Viimeinen kohta tarkoittaa, että vain muutamassa minuutissa voidaan ottaa sovellus käyttöön useilla alueilla ympäri maailmaa, vain muutamalla klikkauksella. Organisaatio voi tarjota asiakkailleen pienempää viivettä ja paremman käyttökokemuksen pienillä kustannuksilla. (Overview of Amazon Web Services. 2022.)

2.5.2 Google Cloud Platform

Google Cloud listaa viisi pääpointtia pilvipalveluiden hyödyistä:

- Skaalautuvuus ja joustavuus
- Kustannussäästöt
- Yhteistyö
- Tietoturva
- Tietojen häviämisen esto (Advantages and Disadvantages of Cloud Computing. N.d.)

Kuten AWS, myös Google Cloud listaa pilven tuoma skaalautuvuuden ja joustavuuden yhdeksi suurimmista hyödyistä. Resursseja ja tallennustilaa voidaan skaalata vastaamaan organisaation tarpeita ilman, että tarvitsee investoida fyysisiin laitteisiin. (Advantages and Disadvantages of Cloud Computing. N.d.)

Myös Google listaa tärkeäksi kustannussäästöt. Pilvipalvelumallista riippumatta laskutetaan vain käyttämistä resursseista. Tämä rajoittaa palvelinkeskusten ylläpitämistä ja antaa IT-tiimeille aikaa keskittyä projekteihin. (Advantages and Disadvantages of Cloud Computing. N.d.)

Yhteistyö kohdalla tarkoitetaan, että pilvitalennustila voidaan säätää saataville, minne ja milloin vain. Sen sijaan, että oltaisiin sidoksissa paikkaan tai laitteeseen tietoja voidaan käyttää mistä vain internetin välityksellä. (Advantages and Disadvantages of Cloud Computing. N.d.)

Tietoturva kohdalla tarkoitetaan, että yleisistä käsityksistä huolimatta pilvipalvelut voivat parantaa tietoturvaa ympäristössäsi. Tätä parantavat tietoturvan syvyys, laajuus, sen automaattinen ylläpito ja keskitetty hallinta. Suuret pilvipalvelutarjoajat myös palkkaavat tietoturva-asiantuntijoita ja käyttävät edistyneimpiä ratkaisuja tehokkaamman suojan takaamiseksi. (Advantages and Disadvantages of Cloud Computing. N.d.)

Tietojen häviämisen esto on hyvin yksiselitteinen. Pilvipalvelutarjoajat tarjoavat varmuuskopiointi- ja palautusominaisuuksia. Tietojen tallentaminen pilveen voi auttaa estämään tietojen häviämisen hätätilanteissa, kuten laitteistovian sattuessa. (Advantages and Disadvantages of Cloud Computing. N.d.)

2.6 Pilven huonot puolet

Franklin Okeke listaa pilven huonoja puolia kirjoituksessaan TechRepublicissa seuraavasti:

- Satunnaiset käyttökatkot
- Rajoitettu hallinta
- Tavarantoimittajien yhteensopivuus ongelmat
- Tietoturvauhat
- Latenssiongelmat
- Pilveen tallennetut tiedot (Okeke, 2022.)

Satunnaiset käyttökatkot on nostettu listalle oleellisesta syystä: pilvipalveluiden luonne tekee siitä haavoittuvaisen käyttökatkoille. Käyttökatkon luonnollisesti palvelun käyttäminen ei onnistu ja aikana asiakkaat joutuvat odottamaan yhteyden palautumista. Tämä voi aiheuttaa kriittistä vahinkoa asiakkaiden yrityksille tai organisaatioille. Okeke nostaa esimerkkitapaukseksi vuonna 2020 tapahtuneen sähkökatkoksen kaikista Googlen palveluista, joka kesti yli tunnin ja pysäytti miljoonat yritykset katkoksen ajaksi. (Okeke, 2022.)

Rajoitetulla hallinnalla Okeke tarkoittaa pilvipalveluntarjoajien tapaa estää asiakkailtaan pilvi-infrastruktuurin hallinnan ja valvomisen. Tämä jättää usein yrityksille hyvin vähän hallintaa dataansa. (Okeke, 2022.)

Tavarantoimittajien yhteensopivuus ongelmat tarkoittavat ongelmia, joita esiintyy, kun siirrytään pilvipalveluntarjoajasta toiseen. Vaikka pilvipalveluntarjoajaa valittaessa asiakkaat ovat varmoja, että mahdollinen siirtyminen muille palveluntarjoajille on saumatonta, kokemukset osoittavat, ettei tämä aina ole totta. Tämä johtuu sovelluksista, jotka toimivat oikein yhdessä pilvialustassa, eivät välttämättä toimi oikein toisen pilvipalveluita tarjoavan yrityksen alustassa. (Okeke, 2022.)

Useimmat pilvipalveluita tarjoavat yritykset soveltavat useita turvatoimenpiteitä pitääkseen hakkerit loitolla, tietomurtoja tapahtuu silti. Tämä osoittaa, että pilvipalvelut ovat edelleen alttiita hyökkäyksille. Tämä tekee aran datan tallettamisesta pilveen potentiaalisen riskin. Vaikka nämä uhat eivät tee pilvestä täysin turvatonta, se osoittaa suuremman mahdollisuuden onnistuneelle hyökkäykselle, kun pilven konfiguraatioissa on inhimillinen virhe. (Okeke, 2022.)

Latenssi-ongelmat ovat yleistynyt ongelma, kun maailmassa on havaittavissa valtava kasvu datan ja yhdistettyjen laitteiden kasvussa. Kun jatkuvasti uusista yhdistetyistä laitteista tuodaan dataa voi pilvipalveluissa alkaa esiintyä viiveongelmia. (Okeke, 2022.)

Pilveen on tallennettuna paljon dataa ja tiedostoja. Tämän takia käyttäjät tarvitsevat suuren määrän kaistaleveyttä (bandwidth) päästäkseen näihin tietoihin jatkuvasti. Monet palveluntarjoajat ovat uudistaneet maksunsa vastaamaan käyttöä (pay-as-you-go) maksaa yhteyden ylläpitäminen silti paljon. (Okeke, 2022.)

Lisäksi Google on listannut pilvipalveluiden huonoksi puoleksi samoja asioita, joita Okeke listasi kirjoituksessaan. Näihin lukeutuvat palveluntarjoajaan lukkiutuminen, rajoitettu hallinta, turvallisuusriskit ja odottamattomat kulut. Lisäksi Google Cloud dokumentaatioissa mainitaan integroinnin monimutkaisuus. (Advantages and Disadvantages of Cloud Computing. N.d.)

3 Palveluntarjoajat

3.1 Amazon Web Services

Amazon Web Servicesin (AWS) virallinen julkaisu oli vuonna 2006 samalla kun Amazon Simple Queue Service (Amazon SQS) lanseerattiin. Pian tämän jälkeen seurasivat tietojen tallennukseen tarkoitettu palvelu S3 ja EC2-instanssit. Siitä lähtien AWS on tullut suurin harppauksin eteenpäin. Huomion arvoista on myös, ettei pilvipalvelu käsitettä ollut olemassa ennen kuin AWS aloitti idean edelläkävijänä. (A Brief History Of AWS – And How Computing Has Changed n.d.)

Nykyään AWS on käytetyin ja kattavin pilvipalveluiden tarjoaja. AWS tarjoaa yli 200 erilaista palvelua palvelinkeskuksista, joita käyttävät miljoonat asiakkaat, yritykset, valtioiden virastot alentaakseen kustannuksiaan. AWS:n jakautuminen ympäri maailmaa koostuu 32 eri alueesta (reagoin) jotka koostuvat useista palvelinkeskuksista (availability zone). Yhteensä AWS:llä on yli 550 kontaktipistettä. Lisäksi suunnitteilla on 5 uutta aluetta, joihin kuuluu 15 uutta palvelinkeskusta. Suomea lähimpänä toimivat palvelinkeskuksia ovat Tukholmassa. (What is AWS? n.d.) AWS levinneisyyttä ympäri maailman on havainnollistettu kuviossa 3, jossa sinisellä merkityt pisteet ovat nykyisiä palvelinkeskus keskittymiä ja punaiset suunnitteilla olevia.



Kuvio 3. AWS:n globaali infrastruktuuri kartta. (What is AWS? n.d.)

3.1.1 Elastic Compute Cloud

Elastic Compute Cloud (EC2) on laskentakapasiteettia tarjoava palvelu, joka poistaa tarpeen investoimisen laitteistoon etukäteen. EC2 avulla voidaan luoda omiin tarpeisiin sopiva määrä virtuaali-palvelimia, määritellä suojaus ja verkkoasetuksia, sekä hallita tallennustilaa. EC2 mahdollistaa palvelinten skaalautuvuuden mukautuen tarpeisiin, mikä vähentää tarvetta palvelussa tapahtuvan liikenteen ennustamiseen. (Amazon Elastic Compute Cloud 2023.)

AWS tarjoaa laajan valikoiman instansseja, jotka on optimoitu erilaisiin käyttötapauksiin. Eri instanssityypit sisältävät erilaisia prosessoreita, eri määrän muistia ja tallennustilaa ja verkkokapasiteettia. Valikoima antaa käyttäjälle joustavuuden valita sovellukselle sopivan resurssiyhdistelmän. Jokainen instanssityyppi sisältää useamman koon, joten resursseja voidaan skaalata kohdetyökuorman vaatimusten mukaan. AWS:ssä instanssityypit on luokiteltu kuvion 4. osoittamalla tavalla. (Amazon Elastic Compute Cloud 2023.)



Kuvio 4. Instanssityyppien nimeäminen. (The Definitive Guide to AWS EC2 Instance Types 2022.)

Kuviossa esitetään kuinka instanssityypit on jaoteltu eri instanssiperheisiin (merkitty kuviossa kirjaimella R), sukupolvien (merkitty kuviossa numerolla 5), lisäominaisuuksien, jotka ovat lueteltuna taulukossa 1. (merkitty kuviossa kirjaimella d). Sekä instanssin koon mukaan (merkitty kuviossa xLarge). (Amazon Elastic Compute Cloud 2023.)

Merkintä	Selitys
a	AMD prosessori
g	AWS Graviton prosessori
i	Intel prosessori
d	Instanssiin kiinnitetty tallennustila (NVMe)
n	Optimoidut verkkoasetukset
b	Optimoitu block tallennustila (EBS)
e	Ylimääräinen kapasiteetti (RAM tai tallennustila)
z	Korkea kellotaajuus

Taulukko 1. Instanssien lisämerkinnät. (Amazon Elastic Compute Cloud 2023.)

3.1.2 Simple Storage Service

Amazon Simple Storage Service (S3) on objektitallennuspalvelu, joka tarjoaa skaalautuvuutta, tietojen saatavuutta kaikkialta ja suorituskykyä. Kaikenkokoiset asiakkaat eri toimialoilta voivat tallentaa ja suojata tietonsa erilaisiin käyttötarkoituksiin, kuten datalakeihin, pilvipohjaisiin sovelluksiin tai mobiilisovelluksiin. S3 tarjoaa hallintaominaisuuksia, joiden avulla voidaan optimoida, järjestää ja määrittää pääsy tietoihin. (Amazon S3 Storage Classes n.d.)

Jos haluaa tallentaa tietojaan S3:een täytyy ensin luoda sille säiliö (bucket) ja määrittää sille nimi ja AWS-region. Säiliöihin voidaan tallettaa rajaton määrä objekteja, joiden koko voi olla mitä vain 0 tavun ja 5 teratavun väliltä. Yhdellä AWS-tilillä voi olla jopa 100 säiliötä. Säiliön luomisen jälkeen tietoja voidaan tallettaa objekteina säiliöihin. Jokaiselle objektille tulee oma uniikki avain, jolla se tunnustetaan säiliöstä. (Amazon Simple Storage Service 2023.)

S3-palvelulla on erilaisia tallennusluokkia (storage class), joista voidaan valita työkuormituksen tiedonsaannin, joustavuuden ja kustannusvaatimusten perusteella sopiva. Nämä luokat on suunniteltu tarjoamaan edullisin tallennustila erilaisille pääsymalleille. (Amazon S3 Storage Classes n.d.)

S3-palvelun tallennusluokat jaetaan luokkiin niiden sisältämien objekteihin käsiksi pääsyn mukaan:

- Yleiset
 - S3 Standard
- Vaihteleva
 - S3 Intelligent-Tiering
- Harvoin
 - S3 Standard-IA
 - S3 One Zone-IA
- Arkistot
 - S3 Glacier Instant Retrieval
 - S3 Glacier Flexible Retrieval
 - S3 Glacier Deep Archive (Amazon S3 Storage Classes n.d.)

Luokkien eroavaisuuksia on esitettyinä taulukossa 2.

	S3 STANDARD	S3 INTELLIGENT- TIERING	S3 STANDARD- IA	S3 ONE ZONE-IA	S3 GLACIER	S3 GLACIER DEEP ARCHIVE
SÄILYVYYS (yhdeksikköjen määrä pilkun jälkeen)	99,9...9 % (11)	99,9...9 % (11)	99,9...9 % The(11)	99,9...9 % (11)	99,9...9 % (11)	99,9...9 % (11)
SAAVUTETTAVUUS	99,99 %	99,9 %	99,9 %	99,5 %	99,99 %	99,99 %
PALVELUTASOSOPIMUS	99,9 %	99 %	99 %	99 %	99,9 %	99,9 %
PALVELINKESKUKSET	≥ 3	≥ 3	≥ 3	1	≥ 3	≥ 3
PIENIN LASKUTETTAVA OBJEKTI	-	-	128 KB	128 KB	128 KB	40 KB
LYHIN SÄILÖNTÄ	-	-	30 päivää	30 päi- vää	90 päi- vää	180 päi- vää
OBJEKTIEH HAKEMISEN KUSTANNUKSET	-	-	per haettu GB	per ha- ettu GB	per ha- ettu GB	per ha- ettu GB

Taulukko 2. Säilytysluokkien eroavaisuudet. (Amazon S3 Storage Classes n.d.)

Luokista S3 Standard on tarkoitettu yleiseen käyttöön ja se tarjoaa kestävyyttä ja suorituskykyä usein käytettävälle datalle. Matalan viiven ja korkean suorituskyvyn ansiosta S3 Standard sopii monenlaisiin käyttötapauksiin, kuten pilvisovelluksien, dynaamisten verkkosivujen ja big data -analytiikkaan. (Amazon S3 Storage Classes n.d.)

S3 Intelligent-Tiering vähentää automaattisesti tallennuskustannuksia siirtämällä tietoja kustannustehokkaimmille tasoille käytön perusteella. S3 tarjoaa millisekuntien viiveen ja korkean suorituskyvyn niille tiedoille, joita käytetään usein, harvoin ja arkistoiduille tiedoille heti saatavilla olevissa tasoissa. Kuukausimaksua vastaan S3 Intelligent-Tier tarkkailee tallennettujen objektien käyttöä ja siirtää automaattisesti objektit, joita ei ole käytetty halvemmalle käyttötasolle. Jos ob-

jektia ei ole käytetty 30 päivään siirretään se *harvoin käytetylle* tasolle ja 90 päivän jälkeen arkistoon. Tämän lisäksi voidaan 180 päivän käyttämättömyyden jälkeen määrittää vielä yksi taso: "Deep Archive" jolloin objekti ei ole enää välittömästi saatavilla. Arkistoiduista ja harvoin käytettyjen tasoista haettu objekti siirretään automaattisesti takaisin usein käytettävien objektien tasolle. S3 Intelligent-Tier tallennusluokkaa voidaan käyttää oletustallennusluokkana käytännössä mihin tahansa työkuormaan. (Amazon S3 Storage Classes n.d.)

S3 Standard-IA on tarkoitettu harvoin käytettäville objekteille, joihin edellytetään nopeaa pääsyä tarvittaessa. S3 Standard-IA tarjoaa S3 Standardin korkean kestävyuden, suorituskyvyn, alhaisen latenssin, sekä alhaisen tallennushinnan. Tämän lisäksi maksetaan säiliöstä noudetuista gigatavujen määrästä. Tämä halpakustanteinen ja korkea suorituskykyinen yhdistelmä tekee S3 Standard-IA:sta ideaalin pitkäaikaisten objektien säilömiseen, kuten varmuuskopioitten ja palautustietojen varastointiin. (Amazon S3 Storage Classes n.d.)

S3 One Zone-IA on tarkoitettu objekteille, joita käytetään harvemmin, mutta edellyttävät nopeaa pääsyä tarvittaessa. Erona S3 Standard-IA:n S3 One Zone-IA toimii vain yhdellä käytettävyydsalueella (AZ), joten saatavuus on luonnollisesti pienempi. S3 One Zone-IA maksaa 20 % vähemmän kuin S3 Standard-IA. Tämä tallennusluokka on ideaali harvoin käytettäville tiedoille, jotka eivät vaadi S3 Standard-luokkien joustavuutta ja saatavuutta. Kuten toissijaiset varmuuskopiot. (Amazon S3 Storage Classes n.d.)

S3 Glacier Instant Retrieval on tarkoitettu arkistoiduille objekteille, joita käytetään harvoin ja vaativat objektin noutamisen millisekunneissa. S3 Glacier Instant Retrieval voi säästää 68 % kustannuksissa verrattuna S3 Standard-IA:han, kun tietoja käytetään vain kerran vuosineljänneksellä. (Amazon S3 Storage Classes n.d.)

S3 Glacier Flexible Retrieval on tarkoitettu arkistoiduille objekteille, joita käytetään 1–2 kertaa vuodessa ja haetaan asynkronisesti. Tämä tallennusmuoto on ihanteellinen niille arkistoiduille objekteille, jotka eivät vaadi välitöntä pääsyä, sillä palautus aika vaihtelee minuuteista tunteihin. S3 Glacie Flexible Retrieval oli aiemmin nimeltään S3 Glacier. (Amazon S3 Storage Classes n.d.)

S3 Glacier Deep Archive on edullisin tallennusluokka. Se tukee pitkäaikaista säilyttämistä objekteille, joita voidaan käyttää kerran tai kahdesti vuodessa. S3 Glacier Deep Archive on suunniteltu organisaatioille, jotka säilyttävät tietojoukkoa todella pitkiä aikoja, mutta objektien palautus aika on jopa 12 tuntia. (Amazon S3 Storage Classes n.d.)

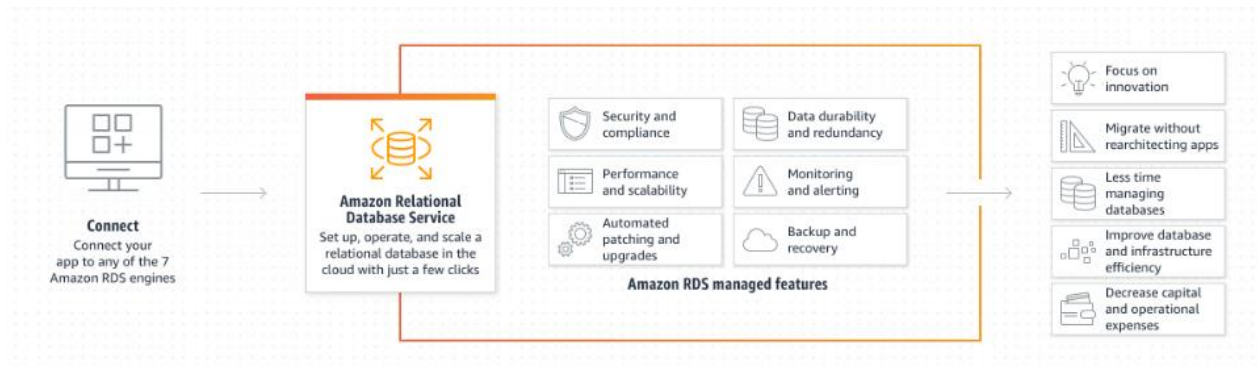
3.1.3 Tietokannat

AWS tarjoaa lukuisia tietokantapalveluita, jotka jaotellaan tietokantatyypin mukaan. Taulukossa 3. on jaoteltuna yleisimpiä tietokantatyyppejä ja AWS:n tarjoamat palvelut kyseiselle tyypille. (Database 2023.)

Tietokantatyyppi	AWS-Palvelu
Relational	Amazon RDS Amazon Aurora Amazon Redshift
Key-value	Amazon DynamoDB
In-memory	Amazon ElastiCache Amazon MemoryDB for Redis
Document	Amazon DocumentDB
Graph	Amazon Neptune

Taulukko 3. Tietokantatyypit ja AWS-palvelut (Database 2023.)

Amazon Relational Database Service (RDS) on kokoelma hallittuja palveluita, joiden avulla on helppo määrittää, käyttää ja skaalata tietokantoja pilvessä. Valittavissa on Amazonin oman palvelun Auroran lisäksi, myös perinteisiä MySQL, PostgreSQL, Oracle ja SQL tietokantoja. Yhteensä kantoja on seitsemän. Kuviossa 6. on havainnollistettu RDS:n tuomia etuja. Kuviossa sovellus kiinnitetään mihin tahansa seitsemästä Amazon RDS-kannasta, jonka jälkeen valittu tietokanta voidaan ottaa käyttöön ja skaalata muutamalla napsautuksella. Lisäksi RDS:n hallinnoimat ominaisuudet on lokeroitu kuuteen pienempään laatikkoon. Viimeisessä osassa on listattu viisi laatikkoa, jotka korostavat RDS:n käytön etua. (Amazon Relational Database Service. 2023.)



Kuvio 5. RDS:n edut. (Amazon Relational Database Service. 2023.)

Amazon Aurora on MySQL- ja PostgreSQL-yhteensopiva relaatiotietokanta, jossa yhdistyvät nopeus ja korkea saatavuus aika avointen lähdekoodikantojen yksinkertaisuuteen ja kustannustehokkuuteen. Aurora on viisi kertaa nopeampi kuin tavallinen MySQL-tietokanta ja kolme kertaa nopeampi kuin tavallinen PostgreSQL-tietokanta. Aurora tarjoaa siis turvallisen, korkean saavuttavuuden ja luotettavan tietokannan murto-osa hintaan. Auroran hallinta tapahtuu täysin RDS:n kautta. Auroran tallennusjärjestelmä on hajautettu, vikaseitoinen, itsekorjautuva, joka skaalautuu automaattisesti jopa 128 teratavuun asti instanssia kohden. (Database 2023.)

Amazon Redshift on nopea, petatavuun asti skaalautuva tietovarasto, joka tarjoaa nopean kyselyn (query) suorituskyvyn käyttämällä sarakevarastotekniikka solmujen (node) välillä. Tietojen latausnopeus skaalautuu lineaarisesti klusterin koon mukaan. (Amazon Redshift 2023.)

Amazon DynamoDB on avainarvo- ja asiakirjatietokanta, joka tarjoaa millisekuntien suorituskyvyn missä tahansa mittakaavassa. DynamoDB on monialueinen monen isännän tietokanta, jossa on sisäänrakennettu suojaus, varmuuskopiointi ja tietojen palautus. DynamobDB:llä on myös välimuisti internet-laajuisille sovelluksille ja se voi käsitellä yli 10 biljoonaa pyyntöä päivässä ja jopa 20 miljoonan samanaikaisen pyynnön piikkiä sekunnissa. (Database 2023.)

ElastiCache on verkkopalvelu, joka helpottaa käyttöönottoa, käyttämistä ja välimuistin skaalausta pilvessä. Palvelu parantaa verkkosovellusten suorituskykyä sallimalla tietojen hakemisen nopeista välimuisteista hitaampien levy pohjaisten tietokantojen sijaan. ElastiCache käyttää kahta välimuistimoottoria: Redistä ja Memcached:ia. (Database 2023.)

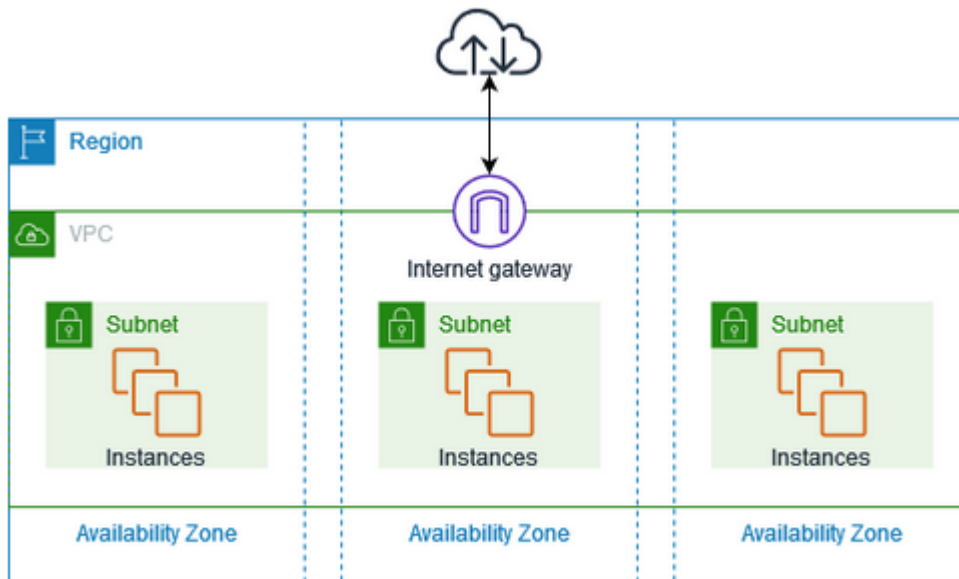
Amazon MemoryDB on Redis-yhteensopiva, kestävä välimuistipalvelu, joka tarjoaa erittäin nopean suorituskyvyn. Se on suunniteltu moderneihin sovelluksiin, joissa on mikropalveluarkkitehtuuri. MemoryDB mahdollistaa käyttäjän sovellusten nopean rakentamisen käyttämällä joustavia Redis-tietorakenteita, API-liittymiä ja komentoja. MemoryDB tallettaa tiedot välimuistiin ja näin ollen mahdollistaa mikrosekuntien kirjoitus- ja lukunopeudet. Tiedot myös talletetaan usealle availability zonelle hajautetun tapahtumalokin avulla, jotta tietokannasta saadaan vikasietoinen ja tietokanta on helppo palauttaa. (Database 2023.)

Amazon DocumentDB (yhteensopiva MongoDB:n kanssa) on nopea, skaalautuva ja erittäin luotettava asiakirjatietokanta. DocumentDB on suunniteltu alusta alkaen antamaan suorituskykyä, skaalautuvuutta ja korkeaa saavutettavuutta, jota tarvitaan käytettäessä kriittisiä MongoDB-työkuorimia. (Database 2023.)

Amazon Neptune on nopea ja luotettava kaaviotietokantapalvelu, jonka avulla on helppo rakentaa ja ajaa sovelluksia, jotka toimivat yhdistettyjen tietojoukkojen kanssa. Neptunen tarkoitus on rakentaa korkean suorituskyvyn kaaviotietokantamoottori, joka on optimoitu tallentamaan miljardeja suhteita ja tekemään graafisia kyselyitä millisekunnin viiveillä. Neptunella on korkea saavutettavuus prosentti ja siinä on lukukopiot, nopea palautus ja jatkuva varmuuskopiointi S3:een. (Database 2023.)

3.1.4 Virtual Private Cloud

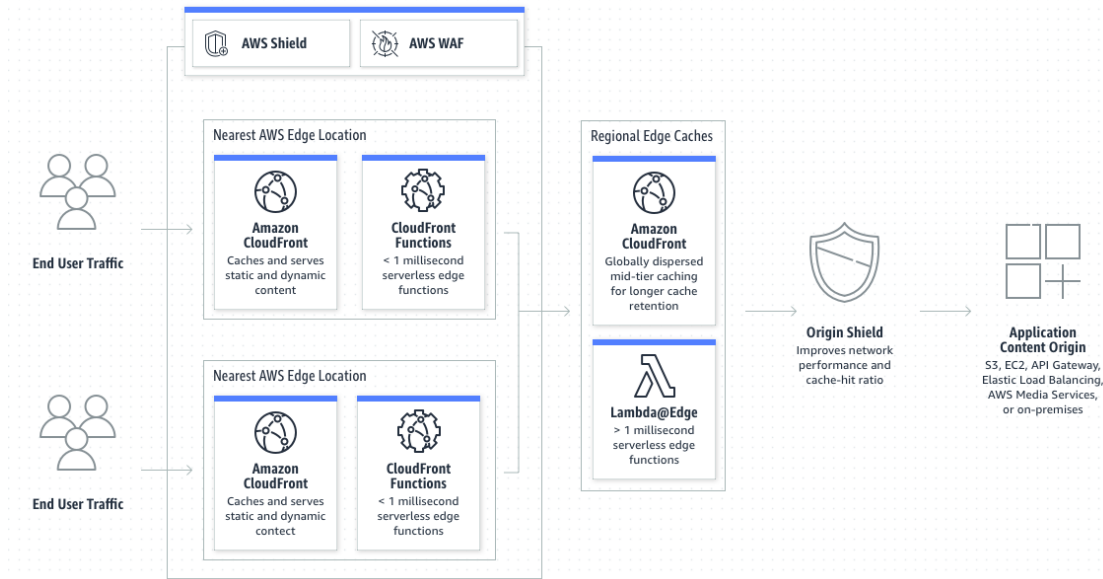
Amazon Virtual Private Cloud (Amazon VPC) on Amazonin tarjoama yksityinen virtuaaliverkko, jonka käyttäjä voi määrittää. Muistuttaa läheisesti perinteistä verkkoa, jota käytetään omissa palvelinkeskuksissa, mutta siinä on AWS:n skaalautuva infrastruktuurin käyttöetuja. Kuviossa 7 on havainnollistettu kuinka VPC toimii. Jokaisella alueella on oma saatavuusvyöhyke, jolla on on ali-verkko ja internet käytävä (gateway) joka mahdollistaa viestinnän VPC:n resurssien ja internetin välillä. (What is Amazon VPC? 2023.)



Kuvio 6. Amazon VPC:n toiminta. (What is Amazon VPC? 2023.)

3.1.5 CloudFront

Amazon CloudFront on nopean sisällönjakelunverkko-palvelu, joka toimittaa tiedot, videot, sovellukset ja API:t turvallisesti asiakkaalle maailmanlaajuisesti alhaisella latenssilla ja suurilla siirtonopeuksilla. Käytännössä käyttäjä yhdistää lähimpään "AWS Edge Locationiin" josta CloudFront hakee datan välimuistista alkuperäisen kohteen sijaan. Kuviossa 8. on havainnollistettu CloudFrontin toimintaa. Kuviossa näytetään kuinka käyttäjät yhdistävät AWS:n edge locationeihin ja joka hakee tiedon välimuistista backendin sijaan. Tieto on haettu välimuistiin jo aiemmin backendiltä ja näin ollen vasteaika pienenee. (Amazon CloudFront 2023.)



Kuvio 7. Amazon CloudFront toimintamalli. (Amazon CloudFront 2023.)

3.2 Google Cloud Platform

Google Cloud Platform (GCP) julkaistiin vuonna 2008, samalla kun App Engine -niminen tuote julkaistiin. Huhtikuussa 2008, Google julkaisi esikatselujulkaisun App Enginestä, joka on kehitystyökalu, jonka avulla asiakkaat voivat käyttää verkkosovelluksia Googlen infrastruktuurissa. App Enginen tarkoitus oli helpottaa verkossa toimivien sovellusten käyttöönottoa ja niiden skaalaamista. App Engine toimii Googlen alustana palvelulle (PaaS) joka vuonna 2011 poistettiin esikatselutilasta ja siitä tehtiin täysin tuettu Google-tuote. Tämän jälkeen Google on rakentanut ja hankkinut lisää palveluita ja tuotteita parantaakseen pilvialustan käyttökokemusta. (Knox, 2023)

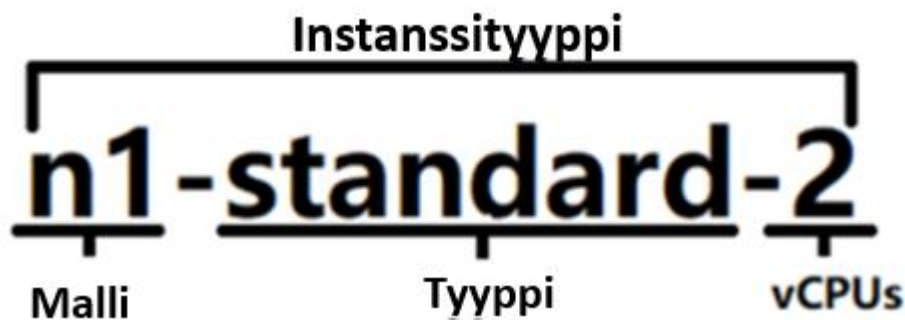
Nykyään Google Cloud Platform on yksi maailman johtavista pilvipalveluista ja sillä on 39 alueesta (region), jotka sisältävät yli 115 palvelinkeskusta (availability zones) ja 187 reuna-alueita (edge location). AWS:n tavoin myös Google on laajentamassa yhdeksään uuteen alueeseen. Yksi Googlen alueista sijaitsee Suomen Haminassa. Googlen levinneisyyttä on havainnollistettu kuviossa 9, jossa on merkitty pisteellä nykyiset alueet ja kolmiolla tulevat. (Knox, 2023)



Kuvio 8. Googlen globaali infrastruktuurikartta. (Cloud locations. N.d.)

3.2.1 Compute Engine

Google Compute Engine (GCE) on Googlen IaaS-palvelu, joka toimittaa virtuaalikoneita, jotka toimivat Googlen palvelukeskuksissa ja maailmanlaajuisessa kuituverkossa. Verrannollinen AWS:n EC2:een, myös GCE poistaa tarpeen investoida laitteistoon ja GCE:n työkalut, sekä työnkulun tuki mahdollistavat koneiden skaalautumisen tarpeisiin mukautuen. Koneita on saatavilla monissa ennalta määritellyissä kokoonpanoissa, jonka lisäksi on mahdollista luoda mukautettuja konetyyppejä, jotka voidaan optimoida erityistarpeisiin. Nämä nimetään kuvion 10 havainnollistamalla tavalla sarjan (kuviossa n1), tyyppin (kuviossa standard) ja virtuaalisten suorittimien (vCPU) mukaan. (Compute Engine N.d.)



Kuvio 9. GCE instanssityypin nimeäminen. (The Definitive Guide to AWS EC2 Instance Types 2022 mukaillen)

3.2.2 Google Cloud Storage

Cloud Storage (GCS) on Googlen objektitallennuspalvelu. AWS:n tavoin, GCS mahdollistaa maailmanlaajuisen tiedostojen tallennuksen ja noutamisen milloin tahansa. Cloud Storagea voidaan käyttää lukuisiin tilanteisiin, kuten verkkosivun sisällön tarjoamiseen, tiedostojen jakamisen suoralla latauksella käyttäjille tai niiden arkistointiin ja palauttamiseen. Lisäksi myös GCS:llä on hallint ominaisuuksia, jolla voidaan määritellä ketkä pääsevät objekteihin käsiksi ja ketkä niitä voivat luoda, poistaa tai päivittää. Kuviossa 11 on havainnollistettu luokkien saatavuutta ja objektien säilymisaikaa. (Product overview of Cloud Storage 2023.)

Säiliöluokka	API ja gsutil nimi	Säilöntä aika	Saavutettavuus
Standard storage	STANDARD	-	<ul style="list-style-type: none"> • yli 99,99 % multi- ja kaksoisalueilla • 99,99 % yksittäisillä alueilla
Nearline storage	NEARLINE	30 päivää	<ul style="list-style-type: none"> • yli 99,99 % multi- ja kaksoisalueilla • 99,99 % yksittäisillä alueilla
Coldline storage	COLDLINE	90 päivää	<ul style="list-style-type: none"> • yli 99,99 % multi- ja kaksoisalueilla • 99,99 % yksittäisillä alueilla
Archive Storage	ARCHIVE	365 päivää	<ul style="list-style-type: none"> • yli 99,99 % multi- ja kaksoisalueilla • 99,99 % yksittäisillä alueilla

Kuvio 10. Google säilytysluokkien eroavaisuuksia. (Google Cloud Storage – Storage Classes 2021 mukailten)

Google Cloudissa projektin luomisen jälkeen pystyy luomaan kyseiselle projektille säiliön (bucket). Näihin säiliöihin voidaan sen jälkeen tallettaa rajaton määrä projektiin liittyviä objekteja. Objektin koko voi olla mitä vain 0 tavun ja 5 teratavun väliltä ja yhdellä projektilla voi olla rajaton määrä säiliöitä. (Product overview of Cloud Storage 2023.)

AWS:n tavoin, myös Googlella on tallennusluokkia säiliöille. Google jakaa säiliöt neljään luokkaan: Standard, Nearline, Coldline ja Archive storage. Kaikilla näistä on rajaton määrä talletustilaa, maailmanlaajuinen objekteihin pääsy, pieni latenssi, käytännössä 100 % saatavuus ja redundanttisuus. (Product overview of Cloud Storage 2023.)

Standard storage sopii parhaiten useimmiten tiedoille, joita käytetään usein ja niitä säilötään vain lyhyen aikaa (vrt. S3 Standard). Standard storage suositellaan käytettäväksi samalla alueella (region) kuin sitä käyttävät sovellukset. Tämä maksimoi suorituskyvyn ja vähentää verkkomaksuja. Standard Storagella on myös SLA-tuettu kuukausittainen käyttöaikaprosentti. Jos Google ei pysty toteuttamaan tätä 99,5 % saavutettavuutta, käyttäjä voi saada SLA:ssa kuvattua hyvitystä. (Product overview of Cloud Storage 2023.)

Nearline storage on edullinen ja kestävä tallennuspalvelu harvoin käytetyille objekteille. Nearline kannattaa valita vakiotallennus objekteille, joilla on hieman alhaisempi saatavuus. Objekteja säilötään vähintään 30 päivää, sekä niiden käyttäminen kustantaa pienen summan. Tämä tekee Nearline storagesta ideaalin tiedoille, joita käytetään tai muokataan keskimäärin kerran kuukaudessa tai harvemmin. Nearline sopii myös hyvin varmuuskopiointiin. Myös Nearlinella on samankaltainen SLA-sopimus kuin Standard storagella. (Product overview of Cloud Storage 2023.)

Coldline storage on erittäin edullinen ja kestävä tallennuspalvelu harvoin käytettyjen objektien tallentamiseen. Coldline on parempi valinta kuin Nearline objekteille, joissa on hieman alhaisempi saatavuus ja 90 päivän vähimmäistallennusaika. Objektien käyttökustannukset ovat myös korkeammat. Tämä on ideaali tiedostoille, jota aiotaan lukea tai muokata kerran vuosineljänneksessä. Coldline storagen SLA-sopimuksessa on määritelty korkeampi 99,9 % saatavuus. (Product overview of Cloud Storage 2023.)

Archive storage on perusmaksultaan halvin ja todella kestävä tallennuspalvelu objektien arkistointiin, online varmuuskopiointiin ja disaster recoveryyn. Poiketen AWS:n archive storageista tiedot ovat saatavissa millisekunneissa, eivätkä tunneissa. Myös Archivella on hieman alhaisempi saatavuus kuin Standard storagella ja korkeampi objektien käsittelystä aiheutuva kustannus. Archive storagella on 365 päivän eli käytännössä vuoden mittainen vähimmäistallennusaika. Se onkin sopeva valinta esimerkiksi arkistoitaville tiedoille, kuten oikeudellisista tai lainsäädännöllisistä syistä säilöttävillä tiedoilla tai disaster recoverylle. SLA-sopimuksessa on sovittu 99,9 % saatavuus. (Product overview of Cloud Storage 2023.)

Lisäksi Cloud storage tukee lisätallennusluokkia, joita ei voida määrittää Google Cloud -konsolin avulla. Nämä luokat on listattu taulukossa 4. (Product overview of Cloud Storage 2023.)

Lisätallennusluokka	Selitys
Monialueellinen tallennus	Vastaa Standard storagea, mutta voidaan käyttää vain kohteille, jotka on tallennettu usealle alueelle.
Alueellinen tallennus	Vastaa Standard storagea, mutta voidaan käyttää vain kohteille, jotka on tallennettu samalle alueelle
Durable Reduced Availability (DRA)	Vastaa Standard storagea, mutta DRA:lla on korkeampi toimintojen hinnoittelu ja heikompi suorituskyky.

Taulukko 4. Lisätallennusluokat. (Product overview of Cloud Storage 2023.)

3.2.3 Tietokannat

Amazonin tapaan Google Cloud tarjoaa lukuisia tietokanta vaihtoehtoja. Taulukossa 5 on jaoteltuna yleisimpiä tietokantatyyppejä ja Googlen tarjoamat palvelut kyseisille tietokantatyypeille. (Data challenges meet data solutions 2022.)

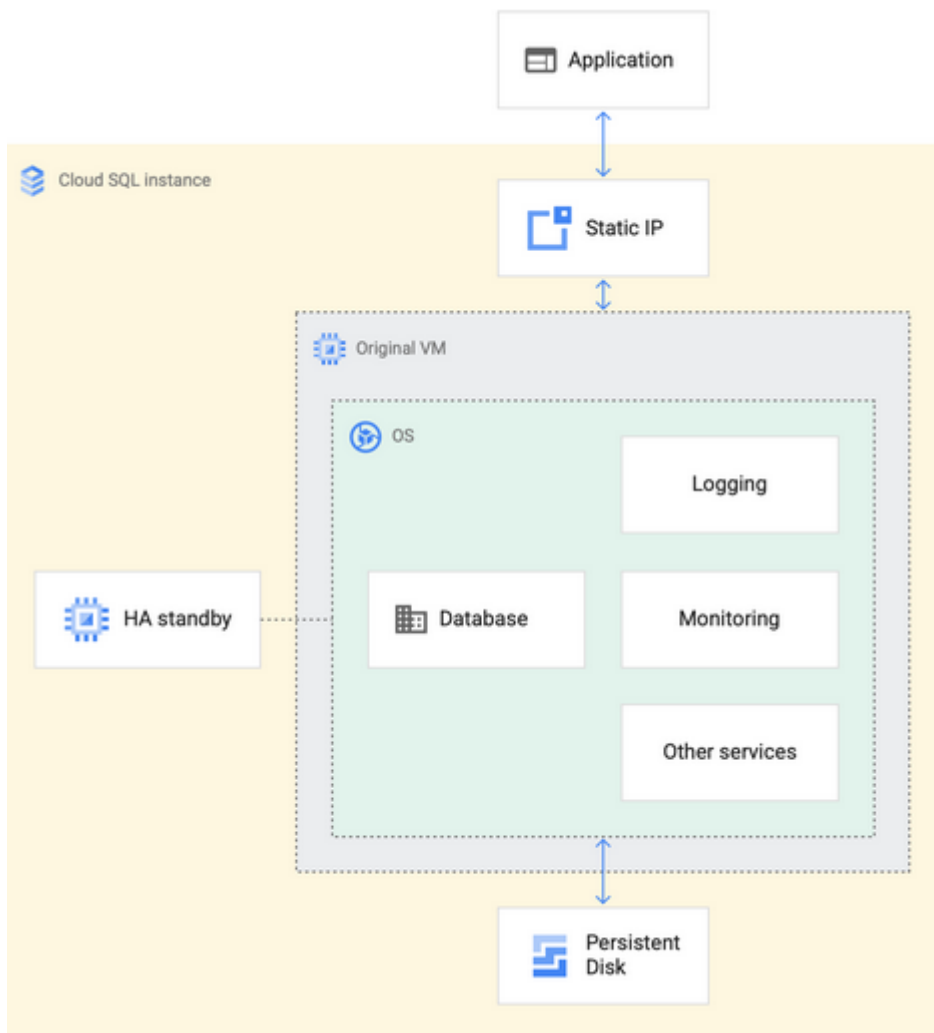
Tietokantatyyppi	GCP-palvelu
Relational	Cloud SQL AlloyDB
Key-value	Cloud Bigtable
In-memory	Memorystore
Document	Firestore

Taulukko 5. Tietokantatyypit ja Google Cloud palvelut. (Google Cloud databases N.d.)

Googlen Cloud SQL on vastike Amazonin RDS-palvelulle. Se on täysin hallittu relaatiotietokantapalvelu yleisimmille tietokannoille, kuten MySQL:lle, PostgreSQL:lle ja SQL palvelimille. Jokainen Cloud SQL instanssi toimii virtuaalikoneelta, joka toimii palvelimella Google Cloudissa. Jokainen virtuaalikone käyttää tietokantaohjelmaa ja palveluagentteja, jotka tarjoavat tukipalveluita, kuten lokaamisen ja valvonnan. Kuviossa 12 on havainnollistettu Cloud SQL instanssin toimintaa. Sovellus yhdistää Cloud SQL instanssiin ja staattisen IP-osoitteen kautta virtuaalikoneeseen, jolla tietokanta toimii. Korkean käytettävyyden takia, toisella vyöhykkeellä on valmiustilassa oleva virtuaalikone,

mikäli SQL instanssissa tapahtuu virhe, joka aiheuttaa tietokantaan yhdistämisessä ongelmia.

(What is Cloud SQL? 2023.)



Kuvio 11. Cloud SQL instanssin toiminta. (What is Cloud SQL? 2023.)

AlloyDB on PostgreSQL-tietokannalle suunnattu täysin hallittu palvelu, joka on suunniteltu vaatimisiin työkuormiin. AlloyDB muodostaa yhteyden instanssiin käyttämällä tavallisia PostgreSQL-protokollia ja -tekniikoita. Yhdistämisen jälkeen käytetään PostgreSQL-kyselysyntaksia työskentelyssä kannan kanssa. AlloyDB käyttää pilvipohjaista komponenttien ja ominaisuuksien hierarkiaa, jotka on suunniteltu maksimoimaan tietojesi saatavuus ja optimoimaan kyselyn suorituskykyä ja suorituskykyä. (AlloyDB overview 2023.)

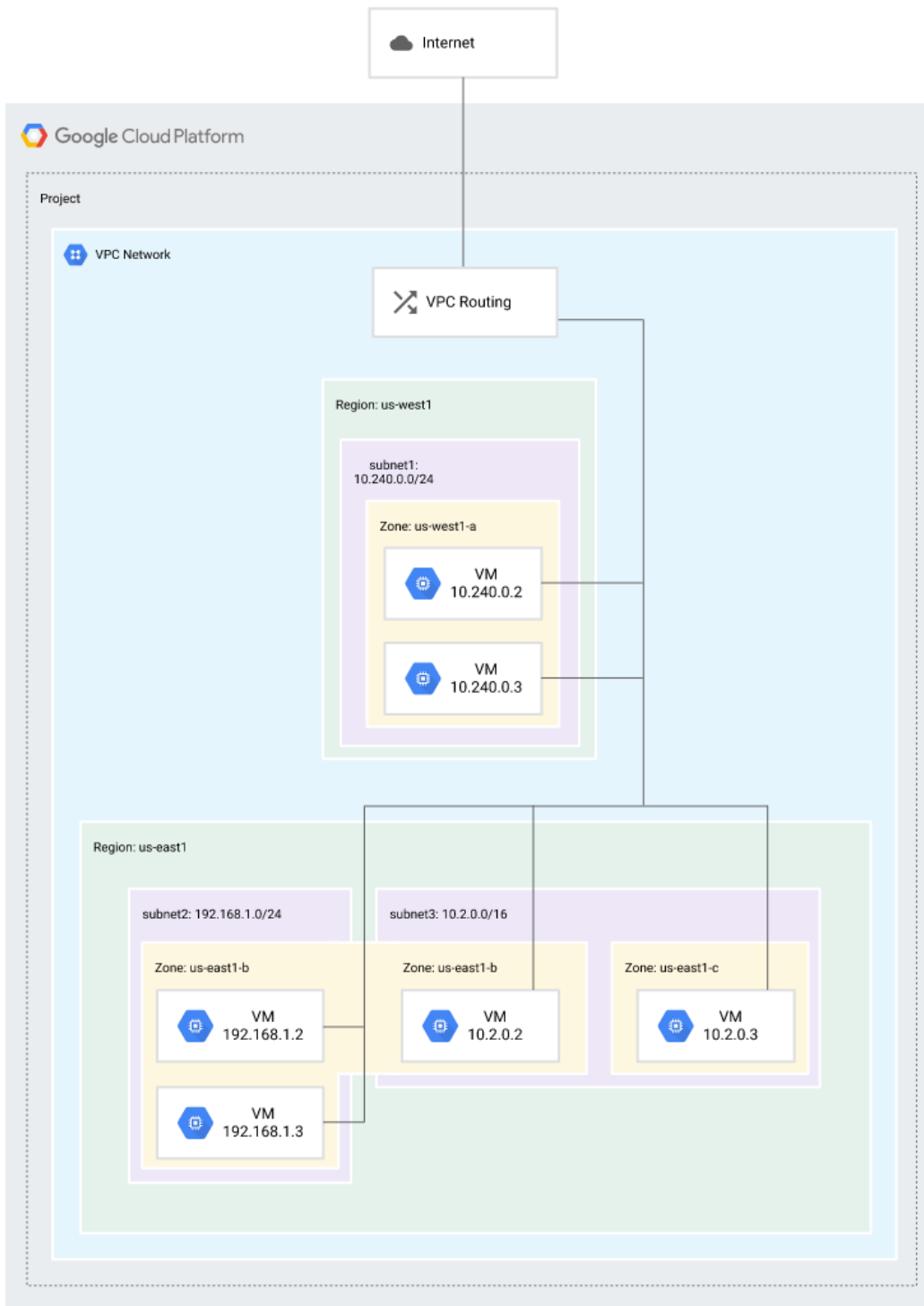
Cloud Bigtable on täysin hallinnoitu NoSQL Big Data -tietokantapalvelu. Cloud Bigtable voidaan skaalata tuhansiin sarakkeisiin, miljardeihin riveihin ja siihen voidaan tallentaa tera- tai jopa petatavuja tietoa. Cloud Bigtable tukee suurta luku- ja kirjoituskapasiteettia alhaisilla latensseilla. Tätä tietokantaa käytetään moniin Googlen ydinpalveluihin, kuten Google Searchiin, Mapsiin ja Gmailiin. (Bigtable overview 2023.)

Memorystore on Googlen täysin hallitsema Redis-palvelu. Memorystore toimii Redis-muistin tietosäiliön avulla ja sen avulla voidaan rakentaa sovellusvälimuistia, joka tarjoaa dataan pääsyn alle millisekunnissa. Memorystore on tarkoitettu käyttötapauksiin, joissa vaditaan reaaliaikaista tietojenkäsittelyä reaaliaikaiseen analytiikkaan, kuten pelaamiseen ja tiedon suoratoistamiseen. (Memorystore for Redis overview 2023.)

Firestore on Googlen dokumentaatiotietokanta, joka käyttää NoSQL:ää. Se on rakennettu automaattisesti skaalautuvaksi, toimimaan korkealla suorituskyvyllä ja auttamaan sovellusten kehittämistä. Firestore pitää tiedot synkronoituna asiakassovellusten välillä reaaliaikaisten ”kuuntelijoiden” avulla. (Cloud Firestore 2023.)

3.2.4 Virtual Private Cloud

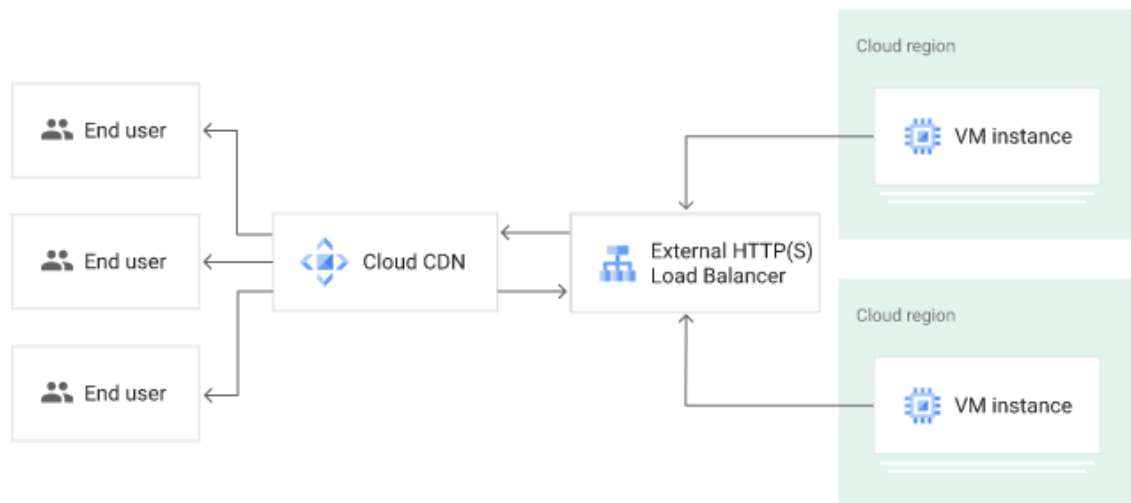
Myös GCP:llä on oma Virtual Private Cloud (VPC) joka toimii samalla periaatteella kuin AWS:n VPC. Se tarjoaa verkkotoimintoja virtuaalikoneille ja klustereille. VPC on maailmanlaajuinen, skaalautuva ja joustava verkko. Kuviossa 13 on havainnollistettu Googlen VPC:n toimintaa. Kuviossa nähdään kuinka internetistä yhdistetään VPC routingin avulla VPC-verkkoon ja jokaisella aliverkolla on oma gateway, jonka kautta yhteys aliverkosta VPC-verkkoon ja sitä kautta julkiseen internettiin toimii. (Virtual Private Cloud (VPC) overview 2023.)



Kuvio 12. Google VPC:n toiminta. (Virtual Private Cloud (VPC) overview 2023.)

3.2.5 Content Delivery Network

Content Delivery Network (CDN) on Googlen vastike Amazonin CloudFront-palvelulle. CDN käyttää Googlen maailmanlaajuisia "Edge locationeja" joka tarjoaa haluttua sisältöä lähempänä käyttäjää ja nopeuttaa verkkosivujen ja sovelluksien toimivuutta. Cloud CDN-sisältöä voidaan hankkia erityyppisiltä backendeilta, kuten instanssiryhmiltä, alueverkkojen päätepisteiltä (NEG, serverless NEG) tai pilven bucketeista. CDN:n toimivuutta on havainnollistettu kuviossa 14. Kuviossa näytetään kuinka käyttäjät yhdistävät Cloud CDN:ään, joka sijaitsee lähempänä kuin backendit. CDN hakee välimuistista halutun tiedon, jonka se on aiemmin jo poiminut backendiltä ja näin ollen halutun sivuston tai sovelluksen toimivuus nopeutuu.



Kuvio 13.CDN toimintamalli.

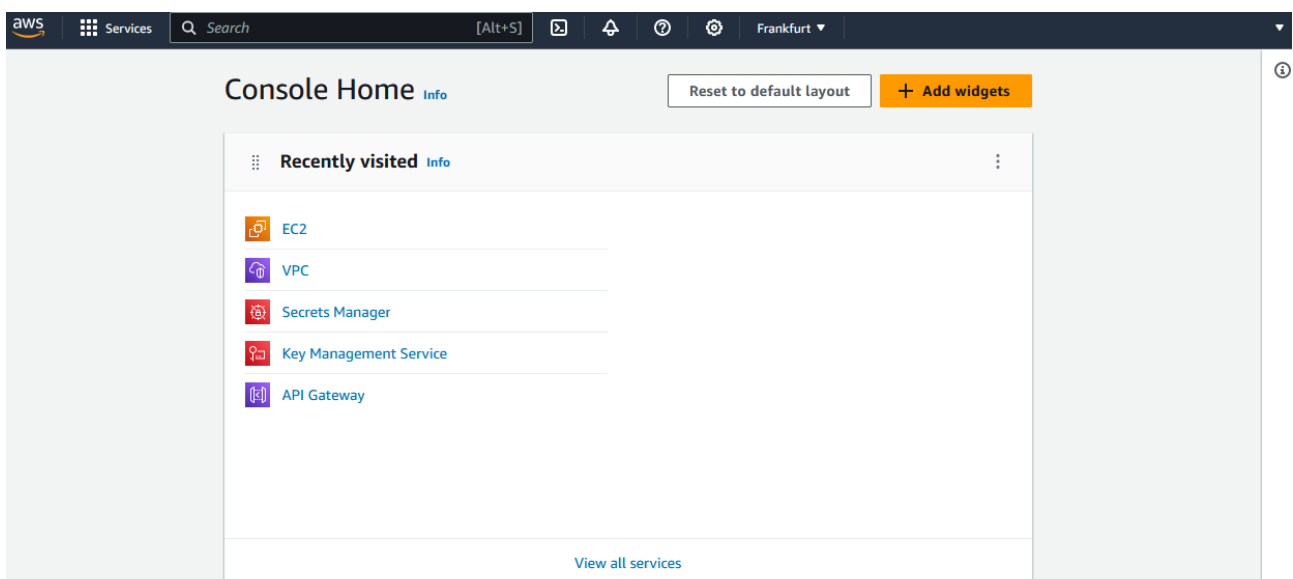
4 Vertailu

Molemmat pilvipalvelutarjoajat tarjoavat suuren määrän erilaisia SaaS-, IaaS- ja PaaS-palveluita ja sovelluksia käyttäjän tarpeisiin. AWS:llä palveluita on kuitenkin huomattavasti enemmän määrän ollessa yli 200, kun taas GCP:n vastaava luku on reilu 100.

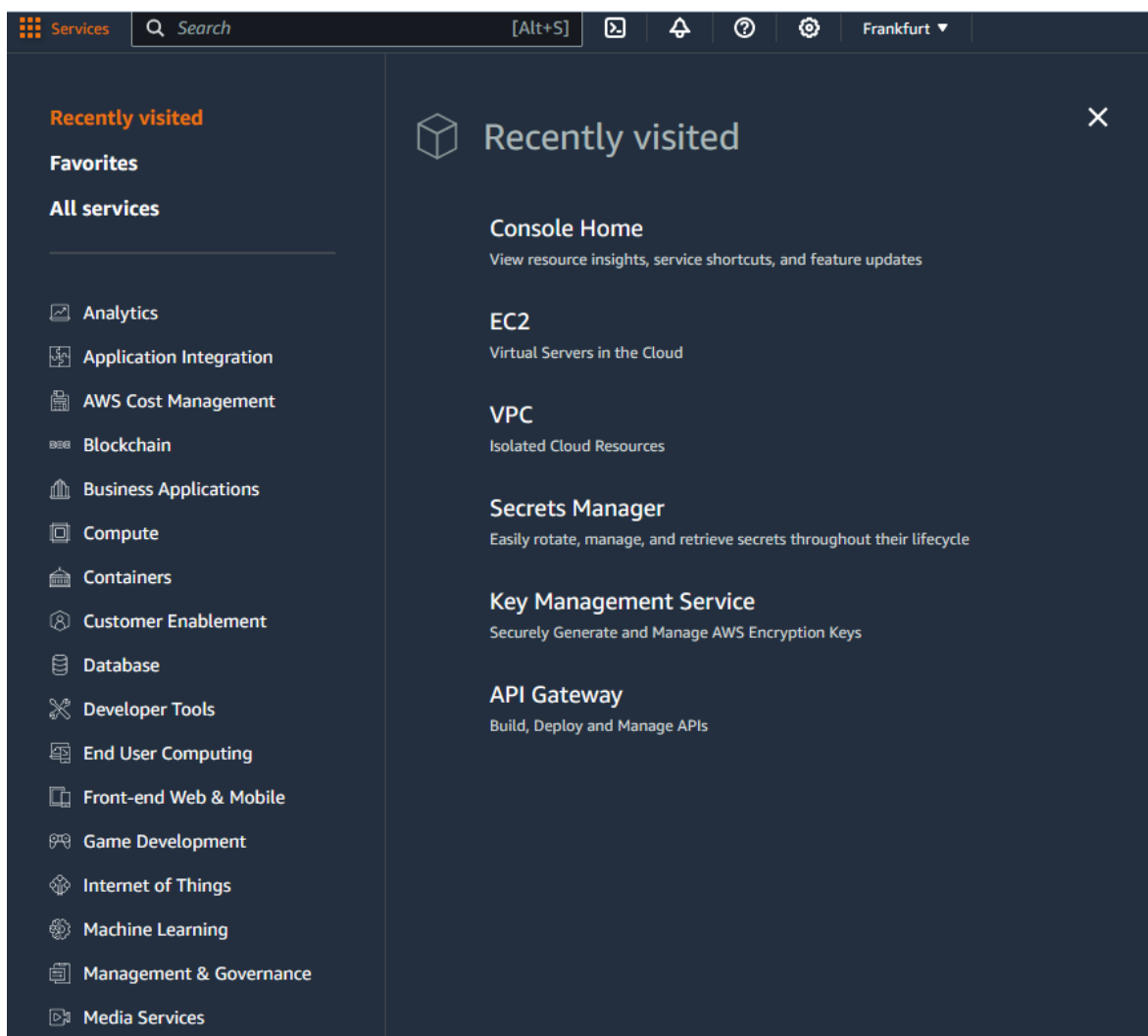
Molemmat palveluntarjoajat ovat levittäytyneet ympäri maailmaa. AWS:llä "regioneiden" määrä on 32 ja GCP:llä 39. Palvelinkeskuksia eli "availability zoneja" AWS:ltä löytyy 102 ja GCP:ltä 118. Molemmat laajentuvat jatkuvaa tahtia ja uusia regioneita ja availability zoneja tulee lisää. AWS:n Suomea lähimmät palvelinkeskukset sijaitsevat Tukholmassa, kun taas GCP:llä on palvelinkeskus Haminassa.

4.1 Käyttöliittymät

AWS:n käyttöliittymä muistuttaa Amazonin muita käyttöliittymiä, kuten Amazonia. Navigointi palveluihin on helppoa ja haku auttaa löytämään palvelut sekunneissa. "Recently visited" kohdassa pääset yhdellä klikkauksella viimeisiin palveluihin, joita olet käyttänyt ja etusivua voidaan kustomoida esimerkiksi suosikki palveluilla, kustannus laskelmilla ja muilla vastaavilla valikoilla. Kuviossa 15 havainnollistettu AWS:n konsolia ja kuviossa 16 AWS:n Services valikkoa.

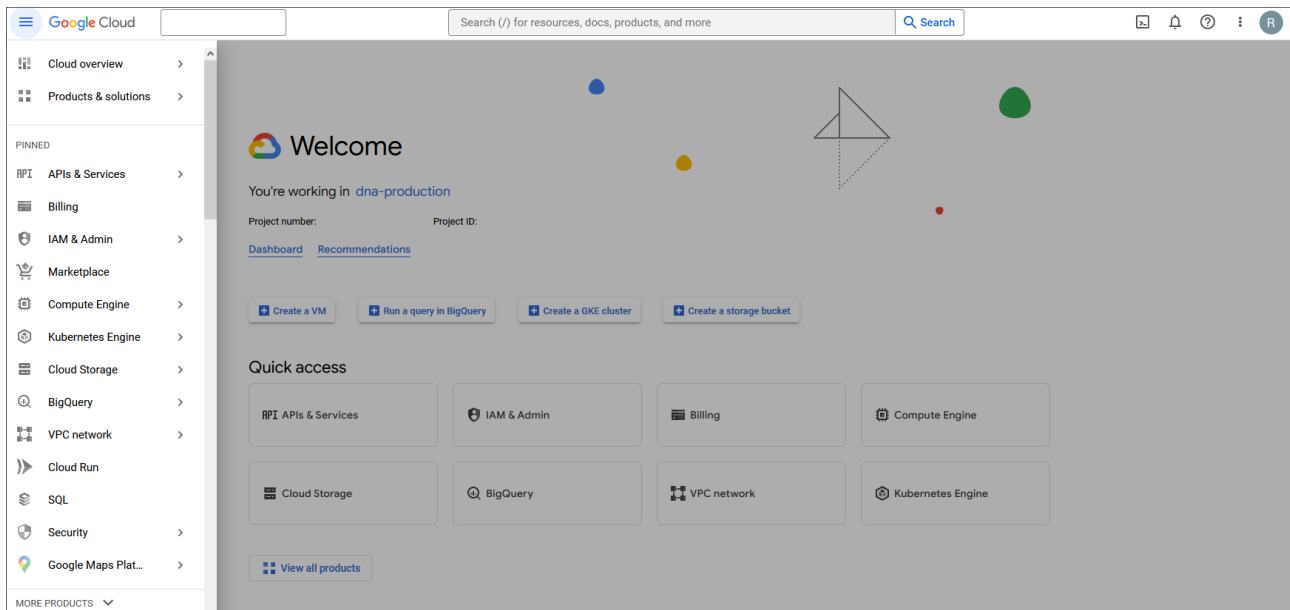


Kuvio 14. AWS konsoli.



Kuvio 15. AWS:n Services valikko.

Google Cloud Platformin käyttöliittymä muistuttaa myös vahvasti Googlen muiden palveluiden käyttöliittymiä, kuten Gmailia ja Google drivea. Palveluiden navigointi on helpompaa kuin AWS:n konsolissa ja hakeminen on erittäin helppoa. Aloitus sivulle voidaan lisätä oikoteitä palveluihin kuten virtuaalikoneen tai bucketin luomiseen. Lisäksi on mahdollista lisätä "quick accesseja" joista päästään suoraan haluttuun palveluun. Google Cloud Platformin konsolia ja navigointivalikkoa on havainnollistettu kuviossa 17.



Kuvio 16. GCP konsoli ja navigointivalikko.

4.2 Kokeilujaksot

AWS tarjoaa 12 kuukautta ilmaista kokeilujaksoa, jonka aikana palveluita voi käyttää rajoitetusti. Esimerkiksi EC2 palvelussa voidaan käyttää t2 tai t3.micro Linux, RHEL, SLES tai Windows konetta 750 tunnin edestä ja S3 palvelussa voidaan tallettaa objekteja 5 gigabitin edestä, hakea objekti 20000 kertaa ja tallettaa objekti 2000 kertaa.

Myös Google Cloud Platform tarjoaa kokeilujakson. Poiketen AWS:n mallista Google tarjoaa 300 dollaria käytettäväksi palveluihinsa 90 päivän ajaksi. Lisäksi kaikki käyttäjät voivat käyttää yli 25 ilmaista palvelua, mutta näihin on asetettu käyttörajoitukset, jotka on määritelty jokaiselle palvelulle erikseen.

4.3 Yleisimmät palvelut

Pilviominaisuus	Amazon Web Services	Google Cloud Platform
Pilvilaskenta	Elastic Compute Cloud (EC2)	Google Compute Engine (GCE)
Pilvitallennus	Simple Storage Service (S3)	Google Cloud Storage (GCS)
Relaatiotietokanta	Relational Database Service (RDS)	Cloud SQL
Verkko	Virtual Private Cloud (Amazon VPC)	Virtual Private Cloud (VPC)
Sisällön jakelu	CloudFront	Content Delivery Network (CDN)

Taulukko 6. AWS:n ja GCP:n pilviominaisuuksia.

Taulukossa 6 listataan yleisimpiä palveluita, sekä ominaisuuksia ja molempien palveluntarjoajien palvelut kyseiselle palvelulle. Molemmilla pilvipalveluilla tarjoavat monia samankaltaisia pilviominaisuuksia, kuten laskenta-, tallennus- ja tietokantapalveluita.

	Amazon Web Services	Google Cloud Platform
Instanssi	m6g.xlarge	e2-standard-4
Käyttöjärjestelmä	Linux	Linux
Ydinten määrä	4	4
Muisti	16 GB	16 GB
Region	US East (N. Virginia)	Northern Virginia (us-east4)
Hinta – on demand / tunti	0,154 \$	0,204 \$
Hinta – spot / tunti	0,095 \$	0,061 \$
Hinta – on demand / kuukausi	112,42 \$	148,61 \$
Hinta – spot / kuukausi	69,35 \$	44,58 \$

Taulukko 7. AWS ja GCP instanssikustannukset.

Taulukossa 7 vertaillaan kahden keskivertokoneen kustannuksia AWS:ssä ja GCP:ssä. Taulukosta voidaan huomata AWS:n olevan halvempi tarpeen mukaan resursseja muokkaavassa ”on demand”

käytössä ja GCP tarvittaessa tiettyä työkuormaa suorittamaan luotavien tuntihintaisten ”spot” instanssi käytössä. Vertailtavat koneet ovat keskiluokkaa ja ominaisuuksiltaan lähes identtiset.

	Amazon Web Services	Google Cloud Platform
Tallennustila / kuukausi	S3 Standard	Standard storage
Ensimmäiset 50 TB	0,023 \$ / GB	0,02 \$ / GB
Seuraavat 450 TB	0,022 \$ / GB	0,02 \$ / GB
Yli 500 TB	0,021 \$ / GB	0,02 \$ / GB

Taulukko 8. Standard säiliöiden kustannukset.

Taulukossa 8 on vertailtu standard säiliöiden kustannuksia. AWS:llä kustannukset ovat kalliimmat, mutta halpenevat määrän kasvaessa. Kustannukset eivät kuitenkaan pääse GCP:n tasolle halvimmillakaan. GCP:n kustannukset ovat stabiilit ja eivät muutu datan määrään kasvaessa per kuukausi.

	Amazon Web Services	Google Cloud Platform
Palvelu	Virtual private network (Amazon VPC)	Virtual Private Cloud (VPC)
Kohde	US East (N. Virginia)	Northern Virginia (us-east4)
VPN / Tunti	0,045 \$	0,055 \$

Taulukko 9. VPC kustannukset.

Taulukossa 9 on vertailtu virtuaaliverkkojen hintoja. VPN tuntihinta on AWS:lla halvempi kuin GCP:ssä. Ero on huomattava ja jatkuvassa käytössä kustannuserot voivat olla suuria.

	Amazon Web Services	Google Cloud Platform
Kohde	USA/Eurooppa	USA/Eurooppa
Siirretty data ulos / kuukausi	CloudFront	CDN
Ensimmäiset 10 TB	0,085 \$	0,08 \$
Seuraavat 40 TB	0,08 \$	0,055 \$
Seuraavat 100 TB	0,06 \$	0,055 \$
Seuraavat 350 TB	0,04 \$	0,03 \$

Seuraavat 524 TB	0,03 \$	Asiakaskohtainen sopiminen
Seuraavat 4 PB	0,025 \$	Asiakaskohtainen sopiminen
Yli 5 PB	0,02 \$	Asiakaskohtainen sopiminen

Taulukko 10. Kustannukset datan siirtämiselle reuna-alueille.

Taulukossa 10 vertaillaan datan viemistä reuna-alueille (edge location). AWS on tässäkin hieman GCP:tä kalliimpi, mutta sen hinnoittelu on tehty suoraan myös suuremmalle määrälle. GCP tarjoaa yli yhden petatavun ylittävälle määrälle käyttäjälle räätälöityä hinnoittelua.

4.4 Dokumentaatio

Molemmilla palveluntarjoajilla on mittavat määrät kattavaa dokumentaatiota, josta etsiä tietoa haluamistaan palveluista. AWS:n dokumentaatio on luonnollisesti suurempi, sillä palveluita on enemmän. Dokumentaatiot itsessään ovat hyvin perinteistä mallia noudattavia, mutta dokumentaatio sivuilla navigointi oli helpompaa AWS:n puolella. Googlen hakupalvelu tuntui taas toimivan paremmin kuin AWS:n vastaava, joka ei myöskään ollut huono. Kummankaan palveluntarjoajan kanssa palveluista tiedon löytäminen ei tuottanut vaikeuksia, mutta dokumentaation massiivinen määrä aiheutti paikoin vaikeuksia löytää etsittävää asiaa.

5 Yhteenveto

Opinnäytetyössä tarkasteltiin pilvipalveluita yleisesti, niiden hyötyjä, haittoja ja palveluita. Sen lisäksi vertailtiin kahta suurimmista pilvipalveluntarjoajaa Google Cloud Platformia ja Amazon Web Serviceä toisiinsa. Vertailun tarkoituksena oli selvittää paljonko samantapaiset tai lähes identtiset palvelut eroavat toisistaan hinnoittelussa ja miten palveluntarjoajat eroavat toisistaan käyttöliittymiltään. Tarkoituksena oli käydä läpi pilvipalveluiden palvelumalleja, pilvityyppejä, hyötyjä ja haittoja.

Pilvipalveluntarjoajien esittelyissä pyrittiin esittelemään yleisimpiä ja käytetyimpiä samankaltaisia GCP:n ja AWS:n palveluita. Vertailussa vertailtiin rinnakkain yleisimpien palveluiden ominaisuuksia ja hintoja toisiinsa. Tämän lisäksi vertailussa tehtiin lyhyt katselmus palveluntarjoajien konsoleihin ja dokumentaationsivustolla navigoimiseen ja tiedon etsimiseen.

Vertailussa selvisi, että pilvipalvelumaailmassa johtavat palveluntarjoajat ovat hyvin lähellä toisiinsa niin palveluiden kuin hinnoitteluiden puolesta. AWS tarjoaa suuremman määrän eri palveluita kuin GCP, mutta uudemman GCP:n palveluiden määrä on nousemassa nopeammin kuin AWS:n ja näin ollen on saavuttamassa AWS:ää. AWS tarjoaa kuitenkin hieman suoritustehokkaampi ja kapasiteetiltaan suurempi kuin GCP.

AWS tarjoaa pidemmän kokeilujakson ilmaiseksi kuin GCP, sen ollessa vuoden mittainen, mutta sen heikkoutena on rajoitettu palveluiden määrä. GCP:n tarjoama 90 päivän kokeilujakso, jossa saa käyttöön tietyn määrä krediittejä antaa realistisemmän kuvan sillä palveluita, joita aikoo käyttää, pääse kokeilemaan täysin samankaltaisena kuin maksulliset versiot ovat.

Molempien pilvipalveluntarjoajien käyttäminen on luontevaa ja nopeaa. Palveluiden löytäminen joka navigoimalla tai hakusanoilla on helppoa ja vaikka ulkonäöissä on eroavaisuuksia, on lähes mahdoton verrata paremmuutta toiseen nähden. Ainoana etuna käyttöliittymissä voidaan katsoa GCP:n pienempää palvelumäärää, jolloin käyttövalikot ovat pienempiä ja näin ollen niissä on helpompi liikkua.

Vertailu palvelutarjoajien välillä on haastavaa ja koska yleisimmät palvelut eivät eroa toisistaan juuri lainkaan, voidaan oikean pilvipalvelutarjoajan valitsemista pitää lähes täysin preferenssi kysymyksenä. Yksi erottava tekijä on Googlen Haminan palvelinkeskus, jolloin käyttäjä voi pitää oman datansa Suomen rajojen sisällä.

On yleistä, että käytetään useampaa palveluntarjoajaa rinnakkain, sillä yhteen palveluntarjoajaan lukkiutuminen tuo omia riskejä ja ei tästä syystä ole kovin suosittua. Lisäksi useamman palveluntarjoajan käyttäminen parantaa yrityksen joustavuutta. Näin voidaan valita molemmilta palveluntarjoajilta käyttäjälle oikeat vaihtoehdot.

Lähteet

A Brief History of AWS – And How Computing Has Changed. N.d. DigitalCloudin verkkosivut. Viitattu 1.4.2023. <https://digitalcloud.training/a-brief-history-of-aws-and-how-computing-has-changed/>

AlloyDB overview. 2023. Google Cloud dokumentaatio. Viitattu 2.10.2023. <https://cloud.google.com/alloydb/docs/overview>

Amazon CloudFront. 2023. Amazon Web Servicen verkkosivut. Viitattu 20.8.2023. <https://aws.amazon.com/cloudfront/>

Amazon EC2 Instance Types. . N.d. Amazon Web Servicen verkkosivut. Viitattu 1.4.2023. <https://aws.amazon.com/ec2/instance-types/>

Amazon Elastic Compute Cloud. 2023. Amazon Web Service dokumentaatio. Viitattu 1.4.2023. <https://docs.aws.amazon.com/pdfs/AWSEC2/latest/UserGuide/ec2-ug.pdf>

Amazon Redshift. 2023. Amazon Web Servicen verkkosivut. Viitattu 19.8.2023. <https://aws.amazon.com/redshift/#>

Amazon Relational Database Service. 2023. Amazon Web Servicen verkkosivut. Viitattu 19.8.2023. <https://aws.amazon.com/rds/>

Amazon Simple Storage Service. 2023. Amazon Web Service dokumentaatio. Viitattu 1.4.2023. <https://docs.aws.amazon.com/pdfs/AmazonS3/latest/userguide/s3-userguide.pdf#Welcome>

Amazon S3 Storage Classes. N.d. Amazon Web Servicen verkkosivut. Viitattu 1.4.2023. <https://aws.amazon.com/s3/storage-classes/?nc=sn&loc=3>

Advantages and Disadvantages of Cloud Computing. N.d. Google Cloud dokumentaatio. Viitattu 21.3.2023. <https://cloud.google.com/learn/advantages-of-cloud-computing>

Bigtable overview. 2023. Google Cloud dokumentaatio. Viitattu 2.10.2023. <https://cloud.google.com/bigtable/docs/overview>

Cloud CDN overview. 2023. Google Cloud dokumentaatio. Viitattu 10.10.2023. <https://cloud.google.com/cdn/docs/overview>

Cloud Monitoring documentation. N.d. Google Cloud dokumentaatio. Viitattu 2.10.2023. <https://cloud.google.com/monitoring/docs>

Cloud Firestore. 2023. Google Firebase dokumentaatio. Viitattu 2.10.2023. <https://firebase.google.com/docs/firestore>

Chapel, J. 2019. Google Cloud Machine Types Comparison. Mediumin verkkosivut. Viitattu 1.10.2023. <https://jaychapel.medium.com/google-cloud-machine-types-comparison-4c6b3f95da92>

Cloud locations. N.d. Google Cloud dokumentaatio. Viitattu 1.10.2023. <https://cloud.google.com/about/locations#lightbox-regions-map>

Compute Engine. N.d. Google Cloud dokumentaatio. Viitattu 1.10.2023. <https://cloud.google.com/compute/docs>

Data challenges meet data solutions. 2022. Google Cloud dokumentaatio. Viitattu 2.10.2023. <https://cloud.google.com/solutions/databases>

Database. 2023. AWS Whitepapers. Viitattu 19.8.2023. <https://docs.aws.amazon.com/pdfs/white-papers/latest/aws-overview/aws-overview.pdf#database>

Google Cloud databases. N.d. Googlen Cloudin tuotesivut. Viitattu 2.10.2023. <https://cloud.google.com/products/databases>

Google Cloud Storage – Storage Classes. 2021. Jayendra Cloud Certification Blogi. Viitattu 2.10.2023. <https://jayendrapatil.com/gcp-google-cloud-storage-storage-classes/>

How Amazon CloudWatch works. 2023. Amazon Web Services dokumentaatio. Viitattu 20.8.2023. https://docs.aws.amazon.com/AmazonCloudWatch/latest/monitoring/cloudwatch_architecture.html

Hunter, A. 2020. Overview and Benefits of a Community Cloud Model. Parallels verkkosivut. Päivitetty 7.2.2022. Viitattu 16.3.2023. <https://www.parallels.com/blogs/ras/community-cloud/>

Kassi, N. 2017. CLOUD COMPUTING GUIDEBOOK - PART 4: THE JERICHO CLOUD CUBE MODEL. LinkedIn 24.9.2017, Nabil Kassi. Julkaisu LinkedIn:issä. Viitattu 16.3.2023. <https://www.linkedin.com/pulse/cloud-computing-guidebook-part-4-jericho-cube-model-nabil-kassi/>

Knox, K. 2023. What is Google Cloud Platform (GCP)? Pluralsight:in verkkosivut. Viitattu 1.10.2023. <https://www.pluralsight.com/resources/blog/cloud/what-is-google-cloud-platform-gcp>

Measured Service in Cloud Computing. 2022. Artikkelin Techopedia verkkosivuilla. Viitattu 20.2.2023. <https://www.techopedia.com/definition/14469/measured-service-cloud-computing/>

Mell, P. Grance, T. 2011. The NIST Definition of Cloud Computing. Viitattu 19.2.2023. <https://nvl-pubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-145.pdf>

Memorystore for Redis overview. 2023. Google Cloud dokumentaatio. Viitattu 2.10.2023. <https://cloud.google.com/memorystore/docs/redis/memorystore-for-redis-overview>

Okeke, F. 2022. Disadvantages of cloud computing. Artikkelin TechRepublicin verkkosivuilla. Viitattu 21.3.2023. <https://www.techrepublic.com/article/disadvantages-cloud-computing/>

Overview of Amazon Web Services. 2022. AWS Whitepapers. Viitattu 21.3.2023.
<https://docs.aws.amazon.com/pdfs/whitepapers/latest/aws-overview/aws-overview.pdf#six-advantages-of-cloud-computing>

Pilven monet kasvot – IaaS, PaaS ja SaaS. 2018. Blogi Inmicsnebulan verkkosivuilla. Viitattu 20.2.2023. https://www.inmicsnebula.fi/fi/blogi/pilven-monet-kasvot-iaas-paas-ja-saas?language_content_entity=fi

Product overview of Cloud Storage. 2023. Google Cloud dokumentaatio. Viitattu 1.10.2023.
<https://cloud.google.com/storage/docs/>

Salo, I. 2012. Hyötyä Pilvipalveluista. Jyväskylä: Docendo. Elisa Kirjalla luettava e-kirja. Viitattu 20.2.2023.

The Definitive Guide to AWS EC2 Instance Types. 2023. Nakivon verkkosivut. Viitattu 1.4.2023.
<https://www.nakivo.com/blog/the-definitive-guide-to-aws-ec2-instance-types/>

Vento, J. 2020. IaaS, CaaS, PaaS, FaaS, SaaS – mitä mikäkin tarkoittaa? Blogi Onregon verkkosivuilla. Viitattu 20.2.2023. <https://onrego.fi/julkisen-pilven-palvelumallit-avattuna/>

Virtual Private Cloud (VPC) overview. 2023. Google Cloud dokumentaatio. Viitattu 12.10.2023.
<https://cloud.google.com/vpc/docs/overview>

What is Amazon VPC? 2023. Amazon Web Servicesin dokumentaatio. Viitattu 11.10.2023.
<https://docs.aws.amazon.com/vpc/latest/userguide/what-is-amazon-vpc.html>

What is AWS? N.d. Amazon Web Servicesin verkkosivut. Viitattu 1.4.2023. <https://aws.amazon.com/what-is-aws/>

What are public, private and hybrid clouds? N.d. Microsoft Azuren verkkosivut. Viitattu 16.3.2023.
<https://azure.microsoft.com/en-us/resources/cloud-computing-dictionary/what-are-private-public-hybrid-clouds/#public-cloud>

What is cloud computing? N.d. Amazon Web Servicesin verkkosivut. Viitattu 19.2.2023.
<https://aws.amazon.com/what-is-cloud-computing/>

What is Cloud SQL? 2023. Google Cloud dokumentaatio. Viitattu 2.10.2023.
<https://cloud.google.com/sql/docs/introduction>

What is public cloud? N.d. Citrixin verkkosivut. Viitattu 19.2.2023. <https://www.citrix.com/solutions/app-delivery-and-security/what-is-public-cloud.html>

What is private cloud? N.d. Citrixin verkkosivut. Viitattu 16.3.2023. <https://www.citrix.com/solutions/app-delivery-and-security/what-is-private-cloud.html>

What is private cloud? | Private cloud vs. public cloud. N.d. Cloudflaren verkkosivut Viitattu 16.3.2023. <https://www.cloudflare.com/learning/cloud/what-is-a-private-cloud/>