



# Pilvipalvelualustojen vertaaminen

## AWS ja Azure

Eeli Huikuri

Opinnäytetyö, AMK

Toukokuu 2025

Tieto- ja Viestintäteknikka, Insinööri, AMK

**Huikuri, Eeli**

## **Pilvipalvelualustojen vertaaminen. AWS ja Azure**

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Toukokuu 2025, 50 sivua.

Tieto- ja viestintätekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

### **Tiivistelmä**

Pilvipalvelualustat ja niiden tarjoamat palvelut ovat muuttaneet IT-alan yritysten ja ihmisten toimintatapoja pysyvästi. Pilvipalveluiden merkityksen kasvaessa myös niiden vertailu on noussut tärkeään osaan niin yrityksille kuin yksityishenkilöille, jotka haluaisivat hyödyntää uuden teknologian tarjoamat mahdollisuudet tehokkaasti.

Opinnäytetyössä käsiteltiin kahta suurinta pilvipalvelualustaa Microsoft Azurea ja Amazon Web Serviceä ja selvitettiin niiden tarjoamien palveluiden keskeisiä ominaisuuksia ja niiden eroja keskenään.

Työn ensimmäisessä osassa selvitettiin mitä ovat pilvipalvelualustat ja mitkä ovat niiden keskeisimmät palvelut ja niiden ominaisuudet. Työssä pyrittiin vertailemaan keskenään samankaltaisia palveluita ja niiden käyttötarkoituksia.

Toisessa osassa käytiin läpi alustojen välisiä eroja ja suoritettiin tiivistetty kokoonpanovertilu hyödyntämällä palvelualustojen hinta-laskureita sekä dokumentaatiosta saatua tietoa.

Tutkimus suoritettiin kuvailevan kirjallisuuskatsauksen keinoin ja työn tiedonhankinta tehtiin hyödyntämällä palveluntarjoajien julkisesti saatavilla olevaa koulutusmateriaalia ja tietoa sekä muista lähteistä saatua tietoa.

Tutkimuksen tuloksena saatiin laaja katsaus kahden suurimman pilvipalvelualustan tarjoamiin palveluihin, niiden hinnoitteluun ja ominaisuuksiin sekä selvitettiin mitä eroja toistensa kanssa samanlaisten palveluiden välillä on.

Johtopäätöksenä voitiin todeta, että jatkuvasti kehittyvässä pilvipalveluiden markkinassa on palvelualustojen ja palveluiden vertailu paitsi työlästä myös välttämätöntä, sillä tieto vanhentuu nopeasti ja palveluiden kehittyessä jatkuvasti on yritysten yhä vaikeampaa pysyä kehityksessä mukana.

### **Avainsanat (asiasanat)**

Pilvipalvelut, Pilvipalvelualustat, Microsoft Azure, Amazon Web Services, vertailu

### **Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)**

-

**Last name, First name & Last name, First name****Title and possible subtitle**

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, May 2025, 50 pages.

Degree Programme in Information and Communication Technology. Bachelor's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

**Abstract**

Cloud Service Platforms and the Services They Offer Have Permanently Changed the Way Businesses and Individuals Operate in the IT Industry

As the significance of cloud services continues to grow, comparing these services has become increasingly important for both companies and private individuals who wish to take full advantage of the opportunities offered by new technologies.

This thesis focused on the two largest cloud service platforms, Microsoft Azure and Amazon Web Services, and examined the key features of the services they offer, as well as the differences between them.

The first part of the thesis explained what cloud service platforms are and identified their most essential services and features. The goal was to compare similar services and their intended uses.

The second part examined the differences between the platforms and included a compact configuration comparison using the price calculators provided by the platforms and information obtained from their documentation.

The research was conducted as a descriptive literature review, and data collection was based on publicly available training materials and information from the service providers, as well as other relevant sources.

As a result, the study provided a comprehensive overview of the services, pricing, and features of the two largest cloud service platforms, and clarified the differences between similar services they offer.

The conclusion stated that in the constantly evolving cloud service market, comparing platforms and services is not only laborious but also essential, as information becomes outdated quickly. As services continue to develop, it becomes increasingly difficult for companies to keep up with the pace of change.

**Keywords/tags (subjects)**

Cloud Services, Cloud Service Platforms, Microsoft Azure, Amazon Web Services, Comparison

**Miscellaneous (Confidential information)**

-

## Sisältö

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Johdanto</b> .....  | <b>6</b>  |
| 1.1      | Tutkimusasetelma .....                                       | 7         |
| 1.2      | Tutkimuksen tavoite ja tutkimuskysymykset.....               | 7         |
| <b>2</b> | <b>Tiedonhankinta</b> .....                                  | <b>8</b>  |
| 2.1      | Opinnäytetyön tiedonhankinta .....                           | 8         |
| 2.2      | Menetelmät.....  | 8         |
| 2.3      | Tutkimuksen rajaukset.....                                   | 8         |
| <b>3</b> | <b>Eettisyys ja luotettavuus</b> .....                       | <b>9</b>  |
| <b>4</b> | <b>Palvelumallit</b> .....                                   | <b>10</b> |
| 4.1      | Software-as-a-Service .....                                  | 10        |
| 4.2      | Infrastructure-as-a-Service .....                            | 10        |
| 4.3      | Platform-as-a-Service .....                                  | 11        |
| <b>5</b> | <b>Palvelualustat</b> .....                                  | <b>12</b> |
| 5.1      | AWS.....   | 12        |
| 5.2      | Microsoft Azure .....  | 12        |
| <b>6</b> | <b>Laskentapalvelut</b> .....                                | <b>13</b> |
| 6.1      | Virtuaalikoneet (Compute Instances).....                     | 13        |
| 6.2      | PaaS (Platform as a Service).....                            | 15        |
| 6.3      | Konttialustat (Container Services).....                      | 17        |
| 6.4      | Serverless-funktiot (Serverless Functions).....              | 19        |
| <b>7</b> | <b>Pilvipohjaiset tietokanta- ja tallennuspalvelut</b> ..... | <b>20</b> |
| 7.1      | Relaatiotietokannat (RDBMS, SQL-pohjaiset tietokannat).....  | 21        |
| 7.2      | NoSQL-tietokannat .....                                      | 22        |
| 7.3      | Objektitallennus (Object Storage).....                       | 26        |
| 7.4      | Tiedostotallennus (File Storage).....                        | 28        |
| <b>8</b> | <b>Verkko- ja tietoliikennepalvelut</b> .....                | <b>30</b> |
| 8.1      | Virtuaaliverkko (Virtual Network) .....                      | 31        |
| 8.2      | Kuormantasaus (Load Balancing) .....                         | 33        |
| 8.3      | Palomuri (Firewall) .....                                    | 33        |
| 8.4      | DNS-palvelut (Domain Name System).....                       | 35        |
| 8.5      | Sisällönjakeluverkko (CDN, Content Delivery Network).....    | 35        |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>9</b>  | <b>Vertailu</b> .....                       | <b>36</b> |
| <b>10</b> | <b>Kokoonpanovertailu</b> .....             | <b>43</b> |
| <b>11</b> | <b>Pohdinta</b> .....                       | <b>47</b> |
| 11.1      | Tavoitteet ja tulokset.....                 | 47        |
| 11.2      | Opinnäytetyöprosessi ja haasteet.....       | 49        |
| 11.3      | Tulosten hyödyntäminen ja jatkokehitys..... | 49        |
|           | <b>Lähteet</b> .....                        | <b>51</b> |

## **Kuviot**

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| Kuvio 1.  | IaaS, PaaS, SaaS .....                            | 11 |
| Kuvio 2.  | Laskentapalvelut.....                             | 13 |
| Kuvio 3.  | AWS-ilmentymät .....                              | 14 |
| Kuvio 4.  | App Service-komentokehote.....                    | 16 |
| Kuvio 5.  | ECS-kerrokset .....                               | 17 |
| Kuvio 6.  | Esimerkki AKS:n toiminnasta.....                  | 18 |
| Kuvio 7.  | Tietokanta ja tallennuspalvelut.....              | 20 |
| Kuvio 8.  | Verkkopalvelut.....                               | 30 |
| Kuvio 9.  | VPC esimerkki .....                               | 31 |
| Kuvio 10. | Azure Verkkorajoitukset per käyttäjä .....        | 32 |
| Kuvio 11. | Azure Firewall hinnoittelu .....                  | 34 |
| Kuvio 12. | Palveluntarjoajien markkinaosuuksien kehitys..... | 41 |
| Kuvio 13. | AWS palveluiden hakukenttä .....                  | 43 |
| Kuvio 14. | EC2-esiintymän konfigurointi .....                | 44 |
| Kuvio 15. | AWS-palveluiden kustannusarvio.....               | 44 |
| Kuvio 16. | Azure hintalaskuri etusivu-näkymä .....           | 45 |
| Kuvio 17. | Azure VM valinta-ikkuna .....                     | 46 |

# 1 Johdanto

Pilvipalvelualustat ovat nousseet keskeiseksi osaksi nykyaikaista IT-työelämää, tarjoten yrityksille ja organisaatioille joustavuutta, skaalautuvuutta sekä kustannustehokkuutta. Pilvipalvelujen käyttö onkin yleistynyt vuosi vuodelta merkittävästi ja markkinoilla on tarjolla useita eri alustavaihtoehtoja, kuten Amazon Web Services(AWS), Microsoft Azure sekä Googlen Cloud Platform(GCP). Jokaisella näistä alustoista on omat vahvuutensa ja käyttötapauksensa, mikä tekee niiden vertailusta tärkeän tehtävän niin organisaatioille kuin myös yksityisasiakkaille, jotka harkitsevat pilvipalveluiden käyttöönottoa tai vaihtoa.

Oikean palvelun tarjoajan valinta voi olla varsinkin aiheeseen perehtymättömälle aikaa vievää ja haastavaa, koska erilaisten palvelualustojen tarjonta on hyvin laajaa ja jokaisella on omat vahvuutensa ja heikkoutensa.

Opinnäytetyössä perehdytään kahteen suurimpaan pilvipalveluiden tarjoajaan ja niiden historiaan, tuotteisiin ja yleisimpiin palveluihin. Alustojen vertailu suoritetaan kahdessa eri osassa. Ensimmäinen osa selventää mitä ovat pilvipalvelualustat ja mitkä ovat niiden keskeisimmät komponentit ja missä tilanteissa niiden eri ominaisuuksia hyödynnetään. Toinen osa vertailee kahta suurinta pilvipalvelualustan tarjoajaa ja selventää mitkä ovat niiden keskeisimmät erot ja missä tilanteessa joku alusta on parempi valinta kuin toinen. Pilvipalveluntarjoajien vertailussa on keskitytty yritysten keskeisimpiin tarjoamiin palveluihin ja pyritty vertailemaan keskenään samankaltaisia palveluita. Vertailussa on otettu huomioon myös yritysten hinnoittelu palveluilleen. Toisen osan lopussa tehdään kokoonpano vertailu, jossa alustojen omia hinta-laskureita hyödyntämällä havainnollistetaan alustojen välisiä eroja hinnoittelussa.

Tutkimus toteutetaan analysoimalla olemassa olevaa kirjallisuutta ja aikaisempia tutkimuksia ja opinnäytetöitä sekä vertailemalla pilvipalvelualustojen tarjoamia palveluita ja niiden käyttökokemuksia. Tulosten perusteella pyritään antamaan selkeä kuva eri tilanteisiin sopivista pilvipalvelualustoista ja niiden valintakriteereistä.

Pilvipalveluiden merkitys kasvaa jatkuvasti ja niiden vertailu on tärkeää yrityksille sekä myös yksityishenkilöille, jotka haluavat hyödyntää teknologian tarjoamia mahdollisuuksia tehokkaasti. Pilvipalvelualustojen vertailusta ei ole suomeksi tehty vertailua viime vuosina opinnäytetyön muodossa, joten aihe on paitsi ajankohtainen niin myös tarpeellinen. Tämä opinnäytetyö pyrkiikin tarjoamaan kattavan katsauksen pilvipalvelualustojen eroista ja auttaa ymmärtämään, mitkä tekijät vaikuttavat parhaan vaihtoehdon valintaan.

## 1.1 Tutkimusasetelma

Työn tutkimusasetelma perustuu Pilvipalvelu käsitteen selventämiseen ja kahden pilvipalvelualan tarjoajan, Microsoft Azuren ja Amazon Web Servicen, vertailemiseen kuluttajan näkökulmasta. Työ ei sisällä käytännön sovelluksia tai työkalujen testaamista, vaan se on täysin teoreettinen tarkastelu. Tutkimusasetelma pohjautuu seuraaviin osa-alueisiin: tavoitteet ja tutkimuskysymykset, tutkimustyyppiin- ja menetelmiin sekä työn rajauksiin ja hyödynnettävyyšnäkökulmaan.

## 1.2 Tutkimuksen tavoite ja tutkimuskysymykset

Työn tavoitteena on toimia tietopakettina henkilöille, jotka eivät tunne käsitteitä Pilvipalvelut tai pilvipalvelualustat ja niihin liittyviä prosesseja. Lisäksi työssä pyritään selventämään kahden palvelualusta-ratkaisun Microsoft Azuren ja Amazon Web Servicen, keskeiset ominaisuudet sekä vertailemaan niiden hyviä ja huonoja puolia teoreettisesta näkökulmasta. Tämän avulla lukija saa selkeän ja kattavan näkemyksen siitä, mitä nämä palvelut voivat tarjota heidän tarpeisiinsa.

Työn tavoitteen pohjalta on muodostettu kolme tutkimuskysymystä:

1. Mitä ovat ja mitä kuuluu pilvipalvelualustoihin?
2. Mihin pilvipalvelualustoja ja niiden sisältämiä työkaluja käytetään?
3. Mitkä ovat kyseisten palvelualustojen vahvuudet ja heikkoudet?

Nämä tutkimuskysymykset ohjaavat työn rakennetta ja analyysia luvuissa 6-9.

## 2 Tiedonhankinta

### 2.1 Opinnäytetyön tiedonhankinta

Opinnäytetyön tiedonhankinta tehdään hyödyntämällä palveluntarjoajien julkisesti saatavilla olevia virallisia dokumentaatioita ja koulutuksia. Sen lisäksi hyödynnetään kaikkea sitä julkista tietoa mikä internetin välityksellä on saatavilla, kuten teknologiablogit ja -uutissivustot, Youtube-kanavat sekä foorumit ja yhteisöt.

### 2.2 Menetelmät

Opinnäytetyön toteutus on kuvaileva kirjallisuuskatsaus, johon on sekoitettu myös jonkin verran määrällisen tutkimuksen piirteitä. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus valikoitui menetelmäksi, koska työssä ei tehdä käytännön kokeita tai testausta eikä haastatteluja vaan tutkimuksen aihetta kuvailaan laaja-alaisesti ja aineistoja hyödynnetään ilman tiukkoja rajoituksia ja sääntöjä, jolloin sen rakenne vastaa Tampereen Yliopiston kuvailevan katsauksen ominaispiirteitä (Systemaattinen tiedonhaku n.d). Toteutus etenee aloittamalla ensin tiedonkeruusta eri lähteistä jotka ovat luotettavia ja ajan tasalla. Nämä tiedot keskittyvät vain Microsoftin Azure sekä Amazonin Web Services-alustoihin.

### 2.3 Tutkimuksen rajaukset

Työssä tarkastellaan Pilvipalvelualustoja käsitteenä ja vertaillaan kahden valitun tuotteen ominaisuuksia. Työ rajoittuu täysin teoreettiseen tarkasteluun eikä sisällä käytännön sovelluksia tai työkalujen testausta.

Käsiteltävät tuotteet, Microsoft Azure ja Amazon Web Services, valittiin niiden suosion, tarjottavien palvelujen laajuuden sekä tekijän oman kiinnostuksen perusteella. Ne molemmat edustavat kaupallisia pilvipalvelualusta ratkaisuja ja niin sanottuja avoimen lähdekoodin tuotteita ei opinnäytetyössä tulla käsittelemään.

### 3 Eettisyys ja luotettavuus

Tässä opinnäytetyössä noudatetaan hyvää tieteellistä käytäntöä sekä Jyväskylän ammattikorkeakoulun eettisiä periaatteita. Eettisyys toteutetaan käyttämällä avoimia, läpinäkyviä ja eettisiä toimintamenetelmiä ja tekemällä dokumentoinnista mahdollisimman kattava, varmistetaan tarvittaessa henkilö- sekä muiden vastaavanlaisten tietojen asianmukainen käsittely ja salassa pysyminen ja huomioidaan yhdenvertaisuus. (Eettiset periaatteet 2024)

Opinnäytetyössä ei tulla keräämään aineistoa erikseen esimerkiksi kyselyillä tai haastatteluilla vaan käytetään pelkästään olemassa olevia tietolähteitä. Lisäksi opinnäytetyö ei tule sisältämään salassa pidettäviä liitteitä tai sisältöjä.

Lähdeviittaukset merkataan siten, että tekstistä tulee selkeästi ilmi, mikä osa on kirjoittajan oman ajattelun tuottamaan sisältöä ja mikä taas on lähteistä peräisin olevaa sanomaa, referointia tai suoraa lainausta. Suorien lainauksien käyttöä pyritään olemaan käyttämättä liiaksi ja ne tulevat olemaan kirjoitettuna tekstiin sanatarkasti niin kuin ne ovat olleet alkuperäisessä lähteessä. (5.1b Lähteiden käytön periaatteet n.d.) Opinnäytetyö laaditaan JAMKin raportointipohjaan, jossa rakenne, lähteet ja lähdeviitteet toteutetaan JAMKin raportointiohjeen mukaisesti.

## 4 Palvelumallit

### 4.1 Software-as-a-Service

Software as a Service(SaaS) tarkoittaa ohjelmistopalvelua, jossa sovellus tarjotaan käyttäjille internetin välityksellä palveluntarjoajan ylläpitämiltä palvelimilta. Käyttäjät voivat käyttää sovellusta suoraan verkkoselaimen kautta ilman, että heidän tarvitsee asentaa tai ylläpitää ohjelmistoa omilla laitteillaan. Tämä malli on yleinen esimerkiksi sähköpostipalveluissa, asiakkuudenhallintajärjestelmissä (CRM) ja taloushallinnon sovelluksissa (Pilvi.com, 2025).

SaaS-palveluiden keskeisiä etuja ovat helppo käyttöönotto, automaattiset päivitykset ja palveluntarjoajan vastuulla oleva tietoturva sekä infrastruktuurin ylläpito. Käyttäjät voivat hyödyntää ohjelmistoja mistä tahansa laitteesta, jossa on internet-yhteys, mikä parantaa saavutettavuutta ja joustavuutta (CGI, 2025).

SaaS:n keskeinen ero perinteisiin ohjelmistojen jakelumalleihin on sen pilvipohjaisuus ja keskitetty hallinta, mikä vapauttaa käyttäjät ohjelmiston asennuksesta ja ylläpidosta. Tämän vuoksi SaaS on yleistynyt erityisesti yritysmaailmassa, jossa tehokkuus, skaalautuvuus ja jatkuvat päivitykset ovat keskeisiä vaatimuksia ohjelmistoratkaisuille (CGI, 2025).

### 4.2 Infrastructure-as-a-Service

Infrastructure-as-a-Service(IaaS) on pilvipalvelumalli, jossa IT-infrastruktuuri, kuten palvelimet, tallennustila ja verkkoyhteydet, tarjotaan asiakkaille internetin välityksellä palveluntarjoajan ylläpitämiltä alustoilta. Asiakkaat voivat hankkia ja käyttää näitä resursseja tarpeensa mukaan ilman, että heidän tarvitsee investoida fyysiseen laitteistoon tai sen ylläpitoon (Oracle, 2025).

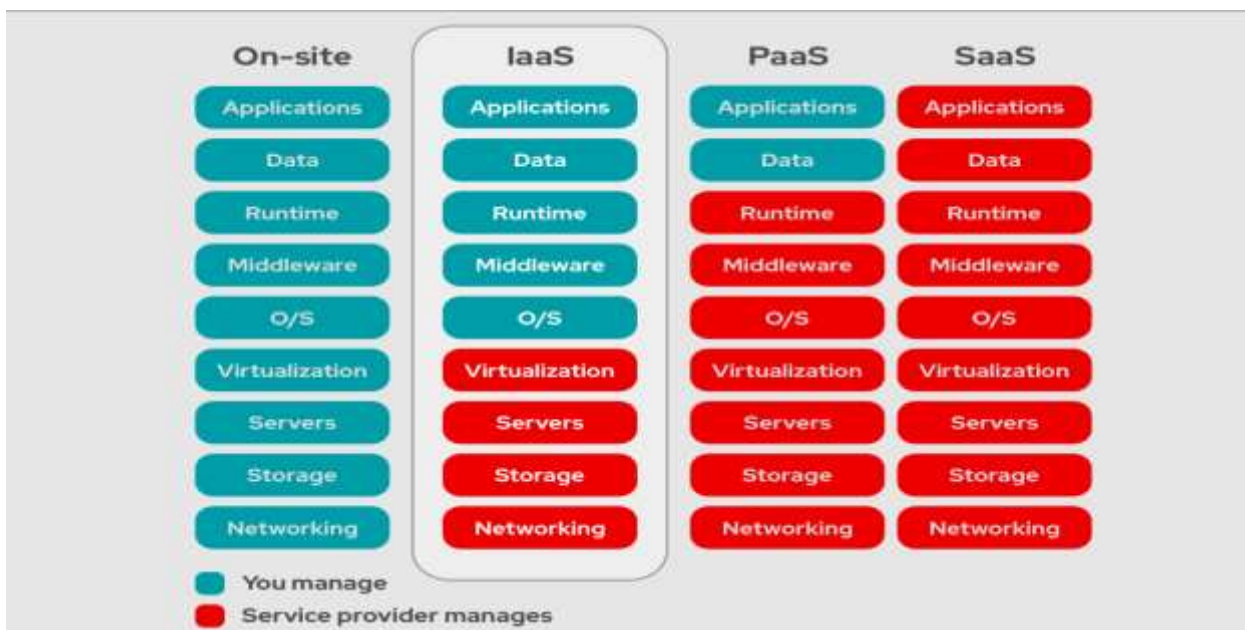
IaaS-palveluiden keskeisiä etuja ovat joustavuus ja skaalautuvuus, sillä asiakkaat voivat hankkia ja maksaa vain tarvitsemansa resurssit sekä mukauttaa niitä liiketoimintatarpeidensa mukaan. Lisäksi palveluntarjoaja huolehtii infrastruktuurin ylläpidosta, päivityksistä ja tietoturvasta, mikä vapauttaa asiakkaat näistä tehtävistä (Oracle, 2025).

### 4.3 Platform-as-a-Service

Platform-as-a-Service(PaaS) on pilvipalvelumalli, jossa palveluntarjoaja tarjoaa kehittäjille valmiin ympäristön sovellusten kehittämiseen, suorittamiseen ja hallintaan ilman, että heidän tarvitsee huolehtia taustalla olevasta infrastruktuurista. PaaS sisältää käyttöjärjestelmän, tietokannat, web-palvelimet ja kehitystyökalut, jotka ovat valmiiksi konfiguroituja ja ylläpidettyjä. Näin ollen kehittäjät voivat keskittyä sovelluksen logiikkaan ja toiminnallisuuteen ilman tarvetta hallita palvelimia tai tallennustilaa (Alfame, 2025).

PaaS-palveluiden merkittäviä etuja ovat nopeampi kehitysaika, koska ympäristö on valmiiksi määriteltä, sekä skaalautuvuus, joka mahdollistaa resurssien automaattisen mukauttamisen kysynnän mukaan. Lisäksi palveluntarjoaja vastaa infrastruktuurin ylläpidosta, tietoturvasta ja päivityksistä, mikä vähentää kehittäjien hallinnollista taakkaa (Oracle, 2025).

PaaS eroaa muista pilvipalvelumalleista, kuten IaaS:sta ja SaaS:sta siten, että esimerkiksi IaaS-mallissa käyttäjät hallinnoivat käyttöjärjestelmiä ja sovelluksia, kun taas SaaS-mallissa käyttäjät käyttävät valmiita ohjelmistoja ilman mahdollisuutta muokata niiden toimintaympäristöjä. PaaS sijoittuu näiden kahden välimaastoon, tarjoten kehittäjille laajemmat mahdollisuudet sovellusten ja järjestelmien mukauttamiseen ilman oman laitteiston ja infrastruktuurin hallinnan ja ylläpidon vaatimuksia.



Kuvio 1. IaaS, PaaS, SaaS (RedHat 2022)

## 5 Palvelualustat

### 5.1 AWS

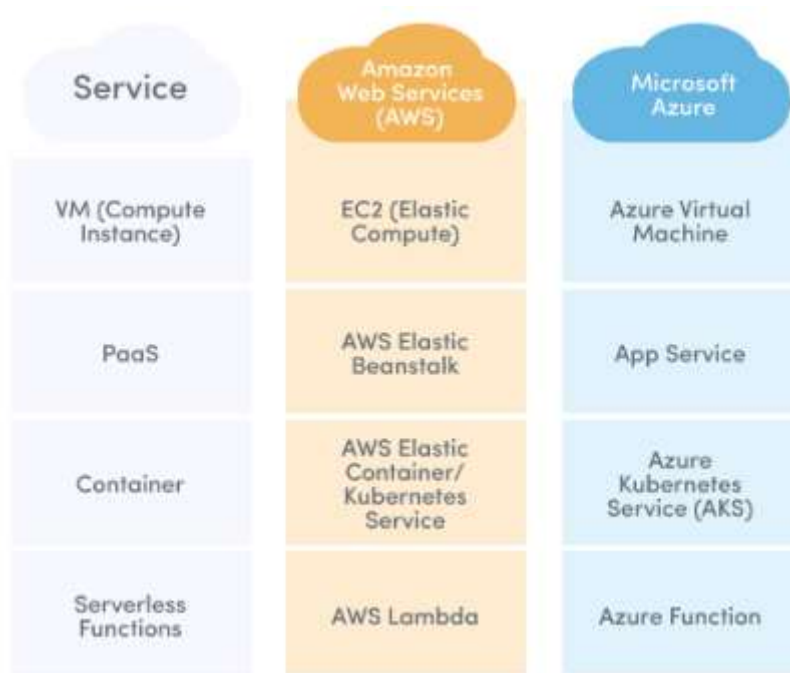
Amazon Web Services eli AWS on Amazonin tarjoama pilvipalvelu-alusta ja on samalla maailman suurin pilvipalveluiden tarjoaja. AWS tarjoaa palveluntarjoajista laajimman valikoiman palveluita käyttökohtaisella hinnoittelumallilla Internetissä kuten tallennustilaa, laskentatehoa, tietokantoja sekä koneoppimispalveluita. AWS tarjoaa sekä yrityksille että yksittäisille käyttäjille sovellusten tehokasta hallinnointia, tietojen turvallista tallentamista sekä laajan valikoiman työkaluja ja palveluita, jotka parantavat IT-resurssien hallinnan joustavuutta. AWS:n historia alkoi Simple Storage Servicen(Amazon S3) julkaisusta, mikä mullisti tallennustilan skaalautuvan hallinnan. Tehokkaiden laskenta- ja tallennuspalveluiden kehittäminen ja niiden vuokraaminen auttoi monia startup-yrityksiä ja käyttäjiä tarjoamalla palveluitaan murto-osalla siitä mitä fyysisten laitteiden ylläpito ja asennus olisi tullut maksamaan. Toinen suuri innovaatio, minkä Amazon on tuonut markkinoille on vuonna 2014 julkaistu AWS Lambda, mikä oli ensimmäisiä FaaS(Function as a Service) -pilvipalveluita. (Introduction to Amazon Web Services, 2025)

### 5.2 Microsoft Azure

Microsoft Azure on Microsoftin kehittämä julkinen pilvipalvelualusta, joka mahdollistaa erilaisten sovellusten ja palveluiden rakentamisen, käytön ja hallinnan globaalin datakeskusverkoston kautta. Azure tarjoaa laajan valikoiman palveluita, kuten tallennusratkaisuja, tietokantoja sekä analytiikka- ja tekoälypalveluita, joiden avulla organisaatiot voivat skaalata ja optimoida IT-ympäristöjään tarpeidensa mukaisesti ja se onkin maailman tämän hetken toiseksi käytetyin pilvipalveluidentarjoaja. Pilvipalveluiden joustavuus ja skaalautuvuus ovatkin keskeisiä etuja verrattuna perinteisiin IT-ratkaisuihin. Azure tukee sekä Infrastructure as a Service(IaaS)-mallia, jossa käyttäjät voivat hallita virtuaalikoneita ja muita järjestelmän osia portaalin kautta, että Platform as a Service(PaaS)-mallia, joka mahdollistaa sovellusten kehittämisen ilman tarvetta huolehtia fyysisistä laitteista ympäristön toiminnan takaamiseksi. Tietoturva ja tietosuojakäytännöt ovat olennainen osa Azurea. Microsoft hyödyntää monikerroksisia tietoturvatyökaluja, kuten monitasoista salausta, uhkientorjuntamekanismeja ja pääsynhallintaratkaisuja, joiden avulla organisaatiot voivat suojata tietonsa ja sovelluksensa kyberuhkilta (Microsoft, 2023). Lisäksi Azure on yhteensopiva monien kansainvälisten tietoturvastandardien, kuten ISO 27001 ja GDPR:n, kanssa, mikä tekee siitä houkuttelevan ja suosituksen valinnan erityisesti yrityskäyttöön. (Introduction to Microsoft Azure 2025)

## 6 Laskentapalvelut

Pilvipalvelut ovat keskeinen osa modernia IT-infrastruktuuria, ja suurimmat palveluntarjoajat – Amazon Web Services (AWS) ja Microsoft Azure tarjoavat laajan valikoiman ratkaisuja eri käyttö-tarkoituksiin. Tässä vertailussa keskitytään neljään keskeiseen palvelutyyppiin: **Virtuaalikoneet (VM)**, **Platform as a Service (PaaS)**, **konttialustat** ja **Serverless-funktiot**.



Kuvio 2. Laskentapalvelut (Wickramasinghe, S 2024) (muokattu)

### 6.1 Virtuaalikoneet (Compute Instances)

Virtuaalikone, josta yleensä käytetään lyhennettä VM (Virtual Machine) on ohjelmistopohjainen tietokone, joka toimii erillisenä ympäristönä fyysisen isäntäjärjestelmän eli esimerkiksi palveluntarjoajan resurssien avulla. Virtuaalikoneet perustuvat virtualisointiin, joka on prosessi, jossa luodaan ohjelmistopohjainen eli ”virtuaalinen” versio tietokoneesta, jossa on omistettu määrä suorittinta, muistia ja tallennustilaa, jotka on ”lainattu” fyysiseltä isäntäkoneelta. (Virtual machines: virtual computers within computers n.d) Tällaisia koneita voivat olla esimerkiksi käyttäjän henkilökohtainen tietokone tai etäpalvelin, joka sijaitsee palveluntarjoajan tietokeskuksen konesalissa. Virtuaalikone on tietokonetiedosto, jota kutsutaan tyypillisesti kuvaksi, ilmentymäksi tai instans-

siksi ja joka käyttäytyy kuin todellinen tietokone. Se voi toimia ikkunassa erillisenä laskentaympäristönä tai jopa toimia käyttäjän koko tietokonekokemuksena, kuten on yleistä useissa työtietokoneissa. Virtuaalikoneet on osioitu irti muusta järjestelmästä, mikä tarkoittaa, että virtuaalikoneen sisällä oleva ohjelmisto ei voi häiritä isäntätietokoneen ensisijaista käyttöjärjestelmää. Virtuaalikoneet tarjoavat joustavuutta ja hallinnan, sillä käyttäjä voi määrittää käyttöjärjestelmän, resurssit ja sovellusympäristön omien tarpeidensa mukaisesti.

## AWS EC2 (Elastic Compute)

Amazonin Elastic Compute Cloud(EC2) tarjoaa on-demand, skaalautuvaa laskentakapasiteettia AWS Cloudissa. EC2:n käyttäminen vähentää laitteistokustannuksia, mikä nopeuttaa ohjelmien kehittämistä ja käyttöönottoa. EC2 ei rajoita virtuaalipalvelimien määrää vaan Instansseja voi käynnistää niin monta kuin käyttäjä sillä hetkellä vaatii. EC2-ilmentymä on virtuaalinen palvelin AWS-pilvessä. Kun ilmentymä käynnistetään, määritetyn ilmentymän tyyppi määrittää ilmentymän käytettävissä olevan laitteiston. Jokainen Amazonin tarjoama ilmentymätyyppi tarjoaa erilaisen laskenta-, muisti-,verkko- ja tallennusresurssien tasapainon Helppo skaalautuvuus ja lukuisat ilmentymien tyypit, jotka sopivat moneen eri käyttötarkoitukseen ovatkin EC2:n suurimpia vahvuuksia. (What is Amazon EC2? n.d)

### Current generation instances

For the best performance, we recommend that you use the following instance types when you launch new instances. For more information, see [Amazon EC2 Instance Types](#).

- **General purpose:** M5 | M5a | M5ad | M5d | M5dn | M5n | M5zn | M6a | M6g | M6gd | M6i | M6id | M6idn | M6in | M7a | M7g | M7gd | M7i | M7i-flex | M8g | Mac1 | Mac2 | Mac2-m1ultra | Mac2-m2 | Mac2-m2pro | T2 | T3 | T3a | T4g
- **Compute optimized:** C5 | C5a | C5ad | C5d | C5n | C6a | C6g | C6gd | C6gn | C6i | C6id | C6in | C7a | C7g | C7gd | C7gn | C7i | C7i-flex | C8g
- **Memory optimized:** R5 | R5a | R5ad | R5b | R5d | R5dn | R5n | R6a | R6g | R6gd | R6i | R6idn | R6in | R6id | R7a | R7g | R7gd | R7i | R7iz | R8g | U-6tb1 | U-9tb1 | U-12tb1 | U-18tb1 | U-24tb1 | U7i-6tb | U7i-8tb | U7i-12tb | U7in-16tb | U7in-24tb | U7in-32tb | U7inh-32tb | X1 | X1e | X2gd | X2idn | X2iedn | X2iezn | X8g | z1d
- **Storage optimized:** D2 | D3 | D3en | H1 | I3 | I3en | I4g | I4i | I7i | I8g | I4gn | I54gen
- **Accelerated computing:** DL1 | DL2q | F1 | F2 | G4ad | G4dn | G5 | G5g | G6 | G6e | Gr6 | Inf1 | Inf2 | P2 | P3 | P3dn | P4d | P4de | P5 | P5e | P5en | Trn1 | Trn1n | Trn2 | Trn2u | VT1
- **High-performance computing:** Hpc6a | Hpc6id | Hpc7a | Hpc7g

Kuvio 3. AWS-ilmentymät (What is Amazon EC2? n.d)

## Azure Virtual Machine

Azure-virtuaalikoneet ovat yksi useista Azuren tarjoamista on-demand skaalautuvista laskentaresursseista. Azure Virtual Machine-palvelu antaa käyttäjälle vapauden luoda omanlaisensa virtuaalikoneen, jossa käyttäjä valitsee resurssien määrät itse. Tämä kuitenkin tarkoittaa, että käyttäjän pitää pystyä valitsemaan tarvitsemansa ja tietää, kuinka suuren määrän esimerkiksi muistia ja laskentatehoa kukin virtuaalikone tarvitsee. Käytetyn virtuaalikoneen koko määräytyy suoritettavan työmäärän mukaan. Valittu koko määrää sitten sellaiset tekijät kuin prosessointiteho, muisti, tallennuskapasiteetti ja verkon kaistanleveys. Azure tarjoaa laajan valikoiman kokoja, jotka tukevat monenlaisia käyttäjiä. Azure veloittaa tuntihinnan virtuaalikoneen koon ja käyttöjärjestelmän mukaan. Osatunneista Azure veloittaa vain käytetyistä minuuteista. Virtuaalikoneen säilytys laskutetaan myös erikseen. Azure myös rajoittaa käyttäjien virtuaalikoneiden määrää ja nykyinen tilauskohtainen raja on 20 virtuaalikonetta aluetta kohden. Näitä rajoja voi kuitenkin tarvittaessa nostaa jättämällä tukipyynnön Azuren asiakaspalveluun. (Virtual machines: virtual computers within computers n.d)

## 6.2 PaaS (Platform as a Service)

PaaS-palvelut helpottavat sovellusten kehittämistä ja käyttöönottoa, sillä ne tarjoavat valmiin infrastruktuurin ja hallintatyökalut. PaaS-palveluiden päätavoite on tarjota käyttäjille valmiiksi toimiva alusta jonka päälle käyttäjät voivat halutessaan rakentaa omanlaisensa ympäristön tai sovelluksen.

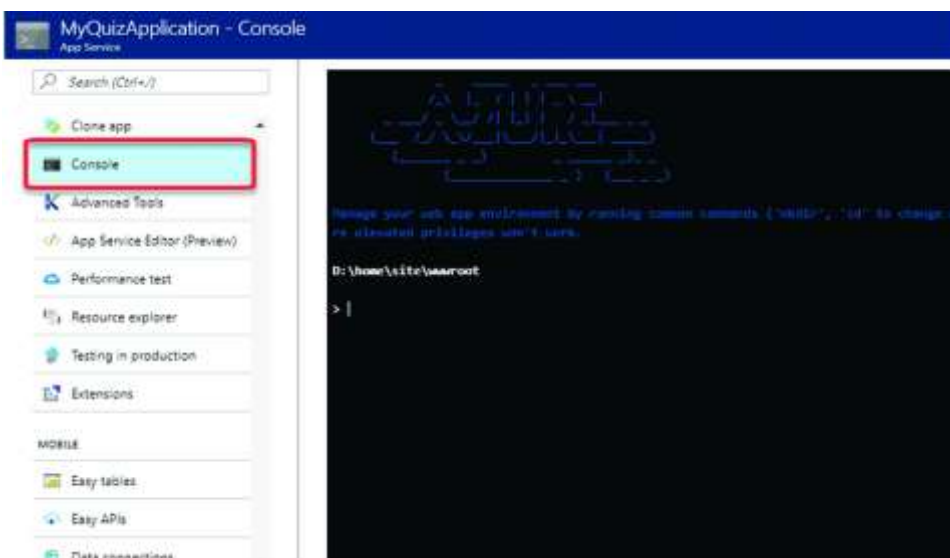
### AWS Elastic Beanstalk

Elastic Beanstalk On Amazonin Cloudissa tarjottava palvelu, joka mahdollistaa sovelluksien käyttöönoton ja hallinnan ilman, että käyttäjän tarvitsee itse selvittää, minkälaisen kokoonpanon sovelluksen pyörittäminen tarvitsee. Beanstalk käsittelee automaattisesti kapasiteetin lisäämisen, kuormituksen tasapainotuksen, skaalauksen ja sovelluksen kunnon valvonnan, mikä tekee siitä hyvän ratkaisun esimerkiksi sovelluskehittäjille, jotka eivät omaa backend-puolen osaamista ja haluavat vain alustan, missä sovellusta voi kehittää ilman oman infrastruktuurin tuomia rajoituksia. Elastic Beanstalk tukee Go-, Java-, .NET-, Node.js-, PHP-, Python-, ja Ruby-kielillä kehitettyjä sovelluksia sekä myös Docker-alustoja. Docker-säiliöiden avulla kehittäjä voi valita oman ohjelmointikielensä sekä sovellusriippuvuudet, joita muut Elastic Beanstalk-alustat eivät välttämättä tue. Kun sovellus

otetaan käyttöön Elastic Beanstalk rakentaa valitun tuetun alustaversioon ja tarjoaa yhden tai useamman AWS-resurssin, kuten EC2-esiintymän AWS-tilillesi sovelluksesi suorittamista varten. Elastic Beanstalkia käytetään sen omalla ohjauspaneelilla, mutta vuorovaikutus onnistuu myös AWS-komentokehotteen sekä eb:n eli korkean tason komentokehotteen kautta, joka on suunniteltu erityisesti Elastic Beanstalkin käyttöön. (What is AWS Elastic Beanstalk? n.d)

## Azure App Service

Azure App Service on HTTP-pohjainen palvelu verkkosovellusten, REST-sovellusliittymien ja mobiililaitteiden isännöintiin. Kuten Elastic Beanstalk se tarjoaa sovelluskehittäjille valmiin alustan, minkä päälle rakentaa sovelluksensa. App Service tarjoaa sovellukselle parannetun suojauksen, kuormituksen tasapainotuksen, automaattisen skaalauksen ja automatisoidun hallinnan. Lisäksi kehittäjät voivat hyödyntää sen DevOps-ominaisuuksia, kuten jatkuvaa käyttöönottoa Azure DevOpsista, GitHubista, Docker Hubista ja muista lähteistä, pakettien hallintaa, vaiheistusympäristöjä, mukautettuja toimialueita ja TS/SSL-varmenteita. App Servicellä sovellukset toimivat ja skaalautuvat sekä Windows, että Linux-pohjaisissa ympäristöissä. App Service tukee .NET Core, Java, Node.js, Python ja PHP-kielillä ohjelmoituja sovelluksia, mutta sen lisäksi on mahdollista suorittaa skriptejä myös PowerShellillä ja Linuxin Bash-komennoilla App Servicen omalla komentokonsolilla. (App Service overview 2025)



Kuvio 4. App Service-komentokehote (App Service overview 2025)

## 6.3 Konttialustat (Container Services)

Konttialustat mahdollistavat konttipohjaisten sovellusten hallinnan ja skaalaamisen tehokkaasti.

### AWS Elastic Container Service / Kubernetes Service

Amazon Elastic Container Service eli ECS on täysin hallittu konttien organisointipalvelu, jonka avulla voit helposti ottaa käyttöön, hallita ja skaalata konttisovelluksia. Täysin hallittavana palveluna Amazon ECS sisältää sisäänrakennetun AWS-määrittelyn ja toiminnan parhaat käytännöt. Se on integroitu sekä AWS-työkaluihin, kuten Amazon Elastic Container Registry, että kolmannen osapuolen työkaluihin, kuten Docker. Tämä integraatio helpottaa kehittäjien keskittymistä sovellusten rakentamiseen ympäristön hallinnoinnin sijaan. ECS:llä voi ajaa ja skaalata säilön työkuormia AWS-alueilla pilvessä ja paikan päällä ilman ohjaustason hallinnan monimutkaisuutta. (What is Amazon Elastic Container Service? n.d)

Amazon ECS:ssä on kolme kerrosta:

**kapasiteetti:** infrastruktuuri, jossa kontit toimivat

**Ohjain:** konteissa toimivien sovellusten käyttöönotto ja hallinta

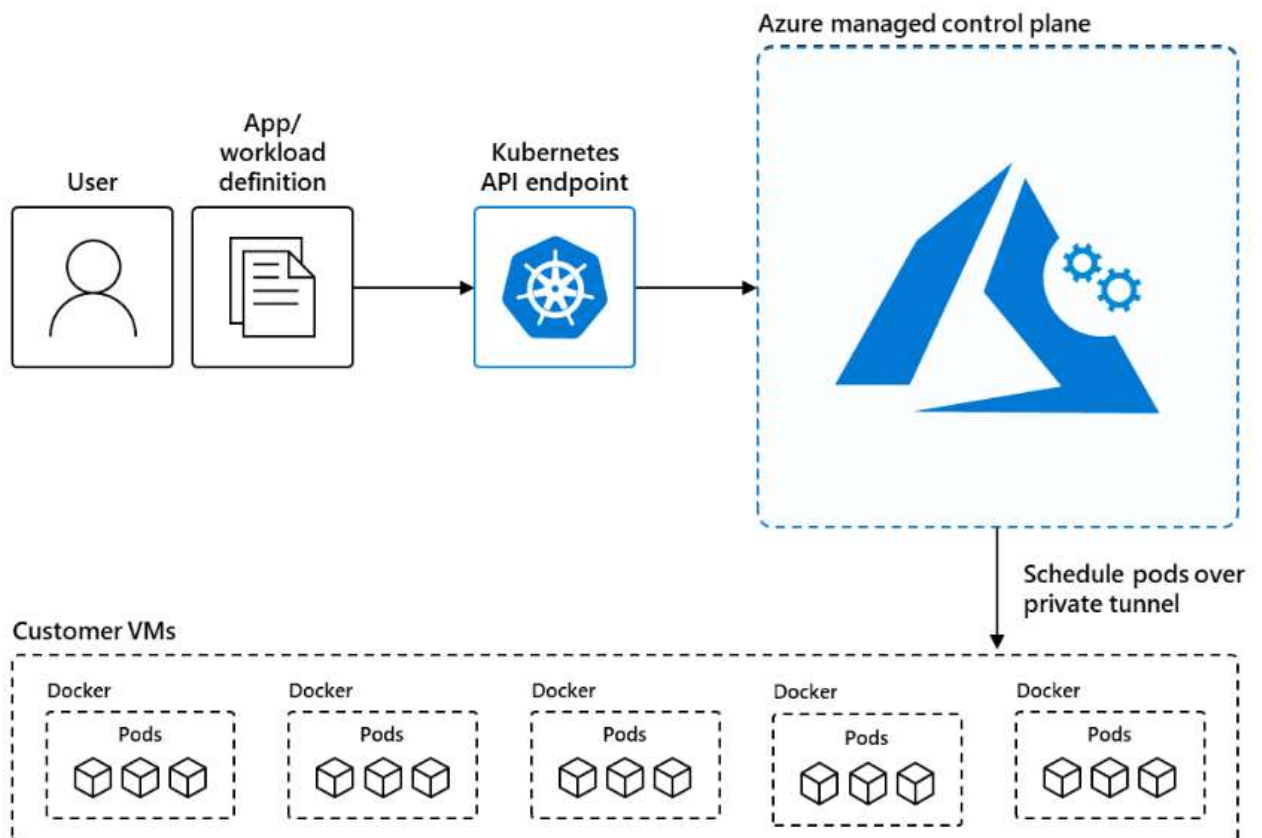
**Käyttöönotto:** työkalut, joiden avulla voi liittää ajoittimen käyttöön ja hallita sovelluksia ja kontteja



Kuvio 5. ECS-kerrokset(What is Amazon ECS? n.d)

## Azure Kubernetes Service (AKS)

Azure Kubernetes Service eli AKS on hallittu Kubernetes-palvelu, jonka avulla voi ottaa käyttöön ja hallita säilyttäviä sovelluksia. AKS:n käyttö ei vaadi käyttäjältä aikaisempaa kokemusta konttien hallinnoinnista. AKS vähentää Kubernetesin hallinnan monimutkaisuutta ja käyttökustannuksia siirtämällä suuren osan hallinnoinnista Azurelle. AKS tarjoaa korkeaa käytettävyyttä, skaalautuvuutta ja siirrettävyyttä vaativien konttisolujen käyttöönottoon ja hallintaan sekä sovellusten käyttöönottamiseksi useille alueille käyttämällä avoimen lähdekoodin työkaluja ja integroitaessa olemassa olevia DevOps-työkaluja. AKS:n käyttö aloitetaan luomalla oma AKS-klusteri, mikä sisältää kaikki Kubernetes-objektit ja resurssit, joita tarvitaan sovellusten suorittamiseen. Azure huolehtii kriittisistä toiminnoista, kuten kunnan seurannasta ja ylläpidosta ja käyttäjä maksaa vain sovelluksia suorittavista resursseista. Azure tarjoaa useita konttiratkaisuja, jotka on suunniteltu vastaamaan erilaisiin työkuormiin, arkkitehtuureihin ja liiketoiminnan tarpeisiin, joita hallitaan AKS-klusterissa. (What is Azure Kubernetes Service (AKS)? 2024)



Kuvio 6. Esimerkki AKS:n toiminnasta (What is Azure Kubernetes Service (AKS)? 2024)

## 6.4 Serverless-funktiot (Serverless Functions)

Serverless-palvelut tarjoavat mahdollisuuden ajaa koodia ilman, että käyttäjän tarvitsee huolehtia palvelininfrastruktuurista.

### AWS Lambda

AWS Lambda on todellinen avaimet käteen ratkaisu ohjelmistokehittäjille. Toisin kuin Elastic Beanstalkissa käyttäjä toimittaa vain haluamansa suoritettavan koodin alustalle tuetulla kielellä. Lambda hallitsee laskentatehoja ja tasapainottaa automaattisesti muistin, suorittimen, verkon ja muut resurssit koodin suorittamiseen. Tämä tarkoittaa että käyttäjä ei itse voi laskea tai nostaa ilmentymien määrää tai mukauttaa käyttöjärjestelmää haluamakseen vaan Lambda suorittaa operatiiviset ja hallinnolliset toiminnot. Lambdaa käytetään esimerkiksi palvelittomien taustaohjelmien, kuten web-, mobiili-, IoT- ja kolmannen osapuolen API-pyyntöjen käsittelyyn, reaaliaikaiseen suoratoistodatan sovellustoiminnan seurantaan, lokisuodatukseen, sosiaalisen median analyysiin sekä internetin laitetietojen telemetriaan ja mittaukseen. (What is AWS Lambda? n.d)

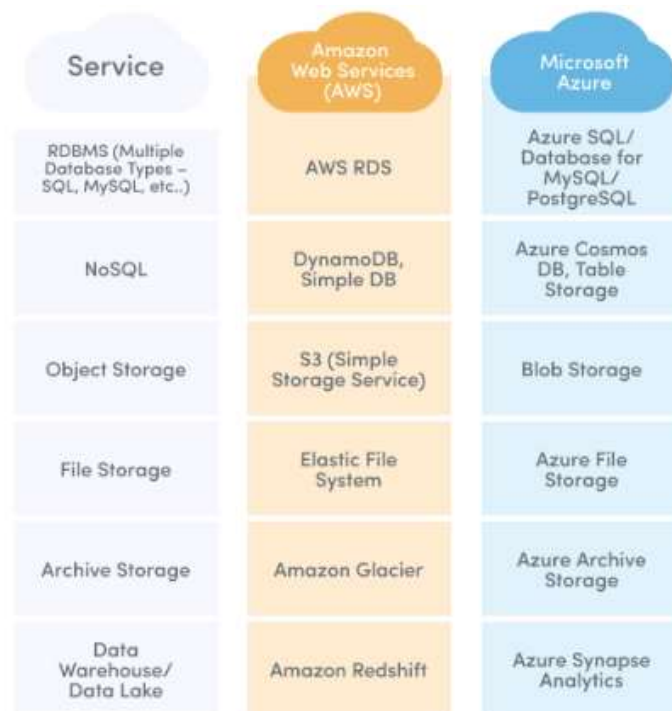
### Azure Functions

Azure Functions on Microsoftin kehittämä palvelimeton kehitysalusta, joka huolehtii kehitysympäristön pilvi-infrastruktuurista ja tarjoaa käyttäjälle automaattisesti skaalautuvan alustan ja vähentää resurssien hallinnasta aiheutuvaa vaivaa käyttäjälle. Azure Functions tukee natiivina yleisimpiä ohjelmointikieliä, kuten C#, Java, JavaScript, PowerShell ja Python mutta tarvittaessa järjestelmään voi integroida lisäosan, jolla voi suorittaa komentoja ei-natiivi-tutuilla kielillä kuten GO tai Rust.

Azure tarjoaa myös mahdollisuuden erilaisiin isännöinti vaihtoehtoihin Azure App Servicen kautta mikä mahdollistaa tarvittaessa Functions-projektin käytön ja suorittamisen esimerkiksi Docker-konteissa tai Kubernetes-palvelussa, missä käyttäjällä on suurempi mahdollisuus vaikuttaa käytettäviin resursseihin ja järjestelmän suorituskykyyn. (What is Azure Functions? 2025)

## 7 Pilvipohjaiset tietokanta- ja tallennuspalvelut

Pilvipalvelut tarjoavat monipuolisia ratkaisuja tietokantojen ja tallennusjärjestelmien hallintaan. Amazon Web Services (AWS) ja Microsoft Azure sisältävät useita vaihtoehtoja eri käyttötarkoituksiin, kuten relaatiotietokannat, NoSQL-ratkaisut, objektitallennus sekä arkistointi. Tämä kappale keskittyy neljään keskeiseen palvelukategoriaan: **relaatiotietokannat**, **NoSQL-tietokannat**, **objektitallennus ja tiedostotallennus**.



Kuvio 7. Tietokanta ja tallennuspalvelut (Wickramasinghe, S 2024) (muokattu)

Pilvitietokanta on tietokantapalvelu, joka on rakennettu ja jota käytetään pilvipalvelu-alustojen kautta. Se palvelee monia samoja toimintoja kuin perinteinen tietokanta pilvipalvelun joustavuuden lisäyksellä. Sovellustietojen hallinta suurissa mobiilikäyttäjien tai etälaitteiden verkoissa voi olla skaalautuvuuden ja käytettävyyden kannalta haastavaa. Ongelmana on, että useimmat perinteiset tietokannat vaativat päivityksen tapahtuakseen keskustietokannassa. Tämä voi aiheuttaa suorituskyvyn pullonkauloja ja estää sovelluksia toimimasta, jos yhteys päätietokantaan ei ole käytettävissä. Pilvitietokanta antaa organisaatioille mahdollisuuden työntää tietokannan pääsyn verkon kaukaisimpaan reunaan mobiililaitteille, etälaitteille, antureille ja Internet-yhteydessä oleville

tuotteille. Tämä parantaa skaalautuvuutta ja mahdollistaa sovellusten käytön jatkamisen myös offline-tilassa. (What is a NoSQL database? n.d)

Pilvitietokannat keräävät, toimittavat, replikoivat ja lähettävät organisaatioiden tietoja palveluntarjoajan pilvi-alustan kautta, jolloin organisaatiot voivat isännöidä ja hallita tietokantoja verkko-liittymän tai palveluntoimittajan tarjoaman sovellusliittymän(eng. API) kautta ostamatta erillistä laitteistoa tietokannan ylläpitoon.

## 7.1 Relaatietietokannat (RDBMS, SQL-pohjaiset tietokannat)

Relaatietietokannat tukevat perinteisiä SQL-pohjaisia tietokantamalleja, kuten MySQL ja PostgreSQL.

### **AWS RDS**

Amazon RDS on hallittu tietokantapalvelu, mikä tarkoittaa sitä, että se vastaa useimmista hallinto-tehtävistä tietokannan käyttöön liittyen, mikä vähentää mahdollisia käyttäjävirheitä sekä manuaalisen hallinnan tarvetta. Amazon RDS huolehtii ja hallinnoi varmuuskopioita, ohjelmistojen korjauksia, mahdollisten vikojen havainnointia sekä palautusta. Palvelu muistuttaa paljon aiemmin mainittua Amazon Elastic Compute Cloud(EC2)-palvelua, mutta erona on se, että EC2:ssa käyttäjä itse huolehtii laajemmin ympäristön optimoinnista, skaalauksesta varmuuskopioinnista ja käyttöjärjestelmästä, mikä altistaa käyttäjävirheistä johtuville ongelmille. (What is Amazon Relational Database Service (Amazon RDS)? n.d)

### **Azure SQL Database**

Azure SQL Database on Microsoftin tarjoama tietokantapalvelualusta(PaaS), joka hoitaa useimmat tietokannan hallintatoiminnot, kuten päivitykset, korjaukset, varmuuskopiot ja valvonnan ilman käyttäjän osallistumista. SQL-tietokantaa käytetään moniin nykyaikaisiin pilvisovelluksiin, koska sen avulla voi käsitellä sekä relaatiotietoja että ei-relaatorakenteita, kuten kaavioita, JSON-tiedostoja, spatiaalisia ja XML-tiedostoja. Azure SQL Database perustuu Microsoft SQL Server-tie-

tokantamoottorin uusimpaan versioon, joka mahdollistaa uusia edistyneempiä tiedonkäsittelyominaisuuksia kuten muistin sisäisiä tekniikoita ja älykästä kyselynkäsittelyä. (What is Azure SQL Database? 2025)

Azure tarjoaa palveluaan kahdessa eri ostomallissa:

vCore-pohjaisen ostomallin avulla käyttäjä voi valita vCore-yksiköiden määrän, muistin määrän sekä tallennustilan määrän ja nopeuden.

DTU-pohjainen ostomalli puolestaan tarjoaa valmiiksi optimoituja yhdistelmiä laskenta-, muisti- ja I/O-resursseja kolmessa palvelutasossa kevyistä raskaisiin tietokuormiin.

Näistä kahdesta vCore tarjoaa useita etuja verrattuna DTU-pohjaiseen malliin kuten, Korkeammat laskenta-, muisti-, i/O- ja tallennusrajoitukset, Laitteiston kokoonpanon vapaampi valinta, jotta se vastaa paremmin työkuorman laskenta- ja muistivaatimuksia, Parempi läpinäkyvyys laskentaa käyttävissä laitteistotiedoissa sekä mahdollisuuden varata resursseja käyttöön määräajaksi, minkä avulla käyttäjä saa merkittävän alennuksen laskentakustannuksista. (What is Azure SQL Database? 2025)

## 7.2 NoSQL-tietokannat

NoSQL-tietokannat on suunniteltu käsittelemään rakenteetonta tai puoli-rakenteista dataa, ja ne ovat optimoitu suorituskykyyn sekä skaalautuvuuteen. Termi NoSQL on lyhenne sanoista "Not only SQL" eli ei vain SQL, mikä viittaa ei-relaatiotietokantoihin, jotka tallentavat tiedot ei-taulukkomuodossa sääntöpohjaisten relaatiotaulukoiden sijaan, kuten relaatiotietokannat tekevät. NoSQL-tietokannat käyttävät joustavaa skeemamallia, joka tukee monenlaista jäsentämätöntä dataa, kuten asiakirjoja, avainarvoja, leveitä sarakkeita ja kaavioita. (What is a NoSQL database? n.d) Organisaatiot valitsevat NoSQL-tietokannat niiden joustavuuden, korkean suorituskyvyn, skaalautuvuuden ja kehittämisen helppouden vuoksi.

NoSQL-tietokantoja on viittä eri päätyyppiä:

### **Asiakirjatietokannat**

Asiakirjatietokannat, joita kutsutaan myös dokumenttipohjaisiksi tietokannoiksi tai dokumenttivarastoiksi, käytetään puolistrukturoidun tiedon tallentamiseen ja kyselyyn. Tiedot tallennetaan JSON-tyyppiseen dokumenttiin, joka on samanlainen kuin kehittäjien sovelluskoodissa käyttämät tieto-objektit, mikä helpottaa sovellusten luomista ja päivittämistä viittaamatta ensisijaiseen skeemaan. Asiakirjatietokantoja käytetään yleisimmin blogialustoille, verkkokauppaan, reaaliaikaiseen analytiikkaan tai sisällönhallintajärjestelmiin. (What is a NoSQL database? n.d)

### **Avainarvotietokannat**

Avainarvotietokannat, joita kutsutaan myös avainarvovarastoiksi ovat yksinkertaisin NoSQL-tietokannan tyyppi. Tiedot tallennetaan ”avainarvo”(engl. Key-Value)-rakenteeseen, jossa yksilöllinen avain yhdistetään arvon, kuten merkkijonon, luvun, loogisen arvon tai monimutkaisten objektien kanssa. Avainta käytetään siihen liittyvän arvon tallentamiseen tai hakemiseen. Avainarvo-tietokantoja käytetään yleisimmin käyttäjien asetuksiin, verkkokauppojen ostoskärryihin ja verkkosovellusten käyttäjäprofiileihin. (What is a NoSQL database? n.d)

### **Sarakepohjaiset tietokannat**

Sarakepohjaiset tietokannat tai laajasarakevarastot tallentavat ja lukevat tietoja riveissä ja ne on järjestetty sarakejoukoiksi. Vaikka sarakkeiden nimet ja muotoilu ovat samankaltaisia kuin reaali-tietokantojen taulukkomuodot, ne voivat vaihdella riveittäin yhden taulukon sarakkeissa. Ne ovat optimaalisia analytiikan käyttötapauksissa, joissa saatetaan joutua tekemään kyselyjä tietokannan tietyistä sarakkeista ja koota tietyn sarakkeen arvo nopeasti. Leveäsarakeisia tietokantoja käytetään yleisimmin katalogeissa, petosten havainnoinnissa ja suositusten haku-koneissa. (What is a NoSQL database? n.d)

## Graafitietokannat

Graafitietokannat järjestävät tiedot graafin solmuiksi (eng. node) keskittyen tietoelementtien väliin suhteisiin. Solmujen väliset yhteydet tallennetaan ensiluokkaisina elementteinä, mikä mahdollistaa tietosuhteiden monipuolisemman esityksen ja tarjoaa yksinkertaisempaa tallennusta ja navigointia. Graafitietokantoja käytetään yleisimmin suhteita kartoittavissa järjestelmissä, kuten sosiaalisen median alustat, varausjärjestelmät, petosten havaitsemisjärjestelmät ja logistiikka-sovellukset. (What is a NoSQL database? n.d)

## Muistissa olevat tietokannat

Muistissa olevat tietokannat tallentavat tiedot muistiin tarjotakseen erittäin alhaisen latenssin reaaliaikaisille sovelluksille. Redis ja Valkey ovat hyviä esimerkkejä muistissa olevista NoSQL-tietokannoista. Muistissa olevia tietokantoja käytetään yleisimmin välimuistiin, viestien lähettämiseen, suoratoistoon ja reaaliaikaiseen analytiikkaan. (What is a NoSQL database? n.d)

## AWS DynamoDB

Amazonin DynamoDB:ssä tietokanta on kokoelma taulukoita Taulukko on kokoelma kohteita ja jokainen kohde on kokoelma attribuutteja. Toisinkuin relaatiotietokannassa, jossa taulukolla on ennalta määrätty skeema, kuten taulukon nimi, ensisijainen avain, luettelo sen sarakkeiden nimistä ja niiden tietotyypeistä, DynamoDB:ssä tallennettu taulukko vaatii toimiakseen vain ensisijaisen avaimen ilman, että käyttäjän pitää määrittää kaikkien attribuuttien nimiä ja tietotyyppiä etukäteen. Hyvänä esimerkkinä DynamoDB:n käyttötapauksesta toimii tuoteluettelo-taulukko, jossa ensisijaisena avaimena on Id-attribuutti. Ensisijainen avain yksilöi jokaisen tuotteen yksilöllisesti, joten kahdella taulukon tuotteella ei voi olla samaa tunnusta. Tämän takia esimerkiksi erilaisia teollisuuden vara-osia ja tuotteita etsitään ja tallennetaan tuotenumeroilla, jolloin oikeiden osien löytäminen on varmempaa ja helpompaa. (Amazon DynamoDB n.d)

AmazonDB tukee seuraavia tietotyyppiä:

**Skalaarityypit:** numerot, merkkijonot, binäärit

**Moniarvoiset tyypit:** merkkijonojoukot, numerojoukot ja binäärijoukot

**Asiakirjatyytit:** Luettelot ja Kartat

Kuten aiemmin kerrottiin taulukko luodaan DynamoDB:ssä käyttämällä taulukon nimen lisäksi ensisijaista avainta eli Hash-avainta, joka koostuu yhdestä määritteestä, hash-attribuutista. DynamoDB rakentaa järjestämättömän hash-indeksin tälle ensisijaisen avaimen attribuutille, jolloin jokainen taulukon kohde pystytään tunnistamaan yksilöllisesti sen hash-avainarvon perusteella. (Amazon DynamoDB n.d) DynamoDB:tä hallitaan sen omasta DynamoDB-konsolista ja sen käyttöön löytyy perusteelliset ohjeet AWS:n omilta ohje-sivuilta.

## **Azure Cosmos DB**

Azuren Cosmos DB on Microsoftin kehittämä täysin hallittu NoSQL-, relaatio- ja vektoritietokanta, joka huolehtii tietokantojen hallinnasta, päivityksestä ja korjauksesta automaattisesti. Se tarjoaa käyttäjille tietoinfrastruktuurin esimerkiksi tekoälyagentin, digitaalisen kaupankäynnin, IoT-projektien ja varausjärjestelmien hallintaan. Azure Cosmos DB onkin suunniteltu erityisesti ratkaisuille, jotka käsittelevät valtavia tietomääriä ja lukevat sekä kirjoittavat tietohakuja globaalissa mittakaavassa minimaalisilla vasteajoilla. Azure Cosmos DB tukee lukuisia tietokantatyyppejä natiivina kuten NoSQL, MongoDB, PostgreSQL sekä Apachen Gremlin ja Cassandra. Se on myös helposti integroitavissa muihin Azuren palveluihin joita käytetään nykyaikaisessa sovelluskehityksessä, kuten Azure Functions, IoT Hub, AKS (Azure Kubernetes Service) ja App Service. Azure Cosmos DB tukee niin relaatio-, asiakirja-, vektori-, avainarvo-, kaavio- kuin taulukko-tietomalleja ja sen sovelluskehitystyökaluista löytyy tuetut versiot useille ohjelmointikieleille, kuten .NET:lle, Javalle, Node.js:lle ja Pythonille. Azure Cosmos DB on integroinnin helppouden ja nopean skaalautuvuutensa vuoksi hyvä vaihtoehto sellaisille käyttötapauksille, kuten vähittäiskaupan verkkosivut, IoT-laitteiden hallinta sekä tekoälyagentit. Tunnetuin tämänhetkinen asiakas tekoälyn puolelta lienee OpenAI, joka on tunnettu suositusta ChatGPT-palvelustaan. (Azure Cosmos DB - Database for the AI Era 2024)

### 7.3 Objektitallennus (Object Storage)

Objektitallennus on suunniteltu suurten datamäärien tallentamiseen ja tarjoaa joustavuutta skaalautuvuuden ja saavutettavuuden osalta.

#### AWS S3 (Simple Storage Service)

Amazon Simple Storage Service eli AWS S3 on Amazonin tarjoama skaalautuva ja suojattu objektien tallennustila. S3:sta käytetään siihen kuuluvan verkkopalveluliittymän kautta, jonka avulla käyttäjät voivat tallentaa ja noutaa minkä tahansa määrän tietoa mistä tahansa verkon kautta. Amazon ei peri S3:sen käytöstä vähimmäismaksua tai asennuskustannuksia vaan käyttäjä maksaa vain tosiasiallisesti käytetystä tallennustilasta. (What is Amazon S3? n.d)

S3:sen keskeisiä käsitteitä ovat Ämpärit ja Objektit. Ämpärit ovat säiliö objekteille ja Objektit ovat tallennettuja tietoja. Objektit voivat olla mitä tahansa tiedostotyyppiä, kuten kuvia, varmuuskopiotietoja, elokuvia tai asiakirjoja. Yhden Objektin koko on S3:ssa rajattu 5 Teratavuun, mutta yhdessä ämpärissä voi olla rajoittamaton määrä Objekteja. Jokaisella S3 objektilla on joukko avainpareja, jotka edustavat sen metatietoja. (What is Amazon S3? n.d)

Näitä metatietoja on kahdenlaisia:

Järjestelmän metatiedot, joita Amazon S3 käsittelee tunnistaakseen esimerkiksi objektin sisällön tyyppin ja koon.

Käyttäjän metatiedot joita S3 ei käsittele koskaan, mutta jotka tallennetaan ja palautetaan objektin mukana. Käyttäjän metatietojen enimmäiskoko objektissa on 2 kilotavua ja sekä avainten että niiden arvojen tulee olla US-ASCII-standardien mukaisia. (What is Amazon S3? n.d)

## Azure Blob Storage

Azure Blob Storage on Microsoftin tarjoama pilvitalennuspalvelu, joka on suunniteltu suurten datamäärien tallennukseen. Blob Storagessa datan ei tarvitse olla jäsenettyä. Tämä jäsentämätön eli strukturoimaton data on dataa, joka ei noudata tiettyä tietomallia tai määritelmää, kuten tekstiä tai binaaridataa. Blob Storage on suunniteltu esimerkiksi:

Kuvien tai asiakirjojen toimittamiseen suoraan selaimen, tiedostojen tallentamiseen hajautettua käyttöä varten, videoiden ja äänten suoratoistoon, lokitiedostojen kirjoittamiseen, tietojen tallentamiseen varmuuskopiointia ja palautusta, katastrofipalautusta ja arkistointia varten sekä tietojen tallentamiseen paikallisen tai Azuren-isännöimän palvelun analysoitavaksi

Käyttäjät tai asiakassovellukset voivat käyttää Blob Storagen objekteja http/HTTPS:n kautta mistä päin maailmaa tahansa. Blob Storagen objektit ovat käytettävissä Azuren Storage REST API:n, Azure Powershellin, Azure CLI:n tai Azure Storage-asiakaskirjaston kautta. Asiakaskirjastot ovat saatavilla eri kielille, mukaan lukien: .NET, Java, Node.js, Python ja Go. (Introduction to Azure Blob Storage 2023)

Blob Storageen voi myös muodostaa yhteyden käyttämällä SSH File Transfer Protocol(SFTP)-protokollaa ja asentaa Blob Storage säiliöitä käyttämällä Network File System(NFS)3.0-protokollaa.

Blob Storagessa on olemassa kolmea erilaista resurssia:

### Tallennustili

Tallennustilit, jotka ovat käyttäjän tekemiä tilejä, luovat yksilöllisen nimitilan Azuressa tiedoillesi(Introduction to Azure Blob Storage 2023). Jokaisella Blob Storageen tallennetulla objektilla on osoite, joka sisältää yksilöllisen tilin nimen. Tilin nimi ja Blob Storage-päätepiste yhdistelmä muodostaa täten tallennustilin objektien perusosoitteen. Jos tallennustilin nimi on esimerkiksi "mystorageaccount" niin Blob Storagen muodostama oletuspäätepiste olisi:

<http://mystorageaccount.blob.core.windows.net>.(Introduction to Azure Blob Storage 2023)

## Kontit

Kontit eli säilöt ovat paikkoja mihin tieto tallennetaan. Säilö järjestää joukon blobeja, jotka ovat samankaltaisia rakenteeltaan kuin tietojärjestelmän hakemisto. Yksi tallennustili voi sisältää rajoittamattoman määrän säilöjä ja yksi säiliö voi tallentaa rajoittamattoman määrän blobeja. (Introduction to Azure Blob Storage 2023)

## Blobit

Azure Storage tukee kolmea blob-tyyppiä:

Block blob, joihin tallennetaan tekstiä tai binaaridataa. Yhteen Block blobiin voi tallentaa jopa noin 190 TiB:n verran tietoa.

Append Blob on optimoitu erilaisiin liittämistoimintoihin ja niitä käytetään esimerkiksi lokitiedostojen keräämiseen virtuaalikoneista

Page blob tallentaa satunnaiskäyttötiedostoja, joiden koko on enintään 8 TiB. Page Blobit tallentavat virtuaalisen kovalevyn tiedostoja ja toimivat Azure-virtuaalikoneiden levyinä. (Introduction to Azure Blob Storage 2023)

## 7.4 Tiedostotallennus (File Storage)

Tiedostotallennus mahdollistaa jaettavan tiedostojärjestelmän käytön pilviympäristössä.

### AWS Elastic File System

Elastic File System(EFS) on Amazon Web Servicen tarjoama palvelimeton, joustava tiedostotallennustila, jonka kautta käyttäjät voivat jakaa tiedostotietoja ilman tallennuskapasiteettia ja suorituskykyä (What is Amazon Elastic File System? n.d). Amazon EFS on suunniteltu skaalautumaan tiedostojen määrästä tai koosta riippumatta häiritsemättä samassa pilvessä toimivia sovelluksia. Amazon EFS:ää käytetään yksinkertaisen verkkoliittymän kautta, jonka avulla käyttäjä voi luoda ja määrittää tiedostojärjestelmiä nopeasti ja helposti. Palvelu hallitsee tiedostojen tallennusinfrastruktuuria, mikä tarkoittaa, että käyttäjän ei tarvitse huolehtia tiedostojärjestelmäkoonpanojen

käyttöönoton, korjauksen ja ylläpidon monimutkaisuudesta. Käyttäjä voi halutessaan valita tallentaako tietonsa yhdelle saatavuusalueelle eli palvelimelle (One Zone) vai useammalle saatavuusalueelle, mikä takaa tiedon saatavuuden ja käytettävyyden vaikka yksi tai useampi AWS:n saatavuusvyöhyke olisi pois käytöstä. Amazon EFS tukee myös todennus-, valtuutus- ja salausominaisuuksia, joiden avulla käyttäjä voi salata tietonsa tiedonsiirron aikana sekä lepotilassa, jolloin tiedot ja metatiedot salataan automaattisesti ennen kuin ne kirjoitetaan tiedostojärjestelmään. (What is Amazon Elastic File System? n.d)

### **Azure File Storage**

Azure File Storage on Microsoftin pilvitalennusratkaisu nykyaikaisiin tiedontallennusskenaarioihin. Azure Storage tarjoaa erittäin saatavilla olevan, massiivisesti skaalautuvan, kestävän ja suojatun tallennustilan erilaisille pilven tieto objekteille (Introduction to Azure Storage 2025). File Storageen tallennetut tiedot ovat käytettävissä kaikkialla maailmassa http- tai https-yhteyden kautta. Kaikki File Storageen tallennetut tiedot salataan automaattisesti palvelun toimesta ja käyttäjällä on valtuudet määrittää, kenellä on pääsy tietoihin. File Storagea käytetään esimerkiksi tekstin ja binääritiedon, Blobsien eli objektivarastojen tai virtuaalikonekonttien tallennukseen. File Storagea hallinnoidaan joko komentokehotteen tai Azure-portaalin kautta, joka tarjoaa graafisen käyttöliittymän tietojen hallintaan. (Introduction to Azure Storage 2025)

## 8 Verkko- ja tietoliikennepalvelut

Modernien pilvipalveluiden toiminnan kannalta verkko- ja tietoliikennepalvelut muodostavat keskeisen osan infrastruktuuria. Amazon Web Services (AWS) ja Microsoft Azure tarjoavat kattavan valikoiman verkkopalveluita, joiden avulla voidaan toteuttaa turvallisia, skaalautuvia ja suorituskykyisiä pilviympäristöjä. Alla esitetään keskeisten verkkopalveluiden vertailu eri pilvialustojen välillä.

| Service         | Amazon Web Services (AWS)               | Microsoft Azure                      |
|-----------------|---|--------------------------------------|
| Virtual Network | Virtual Private Cloud (VPC)             | Virtual Network (Vnet)               |
| Load Balancing  | Elastic Load Balancer                   | Azure Load Balancer                  |
| Firewall        | AWS Firewall / Web Application Firewall | Azure Firewall                       |
| DNS             | Route 53                                | Azure DNS                            |
| CDN             | Amazon CloudFront                       | Azure Content Delivery Network (CDN) |

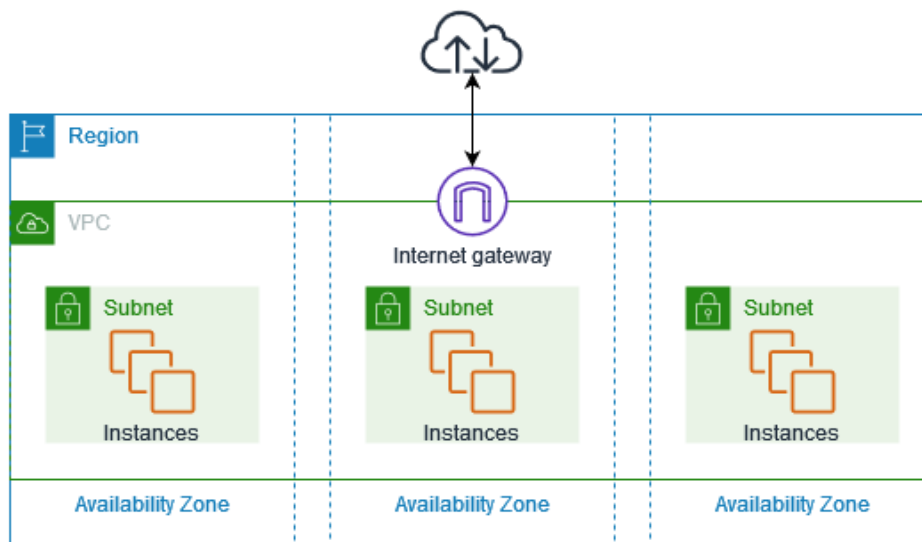
Kuvio 8. Verkkopalvelut (Wickramasinghe, S 2024) (muokattu)

## 8.1 Virtuaaliverkko (Virtual Network)

Virtuaaliverkot mahdollistavat eristetyn ja hallitun verkkoarkkitehtuurin pilvipalvelussa.

### AWS Virtual Private Cloud (VPC)

Amazon Virtual Private Cloud on palvelu, jonka avulla käyttäjä voi käynnistää AWS-resursseja eristetyssä virtuaaliverkossa, jonka käyttäjä on itse määrittänyt (What is Amazon VPC? n.d) Tämä virtuaalinen verkko muistuttaa hyvin paljon perinteistä verkkoa, mutta sen lisäksi siinä on AWS:n skaalautuvan infrastruktuurin käyttöetuja. Alla olevassa kaaviossa on esimerkki VPC:stä, jossa VPC:llä on yksi aliverkko(Subnet) kussakin alueen saatavuusvyöhykkeessä(Availability Zone). Jokaisessa aliverkossa on omat EC2-esiintymänsä(Instances), jotka voivat olla esimerkiksi virtuaalitietokoneita sekä internet yhdyskäytävä, joka mahdollistaa viestinnän VPC:n resurssien ja Internetin välillä(What is Amazon VPC? n.d).



Kuvio 9. VPC esimerkki (What is Amazon VPC? n.d)

Käyttäjällä pystyy siis luomaan kokonaan oman ympäristönsä VPC:llä ja määrittää itse aliverkot, ip-osoitteet, yhdyskäytävät ja reitit ilman fyysisiä laitteita ja niiden tuomaa ylläpito taakkaa. Amazon ei peri VPC:n käytöstä lisämaksua, mutta jotkin VPC-komponentit, kuten NAT-yhdyskäytävät, ip-osoitteiden hallinta, liikenteenpeilaus ja verkon käyttöanalyysi, ovat maksullisia. Myös julkiset IP-osoitteet ovat VPC:llä maksullisia tosin Amazon tarjoaa rajoitetusti ilmaista käyttöaika IP-osoitteille ennen kuin niiden käytöstä aletaan laskuttamaan. AWS:llä yhden julkisen IPv4-osoitteen tuntihinta on 0.005 Dollaria eli 0,0044 Euroa tunnilta. (What is Amazon VPC? n.d)

## Azure Virtual Network (VNet)

Azure Virtual Network on palvelu, joka tarjoaa perustavanlaatuisen ympäristön yksityisten verkkojen rakennukselle Azuressa (What is Azure Virtual Network? 2025). Palvelun esiintymä eli virtuaalinen verkko mahdollistaa monentyyppisten Azure-resurssien kommunikoinnin turvallisesti keskenään Internetin ja paikallisten verkkojen kanssa (Microsoft 2025). VNet-verkossa käyttäjät voivat luoda virtuaalikoneita sekä muun tyyppisiä Azure-resursseja, kuten App Service, Azure Kubernetes Service ja Azure SQL Database. VNetissä käyttäjillä on myös mahdollisuus luoda omia aliverkkoja, suodattaa ja reitittää verkkoliikennettä sekä määrittää Azure-resurssien kommunikointia keskenään. Käyttöön otettavien Azure-resurssien määrällä on kuitenkin rajansa ja Azure rajoittaa esimerkiksi virtuaaliverkkojen määrän tuhanteen per käyttäjä per saatavuus-alue. (What is Azure Virtual Network? 2025) Näistä rajoituksista ja hinnoittelusta löytyy yksityiskohtaiset taulukot ja laskurit Microsoft Learn-sivustolta kuten alla olevassa kuviossa (Kuvio 5) on nähtävissä.

| Resource   | Limit   |
|--|---------|
| Virtual networks   | 1,000   |
| Subnets per virtual network  | 3,000   |
| Virtual network peerings per virtual network   | 500     |
| Virtual network gateways (VPN gateways) per virtual network  | 1       |
| Virtual network gateways (ExpressRoute gateways) per virtual network   | 1       |
| DNS servers per virtual network  | 20      |
| Private IP addresses per virtual network   | 65,536  |
| Total Private Addresses for a group of Peered Virtual networks   | 128,000 |
| Private IP addresses per network interface   | 256     |
| Private IP addresses per virtual machine   | 256     |
| Public IP addresses per network interface  | 256     |
| Public IP addresses per virtual machine  | 256     |
| Concurrent TCP or UDP flows per NIC of a virtual machine or role instance  | 500,000 |
| Network interface cards  | 65,536  |
| Network Security Groups  | 5,000   |
| NSG rules per NSG  | 1,000   |
| IP addresses and ranges specified for source or destination in a security group (The limit applies separately to source and destination) | 4,000   |

Kuvio 10. Azure Verkkorajoitukset per käyttäjä (What is Azure Virtual Network? 2025)

## 8.2 Kuormantasaus (Load Balancing)

Kuormantasaajat jakavat liikennettä automaattisesti usean palvelimen tai resurssin välillä, mikä parantaa saatavuutta ja suorituskykyä. Kuormituksen tasapainottaminen on välttämätöntä pilviympäristöissä, joissa on useita verkkopalveluita. Load Balancer eli suomeksi kuormantasaaja on palvelu, minkä tehtävä on jakaa ja tasapainottaa saapuvaa sovellusliikennettä eri kohteiden, kuten Virtuaalikone-esiintymien, kesken. Load Balancerin avulla kehittäjät voivat reitittää ja määrittää saapuvaa liikennettä Palveluntarjoajan pilvessä loppukäyttäjien ja sovellusten välillä (AWS Load Balancer Definition. n.d) Tämä lisää käyttäjäsovellusten vikasietoisuutta ja käytettävyyttä. Toinen tärkeä Load Balancerin ominaisuus on esiintymien ja muiden kohteiden tilan valvonta, missä Load Balancer tunnistaa vioittuneet ja korruptoituneet esiintymät tai kohteet ja reitittää liikenteen automaattisesti uudelleen käyttämällä terveitä esiintymiä. (AWS Load Balancer Definition. n.d) Sekä Azuren Load Balancer, että AWS:n Elastic Load Balancer toimivat samoilla periaatteilla eikä niiden välillä ole merkittäviä eroja.

## 8.3 Palomuri (Firewall)

Palomuuripalvelut mahdollistavat verkkoliikenteen tarkastelun ja sääntöjen määrittämisen, joilla voidaan estää ei-toivottu liikenne. Palomuurit ovat kriittisiä komponentteja turvallisuusarkkitehtuurissa, ja ne tarjoavat tukea mm. IP-suodatukselle, sovellustason suojaukselle ja liikenteen valvonalle.

### AWS Firewall

AWS Firewall on Amazonin kehittämä ja ylläpitämä verkkopalomuri, jonka tehtävä on suojata ja suodattaa verkkoliikennettä käyttäjien Virtuaaliverkoissa(VPC). AWS:ssä palomuri sisältää käytettävyysvyöhykkeiden ja aliverkkojen määrittäykset, joihin palomuurin päätepisteet sijoitetaan (Filter

network traffic using AWS Network Firewall n.d). Se myös määrittää korkean tason asetukset, kuten palomuurin lokimääritykset ja AWS-palomuuriresurssien merkinnät. Käyttäjä pystyy itse määrittelemään palomuurin valvonta- ja suojauskäyttämisen Palomuurikäytännöillä, jotka määritellään palomuurisäännöissä. Nämä säännöt muodostavat sääntöryhmiä, joita käyttäjä voi sitten lisätä eri verkkojen palomuri käytäntöihin (Filter network traffic using AWS Network Firewall n.d). AWS:ssä jokaisella verkolla on omat palomuurinsa, joten sääntöjen ja käytäntöjen sulava muokattavuus eri verkkojen tarpeisiin on tärkeä ominaisuus esimerkiksi yrityksille, jotka käyttävät useampaa verkkoa eri saatavuusalueilla joko suljettuna tai julkisena verkkona samanaikaisesti. (Filter network traffic using AWS Network Firewall n.d)

## Azure Firewall

Azure Firewall on pilvipohjainen verkon palomuri turvapalvelu, joka tarjoaa uhkine suojauksen Azuren pilvityökaluille ja resursseille. Se on palveluna täysin tilallinen palomuri, joka sisältää sisäänrakennetun korkean käytettävyyden ja rajoittamattoman pilven skaalautuvuuden. Azure Firewall on saatavilla kolmessa eri tasossa: Basic, Standard ja Premium, joista Basic on suunniteltu pienille ja keskisuurille yrityksille ja se tarjoaa välttämättömän suojauksen edullisimpaan hintaan. Standard ja Premium tarjoavat lisäominaisuuksia liikenteen suojaukseen, kuten nopeamman ja tehokkaamman uhkien skannauksen sekä reaali-aikaisia päivityksiä uusimpien haitta-ohjelmien varalle. Azure Firewallia hallitaan Firewall Managerin kautta ja sen avulla käyttäjät voivat hallita useita tilauksia keskitetysti saman hallintapaneelin kautta. Azuressa palomuurien hinnoittelu laskutetaan käyttötuntien ja liikenteen määrän perusteella ja Azuren sivuilta löytyy hintalaskuri, jonka avulla yritykset voivat helposti valita itselleen sopivimman paketin käytön perusteella. (What is Azure Firewall 2025)

| Azure Firewall  | Basic                       | Standard                   | Premium                    |
|-----------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Deployment      | \$0.395 per deployment hour | \$1.25 per deployment hour | \$1.75 per deployment hour |
| Data Processing | \$0.065 per GB processed    | \$0.016 per GB processed   | \$0.016 per GB processed   |

Kuvio 11. Azure Firewall hinnoittelu (What is Azure Firewall? 2025) (muokattu)

## 8.4 DNS-palvelut (Domain Name System)

DNS eli Domain Name System on palvelu, joka vastaa verkkotunnusten nimien kääntämisestä IP-osoitteiksi ja ne tukevat usein myös dynaamista reititystä. DNS-palveluilla käyttäjä voi muun muassa määrittää verkkotunnusten suodatussääntöjä omiin sääntöryhmiinsä ja liittämään ne käyttäjän luomiin virtuaaliverkkoihin. Sekä Azurella että AWS:llä on omat DNS-palvelunsa, joiden avulla käyttäjät voivat suodattaa ja hallita sekä isännöidä omia verkkotunnuksiaan pilviympäristössä. Näitä palveluita kutsutaan nimillä Azure DNS ja AWS Route 53.

## 8.5 Sisällönjakeluverkko (CDN, Content Delivery Network)

CDN-palvelut mahdollistavat staattisen ja dynaamisen sisällön tehokkaan jakamisen maantieteellisesti hajautettujen palvelimien kautta. CDN:t auttavat parantamaan käyttäjäkokemusta nopeuttamalla sisällön latausta ja vähentämällä alkuperäispalvelimen kuormitusta. Amazonin tarjoama palvelu on nimeltään Amazon CloudFront ja Azuren vastaava on nimeltään Content Delivery Network eli CDN

AWS, Azure tarjoavat keskenään verrattavia verkkopalveluita, jotka ovat keskeisiä skaalautuvien ja turvallisten pilviympäristöjen toteutuksessa. Vaikka terminologia ja tarkemmat ominaisuudet vaihtelevat hieman palveluntarjoajien välillä, molemmat tarjoavat nykyaikaiset ratkaisut virtuaaliverkkoihin, kuormantasaukseen, palomuureihin, DNS-palveluihin ja sisällönjakeluun.

## 9 Vertailu

Vaikka AWS ja Azure muistuttavat paljon toisiaan perusominaisuuksien ja toimintojensa osalta, ne eroavat muista näkökohdista.

### Laskentatehon tarjonta ja käyttö

Ensisijainen ongelma tietojenkäsittelyssä on skaalautuvuus. AWS tarjoaa ratkaisuksi elastista pilvilaskentaa(EC2), jossa käytettävissä olevien resurssien määrä kasvaa tai pienentyy tarpeen mukaan joustavien pilvilaskentaresurssien varauksen seurauksena (What is Amazon EC2? n.d) Paikalliset klusterit tarjoavat vain osan resurssivarannosta, joka on kaikkien prosessien käytettävissä samanaikaisesti. EC2:lla käyttäjät voivat rakentaa virtuaalikoneita(VM), valita koneen ilmentymiä tai kuvia, jotka on valmiiksi määriteltyjä tai muokata ilmentymiä sekä muuttaa tarvittavien virtuaalikoneiden tehoa, kokoa ja muistia. Käyttäjät voivat myös valita tarvitsemansa virtuaalikoneiden määrän(What is Amazon EC2? n.d). Azure taas antaa käyttäjille mahdollisuuden luoda virtuaalikone virtuaalilevyiltä(VHD), mikä käyttää virtuaalisia mittakaavajoukkoja skaalautuvuuden ja kuormituksen tasapainotuksen mahdollistamiseksi (Virtual machines in Azure 2024). Suurin ero on, että EC2 voidaan räätälöidä eri käyttötarkoituksiin, kun taas Azure VM:t toimivat yhdessä muiden pilvikäyttönottotyökalujen kanssa.

### Pilvitalennustarjonta

Pilven käyttöönoton onnistuminen riippuu riittävästä tallennustilasta. Tässä suhteessa Azure ja AWS ovat lähes yhtä vahvoja, mutta niiden tarjonta on tässä suhteessa kuitenkin erilainen. AWS:llä on palveluita, kuten Amazon simple storage service(S3), elastic block store(EBS) ja Glacier, kun taas Azure Storage Services tarjoaa blob-tallennustilan, levytallennustilan ja vakioarkiston. AWS S3:n avulla käyttäjät voivat hyötyä skaalautuvasta, turvallisesta ja kestävästä tallennusratkaisusta jäsentelemättömiin ja strukturoituihin tiedonkäyttötapauksiin(What is Amazon S3? n.d). Sitä vastoin Azure tarjoaa tietojen tallennusta Azure-blogeissa, Azure-jonoissa, Azure-levyissä, Azure-taulukoissa ja Azure-tiedostoissa (Introduction to Azure Storage 2025). Molemmat tarjoavat äärettömän määrän sallittuja kohteita. AWS:llä on kuitenkin 5 teratavun objektikokorajoitus, kun taas Azurella on kyseinen raja on 4,75 teratavua.

## **Turvallisuus ja tietosuojaja**

AWS tekee erinomaista työtä turvallisten vaihtoehtojen asetusten valitsemisessa oletusarvoisesti, mikä takaa paremman yksityisyyden. Azure käyttää Microsoftin Cloud Defender-palvelua, joka on tekoälyyn perustuva palvelu, turvallisuuteen ja tietosuojaan ja suojaa käyttäjiä uusilta ja jo tiedossa olevilta uhilta. Azure-palvelut eivät kuitenkaan välttämättä ole oletuksena täysin turvallisia ja esimerkiksi virtuaalikoneiden esiintymien portit ovat käyttöön otettaessa oletuksena auki kaikelle liikenteelle ellei käyttäjä ole itse toisin määritellyt (Virtual machines in Azure 2024).

## **Dokumentaatio ja käytön yksinkertaisuus**

AWS tarjoaa yleisesti helpomman käytön ja sopii näin ollen pilvialustojen ensikertalaisille paremmin. Hyvä esimerkki on kojelauta, joka on sekä monipuolinen että käyttäjäystävällinen. AWS tarjoaa myös kattavan dokumentaation pilvipalveluistaan. Yksinkertaisen EC2-esiintymän isännöimiseksi käyttäjät voivat kirjoittaa kyselyn AWS-hakukenttään ja siirtyä hakutuloksissa kohtaan ”Dokumentaatio”, josta löytyy opetusvideo ja kirjallinen oppitunti palvelun käyttöönottoon (What is Amazon EC2? n.d). Käyttäjien ja käyttöoikeussääntöjen lisääminen on kuitenkin monimutkaisempaa AWS:ssä. Azure säilyttää kaikki käyttäjätilit ja siihen liittyvät tiedot yhdessä paikassa, mikä selkeyttää käytössä olevien palvelujen ja resurssien hallintaa, vaikka sen dokumentaatio- ja suositusjärjestelmä onkin vähemmän intuitiivinen ja hakuystävällinen.

## **Lisenssit**

Sekä Azure että AWS varmistavat, että asiakkaiden ei tarvitse käsitellä lisensointi- tai lisenssien liikkuvuusongelmia. Koska molemmat noudattavat maksat-vain-käytöstä (pay-as-you-go) hinnoittelurakennetta, asiakkaiden tarvitsee maksaa vain käyttämistään palveluista ja jos he ovat maksaneet palvelusta aiemmin, he ovat oikeutettuja lisenssien liikkuvuuteen Microsoft Azuressa. Vaikka Azure on helpompi määrittää Windows-järjestelmänvalvojille, AWS on konfiguroitavampi ja monipuolisempi. Kun AWS verrataan Azureen, on selvää, että useimmat palvelut ovat identtisiä molemmilla alustoilla. Toisaalta Azure tarjoaa enemmän ohjelmistopalveluna (SaaS)-ratkaisuja kuin AWS. Tämä sisältää SaaS-tarjoukset, kuten Azure Scheduler, Azure Site Recovery, Azure Visual Studio Online ja Azure Event Hubs, AWS johtaa kuitenkin joustavuudessa ja avoimen lähdekoodin yhteisön tuotteiden yhteensopivuudessa ja tuottamisessa.

## Verkostoituminen ja sisällön toimitus

Suojatun ja eristetyn verkon löytäminen on elintärkeää pilven käyttäjille ja verkon suorituskyky on pilviratkaisujen avainparametri. Sekä AWS:llä että Azurella on oma lähestymistapansa eristettyjen verkkojen luomiseen.

AWS:n virtuaalisen yksityisen pilven(VPC) avulla käyttäjät voivat luoda eristettyjä yksityisiä verkkoja suoraan pilveen. Sovellusohjelmointirajapintojen(API) yhdyskäytäviä käytetään eri toimitilojen välisiin yhteyksiin. Verkkoyhteyden aikana käytetään joustavaa kuormitustasausta sujuvan toiminnan varmistamiseksi. VPC:ssä käyttäjät voivat luoda yksityisiä IP-alueita, reittitaulukoita, verkkoyhdyskäytäviä ja niin edelleen. Azure puolestaan hyödyntää virtuaalista verkkoa VPC:n sijaan. Tällöin Virtuaalisen yksityisverkon eli VPN:n yhdyskäytävä hoitaa verkkojen välisen viestinnän. Pilviyhteensopivia palomuurivaihtoehtoja on saatavilla sekä AWS:stä että Microsoft Azuresta paikallisten datakeskusten laajentamiseksi pilveen vaarantamatta tietoja tai liiketoimintaprosesseja.

## Koneoppimisen mallinnus

Sekä AWS:llä että Azurella on koneoppimisstudioita koneoppimismallien kehittämiseen. AWS-tekoälytyökalujen kanssa työskentely vaatii käyttäjältään koodaus- ja datatieteentaitoja. AWS:n SageMaker tarjoaa täydellisen vapauden ja joustavuuden eri koneoppimismallien luomiseen. Idean toteuttamiseksi ja AWS-ominaisuuksien täysimääräiseksi hyödyntämiseksi käyttäjän on tunnettava Jupiter Notebookin käyttö ja osata sujuvasti Python-kieltä, joten SageMaker on enemmän tarkoitettu käyttäjille, joilla on koodauskokemusta ja vahvaa tietotekniikan asiantuntemusta. (What is Amazon SageMaker AI? n.d) Azuren ML Studio keskittyy päinvastoin ensisijaisesti koodittoman kokemuksen tarjoamiseen. Sen käyttöliittymä sisältää helppoja drag-and-drop-osia, joiden avulla käyttäjät voivat rakentaa kattavan koneoppimismallin ilman ohjelmointitietoa. Palvelu on suunnattu esimerkiksi data-analyytikoille, jotka pitävät yksinkertaisesta käyttöliittymästä ja elementtien visuaalisesta esittelystä (What is Azure Machine Learning? 2024). Koska AWS:ssä esineet ja resurssit on tallennettu samaan lokeroon ja järjestetty erillisiin kansioihin, niiden löytäminen SageMakerista on melko yksinkertaista, kun taas Azuressa kaikki sulautuu yhteen. Saman mallin julkaisuun liittyvät esineet sijoitetaan usein eri paikkoihin, joten niiden tutkiminen ja löytäminen ei ole yhtä helppoa.

## **Kirjaaminen ja seuranta**

SageMaker kirjaa mallin mittareita ja historiallisia tietoja CloudWatchin kautta. CloudWatch muuntaa tiedot käyttökelpoiseen muotoon ja säilyttää tietoja 15 kuukauden ajan (What is Amazon SageMaker AI? n.d). Lisäksi sen avulla voi seurata mallin käyttäytymistä ja tehdä muutoksia tai päivityksiä tarpeen mukaan. Azure ML Studio puolestaan käyttää MLFlow:ta tietojen valvontaan ja tallentamiseen (What is Azure Machine Learning? 2024). Visuaalisen esityksen ja graafisten ominaisuuksien ansiosta menettelytapa on hyvin intuitiivinen. Käyttäjä voi määrittää automaattisen kirjaamisen kätevää tallennusta varten, jolloin käyttäjän ei tarvitse kirjata tietoja ja tapahtumia erikseen. Kun näitä kahta järjestelmää verrataan keskenään, Azure-mekanismi on käytön yksinkertaisuuden ja tietojen esittämisen suhteen edellä.

## **Tietokantaominaisuudet**

Molemmat palvelualustat tarjoavat laajan valikoiman tietokantapalveluita sekä järjestellyn ja ei-järjestellyn tiedon käsittelemiseen. Tietojen hallinnan kestävyys kannalta AWS-käyttäjät voivat hyötyä Amazon RDS:stä, kun taas Azuressa on Azure SQL Server-tietokantavaihtoehto. Amazonin relaatiotietokantapalvelu(RDS) on yhteensopiva kuuden tietokantamoottorin kanssa: MariaDB, Amazon Aurora, MySQL, Microsoft SQL, PostgreSQL ja Oracle. Azuressa SQL-palvelintietokantaratkaisu perustuu yksinomaan Microsoft SQL:ään. Käyttöliittymän osalta Azuren käyttöliittymä on sujuvampi ja käyttäjä ystävällisempi, kun taas AWS tarjoaa paremman provisioinnin ja enemmän esiintymiä. Kattavuuden kannalta nämä palvelut ovat melko vertailukelpoisia ja ne tarjoavat analytiikka ja big datan käsittelyominaisuuksia. AWS tarjoaa tähän Elastic MapReduce(EMR) ja Azuren vastaava on HD Insights. Sen lisäksi Azure käyttäjät voivat hyödyntää myös Cortana Intelligence Suitea, joka kattaa Sparkin, Hadoopin, HBasen ja Stormin. Molemmat järjestelmät ovat yhteensopivia relaatio- ja NoSQL-tietokantojen kanssa. Ne ovat laajalti saatavilla, kestäviä ja tarjoavat yksinkertaisen, automaattisen replikoinnin. Vaikka AWS tarjoaa useampia ilmentymätyyppejä, Azuren työkalut ja käyttöliittymä ovat käytön kannalta helppokäyttöisiä, mikä tekee lukuisten tietokantatoimintojen suorittamisesta yksinkertaisempaa.

## Avoimen lähdekoodin kehitys

AWS on hyvä avoimen lähdekoodin kehittäjille, koska se on yhteensopiva Linuxin kanssa ja tarjoaa monia integraatioita erilaisiin avoimen lähdekoodin sovelluksiin. Sitä vastoin Azure tarjoaa yksityisasiakkaille vaihtoehdon, jonka avulla käyttäjät voivat käyttää olemassa olevia aktiivisia käyttäjäti-  
lejä Azureen kirjautumiseen ja suorittaa .NET-kehikseen pohjautuvia sovelluksia Linux-, Windows-, ja macOS-ympäristöissä, joista .NET ja Linux ovat tärkeitä avoimen lähdekoodin kehitykselle. Microsoft Azure on edelleen omaksumassa avoimen lähdekoodin kehitystä, minkä takia AWS dominoi ja on edellä Azurea avoimen lähdekoodin pilvipalvelutilassa.

## Sovellusten käyttöönotto

Yksi suurimmista pilvipalvelujen tarjoamista eduista on sovellusten käyttöönoton helppous. Kehitysrooleissa työskentelevät käyttäjät saattavat haluta toimittaa sovelluksensa useille palvelimelle virtuaalisesti hyödyntämällä Palveluntarjoajan alusta-palveluna(PaaS) ominaisuuksia. Tämän tukemiseksi Azure tarjoaa erilaisia sovellusten käyttöönotto vaihtoehtoja, mukaan lukien pilvipalveluita, kontituspalveluita, sovelluksia ja niin edelleen. AWS:llä on myös samanlaisia ominaisuuksia kuten Elastic Beanstalk, Lambda, kontit ja niin edelleen.

## Kontit

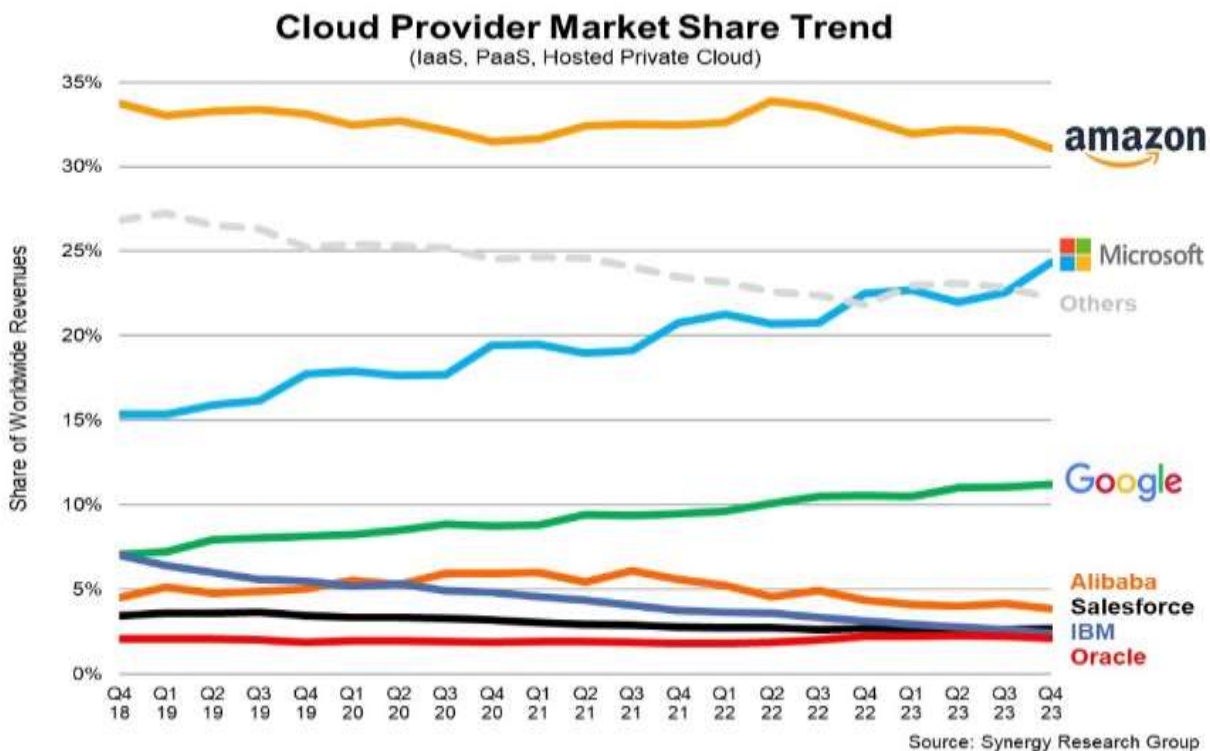
AWS tarjoaa useita konttipalveluita eri käyttötapauksiin kuten IoT, mobiilisovellusten kehitykseen ja perinteisten pöytäkoneiden ympäristöjen kehitykseen. Lisäksi AWS tarjoaa tuen myös Docker-konttien ajoon. Microsoft on kuitenkin tällä alueella edellä, sillä se mahdollistaa AWS:n tarjoamien palvelujen lisäksi Hadoop-tukea Azure HDInsightin kautta. Azuressa sekä Windows-, Linux-että Hyper-V-kontit voidaan integroida Dockerin kanssa antaen kehittäjille laajemman vapauden kehitysalustojen suhteen.

AWS:n konttisovellukset toimivat Elastic Beanstalkin avulla, joka tukee Docker-tiedostoja komentoriviliittymän kautta. Azuressa samat toiminnot suorittaa App Service, mutta prosessi on hieman monimutkaisempi, koska kontti on suoritettava verkkosovelluksen sisällä.

## Pilvimarkkinoiden kasvu

Synergy Reseach Groupin mukaan vuoden 2024 neljännen vuosineljänneksen yrityskulut pilviinfrastruktuuripalveluihin olivat maailmanlaajuisesti lähes 74 miljardia dollaria, mikä on yli 12 miljardia dollaria enemmän kuin esimerkiksi vuoden 2022 viimeisellä neljänneksellä. Vuotuinen kasvuvauhti

oli 20% viimeisellä neljänneksellä, mikä oli selvästi korkeampi kuin kolmella edellisellä neljänneksellä (Cloud Market Gets its Mojo Back; AI Helps Push Q4 Increase in Cloud Spending to New Highs 2024). Suurin kasvuun vaikuttanut tekijä on Synergy Research Groupin mukaan ollut generatiivisella tekoälyteknologialla ja niillä tuotetuilla palveluilla. Kilpailussa mitattuna suurimpien pilvipalvelujen tarjoajien joukossa Googlella ja Microsoftilla oli voimakkain vuosikasvu (kuvio 12) kun Microsoft kasvatti maailmanlaajuisia markkinaosuuttaan lähes kahdella prosenttiyksiköllä viime vuoden neljänneksestä. Samaan aikaan markkinajohtaja Amazonin maailmanlaajuinen markkinaosuus laski 31 prosenttiin huolimatta vahvasta kaksinumeroisesta kasvusta.



Kuvio 12. Palveluntarjoajien markkinaosuuksien kehitys (Synergy Research Group, 2024)

Synergy Research Group arvioi että neljännesvuosittaiset pilvi-infrastruktuuripalveluiden tuotot (mukaan lukien IaaS, PaaS ja isännöidyt yksityiset pilvipalvelut) olivat 73,7 miljardia dollaria, ja koko vuoden 2023 liikevaihto oli 270 miljardia dollaria. Suurten pilvipalveluntarjoajien dominointi näkyy vielä selvemmin julkisessa pilvessä, missä kolmen parhaan markkinaosuus oli 73%. Synergy Groupin-sivuilla kerrotaan, että vaikka Maantieteellisesti pilvimarkkinat kasvavat edelleen voimakkaasti kaikilla maailman alueilla, niin paikallisissa valuutoissa mitattuna voimakkainta kasvu oli Aasian ja Tyynenmeren (APAC) alueella, jossa Intia, Kiina, Australia ja Japani kasvoivat 20 prosenttia tai enemmän vuodessa. Yhdysvallat on kuitenkin edelleen ylivoimaisesti suurin markkina pilvipalve-

luille ja sen laajuus ylittää koko APAC-alueen. Markkinatilanteen paranemisen ja generatiivisen tekoälyn ympärillä olevan valtavan innostuksen vuoksi Synergy Group odottaa vuotuisten markkinoiden saavuttavan pian 500 miljardin dollarin rajan.(Cloud Market Gets its Mojo Back; AI Helps Push Q4 Increase in Cloud Spending to New Highs 2024)

## Hinnoittelumalli

Hinnoittelun suhteen AWS ja Azure tarjoavat molemmille kohtuullisen hinnoittelun ja jakohinnoittelumallin. Lisäksi molemmat tarjoavat ilmaisia esittelypaketteja, jotka antavat käyttäjille käsityksen siitä, kuinka heidän järjestelmänsä voidaan integroida paikallisiin ohjelmistoihin. AWS laskutetaan tuntiperusteisesti ja ostettavissa olevat hinnoittelumallit ovat:

- On-Demand, jolloin käyttäjä maksaa vain käyttämistään resursseista ja palveluista
- Spot: tarjoaa hetkellistä lisäkapasiteettia lyhyeen käyttöön
- Reserved: Varattu esiintymä, jonka voi varata enintään kolmeksi vuodeksi ennakkomaksulla

Azuressa käyttö laskutetaan minuuttiperusteisesti, mikä tarkoittaa, että käyttäjät voivat hyötyä tarkemmasta hinnoittelusta verrattuna AWS:ään. Sen avulla voi myös tehdä lyhyen aikavälin tilaussuunnitelmia, jotka tarjoavat asiakkaalle joustavuutta.

Näitä kahta palveluntarjoajaa verratessa Azure osoittautuu yleensä kalliimmaksi vaihtoehdoksi ja voi lisätä yrityksen pilvikustannuksia. Tämä voidaan osoittaa esimerkiksi Azure-esiintymistä, jotka tulevat kalliimmaksi koon kasvaessa. Azure maksaa lähes kaksi kertaa niin paljon kuin AWS kun verrataan esiintymiä, joissa on 256 gigatavua RAM-muistia ja 64 virtuaaliprosessoria.

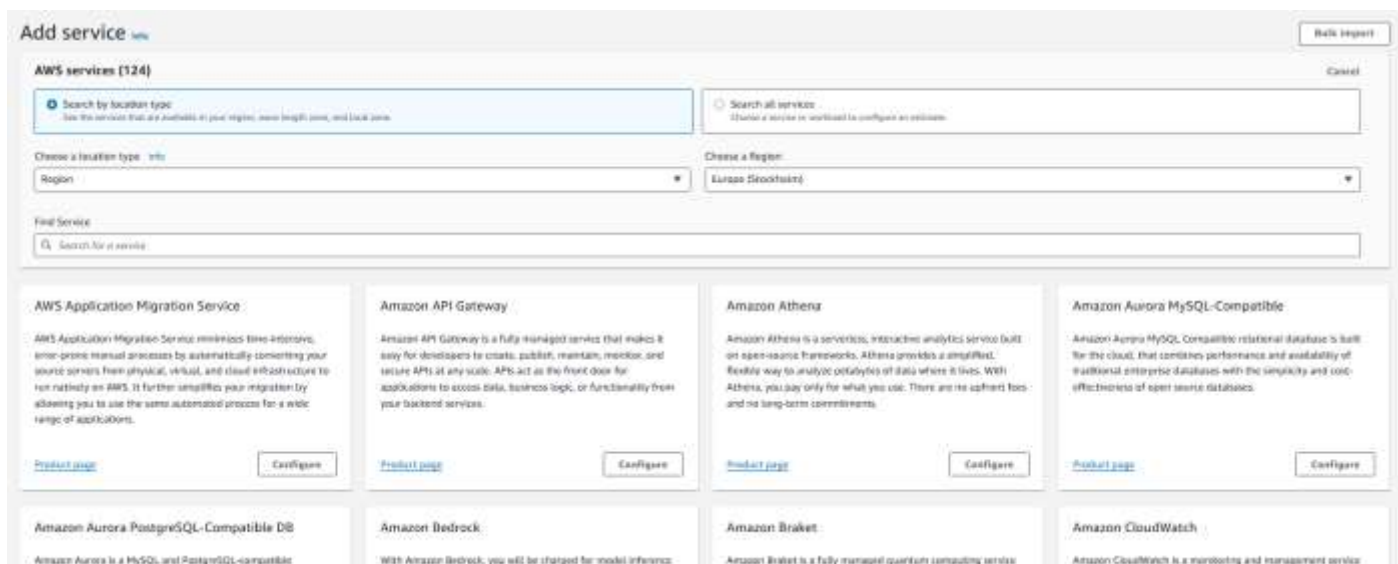
## 10 Kokoonpanovertailu

Sekä AWS että Azure tarjoavat todella laajan ja kattavan valikoiman palveluita ja ratkaisuja nykypäivän tietotekniikan haasteisiin. Näiden ratkaisujen vertailu on hyvin työläs ja aikaa vievä prosessi jos asiakkaat joutuvat vertailemaan tuotteita yksitellen keskenään. Tähän ongelmaan molemmat palveluntarjoajat ovat kehittäneet ratkaisuksi hintalaskurit, mihin käyttäjät voivat lisätä haluamiinsa palveluita sekä resursseja ja sitä kautta vertailla kokonaisuuksia ja niiden aiheuttamia kuluja eikä yksittäisiä palveluita ja niiden eroja.

Aiemmissa luvuissa on käyty läpi molempien palveluntarjoajien yleisimpiä pilvipalveluita ja vertailtu niiden ominaisuuksia. Tässä luvussa näistä palveluista luodaan omat kokonaisuutensa hyödyntämällä molempien alustojen omia hintalaskureita ja selvitetään, mitkä ovat niiden erot, kun kokoonpanoja vertaillaan keskenään.

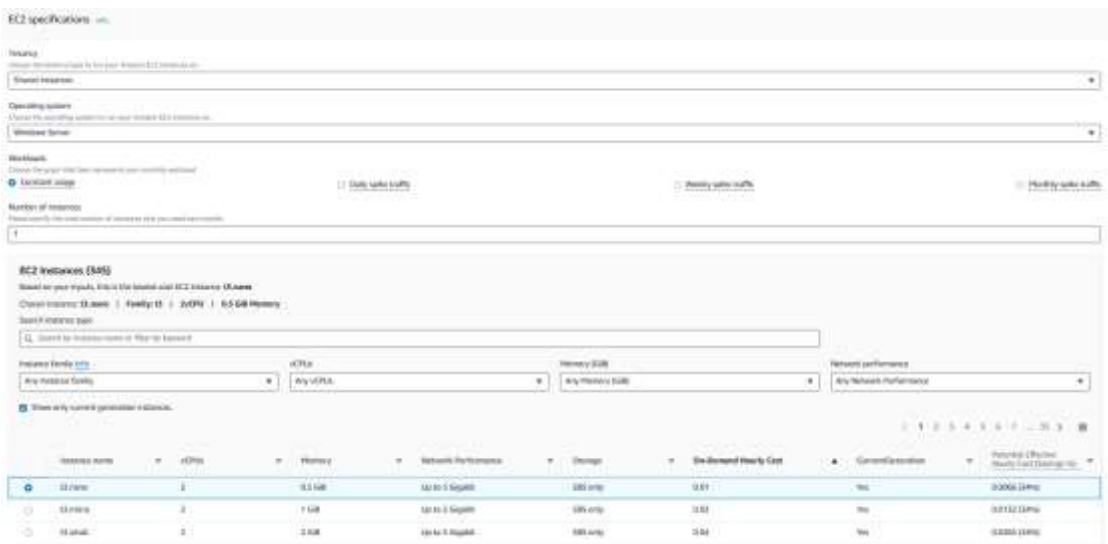
### Amazon Web Services

AWS:n hintalaskuri toimii kolmen stepin periaatteella: Ensin lisätään halutut palvelut, kuten EC2-esiintymät, tietokannat ja tallennustilat. Palveluita voi etsiä joko alueittain, jolloin näytetään kaikki palvelut, jotka ovat kyseisellä käytettävyyalueella käytössä tai sitten kaikkia, jolloin käyttäjä voi joutua maksamaan enemmän palveluista, jotka ovat oman paikallisen käytettävyyalueen ulkopuolella. Tässä esimerkissä käytetään north-europen eli tukholman käytettävyyalueetta.



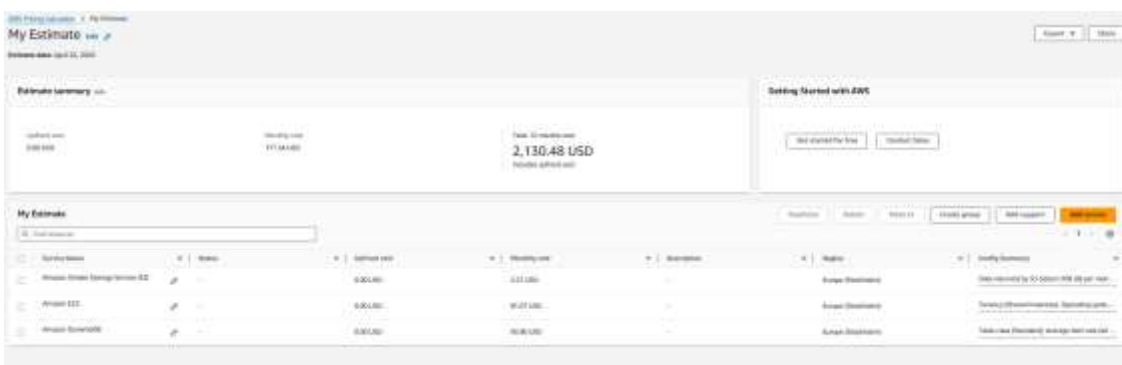
Kuvio 13. AWS palveluiden hakukenttä (AWS Pricing Calculator 2025)

Seuraavaksi valitaan palvelut syöttämällä niiden lyhenteet hakukenttään ja konfiguroidaan palvelut halutunlaisiksi. Tässä esimerkissä käytetään jokaisessa palvelussa yhtä instanssia, jolloin vertailu on mahdollisimman helppolukuista ja yksinkertaista. Tässä esimerkissä käytetään Amazonin EC2-palvelua, johon valitaan t3.medium-instanssi vuoden määräaikaisella sopimuksella, jossa ongi-gatavua muistia ja valitaan lisäpalveluna 500 gigatavua elastista block muistia, joka toimii instanssin kovalevynä.



Kuvio 14. EC2-esiintymän konfigurointi (AWS Pricing Calculator 2025)

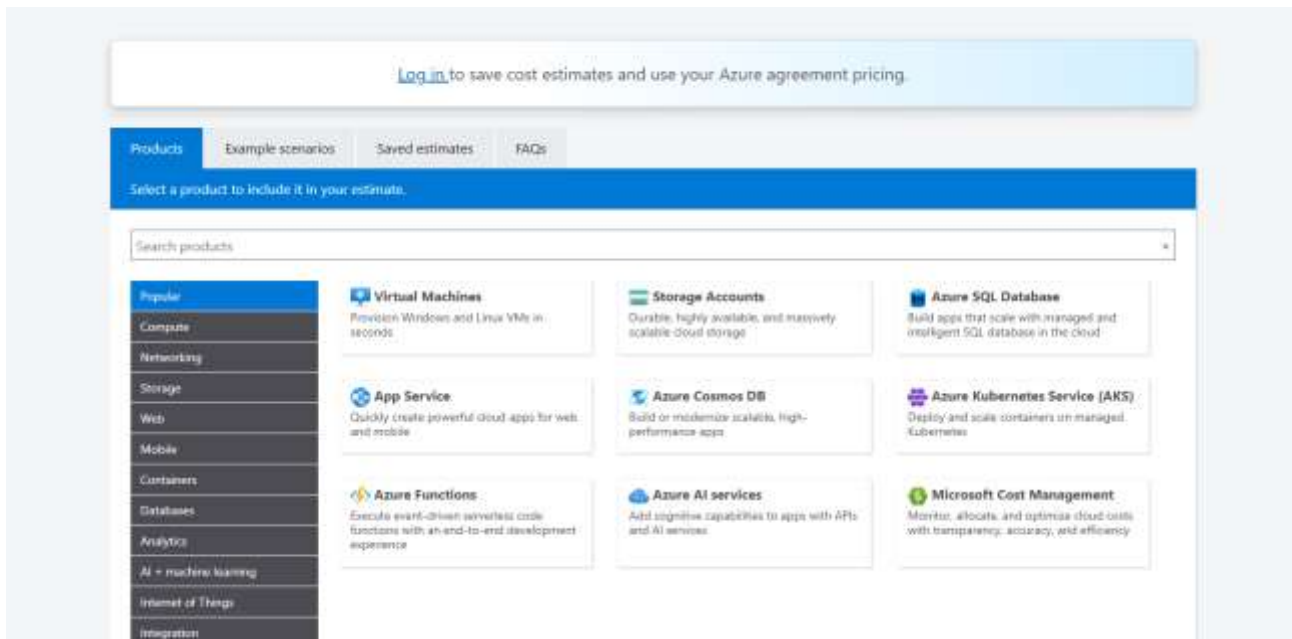
Tämän lisäksi valitaan ympäristöön Amazon S3-muistipalvelu, jolla saadaan lisää tallennustilaa sekä DynamoDB-palvelu tietokantojen ylläpitoon myös vuoden määräaikaisuuksilla. S3-tallennustilaa varattiin 100 gigatavua per kuukausi ja DynamoDB-palvelu asetettiin On-Demand tilaan ja muistia 100 gigatavun verran, jolloin palvelun kustannukset ovat edullisempia eikä käyttäjän tarvitse tietää tarkalleen tietokannan käyttömääriä. Lopuksi lasketaan näiden palveluiden yhteiskustannus, joka tulisi laskurin arvion mukaan olemaan 2130.48 Dollaria eli 1 854,52 Euroa vuodessa 22.4.2025, jolloin laskuria käytettiin. Näistä kolmesta palvelusta hintavin on DynamoDB, jonka kuukausikustannus tulisi olemaan yli 90 dollaria kuukaudessa.



Kuvio 15. AWS-palveluiden kustannusarvio (AWS Pricing Calculator 2025)

## Microsoft Azure

Azuren hintalaskuri on hyvin samankaltainen kuin AWS:n vastaava, mutta palvelut on jaettu kategoriaittain, mikä tekee niiden etsimisestä hiukan selkeämpää. Azure myös ehdottaa valmiita eri käyttöskenaarioihin sopivia paketteja.



Kuvio 16. Azure hintalaskuri etusivu-näkymä (Azure Pricing calculator 2025)

Esimerkkiä varten valitaan samankaltainen kokoonpano kuin AWS:n kohdalla eli yksi virtuaalikone-esiintymä, elastista muistia sekä tietokantojen ylläpitoon soveltuva palvelu.

Virtuaalikonetta valittaessa pyritään ottamaan sellainen versio, mikä vastaa suurin piirtein Amazonilta varattua EC2-esiintymää. Tässä tapauksessa kyseinen malli on A2 v2, jossa on 4 gigatavua

RAM-muistia, 2 suoritinta sekä lisäpalveluna 512 gigatavua SSD-muistia, joka toimii koneen kovalevynä.

The screenshot shows the 'Virtual Machines' configuration page in the Azure Pricing calculator. At the top, there is a promotional banner: 'Get \$200 credit plus free monthly amounts of popular services for 12 months—including Virtual Machines. See free amounts'. Below this, there are several dropdown menus for configuration: 'Region' (Sweden South), 'Operating system' (Windows), 'Type' (OS Only), and 'Tier' (Standard). Further down, 'Category' is set to 'All' and 'Instance Series' is also 'All'. A search bar contains the text 'INSTANCE: Needs help finding the right VM?' and a dropdown menu shows 'A2 v2: 2 Cores, 4 GB RAM, 20 GB Temporary storage, \$0.177/hour'. Below the configuration options is a 'Savings Options' section with a 'Learn more' button. The 'Compute (A2 v2)' section has 'Pay as you go' selected. The 'Savings plan' section has '1 year savings plan (~24% discount)' selected. The 'OS (Windows)' section has 'License included' selected. The 'Compute payment options' dropdown is set to 'Monthly'. There is also a 'Reservations' section at the bottom.

Kuvio 17. Azure VM valinta-ikkuna (Azure Pricing calculator 2025)

Tämän lisäksi lisätään kokoonpanoon Azuren Cosmos DB-palvelu vuoden määräaikaisuudella ja 100 gigatavun kapasiteetilla sekä Storage-palvelu 100 gigatavun kapasiteetilla. Näiden palveluiden arvioitu yhteiskustannus tuli laskurin mukaan olemaan 219.63 Dollaria eli 191,8 Euroa kuussa, joten vuositasolla palveluiden käyttö tulisi kustantamaan yhteensä 2294,16 Euroa vuodessa, mikä on hiukan enemmän kuin Amazonin vastaava kokoonpano. Kuitenkin kyseessä on vain syötettyjen käyttöarvioiden ja resurssien ominaisuuksien perusteella tuotettu hinta-arvio ja todelliset kulut voivat vaihdella esimerkiksi käyttömäärien ja resurssien määrän kasvun ja laskun perusteella, joten todellisen kuvan palveluntarjoajien kulueroista saa vain pitkäaikaisemmalla käytöllä oikeasti toimivassa ja käytössä olevassa ympäristössä.

# 11 Pohdinta

## 11.1 Tavoitteet ja tulokset

Azure ja AWS tarjoavat samanlaisia ominaisuuksia asiakkailleen ja molemmat palveluntarjoajat ovat uskomattoman kattavia. Käyttäjät voivat isännöidä erilaisia sovelluksia, oppia pilvipalveluista, käyttää tekoälyä ja koneoppimismalleja kehityksen tukena sekä hyötyä avoimen lähdekoodin sovelluksista. Muutamia keskeisiä eroja on kuitenkin jäljellä, lähinnä hinnoittelumalleissa ja dokumentointitavassa.

Useimpiin Azuren käyttäjiin vaikuttaa Microsoftin suuremman ekosysteemin saatavuus, mukaan lukien erilaiset tuottavuustyökalut, yrityssovellukset ja tietysti Windows. Toisaalta AWS voi olla edullisempi ja on usein käyttäjäystävällisempi sekä intuitiivisempi, mikä tekee siitä hyvä valinnan ensikertalaisille sekä vähemmän kokeneille käyttäjille.

Työn tavoitteena oli sukeltaa pilvipalvelu-alustojen maailmaan ja tutkia, mitkä ovat ne ominaisuudet ja palvelut, joiden takia nämä kyseiset palveluntarjoajat (AWS ja Azure) ovat niin suosittuja niin teknologiayritysten kuin yksityisten käyttäjien keskuudessa. Näiden pohjalta muodostettiin kolme tutkimuskysymystä, joihin lähdettiin etsimään vastausta.

### 1. Mitä ovat ja mitä kuuluu pilvipalvelualustoihin?

Työn edetessä tuli nopeasti selväksi, että kysymys mitä ovat ja mitä kuuluu pilvipalvelualustoihin on erittäin laaja käsite ja jonka rajaaminen tähän opinnäytetyöhön sopivaan skaalaan osoittautui hankalammaksi kuin alun perin suunnitelmaa tehdessä tuli ajatelleeksi. Tuntui jopa, että helpompi olisi vastata mitä ei kuulu pilvipalvelualustoihin, sillä niin kattava ja laaja valikoima erilaisia palveluita on nykyään markkinoilla. Vastauksena kysymykseen kuitenkin työn edetessä muodostui, että pilvipalvelualustat ovat palveluntarjoajien omistamia ja ylläpitämiä alustoja, jotka tarjoavat käyttäjilleen tarvittavat laitteistot, verkkoyhteydet sekä myös palvelut, joiden avulla käyttäjät voivat keskittyä kehittämään esimerkiksi omia sovelluksiaan käyttämällä alustan tarjoamia palvelimia, tallennustilaa, tietokantoja ja sovelluspalveluja internetissä. Näitä palveluja käyttäessä maksetaan vain niistä palveluista, mitä kulloinkin tarvitsee, jolloin ei tarvitse huolehtia palveluiden ylläpidosta tai siitä missä nämä resurssit sijaitsevat.

## 2. Mihin pilvipalvelualustoja ja niiden sisältämiä työkaluja käytetään?

Palvelualustojen yleistyessä IT-organisaatioiden ei enää tätä nykyä tarvitse hallita fyysisiä palvelimia, infrastruktuuria tai ohjelmistojen asennuksia, sillä pilvipalveluiden tarjoajat mahdollistavat palveluiden käyttöönoton ja konfiguroinnin suoraan palvelun asetusvalikosta. IT-osastojen työ on siten muuttunut enemmän palveluiden konfigurointiin ja hallintaan, käyttäjien koulutukseen ja palveluiden käytön seuraamiseen. Tärkeässä roolissa on myös eri palveluiden hallinnointipolitiikan määrittely eli se kuka palveluita käyttää, millä tavoin ja miten paljon.

## 3. Mitkä ovat kyseisten palvelualustojen vahvuudet ja heikkoudet?

Vaikka molemmat alustat tarjoavat monia keskenään samankaltaisia palveluita, on niiden välillä myös eroja esimerkiksi siinä miten joitain palveluita ja niiden käyttöä on rajoitettu. Azuren Virtual Machine ja AWS:n elastic beanstalk ovat muuten hyvin samanlaisia palveluita, mutta AWS rajoittaa beanstalkilla luotujen esiintymien sovellusten määrää, mikä tarkoittaa sitä että yhdellä esiintymällä voi isännöidä vain yhtä verkkosovellusta kerrallaan. Jos käyttäjä haluaa isännöidä esimerkiksi useampaa verkkosovellusta kerrallaan on näille luotava joka kerta uusi virtuaalikone-esiintymä, mikä nostaa kokonaiskuluja huomattavasti. Azuren Virtuaalikoneella sovellusten määrä on rajoitettu esiintymän koosta riippuen 8 jopa 64 kappaleeseen per virtuaalikone-esiintymä, joten huolimatta Azuren hiukan kalliimmasta hinnasta on tämä varsin houkutteleva vaihtoehto esimerkiksi yrityksille, jotka haluavat isännöidä useampaa palvelua samalla virtuaalikoneella.

Azure on myös AWS:ää edellä ChatGPT:n tukemisessa ja integroimisessa ympäristöön, sillä sen App Servicen palvelu katalogista löytyy oma ChatGPT4 playground-palvelu, mikä on natiivina tuettu versio OpenAI:n ChatGPT-4-tuotteesta. AWS tarjoaa tekoäly-palveluita oman SageMaker-koneoppimisalustansa kautta, mikä tukee vanhempia versioita, kuten GPT-2 tai vaihtoehtoisesti käyttäjä voi luoda virtuaalikoneen, millä voi luoda OpenAI:n omaan tuotteeseen tai Azuren ChatGPT-palveluun mutta tällä hetkellä sitä ei ole integroitu AWS:n omaan ympäristöön. Ympäristöön integroidun palvelun etu on siinä, että sitä käyttäessä käyttäjän tiedot ja syötteet tekoälypalveluun eivät vuoda ympäristön ulkopuolelle, jolloin se on tietoturvasempi vaihtoehto esimerkiksi yrityksille.

Kontit ja erilaiset kontitus-teknologiat ovat nousseet yhdeksi suurimmista pilvipalvelumarkkinoista ja niiden tarjonnassa AWS on Azurea edellä. AWS tarjoaa laajemman tuen kontitus sovellusten muodossa, joista suurimpina mainittakoon EC2, Elastic Kubernetes Service ja Amazon Fargate.

Amazonin vahvuudeksi voi myös lukea sen tarjoamat ilmaiset kokeiluversiot sen palveluista, missä käyttäjät saavat rajatun käyttöoikeuden sovellusten testaamiseen sekä myös kattavan oppaan sovellusten käyttöön AWS Documentation-sivuston muodossa.

## **11.2 Opinnäytetyöprosessi ja haasteet**

Opinnäytetyön tekemisen aikatauluttaminen ja siinä pysyminen menivät hyvin ilman suurempia ongelmia. Suurimmat haasteet tulivat opinnäytetyön rajaamisessa, minkä takia alkuperäinen suunnitelma, jossa olisi verrattu kolme suurinta pilvipalvelualustaa piti karsia vain kahteen. Myös opinnäytetyön rakenteen hahmottaminen ja tavoitteiden muutokset työn edetessä loivat oman haasteensa. Alkuperäinen tavoite oli luoda mahdollisimman tiivis vertailu kolmen suurimman palveluntarjoajan Google Cloud Platformin, Microsoft Azuren ja Amazon Web Servicen keskeisimmistä ominaisuuksista ja palveluista mutta työn edetessä tuli selväksi, että sen saavuttamiseksi työstä tulisi todella pitkä ja aikataulussa pysyminen olisi tullut mahdottomaksi tavoitteeksi.

## **11.3 Tulosten hyödyntäminen ja jatkokehitys**

Opinnäytetyön tulokseksi saatiin lopulta kahden suurimman pilvipalvelualustan välinen vertailu, jossa käytiin läpi niiden tarjoamia keskeisiä palveluita ja ominaisuuksia sekä verrattiin niiden eroja. Työssä annettiin myös esimerkki palveluiden hinnoittelusta havainnollistamalla samankokoisia kokoonpanoja ja vertaamalla niistä aiheutuvia kustannuksia käyttämällä alustan tarjoajien omia hinta-laskureita luvussa 10.

Tulokset ja toteutettu vertailu antavat kokonaiskuvan siitä minkälaisia ominaisuuksia ja sovelluksia eri palveluntarjoajat tuovat alustoilleen ja minkälaisia eroja niiden väliltä on huomattavissa. Vertailu onnistui tuomaan esille eri sovelluksien keskeisiä eroja vaikkakin niiden keskinäinen vertailu jäi usein melko suppeaksi. Opinnäytetyö saavutti siis päätavoitteensa tuoda esille pilvipalvelualustojen tarjontaa sekä avata lukijalle niiden keskeisiä käsitteitä ja toimintaa.

Jatkossa vertailua voisi tarkentaa koskemaan vain tiettyjä osia palvelutarjonnasta, kuten keskittymällä pelkästään esimerkiksi laskentapalveluiden välisiin eroihin tai tekemällä kokoonpano vertailua oikeassa ympäristössä toimivasta järjestelmästä pidemmän aikaa, jotta nähtäisiin palvelualueiden suorituskyvyn ja kulujen eroja pidemmällä aikavälillä.

Opinnäytetyö opetti paljon uusia asioita pilvipalveluista, niiden ominaisuuksista ja käyttötarkoituksista sekä palveluntarjoajista joiden alustojen päällä nämä kyseiset palvelut toimivat. Vaikka työn toteutus oli pitkä ja välillä tuskastuttava taival, oli aihe mielenkiintoinen ja lähteiden löytäminen suhteellisen helppoa, mikä edesauttoi kirjoittamisen mielekkyyttä ja toi motivaatiota viedä työ maaliin. Opinnäytetyö on siis viimein valmis ja tulen varmasti muistelemaan sen tekemistä yhtä hartaasti ja lämmöllä kuin näitä hienoja opiskeluvuosia Jamkissa.

## Lähteet

5.1b Lähteiden käytön periaatteet. N.d. Opinnäytetyön raportointiohje. Jyväskylän ammattikorkeakoulun nettisivut. Viitattu 17.02.2025. <https://help.jamk.fi/raportointiohje/fi/5b-lahteiden-kaytto-2/5-1-b-lahteiden-kayton-periaatteet/>

Amazon DynamoDB. N.d. Artikkele. Amazon Web Services-sivustolla. Viitattu 30.3.2025. <https://docs.aws.amazon.com/mobile/sdkforxamarin/developerguide/dynamodb.html>

App Service overview. 18.3.2025. Artikkele Microsoft Learn sivustolla. Viitattu 18.3.2025. <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/app-service/overview>

AWS Load Balancer Definition. N.d. Artikkele VMware-sivustolla. Viitattu 13.4.2025. <https://www.vmware.com/topics/aws-load-balancer>

AWS Pricing Calculator. 2025. Hinta-laskuri. Amazon Web Services-sivustolla. Viitattu 22.4.2025. <https://calculator.aws/#/>

Azure Cosmos DB - Database for the AI Era. 12.3.2024. Artikkele Microsoft Learn-sivustolla. Viitattu 15.4.2025. <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/cosmos-db/introduction>

Azure Pricing calculator. 2025. Hinta-laskuri. Microsoft Azure-sivustolla. Viitattu 22.4.2025. <https://azure.microsoft.com/en-us/pricing/calculator/>

Crump, M. 3.1.2019. 7 Tips and Tricks for Azure App Service. Azure-dokumentaatio Microsoft Learn sivustolla. Viitattu 17.2.2025. <https://learn.microsoft.com/en-us/archive/msdn-magazine/2018/connect/azure-7-tips-and-tricks-for-azure-app-service>

Cloud Market Gets its Mojo Back; AI Helps Push Q4 Increase in Cloud Spending to New Highs. 1.2.2024. Artikkele. Synergy Research Group-sivustolla. Viitattu 28.4.2025. <https://www.srgresearch.com/articles/cloud-market-gets-its-mojo-back-q4-increase-in-cloud-spending-reaches-new-highs>

Eettiset periaatteet. 2024. Asiakirja. Jyväskylän ammattikorkeakoulun nettisivut. Säännöt ja periaatteet. Viitattu 17.02.2025. <https://www.jamk.fi/fi/opiskelijalle/tutkinto-opiskelija/saannot-jape-riatteen>

Filter network traffic using AWS Network Firewall. N.d. Artikkele. Amazon Web Services User Guide-sivustolla. Viitattu 10.4.2025. <https://docs.aws.amazon.com/vpc/latest/userguide/network-firewall.html>

IaaS vs. PaaS vs. SaaS. 16.8.2022. Red Hat-kotisivu. Viitattu 20.2.2025. <https://www.redhat.com/en/topics/cloud-computing/iaas-vs-paas-vs-saas>

Introduction to Azure Blob Storage. 11.10.2023. Artikkele Microsoft Learn-sivustolla. Viitattu 30.3.2025. <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/storage/blobs/storage-blobs-introduction>

Introduction to Azure Storage. 27.3.2025. Artikkele. Microsoft Learn-sivustolla. Viitattu 19.4.2025. <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/storage/common/storage-introduction>

Introduction to Amazon Web Services. 31.3.2025. Artikkele. GeeksforGeeks-sivustolla. Viitattu 18.2.2025. <https://www.geeksforgeeks.org/introduction-to-amazon-web-services/>

Introduction to Microsoft Azure. 22.4.2025. Artikkele. GeeksforGeeks-sivustolla. Viitattu 29.4.2025. <https://www.geeksforgeeks.org/what-is-microsoft-azure/>

Mikä on SaaS-palvelu? 11.12.2017. Artikkele. Pilvi Cloud Company Oy:n www-sivuilla. Viitattu 17.2.2025. <https://www.pilvi.com/fi/mika-on-saas-palvelu/>

Mikä on SaaS ja mitkä ovat sen hyödyt? N.d. Artikkele. CGI-kotisivut. Viitattu 17.2.2025 <https://www.cgi.com/fi/fi/mika-on-saas-ja-mitka-ovat-SaaSin-hyodyt>

Pilvipalvelumallien eri muodot. 3.11.2014. Artikkele. Alfame Systems Oy:n www-sivuilla. Viitattu 17.2.2025. <https://www.alfame.com/ajankohtaista/pilvipalvelumallien-eri-muodot>

Richter, F. 27.2.2025. Amazon and Microsoft Stay Ahead in Global Cloud Market. Artikkele. Statista-sivustolla. Viitattu 28.3.2025. <https://www.statista.com/chart/18819/worldwide-market-share-of-leading-cloud-infrastructure-service-providers/>

Systemaattinen tiedonhaku. N.d. Artikkele. Tampereen yliopiston kirjasto. Viitattu 30.4.2025. <https://libguides.tuni.fi/systemaattinen-tiedonhaku>

Virtual machines: virtual computers within computers. N.d. Artikkele. Microsoft Azure-sivustolla. Viitattu 17.2.2025. <https://azure.microsoft.com/en-us/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-a-virtual-machine>

Virtual machines in Azure. 22.8.2024. Artikkele. Microsoft Learn-sivustolla. Viitattu 15.3.2025. <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/virtual-machines/overview>

What is Amazon EC2? N.d. Artikkele Amazon web services sivustolla. Viitattu 15.3.2025. <https://docs.aws.amazon.com/AWSEC2/latest/UserGuide/concepts.html>

What is AWS Elastic Beanstalk? N.d. Artikkele Amazon web services sivustolla. Viitattu 18.3.2025. <https://docs.aws.amazon.com/elasticbeanstalk/latest/dg/Welcome.html>

What is Amazon Elastic Container Service? N.d. Artikkele Amazon web services sivustolla. Viitattu 18.3.2025. <https://docs.aws.amazon.com/AmazonECS/latest/developerguide/Welcome.html>

What is Amazon Elastic File System? N.d. Artikkele. Amazon web Services-sivustolla. Viitattu 19.4.2025. <https://docs.aws.amazon.com/efs/latest/ug/whatisefs.html>

What is Azure Firewall? 20.3.2025. Artikkele. Microsoft Learn-sivustolla. Viitattu 19.4.2025. <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/firewall/overview>

What is Azure Functions? 26.3.2025. Artikkele Microsoft Learn sivustolla. Viitattu 20.3.2025. <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/azure-functions/functions-overview?pivots=programming-language-csharp>

What is Azure Kubernetes Service (AKS)? 5.12.2024. Artikkele Microsoft Learn sivustolla. Viitattu 18.3.2025. <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/aks/what-is-aks>

What is AWS Lambda? N.d. Artikkele Amazon web services sivustolla. Viitattu 20.3.2025. <https://docs.aws.amazon.com/lambda/latest/dg/welcome.html>

What is Azure Machine Learning? 20.9.2024. Artikkele. Microsoft Learn-sivustolla. Viitattu 20.4.2025. <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/machine-learning/overview-what-is-azure-machine-learning?view=azureml-api-2>

What is Amazon Relational Database Service (Amazon RDS)? N.d. Artikkele. Amazon Web Services-sivustolla. Viitattu 20.3.2025. <https://docs.aws.amazon.com/AmazonRDS/latest/UserGuide/Welcome.html>

What is Amazon S3? N.d. Artikkele. Amazon Web Services-sivustolla. Viitattu 30.3.2025. <https://docs.aws.amazon.com/AmazonS3/latest/userguide/Welcome.html>

What is Azure SQL Database? 4.4.2025. Artikkele Microsoft Learn-sivustolla. Viitattu 28.3.2025. <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/azure-sql/database/sql-database-paas-overview?view=azuresql>

What is Amazon SageMaker AI? N.d. Artikkele. Amazon Web Services-sivustolla. Viitattu 20.4.2025. <https://docs.aws.amazon.com/sagemaker/latest/dg/whatis.html>

What is Azure Virtual Network? 31.3.2025. Artikkele Microsoft Learn sivustolla. Viitattu 10.4.2025. <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/virtual-network/virtual-networks-overview>

What is Amazon VPC? N.d. Artikkele Amazon Web Services-sivustolla. Viitattu 10.4.2025. <https://docs.aws.amazon.com/vpc/latest/userguide/what-is-amazon-vpc.html>

What Is IaaS? Infrastructure as a Service. 17.7.2022. Artikkele Oraclen kotisivuilla. Viitattu 17.2.2025. <https://www.oracle.com/fi/cloud/what-is-iaas/>

What is a NoSQL database? N.d. Artikkele. Google Cloud-sivustolla. Viitattu 24.3.2025. <https://cloud.google.com/discover/what-is-nosql?hl=en>

Wickramasinghe, S. 20.8.2024. AWS vs Azure vs GCP: Comparing The Big 3 Cloud Platforms. Blogikirjoitus. bmc blogs sivustolla. Viitattu 17.2.2025. <https://www.bmc.com/blogs/aws-vs-azure-vs-google-cloud-platforms/>

What is PaaS? 16.7.2022. Artikkele Oraclen kotisivuilla. Viitattu 17.2.2025. <https://www.oracle.com/fi/cloud/what-is-paas/>