

Opinnäytetyö AMK

Tieto- ja viestintäteknikka insinööri

2021

Kristian Koivuniemi

PILVITEKNOLOGIA JA PILVILASKENTA

– pilvilaskentapalveluiden AWS:n ja Azuren
vertailu



Opinnäytetyö AMK | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Tieto- ja viestintäteknikka insinööri

2021 | 64

Kristian Koivuniemi

PILVITEKNOLOGIA JA PILVILASKENTA

- pilvilaskentapalveluiden AWS:n ja Azuren vertailu

Opinnäytetyön aiheena on tutustua pilvilaskentaan ja pilvipalveluihin ja niiden pohjalta vertailla kahta suurta pilviteknologiayritystä. Pilvilaskenta ja pilvipalvelut ovat tulevaisuuden lupaus ICT-alalla, vaikka niistä hyödytään suuresti jo tänäkin päivänä. Pilvilaskennassa ohjelmistot, laitteistot, kapasiteetti ja resurssit siirtyvät käytettäväksi internet-yhteyden välityksellä. Työn tavoitteena on luoda kuluttajalle tai yritykselle tietoperusta aiheesta, jota he voivat käyttää tehdessään valintoja eri pilvipalveluiden välillä. Aiheesta on saatavilla melko vähän suomenkielistä materiaalia, joten opinnäytetyön tavoitteena on myös lisätä aiheen saatavuutta suomen kielellä.

Sisältö perustuu teoreettiseen tietoon, jossa tutustutaan pilvipalveluihin ja pilvilaskentaan sekä niiden toimintamalleihin. Opinnäytetyössä käsitellään tietoperusta pilvilaskennan ja pilvipalveluiden toimintaperiaatteista, käyttöönotosta ja pilviteknologian käsitteistä. Näiden tietojen pohjalta vertaillaan kahta suurta pilvipalvelua: Microsoft Azurea ja Amazon AWS:a. Pilvipalveluita on opinnäytetyössä vertailtu niiden hinnan, monipuolisuuden, käytettävyyden, skaalautuvuuden, tietoturvan sekä tulevaisuuden näkökulman perusteella.

Työn tuloksissa ja johtopäätöksissä selvitetään, mitä erilaisia ominaisuuksia näillä pilvialustoilla on toisiinsa verrattuna ja mihin käyttöön ne soveltuvat parhaiten. Vertailun avulla kuluttaja tai yritys voi omien tarpeidensa pohjalta tehdä päätöksen itselleen parhaiten sopivasta pilvipalvelusta.

Asiasanat:

pilviteknologia, pilvilaskenta, pilvipalvelut, pilvitallentaminen, pilviympäristö, laas, Saas, Paas, Amazon, AWS, Microsoft, Azure.

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Information and Communication Engineer

2021 | 64

Kristian Koivuniemi

CLOUD TECHNOLOGY AND CLOUD COMPUTING

- Cloud computing service comparison AWS and Azure

The subject of the thesis is to explore cloud technology and cloud services and compare them to the two major cloud technology companies. Cloud construction and cloud services are the promise of the future in the ICT field, even though they are greatly benefited today. In cloud, software, hardware, capacity, and resources are transferred to use via an Internet connection. The aim of the work is to create a data base for a consumer or business for information that they can use when making choices between different cloud services. There is quite a few Finnish language material available on the subject, so the aim of the thesis is also to increase access to the subject in Finnish.

The content is based on the theoretical knowledge that will be familiar with cloud services and clouds and their operating models. The thesis deals with information on the policies of cloud and cloud services, deployment, and cloud technology. Based on this information, two large cloud services are compared: Microsoft Azure and Amazon AWS. Cloud services have been compared with their price, versatility, usability, scalability, security, and future views.

The results of the work and conclusions will explore what different features on these clouds are compared to each other and to which they are best suited. With comparison, a consumer or company may, based on their own needs, make a decision on the most suitable cloud service.

Keywords:

cloud technology, cloud computing, cloud services, cloud storage, cloud environment, IaaS, SaaS, PaaS, Amazon, AWS, Microsoft, Azure

Sisältö

1 Johdanto	7
2 PILVILASKENTA	9
2.1 Pilvilaskennan määritelmä ja ominaispiirteet	9
2.2 Pilven tietoturva	10
2.2.1 Pilven tietoturvan määritelmä	11
2.2.2 Pilven tietoturva käytännössä	12
2.2.3 Pilven tietoturvan eroavaisuudet	14
2.2.4 Pilven tietoturvauhkat	15
3 Palvelumallit	17
3.1 Pilvipalvelun määritelmä	17
3.2 Infrastructure as a Service (IaaS)	18
3.3 Platform as Service (PaaS)	19
3.4 Software as a Service (SaaS)	19
3.5 IaaS, PaaS ja SaaS yhteenveto	20
4 Pilvityypit	22
4.1 Julkinen pilvi (Public Cloud)	22
4.2 Yksityinen pilvi (Private Cloud)	23
4.3 Hybridipilvi (Hybrid Cloud)	24
4.4 Monipilvi (Multi-Cloud)	25
5 Pilvipalvelun tarjoajat	27
5.1 Suurimmat pilvipalvelun tarjoajat	27
5.2 Suomalaiset pilvipalvelun tarjoajat	27
5.3 Amazon Web Services	27
5.4 Microsoft Azure	28
6 Amazon Web Services	29
6.1 Amazon Elastic Compute Cloud (EC2)	29
6.1.1 Amazon EC2:n toiminta	30
6.1.2 Amazon Elastic Block Store (EBS)	30

6.1.3 AWS Elastic Load Balancing (ELB)	31
6.1.4 AWS Auto Scaling	32
6.1.5 Amazon CloudWatch	32
6.2 Amazon Virtual Private Cloud (VPC)	32
6.2.1 VPC:n hallinta ja elementit	33
6.3 Amazon Simple Storage Service (S3)	35
6.3.1 Amazon (S3) toiminta	35
6.3.2 Amazon (S3) tiedon suojaus ja palauttaminen	35
6.4 Amazon Relational Database Service (RDS)	36
6.5 Amazon Route 53	37
7 Microsoft Azure	38
7.1 Azure-laskentapalvelut	38
7.1.1 Azure-tietoverkot	39
7.1.2 Azure-tallentaminen	39
8 Amazon AWS & Microsoft Azure hinnoittelu ja vertailu	41
8.1 Amazon AWS hinnoittelun perusta	41
8.1.1 Amazon AWS instanssityypit	41
8.1.2 Amazon AWS hinnoittelu	44
8.2 Microsoft Azure hinnoittelun perusta	50
8.2.1 Microsoft Azuren instanssityypit	51
8.2.2 Microsoft Azure hinnoittelu	54
9 Johtopäätökset ja tulokset	60
10 Lähdeluettelo	62

Kuvat

Kuva 1. Havainnollistava kuva pilvipalveluiden palvelumalleista ja käyttäjäkunnista.
(Koppinen, 2014)

Kuva 2. IaaS toimintamalli (Salo, 2010)	18
Kuva 3. PaaS Toimintamalli (Salo, 2010)	19
Kuva 4. SaaS toimintamalli (Salo, 2010)	20
Kuva 5. Kuvaaja pilvipalvelumallien tarjonnasta (Salo, Pilvipalvelumallit 2010)	21
Kuva 6. Pilvityypit vertailussa	25

Taulukot

Taulukko 1. Amazon AWS EC2 instanssityypit (Amazon AWS 2021)	42
Taulukko 2. Amazon AWS EC2 yleiset instanssityypit (Nemer 2019)	43
Taulukko 3. Amazon AWS EC2 T3 instanssien hinnoittelu (Amazon AWS 2021)	44
Taulukko 4. Amazon AWS EC2 C5 instanssien hinnoittelu (Amazon AWS 2021)	45
Taulukko 5. Amazon AWS EC2 R5 instanssien hinnoittelu (Amazon AWS 2021)	46
Taulukko 6. Amazon AWS EC2 G4dn instanssien hinnoittelu (Amazon AWS 2021)	47
Taulukko 7. Amazon AWS EC2 I3 instanssien hinnoittelu (Amazon AWS 2021)	48
Taulukko 8. Amazon AWS EC2 T3, C5, R5, G4dn & I3 instanssien hinnoittelu (Linux) (Amazon AWS 2021)	49
Taulukko 9. Amazon AWS EC2 T3, C5, R5, G4dn & I3 instanssien hinnoittelu eri käyttöjärjestelmissä (Amazon AWS 2021)	50
Taulukko 10. Microsoft Azuren instanssityypit (Reed 2019)	52
Taulukko 11. Microsoft Azure A-sarjan hinnoittelu (Microsoft Azure 2021)	54
Taulukko 12. Microsoft Azure F-sarjan hinnoittelu (Microsoft Azure 2021)	55
Taulukko 13. Microsoft Azure E-sarjan hinnoittelu (Microsoft Azure 2021)	56
Taulukko 14. Microsoft Azure NC-sarjan hinnoittelu (Microsoft Azure 2021)	57
Taulukko 15. Microsoft Azure Ls-sarjan hinnoittelu (Microsoft Azure 2021)	58
Taulukko 16. Microsoft Azure A0, F1, E2a v4, NC6 & L8s v2 instanssien hinnoittelu eri käyttöjärjestelmissä (Microsoft Azure 2021)	59

1 Johdanto

Opinnäytetyön tarkoituksena on tutustua yleisesti pilvipalveluihin, niiden erilaisiin toimintamalleihin ja käyttötarkoituksiin sekä koota kattava tietoperusta oleellisimmista asioista pilvilaskentaan, pilven tietoturvaan ja pilvipalveluihin liittyen. Teoriaosuuden pohjalta vertaillaan kahden suuren teknologiajätin, Azuren ja AWS:n pilvipalveluita. Opinnäytetyön aiheeksi valikoitui pilviteknologia ja pilvilaskenta, sillä aiheella on suuret tulevaisuuden odotukset ja on mielenkiintoista nähdä, kuinka suuressa osassa pilvilaskenta yleisesti tulee olemaan ihmisten jokapäiväisessä elämässä. Luultavasti tulevaisuudessa yhä harvemmat ihmiset, oli kyseessä sitten yksityinen kuluttaja tai yritys, tulevat omistamaan tehokkaita tietokoneita vaativiin laskentatarpeisiin, joita videopelit ja raskaat sovellukset vaativat. Täytyy myös muistaa, että videopelit ja muut sovellukset kehittyvät koko ajan raskaammiksi vuosi vuodelta, mikä tarkoittaa lähes loputonta komponenttien päivittämistä. Ongelma ratkaistaan pilvilaskennalla, jossa ihmisille annetaan mahdollisuus vuokrata vaativia laitteita, jolloin asia hoituu todella yksinkertaisesti. Hyvänä esimerkkinä voidaan pitää fyysisten videoiden omistamista, joka on kadonnut lähes kokonaan, koska ihmiset kokevat paljon helpommaksi maksaa kuukausimaksua suoratoistopalveluista, jolloin lopputulos on kuitenkin sama. Koska aihe on laaja ja pilviteknologia-yrityksiä useita, opinnäytetyössä otetaan syvemmin tarkkailuun tämän hetken kaksi dominoivampaa yhtiötä tällä alalla eli Amazon AWS ja Microsoft Azure.

Opinnäytetyön tarkoituksena on luoda kuluttajalle tai yritykselle tietoperusta pilvipalveluista ja pilvilaskennasta, sillä aihe on monelle vielä vieras. Aiheesta on suomen kielellä vielä vähän tietoa, joten opinnäytetyö lisää myös aiheen saatavuutta suomen kielellä. Kuluttajan tai yrityksen on opinnäytetyön myötä helpompi tehdä päätös eri pilvilaskenta-palveluiden välillä. Vaikka opinnäytetyössä vertaillaan kahta pilviteknologia-yritystä, voi työtä soveltaa myös muiden pilviteknologiapalveluiden hankinnassa ja vertailussa. Nämä tavoitteet saavutetaan työssä sekä teoriaosuudella että sitä tukevilla taulukoilla.

Työssä haetaan vastauksia muun muassa Amazonin ja Microsoftin pilvipalveluiden suurimpiin eroavaisuuksiin ja ominaisuuksiin. Tutkimuksen kohteena oli myös eroavaisuudet niin sanotun perinteisen tietoturvan ja pilvessä olevan tietoturvan välillä eli mitä asioita pitää huomioida pilven tietoturvassa. Isona tutkimuksen osuutena työssä oli näiden kahden pilvilaskentapalvelun taloudelliset eroavaisuudet, eli mitä palvelut

kustantavat ja kumpi on edullisempi ja järkevämpi vaihtoehto. Työssä myös tutkitaan, voiko palveluita verrata toisiinsa vain karkeasti hintojen perusteella vai vaatiiko vertailu ja niin sanotun parhaimman vaihtoehdon hakeminen syvempää henkilökohtaista tarkastelua omien tarpeidensa pohjalta.

Aihetta on käsitelty Turun Ammattikorkeakoulun Cloud Computing -kurssilla, josta sain mielenkiinnon tutustua aiheeseen tarkemmin. Aiheeseen oli helpompi syventyä tarkemmin kurssin ansiosta. Opinnäytetyön tärkeimpinä lähteinä ovat toimineet Amazon AWS:n sekä Microsoft Azuren kotisivut.

2 PILVILASKENTA

2.1 Pilvilaskennan määritelmä ja ominaispiirteet

Pilvilaskenta on tekniikaltaan tehokas massiivisen ja monimutkaisen tietojenkäsittelyn toiminnan kannalta. Se vähentää tarvetta ylläpitää ja hallinnoida kallista laskentalaitteistoa, omistettua tallennustilaa sekä ohjelmistoja. Siitä on muodostunut uusi suuntaus internetin ylläpitämiseen, hallintaan ja palveluiden tarjoamiseen. (Salo, Cloud Computing- palvelut verkossa. Jyväskylä: WSOY - Docendo 2010).

”Pilvilaskennalla tarkoitetaan toimintamallia, joka mahdollistaa pääsyn vapaasti konfiguroitaviin ja skaalautuviin tietotekniikkaresursseihin, jotka voidaan ottaa käyttöön tai poistaa helposti ja nopeasti.” (Peter Mell (NIST) 2011). Tässä yhteydessä tietotekniikkaresursseilla viitataan laskentatehon ja tallennustilan lisäksi sovelluskehitysalustoihin sekä sovelluksiin. Pilvilaskenta toteutuu internetin kautta ja palvelun käyttämistä hallitaan itse tarvepohjaisesti. Pilvilaskennalle voidaan määritellä viisi ominaispiirrettä, jotka ovat itsepalveluisuus, pääsy palveluihin eri päätelaitteilla esimerkiksi älypuhelimella, tabletilla tai tietokoneella, resurssien yhteiskäyttö, nopea joustavuus ja käytön tarkka mittaaminen. (Salo, Cloud Computing- palvelut verkossa. Jyväskylä: WSOY - Docendo 2010).

Itsepalvelullisuudella tarkoitetaan, että tietotekniikkaresursseja saa tarvittaessa käyttöön ja niiden käytön voi halutessaan lopettaa itsepalveluna ilman tarvetta olla yhteydessä pilvipalveluntarjoajaan. Itsepalvelullisuus antaa myös käyttäjän määrittää, koska resursseja käyttää, mitä resursseja tarvitsee sekä miten niitä käyttää. Päätelaiteriippumattomuudella tarkoitetaan palveluun pääsyä niin älypuhelimella, tabletilla kuin tietokoneella. Resurssien yhteiskäytöllä pilvilaskennassa viitataan puolestaan siihen, että asiakas ei tarvitse tietoa, eikä yleensä saa tietoa siitä, millä tavoin ja missä päin maailmaa palvelut toteutetaan. Sen sijaan palveluntarjoajan resurssien käyttöaste on korkea, sillä lukuisat asiakkaat käyttävät samaa laitteisto- ja ohjelmistokapasiteettia yhteisesti

toisistaan tietämättä tai riippumatta. Pilvilaskennan nopean joustavuuden ansiosta tarjotut palvelut skaalautuvat joustavasti ja nopeasti ylös- ja alaspäin. Asiakkaan näkökulmasta kapasiteettirajoitetta ei usein ole lainkaan. Laskenta-, tallennus- ja tietoliikennekapasiteetin lisääminen suunnittelemattomaan tarpeeseen onnistuu tarvittaessa lähes välittömästi tarpeen sattuessa. Pilvilaskennan resurssien käyttöä mitataan ja valvotaan tarkasti ja siitä on sekä asiakkaan että palveluntarjoajan mahdollista saada yksityiskohtaista tietoa tarvittaessa. (Salo, Cloud Computing- palvelut verkossa. Jyväskylä: WSOY - Docendo 2010).

Skaalautuvuus

Skaalattavuus tarkoittaa, että yritys tai yksityinen toimija voi tarvittaessa ostaa käyttöönsä juuri niin paljon resursseja, kuin tarvitsee. Resursseja voidaan tarvittaessa lisätä tai laskea hetkellisesti. (Haapavuori 2020).

Saatavuus

Saatavuudella tarkoitetaan sitä, kuinka varmasti järjestelmä tai palvelu on tarvittaessa käytettävissä. Saatavuutta heikentäviä tekijöitä on esimerkiksi tietojärjestelmän virheet, joiden vuoksi palvelua ei voida käyttää. Saatavuutta voi hankaloittaa internet-yhteyden häiriöt. (Sanastokeskus TSK ry 2002).

Palvelutasosopimus

Palvelutasosopimus eli SLA (Service Level Agreement) on asiakkaan ja palveluntarjoajan välinen sopimus, jossa määritellään palvelulle tietyt vaatimustasot. Sitä voidaan mitata erityyppisillä mittareilla ja palvelutason alittamisesta seuraa yhteisesti aikaisemmin sovittu sanktio. (Stephanie Overby 2017).

2.2 Pilven tietoturva

Pilven tietoturva on kyberturvallisuuden ala, joka keskittyy pilvipalvelujärjestelmien turvaamiseen. Se käsittää tietojen pitämisen turvassa ja

yksityisinä verkkopohjaisessa infrastruktuurissa, sovelluksissa ja alustoilla. Järjestelmien turvaaminen vaatii pilvipalveluntarjoajien ja niiden asiakkaiden yhteistyötä, oli asiakkaana sitten yksittäinen toimija tai yritys. (Kaspersky 2021).

Pilvipalveluntarjoajat hallinnoivat palveluita palvelimillaan jatkuvasti päällä olevan internet-yhteyden kautta. Koska yritysten toiminta perustuu asiakkaiden luottamukseen, asiakkaiden tiedot pidetään turvassa ja yksityisinä pilven tietoturvatimien avulla. Pilven tietoturva on kuitenkin osittain myös asiakkaan omissa käsissä. Molempien näkökulmien ymmärtäminen ja sisäistäminen on toimivan pilven tietoturvaratkaisun kannalta tärkeää. (Kaspersky 2021).

Pilven tietoturvan ydin koostuu viidestä eri osa-alueesta, jotka ovat tietojen suojaus, identiteetin- ja pääsynhallintajärjestelmä (IAM), hallinta (uhkien eston, havaitsemisen ja lieventämisen käytännöt), tietojen säilyttäminen ja toiminnan jatkuvuuden suunnittelu ja Lainsäädännön noudattaminen. (Kaspersky 2021).

2.2.1 Pilven tietoturvan määritelmä

Pilven tietoturva on teknologiaratkaisuja, protokollia ja parhaita käytäntöjä, joilla suojataan pilvipalveluympäristöjä, pilvessä toimivia sovelluksia ja pilvessä säilytettävää dataa. Pilven tietoturva alkaa sen ymmärtämisestä, mitä suojataan ja mitä hallinnoitavia osia järjestelmässä on. Yleisesti tietoturvaheikkouksien vastainen taustakehitystyö on suurilta osin palveluntarjoajien hoidettavissa. Asiakkaan vastuulla on valita tietoturvakeskeinen palveluntarjoaja ja keskittyä sen lisäksi etupäässä palveluiden asianmukaiseen määrittämiseen ja turvallisiin sekä vastuullisiin käyttötapoihin. Lisäksi asiakkaiden kannattaa varmistua siitä, että loppukäyttäjän laitteisto ja verkko turvallinen. (Kaspersky 2021).

Suojattavaan piiriin kuuluu fyysiset verkot muun muassa. reitittimet, sähkövirta, kaapelit ja ilmastointilaitteet, tietojen säilyttäminen eli muun muassa. kiintolevy, tietopalvelimet eli runkoverkon laitteisto ja ohjelmisto, virtuaalikonekehukset eli virtuaalikoneiden ohjelmisto, isäntä- ja vieraskoneet, käyttöjärjestelmät eli

ohjelmisto, joka toimii tietokoneen alustana, väliohjelmisto eli ohjelmointirajapinnan (API) hallinta, tiedot eli kaikki tallennetut, muokattavat ja käytössä olevat tiedot, sovellukset ja loppukäyttäjän laitteistot muun muassa. tietokoneet, mobiililaitteet ja (IoT) -laitteet. (Kaspersky 2021).

On tosin muistettava, että pilvipalveluissa näiden osien omistajat voivat vaihdella. Sen vuoksi asiakkaan tietoturvavelvollisuudet voi olla hankala hahmottaa selvästi. Koska pilven suojaaminen vaihtelee sen mukaan, kenellä on valtuudet kuhunkin osaan, niiden yleisen ryhmittelyn ymmärtäminen on todella oleellista. (Kaspersky 2021).

2.2.2 Pilven tietoturva käytännössä

Pilven tietoturvassa on monenlaisia toimia, joihin joudutaan varautumaan. Tietojen hävitessä ne on onnistuttava palauttamaan. Muisti ja verkko on suojattava haitallisilta tietovarkauksilta ja tietovuotoja aiheuttavien inhimillisten virheiden ja huolimattomuuksien aikainen havaitseminen on tärkeää. (Kaspersky 2021).

Tietojen suojaus

Tietojen suojaukseen kuuluu uhkien torjunnan tekninen osuus. Työkalujen ja teknologian ansiosta palveluntarjoajat ja asiakkaat voivat luoda esteitä arkaluonteisten tietojen näkymiselle ja käytölle. Saatavilla olevista työkaluista salaus on yksi voimakkaimmista keinoista. Kun tiedot salataan, ne sekoitetaan siten, että niiden lukeminen on mahdollista vain salausavaimella. Jos tietosi katoaa tai anastetaan, ne ovat käytännössä lukukelvotonta. Tiedonsiirtosuojat, kuten virtuaaliset yksityisverkot (VPN-verkot), korostuvat myös pilviverkoissa. (Kaspersky 2021).

Identiteetin- ja pääsynhallintajärjestelmä (IAM)

IAM liittyy käyttäjätileille myönnettäviin käyttöoikeuksiin. Myös käyttäjätilien tunnistautumisen ja käyttöoikeuksien hallinnointi on tärkeää tässä yhteydessä. Käyttöoikeuksien hallintatyökalut ovat tärkeitä niin valtuutettujen kuin haitallisten käyttäjien rajoittamiselle, jotta arkaluonteisten tietojen ja järjestelmien käyttöä sekä vaarantumista voidaan hallita. Salasanojen hallinta, monivaiheinen tunnistautuminen ja muut menetelmät kuuluvat IAM:n piiriin. (Kaspersky 2021).

Hallinnointi

Hallinnointi keskittyy uhkien torjunnan, havaitsemisen ja lieventämisen toimiin. Uhkätiedot voivat auttaa yrityksiä ja yksityisiä asiakkaita jäljittämään ja priorisoimaan uhkia, jotta tärkeät järjestelmät voidaan pitää vartioituina. Yksittäiset pilvipalveluiden asiakkaat kuitenkin hyötyvät käyttäjien käyttäytymiskäytännöistä ja koulutuksesta. Tämä koskee erityisesti organisaatioita, mutta turvallisen käytön sääntöjä ja uhiin reagoimista koskevat tiedot ovat hyödyllisiä kaikille käyttäjille. (Kaspersky 2021).

Tietojen säilyttämisen ja toiminnan jatkuvuuden suunnittelu

Tietojen säilyttämisen ja toiminnan jatkuvuuden suunnittelu tarkoittaa tietojen palauttamiseen liittyviä toimia äärimmäisessä katastrofitilanteessa. Monenlaisiin jatkuvuussuunnitelmiin kuuluvat erilaiset tietojen jäljennysmenetelmät, kuten varmuuskopiot. Lisäksi toiminnan jatkuvuuden takaavat tekniset järjestelmät voivat olla hyödyksi. Tarkkaan tehdyssä jatkuvuussuunnitelmassa järjestelmien varmuuskopioiden kelvollisuuden testaaminen ja työntekijöiden yksityiskohtaiset palautusohjeet ovat ensiarvoisen tärkeitä. (Kaspersky 2021).

Lainsäädännön noudattaminen

Osa-alue pitää sisällään käyttäjien yksityisyyden suojelemisen lainsäädäntöelimien edellyttämällä tavalla. Viranomaiset ovat aloittaneet toimin yksityisten käyttäjien tietojen suojaamiseksi muun muassa taloudelliselta väärinkäytöltä, ja organisaatioiden onkin noudatettava viranomaisten ohjeita ja määräyksiä. Yksi lähestymistavoista on tietojen peittäminen, jossa henkilöllisyys

häivytetään tietojen sisällä erilaisten salausmenetelmien avulla. (Kaspersky 2021).

2.2.3 Pilven tietoturvan eroavaisuudet

Perinteinen tietoturva on saanut edistysaskeleen pilvipalveluihin siirtymisen myötä. Uusien pilvimallien käytännöllisyydestä huolimatta jatkuvasti käytössä olevan verkkoyhteyden suojaaminen vaatii uusia innovatiivisia ideoita. Pilven tietoturva eroaa vanhoista malleista monella eri tavalla. (Kaspersky 2021).

Tietojen säilytyksen suurin ero vanhaan malliin on se, että vanhat mallit perustuvat tietojen paikalliseen säilytykseen. Organisaatiot ovat jo kauan sitten pistäneet merkille, että kaikkien tietotekniikkakehysten rakentaminen paikan päälle yksityiskohtaisen ja räätälöidyn suojauksenhallinnan vuoksi on kallista ja joustamatonta. Pilvipohjaiset ratkaisut ovat pienentäneet järjestelmäkehityksen ja -huollon kustannuksia, mutta myös vieneet näiden ratkaisujen hallintaa pois käyttäjien omista käsistä. (Kaspersky 2021).

Pilven tietoturva myös vaatii erikoishuomiota organisaatioiden tietotekniikkajärjestelmiä skaalattaessa. Ongelmia saattaa syntyä, jos päivitystarve ja nopea tarve skaalata järjestelmiä menee tietoturvan edelle. (Kaspersky 2021).

Niin organisaatioiden kuin yksittäisten käyttäjienkin tapauksessa pilvijärjestelmät muodostavat yhteyksiä moniin muihin järjestelmiin ja palveluihin, jotka vaativat myös suojausta. Käyttöoikeuksia on hallinnoitava ja valvottava niin loppukäyttäjän laitteiston kuin ohjelmiston ja verkon tasolla. Sen lisäksi palveluntarjoajien ja käyttäjien on tarkkailtava haavoittuvuuksia, joita he saattavat aiheuttaa vaarallisilla huolimattomilla asennuksilla ja järjestelmän huolimattomalla käytöllä. (Kaspersky 2021).

Pilvijärjestelmät muodostuvat pilvipalveluntarjoajien ja niiden käyttäjien välisestä pysyvästä yhteydestä. Tämä verkkoyhteys voi vaarantaa jopa itse pilvipalveluiden tarjoajat. Verkostoympäristössä jo yhtä heikkoa laitetta tai osaa

voidaan käyttää muiden laitteiden saastuttamiseen. Olemalla yhteydessä moniin loppukäyttäjiin pilvipalveluntarjoajat altistavat itsensä uhkille, tarjosivat he sitten tietojen säilytyspalvelua tai muita pilvipalveluja. Myös suoraan loppukäyttäjien järjestelmille, tuotteita ja palveluja toimittaville palveluntarjoajille, voi langeta lisävastuuta verkon turvallisuudesta. (Kaspersky 2021).

2.2.4 Pilven tietoturvahukat

Yleisiä tietoturvahukia pilvessä ovat pilvipohjaisen infrastruktuurin riskit eli esimerkiksi yhteensopimattomat, vanhentuneet IT-kehykset ja kolmannen osapuolen ongelmat tietojen säilytyksessä. Yleistä on myös inhimillisistä virheistä johtuvat uhat, kuten käyttöluopien vääränlainen määrittäminen. Ulkoiset uhkat luovat vakavan riskin pilven tietoturvaan. Näitä ovat muun muassa haittaohjelmat, tietojenkalastelu ja palvelunestohyökkäykset. (Kaspersky 2021).

Suurin riski pilven tietoturvassa on siinä, että suojattavaa äärialueita ei ole. Tutuissa kyberturvallisuusjärjestelmissä suojataan pääsääntöisesti verkon äärialueita. Pilviympäristöt ovat monin tavoin yhteydessä moneen eri suuntaan, joten huonosti suojatut tai kokonaan suojaamattomat ohjelmointirajapinnat ja kaapatut tilit voivat aiheuttaa vakavia ongelmia. Pilven tietoturvariskien erityisluonteen vuoksi kyberturvallisuuden kanssa työskentelevien on otettava tietoturvaan datakeskeinen lähestymiskulma. (Kaspersky 2021).

Laaja sisäinen yhteyden liittyvyys on myös ongelma tietoverkoissa. Haitalliset toimijat pääsevät murtautumaan järjestelmiin väärin käsiin joutuneilla tai heikoilla tunnuksilla. Hakkerin päästyä sisään, hän voi helposti levittäytyä ja etsiä dataa eri tietokannoista ja solmuista hyödyntämällä pilven heikosti suojattuja käyttöliittymiä. Hän pystyy myös käyttämään omia pilvipalvelimiaan varastettujen tietojen vientiin ja tallennukseen. Pelkkä estäminen pilveen pääsyyn ei riitä, tietoturva on rakennettava pilveen itsessään. (Kaspersky 2021).

Kun kolmannet osapuolet säilyttävät tietoja pilvessä, myös siinä on riskinsä. Jos nämä palvelut eivät syystä tai toisesta ole käytettävissä, pääsyä tietoihin ei voida taata. Pilveen pääsyn voi estää esimerkiksi puhelinverkon katkos.

Vaihtoehtoisesti sähkökatkos voi vaikuttaa tietojasi säilyttävään palvelinkeskukseen, mikä voi pahimmassa tapauksessa johtaa tietojesi katoamiseen. Tämä on hyvä esimerkki siitä, miksi ainakin osa datasta ja sovelluksista kannattaa varmuuskopioida paikallisesti. (Kaspersky 2021).

3 Palvelumallit

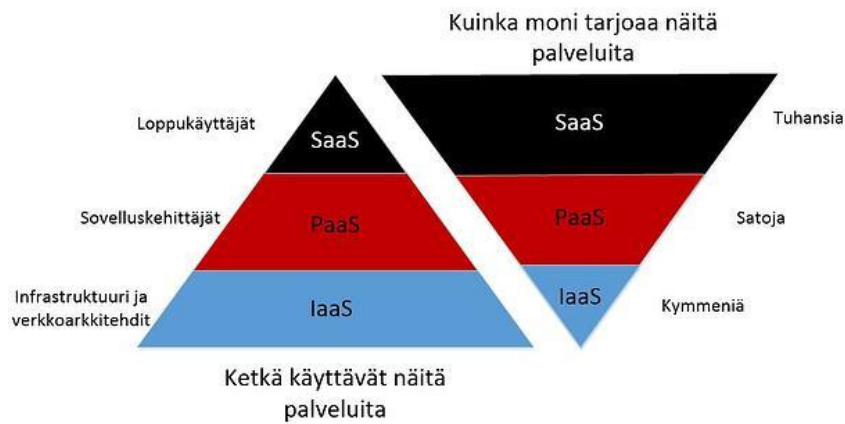
3.1 Pilvipalvelun määritelmä

Pilvipalvelu tarkoittaa tietoteknisten palveluiden toimittamista sovelluksista tallennuskapasiteettiin ja laskentatehoon, tyypillisesti internetin välityksellä ja käytön mukaan maksamalla. Ydinkäsite tarkoittaa tietoteknisen infrastruktuurin tai datakeskusten omistamisen sijaan vuokraamista pilvipalvelun tarjoajalta. (Ranger 2018).

Pilvipalvelua voi verrata hajautettuun ympäristöön. Käsitteenä se kuvaa paradigman muutosta, jonka tuloksena palvelu tarjotaan ”pilvessä”, jonka teknisiä yksityiskohtia palvelun käyttäjät eivät voi nähdä tai hallita. Pilvipalvelu kuvaa uutta tietoteknisten palveluiden tuottamisen, käyttämisen ja toimittamisen mallia, johon liittyy internetin yli palveluna tarjottuja dynaamisesti skaalautuvia ja virtuaalisia resursseja. (Rosen 2020).

Käsitettä ”pilvi” käytetään kielikuvana, jolla viitataan internetiin siten kuin se usein esitetään tietoverkkojen kaaviokuvissa sekä abstraktiona monimutkaiselle infrastruktuurille, jonka se kätkee. Käsite ei määritä varsinaista toteutustapaa ja palvelut voidaan toteuttaa asiakaskohtaisilla virtuaalikoneilla tai säiliöinnillä erillisten tietokoneiden sijaan. (Rosen 2020).

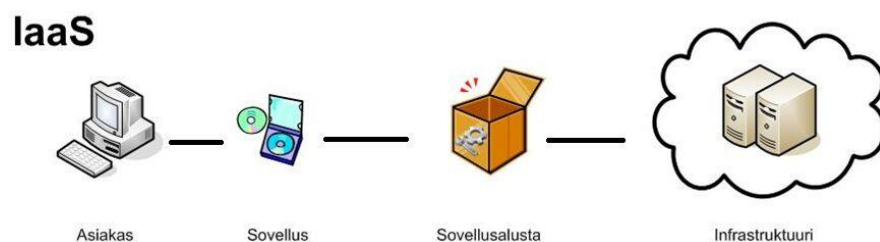
(Kuva 1) Pilvipalveluissa tavataan kolmea erilaista palvelumallia, jotka ovat IaaS, PaaS ja SaaS. Nämä kaikki poikkeavat toisistaan ja ovat suunnattu eri asiakaskunnille erilaisten tarpeiden mukaan. (Koppinen 2014).



(Kuva 1) Havainnollistava kuva pilvipalveluiden palvelumalleista ja käyttäjäkunnista. (Koppinen 2014).

3.2 Infrastructure as a Service (IaaS)

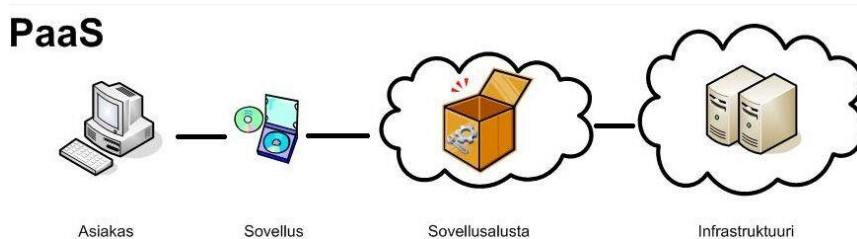
(Kuva 2) IaaS-palvelu on pääsääntöisesti suunnattu organisaatiolle, jotka haluavat ulkoistaa laitteita ja resursseja kuten tallennustilaa, verkkoelementtejä ja palvelimia. IaaS:in kohdalla tarjottu kapasiteetti on usein virtualisoitu ja skaalautuminen sekä ylläpito on automatisoitu mahdollisimman pitkälle. Laskutus perustuu palvelun käyttöön, jota mitataan tarkasti käytettyihin resursseihin, eikä etukäteissitoumuksia tarvitse tehdä. IaaS tunnetaan myös muilla nimillä, kuten HaaS (Hard-ware-as-a-Service), CaaS (Computing-as-a-Service) tai SaaS (Storage-as-a-Service). IaaS-palvelua tarjotaan esimerkiksi Microsoft Azuressa ja Amazon AWS palvelussa. (Salo, Pilvipalvelumallit 2010).



(Kuva 2) IaaS-toimintamalli (Salo, Pilvipalvelumallit 2010).

3.3 Platform as Service (Paas)

(Kuva 3) PaaS-palvelu kohdistuu lähinnä sovelluskehittäjille, jotka haluavat parantaa kehitysprosessia siirtämällä järjestelmien hallintaa PaaS-palveluntarjoajille. Kehitysalustat antavat mahdollisuuden ohjelmistokehitykselle sekä pilvimallin tekniselle kehitykselle, koska kehitysalustat antavat välineet kehittäjille ladata myös omia sovelluksiaan. Tämän johdosta kehitysmallin keksijöiden ei tarvitse olla huolissaan ohjelmiston skaalautuvuudesta tai kasvavasta tehotarpeesta käyttäjämäärien kasvaessa, alustaa voi laajentaa joustavasti tarpeen tullen. (Salo, Pilvipalvelumallit 2010).

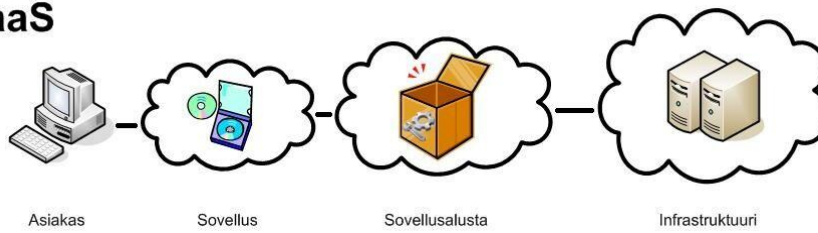


(Kuva 3) PaaS-toimintamalli (Salo, Pilvipalvelumallit 2010).

3.4 Software as a Service (SaaS)

(Kuva 4) SaaS-palvelu on suunnattu loppukäyttäjille, jotka haluavat käyttää palveluita ja ohjelmistoja esimerkiksi kuukausimaksua vastaan. Palveluntarjoaja on vastuussa koko ohjelmiston hallinnasta ja ylläpidosta. SaaS-ohjelmistoja voidaan käyttää useimmiten kaikilla päätelaitteilla, kunhan verkkoyhteys on käytettävissä. SaaS-palvelua tarjoaa myös Microsoft Azure ja Amazon AWS. (Salo, Pilvipalvelumallit 2010).

SaaS



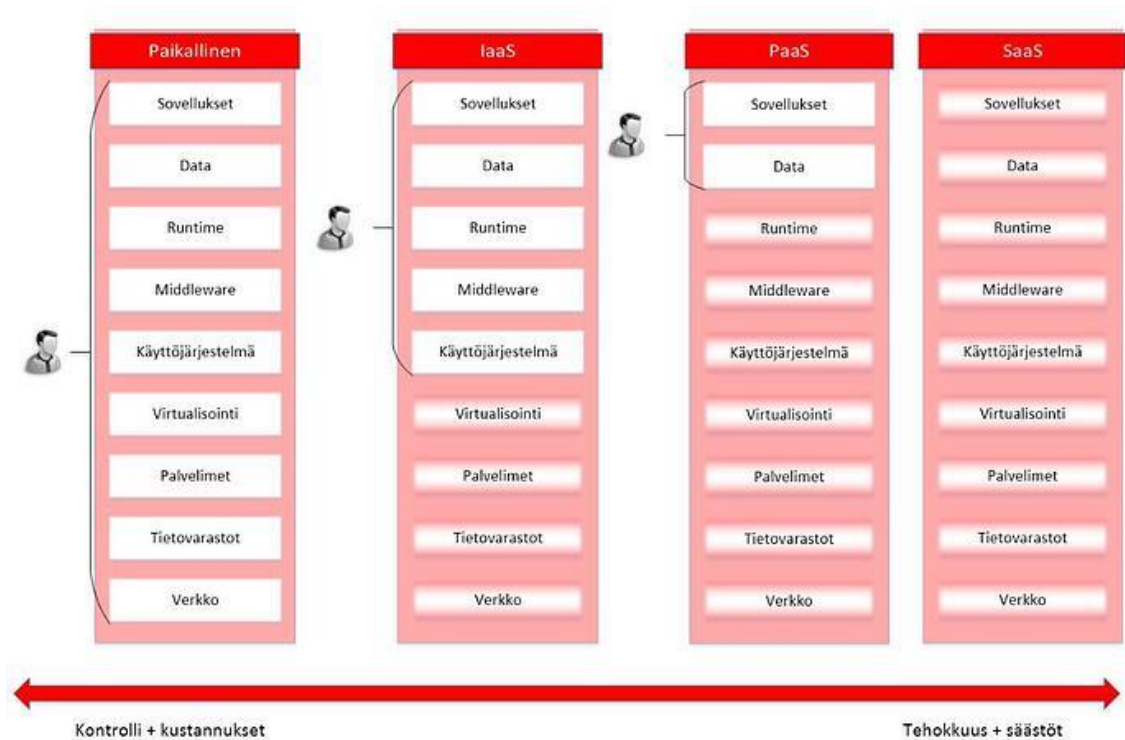
(Kuva 4) SaaS-toimintamalli (Salo, Pilvipalvelumallit 2010).

3.5 IaaS, PaaS ja SaaS yhteenveto

(Kuva 5) Jokaisella pilvipalvelumallilla on omat hyvät ja huonot puolensa. Yritykset ja yksityiset toimijat voivat valita palvelun, joka parhaiten sopii heidän tarpeisiinsa. IaaS:n avulla saat paremman hallinnan sovelluksista ja prosesseista, mutta silloin on pidettävä mielessä mahdolliset korkeat kustannukset ja odottamattomat maksut. SaaS taas on ylivoimaisesti suosituin pilvipalvelutyyppi, sillä voit käyttää pilvipohjaisia sovelluksia ilman infrastruktuurin

hallintaa. PaaS taas on paras kehittäjille, jotka eivät halua käyttää ylimääräistä tarvittaviin alustoihin projektien loppuunsaattamiseksi.

Loppujen lopuksi jokaisen yrityksen ja yksityisen toimijan tulisi miettiä mitä he tarvitsevat ja tehdä tietoinen päätös palvelumallista. On otettava huomioon yrityksen tai yksityisen toimijan tavoitteet ennen palvelun valitsemista.



(Kuva 5) Kuvaaja pilvipalvelumallien tarjonnasta (Salo, Pilvipalvelumallit 2010).

4 Pilvityypit

4.1 Julkinen pilvi (Public Cloud)

Julkinen pilvi (Public Cloud) on virtuaalinen palvelinympäristö, joka on kehitelty tavoitettavaksi julkisen internet-verkon kautta. Eri toimittajien välillä voivat erota kapasiteetti, ohjelmistot tai virtuaaliset laitteet. Julkinen pilvi on jaettua palvelinkapasiteettia suuresta palvelinklusterista, jossa jollain hypervisorilla jaetaan fyysinen palvelinkapasiteetti pieniksi osiksi, eli tuttavallisemmin sanottuna virtuaalipalvelimiksi ns. pilvenpalasiksi. (Niinijärvi, Pilvipalveluiden ABC – Osa 1: Julkinen pilvi 2020).

Julkinen pilvi on jaettu alusta, eli monet yritykset käyttävät samoja fyysisiä laitteita samanaikaisesti, joka mahdollistaa erittäin kustannustehokkaan palvelinkapasiteetin loppukäyttäjille. Jokaisen yrityksen tiedot on kuitenkin eroteltu toisista loogisella tasolla, joten tietoturvan kannalta ei ole huolen aiheita. Julkinen pilvi mahdollistaa yrityksille helpon ja skaalautuvan palvelinympäristön sekä resurssien jakamisen ympäri organisaatiota. (Niinijärvi, Pilvipalveluiden ABC – Osa 1: Julkinen pilvi 2020).

Julkinen pilvi rakennetaan kattamaan mahdollisimman monen asiakkaan tarpeet, joten sen kautta voidaan tuottaa monenlaisia palveluita. Palvelut jaetaan tyypillisemmin kolmeen eri ja jo aikaisemmin mainittuun kategoriaan: Saas, PaaS ja IaaS. (Niinijärvi, Pilvipalveluiden ABC – Osa 1: Julkinen pilvi 2020).

Julkisen pilven hyviin puoliin kuuluu se, että maksat siitä mitä käytät eli puhutaan minuuttilaskutuksesta. Tämä on hyvin kustannustehokasta, sillä yritys voi lähteä liikkeelle hyvin pienillä kustannuksilla, eikä turhasta tarvitse maksaa, vaan laskutus käynnistyy ja päättyy aina kun käynnistetään tai sammutetaan palvelin. Palveluntarjoajat tarjoavat myös määräaikaissopimuksia, joihin saattaa liittyä alennuksia sillä resurssimäärä on sidottu määräaikaaisuuteen. Tyypillisimmät määräaikaaisuudet ovat 1kk, 12kk tai 36kk mittaisia. Kun kapasiteetti on linkitetty määräaikaaisuuteen, palvelu maksaa kuukausittain yhtä paljon, vaikka resursseja ei olisi käytetty. Alennusprosentit tosin saattavat olla niinkin suuria, että on

edullisempaa sitoa sopimus määräaikaaisuuteen, vaikka kapasiteettia tarvitsisi vain 2/3 ajasta, kuin käyttää minuuttilaskutusta. (Niinijärvi, Pilvipalveluiden ABC – Osa 1: Julkinen pilvi 2020).

4.2 Yksityinen pilvi (Private Cloud)

Yksityinen pilvi on pilvipalveluratkaisu, joka on rakennettu organisaatioille yrityskohtaisesti. Tyypillisesti yksityinen pilvi ei ole saatavilla julkisesta internet-verkosta ja sitä hallinnoidaan ainoastaan suoraan yrityksen sisäverkosta tai suojattujen etäyhteyksien kautta. Yksityinen pilvi voidaan rakentaa joko yrityksen omilla palvelinlaitteilla omia laitetiloja hyödyntäen tai ulkoistaa sekä laitehallinta että laitteiden sijoituspaikka omalle pilvipalveluntarjoajalle. (Niinijärvi, Pilvipalveluiden ABC – Osa 2: Yksityinen pilvi 2020).

Yksityisessä pilvessä käytetään monesti virtualisoinnin toteutustapana jotain hypervisor-tuotetta, joita ovat esimerkiksi VMware, Openstack ja Citrix. Suurin osa hypervisoreista on kaupallisia tuotteita, joissa on erilaisia lisenssimalleja. Virtualisoinnin voi myös tehdä ilman lisenssöntikustannuksia Openstack-ratkaisua käyttäen. (Niinijärvi, Pilvipalveluiden ABC – Osa 2: Yksityinen pilvi 2020).

Yksityisen pilven hintoja ei tyypillisesti löydä palveluntarjoajien nettisivuilta suoraan, sillä tuotettu palvelukokonaisuus on käytännössä aina yrityskohtainen. Palvelun hinnoittelu koostuu tyypillisimmin tarvittavasta palvelinkapasiteetista, vaadituista lisensseistä sekä erikseen sovittavista lisäpalveluista, kuten laitteiden ylläpidosta ja tietoliikenteestä. Ylläpitovastuu yksityisen pilven ratkaisuihin on lähtökohtaisesti aina yrityksellä itsellään, mutta yritykset solmivat usein ylläpitosopimuksen joko olemassa olevan IT-kumppaninsa tai pilvipalveluiden toimittajan kanssa. (Niinijärvi, Pilvipalveluiden ABC – Osa 2: Yksityinen pilvi 2020)

Yksityisessä pilvessä etuja ovat turvallisuus, tehokkuus, täysi kontrolli ja datan sijainti. Yksityinen pilvi on turvallinen, koska se on tarkoitettu yksittäiselle käyttäjäorganisaatiolle. Palvelut ovat käytettävissä vain sisäverkosta tai

tietoturvallisen etäyhteyksien yli. Tehokkuus myös korostuu yksityisessä pilvessä, koska se sijaitsee asiakkaan sisäverkossa ja fyysisesti hyvien tietoliikenneyhteyksien perässä. Näin latenssit ja tiedonsiirtonopeus ovat parempia kuin julkisessa. Kontrollin osalta yrityksellä on täysi kontrolli ympäristöön niin käytettävän palvelinraudan kuin halutun käyttöjärjestelmän osalta. Datan sijainti on taattu Suomen rajojen sisälle, jos yksityinen pilvi sijoitetaan suomalaiseen laitesaliin. Monet globaalit julkisen pilven toimittajat usein mainostavat säilyttävänsä dataa Suomessa. Tästä huolimatta toimitusehdoista voi löytyä porsaanreikä, jolla datan sallitaan liikkuvan myös muualle. (Niinijärvi, Pilvipalveluiden ABC – Osa 2: Yksityinen pilvi 2020).

4.3 Hybridipilvi (Hybrid Cloud)

Hybridipilvi on tietotekniikkainfrastrukturi, joka yhdistää ainakin yhden julkisen pilven ja yhden yksityisen pilven ja tarjoaa niiden välillä orkestroinnin, hallinnan ja sovellusten siirrettävyyden yhtenäisen, joustavan ja optimaalisen pilviympäristön. Hybridi-monipilvi on hybridipilvi-infrastrukturi, joka sisältää useita julkisia pilviä useammalta kuin yhdeltä pilvipalvelujen tarjoajalta. Tämä mahdollistaa optimaalisen pilvipalveluympäristön kunkin työmäärää varten. Myös kuorman siirtäminen julkisen ja yksityisen pilven välillä on mahdollista olosuhteiden muuttuessa. (Niinijärvi, Pilvipalveluiden ABC – Osa 3: Hybrid- ja multicloud 2020).

Alun perin hybridi-pilviarkkitehtuuri keskittyi mekaniikkaan, jolloin yrityksen paikallisessa datakeskuksessa muutettiin osia yksityiseksi pilvi-infrastruktuuriksi ja yhdistettiin sitten tämä infrastrukturi julkisiin pilviympäristöihin. Tämä saavutettiin käyttämällä valmiiksi pakattua hybridipilviratkaisua, kuten Red Hat OpenStackia tai käyttämällä kehittynyttä yritysvaliohjelmistoa pilviresurssien integroimiseen ympäristöihin ja yhtenäisiä hallintatyökaluja näiden resurssien seurantaan, allokointiin ja hallintaan keskuskonsolista. Tämä mahdollistaa, että palomuurin taakse voidaan varata yksityiset pilviresurssit, jotka ovat arkaluontoisten ja erittäin säänneltyjen tietojen käsittelyyn. Ja ei niin arkaluontoiselle ja kuormittavalle tiedolle voidaan käyttää julkista pilveä. Voit

myös käyttää julkisia pilvilaskenta- ja pilvitallennusresursseja, jotka laajentuvat nopeasti, automaattisesti ja edullisesti vastauksena suunnittelemattomiin liikenteen piikkeihin vaikuttamatta yksityisiin pilvikuormituksiin (tätä kutsutaan pilvipurkaukseksi). Hybridipilvi mahdollistaa myös nopean käyttöönoton uudelle teknologialle, eli voit ottaa käyttöön tai vaihtaa uusimpaan Saas-ratkaisuun ja integroida ne jo olemassa oleviin sovelluksiin ilman paikallisen infrastruktuurin muuttamista. Hybridipilvessä korostuu resurssien kustannussäästöt ja optimointi. Yksityinen pilvi soveltuu hyvin ennustettavissa olevien kuormitusten käsittelyyn ja julkinen pilvi soveltuu vähemmän ennustettavissa oleviin kuormituksiin, sillä sen kapasiteettia ja skaalautuvuutta voidaan tarvittaessa muuttaa. (Niinijärvi, Pilvipalveluiden ABC – Osa 3: Hybrid- ja multicloud 2020).

(Kuva 6) Kuvassa on vertailtu etuja ja haittoja yksityisen-, julkisen- ja hybridipilven välillä.



(Kuva 6) pilvityypit vertailussa.

4.4 Monipilvi (Multi-Cloud)

Multi-cloud on pilvi, jossa pilviarkkitehtuurissa on useamman kuin yhden pilvitoimittajan ratkaisuja. Multi-cloud ei ota kantaa siihen, ovatko nämä kaikki yksityistä pilveä, julkista pilveä vai hybridipilveä. Usein hybridipilvi onkin samanaikaisesti multicloudia, sillä harva toimittaja tarjoaa sekä yksityistä pilveä

että julkista pilveä. (Niinijärvi, Pilvipalveluiden ABC – Osa 3: Hybrid- ja multicloud 2020).

Sijoitusmaailmassa ihmisiä kehoitetaan hajauttamaan sijoituksiaan riskin pienentämiseksi ja turvallisuuden takaamiseksi. Pilviarkkitehtuurissa on sama periaate käytössä ja suositellaankin, että firmat monistaisivat oman pilvensä monelle eri toimijalle, mahdollisuuksien mukaan jopa eri maanosiin. Multi-cloud rakennetaan tavanomaisesti monen eri toimittajan ympäristöön, jotta ongelmatilanteissa on mahdollista tuottaa palvelut toisesta sijainnista ilman pitkiä katkoksia. (Niinijärvi, Pilvipalveluiden ABC – Osa 3: Hybrid- ja multicloud 2020).

Multi-cloudin ylläpitäminen voi olla raskasta niin asiantuntijoiden työtunneissa mitattuna kuin suorina kustannuksina pilvitoimittajille. Asiantuntijoilta vaaditaan osaamista niin julkisen pilven sekä yksityisen pilven ylläpitoon, jolloin asiantuntijat ovat harvassa. Tähänkin on onneksi olemassa tiettyjä automatisoituja työkaluja, jotka osaavat laskea suoraan, missä pilvessä tietyt palvelimet kannattaa pitää rahallisesti. Usein samat palveluntarjoajat myös auttavat asiantuntijoita tarjoamalla yhtenäisen hallintaliittymän kaikille pilviratkaisuille.” (Niinijärvi, Pilvipalveluiden ABC – Osa 3: Hybrid- ja multicloud 2020).

5 Pilvipalvelun tarjoajat

5.1 Suurimmat pilvipalvelun tarjoajat

Tällä hetkellä yhä useammat palveluntarjoajat tarjoavat pilviratkaisuja yrityksille. Palveluja löytyy paljon erilaisia ja varmasti jokaiselle yritykselle tai yksilölle löytyy täydellinen palvelumalli. Kymmenen tutkimuksieni mukaan suurinta ja hallitsevinta pilvipalvelun tarjoajaa ovat Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure, Google Cloud, Alibaba Cloud, IBM Cloud, Oracle, Salesforce, SAP, Rackspace Cloud, VMWare. Nämä kymmenen pilvipalvelun tarjoajaa ovat suurimpia sillä omaavat suurimman markettiosuuden. (Chand 2021).

5.2 Suomalaiset pilvipalvelun tarjoajat

Suomesta löytyy tällä hetkellä myös pilvipalveluntarjoajia useampikin kappale, näitä ovat esimerkiksi XetNET, Magic Cloud Oy, Valtti, TNNet Oy:n VaultCloud.

Vuoden 2018 toukokuusta lähtien voimaan astunut EU:n tietosuoja-asetus GDPR (General Data Protection Regulation) takaa sen, että tietosi säilyvät EU: sisällä tai mieluummin, jopa Suomen sisällä. Esimerkiksi XetNET tarjoaa kotimaisia pilviratkaisuja, jotka noudattavat kyseistä säännöstä. Tästä on hyötyä tietoturvan kannalta ja tämä auttaa myös latenssin minimoinnissa, sillä pilvipalvelin sijaitsee lyhyen matkan päässä Suomessa. (XETNET 2020).

5.3 Amazon Web Services

Amazon Web Services (AWS) sai alkunsa 2006 ja on nykyään kokoelma etätietojenkäsittelyresurssien palveluja, jotka muodostavat yhdessä Amazon.com kautta tarjottavan pilvilaskenta-alustan. Keskeisimmät ja tunnetuimmat näistä palveluista ovat Amazon EC2 ja Amazon S3. Palvelu on tällä hetkellä maailman suurin, hallitsevin ja kattavin. Nykyään Amazon Web Services tarjoaa luotettavan, skaalautuvan, edullisen infrastruktuurin pilvipalvelualustan.

Palvelinkeskukset sijaitsevat Yhdysvalloissa, Euroopassa, Brasiliassa, Singaporessa, Japanissa ja Australiassa. (Amazon AWS 2021).

5.4 Microsoft Azure

Microsoft Azure on Microsoftin julkinen pilvipalvelu. Azurea voidaan käyttää sekä virtuaalipalvelinten alustana tai kehittäjille tarkoitettuna kehitysalustana. Microsoft Azure tarjoaa myös erilaisia valmiita pilvipalvelukomponentteja esimerkiksi mobiililaitteiden hallintaan (Microsoft Intune), dokumenttien suojaamiseen (Azure Rights Management Service), suurten datamassojen analysointiin (Big Data) ja koneoppimiseen (Azure Machine Learning). (Chand 2021).

Microsoft Azure on yksi nopeimmin kasvavista pilvistä. Azure lanseerattiin vuosia AWS:n ja Google Cloudin julkaisun jälkeen, mutta se saavuttaa kovaa vauhtia kilpailijoitaan. Azure tarjoaa edistyneimmän ja enimmäismäärän älykkäitä tuotteita ja palveluita. (Chand 2021).

6 Amazon Web Services

6.1 Amazon Elastic Compute Cloud (EC2)

Amazon EC2 on verkkopalvelu, joka mahdollistaa asiakkaille turvallisen, kooltaan muutettavan laskentakapasiteetin pilvessä. EC2 tarjoaa laajimman ja syvimmän valikoiman instansseja, jotka perustuvat uusimpiin laskenta-, tallennus- ja verkkotekniikoihin ja jotka on suunniteltu korkeaan suorituskykyyn ja turvallisuuteen. Yksinkertaistettuna EC2 tarjoaa skaalattavat ja muokattavat palvelut virtuaalikoneen avulla. Palvelun joustavuus tukee minimoituja kustannuksia, jotka aiheutuvat "maksamita-mitä käytät" -laskumallista. Koska voit skaalata virtuaalikoneesi heti käyttöpiikkien tai pudotusten korjaamiseksi, sinulla on mahdollisuus hallita käytettävien resurssien määrää milloin tahansa. (Guilder 2020).

Tarvittaessa voidaan lisätä tai laskea kapasiteettia muutamassa minuutissa. Ec2 tarjoaa mm.

- 275 erilaista instanssityyppiä
- Laaja valikoima erilaisia työmalleja, kuten koneoppiminen, Windows, SAP, HPC.
- Tuki 89 turvallisuusstandardille ja vaatimustenmukaisuussertifikaatille
- Lukituksen suojausmalli, joka estää järjestelmänvalvojan pääsyn virheiden ja peukaloinnin poistamiseksi
- Keskeytä / jatka instanssin horrostilassa, jotta vältetään instanssin käyttömaksut
- Optimoidut CPU konfiguraatiot instanssien kontrollointiin
- Joustavat tallennusvaihtoehdot esimerkiksi sisäänrakennettu instanssitallennus, helposti saatavilla oleva Amazon Elastic Block Storage (Amazon EBS) ja yksinkertainen, skaalautuva ja täysin hallittu Amazon Elastic File System (Amazon EFS)
- Useita sijainteja instansseille
- Kuukausilaskutus vain käytetyistä resursseista

- Elastiset IP-osoitteet dynaamiseen pilvipalveluun
- Kapasiteetin automaattinen skaalaus käyttäjän räätälöityjen ehtojen mukaan, jotta voidaan maksimoida suorituskyky ja pysytään kustannustehokkaana (Guilder 2020).

6.1.1 Amazon EC2:n toiminta

Amazon EC2 tarjoaa valmiiksi määritetyn ja konfiguroidun mallipohjan Amazon Machine Images (AMI). On myös mahdollista luoda oman AMI, joka sisältää mm. kirjastosi, tiedot ja sovellukset. Seuraavaksi voit mukauttaa asetuksia konfiguroimalla suojauksen ja verkkoyhteyden. Tämän jälkeen määrität AMI-instanssien sijainnin ja päätät, onko IP staattinen vai dynaaminen. Kaikki nämä konfiguroidaan AWS konsolista. (Guilder 2020).

6.1.2 Amazon Elastic Block Store (EBS)

Amazon EBS on helppokäyttöinen, korkean suorituskyvyn, lohkotallennuspalvelu, joka on suunniteltu käytettäväksi EC2 -palvelun kanssa. Amazon EBS -levyt ovat Amazon EC2 -instanssien ulkopuolella, joten levyjen tieto ei katoa, vaikka Amazon EC2 - instanssi pysäytettäisiin. Amazon EBS-levyt eivät ole Amazon EC2 -instansseissa suoraan, vaan EBS-levyt sijaitsevat Amazonin palvelimilla. Sitä voidaan käyttää minkä tahansa tyyppisen datan, mukaan lukien tiedostojärjestelmien, tapahtumadatan, NoSQL- ja relaatiotietokantojen, instanssien varmuuskopioinnin, säilöjen ja sovellusten, tallentamiseen. (Segal 2020).

Varmuuskopiointi

Varmuuskopiointivaihtoehtoja on muutama, jotka ovat EBS-replikointi eli EBS kopioi levyt automaattisesti saatavuusvyöhykkeellä (AZ). Jos levyille tapahtuu jotain, kopio on olemassa. Sitten on AWS-varmuuskopiointi, tämä on AWS:n tarjoama maksullinen palvelu lisäkustannuksena. Vaihtoehtona on myös EBS-

tilannevedokset - tietojen ajankohtaiset versiot, jotka toimivat lisävarmuuskopioina. (Segal 2020).

EBS-volyymien tyypit

EBS-tallennustilan suorituskyky ja hinnoittelu määräytyvät valitsemien volyymien tyyppin mukaisesti. Amazon EBS tarjoaa neljän tyyppisiä volyymeja, jotka palvelevat erilaisia toimintoja. (Segal 2020).

Ensimmäisenä ja yleisimpänä vaihtoehtona on SSD-pohjaiset volyymit. ”Yleiskäyttöinen SSD” (gp2) on oletus EBS-volyymi, joka on määritetty tarjoamaan mahdollisimman korkea suorituskyky alhaisimmalla hinnalla. Suositellaan matalaviiveisissä interaktiivisissa sovelluksissa sekä kehittäjä- ja testitoiminnoissa. Toinen vaihtoehto on ”varustettu IOPS SSD” (io1), joka on määritetty tarjoamaan korkea suorituskyky kriittisille sovelluksille. Ihanteellinen NoSQL-tietokantoihin, I / O-intensiivisiin relaatiokuormiin ja sovellusten työmääriin. (Segal 2020).

Kiintolevyasemiin (HDD) perustuvat levyt jäävät jäljelle. Näitä on kaksi vaihtoehtoa, joista ensimmäinen on ”suorustehoinen kiintolevy” (st1), joka mahdollistaa edullisen magneettisen tallennustilan tätä Suositellaan suurille, peräkkäisille työkuormille. Viimeisenä vaihtoehtona ”kylmä kiintolevy” (sc1), joka käyttää purkausmallia kapasiteetin säätämiseen tarjoten siten halvimmän magneettisen tallennustilan tämä on ihanteellinen kylmiin suuriin peräkkäisiin työmääriin. (Segal 2020).

6.1.3 AWS Elastic Load Balancing (ELB)

Elastic Load Balancing jakaa verkkoliikennettä automaattisesti EC2 - instanssien välillä. Sen avulla saavutetaan parempi virheensietokyky sovelluksille. Kun yksittäistä instanssia kuormittaa liikaa, sovelluksen suorituskyky luultavasti laskee. ELB havaitsee vialliset instanssit, jotka eivät syystä tai toisesta toimi niin kuin niiden pitäisi ja automaattisesti ohjaa liikennettä toimiviin instansseihin, kunnes vioittunut instanssi on korjattu. (Amazon AWS 2021).

6.1.4 AWS Auto Scaling

Auto Scaling:n avulla voidaan automaattisesti skaalata Amazon EC2 - kapasiteettia ylös tai alas konfiguroitujen ehtojen mukaisesti. Auto Scaling:n ansiosta Amazon EC2 -instanssien määrä skaalautuu ylöspäin ruuhkaisina aikoina ilman, että se vaikuttaa suorituskykyyn. Sama toimii myös, kun skaalataan alaspäin, kuten esimerkiksi kun käyttäjämäärä on vähäistä. Tämä tekee palvelusta kustannustehokkaan, sillä palvelusta maksetaan vain käytettyjen resurssien mukaisesti. (Amazon AWS 2021).

6.1.5 Amazon CloudWatch

Amazon CloudWatch on AWS:n palvelu, jonka ansiosta voidaan tarkkailla pilvessä olevia resursseja. Esimerkiksi sillä voidaan tarkastella Amazon EC2 - instanssien tilaa, resurssien käyttöä, suorituskykyä. Amazon CloudWatchilla nähdään statistiikkaa esimerkiksi prosessoritehon suorittamisesta, kovalevyn lukemisista ja kirjoituksista sekä myös verkkoliikenteen käyttämisestä. (Amazon AWS 2021).

6.2 Amazon Virtual Private Cloud (VPC)

VPC luo erillisen virtuaalisen verkkoympäristön AWS-pilveen, joka on liitetty AWS-tilillesi. Muut AWS-resurssit ja -palvelut toimivat VPC-verkkojen sisällä. VPC käyttäytyy niin kuin perinteinen TCP / IP-verkko, jota voidaan laajentaa ja skaalata tarvittaessa. Reitittämiä ja kytkimiä ei tosin ole vaan ne on abstraktoitu ja suunniteltu uudelleen pilviohjelmistoiksi. VPC palvelin sijaitsee vain yhdessä AWS:n palvelinkeskuksessa. (Hertvik 2021).

Yhdeltä Amazon-tililtä voi hallita useita VPC-palvelimia. Koska VPC:t ovat eristettyjä toisistaan, VPC mahdollistaa yksityisten aliverkkojen kopioimisen samalla tavalla kuin kopioisit fyysisessä datakeskuksessa. VPC antaa myös

lisätä julkisia IP-osoitteita, joilla voidaan tavoittaa VPC:n käynnistämiä instansseja verkosta. (Hertvik 2021).

Amazon luo yhden oletus VPC:n kullekin tilille, jotka sisältävät oletusaliverkot (default subnets), reititystaulukot (routing tables), suojausryhmät (security groups) ja verkon käytönvalvontaluettelon (network access control list). (Hertvik 2021).

6.2.1 VPC:n hallinta ja elementit

VPC:n hallinta hoidetaan AWS-hallintaliittymien kautta, esimerkiksi AWS Management Console -verkkoliittymän avulla. (Hertvik 2021).

VPC-verkkoliittymäpalvelut sisältävät mm. IPv4- ja IPv6-osoitelohkot, aliverkon luomisen, reittitaulukot, internet-yhteyden tarkastelun, elastiset IP-osoitteet (EIP), verkko / aliverkon suojauksen ja monia muita verkkopalveluja. (Hertvik 2021).

IPv4- ja IPv6-osoitelohkot

VPC:n IP-osoitealueet konfiguroidaan käyttämällä ”Classless interdomain routing” (CIDR) IPv4- ja IPv6-lohkoja. Tämä mahdollistaa ensisijaisen ja toissijaisen CIDR-lohkon lisäämisen VPC:hen, jos toissijainen CIDR-lohko tulee samalta osoitealueelta kuin ensisijainen lohko. Suositellaan että konfiguroidaan CIDR-lohkot RFC 1918:ssa määritetyistä yksityisistä osoitealueista. (Hertvik 2021).

RFC 1918 määrittää kolme ryhmää IP-osoitteita, jotka on varattu yksityiskäyttöön.

Yksityisosoitteet ovat:

- 10.0.0.0/255.0.0.0 (eli 10.0.0.1 – 10.255.255.255)
- 172.16.0.0/255.240.0.0 (eli 172.16.0.1 – 172.31.255.255)
- 192.168.0.0/255.255.0.0 (eli 192.168.0.1 – 192.168.255.255)

(Hertvik 2021).

Aliverkon luominen

Käynnistetyt EC2-instanssit suoritetaan konfiguroidun VPC-aliverkon sisällä. IP-osoitteita varten jokaisen aliverkon CIDR sisältää VPC:n CIDR-lohkon osajoukon. Aliverkko voi sisältää maksimissaan yhden CIDR-lohkon. On mahdollista konfiguroida erilaisia aliverkkoja käsittelemään erityyppistä liikennettä. Yksinkertaistettuna tiedostopalvelin-instanssit voidaan käynnistää yhteen aliverkkoon, verkko- ja mobiilisovellukset taas voidaan käynnistää toiseen aliverkkoon, tulostuspalvelut taas toiseen ja niin edelleen. (Hertvik 2021).

Reittitaulukot

Reittitaulukot sisältävät säännöt eli reitit, jotka määrittävät, kuinka verkkoliikenne ohjataan VPC:n ja aliverkkojen sisälle. VPC luo oletusreititaulukon, jota kutsutaan pääreititaulukoksi. Tämän jälkeen voit ottaa pääreititaulukon käyttöön ohjaamaan verkkoliikennettä tai luoda oman reittitaulukon, jota käytetään yksittäiseen aliverkkoliikenteeseen. (Hertvik 2021).

Elastiset IP-osoitteet (EIP)

EIP-osoitteet ovat staattisia julkisia IPv4-osoitteita, jotka on varattu AWS-tilille. EIP-osoitteita ei ole saatavilla IPv6:lle. EIP-osoitteita käytetään julkiseen verkkoliikenteeseen esimerkiksi instanssin yhdistämiseen tai muihin palveluihin, jotka tarvitsevat julkisen IP-osoitteen. EIP:t voidaan jakaa pitkäaikaiseen ja pysyvään verkkokäyttöön. (Hertvik 2021).

Verkko / aliverkon suojaus

VPC:t käyttävät suojausryhmiä tarjotakseen tilannekohtaisen suojauksen instansseille. AWS:n mukaan suojausryhmät toimivat ”virtuaalisina palomureina”. (Hertvik 2021).

6.3 Amazon Simple Storage Service (S3)

Amazon S3:n S3 tarkoittaa yksinkertaista tallennuspalvelua (Simple Storage Service). Kuten nimestä ymmärretään, se on AWS:n tarjoama verkkopalvelu, joka mahdollistaa tallennustilaa internetille. Tallennustila on erittäin skaalautuva ja turvallinen. Kun tiedot tallennetaan pilveen, sisäisen tallennustilan tarvetta ei enää tarvita. Asiakkaat voivat valita rajoittamattoman tallennustilan tai ostaa lisää tarpeen tullen. (Amazon AWS 2021).

S3:n avulla käyttäjät voivat tallentaa ja noutaa tietoja missä tahansa ja milloin tahansa, kunhan omaavat verkkoyhteyden. Tämä tapahtuu AWS-hallintakonsolilla. Amazon käyttää S3:ta omien verkkosivustojensa ylläpitämiseen ympäri maailmaa. (Amazon AWS 2021).

Monet tunnetut firmat käyttävät Amazonin s3:a, esimerkiksi Netflix, Pinterest, Tumblr ja Dropbox. (Amazon AWS 2021).

6.3.1 Amazon (S3) toiminta

Amazon S3:ssa käyttäjä luo "ämpäriin", jonne tiedot tallennetaan. Ämpäri tallennetaan lähimpänä sijaitsevalle alueelle, jonka ansiosta latenssi minimoituu. Tiedon säilyvyys taataan Amazon S3:n SLA:ssa, joten tieto on hyvin saatavilla. (Amazon AWS 2021).

6.3.2 Amazon (S3) tiedon suojaus ja palauttaminen

Amazon S3:ssa tieto eli objekti on varastoitu usealle laitteelle ja useisiin tiloihin kyseisellä Amazon S3 -alueella, jossa tieto säilytetään. Tiedon säilyvyyden takaa tiedon jatkuva kopioiminen. Amazon S3 tarkistaa jatkuvasti onko tietoa menetetty ja, jos havaitsee tiedon menettämisen, se korvataan välittömästi kopioista. Tarkistussummia käyttäen tiedon eheys tarkistetaan tietyn väliajoin. Viallisten tietojen löytyessä, ne korjataan käyttäen redundantteja kopioita. Verkon kautta

siirtyvää liikennettä tarkastellaan viallisen tiedon varalta, silloin kun tietoa haetaan ja tallennetaan. (Amazon AWS 2021).

Amazon S3 mahdollistaa myös lisäsuojausta versioinnin myötä. Versioinnin avulla voidaan hakea, säilyttää ja palauttaa aiemmin tallennettuja tietoja. Tämän avulla voidaan nopeasti palauttaa käyttäjän omasta virheestä johtuva tiedoston rikkoutuminen tai vioittuminen. Oletuksena ohjelma hakee viimeisimmän version tiedostosta. Vanhempi versio on mahdollista hakea määrittämällä se haun yhteydessä. Mitä enemmän versioita halutaan säilöä, sitä enemmän kustannukset nousevat, koska säilytystilan tarve kasvaa. (Amazon AWS 2021).

6.4 Amazon Relational Database Service (RDS)

Amazon Relational Database Service (Amazon RDS) helpottaa relaatiotietokannan perustamista, käyttöä ja skaalausta pilvessä. Se tarjoaa kustannustehokasta ja muutettavissa olevaa kapasiteettia samalla, kun automatisoidaan aikaa vieviä hallintotehtäviä. (Amazon AWS 2021).

Tietokannan tarkoituksena on tallentaa suuria määriä tietoa organisoidusti. Tietokantoja voi luokitella sen mukaan, miten ne rakentavat ja käsittelevät näitä tietoja. Relaatiotietokannat toimivat relaatiomallin kanssa. Relaatiomalli on tietojen jäsentämismenetelmä, joka käyttää rivejä ja sarakkeita sisältäviä taulukoita, samanlainen kuin esimerkiksi Microsoft Excelissä. (Amazon AWS 2021).

Amazon RDS sisältää tuen monille suosituimmista relaatiotietokantaratkaisuista, kuten Oracle, Microsoft SQL Server ja PostgreSQL. (Amazon AWS 2021).

6.5 Amazon Route 53

Amazon Route 53 on skaalautuva pilvialueiden verkkotunnusjärjestelmän (DNS) verkkopalvelu. Se on suunniteltu antamaan kehittäjille ja kustannustehokas tapa ohjata loppukäyttäjät Internet-sovelluksiin kääntämällä nimet, kuten `www.esimerkki.fi`, numeerisiin IP-osoitteisiin, kuten `192.0.1.1`, joita tietokoneet käyttävät yhteyden muodostamiseen toisiinsa. Amazon Route 53 tarjoaa myös yhteensopivuuden IPv6:n kanssa. (Amazon AWS 2021).

7 Microsoft Azure

Vaikka AWS on suurin pilvipalvelualusta, Microsoft Azure on nopeimmin kasvava ja toiseksi suurin. Azure on pilvipalvelualusta ja verkkoportaali, jonka avulla voi käyttää ja hallinnoida Microsoftin tarjoamia pilvipalveluja ja resursseja. Azure sai alkunsa helmikuussa 2010 ja palvelun aloittaminen on ilmaista, mutta käytössä on sama laskutustapa kuin Amazonilla eli maksat siitä mitä käytät. Azure tukee monia ohjelmointikieliä, mukaan lukien Java ja C#. Azurella on 160 datakeskusta ympäri maailmaa. (Microsoft Azure 2021).

Azuressa on yli 200 palvelua, jotka on jaettu 18 luokkaan. Näihin luokkiin kuuluvat tietojenkäsittely, tietoverkot, tallennus, esineiden internet eli IoT, siirtyminen pilveen, mobiili, analytiikka, säilöt, tekoäly ja koneoppiminen, integraatio, hallintatyökalut, kehittäjien työkalut, tietoturva, tietokannat, DevOps, mediaidentiteetti ja verkkopalvelut. (Microsoft Azure 2021).

7.1 Azure-laskentapalvelut

Virtuaalikone (Virtual Machine)

Palvelun avulla voi luoda virtuaalikoneen Windowsissa, Linuxissa tai missä tahansa muussa kokoonpanossa hetkessä. (Microsoft Azure 2021).

Pilvipalvelut (Cloud Services)

Palvelun avulla voit luoda skaalattavia sovelluksia pilvipalveluun. Kun sovellus on otettu käyttöön, Azure huolehtii kaikesta, mukaan lukien valmistelut, kuormituksen tasapainottaminen ja terveydentilan seuranta. (Microsoft Azure 2021).

Toiminnot (Functions)

Toiminnoilla sovelluksia voi luoda millä tahansa ohjelmointikielellä. Laitteistovaatimuksista ei tarvitse huolehtia, koska Azure huolehtii siitä. Jäljelle jää vain koodi annettavaksi. (Microsoft Azure 2021).

7.1.1 Azure-tietoverkot

Azure CDN

Azure CDN (Content Delivery Network) on tarkoitettu sisällön toimittamiseen käyttäjille. Se käyttää suurta kaistanleveyttä, ja sisältöä voidaan siirtää ympäri maailmaa. CDN-palvelu käyttää palvelinverkkoa, joka on sijoitettu strategisesti ympäri maailmaa, jotta käyttäjät voivat käyttää tietoja mahdollisimman latenssivapaasti. (Microsoft Azure 2021).

Nopea reitti (Express Route)

Express Route mahdollistaa paikallisen verkon laajentamisen Microsoft-pilveen yksityisen yhteyden kautta. Express Route-palvelun avulla voi muodostaa yhteyden Microsoftin pilvipalveluihin, kuten Microsoft Azure ja Microsoft 365. (Microsoft Azure 2021).

Virtuaalinen tietoverkko (Virtual Network)

Virtuaalisen tietoverkon avulla minkä tahansa Azuren tarjoamista palveluista on mahdollista kommunikoida keskenään yksityisesti ja turvallisesti. (Microsoft Azure 2020).

Azure DNS

Azure DNS-palvelun avulla voit isännöidä DNS-verkkotunnuksiasi tai järjestelmän toimialueitasi Azuressa. (Microsoft Azure 2021).

7.1.2 Azure-tallentaminen

Levytallennus (Disk Storage)

Palvelun avulla voi valita joko HDD tai SSD tallennusvaihtoehtona virtuaalikoneen kanssa. (Microsoft Azure 2021).

Blob-varastointi (Blob Storage)

Palvelu on optimoitu tallentamaan valtava määrä strukturoimattomia tietoja, mukaan lukien teksti ja binaaritiedot. (Microsoft Azure 2021).

Tiedostojen tallennus (File Storage)

Tiedostojen tallennuspalvelu Azuressa, johon pääsee alan SMB (server message block) -protokollan kautta. (Microsoft Azure 2021).

Jonotallennus (Queue Storage)

Azure Queue Storage on palvelu, joka tallentaa suuren määrän viestejä. Jonoviesti voi olla enintään 64 kt. Jonossa voi olla miljoonia viestejä tallennustilin kapasiteetin rajaan saakka. Viestejä voidaan käyttää ympäri maailmaa todennettujen pyyntöjen kautta käyttämällä HTTP:tä tai HTTPS:ää. (Microsoft Azure 2020).

8 Amazon AWS & Microsoft Azure hinnoittelu ja vertailu

8.1 Amazon AWS hinnoittelun perusta

Hinnoittelu perustuu Amazon AWS hinnoittelulaskimeen ja tulokset ovat arvioituja, eikä lopullisia. Myös eri pilvialustoissa on erilaisia tapoja hinnoitella tarjontaansa. Kapasiteettia voidaan muun muassa ostaa kiinteään hintaan tai siitä voidaan maksaa käytetyn kapasiteetin mukaan.

Hintataulukkoihin on valittu jokaisesta instanssiluokasta yksi instanssityyppi (T3, C5, R5, G4dn & I3). Käyttöjärjestelmänä toimii Windows lukuun ottamatta yhtä Linux-pohjaista taulukkoa. Alueeksi on valittu mahdollisimman lähellä Suomea sijaitseva Tukholman datakeskus. Valuutta on muutettu Yhdysvaltojen dollarista euroiksi valuuttakurssin mukaan. (1 Yhdysvaltain dollari on yhtä kuin 0,83 Euro 26. huhtik. klo 16.25 UTC)

8.1.1 Amazon AWS instanssityypit

(Taulukko 1) Amazon EC2 tarjoaa laajan valikoiman erilaisia instanssityyppejä, jotka on optimoitu sopimaan erilaisiin käyttötarkoituksiin. instanssityypit muodostavat vaihtelevia suorittimen, muistin, tallennustilan ja verkkokapasiteetin yhdistelmiä ja antavat mahdollisuuden valita sovelluksille sopiva resurssiyhdistelmä. Jokainen instanssityyppi sisältää yhden tai useampia instanssikokoja, joten skaalaus on mahdollista tarpeen mukaan. (Amazon AWS 2021).

Yleiskäyttö instanssit tarjoavat tasapainon laskennasta, muistista ja verkkoresursseista, ja niitä voidaan käyttää monenlaisiin kuormituksiin. Nämä instanssit ovat ihanteellisia sovelluksille. (Amazon AWS 2021).

Optimoitu laskenta instanssit ovat ihanteellisia laskemaan korkean laskentatehon vaativia prosesseja. Tähän kuuluvat instanssit soveltuvat hyvin eräkäsittelykuormituksiin, korkean suorituskyvyn verkkopalvelimiin, korkean

suorituskyvyn tietojenkäsittelyyn (HPC), tieteelliseen mallintamiseen, omistettuihin pelipalvelimiin ja mainospalvelimien moottoreihin, koneoppimisen päätelmiin ja muihin laskennan intensiivisiin sovelluksiin. (Amazon AWS 2021).

Optimoitu muisti instanssit on suunniteltu tuottamaan nopea suorituskyky kuormille, jotka käsittelevät suuria tietojoukkoja muistissa. (Amazon AWS 2021).

Kiihdytetty laskenta instanssit käyttävät laitteistokiihdyttimiä tai rinnakkaisprosessoreita toimintojen, kuten liukulukujen laskemisen, grafiikan käsittelyn tai datakuvioiden sovittamisen suorittamiseen. (Amazon AWS 2021).

Optimoitu tallennustila instanssit on suunniteltu työmäärille, jotka edellyttävät suurta, peräkkäistä luku- ja kirjoitusoikeutta erittäin suurille tietojoukoille paikallisessa tallennustilassa. Ne on optimoitu toimittamaan sovelluksiin tuhansia matalaviiveisiä, satunnaisia I / O- operaatioita sekunnissa. (Amazon AWS 2021).

Yleiskäyttö	Optimoitu laskenta	Optimoitu muisti	Kiihdytetty laskenta	Optimoitu tallennustila
Mac	C6g	R6g	P4	I3
T4g	C6gn	R5	P3	I3en
T3	C5	R5a	P2	D2
T3a	C5a	R5b	Inf1	D3
T2	C5n	R5n	G4dn	D3en
M6g	C4	R4	G4ad	H1
M5	-	X2gd	G3	-
M5a	-	X1e	F1	-
M5n	-	X1	-	-
M5zn	-	High Memory	-	-
M4	-	Z1d	-	-
A1	-	-	-	-

Taulukko 1. Amazon AWS EC2-instanssityypit (Amazon AWS 2021).

(Taulukko 2) Seuraavasta taulukosta voidaan havainnoida Amazon AWS EC2 tyyppiset yleisimmät instanssityypit ja näiden ominaisimmat piirteet, soveltavuudet ja saatavuudet.

	Tyyppi	Tarkemmat tiedot	Saatavuus
Yleiskäyttö	A1	ARM-pohjainen, jatkuvaan kuormitukseen	A1 saatavilla vain Pohjois-Virginia, Ohio, Oregon ja Irlanti
	M5	Intel-pohjainen, jatkuvaan kuormitukseen	
	T3/T3a	Intel ja AMD-pohjainen, kustannustehokas vaihtuviin kuormituksiin	
Optimoitu laskenta	C5	Prosessointitehoa vaativiin palvelimiin	C5n saatavilla vain Pohjois-Virginia, Ohio, Oregon, Irlanti ja länsi US
Optimoitu Muisti	R5/R5a	Reaaliaikaiseen analysointiin	
	X1/X1e	Hyvä vaativiin reaaliaikaisiin sovelluksiin	
	High Memory	Eniten RAM-muistia saatavilla	
Kiihdytetty laskenta	P3	Yleiset GPU instanssit, soveltuu koneoppimiseen	
	G4dn	GPU prosessointiin erikoistuneet instanssit	
	F1	Instanssit, jotka soveltuvat mm. massadataan	
Optimoitu tallennustila	H1	HDD-pohjaiset instanssit	
	D2	SSD-pohjaiset instanssit	
	I3	Suurin SSD tarjonta	

Taulukko 2. Amazon AWS EC2 yleiset instanssityypit (Nemer 2019).

8.1.2 Amazon AWS hinnoittelu

(Taulukko 3) Taulukosta voidaan havainnoida Amazon AWS EC2 T3-instanssien tuntihinta tarpeen vaatiessa. Kyseessä on yleiskäyttöön soveltuva instanssi. Soveltuu muun muassa vaihtuviin kuormituksiin ollessaan kuitenkin kustannustehokas.

T3	Käyttöjärjestelmä (OS)	Virtuaaliprosessori (vCPU)	Keskusmuisti (RAM)	Instanssin muisti	Tulo/lähtömoduuli (I/O)	Tuntihinta tarpeen vaatiessa
Nano	Windows	2	0.5 GB	-	5 GB	0.0083 EUR/h
Micro	Windows	2	1 GB	-	5 GB	0.017 EUR/h
Small	Windows	2	2 GB	-	5 GB	0.033 EUR/h
Medium	Windows	2	4 GB	-	5 GB	0.051 EUR/h
Large	Windows	2	8 GB	-	5 GB	0.094 EUR/h
Xlarge	Windows	4	16 GB	-	5 GB	0.20 EUR/h
2xlarge	Windows	8	32 GB	-	5 GB	0.41 EUR/h

Taulukko 3. Amazon AWS EC2 T3-instanssien hinnoittelu (Amazon AWS 2021).

(Taulukko 4) Tästä taulukosta voidaan havainnoida Amazon AWS EC2 C5-intanssien tuntihinta tarpeen vaatiessa. C5-instanssi on optimoitu laskentaan ja soveltuu paljon prosessitehoa vaativiin palvelimiin.

C5	Käyttöjärjestelmä (OS)	Virtuaaliprosessori (vCPU)	Keskusmuisti (RAM)	Instanssin muisti	Tulo/lähtömoduuli (I/O)	Tuntihinta tarpeen vaatiessa
Large	Windows	2	4 GB	-	1.25 GB	0.15 EUR/h
Xlarge	Windows	4	8 GB	-	1.25 GB	0.30 EUR/h
2xlarge	Windows	8	16 GB	-	1.25 GB	0.61 EUR/h
4xlarge	Windows	16	32 GB	-	1.25 GB	1.21 EUR/h
12xlarge	Windows	48	96 GB	-	12 GB	3.63 EUR/h
18xlarge	Windows	72	144 GB	-	25 GB	5.45 EUR/h
24xlarge	Windows	96	192 GB	-	25 GB	7.27 EUR/h

Taulukko 4. Amazon AWS EC2 C5-instanssien hinnoittelu (Amazon AWS 2021).

(Taulukko 5) Tästä taulukosta voidaan havainnoida Amazon AWS EC2 R5-intanssien tuntihinta tarpeen vaatiessa. Kyseessä on instanssi missä on optimoitu muisti, joka soveltuu muun muassa reaaliaikaisen analysointiin.

R5	Käyttöjärjestelmä (OS)	Virtuaaliprosessori (vCPU)	Keskusmuisti (RAM)	Instanssin muisti	Tulo/lähtömoduuli (I/O)	Tuntihinta tarpeen vaatiessa
Large	Windows	2	16 GB	-	1.25 GB	0.19 EUR/h
Xlarge	Windows	4	32 GB	-	1.25 GB	0.37 EUR/h
2xlarge	Windows	8	64 GB	-	1.25 GB	0.75 EUR/h
4xlarge	Windows	16	128 GB	-	1.25 GB	1.50 EUR/h
12xlarge	Windows	48	384 GB	-	10 GB	4.49 EUR/h
16xlarge	Windows	64	512 GB	-	20 GB	5.98 EUR/h
24xlarge	Windows	96	768 GB	-	25 GB	8.97 EUR/h

Taulukko 5. Amazon AWS EC2 R5-instanssien hinnoittelu (Amazon AWS 2021).

(Taulukko 6) Tästä taulukosta voidaan havainnoida Amazon AWS EC2 G4dn-intanssien tuntihinta tarpeen vaatiessa. Kyseessä on instanssi, joka on optimoitu kiihdytettyyn laskentaan.

G4dn	Käyttöjärjestelmä (OS)	Virtuaaliprosessori (vCPU)	Keskusmuisti (RAM)	Instanssin muisti	Tulo/lähtömoduuli (I/O)	Tuntihinta tarpeen vaatiessa
Xlarge	Windows	4	16 GB	125 GB NVMe SSD	3.125 GB	0.61 EUR/h
2xlarge	Windows	8	32 GB	225 GB NVMe SSD	3.125 GB	0.96 EUR/h
4xlarge	Windows	16	64 GB	225 GB NVMe SSD	3.125 GB	1.67 EUR/h
8xlarge	Windows	32	128 GB	900 GB NVMe SSD	50 GB	3.13 EUR/h
12xlarge	Windows	48	192 GB	900 GB NVMe SSD	50 GB	5.26 EUR/h
16xlarge	Windows	64	256 GB	900 GB NVMe SSD	50 GB	6.26 EUR/h
metal	Windows	96	384 GB	900 GB NVMe SSD	100 GB	10.52 EUR/h

Taulukko 6. Amazon AWS EC2 G4dn-instanssien hinnoittelu (Amazon AWS 2021).

(Taulukko 7) Tästä taulukosta voidaan havainnoida Amazon AWS EC2 I3-intanssien tuntihinta tarpeen vaatiessa. Kyseessä on instanssi missä on optimoitu tallennustila. I3-instanssi mahdollistaa suurimman SSD-tarjonnan.

I3	Käyttöjärjestelmä (OS)	Virtuaaliprosessori (vCPU)	Keskusmuisti (RAM)	Instanssin muisti	Tulo/lähtömoduuli (I/O)	Tuntihinta tarpeen vaatiessa
Large	Windows	2	15.25 GB	1x475 NVMe SSD	1.25 GB	0.19 EUR/h
Xlarge	Windows	4	30.5 GB	1x950 NVMe SSD	1.25 GB	0.37 EUR/h
2xlarge	Windows	8	61 GB	1x1900 NVMe SSD	1.25 GB	0.75 EUR/h
4xlarge	Windows	16	122 GB	2x1900 NVMe SSD	1.25 GB	1.50 EUR/h
8xlarge	Windows	32	244 GB	4x1900 NVMe SSD	10 GB	4.49 EUR/h
16xlarge	Windows	64	488 GB	8x1900 NVMe SSD	20 GB	5.98 EUR/h
Metal	Windows	64	512 GB	8x1900 NVMe SSD	25 GB	8.97 EUR/h

Taulukko 7. Amazon AWS EC2 I3-instanssien hinnoittelu (Amazon AWS 2021).

(Taulukko 8) Tästä taulukosta voidaan havainnoida Amazon AWS EC2 kaikkien vertailussa olevien instanssien tuntihinta tarpeen vaatiessa, kun käyttöjärjestelmäksi on valittu Linux.

Nimi	Käyttöjärjestelmä (OS)	Virtuaaliprosessori (vCPU)	Keskusmuisti (RAM)	Instanssin muisti	Tulo/lähtömoduuli (I/O)	Tuntihinta tarpeensa vaatien
T3.Nano	Linux	2	0.5 GB		5 GB	0.0045 EUR/h
C5.large	Linux	2	4 GB		1.25 GB	0.075 EUR/h
R5.large	Linux	2	16 GB		1.25 GB	0.11 EUR/h
G4dn.xlarge	Linux	4	16 GB	125 GB NVMe SSD	3.125 GB	0.46 EUR/h
I3.large	Linux	2	15.25 GB	1x475 NVMe SSD	1.25 GB	0.13 EUR/h

Taulukko 8. Amazon AWS EC2 T3-, C5-, R5-, G4dn- & I3-instanssien hinnoittelu (Linux) (Amazon AWS 2021).

(Taulukko 9) Tästä taulukosta voidaan havainnoida Amazon AWS EC2-intassien tuntihinta tarpeen vaatiessa, kahdella yleisellä käyttöjärjestelmällä.

Nimi	Windows käyttö	Linux käyttö
T3.nano (Yleiskäyttö)	0.0083 EUR/h	0.0045 EUR/h
C5.large (optimoitu laskenta)	0.15 EUR/h	0.075 EUR/h
R5.large (optimoitu muisti)	0.19 EUR/h	0.11 EUR/h
G4dn.xlarge (kiihdytetty laskenta)	0.61 EUR/h	0.46 EUR/h
I3.large (optimoitu tallennustila)	0.19 EUR/h	0.13 EUR/h

Taulukko 9. Amazon AWS EC2 T3-, C5-, R5-, G4dn- & I3-instanssien hinnoittelu eri käyttöjärjestelmissä (Amazon AWS 2021).

8.2 Microsoft Azure hinnoittelun perusta

Hinnoittelu perustuu Microsoft Azuren hinnoittelulaskimeen ja tulokset ovat arvioituja, eikä lopullisia. Käyttöjärjestelmänä toimii Windows ja Linux. Alueeksi on valittu Pohjois-Euroopassa sijaitseva datakeskus. Valuutta on muutettu Yhdysvaltojen dollarista euroiksi valuuttakurssin mukaan. (1 Yhdysvaltain dollari on yhtä kuin 0,83 Euro 26. huhtik. klo 16.25 UTC)

Hintataulukkoihin on valittu jokaisesta instanssiluokasta yksi instanssityyppi (A, F, E, NC & Ls)

8.2.1 Microsoft Azuren instanssityypit

(Taulukko 10) Azure-virtuaalikoneet voidaan ryhmitellä niiden käyttötarkoituksen mukaan. Ne eroavat toisistaan suorittimen kapasiteetilta, levyn ominaisuuksilta ja muistimäärältä, tämän ansiosta vaihtoehtoja löytyy tarpeeksi kaikenlaisen kuormituksen käsittelemiseen. (Reed 2019).

Yleiskäyttö soveltuu hyvin testaamiseen, kehittämiseen, pienikokoiseen tietokantoihin ja pienen ruuhkan web-palvelimille. (Reed 2019).

Optimoitu laskenta tarjoaa kaksinkertaisen suorituskyvyn parannuksen vektorinkäsittelykuormituksiin. Soveltuu mm. keskiverto ruuhkan omaavan web-palvelimen instanssiksi. (Reed 2019).

Optimoitu muisti soveltuu mm. relaatiotietokantapalvelimille. (Reed 2019).

Optimoitu grafiikan prosessointi on suunniteltu raskaan grafiikan renderöintiin ja editointiin. (Reed 2019).

Optimoitu tallennustila soveltuu big dataan, SQL ja NoSQL tietokantoihin. (Reed 2019).

Suorituskykyinen laskenta (HPC) sisältää Azuren nopeimmat ja tehokkaimmat virtuaalikoneet. (Reed 2019).

Yleiskäyttö	Optimoitu laskenta	Optimoitu muisti	Optimoitu grafiikan prosessointi	Optimoitu tallennustila	Suorituskykyinen laskenta (HPC)
B	Fsv2	Esv3	NC	Lsv2	HB
Dsv3	-	Ev3	Ncv2	-	HC
Dv3	-	Easv3	NCv3	-	H
Dasv3	-	Eav3	ND	-	-
Dav3	-	Mv2	NDv2	-	-
DSv2	-	M	NV	-	-
Dv2	-	DSv2	NVv3	-	-
Av2	-	Dv2	-	-	-
DC	-	-	-	-	-

Taulukko 10. Microsoft Azuren instanssityypit (Reed 2019).

Kuten edellä mainittiin, Azure-virtuaalikoneita on saatavana useita erilaisia. Oikean vaihtoehdon valitseminen on ratkaisevan tärkeää tehokkaan työmäärän hallinnan kannalta. Tässä on lyhyt kuvaus käytettävissä olevista Azure-virtuaalikoneista:

Azuren instanssit jaetaan eri sarjoihin, jotka ovat A, Bs, D, DC, E, F, G, H, Ls, M ja N. (Reed 2019).

A-sarja (Entry-level VMs)

Soveltuu kehitykseen ja testaamiseen. A-sarjan virtuaalikoneet ovat kustannustehokas ratkaisu matalan liikenteen verkkopalvelimille ja pienille ja keskisuurille tietokannoille. (Reed 2019).

Bs-sarja (Economical burstable VMs)

Soveltuu äkillisten kuormien käsittelyyn. (Reed 2019).

D-sarja (General purpose VMs)

Virtuaalikoneet sopivat useimpiin tuotantokuormituksiin. (Reed 2019).

DC-sarja (Protection of data in use)

Soveltuu luottamuksellisten tietojen tietojenkäsittelyyn. (Reed 2019).

E-sarja (Heavy memory usage)

Optimoitu paljon muistia vaativille kuormille. (Reed 2019).

F-sarja (Compute optimized VMs)

Erinomaisia keskiliikenteen verkkopalvelimille, eräkäsittelylle ja pelaamiselle. (Reed 2019).

G-sarja (Memory and storage optimized VMs)

Ratkaisu kuormille, joilla on paljon muistia ja tallennustarpeita. (Reed 2019).

H-sarja (High-performance computing)

Microsoft Azuren nopeimmat ja tehokkaimmat virtuaalikoneet. (Reed 2019).

Ls-sarja (Storage optimized VMs)

Suunniteltu tarjoamaan paikallista levytallennuskapasiteettia sekä suurta levynsiirtonopeutta ja IO: ta, joten ne soveltuvat mm. Big Data-, SQL- ja NoSQL-tietokantoihin. (Reed 2019).

M-sarja (Largest memory optimized VMs)

Suurimmat muistioptimoidut virtuaalikoneet. (Reed 2019).

N-sarja (GPU optimized VMs)

Suunniteltu raskaan grafiikan renderöintiin ja editointiin. (Reed 2019).

8.2.2 Microsoft Azure hinnoittelu

(Taulukko 11) Tästä taulukosta voidaan havainnoida Microsoft Azuren instanssien tuntihinta tarpeen vaatiessa. Kyseessä on A-sarjan instanssi, joka soveltuu yleiskäyttöön.

Nimi	Käyttöjärjestelmä (OS)	Virtuaaliprosessori (vCPU)	Keskusmuisti (RAM)	Väliaikainen tallennustila (Temporary Storage)	Tuntihinta tarpeen vaatiessa
A0	Windows	1	0.75 GB	20 GB	0.017 EUR/h
A1	Windows	1	1.75 GB	70 GB	0.075 EUR/h
A2	Windows	2	3.5 GB	135 GB	0.15 EUR/h
A3	Windows	4	7 GB	285 GB	0.30 EUR/h
A11	Windows	16	112 GB	382 GB	1.79 EUR/h

Taulukko 11. Microsoft Azure A-sarjan hinnoittelu (Microsoft Azure 2021).

(Taulukko 12) Tästä taulukosta voidaan havainnoida Microsoft Azuren instanssien tuntihinta tarpeen vaatiessa. Kyseessä on F-sarjan instanssi, joka soveltuu suurta laskentaa vaativiin tehtäviin.

Nimi	Käyttöjärjestelmä (OS)	Virtuaaliprosessori (vCPU)	Keskusmuisti (RAM)	Väliaikainen tallennustila (Temporary Storage)	Tuntihinta tarpeen vaatiessa
F1	Windows	1	2 GB	16 GB	0.084 EUR/h
F2	Windows	2	4 GB	32 GB	0.17 EUR/h
F4	Windows	4	8 GB	64 GB	0.34 EUR/h
F8	Windows	8	16 GB	128 GB	0.67 EUR/h
F16	Windows	16	32 GB	256 GB	1.35 EUR/h

Taulukko 12. Microsoft Azure F-sarjan hinnoittelu (Microsoft Azure 2021).

(Taulukko 13) Tästä taulukosta voidaan havainnoida Microsoft Azuren instanssien tuntihinta tarpeen vaatiessa. Kyseessä on E-sarjan instanssi, jossa on optimoitu muisti.

Nimi	Käyttöjärjestelmä (OS)	Virtuaaliprosessori (vCPU)	Keskusmuisti (RAM)	Väliaikainen tallennustila (Temporary Storage)	Tuntihinta tarpeen vaatiessa
E2a v4	Windows	2	16 GB	50 GB	0.19 EUR/h
E4a v4	Windows	4	32 GB	100 GB	0.38 EUR/h
E8a v4	Windows	8	64 GB	200 GB	0.77 EUR/h
E16a v4	Windows	16	128 GB	400 GB	1.54 EUR/h
E96a v4	Windows	96	672 GB	2400 GB	9.22 EUR/h

Taulukko 13. Microsoft Azure E-sarjan hinnoittelu (Microsoft Azure 2021).

(Taulukko 14) Tästä taulukosta voidaan havainnoida Microsoft Azuren instanssien tuntihinta tarpeen vaatiessa. Kyseessä on NC-sarjan instanssi, joka on optimoitu grafiikkaprosessointiin.

Nimi	Käyttöjärjestelmä (OS)	Virtuaaliprosessori (vCPU)	Keskusmuisti (RAM)	Väliaikainen tallennustila (Temporary Storage)	Tuntihinta tarpeen vaatiessa
NC6	Windows	6	56 GB	340 GB	0.95 EUR/h
NC12	Windows	12	112 GB	680 GB	1.91 EUR/h
NC24	Windows	24	224 GB	1440 GB	3.81 EUR/h

Taulukko 14. Microsoft Azure NC-sarjan hinnoittelu (Microsoft Azure 2021).

(Taulukko 15) Tästä taulukosta voidaan havainnoida Microsoft Azuren instanssien tuntihinta tarpeen vaatiessa. Kyseessä on Ls-sarjan instanssi, jossa on optimoitu tallennustila.

Nimi	Käyttöjärjestelmä (OS)	Virtuaaliprosessori (vCPU)	Keskusmuisti (RAM)	Väliaikainen tallennustila (Temporary Storage)	Tuntihinta tarpeen vaatiessa
L8s v2	Windows	8	64 GB	80 GB	0.87 EUR/h
L16s v2	Windows	16	128 GB	160 GB	1.74 EUR/h
L32s v2	Windows	32	256 GB	320 GB	3.48 EUR/h
L48s v2	Windows	48	384 GB	480 GB	5.23 EUR/h
L80s v2	Windows	80	640 GB	800 GB	8.71 EUR/h

Taulukko 15. Microsoft Azure Ls-sarjan hinnoittelu (Microsoft Azure 2021).

(Taulukko 16) Tästä taulukosta voidaan havainnoida Microsoft Azuren kaikkien instanssien tuntihinta tarpeen vaatiessa, kahdella yleisellä käyttöjärjestelmällä.

Nimi	Windows käyttö	Linux käyttö
A0 (Yleiskäyttö)	0.017 EUR/h	0.016 EUR/h
F1 (optimoitu laskenta)	0.084 EUR/h	0.047 EUR/h
E2a v4 (optimoitu muisti)	0.19 EUR/h	0.12 EUR/h
NC6 (Optimoitu grafiikka)	0.95 EUR/h	0.80 EUR/h
L8s v2 (optimoitu tallennustila)	0.87 EUR/h	0.57 EUR/h

Taulukko 16. Microsoft Azure A0-, F1-, E2a v4-, NC6- & L8s v2-instanssien hinnoittelu eri käyttöjärjestelmissä (Microsoft Azure 2021)

9 Johtopäätökset ja tulokset

Pilvipalvelut ovat erinomainen valinta, kun tarvitaan erilaisia tietoteknisiä mahdollisuuksia ja ratkaisuja kustannustehokkaasti. Se vähentää tarvetta ylläpitää ja hallinnoida kallista laskentalaitteistoa, tallennustilaa sekä ohjelmistoja. Ainoa vaatimus on hyvä ja stabiili internet-yhteys.

Tavoitteena tässä opinnäytetyössä oli syventyä yleisesti pilvilaskentaan ja pilvipalveluihin. Tarkemmin suurennuslasin alla olivat Amazonin AWS ja Microsoftin Azure. Paperilla palvelujen väliltä eroja saa kaivaa oikein kunnolla suurennuslasilla. Sillä molemmat rakentuvat samoista peruspalikoista, jotka toimivat suunnilleen samalla tavalla. Myöskin hinnoittelunsa puolesta palvelut ovat todella samankaltaisia. Työn tavoitteet saavutettiin ja pilvialustoja päästiin vertailemaan yleisellä tasolla ja hinnallisesti. Työssä todettiin, että hinnoittelun puolesta palvelut ovat niin saman kaltaisia, joten vertailua oikean vaihtoehdon valitsemiseksi ei pystytä suoraan tekemään kustannuksien perusteella.

Loppujen lopuksi näitä kahta pilvialustaa keskenään verrattaessa eivät ne kauheasti toisistaan eroa. Itse usein suosittelen käyttämään sitä alustaa, jonka jo tuntee ja hallitsee parhaiten. Maantieteellisellä sijainnilla voi myös olla vaikutusta. Suomesta katsottuna lähimmät palvelinkeskukset löytyvät, AWS (Ruotsi) ja Azure (Norja). Kannattaa kuitenkin maantieteellistä sijaintia valittaessa huomioida, että välttämättä ihan kaikki palvelut ei joka sijainnista löydykään. Täytyy myös muistaa, että kustannuksissa on sijaintikohtaisia eroavaisuuksia. Pilvialustoja valitessa kannattaa myös huomioida muutkin palveluntarjoajat, vaikka näistä kahdesta varmasti löytyy hyvä ja sopiva vaihtoehto.

Työssä myös havainnoitiin, että tietoturva pilvessä ei ole samanlaista, kuin normaalissa perinteisessä ympäristössä, sillä turvallisten ja varmennettujen pilvipalveluiden käyttäminen osaltaan lisää yrityksen tietoturvaa, mutta yksinään ne eivät suojele kaikilta verkon vaaroilta. Siirtyessä pilvipalveluihin, tietoturvan näkökulma muuttuu huomattavasti. Perinteisesti ajateltuna tietoturva rakennetaan torjumaan yritykseen kohdistuvia hyökkäyksiä, mutta tiedostojen ja tietojen siirtyessä pilveen, on tietoturvan näkökulmasta huomioitava myös

liikenne pilvipalveluun. Tästä syystä myös pilvipalveluiden käyttäjät vaarantavat yrityksen tietoturvaa ja ovat usein jopa tietoturvan heikoin lenkki, niin kuin ihmiset tuntuvat aina olemaankin. Inhimilliset virheet ja toisinaan käyttäjien tietoisetkin valinnat voivat tietoturvalisessakin järjestelmässä aiheuttaa tietoturvariskin. Täten esimerkiksi henkilöstön kouluttamiseen ja tietoturvapoliitikan jalkauttamiseen on syytä panostaa kunnolla. Kuitenkin yleisesti kunnollinen pilviratkaisu oikein ja huolellisesti toteutettuna tarjoaa paremman tietoturvan yritykselle, sillä laitteet ja ohjelmistot eivät jää päivittämättä ja käytössä on muutenkin edistykselliset tietoturvaratkaisut.

10 Lähdeluettelo

Amazon AWS. "Amazon CloudWatch." 2021.

Amazon EC2 Instance Types. 2021. <https://aws.amazon.com/ec2/instance-types/> (accessed 4 26, 2021).

Amazon Elastic Block Store." 2021.

Amazon Relational Database Service (RDS)." 2021.

Amazon Route 53." 2021.

Amazon AWS. "Amazon S3." 2021.

Amazon AWS. "AWS Auto Scaling." 2021.

Amazon AWS. "AWS Auto Scaling." n.d.

AWS simple Monthly Calculator. 2021. <https://calculator.s3.amazonaws.com/index.html> (accessed 4 26, 2021).

Amazon AWS. "What is cloud computing?" 2021.

Amazon. "What is cloud computing?" 2021.

Chand, Mahesh. "Top 10 Cloud Service Providers In 2021." 3 20, 2021.

Cloud, Magic. "Mikä on pilvipalvelu?" 2020.

Guilder, Gerald Van. "AWS 101: How Does Amazon EC2 Work in Cloud Computing?" 2 25, 2020.

Haapavuori, Kimmo. "Mikä on pilvipalvelu?" 2020.

Hertvik, Joe. "What's AWS VPC? Amazon Virtual Private Cloud Explained." 2021.

Kaspersky. "Mitä pilven tietoturvalle tarkoitetaan?" 2021.

Koppinen, Matias. "Pilvipalvelumallien eri muodot." 3. 11 2014.

Lab, Kaspersky. "Mitä pilven tietoturvalle tarkoitetaan?" 2021.

Microsoft Azure. "Azure Blob Storage." 2021.

Microsoft Azure. "Azure Cloud Services." 2021.

Microsoft Azure. "Azure Disk Storage." 2021.

Microsoft Azure. "Azure DNS." 2021.

Microsoft Azure. "Azure Files." 2021.

Microsoft Azure. "Azure Functions." 2021.

Microsoft Azure. "Content Delivery Network." 2021.

Pricing calculator. 2021. <https://azure.microsoft.com/en-us/pricing/calculator/> (accessed 4 26, 2021).

Microsoft Azure. "Virtual Machines." 2021.

Microsoft Azure. "What is Azure ExpressRoute?" 2021.

Microsoft Azure. "What is Azure Queue Storage?" 2020.

Microsoft Azure. "What is Azure Virtual Network?" 2020.

Microsoft Azure. "What is Azure?" 2021.

Nemer, Joe. *AWS EC2 Instance Types Explained.* 4 1, 2019. <https://cloudacademy.com/blog/aws-ec2-insta> (accessed 4 26, 2021).

Niinijärvi, Niko. "Pilvipalveluiden ABC – Osa 1: Julkinen pilvi." 25. 5 2020.

Pilvipalveluiden ABC – Osa 2: Yksityinen pilvi." 24. 6 2020.

Pilvipalveluiden ABC – Osa 3: Hybrid- ja multicloud." 24. 7 2020.

Peter Mell (NIST), Tim Grance (NIST). "The NIST Definition of Cloud Computing." 9 2011.

Ranger, Steve. "What is cloud computing? Everything you need to know about the cloud explained." 11 13, 2018.

Reed, Jessie. "Comprehensive Comparison of Microsoft Azure Instance Types." *Nakivo*, 9 21, 2019.

Rosen, Rami. "Linux Containers and the Future Cloud." 2020.

Salo. "Cloud Computing- palvelut verkossa. Jyväskylä: WSOY - Docendo." 2010.

Pilvipalvelumallit." 2010.

Segal, Eddie. "What Is EBS?" 1 24, 2020.

Stephanie Overby, Lynn Greiner and Lauren Gibbons Paul. "What is an SLA? Best practices for service-level agreements." 6 5, 2017.

Vennam, Sai. "Hybrid Cloud." 10 16, 2019.

XETNET. "Pilvipalvelut." 2020.