

Janne Mustonen

”MUUTTAAKO PILVEEN?”

Tutkimus pilvipalveluista ja niiden sopivuudesta pienille ja keskisuurille ICT-alan yrityksille

”MUUTTAAKO PILVEEN?”

Tutkimus pilvipalveluista ja niiden sopivuudesta pienille ja keskisuurille ICT-alan yrityksille

Janne Mustonen
Opinnäytetyö
Kevät 2011
Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu
Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma, järjestelmätuki

Tekijä(t): Janne Mustonen

Opinnäytetyön nimi: ”Muuttaako pilveen?”

Työn ohjaaja(t): Tapani Alakiuttu

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2011

Sivumäärä: 67 + 6 liitesivua

Pilvipalvelut on tietojenkäsittelyssä uusi toimintamalli, jossa tietojenkäsittelyresurssit tarjotaan palveluna. Opinnäytetyö pilvipalveluista on tehty Oulun seudun ammattikorkeakoulun, Liiketalouden yksikön Kilpailukykyä ICT-yrityksille –hankkeen (KILPA) puitteissa. Osa hankkeessa mukana olevista yrityksistä on kiinnostunut hyödyntämään pilvipalveluita liiketoiminnassaan. Pilvipalveluista ei myöskään ole aikaisemmin tehty opinnäytetyötä Liiketalouden yksikössä. Opinnäytetyön toimeksiantajina toimii KILPA-hanke, sekä siihen kuuluva oululainen pelisuunnitteluun keskittynyt ohjelmistotalo Belleviews Oy.

Opinnäytetyöni tavoitteena on selvittää mitä pilvipalvelut ilmiönä ovat, ovatko ne varteenotettava ratkaisu moderniin tietojenkäsittelyyn ja kuinka ne soveltuvat ICT-alan PK-yritysten käyttöön. Tutkimuskysymyksiä lähestytään teoreettisesti käsittelemällä pilvipalveluiden historiaa, tekniikkaa ja palveluntarjoajia, sekä hakemalla näkökulmaa pilvipalveluihin vertaamalla niitä muihin toimintamalleihin ja ottamalla käyttöön Amazon-palveluntarjoajan EC2 -pilvi-instanssi. Aineistona käytetään englannin- ja suomenkielistä kirjallisuutta, suomenkielisiä lehtiartikkeleita ja lukuisia digitaalisia lähteitä.

Pilvitoimintamallissa käyttäjille tuodaan tietojenkäsittelyresursseja nopeasti internetin välityksellä. Resurssien tulee olla vaivattomasti hallittavissa, skaalautuvia ja käytettävissä tarpeen vaatiessa. Pilvipalvelussa asiakas käyttää palveluntarjoajan tarjoamia resursseja, ja mikäli palvelu on kaupallista, maksaa niistä käytön mukaan. Pilvitoimintamalli on tietoliikenteen ja tietoteknisen kehityksen tulosta; se rakentuu useista jo olemassa olevista toimintamalleista ja tekniikoista kokonaisuudeksi, jota automaatio ja pitkälle viety virtualisointi ovat jalostaneet palveluna vastaamaan modernin IT-toiminnan vaatimuksia. Pilvipalvelumarkkinoita johtavat suuret, kansainväliset palveluntarjoajat, joiden tarjoamat pyrkivät vastaamaan kysyntään niin tietojenkäsittelykapasiteetin kuin alustariippumattomien, korkean saatavuuden ohjelmien ja kehitysalustojen suhteen.

Pilvipalvelut ovat varteenotettava vaihtoehto modernissa tietojenkäsittelyssä. Ne tarjoavat kustannustehokkaat ja skaalautuvat resurssit, joiden käyttöönotto on helppoa. Resurssit ovat nopeasti saatavilla internetin välityksellä. Pilvipalvelut sopivat varauksin ICT-alan PK-yritysten käyttöön.

Asiasanat: pilvipalvelut, pilvitoimintamalli, toimintamalli, palvelinratkaisu, PK-yritys, on-demand, virtualisointi

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Bachelor of Information Technology, system specialist

Author(s): Janne Mustonen

Title of thesis: Cloud services and their feasibility in small and medium sized ICT-businesses

Supervisor(s): Tapani Alakiuttu

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2011 Number of pages: 67 + 6 appendices

Cloud services are a new standard of activity in modern computing. In cloud services, computing resources such as applications and servers are offered to the users as a service. This thesis is made for the small and medium-sized enterprises working in the KILPA project that operates in the School of Business and Information Management in Oulu University of Applied Sciences. The general goal of KILPA is to support and develop the competitiveness of small and startup companies' products in the Oulu area, and as some of the enterprises are highly interested in using cloud services in their trade, this thesis is made to provide information about the subject and therefore help decision making. Primary clients of this thesis are KILPA project and one of its members, a local game developer Belleviews, Ltd. There were no previous theses made about cloud services in Oulu University of Applied Sciences.

Three primary goals on this thesis are to find out what cloud services are as a phenomenon, are they a considerable solution for computing and are they feasible for small and medium-sized ICT-enterprises. Literature review is used as a research method to answer research questions. This thesis covers the history, technology and major service providers of cloud services, and offers a perspective over cloud services by comparing them to other standards of activity such as web hosting service. The functional part of this thesis covers the deployment of Amazon EC2 instance for the KILPA project. Finnish and English literature, articles and various digital sources such as web pages and blogs are used as a research material.

In the cloud service model computing resources are provided for the customer as a service via the Internet. Resources are scalable, elastic and easily manageable with simple deployment and on-demand access. Cloud services represent pay-per-use IT where the costs are based on consumption or subscription depending on the service model. Cloud services as a standard of activity consists of many recent technologies which are refined with automation and virtualization. Cloud marketplace is led by the large international enterprises. They offer various services from pure computing infrastructure to highly accessible software and software development-deployment environments.

Cloud services are a considerable option as a solution for computing. They offer scalable, cost-effective resources which are easy and fast to deploy. Cloud resources are accessible over the internet and therefore offer high availability overall. With a grain of salt, cloud services do suit small and medium-sized ICT-businesses.

Keywords: cloud computing, cloud services, standard of activity, on-demand, SaaS, virtualization

SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	7
2 LÄHTÖKOHDAT.....	9
2.1 Lähdemateriaali	10
2.2 Metodit.....	11
3 PILVIPALVELUT.....	12
3.1 Pilvipalveluiden historiaa	12
3.2 Pilvipalveluiden teknologia	14
3.2.1 Palvelumallit.....	16
3.2.2 Käyttöönottomallit.....	19
3.3 Pilvipalveluiden hyödyt.....	21
3.3.1 Yleiset hyödyt.....	21
3.3.2 Kustannushyödyt.....	22
3.4 Pilvipalveluiden riskit ja tietoturva	23
3.4.1 Palvelutasot	23
3.4.2 Tietoturvariskit.....	24
3.4.3 Keskeiset tietoturvatoimet yritysasiakkaille	26
3.4.4 CASE pilvipalveluiden tietoturvariskeistä	27
3.5 Esimerkkejä pilvipalveluiden käyttökohteista	28
3.6 Palveluntarjoajaesimerkit	29
3.6.1 Amazon.com – Amazon Web Services.....	29
3.6.2 Google – Google App Engine	31
3.6.3 Microsoft - Microsoft Windows Azure Platform.....	32
3.6.4 Rackspace – Rackspace Cloud.....	34
3.7 Amazon Web Services EC2 -instanssin käyttöönotto	36
4 SOVELTUVUUS PK-YRITYSKÄYTTÖÖN	47
4.1 PK-yrityksen määritelmä	47
4.2 Pilvipalveluiden, WebHostingin ja oman palvelimen vertailua	48
4.2.1 Palvelinratkaisujen määritelmät	48
4.2.2 Taloudellisuus ja käyttöönotto	49
4.2.3 Ominaisuudet, tekniikka ja tietoturva	51
4.2.4 Palvelusopimukset, ohjelmistolisenssit ja vertailun yhteenveto	54

5 JOHTOPÄÄTÖKSET	56
5.1 Pilvipalvelut vaihtoehtona.....	56
5.2 Pilvipalveluiden soveltuvuus PK-yrityskäyttöön	58
6 POHDINTA	61
LÄHTEET	64
LIITTEET	68

1 JOHDANTO

“The rise of cloud is more than just another platform shift that gets geeks excited. It will undoubtedly transform the IT industry, but it will also profoundly change the way people work and companies operate.” (The Economist, hakupäivä 17.11.2010.)

Jos vuoden 2000 IT-trendi oli internet, vuoden 2005 muistikortit, niin vuonna 2011 se on ehdottomasti pilvipalvelut. Uusi toimintamalli herättää aina keskustelua, mutta pilvitoimintamallista keskustelu ja mediaryöppy on ollut poikkeuksellisen kiivasta. Kun ohjelmistojätti Google osti Stora Enson vanhan Summan tehtaan uudelle palvelinkeskukselleen, kauppa päättyi tv-uutisiin ja siitä kirjoitettiin pikimmiten monissa IT-alan julkaisuissa jo ennen kuin kauppa toteutui. Suuret kansainväliset yhtiöt kuten Amazon, IBM, Google ja Microsoft kilpailevat kärkevästi palveluntarjoajien markkinoista ja uusia, pienempiä palveluntarjoajia syntyy täyttämään jäljelle jääviä markkinarakoja. Pilvipalveluiden asiakkailta on kova työ pysytellä kehittyvän toimintamallin mukana ja olla perillä siitä, minkälainen ratkaisu olisi heille sopiva ja mitä vaihtoehtoja on olemassa. Toisaalta paine löytää hyvä ratkaisu on kova, sillä verkottuminen ja internetnäkyvyys ovat nykyään vaatimuksia terveelle liiketoiminnalle; yhä useampi verkkopalvelu joko perustetaan tai siirretään toimimaan virtualisoidussa ympäristössä. Itse asiassa monet kuluttajat käyttävät tietämättään pilvitoimintamalliin perustuvia palveluita, joita ovat muun muassa Facebook ja Twitter. Pilvipalvelut ovatkin omalla tavallaan aineettoman, digitaalisen sisällöntuotannon ja asiakasvuorovaikutuksen ensiaskeleita liiketoiminnassa. Niiden avulla niin asiakas kuin yrityksen työntekijät saadaan luomaan palveluihin uutta sisältöä ja jakamaan sitä muille.

Harmillisesti pilvipalvelut on käsitteenä jo nyt epäselvä, ja sitä käytetään tahallisesti tai tahattomasti väärissä yhteyksissä. Palveluntarjoajat myös leimaavat palveluitaan pilvipalveluiksi käsitteen trendiarvon vuoksi esimerkiksi edistääkseen houkuttelevuutta, vaikka ne eivät olisi pilvitoimintamallin mukaisia. Epäselvyyksien välttämiseksi tässä opinnäytetyössä pilvipalvelut käsitetään tutkimusyhtiö Forrester Researchin tavoin: pilvipalvelu on joko vuokrattu ohjelmisto, sovelluspalvelu- tai alusta, jolla voi kehittää pilvisovelluksia, tai se on niin sanottu infrastruktuuripalvelu- tai alusta, josta pilvisovelluksia voi käyttää ja levittää (Savolainen 2009, hakupäivä 21.11.2010). Toisin sanoen teknisesti pilvipalvelulla tarkoitetaan toimintamallia, joka tarjoaa tallennuskapasiteetin lisäksi keskusmuistia ja prosessoritehoa eli tietojenkäsittelykapasiteettia tai alustan, jolla kehittää ja ajaa sovelluksia, tai puhtaasti sovelluksen palveluna jota voidaan verkon välityksellä käyttää. Taloudellisesti pilvipalveluilla tarkoitetaan palvelua, jonka laskutus perustuu käyttöön.

Tästä syystä esimerkiksi kuvapalvelu TinyPic ei ole tämän opinnäytteen mukainen pilvipalvelu, sillä se tarjoaa vain tallennustilaa asiakkailleen. Käsite pilvitoimintamalli puolestaan tarkoittaa toimintamallia, jossa tietojenkäsittelyresurssit on ulkoistettu ja niitä käytetään internetin välityksellä pilvestä. Heinon (2010, 34) sanoin: ”Pilvitoimintamallissa tarjotaan, hankitaan ja toteutetaan pilvipalveluita”. Nimitys pilvipalvelu juontaa tavasta dokumentoida tietojärjestelmiä: kaavioissa monimutkainen tietoliikenneverkko on tapana yksinkertaistaa pilveksi

Nyt vuoden 2011 alkupuolella on selvää, että pilvipalvelut sopivat suurten yritysten tietojenkäsittelytarpeisiin. Ongelmana ja kysymyksenä ovatkin olleet pienet- ja keskisuuret yritykset, joiden välillä on merkittäviä yksilöllisiä eroja niin tietojenkäsittelykapasiteetin tarpeessa, ajankohdassa kuin hyödyntämiskohteessakin. Suhteessa PK-yrityksiin suuryritysten väliset erot minimoituvat, sillä tarvittavan tietojenkäsittelykapasiteetin volyymi on yleensä valtava ja täten skaalautuva pilvipalvelu on taloudellisempi ratkaisu, kuin oma tai vuokrattu palvelinfarmi, joka on mitoitettu maksimivaatimusten mukaisesti. Suuruuden ekonomia vaikuttaa myös siten, että suuryritykset voivat siirtyä hyödyntämään pilvipalveluiden tarjoamia tekniikoita omassa palvelinsalissaan niiden ostamisen sijaan. Opinnäytetyössä pyrin selvittämään, mitä pilvipalvelut ovat, ovatko ne modernin tietojenkäsittelyn kannalta varteenotettava vaihtoehto ja onko pilvipalveluita mahdollista hyödyntää pienten- ja keskisuurten ICT-yritysten tietojenkäsittelyssä.

Ensimmäiset pilvitoimintamallia ja pilvipalveluita käsittelevät artikkelit on julkaistu Yhdysvalloissa jo vuoden 2008 alkupuolella, mutta varsinainen mediabuumi on syntynyt vuoden 2009 ja 2010 vaihteessa. Suomessa alan julkaisut ovat olleet hereillä ja artikkeleita on saatu mukavasti viime vuosilta, aikaisimmat jopa vuoden 2008 puolivälistä. Olen pyrkinyt käyttämään suomenkielisiä painettuja ja painamattomia artikkeleita lähdemateriaalina vieraskielisiä lähteitä väheksymättä. Asiakaslähtöisesti ajateltuna pilvipalveluista on paljon käytännöllistä ja arvokasta informaatiota, mutta se on ollut harmillisen hajautunutta. Tuore kirjallisuus on kuitenkin jäsentänyt tietoa merkittävästi ja olen pyrkinyt koostamaan informaatiota helposti lähestyttävämmäksi, jotta sitä voitaisiin hyödyntää käytännössä.

Aiheena pilvitoimintamalli on erittäin ajankohtainen ja tietojenkäsittelyään kehittävien PK-yritysten kannalta tärkeä. Siitä, että aihetta käsitellään tuoreeltaan nyt eikä kolmen tai neljän vuoden kuluttua hyödyttää yritysmaailman lisäksi opettajia ja toisia opinnäytetyötään vastaavasta tai sivuavasta aiheesta tekeviä opiskelijoita. Yhtenä opinnäytetyön tavoitteena on toimia eräänlaisena perusselvityksenä tuleville aiheesta tehtäville opinnäytetöille.

2 LÄHTÖKOHDAT

Ajatus tehdä opinnäytetyö pilvipalveluista nousi alunperin Oulun seudun ammattikorkeakoulun liiketalouden yksikön Kilpailukykyä ICT-yrityksille -hankkeen (KILPA) puitteissa. KILPA on kehityshanke, jonka tavoitteena on kehittää Oulun alueen ICT-yritysten tuoteosaamista sekä edistää niiden kilpailukykyä. Hanketta rahoittaa EAKR (Euroopan aluekehitysrahasto) ohjelma, jota hallinnoi Pohjois-Pohjanmaan liitto. Rahoittajina toimivat myös Oulun kaupunki sekä Oulun seudun ammattikorkeakoulu. KILPA-hankkeeseen kuuluu 16 pk-yritystä, joiden tuotteita, palveluja, prosesseja tai liiketoimintaympäristöä kehitetään yritysten tarpeiden mukaisesti. Hanke on ollut nyt käynnissä kaksi vuotta ja tällä hetkellä KILPA keskittyy jo aloitettuihin ja uusiin kehitystehtäviin sekä yritysten kansainväliseen verkottumiseen ja kehittämiseen. (Oulun seudun ammattikorkeakoulu 2010, hakupäivä 7.11.2010.)

KILPA-hankkeen projektipäällikkö Tapani Alakiuttu ehdotti aiheeksi pilvipalveluita, sillä osa hankkeeseen kuuluvista yrityksistä oli kiinnostunut pilvipalveluiden hyödyntämisestä liiketoiminnassaan. Aiheesta ei oltu aiemmin tehty tutkimusta saati opinnäytetyötä Oulun seudun ammattikorkeakoulussa ja kynnyskysymyksenä oli tekninen ja taloudellinen sopivuus pienen tai keskisuuren yrityksen tarpeisiin. Päätin tarttua tähän kysymykseen ja vastata siihen parhaan kyyni mukaan opinnäytetyön avulla. Henkilökohtainen kiinnostus aiheeseen kasvoi, kun tutustuin pilvipalveluihin paremmin ja sain opinnäytetyölle tärkeän motivaation aloittaa varsinaisen tutkimustyön tekemisen.

KILPA-hanketta ajatellen selvitän yleisesti mitä pilvipalvelut ovat, millaisen vaihtoehdon tietojenkäsittelyyn ne tarjoavat, sekä tutkin miten pilvipalvelut sopivat PK-yrityskäyttöön. Toisaalta tiiviillä palaverityöskentelyllä, konsultoinnilla ja pohdinnassa esitetyillä kehitysehdotuksilla pyrin huomioidaan KILPA-hankkeen jäsenyrityksen, Belleviews Oy:n vaatimuksia. Opinnäytetyöllä on sikäli kaksi toimeksiantajaa ja opinnäytetyö pyrkii tietoperustan, johtopäätösten ja pohdinnan avulla vastaamaan molempien vaatimuksiin. Belleviews Oy on Oulussa toimiva pelisuunnitteluun keskittynyt ohjelmistotalo. Belleviewsin keskeisin tuote on muistin kuntoutukseen ja virkistämiseen suunnattu BelleMemory (Belleviews 2010a, hakupäivä 7.11.2010). Yrityksen tuleva tuote hyödyntäisi pilvipalveluita, mikäli niiden käyttäminen on teknisesti sopivaa ja taloudellisesti kannattavaa. Belleviewsin vaatimukset pilvipalveluiden suhteen selvitettiin avoimella, jäsentelemättömällä

haastattelulla, jossa yrityksen toimitusjohtaja vastasi kysymyksiin ja vastauksista johdettuihin jatkokysymyksiin.

2.1 Lähdemateriaali

Opinnäytetyön lähdemateriaalissa pääpaino on ollut suomalaisessa kirjallisuudessa ja painetuissa tai painamattomissa artikkeleissa, joita on käytetty mahdollisuuksien mukaan kattamaan työn tietoperustaa. Petteri Heinon kirja *Pilvipalvelut* ja Immo Salon kirja *Cloud computing - palvelut verkossa* ovat toimineet tärkeimpinä lähdeaineina. Heino on työskennellyt useissa suurissa amerikkalaisissa IT-alan yrityksissä eri tehtävissä ja on tällä hetkellä palveluksessa Hewlett-Packard Oy:llä (Heino 2010, hakupäivä 16.11.2010). Salo on puolestaan uravalmentaja ja pilvipalveluihin liittyviä koulutus- ja konsultointipalveluita tarjoavan yrityksensä Eufriksen toimitusjohtaja (Docendo, hakupäivä 16.11.2010).

Aiheena pilvipalvelut ei ole täysin uusi, joten kirjallisuutta ja artikkeleita löytyy suhteellisen paljon. Vaikkei kotimainen lähdemateriaali kata kaikkea teoreettista tietoa opinnäytetyössä, painotuksella on haluttu osoittaa suomalaisen osaamisen ja tietotaidon taso uusien teknologioiden suhteen. Toisekseen tekijän äidinkielellä kirjoitettuja lähteitä käytettäessä vältetään käännöksessä mahdollisesti tapahtuvan misinformaation syntymiseltä.

Tärkeimpinä englanninkielisinä lähteinä mainittakoon George Reesen kirja *Cloud Application Architectures*, Mark Williamssin kirja *A Quick Start Guide to Cloud Computing* ja Ronald L. Krutzin ja Russel Dean Vinesin kirja *Cloud Security*. Kirjat on valittu sekä kirjailijoiden aikaisemman kirjallisuuden, että kirjojen nauttiman arvostuksen vuoksi. George Reese on kahden yrityksen, enStratus Networks LLC:n ja Valtira LLC:n perustaja ja IT-alalla kokenut ammattilainen, joka on kirjoittanut paljon teknologiaan liittyvää tietokirjallisuutta (O'Reilly Media 2010, hakupäivä 12.11.2010). Mark Williams on konsultti ja puheenjohtaja Cloud Computer World Foorumilla (Kogan Page USA, hakupäivä 16.11.2010). Ronald L. Krutz ja Russel Dean Vines ovat tunnettuja tietoturvan erityisosaajia (Wiley-VCH, hakupäivä 16.11.2010).

Opinnäytetyössä on käytetty myös Oulun yliopiston kirjaston Nelli-tiedonhakuportaalin kautta tietojenkäsittelyn ja sähkö- ja tietotekniikan tietokantojen tarjoamia elektronisia ja painettuja artikkeleita, sekä elektronisia lehtiä. Hakutuloksista asiasanoilla *cloud computing* ja *cloud comp?* on

karkeasti karsittu ja valittu vain opinnäytetyön kontekstiin sopivat, relevanteimmat artikkelit, sillä hakutuloksia löytyi liki 50 000. Sekundaarilähteinä on käytetty artikkeleita, internetsivuja, blogeja, palveluntarjoajien kotisivuja ja palveluntarjoajien henkilökunnan sähköpostiviestejä. Sekundaarilähteitä on pyritty käyttämään mediakriittisesti ja niistä on pyritty tuomaan primaarilähteessään dokumentoitu tieto. Varsinaisessa sopivuuden tutkimisessa, vertailussa ja toiminnallisessa osuudessa olen hyödyntänyt omia havaintojani, pohdintaani ja johtopäätöksiäni, joita pyrin pohjaamaan muuhun tietoperustan lähdemateriaaliin ja omaan ammattitaitooni IT-tradenomina.

2.2 Metodit

Tämä opinnäytetyö lähestyy tutkimuskysymyksiä lähinnä teoreettisesti. Tutkimus on systemaattinen kirjallisuuskatsaus. Opinnäytetyöhön sisältyy toiminnallinen osuus pilvipalvelun käyttöönotosta. Pilvipalveluiden esittely, palvelinratkaisujen vertailu, sekä uuden toimintamallin sopivuuden tutkiminen pienille ja keskisuurille yrityksille on kaikki tietoperustaan pohjaavaa, teoreettista selvitystyötä. Keskeisimpänä selvitystyöhön kuuluu tietoperustan kokoaminen, analysointi, jäsentäminen ja yhtenäistäminen.

Kirjallisuuskatsaus on toisen asteen tutkimus, jonka tarkoitus on syventää tietoa asiasta, josta on jo olemassa tietoa (Sarajarvi & Tuomi 2003, 110). Opinnäytetyössä on pyritty kokoamaan moninaisesta informaatiosta tiivis tietopaketti, jonka avulla voidaan ymmärtää pilvipalveluita ilmiönä.

Työn pienempi toiminnallinen osuus koostuu Amazon EC2 -instanssin käyttöönotosta, sekä pohja ja taustatyöstä, mihin sisältyy tiivis palaverityöskentely toimeksiantajan ja ohjaavan opettajan kanssa, yhteydenpito palveluntarjoajien kanssa sekä erinäiset haastattelut. Vaikka toiminnallinen osuus jää osin näkymättömäksi tässä raportissa, se on antanut erittäin tärkeän panoksen opinnäytetyön oikean suunnan ja sisällön rakentumiselle.

3 PILVIPALVELUT

Pilven historia on lyhyt, mutta sitäkin tapahtumarikkaampi. Pilvitoimintamallin kehitystä ja pilvipalveluiden toteutumista ovat vieneet pääasiallisesti yrityskehityksen isot pelaajat kuten Amazon, Dell, Google, HP ja Microsoft. Vaikka pilvitoimintamalli on tuore ilmiö, se rakentuu monista jo olemassa olevista tekniikoista (Heino 2010, 58).

3.1 Pilvipalveluiden historiaa

Virallisesti ensimmäisen kerran termiä *cloud computing* käytti Googlen pääjohtaja Eric Schmidtin puheessaan Search Engine Strategies -konferenssissa elokuussa vuonna 2006 (Lukkari 2008, 19; Willis 2009, hakupäivä 17.11.2010; Salo 2010, 122), jossa hän puhui uuden toimintamallin innovatiivisuudesta ja mahdollisuuksista:

It starts with the premise that the data services and architecture should be on servers. We call it cloud computing – they should be in a ‘cloud’ somewhere. And that if you have the right kind of browser or the right kind of access, it doesn’t matter whether you have a PC or a Mac or a mobile phone or a BlackBerry or what have you – or new devices still to be developed – you can get access to the cloud. (Bogatin 2006, hakupäivä 17.11.2010.)

Termi cloud computing kuitenkin yleistyi laajemmin vasta noin kaksi vuotta myöhemmin, jolloin suuryritykset kuten IBM, Dell ja HP aloittivat pilvitoimintamallia koskevat projektinsa: IBM rakensi pilvipalvelukeskukset Yhdysvaltoihin ja Japaniin, HP perusti Intelin ja Yahoos kanssa pilvipalveluiden testausympäristön ja samaan aikaan Dell haki merkisuojaa cloud computing -termille. (Lukkari 2008, 19.) IBM oli esitellyt Blue Cloud -tuotekonseptinsa jo marraskuussa 2007 (Hämäläinen 2008, 65; Sims 2007, hakupäivä 17.11.2010), mutta investoi liki 400 miljoonaa dollaria pilvipalveluihin vasta seuraavan vuoden puolella (Teglet 2008, hakupäivä 17.11.2010). Maaliskuussa 2008 HP ilmoitti dynaamiset pilvipalvelut yhdeksi tutkimusyksikkönsä HP Labsin painopistealueeksi (Hämäläinen 2008, 65).

Kansainvälisistä suuryrityksistä Amazonia voidaan pitää pilvipalveluiden pioneerinä. Yritys tarjosi jo vuonna 2006 EC2- (Amazon Elastic Compute Cloud) ja S3- (Amazon Simple Storage Service) palveluita kauppapaikkansa Amazon Web Servicesin kautta. EC2 -asiakkaat maksoivat Linux-pohjaisista virtuaalikoneista tunti-laskutuksella ja lisäksi tiedonsiirrosta asiakkaalta virtuaalikonee-

seen ja sieltä ulos. Jo palvelun beta-version virtuaalikoneet olivat huomattavan tehokkaita. (Carpenter 2006, hakupäivä 17.11.2010; Hämäläinen 2008, 65-66.) Amazonilla on edelleen käytössä samat palvelut, joiden rinnalle on tuotu lukuisia tuki- ja seurantapalveluita parantamaan EC2:n ja S3:n käytettävyyttä ja joustavuutta, sekä useita uusia pilvialustaan perustuvia palveluita (Amazon Web Services 2011a, hakupäivä 5.4.2011).

Vuoden 2008 maaliskuussa Forrester Research tutkimuslaitos listasi pilvipalveluiden kärkiyhtiöt. Listalle pääsivät seuraavat yritykset: Akamai, Amazon, Areti Internet, Enki, Fortress ITX, Joyent, Layered Technologies, Rackspace, Salesforce.com, Terremark ja Xcalibre. On mielenkiintoista, että yhdestätoista yrityksestä vain Amazon ja Salesforce.com myivät varsinaista virtuaalista tietojenkäsittelykapasiteettia loppukäyttäjien sovelluksille ja loput olivat enemmän tai vähemmän taustatekniikan kehittäjiä. (Hämäläinen 2008, 66.)

Vuonna 2009 pilvitoimintamallin erityispiirteet alkoivat tulla selvemmin esille ja hiljalleen jäsenyää. Pilvitoimintamalli teki pesäeroa vanhoihin palvelumalleihin, joista se koostui. Rousku (2009, 49) kirjoittaa pilvipalveluista seuraavaa:

Pilvipalvelulla tarkoitetaan tapaa tuottaa skaalautuvia, kustannustehokkaita tietotekniikkaratkaisuja suurella määrällä globaaleja asiakkaita. Apuna käytetään yleisiä nettiteknologioita ja – standardeja. Termiä ei kannata sekoittaa saman sukuisiin kuten ASP (sovelluspalveluiden vuokraus), on-demand, SaaS (sovellukset palveluina), grid tai utility computing. Näissä kaikissa termeissä pääpaino on palveluntarjoajan toteuttamissa palveluissa. Pilvipalveluissa sen sijaan hyödynnetään myös organisaation omia ydinjärjestelmiä. Niiden täydennykseksi on sitten mahdollisuus hankkia laskentatehoa, levykapasiteettia tai ohjelmistoja tarpeen mukaan.

Rouskun (2009, 48) mukaan Amazonin EC2 oli vuoden 2009 kypsä kokonaisuus pilvipalveluiden toteuttamiseksi, sillä yritykseltä pystyi ostamaan niin palvelinkapasiteettia, siirtokaistaa kuin tallennustilaakin asiakkaan tarpeen mukaan laskutuksen perustuessa tarvittavaan kapasiteettiin. Myös Kotilainen (2009, 47) kirjoittaa Amazonin olleen vuoden suosituin pilvialusta; palveluntarjoajan virtuaalikoneita pystyi ottamaan käyttöön netissä luottokortilla ja laskentatehoa nostamaan tai laskemaan rajattomasti. Nähtävissä on pilvitoimintamallista tuotettujen palveluiden kehitys.

Kehitystä tapahtui myös teknisellä puolella, sillä esimerkiksi Microsoftin pilvipalveluita varten laitevalmistajat lähettivät erikoisvirittetyt palvelimet valmiina kontteina, joihin kytkettiin palvelinkeskuksessa vain jäähdytysvesi ja sähkö. Riittävän monen koneen vikaantuessa koko kontti palau-

tettiin valmistajalle. (Kotilainen 2009, 46.) Vuoteen 2006 verrattuna myös itse virtuaalikoneiden tehot olivat moninkertaistuneet: neliytimisen palvelimen kahdeksan gigatavun keskusmuistilla ja teratavun kiintolevyllä pystyi ostamaan Amazonilta 30¢ per tunti, ja tietojenkäsittelykapasiteetin rinnalle pystyi hankkimaan kehittyneitä resurssien valvonta- ja hälytyspalveluita sekä varmuuskopiointia. (Rousku 2009, 49.)

Vuoden 2009 aikana pilvitoimintamalli oli yleistynyt IT-alalla niinkin laajalle, että suomalainen tietoliikenneryhmä Finnet käynnisti merkittävimpien järjestelmätoimittajien kanssa kunnianhimoisen Supermatrix-hankkeen. Supermatrixin ideana on tuoda 100 megabitin yhteys niin asiakkaan kotiin kuin työpöydälle, tarjota henkilökohtainen tietokone pilvipalveluna ja täten eliminoida kokonaan fyysisen tietokoneen tarve. (Finnet 2009, hakupäivä 21.11.2010; Hintikka 2009, 67; Supermatrix 2010, hakupäivä 21.11.2010.)

3.2 Pilvipalveluiden teknologia

Nimitys uudelle toimintamallille juontaa tavasta dokumentoida tietojärjestelmiä: kaavioissa monimutkainen tietoliikenneverkko on tapana yksinkertaistaa pilveksi. Pilvipalvelut sijaitsevat kaikkineen internetissä ja sikäli käsite on vain uusi yhteinen nimitys vanhoille palvelumalleille, kuten SaaS:lle ja Web 2.0:lle, joista se koostuu. Perusajatukseltaan pilvipalvelut eivät merkittävästi eroa internetistä tai perinteisestä asiakas-palvelin-arkkitehtuurista (Reese 2009, 1; Rousku 2009, 48; Ylä-Jääski 2010, 69). Pilvitoimintamallissa resurssit, kuten ohjelmistot, tietojenkäsittelykapasiteetti ja data, sijaitsevat palvelimella tai useilla palvelimilla internetissä ja täten niihin pääsee käsiksi internet yhteydellä kaikkialta (Reese 2009, 2; Rousku 2009, 48). Palveluntarjoaja tarjoaa nämä resurssit palveluna maksua vastaan, josta saadaan käsite pilvipalvelut. Reese (2009, 2) kuvailee toimintamallia, tai itse pilveä, seuraavasti:

The cloud is not simply the latest fashionable term for the Internet. Though the Internet is a necessary foundation for the cloud, the cloud is something more than the Internet. The cloud is where you go to use technology when you need it, for as long as you need it, and not a minute more.

Tekniikoista virtualisointi on merkittävässä määrin mahdollistanut pilvitoimintamallin ja itse pilvipalvelut. Virtualisointi voidaan määritellä esimerkiksi seuraavasti: virtualisointi on tekninen ratkaisu, jossa sovellus erotetaan sen tarvitsemasta fyysisestä resurssista, ja jossa yksi fyysinen resurssi, kuten palvelin, käyttöjärjestelmä tai sovellus, voi toimia monena loogisena resurssina tai usea

fyysinen resurssi yhtenä loogisena resurssina. Virtualisointi poistaa maantieteelliset rajat tietojenkäsittelystä, ja toisin kuin perinteistä laitteistopohjaista ratkaisua, sitä ei rajoita fyysinen kokoonpano tai konfigurointi. (Hintikka 2009, 67; Heino 2010, 59; Salo 2010, 47.)

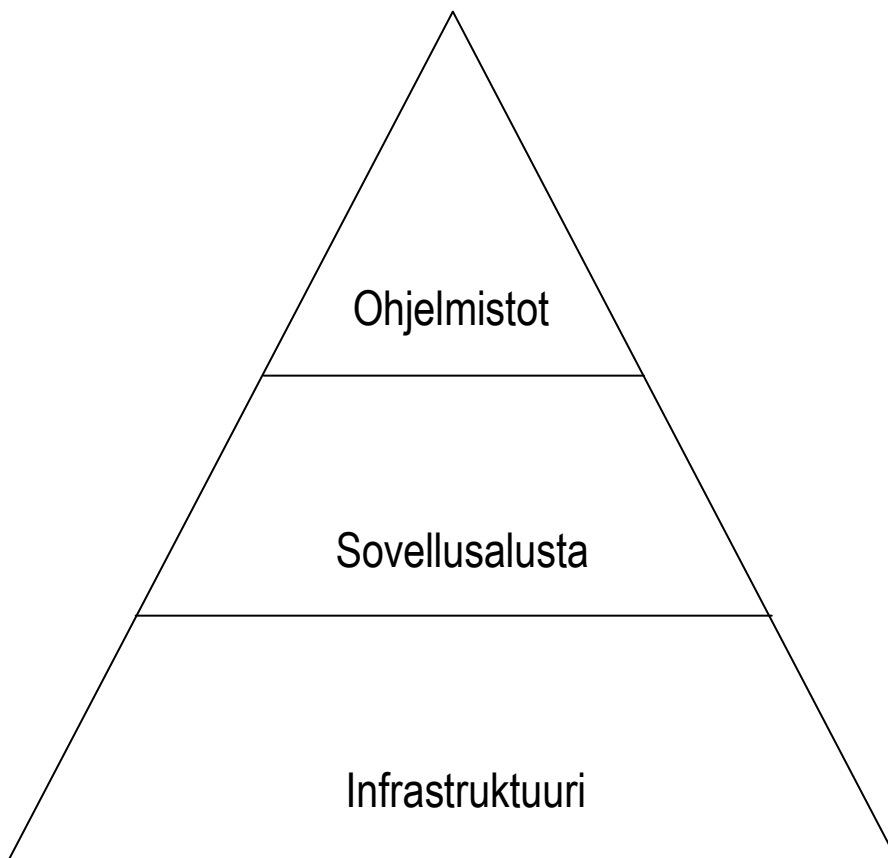
Teknisesti merkittävin ero pilvipalveluiden ja sen sukulaispalveluiden kuten Utility computingin, On-Demandin ja Gridin välillä on se, että pilvipalvelut ovat hyvin pitkälle automatisoituja, ja voidaan kärjistäen sanoa, että mikäli edellä mainitut tekniikat tarvitsevat määrittelyssä tai ohjaamisessa ihmistä, ne eivät ole pilvipalveluita (Hämäläinen 2008, 65). Pilvipalvelut eroavat taloudellisesti esimerkiksi virtuaalipalvelinten vuokrauksesta siinä, etteivät pilvenpalveluiden asiakkaat tee kuukausisopimuksia palveluntarjoajan kanssa vaan maksavat vain käyttämistään resursseista. Organisaatioiden ja yritysten ei tarvitse omistaa palvelinten ylikapasiteettia, lisensejä saati niihin liittyvää hallintoa pilvipalveluiden skaalautuvuuden ja joustavuuden ansiosta. (Hintikka 2009, 67; Falck 2010, 22.) Kotilainen (2009, 46) kirjoittaa pilvipalveluiden käyttökohteista seuraavaa:

Pilvimallissa ohjelmaa voi testata ja käyttää netissä edullisesti kuukausihintaan. Jos sovel-
lus ei miellytä, käytön voi lopettaa milloin vain... Toinen pilvimallin käyttökohde on ohjelmis-
tojen lisäpalvelut. Pc-ohjelmien käyttöavusteet tai vaikkapa leikekuvat tulevat yhä useam-
min suoraan netistä. Jopa tietoturvaohjelmien virustunnisteet siirretään yhä useammin
nettipalveluksi pilveen. Pilvessä on helppo säilyttää valtavia yhteisiä tietokantoja, mikä keven-
tää pc:llä pyörivän sovelluksen taakkaa.

Pilvipalvelumallin syntymiseen ovat johtaneet monet erilaiset tekniikat. Pilvipalveluiden teknistä evoluutiota kuvaa hyvin Krutz & Vinesin kirjan *Cloud Security* kuvio 1-1: *Origins of cloud computing* (ks. liite 1).

3.2.1 Palvelumallit

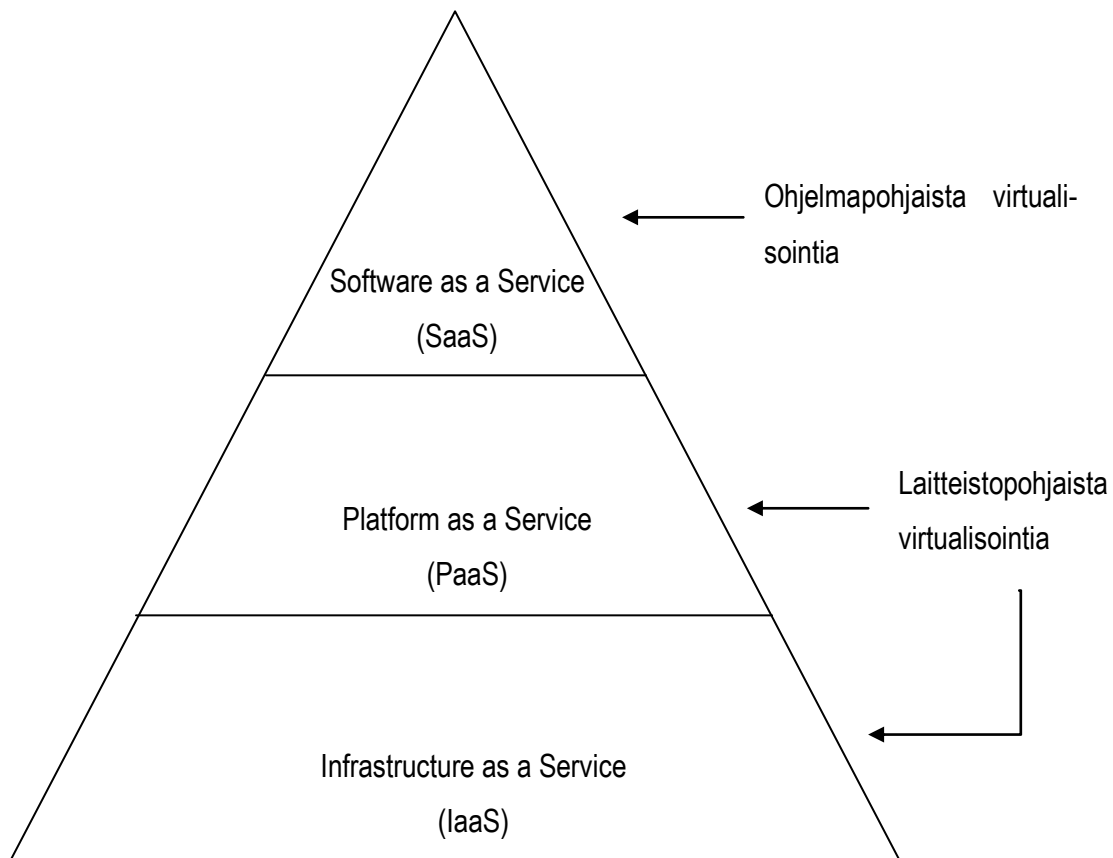
Tietojenkäsittelyssä ja tietotekniikassa vallitsee yksinkertainen pyramidi-hierarkia (ks. kuvio 1). Pyramidin alimmalla tasolla sijaitsee infrastruktuuri, eli fyysiset laitteet ja komponentit, kuten prosessorit, emolevyt, tallennusmediat ja tietoliikennekortit. Keskitasolla sijaitsee sovellusalusta, joka mahdollistaa laitteiden ja ohjelmistojen vuorovaikutuksen ja tarjoaa alustan ohjelmien ajamiselle. Tasolle kuuluvat pääasiassa käyttöjärjestelmät, kuten Microsoft Windows, Mac OS ja eri Linux-jakelut (*a Linux distribution*). Pyramidin ylimpänä sijaitsevat kolmannen osapuolen ohjelmistot ja yksittäiset ohjelmat, joilla tietokonetta käyttöjärjestelmän lisäksi varsinaisesti käytetään. Näitä ovat esimerkiksi tekstin- ja kuvankäsittelyohjelmat, mediasoittimet ja selaimet. (Williams 2010, 4-5.)



KUVIO 1. Tietojenkäsittelyn hierarkia (Williams 2010, 5.)

Kun hierarkia viedään kokonaisuudessaan internetiin, saadaan tulokseksi pilvitoimintamalli. Kun pilvipalveluita tarjotaan hierarkian mukaisesti, saadaan pilvipalvelulle NIST:n (yhdyshallituksen kauppaministeriön alainen virasto, National Institute of Standards and Technology) mukaisesti

jäsentyneet palvelumallit (ks. kuvio 2). (Krutz & Vines 2010, 2; NIST 2010, hakupäivä 21.11.2010; Williams 2010, 6-7.)



KUVIO 2. NISTin mukaiset palvelumallit tietojenkäsittelyn hierarkiassa.

Alimmalla tasolla (IaaS, suora käänös infrastruktuuri palveluna) palveluntarjoaja tarjoaa asiakkaalle internetin välityksellä järjestelmänvalvoja-tason (administrator level access tai Linux root access) pääsyn tietojenkäsittelykapasiteettiin, tallennuskapasiteettiin ja yhteyksiin. Toisin sanoen IaaSissa myydään tietojenkäsittelytehoa, tallennuskapasiteettia ja tietoliikennekaistaa. IaaS-tasolle tyypillistä ovat seuraavat piirteet:

1. asiakkaan valintamahdollisuus useista erilaisista esiasennetuista virtuaalikoneista, joissa käyttöjärjestelmänä voi olla esimerkiksi jokin Microsoft Windows-, Linux- tai Solaris-versio
2. asiakkaan valintamahdollisuus virtuaalikoneisiin esiasennettavista ohjelmistopaketeista
3. mahdollisuus tallentaa dataa ja päästä siihen käsiksi sijainnista riippumatta
4. mahdollisuus suorittaa vaativaa tietojenkäsittelyä sekä tuottaa, tallentaa ja käsitellä suuria datamääriä

5. mahdollisuus skaalata tietojenkäsittelykapasiteettia tarpeen mukaan. (Williams 2010, 14-15.)

laaS mahdollistaa joustavan tietojenkäsittelykapasiteetin saatavuuden asiakkaan tarpeiden mukaisesti ajasta ja paikasta riippumatta sekä tarjoaa mahdollisuuden dynaamisesti kasvattaa tai vähentää tietojenkäsittelykapasiteettia tarpeen vaatiessa. Käyttöön perustuvan laskutuksen ansiosta laaS on kustannustehokas ja ei vaadi juurikaan aloituspääomaa. (Reese 2009, 18; Krutz & Vines 2010, 41-43; Salo 2010, 25-28.)

Keskimmäisellä tasolla (PaaS, suora käännös sovellusalusta palveluna) palveluntarjoaja tarjoaa asiakkaalleen vakaan sovellusalustan ja web-pohjaiset kehitystyökalut esimerkiksi ohjelmiston tai jonkin palvelun luomiseen, testaamiseen ja käyttöönottoon. Tyypillisiä piirteitä PaaSille ovat:

1. selainpohjaiset kehitystyökalut tietokantojen tai ohjelmistojen luomiseen
2. sisäänrakennettu skaalautuvuus, tietoturva, pääsynhallinta ja käyttötuki
3. yksinkertainen integrointi muihin, saman alustan palveluihin
4. työkalut pilven ulkopuoliseen ohjelmaan tai palveluun yhdistämiseen
5. työkalut esimerkiksi verkkokaavakkeiden, yrityssäännösten ja työnkulkukaavioiden laatimiseen. (Reese 2009, 17-18; Krutz & Vines 2010, 39-41; Salo 2010, 28-29.)

Ylimmällä tasolla (SaaS, suora käännös ohjelmisto palveluna) palveluntarjoaja tarjoaa jonkin ohjelmiston, ohjelman tai yksittäisen palvelun asiakkaan käyttöön verkon välityksellä. Hyvin tyypillinen esimerkki SaaSista on selaimella käytettävä sähköposti, kuten Hotmail, Suomi24 tai Jippii.fi. Pilvipalveluiden ja kehityksen myötä SaaS-ohjelmistoista on kuitenkin tulossa yhä monimuotoisempia. Nykyaikaiselle SaaS-palvelulle tyypillisiä piirteitä ovat:

1. esimerkiksi virtuaalisen Windows -käyttöympäristön tai työpöydän vuokraaminen kuukausimaksulla
2. kirjanpidon, taloushallinnon, varaston ja verkkokaupan tarjoaminen internetselaimen avulla
3. työntekijöiden ja asiakkaiden projektiyhteistyö internetin välityksellä
4. teknisten piirustusten, kuten vuokaavioiden ja työnkulkukaavioiden luominen ja levittäminen internetissä
5. dokumenttien luonti, muokkaus ja editointi internet-selaimen avulla

6. asiakkuudenhallinta internetin välityksellä
7. projektinhallinta internetin välityksellä
8. selainpohjaisuus, saatavuus tarpeen vaatiessa, minimaaliset järjestelmävaatimukset ja käyttöön perustuva laskutus. (Williams 2010, 10-11.)

SaaS-palvelut tarjoavat monipuolisesti erilaisia ohjelmia eri käyttötärpeisiin ja eri kohderyhmille. Monikäyttäjäyden (multitenancy) ansiosta samaa sovellusta voi yhteiskäyttää suuri asiakaskunta. Nykyaikaisesta SaaS:sta hyviä esimerkkejä ovat muun muassa Google Docs ja Microsoft Office Live Workspace. (Reese 2009, 2-3; Krutz & Vines 2010, 37-39; Salo 2010, 29-30.)

3.2.2 Käyttöönottomallit

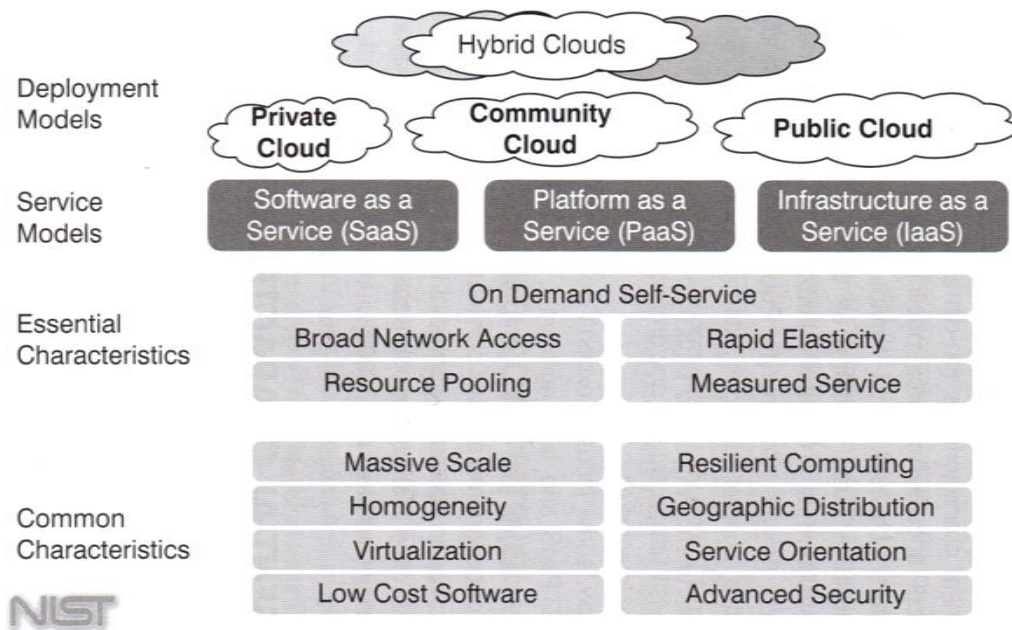
Pilvipalveluille voidaan nimetä myös neljä NISTin esittämää käyttöönottomallia. Näitä ovat yksityinen pilvi (private cloud), yhteisöllinen pilvi (community cloud), julkinen pilvi (public cloud) ja hybridipilvi (hybrid cloud). Yksityisessä pilvessä laitteisto, ohjelmisto ja hallinto ovat yrityksen tai organisaation omistuksessa ja ainoastaan yrityksen tai organisaation yksityisessä käytössä. Yksityisellä pilvellä pyritään saavuttamaan pilvipalveluiden edut, kuten skaalautuvuus, joustavuus ja resurssien saatavuus verkon välityksellä ympäri maailmaa. Toisaalta täysi kontrolli omien palvelin-salien ja datakeskusten turvallisuudesta, ylläpidosta, ynnä muusta säilyy yrityksellä itsellään, ellei niitä ole ulkoistettu kolmannelle osapuolelle. (Reese 2009, 18-19; Salo 2010, 19; Williams 2010, 16-17.)

Yhteisöllinen pilvi on eri ryhmien tai yhteisöjen jakama ja omistama pilvi. Yhteisöllä on tyypillisesti jokin sama tavoite, päämäärä tai intressi. Pilvipalvelu voidaan tarjota joko jonkin yhteisön jäsenen tai kolmannen osapuolen toimesta, ja kaikki yhteisöllisen pilven jäsenet jakavat sen resurssit. Yhteisöllisen pilven hyötyjä ovat muun muassa se, että yleensä sen jäsenet tuntevat toisensa ja täten huolet turvallisuudesta ja tietoturvasta ovat vähäisemmät. (Salo 2010, 19; Williams 2010, 16.)

Julkisessa pilvessä asiakas ostaa haluamansa pilvipalveluresurssit, kuten laitteiston ja ohjelmiston, palveluntarjoajalta. Palveluntarjoaja puolestaan huolehtii edellä mainittujen lisäksi hallinnoinnista ja palveluista. Julkisen pilven resurssit ovat saatavilla kaikille palveluntarjoajan asiakkaille ja

ostettavissa julkisesti. Julkinen pilvi on pilvipalvelu ”puhtaimmillaan”. (Salo 2010, 19; Williams 2010, 16.)

Hybridipilvi on edellä mainittujen käyttöönottomallien yhdistelmä. Asiakasyritys voi esimerkiksi suorittaa yleistä tietojenkäsittelyä julkisessa pilvessä, mutta säilyttää asiakastiedot yksityisessä pilvessä, tai jopa omassa datakeskuksessaan tietosuoja- tai tietoturvasuoritusyistä. Hybridipilvellä pyritään yhdistämään eri käyttöönottomallien hyviä puolia, kuten julkisen pilven skaalautuvuutta ja joustavuutta, ja yksityisen pilven kontrollia ja tietoturvaa. (Salo 2010, 19; Williams 2010, 17.) Yhteenvetona eri palvelu- ja käyttöönottomalleista katso kuvio 3.



KUVIO 3. NIST:n palvelu- ja käyttöönottomallit (Williams 2010, 8).

3.3 Pilvipalveluiden hyödyt

Pilvipalvelut tuovat mukanaan huomattavia teknisiä ja taloudellisia hyötyjä, joita perinteiset palvelumallit eivät tarjoa. Paikkariippumattomuus, skaalautuvuus, huolettomuus ja kustannussäästöt ovat pilvipalveluiden avainsanoja, joilla palvelumalli kilpailee muiden ratkaisujen kanssa.

3.3.1 Yleiset hyödyt

Pilvipalveluiden resurssit, kuten ohjelmistot ja tietojenkäsittelykapasiteetti, ovat saatavilla tarvittaessa, paikasta riippumatta ja ne skaalautuvat nopeasti. Esimerkiksi jos yritys tarvitsee vain väliaikaisesti projektin tai ison tilauksen myötä lisää tietojenkäsittelykapasiteettia, se on ostettavissa käyttöön laaS-pilvipalvelusta muutamassa minuutissa selainpohjaisen hallintaohjelman kautta ja nopeasti laajennettavissa, vähennettävissä tai poistettavissa tarpeen mukaan. Toisaalta mikäli projektin myötä yritykseen palkataan lisää työntekijöitä, heille voidaan ostaa SaaS-pilvipalvelusta vain käyttäjätunnukset, ja uudet työntekijät ovat valmiita käyttämään yrityksen ohjelmaa tai ohjelmistoja www-selaimella. Työntekijät voivat käyttää ohjelmaa tai tietojenkäsittelykapasiteettia töistä, kotoa tai työmatkalta ja käyttö ei monessa tapauksessa vaadi asiakaspäätteen suorituskyvyltä, kokoonpanolta tai konfiguraatiolta paljon. Riittää, että www-selain toimii. (Salo 2010, 45-47, 79-82; Williams 2010, 25-37.)

Pilvipalvelut myös vapauttavat yrityksen perinteisistä IT-huolista, kuten laitteiston asennuksista, hallinnasta ja ylläpidosta, palvelimen käyttöjärjestelmän ylläpidosta, ohjelmien käyttöönotosta - ja vähentävät ylipäättään IT:n hallintaan liittyviä ongelmia - sillä yritys ei varsinaisesti omista resursseja vaan maksaa vain niiden käytöstä. Palvelumallista riippuen palveluntarjoajat huolehtivat palvelimiensa ylläpidosta, varmuuskopioinnista ja tietoturvasta tai tarjoamiensa ohjelmistojen päivityksistä, sillä se hyödyttää molempia osapuolia. Voidaan sanoa, että näin järjestelmänhallinta ulkoisuu resurssien mukana. (Salo 2010, 45-47, 79-82; Williams 2010, 25-37.) Falck (2010, 22) kirjoittaa asiasta seuraavaa:

Pilvitekniikan idea on eliminoida ne it-ylläpitäjät, joilta kehittäjät yleensä joutuvat anelemaan uusien palvelimien ja komponenttien asentamista. Pilvessä toimiessaan kehittäjät rakentavat itse valmiin levykuvan ja lataavat sen järjestelmään. - - Ratkaisevaa on lähinnä se, että perinteinen rutiinityö palvelinten, käyttöjärjestelmien ja ohjelmistojen asentamisessa jää pois. Sen sijaan fokus siirtyy lähemmäs sovellustasoa.

Pilvipalvelut ovat myös ympäristöystävällisempi valinta, sillä suurella todennäköisyydellä palveluntarjoajien palvelinsalit aina palvelimien komponentteja myöten edustavat modernia, vähävirtaista teknologiaa ja sijaitsevat palvelinsalia ajatellen rakennetussa, energiatehokkaassa rakennuksessa (smart building). On vaikea kuvitella ettei näin ole, koska sähkölasku palvelimien ylläpidosta ja erityisesti niiden jäähdytyksestä tulee palveluntarjoajalle ja näkyy loppujen lopuksi hinnoissa ja siten kilpailukykyyn. Summan tehdas Haminassa houkutteli Googlen ostamaan tilat juuri pienillä jäähdytyskustannuksilla, sillä palvelinsalin jäähdyttäminen voi viedä jopa kolminkertaisen energiamäärän verrattuna itse palvelimien energiankulutukseen. Energiatehokkuutta optimoi myös se, että virtualisoinnin avulla samaa laitteistoa hyödyntävät useat asiakkaat ja täten niistä saadaan täysi hyöty irti. On myös otettava huomioon, että paikkariippumattomuuden ansiosta työmatkat resurssien luo vähenevät. (Heino 2010, 214; Salo 2010, 149; Williams 2010, 33-35.)

3.3.2 Kustannushyödyt

Pilvipalveluiden palvelumallien laskutus (palveluntarjoajakohtaista tietoa kustannuksista luvussa 3.6 Palveluntarjoajaesimerkit sekä hintavertailu liitteessä 4) eroaa toisistaan, mutta käyttöön perustuva laskutusperiaate (pay-per-use) on sama: IaaS-pilvipalvelussa laskutus perustuu käyttötunteihin ja tietoliikenteeseen, PaaS-pilvipalvelussa kehitettävän ohjelman kokoon ja käyttöasteeseen ja SaaS-pilvipalvelussa ohjelman käyttäjämäärään. Koska resurssit ostetaan palveluna, yritykselle ei aiheudu resursseista juurikaan pääomamenoja (CAPEX, capital expenditures). Pilvipalveluiden kustannukset ovat pikemminkin toimikuluja (OPEX, operational expenditure), jolloin ne voidaan vähentää suoraan liikevoitoista. Resurssit eivät vaadi suuria pääomasijoituksia, eikä pilvipalveluiden käyttö sido pääomaa kuten esimerkiksi oma palvelin tai palvelinsali. Kustannussäästöjä syntyy myös vähentyneistä tietojärjestelmien hallintaan liittyvistä kustannuksista, kuten henkilöstön palkkauksesta ja koulutuksesta, laitteiston hankinnasta ja ylläpidosta sekä monimuotoisten tietoverkkojen pystytyksestä ja ylläpidosta. (Salo 2010, 45-47, 79-82; Williams 2010, 25-37.)

Pilvipalveluiden kustannusedut kumpuavat muun muassa siitä, että palveluntarjoajat voivat sijoittaa palvelinkeskuksiaan maailmanlaajuisesti ja maakohtaisesti sinne, missä kokonaiskustannukset esimerkiksi työvoiman ja kiinteistöjen osalta ovat edulliset, mutta osaaminen ja infrastruktuuri riittävä. Palveluntarjoajan erikoistuminen juuri pilvipalveluihin tuo toimintaan selkeyttä ja parantaa palvelinkeskusten hallittavuutta yhtenäistettyjen prosessien, infrastruktuurin, hallinnointityökalujen

ja ohjelmistoarkkitehtuurin ansiosta. Toisaalta isojen palveluntarjoajien suuruuden ekonomia osittain takaa laadukkaan palvelun, varmat ja nopeat toimitukset sekä edulliset hinnat itse asiakkaille. (Salo 2010, 92.)

3.4 Pilvipalveluiden riskit ja tietoturva

Pilvipalveluiden tietoturvaan ja käyttöön liittyvät riskit, jotka ovat pitäneet erityisesti tietoturvastaan valveutuneita suuryrityksiä poissa pilvipalveluista (Hintikka 2009, 67). Kotilainen (2009, 47) on artikkelissaan luonnehtinut pilvipalveluiden tietoturvan heikkouksia seuraavien kysymyksin:

Pilvimallissa on monia heikkouksia. Voiko palveluntarjoajaan luottaa? Säilyykö valittu pilvialusta, vai jääkö se kilpailun jalkoihin? Voiko pilvisovellusta liittää yrityksen muihin järjestelmiin? Miten hyvin käyttäjien hallinta toimii? Estääkö jokin laki tietojen säilyttämisen ulkomailla?

Toisaalta koska palvelinalusta on vielä nuori, siihen liittyy paljon epävarmuutta ja tietämättömyyttä. IDC:n tekemässä kyselytutkimuksessa palvelutasosopimukset ja palvelun saatavuus, tietoturva, suorituskyvyn ja ongelmien seuranta, avoimien standardien puuttuminen, yrityksen IT-järjestelmiin integrointi ja pilvipalvelun kustomointi olivat yrityspaneelin päähuolenaiheita. Toisaalta kokemusperäistä tietotaitoa erilaisten tietoturvaongelmien ratkaisemiseksi pilvipalveluissa ei juuri ole ja pilvipalvelumarkkinat ovat vasta muodostumassa, jolloin niiden hintakehitys ja laskutus voi muuttua tulevien vuosien aikana. (Salo 2010, 100-104.)

3.4.1 Palvelutasot

Pilvipalveluiden kohdalla palvelutasosopimus ja laatulupaus ovat merkittävä keino vakuuttaa asiakaskunta. Palveluntarjoaja lupautuu tarjoamaan palvelun sopimuksen mukaisesti vuoden aikana, mikä tarkoittaa että palvelun on oltava asiakkaan saatavilla sopimuksen osoittaman varmuuden mukaan. Varmuus ilmoitetaan prosenttilukuna (ks. taulukko 1). (Salo 2010, 112.) Palvelutasosopimuksessa palveluntarjoaja lupaa ja sopimuksen kautta sitoutuu myös kohtuullisiin huoltokatkoksiin ja vikatilanteiden korjaukseen vievään aikaan. Palvelutasosopimuksesta poikkeamisesta seuraa palveluntarjoajalle sanktio, joka voidaan maksaa esimerkiksi hyvityslaskun tai alennuksen muodossa, mikäli sanktiosta pystytään asiakkaan ja palveluntarjoajan välillä sopimaan. (Heino 2010, 35-36.)

TAULUKKO 1. Palvelutasot (Salo 2010, 112.)

Palvelutaso (SLA) lukuina			
Palvelutaso	Palvelu poissa käytöstä / vuosi	Palvelu poissa käytöstä / kuukausi	Palvelu poissa käytöstä / päivä
100,00 %	0 h 0 min	0 h 0 min	0 min 0
99,99 %	0 h 53 min	0 h 4 min	0 min 8,8
99,95 %	4 h 38 min	0 h 22 min	0 min 43,8
99,90 %	8 h 46 min	0 h 44 min	1 min 27,6
99,00 %	87 h 36 min	7 h 18 min	14 min 36,0

3.4.2 Tietoturvariskit

Pilvipalveluiden tietoturvariskejä voidaan jäsentää monella tapaa. Williams (2010, 40-55) kategorisoi riskit seuraavasti:

1. yrityksen sisäiset tietoturvariskit, johon kuuluvat esimerkiksi yrityksen heikko salasana-käytäntö ja työntekijän kirjautumistietojen hakkerointi
2. ulkoiset riskit, kuten palveluntarjoajan tietoturvatekniikan pettäminen ohjelmointivirheiden tai tietoturva-aukkojen johdosta
3. tietosuojariskit, kuten arkaluontoisen informaation käsittelyyn ja tallentamiseen liittyvät konfliktit maakohtaisten lakiasetusten suhteen
4. palvelukatkokset, jossa palveluntarjoaja ei pysty esimerkiksi teknisistä syistä ylläpitämään pilvipalvelua ja joutuu sammuttamaan sen väliaikaisesti
5. tietojen menetys johtuen esimerkiksi työntekijän inhimillisestä virheestä tai palveluntarjoajalle aiheutuneesta vahingosta
6. yhteen palveluntarjoajaan jumittuminen (*vendor lock-in*) monimutkaisen, kalliin tai työlään vaihtamisen vuoksi, vaikka parempi vaihtoehto olisi tarjolla.
7. palveluntarjoaja lopettaa pilvipalvelunsa esimerkiksi konkurssin tai uuden, korvaavan tekniikan myötä.

Salo (2010, 104) puolestaan on lähestynyt pilvipalveluiden tietoturvallisuutta yrityskäyttäjän näkökulmasta Gartnerin seitsemällä turvallisuusriskillä. Ensinnäkin vaikka kyseessä on pitkälle auto-

matisoitu palvelu, palveluntarjoajalla sen ylläpidosta ja toiminnasta vastaavat ihmiset. Samoin asiakasyrityksen sisällön tuotanto, hallinta ja käsittely ovat ihmisten vastuulla. Inhimillisistä syistä eri osapuolten henkilöstö on tietoturvauhka, sillä kokeneimmatkin työntekijät tekevät virheitä tai saattavat toimia huolimattomasti; tiedostamattaan tai tietoisesti.

Palveluntarjoajien merkittävä kilpailuetu on teknisten ratkaisujen salaaminen ulkopuolisilta, joka itsessään aiheuttaa kaksi riskitekijää: asiakasyrityksen voi olla mahdotonta selvittää missä yrityksen tietoja säilytetään ja miten niiden tietoturvasta on huolehdittu, sekä missä maantieteellisesti tiedot sijaitsevat. Nämä voivat aiheuttaa maakohtaisesti ristiriitoja tietosuojalain suhteen. Gartnerin mukaan isojen palveluntarjoajien valtava kapasiteetti ja asiakasmäärä aiheuttavat omat ongelmansa. Muun muassa tietojen kulkeutuminen toisen yrityksen käsiin esimerkiksi päivityksen tai uuden palvelun yhteydessä ja toisen asiakasyrityksen pääsy tietoihin heikon suojauksen takia ovat tietoturvariskejä. Palveluntarjoajan tulisi pystyä varmistamaan, että eri asiakasyritysten data pysyy erillään ja suojattuna. (Salo 2010, 105.)

Asiakasyrityksen on hyvä selvittää, onko palveluntarjoaja varautunut odottamattomiin ongelmiin, miten niistä tiedottaminen on hoidettu ja kuinka kauan erilaisista virhetilanteista palautuminen kestää, sillä palveluntarjoajan huono vikasietoisuus ja palautuminen voivat tulla asiakkaille kalliiksi ja ovat sikäli merkittävä riski. Gartnerin mukaan pilvipalveluiden laajamittainen ja kompleksi virtualisointi voi aiheuttaa oikeudellisissa toimissa vakavia ongelmia, mikäli rikollista tai muuten sopimatonta toimintaa ei voida palvelun sisällä jäljittää. Tästä syystä palveluarkkitehtuuri on osittain tietoturvariski. Tietoturvariskin aiheuttaa myös se, että pilvipalvelut ja niiden markkinat ovat nuoret ja vielä suurilta osin standardoimattomat, jolloin palvelun elinkelpoisuutta ja jatkuvuutta esimerkiksi viiden vuoden päähän on vaikeaa arvioida. Standardoimattomuuteen liittyy Williamsinkin (2010, 50) mainitsema ongelma, että kun alusta on valittu ja sille on tuotettu sisältöä ja ratkaisuja, alustan vaihtaminen voi olla monimutkaista ja kallista, lyhyessä aikavälissä jopa mahdotonta. (Salo 2010, 105.)

Cloud Security Alliancen raportin mukaan (Salo 2010, 109-110) pilvipalveluiden merkittävimpiä uhkia olivat muun muassa palvelun väärinkäyttö esimerkiksi rikollisiin tai palvelusopimuksen vastaisiin toimiin, turvattomat rajapinnat, jotka mahdollistavat tahattomat tai tahalliset väärinkäytökset, jaetun infrastruktuurin käyttäjien riippumattomuus ja käyttäjien tietojen koskemattomuus, tietojen häviäminen tai vuotaminen esimerkiksi urkinnassa, epäonnistuneessa päivityksessä tai heikkojen tietoturvakäytäntöjen takia, sekä asiakastilin tai asiakkaan palvelun kaappaaminen,

jossa merkittävintä osaa esittää palveluntarjoajan identiteetinhallinta (*Identity and Access Management, IAM*).

Krutz & Vines (2010, 125-126) lähestyvät pilvipalveluiden riskitekijöitä CIA-kolminaisuuden (The CIA Triad - confidentiality, integrity, availability) eli luottamuksellisuuden, eheyden ja saatavuuden näkökulmasta. Luottamuksellisuuden tietoliikenteessä varmistavat muun muassa verkon turva-protokollat, verkon tunnistamiskäytännöt ja -palvelut sekä datan salakirjoittaminen. Eheyden takaavat muun muassa palomuurit, hyökkäyksen tunnistamiseen liittyvät palvelut sekä kommunikaation tietoturvan hallinta. Saatavuuden takeita ovat esimerkiksi virhesietoiset levyjärjestelmät ja varmuuskopiointi, hyväksyttävä palvelun suorituskyky sekä luotettavat, yhteentoimivat tietoturva-prosessit ja tekniikat.

Kirjassa Cloud Security (2010, 127-132) mainittavia pilvipalveluiden tietoturvariskejä ovat asiakkaan tai henkilön yksityisyyteen sekä standardien- ja asetusten mukaisuuteen liittyvät seikat, kansainvälisessä pilvipalvelussa maakohtaiseen tietosuojaan ja tietosuojan lainsäädäntöön liittyvät ristiriidat, yleiset tietoturvauhat ja haavoittuvuudet (sama, 141-145) kuten salakuuntelu, huijaukset, tietoryöstöt, sabotointi, troijalaiset ja palvelunestohyökkäykset, pilvipalvelun pääsynvalvontaan ja tietokantojen eheyteen liittyvät ongelmat (sama, 145-146) sekä virtualisointiin liittyvät omat riskinsä (sama, 147).

3.4.3 Keskeiset tietoturvatimet yritysasiakkaille

Pilvipalveluun siirryttäessä hyvän tietoturvan saavuttamiseksi yrityksen on vähintäänkin suositeltavaa implementoida seuraavat tietoturvatimet yleiseen käytäntöön ja virtuaalipalvelimelle:

1. entisten työntekijöiden, vanhojen tai käyttämättömien käyttäjätunnusten poistaminen väkivoimalla (Williams 2010, 41)
2. kaksiosainen tunnistautuminen palvelimelle: esimerkiksi salasana ja julkisen avaimen (PKI, Public Key Infrastructure) salausmenetelmä (Krutz & Vines 2010, 173; Williams 2010, 42)
3. vahvojen tai kertakäyttöisten salasanojen käyttö (Krutz & Vines 2010, 165, 173, 205; Williams 2010, 44)

4. palvelimen tai palvelimien datan, varmuuskopioiden, verkkoliikenteen ja tiedostojärjestelmän kryptaaminen (Reese 2009, 102)
5. salatun verkkoyhteyden, esimerkiksi SSH:n tai VPN:n, käyttäminen palvelimelle (Krutz & Vines 2010, 173)
6. virustorjunnan ja palomuurin käyttö palvelimella ja asiakaskoneella (Reese 2009, 106-110, 114).
7. palvelimen käyttämättömien prosessien ja toimintojen sammuttaminen (Reese 2009, 114; Krutz & Vines 2010, 172)
8. palvelimen päivittäminen ja ylläpito (Krutz & Vines 2010, 172)
9. varmuuskopiointi (Reese 2009, 96-97; Krutz & Vines 2010, 275).

3.4.4 CASE pilvipalveluiden tietoturvariskeistä

Käytettäessä mitä tahansa palvelinratkaisua riskit ovat todellisia eikä niitä pidä vähätellä. Kuten Williamsin (2010, 47, 49) riskien kartoitus kertoo, palvelukatkokset, alasajot ja tietojen menetys ovat huomioitavia riskejä pilvipalveluita harkitseville yrityksille. Opinnäytetyön toiselle toimeksiantajalle Belleviews Oy:lle pystytettiin Amazon-palveluntarjoajan EC2 (Amazon Elastic Compute Cloud) -instanssi eli virtuaalipalvelin helmikuun 2011 puolivälissä. Noin kuukautta myöhemmin KILPA-hankkeen projektipäällikölle Tapani Alakiutulle tuli Amazonilta seuraava sähköposti koskien palvelinta (Alakiuttu 1.4.2011, sähköpostiviesti):

Hello,

We have noticed that one or more of your instances are running on a host degraded due to hardware failure. i-65c7XXXX

The host needs to undergo maintenance and will be taken down at 12:00 GMT on 2011-03-14. Your instances will be terminated at this point. The risk of your instances failing is increased at this point. We cannot determine the health of any applications running on the instances. We recommend that you launch replacement instances and start migrating to them.

Feel free to terminate the instances with the ec2-terminate-instance API when you are done with them.

Sincerely,

The Amazon EC2 Team

Reference: 164df9d0-880a-45c0-8d9b-9fa257XXXXXX

Sähköposti saapui Alakiutulle 12.3.2011. Palveluntarjoaja varoitti asiakasta vain kaksi päivää aikaisemmin teknisestä viasta (hardware failure) johtuvasta alasajosta. Mikäli sähköpostiviesti olisi jäänyt lukematta, Belleviews olisi voinut menettää merkittävää tietoa alasajon takia. Alakiuttu kommentoikin, että erityisesti tietokantojen sijoittaminen pilvipalveluun vaikuttaa riskialttiilta. (Alakiuttu 1.4.2011, sähköpostiviesti.)

3.5 Esimerkkejä pilvipalveluiden käyttökohteista

Teoriassa pilvipalveluiden käyttömahdollisuuksille on rajana vain mielikuvitus. Tässä kappaleessa esitellään esimerkkejä yrityksistä, jotka hyödyntävät pilvipalveluita liiketoiminnassaan. Yksi Yhdysvaltojen suurimmista pankeista, SunTrust Banks, otti vuonna 2004 käyttöönsä Salesforce.com-palveluntarjoajan asiakkuudenhallintajärjestelmän SaaS-palveluna parantaakseen asiakaspalveluaan, tuottavuuttaan ja myyntiään. Käyttöönotto oli menestys: se tapahtui ajallaan, suunniteltua pienemmällä budjetilla, työntekijöiden kohentunut tuottavuus toi miljoonia liikevaihdossa ja asiakaspalvelu tehostui huomattavasti. (Williams 2010, 60.) The Guardian mediaryhmä vaihtoi elokuussa 2008 Lotus Notes -sähköpostisovelluksen ja Microsoft Office -toimisto-ohjelmistopakettien SaaS-pohjaiseen Google Apps -ratkaisuun vähäisellä koulutuksella. Puolessa vuodessa oli pystytetty 300 Google-sivustoa mediaryhmän sisäiseen yhteistyöhön, yhteydenotot käyttötukeen (help desk) vähenivät huomattavasti ja Guardian teki merkittäviä säästöjä lisenssien suhteen. (Williams 2010, 62.)

FinancialForceAccounting oli ensimmäinen kansainvälinen kirjanpito-ohjelmisto, joka kehitettiin Salesforce.com-palveluntarjoajan Force.com PaaS-pilvipalveluun. Ohjelman kehittänyt CODA hyödynsi pilvikirjanpidossaan Force.com-alustan kahta keskeistä toimintoa, raportointia ja työnkulkua, sekä integroi ohjelman Salesforcen asiakkuudenhallintajärjestelmään, jolloin asiakkaat pystyivät ottamaan CODA:n kirjanpidon käyttöön napin painalluksella. Siirtymällä pilvipalveluun CODA säästi arviolta kahden vuoden kehitystyön ja avasi uusia markkinamahdollisuuksia. (Williams 2010, 64.)

Marraskuussa 2007 New York Times sanomalehti halusi muuttaa lehdessä vuosina 1851 – 1922 julkaistut artikkelit digitaaliseen muotoon ja saataville lehden verkkosivuille. Ongelmana oli, että artikkelit piti kasata alkuperäisistä lehdistä skannatuista kuvista, artikkeleita oli likimain 11 miljoonaa ja projektin määräaika oli tiukka. Ratkaisuna New York Times osti 100 Amazon EC2 -

instanssia IaaS-pilvipalveluna prosessoimaan neljä teratavua kuvia rinnakkaislaskennalla ja käyttämällä avoimen lähdekoodin työkaluja. Tuloksena syntyneet puolitoista teratavua artikkeleita tallennettiin Amazon S3 -tietovarastoon. Prosessiin kului alle 24 tuntia ja se maksoi vaivaiset 240 dollaria, jonka jälkeen virtuaalikoneet poistettiin. (Williams 2010, 66-67.)

3.6 Palveluntarjoajaesimerkit

Alun perin tämän opinnäytetyön oli tarkoitus esitellä neljä erikokoista palveluntarjoajaa: yksi pieni ja yksi keskikokoinen palveluntarjoaja Suomesta sekä kaksi kansainvälistä, suurta palveluntarjoajaa. Pieni palveluntarjoaja olisi ollut webhotelli.fi, keskikokoinen Nebula ja suuret palveluntarjoajat Amazon ja Google. Aloitusseminaarissa pohdittiin, että eri kokoluokat antaisivat hyvän näkökulman erikokoisten palveluntarjoajien palveluihin. (Mustonen 14.9.2010, aloitusseminaari).

Lokakuun lopussa, noin kuukauden kuluttua opinnäytetyön seurantalaverissa kävi ilmi, että webhotelli.fi on poistanut internetsivuiltaan pilvipalvelunsa. Syy jäi epäselväksi, sillä palveluntarjoaja ei vastannut sähköpostilla lähetettyyn tiedusteluun asiasta. Marraskuun lopussa Nebula puolestaan vastasi, että he tarjoavat erilaisiin teknisiin ratkaisuihin pohjautuvia, skaalautuvia palvelinratkaisuja, mutta eivät pilvipalveluille tyypillisellä tavalla laskuta niistä käyttöön perustuen vaan kustannukset perustuvat pitkälti ennalta määriteltyyn tilaan kuten käyttäjämäärään (Vainionpää, sähköposti 19.11.2010). Ohjausseminaarissa sovittiin, että webhotelli.fi:n ja Nebulan tilalle valittaisiin toiset kaksi kansainvälistä palveluntarjoajaa: Salesforce.com ja Rackspace (Mustonen 22.11.2010, ohjausseminaari). Salesforce.com osoittautui kuitenkin Belleviewsiä ajatellen epäsopiivaksi, joten palveluntarjoajan tilalle valittiin Microsoft. Opinnäytetyön toimeksiantajan pyynnöstä ja KILPA-hankkeen yrityksiä ajatellen tehty palveluntarjoajien hintavertailu löytyy liitteestä 4.

3.6.1 Amazon.com – Amazon Web Services

Amazon on aloittanut toimintansa pilvipalveluiden parissa jo vuonna 2006 Amazon Web Services -palvelullaan. Voidaan sanoa, että Amazon on varsinainen toimintamallin pioneeri, sillä se oli suuryrityksistä ensimmäinen, joka tarjosi pilvipalveluita asiakkailleen. (Salo 2010, 118.) Kolme vuotta myöhemmin Reese (2009, 25) mainitsee kirjassaan *Cloud Application Architectures*, että Amazon on jotakuinkin pilvipalveluiden synonyymi suurimmalle osalle ihmisistä, jotka toimivat pilvipalveluiden parissa.

Amazon keskittyy tarjoamaan tietojenkäsittelykapasiteettia laaS-palvelumallin mukaisesti Elastic Compute Cloud (EC2) -palveluna, sekä tallennustilaa Elastic Block Storage (EBS)- ja Simple Storage Service (S3) -palveluiden muodossa. EC2 -palvelussa asiakas avaa itselleen käyttäjä-tunnukset, jonka jälkeen hän voi ostaa ja hallita – käynnistää, pysäyttää, lopettaa – haluamiaan instansseja. Instansseja on kokoonpanoltaan ja suorituskyvyltään paljon erityyppisiä (ks. liite 2). (Salo 2010, 118, 120; Amazon Web Services 2011a, hakupäivä 5.4.2011.) Instansseista laskutetaan tuntivelotteisesti palvelinkäyttöjärjestelmästä ja instanssin tyypistä riippuen. Amazonilla on käytössä kolme hinnoittelumallia (Amazon Web Services 2011b, hakupäivä 3.4.2011):

1. listahinta käytön mukaan (*on-demand*), jolloin esimerkiksi Irlannissa sijaitseva, pieni standardi instanssi (Small Standard On-Demand Instance) maksaa Linux/UNIX-käyttöjärjestelmällä 0.095\$ per tunti
2. varattuna instanssina (*reserved instance*), jolloin esimerkiksi Irlannissa sijaitseva, pieni varattu instanssi (Small Reserved Instance) Linux/UNIX-käyttöjärjestelmällä maksaa vuoden varausmaksun (1 yr Term) 227,50\$ ja 0.04\$ per tunti tai kolmen vuoden varauksella (3 yr Term) varausmaksu 350\$ ja 0.04\$ per tunti
3. Amazonin päivittäin määrittämä spottihinta (*spot pricing*); asiakas määrittää maksimihinnan etukäteen ja kuinka monta instanssia tuohon hintaan haluaa, ja mikäli Amazonin päivän spottihinta on sama tai jää alle asiakkaan maksimihinnan saa asiakas instanssit haluamaansa hintaan.

Amazonin EBS-palvelussa asiakas voi ostaa instansseilleen pysyvää tallennustilaa, jonka data ei häviä tai muuten riipu instanssien elinkaaresta. Tyypillisesti instanssille tallennettu tieto häviää, mikäli instanssi sammutetaan tai tuhoetaan. EBS:n käytöstä laskutetaan varatun tilan ja luku/kirjoitusoperaatoiden perusteella (Salo 2010, 120; Amazon Web Services 2011c, hakupäivä 3.4.2011). S3 palvelu on tarkoitettu pitkäaikaiseen tallennukseen, jossa jokainen uusi tiedosto tai tiedostoversio saa itselleen uniikin tunnusteen, jolla siihen päästään käsiksi http-protokollaa hyödyntäen. Amazon laskuttaa S3-palvelusta tietoliikenteen, datan varaaman tilan ja säilötyn ajan perusteella. (Heino 2010, 107-108; Amazon Web Services 2011d, hakupäivä 5.4.2011.)

Tallennuskapasiteetin lisäksi Amazonilla on kaksi tietokantapalvelua: Amazon SimpleDB ja Amazon Relational Database Service (RDS). SimpleDB ei tarvitse skeemaa kuten relaatiotietokannat ja se indeksoi tallennetun datan automaattisesti, joten datan mallintaminen, indeksointi ja tieto-

kannan suorituskyvyn optimointi jäävät palveluntarjoajan vastuulle. SimpleDB:tä asiakas voi hallinnoida Application Programming Interfacen (API) avulla. RDS puolestaan tarjoaa perinteisen relaatiotietokannan pilvipalveluna, joka on suoraan yhteensopiva MySQL 5.1 -tietokantaa tarvitsevien ohjelmien kanssa ja sisältää samat ominaisuudet kuin MySQL. Tietokanta varmuuskopioidaan automaattisesti asiakkaan määrittämän ajan. (Salo 2010, 120; Amazon Web Services 2011e, hakupäivä 5.4.2011; Amazon Web Services 2011f, hakupäivä 3.4.2011.)

Edellä mainittujen lisäksi Amazonilla on useita pilvipalveluiden suorituskykyyn, tietoturvaan, seurantaan ja asiakaspalveluun liittyviä lisäpalveluita. Esimerkkeinä CloudFront tietojen nopeaa jakamista varten, CloudWatch instanssien hyötysuhteen ja resurssien seuraamiseen ja Auto Scaling, joka automaattisesti skaalaa EC2 -kapasiteettia asiakkaan asettamien reunaehtojen mukaan. (Salo 2010, 121; Amazon Web Services 2011a, hakupäivä 5.4.2011.)

3.6.2 Google – Google App Engine

Alunperin hakukoneestaan tunnetuksi tullut ja viimeisen yhdeksän vuoden aikana ohjelmistojätiksi paisunut Google on myös lähtenyt mukaan pilvimarkkinoille. Googlen vastaus pilvipalvelukysyntään on PaaS-arkkitehtuuriin perustuva Google App Engine (GAE). GAE-alustassa toimivat standardeilla Java-tekniikoilla tai Pythonilla toteutetut sovellukset. Ominaisuuksina GAE tarjoaa muun muassa asiakkaiden tunnistautumisen (authentication) Google käyttäjätunnuksilla (Google Accounts) ja ajettaville sovelluksille erilaisia toimintoja, kuten URL-haut (URL fetch), sähköpostin ja suorituskykyisen Memchace välimuistin. (Salo 2010, 122; Google 2011a, hakupäivä 3.4.2011.) Google App Enginen käyttö hinnoitellaan taulukon 2 mukaan.

TAULUKKO 2. Google App Engine hinnoittelu (Google 2011b, hakupäivä 3.4.2011).

Resource	Unit	Unit cost
Outgoing Bandwidth	gigabytes	\$0.12
Incoming Bandwidth	gigabytes	\$0.10
CPU Time	CPU hours	\$0.10
Stored Data	gigabytes per month	\$0.15
High Replication Storage	gigabytes per month	\$0.45
Recipients Emailed	recipients	\$0.0001
Always On	N/A (daily)	\$0.30

Google App Enginen kustannukset ovat helpommin hallittavissa päivälaskulla (Daily Budget), jossa asiakkaan on mahdollista asettaa maksimibudjetti päivittäiselle (24h) Google App Engine -resurssien käytölle. Asiakasta ei koskaan laskuteta yli päivittäisen maksimibudjetin. (Google 2011b, hakupäivä 3.4.2011.)

Googlen pilvialustan päällä pyörivät myös ohjelmistojätin omat Google Apps -sovellukset, kuten Google Docs -toimisto-ohjelmisto, Gmail-sähköposti, Google Calendar -kalenteri ja Google Sites -verkkosivupalvelu. Google Appsit käyttävät selainpohjaista käyttöliittymää ja ovat saatavilla internetin välityksellä. Vuonna 2010 Google Apps -sovelluksilla oli yli kaksi miljoonaa yritys- ja organisaatioasiakasta. Google tarjoaa sovellukset asiakkailleen SaaS-palveluna Standard-, Education- ja Premium-paketteina (ks. liite 5). (Salo 2010, 123.) Lisäksi Google tarjoaa asiakkailleen Adwords-, AdSense- ja Analytics-lisäpalvelut, joilla asiakas voi ostaa itselleen näkyvyyttä, mainostaa Googlea ja analysoida sivujensa erilaista käyttäjädataa (Salo 2010, 124-125).

3.6.3 Microsoft - Microsoft Windows Azure Platform

Maaailman suurimpiin kuuluva, Windows-käyttöjärjestelmien takana oleva ohjelmistoalan yritys Microsoft lähti varoen mukaan pilvimarkkinoille vasta vuoden 2010 alussa Windows Azure Platform -alustallaan. Google App Enginen tapaan PaaS-arkkitehtuuriin nojaava Azure Platform toimii 64-bittisellä Windows Server 2008 -käyttöjärjestelmällä varustetuilla palvelimilla, joiden virtualisointi tapahtuu Microsoftin Hyper-V-ohjelmistolla. Alustalle voi kehittää sovelluksia .NET-tekniikoita käyttäen tai esimerkiksi C++-, Java-, Python-, Ruby- tai PHP-ohjelmointikielillä. (Salo 2010, 126-127.) Windows Azure Platform koostuu erilaisista ydinkomponenteista, joista keskeisimmät ovat seuraavat (em.; Microsoft 2011a, hakupäivä 3.4.2011; Microsoft 2011b, hakupäivä 3.4.2011; Microsoft 2011c, hakupäivä 3.4.2011):

1. Windows Azure -pilvipalvelukäyttöjärjestelmä toimii sovellusten kehitystyön, palveluiden ylläpidon ja hallinnan työkaluna. Azure huolehtii resurssienhallinnasta ja kuormantasauksesta sekä tarjoaa skaalautuvasti sovelluksen käyttöön Microsoftin palvelinkestusten tietojenkäsittelyresurssit sekä tallennustilan. Windows Azure SDK -kehitystyökalu tarvitsee alustakseen Windows 7-, Windows Vista SP1- tai Windows Server 2008 -käyttöjärjestelmän.

2. Windows Azure Storage tarjoaa skaalautuvaa, pysyvää ja vikasietoista tallennustilaa. Azure Storage tarjoaa neljä eri tapaa tallentaa erimuotoista tietoa: BLOB teksti- ja binääridataa varten, Table hienorakenteisempaa ja sovellusten yksityiskohtaisissa kyselyissä (query) vaadittavaa tietoa varten, Queue instanssien välistä viestintää varten, ja Windows Azure Driven, joka sallii sovelluksen liittää (mount) yhden loogisen NTFS VDH (Virtual Hard Drive) -aseman käyttöönsä. Kaikki sisältö tallennetaan palveluun kolmeen kertaan
3. Windows Azure Content Delivery Network (CDN) parantaa alustalla kehitetyn sovelluksen suorituskykyä ja luotettavuutta sijoittamalla datakopioita lähemmäs loppukäyttäjiä, jolloin ne ovat nopeammin saatavilla ja tehokkaampi käyttää
4. Windows Azure AppFabric on sovelluskehittäjien avuksi kehitetty palvelukerros, joka auttaa pilvisovellusten kehittämisessä, käyttöönotossa ja hallinnassa. AppFabric auttaa yhdistämään eri sovellukset ja palvelut pilvessä, yrityksen omalla laitteistolla ja yhteistyökumppaneiden tiloissa.
5. SQL Azure on Microsoftin pilvipalveluna toteutettu relaatiotietokanta. Se tarjoaa korkean saatavuuden, vikasietoisuuden ja skaalautuvuuden ilman, että asiakkaan tarvitsee asentaa, päivittää tai muuten ylläpitää tietokantaa tai sitä ajavaa fyysistä laitteistoa.

Windows Azure Platformiin käynnistettäville instansseille voi antaa kolme erityyppistä roolia riippuen niiden tehtävästä: Web role perinteisen verkkopalvelun kehittämiseen, Worker role yleiseen sovelluskehittämiseen tai Web role -instanssin taustatehtävien suorittamiseen, sekä Virtual Machine (VM) role -instanssin ajamiseen laaS-palvelumallin mukaisesti virtuaalikoneena Windows Server 2008 R2 -palvelinkäyttöjärjestelmällä varustettuna. Instanssien käytöstä laskutetaan tuntivelotteisesti ja hinnoittelu perustuu instanssien suorituskykyyn (ks. taulukko 3). Azure Platformin ydinkomponenttien käytölle on oma hinnastonsa (ks. liite 6). (Microsoft 2011a, hakupäivä 3.4.2011.)

TAULUKKO 3. Windows Azure Platform instanssien hinnasto (Microsoft 2011a, hakupäivä 3.4.2011).

Compute Instance Size	CPU	Memory	Instance Storage	I/O Performance	Cost per hour
Extra Small	1.0 GHz	768 MB	20 GB	Low	\$0.05
Small	1.6 GHz	1.75 GB	225 GB	Moderate	\$0.12
Medium	2 x 1.6 GHz	3.5 GB	490 GB	High	\$0.24
Large	4 x 1.6 GHz	7 GB	1,000 GB	High	\$0.48
Extra Large	8 x 1.6 GHz	14 GB	2,040 GB	High	\$0.96

3.6.4 Rackspace – Rackspace Cloud

Rackspace on maailman suurimpiin kuuluva webhotellipalveluiden tarjoaja. Yritys on perustettu vuonna 1998 San Antoniossa, Texasissa ja se on listautunut New Yorkin pörssiin kymmenen vuotta myöhemmin vuonna 2008. Rackspace lähti pilvipalvelumarkkinoille Rackspace Cloud -palvelullaan vuonna 2009, jonka kehitys aloitettiin *Mosso*-nimellä jo vuonna 2005. Yrityksellä on yhdeksän palvelinkeskusta, joista kuusi sijaitsevat Yhdysvalloissa (kolme Texasissa, kaksi Virginiassa ja yksi linoissa), kaksi Isossa-Britanniassa ja yksi Hongkongissa. (Salo 2010, 135-136; Rackspace 2011a, hakupäivä 4.4.2011.)


Rackspace keskittyy laaS-palvelumallin mukaisesti tarjoamaan tietojenkäsittelyresursseja instanssien muodossa. Palvelinkäyttöjärjestelmäksi 64-bittisistä Linux-jakeluista tarjolla on Ubuntu, Debian, Gentoo, CentOS, Fedora, Arch ja Red Hat Enterprise Linux, ja Windows-käyttöjärjestelmistä Windows Server 2008 ja Windows Server 2003. Instanssit varmuuskopioidaan palveluntarjoajan puolesta kahdesti päivässä ja kerran viikossa, ja poikkeuksellisesti instanssien data on suoraan pysyvää RAID10-varmistuksen vuoksi. (Salo 2010, 136-137; Rackspace 2011a, hakupäivä 4.4.2011; Rackspace 2011c, hakupäivä 4.4.2011; Rackspace 2011d, hakupäivä 4.4.2011; Rackspace 2011e, hakupäivä 4.4.2011.)

Kaikille instansseille allokoidaan neljä virtuaaliprosessoriydintä ja Rackspace tarjoaa instansseille maksutonta lisälaskentatehoa äkillisissä kysyntäpiikeissä, mikäli palveluntarjoajan infrastruktuurista löytyy tuona hetkenä ylimääräistä kapasiteettia. Erityisesti palveluntarjoaja mainostaa Fa-

naattisella Asiakastuellaan (Fanatical Support), joka tarjoaa instanssien omistajille ilmaisen 24x7x365 asiakastuen chatin, puhelimen tai palvelulippujen (Ticket) kautta. Tehokas ja palvelualtis asiakastuki onkin yksi Rackspacen ylpeydenaiheita. (Salo 2010, 136-137; Rackspace 2011c, hakupäivä 4.4.2011; Rackspace 2011d, hakupäivä 4.4.2011; Rackspace 2011e, hakupäivä 4.4.2011.)

Rackspace laskuttaa instansseista tuntivelotteisesti riippuen instanssin suorituskyvystä ja palvelinkäyttöjärjestelmästä, sekä poikkeuksellisesti myös silloin, kun instanssi ei ole käytössä ja sille ei synny liikennettä. Windows ja Red Hat Enterprise Linux (20\$/kk) maksavat muita vaihtoehtoja enemmän. Muita kustannuksia syntyy tallennustilasta (0,15\$/Gt) ja tietoliikenteestä ulosmenevän (0,18\$/Gt) ja sisääntulevan (0,08\$/Gt) liikenteen suhteen. Tietoliikenne pilven sisällä esimerkiksi instanssista toiseen on maksutonta. Katso Rackspacen instanssien hinnasto taulukosta 4 (perustuu 730 käyttötuntiin kuukaudessa). (Rackspace 2011b, hakupäivä 28.3.2011.)

TAULUKKO 4. Rackspace Cloud instanssien hinnasto (Rackspace 2011b, hakupäivä 28.3.2011).

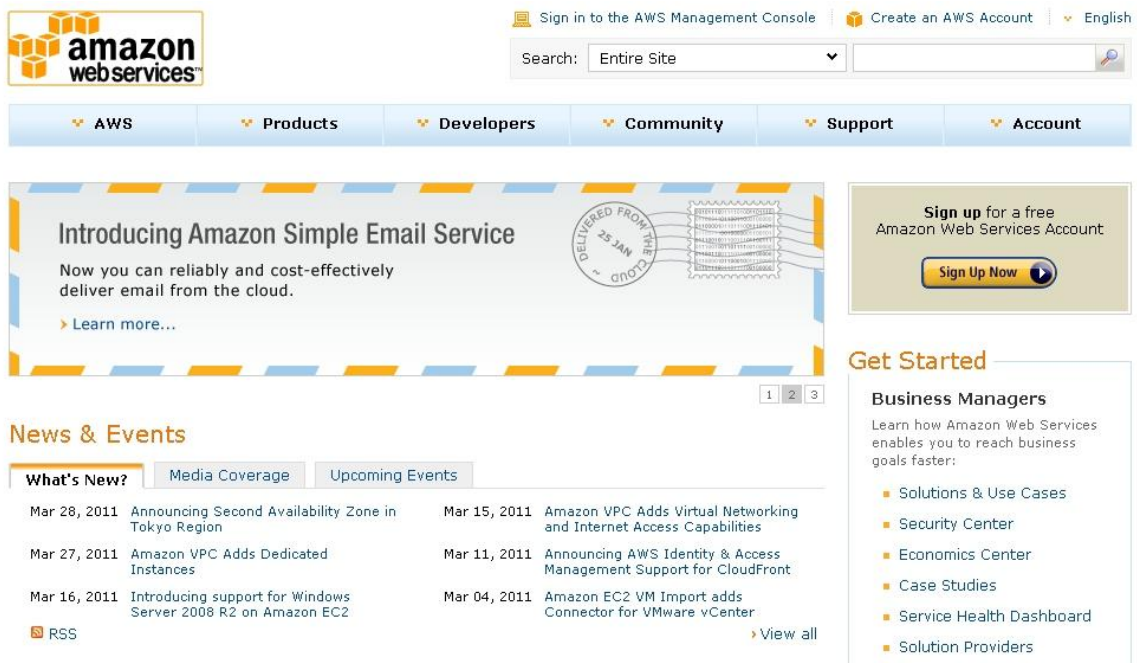
Server Sizes:	Linux® ^{***} Hourly (Estimated Monthly)	Windows® Hourly (Estimated Monthly)
256MB RAM 10GB Disk	\$0.015/hr. (\$10.95/mo.) [†]	—
512MB RAM 20GB Disk	\$0.03/hr. (\$21.90/mo.) [†]	—
1,024MB RAM 40GB Disk	\$0.06/hr. (\$43.80/mo.) [†]	\$0.08/hr. (\$58.40/mo.) [†]
2,048MB RAM 80GB Disk	\$0.12/hr. (\$87.60/mo.) [†]	\$0.16/hr. (\$116.80/mo.) [†]
4,096MB RAM 160GB Disk	\$0.24/hr. (\$175.20/mo.) [†]	\$0.32/hr. (\$233.60/mo.) [†]
8,192MB RAM 320GB Disk	\$0.48/hr. (\$350.40/mo.) [†]	\$0.58/hr. (\$423.40/mo.) [†]
15,872MB RAM 620GB Disk	\$0.96/hr. (\$700.80/mo.) [†]	\$1.08/hr. (\$788.40/mo.) [†]
 Add Managed Service Level	+ \$0.12/hr. per server (+ \$100/mo.) ^{**} Learn More About Managed Service Level	

SQL Server images available on 2GB and higher Servers. Add 72¢/hour for SQL Server.

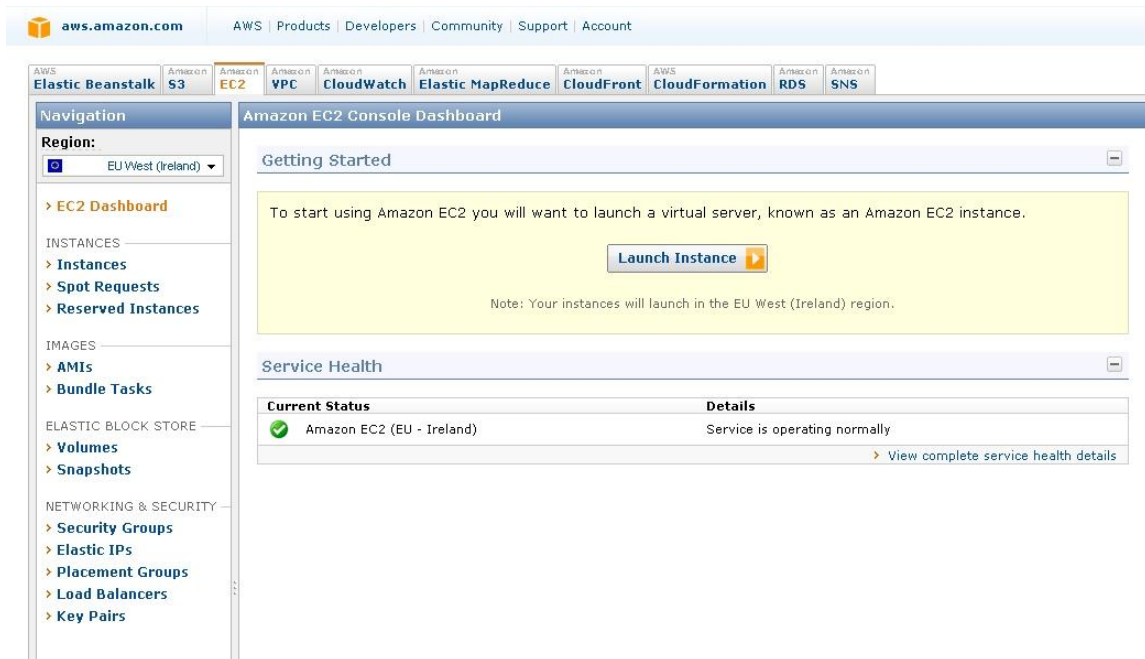
* Estimated monthly based on 730 hours of service.

3.7 Amazon Web Services EC2 -instanssin käyttöönotto

Opinnäytetyön toiminnallinen osuus toteutettiin Oulun seudun ammattikorkeakoulun Liiketalouden yksikön tiloissa 17. helmikuuta 2011. KILPA-hankkeen yrityksille haluttiin pystyttää instanssi pilvipalvelusta testaus- ja kehityskäyttöä varten ja ominaisuuksien ja hintavertailun jälkeen palveluntarjoajaksi valittiin Amazon. Käyttöönotto aloitetaan luomalla käyttäjätunnukset Amazon Web Servicesin sivuilla oikean yläkulman linkistä Create an AWS Account. Käyttäjätunnusten luomisen ja puhelintunnistautumisen jälkeen, asiakas voi kirjautua palvelunhallintaan kohdasta Sing in to the AWS Management Console (ks. kuvio 4). Onnistuneen kirjautumisen jälkeen avautuu hallintapaneelin pääikkuna, jossa eri palvelut kuten S3, EC2, VPC ja CloudWatch on sijoitettu tabeihin hallintapaneelin toimintojen ylle. Näistä valitaan EC2 -palvelu, jolla hallinnoidaan instansseja (ks. kuvio 5).

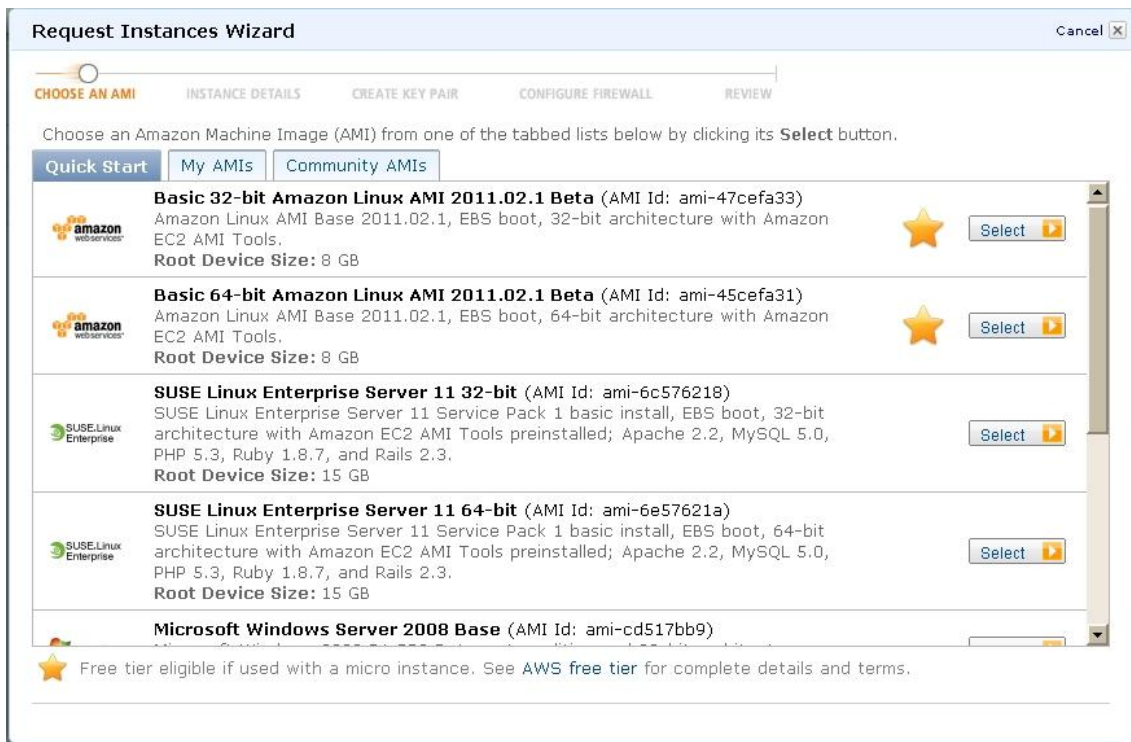


KUVIO 4. Amazon Web Services -etusivu (Amazon Web Services 2011a, hakupäivä 5.4.2011).

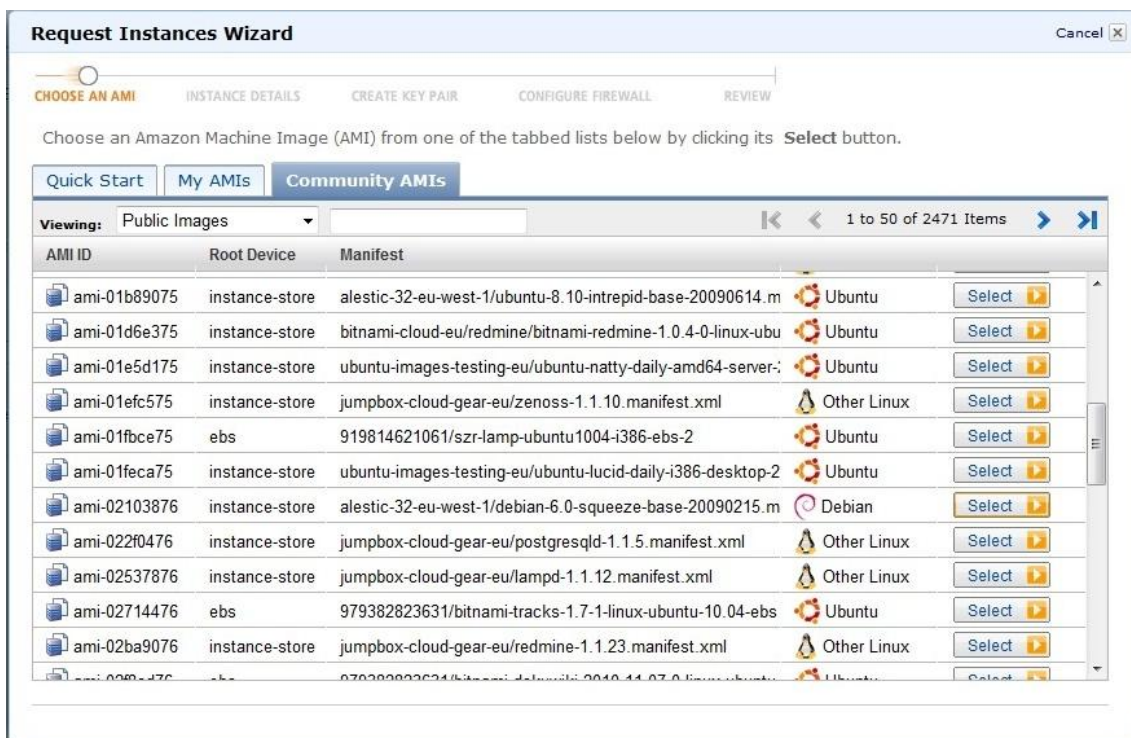


KUVIO 5. AWS Management Console (Amazon Web Services 2011h, hakupäivä 4.4.2011).

Halusimme käynnistää instanssin Eurooppaan, joten valitsimme aluksi navigointipaneelistä (Navigation) alueeksi (Region) Irlannin (EU West Ireland). Palvelun tila valitulla alueella kannattaa tarkistaa ennen instanssin luontia; tila on nähtävissä *Service Health* -kohdassa. Uuden instanssin käyttöönotto aloitetaan painamalla Launch Instance -painiketta hallintapaneelin keskellä (ks. kuvio 5). Painikkeesta avautuu Request Instances Wizard -apuohjelma, jonka avulla tehdään eri valinnat ja säädökset halutun instanssin käynnistämiseksi. Ensimmäiseksi valitaan haluttu AMI-levykuva (Amazon Machine Image), joka sisältää palvelinkäyttöjärjestelmän ja erinäisen kokoonpanon ohjelmia. Amazon tarjoaa 32- ja 64-bittisinä muun muassa oman Amazon Linux -käyttöjärjestelmänsä, SUSE Linux Enterprise Serverin ja eri Windows Server 2008 -käyttöjärjestelmät SQL-serverillä tai ilman (ks. kuvio 6). Lisäksi tarjolla on käyttäjien lataamia AMI-levykuvia muun muassa Ubuntu-, Debian-, CentOS- Linux-jakeluilla (ks. kuvio 7). KILPA-hankkeen yrityksille valittiin yleinen (generic) Debian-jakelu käyttäjien lähettämistä levykuvista.



KUVIO 6. Request Instances Wizard -apuohjelma ja Amazonin levykuvat (Amazon Web Services 2011i, hakupäivä 4.4.2011).



KUVIO 7. Asiakkaiden AMI-levykuvat (Amazon Web Services 2011i, hakupäivä 4.4.2011).

Kun levykuva on valittu, voidaan määrittellä kuinka monta levykuvan mukaista instanssia käynnistetään ja mille vyöhykkeelle (Availability Zone) valitun alueen sisällä ne halutaan ajettavan. Samalla valitaan instanssin tyyppi - toisin sanoen kokoonpano ja suorituskyky, halutaanko instanssi käynnistää heti, tehdä spottihinnoittelupyyntö kyseisillä valinnoilla vai käynnistää instanssi asiakkaan omaan yksityiseen virtuaalipilveen (Virtual Private Cloud). KILPA-hankkeen yrityksille halusimme käynnistää instanssin heti (ks. kuvio 8). Seuraavaksi instanssille voidaan tehdä yksilöiviä lisävalintoja kohdassa Advanced Instance Options. Instanssille voidaan määrittellä tietty kernel-versio (kohdassa Kernel ID) ja levyn versio (kohdassa RAM Disk ID) ja antaa sille haluttu sanallinen kuvaus kohdassa User Data. Asiakas voi myös halutessaan myös liittää instanssin CloudWatch-lisäpalveluun (ks. kuvio 9). Hallittavuuden yksinkertaistamiseksi instansseille voidaan antaa sen toimintoa tai merkitystä kuvaava tagi (tag) tai toisin sanoen avainsana, jolla se on löydettävissä useiden instanssien joukosta. Tagi jaetaan avain- (Key) ja arvo (Value) -kenttiin, jossa avaimella voidaan kuvata instanssin toimintoa ja arvolla antaa tarkempi selitys instanssin sisällöstä, toiminnoista ja ominaisuuksista. (ks. kuvio 10).

Request Instances Wizard Cancel X

CHOOSE AN AMI **INSTANCE DETAILS** CREATE KEY PAIR CONFIGURE FIREWALL REVIEW

Provide the details for your instance(s). You may also decide whether you want to launch your instances as "on-demand" or "spot" instances.

Number of Instances: **Availability Zone:**

Instance Type:

Note, launching a **t1.micro** instance requires that you select an AMI with an EBS-backed root device.

Launch Instances
EC2 Instances let you pay for compute capacity by the hour with no long term commitments. This transforms what are commonly large fixed costs into much smaller variable costs.

Request Spot Instances

Launch Instances Into Your Virtual Private Cloud

< Back Continue >

KUVIO 8. Instanssin perusominaisuudet (Amazon Web Services 2011i, hakupäivä 4.4.2011).

Request Instances Wizard Cancel

CHOOSE AN AMI **INSTANCE DETAILS** CREATE KEY PAIR CONFIGURE FIREWALL REVIEW

Number of Instances: 1
Availability Zone: No Preference

Advanced Instance Options

Here you can choose a specific **kernel** or **RAM disk** to use with your instances. You can also choose to enable CloudWatch Detailed Monitoring or enter data that will be available from your instances once they launch.

Kernel ID: Use Default
RAM Disk ID: Use Default

Monitoring: Enable CloudWatch detailed monitoring for this instance
(additional charges will apply)

User Data:
 base64 encoded

< Back Continue

KUVIO 9. Instanssin lisäominaisuudet (Amazon Web Services 2011i, hakupäivä 4.4.2011).

Request Instances Wizard Cancel

CHOOSE AN AMI **INSTANCE DETAILS** CREATE KEY PAIR CONFIGURE FIREWALL REVIEW

Add tags to your instance to simplify the administration of your EC2 infrastructure. A form of metadata, tags consist of a case-sensitive key/value pair, are stored in the cloud and are private to your account. You can create user-friendly names that help you organize, search, and browse your resources. For example, you could define a tag with key = Name and value = Webservier. You can add up to 10 unique keys to each instance along with an optional value for each key. For more information, go to [Using Tags in the EC2 User Guide](#).

Key (127 characters maximum)	Value (255 characters maximum)	Remove
Debian	KILPA	<input type="button" value="X"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="button" value="X"/>

Add another Tag. (Maximum of 10)

< Back Continue

KUVIO 10. Tagit (Amazon Web Services 2011i, hakupäivä 4.4.2011).

Amazon hyödyntää oletuksena PKI-salausta suojaamaan instanssien etähallinnan. Instanssia varten EC2 -palveluun luodaan avainpari (Key Pair), jonka julkinen avain (public key) rekisteröidään instanssiin ja yksityinen avain (private key) on asiakkaan ladattavissa heti Create & Download your Key Pair -painikkeella, kun avainpari on nimetty. Yksityisen avaimen voi ladata myös päänäkömään navigointipaneelin Key Pairs -kohdasta. Avainparin avulla estetään ulkopuolisten pääsy instanssiin, sillä vain yksityisen avaimen omistavat henkilöt voivat ottaa siihen yhteyden. Halutessaan asiakas voi käyttää myös jo luotua avainta tai ohittaa avainparin luonti esimerkiksi siinä tapauksessa, että asiakas on itse luonut levykuvan instanssia varten ja tietää sille tarvittavat kirjautumistiedot (ks. kuvio 11).

Toinen tietoturvaan liittyvä ominaisuus on Amazon EC2 -palvelun palomuuuri, johon voidaan luoda niin sanottuja tietoturvaryhmiä (Security Group), eli sääntönippuja, mistä osoitteesta ja millä protokollalla instanssiin voidaan ottaa yhteyttä (ks. kuvio 12). Oletusryhmässä (default) sallitaan liikenne TCP- ja UDP-protokollalla porteista 0-65535 pilven sisäiselle liikenteelle, joten mikäli asiakas haluaa käyttää oletusryhmää, hänen tulee lisätä oma IP-osoitteensa ja käytettävä protokolla muokkaamalla tietoturvaryhmää päänäkömään navigointipaneelin Networking & Security -osion kohdassa Security Groups. Palomuriin voidaan myös luoda uusi, asiakkaan konfiguroima tietoturvaryhmä ja asettaa luotava instanssi sen piiriin (ks. kuvio 13).

Request Instances Wizard Cancel

CHOOSE AN AMI INSTANCE DETAILS **CREATE KEY PAIR** CONFIGURE FIREWALL REVIEW

Public/private key pairs allow you to securely connect to your instance after it launches. To create a key pair, enter a name and click **Create & Download your Key Pair**. You will then be prompted to save the private key to your computer. Note, you only need to generate a key pair once - not each time you want to deploy an Amazon EC2 instance.

Choose from your existing Key Pairs

Create a new Key Pair

1. Enter a name for your key pair:* (e.g., jdoekey)

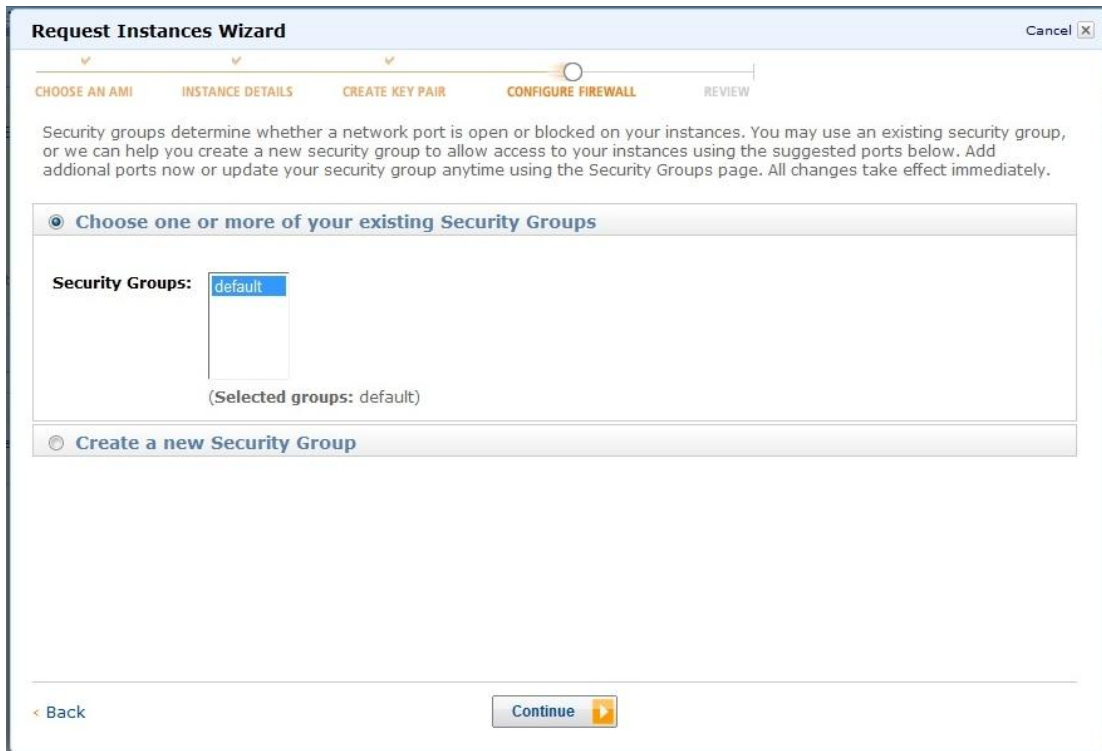
2. Click to create your key pair:* **Create & Download your Key Pair**

Save this file in a place you will remember. You can use this key pair to launch other instances in the future or visit the Key Pairs page to create or manage existing ones.

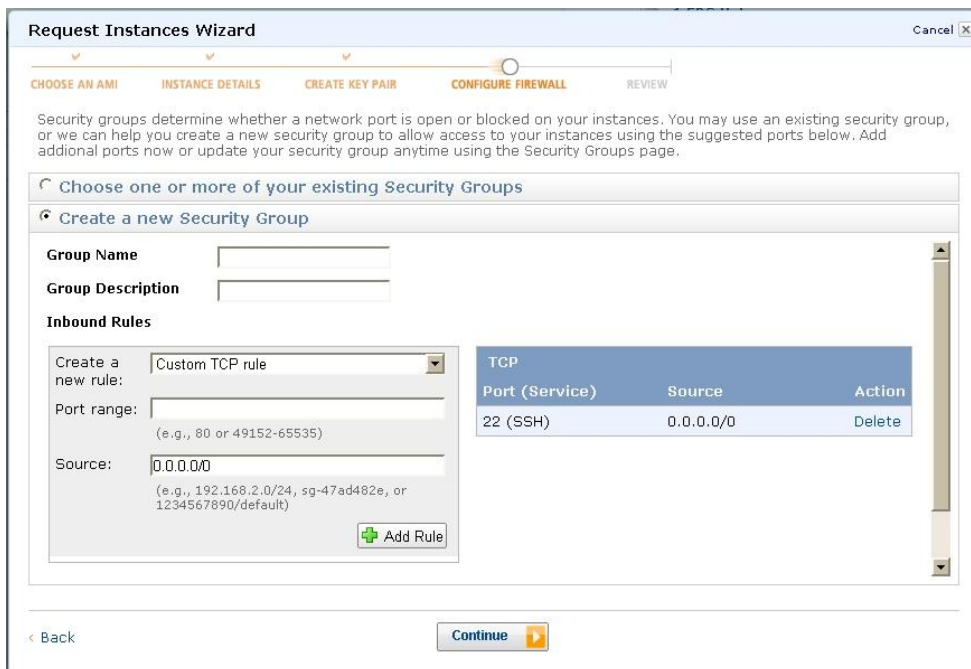
Proceed without a Key Pair

< Back Continue >

KUVIO 11. Avainparin luonti (Amazon Web Services 2011i, hakupäivä 4.4.2011).

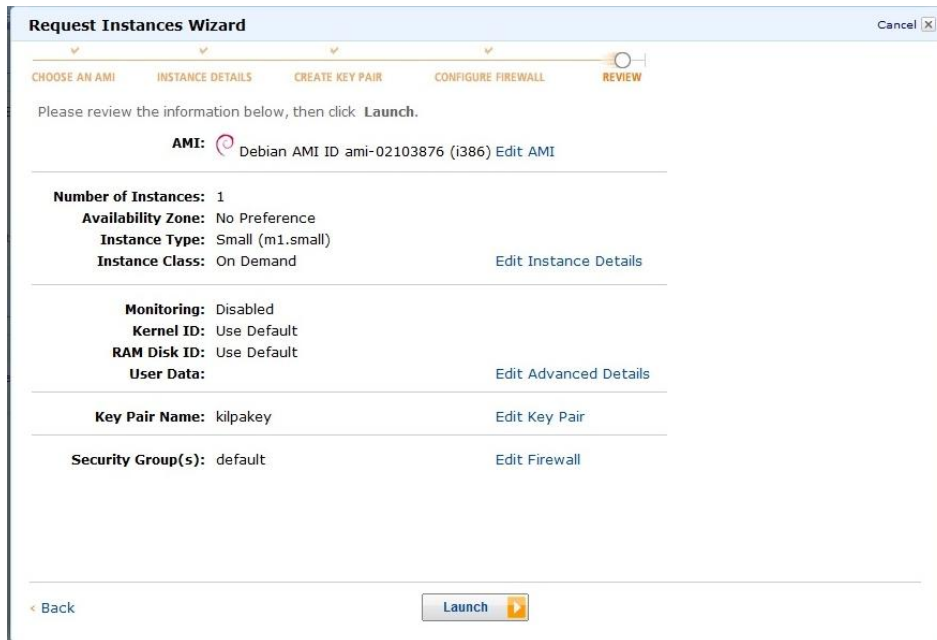


KUVIO 12. Tietoturvaryhmän valinta (Amazon Web Services 2011i, hakupäivä 4.4.2011).



KUVIO 13. Uuden tietoturvaryhmän luominen (Amazon Web Services 2011i, hakupäivä 4.4.2011).

Instanssin käyttöönoton viimeisessä vaiheessa apuohjelma näyttää yhteenvedon tehdyistä valinnoista ja asetuksista. Ennen käynnistämistä asetuksia voidaan vielä siirtää muokkaamaan, mikäli tarve vaatii. Instanssi käynnistetään *Launch*-painikkeella, jonka jälkeen sitä voidaan etähallita ja hyödyntää tietojenkäsittelyssä (ks. kuvio 14).

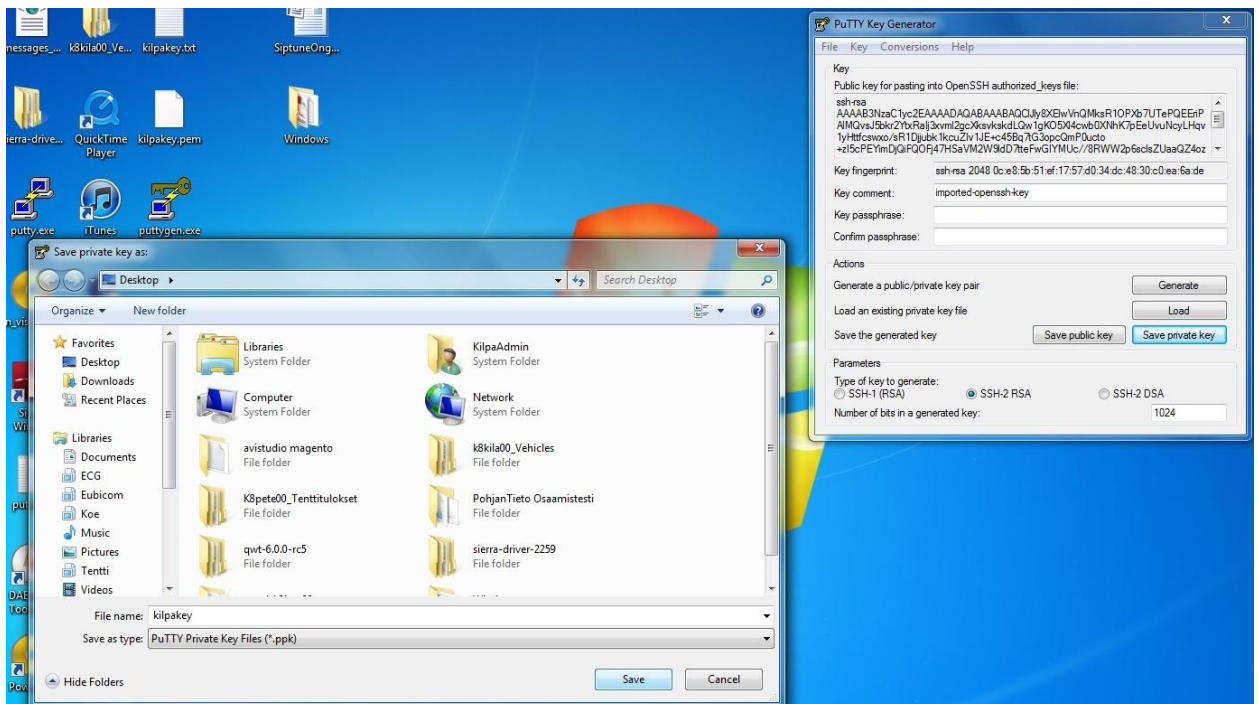


KUVIO 14. Yhteenvedo ja käynnistäminen (Amazon Web Services 2011i, hakupäivä 4.4.2011).

Amazon-instanssien etähallintaan sopiva ohjelma Windows-käyttöjärjestelmissä on esimerkiksi PuTTY, jota hyödynnettiin KILPA-hankkeen instanssin hallinnassa. PuTTY on pääosin Simon Tatham'in ohjelmoima ja ylläpitämä ilmainen SSH-, Telnet- ja Rlogin-asiakasohjelma, jolla voidaan ottaa etäyhteys palvelintietokoneeseen internet-yhteyden avulla ja hallita palvelinta joko konsolipohjaisesti tai graafisesti X11-tunneloinnin avulla. (Kundsén 2005, hakupäivä 4.4.2011; PuTTY 2010a, hakupäivä 4.4.2011.) PuTTY ei suoraan tue Amazonin yksityisessä avaimessa käyttämään .pem-tiedostomuotoa (Privacy Enhanced Mail), joten se tulee muuttaa PuTTYgen -apuohjelmalla .ppk-tiedostomuotoon (PuTTY Private Key File). PuTTYgen on kehitin, jolla voidaan luoda tai muuntaa avainpareja (PuTTY 2010b, hakupäivä 4.4.2011). Avain muutetaan tuomalla se Conversions-valikon Import key -toiminnolla, joka tuo avaimen sisällön apuohjelmaan (ks. kuvio 15). Tämän jälkeen se voidaan tallentaa suoraan .ppk muotoon Save private key -painikkeella ja yksityinen avain on käyttövalmis PuTTYa varten (ks. kuvio 16).

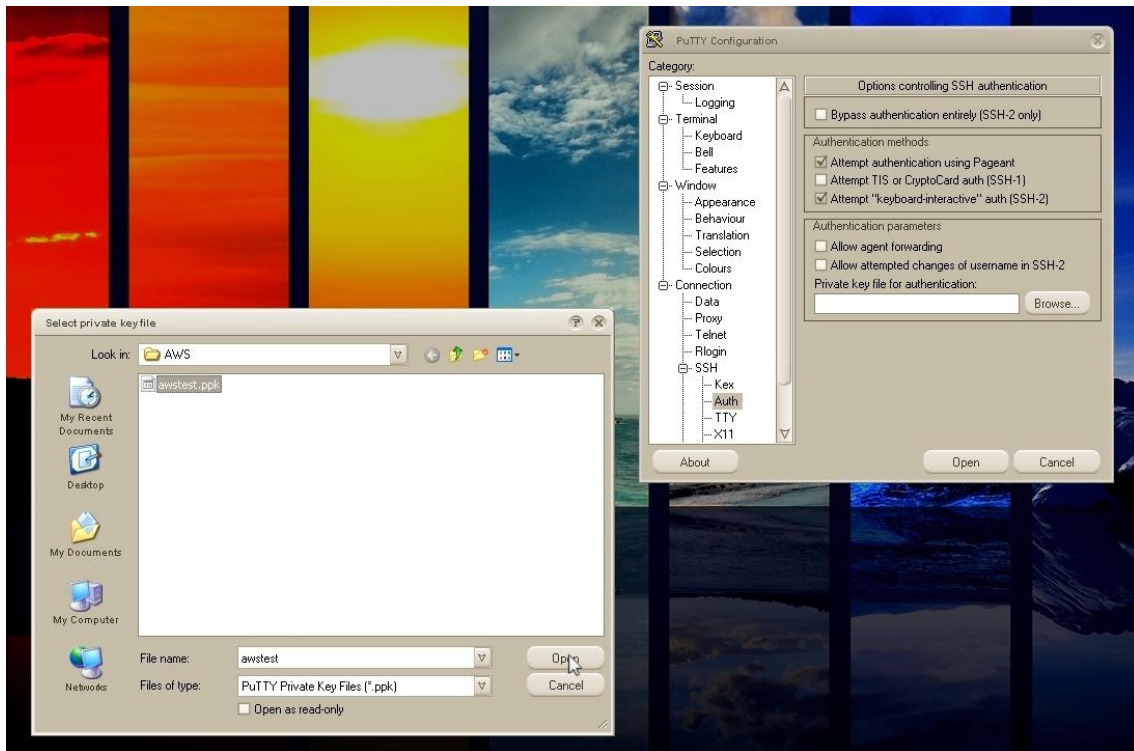


KUVIO 15. PuTTYgen (PuTTY 2010b, hakupäivä 5.4.2011).



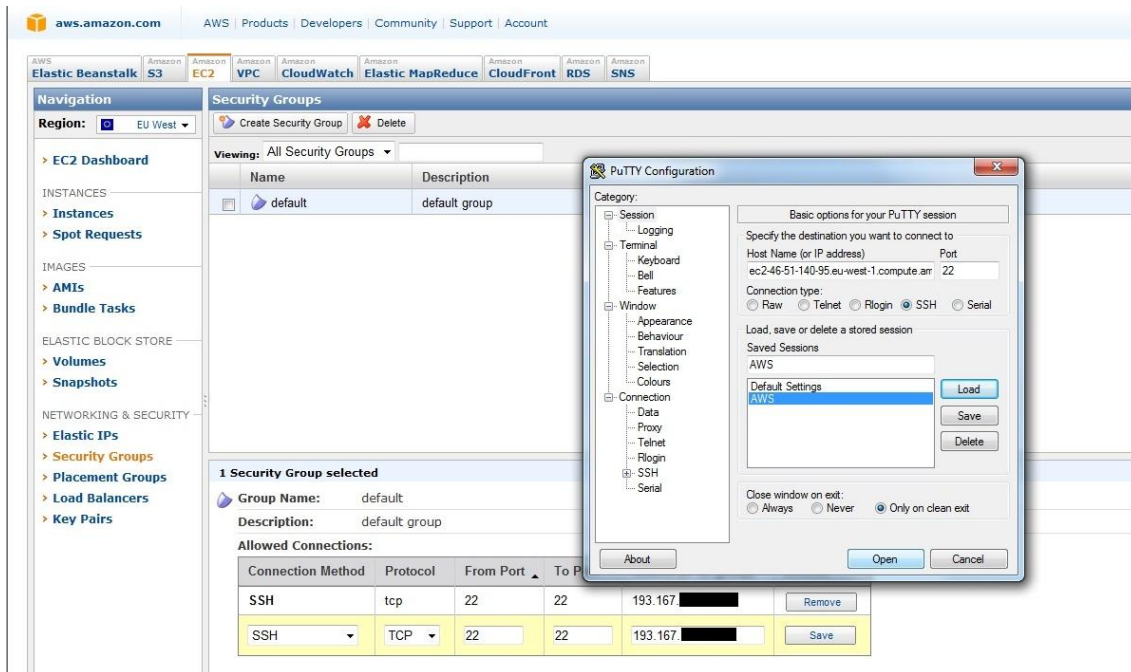
KUVIO 16. Tuodun avaimen tallentaminen .ppk muotoon (PuTTY 2010b, hakupäivä 5.4.2011).

Seuraavaksi voidaan aloittaa etähallintaistunto PuTTYlla, johon käytämme SSH-yhteyttä. Aluksi istuntoa varten käytettävä yksityinen avain tulee osoittaa PuTTYlle. Tämä onnistuu kategoriavalikon (Category) kohdasta SSH - Auth painamalla Browse-painiketta ja osoittamalla avaimen tallennuspolku (ks. kuvio 17).

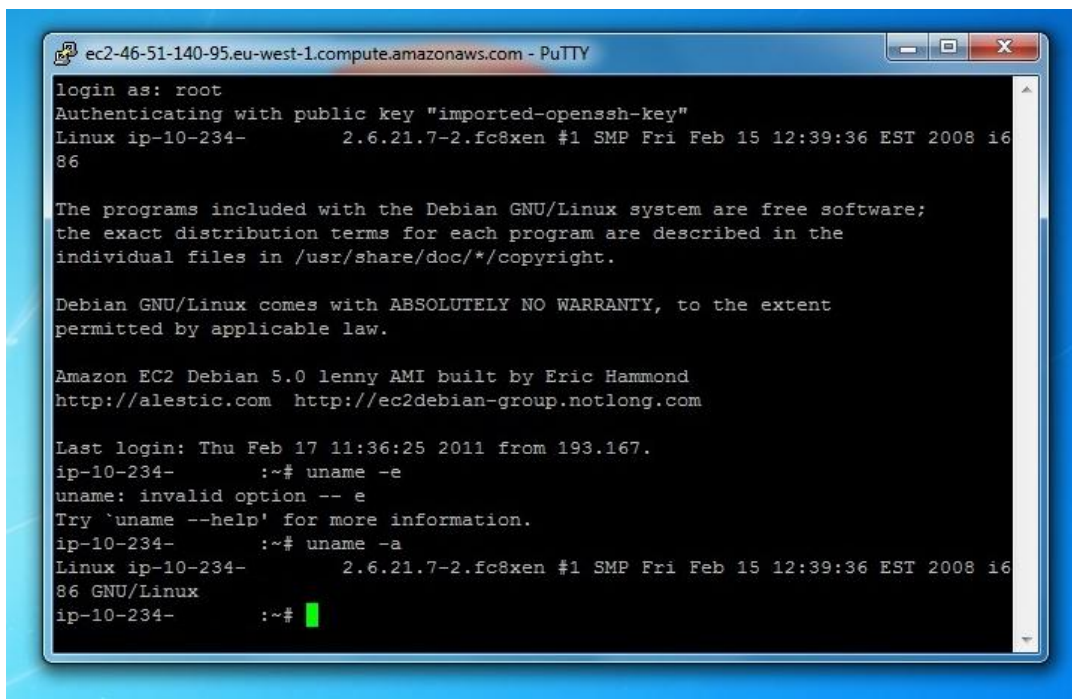


KUVIO 17. Yksityisen avaimen tallennuspolku (PuTTY 2010a, hakupäivä 4.4.2011).

Seuraavaksi syötetään kategoriavalikon Session-kohdassa palvelimen isäntänimi (Host Name) tai IP-osoite, joka tässä tapauksessa on instanssin julkinen DNS-osoite (Public DNS). Osoite ja instanssin tiedot löytyvät instanssin nimellä Amazon Management Consolen navigaatiopaneelin kohdasta Instances. Oletuksena SSH-yhteydellä portti on 22. Istunto voidaan nimetä ja tallentaa, jotta tietoja tai avainta ei tarvitse joka kerta syöttää PuTTYyn uudestaan (ks. kuvio 18). Etäyhteyden avaamiseksi painetaan Open-painiketta ja yhteys aukeaa, mikäli ongelmia ei synny esimerkiksi väärän yksityisen avaimen käyttämisestä tai palomuurin virheellisistä asetuksista Amazon Management Consolissa (ks. kuvio 19).



KUVIO 18. Valmis yhdistämään instanssiin (PuTTY 2010a, hakupäivä 6.4.2011).



KUVIO 19. Etäyhteys instanssiin (PuTTY 2010a, hakupäivä 6.4.2011).

Etäyhteyden avulla instanssia voidaan hallita samalla tavalla konsolista kuin perinteistä fyysistä palvelinta. Palvelinkäyttöjärjestelmä on suositeltavaa päivittää heti alussa (Linux-jakeluissa esimerkiksi apt-get update-, online-update- tai up2date-komennoilla) tietoturvan parantamiseksi.

4 SOVELTUVUUS PK-YRITYSKÄYTTÖÖN

Tämän tutkimuksen yksi osa-alue on selvittää, miten pilvipalvelut soveltuvat ICT-alan PK-yrityskäyttöön. Pilvipalvelut voivat tarjota tietojenkäsittelyään kehittäville ja sitä merkittävästi hyödyntäville pienille ja keskisuurille yrityksille mahdollisuuksia ja potentiaalia, jota vanhoilla toimintamalleilla on ollut vaikea tavoittaa. Toisaalta pilvipalveluita ympäröivä epävarmuus ja tiedon puute ovat toistaiseksi pitäneet erikokoisia yrityksiä siirtymästä pilvipalveluiden käyttäjiksi (Salo 2010, 100). Tästä syystä vertailu eri ratkaisujen välillä on tervetullutta.

4.1 PK-yrityksen määritelmä

Tässä opinnäytetyössä käytetään Euroopan komission antaman suosituksen mukaista PK-yrityksen määritelmää (Komission hyväksymä mikroyritysten sekä pienten ja keksisuurten yritysten määritelmä, 6.5.2003, 2003/361/EY, EUVL L 124, 20.5.2003, 39, 1. direktiivin 2. artiklan kohdat 1, 2, 3):

Mikroyritysten sekä pienten ja keskisuurten yritysten (pk-yritysten) luokka koostuu yrityksistä, joiden palveluksessa on vähemmän kuin 250 työntekijää ja joiden vuosiliikevaihto on enintään 50 miljoonaa euroa tai taseen loppusumma on enintään 43 miljoonaa euroa.

Pk-yritysten luokassa pieni yritys määritellään yritykseksi, jonka palveluksessa on vähemmän kuin 50 työntekijää ja jonka vuosiliikevaihto tai taseen loppusumma on enintään 10 miljoonaa euroa.

Pk-yritysten luokassa mikroyritys määritellään yritykseksi, jonka palveluksessa on vähemmän kuin 10 työntekijää ja jonka vuosiliikevaihto tai taseen loppusumma on enintään 2 miljoonaa euroa.

Kun opinnäytetyössä puhutaan PK-yrityksistä, tarkoitetaan pieniä ja keskisuuria yrityksiä, jotka ovat riippumattomia. Riippumattomuus tarkoittaa sitä, että ”mikään suuryritys tai niiden joukko (konserni) ei omista sen pääomasta tai äänivaltaisista osakkeista 25:ttä prosenttia tai enemmän” (Kiljunen 2003, hakupäivä 26.3.2011). Vuonna 2001 suomessa toimi yli 220 000 PK-yritystä – joka vastasi 51% Suomen yrityksistä – ne työllistivät yli 650 000 henkilöä (em.). ICT-alan yrityksillä tarkoitetaan yksiselitteisesti tieto- ja viestintäteknologiayrityksiä (information and communications technology, ICT).

4.2 Pilvipalveluiden, WebHostingin ja oman palvelimen vertailua

Opinnäytetyön toimeksiantajan pyynnöstä opinnäytetyössä vertaillaan pienimuotoisesti eri palvelinratkaisuja pilvipalveluihin, sillä vertailu auttaa yritystä löytämään itselleen sopivan ratkaisun tietojenkäsittelytarpeisiin. Lisäksi vertailu antaa selkeämmän kuvan pilvipalveluista suhteessa muihin toimintamalleihin. Vertailu pohjautuu opinnäytetyön tietoperustaan, koulutuksen myötä saatuun ammattitaitoon sekä käytännön kokemuksiin. Vertailussa keskitytään puhtaasti tietojenkäsittelykapasiteettia tarjoaviin ratkaisuihin, eikä niinkään ohjelmistojen, kehitysalustojen tai verkko-sivujen pyörittämiseen tarkoitettujen palveluiden vertailuun. Tästä syystä pilvipalveluiden SaaS- ja PaaS-palvelutasot on jätetty vertailun ulkopuolelle, kuten myös WebHostingin verkkosivujen- tai palveluiden isännöinti eli niin sanotut webhotellipalvelut.

Avainsanoja toimintamallien vertailussa ovat läpinäkyvyys, eli miten hyvin ja varmasti asiakasyritys tietää palvelinympäristön ominaisuudet, kontrolli, eli miten hyvin asiakasyritys voi hallita palvelinympäristöään ja tietojään, ja joustavuus, eli miten hyvin palvelinympäristö taipuu yrityksen tarpeisiin ja muutoksiin. WebHostingista on kirjoitettu harmillisen vähän pätevää kirjallisuutta suomeksi, ja aiheesta kirjoitettuja englanninkielisiä kirjoja ei ollut saatavilla Oulun alueen kirjastoista. Tästä syystä suurin osa käytetyistä lähteistä on internetperäisiä, ja esimerkit tyypillisistä WebHosting-ratkaisuista ovat verkkolähteistä.

4.2.1 Palvelinratkaisujen määritelmät

WebHostingilla (web hosting service) tarkoitetaan palvelinratkaisua, jossa verkkopalvelu ostetaan ulkoiselta toimittajalta. Isännöinnin (hosting) tyypistä riippuen palveluntarjoaja vastaa palvelun ylläpidosta ja turvallisuudesta. Erilaisia WebHostingin tyyppisiä ovat esimerkiksi:

- ilmainen WebHosting (free web hosting service), jossa resursseja tarjotaan asiakkaille rajatusti ja toimintaa tuetaan yleensä mainoksilla
- jaettu WebHosting (shared web hosting service), jossa useat (jopa tuhannet) palvelun asiakkaat jakavat saman palvelimen resurssit verkkopalveluitaan varten
- dedikoitu WebHosting (dedicated hosting service), jossa asiakas vuokraa koko palvelimen yksityiseen käyttöönsä ja saa täyden kontrollin, eli järjestelmänvalvoja-tason pääsyn palvelimelle

- dedikoitu virtuaalinen palvelin (virtual dedicated server) tai yksityinen virtuaalinen palvelin (virtual private server) on dedikoitua webhostingia vastaava isännöinnin tyyppi, jossa asiakas vuokraa virtuaalipalvelimen yksityiseen käyttöönsä
- hallinnoitu WebHosting (managed hosting service), jossa asiakas saa rajatun pääsyn palvelimen resursseihin jättäen palveluntarjoajalle palvelimen konfiguroinnin ja hallinnan, mutta voi hallita dataansa FTP:n tyyppisillä etätyökaluilla
- hallinnoitu virtuaalinen palvelin (virtual managed server) on hallinnoitua webhostingia vastaava isännöinnin tyyppi, mutta palvelin on virtuaalinen.

(Pakarinen 2008, 293; Aakala & Asp 2009, 302-303; Stanford University 2011, hakupäivä 28.3.2011; Wikipedia 2011, hakupäivä 28.3.2011.)

Tässä opinnäytetyössä omalla palvelimella tarkoitetaan yrityksen omistamaa, hallinnoimaa ja ylläpitämää palvelinratkaisua, johon yritys on sijoittanut pääomaa ja mikä aiheuttaa sille kiinteitä kustannuksia. Palvelimia voi olla yksi tai useampia, tai yritys voi omistaa jopa oman palvelinsalin. Palvelinympäristön rakenteesta riippuen palvelinratkaisu vaatii yritykseltä myös tietoliikenteen hallintaan ja ohjaamiseen liittyvää rautaa (hardware), kuten reitittimiä (router), kytkimiä (switch) ja siltoja (bridge). Koska pilvipalvelut on jo määritelty palvelinratkaisuna tässä opinnäytetyössä, sitä ei määritellä tässä luvussa.

4.2.2 Taloudellisuus ja käyttöönotto

Taloudellisesti toimintamallit eroavat siinä, että pilvipalveluista laskutetaan käytön perusteella, WebHostingissa tyypillisesti kuukausimaksulla (Innome Oy 2011, hakupäivä 28.3.2011) ja omasta palvelimesta yritys maksaa alkusijoituksen lisäksi ylläpidossa (Salo 2010, 95). Pilvipalveluissa yrityksen ei tarvitse sitoutua kuukausimaksuihin, suuriin pääomasijoituksiin saati hankinnoista aiheutuviin kiinteisiin kuluihin, sillä käyttö voidaan keskeyttää tai lopettaa välittömästi. Pilvipalveluiden ongelmana on pidetty vaikeaa kustannusarviointia pitkällä aikavälillä (Rousku 2009, 48), sillä esimerkiksi uuden palvelun kohdalla ei aina tarkkaan tiedetä kuinka paljon tehoa se tulee vaatimaan ja miten paljon dataa tulee liikkumaan käyttäjien ja palvelun välillä. Tästä syystä pilvipalvelun käyttöönottoa ajatellen yrityksen on hyvä selvittää pilvipalvelussa ajettavan palvelun tehovaatimukset, arvioida sen tuleva käyttäjämäärä sekä palvelimeen sisään ja ulospäin syntyvä tietoliikenne esimerkiksi pilottitestauksella. Pilvipalveluiden palveluntarjoajien sivuilla on myös

suuntaa antavia kustannuslaskimia, joita asiakas voi hyödyntää kustannusarvioinnin apuna (Amazon Web Services 2011g, hakupäivä 28.3.2011; Rackspace 2011b, hakupäivä 28.3.2011).

WebHosting välttää vaikean kustannusarvioinnin kuukausimaksuilla. Palveluntarjoaja saattaa laskuttaa sopimiskauden alussa pienimuotoisen käynnistys- tai aloitusmaksun (Heino 2010, 194). Mahdollisia lisäkustannuksia voi syntyä esimerkiksi isännöidylle virtuaalipalvelimelle ostetuista lisäpalveluista, kuten tietoturvasertifikaateista, varmuuskopioinnista ja alidomaineista. WebHostingin lisäpalveluista laskutetaan tyypillisesti kuukausittain. (Innome Oy 2011, hakupäivä 28.3.2011; Planeetta Internet Oy 2011a, hakupäivä 28.3.2011.)

Oman palvelimen kustannukset puolestaan riippuvat täysin palvelimen kokoonpanosta, palvelinympäristön pystytykseen tarvittavasta raudasta, työstä ja ylläpidosta (Heino 2010, 203). Aloituskustannuksiin vaikuttavat esimerkiksi se, ostetaanko palvelin uutena vai käytettynä, kuinka tehokas palvelin yritykseen halutaan, mitä palvelinkäyttöjärjestelmää ja ohjelmia (lisensoituja vai avoimen lähdekoodin) sillä halutaan ajaa ja millainen verkkoympäristö palvelimen ympärille halutaan rakentaa (Salo 2010, 96). Ylläpito maksaa vuosittain työn, päivitysten, uusien komponenttien ja muiden ylläpitoon liittyvien toimien muodossa. Toisin sanoen oma palvelin on vaihtoehto siinä tapauksessa, että yrityksessä on tarvittavaa osaamista palvelinympäristön pystytykseen ja ylläpitoon, tai intressejä palkata toimiin tarvittava henkilö.

Käyttöönnotossa toimintamallit eroavat merkittävästi siinä, että pilvipalveluiden ja WebHostingin käyttöönotto sekä palvelun hallinta tapahtuvat tyypillisesti luomalla käyttäjätunnukset palveluntarjoajalle ja kirjautumalla selainpohjaiseen palvelunhallintaan palveluntarjoajan sivulla. Näin on esimerkiksi Amazonin ja WebHosting-yritys Planeetta Internetin kohdalla. Pilvipalveluissa hallintapaneelin avulla voidaan muun muassa ostaa, käynnistää, pysäyttää ja poistaa uusia palvelimia, hallita kirjautumiseen tarvittavia avainpareja ja konfiguroida palomuuuri halutulla tavalla. WebHostingin kohdalla hallintapaneelista voidaan muun muassa hallita nimipalveluita (*domain*), käytössä olevia palveluita (kuten isännöityjä palvelimia) ja erinäisiä lisäpalveluita, sekä suorittaa palvelimen järjestelmänhallintaa. (Amazon Web Services 2011h, hakupäivä 4.4.2011; Planeetta Internet Oy 2011a, hakupäivä 28.3.2011.) Suhteessa oman palvelimen käyttöönottoon, pilvipalveluiden ja WebHostingin käyttöönottoprosessi on nopea (Heino 2010, 201-202) eikä vaadi asiakkaalta laajaa erityisosaamista. Oman palvelimen käyttöönotto koostuu puolestaan palvelimen hankinnasta, mahdollisesta laitteiston kokoonpanosta, asennuksesta ja konfiguraatiosta. Tämä vaatii aikaa ja yrityksen henkilöstöltä asiantuntemusta, erityisosaamista ja kokemusta palvelinympäristöistä.

(Heino 2010, 199, 204.) Alla kustannusvertailu oman palvelimen ja RightScale – pilvipalveluntarjoajan ratkaisun kesken (ks. taulukko 5).

TAULUKKO 5. Palvelinratkaisujen vertailua. (Salo 2010, 95.)

Oman palvelinkeskuksen avoimen lähdekoodin ja kaupallisen ohjelmiston ratkaisujen vertailu RightScalen tarjoamaan ratkaisuun	
Omat palvelimet ja avoin lähdekoodi	
10 tehtävälle omistettua palvelinta	12 930 \$
Avoimen lähdekoodin verkkolaskentaohjelmisto (Globus Toolkit)	0 \$
Avoimen lähdekoodin resurssienhallintaohjelmisto	0 \$
Järjestelmän hallinta	75 468 \$
Palvelinten ylläpito 1 000 \$ / kk	120 000 \$
Yhteensä	208 398 \$
Omat palvelimet ja kaupallinen ohjelmisto	
10 tehtävälle omistettua palvelinta	12 930 \$
Kaupallinen verkkolaskentaohjelmisto 399 \$ / prosessori	15 920 \$
Järjestelmän hallinta	75 468 \$
Palvelinten ylläpito 1 000 \$ / kk	120 000 \$
Yhteensä	256 238 \$
Pilvipalveluvaihtoehto	
10 suurta palvelininstanssia 2 190 tuntia / kk, á 0,68 \$	17 870 \$
RightScalen lasku RightGridistä 1 000 \$ / kk + 4 000 \$ / v.	16 000 \$
Järjestelmän hallinta	30 187 \$
Yhteensä	64 057 \$

4.2.3 Ominaisuudet, tekniikka ja tietoturva

Teknisesti pilvipalvelut, WebHosting ja oma palvelin tarjoavat kukin omanlaisensa ratkaisun. Pilvipalveluissa asiakas voi valita palvelimen kokoonpanon, eli keskusmuistin määrän, prosessorien

määrän ja levytilan, palveluntarjoajan määrittelemistä kokoonpanoista. Esimerkiksi Amazonilla näitä kutsutaan instansseiksi (ks. liite 2). Amazonilla palvelinkäyttöjärjestelmä voidaan valita AMI:n (Amazon Machine Image) muodossa joko palveluntarjoajan tarjoamista vaihtoehdoista, tai käyttäjien lähettämistä (uploaded) vaihtoehdoista. Lopputuloksena syntyy virtuaalinen palvelin, josta yksi tai useampi instanssi Amazonin pilvipalveluun luodaan. Tämän lisäksi pilvipalveluun voidaan ostaa erilaisia lisäpalveluita. Amazonilla näitä ovat muun muassa Amazon Elastic Block Store, joka tarjoaa pysyvää tallennustilaa Amazon EC2 -instansseille, joka ei katoa kun instanssit poistetaan tai tuhoetaan, Amazon CloudWatch, jolla voidaan seurata EC2-instanssien resursseja ja hyötysuhdetta, ja Auto Scaling, joka automaattisesti skaalaa yrityksen EC2-kapasiteettia tarpeen mukaan. Pilvipalveluiden tekninen ylivoima muihin palvelinratkaisuihin syntyy resurssien nopeasta skaalautuvuudesta ja resurssien joustavasta hallinnasta. (Amazon Web Services 2011a, hakupäivä 4.4.2011; Salo 2010, 118-122.)

WebHostingissa puolestaan asiakas voi vapaammin valita palvelimen kokoonpanon, josta Planeetta Internetin ”Rakenna oma palvelin” –palvelu antaa hyvän esimerkin (ks. liite 3). WebHosting palveluntarjoajilla on myös pilvipalveluita vastaavalla tavalla erilaisia valmiita kokoonpanoja paketteina, jotka sisältävät erilaisia palvelukokonaisuuksia. WebHostingissa palvelinkäyttöjärjestelmä voidaan valita palveluntarjoajan antamista vaihtoehdoista, sekä ostaa erilaisia lisäpalveluita kuten varmuuskopiointia, ylläpitopalveluita ja tietoturvapalveluita. Pilvipalveluissa ja WebHostingissa yleisimmät palvelinkäyttöjärjestelmät ovat eri Microsoft Windows Server versiot ja Linux-jakelut, kuten Debian, SUSE Enterprise ja CentOS. Suomessa toimii useita palveluntarjoajia, joten erilaisia ratkaisuja ja kokoonpanoja on runsaasti. (Amazon Web Services 2011j, hakupäivä 28.3.2011; Innome Oy 2011, hakupäivä 28.3.2011; Planeetta Internet Oy 2011a, hakupäivä 28.3.2011.)

Omassa palvelimessa yrityksellä on suurin vapaus palvelimen kokoonpanosta, sillä komponentit, palvelinkäyttöjärjestelmä ja ajettavat ohjelmat hankitaan itse. Tällöin voidaan paremmin ottaa huomioon erityistarpeet ja palvelinympäristö on sikäli helpommin integroitavissa tukemaan yrityksen ydintoimintaa. Oman palvelimen hallinta tapahtuu yrityksen sisältä käsin, ja tarjoaa siten nopeamman, joustavamman tai yksilöitävämmän pääsyn järjestelmänhallintaan. Toisaalta oman palvelimen kohdalla kaikki ylläpitoon liittyvät toimet on hoidettava yrityksen itse, ellei niitä ulkoisteta.

Tietoturvaltaan toimintamallit eroavat merkittävästi kontrollin ja toimenpiteiden suhteen. Oman palvelimen tietoturvasta yrityksellä on suurin kontrolli: yritys päättää minkälaisissa tiloissa ja miten palvelinta pidetään, minkälainen pääsynvalvonta palvelimelle asetetaan, mitä tietoturvatoimia sille suoritetaan, missä ja miten arkaluontoista tietoa säilytetään, miten tiedot varmuuskopioidaan ja miten varmuuskopioita säilytetään. Toisin sanoen mitä lähempänä tieto on yritystä, sitä suurempi hallinta yrityksellä siitä on. Tässä mielessä pilvipalvelut ovat kärjistäen oman palvelimen vastakohta: tieto on kaukana yrityksestä ja riippuen palveluntarjoajasta, yritys ei välttämättä tiedä missä ja miten tietoja säilytetään ja millaisin keinoin palvelimien tietoturvasta on huolehdittu (Salo 2010, 46, 103-104, 107-108). Yritys joutuu luottamaan palveluntarjoajan sanaan toisin sanoen palvelusopimukseen ja laatusopimukseen siitä, että tietoturva on kunnossa (em.). Standardien puute ei myöskään helpota pilvipalveluiden läpinäkyvyyttä, sillä monet yritykset nojaavat kansainvälisiin standardeihin arvioidessaan palvelinratkaisun tietoturvaa (Salo 2010, 102). Yrityksen toimenpiteitä tietoturvan parantamiseksi pilvipalveluissa ovat tietoliikenne- ja palvelintekniikan menetelmät, kuten virtuaalipalvelimen koventaminen (*hardening*) (Krutz & Vines 2010, 165-172; Heino 2010, 93).

On myös huomioitava, että yritys, joka käsittelee toiminnassaan arkaluontoiseksi luokiteltavaa tietoa kuten potilastietoja, voi kohdata pilvipalveluissa tietosuoja-ongelmiin, mikäli palveluntarjoaja on kansainvälinen ja ei pysty vastaamaan maakohtaisiin asetuksiin tai säädöksiin tietosuojasta. Suomessa tällaisia lakeja ovat esimerkiksi Henkilötietolaki 523/1999 ja Sähköisen viestinnän tietosuoja-laki 516/2004. (Heino 2010, 98; Salo 2010, 107-108.)

WebHosting on tietoturvaltaan oman palvelimen ja pilvipalveluiden välimuoto. Kontrollin taso riippuu paljolti isännöintityypistä sekä palveluntarjoajasta. Mikäli yritykseen hankitaan esimerkiksi palveluntarjoajan hallinnoima virtuaalipalvelin, sen tietoturva, konfigurointi ja palvelimen ylläpito jätetään tietoisesti palveluntarjoajan vastuulle. Hallinnoinnista maksetaan ylimääräistä ja palveluntarjoaja sitoutuu tarkemmin palvelusopimuksessa hyvän tietoturvatason ylläpitämiseen. Tietosuoja ajatellen Suomessa on useita WebHosting-palveluntarjoajia, joiden palvelimet sijaitsevat Suomessa ja ovat täten Suomen tietosujalainsäädännön mukaiset. Esimerkiksi Hostingpalvelu.fi mainostaa suomalaisuudellaan (Suomen Hostingpalvelu Oy 2011, hakupäivä 31.3.2011). WebHostingin ympärille on myös ehtinyt syntyä monia standardeja ja sertifikaatteja, jotka lisäävät niiden luotettavuutta ja läpinäkyvyyttä. (Innome Oy 2011, hakupäivä 28.3.2011.)

4.2.4 Palvelusopimukset, ohjelmistolisenssit ja vertailun yhteenveto

Palvelusopimusten ja lisenssien suhteen oma palvelin ja WebHosting ovat joustavimmat ratkaisut. Omassa palvelimessa ei tietenkään ole palvelusopimusta ja ohjelmistolisensseistä maksetaan ostettaessa, sekä riippuen ohjelmasta lisenssi uusitaan esimerkiksi vuosittain, kolmen tai viiden vuoden välein. WebHostingissa lisensoituista ohjelmista ja esimerkiksi käyttöjärjestelmistä maksetaan kuukausimaksussa. Palvelusopimus on erityisesti suomalaisen palveluntarjoajan kanssa yksinkertaisempi ja sen yksityiskohdat ja erityispiirteet neuvoteltavissa.

Pilvipalveluissa yritys joutuu useimmiten sitoutumaan ylikansallisen palveluntarjoajan yleiseen palvelusopimukseen ja sen sisältö on hyvin harvoin neuvoteltavissa. Lisensoitujen käyttöjärjestelmien kohdalla palveluntarjoajien ratkaisu on, että niiden käyttö yksinkertaisesti maksaa enemmän. Lisensoidut ohjelmat ovat ongelma, sillä sovellustoimittajat eivät välttämättä anna lupaa viedä sovellusta laitteista toisiin, fyysisestä laitteesta virtuaalikoneeseen tai yhdestä fyysisestä laitteesta useisiin laitteisiin jolloin yrityksellä ei voi hyödyntää ohjelmaa tai ohjelmistoa pilvessä (Heino 2010, 230-231). Toinen ongelma voi syntyä lisenssinhallinnan teknisen mekanismin kautta, eli siitä, miten lisenssi luetaan rekisteröidyksi. Lisenssi voi olla IP- tai MAC-osoitekohtainen tai esimerkiksi ohjelma hyödyntää sovellustoimittajan lisenssipalvelinta lisenssinhallinnassa. (Heino 2010, 230-231.) Toistaiseksi pilvipalveluissa helpoin tapa kiertää lisenssiongelmat on hyödyntää avoimen lähdekoodin ratkaisuja.

Pilvipalvelut tarjoavat erittäin nopean käyttöönoton ja skaalautuvat resurssit, oma palvelin parhaan kontrollin ja läpinäkyvyyden ja kolmikosta WebHosting puolestaan tietynlaisen välimuodon. Palvelinratkaisuja vertailevan yrityksen on mielestäni erittäin tärkeää panna merkille kaksia asiaa, jotka vaikuttavat kokonaisuuteen: pilvipalvelut ja WebHosting tarvitsevat molemmat vakaan ja riittävän nopean internet-yhteyden resurssien tehokkaaseen käyttöön (Salo 2010, 115; Williams 2010, 121), ja vaikka pilvipalvelut ja osa WebHosting-tyypeistä vapauttavat yrityksen perinteisestä palvelinympäristön ylläpidosta, yrityksen tuottama ohjelmisto tai palvelu kaipaa silti ylläpitäjän ja osaajan. Tästä Falck (2010, 22) kirjoittaa artikkelissaan *Pilvikin tarvitsee ylläpitäjän* erittäin osuvasti:

Mutta pilvi ei koskaan pysty ratkaisemaan varsinaisen sovelluksen ylläpitoa. Jokaisella web-sovelluksella on taustalla tietokanta, joka menee aika ajoin solmuun. Mitä tuorempi sovellus, sitä varmemmin siinä on jäljellä bugeja, joita jonkun täytyy selvittää ja korjailla. Jotain menee aina pieleen, ja silloin tarvitaan ylläpitäjää, joka tuntee sovelluksen rakenteen ja pystyy ratkaisemaan tilanteen.

Koska tämä vertailu on tehty yleisellä tasolla ja teoriassa, se ei kerro koko totuutta palvelinratkaisuista. Kuten tiedetään, käytäntö ei aina kohtaa teorian kanssa ja yrityksellä voi tulla eteen yllättäviäkin ongelmia tai tilanteita, joita tässä vertailussa ei ole huomioitu. Toisaalta yritysten tietotaito, tarpeet ja tilanteet ovat yksilöllisiä, joten kaikkien tekijöiden huomioiminen on mahdotonta. Riippuu myös pitkälti palveluntarjoajasta ja yrityksestä itsestään, miten hyviä palvelinratkaisun kontrolli, läpinäkyvyys ja joustavuus ovat.

Mielestäni yrityksen olisi hyvä perehtyä kaikkiin palvelinratkaisuihin ja valita niistä se, mikä parhaiten vastaa yrityksen tarpeita ja minkä ongelmat tai heikkoudet ovat vähiten yrityksen liiketoiminnan esteenä. Toisaalta yrityksen olisi hyvä kokeilla sekä pilvipalveluita että WebHostingia palvelinratkaisuna, sillä niiden käyttöönotto on nopeaa, ne eivät sido pitkäaikaisesti saati vaadi suuria pääomasijoituksia. Yhteenvetona palvelinratkaisujen vertailusta katso taulukko 6.

TAULUKKO 6. Palvelinratkaisujen vertailu.

Palvelinratkaisu	Kontrolli	Läpinäkyvyys	Joustavuus	Kustannukset	Huomioita
Oma palvelin	Erinomainen	Erinomainen	Huono	Korkeat	Hankinta, käyttöönotto ja ylläpito vaativat erityisosaamista.
WebHosting	Hyvä	Hyvä	Kohtalainen	Kohtalaiset/korkeat	Resurssit ovat internetiriippuvaisia.
Pilvipalvelut	Huono	Kohtalainen	Erinomainen	Matalat/kohtalaiset	Resurssit ovat internet-riippuvaisia. Resurssien tehokas käyttö vaatii vakaan ja riittävän nopean internet-yhteyden .

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyöni tavoitteena on ollut selvittää mitä pilvipalvelut ilmiönä ovat, ovatko ne vartenotettava ratkaisu moderniin tietojenkäsittelyyn ja kuinka ne soveltuvat ICT-alan PK-yritysten käyttöön. Tutkimuskysymyksiä lähestyttiin teoreettisesti käsittelemällä pilvipalveluiden historiaa, tekniikkaa ja palveluntarjoajia, sekä haettiin näkökulmaa pilvipalveluihin vertaamalla niitä muihin toimintamalleihin ja ottamalla käyttöön Amazon-palveluntarjoajan pilvi-instanssi. Opinnäytetyö tehtiin Oulun seudun ammattikorkeakoulun, Liiketalouden yksikön Kilpailukykyä ICT-yrityksille –hankkeen (KILPA) puitteissa, sillä osa hankkeen yrityksistä oli kiinnostunut hyödyntämään pilvipalveluita liiketoiminnassaan. KILPAn lisäksi opinnäytetyön toisena toimeksiantajana toimi KILPA-hankeeseen kuuluva oululainen pelisuunnitteluun keskittynyt ohjelmistotalo Belleviews Oy.

Pilvitoimintamallissa käyttäjille tuodaan tietojenkäsittelyresursseja nopeasti internetin välityksellä. Resurssien tulee olla vaivattomasti hallittavissa, skaalautuvia ja käytettävissä tarpeen vaatiessa. Pilvipalvelussa asiakas käyttää palveluntarjoajan tarjoamia resursseja, ja mikäli palvelu on kauhallista, maksaa niistä käytön mukaan. Pilvitoimintamalli on tietoliikenteen ja tietoteknisen kehityksen tulosta. Se rakentuu useista jo olemassa olevista toimintamalleista ja tekniikoista kokonaisuudeksi, jota automaatio ja pitkälle viety virtualisointi ovat jalostaneet palveluna vastaamaan modernin IT-toiminnan vaatimuksia. Pilvipalvelumarkkinoita johtavat suuret, kansainväliset palveluntarjoajat, joiden tarjoamat pyrkivät vastaamaan kysyntään niin tietojenkäsittelykapasiteetin kuin alustariippumattomien, korkean saatavuuden ohjelmien ja kehitysalustojen suhteen.

5.1 Pilvipalvelut vaihtoehtona

Opinnäytetyön keskeinen tavoite oli selvittää, ovatko pilvipalvelut uutena toimintamallina vartenotettava vaihtoehto tietojenkäsittelyssä. Yksiselitteistä vastausta kysymykseen ei ole, sillä jokaisessa toimintamallissa on omat hyötynsä ja haittansa. Sellaista tekniikka ja elämä yleensäkin on. Tietojenkäsittelyä ajatellen pilvipalveluiden merkittävin hyöty on skaalautuvuus ja sen tuoma joustavuus. Parhaimmillaan yritys voi lisätä tai vähentää tietojenkäsittelyresurssejaan automaattisesti päivän aikana vastaamaan kysyntäpiikkejä ilman tyhjäksi jääviä palvelimia tai tarpeettomia ohjelmistolisenssejä. Data voidaan sijoittaa vikasietoisiin, pysyvää tallennustilaa tarjoaviin tallennuspalveluihin, jolloin tuhoutumisriski on pieni. Yrityksen ei tarvitse suunnitella, mitoittaa ja hankkia tieto-

jenkäsittelyresursseja ääritarpeiden mukaan ja sijoittaa niihin mittavasti pääomaa, vaan maksaa vain käyttämistään resursseista esimerkiksi tuntilaskutuksella. Saatavuus on toinen pilvipalveluiden keihäänkärki: resursseihin päästään nopeasti käsiksi töistä, työmatkalta, kotoa – periaatteessa mistä tahansa paikasta, jossa on internet-yhteys ja alustariippumattomasti kaikilla laitteilla, joissa www-selain toimii. Pilvipalveluiden skaalautuvuus ja saatavuus parantavat kilpailukykyä, mutta niillä on myös hintansa.

Koska vartenotettavia palveluntarjoajia ovat tällä hetkellä kansainväliset suuryritykset, palvelusopimukset ovat pitkiä, osittain vaikeaselkoisia ja monimutkaisia, eikä niistä juuri neuvotella. Toimintamalli on uusi, joten standardeja ja sertifikaatteja ei ole vielä syntynyt luomaan luotettavuutta ja uskottavuutta palveluntarjoajien tueksi; yritys joutuu luottamaan palveluntarjoajan sanaan palvelun tasosta ja sen laadusta. Resurssit ovat saatavilla niin kauan, kunnes internet-yhteys syystä tai toisesta katkeaa. Käyttöön perustuvan laskutuksen vuoksi pitkän aikavälin kustannusarviointi on hankalaa. Pilvimarkkinat ovat kuitenkin kehittymässä kovaa vauhtia (Salo 2010, 7; Heino 2010, 19) ja epäilemättä uusia standardeja nähdään lähivuosina, ellei jo tänä vuonna. Suomeenkin saatetaan saada oma palveluntarjoaja helpottamaan pilvipalveluiden käyttöä suomalaisen asiakkaan näkökulmasta. On suurissa palveluntarjoajissa hyväkin: on epätodennäköistä, että ne lopettavat pilvipalvelunsa konkurssiin tai vetävät tarjoomansa pois markkinoilta taloudellisista syistä, sillä yrityksillä kuten Amazon, Google ja Microsoft pääliiketoiminta ei ole keskittynyt pilvipalveluihin.

Ympäristöä ajatellen pilvitoimintamallin hyötysuhde on korkea, sillä hukkaresursseja ei juuri pääse syntymään. Resurssit ovat useiden, jopa tuhansien käyttäjien kesken jaettuja ja ne tarjoava rauta pitkälle virtualisoitu. Ilmastonmuutoksen myötä vihreä-IT (Green IT tai IT for green) on noussut puheenaiheeksi niin järjestelmätoimittajien, palveluntarjoajien kuin kuluttajienkin keskuudessa. Pilvipalveluiden käyttö on siitakin syystä ympäristöystävällistä, että palveluntarjoajat pyrkivät minimoimaan palvelinsaliensa ylläpitokuluja erityisesti energia- ja jäähdytyskuluissa valitsemalla energiatehokkaita teknisiä ratkaisuja, kuten virtapihejä komponentteja ja luonnonjäähdytystä.

Amazon EC2 -instanssin käyttöönotto osoitti, miten helppoa ja nopeaa loppujen lopuksi uuden virtuaalipalvelimen pystytys pilvipalveluissa on. Rutinoitunut käyttäjä saa resursseja käyttöönsä minuuteissa, kun ennen se on vienyt päiviä tai viikkoja. Johtopäätöksenä näiden hyötyjen valossa pilvipalvelut ovat vartenotettava vaihtoehto moderniin tietojenkäsittelyyn.

5.2 Pilvipalveluiden soveltuvuus PK-yrityskäyttöön

KILPA-hankkeen ja toimeksiantajan kannalta tämän opinnäytetyön keskeisin anti on vastaus kysymykseen soveltuvatko pilvipalvelut ICT-alan PK-yrityskäyttöön. Opinnäytetyön alussa vaikutti, että pilvipalvelut ovat suuryrityksille suunnattu ratkaisu ja sopivat hyötyjensä ansiosta palvelemaan nimenomaan valtaisa tietojenkäsittelytarvetta. Nyt, kun tutkimustyö pilvipalveluista ja palveluntarjoajista on takana, vaikuttaa siltä, että hyötyjen pidemmän korren vetävät juuri pienet- ja keskisuuret yritykset.

Suuruuden ekonomia on tuonut monelle ICT-alan suuryritykselle valtavan tietojenkäsittelykapasiteetin, joka on pitkällä aikavälillä jalostunut palvelemaan juuri yrityksen tarpeita, toimialaa ja ympäristöä. Tästä syystä suuryritykset hyötyvät pikemminkin pilvitoimintamallin ja sen takana olevien tekniikoiden integroimisesta omaan tietojenkäsittelynsä kuin niiden ostamisesta palveluna; miksi käyttää vuokrattuja resursseja ja jättää olemassa olevat resurssit käyttämättä, mikäli niitä voi uudella toimintamallilla käyttää tehokkaammin ja saada resursseille lisäarvoa. Keskisuurilla ICT-yrityksillä tilanne voi olla vastaavanlainen, mutta todennäköisesti lisäresurssien ostaminen pilvipalveluna on taloudellisempi vaihtoehto, kuin optimoida koko nykyinen tietojenkäsittelykapasiteetti pilvitoimintamallin mukaiseksi. Tämä siksi, että mitä pienempi tietojenkäsittelykapasiteetti yrityksellä on, sitä pienemmäksi käyvät pilvitoimintamallin tuomat edut ja pahimmassa tapauksessa optimointi maksaa yritykselle enemmän, kuin mitä siitä on hyötyä.

Pienille- ja keskisuurille ICT-yrityksille skaalautuvuuden ja joustavuuden edut ovat ilmeiset: ne antavat kilpailuetua jatkuvasti muuttuvilla ja epävarmoilla markkinoilla, kun yrityksen tietojenkäsittelykapasiteettia voidaan skaalata kysynnän mukaan ja maksaa vain tarvittavasta määrästä resursseja. Pitkällä aikavälillä kustannusetuja syntyy siitakin, että yritys maksaa pelkästään resursseista – ei niiden asennuksesta, ylläpidosta, päivittämisestä ja vaihtamisesta tai ylikapasiteetista. Rahat voidaan sijoittaa muualle, paremmin ja varmemmin tuottaviin kohteisiin ja IT:n sijasta keskittyä enemmän ydintoimintoihin ja itse liiketoiminnan kehittämiseen. Parhaassa tapauksessa pilvipalveluiden käyttö antaa paikalliselle PK-yritykselle välineet kilpailla kansainvälisillä ICT-markkinoilla. Toisaalta kun toimintamalli vähentää yrityksen resurssi riippuvuutta, se avaa uusia mahdollisuuksia esimerkiksi tuottaa palveluita, joita ei ole ennen resurssien kustannusten tai saatavuuden takia pystytty tarjoamaan.

Pilvipalveluita varjostavat monenlaiset pelot ja huolenaiheet, joista osa on aiheellisia, osa muutostarintaa ja osa ennakkoluuloja. Pienemmässä yrityksessä tietoturvariskejä on helpompi hallita, koska riskien osatekijät ovat paremmin tunnistettavissa ja yksinkertaisemmassa organisaatiossa puutteelliseen tietoturvaan on helpompi puuttua. Ongelmana voi olla tietoturvaosaaminen, tai pikemminkin sen puuttuminen. Kaikissa toimintamalleissa on riskinsä, ja oleellista onkin tunnistaa ne omassa toiminnassaan ja ympäristössään, varautua riskeihin ja hallita niitä. Pilvipalvelut eivät ole poikkeus: muun muassa laaS-instanssin virtuaalikoneen koventaminen, tietoliikenteen salaaminen, tarkka pääsynvalvonta, datan kryptaaminen ja varmuuskopiointi ovat hyviä lähtökohtia tietoturvariskien hallintaan. Tietoturvaosaamista ja PK-yrityksen toimihenkilöiden tietoutta tietoturvariskeistä kannattaa vaalia, olipa toimintamalli mikä hyvänsä. Yrityksen on hyvä puntaroida eri toimintamallien riskejä, ja suhteuttaa ne saavutettaviin hyötyihin.

Pilvipalveluiden hyödyt eivät kuitenkaan tule ilmaiseksi. Pilvipalveluiden resurssien ja palveluntarjoajien lisäpalveluiden tehokas käyttö vaatii yrityksen työntekijöiltä uuden opettelua, motivaatiota ja avointa asennetta. Esimerkiksi instanssien tehokas käyttö vaatii ammattitaitoista Linux- tai Windows Server -palvelinkäyttöjärjestelmän hallintaa. Skaalautuvuus puolestaan vaatii uutta ajattelutapaa palveluiden tuottamisessa, sillä kun resurssit ovat dynaamisia, tulee palvelunkin olla laajennettavissa hyödyntämään lisäkapasiteettia. Voidaankin sanoa, että palveluntarjoajien resurssit ja lisäpalvelut ovat yhtä arvokkaat kuin niiden käyttäjien tietotaito.

Olisi mahdotonta ja epäammattimaista sanoa, että pilvipalvelut sopivat kaikille ICT-alan PK-yrityksille. Rajanvetoja sopivuudesta voidaan kuitenkin tehdä. Mikäli PK-yrityksellä on esimerkiksi yritystä varten tai yrityksen itse räätälöimä resurssiraskas ohjelmisto, jolla se tuottaa paikallista palvelua, eivät pilvipalvelut tarjoa merkittävää taloudellista tai teknistä hyötyä verrattuna tietojenkäsittely-ympäristöön, joka on palvelun tuottamiseen jalostunut. Siirtyminen voisi olla kallista, teknisesti aikaa vievää ja jopa mahdotonta. Ylipäätänsä ohjelmistot, jotka on kehitetty hyödyntämään juuri tietynlaista laitteistoa tai järjestelmää ja pienen ryhmän erikoistunutta ammattitaitoa voivat olla pilveen siirtymisen este, sillä ne eivät merkittävästi hyödy toimintamallin eduista. Pilvipalvelut ovat toistaiseksi huono vaihtoehto yrityksille, jotka käsittelevät arkaluonteiseksi tai erittäin arkaluonteiseksi luokiteltavaa tietoa. Palveluntarjoajat eivät yksinkertaisesti ole riittävän läpinäkyviä lainmukaiseen tietoturvallisuuden arviointiin esimerkiksi sosiaali- ja terveystietojen säilyttämisessä. Asiaan voi tulla ratkaisu sertifikaatin tai standardin muodossa. Pilvipalvelut kannattaa harkita varauksella myös silloin, jos internet-yhteys yritykseen luodaan jollakin epävarmalla keinolla, kuten USB-modeemilla GSM- tai 3G-verkon kautta; resursseja ei voida käyttää tehokkaasti ja

latenssi asiakkaan ja palveluntarjoajan välillä kasvaa liian korkeaksi sujuvaan työskentelyä ajatellen.

ICT-alan PK-yrityksiä ajatellen pilvipalvelut sopivat monenlaisiin tarpeisiin. IaaS-palvelumallissa esimerkiksi pienet instanssit sopivat erinomaisesti pilottitestaukseen, sillä ne voidaan ottaa nopeasti käyttöön ja lopettaa testauksen jälkeen. Parhaassa tapauksessa instanssit saa ilmaiseksi tiettyyn käyttömäärään asti palveluntarjoajan kampanjan puitteissa. Toisaalta mikäli yritykselle tulee hetkellinen tarve suurelle tietojenkäsittelykapasiteetille esimerkiksi tieteellisen laskennan, kuvien prosessoinnin tai jonkin hankkeen puitteissa, se voidaan ostaa pilvipalveluna tarvittavaksi ajaksi oman konesalin sijaan. Muun muassa www-sivujen, sähköpostipalvelimen ja jonkin yrityksen keskitetyn palvelun pyörittäminen pilvipalveluna säästää kustannuksissa, kun sitä varten ei tarvitse hankkia tai ylläpitää palvelinta. Aloittava yritys, joka ei ole vielä hankkinut tietojenkäsittelyresursseja, voi säästää huomattavasti aloituspääomassa hankkimalla resurssit, kuten ohjelmat ja laitteistot pilvipalveluna. Toisaalta mikäli on ennustettavissa, että kysyntä yrityksen palvelulle kasvaa tasaisesti tai yhtäkkiä voimakkaasti, pilvipalveluresursseilla kysyntää on helppo ja nopea seurata.

Mikäli yritys arvostaa ja tarvitsee liikkuvuutta, eri osastojen välistä tiivistä yhteistyötä ja verkottumista, pilvipalveluiden SaaS-toimintamallin ohjelmat ovat erinomainen ratkaisu. Eri osastojen tiimit voivat työskennellä internetin välityksellä samojen dokumenttien ääressä, käyttää yhteistä kalenteria esimerkiksi tulos- ja työnseurannassa, sekä toimia samassa IT-työympäristössä. Tämä yhtenäistää ja tehostaa työskentelyä, säästää lisenssikustannuksissa, ohjelmistohankintojen suunnittelussa ja ennen kaikkea käyttöönotossa. Parhaassa tapauksessa eri osastojen työntekijät voivat kouluttaa toisiaan, koska ympäristö on sama. PaaS-palvelumalli puolestaan sopii muun muassa ohjelmistokehittäjille, jotka ovat valmiita siirtymään selainpohjaiseen ohjelmistotuotantoon ja yrityksille, jotka ovat halukkaita ajamaan esimerkiksi asiakkuudenhallintajärjestelmää, toiminnanohjausjärjestelmää, kirjanpitoa ja reskontraa tai toimitusketjun hallintaa internetissä. PaaS-palvelumallin etuna on, että eri toimintoja, palveluita ja ohjelmakokonaisuuksia voidaan yhtenäisessä alustassa helpommin integroida toisiinsa, jolloin PK-yrityksen toiminnasta internetissä tulee kokonaisvaltaisempaa ja alustariippumattomampaa. Tällöin esimerkiksi asiakaspalvelua, laskutusta ja logistiikkaa voidaan hoitaa älypuhelimilla ja miniläppäreillä. Johtopäätöksenä pilvipalvelut sopivat ICT-alan PK-yrityskäyttöön.

6 POHDINTA

Alun perin tarkoitukseni oli tehdä opinnäytetyö siitä, miksi Linux-järjestelmiä ei käytetä kouluissa ja virastoissa laajemmin työpöytä- ja palvelinkäytössä niiden käytettävyyden ja hallittavuuden kehityksestä huolimatta. Ajatus kuitenkin kariutui siihen, ettei työlle löytynyt toimeksiantajaa. Kun pohdin opinnäytetyöaiheita tutor-opettajani kanssa, esille nousi KILPA-hanke ja siihen kuuluvien yritysten kiinnostus pilvipalveluita kohtaan. Termi pilvipalvelut kuulosti abstraktilta, mutta siitä ei oltu aiemmin tehty tutkimusta Oulun seudun ammattikorkeakoulussa, joten päätin tarttua haasteeseen.

Kolmet eri intressit vaikuttivat opinnäytetyön etenemiseen. Koulu ja KILPA-hanke halusivat laajan vastauksen tutkimuskysymykseen pilvipalveluiden soveltuvuudesta PK-yrityskäyttöön ICT-alalla, Belleviews Oy halusi täsmällisiä tietoja pilvipalveluista ja palveluntarjoajista, ja itse puolestani halusin käytännön kokemusta. Tästä syystä työn rajaaminen oli vaikeaa ja tutkimuskysymykset muuttuivat työtä tehdessä. Itselläni ei ollut pilvipalveluista minkäänlaista ennakkotietoa, ja aiheesta ilmestyi varteenotettavaa suomenkielistä kirjallisuutta vasta jouluna 2010, kun olin työstänyt opinnäytetyötä jo kolme kuukautta. Olennaisen tiedon valikoiminen oli todella vaikeaa internetin ja artikkeleiden pursutessa jäsentymätöntä tai vanhentunutta tietoa. Kirjoissa puolestaan tietoa oli niin paljon, että tuntui kuin aiheesta pitäisi itsekin kirjoittaa kirja, jotta pilvipalveluista saisi riittävän kattavan kuvan. En toisinaan tiennyt mitä tietoja yritykset päätöksenteossa tarvitsevat, koska minulla on varsin vähän kokemusta yritysliiketoiminnasta. Yksinään termien pilvitoimintamalli ja pilvipalvelut eron selvittäminen itselleni oli työlästä ja opinnäytetyön otsikkokin vaihtui. Monista vaikeuksista huolimatta opinnäytetyö valmistui aikataulussa.

Mielestäni pilvitoimintamalli on tietojenkäsittelyratkaisuna mielenkiintoinen ja edustaa uudenlaista tietoteknistä kehitystä. Kun tietojenkäsittelyresurssit eivät enää ole ideoiden este, toivottavasti näemme tulevaisuudessa alalla uusia toimijoita. Kaikista parasta pilvitoimintamallissa on se, että se edistää luovuutta; pienistä tekijöistä kumpuavilla hyvillä ideoilla on paremmat mahdollisuudet toteutua, kun resursseja voidaan skaalata tarpeen mukaan. Mielenkiintoisia näkymiä Suomessa tarjoaa Finnet Supermatrix ideallaan, mikäli se saa tuulta siipiensä alle ja 100 megabitin maanlaajuinen verkkoyhteys toteutuu. Ehkä tulevaisuudessa jokaisella ihmisellä on oma henkilökohtainen virtuaalinen tietokone valtion tai kaupungin tarjoamana perusoikeutena pilvessä. Tämä vähentäisi elektroniikkajätettä, sähkönkulutusta, palvelimien nykyistä turhaa tyhjäkäyntiä ja parhaassa tapa-

uksessa mahdollistaisi tietotasa-arvon. Visio on kuin tieteiskirjallisuudesta, mutta monet tieteiskirjallisuudessa kuvatut visiot ovat nykyään arkipäivää. Mielenkiintoista on myös pilvipalveluiden kehitys erilaisiksi sovellutuksiksi, kuten Amazonin uusi klusteri-GPU -instanssi (Amazon Cluster GPU Instance), jolla voidaan muun muassa streamata pelejä verkon välityksellä käyttäjälle. En olisi uskonut toissavuonna, että miniläppäreillä voidaan kohta pelata uusimpia tietokonepelejä.

Pilvipalveluissa on varjopuoliakin. Jos painotus IT-alalla alkaa siirtyä sisällöntuotantoon, minne joutuvat järjestelmäpuolen työpaikat? Minne erikoistuneet laite- ja järjestelmätoimittajat? Tuleeko omasta tietokoneesta järjestetyn kallis, pienen yleisön erikoistuote ja mitä tapahtuu tietokoneiden myynti- ja huoltoliikkeille ja käytettyjen laitteiden kaupalle? Pelkona on, että pienet ja erikoistuneet laitevalmistajat katoavat, ja niiden mukana tekniset innovaatiot. Toki pilvipalvelut luovat työpaikkoja, mutta minne? Kuten Salo (2010, 92) kirjoittaa: sinne, missä kokonaiskustannukset ovat halvimmat. Verkko riippuvaisuuskaan ei ole aina hyvä asia. Vaikka verkko parantaa saatavuutta, se voi kaatua, mennä poikki ja kärsiä korkeasta latenssista. Internetiin kytketyt tiedot ovat alttiimpia tietomurroille kuin oman sisäverkon palvelimissa säilytettävä tieto.

Bellevuosiä suosittelisin hankkimaan pysyvän tallennustilan palvelun, johon tietokanta ja varmuuskopioit sijoitetaan. Amazonilla tällainen palvelu on Amazon Elastic Block Store (EBS), jonka käyttö on varsin yksinkertaista Amazon Management Consolen avulla. Toisekseen suosittelen oman AMI-levykuvan luontia valmiista palvelimista, joista instanssit voidaan helposti palauttaa vahingon sattuessa. AMI-levykuva sisältää virtuaalikoneen käyttöjärjestelmän, kirjastot, asennetut ohjelmat, datan ja asetukset, joten se on täydellinen varmuuskopio ja helppo käyttää uuden instanssin luonnissa. Kolmanneksi suosittelen harkitsemaan Rackspacea palveluntarjoajana. Instansseissa tieto on valmiiksi pysyvää, heillä on tunnetusti tehokas asiakaspalvelu, kilpailukykyiset hinnat ja varmuuskopiointi kahdesti päivässä. Rackspacen instansseille ei ole sammutus- tai keskeytystilaa, joten ne maksavat silloinkin kun ne ovat käyttämättä tai niihin ei synny verkkoliikennettä, mutta tuotetta ajatellen tämä tuskin on ongelma.

Jatkokehittämisideoiksi ehdotan tutkimusta pilvipalveluista ja tietosuojasta, ehdottomasti tietojenkäsittelyn ja liiketalouden opiskelijaparin yhteistyönä, koska pilvipalveluiden palvelusopimukset ja kansainväliset, Euroopan sisäiset ja maakohtaiset henkilötietolait eivät kuulu tietojenkäsittelyn opiskelijan osaamisalueeseen. Pilvipalveluiden tietoturva tulisi myös tutkia tarkemmin. Opinnäytetyössä voitaisiin selvittää tietoturvan teoriaa ja esittää käytännön työnä pilvi-instanssin tietoturvan parantaminen sekä yrityksen tietoturvakäytäntöjen katsaus suhteessa pilvipalveluihin. Lisäksi

opinnäytetyön voisi tehdä ohjelman siirtämisestä tai luomisesta pilvipalveluihin (IaaS- tai PaaS-palvelumallissa). Pilvipalvelut tulisi myös ehdottomasti huomioida tietojenkäsittelyn koulutusohjelmassa kurssin tai oppituntien muodossa.

Opinnäytetyötä tehdessäni opin valtavasti uudesta toimintamallista, isoista palveluntarjoajista sekä pilvitoimintamallin muodostaneista vanhemmista tekniikoista. Toisaalta tietojenkäsittelyn kehitys nykyhetkeen aukesi minulle uudella tavalla. Lisäksi harjaannuin huomattavasti tiedonhaussa ja kirjallisuuden käyttämisessä lähteinä, jotka ovat tärkeitä taitoja tulevaisuudessa. Opin hieman myös virtuaalipalvelimen hallinnasta SSH-yhteydellä ja pienyritysten liiketoiminnasta. Uskon, että saavuttamallani tietotaidolla on merkittävää arvoa tulevaisuuden työelämässä.

LÄHTEET

- Aakala, K. & Asp, R. 2009. Järjestelmätuen peruskirja. Porvoo: WS Bookwell.
- Alakiuttu, T., projektipäällikkö, KILPA/Oulun seudun ammattikorkeakoulun liiketalouden yksikkö. RE: Tilanpäivitys pilvipalvelut opinnäytetyö. Sähköpostiviesti, 1.4.2011.
- Amazon Web Services. 2011a. Hakupäivä 5.4.2011, <http://aws.amazon.com/>.
- Amazon Web Services. 2011b. Amazon EC2 Pricing. Hakupäivä 3.4.2011 <http://aws.amazon.com/ec2/pricing/>.
- Amazon Web Services. 2011c. Elastic Block Storage. Hakupäivä 3.4.2011 <http://aws.amazon.com/ebs/>.
- Amazon Web Services. 2011d. Amazon SimpleDB. Hakupäivä 5.4.2011 <http://aws.amazon.com/simpledb/>.
- Amazon Web Services. 2011e. Amazon Amazon Relational Database Service (Amazon RDS). Hakupäivä 5.4.2011, <http://aws.amazon.com/rds/>.
- Amazon Web Services. 2011f. Amazon Simple Storage Service (Amazon S3). Hakupäivä 3.4.2011 <http://aws.amazon.com/s3/>.
- Amazon Web Services. 2011g. Amazon Web Services Simple Monthly Calculator. Hakupäivä 28.3.2011 <http://calculator.s3.amazonaws.com/calc5.html>.
- Amazon Web Services. 2011h. AWS Management Console. Sisäinen lähde. Hakupäivä 4.4.2011 <https://console.aws.amazon.com/ec2/home?region=eu-west-1#s=Home>.
- Amazon Web Services. 2011i. Request Instances Wizard. Sisäinen lähde. Hakupäivä 4.4.2011 <https://console.aws.amazon.com/ec2/home?region=eu-west-1#s=Home>.
- Amazon Web Services. 2011j. Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2). Hakupäivä 28.3.2011; <http://aws.amazon.com/ec2/>.
- Belleviews. 2010a. Bellememory. Hakupäivä 7.11.2010 <http://www.belleviews.fi/bellememory.html>.
- Bogatin, D. 2006. Google CEO's new paradigm: 'cloud computing and advertising go hand-in-hand'. Hakupäivä 17.11.2010 <http://www.zdnet.com/blog/micro-markets/google-ceos-new-paradigm-cloud-computing-and-advertising-go-hand-in-hand/369>.
- Carpenter, V. 2006. Amazon EC2 and S3 – Implications for the Enterprise. Hakupäivä 17.11.2010, <http://www.j2eegeek.com/blog/2006/09/03/amazon-ec2-and-s3-implications-for-the-enterprise/>.

Docendo. 2010. Kirjailijat – Immo Salo. Hakupäivä 16.11.2010
<http://www.docendo.fi/?p=company&sp=writer&wrid=293>.

Falck, K. 2010. Pilvikin tarvitsee ylläpitäjän. Tietokone 29 (5), 22.

Finnet. 2009. Supermatrix. Hakupäivä 21.11.2010
<http://www.finnet.fi/index/finnetryhma/supermatrix.html>.

Google. 2011a. What Is Google App Engine?. Hakupäivä 3.4.2011
<http://code.google.com/intl/fr/appengine/docs/whatisgoogleappengine.html>.

Google. 2011b. Billing and Budgeting Resources – Google App Engine. Hakupäivä 3.4.2011
<http://code.google.com/intl/fr/appengine/docs/billing.html>.

Heino, P. 2010. Palveluja pilvestä - Vihaa kiinteitä kuluja. Hakupäivä 16.11.2010
<http://www.tietoviikko.fi/blogit/pilvesta/article393531.ece>.

Heino, P. 2010. Pilvipalvelut. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy.

Hintikka, K. 2009. Tietojenkäsittelyä pilvessä. MikroBitti (8), 67.

Hämäläinen, P. 2008. Palveluita pilvessä. Tietokone 27 (4), 65-66.

Innome Oy. 2011. Webhotelli.com. Hakupäivä 28.3.2011 <http://www.webhotellit.com/>.

Kiljunen, M. 2003. Tilastokeskus. Pk-yrityksiä on... niin kuin ne lasketaan. Hakupäivä 26.4.2011
http://www.stat.fi/tup/tieto aika/tilaajat/ta_11_03_pkyrit.html.

Knudsen, M. 2005. Setting up X11 tunneling in PuTTY. Hakupäivä 4.4.2011
<http://e.molioner.dk/guides/puttyx11>.

Kogan Page USA. 2010. Mark I Williams. Hakupäivä 16.11.2010
<http://www.koganpage.com/products/author/Williams/1001990/>.

Komission hyväksymä mikroyritysten sekä pienten ja keksisuurten yritysten määritelmä, 6.5.2003, 2003/361/EY, EUVL L 124, 20.5.2003, 39.

Kotilainen, S. 2009. Pilvi – uusi alusta tietokonemaailmaan. Tietokone 28 (3), 46-47.

Krutz, R. & Vines, R. 2010. Cloud Security. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc.

Lukkari, J. 2008. Pilvilaskenta on tietotekniikan uusi mantra. Tekniikka & Talous 27, s. 19.

Microsoft. 2011a. Windows Azure Compute. Hakupäivä 3.4.2011
<http://www.microsoft.com/windowsazure/compute/default.aspx>.

Microsoft. 2011b. Windows Azure Storage. Hakupäivä 3.4.2011
<http://www.microsoft.com/windowsazure/storage/default.aspx>.

Microsoft. 2011c. Windows Content Distribution Network (CDN). Hakupäivä 3.4.2011
<http://www.microsoft.com/windowsazure/cdn/default.aspx>.

Microsoft. 2011d. Windows Azure Pricing. Hakupäivä 3.4.2011
<http://www.microsoft.com/windowsazure/pricing/>.

Mustonen, J., opiskelija, Oulun seudun ammattikorkeakoulu/Liiketalouden yksikkö. 2010. Aloitusseminaari 14.9.2010.

Mustonen, J., opiskelija, Oulun seudun ammattikorkeakoulu/Liiketalouden yksikkö. 2010. Ohjausseminaari 22.11.2010.

NIST. 2010. National Institute of Standards and Technology. Hakupäivä 21.11.2010
<http://www.nist.gov/index.html>.

Oulun seudun ammattikorkeakoulu. 2010. KILPA - Kilpailukykyä Oulun alueen ICT-yrityksille. Hakupäivä 7.11.2010 <http://www.oamk.fi/liike/tk/hankkeet/hankeportfolio/kilpa/>.

O'Reilly Media. 2010. George Reese. Hakupäivä 12.11.2010
<http://www.oreillynet.com/pub/au/429>.

Pakarinen, J. 2008. Järjestelmätuki. Hansaprint Oy.

Planeetta Internet Oy. 2011a. Planeetta Internet. Hakupäivä 28.3.2011
<http://www.planeetta.net/>.

Planeetta Internet Oy. 2011b. Planeetta Palvelin tilauslomake. Hakupäivä 30.3.2011
<https://www.planeetta.net/palvelin/tilauslomake.html>.

PuTTY. 2010a. PuTTY: a free telnet/ssh client. Hakupäivä 4.4.2011
<http://www.chiark.greenend.org.uk/~sgtatham/putty/>.

PuTTY. 2010b. PuTTY Download Page. Hakupäivä 5.4.2011
<http://www.chiark.greenend.org.uk/~sgtatham/putty/download.html>.

Rackspace. 2011a. About Rackspace. Hakupäivä 4.4.2011
<http://www.rackspace.com/information/aboutus.php>.

Rackspace. 2011b. Cloud Sites Pricing from Rackspace Cloud Hosting. Hakupäivä 28.3.2011
http://www.rackspace.com/cloud/cloud_hosting_products/sites/pricing/.

Rackspace. 2011c. Cloud Servers. Hakupäivä 4.4.2011
http://www.rackspace.com/cloud/cloud_hosting_products/servers/.

Rackspace. 2011d. Cloud Server Compared to Cloud by Other Providers. Hakupäivä 4.4.2011;
http://www.rackspace.com/cloud/cloud_hosting_products/servers/compare/.

Rackspace. 2011e. Cloud Servers Support from Rackspace Cloud Hosting. Hakupäivä 4.4.2011;
http://www.rackspace.com/cloud/cloud_hosting_products/servers/support/.

Reese, G. 2009. Cloud Application Architectures. Sebastopol: O'Reilly Media, Inc.

Rousku, K. 2009. Nettipilvestä uusia palveluita. MikroPC (1), 48-49.

Salo, I. 2010. Cloud computing palvelut verkossa. Porvoo: Bookwell Oy.

Sarajärvi, S. & Tuomi, J. 2003. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Jyväskylä: Gummerrus Kirjapaino Oy.

Savolainen, H. 2009. Pilvipalvelu-nimeä käytetään usein väärin. Hakupäivä 21.11.2010
http://www.tietoviikko.fi/kaikki_uutiset/article337070.ece.

Sims, K. 2007. IBM Introduces Ready-to-Use Cloud Computing. Hakupäivä 17.11.2010
<http://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/22613.wss>.

Stanford University. 2011. Virtual Server (Managed). Hakupäivä 28.3.2011
<https://itservices.stanford.edu/service/virtualserver>.

Suomen Hostingpalvelu Oy. 2011. Domain ja webhotelli luotettavasti ja nopeasti. Hakupäivä 31.3.2011
<https://www.hostingpalvelu.fi/>.

Supermatrix. 2010. Etusivu. Hakupäivä 21.11.2010, <http://www.supermatrix.fi/jt3/index.php>.

Teglet, T. 2008. IBM to Invest \$400 Million in Cloud Computing. Hakupäivä 17.11.2010
<http://news.softpedia.com/news/IBM-to-Invest-400-Million-on-Cloud-Computing-91400.shtml>.

The Economist. 2008. A survey of corporate IT: Let it rise. Hakupäivä 17.11.2010
http://www.economist.com/node/12411882?story_id=12411882.

Vainionpää, S., myyntipäällikkö, Nebula Oy Internet-services. [#WUR-892573]: Tiedustelu pilvipalveluista. Sähköpostiviesti, 19.11.2010.

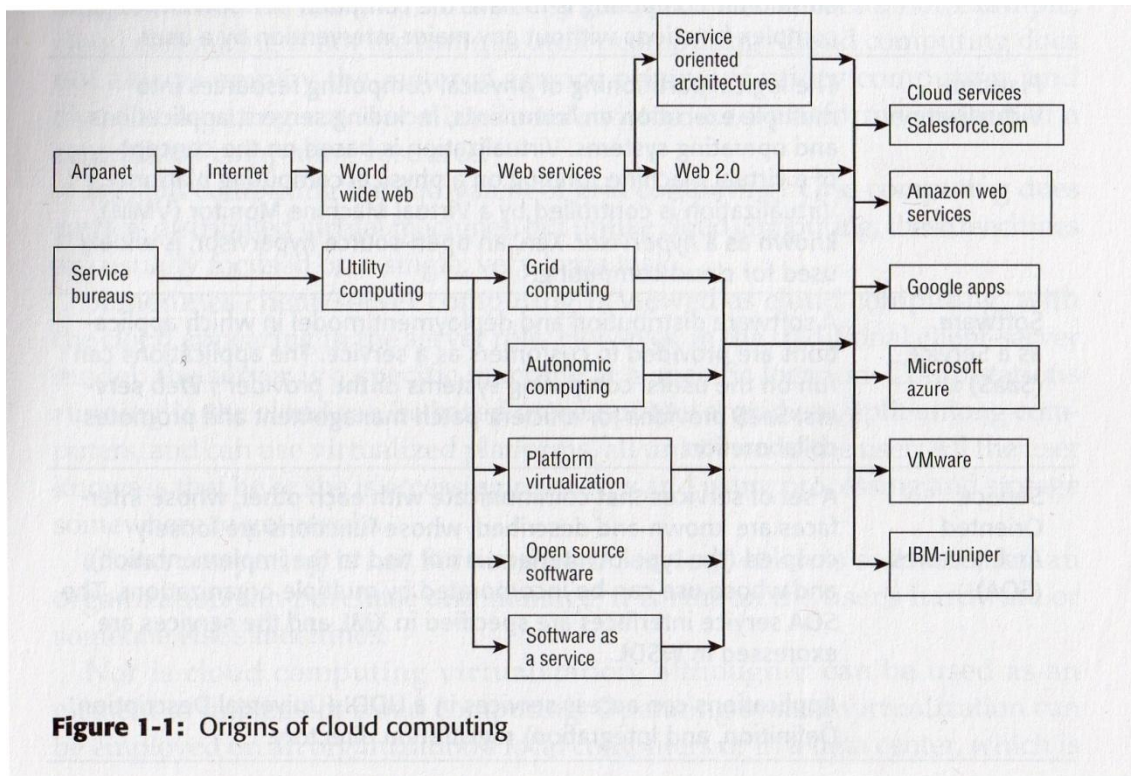
Wikipedia. 2011. Web hosting service. Hakupäivä 28.3.2011
http://en.wikipedia.org/wiki/Web_hosting_service.

Wiley-VCH. 2010. Krutz, Ronald L. / Vines, Russell Dean - Cloud Security. Hakupäivä 16.11.2010
<http://www.wiley-vch.de/publish/en/books/ISBN978-0-470-58987-8/description/?sID=sldev34sgi8nnq4tqnevjlplaa4>.

Williams, M. 2010. A Quick Start Guide to Cloud Computing. London: Kogan Page.

Willis, J. 2009. Did Google's Eric Schmidt Coin "Cloud Computing"?. Hakupäivä 17.11.2010
<http://cloudcomputing.sys-con.com/node/795054>.

Ylä-Jääski, V. 2010. Kotitietokone sukeltaa pilveen. TM: Tekniikan maailma 58 (14), 66-71.



(Krutz & Vines 2010, 5.)

Instance Types

Standard Instances

Instances of this family are well suited for most applications.

- Small Instance (Default) 1.7 GB of memory, 1 EC2 Compute Unit (1 virtual core with 1 EC2 Compute Unit), 160 GB of local instance storage, 32-bit platform
- Large Instance 7.5 GB of memory, 4 EC2 Compute Units (2 virtual cores with 2 EC2 Compute Units each), 850 GB of local instance storage, 64-bit platform
- Extra Large Instance 15 GB of memory, 8 EC2 Compute Units (4 virtual cores with 2 EC2 Compute Units each), 1690 GB of local instance storage, 64-bit platform

Micro Instances

Instances of this family provide a small amount of consistent CPU resources and allow you to burst CPU capacity when additional cycles are available. They are well suited for lower throughput applications and web sites that consume significant compute cycles periodically.

- Micro Instance 613 MB of memory, up to 2 ECUs (for short periodic bursts), EBS storage only, 32-bit or 64-bit platform

High-Memory Instances

Instances of this family offer large memory sizes for high throughput applications, including database and memory caching applications.

- High-Memory Extra Large Instance 17.1 GB memory, 6.5 ECU (2 virtual cores with 3.25 EC2 Compute Units each), 420 GB of local instance storage, 64-bit platform
- High-Memory Double Extra Large Instance 34.2 GB of memory, 13 EC2 Compute Units (4 virtual cores with 3.25 EC2 Compute Units each), 850 GB of local instance storage, 64-bit platform
- High-Memory Quadruple Extra Large Instance 68.4 GB of memory, 26 EC2 Compute Units (8 virtual cores with 3.25 EC2 Compute Units each), 1690 GB of local instance storage, 64-bit platform

High-CPU Instances

Instances of this family have proportionally more CPU resources than memory (RAM) and are well suited for compute-intensive applications.

- High-CPU Medium Instance 1.7 GB of memory, 5 EC2 Compute Units (2 virtual cores with 2.5 EC2 Compute Units each), 350 GB of local instance storage, 32-bit platform
- High-CPU Extra Large Instance 7 GB of memory, 20 EC2 Compute Units (8 virtual cores with 2.5 EC2 Compute Units each), 1690 GB of local instance storage, 64-bit platform

Cluster Compute Instances

Instances of this family provide proportionally high CPU with increased network performance and are well suited for High Performance Compute (HPC) applications and other demanding network-bound applications. [Learn more](#) about use of this instance type for HPC applications.

- Cluster Compute Quadruple Extra Large 23 GB memory, 33.5 EC2 Compute Units, 1690 GB of local instance storage, 64-bit platform, 10 Gigabit Ethernet

(Amazon Web Services 2011j, hakupäivä 28.3.2011.)

Rakenna oma palvelin

Rakenna tällä sivulla oma palvelimesi valitsemalla haluamasi resurssit ja palvelut. Näet sivun oikeassa laidassa palvelimesi toteutuvan hinnan reaaliajassa. Saat 15 % alennuksen palvelimen hinnasta jos valitset 12 kk laskutuskauden.

Laskutuskausi 3 kuukautta 12 kuukautta Alennus 15 %

Kampanjakoodi

Planeetta Palvelin

Hinta **20,00** euroa/kk

Hintaan lisätään ALV 23 %.

Järjestelmä

Käyttöjärjestelmä ⓘ

- Windows Server 2008 R2
- Linux: CentOS 5.5 0 € / kk
- Linux: Ubuntu 10.4 LTS
- Linux: Debian GNU/Linux 6.0

Resurssit ja suorituskyky ⓘ

Muisti	<input type="range" value="512"/>	512 Mt	0 € / kk
Levytila	<input type="range" value="5"/>	5 Gt	0 € / kk
Suorittimet	<input type="range" value="0"/>	0 kpl	0 € / kk

Verkko ja nimipalvelut ⓘ

IP-osoitteet	<input type="range" value="1"/>	1 kpl	0 € / kk
Liikennöintisuositus	<input type="range" value="100"/>	100 Gt	0 € / kk
Nimipalvelut	<input type="range" value="10"/>	10 kpl	0 € / kk

Palvelut

Varmuuskopointi ⓘ

- Ei varmuuskopointia, olen itse vastuussa varmuuskopioista
- Varmuuskopointi levyille kerran vuorokaudessa, säilytys viikko taaksepäin 0 € / kk
- Lisäksi varmuuskopointi nauhalle kerran viikossa, säilytys puoli vuotta taaksepäin

Asiakaspalvelu ⓘ

- Asiakaspalvelu sähköpostilla 0 € / kk
- Puhelinpalvelu arkisin kello 9-17

Lisäpalvelut ⓘ

- Ylläpitopalvelu 0 € / kk
- Huolenpitopalvelu 24/7 0 € / kk

© 2002-2011 Planeetta Internet Oy
Valloita paikkasi internetissä - www.planeetta.net

(Planeetta Internet Oy 2011b, hakupäivä 30.3.2011.)

PALVELUNTARJOAJIEN HINTAVERTAILU

Tarjoja	RAM	Levytilä	Instanssin käyttö 730h/Kk	Persistentti tallennustila / Kk	Data ulos 100 GB / Kk	Data sisään 1 GB / Kk	Yhteensä / Kk
Amazon EC2, Irlanti, Small Linux/UNIX (32bit)	1,7 GB	160 GB	\$69,35	\$12,32	\$15,00	\$0,10	66,30 €
Amazon EC2, Irlanti, Small Windows Server (32bit)	1,7 GB	160 GB	\$87,60	\$12,32	\$15,00	\$0,10	78,80 €
Rackspace Linux/UNIX	2 GB	80 GB	\$87,60	-	\$18,00	\$0,08	72,80 €
Rackspace Window Server	2 GB	80 GB	\$116,80	-	\$18,00	\$0,08	92,90 €
MS Azure Small Instance VM Role, Windows Server	1,75 GB	225 GB	\$86,40	\$22	\$15,00	\$0,10	85,60 €
Amazon EC2, Irlanti, Large Linux/UNIX (64bit)	7,5GB	850 GB	\$277,40	\$45,76	\$15	\$0,10	231,70 €
Amazon EC2, Irlanti, Windows Server (64bit)	7,5GB	850 GB	\$350,60	\$45,76	\$15	\$0,10	281,90 €
Rackspace Linux/UNIX	8 GB	320 GB	\$350,40	-	\$18	\$0,8	253 €
Rackspace Windows Server	8 GB	320 GB	\$423,40	-	\$18	\$0,8	302,90 €
MS Azure Large Instance VM Role, Windows Server	7 GB	1000 GB	\$350,40	\$78,00	\$15,00	\$0,10	303,80 €
Suuremmalla tietoliikenteellä	Data ulos 1000 GB / Kk	Data sisään 5 GB / Kk	Yhteensä / Kk	Data ulos 5000 GB / Kk	Data sisään 25 GB / Kk	Yhteensä / Kk	
Amazon EC2, Irlanti, Small Linux/UNIX (32bit)	\$150,00	\$0,50	159,00 €	-	-	-	-
Amazon EC2, Irlanti, Small Windows Server (32bit)	\$150,00	\$0,50	171,50 €	-	-	-	-
Rackspace Linux/UNIX	\$180,00	\$0,4	183,60 €	-	-	-	-
Rackspace Window Server	\$180,00	\$0,4	203,60 €	-	-	-	-
MS Azure Small Instance VM Role, Windows Server	\$150,00	\$0,50	177,30 €	-	-	-	-
Amazon EC2, Irlanti, Large Linux/UNIX (64bit)	\$150,00	\$0,50	324,50 €	\$750,00	\$2,50	736,80 €	
Amazon EC2, Irlanti, Windows Server (64bit)	\$150,00	\$0,50	374,60 €	\$750,00	\$2,50	787,00 €	
Rackspace Linux/UNIX	\$180,00	\$0,4	363,60 €	\$900,00	\$2,00	857,90 €	
Rackspace Windows Server	\$180,00	\$0,4	413,60 €	\$900,00	\$2,00	907,90 €	
MS Azure Large Instance VM Role, Windows Server	\$150,00	\$0,50	396,50 €	\$750,00	\$2,50	808,90 €	
Suuremmalla tietoliikenteellä	Data ulos 10 000 GB / Kk	Data sisään 50 GB / Kk	Yhteensä / Kk				
Amazon EC2, Irlanti, Small Linux/UNIX (32bit)	-	-	-				
Amazon EC2, Irlanti, Small Windows Server (32bit)	-	-	-				
Rackspace Linux/UNIX	-	-	-				
Rackspace Window Server	-	-	-				
MS Azure Small Instance VM Role, Windows Server	-	-	-				
Amazon EC2, Irlanti, Large Linux/UNIX (64bit)	\$1 500,00	\$5,00	1 252,30 €				
Amazon EC2, Irlanti, Windows Server (64bit)	\$1 500,00	\$5,00	1 302,40 €				
Rackspace Linux/UNIX	\$1800,00	\$4,00	1 475,80 €				
Rackspace Windows Server	\$1800,00	\$4,00	1 525,80 €				
MS Azure Large Instance VM Role, Windows Server	\$1500,00	\$5,00	1 324,40 €				

Hintavertailun kohdassa *Persistentti tallennustila / kk* Amazonin pienet Linux ja Windows Server instanssit sisältävät 80 gigatavua persistenttiä tallennustilaa ja 32 miljoonaa I/O siirrantää (I/O operation), Rackspacen instanssien tallennustila on automaattisesti persistenttiä ilman lisäkustannuksia ja Microsoft Azuren pieni instanssi sisältää 80 gigatavua ja 10 miljoonaa tallennustapahtumaa (storage transaction). Amazonin suuret Linux ja Windows instanssit sisältävät 320 gigatavua persistenttiä tallennustilaa ja 96 miljoonaa I/O siirrantää ja Microsoft Azuren suuri instanssi sisältää vastaavasti 320 gigatavua persistenttiä tallennustilaa ja 30 miljoonaa siirtotapahtumaa. On myös huomioitava, että I/O siirrännät ja siirtotapahtumat eivät ole tarkoita samaa asia ja ole sikäli suoraan vertailukelpoisia. Microsoft tarkoittaa siirtotapahtumilla Storage –palveluunsa kohdistuvia komentoja ja I/O siirrännät ovat puolestaan palvelimen ajureilla ohjattavia, käyttäjästä riippuvia automaattisia tapahtumia eri komponenttien välillä.

Pienet instanssit on jätetty pois vertailusta, kun liikennettä syntyy yli 1000 gigatavua palvelimesta ulospäin per instanssi. Tämä siksi, että on epätodennäköistä, että pienen instanssin suorituskyky riittää esimerkiksi I/O siirrantöjen suhteen palvelemaan suurta tietoliikennettä.

Hintavertailussa ei oteta huomioon suuremmalla tietoliikenteellä mahdollisesti kasvavan persistentin datan ja I/O siirrantöjen tarvetta. Tämä johtuu siitä, että Rackspace palveluntarjoajalla yli 320 gigatavun tallennustila tulisi ostaa joko suuremman instanssin kautta, jolloin vertailu ei olisi enää tehoerojen vuoksi kelvollinen tai Cloud Files -lisäpalveluna, jolloin hintavertailusta tulisi turhan monimutkainen kahden eri tallennusdatan ja tietoliikenteen hinnoittelun vuoksi.

Google Apps -hinnasto			
Versio	Standard	Education	Premium
Hinta	0 €	0 €	40 €
Käyttäjämäärä	50	30 000	Rajoittamaton
Tallennustila / käyttäjä	7,5 Gt	7,5 Gt	25 Gt
Roskaposti- ja virussuoja sähköpostiin	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Google Calendar	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Google Talk	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Google Docs	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Google Sites	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Google Video	Ei	Kyllä, 10 Gt yhteensä	Kyllä, 3 Gt / käyttäjä
Postin sähköpostiturva	Ei	60 %:n alennus hinnasta	Kyllä
Mainosten poisto sähköpostista	Ei	Kyllä	Kyllä
99,9 %:n palvelutasolupaus	Ei	Ei	Ei

(Salo 2010, 124.)

Windows Azure

- Compute
 - Extra small instance*: \$0.05 per hour
 - Small instance (default): \$0.12 per hour
 - Medium instance: \$0.24 per hour
 - Large instance: \$0.48 per hour
 - Extra large instance: \$0.96 per hour
- AppFabric
 - Access Control
 - \$1.99 per 100,000 transactions
 - Service Bus
 - \$3.99 per connection on a "pay-as-you-go" basis
 - Pack of 5 connections \$9.95
 - Pack of 25 connections \$49.75
 - Pack of 100 connections \$199.00
 - Pack of 500 connections \$995.00
- Data Transfers***
 - North America and Europe regions: \$0.10 per GB in / \$0.15 per GB out
 - Asia Pacific Region: \$0.10 per GB in / \$0.20 per GB out
 - Inbound data transfers during off-peak times through June 30, 2011 are at no charge. Prices revert to our normal inbound data transfer rates after June 30, 2011.
- Virtual Network**
 - Windows Azure Connect - No charge during CTP
- Storage
 - \$0.15 per GB stored per month
 - \$0.01 per 10,000 storage transactions
- Content Delivery Network (CDN)
 - \$0.15 per GB for data transfers from European and North American locations
 - \$0.20 per GB for data transfers from other locations
 - \$0.01 per 10,000 transactions

SQL Azure

- Web Edition
 - \$9.99 per database up to 1GB per month
 - \$49.95 per database up to 5GB per month
- Business Edition
 - \$99.99 per database up to 10GB per month
 - \$199.98 per database up to 20GB per month
 - \$299.97 per database up to 30GB per month
 - \$399.96 per database up to 40GB per month
 - \$499.95 per database up to 50GB per month

(Microsoft 2011d, hakupäivä 3.4.2011.)