

Riku Nousiainen

**SUOMALAISTEN OHJELMISTOYRITYSTEN KUMPPA-
NUUSSUHTEET**



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
TIETOJENKÄSITTELYTIETEIDEN LAITOS
2018

TIIVISTELMÄ

Nousiainen, Riku

Suomalaisten ohjelmistoyritysten kumppanuussuhteet

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2018, 70 s.

Tietojärjestelmätiede, pro gradu -tutkielma

Ohjaaja: Luoma, Eetu

Asiasanat: ohjelmistoliiketoiminta, ohjelmistoyritykset, ohjelmistoekosysteemit

Ohjelmistoliiketoiminta eroaa perinteisestä valmistusliiketoiminnasta usein eri tavoin, sillä ohjelmistoliiketoiminnassa kaupankäynnin kohteena ovat ohjelmistot ja niihin liittyvät palvelut. Ohjelmistot ovat aineettomia, korkean katteen tuotteita, joita voidaan kopioida ja jaella kansainvälisille markkinoille matalin kustannuksin Internetin välityksellä. Ohjelmistoyritykset toimivat nykyään yleensä osana ohjelmistoekosysteemejä, joissa yritykset samanaikaisesti täydentävät toistensa kyvykkyyksiä sekä kilpailevat keskenään. Ohjelmistoekosysteemeissä toimivien yritysten menestyminen riippuu koko ohjelmistoekosysteemin menestyksestä. Tämän takia ohjelmistoekosysteemit ovat nykyään tärkeä osa-alue ohjelmistoyritysten kilpailuympäristöä tarkastellessa.

Tässä pro gradu -tutkielmassa tutkitaan Suomen ohjelmistomarkkinoiden keskeisimpiä toimijoita ja niiden muodostamia ekosysteemejä. Tutkielma koostuu kirjallisuuskatsauksesta ja empiirisestä osuudesta. Kirjallisuuskatsauksessa käsitellään ohjelmistoliiketoimintaa ja ohjelmistoekosysteemejä. Kirjallisuuskatsauksen yhteenvedossa esitellään kirjallisuuden perusteella luotu viitekehys, jonka avulla voidaan tarkastella ohjelmistoyrityksen toimintaa ja sen roolia ohjelmistoekosysteemeissä. Tutkielman empiirisessä osuudessa esitellään tutkielman aineiston pohjalta muodostettuja verkostoja, joiden rakennetta ja keskeisimpiä toimijoita analysoidaan verkostanalyysin menetelmillä.

ABSTRACT

Nousiainen, Riku

Partnerships between Finnish Software Companies

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2018, 70 p.

Information Systems, Master's Thesis

Supervisor: Luoma, Eetu

Keywords: software business, software companies, software ecosystems

Software business differs from traditional manufacturing business in many ways, as the software business is about doing business with software products and services. Software products are intangible, high margin products, which can be copied and distributed to global markets via the Internet with low costs. Software companies of today are acting as part of software ecosystems where the companies simultaneously compete and complement each other's capabilities. The success of software companies now depends on the success of the entire software ecosystem they're functioning in. Therefore, software ecosystems are an important area when examining the competitive environment of the software companies.

This master's thesis examines key players of Finland's software market and the ecosystems they comprise. The thesis consists of a literature review and an empirical study. The literature review examines software businesses and related ecosystems. In the summary a frame of reference based on referred literature is presented, which in turn can be used to examine the functions and roles of software companies within the software ecosystem. In the empirical study a series of networks compiled based on the referred materials are presented, and their structure and key players are analyzed with methods of network analysis.

KUVIOT

| | |
|---|----|
| KUVIO 1 Informaatioteknologia-alan markkinasegmentit (Hoch ym., 1999, s. 27) | 11 |
| KUVIO 2 Ohjelmiston arvoketjun yritystyyppit (Messerschmitt & Szyperski, 2003, s. 174) | 19 |
| KUVIO 3 Ohjelmistoyritysten liiketoimintamallien nelikenttä (Rajala & Westerlund, 2007) | 21 |
| KUVIO 4 Ohjelmistoyrityksen viitekehys | 31 |
| KUVIO 5 Verkoston leikkauspiste | 37 |
| KUVIO 6 Kahteen osaan hajonnut verkosto | 37 |
| KUVIO 7 Silta verkostojen välissä | 37 |
| KUVIO 8 Kamda-Kawai -algoritmillä visualisoitu verkosto | 38 |
| KUVIO 9 Suunnattu verkosto | 39 |
| KUVIO 10 Suuntaamaton verkosto | 41 |
| KUVIO 11 Leikkauspisteet | 45 |
| KUVIO 12 Sillat | 46 |

TAULUKOT

| | |
|--|----|
| TAULUKKO 1 Näyte tiedonkeruuvaiheessa luodun Excel-taulukon sisällöstä | 33 |
| TAULUKKO 2 Suunnatun verkoston keskeisimmät toimijat keskeisyysasteluvun perusteella | 40 |
| TAULUKKO 3 Suunnatun verkoston keskeisimmät toimijat läheisyyskeskeisyysluvun perusteella | 40 |
| TAULUKKO 4 Suuntaamattoman verkoston 15 keskeisintä yritystä keskeisyysasteen perusteella | 42 |
| TAULUKKO 5 Suuntaamattoman verkoston keskeisimmät toimijat läheisyyskeskeisyysluvun perusteella | 43 |
| TAULUKKO 6 Suuntaamattoman verkoston keskeisimmät toimijat välillisyykeskeisyysluvun perusteella | 44 |
| TAULUKKO 7 Suunnatun verkoston keskeisimmät toimijat | 47 |
| TAULUKKO 8 Suuntaamattoman verkoston keskeisimmät toimijat | 48 |
| TAULUKKO 9 Keskeisimmät toimijat yhteispisteiden perusteella | 50 |
| TAULUKKO 10 Tuloksista ilmenneet havainnot | 58 |

SISÄLLYS

| | |
|---|----|
| TIIVISTELMÄ..... | 2 |
| ABSTRACT | 3 |
| KUVIOT..... | 4 |
| TAULUKOT..... | 4 |
| SISÄLLYS | 5 |
| 1 JOHDANTO..... | 7 |
| 1.1 Keskeisimmät käsitteet..... | 8 |
| 1.2 Tutkielman tavoitteet | 8 |
| 1.3 Tutkimusmenetelmät | 9 |
| 1.4 Tutkielman rakenne..... | 10 |
| 2 OHJELMISTOLIIKETOIMINTA | 11 |
| 2.1 Ohjelmistoliiketoiminnan kehitys | 12 |
| 2.2 Ohjelmistoalan erityispiirteet..... | 14 |
| 2.2.1 Ohjelmistojen aineettomuus ja kopioitavuus | 14 |
| 2.2.2 Ohjelmiston arvoketju..... | 15 |
| 2.2.3 Ohjelmistoyritysten alhainen aloituskynnys..... | 15 |
| 2.2.4 Ohjelmistoalan kansainvälisyys | 16 |
| 2.2.5 Verkostovaikutus..... | 16 |
| 2.3 Ohjelmistoyritysten luokittelu | 18 |
| 3 OHJELMISTOLIIKETOIMINNAN EKOSYSTEEMIT..... | 23 |
| 3.1 Liiketoimintaekosysteemit..... | 23 |
| 3.2 Ohjelmistoekosysteemit | 24 |
| 3.2.1 Ohjelmistoekosysteemien jaottelu..... | 25 |
| 3.2.2 Ohjelmistoekosysteemin toimijoiden roolit..... | 28 |
| 4 KIRJALLISUUSKATSAUKSEN YHTEENVETO..... | 30 |
| 5 TIEDONKERUU JA EMPIIRISEN TUTKIMUKSEN MENETELMÄT | 32 |
| 5.1 Tutkielman tiedonkeruu | 32 |
| 5.2 Verkostojen muodostus..... | 34 |
| 5.3 Verkoston keskeisimpien toimijoiden selvittäminen..... | 35 |
| 5.4 Verkoston leikkauspisteiden ja siltojen selvittäminen | 36 |
| 6 VERKOSTON VISUALISOINTI JA KESKEISIMPIEN TOIMIJOIDEN SELVITTÄMINEN | 38 |
| 6.1 Suunnatun verkoston keskeisimmät toimijat | 39 |

| | | |
|-------|---|----|
| 6.1.1 | Suunnatun verkoston keskeisimmät toimijat keskeisyysasteen mukaan..... | 39 |
| 6.1.2 | Suunnatun verkoston keskeisimmät toimijat läheisyyskeskeisyysluvun perusteella..... | 40 |
| 6.2 | Suuntaamattoman verkoston keskeisimmät toimijat | 41 |
| 6.2.1 | Suuntaamattoman verkoston keskeisimmät toimijat keskeisyysasteen perusteella..... | 42 |
| 6.2.2 | Suuntaamattoman verkoston keskeisimmät toimijat läheisyyskeskeisyysluvun perusteella..... | 43 |
| 6.2.3 | Suuntaamattoman verkoston keskeisimmät toimijat välillisyykeskeisyysluvun perusteella | 43 |
| 6.3 | Leikkauspisteet ja sillat | 44 |
| 7 | VERKOSTOJEN KESKEISIMMÄT TOIMIJAT JA NIIDEN MUODOSTAMAT OHJELMISTOEKOSYSTEEMIT | 47 |
| 7.1 | Suunnatun verkoston keskeisimmät toimijat | 47 |
| 7.2 | Suuntaamattoman verkoston keskeisimmät toimijat | 48 |
| 7.3 | Keskeisimmät toimijat yhteispisteiden perusteella..... | 49 |
| 7.4 | Keskeisimpien toimijoiden esittely..... | 50 |
| 7.4.1 | Microsoft | 51 |
| 7.4.2 | IBM..... | 51 |
| 7.4.3 | Oracle..... | 52 |
| 7.4.4 | Tieto | 52 |
| 7.4.5 | SAP..... | 52 |
| 7.4.6 | Fujitsu | 53 |
| 7.5 | Keskeisimmät tekniset alustat..... | 53 |
| 8 | POHDINTA..... | 55 |
| 8.1 | Tulokset ja aiempi kirjallisuus..... | 56 |
| 8.2 | Tulosten luotettavuuden arviointi..... | 59 |
| 9 | YHTEENVETO | 60 |
| | LÄHTEET..... | 63 |
| | LIITE 1 KAMDA-KAWAI-ALGORITMILLÄ VISUALISOITU VERKOSTO..... | 66 |
| | LIITE 2 SUUNNATTU VERKOSTO..... | 67 |
| | LIITE 3 SUUNTAAMATON VERKOSTO..... | 68 |
| | LIITE 4 LEIKKAUSPISTEET | 69 |
| | LIITE 5 SILLAT..... | 70 |

1 Johdanto

Ohjelmistoliiketoiminta eroaa sen myyntiartikkelien eli ohjelmistojen ominaispiirteiden takia useilla eri tavoilla perinteisestä valmistusliiketoiminnasta. Ohjelmistot ovat aineettomia, minkä takia niitä voidaan kopioida lähes rajattomasti ilman merkittävää kustannusten nousua tai laadun heikkenemistä (Cusumano, 2004, s. 1). Ohjelmistoja voidaan myös kehittää ja muokata lähes rajattomasti eri toimialojen tarpeisiin (Messerschmitt & Szyperski, 2003, s. 6). Ohjelmistoyrityksillä on myös tietyillä segmenteillä merkittävästi alemmat aloituskustannukset kuin monien muiden toimialojen yrityksillä (Cusumano, 2004, s. 48).

Ohjelmistoala on kehittynyt vuosien myötä kohti suuntaa, jossa ohjelmistoyritykset eivät enää toimi itsenäisinä yksikköinä, jotka valmistavat ohjelmistonsa kokonaan itse ja joiden kaikki asiakkaat ovat heidän tuotteidensa loppukäyttäjiä. Nykyään ohjelmistoyritykset ovat verkostoituneita keskenään ja niistä on tullut riippuvaisia esimerkiksi muista ohjelmistotuote- ja -palveluyrityksistä, lisäarvoa tuottavista jälleenmyyjäyrityksistä, aktiivisista tuotetta tai palvelua muokkaavista asiakkaista ja useista muista eri toimijoista (Jansen, Finkelstein & Brinkemper, 2009.) Ohjelmistoyritysten monimutkaiset keskinäiset suhteet ovat muokanneet ohjelmistoalaa siten, että ohjelmistoyritykset toimivat nykyään yleensä osana ohjelmistoekosysteemejä, joissa ohjelmistotuotteiden, -teknologioiden ja -komponenttien jakelijat ja ostajat luovat yhteistyössä kilpailullista arvoa (Jansen & Cusumano, 2013). Ohjelmistoekosysteemeissä toimivien yritysten menestys riippuu omien toimintojen lisäksi myös koko ohjelmistoekosysteemin menestyksestä, minkä takia molempia osapuolia hyödyttävät kumppanuussuhteet ovat ohjelmistoekosysteemeissä tärkeitä. Tämän takia ohjelmistoekosysteemien keskeisimmässä asemassa olevat yritykset pyrkivätkin usein pelkästään omiin toimintoihinsa keskittymisen sijasta tukemaan koko ohjelmistoekosysteemin arvon kasvua. Esimerkiksi Microsoftin Windows-käyttöjärjestelmän menestys on riippuvainen sen ohjelmistoekosysteemiin kuuluvien toimijoiden menestyksestä (Iansiti & Levien, 2004.)

1.1 Keskeisimmät käsitteet

Tutkielman keskeisimmät käsitteet ovat ohjelmistoliiketoiminta (engl. software business), liiketoimintaekosysteemi (engl. business ecosystem) ja ohjelmistoekosysteemi (engl. software ecosystem). Rönkön, Peltosen, Ylitalon, Koiviston, Mutasen ja Valtakosken (2009) mukaan ohjelmistoliiketoiminnalla tarkoitetaan ohjelmistojen kehittämiseen, niiden myyntiin lisensseinä tai palveluina sekä ohjelmistoihin liittyviin palveluihin liittyvää liiketoimintaa. Liiketoimintaekosysteemillä taas tarkoitetaan Iansitin ja Levienin (2004) mukaan löyhää verkostoa, johon kuuluvat jakelijat, tavarantoimittajat, vastaavien palveluiden tai tuotteiden tuottajat, erilaisten teknologioiden tarjoajat, toimintojen ulkoistamista tarjoavat yritykset ja monia muita organisaatioita, jotka ovat vaikutuksessa verkostossa toimivien yritysten tuotteiden valmistukseen ja jakeluun. Ohjelmistoekosysteemillä puolestaan tarkoitetaan liiketoimintaekosysteemin alaryhmää, joka Boschin ja Bosch-Sijtseman (2010) mukaan koostuu ohjelmistoalustasta, sisäisistä ja ulkoisista kehittäjistä ja asiantuntijayhteisöstä, joka tarjoaa käyttäjäyhteisön tarpeita tyydyttäviä ratkaisuja.

1.2 Tutkielman tavoitteet

Tämä pro gradu -tutkielma koostuu kirjallisuuskatsauksesta ohjelmistoliiketoimintaa ja ohjelmistoekosysteemejä koskevaan kirjallisuuteen sekä empiirisestä osuudesta, jossa selvitettiin tutkielmaan kerätyn aineiston perusteella Suomen ohjelmistomarkkinoiden keskeisimpiä yrityksiä niiden kumppanuussuhteiden perusteella. Tutkielman kirjallisuuskatsauksen tarkoitus on perehdyttää tutkielman lukija perusteellisesti tutkielman aihepiiriin sekä vastata tutkielmalle asetettuihin tutkimuskysymyksiin:

- *Mitä tarkoitetaan ohjelmistoliiketoiminnalla?*
- *Mitä tarkoitetaan ohjelmistoekosysteemillä?*

Ohjelmistoliiketoimintaa tutkittaessa tutkielmassa oltiin erityisesti kiinnostuneita mitä ohjelmistoyritykset tekevät ja minkälaisia ohjelmistoyrityksiä on olemassa. Ohjelmistoekosysteemejä tutkittiin niiden verkostojen rakenteiden ja ekosysteemin erilaisten toimijoiden näkökulmasta. Vastausten löytäminen esitettyihin tutkimuskysymyksiin on mielekästä, sillä ohjelmistoliiketoiminnasta löytyy verrattain vähän tutkimuksia. Tämä ilmenee aiheesta koskevassa kirjallisuudessa esimerkiksi ohjelmistoliiketoiminnan käsitteen määritelmien vähäisestä määrästä. Tämän lisäksi ohjelmistoekosysteemit ovat suhteellisen uusi ja nopeasti leviävä ilmiö. Ohjelmistoyritykset toimivat nykyään enemmässä määrin osana laajempia verkostoja, minkä takia ohjelmistoyritysten tuleekin selviytyäkseen pohtia rooliansa ohjelmistoekosysteemissä (Bosch, 2009).

Ohjelmistoekosysteemeillä on myös mielenkiintoinen asema Suomen ohjelmistomarkkinoiden näkökulmasta tarkasteltuna. Esimerkiksi Nokia ylläpiti

aiemmin tuottoisaa ekosysteemiä, johon kuului monia suomalaisia ohjelmistoyrityksiä. Nokian matkapuhelinliiketoiminnan romahtamisen myötä monet suomalaiset ohjelmistoyritykset joutuivat asemoitumaan uudelleen Suomen ohjelmistomarkkinoilla. Tämän vuoksi onkin mielenkiintoista selvittää, että mitkä ovat Suomen nykyisten ohjelmistomarkkinoiden keskeisimmät toimijat ja minkälaisia ekosysteemejä ohjelmistomarkkinoille ylipäätään on muodostunut. Täten tutkielman empiirisen osuuden tutkimuskysymyksiksi valikoituivat seuraavat tutkimuskysymykset:

- *Mitkä ovat Suomen ohjelmistomarkkinoiden keskeisimmät yritykset?*
- *Minkälaisia ekosysteemejä ohjelmistomarkkinoille on muodostunut?*

Vastausten löytäminen asetettuihin tutkimuskysymyksiin on kiinnostavaa, koska se tarjoaa mahdollisesti lukijalleen merkittävää strategista tietoa Suomen ohjelmistomarkkinoista toimintaympäristönä. Etenkin oman ja muiden toimijoiden keskinäisten suhteiden ja ekosysteemin roolin tiedostamisesta on tullut yhä tärkeämpää ohjelmistoliiketoiminnassa. Esimerkiksi liiketoimintamalleja suunniteltaessa tulisi huomioida omien toimintojen lisäksi myös koko verkoston toiminta, sillä ohjelmistoyritykset luovat arvoa yhä enemmässä määrin monimutkaisia kumppanuussuhteita hyödyntämällä (Basole, 2009). Sopivien yhteistyökumppanien avulla yritykset voivat tuoda yhä nopeammin tuotteita tai palveluitaan markkinoille ja siten kilpailla tehokkaammin yhä kiristyneimmillä kansainvälisillä ohjelmistomarkkinoilla.

Tutkimuskysymyksiin vastaaminen on mielenkiintoista myös siksi, koska vastaavaa tutkimusta Suomen ohjelmistomarkkinoista ei ole tehty aiemmin, joten tätä tietoa ei ole saatavilla. Ohjelmistoalaa on muutenkin tutkittu verkostanalyysin näkökulmasta verrattain vähän sen mahdollistamien potentiaalisia hyötyjä ajatellen. Rahul Basole on tutkinut vuonna 2009 matkapuhelinten ympärille muodostunutta ekosysteemiä. Bala Iyer on puolestaan tutkinut mobiilimaksamisen ja pilvipalveluiden ympärille muodostuneita ekosysteemejä vuonna 2012 sekä teollisen internetin ympärille muodostunutta ekosysteemiä vuonna 2016. Tämä tutkielma pyrkii täydentämään tätä tutkimusaluetta ja tarjoamaan mielenkiintoisia jatkotutkimusaiheita sekä auttaa lukijaa ymmärtämään ohjelmistoyritysten monimutkaisista suhteista muodostuvia arvoketjuja ja siten ymmärtämään suomalaisten ohjelmistoyritysten toimintaympäristöä.

1.3 Tutkimusmenetelmät

Tämän pro gradu -tutkielman kirjallisuuskatsauksen ohjelmistoliiketoimintaa käsittelevän luvun tiedonhaku toteutettiin hakemalla informaatioteknologia-alan julkaisuja Google Scholar-, JYKDOK- ja AIS Electronic Library -tietokannoista hakusanoilla ”software business” ja ”software industry”. Kirjallisuuskatsauksen ohjelmistoekosysteemejä koskevaa lukua varten kirjallisuutta etsittiin puolestaan Konstantinos Manikaksen (2016) julkaisusta nimeltä ”Revisiting Software Ecosystem Research: A Longitudinal Literature Study”. Manikaksen (2016) julkaisu

on tuore ja systemaattinen kirjallisuuskatsaus ohjelmistoekosysteemejä koskevasta kirjallisuudesta, minkä takia kyseinen julkaisu soveltui hyvin lähteiden etsimiseen ohjelmistoekosysteemejä käsittelevän luvun koostamiseen.

Tutkielman empiirisen osuuden tiedonkeruu toteutettiin työpöytä tutkimuksena tutkielman lähdeaineistossa olleiden suomalaisten yli 10 henkilöä työllistävien ohjelmistoyritysten verkkosivujen pohjalta. Tutkielmassa tutkittiin näiden yritysten verkkosivut ja kerättiin kyseisten yritysten ilmoittamat kumppanuussuhteet Excel-taulukkoon. Kerätystä tiedosta muodostettiin ja visualisoitiin Pajek-nimisellä ohjelmistolla sekä suunnattu että suuntaamaton verkosto, joita tutkittiin tutkielman luvuissa 6 ja 7 verkostanalyysin menetelmillä. Täten tämä pro gradu -tutkielma voidaan luokitella sekä eksploratiiviseksi että konstruktiviseksi tutkielmaksi, sillä tutkielman empiirisen osuuden tutkimuskohteena on kumppanuussuhteista muodostuva verkosto, jota ei ole aiemmin tutkittu eikä mallinnettu.

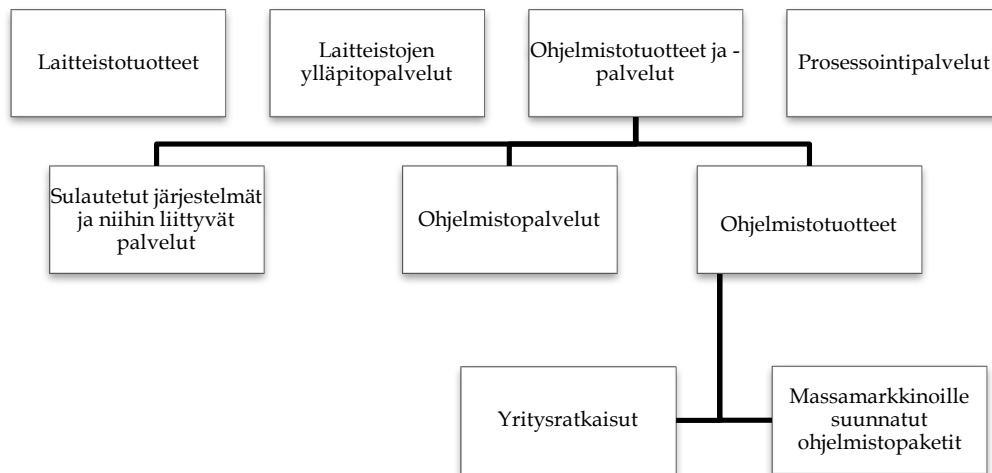
1.4 Tutkielman rakenne

Tämä pro gradu -tutkielma koostuu kahdesta osiosta ja yhdeksästä varsinaisesta luvusta. Tutkielman ensimmäinen osio on tutkielman teoriaosuus, joka toteutettiin kirjallisuuskatsauksena ohjelmistoliiketoimintaa ja -ekosysteemejä käsittelevään kirjallisuuteen. Teoriaosuuden ensimmäinen luku on johdanto, jossa esitellään tutkielman tausta, tutkimuskysymykset, tavoitteet, tutkimusmenetelmät ja tutkielman rakenne. Tutkielman toinen luku käsittelee ohjelmistoliiketoimintaa. Tässä luvussa esitellään ohjelmistoliiketoiminnan ominaispiirteitä ja erilaisten ohjelmistoyritysten luokittelua. Kolmannessa luvussa käsitellään ohjelmistoekosysteemien ominaispiirteitä ja rakenteita. Tutkielman neljäs luku on tutkielman teoriaosuuden yhteenveto ohjelmistoliiketoimintaa ja ohjelmistoekosysteemejä käsittelevästä kirjallisuudesta. Yhteenvedossa esitellään myös kirjallisuuden pohjalta muodostettu ohjelmistoyrityksen toimintaa kuvaileva viitekehys, josta ilmenee ohjelmistoyrityksen yritystyyppi, liiketoimintamalli ja rooli ohjelmistoekosysteemissä.

Tutkielman toisen kokonaisuuden muodostaa tutkielman empiirinen osa. Empiirisen osan ensimmäinen luku on luku 5, jossa esitellään tutkielman tiedonkeruun ja empiirisen tutkimuksen menetelmät. Luvussa 6 esitellään tutkielmassa muodostettujen verkostojen visualisoinnit sekä selvitetään kyseisten verkostojen keskeisimmät toimijat verkostanalyysin menetelmien avulla. Luvussa 7 esitellään verkostojen keskeisimmät toimijat ja analysoidaan niitä kirjallisuuskatsauksessa luodun viitekehysten avulla. Lisäksi kyseisessä luvussa esitellään verkostojen keskeisimpien toimijoiden tarjoamia teknisiä alustoja. Luvussa 8 esitellään tutkielman tulokset, pohditaan niiden suhdetta kirjallisuuteen ja arvioidaan tutkimusmenetelmien luotettavuutta. Tutkielman viimeinen luku on yhteenveto, jossa kerrataan mitä tutkielmassa tutkittiin, mihin tuloksiin päädyttiin sekä esitellään mahdollisia jatkotutkimusaiheita.

2 Ohjelmistoliiketoiminta

Tässä luvussa käsitellään ohjelmistoliiketoimintaa, sen kehitystä ja erityispiirteitä sekä ohjelmistoyritysten erilaisia luokitteluja. Ohjelmistoliiketoiminnalla (engl. software business) tarkoitetaan ohjelmistojen kehittämiseen, niiden myyntiin lisensseinä tai palveluina sekä ohjelmistoihin liittyviin palveluihin liittyvää liiketoimintaa (Rönkkö ym., 2009). Ohjelmistotuotteet ja niihin liittyvät palvelut voidaan jakaa Hochin, Roedingin, Purkertin, Lindnerin ja Müllerin mukaan (1999, s. 27) mukaan kolmeen alakategoriaan, jotka ovat ohjelmistotuotteet (engl. software products), ohjelmistoihin liittyvät palvelut (engl. professional software services) sekä sulautetut ohjelmistot ja niihin liittyvät palvelut (engl. embedded software including services) (kuvio 1).



KUVIO 1 Informaatioteknologia-alan markkinasegmentit (Hoch ym., 1999, s. 27)

Hochin ym. (1999, s. 27) mukaan ohjelmistotuotteilla tarkoitetaan joko massamarkkinoille suunnattuja ohjelmistopaketteja (engl. packaged mass-market software) tai yritysratkaisuja (engl. enterprise solutions). Massamarkkinoille suunnatut ohjelmistopakettit ovat laajalle kuluttajakunnalle suunnattuja ohjelmistopaketteja, joiden asentaminen ei ole työlästä. Esimerkkejä massamarkkinoille suunnatuista ohjelmistopaketeista ovat erilaiset käyttöjärjestelmät sekä tietokonepelit. (Hoch ym., 1999, s. 34.) Yritysratkaisuilla tarkoitetaan yrityksille kohdennettuja ohjelmistoja, kuten esimerkiksi toiminnanohjausjärjestelmiä. Erilaiset yritysratkaisut vastaavat nykyään useiden yritysten erilaisista liiketoimintaprosesseista, kuten esimerkiksi henkilöstöhallinnasta ja varastonhallinnasta (Hoch ym., 1999, s. 32–33.) Ohjelmistoihin liittyvillä palveluilla tarkoitetaan erilaisia palveluja, ku-

ten esimerkiksi konsultointia, järjestelmäintegraatiota, ohjelmointia, suunnittelua ja testausta. Sulautetuilla ohjelmistoilla ja niihin liittyvillä palveluilla tarkoitetaan pysyvästi ja muuttamattomasti laitteeseen integroituja ohjelmistoja ja niihin liittyviä palveluita. Sulautettuja ohjelmistoja esiintyy esimerkiksi erilaisissa kodinkoneissa ja matkapuhelimissa (Gregory, Nollen & Tenev, 2009, s. 5.)

2.1 Ohjelmistoliiketoiminnan kehitys

Ohjelmistoliiketoiminta sai alkunsa 1950-luvulla. Näin ovat esittäneet Hoch ym. (1999, s. 22), Messerschmitt & Szyperski (2003, s. 2) sekä Cusumano (2004, s. 86). Ensimmäisenä itsenäisenä ohjelmistoyritystä pidetään vuonna 1955 perustettua yritystä nimeltään Computer Usage Company. Kyseisen yrityksen perustivat entiset IBM:n työntekijät, jotka havaitsivat markkinoilla olevan kysyntää tieteellisiä laskelmia suorittaville ohjelmistoille (Hoch ym., 1999, s. 25–26; Cusumano, 2004, s. 90).

1950-luvulla ohjelmistoyrityksiä esiintyi lähinnä vain Yhdysvalloissa ja ne työskentelivät tyypillisesti Yhdysvaltojen puolustusministeriön hankintojen parissa. Nämä 1950- ja 1960-luvulla tehdyt hankinnat loivat perustan Yhdysvaltain ohjelmistoteollisuudelle, mikä osittain selittää yhdysvaltalaisen ohjelmistoyritysten hallitsevan aseman ohjelmistomarkkinoilla vielä tänä päivänäkin. 1950-luvun lopussa perustettiin myös ensimmäinen räätälöityjä ohjelmistoja valmistava yritys nimeltään Applied Data Research. Applied Data Research oli ensimmäinen yritys, joka myi ohjelmistotuotteita ilman laitteistoja. Tätä ennen ohjelmistot toimitettiin laitteistojen yhteydessä laitteistojen myynnin tukemiseksi. Applied Data Research -yrityksen ensimmäinen tuote oli vuokaavioiden tekemiseen tarkoitettu ohjelmisto nimeltä Autoflow, joka kirjoitettiin aluksi RCA:n laitteistoille ja myöhemmin myös IBM:n eri alustoille. Kyseisestä ohjelmistosta tuli maailman ensimmäinen patentoitu ohjelmistotuote. Räätälöityjen ohjelmistojen kysyntä kasvoi 1960-luvulle tultaessa. Samoihin aikoihin tietokoneiden näytöt, prosessorit, muistit sekä viestintäteknologia kehittyivät, minkä seurauksena myös ohjelmistoista oli mahdollista kehittää yhä yksityiskohtaisempia. 1960-luvun lopulla tietokoneiden kysyntä kasvoi ja samaan aikaan niistä tuli entistä monimutkaisempia, minkä takia ohjelmistojen muokkaaminen vaati enemmän ohjelmointitaitoja. Tietokoneiden suuri kysyntä ja laitteistojen monimutkaistuminen johtivat tilanteeseen, jossa monet laitteistovalmistajat eivät enää kyenneet vastaamaan räätälöityjen ohjelmistojen suureen kysyntään. Räätälöityjen ohjelmistojen suuren kysynnän myötä moni IBM:n ja muiden laitteistovalmistajien työntekijä siirtyi perustamaan oman itsenäisen ohjelmistoyrityksen. Näihin aikoihin itsenäiset ohjelmistoyritykset alkoivat yleistyä Yhdysvaltojen lisäksi myös sekä Euroopassa että Japanissa (Cusumano, 2004, s. 86–90.)

Ohjelmistotuotteiden myynti koki suuren kasvun 1960-luvun lopun ja 1970-luvun alun välisenä aikana. Ohjelmistotuotteiden myynnin kasvuun vaikutti aikansa suurimman tietokonevalmistajan IBM:n päätös erotella laitteiston ja ohjelmistojen myynnin erikseen vuonna 1969 (Steinmueller, 1996, s. 17). Tämä päätös helpotti ohjelmistoyrityksiä tuotteidensa kehityksessä ja markkinoinnissa, minkä

seurauksena itsenäisten ohjelmistoyritysten lukumäärä koki suuren kasvun maailmanlaajuisesti (Hoch ym., 1999, s. 264; Cusumano, 2004, s. 92). Lisäksi kyseisen päätöksen seurauksena kuluttajat joutuivat alkaa maksaa ohjelmistoista erikseen (Hoch ym., 1999, s. 264). IBM:n laitteiston ja ohjelmistojen myynnin erittelemisen seurauksena syntyneet itsenäiset ohjelmistoyritykset alkoivat valmistaa IBM:n tietokoneiden kanssa yhteensopivia ohjelmistoja (engl. IBM-compatible software) sekä IBM-kloonilaitteistoja (engl. IBM-clone hardware) (Cusumano, 2004, s. 92).

Näiden tapahtumien lisäksi ohjelmistotuotteiden myyntiin vaikutti 1960-luvun lopulla ja 1970-luvun alussa myös minitietokoneiden (engl. minicomputers) yleistyminen. Nämä minitietokoneet olivat pienempiä ja halvempia kuin niitä edeltävät suurtietokoneet (engl. mainframe computers). Halvemman hinnan myötä tietokoneiden hankinnasta ja niiden käytöstä tuli mahdollista myös pienemmissä organisaatioissa, minkä seurauksena edullisten kaupallisten ohjelmien kysyntä kasvoi (Steinmueller, 1996, s. 18–20.) 1970-luvun aikana kehittyi myös useita erilaisia yritysratkaisuja tarjoavia itsenäisiä ohjelmistoyrityksiä. Yritysratkaisujen yleistyminen johtui pääosin tietokantoja ja toiminnanohjausjärjestelmiä tarjoavien itsenäisten ohjelmistoyritysten kehityksestä. Eri alojen yritykset tarvitsivat tuolloin tietokantaohjelmistoja toimintojensa tueksi, mutta niitä ei ollut saatavilla laitteistojen yhteydessä. Tästä johtuen yritykset ostivat tietokantaohjelmistonsa itsenäisiltä ohjelmistoyrityksiltä, mikä johti itsenäisten yritysratkaisuja tarjoavien yritysten suosion kasvuun. Näiden lisäksi toiminnanohjausjärjestelmiä tarjoavat yritykset, kuten SAP, Baan ja Oracle aloittivat toimintansa 1970-luvun aikana (Hoch ym., 1999, s. 265–266.)

1980-luvun alussa ohjelmistoliiketoiminnassa tapahtui merkittävä murros IBM:n julkaiseman henkilökohtaisen tietokoneen (engl. personal computer, PC) yleistymisen myötä. IBM:n henkilökohtaisesta tietokoneesta tuli aikansa johtava alusta, jonka ympärille kehittyi lukuisia ohjelmistoyrityksiä kehittämään kyseiselle alustalle yhteensopivia ohjelmistoja. Henkilökohtaisten tietokoneiden yleistyminen mahdollisti uudenlaisten ohjelmistotuotteiden ja henkilökohtaisille tietokoneille tarkoitettujen massamarkkinoiden ohjelmistopakettien myynnin, minkä seurauksena ohjelmistoyritysten määrä kasvoi huomattavasti. Näihin aikoihin perustettiin useita kansainvälisesti menestyneitä ohjelmistoyrityksiä, kuten esimerkiksi Lotus, Corel, Adobe ja Autodesk. IBM:n henkilökohtaisen tietokoneen menestys vaikutti myös osaltaan Microsoftin kehittymiseen aikansa vaikutusvaltaisemmaksi ja menestyneimmäksi ohjelmistoyritykseksi. IBM oli ulkoistanut henkilökohtaisen tietokoneensa käyttöjärjestelmän kehityksen Microsoftille, minkä ansiosta ensin MS DOS -käyttöjärjestelmästä ja myöhemmin Windows-käyttöjärjestelmästä kehittyi markkinoiden suosituin käyttöjärjestelmä (Hoch ym., 1999, s. 268.).

Seuraava merkittävä murros ohjelmistoliiketoiminnassa tapahtui 1990-luvun puolivälissä Internetin yleistymisen ja sen mahdollistamien web-pohjaisten liiketoimintamahdollisuuksien myötä (Hoch ym., 1999, s. 269). Internet-teknologia yleistyi erityisesti vuonna 1994 tapahtuneen Netscape-selaimen julkistamisen jälkeen (Cusumano, 2004, s. 115). Netscape-selaimen avulla Internet-teknologiasta tuli helppokäyttöistä sen graafisen käyttöliittymän ja yksinkertaistetun Internet-sivujen navigoinnin ansiosta. Internet-teknologia ja helppokäyttöiset

verkkoselaimet mahdollistivat täysin uudenlaisten ohjelmistojen ja niihin liittyvien palveluiden tuottamisen, mikä johti Internetiin liittyvien yritysten suureen kasvuun 1990-luvun lopussa (Hoch ym., 1999, s. 270; Cusumano, 2004, s. 116). Useat näistä yrityksistä tavoittelivat Internetin mahdollistamia suuria kansainvälisiä markkinoita. Suurin osa näistä Internet-yrityksistä kuitenkin lopetti toimintansa 2000-luvun alussa, sillä verkkosivujen lukumäärä kasvoi lyhyessä ajassa miljooniin, minkä seurauksena kuluttajien houkuttelemisen yritysten verkkosivuille kallistui merkittävästi (Cusumano, 2004, s. 116). Lukuisista epäonnistuneista Internet-yrityksistä huolimatta, Internetin yleistymisellä oli merkittävä vaikutus myös muiden toimialojen liiketoimintaan, minkä seurauksena ohjelmistoliiketoiminta lähentyi muita toimialoja entisestään (Cusumano, 2004, s. 116; Hoch ym., 1999, s. 270).

2.2 Ohjelmistoalan erityispiirteet

Ohjelmistoliiketoiminnasta on muodostunut itsenäinen tutkimusalue ohjelmistoalalle ominaisten taloudellisten erityispiirteiden vuoksi (Hess ym., 2012). Ymmärtääkseen ohjelmistoliiketoiminnan luonnetta, on tärkeä hahmottaa ohjelmistoalalle tyypillisiä erityispiirteitä, sillä ohjelmistoliiketoiminnassa tehdään liiketoimintaa ohjelmistoilla ja niihin liittyvillä palveluilla. Tässä alaluvussa esitellään aihetta koskevassa kirjallisuudessa esiintyneitä ohjelmistoalan erityispiirteitä.

2.2.1 Ohjelmistojen aineettomuus ja kopioitavuus

Ohjelmistoala eroaa moneen muuhun teollisuudenalaan nähden valmistettävien myyntiartikkeleiden aineettomuuden takia. Ohjelmistot ovat korkean katteiden tuotteita, joilla ei ole fyysisiä rajoitteita, minkä vuoksi ohjelmistoja voidaan kehittää ja muokata lähes rajattomasti erilaisiin tarpeisiin. Fyysisten rajoitteiden sijaan ohjelmistojen muokkaamisen rajoitteet ovat taloudellisia, sosiaalisia ja käsitteellisiä (Messerschmitt & Szyperski, 2003, s. 6; Cusumano, 2004, s. 1.)

Aineettomuuden lisäksi ohjelmistotuotteet eroavat muiden teollisuudenalojen tuotteista niiden kopioitavuuden vuoksi. Ohjelmistoja voidaan kopioida rajattomasti ilman merkittävää kustannusten nousua ja niitä voidaan jakaa edullisesti Internetin välityksellä maailmanlaajuisesti. Yhden tai useamman ohjelmistotuotteen valmistuskustannukset ovat lähes samat eikä ohjelmistotuotteen laatu heikkene sitä kopioidessa. Ohjelmistojen kopioitavuus mahdollistaa kuitenkin myös niiden luvattoman kopioinnin. Tekijänoikeuslait kuitenkin suojelevat ohjelmistoyrityksiä heidän tuotteidensa kopioinnin väärinkäytöksiltä. (Cusumano, 2004, s. 1; Hess, ym., 2012; Schief, Buxmann & Schiereck, 2013.) Ohjelmistojen kopioitavuuden vuoksi ohjelmistotuotteita valmistavien yritysten tuotteiden valmistuksen muuttuvat kustannukset ovat matalat. Tuotteiden valmistuskustannukset koostuvat pääosin ohjelmiston suunnittelusta, toteutuksesta, markkinoinnista ja myynnistä (Hoch ym., 1999, s. 40.)

2.2.2 Ohjelmiston arvoketju

Ohjelmistojen valmistuminen loppukäyttäjien käytettäväksi tapahtuu Messerschmitin ja Szyperskin (2003, s. 122) mukaan kahden eri arvoketjun mukaisesti. Nämä arvoketjut ovat vaatimusten arvoketju (engl. requirements value chain) ja toimituksen arvoketju (engl. supply value chain). Vaatimusten arvoketjun eri vaiheet ovat analyysi ja suunnittelu, toimeenpano, toimitus ja operointi. Toimituksen arvoketjun vaiheita ovat toimeenpano, toimitus, operointi sekä käyttö. Jokainen arvoketjun vaihe lisää tuotettavan ohjelmiston arvoa (Messerschmitt & Szyperski, 2003, s. 122.)

Vaatimusten arvoketju alkaa analyysillä ja suunnittelulla. Analyysi- ja suunnitteluvaiheessa määritellään ohjelmiston tulevan käyttäjän tarpeet ja vaatimukset sekä suunnitellaan tavat, joilla käyttäjän tarpeet ja vaatimukset saadaan toteutettua. Analyysi- ja suunnitteluvaiheen tarkoituksena on saada tuotettua yksityiskohtainen kuvaus ohjelmiston toimeenpanon vaatimuksista. Analyysi- ja suunnitteluvaiheen jälkeen vuorossa on toimeenpanovaihe, joka pitää sisällään ohjelmointia ja testausta. Toimeenpanovaiheen jälkeen seuraa toimitusvaihe, johon kuuluu ohjelmistojen asennusta, testaamista ja muita mahdollisia toimenpiteitä, jotta voidaan siirtyä operointivaiheeseen. Operointivaiheeseen kuuluu erilaiset ohjelmiston ylläpitotehtävät (Messerschmitt & Szyperski, 2003, s. 122–123.)

Toimituksen arvoketju alkaa ohjelmointia ja testausta sisällään pitävällä toimeenpanovaiheella, jonka lopputulema on toimiva ohjelmisto, jota voidaan käyttää, myydä ja levittää. Toimeenpanovaiheen jälkeen vuorossa on toimitusvaihe, johon kuuluu ohjelmiston toimitus, asennus, integrointi, testaaminen ja asiakkaan kouluttaminen sen käyttöön. Toimitusvaiheen tavoitteena on saada ohjelmisto valmiiksi asiakkaan käytettäväksi. Toimitusvaiheen jälkeen seuraa operointivaihe, johon kuuluu erilaisia ohjelmiston ylläpitotehtäviä, kuten päivitysten toimittamista ja käyttäjätukea. Viimeisenä vaiheena toimituksen arvoketjussa on käyttövaihe, jossa ohjelmisto luo arvoa sen käyttäjille ja sitä käyttäville organisaatioille (Messerschmitt & Szyperski, 2003, s. 123–125.)

2.2.3 Ohjelmistoyritysten alhainen aloituskynnys

Kirjallisuuden perusteella ohjelmistoyrityksillä on myös selkeästi alhaisempi aloituskynnys verrattuna monien muiden teollisuudenalojen yrityksiin. Esimerkiksi Schief ym. (2013) esittävät, että ohjelmistojen kehittämisen aloituskynnys on verrattain matala. Cusumanon (2004, s. 48) mukaan erityisesti ohjelmistoihin liittyviä palveluita ja konsultaatioita tuottavilla yrityksillä on suhteellisen matala aloituskynnys. Toisaalta Cusumano (2004, s. 48) myös toteaa, että yksittäisten yritysten on vaikea lähteä kilpailemaan esimerkiksi käyttöjärjestelmien segmentissä. Ohjelmistoyritysten matalaa aloituskynnystä korostavat myös Hoch ym. (1999, s. 38). Heidän mukaansa ohjelmistoalan yritysten matala aloituskynnys johtuu suhteellisen pienestä alkupääoman tarpeesta.

Hochin ym. (1999, s. 39) mukaan ohjelmistoalan matalat taloudelliset esteet kiihdyttävät innovaatioita, ja innovaatiot puolestaan alentaa ohjelmistoalalle

ryhtymisen teknisiä esteitä. Tämä on heidän mukaansa seurausta siitä, että matala pääoman tarve johtaa nopeampiin innovaatioihin ja teknisiin läpimurtoihin, jotka taas madaltavat ohjelmistoyritysten aloituskynnystä. Esimerkiksi maailmanlaajuisen World Wide Web -tietoverkon yleistymisen seurauksena uusien toimijoiden aloituskynnys madaltui entisestään (Hoch ym., 1999, s. 39).

2.2.4 Ohjelmistoalan kansainvälisyys

Ohjelmistoala on kirjallisuuden perusteella kansainvälistä liiketoimintaa, jossa on menestyviä yrityksiä ympäri maailman. Näin ovat esittäneet muun muassa Hoch ym. (1999, s. 14), Cusumano (2004, s. 46–47) sekä Hess ym. (2012). Ohjelmistoalalle tyypillinen vahva kansainvälisyys johtuu ohjelmistojen ominaisuuksista. Ohjelmistot voidaan valmistaa maailmanlaajuisesti ja myydä nopeasti Internetin välityksellä matalin kustannuksin. Tämä on mahdollistanut ohjelmistoyritysten laajentumisen kansainvälisille markkinoille, mutta toisaalta myöskin ajanut ohjelmistoyritykset kilpailemaan maailmanlaajuisesti keskenään. Toisin kuin monella muulla teollisuuden alalla, ohjelmistoalan yritykset eivät yleensä hyödy maiden sisäisillä markkinoilla kotimarkkinaedusta, mikä osaltaan kiristää ohjelmistoyritysten maailmanlaajuista kilpailua entisestään (Hess ym., 2012.)

2.2.5 Verkostovaikutus

Ohjelmistomarkkinat ovat kirjallisuuden perusteella taipuvaisia verkostovaikutukselle. Näin ovat esittäneet muun muassa Hess, ym. (2012), Lehmann & Buxmann (2009) sekä Messerschmitt ja Szyperski (2003, s. 52). Verkostovaikutuksella (engl. network effect) tarkoitetaan tuotteen tai palvelun taloudellista ominaisuutta, jonka mukaan tuotteen tai palvelun arvo riippuu kyseisen tuotteen tai palvelun käyttäjien määrästä. Verkostovaikutus voi ilmetä joko suorasti tai epäsuorasti (Messerschmitt & Szyperski, 2003, s. 383). Suoralla verkostovaikutuksella (engl. direct network effect) tarkoitetaan ilmiötä, jossa tuotteen tai palvelun arvo riippuu suoraan sen käyttäjien lukumäärästä. Esimerkiksi puhelimen arvo sen käyttäjälle on suoraan riippuvainen puhelinverkon käyttäjämäärästä. Epäsuoralla verkostovaikutuksella (engl. indirect network effect) puolestaan tarkoitetaan ilmiötä, jossa tuotteen tai palvelun käyttäjien lukumäärän kasvaessa lisääntyy myös tuotteen tai palvelun täydentävien tuotteiden määrä ja siten alkuperäisen tuotteen tai palvelun arvo kasvaa. Esimerkiksi tietokoneiden käyttäjien lukumäärän lisääntymisen myötä on kasvanut myös niiden ohjelmistojen lukumäärä, mikä on lisännyt tietokoneiden arvoa niiden käyttäjille (Katz & Shapiro, 1985.)

Verkostovaikutus voi olla joko positiivista tai negatiivista. Positiivisen verkostovaikutuksen myötä tuotteen arvo kasvaa sen käyttäjämäärän lisääntyessä, kun taas negatiivisen verkostovaikutuksen myötä tuotteen arvo laskee sen käyttäjämäärän lisääntyessä (Messerschmitt & Szyperski, 2003, s. 52.) Verkostovaikutuksen takia ohjelmistojen kuluttajalle tuoma arvo ei riipu pelkästään sen toiminoista ja ominaisuuksista, vaan myös ohjelmiston tai ohjelmiston kanssa yhteen-

sopivien ratkaisujen käyttäjien määrästä. Käyttäjämäärän lisääntyessä myös ohjelmistotuotteen arvo yleensä kasvaa, sillä yhä useammat kuluttajat kokevat kyseisen tuotteen tai palvelun silloin hyödyllisemmäksi (Messerschmitt & Szyperski, 2003, s. 52; Shapiro & Varian, 1999.) Samojen tai niiden kanssa yhteensopivien ohjelmistojen ja teknologioiden avulla niiden käyttäjät voivat esimerkiksi kommunikoida keskenään usein sekä helpommin että kustannustehokkaammin (Lehmann & Buxmann, 2009). Tämän lisäksi ohjelmiston arvo voi kasvaa sen käyttäjien määrän lisääntyessä epäsuoran verkostovaikutuksen myötä. Käyttäjien määrän kasvaessa yhä useammat yritykset kiinnostuvat usein tuottamaan täydentäviä tuotteita tai palveluita kyseisen tuotteen ympärille, jonka seurauksena alkuperäisen tuotteen arvo saattaa kasvaa (Katz & Shapiro, 1985; Gao & Iyer, 2006.)

Verkostovaikutuksella on merkittävä vaikutus ohjelmistomarkkinoihin ja siten myös ohjelmistoyritysten strategioihin. Verkostovaikutuksen takia kuluttajat voivat olla ikään kuin lukittuja käyttämään tietyn toimittajan tuotteita, vaikka markkinoilla olisi teknisesti parempia vaihtoehtoja saatavilla. Lukittautuminen (engl. lock-in) tapahtuu, kun kilpailevaan ohjelmistoon siirtymisen vaihtokustannukset (engl. switching costs) nousevat kuluttajalle liian suureksi. Vaihtokustannukset voivat johtua esimerkiksi (Hoch ym., 1999, s. 41; Shapiro, Varian & Becker, 1999):

- Ohjelmistojen keskinäisestä yhteensopivuudesta. Ohjelmistojen toimivuus keskenään ja tiedonvaihto on kriittistä. Kuluttajat suosivat usein ohjelmistoja, joita käyttävät myös henkilöt, joiden kanssa he kommunikoivat usein. Lisäksi kuluttajat hyötyvät positiivisen verkostovaikutuksen mahdollistamasta ohjelmiston arvon kasvusta.
- Ohjelmiston käytön omaksumisesta. Kuluttajat vaihtavat vähemmän todennäköisesti ohjelmiston toiseen opittuaan sen käytön, sillä muuten he joutuisivat näkemään vaivaa uuden ohjelmiston käytön opettelemiseen.
- Sopimukseen sitoutumisesta. Kuluttaja on voinut solmia ohjelmistotuottajan kanssa sopimuksen, jonka rikkomisen seurauksesta voi seurata ongelmia.
- Täydentävistä tuotteista. Kuluttaja on voinut hankkia erilaisia täydentäviä tuotteita, jotka toimivat vain alkuperäisen ohjelmiston kanssa.
- Ohjelmistotoimittajien asiakasuskollisuusohjelmista. Ohjelmistotoimittajat voivat pyrkiä ylläpitämään asiakassuhdetta erilaisin kannustimin.

Korkeista vaihtokustannuksista johtuen pelkästään ohjelmiston tekniset toiminnot ja ominaisuudet eivät takaa ohjelmiston menestystä markkinoilla. Lisäksi ohjelmistoja on vaikea arvioida objektiivisesti, minkä vuoksi kuluttajat suosivat usein suosituinta tuotetta. Nämä syyt vaikeuttavat uusien toimijoiden kilpailemista markkinoita hallitsevia yrityksiä vastaan. Tästä johtuen ohjelmistoliiketoiminnalle on ominaista, että vain muutama yritys voi onnistua menestymään tietyllä markkinasegmentillä (Hoch ym., 1999; s. 41; Shapiro ym., 1999; Lehmann & Buxmann, 2009).

2.3 Ohjelmistoyritysten luokittelu

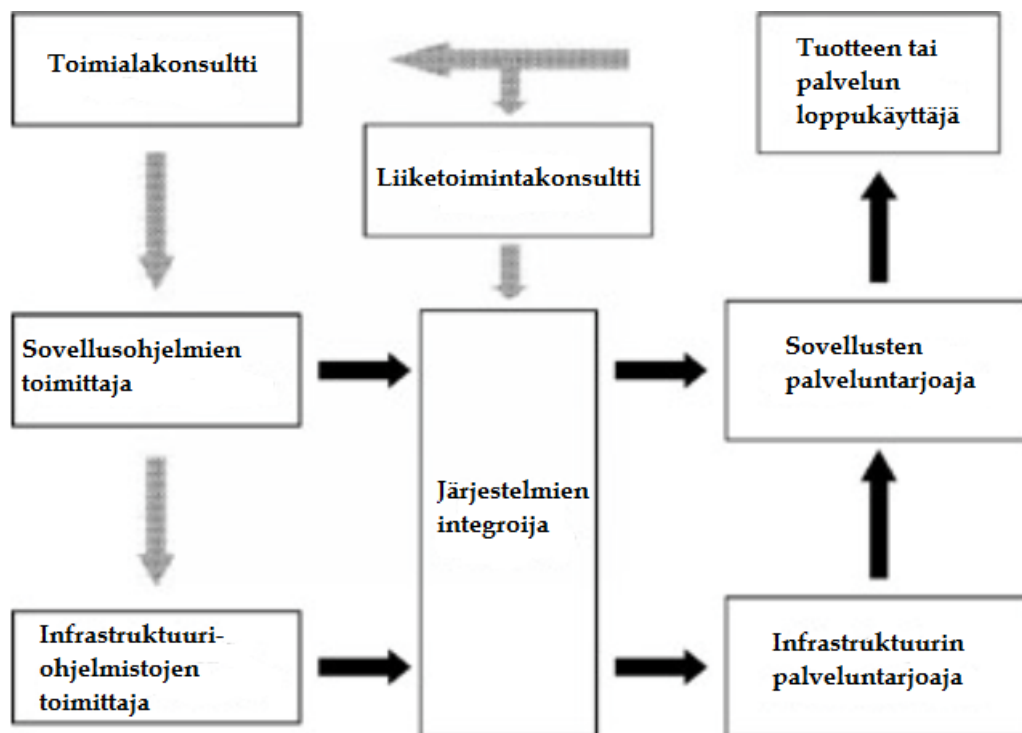
Hoch ym. (1999, s. 40) ovat jakaneet ohjelmistoyritykset ohjelmistotuoteyrityksiin (engl. software product company) ja ohjelmistopalveluyrityksiin (engl. software service company). Ohjelmistotuoteyrityksillä tarkoitetaan yrityksiä, joiden tuloista suurin osa tulee ohjelmistojen myynnistä (Cusumano, 2004, s. 25). Ohjelmistotuotteiden valmistuskustannuksista suurin osa on kiinteitä kustannuksia, sillä valmiin ohjelmistotuotteen uudelleentuottamisen ja jakelun kustannukset ovat matalat ohjelmistotuotteiden aineettomuuden takia (Hoch ym., 1999, s. 40). Ohjelmistotuotteilla tehtävässä liiketoiminnassa tavoitteena on mahdollisimman monen standardoidun ohjelmistotuotteen myyminen tai lisensointi. Saavuttaakseen suuret myyntiluvut, ohjelmistotuoteyritykset pyrkivät usein kopioimaan tuotteensa mahdollisimman monille eri markkinoille, mistä johtuen massamarkkinointi- ja jakelutaidot ovat keskeisessä asemassa ohjelmistotuoteyrityksen menestyksen kannalta. Ohjelmistotuoteyritysten on keskityttävä uusien tuotteiden sekä päivitysten jatkuvaan tuottamiseen taatakseen jatkuvan kassavirtansa. Näiden tuotteiden tai päivitysten on ilmestyttävä tasaisin väliajoin, ja niiden on tarjottava standardoituja toimintoja, jotka tyydyttävät mahdollisimman suuren käyttäjäkunnan tarpeita. Lisäksi useat ohjelmistotuoteyritykset pyrkivät saamaan tuotteensa oman markkinasegmenttinsä johtavaksi alustaksi (engl. platform), jonka ympärille muut yritykset tekevät täydentäviä tuotteita, mikä voi kasvattaa kyseisen alustan arvoa (Cusumano, 2004, s. 31–32.)

Ohjelmistopalveluyrityksillä tarkoitetaan yrityksiä, jotka tarjoavat ohjelmistoihin liittyviä palveluita, kuten esimerkiksi koulutusta, järjestelmien integraatiota, strategista neuvontaa ja teknistä tukea. Ohjelmistopalveluliiketoiminnassa korostuu erityisesti sekä yksityiskohtaisten että tuottoisten asiakassuhteiden muodostaminen ja niiden ylläpitäminen (Cusumano, 2004, s. 26, 32). Ohjelmistopalveluiden tuottaminen eroaa ohjelmistotuotteiden tuottamisesta siten, että ohjelmistopalveluiden tuottamisen kustannukset muodostuvat pääosin muuttuvista kustannuksista. Ohjelmistopalvelut eivät ole samankaltaisesti monistettavissa kuin ohjelmistotuotteet, minkä takia ohjelmistopalveluiden uudelleentuottamisen kustannukset eivät eroa merkittävästi toisistaan, toisin kuin ohjelmistotuoteliiketoiminnassa. Ohjelmistopalveluyritykset eivät myöskään kilpaile ohjelmistotuoteyritysten tavoin maailmanlaajuisilla massamarkkinoilla, vaan sen sijaan ne keskittyvät pääosin alueellisiin markkinoihin. Näiden erojen lisäksi ohjelmistopalveluyritykset eivät ole niin vaikutuksenalaisia verkostovaiikutukselle kuin ohjelmistotuoteyritykset, sillä ohjelmistopalvelut ovat kuluttajalle räätälöityjä palveluita. Tästä johtuen erilaiset standardit sekä yrityksen markkina-asema eivät vaikuta ihmisten kuluttajakäyttäytymiseen niin vahvasti ohjelmistopalveluliiketoiminnassa kuin ohjelmistotuoteliiketoiminnassa (Hoch ym., 1999, s. 43–44.)

Ohjelmistoalan kehityksen myötä luokittelu näiden kahden yritystyyppin välillä on kuitenkin häilynyt (Cusumano 2004, s. 25; Nambisan, 2001). Luokittelun häilyvän rajan takia Cusumano (2004, s. 25) on esittänyt ohjelmistoalan kolmanneksi yritystyyppiksi hybridiratkaisuja tarjoavat yritykset (engl. hybrid companies). Hybridiratkaisuja tarjoavilla yrityksillä tarkoitetaan ohjelmistoyrityksiä,

joita tarjoavat sekä ohjelmistotuotteita että ohjelmistopalveluita. Ohjelmistomarkkinoiden kiristynyt kilpailu ja maailmantalouden ailahtelut ovat laskeneet uusien asiakkaiden määrää sekä madaltaneet ohjelmistotuotteiden katteita. Nämä tekijät ovat ajaneet ohjelmistotuoteyrityksiä tarjoamaan lisä- ja ylläpito-palveluita jo olemassa oleville asiakkaille, mikä on häilyttänyt rajaa ohjelmistotuote- ja palveluyritysten välillä (Cusumano, 2004, s. 37-38.)

Messerschmitt ja Szyperski (2003, s. 174) ovat puolestaan jakaneet ohjelmistoyritykset yksityiskohtaisemmin ohjelmistojen arvoketjuihin osallistuvien yritystyyppien mukaisesti. Nämä yritystyyppit ovat toimialakonsultointia tarjoavat yritykset (engl. industry consultants), sovellusohjelmia toimittavat yritykset (engl. application software suppliers), infrastruktuuri-ohjelmistoja toimittavat yritykset (engl. infrastructure software suppliers), järjestelmäintegraatioita toteuttavat yritykset (engl. system integrators), liiketoimintakonsultointia tarjoavat yritykset (engl. business consultants), infrastruktuurin palveluntarjoajat (engl. infrastructure service providers), sovellusten palveluntarjoajat (engl. application service providers) ja ne tuottavat ohjelmistoja ohjelmiston loppukäyttäjille (engl. end-user organizations) (kuvio 2).

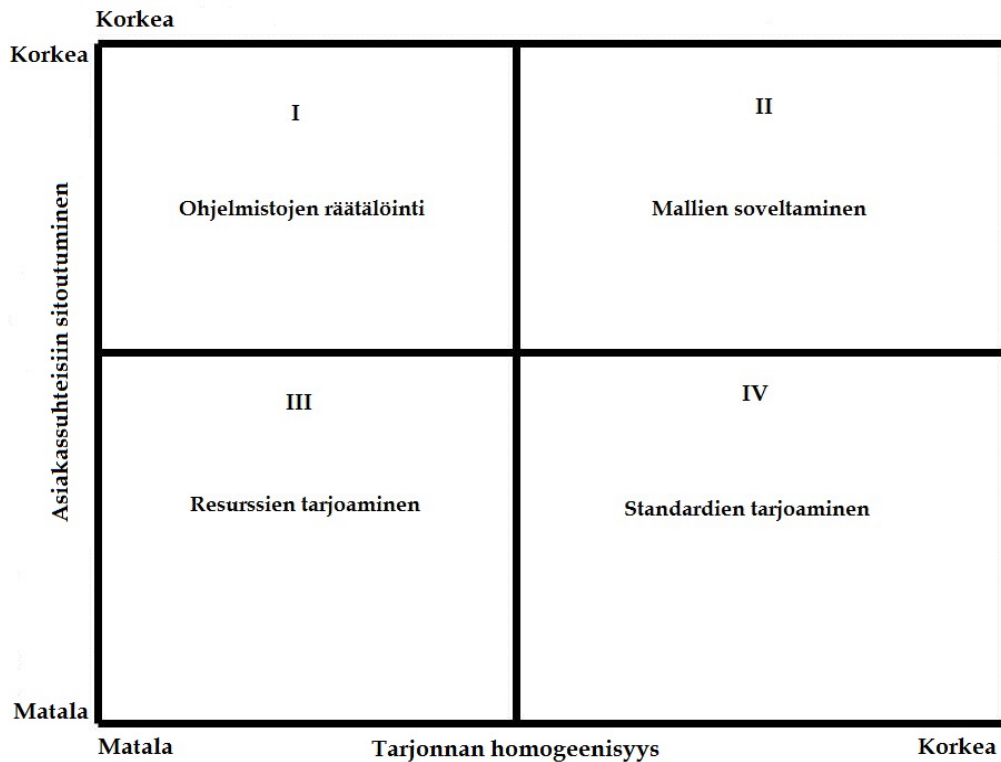


KUVIO 2 Ohjelmiston arvoketjun yritystyyppit (Messerschmitt & Szyperski, 2003, s. 174)

Toimialakonsultointia tarjoavat yritykset analysoivat jonkin tietyn toimialan tai yleisesti yritysten liiketoiminnan tarpeita ja esittävät niihin ohjelmistoilla toteutettavia ratkaisuja. Ne tutkivat tuotteen tai palvelun loppukäyttäjää ja tekevät vaatimusmäärittelyä, joiden perusteella sovellusohjelmia toimittavat yritykset

kehittävät sovelluksia kyseisille käyttäjille. Sovellusohjelmia toimittavat yritykset kehittävät sovelluksia vastaten asiakasorganisaatioidensa erilaisiin tarpeisiin. Ne painottavat toiminnassaan ydinosaamistaan, kuten esimerkiksi ohjelmistokehityksen tai projektihallinnan taitoja. Infrastruktuuriohjelmistoja toimittavat yritykset toimittavat infrastruktuuriohjelmistoja sekä ohjelmistojen kehittäjille että niiden käyttäjille. Järjestelmäintegraatiota toteuttavat yritykset ovat erikoistuneet järjestelmien toimituksiin, mikä pitää sisällään ohjelmiston hankinnan, integroinnin, asennuksen ja testauksen. Liiketoimintakonsultointia tarjoavat yritykset auttavat organisaatioita ohjelmistojen hankinnassa ja käyttöönotossa. Liiketoimintakonsultointiin usein kuuluu erilaisten tarpeiden arviointia, organisaation muutoksen ohjaamista, työntekijöiden koulutusta ja järjestelmien konfiguraatiota. Liiketoimintakonsultointia tarjoavat yritykset eroavat toimialakonsultointia tarjoavista yrityksistä siten, että ne keskittyvät sovellusten mukauttamiseen yrityskohtaisesti, kun taas toimialakonsultointia tarjoavat yritykset keskittyvät tarjoamaan palveluitaan yleisemmällä tasolla. Infrastruktuurin palveluntarjoajat tarjoavat ja hallitsevat laitteisto- ja ohjelmistoinfrastruktuuria, kuten esimerkiksi tietokoneita, käyttöjärjestelmiä, tallennustilaa tai verkkoja. Sovellusten palveluntarjoajat puolestaan tarjoavat ja hallitsevat erilaisia sovelluspalveluita. Tuotteen tai palvelun loppukäyttäjillä tarkoitetaan niitä organisaatioita, jotka käyttävät ja maksavat tuotteesta tai palvelusta (Messerschmitt & Szyperski 2003, s. 174–177.)

Ohjelmistoyritykset voidaan luokitella myös niiden liiketoimintamallien perusteella. Rajala ja Westerlund (2007) ovat jakaneet ohjelmistoyritysten liiketoimintamallit neljään eri tyyppin kategoriaan niiden asiakassuhteisiin osallistumisen ja niiden asiakkaille tarjoamien tuotteiden tai palveluiden homogeenisyyden mukaisesti (kuvio 3). Nämä liiketoimintamallien tyypit ovat ohjelmistojen räätälöinti (engl. software tailoring), mallien soveltaminen (engl. applied formats), resurssien tarjoaminen (engl. resource provisioning) ja standardien tarjoaminen (engl. standard offerings) (Rajala & Westerlund, 2007).



KUVIO 3 Ohjelmistoyritysten liiketoimintamallien nelikenttä (Rajala & Westerlund, 2007)

Ohjelmistojen räätälöinnin liiketoimintamalliin luokiteltavat yritykset ovat yleensä räätälöityjä ohjelmistoratkaisuja valmistavia tai IT-konsultointia tarjoavia yrityksiä. Ne tuottavat arvoa asiakkailleen ymmärtämällä ja täyttämällä asiakkaiden erityisiä tarpeita tekemällä läheistä yhteistyötä asiakkaidensa kanssa tarjoten heille asiakaskohtaisia ratkaisuja. Täten kyseistä liiketoimintamallia noudattavien yritysten liiketoimintamalli perustuu asiakassuhteisiin ja niiden tarjoamat tuotteet tai palvelut ovat heterogeenisiä. Mallien soveltamisen liiketoimintamallia noudattavia yrityksiä ovat esimerkiksi toiminnanohjausjärjestelmiä toimittavat yritykset. Tähän liiketoimintamalliin luokiteltavien yritysten tarjonta perustuu yhdenmukaiseen ydinratkaisuun, jota voidaan muokata modulaaristen komponenttien avulla asiakkaiden tarpeiden mukaisesti. Nämä yritykset luovat arvoa tunnistamalla kapeiden markkinasegmenttien asiakkaiden tarpeita ja ratkaisemalla niitä. Näiden yritysten liiketoimintamallissa asiakassuhteet ovat keskeisessä asemassa ja niiden tuotteet tai palvelut ovat homogeenisiä (Rajala & Westerlund, 2007.)

Resurssien tarjoajien liiketoimintamalliin luokiteltavia yrityksiä ovat esimerkiksi pelien komponenttien toimittajat sekä uudet media-yhtiöt. Resurssia tarjoavat yritykset pyrkivät vastaamaan tarjonnallaan useiden eri asiakasryhmien tarpeisiin samanaikaisesti. Nämä tarpeet pyritään tyypillisesti täyttämään kertaluonteisista asiakasprojekteista johdetuista ratkaisuksista, jotka perustuvat esimerkiksi erilaisiin väliohjelmistoihin tai komponenttien kokonaisuuksiin, joita

pyritään käyttämään uudelleen myös tulevaisuudessa. Resursseja tarjoavat yritykset luovat arvoa tunnistamalla erityisiä teknisiä tarpeita ja tarjoamalla ratkaisuja niihin. Täten asiakassuhteet eivät ole tämän liiketoimintamallityypin keskeisessä asemassa ja tätä liiketoimintamallia noudattavien yritysten tuotteet ja palvelut ovat heterogeenisiä. Standardien tarjoajien liiketoimintamalliin luokitellaan esimerkiksi SaaS-ohjelmistoja (engl. Software as a Service) toimittavat ja standardoituja ohjelmistoja toimittavat yritykset. Tätä liiketoimintamallia noudattavat yritykset pyrkivät hyödyntämään suuruuden ekonomiaa tarjoamalla suurelle asiakaskunnalle kohdennettuja homogeenisiä tuotteita tai palveluita. Tähän liiketoimintamalliin luokiteltavien yritysten tarjontaan kuuluvat yleensä suorien tai epäsuorien massajakelukanavien kautta jaeltava yhtenäinen ydin tuote, standardoitu verkkopalvelu tai modulaarinen tuoteperhe. Yksittäiset asiakassuhteet eivät ole keskeisessä asemassa tässä liiketoimintamallissa, sillä nämä yritykset luovat arvoa luomalla hyötyjä useille eri asiakkaille samanaikaisesti homogeenisillä tuotteillaan tai palveluillaan (Rajala & Westerlund, 2007.)

3 Ohjelmistoliiketoiminnan ekosysteemit

Ohjelmistoyritykset toimivat nykyään yleensä osana ohjelmistoekosysteemejä, joissa ohjelmistotuotteiden, -teknologioiden ja -komponenttien jakelijat ja ostajat luovat yhteistyössä kilpailullista arvoa (Jansen & Cusumano, 2013). Tässä luvussa käsitellään ohjelmistoekosysteemejä, niiden keskinäisiä eroavaisuuksia sekä niiden toimijoiden eri rooleja. Luku alkaa liiketoimintaekosysteemien esittelyllä. Liiketoimintaekosysteemit ovat ohjelmistoekosysteemien kannalta olennaista esitellä ensiksi, sillä ohjelmistoekosysteemit ovat liiketoimintaekosysteemien alakategoria (Jansen & Cusumano, 2013). Liiketoimintaekosysteemien esittelyn jälkeen tässä luvussa käsitellään ohjelmistoekosysteemejä, niiden eri tyypejä ja toimijoita.

3.1 Liiketoimintaekosysteemit

Iansitin ja Levienin (2004) mukaan liiketoimintaekosysteemillä (engl. business ecosystem) tarkoitetaan löyhää verkostoa, johon kuuluvat jakelijat, tavarantoimittajat, vastaavien palveluiden tai tuotteiden tuottajat, teknologioiden tarjoajat, toimintojen ulkoistamista tarjoavat yritykset ja monia muita organisaatioita, jotka ovat vaikutuksessa verkostossa toimivien yritysten tuotteiden valmistukseen ja jakeluun. Esimerkiksi Apple on johtava yritys liiketoimintaekosysteemissä, jossa yhdistyvät kuluttajaejektoriniikan, tietokoneiden, viestinnän ja informaation toimialat. Applen liiketoimintaekosysteemi pitää sisällään nimekkäiden toimittajien verkoston ja suuren määrän asiakkaita eri markkinasegmenteillä. Applen ekosysteemiin kuuluvat yritykset samanaikaisesti sekä kilpailevat että tekevät yhteistyötä innovaatioiden ympärillä tyydyttääkseen asiakkaidensa tarpeita ja luodakseen uusia innovaatioita (Moore, 1993.)

Liiketoimintaekosysteemin käsitteellä on yhtäläisyyksiä liiketoimintaverkoston käsitteen kanssa. Liiketoimintaverkostolla (engl. business network) tarkoitetaan yritysten välisten toisistaan riippuvien suhteiden rakennetta aktiviteettien välillä yrityksen kilpailullisessa ympäristössä (Kambil & Short, 1994). Sekä liiketoimintaekosysteemi että liiketoimintaverkosto koostuvat keskenään vuorovaikutuksessa olevista organisaatioista. Molempien toimijat ovat myös vaikutusenalaisia verkostonsa muiden yritysten toimintoihin. Liiketoimintaekosysteemi pitää kuitenkin sisällään yhteistyötä tekevien yritysten ja organisaatioiden lisäksi myös asiakkaat, kilpailijat ja erilaiset entiteetit, kuten esimerkiksi tiedotusvälineet, kun näiden sidosryhmien toiminta vaikuttaa liiketoimintaekosysteemin toimintaan. Liiketoimintatekosysteemeille on myös ominaista, että niillä on yhteinen alusta, jota liiketoimintaekosysteemin jäsenet hyödyntävät oman suorituskykynsä parantamiseksi. Alusta voi olla esimerkiksi jokin teknologia, palvelu tai työkalu. Esimerkiksi Microsoft tarjoaa erilaisia työkaluja ohjelmistokehittäjille, joiden avulla voidaan kehittää sovelluksia Windows-käyttäjärjestelmälle (Iansiti & Levien, 2004.) Rinkisen ja Harmaakorven (2014) mukaan liiketoimintaekosys-

teemi voidaankin ymmärtää liiketoimintaverkostoksi, jonka toimijat tekevät yhteistyötä täydentääkseen toistensa voimavaroja ja kyvykkyyksiä sekä yrityksen tuotteen tai palvelun asiakasarvon kasvattamiseksi.

Terve liiketoimintaekosysteemi on Iansitin ja Levienin (2004) mukaan tuotava, joustava ja se luo uusia mahdollisuuksia niche-toimijoille. Tuottavuudella tarkoitetaan liiketoimintaekosysteemien terveyttä tarkastellessa liiketoimintaekosysteemin kykyä muuntaa innovaatioiden raaka-aineet madaltuneiksi kustannuksiksi ja uusiksi tuotteiksi. Liiketoimintaekosysteemin tuottavuutta voidaan mitata esimerkiksi sijoitetun pääoman tuotolla. Joustavuudella tarkoitetaan tässä yhteydessä liiketoimintaekosysteemin kykyä selviytyä muutoksista, kuten esimerkiksi uusien teknologien aiheuttamista haasteista. Joustavassa liiketoimintaekosysteemissä toimivat yritykset kykenevät ennustamaan paremmin tulevia tapahtumia ja ne ovat suojatumpia ulkoisille häiriötekijöille kuin joustamattomissa liiketoimintaekosysteemeissä toimivat yritykset. Liiketoimintaekosysteemin joustavuutta voidaan mitata tarkastelemalla sen jäsenten selviytymisastetta. Uusien mahdollisuuksien luominen niche-toimijoille on liiketoimintaekosysteemin terveyden kannalta tärkeää, sillä uudet niche-toimijat luovat elinvoimaa liiketoimintaekosysteemille esimerkiksi uusien toimintojen myötä (Iansiti & Levien, 2004.)

3.2 Ohjelmistoekosysteemit

Jansen ym. (2009) esittävät ohjelmistoekosysteemin tarkoittavan yhtenäisesti, keskenään vuorovaikutuksessa ja yhteisillä markkinoilla toimivaa yritysten joukkoa ja niiden keskinäisiä suhteita. Nämä suhteet ovat usein sidottu yhtenäisiin teknologisiin alustoihin tai markkinoihin pitäen sisällään informaation, artefaktien ja resurssien vaihdantaa. Manikas (2016) taas esittää ohjelmistoekosysteemin tarkoittavan ohjelmistojen ja toimijoiden vuorovaikutusta suhteessa yhteiseen teknologiseen infrastruktuuriin, mikä ilmenee erilaisten panostusten joukkona, jotka vaikuttavat suorasti tai epäsuorasti ekosysteemiin. Nämä panostukset voivat olla teknillisiä, kuten esimerkiksi erilaisia ohjelmistokomponentteja tai ei-teknillisiä, kuten esimerkiksi tuotteiden markkinointia. Toimijoiden aktiviteetteja motivoi arvонуonti sekä itselleen että koko ekosysteemille. Luotava arvo voi olla kaupallista, kuten esimerkiksi maksujen perimistä erilaisista palveluista, tarpeiden tyydyttämisestä, kuten esimerkiksi taitojen tunnustusta tai kokemusten haalimista (Manikas, 2016.) Bosch ja Bosch-Sijtsema puolestaan (2010) esittävät ohjelmistoekosysteemin koostuvan ohjelmistoalustasta, joukosta sisäisiä ja ulkoisia kehittäjiä sekä asiantuntijayhteisöstä, joka tarjoaa ratkaisuja, jotka tyydyttävät käyttäjäyhteisön tarpeita.

Näiden määritelmien perusteella voidaan tehdä päätelmä, että ohjelmistoekosysteemillä tarkoitetaan sisäisten ja ulkoisten toimijoiden verkostoa, jonka jäsenet toimivat yhteistyössä keskenään ohjelmistoihin liittyvän teknologisen alustan ympärillä. Ohjelmistoekosysteemit ovat liiketoimintaekosysteemien alakategoria, joka rajautuu käsittelemään liiketoimintaekosysteemejä ohjelmistojen

näkökulmasta (Jansen & Cusumano, 2013). Esimerkkeinä ohjelmistoekosysteemeistä toimivat esimerkiksi Microsoftin ja Applen ohjelmistoekosysteemit, jotka voidaan edelleen jakaa esimerkiksi Microsoftin CRM-ohjelmistoekosysteemiin tai Applen iPhone-ohjelmistoekosysteemiin (Jansen ym., 2009).

Ohjelmistoyritykset ovat siirtyneet toimimaan ohjelmistoekosysteemeissä useista eri syistä. Yksi näistä syistä on asiakkaiden kasvaneet vaatimukset ja tarpeet sekä niiden täyttämistä aiheutuvat kustannukset. Yksittäisillä ohjelmistoyrityksillä ei yleensä ole tarpeeksi resursseja kehittää asiakkaiden tarpeita tyydyttäviä tuotteita tai palveluita sopivassa ajassa taloudellisesti kannattavasti. Asiakkaat haluavat myös yhä enemmän määrin muokata ohjelmistotuotteita tai -palveluita heidän omien toiveidensa ja tarpeidensa mukaisesti. Saadakseen tuotteensa tai palvelunsa tuotettua asiakkaiden vaatimusten ja tarpeiden mukaisesti sopivassa ajassa ja sopivin kustannuksin, ohjelmistoyritykset ovat siirtyneet tekemään yhteistyötä keskenään täydentääkseen toistensa kyvykkyyksiä. Keskinäinen yhteistyö tuotekehityksen parissa tukee myös innovaatioiden kehittymistä ohjelmistoekosysteemin sisällä ja niistä aiheutuvien kustannusten vähentymistä (Bosch, 2009.)

Ohjelmistoekosysteemien kehitykseen on vaikuttanut myös ohjelmistomarkkinoiden taloudelliset erityispiirteet. Mahdollisimman laajan asiakaskunnan kerääminen nopeasti on ollut keskeinen avaintekijä ohjelmistoyritysten pitkäaikaiselle menestykselle. Täten ohjelmistoyritykset ovat pyrkineet saavuttamaan mahdollisimman laajaa asiakaskuntaa tuotteilleen avaamalla tuotteensa tai palvelunsa alustaksi kolmannen osapuolen ohjelmistokehittäjille, jotka mahdollistavat täydentävillä tuotteillaan tai palveluinaan tuotteen leviämisen yhä useammille markkinasegmenteille. Asiakkaiden lukumäärä ja täydentävien tuotteiden sekä palveluiden määrä kasvattavat verkostoefektin myötä alustan arvoa jo olemassa oleville asiakkaille lisäten heidän lukittautumistaan kyseisen alustan käyttöön sekä myös houkuttelevuutta uusien asiakkaiden näkökulmasta (Bosch, 2009.)

3.2.1 Ohjelmistoekosysteemien jaottelu

Ohjelmistoekosysteemien välillä on paljon eroavaisuuksia toisiinsa nähden. Manikaksen (2016) mukaan ohjelmistoekosysteemit voidaan jaotella niiden organisaatorakenteiden, liiketoimintarakenteiden ja ohjelmistorakenteiden mukaisesti. Ohjelmistoekosysteemien organisaatorakenteet voidaan Manikaksen (2016) mukaan jakaa niiden päätöksentekomallien mukaisesti. Manikas, Wnuk ja Shollo (2015) ovat esittäneet neljä erilaista päätöksentekomallia, joita ohjelmistoekosysteemeissä on esiintynyt. Ensimmäinen Manikaksen ym. (2015) esittämistä päätöksentekomalleista on monarkkinen (engl. monarchy) päätöksentekomalli, jossa vain yksi toimija vastaa ekosysteemin tietyn osa-alueen päätöksenteosta. Seuraava Manikaksen ym. (2015) päätöksentekomalleista on federaalinen (engl. federal) päätöksentekomalli, jossa ekosysteemin päätöksistä vastaavat tehtävään valitut edustavat toimijat. Federaalisen päätöksentekomallin jälkeen vuorossa on kollektiivinen (engl. collective) päätöksentekomalli, jossa kaikki toimijat voivat

osallistua päätöksentekoon. Viimeinen Manikaksen ym. (2015) päätöksentekomalleista on anarkia (engl. anarchy), jossa jokainen toimija tekee omat päätöksensä.

Liiketoimintarakenteiden mukaisessa jaottelussa Manikas (2016) jakaa ohjelmistoekosysteemit niiden arvonluonnin mukaisesti kolmeen eri ryhmään, joista ensimmäiset ovat ohjelmistoekosysteemejä, joiden arvonluonti perustuu patenteihin. Nämä ohjelmistoekosysteemit saavat tyypillisesti rahallista korvausta patenteistaan ja niiden toiminta on suojattu tekijänoikeuslakien hallintaprosessien avulla. Seuraava ryhmä on avoimen lähdekoodin ohjelmistoekosysteemit, joissa toiminta on yleensä avointa kaikille toimijoille. Näiden ohjelmistoekosysteemien sisällä luotava arvo viittaa yleensä rahattomiin korvauksiin, kuten esimerkiksi kokemuksen ja tietämyksen kartuttamiseen. Viimeisenä ryhmänä on kahden edellisen ryhmän risteymä eli hybridi-ohjelmistoekosysteemit, joissa yhdistyvät sekä patenteilla että avoimella lähdekoodilla luotava arvo. Esimerkiksi Googlen Android-ohjelmistoekosysteemissä luodaan arvoa sekä patenteilla että avoimeen lähdekoodin perustuvan toiminnan avulla (Manikas, 2016.)

Ohjelmistorakenteiden mukaisessa jaottelussa ohjelmistoekosysteemit jaotellaan ekosysteemiä yhdistävän teknologian mukaisesti. Näitä teknologioita ovat Manikaksen (2016) mukaan alustat, protokollat, standardit ja infrastruktuurit. Alustakeskeisillä ohjelmistoekosysteemeillä tarkoitetaan ohjelmistoekosysteemejä, joissa toiminta perustuu ohjelmistojen, palveluiden tai erilaisten toimintojen kehittämiseen yhteisen ohjelmistoalustan päälle tai sen laajentamiseen. Protokollakeskeisillä ohjelmistoekosysteemeillä tarkoitetaan ohjelmistoekosysteemejä, jonka ohjelmistojen vuorovaikutus perustuu tietyn protokollan käyttöön. Standardikeskeisellä ohjelmistoekosysteemillä tarkoitetaan protokollakeskeisen kaltaista ohjelmistoekosysteemiä, joka perustuu tiettyjen standardien käyttöön protokollien sijaan. Standardikeskeiset ohjelmistoekosysteemit ovat usein protokollakeskeisiä ohjelmistoekosysteemejä rajoitetumpia ja ohjatumpia. Infrastruktuurikeskeisillä ohjelmistoekosysteemeillä tarkoitetaan ohjelmistoekosysteemejä, joissa toimijat käyttävät ohjelmistoekosysteemiä vain ohjelmistokehityksen yhteydessä, mutta ne ovat muuten erillään ja itsenäisiä toisistaan.

Bosch (2009) on puolestaan jakanut ohjelmistoekosysteemit niiden yhteisten teknologisten alustojen mukaisesti kolmeen eri kategoriaan. Nämä kategoriat ovat käyttöjärjestelmäkeskeiset ohjelmistoekosysteemit (engl. operating-centric software ecosystems), sovelluskeskeiset ohjelmistoekosysteemit (engl. application-centric software ecosystems) ja loppukäyttäjien ohjelmointi -ohjelmistoekosysteemit (engl. end-user programming software ecosystems).

Käyttöjärjestelmäkeskeiset ohjelmistoekosysteemit ovat erilaisten käyttöjärjestelmien ohjelmistoekosysteemejä. Niitä ovat esimerkiksi tietokoneiden Windows-, Linux- ja Mac OS X -käyttöjärjestelmät, matkapuhelinten iOS- ja Android -käyttöjärjestelmät sekä verkon palvelinpuolen Google AppEngine. Käyttöjärjestelmäkeskeisten ohjelmistoekosysteemien menestys riippuu niiden käyttäjien määrästä ja kolmannen osapuolen kehittäjien kehittämistä sovelluksista, jotka luovat käyttöjärjestelmän käyttäjille arvoa. Täten käyttöjärjestelmän menestyksen kannalta on tärkeää, että kyseisellä käyttöjärjestelmällä varustetut laitteet myyvät hyvin ja että kyseinen käyttöjärjestelmä on kolmannen osapuolen kehittäjien näkökulmasta toimintojen ja sovellusten kaupallistamisen kannalta

houkutteleva. Haasteena käyttöjärjestelmäkeskeisissä ohjelmistoekosysteemeissä ovat eri laitteistojen erot fyysisessä konfiguraatiossa, josta voi seurata erilaisia yhteensopivuusongelmia sovellusten välillä. Lisäksi ohjelmistoalan luonteeseen kuuluu luonnepiirre, jonka mukaan vain harvat toimijat voivat nousta merkittävään asemaan käyttöjärjestelmien saralla (Bosch, 2009.)

Sovelluskeskeiset ohjelmistoekosysteemit ovat sovellusten ympärille kehittyneitä ohjelmistoekosysteemejä. Sovelluskeskeiset ohjelmistoekosysteemit kehittyvät usein siten, että suosittu sovellus ei kykene itsenäisesti täyttämään asiakkaiden laatimia toiveita omien resurssien tai liiketoimintamallin puitteissa. Tämän seurauksena ne avaavat rajapintansa sekä asiakkaille että kolmannen osapuolen sovelluskehittäjille, jotta he voisivat muokata ja laajentaa sovelluksen toimintoja ja siten kasvattaa sovelluksen arvoa. Esimerkiksi Autodeskin AutoCad ja Microsoftin Office ovat sovelluskeskeisiä ohjelmistoekosysteemien alustoja, joiden päälle kolmannen osapuolen kehittäjät ovat kehittäneet omia ratkaisujaan kasvattaen kyseisten alustojen kokonaisarvoa. Sovelluskeskeisten ohjelmistoekosysteemien menestyksen kannalta on tärkeää, että ne saavat suuren asiakaskunnan, jotta asiakkaat ja kolmannen osapuolen kehittäjät ovat motivoituneita laajentamaan tuotetta erilaisilla lisätoiminnoilla. Kolmannen osapuolen kehittäjien kannalta on tärkeää, että alusta mahdollistaa heille maksavien asiakkaiden saannin ja että sovelluksen kehitysympäristö ja rajapinnat ovat toimivia ja vakaita. Asiakkaan kannalta on tärkeää, että sovelluksen käyttäjäkokemus säilyy samanlaisena erilaisista laajennuksista huolimatta. Haasteena sovelluskeskeisillä ohjelmistoekosysteemeillä on asiakkaiden ja kolmannen osapuolen sovelluskehittäjien saannin lisäksi myös muutokset yrityksen strategiassa ja liiketoimintamallissa. Sovelluksen muuntautuminen alustaksi ei luo arvoa suoraan asiakkaille, mutta se mahdollistaa kolmannen osapuolten sovelluskehittäjien arvontuomisen. Täten haasteeksi muodostuukin strategian ja liiketoimintamallin luominen, jotka ovat kannattavia sekä yrityksen että kolmannen osapuolen ohjelmistokehittäjien kannalta (Bosch, 2009.)

Loppukäyttäjien ohjelmointi -ohjelmistoekosysteemillä tarkoitetaan ohjelmistoekosysteemiä, joka tarjoaa ohjelmiston loppukäyttäjille työkaluja sovellusten ohjelmointiin ilman varsinaisen ohjelmointikielen osaamista. Loppukäyttäjien ohjelmointi -ohjelmistoekosysteemit ovat yleensä tietyille sovellusalueelle suunniteltuja graafisia tai tekstimuodossa olevia täsmäkieliä (engl. domain specific language, DSL). Esimerkkejä tämänkaltaisista ohjelmistoekosysteemeistä ovat Microsoft Excel- ja Lego Mindstorm -ohjelmistojen täsmäkielet, jotka mahdollistavat kyseisten ohjelmistojen toimintojen ohjelmoinnin ilman varsinaista ohjelmointiosaamista. Loppukäyttäjien ohjelmointi -ohjelmistoekosysteemin menestyksen kannalta on tärkeää, että kyseinen ohjelmistoekosysteemi tarjoaa vakaan infrastruktuurin asiakkaalle, jonka avulla asiakas kykenee tuottamaan arvoa itselleen ja jakamaan tuotoksiaan ohjelmistoekosysteemin muiden jäsenten kanssa. Haasteeksi kyseisissä ohjelmistoekosysteemeissä muodostuu usein niiden monimutkaisuus käyttäjän näkökulmasta (Bosch, 2009.)

3.2.2 Ohjelmistoekosysteemin toimijoiden roolit

Kuten biologisissa ekosysteemeissä, myös ohjelmistoekosysteemeissä esiintyy erilaisia toimijoita, jotka eivät ole tasa-arvoisessa asemassa keskenään. Kirjallisuudessa esiintyneitä erilaisia toimijoita ovat avaintoimijat (engl. keystone players, orchestrators, platform leaders), niche-toimijat (engl. niche players), yhdistävät toimijat (engl. bridge players), ulkoiset toimijat (engl. external actors), myyjät (engl. vendors) ja asiakkaat (engl. customers) (Manikas & Hansen, 2013; Jansen & Cusumano, 2013).

Avaintoimijoilla tarkoitetaan yrityksiä, toimijoita tai niiden joukkoa, jotka ovat vastuussa ekosysteemin toimivuudesta. Tämän vuoksi ne ovat ekosysteemien kannalta kriittisiä toimijoita, joiden poistuminen ekosysteemistä johtaa usein koko ekosysteemin romahtamiseen. Avaintoimijat luovat ja soveltavat sääntöjä, menettelytapoja, asetuksia ja prosesseja sekä valvovat laatustandardien täyttymistä ja organisoivat ohjelmistoekosysteemin eri toimijoiden keskinäisiä suhteita. Ne myös tarjoavat usein ekosysteemille teknologisen alustan, jota ekosysteemin muut jäsenet voivat käyttää tuottavuuden ja arvonluonnin parantamiseen. Esimerkiksi Microsoft tarjoaa ekosysteeminsä muille jäsenille Windows-käyttöjärjestelmää alustana, jota ne käyttävät omien tuotteidensa tai palveluidensa pohjana (Manikas & Hansen, 2013; Jansen & Cusumano, 2013; Iansiti & Levien, 2004). Avaintoimijat keskittyvät usein ekosysteemin tuottavuuden ylläpitämiseen jättäen suurimman osan arvonluonnista ekosysteemin muille toimijoille. Tämä on avaintoimijoiden kannalta kannattava strategia, sillä jatkuvan ekosysteeminsä kehittämisen myötä avaintoimijat turvaavat usein sekä oman selviytymisensä että menestyksensä. Kaikki avaintoimijat eivät kuitenkaan toimi näin, vaan ne saattavat myös hyödyntää keskeistä asemaansa ekosysteemeissä muiden toimijoiden kustannuksella. Tämä voi ilmetä esimerkiksi jatkuvana vallan kasvattamisena ekosysteemin sisällä ja ekosysteemin muiden toimijoiden tuottaman arvon kaappaamisena. Tämän kaltaisia toimijoita kutsutaan dominoiviksi toimijoiksi (engl. dominators). Dominoivat toimijat ovat usein ekosysteemin kokonaiskehityksen kannalta haitallisia ja niiden toiminta voi johtaa koko ekosysteemin romahtamiseen (Iansiti & Levien, 2004.) Esimerkkinä dominoivasta toimijasta toimii Jansenin ja Cusumanon (2013) mukaan Twitter, joka on strategisten yritysostojensa myötä vähentänyt muiden toimijoiden halukkuutta liittyä toimimaan osana Twitterin ekosysteemiä.

Niche-toimijoilla tarkoitetaan tiettyihin osa-alueisiin erikoistuneita toimijoita, jotka luovat arvoa ekosysteemille täydentämällä sen toimintoja. Niche-toimijat ovat riippuvaisia ekosysteemin muista toimijoista, sillä ne hankkivat tuotteidensa tai palveluidensa tuottamiseen tarvittavat resurssit niiltä voidakseen keskittyä omaan ydintoimintaansa (Iansiti & Levien, 2004.) Tyypillisesti niche-toimijat tuottavat asiakkaiden vaatimia ominaisuuksia kehittämällä tai lisäämällä erilaisia komponentteja ekosysteemin alustaan. Niche-toimijoilla saattaa olla päätöksentekovaltaa ekosysteemin sisällä riippuen sen valtasuhteista (Manikas & Hansen, 2013.) Suurin osa ekosysteemeihin kuuluvista toimijoista luokitellaan niche-toimijoiksi ja ne ovat yleensä vastuussa suurimmasta osasta ekosys-

teemin arvontuotosta ja innovaatioiden kehityksestä. Tämän takia niche-toimijoiden toimintakyky on tärkeää koko ekosysteemin elinvoimaisuuden kannalta (Iansiti & Levien, 2004.)

Yhdistävät toimijat ovat toimijoita, jotka ovat yhdistäjinä ekosysteemien välillä. Esimerkkinä tämänkaltaisista yrityksistä toimii PhoneGap, joka tarjoaa alustaa, mikä mahdollistaa sovellusten julkaisun samalla ohjelmistokoodilla useille eri mobiiliekosysteemeille samanaikaisesti (Jansen & Cusumano, 2013.) Ulkoisilla toimijoilla tarkoitetaan yrityksiä, henkilöitä tai entiteettejä, jotka käyttävät ekosysteemiä tuottaen epäsuoraa arvoa sille esimerkiksi etsimällä ohjelmistovirheitä ekosysteemin alustasta. Ulkoiset toimijat eivät kuulu ekosysteemin päätöksenteon piiriin ja niillä on vain rajallisesti vastuuta ekosysteemiin kuulumisesta. Myyjillä tarkoitetaan liiketoimintayksikköä tai yritystä, jotka tekevät liiketoimintaa myymällä ekosysteemin tuotteita asiakkaille, loppukäyttäjille, lisäarvoa tuottaville jälleenmyyjille tai muilla tavoin toimiville jälleenmyyjille. Myytävät tuotteet ovat esimerkiksi erilaisia komponentteja, tukisopimuksia, lisenssejä tai integraatioita. Asiakkaalla tarkoitetaan yritystä, henkilöä tai entiteettiä, joka ostaa tai hankkii joko kokonaisia tai osittaisia tuotteita ohjelmistoekosysteemin myyjiltä tai sen niche-toimijoilta (Manikas & Hansen, 2013.)

4 Kirjallisuuskatsauksen yhteenveto

Tämän pro gradu -tutkielman kirjallisuuskatsauksen tarkoitus oli tutustuttaa lukija ohjelmistoliiketoiminnan ja ohjelmistoekosysteemien aihepiiriin. Kirjallisuuskatsauksen tavoitteena oli vastata seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

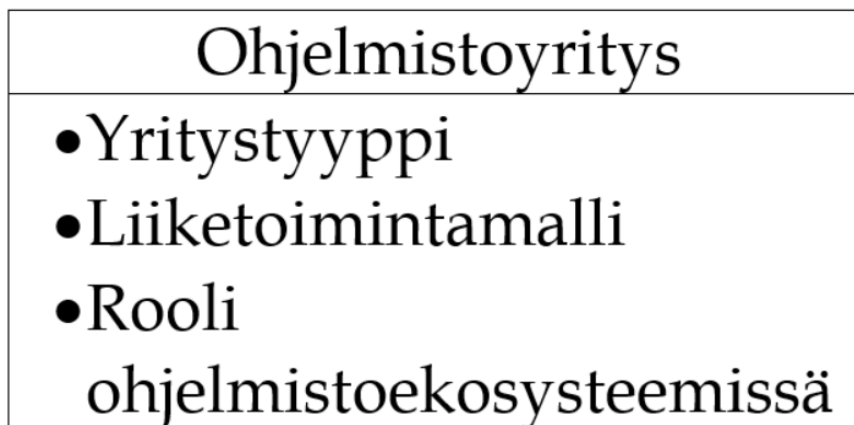
- *Mitä tarkoitetaan ohjelmistoliiketoiminnalla?*
- *Mitä tarkoitetaan ohjelmistoekosysteemillä?*

Tutkielman ensimmäinen luku oli johdanto, jossa käsiteltiin tutkielman taustaa, keskeisimpiä käsitteitä, tavoitteita, tutkimusmenetelmiä ja rakennetta. Tutkielman toisessa luvussa käsiteltiin ohjelmistoliiketoimintaa, sen kehitystä, ohjelmistoalan erityispiirteitä ja ohjelmistoyritysten luokittelua. Ohjelmistoliiketoimintaa käsittelevän kirjallisuuden perusteella voidaan tehdä päätelmä, että ohjelmistoliiketoiminnalla tarkoitetaan ohjelmistoilla ja niihin liittyvillä palveluilla tehtävää liiketoimintaa. Ohjelmistoliiketoiminta sai alkunsa 1950-luvulla ja sen merkittävimmät murrokset tapahtuivat 1960-luvun lopussa, jolloin IBM päätti erottaa laitteistojen ja ohjelmistojen myynnin erilleen, 1980-luvun alussa, jolloin henkilökohtaiset tietokoneet yleistyivät ja 1990-luvun puolivälissä, jolloin Internet yleistyi maailmanlaajuisesti helppokäyttöisten graafisten verkkoselainten avulla. Ohjelmistoliiketoiminta eroaa monista muista toimialoista, sillä ohjelmistoliiketoiminnan liiketoiminnan kohteena ovat ohjelmistot, jotka eroavat monista muista kaupankäynnin kohteista useilla eri tavoilla. Ensinnäkin, ohjelmistot ovat aineettomia korkean katteen myyntituotteita, joita voidaan muokata ja kopioida lähes rajattomasti ilman merkittäviä kustannusten nousuja. Ohjelmistoja voidaan kehittää kansainvälisesti ja niitä voidaan jakaa kansainvälisille markkinoille matalin kustannuksin, minkä seurauksena ohjelmistoliiketoiminnasta on tullut hyvin kansainvälistä toimintaa. Lisäksi ohjelmistot ovat vaikutuksenalaisia verkostovaikutukselle eli ohjelmiston arvo kasvaa sen käyttäjien lukumäärän kasvaessa. Useiden lähteiden mukaan ohjelmistoyrityksillä on verrattain matala aloituskynnys, sillä ohjelmistoyrityksen perustaminen ei vaadi suuria investointeja. Menestyvän ohjelmistoyrityksen perustaminen on kuitenkin ainakin tietyille ohjelmistomarkkinoiden segmenteille haastavaa kiivaan kansainvälisen kilpailun takia. Kilpailua vaikeuttaa myös ohjelmistoalalle ominainen verkostovaikutus, jonka takia laajan käyttäjäkunnan haalineet ohjelmistot ovat teknisesti yliverkaisia ohjelmistoja arvokkaampia.

Tutkielman kolmannessa luvussa käsiteltiin ohjelmistoekosysteemejä, niiden jaottelua sekä niihin kuuluvien toimijoiden eri rooleja. Kirjallisuuden perusteella voidaan todeta, että ohjelmistoekosysteemeillä tarkoitetaan sisäisten ja ulkoisten toimijoiden verkostoa, jonka jäsenet toimivat yhteistyössä keskenään ohjelmistoihin liittyvän teknologisen alustan ympärillä. Ohjelmistoekosysteemit ovat ohjelmistoliiketoiminnan kannalta mielenkiintoinen tutkimusalue, sillä ohjelmistoyritykset toimivat nykyään yhä enemmissä määrin osana ohjelmistoekosysteemejä. Ohjelmistoekosysteemit eroavat toisistaan niiden arvonluonnin, teknologiseen alustaan liittyvien ominaisuuksien ja sisäisten päätöksentekomallien mukaisesti. Kuten biologiset ekosysteemit sisältävät erilaisia lajeja, myös

ohjelmistoekosysteemit sisältävät erilaisia ja eriarvoisia toimijoita, jotka ovat symbioottisessa suhteessa keskenään. Ohjelmistoekosysteemin avainryitysten menestyksen kannalta on tärkeää, että ohjelmistoekosysteemi ja siihen kuuluvat toimijat ovat elinvoimaisia. Tämän takia ohjelmistoekosysteemien avainryitykset pyrkivät tukemaan koko ohjelmistoekosysteemin arvon kasvua omien toimintojensa arvon maksimoimisen sijaan.

Kirjallisuuden perusteella tutkielmaan muodostettiin viitekehys, joka kuvailee ohjelmistoyrityksen toimintaa ja sen roolia ohjelmistoekosysteemissä (kuvio 4). Ohjelmistoyrityksen toimintaa kuvailevat sen yritystyyppi ja liiketoimintamalli. Ohjelmistoyrityksen yritystyyppin pohjana käytettiin Messerschmitin ja Szyperskin (2003, s. 174) esittelemiä ohjelmistojen arvoketjuihin kuuluvia yritystyyppejä, jotka ovat toimialakonsultit, sovellusohjelmientoimittajat, infrastruktuuri-ohjelmistojen toimittajat, liiketoimintakonsultit, järjestelmien integroijat, infrastruktuurin palveluntarjoajat ja sovellusten palveluntarjoajat. Liiketoimintamallin luokittelun pohjana käytettiin Rajalan ja Westerlundin (2007) luokittelua, jonka mukaan ohjelmistoyritysten liiketoimintamallit voidaan jakaa neljään eri kategoriaan, jotka ovat 1.) ohjelmistojen räätälöinti, 2.) mallien soveltaminen, 3.) resurssien tarjoaminen ja 4.) standardien tarjoaminen. Ohjelmistoekosysteemin roolin pohjana käytettiin Manikaksen ja Hansenin (2013) esittelemät ohjelmistoekosysteemin roolit, jotka ovat avaintoimijat, niche-toimijat ulkoiset toimijat, myyjät ja asiakkaat, joita täydentää Jansenin ja Cusumanon (2013) esittelemä toimijoiden rooli, yhdistävä toimija.



KUVIO 4 Ohjelmistoyrityksen viitekehys

Kirjallisuutta tutkiessa kävi ilmi, että ohjelmistoekosysteemeihin liittyvää tutkimusta on tehty verrattain vähän potentiaalisia hyötyjä ajatellen. Etenkin sellaisia tutkimuksia löytyi vain muutama, joissa selvitettiin ohjelmistomarkkinoille muodostuneita ekosysteemejä. Ohjelmistomarkkinoille muodostuneiden ekosysteemien rakenteiden, toimijoiden ja keskinäisten suhteiden tiedostaminen on ohjelmistoyrityksille entistä tärkeämpää, sillä ohjelmistoyritykset hyödyntävät kumppanuussuhteiden kautta muiden toimijoiden tarjoamia tuotteita ja palveluita esimerkiksi kehittäessään uusia innovaatioita sekä luomalla arvoa muilla eri tavoilla loppuasiakkailleen.

5 Tiedonkeruu ja empiirisen tutkimuksen menetelmät

Tästä luvusta alkaa tutkielman toinen osa, johon kuuluvat tutkielman empiirinen osuus, pohdinta ja yhteenvedo. Tutkielman empiirinen osuus toteutettiin muodostamalla verkostot suomalaisten ohjelmistoyritysten kumppanuussuhteista ja tutkimalla niitä verkostoanalyysin menetelmin. Verkostoanalyysillä tarkoitetaan menetelmiä, joiden avulla pyritään kokoamaan ja hahmottamaan sosiaalisten rakenteiden moninaisuutta ilmiöiden riippuvuus toisistaan sekä havaitsemaan ilmiöiden riippuvuus toisistaan (Johanson, Mattila & Uusikylä, 1995, s. 3). Tutkielman empiirisen osuuden tavoite oli löytää vastaukset tutkimuskysymyksiin: *"Mitkä ovat Suomen ohjelmistomarkkinoiden keskeisimmät yritykset?"* ja *"Minkälaisia ekosysteemejä ohjelmistomarkkinoille on muodostunut"*. Tässä luvussa esitellään menetelmät, joiden avulla tutkielman tiedonkeruu ja verkostojen muodostus toteutettiin sekä menetelmät, joiden avulla verkostojen keskeisimmät toimijat, leikkaukspisteet ja sillat selvitettiin.

Tutkielman seuraavissa luvuissa selvitetään tutkielmassa muodostettujen verkostojen keskeisimmät toimijat ja tutkitaan niiden yritystyyppiä, liiketoimintamallia ja roolia ohjelmistoekosysteemeissä kirjallisuuskatsauksen yhteenvedossa esitellyn viitekehyksen (kuvio 4) mukaisesti. Empiirisen osuuden lopuksi pohditaan tutkielmassa ilmenneitä tuloksia luvussa 8. Tutkielman viimeisessä luvussa käydään vielä yhteenvedon muodossa lävitse tutkielmalle asetetut tutkimuskysymykset ja niihin tutkielman tutkimusmenetelmillä selvitettyt vastaukset.

5.1 Tutkielman tiedonkeruu

Tämän tutkielman empiirisen osuuden tiedonkeruu toteutettiin työpöytä tutkimuksena tutkielman aineistosta löytävien yritysten verkkosivujen pohjalta. Tutkielman aineistona käytettiin listausta toimiala 62:n aktiivisista yrityksistä, joista karsittiin mikroyritykset eli alle 10 henkilöä työllistävät yritykset kokonaan pois. Tämä rajaus tehtiin, jotta tutkielmassa käsiteltävän aineiston laajuus vastaisi työmäärältään suunnilleen pro gradu -tutkielmissa käsiteltävien aineistojen työmäärää. Rajauksen jälkeen aineistoon yrityksiä jäi tutkittavaksi yhteensä 537 kappaletta.

Tutkielmassa tutkittiin näiden yritysten verkkosivut keräten tietoa yritysten kumppanuussuhteista. Tutkituista yrityksistä 217 ilmoitti vähintään yhden organisaation kumppanukseen, kun taas 320 yrityksen verkkosivuilta ei löytynyt tietoja heidän kumppanuussuhteistaan. Tämä luku on verrattain suuri, mikä laskee tutkielman tulosten tarkkuutta (Hirsjärvi, Remes ja Sajavaara, 2007, s. 175). Tutkielman aineistoon kerääntyi lopulta yhteensä 1654 yritystä tai organisaatiota, kun alkuperäisen aineiston yritysten verkkosivuilta kerättiin tiedot heidän kumppanuussuhteistaan. Nämä tiedot kirjattiin tutkielman tiedonkeruuvaiheessa Excel-taulukkoon siten, että tutkittava yritys kirjattiin taulukon ensimmäisen sarakkeen riville ja sen kumppaniyritykset listattiin seuraavan sarakkeen

riveille. Tässä vaiheessa tutkielman lähdeaineistosta poistettiin myös yritysten nimistä yritysmuodot kuten esimerkiksi Oy, Ab ja Ltd. kerätyn tiedon käsittelyn helpottamiseksi. Lisäksi aineistosta karsittiin jälkikäteen ne yritykset pois, jotka eivät olleet yhteydessä aineistossa luotuihin verkostoihin. Rajauksen jälkeen molempiin tutkielmassa muodostettuihin aineistoon jäi yhteensä 1184 yritystä. Alla olevassa taulukossa (taulukko 1) on näyte tutkielman tiedonkeruuvaiheessa luodun Excel-tilukon sisällöstä.

TAULUKKO 1 Näyte tiedonkeruuvaiheessa luodun Excel-tilukon sisällöstä

| | |
|---------------|-----------|
| TIETO FINLAND | GOOGLE |
| TIETO FINLAND | MICROSOFT |
| TIETO FINLAND | SAP |
| TIETO FINLAND | ORACLE |
| TIETO FINLAND | IBM |
| DIGIA | IBM |
| DIGIA | MICROSOFT |
| DIGIA | IBM |
| DIGIA | LOGENTIA |
| DIGIA | LOGENTIA |

Tiedonkeruun jälkeen kyseinen Excel-tilukko siirrettiin Pajek-nimiseen ohjelmistoon käsiteltäväksi. Pajek on suurten verkostojen analysointiin tarkoitettu maksuton ohjelmisto, jota muun muassa Iyer, Lee, Venkatraman ja Vesset (2007) ovat käyttäneet vastaavanlaisten verkostojen mallintamiseen julkaisussaan nimeltä ”*Monitoring platform emergence: guidelines from software networks*”. Excel-tilukot eivät ole kuitenkaan suoraan yhteensopivia Pajek-ohjelmiston kanssa.

Tämän vuoksi tutkielman tiedonkeruuvaiheessa Excel-tilukkaan kerätty aineisto piti muuttaa Excel2Pajek-nimisellä sovelluksella .net-päätteiseksi tiedostoksi, jotta se olisi yhteensopiva Pajek-ohjelmiston kanssa. Excel2Pajek-sovelluksella voi luoda suunnatun verkoston (engl. directed network) että suuntaamattoman verkoston (engl. undirected network) luontiin tarkoitettuja tiedostoja. Suunnatulla verkostolla tarkoitetaan verkostoa, jossa solmujen väliset linkit ovat suunnattuja, kun taas suuntaamattomalla verkostolla tarkoitetaan verkostoa, jossa solmujen väliset linkit ovat suuntaamattomia. Tutkielmassa päädyttiin luomaan molemmat verkostot, joten tiedonkeruuvaiheessa luodusta Excel-tiedostosta luotiin sekä suunnattu että suuntaamaton Pajekin kanssa yhteensopiva .net-päätteinen tiedosto. Excel2Pajek-sovellus muutti tiedonkeruuvaiheen Excel-tiedoston sisällön siten, että se jakoi suuntaamattomalle verkostolle tarkoitettun tiedoston Vertices- ja Edges-osioihin ja suuntaamattoman Vertices- ja Arcs-osioihin. Suuntaamattoman verkoston muodostusta varten luodun tiedoston Vertices-osio näytti seuraavalta:

```
*Vertices 1184
1 "TIETO FINLAND"
2 "DIGIA"
3 "F-SECURE"
4 "SAMLINK"
5 "INNOFACTOR"
6 "ELISA APPELSIINI"
...
```

Vertices kuvaa solmujen kokonaismäärää, joka on tässä tapauksessa 1184. Toisin sanoen tutkielmassa muodostetut verkostot koostuvat 1184 yrityksestä. Numero lainausmerkeissä olevan solmun nimen edessä kuvaa solmun tunnistetta. Tiedoston Edges-osiossa on puolestaan tiedot linkeistä solmujen välillä. Edges-osion sisältö näytti tältä:

```
*Edges
1 191
1 192
1 193
1 194
1 195
2 195
...
```

Edges-osiossa ensimmäinen numero kuvaa solmun tunnistetta ja seuraava numero kuvaa solmun tunnistetta, jonka välillä solmulla on linkki. Esimerkiksi yllä olevassa esimerkissä numero 1 kuvaa solmua TIETO FINLAND ja numero 192 kuvaa solmua GOOGLE. Tämä tarkoittaa sitä, että Tiedon ja Googlen välillä on kumppanuussuhde. Suunnattua verkostoa varten muodostetun tiedoston sisältö oli muuten identtinen, mutta Edges-sanalla luki Arcs. Tiedoston Arcs-osion sisältö näytti seuraavalta:

```
*Arcs
1 191
1 192
1 193
1 194
1 195
2 195
...
```

5.2 Verkostojen muodostus

Tiedonkeruun jälkeen tutkielmaan kerätystä aineistosta muodostettiin Pajek-ohjelmistolla sekä suunnattu että suuntaamaton verkosto suomalaisten

ohjelmistoyritysten kumppanuussuhteista. Huolimatta siitä, että aiemmissa vastaavissa tutkimuksissa, kuten esimerkiksi Iyerin ym. (2007) tutkimuksessa on muodostettu pelkästään suuntaamaton verkosto, päädyttiin tässä tutkielmassa muodostamaan myös suunnattu verkosto tarkempien tulosten saavuttamiseksi. Suuntaamaton verkosto muodostui ongelmalliseksi tässä tutkielmassa tutkielman tiedonkeruutavan takia, sillä tutkielman lähdeaineisto oli rajautunut vain yli 10 henkilöä työllistäviin suomalaisiin ohjelmistoyrityksiin. Tutkielman tiedonkeruuvaiheessa ilmeni useita Suomen ohjelmistomarkkinoilla toimivia ulkomaalaisia yrityksiä, kuten esimerkiksi Microsoft ja IBM, joita ei ollut tutkielman lähdeaineistossa. Verkoston tutkiminen suuntaamattomana asettaa tutkielman lähdeaineiston ulkopuolella olevat yritykset epäedulliseen asemaan, sillä tutkielman tiedonkeruuvaiheessa ei käsitelty näiden yritysten ulospäin suuntautuvia linkkejä, eli toisin sanoen näiden yritysten ilmoittamia kumppanuussuhteita.

Lisäksi tutkielman lähdeaineiston yrityksistä suurimman osan (320/537) verkkosivuilla ei ilmennyt heidän kumppanuussuhteita, kun taas eräillä yrityksellä oli puolestaan listattu useita kymmeniä eri kumppaniyrityksiä. Suuntaamattomassa verkostossa nämä yritykset muodostuvat verkoston keskeisimmiksi yrityksiksi, vaikka todellisuudessa ne eivät välttämättä ole keskeisessä asemassa Suomen ohjelmistomarkkinoilla. Näiden syiden vuoksi tutkielmaan muodostettiin myös suunnattu kumppanuussuhteiden verkosto, jossa solmujen keskeisyyttä painotetaan niiden sisääntulevien linkkien perusteella.

5.3 Verkoston keskeisimpien toimijoiden selvittäminen

Verkostoanalyysissä voidaan käyttää useita eri tapoja verkoston keskeisimpien toimijoiden selvittämiseen. Yleisimmin verkoston keskeisimpien toimijoiden selvittämiseen käytetään Freemanin (1979) esittelemiä tunnuslukuja, jotka ovat keskeisyysasteluku (engl. degree), välillisyykeskeisyysluku (engl. betweenness) ja läheisyyskeskeisyysluku (engl. closeness).

Keskeisyysaste määräytyy verkoston toimijan suorien linkkien lukumäärästä (Qin, Xu, Hu, Sageman & Chen, 2005.) Esimerkiksi mikäli tämän tutkielman aineistosta ilmenee, että kolme yritystä ovat ilmoittaneet tietyn yrityksen kumppanikseen, on tällä yrityksellä kolme suoraa linkkiä. Verkoston toimijat, joilla on korkea keskeisyysasteluku ovat mahdollisesti verkoston keskipisteitä tai verkoston johtajia. keskeisyysasteluku voidaan laskea seuraavalla laskukaavalla:

$$C_D(a) = \sum_{i=1}^n c(i, a)$$

Kirjaimella a tarkoitetaan tutkittavaa solmua, kirjaimella n tarkoitetaan solmujen kokonaismäärää verkostossa ja $c(i, a)$ on binäärimuuttuja, joka merkitsee $i:n$ ja $a:n$ välistä yhteyttä. Keskeisyysastetta on kuitenkin arvosteltu keskeisyyden tunnuslukuna, sillä solmu voi olla myös yhteyksissä moniin irrallisiin solmuihin, joilla

ei ole muita yhteyksiä verkostoon. Tämä voi vääristää solmun todellista keskeisyyttä verkostossa, minkä takia keskeisyyttä mitataan myös välillisyysskeskeisyyss- ja läheisysskeskeisyyssluvuilla (Basole, 2009).

Välillisyysskeskeisyyssluvulla mitataan tietyn solmun asemaa suhteessa muihin verkostossa oleviin solmuihin. Solmun a välillisyysskeskeisyyssluku määräytyy geodeesien, eli solmujen välisten lyhyimpien polkujen määrästä, jotka kulkevat solmun lävitse. Solmun välillisyysskeskeisyyssluvun voi laskea alla olevalla laskukaavalla:

$$C_B(a) = \sum_{i < j}^n \sum_j^n g_{ij}(a)$$

Kaavassa solmut i ja j kulkevat solmun a lävitse. Solmut, joilla on korkeat välillisyysskeskeisyyssluvut toimivat usein tavaroiden tai tiedon välittäjinä verkostolle (Qin, ym., 2005.) Välillisyysskeskeisyysslukua ei käytetä tämän tutkielman suunnatun verkoston keskeisimpien toimijoiden selvittämisessä, sillä suunnatussa verkostossa linkit ovat yksisuuntaisia. Tällöin kaikki solmut, joista ei lähde ulospäin suuntautuvia linkkejä saavat välillisyysskeskeisyyssluvuksi 0, minkä takia välillisyysskeskeisyyssluvulla ei voida selvittää suunnatun verkoston keskeisimpien toimijoita.

Viimeinen tutkielmassa käytettävistä verkoston toimijoiden keskeisyyttä mittaavista tunnusluvuista on läheisysskeskeisyys. Viitaten Freemanin (1979) julkaisuun Qin ym. (2005) esittelivät Freemanin (1979) läheisysskeskeisyyssluvun seuraavasti:

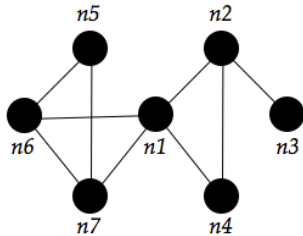
$$C_C(a) = \sum_{i=1}^n l(i, a)$$

Kirjaimet $l(i, a)$ edustavat solmujen i :n ja a :n välistä lyhyintä polkua. Läheisysskeskeisyyssluku on tietyn solmun ja verkoston muiden solmujen geodeesien pituuksien yhteenlaskettu summa (Qin, ym., 2005.) Läheisysskeskeisyysslukua pidetään tunnuslukuna, joka mittaa kuinka tehokkaasti informaatio siirtyy valitulta solmulta muihin verkoston solmuihin. Mitä isompi läheisysskeskeisyyssluku solmulla on, sitä tehokkaammin kyseinen solmu on asemoitunut verkostossa levittämään informaatiota muille solmuille (Okamoto, Chen & Li, 2008).

5.4 Verkoston leikkauspisteiden ja siltojen selvittäminen

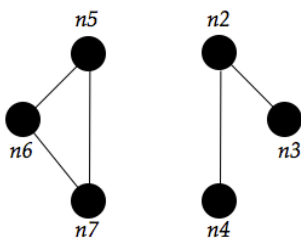
Verkoston keskeisimpien toimijoiden selvittämisen lisäksi verkostoja voidaan tutkia myös muista näkökulmista. Esimerkiksi Basole (2009) on tutkinut mobiiliekosysteemejä selvittäessään myös verkoston leikkauspisteitä (engl. cutpoints)

ja siltoja (engl. bridges). Leikkauspisteellä tarkoitetaan pistettä, jonka poistamisesta seuraa verkoston hajoaminen. Esimerkiksi kuviossa 5 (kuvio 5) solmu $n1$ toimii leikkauspisteenä.



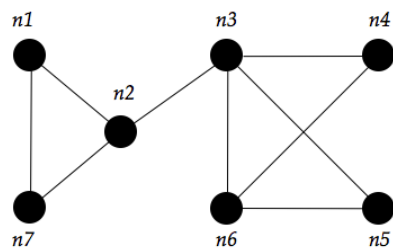
KUVIO 5 Verkoston leikkauspiste

Mikäli solmu $n1$ poistetaan, kuvion 5 (kuvio 5) verkosto hajoaa kahteen osaan kuvio 6:n mukaisesti (kuvio 6).



KUVIO 6 Kahteen osaan hajonnut verkosto

Silloilla tarkoitetaan linkkiä kahden verkoston välissä. Kuviossa 7 (kuvio 7) solmujen $n2$ ja $n3$ välinen linkki on silta (Wasserman ja Faust, 1994, s. 112-114).



KUVIO 7 Silta verkostojen välissä

Solmut, jotka toimivat leikkauspisteenä toimivat tärkeässä roolissa verkostoissa, sillä ne yhdistävät sellaisia solmuja verkostoon, jotka muuten eivät siihen kuuluisi. Täten leikkauspisteet toimivat usein joko tiedonvälittäjinä tai tiedonkulkua säätelevinä toimijoina verkoston sisällä (Sloane & O'Reilly, 2013). Sillat ovat myös tärkeässä strategisessa roolissa yritysten välisissä verkostoissa, sillä ne yhdistävät aliverkostot yhtenäiseksi verkostoksi (Basole, 2009.)

6 Verkoston visualisointi ja keskeisimpien toimijoiden selvittäminen

Tässä luvussa esitellään visuaalisia kuvauksia tutkielman aineistosta muodostetuista verkostoista ja selvitetään näiden verkostojen keskeisimpiä toimijoita Linton Freemanin (1979) verkoston toimijoiden keskeisyyttä selvittäville mittareille. Seuraavassa kuviossa (kuvio 8) on Pajek-ohjelmistolla luotu visuaalinen kuvaus suomalaisten ohjelmistoyritysten kumppanuussuhteista.

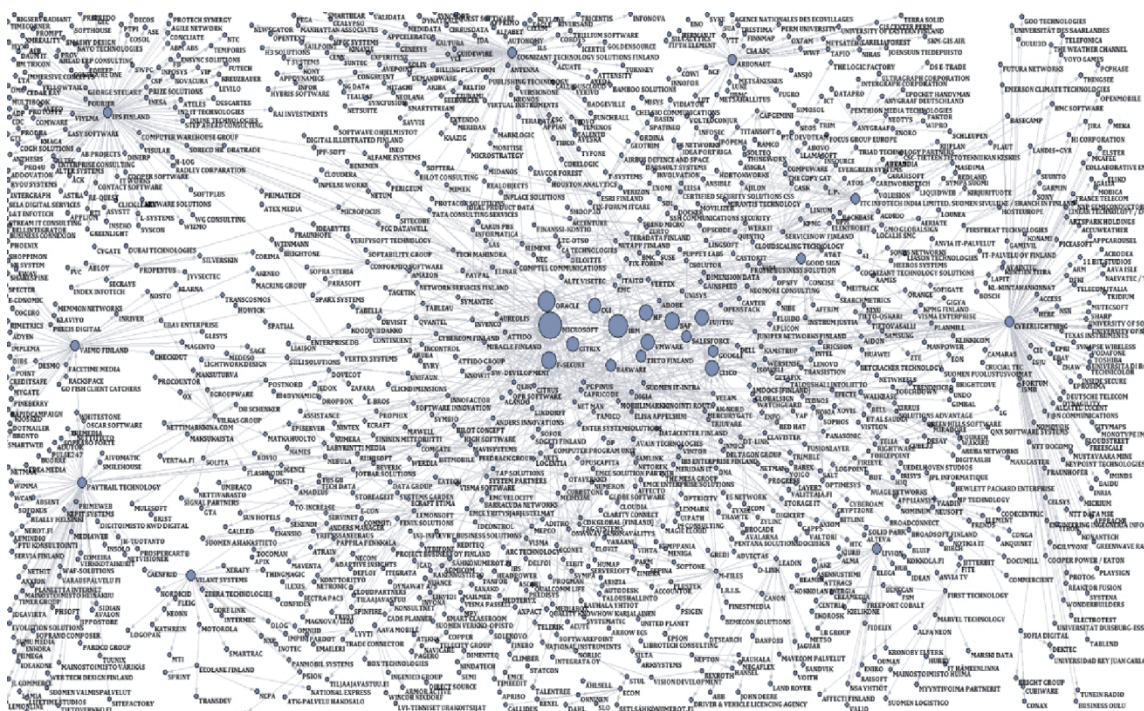


KUVIO 8 Kamda-Kawai -algoritmilla visualisoitu verkosto

Kuvion verkosto (kuvio 8) on mallinnettu Pajekin Kamda-Kawai -algoritmin mukaisesti ja se koostuu tutkielmaan kerätyn aineiston 1184 yrityksestä ja niiden 1414 kumppanuussuhteesta. Kuviossa 8 (kuvio 8) voidaan havaita, että verkosto on suhteellisen tiheä keskeltä ja se harvenee reunoja myöten. Tämä johtuu siitä, että verkostossa on useita yrityksiä, jotka yhdistyvät verkostoon vain yksittäisen kumppanuussuhteen myötä. Seuraavissa alaluvuissa on esitelty tutkielman aineistosta luodun suunnatun ja suuntaamattoman verkoston keskeisimmät toimijat ja näiden verkostojen visualisoinnit. Luvun viimeisessä alaluvussa esitellään verkostoihin muodostuneet leikkauspisteet ja sillat.

6.1 Suunnatun verkoston keskeisimmät toimijat

Tutkielmassa muodostetun suunnatun verkoston keskeisimmät toimijat selvitetiin niiden keskeisyysasteen ja läheisyyskeskeisyyden perusteella. Kuten jo luvun 5 aluvuossa 2 mainittiin, suunnatun verkoston toimijoiden keskeisyyttä ei tutkita tässä tutkielmassa välillisyysskeskeisyydellä, sillä välillisyysskeskeisyysluku antaa suunnatussa verkostossa tulokseksi 0, mikäli solmusta ei lähde ulospäinsuuntautuvia linkkejä. Seuraavassa kuviossa 9 (kuvio 9) on esitetty tutkielman aineistosta muodostettu suunnattu verkosto Pajekin Fruchterman Reinhold -algoritmin mukaisesti.



KUVIO 9 Suunnattu verkosto

Kuvioon 9 (kuvio 9) on merkattu solmujen nimet sekä suurennettu suunnatun verkoston kiinnostavimpia solmuja. Nämä solmut ovat verkoston keskelle muodostuneet keskeisimmät yritykset keskeisyysasteen perusteella eli toisin sanoen ne yritykset, jotka saivat eniten kumppaniviitteitä. Kuviossa (kuvio 9) on myös hieman suurennettu verkoston reunoilla olevia solmuja, joista lähtee paljon ulospäin suuntautuneita linkkejä. Nämä solmut edustavat yrityksiä, jotka ovat ilmoittaneet useita kumppanuussuhteita kotisivuillaan.

6.1.1 Suunnatun verkoston keskeisimmät toimijat keskeisyysasteen mukaan

Taulukossa 2 (taulukko 2) on esitelty tutkielman aineiston pohjalta muodostetun suunnatun verkoston 15 keskeisintä yritystä niiden keskeisyysasteluvun mukaisesti.

TAULUKKO 2 Suunnatun verkoston keskeisimmät toimijat keskeisyysasteluvun perusteella

| Yrityksen nimi | Linkkien lukumäärä | Osuus koko verkostosta | Kumulatiivinen osuus koko verkostosta |
|----------------|--------------------|------------------------|---------------------------------------|
| Microsoft | 85 | 7,18 % | 7,18 % |
| IBM | 36 | 3,04 % | 10,22 % |
| Oracle | 22 | 1,86 % | 12,08 % |
| SAP | 17 | 1,44 % | 13,52 % |
| F-Secure | 15 | 1,27 % | 14,79 % |
| Fujitsu | 14 | 1,18 % | 15,97 % |
| HP | 14 | 1,18 % | 17,15 % |
| Cisco | 13 | 1,10 % | 18,25 % |
| VMware | 13 | 1,10 % | 19,35 % |
| CGI | 12 | 1,01 % | 20,36 % |
| Citrix | 10 | 0,84 % | 21,20 % |
| Tieto Finland | 9 | 0,76 % | 21,96 % |
| Basware | 8 | 0,68 % | 22,64 % |
| Salesforce | 8 | 0,68 % | 23,32 % |
| Google | 8 | 0,68 % | 24,00 % |

Yrityksen korkea keskeisyysasteluku tarkoittaa yleensä yrityksen keskeistä asemaa verkostossa (Basole, 2009). Taulukon 2 (taulukko 2) ensimmäinen sarake kuvaa linkkien lukumäärä. Linkkien lukumäärä kertoo suunnatussa verkostossa siitä, kuinka monta tutkielman aineistossa olleista yritystä ilmoitti kyseisen yrityksen kumppanikseen. Osuus koko verkostosta kuvaa kunkin yrityksen kumppanuussuhteista muodostuvien linkkien osuutta verkoston kaikista linkeistä. Kumulatiivinen osuus koko verkostosta kuvaa taas yritysten kumppanuussuhteiden osuutta koko verkostosta kumulatiivisesti. Esimerkiksi IBM:n kumppanuussuhteet muodostavat 3,04 % koko verkostosta ja yhdessä Microsoftin kumppanuussuhteiden kanssa ne muodostavat kumulatiivisesti 10,22 % osuuden koko verkostosta. Taulukosta 2 (taulukko 2) voidaan havaita, että suuret kansainväliset teknologiayritykset ovat keskeisimmässä asemassa suunnatussa verkostossa keskeisyysasteluvulla mitattuna.

6.1.2 Suunnatun verkoston keskeisimmät toimijat läheisyyskeskeisyysluvun perusteella

Seuraavassa taulukossa (taulukko 3) on esitelty tutkielmassa muodostetun suunnatun verkoston 15 keskeisintä yritystä niiden läheisyyskeskeisyysluvun mukaisesti.

TAULUKKO 3 Suunnatun verkoston keskeisimmät toimijat läheisyyskeskeisyysluvun perusteella

| Nimi | Läheisyyskeskeisyysluku |
|-----------|-------------------------|
| Microsoft | 0.073384 |
| IBM | 0.031752 |
| Oracle | 0.021284 |
| SAP | 0.017099 |

(jatkuu)

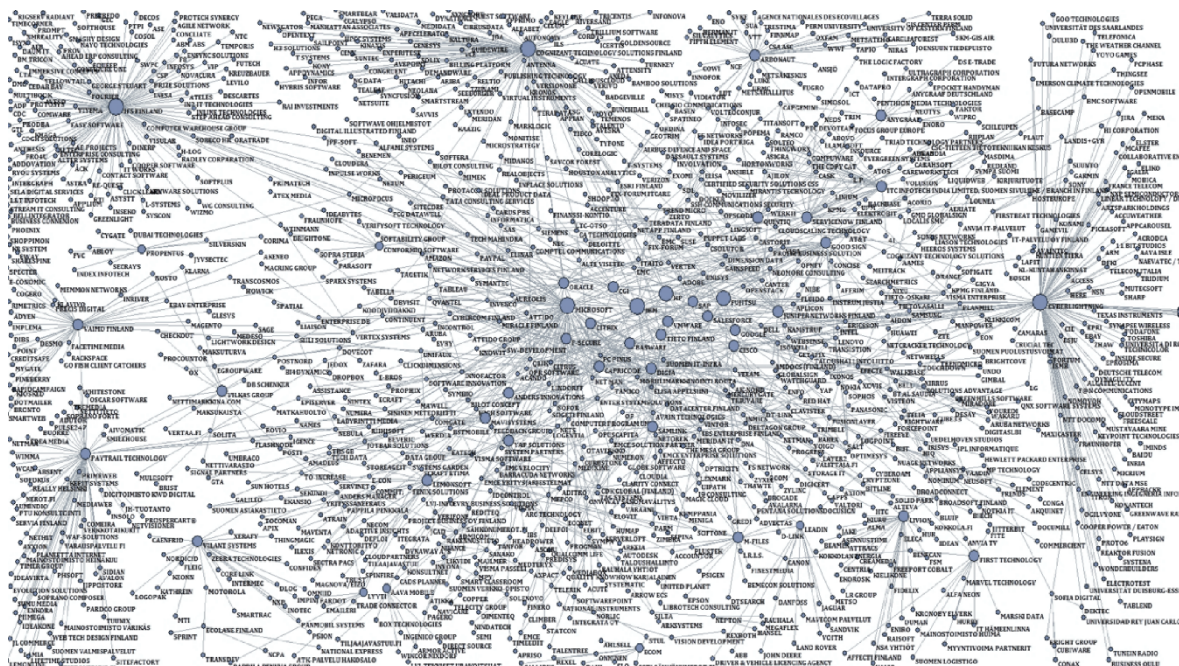
TAULUKKO 3 (jatkuu)

| | |
|---------------|----------|
| F-Secure | 0.013643 |
| VMware | 0.013455 |
| Cisco | 0.013138 |
| HP | 0.012669 |
| Fujitsu | 0.011871 |
| Citrix | 0.011824 |
| CGI | 0.011261 |
| Google | 0.011100 |
| Tieto Finland | 0.008576 |
| Basware | 0.008090 |
| Salesforce | 0.008024 |

Mitä isompi läheisyyskeskeisyysluku yrityksellä on, sitä tehokkaammin kyseisen yritys on asemoitunut verkostossa levittämään informaatiota muille yrityksille (Okamoto ym., 2008). Taulukon 3 (taulukko 3) perusteella näyttäisi siltä, että Microsoft on selvästi keskeisimmässä asemassa levittämään informaatiota verkoston muille yrityksille.

6.2 Suuntaamattoman verkoston keskeisimmät toimijat

Tutkimuksessa muodostetun suuntaamattoman verkoston keskeisimmät toimijat selvitettiin niiden keskeisyysasteen, läheisyyskeskeisyyden ja välillisyykeskeisyyden perusteella. Kuviossa 10 (kuvio 10) on esitetty tutkielman aineistosta muodostettu suuntaamaton verkosto Pajekin Fruchterman Reingold -algoritmia käyttäen. Kuvion verkoston solmujen kokoa on muutettu niiden keskeisyyden mukaan ja kuvioon on sijoitettu verkoston keskeisimpien toimijoiden nimet.



KUVIO 10 Suuntaamaton verkosto

Kuviosta 10 (kuvio 10) voidaan havaita solmujen koon perusteella, että suuntaamattomassa verkostossa keskeisimpien yritysten joukkoon nousi verkoston keskellä olevien yritysten lisäksi myös verkoston laidoilla olevia yrityksiä.

6.2.1 Suuntaamattoman verkoston keskeisimmät toimijat keskeisyysasteen perusteella

Taulukossa 4 (taulukko 4) on esitelty tutkielman aineiston pohjalta muodostetun suuntaamattoman verkoston 15 keskeisintä yritystä keskeisyysasteen perusteella.

TAULUKKO 4 Suuntaamattoman verkoston 15 keskeisintä yritystä keskeisyysasteen perusteella

| Yrityksen nimi | Linkkien lukumäärä | Osuus koko verkostosta | Kumulatiivinen osuus koko verkostosta |
|--|--------------------|------------------------|---------------------------------------|
| Cyberlightning | 121 | 10,21 % | 10,21 % |
| IFS Finland | 117 | 9,88 % | 20,09 % |
| Cognizant Technology Solutions Finland | 114 | 9,63 % | 29,72 % |
| Microsoft | 85 | 7,18 % | 36,90 % |
| Paytrail Technology | 69 | 5,83 % | 42,73 % |
| Arbonaut | 39 | 3,29 % | 46,02 % |
| Good Sign | 38 | 3,21 % | 49,23 % |
| Vaimo Finland | 38 | 3,21 % | 52,44 % |
| IBM | 36 | 3,04 % | 55,48 % |
| Juniper Networks | 31 | 2,62 % | 58,10 % |
| Livion | 27 | 2,28 % | 60,38 % |
| ServiceNow Finland | 27 | 2,28 % | 62,66 % |
| ITC Infotech India Limited, Suomen sivuliike | 25 | 2,11 % | 64,77 % |
| Vilant Systems | 23 | 1,94 % | 66,71 % |
| Oracle | 22 | 1,86 % | 68,57 % |

Taulukon 4 (taulukko 4) sarakkeet ovat vastaavat kuin taulukossa 2 (taulukko 2). Linkkien lukumäärään lasketaan kuitenkin suuntaamattomassa verkostossa myös ulospäin suuntautuvat linkit eli toisin sanoen myös ne kumppanuussuhteet, joita yritykset ovat itse ilmoittaneet verkkosivuillaan. Tämän takia tulokset eroavat huomattavasti. Keskeisyysasteen perusteella suuntaamattoman verkoston keskeisimmäksi yritykseksi nousi Cyberlightning 121 linkillään, mikä vastaa 10,21 % osuutta koko suuntaamattomasta verkostosta. Microsoft, joka oli suunnatun verkoston keskeisin yritys keskeisyysasteen perusteella, sijoittui taulukossa 4 (taulukko 4) vasta kolmanneksi.

6.2.2 Suuntaamattoman verkoston keskeisimmät toimijat läheisyyskeskeisyysluvun perusteella

Seuraavassa taulukossa (taulukko 5) on esitelty tutkielmassa muodostetun suuntaamattoman verkoston 15 keskeisintä yritystä niiden läheisyyskeskeisyysluvun perusteella.

TAULUKKO 5 Suuntaamattoman verkoston keskeisimmät toimijat läheisyyskeskeisyysluvun perusteella

| Nimi | Läheisyyskeskeisyysluku |
|---|-------------------------|
| Microsoft | 0.379134 |
| IBM | 0.339759 |
| Tieto Finland | 0.328970 |
| Cognizant Technology Solutions Finland | 0.328421 |
| Oracle | 0.324719 |
| Good Sign | 0.323739 |
| IFS Finland | 0.322678 |
| Anders Innovations | 0.318587 |
| Capricode | 0.317474 |
| Cyberlightning | 0.315018 |
| DT-Link | 0.309487 |
| YAP Solutions | 0.307232 |
| Digia | 0.306197 |
| SAP | 0.305959 |
| ITC Infotech India Limted, Suomen sivuliike | 0.304696 |

Taulukosta 5 (taulukko 5) voidaan havaita, että tulokset vaihtelevat suunnatun ja suuntaamattoman verkoston välillä myös läheisyyskeskeisyysluvun perusteella. Microsoft on molemmissa verkostoissa keskeisimmässä asemassa läheisyyskeskiarvon perusteella, mutta läheisyyskeskeisyysluvuissa on eroa. Suunnatussa verkostossa Microsoftin läheisyyskeskeisyysluku oli 0.073384, kun taas suuntaamattomassa verkostossa 0.379134. Tämän voisi tulkita siten, että Microsoft ei ole asemoitunut suuntaamattomassa verkostossa niin keskeiseen asemaan informaation levittäjänä kuin suunnatussa verkostossa.

6.2.3 Suuntaamattoman verkoston keskeisimmät toimijat välillisyysskeskeisyysluvun perusteella

Taulukossa 6 (taulukko 6) on listattu suuntaamattoman verkoston 15 keskeisintä yritystä niiden välillisyysskeskeisyysluvun perusteella. Suuri välillisyysskeskeisyysluku kertoo siitä, että solmun lävitse kulkee paljon yhteyksiä, jolloin ne toimivat tiedon välittäjinä verkostossa (Freeman, 1979).

TAULUKKO 6 Suuntaamattoman verkoston keskeisimmät toimijat välillisyysskeskeisyyslunun perusteella

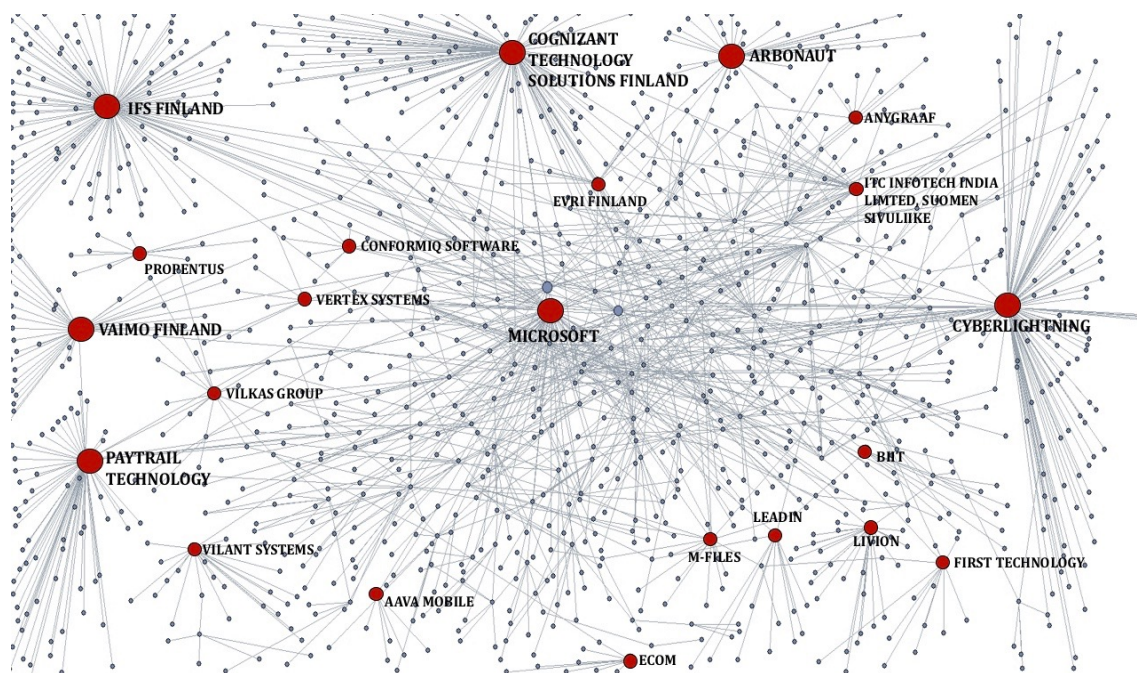
| Nimi | Välillisyysskeskeisyysluku |
|--|----------------------------|
| Microsoft | 0.385035 |
| IBM | 0.191387 |
| Cyberlightning | 0.191047 |
| Cognizant Technology Solutions Finland | 0.191826 |
| IFS Finland | 0.187029 |
| Anders Innovations | 0.115054 |
| Paytrail Technology | 0.127395 |
| Oracle | 0.093523 |
| Tieto Finland | 0.095320 |
| Good Sign | 0.078136 |
| Vaimo Finland | 0.061150 |
| Arbonaut | 0.058850 |
| ServiceNow Finland | 0.050059 |
| Fujitsu | 0.045104 |
| SAP | 0.044227 |

Taulukosta 6 (taulukko 6) voidaan havaita, että Microsoft on ylivoimaisesti keskeisin yritys myös välillisyysskeskeisyyslunun mukaan. Tämä tarkoittaa mahdollisesti sitä, että Microsoft toimii verkoston keskeisimpänä resurssien tarjoajan verkoston muille yrityksille.

6.3 Leikkauspisteet ja sillat

Tutkielmassa muodostetuissa verkostoissa on selkeästi seitsemän merkittävää leikkauspisteenä toimivaa solmua, jotka ovat Cyberlightning, Cognizant Technology Solutions Finland, Paytrail Technology, IFS Finland, Vaimo Finland, Arbonaut ja Microsoft. Näiden lisäksi verkostoista voidaan havaita myös vähemmän merkittäviä leikkauspisteinä toimivia solmuja, kuten ITC Infotech India Limited, Suomen sivuliike, Anygraaf, Biit, Livion, First Technology, M-Files, Ecom, Aava Mobile, Vilant Systems, Vilkas Group, Conformiq Software, Vertex Systems ja Evri Finland. Näiden solmujen poistaminen verkostosta johtaisi usean solmun irtautumiseen verkostosta ja sen jakautumiseen pienempiin aliverkostoihin.

Seuraavasta kuviosta 11 (kuvio 11) voidaan tehdä havainto, kuinka verkoston leikkauspisteinä toimivat solmut ovat Microsoftia lukuun ottamatta sijoittuneet verkoston reunoille. Leikkauspisteet on merkitty kuvioon (kuvio 11) punaisella värillä. Näistä solmuista lähtee linkkejä pääosin sellaisiin solmuihin, joilla ei ole muita linkkejä verkostoon. Suurimmalla osalla näistä solmuista ei ole myöskään linkkejä muihin solmuihin, paitsi leikkauspisteenä toimivaan solmuun.

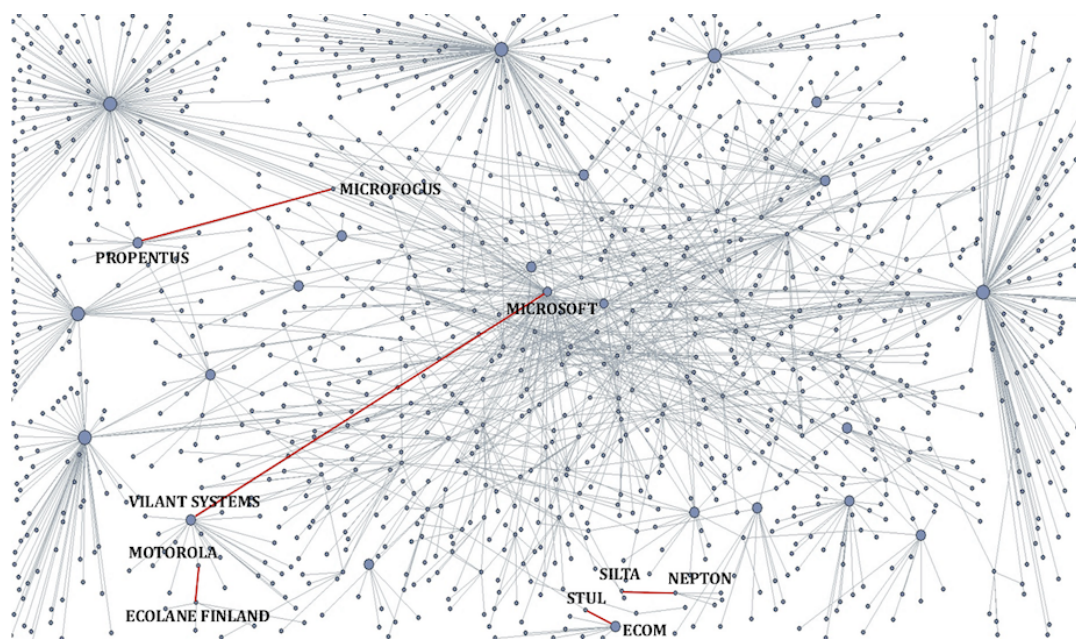


KUVIO 11 Leikkauspisteet

Yhtenäistä verkostojen merkittävimpien leikkauspisteiden välillä on Microsoft ja Paytrail Technology -solmuja lukuun ottamatta kuitenkin se, että ne yhdistävät verkostoon useita solmuja, jotka eivät ole suomalaisia ohjelmistoyrityksiä. Suomalainen ohjelmistoyritys Cyberlightning yhdistää verkostoon useita ulkomaalaisia tietoliikenne- ja teknologiayrityksiä sekä yliopistoja. Cognizant Technology Solutions Finland yhdistää verkostoon ulkomaalaisia ohjelmisto- ja teknologiayrityksiä. IFS Finland yhdistää verkostoon enimmäkseen ulkomaalaisia konsultointi- ja ohjelmistoyrityksiä. Vaimo Finland yhdistää verkostoon lähinnä ulkomaalaisia verkkomaksupalveluita tarjoavia yrityksiä. Arbonaut yhdistää verkostoon lähinnä erilaisia virastoja ja järjestöjä.

Microsoft puolestaan yhdistää verkostoon suomalaisia ohjelmistoyrityksiä. Tutkielman aineistosta 85 yritystä ilmoitti Microsoftin kumppaniyrityksekseen. Microsoftin solmun poistaminen verkostosta johtaisi 79 solmun irtautumiseen verkostosta. Tällöin solmut Vilant Systems, Commit; ja Predisys muodostaisivat omat verkostosta irrallaan olevat aliverkostot. Paytrail Technology on mielenkiintoinen leikkauspiste verkostossa. Huolimatta siitä, että tutkielman aineiston yrityksistä vain kaksi yritystä ilmoitti Paytrail Technologyn kumppanikseen, Paytrail Technology liittyy tutkielman verkostoihin useita solmuja, jotka voitaisiin luokitella suomalaisiksi ohjelmistoyrityksiksi. Nämä yritykset eivät kuitenkaan ole kuitenkaan olleet tutkielman aineistossa, sillä tutkielman aineistosta on rajattu mikroyritykset pois.

Tutkielmassa muodostetuissa verkostoista löytyy leikkauspisteiden lisäksi myös viisi siltaa. Sillat on merkattu alla olevaan kuvioon (kuvio 12) punaisella värillä.



KUVIO 12 Sillat

Kuviosta 12 (kuvio 12) voidaan havaita, että sillat ovat muodostuneet verkostoihin Propentuksen ja Microfocuksen, Vilant Systemsin ja Microsoftin, Motorolan ja Ecolane Finlandin, Stulin ja Ecomin sekä Sillan ja Neptonin välille. Nämä sillat yhdistävät pienemmät Propentuksen, Vilant Systemsin, Ecolane Finlandin, Ecomin ja Neptonin aliverkostot muuhun verkostoon. Mikäli siltoina toimivat linkit poistetaan, verkosto hajoaa pienempiin aliverkostoihin. Näiden siltojen kautta saattaa mahdollisesti kulkea informaatiota, tavaroita tai materiaalia ydinverkostosta aliverkostoihin. Esimerkiksi Vilant Systems saattaa mahdollisesti hyödyntää Microsoftin teknologiaa tarjotessaan palveluitaan kumppaniyrityksilleen. Näiden siltojen todellista roolia verkostoissa on kuitenkin mahdotonta selvittää tämän tutkielman tutkimusmenetelmien puitteissa.

7 Verkostojen keskeisimmät toimijat ja niiden muodostamat ohjelmistoekosysteemit

Tässä luvussa esitellään tutkielmassa muodostettujen verkostojen keskeisimmät toimijat ja niiden tarjoamia teknisiä alustoja. Luvun ensimmäisissä alaluvuissa esitellään verkostojen keskeisimmät yritykset pisteytettynä ja sijoitettuna sijoille 1-10. Tämän jälkeen pohditaan näiden tulosten eroja ja esitellään taulukko, jossa on pisteytetty molempien verkostojen keskeisimmät yritykset. Tätä seuraavassa alaluvussa esitellään Suomen ohjelmistomarkkinoiden keskeisimmät yritykset ja analysoidaan niitä tutkielman kirjallisuuskatsauksessa luotua viitekehystä käyttäen. Luvun viimeisessä alaluvussa esitellään Suomen ohjelmistomarkkinoiden keskeisimpien yritysten tarjoamia teknisiä alustoja.

7.1 Suunnatun verkoston keskeisimmät toimijat

Seuraavassa taulukossa (taulukko 7) on esitetty suunnatun verkoston keskeisimmät toimijat. Taulukon sarakkeissa on eritelty yrityksen sijoitus, nimi, pisteet taulukossa 2 (taulukko 2), 3 (taulukko 3) sekä näiden pisteistä lasketut yhteispisteet. Taulukon riveillä on lueteltuna yritykset järjestyksessä niiden yhteispisteiden perusteella saadun sijoituksen mukaisesti ja esitetty niiden saamat pisteet taulukossa 2 (taulukko 2) ja taulukossa 3 (taulukko 3) sekä laskettu näiden yhteispistemäärä. Taulukon yhteispisteiden maksimipistemäärä on 30.

TAULUKKO 7 Suunnatun verkoston keskeisimmät toimijat

| Sijoitus | Nimi | Pisteet taulukossa 2 | Pisteet taulukossa 3 | Yhteispisteet |
|----------|---------------|----------------------|----------------------|---------------|
| 1. | Microsoft | 15 | 15 | 30 |
| 2. | IBM | 14 | 14 | 28 |
| 3. | Oracle | 13 | 13 | 26 |
| | SAP | 12 | 12 | 24 |
| 4. | F-Secure | 11 | 11 | 22 |
| 5. | HP | 10 | 8 | 18 |
| 5. | VMware | 8 | 10 | 18 |
| 5. | Cisco | 9 | 9 | 18 |
| 6. | Fujitsu | 10 | 7 | 17 |
| 7. | CGI | 7 | 5 | 12 |
| 7. | Citrix | 6 | 6 | 12 |
| 8. | Tieto Finland | 5 | 3 | 8 |
| 8. | Google | 4 | 4 | 8 |
| 9. | Basware | 4 | 2 | 6 |
| 10. | Salesforce | 4 | 1 | 5 |

Taulukosta 7 (taulukko 7) voidaan havaita, että suuret ja tunnetut kansainväliset teknologiayritykset nousivat suunnatun verkoston keskeisimmiksi yrityksiksi.

HP, VMware ja Cisco jakoivat viidennen sijan, sillä ne saivat saman yhteispistemäärän. Samoin myös CGI ja Citrix jakoivat seitsemännen sijan saman yhteispistemäärän takia.

7.2 Suuntaamattoman verkoston keskeisimmät toimijat

Taulukossa 8 (taulukko 8) on esitetty suuntaamattoman verkoston keskeisimmät toimijat. Taulukon sarakkeissa on eritelty yrityksen sijoitus, nimi, pisteet taulukossa 4 (taulukko 4), 5 (taulukko 5) ja 6 (taulukko 6) sekä näiden pisteistä lasketut yhteispisteet. Taulukon riveillä on esitetty yritykset järjestyksessä niiden yhteispisteiden perusteella saadun sijoituksen mukaisesti ja esitetty niiden saamat pisteet kussakin taulukossa. Taulukon yhteispisteiden maksimipistemäärä on 45.

TAULUKKO 8 Suuntaamattoman verkoston keskeisimmät toimijat

| Sijoitus | Nimi | Pisteet taulukossa 4 | Pisteet taulukossa 5 | Pisteet taulukossa 6 | Yhteispisteet |
|----------|---|----------------------|----------------------|----------------------|---------------|
| 1. | Microsoft | 12 | 15 | 15 | 42 |
| 2. | Cognizant Technology solutions Finland | 13 | 12 | 12 | 37 |
| 3. | IBM | 8 | 14 | 14 | 36 |
| 4. | Cyberlightning | 15 | 6 | 13 | 34 |
| 4. | IFS Finland | 14 | 9 | 11 | 34 |
| 5. | Good Sign | 9 | 10 | 6 | 25 |
| 6. | Oracle | 3 | 11 | 8 | 22 |
| 7. | Tieto Finland | 0 | 13 | 7 | 20 |
| 7. | Paytrail Technology | 11 | 0 | 9 | 20 |
| 8. | Anders Innovations | 0 | 8 | 10 | 18 |
| 9. | Arbonaut | 10 | 0 | 4 | 14 |
| 9. | Vaimo Finland | 9 | 0 | 5 | 14 |
| 10. | Service-Now Finland | 6 | 0 | 3 | 9 |

Taulukosta 8 (taulukko 8) voidaan havaita, että suuntaamattomassa verkostossa keskeisimpien toimijoiden joukkoon nousi suurten kansainvälisten teknologia-yritysten lisäksi myös vähemmän tunnettuja suomalaisia ohjelmistoyrityksiä.

Kiinnostavin huomio taulukon tuloksissa on se, että Cyberlightning sijoittui yhdessä IFS Finlandin kanssa vasta pistesijalle 4, vaikka se oli suuntaamattoman verkoston keskeisin yritys keskeisyysasteluvun perusteella.

7.3 Keskeisimmät toimijat yhteispisteiden perusteella

Tulokset suunnatun ja suuntaamattoman verkoston keskeisimpien yritysten välillä ovat erilaiset. Molemmissa verkostoissa keskeisyyden perusteella 10. parhaan sijoituksen saaneiden yritysten joukkoon kuuluvat Microsoft, IBM, Oracle ja Tieto. Suunnatun verkoston keskeisimmät yritykset koostuvat tunnetuista kansainvälisistä suuryrityksistä. Suuntaamattoman verkoston keskeisimpien yritysten joukkoon puolestaan mahtuu tunnettujen kansainvälisten suuryritysten lisäksi myös vähemmän tunnettuja suomalaisia ohjelmistoyrityksiä. Erot verkostojen tulosten välillä johtuvat siitä, että suuntaamattomassa verkostossa ei oteta huomioon solmuista lähtevien linkkien suuntaa.

Suuntaamattoman verkoston keskeisillä solmuilla, kuten Cyberlightning, Cognizant Technology Solutions Finland, Paytrail Technology, IFS Finland, Vaimo Finland ja Arbonaut on suunnatussa verkostossa suhteellisen paljon ulospäin suuntautuvia linkkejä, mutta vain vähän sisäänpäin suuntautuva linkkejä tai ei ollenkaan. Tämä tarkoittaa sitä, että nämä yritykset ovat ilmoittaneet kotisivuillaan useita yrityksiä kumppaniyrityksikseen, mutta monikaan yritys ei ole puolestaan ilmoittanut kyseisiä yrityksiä kotisivuillaan kumppaniyrityksekseen. Koska suuntaamattomassa verkostossa ei oteta huomioon solmuista lähtevien linkkien suuntaa, nousevat solmut, joilla on suuri linkkien lukumäärä keskeiseen asemaan verkostossa.

Esimerkiksi solmusta Cyberlightning lähtee ulospäin 121 linkkiä muihin solmuihin ja sisäänpäin tulevia linkkejä on 0. Solmusta Cognizant Technology Solutions Finland lähtee ulospäin 114 linkkiä ja sisäänpäin tulee 0 linkkiä. Paytrail Technology-solmusta lähtee ulospäin 66 linkkiä ja sisään tulee 2 linkkiä. Solmusta IFS Finland lähtee ulospäin 117 linkkiä ja se ottaa vastaan 0 linkkiä muilta solmuilta. Solmusta Vaimo Finland lähtee ulospäin 37 linkkiä ja se vastaanottaa yhden linkin. Myös solmusta Arbonaut lähtee ulospäin 37 linkkiä ja se vastaanottaa vain yhden linkin. Lisäksi näiden yritysten kumppanuussuhteet koostuvat Paytrail Technologya lukuun ottamatta pääosin muista yrityksistä, kun suomalaisista ohjelmistoyrityksistä. Täten voidaan päätellä, että nämä yritykset eivät ole yhtä keskeisessä asemassa Suomen ohjelmistomarkkinoilla, kun suuntaamattoman verkoston tuloksista voisi päätellä.

Seuraavassa taulukossa (taulukko 9) on esitetty molemmista verkostoista laskettujen yhteispisteiden perusteella keskeisimmät yritykset. Taulukon (taulukko 9) sarakkeissa on esitetty yrityksen sijoitus, nimi, pisteet taulukoissa 2, (taulukko 2), 3 (taulukko 3), 4 (taulukko 4), 5 (taulukko 5) ja 6 (taulukko 6) sekä niistä lasketut yhteispisteet. Taulukon 9 (taulukko 9) riveillä on esitetty yritykset järjestyksessä niiden yhteispisteiden mukaisesti ja niiden pisteet eri taulukoissa sekä yhteispisteet. Pisteet muodostuivat siten, että maksimipistemäärä yhdestä

taulukosta on 15 pistettä. Täten yhteispisteiden maksimimääräksi muodostui 75 pistettä.

TAULUKKO 9 Keskeisimmät toimijat yhteispisteiden perusteella

| Sijoi- tus | Nimi | Pisteet taulu- kossa 2 | Pisteet taulu- kossa 3 | Pisteet taulu- kossa 4 | Pisteet taulu- kossa 5 | Pisteet taulu- kossa 6 | Yhteis- pisteet |
|---------------|---|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------|
| 1. | Microsoft | 15 | 15 | 12 | 15 | 15 | 72 |
| 2. | IBM | 14 | 14 | 8 | 14 | 14 | 64 |
| 3. | Oracle | 13 | 13 | 2 | 11 | 8 | 47 |
| 4. | Cognizant Technology solutions Finland | 0 | 0 | 13 | 12 | 12 | 37 |
| 5. | Cyberlight- ning | 0 | 0 | 15 | 6 | 13 | 34 |
| 5. | IFS Finland | 0 | 0 | 14 | 9 | 11 | 34 |
| 6. | Tieto Fin- land | 5 | 3 | 0 | 13 | 7 | 28 |
| 7. | SAP | 12 | 12 | 0 | 2 | 1 | 27 |
| 8. | Good Sign | 0 | 0 | 9 | 10 | 6 | 25 |
| 9. | Paytrail Technology | 0 | 0 | 11 | 0 | 9 | 20 |
| 9. | F-Secure | 11 | 10 | 0 | 0 | 0 | 21 |
| 10. | Fujitsu | 10 | 7 | 0 | 0 | 2 | 19 |

Kun tarkastellaan taulukkoa 9 (taulukko 9) voidaan havaita, että Microsoft, IBM ja Oracle sijoittuvat molempien verkostojen keskeisyyttä mittaavien tunnusluku-
jen perusteella 15 keskeisimmän yrityksen joukkoon. Muita molemmissa verkos-
toissa keskeisyyden perusteella menestyneitä yrityksiä olivat Tieto, SAP ja Fu-
jitsu. Mitkään muut yritykset eivät sijoittuneet pistesijoille sekä suunnatun ver-
koston että suuntaamattoman verkoston keskeisyyttä mittaavista taulukoista.
Näiden tulosten perusteella näyttäisi siltä, että Suomen ohjelmistomarkkinoiden
keskeisimmät yritykset ovat Microsoft, IBM, Oracle. Muita keskeisiä yrityksiä
ovat tulosten perusteella ainakin Tieto, SAP ja Fujitsu.

7.4 Keskeisimpien toimijoiden esittely

Tässä alaluvussa esitellään aiemman luvun tulosten perusteella ilmenneet kes-
keiset yritykset Suomen ohjelmistomarkkinoilla ja tutkitaan niiden yritystyyppiä,
liiketoimintamallia ja roolia ohjelmistoekosysteemissä tutkielman kirjallisuus-
katsauksessa luodun viitekehysten (kuviot 4) mukaisesti.

7.4.1 Microsoft

Microsoft on yhdysvaltalainen teknologiayritys, joka toimii yli 190 eri maassa. Microsoft kehittää, tukee ja lisensoi ohjelmistotuotteita, palveluita ja laitteita. Heidän tarjoamiin ohjelmistotuotteisiin kuuluvat käyttöjärjestelmät, toimisto-ohjelmistot, palvelinohjelmistot, palvelinten ja työasemien hallintaohjelmistot, videopelit, yritysratkaisut ja ohjelmistojen kehitystyökalut. Microsoftin tarjoamiin palveluihin kuuluvat pilvipohjaiset ratkaisut, joihin sisältyvät erilaiset pilvipohjaiset palvelut, ohjelmistot ja alustat. Lisäksi Microsoft tarjoamiin palveluihin kuuluvat myös konsultointipalvelut, verkostomainonta ja erilaisten ratkaisujen tukipalvelut. Microsoftin laiteliiketoimintaan kuuluu PC-tietokoneiden, matkapuhelinten, pelikonsolien ja tablettien suunnittelu ja valmistus sekä näihin liittyvien lisälaitteiden ja palveluiden tarjoaminen (Microsoft, 2016.) Kirjallisuuskatsauksen yhteenvedossa luodun viitekehyksen mukaan Microsoft voidaan luokitella yritystyypiltään sekä sovellusohjelmistoja että infrastruktuuriohjelmistoja tarjoavaksi yritykseksi. Microsoft tarjoaa erilaisia sovellusohjelmistoja kuluttajille kuten esimerkiksi Office-tuotepaketteja, joiden lisäksi Microsoft tarjoaa myös infrastruktuuriohjelmistoja, kuten esimerkiksi Azure-pilvialustaa. Samaisen viitekehyksen mukaisesti Microsoftin liiketoimintamalli voidaan luokitella standardien tarjoamiseksi, sillä Microsoft tarjoaa suurille asiakasryhmille homogeenisiä tuotteita ja palveluita (Microsoft, 2016.) Microsoftin rooli ohjelmistoekosysteemissä on avaintoimija. Microsoft tarjoaa muun muassa Windows-käyttöjärjestelmäänsä alustana, jota ekosysteemin muut jäsenet käyttävät omien tuotteidensa tai palveluidensa pohjana (Iansiti & Levien, 2004).

7.4.2 IBM

IBM on yhdysvaltalainen teknologiayritys, jolla on toimintaa yli 175 maassa. Aiemmin IBM on keskittynyt laitteistojen valmistukseen ja ohjelmistopalveluiden tarjoamiseen, mutta nykyään se keskittyy pääosin erilaisiin kognitiivisen tietojenkäsittelyn ratkaisuihin ja pilvialustoihin. IBM:n tarjoamiin tuotteisiin kuuluvat muun muassa kognitiivisen tietojenkäsittelyn tietokonejärjestelmä Watson, sovellusten pilvialusta IBM Bluemix ja infrastruktuurin pilvialusta IBM SoftLayer (IBM, 2016). Tutkielman kirjallisuuskatsauksessa luodun viitekehityksen mukaan IBM luokitellaan yritystyypiltään infrastruktuuriohjelmiston toimittajaksi, liiketoimintamalliltaan standardien tarjoajaksi ja ohjelmistoekosysteemin rooliltaan avaintoimijaksi. IBM luokitellaan tutkielmassa yritystyypiltään infrastruktuuriohjelmistojen toimittajaksi, sillä IBM Bluemix ja IBM Softlayer ovat pilvi-infrastruktuuri-ratkaisuja. Liiketoimintamalliltaan IBM luokitellaan tutkielmassa standardien tarjoajaksi. Tämä päätelmä tehtiin pohjautuen siihen, että Watson, IBM Bluemix ja IBM SoftLayer ovat yhdenmukaisia ydinratkaisuja, joita sovelletaan eri toimialojen tarpeisiin (IBM, 2016). IBM:n rooli ohjelmistoekosysteemissä on avaintoimija. IBM:n tarjoama Watson, IBM Bluemix ja IBM SoftLayer ovat alustoja, joita IBM:n kumppanit ja asiakkaat käyttävät omien tuotteidensa tai palveluidensa alustoina (IBM, 2016).

7.4.3 Oracle

Oracle on yhdysvaltalainen teknologiayritys, joka on erikoistunut ohjelmistoihin, alustoihin ja infrastruktuuriin. Oraclen tarjoamiin tuotteisiin kuuluvat muun muassa pilviratkaisu Oracle Cloud, toiminnanohjausjärjestelmä Oracle ERP, tietokantajärjestelmä Oracle Database ja erilaiset IT-infrastruktuuriratkaisut, kuten palvelimet ja tallennustilat (Oracle, 2016). Kirjallisuuskatsauksessa luodun viitekehyksen mukaisesti Oracle voidaan luokitella yritystyyppiltään infrastruktuuri-ohjelmistojen toimittajaksi, sillä Oracle tarjoaa erilaisia infrastruktuuriratkaisuja, kuten Oracle Cloud -pilviympäristöä ja Oracle Database -tietokantajärjestelmää. Lisäksi Oracle luokitellaan myös infrastruktuurin tarjoajaksi, sillä Oracle tarjoaa erilaisia infrastruktuuripalveluita, kuten palvelimia ja tallennustilaa. Liiketoimintamalliltaan Oracle voidaan luokitella standardien tarjoajaksi, sillä Oracle tarjoaa homogeenisiä ratkaisuja, joita voidaan laajentaa modulaarisilla tuotteilla. Esimerkiksi Oraclen Cloud -pilviympäristö koostuu useista erilaisista pilvi-ohjelmistoista (Oracle, 2016). Oraclen rooli ohjelmistoekosysteemissä on avaintoimija. Oracle on keskeisessä asemassa Suomen ohjelmistomarkkinoilla kumppanuussuhteiden perusteella ja Oracle tarjoaa erilaisia teknologioita alustoja, kuten Oracle Cloud -pilviratkaisuja ja Oracle Database -tietokantajärjestelmää, joita muut yritykset voivat hyödyntää osana omia tuotteitaan tai palveluitaan.

7.4.4 Tieto

Tieto on yksi Pohjoismaiden suurimmista IT-palveluiden toimittajista, jolla on toimintaa yli 10 eri maassa. Tieto tarjoaa liiketoiminnan konsultointia, asiakas-kohtaisten sovellusten kehittämistä, paketoitujen omien ja kolmannen osapuolten ohjelmistotuotteisiin perustuvia toimialaratkaisuja, erilaisia teknologiapalveluita ja niiden uudistamista sekä tuotekehityspalveluita (Tieto, 2016). Kirjallisuuskatsauksen viitekehyksen mukaan Tiedon yritystyyppi on liiketoimintakonsultointi, sillä Tieto tarjoaa asiakkailleen liiketoiminnan konsultointia ja sovellusten mukauttamista asiakaskohtaisesti. Toisaalta Tieto voidaan luokitella myös järjestelmien integroijaksi, sillä se tarjoaa erilaisten järjestelmien toimitusta. Tiedon liiketoimintamalliksi voidaan luokitella viitekehyksen mukaisesti ohjelmistojen räätälöinti, sillä Tieto tarjoaa konsultointia ja asiakas-kohtaisten sovellusten kehitystä. Tiedon rooliksi ohjelmistoekosysteemissä voidaan päätellä olevan avaintoimija. Tieto on keskeisessä asemassa Suomen ohjelmistomarkkinoilla kumppanuussuhteiden perusteella ja se tarjoaa sekä omia että kolmannen osapuolen tarjoamien teknisten alustojen päälle rakennettuja ratkaisuja asiakkailleen.

7.4.5 SAP

SAP on saksalainen yritysjärjestelmiin erikoistunut ohjelmistoyritys, jolla on toimintaa yli 180 maassa. SAP tarjoaa asiakkailleen toiminnanohjausjärjestelmiin, pilvialustoihin, hankintoihin, analytiikkaan, asiakkuudenhallintaan, teolliseen internetiin, henkilöstöhallintaan ja rahoitukseen liittyviä ratkaisuja (SAP, 2016).

SAP voidaan luokitella kirjallisuuskatsauksessa luodun viitekehyksen mukaisesti yritystyyppiltään sovellusten palveluntarjoajaksi, sillä se SAP on yritysjärjestelmien tarjoaja. Liiketoimintamalliltaan SAP voidaan luokitella mallien soveltajaksi, sillä SAP:n tuotteet perustuvat yhdenmukaisiin ydinratkaisuihin, joita laajennetaan moduulien avulla asiakkaiden tarpeiden mukaisesti. SAP:n rooli ohjelmistoekosysteemissä on avaintoimija. SAP on keskeisessä asemassa Suomen ohjelmistomarkkinoilla kumppanuussuhteidensa perusteella ja sen liiketoiminta perustuu teknisten alustojen tarjoamiseen, joita ekosysteemin muut jäsenet hyödyntävät.

7.4.6 Fujitsu

Fujitsu on yli 180 maassa toimiva japanilaislähtöinen teknologiayritys, joka tarjoaa IT-tuotteita ja -palveluita. Fujitsun tarjoamiin tuotteisiin ja palveluihin kuuluvat pilviratkaisut, sovelluspalvelut, infrapalvelut, konsultointi ja tietoturvapalvelut, erilaiset järjestelmät ja ohjelmistot, palvelimet, työasematuotteet ja tuotetukipalvelut (Fujitsu, 2016). Täten Fujitsu voidaan luokitella kirjallisuuskatsauksessa luodun viitekehyksen mukaisesti yritystyyppiltään liiketoimintakonsultointia, järjestelmäintegraatiota ja infrastruktuuria tarjoavaksi yritykseksi. Fujitsun liiketoimintamalli sijoittuu ohjelmistojen räätälöinnin ja mallien soveltamisen välille. Fujitsu tarjoaa asiakaskohtaista konsultointia, mikä viittaa ohjelmistojen räätälöintiin, mutta toisaalta Fujitsu tarjoaa myös homogeenisiä tuotteita, kuten esimerkiksi työasematuotteita, palvelimia, järjestelmiä ja ohjelmistoja. Fujitsun rooli ohjelmistoekosysteemissä on avaintoimija. Fujitsu on keskeisessä roolissa Suomen ohjelmistomarkkinoilla ja se tarjoaa erilaisia alustoja ekosysteemin muille jäsenille.

7.5 Keskeisimmät tekniset alustat

Kun tarkastellaan Suomen ohjelmistomarkkinoiden keskeisimpiä yrityksiä lähemmin tutkielman kirjallisuuskatsauksessa muodostetun viitekehyksen mukaisesti, voidaan havaita, että Suomen ohjelmistomarkkinoiden keskeisimmät yritykset eli Microsoft, IBM, Oracle, Tieto, SAP ja Fujitsu ovat kaikki ekosysteemin avaintoimijoita. Ne tarjoavat teknisiä alustoja ekosysteemin muille jäsenille, jotka käyttävät alustoja hyödykseen omien tuotteiden tai palveluidensa osana. Näiden yritysten tarjoamien teknisten alustojen ympärille voidaan olettaa syntyneen Suomen ohjelmistoekosysteemi, sillä kyseiset yritykset ovat kumppanuussuhteiden mukaan keskeisimmässä asemassa Suomen ohjelmistomarkkinoilla.

Microsoftin tarjoamiin teknologisiin alustoihin kuuluvat Windows- ja Xbox-pelikonsolien käyttöjärjestelmät, toiminnanohjaus- ja asiakkuudenhallintajärjestelmä Microsoft Dynamics 365, Microsoft Office -tuotepaketti, pilvialusta Microsoft Azure ja ohjelmankehitysympäristö Microsoft Visual Studio (Microsoft, 2016). IBM:n ylläpitämiin teknisiin alustoihin kuuluvat pilvialustat IBM

Bluemix ja IBM Softlayer, analytiikan alusta IBM Analytics Platform sekä teollisen internetin alusta Watson IoT Platform (IBM, 2016). Tiedon tarjoamiin alustoihin kuuluvat palvelualusta Tieto Enterprise Cloud Orchestrator, Microsoftin Dynamics AX ja CRM, Oraclen tietokantaratkaisut, SAP:n toiminnanohjausjärjestelmä sekä PaaS-alusta Third Platform (Tieto, 2016). Oraclen tarjoamiin alustoihin kuuluvat pilvialusta Oracle Cloud, tietokannanhallintajärjestelmä Oracle Database sekä ohjelmistoympäristö Java (Oracle, 2016). SAP:n tarjoamiin teknisiin alustoihin puolestaan kuuluvat eri kokoluokan yrityksille tarkoitettut toiminnanohjausjärjestelmät, kuten suurille yrityksille suunniteltu SAP S/4 HANA sekä pilvialusta SAP Cloud Platform (SAP, 2016). Fujitsun tarjoamiin teknisiin alustoihin kuuluvat Oraclen pilviohjelmistot, SAP:n yritysjärjestelmät ja pilvialusta Fujitsu Cloud.

Yllämainittujen teknisten alustojen perusteella voidaan päätellä, että Suomen ohjelmistomarkkinoiden ekosysteemi on muodostunut pääosin käyttöjärjestelmäkeskeisten, yritysjärjestelmäkeskeisten, pilvi- ja infrastruktuurikeskeisten sekä ohjelmistokeskeisten teknisten alustojen ympärille. Näitä alustoja ylläpitävät suuret kansainväliset teknologiayritykset.

8 Pohdinta

Tutkielman empiirisen osuuden tavoitteena oli selvittää suomalaisten ohjelmistoyritysten kumppanuussuhteiden perusteella Suomen ohjelmistomarkkinoiden keskeisimmät yritykset. Tämän lisäksi tutkielmassa oltiin kiinnostuneita minkälaisia nämä yritykset ovat, mitä ne tekevät ja minkälaisia ekosysteemejä ohjelmistomarkkinoille on muodostunut. Täten tutkielman empiiriselle osuudelle asetettiin seuraavat tutkimuskysymykset, joihin pyrittiin selvittämään vastaukset:

- *Mitkä ovat Suomen ohjelmistomarkkinoiden keskeisimmät yritykset?*
- *Minkälaisia ekosysteemejä ohjelmistomarkkinoille on muodostunut?*

Suomen ohjelmistomarkkinoiden keskeisimmät yritykset selvitettiin tutkimalla tutkielman lähdeaineistossa olleiden ohjelmistoyritysten verkkosivuilla ilmoitettuja kumppaniyrityksiä ja keräämällä ne Excel-taulukkoon. Kerätyistä kumppanuussuhteista muodostettiin verkostoanalyysin tarkoitettulla Pajek-ohjelmistolla sekä suunnattu että suuntaamaton verkosto, joista esitettiin visuaaliset mallinnukset tutkielman luvussa 6. Suunnatussa verkostossa solmuista lähtevät linkit ovat suunnattuja, kun taas suuntaamattomassa verkostossa solmuista lähtevät linkit eivät ole suunnattuja. Linkkien suuntauksella oli selvästi suuri vaikutus, sillä verkoston toimijoiden keskeisyyttä mittaavien tunnuslukujen tulokset suunnatun ja suuntaamattoman verkoston välillä erosivat toisistaan. Suunnatussa verkostossa keskeisimmiksi yrityksiksi nousivat selkeästi kansainvälisesti tunnetut suuret ohjelmistoyritykset. Suuntamaattomassa verkostossa keskeisimpien toimijoiden joukkoon nousi myös useita kokoluokaltaan pienempiä suomalaisia ohjelmistoyrityksiä. Tulosten erot verkostojen välillä johtuivat siitä, että suunnatussa verkostossa keskeisimmiksi yrityksiksi nousivat ne yritykset, jotka saivat eniten kumppaniviitteitä muilta lähdeaineistossa olleilta yrityksiltä. Suuntaamattomassa verkostossa keskeisimpien yritysten joukkoon nousi paljon kumppaniviitteitä saaneiden yritysten lisäksi myös yrityksiä, jotka olivat ilmoittaneet useita kumppaneita kotisivuillaan, vaikka nämä yritykset saivat joko vain muutamain tai ei ollenkaan kumppaniviitteitä muilta yrityksiltä. Suuntaamattoman verkoston yksi keskeisimpiä yrityksiä oli Arbonaut, jonka kumppanuussuhteet koostuivat pääosin metsäalan yrityksistä, virastoista ja muihin metsäalaan liittyvistä toimijoista, eikä suomalaisista ohjelmistoyrityksistä. Tämä voi tarkoittaa sitä, että Arbonaut saattaa olla avaintoimija metsäalan teknologiayritysten ekosysteemissä, mutta ei kuitenkaan Suomen ohjelmistoekosysteemissä, sillä sen kumppaneihin ei kuulunut yhtäkään suomalaista ohjelmistoyritystä. Samaten myöskään muilla pelkästään suuntaamattomassa verkostossa menestyneillä yrityksillä, kuten Cyberlightningillä, Cognizant Technology Solutions Finlandilla, IFS Finlandilla, Good Signillä ja Paytrail Technologyllä ei ollut juurikaan yhteyksiä muihin suomalaisiin ohjelmistoyrityksiin. Tämä tarkoittaa sitä, että nämäkään yritykset eivät ole keskeisessä asemassa Suomen ohjelmistoekosysteemissä, mutta ne saattavat olla avaintoimijoita joissain muissa ekosysteemeissä.

Luvussa 7 laskettiin molempien tutkielmassa muodostettujen verkostojen yhteispisteet yhteen, joiden perusteella tutkielmassa tehtiin päätelmä Suomen

ohjelmistomarkkinoiden keskeisimmistä yrityksistä. Yhteispisteiden tulosten perusteella Microsoft, IBM ja Oracle ovat selkeästi Suomen ohjelmistomarkkinoiden keskeisimmät yritykset. Muita keskeisiä yrityksiä yhteispisteiden tulosten perusteella ovat Tieto, SAP ja Fujitsu.

Tutkielman toiseen empiiriselle osuudelle asetettuun tutkimuskysymyksen etsittiin vastausta tutkielman tuloksista ja kirjallisuudesta. Kun tutkielman tulosten perusteella keskeisimpiä yrityksiä tutkittiin lähemmin tutkielman kirjallisuuskatsauksessa luodun viitekehyksen mukaan, voitiin tehdä päätelmä, että Microsoft, IBM, Oracle, Tieto, SAP ja Fujitsu ovat Suomen ohjelmistoekosysteemin avaintoimijoita. Nämä yritykset ovat keskeisessä asemassa tutkielmassa muodostetuissa verkostoissa ja tarjoavat verkkosivujensa perusteella erilaisia teknisiä alustoja. Näihin teknisiin alustoihin lukeutui erilaisia käyttöjärjestelmiä, yritysjärjestelmiä, ohjelmistoja sekä pilvi- ja infrastruktuurikeskeisiä teknisiä alustoja. Kun tarkastellaan tutkielmassa visualisoitujen verkostojen rakenteita, voidaan havaita, että Microsoft, IBM, Oracle, Tieto, SAP ja Fujitsu sijoittuvat verkoston keskelle osaksi yhtenäistä ydinverkostoa. Tämä viittaa siihen, että näiden yritysten alustojen ympärille on muodostunut Suomen ohjelmistomarkkinoilla ekosysteemi, jonka sisällä suomalaiset ohjelmistoyritykset luovat arvoa monimutkaisten verkostojen kautta jakaen resursseja, tietoa ja artefakteja muiden ekosysteemiin kuuluvien toimijoiden kanssa. Tulosten perusteella Suomen ohjelmistoekosysteemi vaikuttaisi olevan hyvin kansainvälinen toimintaympäristö, joka on kehittynyt kypsyyssasteeseen, että sille on vakiintunut selkeät avaintoimijat. Suomalaistaustaiset yritykset näyttäisivät olevan pääosin ekosysteemin niche-yrityksiä. Toisaalta ekosysteemit kehittyvät jatkuvasti, joten roolit ekosysteemien sisällä saattaa muuttua ajan myötä. Verkostoissa oli myös muita suhteellisen paljon kumppaniviitteitä saaneita yrityksiä, kuten esimerkiksi F-Secure, HP, Cisco, VMware, CGI, Citrix, Basware ja Salesforce. Tämä saattaa tarkoittaa sitä, että nämä yritykset joko ovat jo keskeisessä asemassa, ne ovat nousemassa avaintoimijoiksi tai vaihtoehtoisesti ne ovat menettämässä avaintoimijan asemaa Suomen ohjelmistoekosysteemissä.

8.1 Tulokset ja aiempi kirjallisuus

Kirjallisuudessa Bosch (2009) esittää, että ohjelmistoalalle on kehittynyt ekosysteemejä käyttöjärjestelmien, ohjelmistojen ja sovellusten ympärille. Jansen ym. (2009) mainitsee käyttöjärjestelmien ympärille muodostuneiden ekosysteemien lisäksi myös Microsoftin CRM-järjestelmän ympärille muodostuneen ekosysteemin. Täten voidaan päätellä, että ohjelmistoalalle on kehittynyt ekosysteemejä erilaisten käyttöjärjestelmien, yritysjärjestelmien, ohjelmistojen ja sovellusten ympärille. Näistä ei kuitenkaan löytynyt tutkimuksia verkostanalyysin näkökulmasta. Myöskään tutkimuksia, jossa tutkittaisiin jonkin tietyn maan ohjelmistomarkkinoille muodostunutta ekosysteemiä ei löytynyt. Basole (2009) on kuitenkin tehnyt vastaavanlaisen tutkimuksen matkapuhelinekosysteemistä Yhdysvalloissa. Basolen (2009) tutkimuksen mukaan matkapuhelinekosysteemi koos-

tuu pääosin laitteiden valmistajista, teknisen alustan tarjoajista, ohjelmistojen tarjoajista, mobiilioperaattoreista ja komponenttien tarjoajista sekä verkkoteknologioiden ja muun infrastruktuurin tarjoajista. Samoin kuin suomalaisten ohjelmistoyritysten ekosysteemissä, myös tämän ekosysteemin keskelle oli selvästi kehittynyt yhtenäinen keskeisimmistä toimijoista koostuva verkosto. Basolen (2009) muodostaman mobiiliekosysteemin keskeisimmät yritykset olivat Nokia, Cisco ja Qualcomm.

Basolen lisäksi Bala Iyer on puolestaan muodostanut visuaalisen kuvaukset mobiilimaksamisen, teollisen internetin ja pilvipalveluiden ekosysteemistä. Mobiilimaksamisen ekosysteemi koostuu teknisen alustan tarjoajista, verkkooperaattoreista, pankeista, maksukorttien tarjoajista, laitteiden valmistajista, kauppiaista ja palvelun käyttäjistä (Iyer, 2012). Toisin kuin Suomen ohjelmistomarkkinoiden ekosysteemissä, Iyerin (2012) muodostamaan mobiilimaksamisen ekosysteemiin ei ole vielä vakiintunut selkeästi keskeisimpiä avaintoimijoita. Tämä ekosysteemi on rakenteeltaan hajanainen ja se koostuu useista hajanaisista alustoista, mikä kertoo siitä, että ekosysteemi on mahdollisesti vielä kehittymäisillään. Myös Iyerin (2016) visualisoima teollisen internetin ekosysteemi on rakenteeltaan hajanainen eikä sille ole muodostunut vielä keskeisimpiä toimijoita. Iyerin (2016) visualisoima teollisen internetin ekosysteemi koostuu teknisten alustojen tarjoajista sekä teollisen internetin tuotteiden tai palveluiden tarjoajista.

Mielenkiintoinen yhtymäkohta Suomen ohjelmistоекосysteemin ja Basolen (2009) mobiiliekосysteemin välillä oli se, että niiden keskeisimmät yritykset ja alustojen tarjoajat ovat kansainvälisiä suuryrityksiä. Myös Iyerin (2012) muodostamassa mobiilimaksamisen ekosysteemissä ja Iyerin (2016) muodostamassa teollisen internetin ekosysteemissä on suuria kansainvälisiä yrityksiä alustojen tarjoajina, mutta niiden lisäksi myös pienempiä ja vähemmän kansainvälisesti tunnettuja yrityksiä. Nämä havainnot tukevat Hochin ym. (1999, s. 14), Cusumanon (2004, s. 46–47) sekä Hessin ym. (2012) väitettä siitä, että ohjelmistoliiketoiminta on kansainvälistä liiketoimintaa, jossa kansainväliset yritykset kilpailevat keskenään maailmanlaajuisesti. Toisaalta kun tarkastellaan tutkielmassa muodostettuja visualisointeja Suomen ohjelmistоекосysteemistä tai Basolen (2009) mobiiliekосysteemiä, niin voidaan havaita, että yritykset toimivat myös kansainvälisesti hyvin tiiviisti yhteistyössä keskenään. Tämä tukee Basolen (2009) väitettä siitä, että ekosysteemeissä arvo luodaan monimutkaisten verkostojen kautta. Lisäksi tämä tukee myös Jansenin ym. (2009) väittämää siitä, etteivät ohjelmistoyritykset pelkästään toimi itsenäisinä yksikköinä, vaan ne ovat keskenään verkostoituneita ja riippuvaisia muista ohjelmistotalan yrityksistä. Täten voidaan tehdä johtopäätös, että suomalaiset ohjelmistoyritykset luovat arvoa yhteistyössä muiden ohjelmistoyritysten kanssa.

Mielenkiintoista oli myös havaita, että Suomen ohjelmistоекосysteemin keskeisimmät yritykset olivat teknisiä alustoja tarjoavia kansainvälisiä suuryrityksiä. Tämä on osittain linjassa Cusumanon (2004, s. 86) väittämän kanssa siitä, että yhdysvaltalaisilla yrityksillä on hallitseva asema ohjelmistomarkkinoilla, sillä Microsoft, IBM ja Oracle nousivat tutkielmassa myös Suomen ohjelmistomarkkinoiden keskeisimmiksi yrityksiksi. Toisaalta keskeisimpien yritysten

joukkoon nousivat myös suomalaislähtöinen Tieto, saksalaislähtöinen SAP ja japanilaislähtöinen Fujitsu. Microsoft IBM ja Oracle olivat kuitenkin ylivoimaisesti keskeisimpiä yrityksiä tutkielmassa laskettujen yhteispisteiden perusteella. Tämä havainto on linjassa muun muassa Hochin ym. (1999, s. 41), Shapiro ym. (1999) sekä Lehmannin ja Buxmannin (2009) havaintojen kanssa siitä, että ohjelmistoliiketoiminnalle on tyypillistä, että vain muutama yritys kykenee menestymään tietyllä markkinasegmentillä. Lisäksi tämä havainto tukee osaltaan myös Iansitin ja Levienin (2004) väitettä siitä, että suurin osa ekosysteemin toimijoista voidaan luokitella niche-toimijoiksi. Kun tarkastellaan tutkielman tuloksia, voidaan havaita, että suurin osa suomalaisista ohjelmistoyrityksistä näyttäisi olevan Suomen ohjelmistoekosysteemin niche-yrityksiä, jotka luovat toiminnallaan arvoa yhteistyössä tiettyjen isojen kansainvälisten teknisiä alustoja tarjoavien yritysten eli Suomen ohjelmistoekosysteemin avaintoimijoiden kanssa. Alla olevassa taulukossa (taulukko 10) on vertailtu tutkielman tuloksista ilmenneitä havaintoja kirjallisuudessa esiintyneisiin havaintoihin.

TAULUKKO 10 Tuloksista ilmenneet havainnot

| Havainto | Kirjallisuuden havainto | Johtopäätös |
|---|---|---|
| Suomen ohjelmistomarkkinoilla toimii suomalaisten ohjelmistoyritysten lisäksi myös kansainvälisiä teknologiayrityksiä. | Ohjelmistoliiketoiminta on kansainvälistä toimintaa (Hoch ym., 1999, s. 14; Cusumano, 2004, s. 46-47; Hess, ym., 2012). | Suomalainen ohjelmistoliiketoiminta on kansainvälistä toimintaa. |
| Suomalaiset ohjelmistoyritykset ovat verkostoituneita ja ne tekevät yhteistyötä muiden yritysten kanssa. | Ohjelmistoyritykset ovat verkostoituneita keskenään ja ne ovat riippuvaisia muista ohjelmistoyrityksistä (Jansen, ym., 2009). | Suomalaiset ohjelmistoyritykset luovat arvoa yhteistyössä muiden ohjelmistoyritysten kanssa. |
| Suomen ohjelmistomarkkinoiden keskeisimmät yritykset olivat teknisiä alustoja tarjoavia kansainvälisiä suuryrityksiä. | Yhdysvaltalaisilla ohjelmistoyrityksillä on hallitseva asema ohjelmistomarkkinoilla (Cusumano, 2004, s. 86). | Yhdysvaltalaiset teknologiayritykset ovat keskeisessä asemassa Suomen ohjelmistomarkkinoilla. Keskeisiin yrityksiin kuuluvat myös eurooppalais-taustaiset SAP ja Tieto sekä japanilaistaustainen Fujitsu. |
| Microsoft, IBM ja Oracle nousivat ylivoimaisesti keskeisimmiksi yrityksiksi yhteispisteiden perusteella. | Ohjelmistoliiketoiminnalle on tyypillistä, että vain muutama yritys kykenee menestymään tietyllä markkinasegmentillä (Hoch ym., 1999, s. 41; Shapiro ym., 1999; Lehmann & Buxmann, 2009). | Microsoft, IBM ja Oracle hallitsevat tiettyjä markkinasegmenttejä Suomen ohjelmistomarkkinoilla. |
| Suurin osa tutkielman lähdeaineistossa olleista suomalaisista ohjelmistoyrityksistä voidaan luokitella ohjelmistoekosysteemin rooliltaan niche-yrityksiksi. | Suurin osa ekosysteemin toimijoista on niche-toimijoita ja ne ovat yleensä vastuussa suurimmasta osasta ekosysteemin arvontuotosta ja innovaatioiden kehityksestä (Iansiti & Levien, 2004). | Suomen ohjelmistoekosysteemin avaintoimijat ovat suuria kansainvälisistä teknologiayrityksistä, kun taas niche-toimijat koostuvat pääosin suomalaisista ohjelmistoyrityksistä. |

8.2 Tulosten luotettavuuden arviointi

Hirsjärven, ym. (2007, s. 227) mukaan kaiken tutkimuksen luotettavuutta ja pätevyyttä tulisi jollain tavoin arvioida. Heidän mukaansa tutkimusten luotettavuuden arvioinnissa keskeiset käsitteet ovat reliaabelius ja validius. Reliaabeliuksella tarkoitetaan tutkimuksen mittaustulosten toistettavuutta (Hirsjärvi, ym., 2007, s. 226). Mikäli tutkielma toistettaisiin samoilla tutkimusmenetelmillä, tutkimustulokset saattaisivat kuitenkin vaihdella, sillä yritysten kumppanuussuhteet ja verkkosivut voivat olla muuttuneet ajan myötä. Toisaalta tutkielman reliaabeliutta nostaa se, että tutkielmassa on yksityiskohtaisesti kuvattu, kuinka tutkielman tiedonkeruu ja verkostojen muodostus on toteutettu sekä kuinka tutkielman tutkimustuloksiin on päädytty. Täten tutkielman tuloksissa ei ole sattumanvaraisuutta, joten tulosten tulisi olla kumppanuussuhteiden tai verkkosivujen muutoksia lukuun ottamatta identtiset, mikäli tutkielma toistettaisiin samoilla tutkimusmenetelmillä.

Validiudella eli pätevyydellä puolestaan tarkoitetaan tutkimusmenetelmän tai mittarin kykyä mitata tutkittavaa sitä, mitä niillä on tarkoitus mitata (Hirsjärvi, ym., 2007, s. 226). Tutkielman tutkimusmenetelmän validiutta nostaa se, että tutkielmassa käytettiin aineistona edustavaa ja kattavaa otosta aktiivisista suomalaisista ohjelmistoyrityksistä. Tutkielman lähdeaineisto koostui aktiivisista yli 10 henkilöä työllistävästä toimiala 62:n alaisuuteen luokiteltavista yrityksistä. Näiden yritysten verkkosivuilta etsittiin tietoa niiden kumppanuussuhteista. Täten tutkittavaa kohderyhmää ja tutkimusmenetelmän tutkimuskysymystä voidaan pitää valideina, sillä tutkielman empiirinen osuus tarkasteli erityisesti suomalaisten ohjelmistoyritysten kumppanuussuhteita.

Toisaalta tutkimusmenetelmien validiutta heikentää se, että kaikki ohjelmistoyritykset eivät ilmoita kumppanuussuhteitaan verkkosivuillaan. Tämä tulee ottaa tutkielman tuloksia tulkittaessa huomioon, sillä tutkielman tulosten keskeisimmät yritykset määräytyvät nimenomaan yritysten verkkosivuilla ilmeneiden kumppaniviitteiden perusteella. Näin ollen on mahdollista, että jokin keskeinen Suomen ohjelmistomarkkinoilla toimiva yritys ei ole noussut tutkielman tuloksisissa keskeiseksi toimijaksi. Tutkielman tuloksia tulkittaessa tulee ottaa huomioon myös se, että tutkielman aineiston 537 yrityksen kumppanuussuhteista saatiin tietoa vain 217 yrityksen kohdalta. Lopuista 320 yrityksen kumppanuussuhteista ei saatu tietoa, koska ne eivät joko olleet ilmoittaneet kumppanuussuhteita verkkosivuillaan tai ne eivät olleet enää aktiivisia yrityksiä. Tämä heikentää tutkielman tulosten luotettavuutta, sillä pienempi otoskoko heikentää tutkielman tulosten tarkkuutta (Hirsjärvi, ym., 2007, s. 175). Tutkimusmenetelmän luotettavuutta olisi nostanut esimerkiksi valmiin kaupallisen tietokannan käyttäminen lähdeaineistona, josta olisi ilmennyt tarkemmat tiedot suomalaisten ohjelmistoyritysten välisistä kumppanuussuhteista.

9 Yhteenveto

Tämä tietojärjestelmätieteen pro gradu -tutkielma koostui teoriaosuudesta ja empiirisestä osuudesta. Teoriaosuudessa tutkittiin ohjelmistoliiketoimintaa ja ohjelmistoekosysteemejä. Teoriaosuudessa oltiin kiinnostuneita siitä, minkälaisia ohjelmistoyrityksiä on olemassa ja mitä ne tekevät. Teoriaosuudessa oltiin myös kiinnostuneita ohjelmistoekosysteemien rakenteista ja ekosysteemien erilaisista toimijoista. Empiirisessä osuudessa puolestaan pyrittiin selvittämään Suomen ohjelmistomarkkinoiden keskeisimmät yritykset ja ohjelmistomarkkinoille muodostuneita ekosysteemejä.

Tutkielman teoriaosuus toteutettiin kirjallisuuskatsauksena ohjelmistoliiketoimintaa ja ohjelmistoekosysteemejä koskevaan kirjallisuuteen. Tiedonhaussa käytettiin lähteinä eri tietokantoja sekä Manikaksen (2016) julkaisemaa systemaattista kirjallisuuskatsausta ohjelmistoekosysteemeistä. Teoriaosuuden yhteenvedossa luotiin kirjallisuuskatsauksen perusteella viitekehys, jonka avulla voidaan tarkastella ohjelmistoyrityksen yritystyyppiä, liiketoimintamallia ja sen roolia ohjelmistoekosysteemissä. Empiirisen osuuden tiedonhaku toteutettiin työpöytä tutkimuksena suomalaisten ohjelmistoyritysten verkkosivuihin. Tiedonhaussa käytettiin lähdeaineistona listaa aktiivisista yli 10 henkilöä työllistävistä ohjelmistoyrityksistä. Näiden yritysten verkkosivuilta kerättiin tiedot tutkittavien yritysten kumppanuussuhteista Excel-taulukkoon. Kerätyn tiedon perusteella tutkielmassa muodostettiin Pajek-ohjelmistolla sekä suunnattu että suuntaamaton verkosto suomalaisten ohjelmistoyritysten kumppanuussuhteista, joista esitettiin visuaaliset mallinnukset. Verkostoista selvitettiin Suomen ohjelmistomarkkinoiden keskeisimmät yritykset niiden verkoston keskinäisyyttä mittaavien tunnuslukujen yhteenlaskettujen tulosten perusteella. Empiirisessä osuudessa tutkittiin myös Suomen ohjelmistomarkkinoiden ekosysteemiä ja vertailtiin sen ominaispiirteitä kirjallisuudessa esiintyneisiin ohjelmistomarkkinoille muodostuneisiin ekosysteemeihin.

Tutkielmassa pyrittiin löytämään vastaukset tutkielmalle asetettuihin tutkimuskysymyksiin, jotka ovat seuraavat:

- *Mitä tarkoitetaan ohjelmistoliiketoiminnalla?*
- *Mitä tarkoitetaan ohjelmistoekosysteemillä?*
- *Mitkä ovat Suomen ohjelmistomarkkinoiden keskeisimmät yritykset?*
- *Minkälaisia ekosysteemejä ohjelmistomarkkinoille on muodostunut?*

Ohjelmistoliiketoiminnalla tarkoitetaan ohjelmistoilla ja niihin liittyvillä palveluilla tehtävää liiketoimintaa. Ohjelmistoekosysteemillä puolestaan tarkoitetaan sisäisten ja ulkoisten toimijoiden verkostoa, jonka jäsenet toimivat yhteistyössä keskenään ohjelmistoihin liittyvän teknologisen alustan ympärillä. Suomen ohjelmistomarkkinoiden keskeisimmät yritykset ovat tutkielman tulosten perusteella Microsoft, IBM, Oracle, Tieto, SAP ja Fujitsu. Ohjelmistomarkkinoille on muodostunut ekosysteemejä erilaisten tuotteiden, kuten käyttöjärjestelmien, yri-

tysjärjestelmien, ohjelmistojen ja sovellusten sekä erilaisten palveluiden ja teknologioiden, kuten matkapuhelinteknologian, mobiilimaksamisen ja teollisen internetin alustojen ympärille. Tässä tutkielmassa tutkittiin Suomen ohjelmistomarkkinoille muodostunutta ekosysteemiä, joka on muodostunut suurten kansainvälisten teknologiayritysten tarjoamien käyttöjärjestelmä-, yritysjärjestelmä-, pilvi-, infrastruktuuri- ja ohjelmistokeskeisten teknisten alustojen ympärille.

Tutkielman tulokset tarjoavat merkittävää tietoa lukijalleen Suomen ohjelmistomarkkinoista, sen keskeisimmistä yrityksistä ja alustoista sekä ohjelmistoliiketoiminnasta ylipäätään. Tulosten perusteella voidaan tehdä johtopäätös, että suomalaiset ohjelmistoyritykset ovat verkostoituneita sekä keskenään että kansainvälisten yritysten kanssa. Kumppanuussuhteet ohjelmistoyritysten välillä ovat elintärkeitä, sillä ohjelmistoyritykset luovat arvoa hyödyntämällä kumppaniyritystensä tuotteita ja palveluita sen sijaan, että ohjelmistoyritykset tuottaisivat kaiken itse. Suomalaisten ohjelmistoyritysten monimutkaisista keskinäisistä suhteista muodostuva ohjelmistоекосysteemi on kehittynyt kypsyyssasteeseen, jossa ekosysteemille on muodostunut selkeät avaintoimijat. Nämä avaintoimijat ovat kokoluokaltaan suuria kansainvälisiä teknologiayrityksiä, jotka tarjoavat teknologisia alustoja ekosysteemin muiden jäsenille. Suomalaiset ohjelmistoyritykset ovat pääosin Suomen ohjelmistоекосysteemin niche-toimijoita, jotka vastaavat pääosin ekosysteemin arvontuotosta ja innovaatioiden kehityksestä täydentämällä avaintoimijoiden tarjoamia alustoja.

Nämä roolit ja keskeisimmät alustat ovat tärkeä tiedostaa yrityksen kilpailutilanteen ja toimintaympäristön kartoituksessa, sillä ohjelmistoliiketoiminnalle on ominaista, että vain muutama yritys voi menestyä tietyllä segmentillä verkostovaikutuksen ja alustoihin lukittautumisen takia. Toisaalta Suomen ohjelmistomarkkinoilla toimii useampia alustoja tarjoavia yrityksiä, mikä tarkoittaa sitä, että Suomen ohjelmistomarkkinoilla on tilaa useammalle alustan tarjoajalle sen sijaan, että yksittäinen yritys tarjoaisi kaikki alustat. Tärkeää on myös tiedostaa, että ekosysteemin avaintoimijoiden kannalta on tärkeää, että niche-yritykset menestyvät ekosysteemissä mahdollisimman hyvin. Menestyvät niche-yritykset kasvattavat koko ekosysteemin arvoa ja siten hyödyttävät myös ekosysteemin avaintoimijoita. Tämän vuoksi ekosysteemin avaintoimijat usein tukevat niche-toimijoita tarjoamalla heille esimerkiksi resursseja eri muodoissa.

Tulokset voivat hyödyttää merkittävästi esimerkiksi aloittelevia tai uusia markkinasegmenttejä tavoittelevia ohjelmistoyrityksiä sekä myös muita tahoja, jotka ovat Suomen ohjelmistomarkkinoiden kanssa tekemissä. Tuloksia voi hyödyntää esimerkiksi erilaisten markkinarakojen etsimisessä, arvoketjujen tai alustojen toiminnallisuuksien täydentämisen suunnittelussa. Ohjelmistoyritysten on yhä enemmissä määrin tärkeä tiedostaa oma asemansa ekosysteemissään, sillä ohjelmistoyritykset eivät enää toimi itsenäisinä yksikköinä, vaan osana eri toimijoiden välisistä monimutkaisista suhteista koostuvaa ekosysteemiä, jossa arvo luodaan symbioosissa muiden ekosysteemin toimijoiden kanssa. Täten muiden yritysten tarjoamien tuotteiden ja palveluiden hyödyntäminen on yhä tärkeämpää ohjelmistoyritysten liiketoimintamallien suunnittelussa. Sopivien yhteistyökumppanien avulla ohjelmistoyritykset kykenevät tuottamaan yhä kustannustehokkaammin ja nopeammin uusia innovaatioita kansainvälisesti kilpailuille oh-

jelmistomarkkinoille. Tutkielman tulokset tarjoavat lukijalleen käsityksen Suomen ohjelmistomarkkinoista toimiympäristönä sekä ekosysteemikeskeisestä ajattelutavasta. Näitä hyödyntämällä yritykset voivat mahdollisesti suunnitella yhä tuottoisampia liiketoimintamalleja ohjelmistomarkkinoille.

Tämä tutkielma pyrki täydentämään ohjelmistoalaa koskevaa kirjallisuutta tarjoamalla verkostanalyysin Suomen ohjelmistomarkkinoilla toimivista yrityksistä. Vastaavanlaista tutkimusta ei ole tehty aiemmin ja ohjelmistoalaa on tutkittu verkostanalyysin näkökulmasta muutenkin verrattain vähän. Verkostanalyysi mahdollistaa ohjelmistoalalle muodostuneiden monimutkaisten verkostojen rakenteiden hahmottamisen, mikä on nykyään etenkin liiketoimintamallien suunnittelussa kriittisen tärkeää. Täten ohjelmistoalan eri osa-alueita tulisi tutkia verkostanalyysin näkökulmasta yhä enemmän.

Tutkielmaa tehdessä ilmeni myös potentiaalisia jatkotutkimusaiheita liittyen Suomen ohjelmistomarkkinoihin. Erityisen kiinnostavaa olisi tutkia tiettyjä osa-alueita tarkemmin Suomen ohjelmistomarkkinoilla, kuten esimerkiksi peliyriyten ympärille muodostunutta ekosysteemiä. Olisi mielenkiintoista selvittää, että missä määrin suomalaiset peliyriykset ovat linkittyneet isoihin kansainvälisiin teknologiayrityksiin. Lisäksi tutkittavan otoksen pienentäminen mahdollistaisi verkostojen selkeämmän visualisoinnin. Ohjelmistoekosysteemit myös muovautuvat ajan myötä. Ohjelmistoekosysteemeihin tulee uusia toimijoita ja vanhoja toimijoita poistuu ajan myötä esimerkiksi uusien teknologioiden, yritysostojen tai toimintojen lopettamisen takia. Lisäksi toimijat saattavat vaihtaa roolia ekosysteemin sisällä. Esimerkiksi niche-toimijoista saattaa kehittyä ajan myötä ekosysteemin avaintoimijoita tai päinvastoin. Täten tutkielmasta voisi tehdä päivitetyn version muutaman vuoden päästä. Tätä olisi kiinnostavaa tutkia, sillä olisi hyödyllistä selvittää, että ovatko samat teknologiayritykset vielä keskeisimmässä asemassa ja minkälaisia alustoja ne tarjoavat ekosysteemin muille toimijoille, vai onko Suomen ohjelmistomarkkinoille tullut uusia keskeisiä toimijoita näiden tilalle.

LÄHTEET

- Basole, R.C. (2009). Visualization of interfirm relations in a converging mobile ecosystem. *Journal of Information Technology*, 24(2), 144-159.
- Bosch, J. (2009) From software product lines to software ecosystems. *In Proceedings of the 13th International Software Product Line Conference*, 111-119.
- Bosch, J., & Bosch-Sijtsema, P. (2010). From integration to composition: On the impact of software product lines, global development and ecosystems. *Journal of Systems and Software*, 83(1), 67-76.
- Cusumano, M. A. (2004). *The business of software: What every manager, programmer, and entrepreneur must know to thrive and survive in good times and bad*. New York: Free Press.
- Freeman, L. C. (1979). Centrality in social networks: Conceptual clarification. *Social networks*, 1(3), 215-239.
- Fujitsu, (2016). Integrated Report 2016. Haettu 10.7.2017 osoitteesta <http://www.fujitsu.com/global/documents/about/ir/library/integratedrep/IntegratedReport2016-pdf-all.pdf>
- Gao, L. S., & Iyer, B. (2006). Analyzing complementarities using software stacks for software industry acquisitions. *Journal of Management Information Systems*, 23(2), 119-147.
- Gregory, N. F., Nollen, S. D., & Tenev, S. (2009). *New industries from new places: the emergence of the software and hardware industries in China and India*. World Bank Publications.
- Hoch, D., Roeding, C., Purkert, G., Lindner, S., & Müller, R. (1999). *Secrets of Software Success*. Boston: Harvard Business School Press.
- Hess, T., Loos, P., Buxmann, P., Ereik, K., Frank, U., Gallmann, J., & Zencke, P. (2012). ICT providers: a relevant topic for business and information systems engineering? *Business & Information Systems Engineering*, 1-7.
- Hirsjärvi, S., Remes, P., & Sajavaara, P. (2007). Tutki ja kirjoita. Keuruu: Tammi.
- Iansiti, M., & Levien, R. (2004). Strategy as ecology. *Harvard business review*, 82(3), 68-81.
- IBM, (2016). 2016 IBM Annual Report. Haettu 10.7.2017 osoitteesta <https://www.ibm.com/annualreport/2016/images/downloads/IBM-Annual-Report-2016.pdf>
- Iyer, B. (2016). To Predict the Trajectory of the Internet of Things, Look to the Software Industry. Haettu 2.10.2017 osoitteesta <https://hbr.org/2016/02/to-predict-the-trajectory-of-the-internet-of-things-look-to-the-software-industry>
- Iyer, B. (2012). M-Payment Ecosystem. Babson College. Haettu 5.10.2017 osoitteesta <http://www.slideshare.net/balaiyer/m-payment-ecosystemanalysis>
- Iyer, B., Lee, C. H., & Venkatraman, N. (2006). Managing in a "small world ecosystem": Lessons from the software sector. *California Management Review*, 48(3), 28-47.
- Iyer, B., Lee, C. H., Venkatraman, N., & Vesset, D. (2007). Monitoring platform

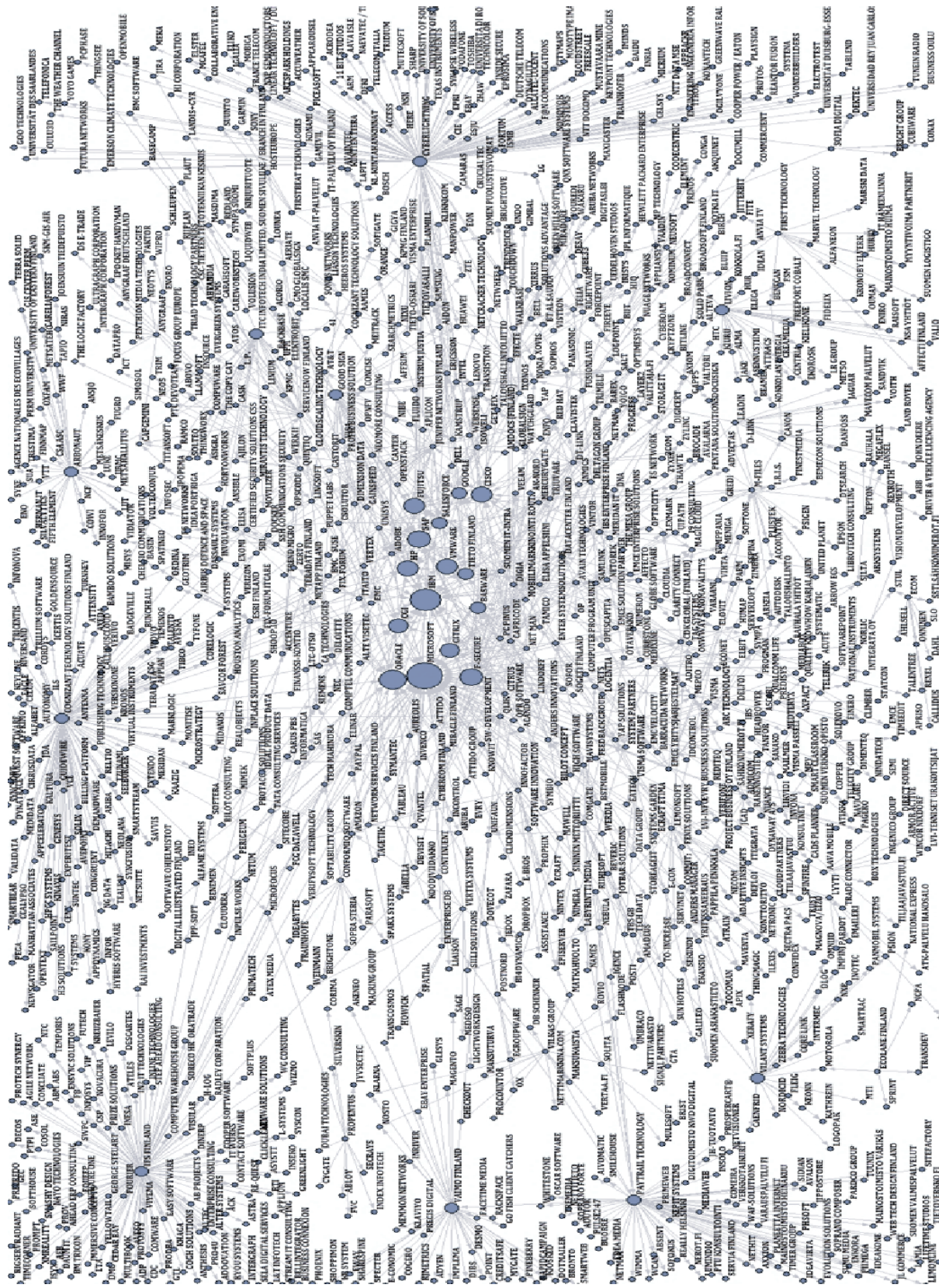
- emergence: guidelines from software networks. *Communications of the Association for Information Systems*, 19(1), 1.
- Jansen, S., & Cusumano, M. A. (2013). Defining software ecosystems: a survey of software platforms and business network governance. *Software Ecosystems: Analyzing and Managing Business Networks in the Software Industry*, 13.
- Jansen, S., Finkelstein, A., & Brinkkemper, S. (2009). A sense of community: A research agenda for software ecosystems. *Software Engineering-Companion Volume, 2009. ICSE-Companion 2009. 31st International Conference on* (pp. 187-190). IEEE.
- Jonhanson, J.E., Mattila, M. ja Uusikylä, P. (1995). Johdatus verkostoanalyysiin. Kuluttajatutkimuskeskus. Haettu 18.01.2018 osoitteesta: <https://agoracenter.jyu.fi/projects/soca/jan-erik-johanson-mikko-mattila-petri-uusikyla-johdatus-verkostoanalyysiin>
- Kambil, A., & Short, J. E. (1994). Electronic integration and business network redesign: A roles-linkage perspective. *Journal of Management Information Systems*, 10(4), 59-83.
- Katz, M. L., & Shapiro, C. (1985). Network externalities, competition, and compatibility. *The American economic review*, 75(3), 424-440.
- Lehmann, D. W. I. S., & Buxmann, P. (2009). Pricing strategies of software vendors. *Business & Information Systems Engineering*, 1(6), 452-462.
- Manikas, K. (2016). Revisiting software ecosystems research: a longitudinal literature study. *Journal of Systems and Software*, 117, 84-103.
- Manikas, K., & Hansen, K. M. (2013). Software ecosystems—a systematic literature review. *Journal of Systems and Software*, 86(5), 1294-1306.
- Manikas, K., Wnuk, K., & Shollo, (2015) A. Defining Decision Making Strategies in Software Ecosystem Governance. Technical report, Department of Computer Science, University of Copenhagen
- Messerschmitt, D. G., & Szyperski, C. (2003). *Software ecosystem. Understanding an Indispensable Technology and Industry*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Microsoft, (2016). Annual Report 2016. Haettu 10.6.2017 osoitteesta <https://www.microsoft.com/investor/reports/ar16/index.html>
- Moore, J. F. (1993). Predators and prey: a new ecology of competition. *Harvard business review*, 71(3), 75-83.
- Nambisan, S. (2001). Why service business are not product businesses. *MIT Sloan Management Review*, 42(4), 72.
- Okamoto, K., Chen, W., & Li, X. Y. (2008, June). Ranking of closeness centrality for large-scale social networks. In *International Workshop on Frontiers in Algorithmics* (pp. 186-195). Springer Berlin Heidelberg.
- Oracle, (2016). Oracle Corporation Fiscal Year 2016 Form 10-K Annual Report. Haettu 11.7.2013 osoitteesta http://s1.q4cdn.com/289076952/files/doc_financials/Annual%20Reports/2016_10K.pdf
- Qin, J., Xu, J. J., Hu, D., Sageman, M., & Chen, H. (2005, May). Analyzing terrorist networks: A case study of the global salafi jihad network. In *International Conference on Intelligence and Security Informatics* (pp. 287-304). Springer Berlin Heidelberg.

- Rajala, R., & Westerlund, M. (2007). Business models—a new perspective on firms' assets and capabilities: observations from the Finnish software industry. *The International Journal of Entrepreneurship and Innovation*, 8(2), 115-126.
- Rinkinen, S. & Harmaakorpi, V. (2014) Ekosysteeminäkökulma innovaatiopolitiikkaan. *Policy Brief 8/2014*. Haettu 02.06.2016 osoitteesta www.tekes.fi/globalassets/global/ohjelmat-ja-palvelut/kampanjat/innovaatiotutkimus/policybrief_8_2014_becsi.pdf
- Rönkkö M., Peltonen J., Ylitalo J., Koivisto N., Mutanen O.P., Valtakoski A. (2009). *Ohjelmistoyrityskartoitus 2009*. Haettu 01.03.2016 osoitteesta http://www.softwareindustrysurvey.fi/sites/default/files/Press_slides_2009.pdf
- SAP, (2016). SAP Annual Report 2016 on Form 20-F. Haettu 11.7.2017 osoitteesta <https://www.sap.com/docs/download/investors/2016/sap-2016-annual-report-form-20f.pdf>
- Schief, M., Buxmann, P., & Schiereck, D. (2013). Mergers and Acquisitions in the Software Industry. *Business & Information Systems Engineering*, 5(6), 421-431.
- Shapiro, C., & Varian, H. R. (1999). The art of standards wars. *California management review*, 41(2), 8-32.
- Shapiro, C., Varian, H. R., & Becker, W. E. (1999). Information rules: a strategic guide to the network economy. *Journal of Economic Education*, 30, 189-190.
- Sloane, A., & O'Reilly, S. (2013). The emergence of supply network ecosystems: a social network analysis perspective. *Production Planning & Control*, 24(7), 621-639.
- Steinmueller, W. E. (1996), "The US Software Industry: An Analysis and Interpretive History," in *The International Computer Software Industry: A Comparative Study of Industry Evolution and Structure*, (Ed) David Mowery, New York: Oxford.
- Tieto, (2016). Annual Report 2016. Haettu 12.7.2017 osoitteesta https://www.tieto.com/sites/default/files/atoms/files/annual_report_2016.pdf
- Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social network analysis: Methods and applications* (Vol. 8). Cambridge university press.

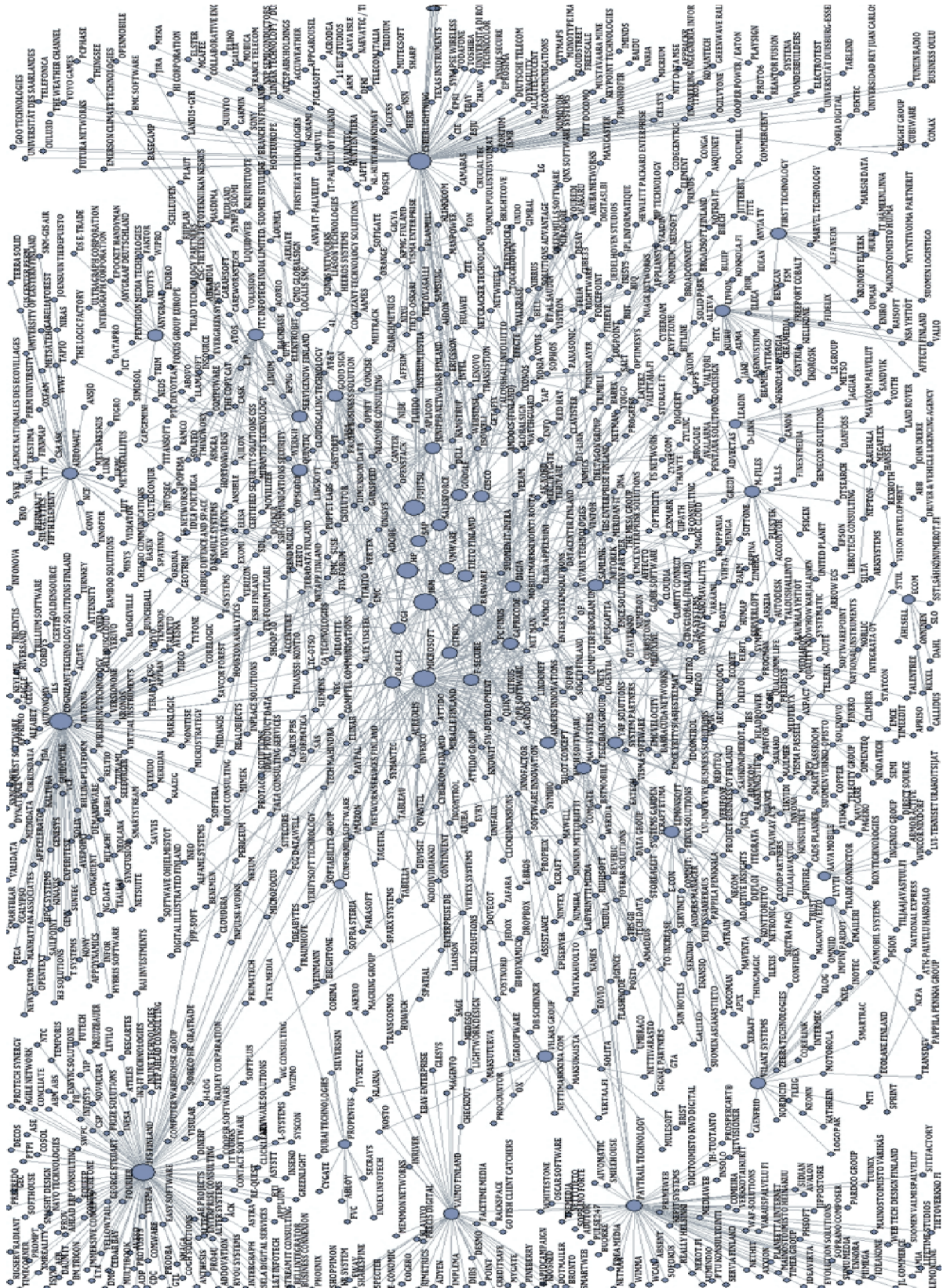
Liite 1 Kamda-Kawai-algoritmilla visualisoitu verkosto



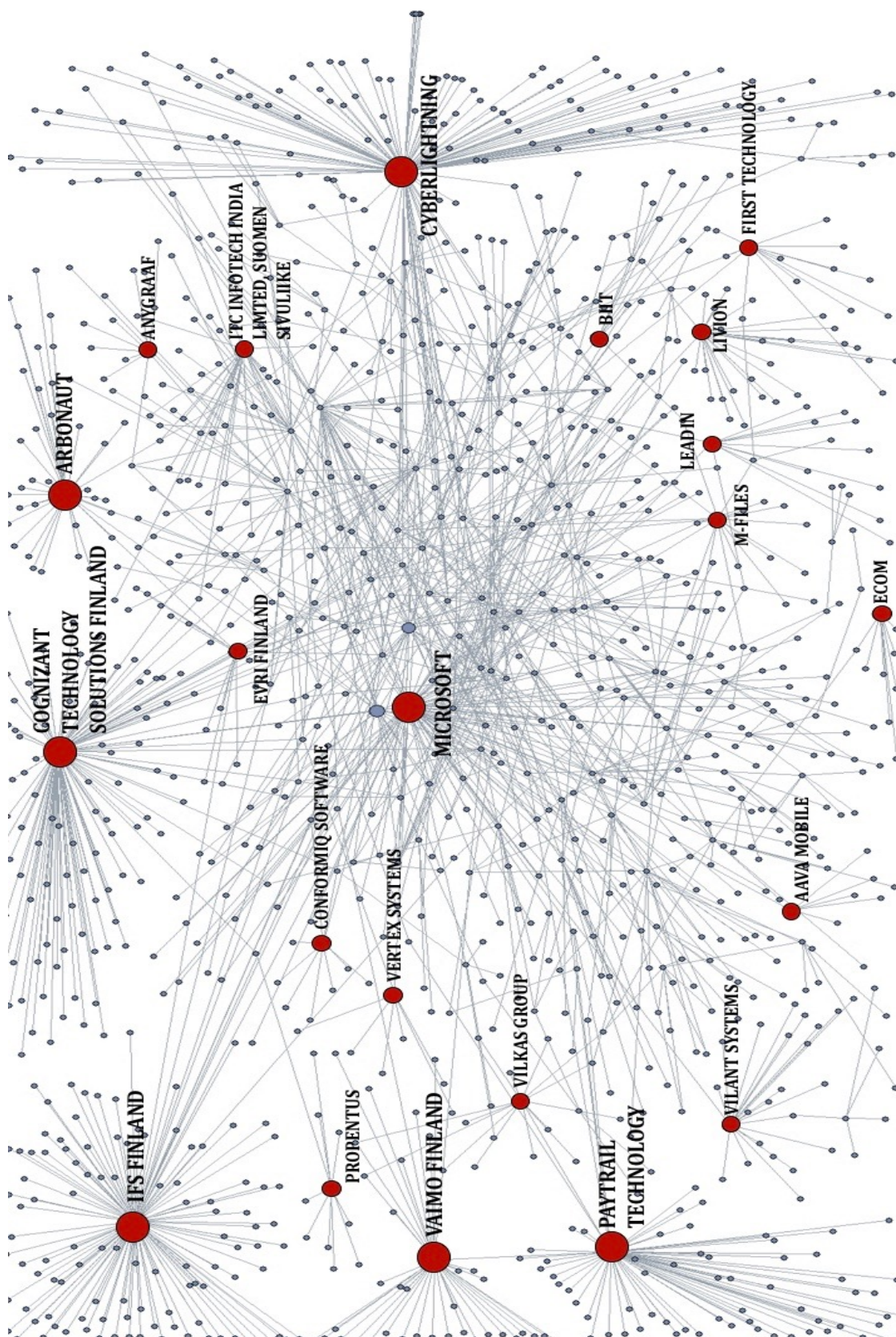
Liite 2 Suunnattu verkosto



Liite 3 Suuntaamaton verkosto



Liite 4 Leikkauspisteet



Liite 5 Sillat

