

Antti Pyykkö

**TUOTTAVUUSPARADOKSI LIIKETOIMINTAA
HAITTAAVANA ILMIÖNÄ**

Tietojärjestelmätieteen kandidaatintutkielma

9. helmikuuta 2009



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
TIETOJENKÄSITTELYTIETEIDEN LAITOS

TIIVISTELMÄ

Pyykkö, Antti

Tietojärjestelmätieteen kandidaatintutkielma / Antti Pyykkö

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2009, 43 s.

Kandidaatintutkielma

Tässä tutkielmassa tutkitaan kirjallisuuskatsauksen muodossa tuottavuusparadoksia ja syitä, joista tuottavuusparadoksi johtuu. Tutkielmassa avataan kattavasti tuottavuuden ja tuottavuusparadoksin käsitteet sekä esitellään tuottavuusparadoksin historia.

Tuottavuusparadoksi tarkoittaa tilannetta, jossa yrityksen informaatioteknologiaan tekemät suuret investoinnit eivät johda merkittävään tuottavuuden kasvuun, tai se ei kasva ollenkaan. Tässä tutkielmassa käsitteellä informaatioteknologia tarkoitetaan kaikkia tietoteknisiä resursseja aina laitteistoista työntekijöiden IT-osaamiseen asti. Tämän lisäksi tutkielman kannalta toinen oleellinen käsite on tuottavuus, joka voidaan määritellä saatujen työtulosten ja tehtyjen panostusten väliseksi suhteeksi.

Tutkimuksessa peilataan tuottavuusparadoksille esitettyjä syitä Erik Brynjolfssonin nelitahoiseen kategorisointiin: mittausvirheet, viive, tuottojen uudelleenjakaminen ja epäonnistunut IT-johtaminen. Brynjolfsson esitteli tämän viitekehyksen 1993 julkaisemassaan artikkelissa, jota pidetään yhtenä tuottavuusparadoksia käsittelevän kirjallisuuden kantateoksena. Tutkielma kokoaa tuottavuusparadoksiin johtavat tekijät tämän kategorisoinnin alle, jonka jälkeen arvioidaan kunkin pääsyyn vaikutuksen merkitystä tuottavuusparadoksin olemassaoloon.

Esitetystä neljästä syystä selkeästi merkittävimiksi nousivat tuottavuuden mittausvaikeudet ja epäonnistunut IT-johtaminen. Mittausvaikeudet johtuvat pääasiallisesti informaatioteknologian immateriaalisesta luonteesta sekä sen vaikutuksista tuotannon laadullisiin, tuottavuudessa näkymättömiin ominaisuuksiin. Epäonnistunut IT-johtaminen puolestaan viittaa sekä oikeanlaisten IT-investointien tekemisen vaikeuteen, että niiden ohella vaadittuihin laajempiin organisatorisiin muutoksiin: pelkän informaatioteknologiaan panostamisen ei voida odottaa nostavan tuottavuutta, vaan uusien resurssien täysi hyödyntäminen vaatii yritykseltä suuria muutoksia kokonaisvaltaisen IT-infrastruktuurin rakentamiseksi ja hyödyntämiseksi.

AVAINSANAT: Tuottavuusparadoksi, IT-investointi, informaatioteknologia, tuottavuus, kannattavuus, tuottavuuden mittaaminen

ABSTRACT

Pyykkö, Antti

Bachelor's Thesis in Information Systems Science / Antti Pyykkö

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2009, 43 p.

Bachelor's Thesis

Productivity paradox and the reasons causing it are studied within this thesis in the form of a literary research. This is carried out by discussing the meaning of the concept of productivity and productivity paradox and by giving a brief introduction to the history of the productivity paradox.

Productivity paradox refers to a situation where the investments made by a firm in information technology do not contribute to the growth of productivity significantly or at all. In this thesis the term information technology refers to all the teleinformatic resources from hardware to IT know-how of the employees. In addition, another key term for this thesis is productivity which is defined here as the interrelationship between the inputs and the outputs of a production.

The causes for the productivity paradox are reflected on Erik Brynjolfsson's four sided categorisation consisting of mismeasurement, lags, redistribution of profits and mismanagement of information and technology. This framework was presented in Brynjolfsson's article in 1993 and is considered as one of the basic studies in the field of productivity paradox. This categorisation is used in this thesis to analyse the causes for the productivity paradox by first gathering up the causes and then examining each cause respectively to determine its influence for the productivity paradox.

From the presented four main causes mismeasurement and mismanagement proved to be the most significant. The mismeasurement mostly occurs because of the immaterial nature of information technology and its effect on the qualitative characteristics that are invisible in the production. The mismanagement refers both to the difficulty of making the right kind of IT investments, and to the extensive, organisational changes required by the investments: investing in IT alone can not be expected to improve a firm's productivity. In contrast, utilizing the new resources requires the firm to make big changes in order to build and capitalise on a comprehensive IT infrastructure.

KEY WORDS: Productivity paradox, IT investment, information technology, productivity, profitability, productivity measurement

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	4
2 TUOTTAVUUS - VAIKEASTI MITATTAVA TÄRKEÄ TUNNUSLUKU	6
2.1 Tuottavuuden käsite ja sen merkitys.....	6
2.2 Tuottavuuden mittaaminen.....	8
3 TUOTTAVUUSPARADOKSI JA SEN HISTORIAA	11
3.1 Tuottavuusparadoksin tausta ja syntyhistoria.....	11
3.2 Tuottavuusparadoksi käsitteenä ja ilmiönä	15
4 MISTÄ TUOTTAVUUSPARADOKSI JOHTUU?	19
4.1 Mittausvirheet.....	20
4.2 Viive	27
4.3 Tuottojen uudelleenjakaminen.....	30
4.4 Epäonnistunut IT-johdaminen	31
5 YHTEENVETO	38
LÄHTEET	41

1 JOHDANTO

Informaatioteknologia (jäljempänä sanaliitoissa IT) on nykyisin välttämätön osa kaikkia yrityksiä ja niiden liiketoimintaa aina monikansallisista organisaatioista pienimpiin ruokatavarakauppoihin asti (Attewell, 1994, 14; ITAA, 2006). Yhteiskunnan siirtyessä käyttämään yhä enemmän sähköisiä palveluja ja liiketoimintaa helpottavia apuvälineitä, saa informaatioteknologia jatkuvasti uusia sovellusalueita ja -kohteita.

Liiketoiminnan trendien ja teknologian nopea kehittyminen asettavat yrityksille paljon paineita ja vaatimukset muiden perässä pysymiseen ovat kovat: vuosi vuodelta kasvavat IT-investoinnit ovat monille yrityksille merkittävä osuus niiden kokonaisbudjetista. Suurista informaatioteknologiaan tehdyistä investoinneista huolimatta yritysten tuottavuudet eivät ole nousseet odotetussa määrin, tai niissä ei ole havaittu nousua ollenkaan. Tätä liiketaloudelle haitallista ilmiötä kutsutaan termillä tuottavuusparadoksi (*productivity paradox*).

Liiketaloudellisessa mielessä tuottavuusparadoksin yrityksille ja kansantaloudellekin aiheuttamat haitat ovat vuosi vuodelta suurempia kasvavien IT-budjettien myötä. Informaatioteknologia on tänä päivänä yksi liiketoiminnan tärkeimpiä osatekijöitä, jolloin siihen tehtyjen panostusten voisi myös odottaa kasvattavan tuottavuutta. Erityisen huolestuttavaksi tilanteen tekee se, ettei yritysjohtajille suunnattujen tutkimusten mukaan jo maailmanlaajuisestikin hurjiin lukuihin noussut IT-investointien trendi tule laskemaan lähitulevaisuudessa (Stratopoulos & Dehning, 2000).

Tutkielman varsinainen tutkimusongelma on: *Mitkä syyt aiheuttavat liiketoiminnalle haitallisen tuottavuusparadoksi-ilmiön?* Tutkimusongelmaan vastataan käyttäen hyväksi Brynjolfssonin (1993) esittämää viitekehystä, jonka pohjalta ilmiön taustalla olevat syyt jaetaan neljään kategoriaan: mittausvirheet, viive, tuottojen uudelleenjakaminen ja epäonnistunut IT-johtaminen. Brynjolfsson

esitteli tämän kategorisoinnin artikkelissaan *The Productivity Paradox of Information Technology*, jota pidetään yhtenä tuottavuusparadoksia koskevan tutkimuksen kantateoksena. Artikkelin on valittu myös tämän tutkielman yhdeksi lähdeksi. Tutkimus on toteutettu kirjallisuuskatsauksena tieteellisiin lähteisiin perustuen.

Tutkielman kannalta olennaisista käsitteistä informaatioteknologia voidaan määritellä ”tietokoneperustaisten tietojärjestelmien, erityisesti ohjelmistojen ja tietokonelaitteistojen tutkimiseksi, suunnitteluksi, kehittämiseksi, käyttöönotoksi, tukemiseksi tai hallinnoimiseksi” (ITAA, 2006) ja tuottavuus saatujen työtulosten ja niiden vuoksi tehtyjen panostusten väliseksi suhteeksi (Saari, 2006). Tässä tutkielmassa IT-investoinnilla käsitetään kaikki informaatioteknologiaan liittyvät tuotannolliset panostukset aina tekniikasta ohjelmistojen kautta informaatioteknologian kanssa tekemisissä olevien työntekijöiden koulutukseen ja työtapojen kehittämiseen asti.

Tuottavuusparadoksista käyty keskustelu ja siitä löytyvä kirjallinen aineisto on keskittynyt tutkimaan ilmiötä tarkastellen lähes pelkästään Yhdysvaltojen taloudellista tilannetta. Koska tuottavuusparadoksi on kuitenkin ilmiönä kansainvälinen (Dewan & Kraemer 1998), käsitellään tuottavuusparadoksia tässä tutkielmassa yleisellä tasolla rajaamatta aiheen käsittelyä koskemaan maantieteellisesti erityisesti minkään maan tilannetta.

Tutkielma etenee siten, että luvussa kaksi käsitellään tuottavuutta ja erilaisia tuottavuuden mittaamenetelmiä. Luvussa vastataan tutkimuskysymykseen: *Mitä tarkoitetaan käsitteellä tuottavuus?* Luvussa kolme perehdytään tuottavuusparadoksin käsitteeseen ja historiaan sekä vastataan tutkimuskysymykseen: *Mitä tarkoitetaan käsitteellä tuottavuusparadoksi?* Luvussa neljä käydään läpi tuottavuusparadoksin syitä Brynjolfssonin (1993) esittämää kategorisointia hyödyntäen. Kunkin neljän alaluvun lopuksi esitetään lyhyt arvio syyn vaikutuksesta tuottavuusparadoksin olemassaoloon. Luku vastaa myös edellä esitettyyn tutkimusongelmaan. Tutkielma päättyy yhteenvetoon luvussa viisi.

2 TUOTTAVUUS - VAIKEASTI MITATTAVA TÄRKEÄ TUNNUSLUKU

Tässä luvussa käsitellään tutkielman kannalta olennaisen tuottavuus-käsitteen merkitystä ja sisältöä. Aluksi tarkastellaan tuottavuutta yleisesti, jonka jälkeen perehdytään lyhyesti tuottavuuden mittaamiseen ja erilaisiin mittausmenetelmiin sekä pohditaan informaatioteknologian ja tuottavuuden mittaamisen välistä suhdetta.

2.1 Tuottavuuden käsite ja sen merkitys

Tuottavuus on yksi liiketoimintaa harjoittavan yrityksen tärkeimmistä toiminnan mittareista. Jotta liiketoiminta olisi kannattavaa, on sen tuottavuuden oltava riittävän korkea kattamaan toimintaan uponneet kulut. Käsitteeseen *tuottavuus* kuuluu useita erilaisia asiasisältöjä ja merkityksiä. Esimerkiksi Uusi-Rauvan (1996, 16) mukaan tuottavuus voi merkitä yritykselle kustannustehokkuuden paranemista ja kansantaloudellisessa kontekstissa se selittää elintason nousua. Yrityksen työntekijä sen sijaan voi kokea tuottavuuden työvauhdin lisääntymisenä ja insinööreille se voi tarkoittaa tehokkaampia koneita (Uusi-Rauva, 1996, 16).

Tässä tutkielmassa tuottavuutta käsitellään kuitenkin liiketaloustieteiden näkökulmasta. Tässä kontekstissa tuottavuus voidaan yleisesti ilmaista tuotettujen työtulosten (*outputs*) ja tehtyjen panostusten (*inputs*) välisenä suhteena: tuottavuus on yhtä kuin työtulokset jaettuna tehdyillä panostuksilla (esim. Saari, 2006; Coelli, Rao, O'Donnell & Battese, 2005, 2). Vaikka kaikissa tuottavuuden määritelmässä on perimmäisenä ajatuksena työtulosten tarkka ja luotettava mittaaminen ja parantaminen, tämän näkemyksen voidaan sanoa korostuvan etenkin liiketaloudellisessa aspektissa.

Saaren (2006) mukaan tuottavuus-käsite on läheisessä suhteessa muun muassa seuraavien termien kanssa: kannattavuus, taloudellinen kasvu, tehokkuus, lisäarvo, laatu, suorituskyky, osatuottavuus ja tarve. Näistä tutkielman kannalta oleellisiksi on rajattu tuottavuuden lisäksi kannattavuus (*profitability*) ja tehokkuus (*efficiency*) muiden jäädessä vähemmälle huomiolle. Tuottavuuden voidaan sanoa olevan monen pienen tekijän summa ja siihen vaikuttavat lukuisat yrityksen liiketoimintaan liittyvät osa-alueet. Yrityksen tuottavuuden osatekijöitä ovat muun muassa henkilöstön työpanos, viihtyvyys, taidot ja osaaminen, käytössä oleva teknologia ja laitteisto sekä yritysjohdon kyvykkyys johtaa tehokkaasti näistä muodostuvaa kokonaisuutta (Uusi-Rauva, 1996, 19).

Tuottavuutta onkin mahdotonta tutkia itsenäisenä asiakokonaisuutena erillään muista käsitteistä, jonka vuoksi se on järkevää sitoa taloudellisen toiminnan kontekstiin (Saari, 2006). Samaan aikaan tuottavuudella voidaan todeta tarkoitettavan muutakin kuin vain tuotannosta ulos saatujen työtulosten määrää. Tuottavuutta on katsottava kvantitatiivisen näkökulman lisäksi myös kvalitatiivisen aspektin ja mittareiden kautta. Tällöin Uusi-Rauvan (2006, 37) mukaan puhutaan taloudellisesta tuottavuudesta, joka saadaan jakamalla tuotoksen määrä ja laatu panoksen määrällä ja laadulla. Huomattavaa on kuitenkin se, että kyseisen kaavan hyödyntäminen voi mittaustilanteessa osoittautua hyvinkin vaikeaksi johtuen yleisistä laadullisten ominaisuuksien mittausingelmista (Uusi-Rauva, 1996, 37). Tämän nimenomaisen ongelman on havaittu esiintyvän erityisesti informaatioteknologian kontekstissa, mikä tulee tarkemmin ilmi luvussa neljä.

Tuottavuuteen liittyvistä keskeisistä käsitteistä tehokkuudella tarkoitetaan tuotetun arvon ja sen vuoksi tehtyjen uhrausten välistä suhdetta (Saari, 2006). Tehokkuuden ja tuottavuuden käsitteiden voidaan havaita olevan hyvin lähellä toisiaan ja ne sekoitetaankin usein keskenään. Niiden välille voidaan kuitenkin tehdä ero. Esimerkiksi Parsons (1997, 169) esittää tuottavuuden olevan tehokkuuden yläkäsite, jolloin tehokkuus olisi vain osa kokonaistuottavuutta.

Samaan tapaan myös kannattavuus ja tuottavuus ovat käsitteinä läheisessä yhteydessä toisiinsa. Liiketoiminnassa tuottavuuden kasvattamisella pyritään usein yrityksen parempaan kannattavuuteen, joskin kannattavuus on tuottavuuden lisäksi lukuisten muidenkin osatekijöiden summa. Tästä johtuen Uusi-Rauvan (1996, 32) mukaan tuottavuuden ja kannattavuuden välillä ei välttämättä ole havaittavissa korrelaatiota. Tuottavuuden parantamiseksi tehdyt ponnistelut saatetaan tulkita menneen hukkaan kannattavuuden heikennyttyä muiden tekijöiden johdosta, vaikka onnistunut tuottavuusinvestointi sitä omalta osaltaan olisikin parantanut (Uusi-Rauva, 1996, 32). Tämä pätee luonnollisesti myös IT-investointiin ja sen tuoman hyödyn arviointiin.

2.2 Tuottavuuden mittaaminen

Tuottavuus syntyy tuotannon ja sen onnistuneen mittaamisen kautta. Näistä tuotanto voidaan suhteellisen helposti määritellä prosessiksi, jossa tuotetaan työkaluja kulutusta varten yhdistelemällä immateriaalisia ja materiaalisia panostuksia (Saari, 2006). Sen sijaan tuotannon tarkka mittaaminen koetaan usein ongelmaiseksi, etenkin informaatioteknologiasta puhuttaessa. Muun muassa Brynjolfsson ja Hitt (1998) pitävät yrityksen tuottavuutta helppona käsitteenä määritellä, mutta surullisenkuuluisana vaikeudestaan mitata sitä.

Coellin ym. (2005, 1) mukaan yrityksen tuottavuuden aste on sen suorituskyvyn luonnollinen mittari. Suorituskyky taas on suhteellinen käsite, sillä sitä voidaan mitata usealla eri tavalla: yrityksen tulosta voidaan mitata vertaamalla sitä esimerkiksi viime vuoden tulokseen tai vaihtoehtoisesti muiden saman alan yritysten tuloksiin (Coelli ym., 2005, 1). Molemmissa tapauksissa voidaan puhua suorituskyvyn mittaamisesta, vaikka tulokset voivat luonnollisesti poiketa toisistaan hyvinkin paljon.

Tuottavuuden luotettava ja tarkka mittaaminen ei käsitteen suhteellisuudesta ja laaja-alaisuudesta johtuen siis ole aivan ongelmaton. Mittausongelmat

korostuvat entisestään puhuttaessa informaatioteknologiasta ja sen tuomista tuotannollisista hyödyistä, sillä ne ovat usein laadullisia, tuotannollisissa tunnusluvuissa näkymättömiä muutoksia. Uusi-Rauvan (1996, 20) mukaan tuottavuuden mittaaminen tarkoittaa erilaisten tuotos-panossuhteiden laskemista, jossa mittaajan tehtävänä on saada aikaan mittaamiseen soveltuvat tuotos- ja panosmäärien mittaluvut.

Tuottavuutta voidaan mitata kahta eri näkökulmaa käyttäen. Näitä ovat tuottavuuden tason mittaus (*staattiset tuottavuusmittarit*) ja tuottavuuden muutoksen mittaus (*dynaamiset tuottavuusmittarit*) (Uusi-Rauva, 1996, 46). Tämän lisäksi tuottavuuden mittaamiseen on olemassa useita erilaisia mittaamenetelmiä. Tässä yhteydessä käsitellään lyhyesti neljä eri menetelmää: kokonaistuottavuus (*total productivity*) ja osittaistuottavuudet (*single-factor productivity*) sekä suora mittaus (*direct measurement*) ja välillinen mittaus (*indirect measurement*). Näihin mittaamisen eri näkökulmiin ja menetelmiin informaatioteknologian kontekstissa palataan myöhemmin luvussa neljä.

Uusi-Rauvan (1996, 44) mukaan kokonaistuottavuus on kattavin tuottavuuskäsite, joka määritellään tarkastelujakson koko tuotoksen ja sen aikaansaamiseksi käytettyjen kaikkien panosten suhteeksi. Kokonaistuottavuudessa otetaan täten huomioon kaikki tuottavuuteen vaikuttavat osatekijät ja panokset kokonaisuuden laskemiseksi. Osittaistuottavuuksilla sen sijaan tarkoitetaan kokonaistuottavuuden ja yhden panosryhmän välistä suhdetta, jolloin kukin osatuottavuus kuvaa oman panosryhmänsä käytön tehokkuutta (Uusi-Rauva, 1996, 49). Tällä käytäntöön paremmin soveltuvalla mittaustekniikalla voidaankin tarkastella tiettyjen osatekijöiden vaikutusta kokonaistuottavuuteen.

Tuottavuuden mittaamenetelmät voidaan edellä esitetyn lisäksi jaotella myös mittauskohteen mukaisesti suoraan ja välilliseen mittaukseen. Uusi-Rauvan (1996, 68) mukaan suorassa mittauksessa mitataan suoraan tuottavuutta, kun taas välillisessä mittauksessa valitaan mitattavia apukohteita, joista saatujen mittaustulosten kautta pyritään selittämään itse tuottavuutta. Tällaisia

apukohteita voivat olla muun muassa ylituotanto, tarpeettomat kuljetukset, myöhässä olevat tilaukset, alhainen kapasiteetin käyttöaste, odotusajat, ylisuuret varastot ja runsaat poissaolot (Uusi-Rauva, 1996, 69).

Mitä mittausmenetelmää sitten tulisi käyttää informaatioteknologian ollessa yksi tai pääasiallinen osatekijä? Tietotekniikka, sen tuotantoon tuomat hyödyt ja jopa tietoteknilliset työtulokset voivat olla hyvinkin ongelmaisia mitata. Oikeanlaisen mittaustuloksen saavuttamiseksi mitattava työtulos ei saisi sisältää ainoastaan numeraalisia arvoja tehtaasta ulos saatujen valmiiden tuotteiden määrästä tai ohjelmoijatiimin valmiiksi kirjoittamista koodiriveistä, vaan kokonaisarvioita siitä arvosta, joka on kyetty tarjoamaan kuluttajalle tuotannon avulla (Brynjolfsson & Hitt, 1998).

Mitä tämä arvo sitten tarkalleen ottaen on ja mitä siihen sisältyy? Voidaanko tätä arvoa mitata ja jos voidaan, kuinka sitä voidaan mitata? Kuinka yrityksen tuottavuutta voidaan mitata, jos sen valmistamien tuotteiden kopioitavuus on niiden elektronisen muodon takia käytännössä rajaton ja rajakustannukset (yhden lisäyksikön tuottamisesta aiheutunut kokonaiskustannusten muutos) olemattomat? Tuottavuusparadoksin kannalta tätäkin olennaisempi kysymys on se, kuinka mitata informaatioteknologiaa tuotannontekijänä: kokonaistuottavuuden vai osittaistuottavuuden kautta. Lisäksi voidaan pohtia, pitäisikö informaatioteknologian vaikutusta tuottavuuteen mitata suoran vai välillisen mittauksen kautta. Tuottavuuden ja informaatioteknologian yhteyttä tarkastellaan tarkemmin luvussa neljä. Tätä varten perehdytään kuitenkin ensiksi tuottavuusparadoksin käsitteeseen.

3 TUOTTAVUUSPARADOKSI JA SEN HISTORIAA

Tässä luvussa tarkastellaan tuottavuusparadoksin merkitystä ja sisältöä mahdollisimman kattavasti, mutta tiiviisti. Perustiedot ilmiölle pohjustaa tuottavuusparadoksin lyhyt historia, jonka tarkoituksena on tarjota tarpeelliset taustatiedot tutkielman kokonaisvaltaisen ymmärtämisen takaamiseksi.

3.1 Tuottavuusparadoksin tausta ja syntyhistoria

Tuottavuusparadoksi-käsitteen historia ulottuu vuoteen 1987, jolloin Nobelpalkittu yhdysvaltalainen taloustieteilijä Robert Solow julisti tietokoneaikakauden näkyvän kaikkialla, paitsi tuottavuustilastoissa (Solow, 1987, Macdonaldin ym., 2000 mukaan). Ilmiötä alettiin kutsua termillä *Solowin paradoksi*, joka on niin ikään edelleen käytössä synonyyminä käsitteelle tuottavuusparadoksi. Solowin kannanotto informaatioteknologian heikkoihin saavutuksiin perustui aikaisempiin havaintoihin informaatioteknologian olemattomista vaikutuksista yritysten tuottavuuteen suurista odotuksista huolimatta (Macdonald ym., 2000). Tuottavuusparadoksin voidaan sanoa olleen olemassa ilmiönä jo huomattavasti tätä aiemmin.

Vaikka tuottavuusparadoksin voidaan sanoa nousseen yleiseen tietoon Solowin kirjoittaman artikkelin myötä vuonna 1987, on sillä ilmiönä kuitenkin pidempi historia, joka juontaa juurensa aina 1960-luvulle saakka. Seuraavassa eritellään Macdonaldin ym. (2000) mukaan heidän esittämänsä viisivaiheista mallia, joka luo pohjaa informaatioteknologian aiheuttamille tuotannollisille muutoksille sekä tuottavuusparadoksille ilmiönä.

Ensimmäisessä vaiheessa informaatioteknologian kuviteltiin aluksi korvaavan työvoimaa, jonka takia kiinnostuksen kohteena oli työvoiman tuottavuus ja informaatioteknologia. Työvoiman tuottavuuden kuviteltiin olevan oikea mittari informaatioteknologian tuomille vaikutuksille. Vaiheessa kaksi 1970-luvun

loppuun mennessä alettiin eri lähteissä saada satunnaisia merkkejä siitä, ettei informaatioteknologian suorituskyky vastannutkaan odotettua. Yritysten tietotekniikkabudjetit olivat jo tällöin valtavan suuria kasvaen entisestään jatkuvalla tahdilla.

1980-luvun alussa kehityksen kolmannessa vaiheessa informaatioteknologian ajattelu tuottavuuden kannalta alkoi vaikuttaa virheeltä. Informaatioteknologiaa tuli käyttää suurempiin tarkoituksiin, kuten yrityksen strategiaan (Cash & Konsynski, 1985). Informaatioteknologiaa tuli ajatella radikaalein, uusin tavoin, olihan se kehittynyt hurjaa tahtia *Mooren lain* (transistoreiden määrä piirilevyssä kaksinkertaistuu noin 18–24 kuukaudessa) mukaisesti. 1980-luvun loppuun mennessä päästiin neljänteen vaiheeseen. Tällöin suuren osan IT-investoinneista havaittiin uponneen johdon tietojärjestelmiin (*Management Information Systems*), joiden ei luonnollisesti voitu olettaa olevan suoraan tuottavia.

Tässä vaiheessa tuottavuusparadoksi (Solowin paradoksi) tuli Robert Solowin lehtiartikkelin myötä yleiseen tietoon ja tutkimukset sen syiden selvittämiseksi alkoivat. Yksittäiset syyt eivät olleet vakuuttavia ja kollektiivisesti ne aiheuttivat pikemminkin hämmennystä selitysten tarjoamisen sijasta. Viimeisessä, viidennessä vaiheessa, jossa yritysmaailma on ollut 1980-luvun lopusta lähtien, on suuri osa IT-investoinneista ohjattu tietoliikenteeseen. Tästä syystä onkin väitetty, että odotukset tuottavuuden kasvusta olisivat nykyisinkin epärealistisiä.

Tämän kehityshistorian jälkeen tuottavuusparadoksista on tehty lukuisia tutkimuksia tarkastellen sitä useista eri näkökulmista. Tuottavuusparadoksille on etsitty syitä ja niiden kautta mahdollisia ratkaisuja tähän liiketaloudellista toimintaa vaivaavaan ilmiöön. Tätä aihealuetta käsitellään tarkemmin luvussa neljä.

Aikaisemmissa kehitysvaiheissa yritysten tilanne IT-investointien suhteen oli ristiriitainen. Investointeja informaatioteknologiaan perusteltiin sillä, että ne lisäisivät yritysten tuottavuutta. Väite siitä, ettei tämä pitäisi paikkaansa, heikensi kuitenkin luottamusta itse tietotekniikkaan IT-investointien sijaan (Macdonald ym., 2000). Toimialalla toisensa jälkeen informaatioteknologiasta tuli elintärkeä selviytymisen tai kasvun ehto, joka todistettavasti paransi tuotteiden ja palveluiden kätevyyttä ja toi lisäarvoa asiakkaille tarjoamatta kuitenkaan toimialalle taloudellista hyötyä tai tuottavuuden kasvua (Quinn & Baily, 1994). Ymmärtämättä täysin informaatioteknologian tehtävää liiketoiminnassaan, yritysten oli pakko sijoittaa tietotekniikkaan siinä pelossa, että se joutuisi muutoin lopettamaan toimintansa (Macdonald ym., 2000).

1970- ja 1980-lukujen taitteessa, pelon informaatioteknologian aiheuttamasta työttömyydestä ollessa suurimmillaan, uskottiin työvoiman tuottavuuden olevan informaatioteknologialle kokonaistuottavuutta parempi mittari (Macdonald ym., 2000). Työpaikkojen katoamisen pelko informaatioteknologian mukanaan tuoman työn automatisoinnin ja helpottumisen vuoksi oli tuohon aikaan ymmärrettävä ja aiheellinen. Esimerkiksi muutokset mekaanisilla aloilla tai tekstinkäsittelyä sisältävissä töissä ovat mullistuneet vuosikymmenten saatossa täysin uuteen muotoon ja tehokkuuteen tietotekniikan avulla.

Samanaikaisesti lupaukset ja niiden myötä myös odotukset olivat kehittyneemmällä aloilla Attewellin (1994, 15) mukaan ylenpalttisia keskittyen tyypillisesti tuottavuudessa tapahtuvaan nousuun. Teknologian kehittäjät aina toimistotyön automatisoinnista ohjelmistokehitykseen asti vakuuttelivat IT-investoijille teknologian nostavan tuottavuutta vähentämällä työntekijöiden tarvetta tietyn työmäärän suorittamiseksi tai mahdollistamalla kalliin, ammattitaitoisen työvoiman korvaamisen halvemmalla, vähemmän ammattitaitoa omaavalla työvoimalla (Attewell, 1994, 15).

Monet aikaisista tutkimuksista IT-investointien vaikutuksista tuottavuuteen keskittyivät mittaamaan sitä työvoiman tuottavuuden kautta. Pilatin (2004)

mukaan tämä teki negatiivisista tutkimustuloksista yllättäviä, sillä IT-investoinnit kasvattavat tuottavaa osakepääomaa, jonka pitäisi täten ainakin periaatteessa edistää työvoiman tuottavuuden kasvua. Macdonaldin ym. (2000) mukaan mielenkiinto työvoiman tuottavuuteen kohdistuikin enemmän työvoimaan kohdistuvien vähennysten mittaamiseen, kuin aikaansaatujen työtulosten tarkkaan mittaamiseen. Vasta siinä vaiheessa, kun huomio kääntyi työtulosten mittaamiseen, alkoi käydä selväksi, kuinka vaikeaa tämä mittaaminen tulee olemaan, ja kuinka kömpelö tuotantosektorille lanseerattu termi tuottavuus olisikaan palvelusektorille siirryttäessä (Macdonald ym., 2000).

Brynjolfssonin ja Hittin (1998) mukaan suurimmat yritysten tuottavuuden kasvamisesta ovat historiallisesti liittyneet niin sanottuihin *yleishyödyllisiin teknologioihin*: höyrykoneella (*steam engine*) oli runsain mitoin erilaisia sovelluskohteita aina mekanisoiduista tehtaista höyryvetureihin asti, kun taas sähkö ja sen jakelun mahdollistanut sähköverkko toimi avainteknologiana suurelle joukolla uusia innovaatioita 1890-luvulla. Tänä päivänä vastaavia lupauksia yleishyödyllisen teknologian tuomista eduista odotetaan informaatioteknologiasta (Brynjolfsson & Hitt, 1998). Useita vuosikymmeniä Mooren lain mukaan kehittynyt tietotekniikka omaa vastaavaa potentiaalia kuin mitä höyrykone ja sähkö tarjosivat omilla aikakausillaan uusina, innovatiivisina keksintöinä.

Tietotekniikan nopea kehitys on luonnollisesti tuonut paljon uutta myös tuottavuusparadoksiin ja sitä koskevaan tutkimukseen. Tilanne on muuttunut tietotekniikan tehokkuuden nopean kasvun ja sitä seuranneen investointien suurenemisen myötä runsaasti vuodesta 1988, jolloin Bailyn, Gordonin, Nordhausin ja Romerin (1988) mukaan tietokoneet olivat melko pieni osa kokonaisinvestointeja ja suurikin kasvu IT-investoinneissa tarkoittaisi vain pientä kasvua työtuloksissa, vaikka kaikki tietokoneet saataisiin tuottavaan käyttöön valmistamaan mitattavia työtuloksia. Tietokoneiden nykyteholla

informaatioteknologian käyttö vastaavalla tehokkuudella olisi kuitenkin luultavasti hyvinkin kannattavaa yritysten ja niiden tuottavuuksien kannalta.

Kuitenkin 2000-luvulle tultaessa tähänastinen tietokonetehon kehitys on Brynjolfssonin ja Hittin (1998) mukaan tarjonnut pohjimmiltaan ainoastaan suurempia tuotantoon tehtyjä panostuksia. Jotta tuottavuus kasvaisi, olisi samalla kyettävä joko tehokkaasti nostamaan työtulosten määrää ja niiden kautta saatua tuotannon arvoa tai käyttämään informaatioteknologiaa uudella, innovatiivisella ja nykyistä tehokkaammalla tavalla. Perimmäinen tavoite olisi saada tietotekniikasta perustavaa laatua olevaa tuotannollista hyötyä ilman, että tuotantoon tehtyjen panostusten määrä kasvaisi. Tällöin kehitys näkyisi positiivisena muutoksena myös tuottavuudessa. (Uusi-Rauva, 1996, 21.)

3.2 Tuottavuusparadoksi käsitteenä ja ilmiönä

Käsitteellä tuottavuusparadoksi tarkoitetaan tilannetta, jossa IT-investoinneilla ja informaatioteknologialla yleisesti ei voida empiirisesti havaita olevan selvää positiivista taloudellista vaikutusta (Barua & Lee, 1997). Belleflamme (2001) määrittelee tuottavuusparadoksin empiiristen tutkimusten avulla todetuksi ilmiöksi, jossa informaatioteknologiaan tehdyt suuret investoinnit eivät ole johtaneet merkittävään tuottavuuden kasvuun. Yleisesti ottaen käsitteellä *tuottavuusparadoksi* tarkoitetaan siis tilannetta, jossa yrityksen IT-resursseihin tekemät taloudelliset investoinnit eivät johda odotetun suuruisiin tuloksiin kasvattaen yrityksen tuottavuutta vain marginaalisesti.

Hieman edellä esitetyistä poiketen Macdonald, Anderson ja Kimbel (2000) määrittelevät tuottavuusparadoksin IT-investointien ja IT-suorituskyvyn, eli IT-panostusten ja IT-työtulosten, väliseksi ristiriidaksi. Tässä määritelmässä korostetaan informaatioteknologian asemaa, erityisesti informaatioteknologian suorituskyvyn osalta: määritelmän voidaan ymmärtää käsittävän vain tietoteknisten työtulosten antamat hyödyt. Tässä tutkielmassa tuottavuuspara-

doksin kontekstissa työtuloksina käsitetään kuitenkin kaiken sen toiminnan aikaansaamat tuotokset, joiden osalta informaatioteknologia on ollut pienimmässäkin määrin osallisena, rajaamatta tuotettua tuotetta tai palvelua millään tavalla.

Käsitteen määrittelyssä on sen sijaan tärkeää panostuksien osalta eritellä ja ottaa huomioon sen tietotekninen osuus, sillä tuottavuusparadoksin kontekstissa puhutaan ainoastaan IT-investoinneista. Esimerkiksi ilmiö, jossa resurssia x lisätessä saatavan hyödyn määrä y pienenee jokaisella lisäyskerralla, kutsutaan termillä *vähenevän rajahyödyn laki*. Vähenevästä rajahyödyistä puhuttaessa lisättävä resurssi voi olla mikä tahansa tuotantoon vaikuttava tekijä, tuottavuusparadoksin tapauksessa tämä resurssi on aina informaatioteknologia jossain sen ilmenemismuodossa.

Edellä määritellyn mukaisesti tuottavuusparadoksissa yrityksen IT-investointi ei tuo sille IT-tuottoja (*IT payoff*). Sherer, Kohli ja Baron (2003) määrittelevät IT-tuoton arvoksi, jonka organisaatio saa vastineeksi investoinnista informaatioteknologiaan. Tällä arvolla tarkoitetaan jotakin yrityksen kannalta positiivista, tavoiteltavaa asiaa. Esimerkiksi Hittin ja Brynjolfssonin (1996) mukaan IT-tuotto voi ilmentyä tuottavuudessa, kannattavuudessa tai asiakasarvossa, mutta ei välttämättä näissä kaikissa kolmessa. Chan (2000) näkee asiassa vielä laajemman, organisatorisemman näkökulman esittäen IT-investointien avulla kyettävän muuttamaan työtehtäviä, vuorovaikutusta asiakkaiden kanssa, työntekijän ja työnantajan välistä (työ)suhdetta, motivaatiota ja tuottavuutta.

Tuottavuusparadoksista on aikain saatossa esitetty useita erilaisia, toisiinsa nähden jyrkkiäkin näkemyksiä. Esimerkiksi Shragen (1997) viittaa tuottavuusparadoksiin syyttämällä liikemaailmaa yleensä ja eritoten yhdysvaltalaisia yrityksiä miljardien dollareiden arvoisista turhista investoinneista ja uskomi-
sesta *informaatioaikakauden suureen valheeseen*. Sen sijaan Carayanniksen, Alexanderin, ja Geraghtyn (2001) mukaan informaatioteknologialla on potentiaalia tuottaa poikkeavan korkeita investointituloksia verrattuna muihin

pääomasijoituksiin johtuen sen paremmasta tehokkuudesta, joka saavutetaan verkottumisen ja tietokoneistumisen kautta. Lausuntonsa he perustavat esittelemäänsä neljän informaatioteknologian kautta saavutettavan hyödyn analyysiin, jota tarkastellaan seuraavassa Carayanniksen ym. (2001) mukaan.

Ensimmäinen informaatioteknologian tuoma hyöty on yrityksen sisäisen tehokkuuden parantaminen. Koko yrityksen laajuisen suuritehoisten tietokoneiden käytön myötä keskivertotyöntekijä voi prosessoida enemmän informaatiota kuin aikaisemmin. Erityisesti tämä koskee niin sanottuja *valkokaulustyöntekijöitä* (*white-collar employees*) keventäen hallinnollisia ja toimistotehtäviä.

Toisena hyötynä on transaktiokustannusten pienentyminen. Olettaessa huomioon sopimusneuvotteluihin ja liiketoimintojen tarkkailuun käytetyt voimavarat, voi myynnin koordinointi koitua yritykselle hyvinkin kalliiksi tehtäväksi. Liiketoimintainformaation elektronisen vaihdon automatisointi voi eliminoida suuren määrän liiketoimintaan liittyvää paperityötä ja viivästyksiä vähentäen näin liiketoiminnan kokonaiskustannuksia.

Kolmas hyötymuutos koskee teollisuuden uudelleenrakentumista. Transaktiokustannuksia pidetään usein byrokratian pääsyynä: työntekijöiden kollektiivinen koordinointi korkeamman auktoriteetin säädösten mukaisesti on muita keinoja edullisempaa. Elektroninen verkottuminen vähentää näitä kustannuksia, jolloin monen pienen yrityksen on mahdollista tehdä yhteistyötä "virtuaalisen suuryrityksen" tavoin.

Neljäntenä hyötynä mainitaan yrityksen tietämyksen hallinnan paraneminen. Nykyinen taloudellinen ympäristö suosii yrityksiä sen perusteella, mitä ne tietävät, millaista informaatiota ja tietämystä yrityksessä on. Informaatioteknologian mahdollistamissa verkostoissa (*networks*) olevan tietotulvan vuoksi tietotaito on paljon raakaa faktatietoa arvokkaampaa. Verkostojen avulla yritykset levittävät kriittistä tietoutta nopeammin organisaatioiden ja avainkumppaneiden kesken edistäen näin suoranaisesti tietoperusteista kilpailuetua.

Nämä edellä esitetyt, informaatioteknologian liiketoimintaan tuomat kilpailuedut ovat olleet syynä sille, että lukuisat yritykset ovat jo parin vuosikymmenen ajan uhranneet huomattavia summia rahaa IT-investointeihin. Carayanniksen ym. (2001) mukaan Yhdysvalloissa yritykset yhä edelleen hankkivat ja ottavat käyttöönsä uusia tietojärjestelmiä ja teknologioita, jonka myötä Yhdysvaltojen talouden kasvun tulisi nousta muita, vähemmän tietokoneistuneita teollisuusmaita korkeammalle. 2000-luvulle tultaessa tietokoneistumisen positiiviset vaikutukset talouteen eivät ole kuitenkaan näkyneet yli 15 vuotta kestäneistä taloustutkimuksista huolimatta (Carayannis ym., 2001).

Attewellin (1994, 14) mukaan perusteknologioiden tuottavuudessa on tapahtunut dramaattistakin nousua tietotekniikan nopean kehittymisen myötä. Mikroprosessorit tarjoavat jatkuvasti parempaa laskentatehosuhdetta (prosessointiteho per siihen käytetyn rahan määrä) prosessoriyksiköille nousten noin 20 prosenttia vuodessa (Attewell, 1994, 14). Dewan ja Kraemer (1998) esittävät IT-pääoman olevan nettokorvike informaatioteknologian ulkopuoliselle pääomalle ja työvoimalle, viitaten informaatioteknologian osuuden tuotannontekijänä tulevan kasvamaan ajan myötä yhä vain suurempiin lukemiin informaatioteknologian korvatessa tuotannon informaatioteknologian ulkopuoliset tekijät. Nykyisin informaatioteknologiaa käytetään lähes alalla kuin alalla. Miksi tuottavuus ei ole noussut samalla tavoin kehittyneemmillä aloilla? Mitä tuottavuuden kasvu ylipäätään tarkoittaa?

Edellä määritellyn mukaisesti tuottavuutta mitataan työtulosten ja tehtyjen panostusten välisenä suhteena. Koska lisäämällä työnteon määrää kasvatetaan työhön tehtyjä panostuksia, ei tuottavuuden voida tällöin sanoa suoranaisesti nousevan. Sen sijaan Brynjolfssonin ja Hittin (1998) mukaan tuottavuuden nostaminen vaatii järkevää, täsmällistä työskentelyä, joka tarkoittaa yleensä uuden teknologian tai tekniikan omaksumista. Mitä ovat ne syyt, joiden vuoksi informaatioteknologiaa ei ole osattu hyödyntää tarpeeksi tehokkaasti tuottavuuden nostamiseksi? Tähän perehdytään tarkemmin luvussa neljä.

4 MISTÄ TUOTTAVUUSPARADOKSI JOHTUU?

Luvussa kolme mainitun mukaisesti tuottavuusparadoksin historian tärkeitä merkkipaaluja ovat Robert Solowin 1987 tekemä julistus tuottavuusparadoksin olemassaolosta sekä Erik Brynjolfssonin 1993 julkaisema artikkeli *The Productivity Paradox of Information Technology*. Tässä tuottavuusparadoksia koskevan tutkimuksen kantateoksessa selitetään varsinaisesti ensimmäistä kertaa historiassa kattavasti, mistä tuottavuusparadoksissa on kysymys ja mitä syitä tuottavuusparadoksin olemassaololle voidaan sanoa olevan olemassa.

Brynjolfssonin (1993) mukaan tutkimukset osoittavat tuottavuusparadoksin johtuvan puutteista tuottavuusmittareissa ja menetelmätyökaluissa sekä IT-alan epäonnistuneesta johtamisesta. Tarkemmin Brynjolfsson (1993) jakaa tuottavuusparadoksin syyt neljään kategoriaan: työtulosten ja panostusten väärin mittaaminen, opettelemisesta ja sopeutumisesta johtuvat viiveet, saatujen tuottojen uudelleen jakaminen ja haaskaaminen sekä epäonnistunut IT-johtaminen. Nämä tuottavuusparadoksia koskevan tutkimuksen yhtenä kantahenkilönä pidetyn Brynjolfssonin esittämät neljä syytä ovat toimineet vahvana pohjana aiheesta myöhemmin kirjoitetulle kirjallisuudelle. Seuraavaksi tätä kategorisointia tarkastellaan yleisesti Brynjolfssonin (1993) mukaan, jonka jälkeen kuhunkin syyhyn pureudutaan erikseen omissa luvuissaan 4.1–4.4.

Kaksi ensimmäistä syytä tuottavuusparadoksille, mittausongelmat ja viive, viittaavat enemmän tutkimuksellisiin kuin käytännön ongelmiin. Kuten jo luvussa kaksi esitettiin, informaatioteknologian ja siihen liittyvän liiketoiminnan ja sen tuottavuuden mittaaminen voi olla hyvinkin ongelmallista toimivien mittauskohteiden näkymättömyyden vuoksi. Viiveiden vuoksi taas IT-investointien lyhytaikaiset vaikutukset voivat olla heikot tai jopa negatiiviset, kun taas pitkäaikaisvaikutusten pitäisi olla jopa suhteellisen suuria (Brynjolfsson, 1993). Muiden radikaalisti uusien teknologioiden tapaan myös informaatioteknologian täysi hyödyntäminen vaatii laajamittaista oppimista niin

yksilöitä kuin koko organisaatiotakin koskien. Näiden kahden syyn yhteyttä tuottavuusparadoksiin kuvaa myös Brynjolfssonin ja Hittin (1998) väite siitä, että jos yritys voi laskea tekemänsä IT-investoinnin kulut helposti, mutta sillä on vaikeuksia määrittellä siitä saatavia hyötyjä – etenkin niitä, jotka ilmenevät viiveellä, informaatioteknologia voi vaikuttaa hyvinkin huonolta sijoitukselta.

Kaksi jälkimmäistä syytä, tuottojen uudelleen jakaminen ja epäonnistunut IT-johtaminen, pyrkivät tuomaan esille näkemystä, jonka mukaan IT-investoinneista ei olisi saatavilla missään tilanteessa merkittäviä hyötyjä. Investoijat saattavat saada teknologiaresursseihin tekemistään panostuksista hyötyä, jonka voidaan sanoa tulevan muiden toimijoiden kustannuksella eikä varsinaisia uusia hyötyjä ole tällöin saatu (Brynjolfsson, 1993). Lisäksi informaatioteknologiassa on havaittu piilevän sellainen ominaisuus, jonka vuoksi yritykset tuntuvat investoivan tai jättävän investoimatta siihen väärään aikaan ja jonka takia tietotekniikkaa käytetään väärin tarkoituksiin.

4.1 Mittausvirheet

Neljästä edellä esitetystä tuottavuusparadoksin syystä on epäonnistunut tuottavuuden mittaus yleisin ja se esiintyykin kirjallisuudessa useimmin. Kuten luvussa 2.2 jo todettiin, on informaatioteknologian ja etenkin palvelusektorin tuottavuuden luotettava ja tarkka mittaaminen usein erittäin haasteellista, ellei jopa mahdotonta. Esimerkiksi Carayannis ym. (2001) esittävät Roachiin (1996) viitaten, että esimerkiksi Yhdysvaltojen bruttokansantuotetta ja tuottavuuden kasvua mittaavat tilastot eivät paljasta todellista kasvuvauhtia, sillä joidenkin tutkimusten mukaan jopa 85 prosenttia IT-investoinneista tehtäisiin palvelusektorille.

Brynjolfsson (1993) on todennut Brynjolfssoniin ja Hittiin (1993) viitaten syynä mittausvaikeuksiin olevan yritysjohtajien informaatioteknologiaan liittämät hyödyt, kuten parantunut laatu, valikoiman laajuus, asiakaspalvelu, nopeus ja

vastaavuus, jotka voidaan luokitella juuri vaikeasti tuottavuustilastoissa selitettäviksi ja huomioon otettaviksi ominaisuuksiksi. Brynjolfssonin (1993) mukaan tämä voi johtaa järjestelmälliseen informaatioteknologian tuottavuuden aliarviointiin.

Toivotun vaikutuksen saamista IT-investoinneilla yrityksen tuottavuuteen voidaan lähteä pohtimaan luvussa 2.2 esitettyjen mittaustekniikoiden ja -näkökulmien kautta. Tuottavuuden muutosta mittaavilla dynaamisilla mittareilla yritys saa helposti tarkkaa tietoa siitä, millaisia muutoksia tuottavuudessa on tapahtunut tietyllä aikajaksolla. Toisaalta dynaamiset mittarit antavat helposti väärää tietoa tuottavuuden lähtötasosta riippuen: alhaisella tuottavuuden lähtötasolla voi saavutettu tuottavuuden kasvu näyttää suhteellisen suurelta, kun taas enemmänkin kasvua tehneen, korkeamman lähtötason yrityksen tuottavuuden suhteellinen nousu voi näyttää tätä pienemmältä (Uusi-Rauva, 1996, 46). Toisaalta tuottavuuden tasoja mittaavien staattisten mittareiden käyttö monimutkaistaa varsinaisten muutosten mittausprosessia.

Kahta työtulosta mittaavaa tasoa vertailtaessa yksi tärkeä, joskin ongelmallinen toimenpide on hintojen todenmukaistaminen ottamalla niistä niin sanotut tyhjätkatteet pois, jotta niistä saataisiin vertailukelpoisia saatujen työtulosten todellisessa rahallisessa arvossa mitattuna (Brynjolfsson, 1993). Käyttämällä mittauskohteiden katteista riisuttuja todellisia arvoja saadaan mittaamisesta helpompaa ja luotettavampaa sekä päästään eroon esimerkiksi suhdannevaihteluiden ja muiden hintaheilahtelujen tuomista mittausvirheistä. Työhön soveltuvien tarkkojen, laatuvaatimuksen hyvin huomioonottavien hintojen vähentämismenetelmien kehittäminen on kuitenkin Brynjolfssonin (1993) mukaan erittäin vaikeaa. Myös informaatioteknologian nousun myötä kehitettyjen uusien tuotteiden tai ominaisuuksien mittaaminen on koettu ongelmaksi (Brynjolfsson, 1993).

Uusien tuotteiden mittausongelmat eivät johdu pelkästään vertailukohteiden puutteesta, vaan Brynjolfssonin (1993) mukaan valikoiman laajuudella itsessään voidaan todeta olevan arvoa, jota on käytännössä mahdotonta mitata. Informaatioteknologian mahdollistamat aiempaa pienemmät kustannukset ovat mahdollistaneet yrityksille tuoteskaalan laajentamisen. Suurempi tuote- tai palveluvalikoima on kuitenkin hankittu suuruuden edun kustannuksella, jonka vuoksi saatujen työtulosten valmiiden tuotteiden yksikkökustannukset ovat nousseet. Täten informaatioteknologialla voidaan ajatella olevan positiivinen vaikutus valikoiman laajuuteen ja valikoiman laajuudella negatiivinen vaikutus mittauskohteena olevaan tuottavuuteen. (Brooke, 1991, Brynjolfssonin, 1993 mukaan.) Tuotantosektoriakin vaikeampi tilanne on palvelusektorin puolella, josta kenties yleisimpänä esimerkkinä on lukuisissa lähteissä esitetty pankkiautomaatit.

1970-luvulla yleistyneet pankkiautomaatit eivät tuottaneet niitä kaikkia potentiaalisia hyötyjä, joita pankkiautomaattien käyttöönotolla olisi voitu saavuttaa. Pankkien täytyi uudistaa tileihin vahvasti perustuva sisäinen rakenne kokonaan uusiksi, asiakaskeskeisiksi palveluiksi. Tämä muutosprosessi täyden hyödyn pankkiautomaateista saavuttamiseksi kesti peräti 10–20 vuotta. Pankkiautomaattien käyttöönotto on vaatinut pankeilta valtavasti sijoituksia niin taloudellisiin kuin henkilöstövoimavaroihinkin. Kuitenkin pankkien saama arvo tästä koko pankkialaa muokanneesta uudistuksesta on ollut käytännössä minimaalista. (Dos Santos & Sussman, 2000.) Tämä johtuu Brynjolfssonin (1993) mukaan siitä, että ympäri vuorokauden asiakkaiden käytettävissä olevat pankkiautomaatit ovat lisänneet ainoastaan pankkipalvelujen laatua paremman saatavuuden ja palvelujen kätevyysden kautta.

Vaikka informaatioteknologia tarjoaakin asiakkaille huomattavasti aiempaa korkeampaa laatua, paremman valikoiman, kätevyyttä, luotettavuutta ja tarkkuutta, on palvelualan yrityksillä ollut vaikeuksia suunnata näitä saavutettuja hyötyjä parantuneiksi talouden luvuiksi tai korkeammiksi

työtuloksiksi yhtä työntekijää kohden (Quinn & Baily, 1994). Ongelma näyttääkin piilevän siinä, että vaikka tuottavuutta mitataan mitattavien eli kvantitatiivisten asioiden kautta, on IT-investoinnin pääasiallisena tarkoituksena usein tuottaa asioita, jotka eivät ole helposti mitattavissa (Brynjolfsson & Hitt, 1998). Juuri näiden kvalitatiivisten eli laadullisten ominaisuuksien vuoksi Macdonaldin ym. (2000) mukaan tuottavuus ei ole oikea mittari informaatioteknologian vaikutuksille tuotantoon, eikä sillä täten voida havaita ja tallentaa informaatioteknologian kaikkia vaikutuksia liiketoimintaan.

Informaatioteknologia on tehokas apuväline riskienhallintaan ja mahdollisten liiketoiminnallisten tappioiden välttämiseen – molemmat ovat ominaisuuksia, joita on käytännössä mahdotonta mitata. Esimerkiksi tietoliikenneyritysten petoksia paljastavat teknologiat tai lentoteollisuuden turvallisuutta parantavat teknologiat ovat omillaan aloillaan välttämättömiä, joskin tuottavuustilastoissa ja investoinneista saaduissa hyödyissä näkymättömiä tekijöitä. (Carayannis ym., 2001.) Tällaisia kuluja voidaan kuitenkin laskea tuottavuuden mittaamiseen sopimattomina niin sanottuina vaihtoehtoiskustannuksina. Niihin kuuluvat ne menetykset, jotka yritys kärsisi, jos se esimerkiksi ei harrastaisi kyseistä liiketoimintaa, jättäisi suunnitellut investoinnit tekemättä tai hoitaisi suunnitellut panostukset toisella, kalliimmalla tavalla.

Liiketoiminnan muuttumista koskeva kirjallisuus korostaa erityisesti vaikeuksia informaatioteknologian käytön tuomien hyötyjen muuntamista työtulosten kvantitatiivisiksi tuottavuuden mitoiksi. Aineettomat ominaisuudet, kuten parempi vastaavuus asiakkaille ja korkeampi koordinoinnin taso toimittajien kanssa, eivät aina nosta työtulosten määrää tai edes niiden laatua. Sen sijaan ne auttavat yritystä kuitenkin varmistumaan siitä, että tuotteet ja palvelut valmistuvat oikeaan aikaan, ne ovat oikeassa paikassa ja niissä on oikeat ominaisuudet jokaiselle asiakkaalle. (Brynjolfsson, 1993.) Tämä tulisi ottaa huomioon myös tuottavuusparadoksia tutkittaessa. Luvussa 2.2 esitetyn mukaisesti perinteisten tuottavuusmittareiden ohelle olisi otettava myös katta-

vat laatumittarit ja uudet mittaustekniikat immateriaalisia työtuloksia varten, jotta mittaustuloksia voitaisiin pitää luotettavina.

Vastaaville vaikeasti mitattavissa oleville ominaisuuksille, jotka eivät näy suoraan tuottavuustilastoissa, voisi toimivin mittaustekniikka olla luvussa 2.2 esitelty välillinen mittaus. Toimivien apukohteiden valinta, tarkastelu ja mittaaminen voisi helpottaa investointien vaikutusten arviointia ja onnistumista. Siinä missä pääasiassa pelkkiin tuottavuuslukuihin keskittyvässä suorassa mittauksessa jäävät monet laadulliset ominaisuudet helposti huomioimatta, voitaisiin yrityksen itsensä valitsemien apukohteiden avulla keskittyä tarkastelemaan juuri niitä kohteita, joiden kehityksen se näkee tarpeelliseksi.

Kvalitatiivisten mittausvaikeuksien lisäksi erityisesti informaatioteknologian yhteydessä esiintyy myös kvantitatiivisia, puhtaasti laskennallisia ongelmia. Yhdeksi tällaiseksi Brynjolfsson (1993) esittää niin sanotun IT-osakkeen (*IT stock*) eli tuotannossa yhteen työtulokseen käytetyn IT-panostuksen määrän mittaamisen. Millä tahansa työtulosten määrällä laskettaessa, jos käytetyn IT-osakkeen määrä on yliarvioitu, tulee sen yhden yksikön tuottavuuskin olemaan vähemmän kuin mitä se todellisuudessa on (Brynjolfsson, 1993). Jos käytettyjen panostusten määrää kasvatetaan, pienenee lopputuloksena saatu tuottavuus automaattisesti luvussa 2.1 esitetyn tuottavuuden laskukaavan mukaisesti. Usein virheitä tehdään myös IT-investointeihin käytettyjen kulujen kirjaamisessa: Brynjolfssonin (1993) mukaan IT-menot kirjataan yrityksen kirjanpidossa sille vuodelle, jolloin investointi on tehty, vaikka niistä saatava hyöty jakaantuu useammalle vuodelle tulevaisuuteen.

Macdonaldin ym. (2000) mukaan IT-panostusten mittaamista vaikeuttaa erityisesti niiden vaihteleva laatu, mukaan lukien työntekijöiden laatu esimerkiksi heidän osaamistasoan koskien. Tämän lisäksi panostusten mittaamista haittaa kysymys siitä, missä työtehtävissä toimivat voidaan lukea informaatioteknologian käyttäjiksi. IT-panostusten mittaaminen vaikeutui

entisestään laitteistokustannusten eriydyttyä ohjelmistokustannuksista, jolloin jälkimmäisten mittaaminen jäi usein kokonaan pois (Macdonald ym., 2000). Informaatioteknologian jo vuosikymmeniä kestänyt kehitys on tuonut sitä hyödyntävään liiketoimintaan niin sanottua raakaa laskentatehoa tarjoavien prosessoritehojen lisäksi myös paljon käyttömukavuutta. Esimerkiksi Microsoftin kehittämä Windows-käyttöjärjestelmän yleistyminen mullisti valkokaulustyöt korvaamalla vanhat merkkipohjaiset järjestelmät huomattavasti selkeämmällä ja helppokäyttöisemmällä graafisella käyttöliittymällä.

Monet vastaavanlaiset käyttömukavuutta parantavat ja työtä helpottavat tietotekniset apuvälineet ja ohjelmistot kuuluvat kyllä IT-investointeihin, mutta Triplettin (1999) mukaan on kyseenalaista nostavatko ne tuottavuutta ja kuinka tätä voidaan mitata. Lisäksi Triplett (1999) pitää edelleen avoimena myös kysymystä siitä, ovatko vastaavanlaiset, suuria muutoksia yrityksissä vaativat investoinnit järkeviä suhteuttamalla niistä saadut hyödyt niihin käytettyihin kustannuksiin. Tyypillisesti yrityksissä lasketaan tarkasti investoinneista aiheutuneet suorat kustannukset samalla kun niitäkin enemmän kustannuksia ja tuottavuuden alenemista aiheuttavat työntekijöiden sopeutumisvaikeudet jäävät monesti ottamatta huomioon (Triplett, 1999).

Macdonaldin ym. (2000) mukaan toimivan mittarin puute informaatioteknologian tuottavuuden mittaamiseksi ei ole lannistanut tutkijoita tämän tuottavuusparadoksin mahdollisen ratkaisun etsimisessä. Päinvastoin paremman mittarin löytäminen on toisinaan osoittautunut niin tutkijoita kiehtovaksi ja aikaa vieväksi tehtäväksi, että jotkut siihen perehtyneet ovat unohtaneet tuottavuuden mittaamisen olevan vain välitavoite tuottavuusparadoksin selvittämiseksi eikä se pääasiallinen tavoite, johon he intohimoisesti pyrkivät (Macdonald ym., 2000).

Mittausongelmia on aiheuttanut myös oikean mittaustason löytäminen luotettavien tulosten saamiseksi. Macdonaldin ym. (2000) mukaan tuottavuutta tarkasteltaessa informaatioteknologian avulla saavutettuja hyötyjä voidaan

usein havaita yksikkö- tai jopa henkilötasolla, mutta yritystasolla ne näyttävät katoavan. Yksi ratkaiseva tekijä informaatioteknologian tuottavuusvaikutuksia tutkittaessa onkin tutkimustason valinta. Tuottavuuden kasvu voi esimerkiksi yksittäisillä yrityksillä olla piilossa toimiala- tai sektoritasolla, jolloin tutkimus olisi järkevää tehdä käyttäen isompaa yritysjoukkoa (Macdonald ym., 2000). Aina suurempikaan otoskoko ei välttämättä auta, sillä esimerkiksi Triplettin (1999) mukaan suuri osa informaatioteknologiasta ja sen liiketoiminnallisista vaikutuksista sijoittuvat vaikeasti mitattavan palvelusektorin puolelle.

Kaiken kaikkiaan Brynjolfssonin (1993) mukaan informaatioteknologialla on positiivinen vaikutus eritoten useisiin laadullisiin ominaisuuksiin. Informaation ollessa aineetonta informaatioteknologian tuotteisiin ja palveluihin tuoma implisiittinen informaatioisisältö on huomattavasti todennäköisemmin aliarvioitu verrattuna materiaalsiin tuotteisiin tehtyihin arvonlisäyksiin (Brynjolfsson, 1993). Informaatioteknologialla on Macdonaldin ym. (2000) mukaan talouteen ja suorituskykyyn tuottavuuden kasvattamista vaatimattomampi vaikutus. IT-investoinnin ei voida, niiden mittaamisesta huolimatta, odottaa tuottavan suoria hyötyjä vaan informaatioteknologian tarjoamat hyödyt ovat pääasiassa epäsuoria ja pitkäaikaisia (Macdonaldin ym., 2000).

Brynjolfsson ja Hitt (2000) esittävätkin yritysten IT-investointien ja niistä mahdollisesti aiheutuvien hyötyjen välillä olevien linkkien puuttumisen pääsyyksi perinteisten mittausmenetelmien soveltumattomuuden kyseiseen mittauskohteeseen. Jo aiemmin esitetynkin mukaisesti Brynjolfsson ja Hitt (2000) perustelevat tätä toteamalla vanhojen mittaustekniikoiden keskittyvän työtulosten havaittaviin ominaisuuksiin, kuten hintaan ja määrään, vaikka informaatioteknologian tuomat vaikutukset keskittyvät pääasiassa aineettomiin ominaisuuksiin, kuten parantuneeseen laatuun, suurempaan tuotevalikoimaan, asiakaspalveluun ja nopeuteen. Täten käytettävien mittaustekniikoiden ja mitattavien työtulosten todellisten ominaisuuksien välillä on havaittavissa selvä ristiriita, jolloin mittaustulokset ovat varmuudella virheellisiä.

Vastaavasti sama ongelma on havaittavissa myös panostusten puolella: perinteiset mittarit mittaavat jälleen havaittavia investointeja, kuten tietotekniikan hintaa ja laitteiston määrää sivuuttaen jälleen investointien aineettomat ominaisuudet, kuten uudet tuotteet, palvelut, markkinat, liiketoimintaprosessit ja työntekijöiden taidot (Brynjolfsson & Hitt, 2000). Täten työtulosten tapaan myös panostusten mittaaminen on virheellistä ja epäonnistunutta, lopputuloksena jälleen virheelliset mittatulokset.

Edellä esitetyn mukaisesti mittausvirheet vaikuttaisivat olevan tuottavuusparadoksia hyvin selittävä tekijä. Jos sekä panostusten että työtulosten mittaaminen vaikuttaa ongelmalliselta tarjoten vain virheellisiä mittaustuloksia, on myös lopputuloksena saatava kokonaistuottavuuden mittaustulos varmuudella virheellinen. Mittaamisvaikeuksien moniulotteisuus aina informaatioteknologian laadullisten ominaisuuksien parantamisesta hyötyjen menettämisten kautta oikean mittaustason valintaan asti on edelleen ratkaisematon ongelma, johon ei ole ainakaan toistaiseksi esitetty yksiselitteistä vastausta. Useimpiin tuottavuusparadoksia käsitelleisiin tutkimuksiin perustuen tuottavuuden mittausingelmat ovatkin yksi uskottava selittäjä tuottavuusparadoksille tutkimuskohteena ja ilmiönä.

4.2 Viive

Toinen, mittausvirheitä kenties yleismaallisempi syy tuottavuusparadoksille on viive informaatioteknologiaan tehdyn panostuksen ja siitä saatavan täysimittaisen hyödyn välillä. Informaatioteknologiaa voidaan pitää höyrykoneen ja sähkön tavoin radikaalina keksintönä, joka on vielä 2000-luvullakin suhteellisen nuori, edelleen yleistymisvaiheessa oleva tuotannontekijä. Brynjolfssonin (1993) mukaan infrastruktuuriin tehdyistä investoinneista saatavat hyödyt voivat olla hyvinkin suuria, mutta samalla ne ovat myös usein liiketoiminnassa käytetyn yleisen ajattelutavan mukaisesti epäsuoria ja viiveellisiä.

Luonnollisesti, tullakseen tuottaviksi informaatioteknologian käyttäjiksi tarvitsevat niin yritykset kuin yksittäiset henkilötkin riittävän kokemuksen hallitakseen uuden kompleksisen teknologian tehokkaan käytön (Brynjolfsson, 1993). Siinä missä jokainen uutta teknologiaa käyttöönottava työntekijä tarvitsee opastusta ja aikaa perehtyä kyetäkseen työskentelemään sen parissa tehokkaasti, tuo uusi teknologia haasteita myös organisatorisella tasolla. Brynjolfssonin (1993) mukaan informaatioteknologian mahdollistama liiketoiminnan nopeutuminen voi nostaa esiin odottamattomia pullonkauloja missä tahansa kohtaa informaatioprosessin ketjussa, eivätkä lisäinvestoinnit informaatioteknologiaan tule olemaan ratkaisu tähän ongelmaan.

Esimerkiksi Triplettin (1999) mukaan tällaiseksi pullonkaulaksi voi helposti muodostua myös työntekijä: informaatioteknologian parissa työskentelevä henkilö arvioi käyttäneensä vanhan tietokoneen suorituskyvystä noin neljäsosaa ja uudesta tietokoneesta korkeintaan kymmenesosaa. Nostiko IT-investointi tuottavuutta ja saiko yritys siitä haluamaansa lisätuottoa? Yrityksen on osattava varautua moneen asiaan jo IT-panostuksia suunnitellessaan. Hyvästä varautumisesta huolimatta uudet toimintatavat tuonevat kuitenkin aina myös jotakin odottamatonta tullessaan.

Viiveen pituudesta on esitetty useita erilaisia näkemyksiä. Macdonald ym. (2000) kertovat Brynjolfssonin, Malonen, Gurbaxanin ja Kambilin (1994) olevan sitä mieltä, että investointien hyödyt näkyvät tuottavuudessa parissa, kolmessa vuodessa, kun taas Davidin (1990) mukaan viive voi olla jopa neljä vuosikymmentä. Väitettään David (1990) perustelee rinnastamalla Brynjolfssonin (1993) tapaan informaatioteknologian keksintönä sähköön. Tutkimusten mukaan sähköön tehokkaan hyödyntämisen pitkä viive johtui yrityksistä soveltaa sitä vanhoihin, mekaanisiin laitteisiin. Vasta kun yritykset keksivät käyttää sähköä sille erikseen suunnitelluille laitteille ja niiden käyttöönottoa ja käyttöä osattiin tukea uudentyyppisillä organisaatorakenteilla, alkoi sähkö tuottaa merkittäviä hyötyjä tuottavuutta nostoen. (David, 1990.)

Informaatioteknologiaa on käytetty sekä suoraan liiketoiminnassa että sen tukena nyt reilusti yli Davidin esittämän 40 vuotta. Vaikka informaatioteknologiaa voidaankin pitää sähköä huomattavasti kompleksisempänä ja monipuolisempänä keksintönä, voitaneen kysyä, missä sen aiheuttamat, sähköön hyötyihin verrattavissa olevat liiketoiminnalliset edut viipyvät.

Yksi viiveen yleisimmistä perusteluista tuottavuusparadoksin syynä on informaatioteknologian vertaaminen keksintönä sähköön muun muassa niiden samanlaiseen diffuusiomalliin vedoten (esim. David, 1990). Triplettin (1999) mielestä tietokone ei ole kuitenkaan täysin verrattavissa sähköön niiden välisten oleellisten erojen vuoksi. Tietotekniikan hintataso on laskenut sen lähtötasosta yli neljän vuosikymmenen aikana alle puoleen tuhannesosaan (0,0005) – sähköön hinnassa vastaavaa laskua ei ole tapahtunut. Siinä missä sähköä edeltävät keksinnöt, kuten höyrykone pysyivät markkinoilla vielä pitkän aikaa sähköön keksimisen jälkeenkin, on tietotekniikka syrjäyttänyt aiemmat laskentatekniikat pian sen yleistymisen jälkeen osittain juuri nopean hintakehityksen ansiosta. (Triplett, 1999.) Myös Davidin (1990) esittämä neljän vuosikymmenen viive informaatioteknologian täyden hyödyntämisen saavuttamiseksi sähköön tavoin ei vaikuta enää 2000-luvulla kovinkaan todennäköiseltä. Vaikka ensimmäiset tietokoneet kehitettiin jo 1940-luvun alussa eli lähes 70 vuotta sitten, ei informaatioteknologia ole vieläkään osoittanut tarjoavansa siihen tehdyistä investoinneista mahdollisesti rajusti perässä laahaavia hyötyjä odotetuissa mittasuhteissa.

Toisin kuin luvussa 4.1 esitetyt mittausongelmat, viive IT-investoinneista saatavista hyödyistä ei vaikuta enää 2000-luvun lopulla kovinkaan järkevältä selitystekijältä tuottavuusparadoksille. Koska pitkät viiveet eivät informaatioteknologian 70 vuoden pituisen historian jälkeen vaikuta enää pätevältä ja lyhyempien, merkittävästi hyötyjen esiintuloa selittävien viiveiden olemassaoloa ei ole voitu todistaa lukuisista tutkimuksista huolimatta, ei viiveiden voida sanoa olevan merkittävä tekijä etsittäessä syitä tuottavuusparadoksille.

4.3 Tuottojen uudelleenjakaminen

Tuottojen uudelleenjakamisteorian mukaan investoinnit informaatioteknologiaan voivat olla hyödyllisiä sen tehneen yrityksen näkökulmasta, mutta kannattamattomia koko toimialan tai talousjärjestelmän kannalta informaatioteknologian ainoastaan jakaessa tuottavuuden uusiin osiin kasvattamatta sitä (Brynjolfsson, 1993). Esimerkiksi yritys voi käyttää informaatioteknologiaa suhteettomasti markkinointitutkimukseen ja markkinointiin, toimintoihin jotka voivat olla erittäin hyödyllisiä niitä suorittavalle yritykselle, mutta jotka eivät itsessään lisää millään muotoa varsinaista työtulosta (Baily & Chakrabarti, 1988, Brynjolfssonin, 1993 mukaan).

Muihin hyödykkeisiin verrattuna informaatio on erityisen herkkä dissipaatiolle (*rent dissipation*), jossa yhden yrityksen saama hyöty tulee täysin muiden yritysten kustannuksella sen sijaan, että yritys kehittäisi itse itselleen hyötyä ja voittoa omilla resursseillaan. Muita parempi tietämys esimerkiksi kysynnän tai tarjonnan suuruudesta tai vaikkapa säästä tai muista liiketoimintaan vaikuttavista tapahtumista tai tiloista, voi osoittautua yritykselle hyvinkin tuottoisaksi jopa ilman työtulosten kasvattamista. Tämä puolestaan kannustaa usein liialliseen informaation keräämiseen. (Brynjolfsson, 1993.)

Hieman samoilla linjoilla Brynjolfssonin kanssa ovat Carayannis ym. (2001), joiden mukaan IT-investointeja tehneet yritykset ovat vain pyrkineet korottamaan kontrollia informaatioon kasvaneen byrokratian kautta hankkimaansa informaatioteknologiaa hyödyntäen. Samalla kun uutta teknologiaa on käytetty tehdasteollisuudessa automatisoinnin ja joustavuuden mahdollistamiin työvoiman vähennyksiin, on valkokaulustyössä työntekijöiden tarve lisääntynyt. Syynä tähän on palvelusektorilla oleva kilpailun puute, jonka vuoksi yritykset eivät panosta tarpeeksi työn tehokkuuteen. (Carayannis ym., 2001.)

Quinn ja Baily (1994) esittävät tähän melko päinvastaisen väitteen toteamalla kilpailun vievän IT-investoinneista saadut tuottavuuden hyödyt investointeja

tekevältä toimialalta pakottaen sen siirtämään ne asiakaspalvelun alalle. Taloustieteilijät ovat esittäneet tämän ongelman IT-investointeja tehneiden osapuolten epäonnistumisena pitää saadut hyödyt itsellään ja omalla toimialallaan (Macdonald ym., 2000).

Kolmesta muusta syystä poiketen, tuottojen uudelleenjakaminen ei selitä tuottavuusparadoksia tarkasteltaessa yksittäistä yritystä, vaan ainoastaan korkeammalla, esimerkiksi koko toimialaa koskevalla tarkastelutasolla (Brynjolfsson, 1993). Brynjolfsson (1993) vertaa ilmiötä mainostamisen hyötyihin ja kustannuksiin: riittämättömällä IT-budjeteilla toimivat yritykset menettävät markkinaosuuksiaan enemmän informaatioteknologiaan panostaville kilpailijoilleen. Tämä ajatus tukee muun muassa luvussa 3.1 esitettyä ajatusta IT-strategiasta ja informaatioteknologian käytöstä suurempiin tarkoituksiin.

Tuottojen uudelleenjakaminen ei kuitenkaan sovi tuottavuusparadoksin syyksi tai aiheuttajaksi, vaan se ainoastaan selittää auki tutkimuksista saatua tilastotietoa eri yritysten ja toimialojen tilasta: jotkut yritykset hyötyvät IT-investoinneista, toiset eivät. Eroja voidaan havaita niin yrityskohtaisesti kuin toimialakohtaisestikin, sillä joillakin toimialoilla informaatioteknologian tehokas hyödyntäminen on toisia helpompaa ja jotkut yritykset onnistuvat siinä toisia paremmin.

4.4 Epäonnistunut IT-johtaminen

Syy, jonka mukaan tuottavuusparadoksi johtuisi epäonnistuneesta IT-johtamisesta, perustuu ajatukseen siitä, ettei informaatioteknologia olisi itsessään tuottavaa yhden yrityksen tasolla. Yritykset tekevät IT-investointeja tästä välittämättä, sillä päätöksentekijät eivät toimi yrityksen intressien mukaisesti, vaan he joko pyrkivät helpottamaan omaa työtään, rakentavat

tehottomia järjestelmiä tai tekevät päätöksiä jo vanhentunein perustein. (Brynjolfsson, 1993.)

Epäonnistuneen IT-johtamisen ajatus liittyy läheisesti luvussa 4.1 esitettyihin mittausongelmiin: kuinka yrityksen johtajat ja resurssihankinnoista päättävät toimijat voisivat tehdä oikeita ratkaisuja, jos informaatioteknologiasta saatavien hyötyjen ja muiden vaikutusten mittaaminen on äärimmäisen hankalaa, ellei jopa mahdotonta? Brynjolfssonin (1993) mukaan hyvien kvantitatiivisten mittareiden puute informaatioteknologian luomalle arvolle ja työtuloksille onkin tehnyt johdon tietojärjestelmien käyttäjien työn investointien oikeaksi osoittamiseksi vaikeaksi.

Informaatioteknologian luontainen kompleksisuus ja sen erittäin nopea kehitys estävät monesti hyötyjen näkymisen, sillä ennen kuin yritys on ehtinyt sopeutua investoimaansa uuteen teknologiaan, on kehitys ajanut siitä jo ohi syrjäyttäen tekniikan vanhana ja teholtaan riittämättömänä. Tarkkojen mittaus- ja arviointimenetelmien avulla oikeiksi todettujen valintojen mahdottomuus johtaa helposti niin sanottuihin heuristisiin päätöksiin täsmällisten kustannus-hyöty-laskelmien sijaan. (Brynjolfsson, 1993.) Macdonaldin ym. (2000) mukaan useat tuottavuusparadoksia tutkineet ovatkin esittäneet, ettei monellakaan IT-investointipäätöksiä tekevällä yritysjohtajalla ole kovinkaan tarkkaa käsitystä heidän tekemistään investoinneista ja niiden tarpeellisuudesta. Kilpailutilanteessa yritysjohtajat ovat vain seuranneet muiden samalla toimialalla olevien yritysten esimerkkiä ja toimineet niiden tavoin (Macdonald ym., 2000).

Useimmiten yritysten IT-infrastruktuuria koskevat päätökset eivät koske sitä, pitäisikö IT-investointeja tehdä vai ei, vaan pikemminkin sitä, kuinka tarvittavat informaatioteknologiaan liittyvät panostukset saadaan hoidettua mahdollisimman pienin kustannuksin. Useat yritykset ovat todenneet infrastruktuuripanostusten kautta saavutettujen tuottojen ainoaksi täsmälliseksi mittauskeinoksi laskea jo luvussa 4.1 mainitut vaihtoehtokustannukset. (Quinn & Baily, 1994.)

Kuten luvussa 3.2 todettiin, informaatioteknologia oli ja on yrityksille elintärkeä asia liiketoiminnan kannalta. Mutta kuinka yritysjohton tulisi kyetä tehdä päätöksiä IT-investointien suuruudesta? Quinin ja Bailyin (1994) mukaan useiden yritysten ylintä päätösvaltaa käyttävä johto on enenevässä määrin kiinnostunut siirtämään IT-päätöksensä asiantuntijoille varmistaakseen ylimääräisen tietotekniikkaan tuhlaamisen muuntamisen vain tarpeellisten palveluiden hankintaan. Macdonald ym. (2000) ovat todenneet Dochertyyn ja Stymneen (1993) viitaten, ettei informaatioteknologian ja tuottavuuden välillä ole suoraa yhteyttä, vaan informaatioteknologian vaikutukset ovat useampien, yritysjohdolta muitakin toimia vaativien osatekijöiden summa. Tästä syystä päätös siirtää vastuu IT-investoinneista pois johdon käsistä ei palvele yrityksen kokonaisstrategiaa, vaan päinvastoin johtaa ainoastaan pieniin tai olemattomiin hyötyihin (Docherty & Stymne, 1993, Macdonaldin ym., 2000 mukaan).

Macdonaldin ym. (2000) mukaan IT-investoinnilta ei itsessään voida odottaa vielä juurikaan suuria tuloksia, vaan informaatioteknologiaa tulisi hyödyntää komplementaarisenä eli täydentävänä investointina muille panostuksille. Bynjolfssonin ja Hittin (1998) mukaan informaatioteknologian tarjoaman täyden hyödyn saavuttaminen tarkoittaisikin IT-investointien yhdistämistä muihin investointeihin, minkä kautta yritys voi puolestaan luoda kokonaan uusia strategioita, liiketoimintaprosesseja ja toimintatapoja. Yrityksen tietokoneistaminen ei täten välttämättä itsessään tuo automaattisesti yritykselle esimerkiksi parempaa tuottavuutta, vaan sitä nostavat laajemmat organisatoriset uudistukset, joiden yksi elintärkeä osa IT-investoinnit ovat (Bynjolfsson & Hitt, 1998). Tähän viittaa myös luvussa 4.2 mainittu Davidin (1990) ja Brynjolfssonin (1993) esittämä informaatioteknologian vertaaminen sähköön ja sen vaatimiin organisaatiomuutoksiin täyden hyödyn saamiseksi.

Kuten luvussa 2.2 todettiin, kokonaistuotannon mittausmenetelmä ottaa huomioon kaikki tuottavuuteen vaikuttavat osatekijät ja panokset kokonaistuottavuuden laskemiseksi (Uusi-Rauva, 1996, 44). Koska edellä esitetyn

mukaisesti IT-investoinnit eivät itsessään nosta tuottavuutta, vaan niiden vaikutukset heijastuvat näkyviin muun tuotannon kautta sitä tehostaen, ei informaatioteknologian mittaaminen osittaistuottavuuden mittaamenetelmällä muusta tuotannosta erillään vaikuta järkevältä. Mikäli informaatioteknologiaa kyettäisiin tarkastelemaan toisaalta omana kokonaisuutenaan erillään muista tuotannontekijöistä, laskien kuitenkin samalla yrityksen tuottavuutta kokonaistuotannon kautta, voisi osittaistuotannon mittaamenetelmä olla hyvinkin toimiva ratkaisu.

IT-investointien ohella on tapahduttava paljon myös organisatorisella tasolla, jotta kalliista investoinneista olisi yritykselle aidosti hyötyä. Yrityksen johdon tehtävänä on huolehtia siitä, että tämä investointien takana oleva perimmäinen tavoite myös toteutuu. Macdonaldin ym. (2000) mukaan yritysmaailmassa pitäisi jopa harkita radikaalia suunnanmuutosta informaatioteknologian suhteen, jolloin informaatioteknologiaa tulisi käyttää innovaatioiden ja kilpailukyvyyn vaatimana osana yrityksen infrastruktuuria. Näin suurista muutoksista päättäminen ja niiden toteuttaminen on yritykselle kuitenkin äärimmäisen monimutkainen ja kallis prosessi, joka vie paljon aikaa ja on täten myös suuri riski koko sen liiketoiminnan kannalta.

Infrastruktuurin muuttaminen, työntekijöiden vaihtaminen ja yrityksen perimmäisten käytänteiden muuttaminen voi johtaa vuosikymmeniä hyvin toimineiden toimintatapojen vaihtamiseen uusiksi käytänteiksi, joista yrityksellä ei ole lainkaan kokemusta. Tämä yhdistettynä äkillisiin ja epäyhtenäisiin organisaatorakenteiden muutoksiin voi johtaa tilanteeseen, jossa vanhat ja uudet käytänteet sotivat toisiaan vastaan, jolloin molempien hyödyt menetetään. (Brynjolfsson & Hitt, 1998.) Vaarana onkin se, että yritys löytää itsensä lopulta tilanteesta, jossa IT-investointia huomattavasti suuremman menoerän muodostavat niiden vaatimista organisaatiomuutoksista aiheutuvat kustannukset.

Carayanniksen ym. (2001) mukaan 1990-luvun alusta lähtien myös palvelusektorin yritykset ovat kyenneet vähentämään työntekijöidensä määrää (vrt. luku 3.3). Johtopäätöksenä tästä seuraa se, että myös palvelualan yritykset ovat teollisuuden tavoin kykeneväisiä nostamaan tuottavuutta ja tehokkuutta informaatioteknologian avulla. Tähän tavoitteeseen pääseminen vaati palvelualalta teollisuutta radikaalimpia organisaatiomuutoksia. (Carayannis ym., 2001.)

Kaikissa tapauksissa IT-investointi ei ole välttämättä antanut investoijille edes mahdollisuutta saada sijoituksestaan hyötyä, kun muut osapuolet ovat ikään kuin kaapanneet nämä hyödyt investoijien ja tuottavuuden kasvua seuraavien tutkijoiden harmiksi (Baily & Chakrabarti, 1988). Tästä hyvänä esimerkkinä toimii luvussa 4.1 mainitut pankkiautomaatit, joihin pankkien oli alalla pysyäkseen pakko sijoittaa, mutta joista saatava hyöty meni kuitenkin pankkien sijaan niiden asiakkaille. Lucas (1999, 17) kutsuu tätä pankkiautomaattitapausta termillä kilpailullinen välttämättömyys (*competitive necessity*), tarkoittaen sillä investointia, joka yrityksen on pakko tehdä säilyttääkseen kilpailukykyensä toimialalla. Lucasin (1999, 17) mukaan ensimmäisistä pankkiautomaateista oli kenties pientä hyötyä ne lanseeranneelle pankille, mutta tämä hyöty on kadonnut kaikkien muidenkin pankkien seurattua esimerkkiä vastaamalla asiakkaiden uuteen tarpeeseen ja pankkiautomaattien rajuun kysyntään.

Myös Stratopoulos ja Dehning (2000) ovat tehneet samanlaisia havaintoja tutkiessaan yritysten innovatiivisia IT-investointeja ja niistä saatavia hyötyjä. Samalla toimialan yritykset käyvät menestyksekkäiden kilpailijoidensa tekemiä IT-investointeja tarkoin läpi, kopioivat ja kenties parantelevat niitä itselleen sopiviksi ja ottavat ne lopulta käyttöönsä vieden samalla suurinkin taloudellisin investoinnein hankitun kilpailuedun sen kehittäjältä pois. Näin kalliiden, joskin tuottavien IT-investointien tekeminen on yritykselle eräänlainen kaksiteräinen miekka: se saa todennäköisesti paljon rahaa vaatineesta keksinnöstään hetkellisen kilpailuedun, mutta tarjoaa samalla kilpailijoilleen mahdollisuuden

päästä lopulta samaan tulokseen paljon alkuperäisiä kustannuksia halvemmalla. Tilastollisesti keskimääräinen investoinnin antama tehokas kilpailuedun säilymisaika on noin 3–4 vuotta. (Stratopoulos & Dehning, 2000.)

Toimialalla säilymisen vuoksi tehtävän pakkoinvestoinnin kanssa melko päinvastaista näkökulmaa edustaa tilanne, jossa informaatioteknologiasta ja IT-investoinneista muodostuu yritykselle eräänlainen itsestäänselvyys. IT-resursseja on hankittava vain koska se on nykyaikaa ja koska muutkin saman toimialan toimijat tekevät niin. Tämä on kuitenkin tietyissä tapauksissa täysin väärä lähtökohta, sillä jokaiselle tehdyille investoinnille pitäisi olla selvät perusteet ja hyötylaskelmat, joiden pohjalta investoinnit voitaisiin perustella selvin faktoin.

Moni yritys on tehnyt suuria investointeja paljon potentiaalia omaavaan informaatioteknologiaan kykenemättä ottamaan kaikkia hyötyjä tehdyistä panostuksista lopulta irti. Yrityksellä pitäisikin olla myös halua ja osaamista käyttää työpöydillä seisovia huipputeknisiä tietokoneita tehokkuutta nostavasti ja yrityksen liiketoimintaa parantaen. Tuottavuusparadoksi on myös selvä tutkiskelun paikka jokaiselle yritykselle ja sen johdossa olevalle IT-päätöksiä tekeväälle henkilölle, sillä epäilemättä tuottavuusparadoksi noudattaa ideatasolla asianosaisiin kohdistuvia ongelmia. Macdonaldin ym. (2000) mukaan tuottavuusparadoksin voidaan sanoa olevan myös itsessään arvoa sisältävä ilmiö, sillä se toimii liiketoimintasektorille tehokkaana muistutuksena siitä, kuinka kompleksinen ja herkkä informaatioteknologian ja organisaation välinen suhde onkaan. Macdonald ym. (2000) pitävätkin mahdollisena, että informaatioteknologian mittaamisesta tai johtamisesta huolestuneet ovat unohtaneet nämä ominaisuudet.

Johtamisen vaikutus yritykselle uuden resurssin käyttöönottoon tai jo käytössä olleen resurssin hyödyntämisen tehostamiseksi on suuri. Liiketoiminnassa tehtävien muutosten onnistuminen vaatii sitä yritykseen sisään ajavilta tahoilta aina täyden paneutumisen, jotta muu organisaatiokin sisäistäisi muutoksen

olevan siitä aiheutuvien kustannusten ja vaivojen arvoinen. Lopullinen vastuu niin pienten kuin suurtenkin muutosten onnistumisesta on aina asioista päättäneellä ja niiden toimeenpanemisesta vastaavalla johdolla. Kuten luvussa on jo aikaisemmin mainittu, ovat IT-investoinnit erityisen vaativia sijoituskohteita niiden monitahoisuuden vuoksi: pelkkä IT-resurssien hankkiminen ei antane yritykselle sen toimintaan juurikaan lisäarvoa tai nosta sen tuottavuutta. Sen sijaan investoinneista voi olla yritykselle arvaamatonta hyötyä, mikäli niiden käyttöönotto ja liiketoimintaa tukeva hyödyntäminen osataan tehdä oikein kaikki organisaation toiminta huomioiden.

Epäonnistunut IT-johtaminen tuottavuusparadoksia selittävänä syynä vaikuttaa mittausvirheiden kanssa yhtä vahvalta. Yhteiskunnan siirtyessä yhä voimakkaammin sähköisiin palveluihin ja informaatioteknologian penetroitua lähes kaikkien toimialojen käyttöön, olisi yritysten viimeistään tässä vaiheessa havahduttava informaatioteknologian hyödyntämiseen päivittäistä tietokoneiden käyttöä korkeammalla abstraktiotasolla. Etenkin pienyrityksiä suuremmilla organisaatioilla toimiva IT-infrastruktuuri on paitsi nykyaikaa, myös liiketoiminnallinen välttämättömyys. Reaktiivisten, pakon edessä tehtyjen IT-investointien sijaan tulisi tehdä proaktiivisia, kokonaisvaltaisia ratkaisuja ja tukea niitä organisatorisilla, aidosti toimintatapoihin vaikuttavilla muutoksilla.

5 YHTEENVETO

Tässä tutkielmassa tarkasteltiin kirjallisuuskatsauksen muodossa tuottavuusparadoksia ja erityisesti sen syitä tieteelliseen lähdemateriaaliin perustuen. Aluksi luvussa kaksi tutustuttiin tuottavuuteen, siihen läheisesti liittyviin käsitteisiin sekä tuottavuuden mittaamiseen. Tämän jälkeen luvussa kolme paneuduttiin tuottavuusparadoksin historiaan ja taustoihin sekä tarkasteltiin vielä lähemmin tuottavuusparadoksin käsitettä ja merkitystä. Luvussa neljä perehdyttiin pitkällisesti tuottavuusparadoksille esitettyihin syihin Erik Brynjolfssonin 1993 esittämän nelitahoisen kategorisoinnin kautta.

Tutkielman tavoitteena oli selvittää mitä tarkoitetaan käsitteillä tuottavuus ja tuottavuusparadoksi, sekä millaisia syitä tuottavuusparadoksille on sitä koskevissa tutkimuksissa esitetty. Liiketaloustieteiden näkökulman mukaan tuottavuus voidaan ilmaista tuotettujen työtulosten ja tehtyjen panostusten välisenä suhteena, jolloin tuottavuus saadaan jakamalla työtulokset tehdyillä panostuksilla. Tuottavuusparadoksi voidaan puolestaan määritellä empiiristen tutkimusten avulla todetuksi ilmiöksi, jossa informaatioteknologiaan tehdyillä suurilla investoinneilla ei ole selvää positiivista taloudellista vaikutusta, eikä tuottavuuden ole täten IT-investoinneista huolimatta havaittu kasvaneen.

Aiemmissa tuottavuusparadoksia koskevissa lukuisissa tutkimuksissa on esitetty tuottavuusparadoksin aiheuttajiksi useita, myös Brynjolfssonin kategorisoinnin ulkopuolisia syitä. Esimerkiksi Macdonaldin ym. (2000) mukaan Brynjolfssonin esittämien neljän pääsyyntä lisäksi tuottavuusparadoksille on esitetty muitakin syitä, mutta ne ovat joko vahvasti kytköksissä näihin neljään syyhyn, tai sekoituksia niistä. Tämän tutkielman yksi tarkoitus oli koota näitä toisistaan erillisiä syitä yhteen ja sovittaa ne kyseisen viitekehyksen neljän pääsyyntä alle: työtulosten ja panostusten väärin mittaaminen, opettelemisesta ja sopeutumisesta johtuvat viiveet, saatujen tuottojen uudelleen jakaminen ja haaskaaminen sekä epäonnistunut IT-johtaminen. Tässä onnistuttiin hyvin, sillä

yhtään tuottavuusparadoksille tämän tutkielman lähteenä käytetyssä kirjallisuudessa esitettyä syytä ei jäänyt kategorisoinnin ulkopuolelle.

Neljästä tutkielmassa käsitellystä syystä tuottavuusparadoksia heikoimmin selittäviksi erottuivat viiveet ja tuottojen uudelleen jakaminen. Tuottavuusparadoksia on tutkittu aktiivisesti jo muutaman vuosikymmenen ajan, jolloin lyhyet, parin vuoden mittaisten viiveiden vaikutukset olisi voitu todeta jo näiden tutkimusten perusteella. Toisaalta tietotekniikan historia ulottuu 1940-luvulle saakka, joten informaatioteknologian täyden hyödyntämiseen vaadittu aika on jo suurella todennäköisyydellä täyttynyt. Tuottojen uudelleen jakaminen ei puolestaan ole varsinaisesti syy tuottavuusparadoksin olemassa olemiselle, vaan se pikemminkin selittää tuottavuusparadoksin näkymistä ilmiönä liiketaloudellisessa maailmassa.

Selvästi voimakkaimmin tuottavuusparadoksin pääsyyksi esitetään kirjallisuudessa tuottavuuden väärinmittaamista. Muun muassa Brynjolfssonin ja Hittin (2000) mukaan on olemassa todisteita siitä, että tietotekniikkaan ja sen mittaamiseen liittyy useammallakin eri tavalla yhä kasvavissa määrin väärinmittaamista, joka luultavimmin johtaa lopulta nykyistäkin suurempiin tuottavuuden ja taloudellisen kasvun aliarviointeihin – ja kuten Triplett (1999) asian ilmaisee: ”Kaiken kaikkiaan palveluiden väärinmittaaminen on kenties oikea suunta tuottavuusparadoksin ratkaisemiseksi.”

Yhdyn tähän ajatukseen sillä erotuksella, että nostan sen rinnalle toiseksi merkittäväksi syyksi epäonnistuneen IT-johtamisen. Lukuisissa lähdeaineiston tutkimuksissa toistuivat jatkuvasti korostukset siitä, ettei pelkkä informaatioteknologiaan investoiminen ilman muita, koko organisaation laajuisia toimenpiteitä johda yrityksen tuottavuuden kasvuun. Tämän perusteella voidaankin perustellusti todeta IT-investointien vaativan rinnalleen suuria muutoksia kokonaisen IT-infrastruktuurin käyttöönottamiseksi ja hyödyntämiseksi.

Tämä tutkielma osoittaa mielestäni hyvin Brynjolfssonin neljän syyn kategorian toimivuuden ja kattavuuden: vaikka tutkielman lähdemateriaalina käytettiin monipuolisesti eri tutkijoiden tutkimuksia tuottavuusparadoksia koskevan tutkimuksen alkua ajoista 1980-luvun lopulta aina 2000-luvun alkuun saakka, pystyi niissä esitetyt syyt sitomaan toisiinsa neljän pääsyyn alle. Uskonkin tutkielmastani olevan tulevaisuudessa hyötyä aiheesta kiinnostuneille, sillä siinä esitetään tiiviissä paketissa perin kattava näkemys siitä, mistä tuottavuusparadoksiin johtavat syyt kokonaisuudessaan koostuvat.

Jatkotutkimusaiheiden osalta selkeästi tärkeimmiksi nousevat tuottavuuden mittausongelmat ja kokonaisvaltaisen IT-infrastruktuurin onnistunut rakentaminen. Tietokoneilla on Brynjolfssonin ja Hittin (2000) mukaan taloudellisissa tunnusluvuissa heikosti näkyviä tai kokonaan näkymättömiä vaikutuksia organisaatiotasolla vaikuttaviin liiketaloudellisiin tehtäviin ja prosesseihin. Nykyistä tarkempi tieto siitä, mitä nämä vaikutukset ovat, mihin kaikkeen ne vaikuttavat ja kuinka ne vaikuttavat, auttaisi jatkossa ymmärtämään paremmin tuottavuusparadoksia ilmiönä, tai kenties jopa kumoamaan sen olemassa olemisen.

Avoimiksi jääviä kysymyksiä ovat esimerkiksi: Mitä informaatioteknologiaan tehdyt panostukset todellisuudessa ovat ja kuinka niitä voidaan mitata tarkasti ja luotettavasti? Kuinka informaatioteknologian vaikutuksia tuotannon laadullisiin ominaisuuksiin voitaisiin joko mitata tai ottaa muuten huomioon IT-investointien kannattavuutta arvioitaessa? Millaisia muutoksia ison organisaation on tehtävä toimintatapoihinsa ja prosesseihinsa saadakseen suurista IT-investoinneista aidosti täyden hyödyn irti?

LÄHTEET

- Attewell, P. (1994). Information Technology and the Productivity Paradox. In Harris, D. H. (Ed.) *Organizational Linkages: Understanding the Productivity Paradox* (pp. 13–53). Washington, D.C.: National Academy Press.
- Baily, M. N. & Chakrabarti, A. (1988). *Innovation and the Productivity Crisis*. Washington, D.C.: The Brookings Institution.
- Baily, M. N., Gordon, R. J., Nordhaus, W. D. & Romer, D. (1988). The productivity slowdown, measurement issues, and the explosion of computer power. *Brookings Papers on Economic Activity*, 1988(2), 347–431.
- Barua, A. & Lee, B. (1997). The information technology productivity paradox revisited: A theoretical and empirical investigation in the manufacturing sector. *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, 9(2), 145–166.
- Belleflamme, P. (2001). Oligopolistic competition, IT use for product differentiation and the productivity paradox. *International Journal of Industrial Organization*, 19(1–2), 227–248.
- Brooke, G. (1991). *Information technology and productivity: An economic analysis of the effects of product differentiation*. Unpublished doctoral dissertation, University of Minnesota, Twin Cities, MN.
- Brynjolfsson, E. (1993). The productivity paradox of information technology. *Commun.ACM*, 36(12), 66–77.
- Brynjolfsson, E. & Hitt, L. M. (1993). Is information systems spending productive? New evidence and new results. Paper presented at the Annual Meeting of the International Conference on Information Systems. Orlando, FL, December 5–8, 1993.
- Brynjolfsson, E. & Hitt, L. M. (1998). Beyond the productivity paradox. *Commun.ACM*, 41(8), 49–55.
- Brynjolfsson E. & Hitt, L. M. (2000). Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation, and Business Performance. *Journal of Economic Perspectives*, 14(4), 23–48.
- Brynjolfsson, E., Malone, T. W., Gurbaxani, V. & Kambil, A. (1994). Does information technology lead to smaller firms? *Management Science*, 40(12), 1628–1644.

- Carayannis, E. G., Alexander, J. & Geraghty, J. (2001). Service sector productivity: B2B electronic commerce as a strategic driver. *The Journal of Technology Transfer*, 26(4), 337-350.
- Cash, J. & Konsynski, B. (1985). IS redraws competitive boundaries. *Harvard Business Review*, 63(2), 134-142.
- Chan, Y. E. (2000). IT value: The great divide between qualitative and quantitative and individual and organizational measures. *J.Manage.Inf.Syst.*, 16(4), 225-261.
- Coelli, T. J., Prasada Rao, D. S., O'Donnell, C. J. & Battese, G. E. (2005). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. (2nd ed.). Boston: Kluwer.
- David, P. (1990). The Dynamo and the Computer: A Historical Perspective on the Modern Productivity Paradox. *American Economic Review Papers and Proceedings*, 1(2), 355-361.
- Dewan, S. & Kraemer, K. L. (1998). International dimensions of the productivity paradox. *Commun.ACM*, 41(8), 56-62.
- Docherty, P. & Stymne, B. (1993). Mediators of IT-Effectiveness. Paper presented at the Annual Meeting of the Productivity Impacts of Information Technology Investments Conference. Charleston, SC, November 11-13, 1993.
- Dos Santos, B. & Sussman, L. (2000). Improving the return on IT investment: The productivity paradox. *International Journal of Information Management*, 20(6), 429-440.
- Hitt, L. M. & Brynjolfsson, E. (1996). Productivity, business profitability, and consumer surplus: Three different measures of information technology value. *MIS Quarterly*, 20(2), 121-142.
- ITAA Information Technology Association of America. (2006). What is Information Technology (IT)? Retrieved December 10, 2008, from <http://www.ita.org/newsroom/posting.cfm?ID=1743>
- Lucas, H. C. Jr. (1999). *Information Technology and the Productivity Paradox: Assessing the Value of Investing in IT*. New York: Oxford University Press.

- Macdonald S., Anderson P. & Kimbel D. (2000) Measurement or Management?: Revisiting the Productivity Paradox on Information Technology. *Vierteljahrshefte zur Wirtschaftsforschung*, 69(4), 601–617.
- Parsons, L. J. (1994). Productivity Versus Relative Efficiency in Marketing: Past and Future? In G. L. Lilien, G. Laurent and B. Pras (Eds.), *Research Traditions in Marketing* (pp. 169–196). Amsterdam: Kluwer.
- Pilat, D. (2004). The ICT productivity paradox: insights from micro data. *OECD Economic Studies*, 2004/1, 37–65.
- Quinn, J. B. & Baily, M. N. (1994). Information technology: The key to service performance. *Brookings Review*, 12(3), 36.
- Roach, S. S. (1996). The hollow ring of the productivity revival. *Harvard Business Review*, 74(6), 81–89.
- Saari, S. (2006) Productivity: Theory and Measurement in Business. Paper presented at the Annual Meeting of the European Productivity Conference. Espoo, August 30 – September 1, 2006.
- Sherer, S. A., Kohli, R. & Baron, A. (2003). Complementary investment in change management and IT investment payoff. *Information Systems Frontiers*, 5(3), 321–333.
- Shrage, M. (1997). The Real Problem with Computers [Review of the books *The Squandered Computer: Evaluating the Business Alignment of Information Technologies* and *Information Ecology: Mastering the Information, and Knowledge Environment*]. *Harvard Business Review*, September–October 1997, pp. 178–188.
- Solow. (1987, July 12). *New York Times*, Book Review, pp. 36
- Stratopoulos, T. & Dehning, B. (2000). Does successful investment in information technology solve the productivity paradox? *Information & Management*, 38(2), 103–117.
- Triplett, J. E. (1999). The solow productivity paradox: What do computers do to productivity? *Canadian Journal of Economics*, 32(2), 309–334.
- Uusi-Rauva, E. (1997). Johdanto [Introduction] & Yleiskatsaus mittausten menetelmiin [Overview on Methods of Measuring]. In *Tuottavuus - mittaa ja menesty*. [Productivity – Measure and succeed (pp. 13–74)]. Helsinki: TT-Kustannustieto Oy.