

Kristian Ukkola

MITKÄ OVAT VIRTUALISOINNIN TUOTTAMAN  
LIIKETOIMINTA-ARVON LISÄYKSEN  
ARVIOINTIKEINOT?



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO  
TIETOJENKÄSITTELYTIETEIDEN LAITOS  
2014

# TIIVISTELMÄ

Ukkola, Kristian

Mitkä ovat virtualisoinnin tuottaman liiketoiminta-arvon lisäyksen arviointikeinot?

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2014, 27 s.

Tietojärjestelmätiede, kandidaatintutkielma

Ohjaaja: Pulkkinen, Mirja

Yrityksien toimintaympäristö on viime vuosikymmenen aikana muuttunut merkittävästi. Informaatio- ja viestintäteknologian (ICT) painoarvo on lisääntynyt ja yrityksien liiketoiminta perustuu yhä enemmän sen luomien mahdollisuuksien varaan. Se asettaa informaatio- ja viestintäteknologialle aivan uudenlaisia haasteita ja vaatimuksia, joihin virtualisointi osittain vastaa. Jotta näitä ICT:n vaikutuksia voitaisiin yrityksessä arvioida, tulee niitä pystyä mittaamaan asianmukaisella tavalla. Kyse on lopulta siitä, kuinka hyvin investoinnit onnistuvat ja luovat yritykselle lisäarvoa.

Lisäarvo rakentuu yrityksen eri osissa, virtualisoinnin toimiessa osana yrityksen ICT-infrastruktuuria. Tämän lisäarvon muodostumista voidaan tarkastella muun muassa Porterin arvoketjun pohjalta, joka osoittaa ne prosessit, joissa lisäarvoa syntyy. Tässä tutkielmassa käytämme myös ICT-investointien vaikutushierarkian mallia, josta voimme nähdä sen, kuinka ICT-investointien luoma lisäarvo voi kadota organisaation muihin prosesseihin, ennen kuin se pääsee mitattavaksi. Tämä on yksi keskeisistä ongelmista arvioitaessa ICT-investointien kannattavuutta.

Tämän lisäarvon mittaamiseen on olemassa useita menetelmiä, joista toisinaan käytetään useamman mittarin yhdistelmää, jotta investoinnista saataisiin mahdollisimman kattava kuva. Nämä mittarit voidaan jakaa aineettomiin ja aineellisiin, joiden pohjalta pyrimme luomaan kokonaiskuvan siitä, millaista arvoa virtualisointi yrityksissä luo. ICT-tasapainotetun tulokortin pohjalta pyrimme puolestaan löytämään ne osa-alueet, joille virtualisoinnin luoma lisäarvo kohdistuu.

Tutkielma on toteutettu kirjallisuuskatsauksena ja sen tarkoituksena on luoda kokonaiskuva virtualisoinnin luomasta lisäarvosta. Tutkielmassa on myös esitelty muutamia haasteita, joita liiketoiminta-arvon mittaaminen käytännössä aiheuttaa.

Asiasanat: virtualisointi, laaS, Informaatio- ja viestintäteknologia, liiketoiminta-arvo, arviointi

## ABSTRACT

Ukkola, Kristian

What are the evaluation methods of business value addition created by virtualization?

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2014, 27 p.

Information Systems, Bachelor's Thesis

Supervisor: Pulkkinen, Mirja

Operating environment of businesses has changed greatly during the last decade. Information and communication (ICT) technology's importance has increased and business relies more and more on possibilities created by it. This sets whole new requirements and challenges for ICT-technologies and virtualization partly responds to these. However in order to estimate these effects, we have to be able to measure these investments properly. It is all about how well investments succeed and take part in the value creation for the organization.

Value addition happens on different parts of business and virtualization functions as a part of ICT-infrastructure. This value addition can be observed through Porters value chain model, which describes the processes where value is being created. In this thesis we also use ICT-investments effects hierarchy model, from which we can also see how this added value can be lost in other processes of the business before it even gets to the point where it is being measured. This is one of the essential problems when estimating ICT-investments profitability.

There exists multiple techniques of how this value addition can be measured and sometimes a combination of these methods is used to achieve as complete view of the investment as possible. These indicators can be divided into intangible and tangible. Based on these we try to accomplish a general view of how virtualization creates value in organizations. Using ICT-balanced scorecard we can also point out those areas of business to where the value addition of virtualization falls on.

This thesis is carried out as a literature review and the purpose of it is to create an overall image of value addition created by virtualization. This thesis also described some challenges that the measuring of business value poses in practice.

Keywords: virtualization, IaaS, Information and communication technology, business value, evaluation

## KUVIOT

KUVIO 1 Internetin mahdollistamia sovelluksia Porterin arvoketjuun sopeutettuna .....	9
KUVIO 2 Yhteenlinjaamismalli Hendersonin ja Venkatramanin mukaan .....	11
KUVIO 3 Näkökulmat Hendersonin ja Venkatramanin mukaan.....	11
KUVIO 4 ICT-arvo organisaatiossa .....	13
KUVIO 5 Perinteinen ICT-painotettu tuloskortti .....	15
KUVIO 6 ICT-painotettu tuloskortti ja sen näkökulmien väliset suhteet .....	16
KUVIO 7 Virtualisoinnin viitemalli.....	19

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ.....	2
ABSTRACT.....	3
KUVIOT .....	4
SISÄLLYS.....	5
1 JOHDANTO .....	6
1.1 Tutkimusongelma ja -kysymys.....	6
1.2 Tavoitteet, rajaus ja tutkimusmenetelmä.....	7
2 LIIKETOIMINTA-ARVO JA SEN MITTAAMINEN .....	8
2.1 Organisaation missio, visio ja strategia.....	8
2.2 Porterin arvoketju .....	9
2.3 Informaatioteknologia liiketoiminta-arvon luojana.....	9
2.4 Strategian ja informaatioteknologian toteutuksen yhteenlinjaaminen.....	10
2.4.1 Hendersonin ja Venkatramanin linjausmalli.....	10
2.4.2 ICT-investointien vaikutushierarkia .....	13
2.5 Informaatioteknologian tuottaman liiketoiminta-arvon mittaaminen.....	14
2.5.1 Aineelliset mittarit .....	14
2.5.2 Aineettomat mittarit .....	15
3 VIRTUALISOINTIYMPÄRISTÖT .....	18
3.1 Virtualisoinnin määritelmä.....	18
3.2 Virtualisointiympäristö .....	18
3.3 Laitteistollisen virtualisoinnin toteutustapoja.....	19
4 VIRTUALISOINNIN MAHDOLLISTAMAT HYÖDYT LIKETOIMINNALLE JA NIIDEN ARVIOINTIKEINOT.....	21
4.1 Informaatioturvallisuus.....	21
4.2 Suorituskyky ja luotettavuus .....	22
4.3 Suorituskyvyn eristäminen.....	22
4.4 Virtuaalikoneiden jakaminen.....	23
4.5 Virtuaalikoneiden yhdistäminen.....	23
5 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....	25
LÄHTEET .....	26

# 1 JOHDANTO

Nykyajan ICT-ympäristö on viime vuosikymmenen aikana monipuolistunut ja kasvanut hyvin nopeasti, jonka yhtenä veturina on toiminut viimeisien vuosien aikana pilvipalvelut. Niiden keskeisenä menestystekijänä on ollut kustannustehokkuus (Zhang, Cheng & Boutaba, 2010, s.7-8). Virtualisoinnilla on puolestaan tärkeä rooli pilvipalveluidenkin yleistymisessä, sillä se on osa pilvipalveluinfrastruktuuria ja toimii linkkinä fyysisen laitteiston ja virtualisoitujen pilvipalveluympäristöjen välillä (Velte, A., Velte, T. & Elsenpeter, 2010, s.161). Ilman virtualisointia monia pilven tuottamia kustannusetuja ei voitaisi käytännössä saavuttaa.

## 1.1 Tutkimusongelma ja -kysymys

Vaikka virtualisointi on ollut olemassa jo 1950-luvulta lähtien (Marinescu, 2013, s. 133), sen toimintaympäristössä on tapahtunut viime vuosina merkittäviä muutoksia. Tähän on osaltaan vaikuttanut tietokoneiden suorituskyvyn kasvu ja tarve tuottaa palveluita hyvin eritasoisiin tarpeisiin nopeasti muuttuvassa liiketoimintaympäristössä. Lienee myös turvallista sanoa, että virtualisoinnin tulevaisuus näyttää hyvin lupaavalta. Yhä suurempi osa liiketoiminnasta toimii verkossa ja laitteet tuottavat paljon informaatiota, jota yritykset haluavat analysoida.

Tutkimus näistä aiheista on pääasiassa keskittynyt pilvipalveluympäristöihin. Itse virtualisoinnin on ajateltu olevan vain osa pilvipalveluympäristöstä, joka ei näy loppukäyttäjälle yleensä mitenkään. Tämän tutkielman tarkoituksena on ottaa selvää niistä tekijöistä, jotka virtualisoinnin avulla luovat liiketoiminnalle lisäarvoa.

## 1.2 Tavoitteet, rajaus ja tutkimusmenetelmä

Tutkimuksen tavoitteena on löytää ne liiketoiminnalle lisäarvoa tuottavat tekijät, joita virtualisointia käyttämällä voidaan saavuttaa. Tarkastelu kohdistuu pääasiassa yrityksen sisäisiin pilviin, mutta on sovellettavissa myös voittoa tuottamattomiin organisaatioihin. Yrityksen sisäisellä pilvellä tarkoitetaan yrityksen omaan käyttöön tuottamaa palvelua, jossa hyödynnetään virtualisointia ja tuotetaan itse oma pilvipalvelualusta (Rhoton, 2009, s.26). Tutkimuksen pääkysymys on:

Mitkä ovat virtualisoinnin tuottaman liiketoiminta-arvon lisäyksen arviointikeinot?

Tutkimuksen aihealueen laajuuden vuoksi tutkimuskohteeksi rajattiin käyttöjärjestelmien virtualisointi. Tutkimus on toteutettu kirjallisuuskatsauksena ja käytettyjä lähdemateriaaleja on hankittu Internetin tieteellisiä artikkeleita sisältävistä tietokannoista. Tieteellisten artikkeleiden lisäksi lähdeaineisto perustuu myös alan kirjallisuuteen, erityisesti tietojärjestelmiä ja rahoitusta käsitteleviin teoksiin.

## 2 LIIKETOIMINTA-ARVO JA SEN MITTAAMINEN

Tämä luku esittelee aluksi organisaation käsitteen, mission, vision ja strategian. Sen jälkeen tarkastelemme liiketoiminta-arvon muodostumista Porterin arvoketjun perusteella ja käymme läpi eri malleja siitä, kuinka informaatioteknologia voidaan linjata yrityksen liiketoimintaan ja sen vaatimukseen. Lopuksi käsittelemme sitä, kuinka informaatioteknologia voi toimia liiketoiminta-arvon luojana yrityksissä.

### 2.1 Organisaation missio, visio ja strategia

Organisaatiot jaotellaan tavanomaisesti yrityksiin, julkishallinnollisiin organisaatioihin ja kolmannen sektorin organisaatioihin, joita ovat muun muassa yhdistykset. Itse organisaatio määrittää "ihmisten muodostamaksi yhteistoinnaksi, jonka tavoitteena on saavuttaa yhteiset tavoitteet". Tavoitteet voivat olla kokonaistavoitteita, tai osatavoitteita, jotka liittyvät esimerkiksi yrityksen taloudellisiin tunnuslukuihin. (Lämsä & Hautala, 2005, s. 9)

Yrityksen missio puolestaan kuvaa sen, mikä on yrityksen tarkoitus tai mihin yritys toiminnallaan pyrkii. Yrityksen missiota voi hahmotella kysymysten "mitä on meidän harjoittamamme liiketoiminta?", "mitä se tulee olemaan?" ja "mitä sen tulisi olla?" -avulla (Hill & Jones, 2012, s. 14). Visio puolestaan kuvaa sen tavoitetilan, missä yritys haluaa tulevaisuudessa olla (Hill & Jones, 2012, s. 15)

Strategialle on aikojen saatossa muodostunut useita määritelmiä riippuen koulukunnista, mutta liiketoimintastrategia määritellään yleensä seuraavasti.

"Pitkän aikavälin tavoitteiden ja päämäärien omaksuminen yrityksessä, ja toimintatapojen käyttöönotto ja resurssien allokointi niin, että nämä tavoitteet saavutetaan." (Besanko, 2013, s. 1)

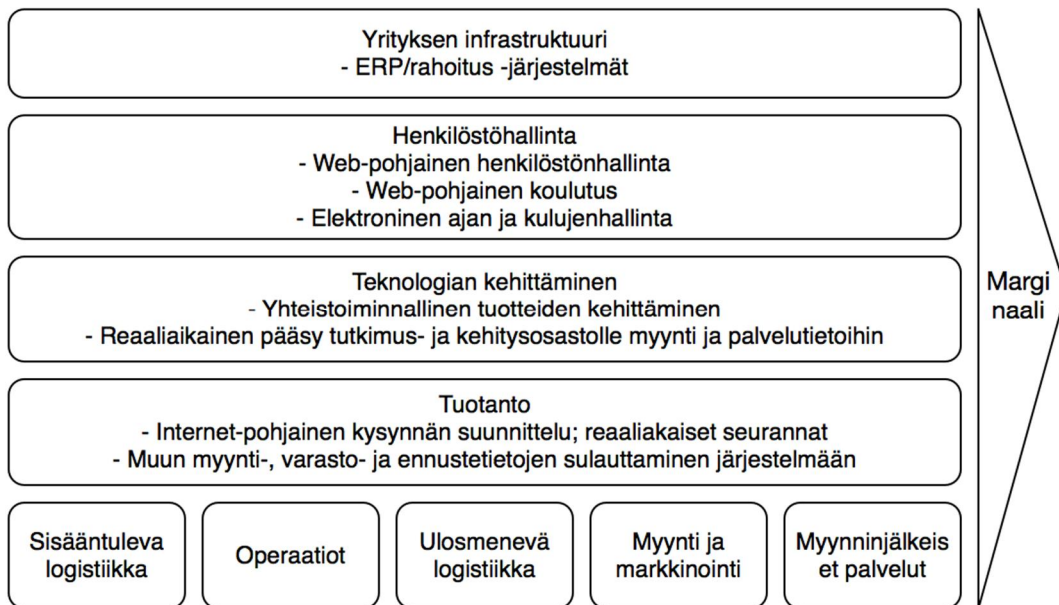
Strategian voi siis ajatella olevan se käytännön suunnitelma, jota toteuttamalla organisaation visio voidaan saavuttaa.



## 2.2 Porterin arvoketju

Liiketoiminta-arvon syntymiseen on useita malleja jotka kuvaavat sitä prosessia, jossa liiketoiminta-arvoa syntyy. Käsitlemme tässä tutkielmassa niistä vain Porterin arvoketjua, joka on yksi keskeisimmistä. Alkuperäisessä Porterin arvoketjun mallissa arvon kuvattiin rakentuvan vaiheittain jalostusprosessissa, joka alkaa raaka-aineista ja päättyy valmiiseen tuotteeseen. Arvoketjun sisällä jokainen yksittäinen vaihe kasvattaa käsiteltävän tuotteen arvoa, mutta myös samalla aiheuttaa kustannuksia prosessille.

Porterin arvoketjun pohjalta on kehitetty edelleen malleja, jotka kuvaavat erityisesti informaatioteknologian luomaa lisäarvoa yritykselle (Porter, 2001, s.15). Näiden mallien avulla pystymme näkemään ne osa-alueet, joilla virtualisointi käytännössä luo lisäarvoa ja arvioimaan niitä.



KUVIO 1 Internetin mahdollistamia sovelluksia Porterin arvoketjuun sopeutettuna (Porter, 2001, s.15)

Kuten kuvio 1 voidaan nähdä, yrityksen liiketoimintakenttä voi olla hyvin laaja. Virtualisoinnin voidaan tässä kuviossa ajatella olevan osa yrityksen ICT-infrastruktuuria, jonka päälle voimme rakentaa liiketoimintaprosesseja tukevia sovelluksia ja palveluita.

## 2.3 Informaatioteknologia liiketoiminta-arvon luoja

Jotta informaatioteknologian luoman liiketoiminta-arvon olemassaolo ja kasvu voitaisiin todeta, täytyy sitä pystyä mittaamaan. Informaatioteknologia voidaan nähdä organisaatiolle resurssina, jonka kautta liiketoiminnalle luodaan lisäarvoa.

voa. Lisäarvo syntyy joko puhtaasti organisaation IT-infrastruktuurista, sen ihmisten IT-taidoista tai IT:n käytöstä sellaisissa subjektiivisissa, erityisissä käyttökohteissa, joita on haasteellista mitata rahassa. Nämä yhdessä muodostavat yrityksen IT-kilpailukyvyn pohjan. (Bharadwaj, 2000, s. 176)

Menestyvät yritykset osaavat yhdistää infrastruktuurin ja informaatioteknologian käytön hallitsevan työvoiman ja luoda abstrakteja, asiakasorientoituja palveluita, jotka luovat liiketoiminta-arvoa muun muassa tehostamalla toimintaa. Tietämys informaatioteknologian mahdollisuuksista ja organisaation yksittäisistä IT-resursseista tulee osata yhdistää organisaatiossa sisällytetyiksi sovelluksiksi, rutiineiksi, jotka näin tehostavat itse toimintaa. Organisaatiot, jotka osaavat yhdistää nämä voimavarat toimivaksi kokonaisuudeksi, voivat hyötyä siitä taloudellisesti joko alentamalla kustannuksiaan tai kasvattamalla tuloja. (Bharadwaj, 2000, s. 176)

## 2.4 Strategian ja informaatioteknologian toteutuksen yhteenlinjaaminen

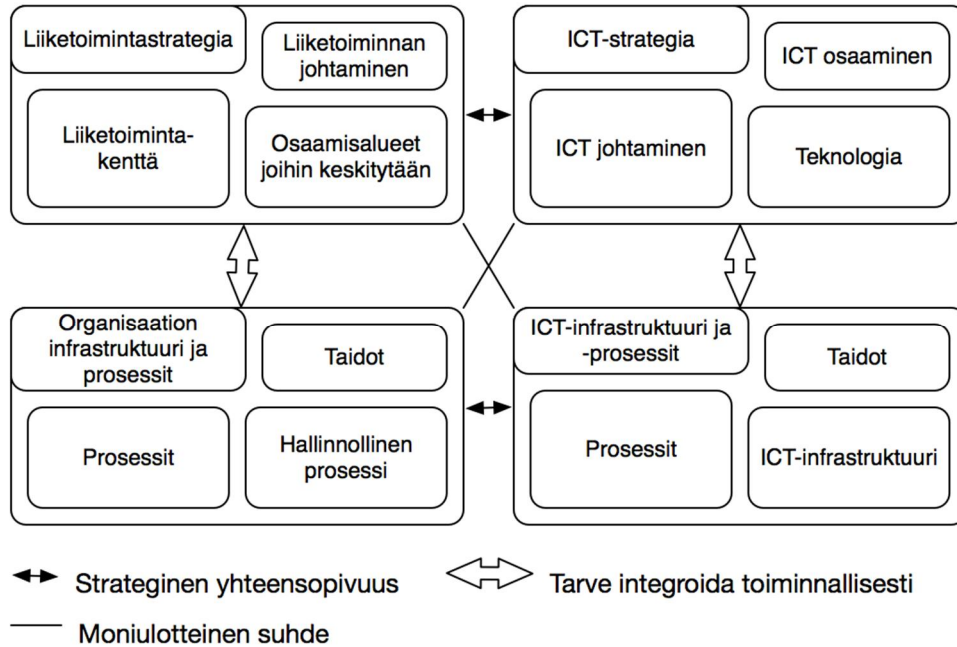
Organisaatioiden toimintaa ohjataan yleensä strategiaan pohjautuvien päätöksin, joten strategian ja organisaation informaatioteknologian yhteenlinjaaminen on olennainen osa IT-projekteja ja niiden onnistumista. Tässä osiossa käsittelemme aluksi Hendersonin ja Venkatramanin (1993) linjausmallia, joka on yksi ensimmäisistä malleista informaatioteknologian ja liiketoimintastrategian yhteenlinjaamiseksi. Sen jälkeen tarkastelemme ICT-investointien vaikutushierarkiaa, joka on korkeamman tason kuvaus ICT-toimintakentästä.

### 2.4.1 Hendersonin ja Venkatramanin linjausmalli

Informaatioteknologia on perinteisesti nähty lähinnä kustannuksia aiheuttavana tukitoimintona organisaatiolle, varsinaisen liiketoimintastrategian ohjatessa toimintaa. Henderson ja Venkatramanin mukaan informaatioteknologia on kuitenkin muuttunut tukitoiminnosta kohti strategisempaa roolia, joka ei pelkää tulla, vaan myös luo uusia liiketoimintastrategioita. Strategisen yhteenlinjaamisen mallissaan (Strategic alignment model, SAM) he kuvaavat näitä liiketoimintastrategian ja informaatioteknologian yhteenlinjaamisen keinoja. (Henderson & Venkatraman, 1993, s. 472)

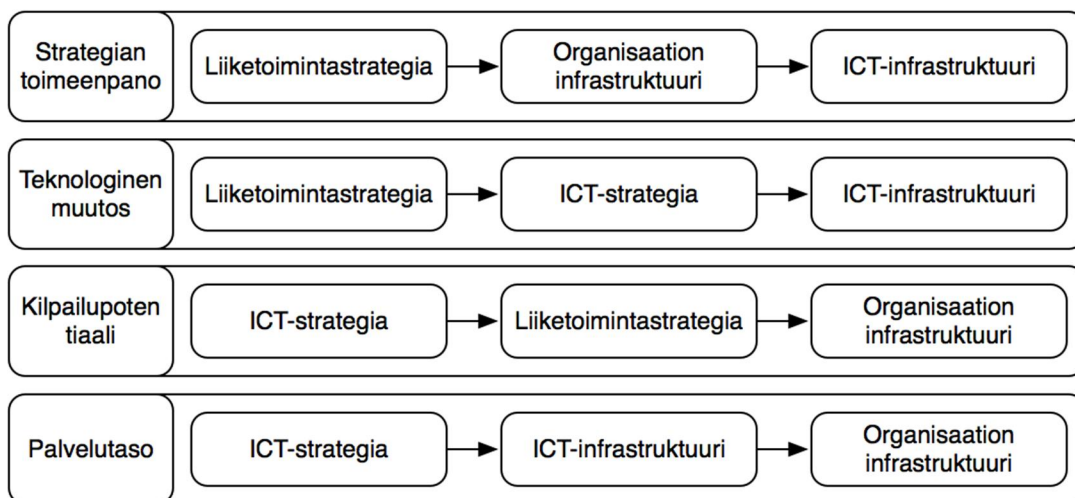
Strategisen yhteenlinjaamisen mallin keskeisenä ajatuksena on jakaa strateginen päätöksenteko kahteen näkökulmaan, jotka ovat strateginen yhteensopivuus ja toiminnallinen integraatio. Näistä strateginen yhteensopivuus tunnistaa tarpeen strategiselle ohjaukselle sekä ulkoisessa, että sisäisessä organisaation toimialueessa. Ulkoinen toimialue tässä yhteydessä tarkoittaa sitä aluetta, jolla yritys kilpailee muiden yritysten kanssa ja tekee päätöksiä, jotka erottavat sen kilpailijoistaan. Sisäinen toimialue sisältää puolestaan päätökset siitä, millaista hallinnollista mallia organisaatiossa käytetään ja kuinka liiketoimintapro-

sessit suunnitellaan. Sisäiseen malliin kuuluu myös se, kuinka yritys hankkii tarvitsemansa osaamisen palkkaamalla työntekijöitä. (Henderson & Venkatraman, 1993, s. 474)



KUVIO 2 Yhteenlinjaamismalli Hendersonin ja Venkatramanin mukaan (Henderson & Venkatraman, 1993, s.476)

Tässä kuviossa virtualisointi sijoittuu ICT-infrastruktuuri ja prosessit -laatikkoon, joten se tulee voida toiminnallisesti integroida yhteen ICT-strategian kanssa. Jos yrityksellä ei ole ICT-strategiaa, se tulee voida linjata yhteen suoraan liiketoimintastrategian kanssa. Virtualisoinnin strateginen suhde organisaation infrastruktuuriin ja prosesseihin voi olla hyvinkin monimuotoinen ja sitä käsitellään seuraavaksi yksityiskohtaisemmin.



KUVIO 3 Näkökulmat Hendersonin ja Venkatramanin mukaan (Henderson ja Venkatraman, 1993, s.476)

Kuviossa 2 esiteltiin yhteenlinjaamismallin eri osa-alueet, joihin yhteenlinjaaminen perustuu. Nämä olivat liiketoimintastrategia, organisaation infrastruktuuri ja prosessit, ICT-strategia ja ICT-infrastruktuuri ja prosessit. Henderson ja Venkatraman tarjoavat myös neljä valmista linjausta, jotka erotellaan ajurien mukaan. Ajuri tarkoittaa sitä kohdetta, joka toimii linjausmallin keskeisenä lähteenä. (Henderson & Venkatraman, 1993, s. 476)

Strategisen toimeenpanon ja teknologisen muutoksen mallien ajurina toimii liiketoimintastrategia. Kilpailupotentiaali- ja palvelutasomallissa puolestaan informaatioteknologia joko luo lisää liiketoimintamahdollisuuksia ja vaikuttaa näin strategiaan, tai tehostaa liiketoimintastrategian toteutumista.

*Strategisen toimeenpanon* mallissa liiketoimintastrategia toimii ajurina sekä organisaation suunnittelupäätöksille, että informaatiojärjestelmien infrastruktuurin suunnittelulle. Tämä malli on hyvin laajasti käytetty, sillä se edustaa perinteistä näkemystä, jossa informaatioteknologia nähdään enemmänkin tukitoimintona organisaatiolle. Tässä mallissa on tärkeää ymmärtää se, että ylin johto ja ICT-järjestelmistä vastaavat toteuttavat omia roolejaan. Ylin johto valmistelee strategian ja ICT-järjestelmistä vastaava johto toteuttaa sitä. Tämän mallin mukaisia projekteja tarkkaillaan onnistumisensa suhteen kustannuskeskeisesti. (Henderson & Venkatraman, 1993, s. 477)

*Teknologisen muutoksen* mallissa valittu liiketoimintastrategia toteutetaan sopivan ICT-strategian kautta ja ICT-prosessit ja infrastruktuuri ovat tämän prosessin lopputulos. Tässä mallissa pyritään siis löytämään ne parhaat informaatiotekniset kompetenssit, joita organisaatiolla on nykyisillä markkinoilla ja löytämään näihin sopivan sisäisen ICT-arkkitehtuurin. (Henderson & Venkatraman, 1993, s. 477–478)

*Kilpailupotentiaalimallissa* ollaan puolestaan kiinnostuneita siitä, kuinka voimme hyödyntää informaatioteknologian luomia uusia liiketoimintamahdollisuuksia tuottaessa uusia tuotteita tai palveluita ja kuinka voimme vaikuttaa strategian keskeisiin ominaisuuksiin näiden mahdollisuuksien kautta. Tämä malli siis mahdollistaa liiketoimintastrategian sovittamisen kun uusia informaatioteknologisia ratkaisuja tulee hyödynnettäviksi. Tämä on keskeisin ominaisuus, joka erottaa tämän mallin edellisistä. (Henderson & Venkatraman, 1993, s. 478–479)

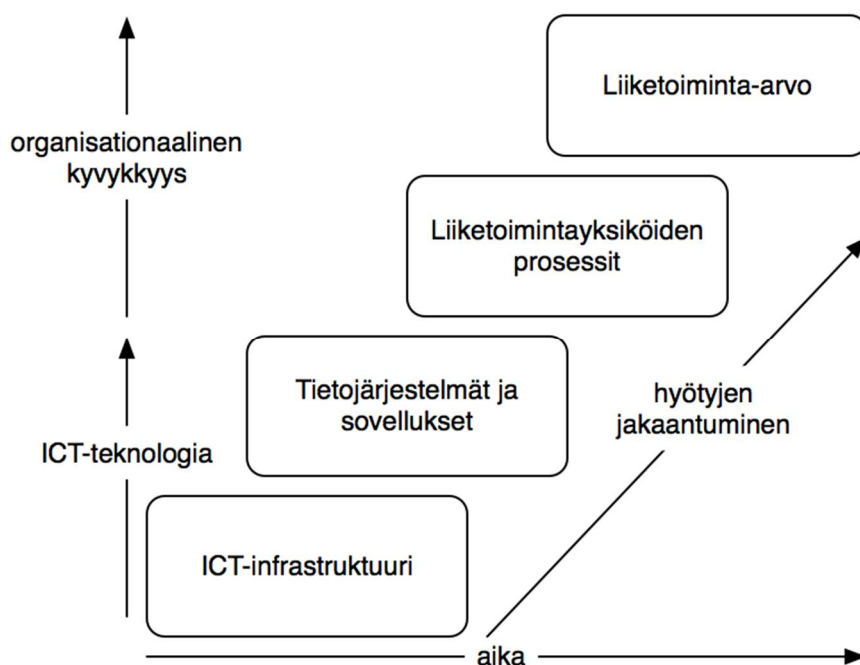
*Palvelutasomalli* keskittyy puolestaan siihen, kuinka rakentaa huipputason ICT-palveluorganisaatio. Tämä edellyttää, että ICT-strategian ulkoinen dimensio linjataan organisaation sisäiseen ICT-infrastruktuuriin ja prosesseihin tarkoituksenmukaisesti. Liiketoimintastrategialla on tässä mallissa epäsuora rooli ja se toimii lähinnä suunnannäyttäjänä parempaan kuluttajakysyntään. Tämän mallin keskeinen ominaisuus on myös se, että organisaation tulee olla herkkä toimintaympäristön muutoksille. Tämä edellyttää systemaattista analyysiä sekä kuluttajien tarpeista, että tuotteista ja palveluista jotka ovat jo myynnissä tai vasta kehitteillä. (Henderson & Venkatraman, 1993, s. 479–480)

Näiden mallien kautta voimme tarkastella erityisesti virtualisoinnin roolin muuttumista viimevuosina. Siinä missä menneinä vuosikymmeninä sen ajateltiin ICT-infrastruktuurin ohella olevan pelkkä kuluerä, perustetaan nykyisin jo

ICT-strategioita ja muodostetaan niiden pohjalta liiketoimintastrategioita. ICT on muodostunut niin keskeiseksi osaksi liiketoimintaa, että sen voi ajatella olevan jo yksi niistä tekijöistä, jotka ohjaavat yrityksiä päätöksenteossaan.

#### 2.4.2 ICT-investointien vaikutushierarkia

Investointien vaikutusta organisaation eri tasoilla voidaan kuvata hierarkkisesti seuraavan mallin mukaan (ICT value model). Siitä käy ilmi se, kuinka ICT infrastruktuuri toimii organisaation pohjana ja kuinka sen päälle rakentuvat muut informaatiojärjestelmät ja sovellukset. Organisaationaaliset prosessit ovat kolmannella tasolla ja itse käyttäjät muodostavat neljännen tason tässä hierarkiassa ja toimivat ICT-järjestelmien käyttäjinä. (Weill & Broadbent, 1998, p.49-51)



KUVIO 4 ICT-arvo organisaatiossa (Weill & Broadbent, 1998, s.50)

Tarkemmin tarkasteltuna kuviossa 4 ICT-investoinnit ja erityisesti virtualisointi sijaitsevat kuvion pohjalla ja mikäli investointi niihin on onnistunut, on sillä positiivinen vaikutus kaikkiin muihinkin osa-alueisiin ajan myötä. Heikommin onnistuneet ICT-projektit voivat puolestaan vaikuttaa positiivisesti alemmilla tasoilla, mutta vaikutus ei siirry sitä pidemmälle. Huomionarvoista on myös se, että hyödyt voivat hajaantua muille osa-alueille tai nämä muut osa-alueet voivat kuluttaa informaatioteknologian tuomat alkuvaiheen hyödyt kokonaan pois (Weill & Broadbent, 1998, s.49). Tämä on haasteellista erityisesti hyötyjen laskennallisen toteamisen suhteen, sillä tällaiset hyötyjen kulumiset vääristävät laskentakohteiden reaalisia tuottoja, vaikka ICT-projekti itsessään olisi onnistunut.

## 2.5 Informaatioteknologian tuottaman liiketoiminta-arvon mittaaminen

Informaatioteknologian todellista vaikutusta liiketoiminta-arvoon on verrattain hankala mitata, sillä se vaikuttaa organisaation toimintaan monin eri tavoin. Mittaamisen kohdistaminen on myös ongelmallista, sillä kaikki organisaation yksiköt eivät välttämättä tuota suoraan tulosta, esimerkiksi tutkimus ja kehitys. Näiden osien investointi informaatioteknologiaan realisoituu epäsuorasti muiden liiketoiminnan osien parantuneena tuloksena.

Tässä luvussa käsittelemme informaatioteknologian tuottaman liiketoiminta-arvon mittaamiseen soveltuvia aineellisia sekä aineettomia mittareita. Aineellisilla mittareilla voidaan todeta reaalin liiketoiminta-arvon kasvu rahassa mitattuna. Aineettomilla mittausten menetelmillä puolestaan voidaan tarkastella sitä, kuinka investointi on toteutunut esimerkiksi suhteessa yrityksen strategiaan. Tämän osion tarkoituksena on esitellä ne keinot, joilla lisäarvon muodostuminen voidaan todeta. Tulevassa luvussa puolestaan käytämme näitä malleja hyväksemme löytääksemme niitä keskeisiä tekijöitä, jotka ovat arvonnun prosessin kannalta tärkeitä.

### 2.5.1 Aineelliset mittarit

ICT-investointien taloudellisia vaikutuksia voidaan arvioida monilla eri menetelmillä. Tavallisesti taloudellista arviointia suoritetaan käyttämällä useampia menetelmiä ja niiden yhdistelmiä, jotta investoinnista saataisiin mahdollisimman kattava kokonaiskuva. Investoinnin kannattavuutta arvioidessa voidaan käyttää erityisesti nettonykyarvon menetelmää (NPV), sijoitetun pääoman tuotto prosenttia (ROI), kokonaispääoman tuotto prosenttia (ROA), takaisinmaksuaikaa ja efektiivistä korkoprosenttia (IRR).

Nettonykyarvon (net present value, NPV) menetelmällä saadaan selville investoinnin nettonykyarvo. Nettonykyarvo lasketaan siten, että jos sijoituksen nettonykyarvo tuottaa enemmän tuloja, kuin mitä investointi kokonaisuudessaan aiheuttaa kuluja, on nettonykyarvo positiivinen ja investointi näin ollen kannattava. (Brealey, Myers & Allen, 2010, s. 23)

Sijoitetun pääoman tuotto prosentti (return on investment, ROI) on toinen tunnettu menetelmä investointien kannattavuuden arviointiin. Suhdeluku kertoo prosenteissa investointiin sijoitetun pääoman tuoton ja tekee näin hankkeiden kannattavuuden myös keskenään vertailukelpoiseksi. (Brealey, Myers & Allen, 2010, s. 299)

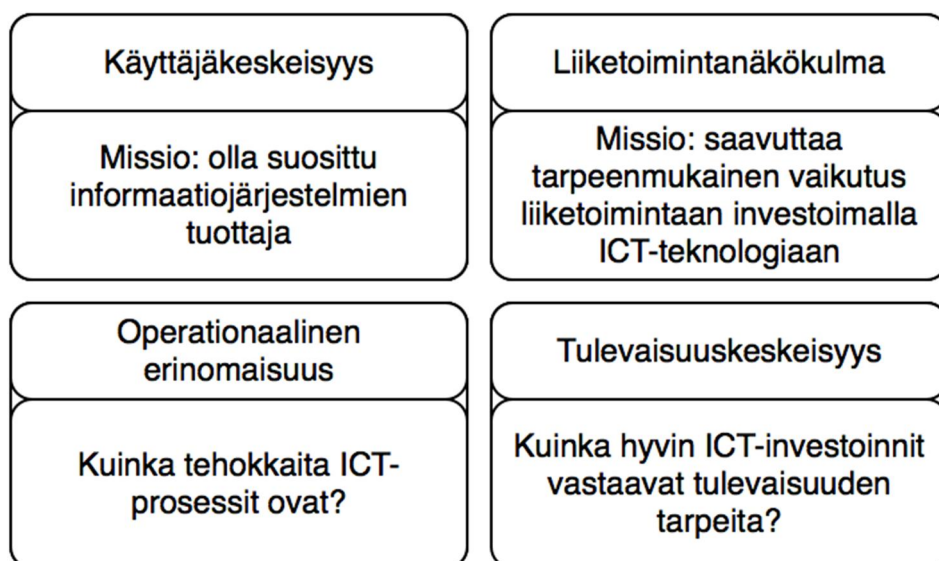
Kokonaispääoman tuotto prosentti (return on assets, ROA) kuvaa prosenteissa yrityksen tasolla koko sijoitetun pääoman tuoton. Yksittäistä investointia tällä menetelmällä on hankala arvioida, mutta investointien yhteisvaikutus yrityksen suoriutumiseen on nähtävissä käyttämällä kokonaispääoman tuotto prosenttia. (Bodie, Kane & Marcus, 2014, s. 641)

Takaisinmaksuaika (payback time) on se aika vuosina, mikä menee ennen kuin kumulatiivinen kassavirta vastaa alkuperäistä investointia. Takaisinmaksusäännön (payback rule) mukaan projekti hyväksytään, mikäli sen takaisinmaksuaika on vähemmän kuin silloinen ennalta määrätty periodi. (Brealey, Myers & Allen, 2010, s. 105)

Efektiiivinen korkoprosentti (internal rate of return, IRR) on korko, jolla diskontattujen kassavirtojen nykyarvojen summa on nolla ( $NPV = 0$ ). Efektiiivinen korkoprosentti on kannattavuusmittari, joka riippuu puhtaasti siitä, kuinka suurja ja mihin ajoittuvia projektin kassavirrat ovat. Efektiiivisen koron säännön (IRR rule) mukaan investointiprojektit hyväksytään suoritettaviksi, jos pääoman vaihtoehtoiskustannus on vähemmän kuin efektiiivinen korkokanta. (Brealey, Myers & Allen, 2010, s. 108-109)

## 2.5.2 Aineettomat mittarit

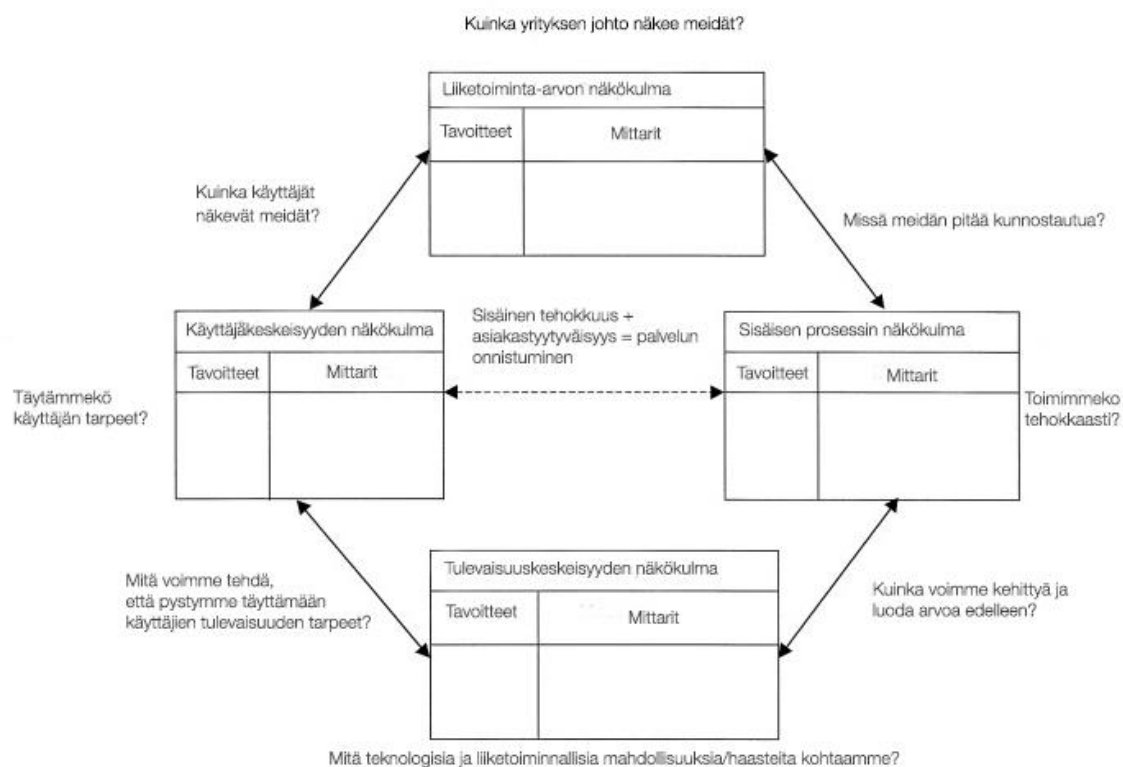
Alkuperäisen painotetun tuloskortin (Kaplan & Norton, 1998, s. 76) pohjalta on kehitetty useampiakin muunnelmia, jotka ottavat huomioon informaatioteknologian luomat erityistarpeet. Näistä ICT-tasapainotetuista tuloskorteista esitellään seuraavaksi kaksi variaatiota. Niiden neljä näkökulmaa ovat kuitenkin molemmissa hyvin yhdenmukaiset: liiketoiminta, käyttäjäkeskeisyys, sisäinen prosessi ja tulevaisuuskeskeisyys (Martinsons, Davison, & Tse, 1999, s. 71).



KUVIO 5 Perinteinen ICT-painotettu tuloskortti (Van Grembergen, 2000, s.2)

Kuvion 5 ICT-tasapainotettu tuloskortti on korkeamman tason malli, jonka näkökulmat jakautuvat vielä pienempiin osa-alueisiin. Kuvion 6 ICT-painotetussa tuloskortissa puolestaan on kuvattu hieman tarkemman tason malli, jossa on mukana myös eri osa-alueiden tavoitteet ja mittarit. Esimerkiksi käyttäjäkeskeisyyden näkökulmaan voidaan tässä mallissa asettaa tavoitteeksi saavuttaa tietty

taso käyttäjätyytyväisyydessä. Tätä voidaan tavoitteen asettamisen jälkeen mitata esimerkiksi asiakastytyväisyyskyselyin.



KUVIO 6 ICT-painotettu tuloskortti ja sen näkökulmien väliset suhteet (Martinsons, Davison & Tse, 1999, s.77)

*Käyttäjakeskeisyyden näkökulman* tarkoituksena on toimittaa arvoa lisääviä palveluita ja tuotteita loppukäyttäjille. Käytännön tavoitteet ovat esimerkiksi seuraavia; luodaan ja pidetään yllä hyvää kuvaa ja mainetta loppukäyttäjille, käytetään hyväksi informaatioteknologian luomat mahdollisuudet, pidetään yllä hyviä suhteita käyttäjyhteisöön ja tyydytetään loppukäyttäjien tarpeet. Tämän näkökulman tavoitteisiin voidaan myös lukea se, että toimittajaa pidetään haluttuna yhteistyökumppanina informaatioteknologian tuotteiden ja palveluiden tarjoamisessa. (Martinsons, Davison & Tse, 1999, s. 76)

*Liiketoiminta-arvon näkökulman* tarkoituksena on puolestaan osallistua liiketoiminta-arvon luomiseen. Tämän näkökulman avainkysymys on: "Onko informaatiojärjestelmistä vastaava osasto/toiminnallinen alue saavuttanut tavoitteensa ja osallistunut kokonaisuudessaan organisaation arvon luontiin?". Käytännössä tavoitteena on luoda ja ylläpitää hyvää kuvaa ja mainetta johtoon, varmistaa, että informaatioteknologiaan liittyvät projektit tuottavat liiketoiminta-arvoa ja hallita informaatioteknologian kustannuksia. Tämän näkökulman tavoitteisiin voidaan myös lukea tarkoituksenmukaisten informaatiojärjestelmiin liittyvien tuotteiden ja palveluiden myynti kolmansille osapuolille. (Martinsons, Davison & Tse, 1999, s. 76)



*Sisäisten prosessien näkökulman* tarkoitus on tuottaa informaatioteknologian tuotteita ja palveluita mahdollisimman tehokkaasti. Käytännön tavoitteina on ennakoida ja vaikuttaa pyyntöihin, jotka tulevat loppukäyttäjiltä ja johdolta, suunnitella ja kehittää mahdollisimman tehokkaasti informaatioteknologisia tuotteita ja tehokkaasti myös käyttää ja ylläpitää niitä. Tehokkuutta vaaditaan myös uuden laitteiston hankinnassa ja järjestelmiä käyttävän henkilöstön kouluttamisessa. Tämän näkökulman keskeisenä tavoitteena on myös informaatioteknologiaan liittyvien ongelmien tehokas hallinta. (Martinsons, Davison & Tse, 1999, s. 76)

*Tulevaisuuskeskeisyyden näkökulman* (toisinaan kutsutaan myös innovaatio- ja oppimisnäkökulmaksi) tarkoituksena on pitää yllä kehitystä ja valmistautua tulevaisuuden haasteisiin. Käytännön tavoitteita ovat tulevaisuuden informaatioteknologiaan liittyvien haasteiden ennakointi ja niihin valmistautuminen, jatkuva informaatioteknologisten kykyjen kehittäminen koulutuksen avulla, informaatioteknologian portfolion ajantasainen päivittäminen ja laitteiston sekä ohjelmistojen ajan tasalla pitäminen. Tämän näkökulman tavoitteisiin luetaan myös osallistuminen kustannustehokkaaseen tutkimukseen kasvavien teknologioiden osalta ja sen tutkiminen, kuinka näitä uusia teknologioita voitaisiin hyödyntää liiketoiminnallisesti. (Martinsons, Davison & Tse, 1999, s. 76)

Seuraavassa luvussa käsittelemme virtualisoinnin teknisiä määritelmiä ja eri virtualisoinnin muotoja. Näiden kirjallisuuteen perustuvien, teknisten ominaisuuksien perusteella voimme tehdä päätelmiä siitä, millaisissa eri tilanteissa virtualisoinnin tietyt hyödyt toteutuvat.

## 3 VIRTUALISOINTIYMPÄRISTÖT

Tässä luvussa määritellään aluksi mitä virtualisointi ja virtualisointiympäristön käsitteet tarkoittavat. Tämän jälkeen käsitellään laitteistollisen virtualisoinnin toteutustapoja.

### 3.1 Virtualisoinnin määritelmä

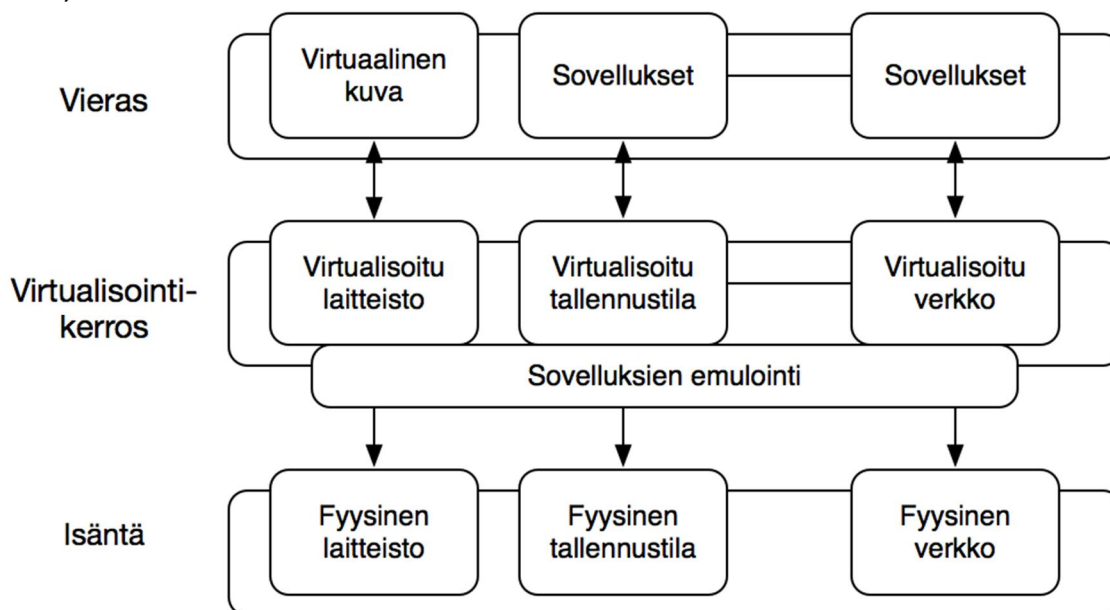
Virtualisointi tarkoittaa tekniikkaa, jossa yhden serverin resurssit jaetaan tai ositetaan useamman, toisistaan eristetyn virtuaalikoneen käyttöön. Itse virtualisointi on vanha idea, jota IBM käytti jo vuonna 1960 jakamaan keskustietokoneidensa resursseja käyttäjille. Tarkoituksena oli siis alun perin mahdollistaa useiden sovellusten ja prosessien ajaminen samanaikaisesti useamman käyttäjän toimesta. Sittemmin tietokoneet ovat kehittyneet ja erityisesti moniydinprosessoreiden yleistyminen on mahdollistanut entistä tehokkaampien palvelin-keskusten rakentamisen virtualisointia hyväksikäyttäen. (Antonopoulos & Gillam, 2010, s. 6)

Nykyisin virtualisointi on levinnyt koskemaan myös muitakin resursseja ja käsitteenä se on laajempi kuin miksi se yleensä mielletään. Muita tavanomaisimpia virtualisointikohteita ovat yksittäiset tietokoneohjelmat, laajamittaisten tallennusjärjestelmien virtualisointi ja tietoverkkojen virtualisointi fyysisten laitteistojen päälle. (Buyya, Vecchiola & Selvi, 2013, s. 73)

### 3.2 Virtualisointiympäristö

Virtualisointiympäristössä on yleensä kolme pääkomponenttia: vieras, isäntä ja virtualisointikerros. Vieras on se osa, joka on tekemisissä virtualisointikerroksen kanssa, eikä ole suorassa yhteydessä isäntäkoneeseen. Isäntä puolestaan on se ympäristö, jossa virtualisoitu elementti normaalisti sijaitsisi. Virtualisointiympäristön tarkoituksena on luoda vieraalle ympäristö, joka on isännän kal-

tainen tai siitä mahdollisesti haluttaessa eroava. (Buyya, Vecchiola & Selvi, 2013, s. 73).



KUVIO 7 Virtualisoinnin viitemalli (Buyya, Vecchiola & Selvi, 2013, s.74)

Tekemämme rajauksen mukaan käsittelemme tässä tutkielmassa vain laitteistollista virtualisointia, johon pilvipalveluympäristössä viitataan termillä IaaS (infrastructure as a service). Sillä tarkoitetaan "tarvittaessa käyttöön allokoitavia, infrastruktuurisia resursseja, jotka yleensä ovat virtuaalikoneita". (Zhang, Cheng & Boutaba, 2010, s.10). Nämä virtuaalikoneet sisältävät käyttöjärjestelmän ja siihen asiakkaan toimesta asennettavat sovellukset. Ne on asennettu virtuaalisen laitteiston päälle, jota hallitaan virtualisointikerroksen kautta ja jolle isäntä tarjoaa fyysisen laitteiston (Buyya, Vecchiola & Selvi, 2013, s. 73).

### 3.3 Laitteistollisen virtualisoinnin toteutustapoja

*Täydellinen virtualisointi* (Full virtualization) tarkoittaa kykyä ajaa ohjelmaa, yleensä käyttöjärjestelmää, suoraan virtuaalisen laitteen päällä ilman minkäänlaisia muutoksia. Jotta tällainen olisi mahdollista, tulee virtualisointiohjelmiston hallintaohjelmiston kyetä emuloimaan koko isäntäkoneen laitteisto. Täydellisen virtualisoinnin etuna on, että vieras on täysin eristetty suhteessa isäntäkoneeseen ja harvoin edes tietää olevansa virtualisoitu. (Buyya, Vecchiola & Selvi, 2013, s. 85)

Täysin virtualisoitu ympäristö ei kuitenkaan ole tehokas, sillä itse virtualisointi vie paljon isäntäkoneen resursseja. Jotta tämän tyyppinen virtualisointi saataisiin kuitenkin mahdollisimman tehokkaaksi, tulee laitteiston ja ohjelmiston toimia hyvin yhteen, eikä sallia mahdollisesti haitallisten komentojen suoritusta isännän puolella. Tällaisten laitteiston ja ohjelmiston yhteistoimintakykyä

kutsutaan myös laitteisto-avusteiseksi virtualisoinniksi (hardware-assisted virtualization). (Buyya, Vecchiola & Selvi, 2013, s. 85)

*Paravirtualisointi* (Paravirtualization) muuttaa hieman vieraille tarjottua rajapintaa ja sen myötä myös vierasta tulee muokata, jotta se osaa toimia virtualisointikerroksella. Paravirtualisoinnin ajatuksena on tarjota vieraille mahdollisuus siirtää sen haluamat ohjelmat, jotka ovat usein suorituskykykriittisiä, suoraan isännän suoritettaviksi. Tämä yksinkertaistaa virtualisointiohjelmiston toimintaa, sillä se voi siirtää suorituksen suoraan isäntäkoneelle. Toisaalta tämä heikentää tietoturvaa, sillä suurempi osa suorituksista saadaan siirrettyä isäntäkoneelle vieraan toimesta. (Buyya, Vecchiola & Selvi, 2013, s. 85)

*Laitteisto-avusteinen virtualisointi* (Hardware-assisted virtualization) termillä viittaa tilanteeseen, jossa laitteisto tarjoaa arkkitehtuurisen tuen virtualisointujen järjestelmien ajamiselle niin, että vieras on täydellisesti eristetty. Nykyisin yleisimmin tunnetut esimerkit laitteisto-avusteisesta virtualisoinnista ovat Intelin Intel VT ja AMD:n AMD V. Niiden tarkoituksena on vähentää suorituskyvyn menetyksiä toteutettaessa virtualisointia x86 laitteistoilla, jotka ajavat virtualisointiohjelmaa. (Buyya, Vecchiola & Selvi, 2013, s. 85)

*Osittainen virtualisointi* (Partial virtualization) tarkoittaa isännän laitteiston osittaista emulointia vieraille, jolloin täysin eristettyä ympäristöä ei saada luotua. Osittainen virtualisointi mahdollistaa useiden sovellusten käytön samanaikaisesti, mutta aivan kaikkia käyttöjärjestelmän toimintoja ei tueta. (Buyya, Vecchiola & Selvi, 2013, s. 86)

Seuraavassa luvussa tulemme kirjallisuuden pohjalta selvittämään, mitkä ovat ne liiketoiminnalle lisäarvoa tuottavat tekijät, jotka virtualisointi mahdollistaa. Pyrimme löytämään ne tekijät jotka vaikuttavat positiivisesti joko aineettomiin mittareihin, aineellisiin mittareihin tai molempiin. Tarkoituksena on myös tarkastella sitä, kuinka arvoa on mahdollista mitata muiden aineellisten ja aineettomien mittareiden avulla.

## 4 VIRTUALISOINNIN MAHDOLLISTAMAT HYÖDYT LIIKETOIMINNALLE JA NIIDEN ARVIOINTIKEINOT

Seuraavaksi pyritään löytämään ne liiketoiminta-arvoa tuottavat tekijät, jotka virtualisointi mahdollistaa. Ne voidaan karkeasti jakaa taloudellisiin ja muihin hyötyihin. Taloudellisten hyötyjen arviointi ei aina ole mahdollista osoittaa suoraan laskennallisesti, vaan niistä tullaan esittämään lähinnä vain arvioita. Muiden hyötyjen puolestaan voidaan katsoa realisoituvan esimerkiksi organisaation parantuneena palvelun laatuna ja siten lopulta tuottavan myös taloudellista hyötyä.

### 4.1 Informaatioturvallisuus

Virtualisointi mahdollistaa tiedon ja palveluiden erottamisen käytettäessä virtuaalisia koneita. Tällöin sovelluksilla ei ole pääsyä toisten sovellusten tietoihin eikä niiden resursseihin (Zissis & Lekkas, 2012, s.587). Tämä käy ilmi parhaiten täydellisen virtualisoinnin tapauksessa, jossa vieras ei välttämättä edes tiedä toimivansa virtualisoiduissa ympäristössä (Buyya, Vecchiola & Selvi, 2013, s. 85). Erityisen hyödylliseksi tämä ominaisuus muodostuu tietomurron sattuessa, sillä hyökkääjän on hankalampi päästä etenemään tästä yhdestä eristetystä palvelusta muiden palveluiden tietoihin.

Julkitulleilla tietomurroilla on negatiivinen vaikutus niin yrityksen julkisuuskuvaan, kuin myös yleensä sen myötä niiden tulokseen. Tietomurron mahdollisia tulevia kuluja voidaan yrityksissä arvioida rahallisesti ja tehdä sen perusteella päätöksiä siitä, kuinka paljon tietoturvaan kannattaa panostaa suhteessa havaittuihin riskeihin (Richardson, & Director, 2008, s.10).

Informaatioturvallisuuden voidaan ajatella kuuluvan ICT-tasapainotetun tuloskortin käyttäjäkeskeisyyden näkökulmaan. Mikäli käyttäjät ovat kuulleet yrityksen tarjoamista palveluista jotain mikä antaisi viitteitä siitä, että he eivät ota informaatioturvallisuutta vakavasti, he todennäköisesti valitsevan yrityksen

jolla tällaista samanlaista historiaa ei ole. Tämä on myös tulevaisuuskeskeisen näkökulman ja toiminnan jatkuvuuden suhteen vakavasti otettava asia.

## 4.2 Suorituskyky ja luotettavuus

Virtuaalikoneita voidaan siirtää varsin nopeasti alustalta toiselle, jolloin järjestelmien luotettavuus kasvaa ja käyttökatkot ovat lyhyempiä (Marinescu, 2013, s.133). Virtuaalikoneita voidaan myös jäädyttää nykyiseen tilaansa, siirtää toiseen paikkaan ja jatkaa sen suorittamista suoraan siitä tilasta, mihin se oli jäädytetty (Buyya, Selvi, Vecchiola & ebrary, 2013, s.75-77).

Mahdollisuus siirtää virtuaalikoneita ja niiden palveluita on erityisen tärkeää yrityksille, joiden toiminta on vahvasti ICT-sidonnaista. Tästä esimerkkinä verkkokaupat, joiden liiketoiminta saattaa olla täysin riippuvaista verkkokaupan myynnistä. Tällöin verrattain lyhyetkin käyttökatkot saattavat aiheuttaa merkittäviä kustannuksia, kun tilauksia ei saada otettua vastaan verkkokaupan ollessa alhaalla. Tämä vaikuttaa myös negatiivisesti käyttäjien mielikuviin palvelun laadusta, mikäli he eivät pääse verkkokaupan sivustolle. ICT-tasapainotetun tulostuloksen suhteen luotettavuus vaikuttaakin erityisesti käyttäjakeskeiseen näkökulmaan.

Virtualisointi mahdollistaa sen, että mikäli vika johtuu esimerkiksi rikkoontuneesta palvelimesta, voidaan virtuaalikone siirtää alustalta toiselle ja käynnistää välittömästi uudelleen. Hyvin korkea saatavuus on myös mahdollista saavuttaa käyttämällä useita pilvipalveluntarjoajia. Tällöin yhden yrityksen häiriö ei vaikuta palvelun saatavuuteen (Armbrust, Fox, Griffith, Joseph, Katz, Konwinski & Stoica, 2010, s.57).

## 4.3 Suorituskyvyn eristäminen

Virtualisointi antaa meille myös mahdollisuudet määritellä tarkasti sen, kuinka paljon resursseja millekin virtuaalikoneelle annetaan. Mikäli jokin virtuaalikone vie kuitenkin tavallista enemmän resursseja, ei se haittaa järjestelmän muiden toimintojen suorittamista (Marinescu, 2013, s.133). Näissä tapauksissa on kuitenkin tarpeen selvittää, miksi virtuaalikone vie enemmän resursseja.

Tämän hyödyt tulevat esiin erityisesti palvelimella, jolla perinteisesti ajetaisiin useampia palveluita. Mikäli näistä palveluista esimerkiksi web-pohjainen koulutus vie lähes kaikki palvelimen resurssit, voi se haitata henkilöstöjärjestelmän toimintaa. Virtualisoimalla voimme kuitenkin erottaa nämä palvelut omille virtuaalikoneilleen ja tämä näkyy nopeampana palvelun toimintana erityisesti loppukäyttäjille sekä vähentyneinä käyttökatkoina.

Suorituskyvyn eristäminen vaikuttaa erityisesti ICT-tasapainotetun tulostuloksen sisäisen prosessin näkökulmaan. Sillä voidaan varmistaa se, että sisäiset

prosessit toimivat mahdollisimman tehokkaasti, eivätkä aiheuta turhia kustannuksia yritykselle.

#### 4.4 Virtuaalikoneiden jakaminen

Jakaminen mahdollistaa yhden laitteiston päälle useiden virtuaalikoneiden luomisen, mikä nostaa isäntäkoneen käyttöastetta. Tämä on erityisen tärkeää virtualisoiduissa palvelinkeskuksissa, joissa jakamisella pyritään nostamaan laitteiston käyttöastetta ja vähentämään virrankulutusta. Käyttöasteen nostaminen mahdollistaa myös fyysisen tilan säästön ja ympäristöystävällisemmän toiminnan. (Buyya, Selvi, Vecchiola & ebrary, 2013, s.75-77)

Porterin arvoketjun suhteen jakaminen mahdollistaa palvelun tuottamisen organisaation eri osa-alueille entistä kustannustehokkaammin. Se antaa myös mahdollisuuden tarvittaessa allokoida resursseja niille toiminnolle, jotka niitä lisää tarvitsevat. Tätä mahdollisuutta osittaa resursseja kutsutaan palvelun elastisuudeksi, erityisesti pilvipalveluita tuottaessa, mutta sen mahdollistajana toimii virtualisointi (Chaudhuri, Dayal & Narasayya, 2011, s.52).

Virtuaalikoneiden jakaminen ICT-tasapainotetussa tuloskortissa näkyy erityisesti sisäisen prosessin ja käyttäjakeskeisyyden näkökulmassa. Virtualisoinnilla voidaan varmistaa ICT-resurssien tehokas käyttö sisäisten prosessien infrastruktuurin puolesta. Käyttäjakeskeisyyden näkökulmaan virtuaalikoneiden jakaminen vaikuttaa siten, että virtualisointi mahdollistaa palveluiden jakamisen käyttäjien kesken niin, että yksittäisiä yrityksen sisäisiä osia voidaan palvella luotettavammin.

#### 4.5 Virtuaalikoneiden yhdistäminen

Virtualisoinnilla voidaan myös yhdistää useampi laite ja saada se näyttäytymään vieraalle yhtenä isona, tehokkaana koneena. Tästä on hyötyä, kun tarvitaan esimerkiksi klusteri, jolla on paljon laskentatehoa. (Buyya, Selvi, Vecchiola & ebrary, 2013, s.75-77)

Yritykset hyödyntävät yhä enemmän liiketoiminta-analytiikkaa toiminnassaan. Nämä sovellukset vaativat paljon laskentatehoa ja tätä laskentaa voi suorittaa pilvipaluuissa maksamalla vain siitä laskenta-ajasta, mitä käytetään (Chaudhuri, Dayal & Narasayya, 2011, s.98). Toisinaan organisaatio voi kuitenkin hyödyntää myös omia resurssejaan yhdistämällä niitä tietyille virtuaalikoneelle ja suorittamalla analytiikkalaskentaa esimerkiksi yön aikana, kun palvelimien käyttöaste on alhaisempi. Tämä nostaa palvelimien kokonaiskäyttöastetta ja tuottaa todennäköisesti yritykselle lisäarvoa uuden analytiikkatiedon pohjalta.

Virtuaalikoneiden yhdistäminen ICT-tasapainotetussa tuloskortissa vaikuttaa sisäisten prosessien tehokkaaseen suorittamiseen, näin ollen esimerkiksi

paljon laskentatehoja vaativia tehtäviä varten voidaan virtuaalikoneita yhdistää yhdeksi tehokkaaksi yksiköksi. Tämä palvelee myös yrityksen käyttäjäkeskeisyyden näkökulmaa, sillä voimme tarjota yrityksen työntekijöille mahdollisuuden ajaa näitä paljon laskentatehoa vaativia ajoja, jotka muuten mahdollisesti jouduttaisiin ulkoistamaan näitä palveluita tuottaville palveluntarjoajille.



## 5 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän tutkimuksen kautta saaduista tuloksista keskeisin on se, että virtualisoinnin tuottaman liiketoiminta-arvon lisäyksen toteaminen ei ole yksiselitteistä. Sen olemassaolo on vaikea osoittaa ja siitä on haastavaa tehdä arvioita puhumattakaan sen mittaamisesta. Vaikutuksia on kuitenkin mahdollista tutkia aineellisten ja aineettomien mittareiden kautta.

Aineellisia, määrällisiä mittareita on sovellettu informaatioteknologian lisäarvon mittaamiseen ja ne perustuvat yleensä rahamääräisiin mittareihin kuten nettonykyarvoon (NPV), sijoitetun pääoman tuotto prosenttiin (ROI) tai takaisinmaksuaikaan (Payback time). Näiden mittareiden tai niiden yhdistelmien soveltaminen voi kuitenkin olla haasteellista jo pelkästään siksi, että virtualisoinnin luoma lisäarvo kuluu usein organisaation muihin prosesseihin, ennen kuin sen luoma lisä-arvo voidaan mitata.

Aineettomat mittarit, kuten ICT-tasapainotettu tuloskortti perustuvat puolestaan ei-rahamääräisten toimintojen arviointiin, joiden tehostunut toiminta yleensä realisoituu rahamääräisenä. ICT-tasapainotetun tuloskortin eri näkökulmien avulla voimme päätellä, millä liiketoiminta-alueilla virtualisointi vaikuttaa. Aineettomien mittareiden hyvänä puolena on se, että ne ovat sovellettavissa hyvin monipuolisiin ympäristöihin. Huonona puolena puolestaan se, että niiden tuottamia tuloksia on hankala vertailla keskenään.

Tietohallinnossa virtualisointi on aiheuttanut jo pysyviä muutoksia muun muassa resurssien kulujen vähentymisenä ja todellisen tehokkuusajattelun rantaantumisenä myös ICT-palveluihin. Virtualisoinnin kysyntä yritysmaailmassa tulee oletettavasti tulevinakin vuosina pysymään korkeana, sillä se on osa tuotettavien pilvipalveluiden perusinfrastruktuuria. Nykyajan nopea ICT-ympäristön muuttuminen luo kuitenkin sen toiminnassa suoriutumislle aivan uudenlaisia paineita, sillä virtualisoinnin tulee taipua palvelemaan yhä laajemmalla mittakaavalla erityyppisiä tarpeita.

## LÄHTEET

- Antonopoulos, Nick., Gillam, Lee., (2010). Cloud computing principles, systems and applications. London: Springer.
- Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R., Joseph, A. D., Katz, R., Konwinski, A., . . . Stoica, I. (2010). A view of cloud computing. *Communications of the ACM*, 53(4), 50-58.
- Besanko, D. (2013). *Economics of strategy* (6th ed., international student version. painos). Hoboken NJ: Wiley.
- Bharadwaj, A. S. (2000). A resource-based perspective on information technology capability and firm performance: An empirical investigation. *MIS Quarterly*, , 169-196.
- Bodie, Z., Kane, A., & Marcus, A. J. (2014). *Investments* (10. painos) McGrawHill education.
- Brealey, R. A., Myers, S. C., & Allen, F. (2010). *Principles of corporate finance* (10. painos) McGrawHill education.
- Buyya, R., Selvi, S. T., Vecchiola, C., & ebrary, I. (2013). *Mastering cloud computing*
- Chaudhuri, S., Dayal, U., & Narasayya, V. (2011). An overview of business intelligence technology. *Communications of the ACM*, 54(8), 88-98.
- Henderson, J. C., & Venkatraman, N. (1993). Strategic alignment: Leveraging information technology for transforming organizations. *IBM Systems Journal*, 32(1), 4-16.
- Hill, C. W. L., & Jones, G. R. (2012). *Strategic management* (10. painos) Carnegie Learning.
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1996). Using the balanced scorecard as a strategic management system. *Harvard Business Review*, 74(1), 75-85.
- Lämsä, A., & Hautala, T. (2004). *Organisaatiokäyttötymisen perusteet*. Helsinki: Edita.
- Marinescu, D. C. (2013). *Cloud computing : Theory and practice* (1st ed. painos). Boston: Morgan Kaufmann,.
- Martinsons, M., Davison, R., & Tse, D. (1999). The balanced scorecard: A foundation for the strategic management of information systems. *Decision Support Systems*, 25(1), 71-88.
- Porter, M. E. (1998). *Clusters and the new economics of competition* Harvard Business Review Boston.
- Porter, M. E. (2001). Strategy and the internet. *Harvard Business Review*, 79(3), 62-79.
- Rhoton, J. (2009). *Cloud computing explained: Implementation handbook for enterprises* author: John rhoton, publisher: Recursive press pages.
- Richardson, R., & Director, C. (2008). *CSI computer crime and security survey*. Computer Security Institute, 1, 1-30.

- Van Grembergen, W. (2000). The balanced scorecard and IT governance. IRMA Conference, 1123-1124.
- Velte, Anthony T., Velte, Toby J., Elsenpeter, Robert C.,. (2010). Cloud computing : A practical approach. New York: McGraw-Hill.
- Weill, P., & Broadbent, M. (1998). Leveraging the new infrastructure :How market leaders capitalize on information technology. Boston, Mass: Harvard Business School Press.
- Zhang, Q., Cheng, L., & Boutaba, R. (2010). Cloud computing: State-of-the-art and research challenges. *Journal of Internet Services and Applications*, 1(1), 7-18.
- Zissis, D., & Lekkas, D. (2012). Addressing cloud computing security issues. *Future Generation Computer Systems*, 28(3), 583-592.