

Hanna Nurminen

**KONEOPPIVAT JÄRJESTELMÄT OSANA
ORGANISAATION STRATEGISTA KEHITTÄMISTÄ**



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
TIETOJENKÄSITTELYTIETEIDEN LAITOS
2017

TIIVISTELMÄ

Nurminen, Hanna

Koneoppivat järjestelmät osana organisaation strategista kehittämistä

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2017, 39 s.

Tietojärjestelmätiede, kandidaatin -tutkielma

Ohjaaja: Halttunen, Veikko

Tekoälyjärjestelmiä on tutkittu jo useiden vuosikymmenien ajan, mutta vasta lähivuosina niitä on menestyksekkäästi onnistuttu ottamaan käyttöön eri toimialoilla. Tekoäly käsitteenä on laaja ja sen rajaaminen on verrattain haastavaa. Koneoppiminen on yksi tekoälyn alakategorioista. Koneoppivalla järjestelmällä tarkoitetaan itsenäisesti toimivaa ja oppivaa tekoälyjärjestelmää. Koneoppimisen hyödyistä ja uhista on paljon keskustelua, mutta varsinaisia tutkimustuloksia liiketoiminnallisista hyödyistä ei juuri ole. Tutkielmani tarkastelee koneoppimista osana organisaation kehitysstrategiaa ja erilaisia kehitysmahdollisuuksia, joita koneoppivat järjestelmät voivat tarjota. Tarkoituksena on selvittää koneoppimisen potentiaali kilpailuedun lähteenä. Tutkielma on toteutettu kirjallisuuskatsauksena, jossa lähdeaineistoa on kerätty tekoälyn ja koneoppimisen tutkimuksesta sekä strategisen kehittämisen tutkimuksesta. Keskeisimmät tulokset osoittavat koneoppivien järjestelmien olevan hyvin potentiaalisia kilpailuedun lähteitä. Koneoppimisen implementointi liiketoimintaprosesseihin voi nostaa organisaation tehokkuutta ja kasvattaa kilpailuetua.

Asiasanat: tekoäly, koneoppiminen, kilpailuetu, strateginen kehittäminen

ABSTRACT

Nurminen, Hanna

Machine learning as a part of organizations strategic development

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2017, 39 p.

Information System Science, Bachelor's Thesis

Supervisor: Halttunen, Veikko

Artificial intelligence has been researched over decades but not until recent years it has been deployed in various business fields. Artificial intelligence as a term is broad and the definition of it is difficult to define. Machine learning is one of the hyponym of artificial intelligence. Machine learning is an artificial intelligence system that functions and learns by its own. There has been a lot of discussion about the possibilities and threats of machine learning however actual research results about the benefits in business are minor. My thesis examines machine learning as a part of organizations development strategy and the different kinds of development possibilities of it that it could offer. The purpose of this thesis is to clarify the potential of machine learning as a resource of competitive advantage. Thesis is conducted as a literature review where the research material has been gathered from previous research about artificial intelligence and machine learning as well as strategic development. The most important results shows, that by implementing machine learning systems into business processes it can increase efficiency of the organization and competitive advantage.

Keywords: artificial intelligence, machine learning, competitive advantage, strategic development

KUVIOT

| | |
|---|----|
| KUVIO 1 Porterin viiden kilpailuvoiman malli (Puusa, Reijonen, Juuti & Laukkanen, 2014.)..... | 11 |
| KUVIO 2 Porterin Arvoketjumalli liiketoimintaprosesseista (Puusa, Reijonen, Juuti & Laukkanen, 2014.) | 12 |
| KUVIO 3 Tiedonlouhintaprosessi (Bose & Mahapatra, 2001, 212)..... | 26 |

TAULUKOT

| | |
|---|----|
| TAULUKKO 1 Koneoppimisen hyödyntäminen osana yrityksen arvoketjua ... | 34 |
|---|----|

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVIOT

TAULUKOT

| | | |
|---|--|----|
| 1 | JOHDANTO..... | 6 |
| 2 | STRATEGINEN KEHITTÄMINEN..... | 9 |
| | 2.1 Strateginen kehittäminen..... | 9 |
| | 2.2 Porterin strategiset mallit | 10 |
| | 2.3 Strategia ja uudet teknologiat | 13 |
| | 2.4 Yhteenveto | 14 |
| 3 | KONEOPPIMINEN | 16 |
| | 3.1 Koneoppimisen tausta | 16 |
| | 3.2 Koneoppiminen käytännössä..... | 17 |
| 4 | KONEOPPIMINEN LIIKETOIMINTAPROSESSEISSA JA NIIDEN KEHITTÄMINEN | 20 |
| | 4.1 Koneoppiminen tuotantolinjassa..... | 21 |
| | 4.1.1 Koneoppiminen osana laadunhallintaa | 21 |
| | 4.1.2 Koneoppiminen tuotannon operaatioissa | 22 |
| | 4.1.3 Koneoppiminen logistiikassa | 24 |
| | 4.2 Markkinoinnin optimointi koneoppimisen avulla | 25 |
| | 4.3 Koneoppiminen osana tukitoimintoja | 27 |
| | 4.3.1 Toimitusketjun hallinta | 28 |
| | 4.3.2 Tiedonhallinta koneoppimisen tuella | 28 |
| | 4.3.3 Hiljainen tieto..... | 29 |
| | 4.3.4 Koneoppiminen innovaatiokehityksessä..... | 31 |
| | 4.4 Johtopäätökset koneoppimisen hyödyntämisestä osana yrityksen arvoketjua | 33 |
| 5 | YHTEENVETO | 35 |
| | LÄHTEET | 37 |

1 JOHDANTO

Globaalilla aikakaudella liiketoimintastrategiat ovat muuttuneet. Perinteisistä liiketoimintastrategioista poiketen kasvua ei saavuteta pelkästään laajentamalla toimintaa kotimaassa vaan maailmanlaajuisesti. Liiketoimintastrategioissa tehokkuuden kasvattaminen on keskeinen tekijä. (Teece, 2010.) Tekoälyjärjestelmiä hyödynnetään jatkuvasti entistä laajemmin sekä liiketoiminnassa että tutkimustyössä ja sen käyttömahdollisuuksia selvitetään niin käytännön elämässä kuin tutkimuksissakin. Tekoälysovelluksia sovelletaan jo useilla aloilla, kuten terveydenhuollossa, opetuksessa ja liiketoiminnan kehittämisessä. (Jordan & Mitchell 2015.) On todennäköistä, että tekoälyä ryhdytään tulevaisuudessa soveltamaan osana yrityksen strategiaa ja strategista kehittämistä.

Tehokkuudella tarkoitetaan yleisesti ottaen työhön pistetyn panoksen suhdetta aikaansaatuun tuotokseen. Tehokkuutta voidaankin pitää yhtenä strategisen kehittämisen keskeisenä käsitteenä. Tehokkuutta voidaan lisätä tiettyyn pisteeseen saakka työtapoja ja rutiineja kehittämällä, minkä jälkeen ainoa keino kasvattaa tehokkuutta on teknologia. Tehokkuudella pyritään liiketoiminnan kulujen minimointiin ja tuottojen maksimointiin. Teknologiset investoinnit voidaan nähdä kilpailuetua tuottavana strategisena kehittämisenä. (Davenport & Short, 1990.)

Tekoäly käsitteenä on hyvin laaja ja eikä sille ole täysin vakiintunutta määritelmää. Tekoälyä on haastavaa määritellä, sillä älykkyys voidaan ymmärtää monella tapaa. Tekoäly järjestelmiin keskeisesti kytkeytyy niin robottitekniikka, kuin yksinkertaisemmatkin asiantuntijajärjestelmät. Tekoälyjärjestelmäksi voidaan lukea asiantuntijaohjelmat, luonnollista puhetta tuottavat järjestelmät sekä koneoppivat järjestelmät. Perinteisesti tekoälyä on tarkasteltu ihmisaivojen kaltaisena keinotekoisena älykkyytenä. Myöhemmin tekoälyä on ryhdytty lähestymään muun muassa koneoppimisen kautta. (Brooks, 1991.)

Koneoppivat järjestelmät nimensä mukaisesti oppivat itsenäisesti omasta tekemisestään joko sille syötettyjen määritelmien ja ajatuskaavioiden mukaan tai täysin omatoimisesti. Kone voi oppia kolmella tavalla: ohjatulla, ohjaamattomalla ja vahvistetulla tavalla. (Monostori, 2003; Kaski, Honkela, Lagus, & Kohonen, 1998).

Järjestelmät, jotka oman tekemisensä ja kokemuksen kautta oppivat ja parantavat omaa suoriutumistaan nähdään koneoppivina tekoälyjärjestelminä. Ohjattuja koneoppivia järjestelmiä ovat muun muassa roskapostin tunnistava sähköpostiohjelma ja ihmisenkasvot valokuvasta erottava kasvojen tunnistusohjelma. Koneoppivia järjestelmiä käytetään ja kehitetään jo useille eri tieteenaloille kuten myös liiketoimintalueille. (Jordan & Mitchell, 2015).

Tässä tutkielmassa tarkastellaan kirjallisuuden avulla, kuinka tekoäly ja nimenomaan koneoppivat järjestelmät voi toimia osana yrityksen kehitysstrategiaa ja tällä tavoin tuottaa kilpailuetua. Tutkimuskysymykseni ovat:

- Kuinka koneoppivat järjestelmät voivat toimia osana organisaation liiketoimintaprosesseja?
- Voivatko koneoppivat järjestelmät tuottaa kilpailuetua organisaatiolle?

Tarkoitukseni on kuvata koneoppivia järjestelmiä sekä niiden keskeisiä mahdollisuuksia, joita ne voivat tarjota organisaatioille osana näiden strategiaa. Valitsin kyseisen aiheen, koska se on ajankohtainen ja mielenkiintoinen tutkimuskohde. Nykyiset tekoälyjärjestelmät ovat jo toimivia, mutta niiden käyttöönotto ei ole vielä kovin yleistynyttä. Tekoälyllä voidaan saavuttaa entistä tehokkaammat prosessit ja se säästäisi organisaatioita laatuvirheiltä ja tekisi organisaatioista vahvempia toimijoita. Tutkin aihetta tieteellisten artikkeleiden ja aikaisempien tieteellisten tutkimusten pohjalta ja luon oman näkökulmani aiheesta. Lähteiden ja tutkimusten avulla selvitän, minkälaisia mahdollisuuksia koneoppiminen tuo organisaatioiden strategiseen kehitykseen. Keskeisintä on selvittää, miten koneoppivat järjestelmät voivat tuottaa kilpailuetua organisaatioille.

Aikaisempia tutkimuksia löytyy niin tekoälyn ja koneoppimisen parista kuin myös teknologian vaikutuksista liiketoimintaan. Tutkimukset ovat suurilta osin joko koneoppimisen hyötyihin ja haittoihin liittyviä tai tarkastelevat teknologiainnovaatioita vain osana strategista kehittämistä. Tutkimukset ovat kuitenkin jokseenkin irrallisia eikä varsinaista tutkimusaineistoa löydy siitä, kuinka koneoppiminen voisi auttaa organisaatiota saavuttamaan kilpailuetua. Tutkielmassa tutkin ja yhdistän aikaisempia tutkimustuloksia teknologiainnovaatioiden vaikutuksista tehokkuuteen ja strategiseen kehittämiseen koneoppimisen näkökulmasta. Yhdistän koneoppimisen tutkimustuloksia Porterin arvoketjumallin avulla teknologiaintensiivisen strategia kehittämisen tutkimustuloksiin.

Keräsin tietoa niin ulkomaisista kuin kotimaisistakin tutkimuksista pääosin Google Scholarista. Tiedonkeruussa käytin avainsanoja: machine learning (koneoppiminen), artificial Intelligence (tekoäly), strategical development (strateginen kehittäminen), strategy (strategia), business process (liiketoimintaprosessi), data mining (tiedonlouhinta) ja optimizing marketing (markkinoinnin optimointi). Tiedon keruussa käytin erilaisia yhdistelmiä avainsanoistani. Rajasin hakuni koneoppimisen innovaatioista melko uusiin artikkeleihin ja tutkimuksiin, mutta käytin myös aikaisempia tutkimuksia määrittelemään koneoppimisen teoriaa. Muutamaa muun

muassa älykkääseen tiedon luhintaan liittyvää tutkimusta hyödynsin myös, vaikka julkaisuvuosi oli 2000-luvun alkupuolelta. Pohjatietoina käytin kuitenkin myös aikaisempaa materiaalia muun muassa määrittämään, miksi uusien teknologioiden käyttöönottoa on pidetty tärkeänä vuosikymmenten ajan. Jätin aikaisemmat tutkimukset suurimmaksi osaksi pois niiden vanhanaikaisuuden ja epätarkan käsitteellisyyden vuoksi.

Lähdeaineistoni muodostuu kahdesta kategoriasta: koneoppimisesta ja liiketoiminnan strategisesta kehittämisestä. Koska tutkielmani sisältää kaksi toisistaan hyvin erilaista aihepiiriä, myös lähdeaineisto on rajattu vastaavalla tavalla. Koneoppimisen lähdeaineistosta karsin pois laajemmat tekoälyä käsittelevät tutkimukset. Käytin tekoäly tutkimuksia avaamaan aihetta ja auttamaan ymmärtämään koneoppimisen konseptia laajemmin. Tekoälyä käsittelevät tutkimukset luovat hyvän pohjan koneoppimisen tutkimuksille ja tämän vuoksi ne ovat oleellisessa osassa tutkielmaani, vaikka eivät olekaan varsinaisesti mukana lähdeaineistossa. Koska strategisen kehittämisen aihepiiriä on tutkittu selvästi kauemmin kuin koneoppimista, tämä aihealue sisältää vanhempaa tutkimusaineistoa. Strategisen kehittämisen aihepiiristä etsin kuitenkin tuoreempaa tieteellistä aineistoa lisäten ajankohtaista näkökulmaa tutkielmaan.

Tutkielmani rakenne on seuraava: Johdanto jälkeen luvussa 2 käsitellään strategista kehittämistä ja kuinka tätä on hyödynnetty tässä tutkimuksessa. Luvussa 3 avataan enemmän koneoppimisen käsitettä. Luvussa 4 yhdistyy aikaisemmat kappaleet luoden kuvaa siitä, kuinka koneoppiminen voidaan integroida liiketoimintaprosesseihin strategisen kehittämisen keinoin. Viimeiseksi luvussa neljä on tiivistettynä lähdeaineistoa taulukkoon luvun keskeisimmistä johtopäätöksistä. Tutkielman viimeisenä lukuna on yhteenveto.

2 STRATEGINEN KEHITTÄMINEN

Keskittyessä yrityksiin ja liiketoiminnallisiin organisaatioihin strateginen kehittäminen on osa liiketoiminnan suunnittelua. Usein organisaation johtoryhmä tekee strategian ja seuraa sen toteutumista usein neljännesvuosittain. Investointien ja niiden kannattavuuden puntarointi on suuri osa strategista kehittämistä. Strategian suunnittelu sisältää rahoituslaskelmia, jotka perustuvat kannattavuuden arviointiin ja edellisvuosien tuloksiin. Strategian suunnittelu kohdistuu tulevaisuuteen, joten se sisältää myös todennäköisyyksien arviointia ja päätösten tekemistä. Strategian suunnittelu sisältää aina epävarmuutta, koska tulevaisuutta ei voi ennustaa. (Ikäheimo, Laitinen, Laitinen, & Puttonen, 2011.) Tässä luvussa käsittelen strategista kehittämistä käsitteenä sekä keskeisiä teemoja siihen liittyen.

2.1 Strateginen kehittäminen

Strategisessa kehittämisessä keskeistä on aikaansaada tehokkuuden kasvua. Tehokkuudella tarkoitetaan tietyn panoksen eli työvoimaresurssin käytön ja sen ajallisesti aikaansaaman tuotoksen suhdetta. Mitä vähemmällä työvoiman määrällä ja vähäisemmillä työtunneilla saadaan aikaan eniten tuotoksia, sitä tehokkaampaa toiminta on. Kuten taloustieteilijä Nicholas Kaldor ja monet tutkijat ovat todenneet, aikaansaatu tuotos kasvaa hidastuvasti työvoimaa kasvattamalla, kunnes se pysähtyy. Ainoastaan kahdella tapaa voidaan kasvattaa tehokkuutta: toimintatavoilla tai teknologialla. (Kaldor & Mirrlees, 1962.) Usein tehokkain vaihtoehto on investoida teknologiaan, jolloin tehokkuuskäyrä siirtyy kokonaan uudelle tasolle koordinaatistossa. (Davenport & Short, 1990.)

Strategisessa kehittämisessä tyypillisesti tärkeänä on pidetty kilpailijoiden ja muiden ulkoisten tekijöiden vaikutuksia markkinatilanteeseen. Myös organisaation sisäisten vahvuuksien ja heikkouksien kartoittaminen on merkittävä osa strategisen kehittämisen suunnittelua. Sekä SWOT-analyysi että viiden kilpailuvoiman malli ovat

tunnettuja malleja, joilla organisaation kilpailuasemaa voidaan tarkastella. Strategisella kehittämisellä on aina pyritty parantamaan organisaation kilpailuasemaa ja saavuttamaan kilpailuetua tai muita mahdollisuuksia tulevaisuudessa. (Porter, 2008; Porter & Millar, 1985.)

Lentoyhtiö American Air Lines kehitti aikoinaan Sabre-nimisen paikanvarausjärjestelmän matkatoimistoille. Varausjärjestelmä oli aikansa ensimmäinen tietokonepohjainen varausjärjestelmä. Kyseinen teknologiainnovaatio oli niin merkittävä, että se levisi nopeasti ympärimaailmaa ja tuotti American Air Linesille valtavasti kustannussäästöjä muun muassa henkilöstökuluissa. Varausjärjestelmä tarjosi perustajansa lentoyhtiön lentoja, mikä tuotti valtavaa kilpailuetua American Air Linesille ja tarjosi tälle täysin uuden kilpailuaseman markkinoilta. (Hopper, 1990.) Varausjärjestelmä toimii esimerkkinä teknologian vaikutuksesta strategisessa kehityksessä ja sen tuottamasta kilpailuedusta. American Air Linesin teknologiainvestoinnilla yhtiö muodosti itselleen merkittävää kilpailuetua, jota muut toimijat eivät voineet kopioida.

Ennen merkittäviä teknologiainnovaatioita tehokkuutta voitiin kasvattaa vain toimintatapojen kautta esimerkiksi luoden rutiineja työskentelyyn ja osittamalla työnteko alueittain työntekijöille. Teknologian kehittyessä huomattiin sillä olevan huomattavasti suurempi vaikutus tehokkuuteen. Koska teknologiainvestoinnit ovat ainoa tehokas tapa kasvattaa tehokkuutta, ovat ne strategisessa kehittämisessä merkittävässä asemassa. Teknologiainvestoinnit tuottavat tulosta aikansa, mutta nekään eivät kasvata tehokkuutta loputtomasti. S-käyrän mukaisesti teknologisia investointeja tulisikin tehdä jatkuvasti, mikäli toivoo yrityksen tehokkuuden kasvavan sykleittäin. S-käyrä kuvaa tehokkuuden kasvua S-mäisellä tavalla, kun käyttöön otetaan uutta teknologiaa. Tehokkuus lähtee ensin selvään kasvuun, kunnes se hidastuu. Tällöin vaaditaan uutta teknologiainvestointia, jotta käyrä saadaan nousemaan uudestaan. (Kaldor & Mirrlees, 1962.) Yksi tämän hetkisistä teknologiatrendeistä on tekoäly ja koneoppiminen. Koneoppimisella voitaisiinkin tavoitella uutta pistettä tehokkuudesta koordinaatistossa.

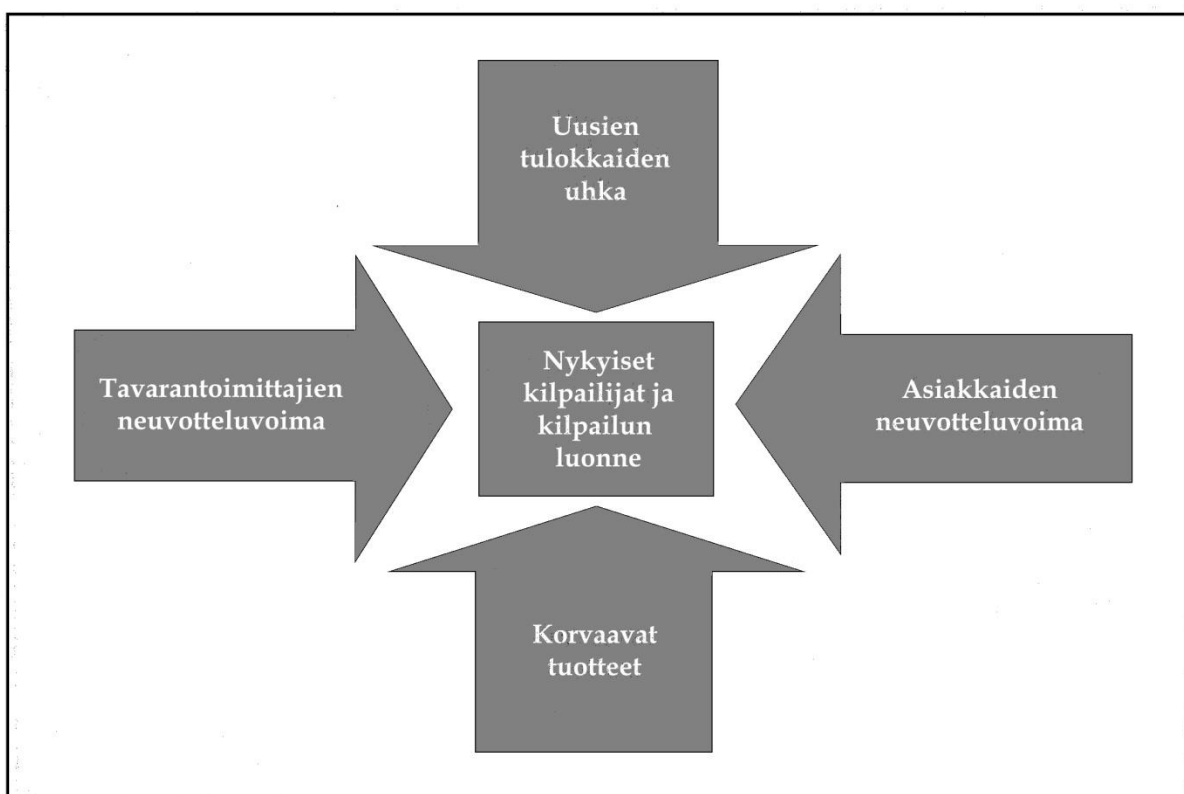
Strateginen kehittäminen usein kohdistetaan liiketoimintayksiköittäin sekä koko organisaation tasolle. Seuraavaksi esittelen Porterin arvoketjumallin ja avaan sen sisältöä. Tämän jälkeen luvussa 4 tutkin tarkemmin eri arvoketjumallin osia ja kuinka koneoppimista voidaan hyödyntää eri arvoketjumallin kohdissa.

2.2 Porterin strategiset mallit

Kilpailuetu tarkoittaa suhteellista etua, jonka organisaatio voi saavuttaa toimiessaan tehokkaammin kuin kilpailijansa. Kilpailuetu parantaa yrityksen kilpailuasemaa. (Puusa, Reijonen, Juuti & Laukkanen, 2014.) Strategisessa kehittämisessä on oleellista

tavoitella kilpailuetua ja pyrkiä mahdollisimman pysyvään tai kehittyvään kilpailuasemaan.

Michael J. Porter on yksi tunnetuimmista strategisen johtamisen oppi-isistä. Porterin (2008) viiden kilpailuvoiman malli on hyvin merkittävä työkalu strategisessa kehittämisessä. Viiden kilpailuvoiman malli esittää strategiseen kilpailuasemaan vaikuttavat tekijät eli voimat, joita ovat toimivien yritysten uhka, uusien toimijoiden muodostama uhka, tavarantoimittajien neuvotteluvoima, ostajien neuvotteluvoima ja korvaavien tuotteiden ja palveluiden muodostama uhka. Strategisen kehittämisen näkökulmasta tämä tarkoittaa sitä, että jokainen vaikuttava voima tulisi ottaa huomioon luodessa uutta strategiaa. Strategisella kehittämisellä pyritään pääsemään tilanteeseen, jossa kilpailuvoimien uhat ovat saatu karsittua minimiin. (Porter, 2008.)

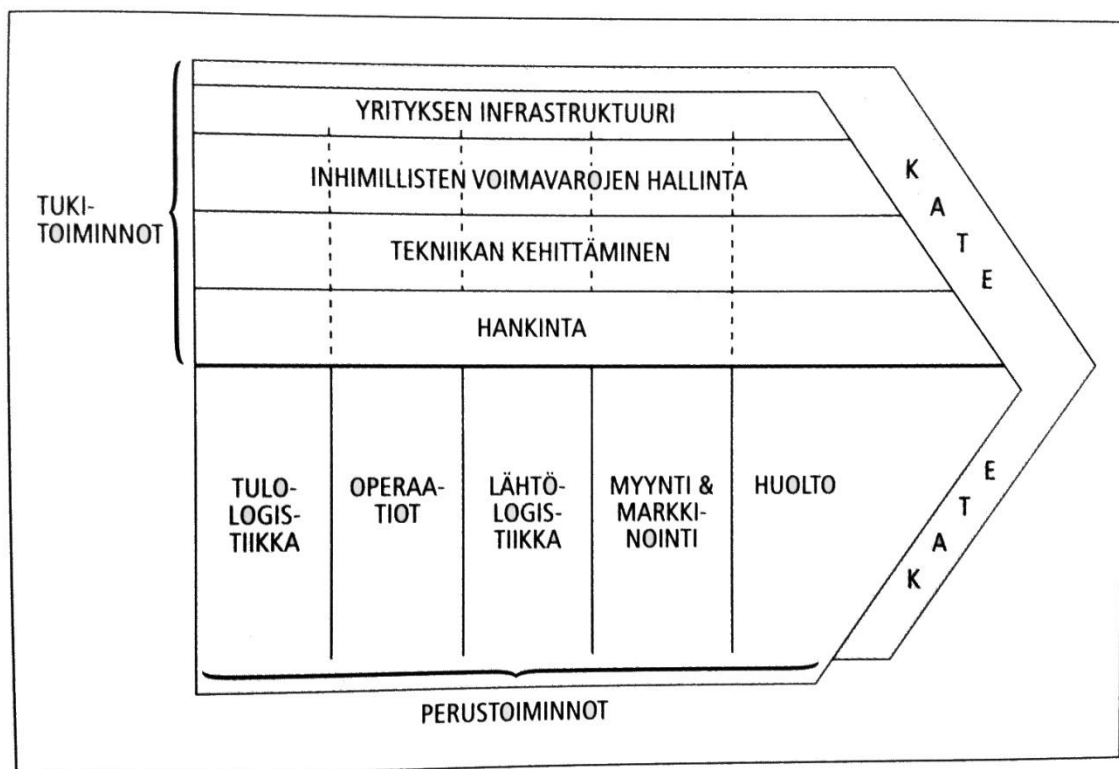


KUVIO 1 Porterin viiden kilpailuvoiman malli (Puusa, Reijonen, Juuti & Laukkanen, 2014.)

Porter on myös kuvaillut organisaation toiminnan jakautumista perus- ja tukitoimintoihin arvoketjumallissaan (Kuvio 2). Kuviossa vertikaalisessa suunnassa on kuvattu organisaation perustoiminnot, jotka mahdollistavat liiketoiminnan ja luovat tälle lähtökohdat. Perustoiminnot tuottavat lisäarvoa asiakkaalle eli tuottavat jostakin raaka-aineesta hyödykkeen, joka vastaa asiakkaan tarpeita. Kuviossa horisontaalisessa suunnassa on esitelty tukitoiminnot, jotka tukevat, nimensä mukaan, perustoimintoja. Tukitoimintojen tarkoitus on tukea perustoimintoja ja mahdollistaa niiden kehitys ja maksimoida tuotantoa. Muun muassa henkilöstöjohtaminen luetaan tukitoiminnoksi,

sillä hyvin huolletun henkilöstön avulla organisaation tehokkuus paranee. (Porter & Millar, 1985; Puusa, Reijonen, Juuti & Laukkanen, 2014.)

Porterin arvoketjumallin perusajatus on, tuottaa katetta eli myyntimarginaalia organisaatiolle. Toisin sanoen (mm. Wirtz, Pistoia, Ullrich, & Göttel, 2016) liiketoimintaprosessien hallinta voi tuottaa organisaatiolle kilpailuetua. Mitä suuremman katteen organisaatio saa liiketoimintaprosesseistaan, sitä kannattavampaa sen toiminta on. Mikäli liiketoimintaprosessit tuottavat enemmän katetta kuin kilpailevan toimijan prosessit, parantaa se myös organisaation kilpailuasemaa markkinoilla. Erityisesti tukitoiminnot ovat merkittävässä roolissa kilpailuedun saavuttamisessa. Perustoiminnot mahdollistavat liiketoiminnan olemassaolon, mutta tukitoiminnoilla pystytään luomaan kilpailuetua ja kuroma eroa kilpailijoihin tai luomaan pesäeroa muihin. (Porter & Millar, 1985; Puusa, Reijonen, Juuti & Laukkanen, 2014, 181.)



KUVIO 2 Porterin Arvoketjumalli liiketoimintaprosesseista (Puusa, Reijonen, Juuti & Laukkanen, 2014.)

Perustoimintoja ovat logistiset toiminnot kuten tulo- ja lähtölogistiikka sekä näiden välissä tapahtuvat tuotannonoperaatiot. Logistiikan ja tuotannon prosessit kattavat laajalti laadunhallinnan osa-alueita ja vaikuttavat laatuvirheiden määrään. Lisäksi myynti ja markkinointi sekä huolto- ja lisäpalvelut kuuluvat perustoimintoihin. Huolto ja lisäpalvelut eivät enää ole täysin organisaation sisäisiä toimintoja, joten niihin en tule keskittymään juurikaan tutkielmassani. Tukitoimintoihin sisältyvät henkilöstöhallinta, yrityksen infrastruktuuri sekä tekniikan kehittäminen ja hankinta. (KUVIO 2). Piilevänä tukitoimintona voidaan pitää myös hiljaista tietoa ja sen

hyödyntämistä liiketoimintaprosessien kehittämisessä, koska se tukee liiketoimintaprosesseja. Hiljainen tieto tarjoaa tehokkuutta toimintatapojen muodossa ja on keskeisessä osassa kilpailuedun saavuttamisessa. (Puusa, Reijonen, Juuti & Laukkanen, 2014.)

2.3 Strategia ja uudet teknologiat

Strategista kehittämistä voidaan tarkastella usealta kannalta, mutta tutkielmassani tutkin strategista kehittämistä uusien teknologioiden käyttöönoton kannalta ja nopean ja ketterän kehittämisen näkökulmasta. Valitsin ketterän ja teknologiaintensiivisen kehittämisstrategian lähtökohdat, sillä ne palvelevat parhaiten koneoppimisen kytkemistä liiketoimintaan. Koska koneoppiminen on varsin uusi innovaatio liiketoiminnassa, ketterä strategisen kehittämisen lähestymistapa soveltuu parhaiten tutkielmaani. Strategiana voi toimia mukautuva lähestymisnäkökulma tai edelläkävijänä toimiminen.

Mukautuva lähestymistapa on kaikille kilpailullisilla markkinoilla toimiville yrityksille välttämätöntä. Sen avulla kilpailuetua ei varsinaisesti saada aikaan, mutta se mahdollistaa oman aseman säilyttämisen markkinoilla. Nykypäivänä pienet, nopeat ja jopa väliaikaiset kehitysratkaisut voivat olla avain menestykseen ja kilpailuedun saavuttamiseen. Mukautuva lähestymistapa soveltuu parhaiten vaikeasti ennustettaviin ja hankalasti muokkautuviin ympäristöihin. (Reeves, Haans & Sinha, 2015, s. 57-67)

Mukautuvan lähestymistavan lisäksi Reevesin, Haansin ja Sinhan (2015) *Your Strategy Needs a Strategy* -teos käsittelee visionääristä innovaatiokehitystä keskeisenä osana haastavassa ympäristössä toimimiseen. Teos osoittaa, että ketterällä innovaatiokehityksellä voidaan saavuttaa kilpailuetua ja kiriä kilpailuasemaa markkinoilla. Tärkeintä on olla nopea ja saada muutosta aikaan. Uusien innovaatioiden riskit kuitenkin ovat suuret ja epäonnistuneen innovaatiotestauksen vaarana on resurssien hukkakäyttö. (Reeves, Haans & Sinha, 2015, s.)

Kuten myös Wirtz, Pistoja, Ullrich ja Göttel (2016) kirjallisuuskatsauksessaan perustelevat, strategisten innovaatiopäätösten tekeminen ja kilpailurakenteen analysointi vaatii liiketoimintamallilähestymistapaa, esimerkiksi Porterin arvoketjumallin hyödyntämistä. Kasvavan liiketoimintamallien erilaistamisen ja strategisen ymmärryksen kautta liiketoimintamallien strategisten komponenttien hankinta on saanut yhä lisää painoarvoa (Chesbrough & Rosenbloom, 2002; Wirtz, 2000). Myös he ajattelevat strategisen kehittämisen muuttaneen muotoaan innovatiivisempaan suuntaan. Poiketen perinteisestä strategia-ajattelusta he painottavat innovaatiointensiivistä ja ketterämpää kehityssuuntaa strategisessa kehittämisessä. (Wirtz, Pistoia, Ullrich & Göttel, 2016.)

Usein jopa riskialttiit innovaatiot ja niiden pohjalta uudelleen luodut liiketoimintamallit ovat ainoa mahdollisuus saavuttaa kestävää kilpailuetua.

Perinteisemmät tavat, kuten hidas kasvu tai jatkuva nykyisten toimintojen parantaminen, eivät riitä saavuttamaan huomattavaa ja kestäväää kilpailuetua. (Wirtz, Pistoia, Ullrich & Göttel, 2016). Myös Reeves, Haans ja Sinha (2015) puhuvat ketterän innovaatiokehittämisen puolesta osana strategista kehittämistä. Innovaatiokehitys ja sen nopea ja ketterä integrointi liiketoimintaan mahdollistaa kestävään kilpailuedun tavoittelun. (Reeves, Haans & Sinha, 2015).

Innovaatioiden ja uusien teknologiaratkaisujen merkitys osana strategista kehitystä on tiedostettu jo vuosikymmeniä sitten. Vuonna 1999 julkaistu teos *Rethinking Management Information System* kuvailee, kuinka informaation aikakaudella tulisi keskittyä nimenomaan implementoimaan ja hallitsemaan uusia teknologioita organisaation sisällä. Informaatioteknologian linkittäminen strategiaan on puhuttanut jo 80-luvun alkupuolella. Riskien ja niiden arvioinnin merkitystä korostetaan myös Currien ja Galliersin toimittamassa teoksessa (Currie & Galliers, 1998.)

Teknologioiden liittämistä osaksi strategista kehittämistä ei nähdä vain kilpailuedun tuottamisen kannalta kannattavaksi, vaan myös sidosryhmien sosiaalisen paineen ja ympäristön muutosten vuoksi välttämättömäksi. Dynaamisessa ympäristössä toimivien yritysten on välttämätöntä ottaa käyttöön ja jatkuvasti seurata uusia innovaatioita säilyttääkseen kilpailuasemansa sekä ylipäättään aseman markkinoilla. (Currie & Galliers, 1998.) Yleisesti strategisella kehityksellä pyritään takaamaan organisaatiolle parempi kilpailuasema ja tekemään organisaatiosta kestävämpi ja toimivampi. Ennen kaikkea tavoitellaan kilpailuetua ja taloudellista hyötyä.

Taloudellisesta näkökulmasta ja kestävään strategisen kehittämisen kannalta ketterä, innovatiivinen teknologian kehitys on todettu tärkeäksi. Kuten Voelpel, Leibold ja Tekie (2004) ovat tiivistäneet: jos haluaa saavuttaa kestäväää ja huomattavaa kilpailuetua muihin markkinoilla toimijoihin, ovat innovaatiot keskeisessä roolissa ja tärkeä kehityskohde. He osoittavat, että uusien innovaatioiden ja innovatiivisen strategisen kehityksen myötä kilpailuetua on mahdollista kasvattaa pysyvästi ja merkittävästi kilpailijoihin verrattuna. Uudet teknologiset innovaatiot tarjoavat aina mahdollisuuksia. (Voelpel, Leibold & Tekie, 2004.)

2.4 Yhteenveto

Strategisen kehittämisen suunnittelua voidaan toteuttaa lukuisilla tavoilla. Valitsin Porterin arvoketjumallin lähestymistavaksi tutkielmaani sen yksinkertaisuuden vuoksi. Arvoketjumalli jakaa liiketoimintaprosessit selkeästi ja helposti käsiteltäviksi. Tutkielman tarkoitus on yhdistää koneoppiminen eri liiketoimintaprosesseihin ja tässä Porterin arvoketjumalli yhdessä viiden kilpailuvoimamallin kanssa toimii hyvin. Teknologia-innovaatioiden ja tehokkuuden välisen merkityksen arviointia helpottaa

jakaa implementoinnit liiketoiminta-alueisiin. Tällöin voidaan vertailla prosessikohtaista tehokkuuden kasvua.

Luvussa neljä yhdistän eri liiketoimintaprosessien potentiaalia koneoppimisen integroinnin pohjalta ja tutkin erilaisia mahdollisuuksia, kuinka koneoppimista voidaan hyödyntää eri liiketoimintaprosesseissa. Luku neljä on ositettu Porterin arvoketjumallin mukaisesti liiketoimintaprosesseihin siten, että tuotantolinja sisältää Porterin arvoketjumallista logistiikkojen prosessit sekä tuotannon operaatiot. Logistiikat tutkielmani näkökulmasta eivät merkittävästi eroa toisistaan. Tuotantolinjan olen ottanut yhdeksi kokonaisuudeksi, jotta tutkielmani rakenne säilyy yksinkertaisena ja tiiviinä. Toisena liiketoimintaprosessina luvussa 4 on markkinoinnin toimenpiteet, jotka kattavat Porterin arvoketjumallista myynnin ja markkinoinnin prosessit. Viimeisenä liiketoimintaprosessikokonaisuutena käsitellään tukitoiminnot.

3 KONEOPPIMINEN

Koneoppiminen on tekoälyn alaluokka. Koneoppiminen tarkoittaa tekoälyjärjestelmää, joka kykenee jonkin tasoiseen oppimiseen joko esimerkkien ja ohjeistuksen kautta tai suoraan omasta kokemuksestaan ja tekemisestään. (Brooks, 1991.) Tässä luvussa ensin käsitellään koneoppimisen taustaa ja koneoppimisen toimintatapaa. Tarkoituksena on avata koneoppimisen käsitettä sekä kuvailla, mihin sen toiminta perustuu. Tämän jälkeen käsitellään koneoppimisen käsitettä käytännössä ja esittelen muutaman tutkimuksen tuloksineen havainnollistamaan koneoppimisen potentiaalia eri konteksteissa.

3.1 Koneoppimisen tausta

Tekoälyä on tutkittu jo pitkään ja se on käsitteenä hyvin laaja ja vaikeasti rajattavissa. Tämä johtuu siitä, että tekoälyjärjestelmiä on lukuisia erilaisia, joista toiset ovat älykkäämpiä kuin toiset. Yksi tekoälyjärjestelmän alakategoria on koneoppiminen, joka on älykkäästi oppiva tekoälyjärjestelmä. Koneoppiminen vastaa älykkäitä järjestelmiä, jollaisiksi tekoälyjärjestelmät usein mielletään. Koneoppimista on tutkittu jo vuosikymmenien ajan, mutta vasta lähivuosina koneoppivia järjestelmiä on ryhdytty laajemmin hyödyntämään erilaisiin tarkoituksiin eri toimialoilla. (Brooks, 1991; Monostori, 2003.)

Tekoälyä ja koneoppimista on tutkittu jo 50-luvulta saakka, tosin hyvin abstraktilla tasolla. Tekoälyn tutkiminen omana elementtinään vakiintui 90-luvulla, jolloin ensimmäisiä varsinaisia tekoälyjärjestelmiä valmistettiin. Tekoälyjärjestelmiä ja koneoppimista on kehitetty jatkuvasti siitä saakka ja uusia kehittyneempiä ja kykenevämpiä järjestelmiä tuotetaan markkinoille jatkuvasti. Suomalainen koneoppimisen tutkija Kohonen teki läpimurron itsejärjestäytyvästä kartasta 80-luvulla. (Kohonen, 1990.)

Koneoppimisen on nähty vastaavan yleistä käsitystä oppimisesta esimerkiksi vastaamalla tapoja, joilla eläimet oppivat. Koneen oppiminen tukeutuu muistiin ja ennalta koettuun ja oivallettuun tilanteeseen. Kone voi oppia vastaavasti oman tekemisensä ja kokemustensa kautta. Haasteelliseksi oppimisen tekevät poikkeukset ja hyvä- ja huonolaatuinen oppiminen. Huonolaatuisella tai negatiivisella oppimisella tarkoitetaan tilannetta, jossa kone oppii, mutta se oppii väärä asioita. Negatiivinen oppiminen heikentää koneoppivan järjestelmän potentiaalia ja voi aiheuttaa negatiivisia vaikutuksia. Arvaamattomissa tilanteissa oppiminen tulos voi olla toivottua heikompaa. (Shalev-Shwartz & Ben-David, 2014., 1-3)

Kone voi oppia ennalta määritettyjen esimerkkien avulla eli ohjatusti. Tämän kaltaisia koneoppimisjärjestelmiä ovat muun muassa puheentoistojärjestelmät. Koneen on mahdollista oppia myös ohjaamattomasti eli ilman ennalta määriteltyjä elementtejä. Kohosen itsejärjestäytyvä kartta on tästä hyvä esimerkki. Lisäksi kone voi oppia vahvistetun oppimisen tavalla, jolloin se vaatii ulkoista ohjausta, mutta kykenee omatoimisesti päätelmien tekemiseen. (Kohonen, 1990; Kaski, Honkela, Lagus, & Kohonen, 1998.)

Monostorin (2003, 2) tutkimus tukee ajatusta koneoppimisen kolmijakoisuudesta. Hän jakaa oppimisen ohjattuun, vahvistettuun ja ohjaamattomaan oppimiseen kuten Kohonenkin. Ohjattussa oppimisessa kone vastaa opettajan esittämään kysymykseen sille opettajien esimerkkien avulla, kun taas vahvistettu oppiminen vaatii vähemmän palautetta, sillä toimintoa ei ole ohjattu opettajan toimesta vaan ainoastaan valitun toiminnan arviointi on opettajan antamaa. Kolmas oppimisen muoto, ohjaamaton oppiminen, ei sisällä lainkaan opettajaa tai opettajan palautetta vaan kone toimii täysin itsenäisesti. (Monostori, 2003, 2.)

3.2 Koneoppiminen käytännössä

Evoluution myötä nykyihminen on muovautunut miljardien vuosien kuluessa olennoiksi, jollaisia nyt olemme. Evoluution kehittämät ihmisaivot toimivat koneoppimisen pohjana. Koneoppiminen pohjautuu siis pääosin ihmisen tapaan oppia. Koneoppimisen periaatteet ovat jo 80-luvun loppupuolelta tukeutuneet kognitiotieteisiin ja inspiroituneet luonnon ennustamattomuudesta ja luonnon mekanismeista. Useat tutkimukset ovat hahmotelleet mekaniikan, filosofian ja geeniteknologian kytkemistä koneoppimisen kehittämiseen. (Goldberg, & Holland, 1988, 95-96.)

Tekoälyn määrittelemisessä käytettävien algoritmien määrittäminen ja hallinta riippuu vahvasti koneen käyttöympäristöstä. Erilaisia tapoja jäsenellä algoritmeja ovat muun muassa päätöspuut, matemaattiset funktiot ja ohjelmointikielet. (Jordan & Mitchell 2015, 255.) Kuten Domingos (2012) artikkelissa toteaa, on koneoppimisen muotoja lukuisia. Hän esittelee esimerkiksi luokittelumuotoinen koneoppimisen, joka

on järjestelmä, joka tavanomaisesti lisää irrallisia vektoreita ja/tai jatkuvia ominaisarvoja ja tulostaa yhden erillisen luokka-arvon. (Domingos, 2012.)

Koneoppimisen tavallisin taso on ohjelma, joka hakee kehitysmetodeita tietokoneille ja parantaa niiden suoritusnopeutta tietoaaineistoja osittamalla. Tästä tyypillisenä esimerkkinä toimivat tehtävät, kuten tavallisten havaintojen tekeminen itseohjautuvista autoista, potilaitten geenimallien luokittelu alatyyppeihin kliinisissä tuloksissa tai englanninkielisten lauseiden kääntäminen ranskaksi. Mahdollisuuksien kirjo on kuitenkin laaja. Myös muun muassa optimointi, päätöksenteon tehtävät sekä datan tiivistäminen ja automaattisen datan erottaminen suuremmista kokonaisuuksista ovat koneoppimisen perustehtäviä. (Ghahramani, 2015, 452.)

Valvotut eli ohjatun oppimisen menetelmät toimivat merkittyjen esimerkkien avulla ja mitä käytetään ennustamaan ennalta merkitsemättömiä esimerkkejä, kun taas ohjaamattomien menetelmien tarkoitus on löytää tietoaaineiston rakenne käyttämättä apuna ennalta merkittyjä esimerkkejä. (Libbrecht & Noble, 2015, 322). Koneoppimisen yleisin ja tunnetuin muoto on valvottujen menetelmien käyttö. Tällöin kone oppii sen, mitä sille on opetettu, mutta itsenäinen kehittyminen ei ole yhtä huomattavaa toisin kuin ohjaamattomien menetelmien käytössä. (Kaski, Honkela, Lagus, & Kohonen, 1998.)

Kohosen (1990) ideoima itsejärjestäytyvä tai itseorganisoituva kartta on ollut yksi merkittävistä ohjaamattoman koneoppimisen innovaatioista. Itsejärjestäytyvä kartta kehitettiin 80-luvulla ja se on poikunut monia uusia tutkimuksia ja herättänyt laajasti kiinnostusta maailmanlaajuisesti. Itsejärjestäytyvä kartta pohjautuu neurobiologiaan ja toimii mukailen ihmisen aivoja ja niiden käyttäytymistä ja tiedon kulkua hermostoissa. Itsejärjestäytyvää karttaa on hyödynnetty laajalti ympäri maailmaa erilaisiin tarkoituksiin ja se on yksi ensimmäisistä ohjaamattoman koneoppimisen innovaatioista. (Kohonen, 1990; Kaski, Honkela, Lagus, & Kohonen, 1998.)

Iseorganisoituva kartta toimii siten, että siinä yhdistyy tilastolliset yhteydet moniulotteiseen datajoukon alkioihin muuntaen nämä yksinkertaisiksi geometrisiksi suhteiksi. Tästä muodostuu kaksiulotteinen kartta, jossa näkyy alkioiden ja tilaston yhtyminen. Tarkoituksena on tuoda abstraktinen sisältö ymmärrettävään karttamaiseen muotoon. Itsejärjestäytyvää karttaa voidaan hyödyntää muun muassa koneellisessa puheentuotannossa, hahmontunnistuksessa sekä semanttisenverkon luonnissa. (Kohonen, 1990; Kaski, Honkela, Lagus, & Kohonen, 1998.) Semanttista verkkoa voidaan hyödyntää laaja-alaiseen tiedon jakamiseen ja sovellusrajoja rikkovaan tiedon uudelleenkäyttämiseen. Semanttinen verkko voi luoda merkityksellistä rakennetta verkkosivuille. Älykästä semanttista verkkoa voidaan hyödyntää myös liiketoiminnassa. (Berners-Lee, Hendler, & Lassila, 2001.)

Kasvojentunnistus on yksi yleisimmistä ohjaamattoman koneoppimisen ohjelmista. Bottoun (2014, 135) tutkimuksessa esittelee ongelman, jossa tekoälyn tulisi tunnistaa kasvoja. Ongelmana on, miten kone toimii, kun sille näytetään saman henkilön kasvoja, joista toiset ovat fyysisesti esillä ja toiset pikseleinä näyttöruudulla. Mikäli kone oppii erottamaan ihmiskasvot ja digitaaliset kasvot toisistaan, on koneen kyky analysoida dataa toivotulla tasolla. Ratkaisuna koneen kasvojentunnistukseen todetaan olevan algoritmisysteemi, joka määrittää operaatiot ja niiden syötteen tiettyyn

tilaan ja tuottaa samaan tilaan näiden tuotokset, jolloin mahdolliset tuotantoketjut ja niiden syvyys muodostavat jatkumon. (Bottou, 2014, 135.)

Koneoppivien järjestelmien algoritmit ovat monimutkaisia ja tuottavat usein haasteita. Vaikka oppimisalgoritmien tuottaminen on haasteellista, niiden on huomattu olevan hyvin moniulotteisia ja soveltuvan erilaisiin tilanteisiin. Algoritmi, joka käsittelee pientä syötettä, voi tuottaa moninkertaisen tuotoksen. (Domingos, 2012.) Myös Bottou (2014) Grigori ym. (2004) sekä Libbrecht ja Noble (2015) puoltavat algoritmien haasteista ja hyödyistä yhtenevästi. (Bottou 2014; Grigori, Casati, Castellanos, Dayal, Sayal & Shan 2004; Libbrecht & Noble, 2015.)

Seuraavassa luvussa yhdistän aikaisempien lukujen keskeisimmät teemat. Yhdistän koneoppimisen Porterin arvoketjumallin eri liiketoimintaprosesseihin ja tarkastelen kehitysmahdollisuuksia ja kilpailuedun lähteitä koneoppimisen integroimisella liiketoimintaprosesseihin. Viimeisessä alaluvussa on yhtyeenkokoava taulukko kuvaamassa keskeisimpiä johtopäätöksiä.

4 KONEOPPIMINEN LIKETOIMINTAPROSESSEISSA JA NIIDEN KEHITTÄMINEN

Koneoppivien järjestelmien kehitysmahdollisuudet ovat lähes rajattomat. Tämän vuoksi keskityn tutkielmassa seuraaviin kehityssuuntauksiin: koneoppiminen osana prosessien kehittämistä ja koneoppimisen teknologiainnovaatioiden hyödyntämiseen strategisessa kehittämisessä. Näiden kehityssuuntausten avulla voidaan tarkastella mahdollisuuksia kasvattaa kilpailuetua ja sen vaikutuksia kilpailuasemaan.

Asiakkaiden hankinta ja heistä kiinni pitäminen vaatii yritykseltä korkealaatuisia palveluita, joiden laatu on taattua, pysyvää ja ennustettavaa. Kuten asiakkaiden myös liikekumppaneiden vuoksi laadun tulee olla taattua ja pysyvää. Liiketoimintaprosesseista tulee karsia pois kaikki mahdollisia laatuvirheitä tuottavat vaiheet. Automatisoitujen prosessien kannalta tähän on muutamia päätelmiä. Esimerkiksi oikeanlainen liiketoimintaprosessien suunnittelu ja käyttöönotto tulisi olla tuettu järjestelmällä, joka voi toteuttaa työkuorman tavoitteet prosessien voimavarojen niin ihmis- kuin automatisoitujen resurssien suoriutumisasajan puitteissa. Liiketoimintaprosesseihin liittyvä tutkimustyö on keskittynyt pääasiassa kehittämään uusia prosessimalleja ja prosessien automaatiotekniikkaan, minkä vuoksi tutkimustuloksia prosessianalyyseista, ennustettavuudesta ja optimoinnista on vähäisesti. (Grigori, Casati, Castellanos, Dayal, Sayal & Shan, 2004.) Viimeiseksi mainitut ovat kuitenkin keskeisessä roolissa liiketoimintaprosessien tekoälyratkaisuja tutkittaessa.

Tässä luvussa käsittelen Porterin arvoketjumallin eri osia ja koneoppimisen integroimista kyseisiin prosesseihin. Luvussa olen jakanut Porterin kuvaamat prosessit kolmeen lukuun: Tuotannonolinjaan, joka sisältää tuotannon operaatiot ja logistiikan, markkinoinnin prosesseihin sekä tukitoimintoihin. Keskeisimmät johtopäätökset kuvataan viimeisessä alaluvussa.

4.1 Koneoppiminen tuotantolinjassa

Tuotantolinja sisältää Porterin arvoketjumallista tulo- ja lähtölogistiikan sekä tuotannon operaatiot. Tutkielmassani tuotantolinjaa käsitellään yhtenä kokonaisuutena, sillä logistiikkojen käsittely erikseen suurempana kokonaisuutena ei toisi varsinaista lisäarvoa tutkielmaan. Tuotantolinjaa kehittäessä keskeistä on laadunhallinta ja prosessien tehokkuuden kasvattaminen. Tässä luvussa käsitellään tuotannon operaatioita ja logistiikkaa sekä laadunhallinnan merkitystä näissä prosesseissa.

4.1.1 Koneoppiminen osana laadunhallintaa

Laadunhallinta kytkeytyy vahvasti tulo- ja lähtölogistiikkaan sekä tuotannonoperaatioihin. Integroimalla koneoppimisen osaksi logistiikan ja sen suunnittelun vaiheita tai osaksi koko tuotantolinjaa voidaan välttyä inhimillisiltä virheiltä. Laadunhallinnan kannalta on oleellista estää laatuvirheiden päätyminen tuotteen loppukuluttajalle. Suurimmat kustannustappiot syntyvät ulkoisista laatuvirheistä, koska ne voivat vahingoittaa organisaation imagoa ja mainetta. Taloudellisesti kannattavinta on pyrkiä pitämään laatuvirheet organisaation sisäisinä ja tehdä korjaavat toimenpiteet mahdollisimman aikaisin. (Puusa, Reijonen, Juuti & Laukkanen, 2014.)

Laadunhallinta voi käsitteenä olla subjektiivinen, mutta sitä voidaan selittää laadunhallinta-attribuuteilla, jotka sisältävät määritelmät laadun ulottuvuuksista ja tekijöistä. Laatu toteutuu, kun sille määritellyt vaatimukset toteutuvat. Laadunhallinta sisältää kuluttajien laatuodotuksista kuin myös työntekijöiltä odotetusta laadusta. Usein myös työntekijän aikaisempi työn laatu ja maine vaikuttaa siihen, millaista laatua häneltä odotetaan tuottavan. (Allahbakhsh ym., 2013, 77.) Koneoppivat järjestelmät voivat minimoida työntekijöihin kohdistuvan laatuodotusten eroja ja taata työntekijöiden kesken yhtäläisiä laatuodotuksia. Koneoppivan järjestelmän kohdalla tällaiset laatuvirhearviot vähenisivät. Myös liiketoimintaprosessien sisäiset laatuvirheet voidaan minimoida koneoppivilla järjestelmillä. Ihmiset tekevät inhimillisiä virheitä ja virhearvioinnit voivat olla puutteellisia. Jatkuvasti kehittyvä järjestelmä kykenisi – toisin kuin ihminen – ehkäisemään prosessin sisällä tapahtuvia virheitä, jotka ovat taloudellisesti vähemmän haitallisia organisaatiolle kuin organisaation ulkopuolella havaitut laatuvirheet. Esimerkiksi koneoppiva suositusjärjestelmä voi tarjota tarkempia ja tärkeämpiä suosituksia virheiden korjaamiseksi (Allahbakhsh ym., 2013).

Laadunhallinta osana tuotannon operaatioiden tehostamista vaikuttaa nykyiseen kilpailutilanteeseen parantaen yrityksen nykyistä asemaa. Mahdollisten uusien tulokkaiden uhka myös pienenee, sillä teknologian kehittäminen ja käyttöönotto pienentää mahdollisuutta uusien tulokkaiden saapumista markkinoille uusimmilla teknologiainnovaatioilla.

4.1.2 Koneoppiminen tuotannon operaatioissa

Tuotannon operaatioissa on perinteisesti käytetty ihmisvoimaa. Vielä 2010-luvulla muun muassa vaateteollisuus pohjautui hyvin vahvasti halpamaiden ihmistyövoimaan tehdastyössä. Useimmat metalli- ja pienelektroniikka-alan yritykset hyödyntävät tehdasteknologiaa ja massiivisia laitteistoja. Laitteistot eivät kuitenkaan ole vielä älykkäitä eivätkä kykene yhtä monipuoliseen työskentelyyn kuin ihminen. Siksi pälaaduntarkistuksen hoitaa usein vielä ihminen. Älykkäiden laitteiden hyödyntäminen teollisuuden prosesseissa ei kuitenkaan ole uusi ajatus. Kuitenkin muun muassa autoteollisuudessa laitteet ovat olleet osa tuotantoa jo pitkään ja näiden laitteiden koetaan olevan jo osaltaan tekoälyisiä, mutta eivät kuitenkaan lukeudu vielä ohjaamattomaan koneoppimiseen.

Älykkäitä tuotannonjärjestelmiä ennustivat Hatvany ja Nemesin jo vuonna 1978 (Hatvany & Nemes, 1978). Toisessa varhaisessa tutkimuksessa, jota pidetään jokseenkin merkkipaaluna, älykkäiden tuotantojärjestelmien julistettiin olevan seuraavan ikäpolven tuotantojärjestelmiä, jotka hyödyntävät tekoälyn tutkimuksista saatuja tuloksia. Näiden odotettiin ratkaisevan ennenkuulumattomia ja arvaamattomia perustason ongelmia epätäydellisyydestä ja epätarkasta informaatiosta tietyissä rajoissa (Hatvany, 1983). Monostori (2003) nostaa esille haasteita, joita tuotannon prosessien monimutkaisuus voi aiheuttaa. Tällaisia haasteita ovat muun muassa prosessien kontrollointi ja tehokkuuden monitorointi. Erilaiset älykkäiden järjestelmien lähestymistavat sisältävät sekä tietokoneen arkkitehtuurin rakentumista että potentiaalisten kykyjen prosessoimista. Usein tällaiset järjestelmät matkivat ihmisen neurohermoston ominaisuuksia. Tämän vuoksi teknologiaa, joka pyrkii saavuttamaan kyseessä olevia tuloksia, kutsutaan neuraalisiksi tietokoneiksi tai keinotekoiseksi neuroverkostoksi. (Monostori, 2003, 1-2.)

Jo ennen 2000-luvun alkua useita eri tekniikoita on koetettu integroida tuotannon asiantuntijajärjestelmiin ja keinotekoisii neuroverkostoihin. Kokeilut ovat jakautuneet sekä itsenäisiin malleihin, kuten muutoksellisiin, löyhästi ja tiiviisti kytkettyihin malleihin, että täysin integroituihin asiantuntijajärjestelmiin tai neuroverkkomalleihin. Älykkäitä tuotantojärjestelmiä tarkasteltaessa tärkeäksi lähestymistavaksi nousee "täysi-integroidut" järjestelmät eli sekä neuraalisten että fuzzy-tekniikoiden yhdistelemistä ja integroimista tuotantojärjestelmiin. (Monostori, 2003, 2.)

Monostorin tutkimuksessa tuotannon operaatioihin liitetyillä koneoppivilla järjestelmillä oli muun muassa yksi yhteinen tekijä: oppimisagentti. Oppimisagentti voidaan hahmotella yhdeksi järjestelmänosaksi, jolla on useita moduuleita. Se voi olla esimerkiksi toimiva moduuli (acting module), joka tallentaa sekä ulkoisen maailman syötteitä että omaa asemaansa ja valitsee agentin ulkoiset toiminnot. Oppimismoduuli tehostaa toimivan moduulin toimintoja. Oppimisprosessia voidaan avustaa kriittisen moduulin kautta. Moduuli asettaa ulkoisia toimintostrandardeja ja ongelmia generaattorimoduulilla, joka ehdottaa tarkkaan harkittuja tutkimustoimintoja, jolla tehdään agentin näkökulmasta entistä sopivamman ja asianmukaisemman. (Monostori, 2003.)

Monostorin tutkimuksessa värähtelymittauksella mitattiin tuotantokoneiston toiminnallisuutta. Tutkimus osoittaa, että koneoppivilla järjestelmillä värähdysmittauksissa havaittiin positiivista muutosta tehokkuudessa. (Monistori, 2003, 3).

Yleisimpiä kehittyneiden järjestelmien pääpiirteitä olivat tutkimuksen mukaan:

- Moduulit, hahmotuskyky, multiproessorirakenne
- Kyky mitata ja prosessoida suhteellisesti suuria rakenteita ja digitaalisia signaaleja
- Valmius mitattujen signaalien syvälliseen esikäntämiseen sisältäen toisteisuuden analysoinnissa
- Kyky tehdä monimutkaisia moniparametrisiä päätöksiä
- Esikäntäjien moninaisuus sekä päätöksenteon algortimien moninaisuus

Nämä tekijät yhdistävät järjestelmiä, joilla on saatu parhaita tuloksia koneoppimisen yhdistämisestä tuotannon prosesseihin (Monistori, 2003, 3). Hahmontuntunnistus on alue, jossa ANN:stä (artificial neural networks ANNs) eli keinotekoisesta neuroverkosta on huomattu olevan potentiaalisimmin hyödyä käytännön sovelluksissa. Ottaen huomioon muut suositut neuroverkkojen ominaisuudet, esimerkiksi rinnakkaisuuden, kestävyuden ja tiiviyn, tätä tekniikkaa voidaan käyttää edistyksekkäästi myös eri alojen tuotantoporsesseissa. (Monistori, 2003, 3)

Vertailtaessa eri lähestymistapoja havaittiin, että paras yleistyskyky kykeni esimerkiksi suodattamaan häiritsevät efektit vaihtelevista prosesseista ja generoimaan tuloksia. Yleistyskyvyllä tutkimuksessa tarkoitetaan neuroverkoston suorituskykyä harjoittelujakson aikana, milloin mallien toiminta ja prosessiparametreilla täydennettyjen neuroverkosten panokset olivat tarkastelun kohteena. (Monistori, 2003, 5.)

Jo vuonna 2000-luvun alussa tehdyt tutkimukset puoltavat koneoppimisen hyötyjä tuotannon prosessien tehostamisessa. Tutkimus osoittaa, että jo näillä pienillä kontrolloinnin ja monitoroinnin älyllistämällä järjestelmillä kasvatetaan tehokkuutta ja potentiaalisesti myös kilpailuetua. Nykyaikaisemmilla laitteistoilla ja ohjelmistoilla aikaansaadaan kilpailuetua ja tällaisen teknologian integrointi tuotannon prosesseihin on strategisen kehityksen kannalta olennaista. Tehostetuilla tuotannon prosesseilla voidaan taata parempaa laatua ja tehokkaampaa ajankäyttöä. Porterin viidestä kilpailuvoimasta tuotannon operaatioiden tehostaminen vaikuttaa nykyiseen kilpailuasetelmaan parantaen yrityksen asemaa ja myös mahdollisten uusien kilpailijoiden uhkaa.

4.1.3 Koneoppiminen logistiikassa

Logistiikka on tärkeä osa tuotantolinjaa. Logistiikkaan linkittyy keskeisesti toimitusketjun osat. Selvimmin logistiikassa näkyvillä olevat osat ovat tulo- ja lähtölogistiikka, jotka vaativat lähestulkoon poikkeuksetta yhteistyökumppaneita ja sisältää erilaisia sidosryhmiä. Logistiikan järjestäminen vaatii kuljetusvälineitä ja niiden reittien varaamista ja suunnittelua ennakkoon.

Kuten Burns (2013) esittää artikkelissaan, jatkuvasti kehittyvät itseohjautuvat autot mahdollistaisivat turvallisemman ja tehokkaamman liikenteen kulun. Muun muassa Google, BMW ja Volvo kehittävät itseohjautuvia autoja ja niiden algoritmeja jatkuvasti paremmiksi ja sopivammiksi yhteiskuntaan. Tutkimus osoittaa, että itseohjautuvilla autoilla säästetään kustannuksissa ja vahingonkorvauksissa parantuneen turvallisuuden ansiosta. (Burns, 2013, 181–182.) Myös logistiikassa itseohjaavat autot ja jaetut resurssit voivat luoda kustannustehokkuutta sekä minimoida onnettomuusriskejä. Tietysti ajankohtaiseksi aiheeksi noussut huoli itseohjautuvien autojen algoritmeista hidastaa koneoppivien kuljetusneuvojen käyttöönottoa logistiikassa. Muun muassa tietojenkäsittelyn ammattilehti Tivi on julkaissut useita artikkeleita itseajavien autojen uhista ja mahdollisuuksista.

Itse kulkuneuvojen lisäksi logistiikan järjestämisen kannalta erilaiset varausjärjestelmät ja sidosryhmien välinen kommunikointi on ensisijaisen tärkeää. Hartmann (1998) käsittelee tutkimuksessaan, kuinka projektien aikataulutusta ja suunnittelua voidaan tehostaa koneoppimisella. Tutkimus on julkaistu ennen 2000-lukua, minkä vuoksi se antaa kyllä hyvän pohjan muun muassa koneoppimisen käyttämiseen logistiikkasuunnittelun apuna, mutta ei esittele tuoreita tuloksia aiheesta. Tulokset osoittavat, että jo vuonna 1998 on saatu aikaan tehokas projekti aikataulutushjelma koneoppimisen algoritmeista.

Projektien aikataulusuunnitteluohjelmia voisi hyödyntää myös logistiikan suunnittelussa. Tämän vuoksi koneoppiva aikataulutussjärjestelmä voisi potentiaalisesti minimoida kustannuksia ja onnistua täyttämään aikataulut tasaisemmin, kuin ihminen. Toimiakseen aikataulun suunnitteluohjelma täytyisi olla integroituna jokaisen sidosryhmän järjestelmään, mikä toisaalta voi hankaloitua lakisääteisistä syistä. Yrityksen hallitessa logistisia toimia se pienentää toimittajien neuvotteluvoimaa, mikäli he eivät voi tarjota enää tehokkaampia toimitusratkaisuja ja toiminta on läpinäkyvää. Ennen kaikkea logistiikan hallinta parantaa yrityksen nykyistä kilpailuasemaa.

Toimitus- ja jakeluketjun johtaminen on myös tärkeä osa logistiikkaa. Paneudun toimitusketjun kokonaisvaltaisempaan hallintaan ja sen tuomiin hyötyihin vasta myöhemmin luvussa 4.2. Logistiikan näkökulmasta jakeluketju sisältää kaikki ne eri toimijat ja sidosryhmät, joiden kautta tuote saadaan raaka-aineesta valmiina tuotteena loppuasiakkaalle. (Carbonneau, Laframboise, & Vahidov, 2008; Kim, Kim, Hong, & Kwon, 2008; Piramuthu, 2005a, 2005b)

4.2 Markkinoinnin optimointi koneoppimisen avulla

Porterin arvoketjumallin myynti- ja markkinointitoiminnot ovat merkittävä osa organisaation kilpailukyvyn rakentumisessa. Usein markkinointi vaatii runsaasti tiedonkeruuta, asiakassuhdehallintaa, tiedon analysointia ja markkinointitoimenpiteiden valikointia ja kohdistamista.

Muun muassa Netflix-sovelluksessa käytössä oleva suositusjärjestelmä oppii käyttäjänsä mieltymyksiä seuraamalla, mitä sarjoja käyttäjä katsoo ja näin suositusjärjestelmä osaa ehdottaa seuraavaksi samankaltaisia sarjoja katsottavaksi. (Domingos, 2012, 85.) Vastaavasti mieltymysten seuraamista ja suositusjärjestelmää voidaan hyödyntää laajemmin markkinoinnin optimoinnissa ja mainonnassa. Optimaalinen mainonta ja markkinointi tavoittavat oikeat kohderyhmät oikeilla tavoilla ja relevanteilla sisällöillä.

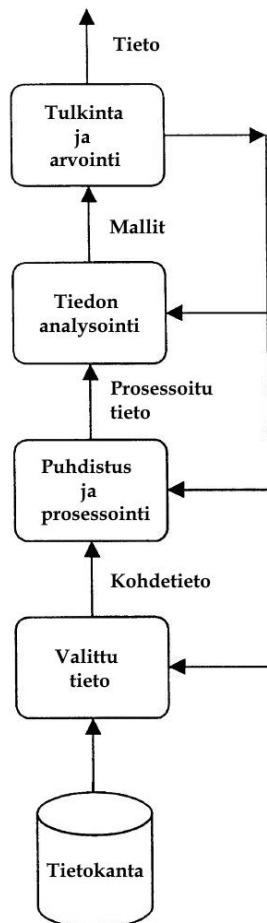
Kasvava kiinnostus tiedon louhintaan (data mining) ja historiallisen tietoaaineiston käyttämisestä selvittämään säännöllisyyttä ja vahvistamaan tulevaisuuden päätöksentekoa ovat saaneet aikaan nykypäiväisiä trendejä. Tällaisia trendejä ovat muun muassa suurten tietovarastojen laitteistokustannusten hallinta ja useiden verkkolähteiden välisen tiedonkeruun helppokäyttöisyyden parantaminen, robottitekniikan kehittäminen ja koneoppimisen algoritmien tiedon prosessointi tehokkuuden parantaminen, laskentatehon kulujen hallinta sekä tietokoneellisesti intensiivisten metodien käyttö tiedon analysoinnissa. Tiedon rikastuksen ja edistyneen tiedon analysoinnin parissa on saatu jo hyviä tutkimustuloksia liittyen koneoppimisen hyödyntämiseen tiedonkeruussa, sen analysoinnissa ja tiedonrikastuksessa, muun muassa tuotannon prosessien optimoinnissa. Tämä on myös johtanut uusien tieteellisten kysymysten äärelle siitä, miten koneet voisivat oppia automaattisesti omasta kokemuksestaan. (Mitchell, 1999, 32.)

Tiedon rikastus eli tiedon seulominen tietokannoista on prosessi, jossa löydetään tietokannoista kiinnostavat ja hyödylliset mallit päätöksenteon tueksi. Tiedon rikastus tarjoaa merkittävää kilpailuetua organisaatiolle suurten tietovarastojen potentiaalinen kartoittamisella. Tiedon rikastus tuottaa tärkeää liiketoimintatietoa ja tiedon seulomiseen on kehitelty algoritmeja. Usein järjestelmien ja tietokantojen ylläpidossa ovat osoittautuneet ongelmaksi tietokantojen sisältämä epärelevantti tai puuttuva tieto. Edellä mainitut ovat ongelmallisia esimerkiksi asiakasrekistereissä. (Bose & Mahapatra, 2001, 212.) Tämä korreloi suoraan markkinointitoimenpiteiden kanssa. Kohdennetussa markkinoinnissa on erittäin tärkeää, että markkinointi pohjautuu relevanttiin tietoon. Mikäli koneoppiva järjestelmä kykenee käsittelemään monimuotoista dataa, on se hyödyllisempi tiedonrikastuksen kannalta kuin järjestelmä, joka kykenee vain yksipuolisen datan käsittelyyn (Bose & Mahapatra, 2001).

Markkinoinnissa keskeistä on tiedon keruu, tiedon analysointi ja tiedon louhinta ja rikastus. Kohdistettu markkinointi pohjautuu asiakkaista kerättyyn data-aineistoon, jota jatkuvasti muokataan ja kehitetään. Tiedon louhinnalla pyritään löytämään uusia mielenkiintoisia piirteitä ja yhteneväisyyksiä jo olemassa olevasta tietoaaineistosta.

Louhinnalla ja rikastamisella myös löydetään olennainen tieto suurista massoista ja pyritään karsimaan turha aineisto, kuten duplikaatit. Tiedonlouhintaprosessikaaviota voidaan siis hyödyntää myös markkinointianalytiikassa ja markkinointitoimenpiteitä valitessa (Bose & Mahapatra, 2001, 218).

Kuviossa 2 esitetään tiedonlouhintaprosessi kaaviona. Tiedonlouhinta alkaa olemassaolevasta tietokannasta (database), josta siirrytään tiedon valikointiin. Kun tietokannasta on valittu kiinnostava kohdetieto, lähdetään sitä siivoamaan ja prosessoimaan. Prosessoinnin tarkoitus on pilkkoa tieto osiin ja valikoida validit ja kiinnostavat, potentiaaliset kohteet. Prosessoinnin jälkeen prosessoitua dataa analysoidaan. Analysoinnin tarkoitus on selvittää, mitä mahdollisuuksia prosessoitu data organisaatiolle tarjoaa. Tämän jälkeen potentiaalista tietoa tulkitaan ja tarkastellaan, minkä jälkeen aikaisemmat toimenpiteet voidaan tarvittaessa toistaa. Tiedonlouhinnan prosessin tarkoitus on siis löytää olemassa olevasta tietokannasta uusia näkökulmia ja potentiaalisia kehityskohteita. (Bose & Mahapatra, 2001, 121.) Esimerkiksi asiakasrekisterin ja aikaisemman ostokäyttäytymisen tietokannasta voidaan tiedonlouhinnalla selvittää uusia potentiaalisia myyntituotteita tai myyntikanavia asiakkaalle.



KUVIO 3 Tiedonlouhintaprosessi (Bose & Mahapatra, 2001, 212)

Tiedonlouhintaprosessiin liitetty koneoppiminen voisi säästää aikaa ja resursseja. Koneoppivat järjestelmät ovat jo kehittyneet analyysien tekemiseen ja tiedonlouhintaan. Omasta toiminnastaan ja kokemuksistaan oppiva järjestelmä voi louhia tietoa ja löytää duplikaatteja ja poistaa näitä tarvittaessa. Koneoppiva järjestelmä voi myös tehdä itsenäisesti analyyseja ja valikoida parhaat tavat lähestyä tiettyä asiakasta. Muun muassa sosiaalisen median parissa käyttäytymistä – tuotteiden tilausta ja mainoksien klikkauksia seuraamalla – järjestelmä voi valikoida osuvimmat tavat lähestyä asiakasta ja tarjota parhaita mahdollisia palveluita ja tuotteita kyseiselle asiakkaalle. (Bose & Mahapatra, 2001, 218.)

Internetissä olevat mainokset saatetaan kokea ärsyttävinä ja häiritsevinä. Koneoppiva järjestelmä voisi suuren datamassan hallinnan ja louhinnan avulla pyrkiä etsimään mahdollisimman vähän häiritsevän tavan markkinoida organisaation palveluita ja tuotteita. Usein henkilöresurssit eivät riitä näin yksityiskohtaiseen analysointiin ja markkinointimenetelmien valikointiin. Koneoppiva järjestelmä voi tarjota kustannustehokkaan ja ketterän (agile) toimintatavan markkinointiin. (Sundsøy, Bjelland, Iqbal & de Montjoye, 2014)

Markkinoinnin toimenpiteet voivat heikentää hieman ostajien neuvotteluvoimaa ja korvaavien tuotteiden uhkaa, mikäli yritys kykenee horjuttamaan täydellisten markkinoiden läpinäkyvyyttä ja ostajien informaation saantia muista palveluntarjoajista. Nykyisen kilpailuaseman ja uusien tulokkaiden uhan minimointi on myös keskeisessä roolissa markkinoinnin toimenpiteitä tehostamisessa.

4.3 Koneoppiminen osana tukitoimintoja

Porterin arvoketjumallissa tukitoiminnoiksi on nimetty yrityksen infrastruktuuri, inhimillisten voimavarojen hallinta, tekniikan kehittäminen ja hankinta. Yleisesti tukitoiminnot tukevat nimensä mukaisesti organisaation perustoimintoja. Tukitoiminnot eivät siis ole välttämättömiä kuten perustoiminnot, mutta tukitoiminnot ovat useinkin avain menestykseen ja tapa luoda kilpailuetua. Tukitoimintoja kehittämällä voidaan lähinnä parantaa nykyiseen kilpailuasemaan sekä minimoida uusien tulokkaiden uhkaa. Välillisesti voidaan myös vaikuttaa korvaavien tuotteiden uhkaan ja tavarantoimittajien sekä ostajien neuvotteluvoimaan.

Tässä kappaleessa käsittelen tarkemmin erilaisia tukitoimintoja ja kuinka niissä voidaan hyödyntää koneoppimista kilpailuedun luomiseksi. Tarkastelen tarkemmin tukitoiminnoista toimitusketjun hallintaa, joka vastaa infrastruktuuriin kysymyksiin. Tämän lisäksi tarkastelen inhimillisten voimavarojen hallintaa eli lähinnä tiedon hallintaa sekä hiljaisen tiedon hallintaa. Viimeiseksi keskityn innovatiiviseen tekniikan kehittämiseen.

4.3.1 Toimitusketjun hallinta

Toimitusketju kattaa kaikki sidosryhmät, jotka ovat osana tuotteen toimittamista. Toimitus- ja jakeluketjut ovat nykypäivänä laajoja ja monimutkaisia, minkä vuoksi niiden hallinta on tärkeää organisaation liiketoiminnalle. Toimituksien ennustettavuus ja muutoksiin varautuminen on huomattu tärkeäksi kilpailuedun lähteeksi jo 2000-luvun alkupuolella. Carbonneau, Laframboise ja Vahidov esittelevät kuusi tärkeää ominaisuutta, jotka kytkeytyvät toimintaketjuun ja sen etuihin. Nämä kuusi ominaisuutta ovat liiketoiminta intressien kohdistaminen, suhteiden jatkuva (pitkän tähtäimen) hallinta, tiedon jakaminen, monimutkaisen toimintaketjun hallinnan laaja-alaisuus, henkilökunnan kompetenssi tukea toimintaketjun hallintaa ja toimintaketjun hallintaa tukeva toiminnan mittaaminen ja kannustejärjestelmä. Toimitusketjun tavoite ei ole siis ainoastaan sujuvoittaa logistiikkaa, vaan myös ylläpitää suhteita sidosryhmiin ja tehostaa toimintaa organisaatiossa ja sen verkostossa. (Carbonneau, Laframboise, & Vahidov, 2008, 1140–1141.)

Kun pääsy ajankohtaiseen informaatioon kehittyy, kilpailu markkinapaikoilla kasvaa, mikä puolestaan laskee tulosmarginaalia ja tulosta. Tämä on johtanut innovatiiviseen kehittämiseen, jonka tavoitteena on laskea toimitusketjun kustannuksia kuten cost-of-goods -myyntiä, varmuusvarastojen kustannuksia, varastoinnin kustannuksia, kuin myös time-to-market -kustannuksia monien muiden kustannusten ohella asiakkaiden pitämiseksi tyytyväisinä.

Tiedon louhinta ja erilaiset valintametodit ovat olleet käytössä hyödyllisen tiedon erottamisesta raakadatasta. Vaikka informaatio on suuressa roolissa toimintaketjun verkoston tehokkaan toiminnallisuuden saavuttamisessa, siitä löytyy vähän tutkimustuloksia, jotka voitaisiin yhdistää dynaamisen toimintaketjuun. Myös siitä, kuinka tiedon kerääminen näistä järjestelmistä voitaisiin käyttää kehittämään niiden toimintaa, on jäänyt vähäiseksi tutkimuksissa. (Piramuthu, 2005a, 985.)

4.3.2 Tiedonhallinta koneoppimisen tuella

Massadata (Big Data) eli suuret tietokannat ja niiden hallitseminen, on noussut jo trendiksi. Big Datan hallinta voi kuitenkin olla haastavaa perinteisin keinoin ja hankalien ja raskaiden systeemien avulla. Tekoäly ja koneoppivat järjestelmät voivat tuoda tähän helpotusta nopeuttamalla suurten tietomassojen hallintaa ja relevantin tiedon nostamista esiin suurista massoista (Ghahramani, 2015, 452). Suurien tietokantojen hallinnointi on työlästä ja hidasta ilman asianmukaisia ohjelmia.

Myös liiketoiminnan kokonaisvaltaista hallintaa eli Business Intelligencea voidaan parantaa tekoälyn avulla. Välineenä voidaan käyttää esimerkiksi päätöspuuta ja siihen kytkeytyviä algoritmeja, jotka arvioivat perustettujen funktioiden kriteereitä ja päättävät näiden avulla, kuinka puun solmut jaetaan. Järjestelmä oppii tätä kautta omasta suoriutumisestaan, kun se kohtaa oppimista vaativan tilanteen. (Grigori, Casati, Castellanos, Dayal, Sayal & Shan, 2004, 330.) Itseoppivien järjestelmien liittäminen kokonaisvaltaisiin toiminnan ohjausjärjestelmiin tekisi ohjelmistoista tehokkaampia

kuin perinteisin menetelmin ei tarvitsisi jatkuvasti korjata ohjelmistossa esiintyviä virheitä.

Tiedonlouhintaa voidaan myös hyödyntää tiedon hallinnassa ja erilaisten rekisterien ylläpidossa. Asiakasrekistereiden lisäksi louhinnalla voidaan myös kehittää muita rekistereitä ja tietokantoja ja löytää potentiaalisia kehityskohteita. Koneoppimisella tiedonhallintaa voidaan tehostaa ja tehdä siitä kustannustehokkaampaa ja säästää henkilöresursseja. Koneoppiva järjestelmä voi tiivistää ja analysoida tietoa ja mahdollistaa nopeamman tiedon löytymisen eri järjestelmistä. Mikäli tietokantoja on monia ja ne linkittyvät toisiinsa, voi järjestelmä itse tuottaa vaadittavia lauseita kyselykielillä ja tarjota käyttäjälle tarvittavat tiedot rekistereistä.

4.3.3 Hiljainen tieto

Tieto on järjestäytyneempää kuin informaatio. Informaatio on dataa järjestäytyneenä merkittäviksi patteristoiksi, mutta muuttuakseen tiedoksi se vaatii yksilön sisäistämään tämän informaation. Tieto on informaatiota, jonka henkilö on lukenut, ymmärtänyt, tehnyt johtopäätökset ja osaa yhdistää tämän informaation tiettyyn funktioon tai operaatioon. Tietoa voidaan näkyvästi pyrkiä jakamaan käytännön opetuksella ja tiedon siirtämiseltä työntekijältä toiselle. Toisen henkilön tieto voi olla toiselle vain informaatiota, jos hän ei osaa hyödyntää samaansa informaatiota. Toisaalta tietotaito on jatkuvasti kehittyvää, sillä tiedon siirtyessä henkilöltä toiselle voi sen merkitys ja käyttömahdollisuudet kasvaa. Jokainen voi tulkita informaatiota hieman eri tavalla, mikä voi johtaa tietotaidon laajentumiseen. (Chyi Lee & Yang, 2000, 783.)

Inhimillisten voimavarojen hallinta on yksi tärkeistä tukitoiminnoista, joka voi luoda kilpailuetua organisaatiolle. Inhimillisiin voimavaroihin lukeutuu niin henkilöstöhallinta kuin aineettoman pääoman hallitseminen ja hyödyntäminen liiketoiminnassa. Aineetonta pääomaa pidetään usein merkittävämpänä ja rikkaampana kuin aineellista pääomaa, sillä aineettoman pääoman tuottoprosentti voi olla hyvinkin paljon suurempi kuin aineellisen. Aineettomaan pääomaa hyödyntämällä organisaation tuotto voi moninkertaistua. Tieto ja hiljainen tieto, joka piilee organisaation työntekijöissä ja prosesseissa, on avain pysyvään ja kopiaionnilta suojaavaan kilpailuun. (Stewart & Ruckdeschel, 1998.)

Yksi nykypäivän johtamistyökaluista, tietojohdaminen (knowledge management KM), on noussut suosituksi työkaluksi suurten organisaatioiden ja monikulttuuristen yritysten keskuudessa. Organisaatiot käyttävät sitä kasvattaakseen kestävästi kehittyvää kilpailuetua pitkällä aikavälillä. Suuresta ja kasvavasta suosiosta sekä implementoinneista huolimatta tietojohdamisen konsepti on vielä kehitysvaiheessa eikä sen teoreettinen viitekehys ole täysin vakiintunut. Kuitenkin erityisesti suurten organisaatioiden implementoimissa tietojohdamisen työkaluja omaan toimintaansa on sen havaittu saavuttavan suoraan liiketoimintamahdollisuuksia kustannustehokkuudessa ja kilpailuedun kasvattamisessa. (Dursun, Halil, Cemil & Selim, 2013, 1150.)

Tiedon tärkeydestä, luokittelusta ja ryhmittelystä huolimatta tiedon määrittäminen ei ole yksinkertaista, sillä se tukeutuu vahvasti siihen, mitä yksittäiset ihmiset tietävät ja osaavat ja hyödyntävät tietämystään. Organisaation tietoa on vaikea kaapata, luokitella ja ilmaista täydellisesti, koska tieto on hajallaan organisaatiossa eikä sitä voi löytää yhdestä paikasta. Tietoa löytyy useista eri sijainneista, ihmisten mielistä, useista erillisistä liiketoimintaprosesseista, yrityksen kulttuurista upottautuneena erilaisiin artefakteihin ja proseduureihin ja se voi olla säilöttynä erilaisiin medioihin, kuten printattuihin dokumentteihin, mediatiedostoihin ja optisiin medioihin. (Dursun, Halil, Cemil & Selim, 2013, 1151.)

Hiljaisella ja eksplisiittisellä tiedolla on eriytyneet tietovarastot. Eksplisiittinen tieto voi olla helposti kerättävissä, dokumentoitavissa, säilöttävissä ja palautettavissa melko itsenäisesti yksittäisten ihmisten tekemisestä, teknisten merkitysten ja ohjelmistojen avulla. Toisaalta hiljainen tieto sijaitsee työntekijöiden mielissä ja täten sisältää suuren osan organisaation tietolähteistä. Jos tietoa verrattaisiin jäävuoreen olisi eksplisiittinen tieto vain pinnalla pilkottava jäävuoren huippu, kun taas hiljainen tieto on piilossa veden alla. Hiljaisen tiedon koonti, toisin kuin eksplisiittisen tiedon, on kaikista hankalakäyttöisin aktiviteetti koko prosessissa johtuen sen subjektiivisuudesta, tilanteen luonteesta ja koska se on suoraan sidottu tekijän kokemukseen. (Dursun, Halil, Cemil & Selim, 2013, 1151.)

Chyi Leen ja Yangin (2000) mukaan Polany (1962) määrittelee hiljaista tietoa seuraavasti: tiedämme enemmän kuin osaamme kertoa. Hiljainen tieto on tietoa, jota edes asiantuntijat eivät voi selittää täysin. Hiljaista tietoa voidaan siirtää henkilöltä toiselle vain pitkän harjoittelujakson myötä. Hiljaisen tiedon voi myös selittää Limin (1999) mukaan olevan ne taidot ja tietotaito, jotka osaamme ja näitä on hankala jakaa toisille. (Chyi Lee & Yang, 2000, 784.)

Koska hiljainen tieto on merkittävä osa organisaatioiden kilpailuedun lähteitä, on sen hallinta varsin merkityksellistä organisaation toiminnalle ja kannattavuudelle. Hiljaista tietoa ei voida kopioida yritykseltä toiselle, mutta myös sen jakaminen organisaation sisällä voi olla haaste. Koneoppiminen osana hiljaisen tiedon hallintaa voi mahdollistaa uudenlaisen tavan hyödyntää työntekijöissä piilevää tietotaitoa.

Jos kone oppii tekemisestään ja kehittää itseään, se automaattisesti pyrkii toimimaan mahdollisimman tehokkaasti ja rationaalisesti. Kone, joka osaa, ei tarvitse neuvoja ja tietotaitoa käyttäjältään. Koneoppiva laite sen sijaan voi tarjota tietotaitoa käyttäjälleen. Täten hiljainen tieto tallentuisi konkreettisesti järjestelmiin ja vaatisi vähemmän opastusta ja uusien työntekijöiden perehdyttämistä. Hiljaisen tiedon ongelma on usein se, että pätevän työntekijän ikääntyessä ja siirtyessä eläkkeelle tietotaitoa ei saada siirrettyä seuraavalle sukupolvelle. Koneoppiminen tarjoaisi ratkaisua tähän. Koneoppiminen voisi myös tarjota tasavertaisemman toimintaympäristön työntekijöille, mikä saattaa kohentaa ryhmähenkeä. (McQueen, 1998.)

Tieto Oyj on nimittänyt vuonna 2016 johtoryhmäänsä yhden tekoälyrobotin. Robotti kehittää itsenäisesti omaa toimintaansa. Tämä on loistava esimerkki kuvaamaan hiljaisen tiedon kytkeytymistä laitteisiin. Robotti on mukana päätöksenteossa ja tarjoaa

omien analyysiensa kautta parhaita vaihtoehtoja ratkaisuksi. Toisinaan ratkaisuksi valitaan jotain muuta erilaisin perustein, mikä voi jälleen tallentua robotin järjestelmään ja vaikuttaa seuraavalla kerralla tehtävään päätökseen. Tieto voi tällä tavoin integroitua suoraan koneeseen, jolloin se oppii tekemään tulkintoja ja johtopäätöksiä. (Tikka, 2016.)

Ammattilaiset osaavat työnsä hyvin ja useiden vuosien kokemuksen kautta he ovat oppineet parhaat tavat toimia ja viedä projekteja eteenpäin. Muun muassa toimintamallien tehostaminen ja turhien välivaiheiden pois jättäminen voi olla osa vuosien kuluessa karttunutta tietotaitoa. Usein perehdytettäessä uutta työntekijää kouluttaja opettaa tavat, joita hän itse on käyttänyt ja huomannut toimiviksi. Tässä prosessissa voi kuitenkin unohtua kertoa, miksi näin tehdään ja mitä se hyödyttää. Se voi heikentää tietotaidon ymmärtämistä ja aiheuttaa turhia hankaluuksia poikkeustilanteissa. Mikäli tietotaito olisi järjestelmässä itsessään, se osaisi myös poikkeustilanteissa toimia rationaalisesti ja aikaisemmin opittujen kokemusten mukaan.

Koneoppimiseen tukeutuva hiljainen tieto kuitenkin voi olla riski tietoturvallisuuden kannalta. Hiljaisen tiedon ollessa piiloutuneena työntekijöihin sen kopioitavuus on haastavaa, mutta laite on tietoturvariski, jolloin kilpailuedun lähteestä voi tulla helpommin ryöstettävä. Koneoppimisen mahdollisuudet ja uhat tulisi puntaroida tarkasti ennen kuin kokonaisvaltaisia koneoppivia järjestelmiä otetaan käyttöön organisaatiossa.

4.3.4 Koneoppiminen innovaatiokehityksessä

Nykypäivän organisaatiolta vaaditaan ketterää strategista kehittämistä ja ajan hermolla toimimista. Teknologisia innovaatioita tulee kehittää ja ottaa käyttöön, mikäli organisaatio aikoo pitää kilpailuasemansa markkinoilla ja kehittää sitä. Teknologisia innovaatioita kehitetään jatkuvasti ympäri maailmaa, mutta ne kaikki eivät suinkaan sovi jokaisen organisaation käyttöön. Tämän vuoksi organisaatioiden tulisi pyrkiä jatkuvaan kehitys- ja testausprosessiin, missä ne ottavat käyttöön ja kokeilevat erilaisia teknologioita ja valitsevat näistä parhaat, joita lähteä kehittämään eteenpäin organisaation kokonaisvaltaiseen käyttöön. (Reeves, Haans, & Sinha, 2015.)

Ketterä strateginen kehittäminen ja scrum-tyyppinen käyttöönotto nähdään tulevaisuuden strategisena suuntautumisena. Koneoppiminen linkittyy vahvasti kyseessä olevaan toimintamalliin ja siksi koneoppimista tulisi kehittää ja yrittää integroida osaksi liiketoimintaprosesseja. Koneoppiminen on suhteellisen uusi kehityskohde liiketoiminnassa, mutta kiinnostus sen käyttöön on kasvavaa. Varsinkin ohjaamattomien järjestelmien kehittäminen on lähivuosina nousemassa ja jo noussut trendiksi. Usein koneoppiminen on ajateltu kuuluvan yhden koneen ja järjestelmän sisälle, mutta yhä kiinnostavammaksi näkökulmaksi on noussut useiden prosessorien käyttö yhden koneoppivan järjestelmän pyörittämiseen. Koneoppimisen toimintaympäristö on siis jokseenkin kiinnostava kehityskohde. Laaja-alainen ohjaamaton koneoppiminen on yksi trendikkäistä innovaatiokehityksen kohteista. (Jordan, & Mitchell, 2015.)

Innovaatiokehityksellä voidaan nostaa yrityksen liiketoimintaprosessien tehokkuutta ja vaikuttaa näin kilpailuasemaan. Innovaatiokehitys vaikuttaa uusien tulokkaiden uhkaan laskemalla sitä. Uusia teknologiainnovaatioita ottamalla käyttöön yritys voi minimoida uusien tulokkaiden riskiä. Uudet tulokkaat ovat usein uhka, jos heillä on uusia innovaatioita, joilla toimia tehokkaammin.

4.4 Johtopäätökset koneoppimisen hyödyntämisestä osana yrityksen arvoketjua

Olen koonnut kirjallisuuskatsaukseni keskeisimmät havainnot taulukkoon 1. Käsittelen seuraavassa luvussa taulukon sisältöä, mitkä ovat koneoppimisen tarjoamat mahdollisuudet ja uhat arvoketjun liiketoimintaprosesseissa. Taulukossa tiivistyy edellisen luvun keskeisimmät havainnot koneoppimisen hyödyntämisestä osana yrityksen arvoketjua.

Koneoppimisen yhdistäminen lähestulkoon mihin tahansa liiketoimintaprosesseihin on mahdollista ja usein se tekee myös prosesseista tehokkaampia. Koneoppimisen hyödyt kiteytyvätkin nimenomaan tehokkuuden kasvattamiseen ja laatuvirheiden pienentämiseen. Keskeisimpinä kilpailuedun tuottajina koneoppimisen implementointi laskee kustannuksia ja takaa laadun tasoa. Tukitoimintojen hallinta koneoppimisella on potentiaalisin kilpailuedun lähde, sillä usein tehokkaat tukitoiminnot ovat myös perinteisin keinoin varmimpia kilpailuedun kasvattajia. (Porter, 2008; Puusa, Reijonen, Juuti & Laukkanen, 2014.) Alla olevaan taulukkoon on koottu keskeisimmät koneoppimisen integraation mahdollisuudet ja uhat liiketoimintaprosesseittain.

Keskeisimpänä johtopäätöksenä todettiin, että integroimalla koneoppivia järjestelmiä liiketoimintaprosesseihin voidaan parantaa nykyistä kilpailuasemaa. Koneoppivat implementaatiot ovat potentiaalisia kasvattamaan prosessien tehokkuutta, mikä ennen kaikkea parantaa nykyistä kilpailuasemaa markkinoilla eli tuottaa kilpailuetua yritykselle. Välillisesti koneoppiminen voi myös pienentää korvaavien tuotteiden ja uusien tulokkaiden uhkaa muun muassa markkinoinnin toimenpiteisiin integroituna. Tavarantoimittajien ja ostajien neuvotteluvoimaan voidaan myös pyrkiä vaikuttamaan koneoppimisen implementaatioilla liiketoimintaprosesseissa.

Keskeisintä on tehokkuutta kasvattamalla saavuttaa kilpailuetua vaikuttamalla eri kilpailuvoimiin. Teknologiainnovaatioilla yleisesti pyritään minimoimaan uusien tulokkaiden uhkaa ja parantamaan nykyistä kilpailuasemaa. Myös tavarantoimittajien neuvotteluvoimaan voidaan pyrkiä vaikuttamaan välillisesti muun muassa logistiikkaa tuotantoketjua kehittämällä. Myynnin ja markkinoinnin prosesseja kehittämällä voidaan välillisesti vaikuttaa ostajien neuvotteluvoimaan. Lähinnä korvaavat tuotteet ovat kilpailuvoima, johon liiketoimintaprosesseja kehittämällä ei voida juurikaan vaikuttaa. (Porter, 2008; Puusa, Reijonen, Juuti & Laukkanen, 2014.)

| | Tuotannon operaatiot ja logistiikka | Markkinointi | Tukitoiminnot |
|---------------------------------|--|--|--|
| Hyödyt ja mahdollisuudet | <ul style="list-style-type: none"> • Kontrollin ja tuotannon prosessien hallinta koneoppimisen avulla helpottuu ja kasvattaa tehokkuutta (Monostori, 2003). Tehokkaat tuotantoprosessit tuottavat kustannussäästöjä. • Laadunhallinta ja laadun tason varmistus voi pysyä tasaisempina koneoppimisen avulla kuin perinteisin keinoin. (Allahbakhsh, Benatallah, Ignjatovic, Motahari-Nezhad, Bertino & Dustdar, 2013, 77). Laadunvarmistus pienentää kustannuksia ja tuottaa säästöjä organisaatiolle. • Koneoppimista voidaan hyödyntää myös logistiikassa muun muassa erilaisten varausjärjestelmien avulla sekä itseohjaavilla kulkuneuvoilla. Tutkimus osoittaa, että itseohjaavat autot ovat tilastollisesti turvallisempia. (Burns, 2013, 181–182.) • Myös toimitusketjun hallinta tuotannon operaatioiden osalta on hyvä kohde koneoppimisen liittämiseen (Carbonneau, Laframboise, & Vahidov, 2008; Kim, Kim, Hong, & Kwon, 2008; Piramuthu, 2005a, 2005b) | <ul style="list-style-type: none"> • Koneoppimisella ja tiedonlouhinnalla on löydetty olevan positiivisia vaikutuksia kohdennetussa markkinoinnissa. Koneoppimisella markkinointi voidaan kohdistaa eri väylien kautta asiakkaille sopivimmalla tavalla tarjoten heille parhaimpia vaihtoehtoja. (Domingos, 2012, 85; Bose & Mahapatra, 2001; Mitchell, 1999, 32.) • Erilaiset suosittelevat järjestelmät ovat hyvä esimerkki koneoppimisen integroimisesta markkinoinnin toimintoihin (Domingos, 2012, 85). | <ul style="list-style-type: none"> • Toimitusketjun kokonaisvaltaisella hallinnalla varmistetaan liiketoiminnan jatkuvuus ja tehokas ja kustannusedullinen toiminta. Kone oppimista voidaan hyödyntää myös kokonaisvaltaisen toimitusketjun hallinnassa. (Carbonneau, Laframboise, & Vahidov, 2008, 1140–1141.) • Tiedonhallintaa voidaan tukea koneoppivilla järjestelmillä muun muassa tiedonlouhinnan avulla sekä business intelligencea kehittämällä. (Bose & Mahapatra, 2001, 212; Ghahramani, 2015, 452; Grigori, Casati, Castellanos, Dayal, Sayal & Shan, 2004, 330.) • Hiljainen tieto on merkittävä tekijä kilpailuedun kannalta. Koneoppivan järjestelmän sisältämää hiljaista tietoa voidaan pitää kilpailuedun kasvattajana organisaatiossa (Chyi Lee & Yang, 2000, 783; Dursun, Halil, Cemil & Selim, 2013, 1150; Stewart & Ruckdeschel, 1998). • Koneoppiminen on keskeisessä roolissa myös innovatiivisessa strategiakehityksessä. Innovatiivisella strategiakehitykseä voidaan tehostaa |
| Haitat ja uhat | <ul style="list-style-type: none"> • Useat tutkimukset tarjoavat teoreettista tutkimustietoa, eivätkä välttämättä palvele käytännössä toivotulla tavalla Domingos, 2012, 83). | <ul style="list-style-type: none"> • Kohdennettu ja tehostetulla markkinointi voidaan kokea ahdistavana ja se saattaa vaikuttaa organisaation maineeseen sekä kuluttajien ostokäyttäytymiseen negatiivisesti. Markkinointi koetaan yksilöllisesti ja täysin varmasti ei voida taata sen positiivisia vaikutuksia ja hyötyjä. (Sundsøy, Bjelland, Iqbal & de Montjoye, 2014) | <ul style="list-style-type: none"> • Hiljainen tieto usein nähdään kilpailuedun lähteenä sen haastavan tavoitettavuuden vuoksi. Sitä on lähes mahdotonta kopioida ja täten se on avainasemassa kilpailuedun tuottajana. Mikäli hiljainen tieto sijaitsee järjestelmässä, heikentää se tietoturvaa sekä helpottaa kilpailuedun anastamisen. |

TAULUKKO 1 Koneoppimisen hyödyntäminen osana yrityksen arvoketjua

Suurimmaksi uhaksi koneoppimisen ja liiketoimintaprosessien integrointiin nousee epävarmuus. Useat tutkimukset puoltavat koneoppimisen hyödyistä, mutta useasti tutkimustulokset ovat vielä melko kaukana soveltamisesta käytäntöön. Käytännössä koneoppimisen hyötyjä ei ole vielä tutkittu. Suuri uhka voi olla muun muassa testauksen vähyyys ja tästä koituvat virhearvioinnit. Mikäli koneoppiva järjestelmä ei toimi toivotulla tavalla, sen havaitseminen voi olla haastavaa, jos järjestelmää pidetään teoreettiselta pohjalta vakuuttavana. (Domingos, 2012.)

5 YHTEENVETO

Tutkielmassani tutkin koneoppivien hyödyntämistä liiketoimintaprosesseissa: miten järjestelmät tehostavat liiketoimintaprosesseja ja luovat kilpailuetua. Liiketoimintaprosesseja lähestyttiin Porterin arvoketjumallin pohjalta ja strategista kehittämistä tarkasteltiin innovatiivisen teknologiakehittämisen kautta. Kilpailuedun kasvattamista arvioitiin Porterin viiden kilpailuvoiman mallilla. Tutkimuksen tarkoitus oli selvittää voidaanko koneoppimista hyödyntää eri liiketoimintaprosesseissa ja täten kasvattaa kilpailuetua. Tutkimus kysymykseni olivat:

1. Kuinka koneoppivat järjestelmät voivat toimia osana organisaation liiketoimintaprosesseja?
2. Voivatko koneoppivat järjestelmät tuottaa kilpailuetua organisaatiolle?

Tutkielmani perustuu kirjallisuuskatsaukseen. Aihetta lähestyttiin relevantin lähdeaineiston keräämisellä ja aineistoon tutustumisella. Aineistosta tämän jälkeen valittiin parhaat ja valideimmat kappaleet, joiden pohjalta aineisto lähdettiin analysoimaan. Lähdeaineistoa hain avainsanoilla. Tutkielmani koostui kahdesta eri alan aiheesta: koneoppimisesta ja strategisesta kehittämisestä. Tämän vuoksi lähdeaineistostani noin puolet on tietojärjestelmätieteen aineistoa ja puolet kauppatieteellistä aineistoa. Näitä yhdistelemällä sain aikaiseksi moniulotteisen tutkielman.

Tehokkuuden merkittävään kasvattamiseen tarvitaan aina teknologian kehittämistä ja implementoimista organisaatioon. Innovatiivinen teknologia kehittäminen ja integrointi liiketoimintaan takaavat organisaatiolle kestävästä kehityksestä ja oikein toteutettuna myös kilpailuetua. Ilman teknologian hyödyntämistä ei nykypäivänä voi saavuttaa merkittävää kilpailuetua muhin toimijoihin.

Koneoppiminen on yksi tämän hetkisistä trendeistä innovaatiokehityksessä. Tutkimuksen johtopäätöksenä voidaan todeta, että integroimalla koneoppivia järjestelmiä olemassa oleviin liiketoimintaprosesseihin voidaan tehostaa toimintaa ja saavuttaa kilpailuetua. Tutkimustulokset osoittavat, että taatulla laadulla ja tehokkailla

liiketoimintaprosesseilla voidaan laskea toimintakustannuksia ja vahvistaa kilpailuasemaa markkinoilla. Kokonaisvaltainen toimitusketjun hallinta yhdessä erillisten liiketoimintaprosessien ja erityisesti tukitoimintojen älykäs käyttö on avain menestykseen. Tutkielman tulokset tuovat esille näkökulmia siihen, miten koneoppimista voidaan hyödyntää kilpailuedun saavuttamiseksi.

Jatkotutkimusta aiheesta varmasti riittää paljon, sillä koneoppiminen teknologiana on vielä jokseenkin uusi ja sen potentiaalia ei ole vielä täysin kartoitettu. Jatkotutkimusta aiheeseen liittyen voisi tehdä liittyen mahdollisiin uhkiin ja haittoihin, joita koneoppimisen integrointi voisi aiheuttaa. Esimerkiksi onko käytännössä kannattavaa integroida koneoppimista kauttaaltaan organisaatiota. Voiko muun muassa tietoturvallisuudelliselta kannalta löytyä merkittäviä uhkia koneoppimisen implementointiin? Lisäksi empiirinen tutkimus koneoppimisen integroimisesta liiketoimintaprosesseihin voisi olla hyvä jatkotutkimuskohde. Konkreettiset tulokset ovat vielä hyvin vähäisiä ja niitä tulisi saada enemmän. Koneoppiminen myös käsitteenä on melko laaja, joten jatkotutkimuksissa voisi keskittyä rajaamaan koneoppimista muun muassa ohjaamattomaan koneoppimiseen ja sen mahdollisuuksiin ja uhkiin liiketaloudellisesta näkökulmasta.

LÄHTEET

- Allahbakhsh, M., Benatallah, B., Ignjatovic, A., Motahari-Nezhad, H. R., Bertino, E. & Dustdar, S. (2013). Quality control in crowdsourcing systems: Issues and directions. *IEEE Internet Computing*, 17(2), 76-81.
- Barschdorff, D., Monostori, L., Wöstenkühler, G. W., Egresits, C. & Kádár, B. (1997). Approaches to coupling connectionist and expert systems in intelligent manufacturing. *Computers in Industry*, 33(1), 5-15.
- Berners-Lee, T., Hendler, J. & Lassila, O. (2001). The semantic web. *Scientific american*, 284(5), 28-37.
- Bose, I., & Mahapatra, R. K. (2001). Business data mining – a machine learning perspective. *Information & Management*, 39(3), 211-225.
- Bottou, L. (2014). From machine learning to machine reasoning. *Machine Learning*, 94(2), 133-149.
- Brooks, R. A. (1991). Intelligence without representation. *Elviser Artificial intelligence*, 47(1-3), 139-159.
- Burns, L. D. (2013). Sustainable mobility: A vision of our transport future. *Nature*, 497, 181.
- Byrne, G., Dornfeld, D., Inasaki, I., Ketteler, G., König, W. & Teti, R. (1995). Tool condition monitoring (TCM)—the status of research and industrial application. *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, 44(2), 541-567.
- Carbonneau, R., Laframboise, K. & Vahidov, R. (2008). Application of machine learning techniques for supply chain demand forecasting. *European Journal of Operational Research*, 184(3), 1140-1154.
- Chyi Lee, C. & Yang, J. (2000). Knowledge value chain. *Journal of Management Development*, 19(9), 783-794.
- Currie, W. & Galliers, B. (toim.) (1999). Rethinking management information systems. GB: Oxford University Press.
- Davenport, T. H. & Short, J. E. (1990). The new industrial engineering: Information technology and business process redesign. *Sloan Management Review*, 31(4).
- Domingos, P. (2012). A few useful things to know about machine learning. *Communications of the ACM*, 55(10), 78-87.
- Dursun D., Halil Z., Cemil K. & Selim Z. (2013). A comparative analysis of machine learning systems for measuring the impact of knowledge management practices. *Decision Support Systems*, 54(2), 1150-1160.
- Ghahramani, Z. (2015). Probabilistic machine learning and artificial intelligence. *Nature*, 521(7553), 452-459.
- Goldberg, D. E. & Holland, J. H. (1988). Genetic algorithms and machine learning. *Machine learning*, 3(2), 95-99.

- Grigori, D., Casati, F., Castellanos, M., Dayal, U., Sayal, M., & Shan, M. C. (2004). Business process intelligence. *Computers in industry*, 53(3), 321-343.
- Hartmann, S. n. (1998). A competitive genetic algorithm for resource-constrained project scheduling. *Naval Research Logistics*, 45(7), 733-750.
- Hatvany, J. (1983). The efficient use of deficient information. *CIRP Annals*, 32(1), 423-425.
- Hatvany, J., Nemes, L., (1978). Intelligent manufacturing systems-a tentative forecast. *A link between science and applications of automatic control* Proceedings of the VIIth IFAC World Congress, (895-899) Vol. 2, Helsinki, Finland,.
- Hopper, M. (1990, May 1). Rattling SABRE - new ways to compete on information : Lessons for survival in the era of the information utility. *Harvard Business Review*, 68, 118.
- Ikäheimo, S., Laitinen, E. K., Laitinen, T. & Puttonen, V. (2011) Laskentatoimi ja rahoitus. *Vaasan yritysinformaatio Oy*
- Jordan, M. I., & Mitchell, T. M. (2015). Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. *Science*, 349(6245), 255-260.
- Kaldor, N., & Mirrlees, J. A. (1962). A new model of economic growth. *The Review of Economic Studies*, 29(3), 174-192.
- Kim, M., Kim, C. O., Hong, S. R., & Kwon, I. (2008). Forward-backward analysis of RFID-enabled supply chain using fuzzy cognitive map and genetic algorithm. *Expert Systems with Applications*, 35(3), 1166-1176.
- Kohonen, T. (1990). The self-organizing map. *Proceedings of the IEEE*, 78(9), 1464-1480.
- Libbrecht, M. W., & Noble, W. S. (2015). Machine learning applications in genetics and genomics. *Nature Reviews. Genetics*, 16(6), 321-332.
- Lim, K. K., Ahmed, P. K., & Zairi, M. (1999). Managing for quality through knowledge management. *Total Quality Management*, 10(4-5), 615-621.
- McQueen, R. (1998). Four views of knowledge and knowledge management. *AMCIS 1998 Proceedings*, 204.
- Mitchell, T. M. (1999). Machine learning and data mining. *Communications of the ACM*, 42(11), 30-36.
- Monostori, L. (2003). AI and machine learning techniques for managing complexity, changes and uncertainties in manufacturing. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 16(4), 277-291.
- Piramuthu, S. (2005a). Knowledge-based framework for automated dynamic supply chain configuration. *European Journal of Operational Research*, 165(1), 219-230
- Piramuthu, S. (2005b). Machine learning for dynamic multi-product supply chain formation. *Expert Systems with Applications*, 29(4), 985-990.
- Polany, M. (1962). *Personal knowledge: Towards a post-critical philosophy*. University of Chicago Press. Chicago II.
- Porter, M. E. (2008). The five competitive forces that shape strategy. *Harvard Business Review*, 86, 78.
- Porter, M. E., & Millar, V. E. (1985). How information gives you competitive advantage. *Harvard Business Review*, 63, 149.

- Puusa A., Reijonen H., Juuti P., & Laukkanen T. (2014) Akatemiasta markkinapaikalle. *Talentum Oyj*, edition 3.
- Martin Reeves, Knut Haanaes, & Janmejaya Sinha. (2015). *Your strategy needs a strategy: How to choose and execute the right approach* (1st ed.). Boston, Mass: Harvard Business Review Press.
- Shalev-Shwartz, S., & Ben-David, S. (2014). Understanding machine learning: From theory to algorithms. *Cambridge university press*.
- Stewart, T., & Ruckdeschel, C. (1998). Intellectual capital: The new wealth of organizations. *Performance Improvement*, 37(7), 56-59.
- Sundsøy, P., Bjelland, J., Iqbal, A. M., & de Montjoye, Y. A. (2014, April). Big Data-Driven Marketing: How machine learning outperforms marketers' gut-feeling. In International Conference on Social Computing, Behavioral-Cultural Modeling, and Prediction (pp. 367-374). Springer International Publishing. ISO 690
- Teece, D. J. (2010). Business models, business strategy and innovation. *Long Range Planning*, 43(2/3), 172-194.
- Tikka, T. (2016) Tieto OYJ, <https://www.tieto.fi/uutiset/tieto-nimittaa-ensimmaisena-pohjoismaisena-yrityksena-tekoalyn-yksikkonsa-johtoryhmaan>.
- Voelpel †, S. C., Leibold, M., & Tekie, E. B. (2004). The wheel of business model reinvention: How to reshape your business model to leapfrog competitors. *Journal of Change Management*, 4(3), 259-276.
- Wirtz, B. W., Pistoia, A., Ullrich, S., & Göttel, V. (2016). Business models: Origin, development and future research perspectives. *Long Range Planning*, 49(1), 36-54.