

Mikael Kankaanpää

TEKOÄLY: SUURISTA LUPAUKSISTA STRATEGISEKSI KILPAILUEDUKSI

Tekoälyn strategisen potentiaalin realisoimisen
organisatoriset edellytykset

Kandidaatintyö
Johtamisen ja talouden tiedekunta (MAB)
Tarkastaja: Laura Valtonen
Huhtikuu 2023

TIIVISTELMÄ

Mikael Kankaanpää: Tekoäly: suurista lupauksista strategiseksi kilpailueduksi – Tekoälyn strategisen potentiaalin realisoimisen organisatoriset edellytykset
Artificial Intelligence: From Great Promise to Strategic Competitive Advantage – The Organizational Prerequisites of Realizing the Strategic Potential of AI
Kandidaatintyö
Tampereen yliopisto
Tuotantotalouden tutkinto-ohjelma
Huhtikuu 2023

Tekoälystä on viimeisen vuosikymmenen aikana muodostunut organisaatioiden merkittävin teknologinen arvoajuri, jonka odotetaan läpi tieteenalojen synnyttävän liiketoimintaympäristöihin täysin uudenlaisia arvontuottomekanismeja ja kilpailuedun lähteitä. Alan tutkimuksessa tekoälyn potentiaaliset muutosvoimat rinnastetaan jopa internetin kehittämiseen, sen vaikuttaessa voimakkaasti niin liiketoiminnan kuin ihmisten arkielämän useisiin osa-alueisiin. Tiedeyhteisön peräänkuuluttamasta yliveritaisesta arvontuottopotentiaalista huolimatta useat organisaatiot ovat kuitenkin epäonnistuneet tuottamaan odotetun kaltaista arvoa tekoälyimplementoinneillaan.

Resurssipohjaiseen näkemykseen sekä viimeaikaiseen tekoälytutkimukseen nojaten tämä kandidaatintyö tuottaa laaja-alaisen organisaatiolähtöisen näkemyksen siitä, miten tekoälyä voidaan menestyksekkäästi hyödyntää organisaation kilpailuedun kasvattamiseksi. Työ toteutettiin kirjallisuuskatsauksena, jonka lähdeaineistona käytettiin vertaisarvioituja tieteellisiä artikkeleita sekä alan relevanttia kirjallisuutta. Aineisto kerättiin kirjallisuushakujen tuloksista Elsevierin Scopus-tietokannasta sekä Tampereen Yliopiston tietokantoja yhdistävästä Andor-hakupalvelusta. Niin kirjallisuuskatsauksen aineiston kuin täydentävän lähdemateriaalin osalta painotettiin arvosteissa kansainvälisissä jurnaaleissa julkaistuja tutkimuksia, eikä työhön sisällytetty lainkaan tieteellisiä lähteitä, joiden suomalaisen tiedeyhteisön ylläpitämän Julkaisufoorumin laatuolokitus oli alle 1. Työssä hyödynnetyistä artikkeleista (n=97) 70 % (68 artikkelia) on laatuolokituksestaan välillä 2–3.

Kirjallisuuskatsauksen tulosten perusteella työssä (1) eritellään tekoälyn hyödyntämiselle oleellisia resurssi- ja kyvykkyyksivaatimuksia, (2) määritetään tunnistettujen vaatimusten rooli osana tekoälyn arvontuottoprosessia, sekä (3) kategorisoidaan näitä vaatimuksia suhteessa toisiinsa resurssipohjaisen näkemyksen asettaman viitekehysten mukaisesti. Kirjallisuuskatsauksen tulosten perusteella syntetisoidaan näkemys organisaation tekoälykyvykkyyden rakenteesta, joka käsittää kaikki tekoälyn hyödyntämiselle olennaiset resurssi- ja kyvykkyyksivaatimukset sekä luokittelee ne ominaispiirteitään vastaaviin kategorioihin. Lisäksi työn tulokset osoittavat tekoälykyvykkyyden ja sen objektiivisen arvioinnin keskeisen roolin tekoälyinvestointien kannattavuuden ja arvontuottopotentiaalin proaktiivisessa määrittämisessä. Tämän seurauksena organisaation tekoälykyvykkyys tulkitaan tekoälyn arvontuottoprosessin keskeiseksi lähtökohdaksi, joka pitkälti määrittää organisaation omaamat valmiudet tuottaa kilpailuetua tekoälyä hyödyntämällä.

Avainsanat: tekoäly, organisaation tekoälykyvykkyys, resurssipohjainen näkemys, strateginen johtaminen, muutosjohtaminen, kilpailuetu, liiketoiminta-arvo

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

ALKUSANAT

Alusta alkaen suhtauduin tämän työn tekemiseen ensisijaisesti mahdollisuutena perehtyä johonkin itseäni kiinnostavaan aiheeseen ja laajentaa siten substanssiosaamistani mielenkiintoihini liittyen. Tekoäly oli ollut säännöllisesti esillä medioissa jo pitkään ja mielenkiintoni aihetta kohtaan oli herännyt jo vuosia aiemmin. Tietämykseni aiheesta oli kuitenkin varsin hajanaista. Tammikuussa työni aihetta pohtiessani erityisesti ChatGPT:n aiheuttamat reaktiot puhalsivat kuitenkin uutta tuulta tekoälyuutisoinnin purjeisiin, mikä kenties myötävaikutti päätökseeni tehdä kandidaatintyöni tekoälyyn liittyen. Pian tämä idea jalostui sisältämään myös toisen aihealueen, strategisen johtamisen, jonka olen opinnoissani kokenut erityisen mielenkiintoiseksi. Pikainen silmäys näitä aiheita yhdistelevään tieteelliseen kirjallisuuteen paljasti mielenkiintoisen epäsuhdan tekoälyn mullistavan potentiaalin ja epäonnistuneiden tekoälyhankkeiden määrän väliltä, mikä ohjasi työn aiheen valintaa merkittävästi.

Tämä työ otti paljon ja antoi enemmän – juuri kuten olin toivonutkin. Työn tekeminen toi minulle paljon uusia oppeja ja laaja-alaista ymmärrystä merkityksellisistä, ajankohtaisista ja kiinnostavista aiheista ja samalla imaisi allekirjoittaneen tiiviisti tekoälyn ja strategisen johtamisen maailmaan illaksi, jos toiseksikin. Tässä kohtaa lieneekin siksi paikallaan kiittää kärsivällisyydestä ja ymmärryksestä erityisesti rakasta parempaa puoliskoani, joka ei kertaakaan kyseenalaistanut tämän intoiluni tarpeellisuutta. Intoilu kuitenkin kannatti, ja mielestäni myös työni tulos on varsin kelvollinen tiivistelmä siitä, mistä tekoälyssä on modernin liiketoiminnan kannalta kyse ja millä edellytyksillä sitä voidaan hyödyntää strategisena kilpailutekijänä resurssipohjaisen näkemyksen linssien läpi tarkasteltuna. Tähän liittyen haluankin kiittää asiantuntijaprofessorina toiminutta Tuomas Korhosta arvokkaista kommentteista niin työn alkumetreillä kuin loppusuoralla, työni ohjaajaa Laura Vallostta kattavasta, yksityiskohtaisesta ja asiantuntevasta palautteesta työn eri vaiheissa sekä isääni Jari Kankaanpäästä tuesta, avusta ja näkökulmia avaavista keskusteluista työhöni liittyen.

Tampereella, 28.4.2023

Mikael Kankaanpää

SISÄLLYSLUETTELO

| | |
|--|----|
| 1. JOHDANTO | 1 |
| 1.1 Tutkimuksen tausta | 2 |
| 1.2 Tutkimusongelmat ja työn tavoite | 3 |
| 1.3 Tutkimusmetodologia | 4 |
| 1.4 Tutkimuksen rakenne | 5 |
| 2. TUTKIMUKSEN TEOREETTINEN TAUSTA | 6 |
| 2.1 Tekoäly | 6 |
| 2.1.1 Tekoälyn evoluutio maailmaa muuttavaksi teknologiaksi | 6 |
| 2.1.2 Modernin tekoälyn moniulotteinen määritelmä | 7 |
| 2.2 Resurssipohjainen näkemys | 9 |
| 2.2.1 Resurssit ja kyvykkyydet kilpailuedun lähteenä | 9 |
| 2.2.2 Kilpailuetua tuottavien resurssien ominaisuudet | 10 |
| 2.3 Resurssipohjaisen näkemyksen arvo työn kontekstissa | 11 |
| 3. TEKÖÄLY ORGANISAATION ARVOAJURINA | 13 |
| 3.1 Tekoälyn potentiaalinen arvo ja sovellusalueet | 13 |
| 3.2 Tekoälykyvykkyys arvontuoton mahdollistajana | 15 |
| 3.3 Keskeisimmät puutteet organisaatioiden tekoälykyvykkyyksissä | 16 |
| 4. TEKÖÄLYKYVYKKYYDEN RAKENTAMINEN ORGANISAATIOSSA | 18 |
| 4.1 Tekoälykyvykkyuden anatomia | 18 |
| 4.2 Tekoälykyvykkyyttä rakentava aineellinen pääoma | 20 |
| 4.3 Tekoälykyvykkyyttä rakentava inhimillinen pääoma | 23 |
| 4.4 Tekoälykyvykkyyttä rakentava organisatorinen pääoma | 25 |
| 4.5 Tekoälykyvykkyyteen vaikuttavat ulkoiset tekijät | 28 |
| 5. PÄÄTELMÄT | 30 |
| 5.1 Tutkimuksen tulokset | 30 |
| 5.2 Tutkimuksen kriittinen arviointi ja jatkotutkimustarpeet | 32 |
| LÄHTEET | 33 |
| LIITE A: KIRJALLISUUSHAUT SCOPUKSESTA | 42 |
| LIITE B: KIRJALLISUUSHAUT ANDORISTA | 43 |
| LIITE C: MERKITTÄVIÄ TAPAHTUMIA TEKÖÄLYN HISTORIASSA | 44 |

1. JOHDANTO

Tekoälystä on muodostunut muutamissa vuosissa yksi kaupallisten organisaatioiden merkittävimmistä teknologisista prioriteeteista (Davenport & Ronanki, 2018). Se on ottanut avainaseman liiketoimintamalli- ja prosessi-innovaatioissa, markkinoiden disruptiossa sekä kilpailuedun luoja datakeskeistä ja digitaalista kulttuuria vaalivissa yrityksissä (Chowdhury et al., 2023), ja useat tutkijat ovatkin arvioineet tekoälyn olleen viime vuosikymmenen merkittävin teknologia (Davenport & Ronanki, 2018; Boucher, 2020; Wamba-Taguimdje et al., 2020). 2020-luvulle tultaessa tekoälyn rooli globaalin digitalisaation ja neljännen teollisen vallankumouksen yhtenä merkittävimmistä ajureista on vain korostunut: Tutkimus- ja konsultointiyritys Gartnerin äskettäin vuodelle 2023 julkaisemassa kymmenen merkittävimmän strategisen teknologiatrendin listauksessa tekoälyteknologioita on peräti viisi (Groombridge, 2022). International Data Corporationin ennusteen mukaan globaalien tekoälyinvestointien odotetaan kasvavan 118 miljardista Yhdysvaltain dollarista vuonna 2022 yli 300 miljardiin dollariin vuoteen 2026 mennessä (IDC, 2022). Vastaavasti Stanfordin yliopiston tuoreen raportin mukaan vuonna 2021 yksityiset investoinnit uusiin tekoälymarkkinoille tähtääviin yrityksiin yli kaksinkertaistuivat edellisvuoteen nähden (Zhang et al., 2022).

Tekoälyn vaikutukset eivät luonnollisestikaan rajoitu pelkästään yritysmaailmaan, ja esimerkiksi Euroopan parlamentin (2021) mukaan tekoälyn odotetaan muuttavan kaikkia arkielämän ja talouden osa-alueita. Yksi tuoreimmista esimerkeistä on tammikuulta 2023, jolloin yhdysvaltalaisen tekoäly-yrityksen OpenAI:n kehittämä ChatGPT sai runsaasti huomiota massamedioissa (esim. Cassidy, 2023; Pitkänen & Leponiemi, 2023). Uutisoinnin seurauksena muun muassa korkeakoulut Suomessa ja kansainvälisesti julkaisivat linjauksiaan ChatGPT:n ja vastaavien interaktiivisten tekstigeneraattorien käytöstä koulutöiden apuna (esim. Nolan, 2023; Jyväskylän yliopisto, 2023; Tampereen yliopisto, 2023).

Malik et al. (2020) rinnastavat tekoälyn taloudelliset ja yhteiskunnalliset muutosvoimat internetin kehittämiseen. Tekoälypohjaisten järjestelmien rantautumisella liike-elämän organisaatioihin uskotaan olevan merkittäviä vaikutuksia työvoiman demografiaan, työpaikkojen luonteeseen ja mielekkyyteen, työnantajan ja työntekijän välisiin sekä teknologian ja ihmisten välisiin suhteisiin, asiakaskokemukseen sekä kilpailuetuun dynaamisissa markkinaympäristöissä (Wilson, et al., 2017; Connelly et al., 2021).

Odotukset tekoälyn suhteen ovat siis äärimmäisen korkealla. Korkeista odotuksista, innostuksesta ja useiden tieteenalojen kirjallisuuden julistamasta mullistavasta potentiaalista huolimatta monet organisaatiot ovat kuitenkin epäonnistuneet realisoimaan tekoälyinvestoinneistaan odotetun kaltaista arvoa (Fountain et al., 2019). Boston Consulting Groupin ja MIT:n teettämän kyselyn mukaan seitsemän kymmenestä tekoälyprojektista tuottivat vain vähäistä arvoa liiketoiminnalle (Chowdhury et al., 2023). Aikaiset omaksujat siis raportoivat epäonnistumisia tekoälyimplementoinneissa samalla kun alan kirjallisuus toistuvasti peräänkuuluttaa tekoälyn ylivertaista potentiaalia. Tämän tutkimuksen tavoitteena on rakentaa ymmärrystä siitä, millaisia tekijöitä huomioimalla tekoälyhankkeilla on edellytykset onnistua ja nostaa esiin mahdollisia syitä tämän epäsuhdan taustalta.

1.1 Tutkimuksen tausta

Tekoälyn räjähdysmäiseen suosioon on vaikuttanut erityisesti datavetoisten ja tietopohjaisten teknologioiden (data-driven technologies) ja lähestymistapojen kehitys, joka on konkretisoitunut mm. massadatana (big data) sekä siihen liittyvien hienostuneiden tekniikoiden ja teknologisen infrastruktuurin nopeana kehittymisenä (Davenport & Ronanki, 2018; Boucher, 2020).

Liikkeenjohdon ja johtamisen kirjallisuudessa vallitseva yleinen konsensus on, että tekoäly on jo muuttanut ja tulee entisestään muuttamaan tapoja, joilla organisaatiot pyrkivät saavuttamaan yritysarvoa ja kilpailuetua (esim. Daugherty & Wilson, 2018; Enholm et al., 2022; Krakowski et al., 2022). Tekoälyn hyötyjen odotetaan realisoituvan organisaatioiden kannalta muun muassa korkeampina liiketoiminnan tuottoina, kustannusten pienemisenä ja liiketoiminnan tehokkuuden parantumisena (Daugherty & Wilson, 2018; Kumar et al., 2019; Alsheiabni et al., 2020).

Kirjallisuudessa esiintyy kuitenkin eriäviä näkemyksiä siitä, miten tämä muutos tarkkaan ottaen ilmenee (Enholm et al., 2022) ja miten tekoälyn sovellutukset asemoituvat suhteessa inhimilliseen älykkyyteen (Raisch & Krakowski, 2021). Osa tutkimuksesta pitää todennäköisempänä kehityssuuntana sitä, että tekoälyllä korvataan ihmisten kognitiivisia kyvykkyksiä (esim. Mayer et al., 2020; Balasubramanian et al., 2022), osa taas korostaa tekoälyn potentiaalia lähtökohtaisesti inhimillisiä kykyjä täydentävänä, niiden rinnalla hyödynnettävänä teknologiana (esim. Murray et al., 2021; Lee & Cha, 2023). Molemmille näkemykset perustellaan alan kirjallisuudessa uskottavasti, ja lieneekin hyvin tilannekohtaista, onko tarkoituksenmukaisempaa korvata tekoälyllä jokin tehtävä, vai hyödyntää tekoälyä täydentävänä resurssina ja ihmisten tukena. Näin ollen tässä työssä tekoälyä tarkastellaan sekä korvaavana että täydentävänä teknologiana.

Tekoälyn nopea kehitys keskeiseksi strategiseksi arvoajuriksi on synnyttänyt organisaatioissa täysin uudenlaisia haasteita (Duan et al., 2019), joiden ratkaiseminen on edellytys tekoälyn hyödyntämiselle arvoa ja kilpailuetua tuottavissa ratkaisuissa. Enholmin et al. (2022) mukaan tähän pystyäkseen organisaation tulee ymmärtää tekoälyteknologioihin liittyvä potentiaali. Lisäksi olennaista on tunnistaa ne keskeiset resurssit ja kyvykkyydet, joita tekoälyn implementointi osaksi organisaation liiketoimintaprosesseja vaatii (Mikalef & Gupta, 2021).

1.2 Tutkimusongelmat ja työn tavoite

Tämän tutkimuksen tavoitteena on muodostaa organisaatiolähtöinen näkemys siitä, miten tekoälyä voidaan menestyksekkäästi hyödyntää organisaation kilpailuedun kasvattamisessa. Tämä tavoite ohjaa tutkimusta keskittymään siihen, millaisia organisatorisia vaatimuksia tekoälyn menestyksekkäälle hyödyntämiselle alan kirjallisuudessa on tunnistettu, miten nämä vaatimukset liittyvät tekoälyn arvontuotto prosessiin ja millä tavoin näitä vaatimuksia voidaan kategorisoida suhteessa toisiinsa niiden ominaisuuksien perusteella. Organisatoristen vaatimusten tarkasteluun sovelletaan resurssipohjaista näkemystä, joka on aiemmassa tutkimuksessa osoitettu soveltuvaksi teoreettiseksi viitekehyyksi dynaamisten ympäristöjen strategiseen analyysiin (Acedo et al., 2006; Mikalef & Gupta, 2021). Resurssipohjaisen näkemyksen perusoletus on, että organisaation kilpailuetu määräytyy sen sisäisten resurssien ja kyvykkyyksien sekä niiden kombinaatioiden funktiona (Barney & Hesterly, 2018 s. 86–89; Freeman et al., 2021). Näin ollen työn tavoitteeseen pyritään vastaamaan seuraavien tutkimuskysymysten kautta:

1. Millaisia resurssi- ja kyvykkyyksivaatimuksia tekoälyn menestyksekkäs hyödyntäminen strategisena kilpailutekijänä asettaa organisaatioille?
2. Mitkä ovat tunnistettujen resurssi- ja kyvykkyyksivaatimusten roolit osana tekoälyn arvontuotto prosessia?
3. Miten tunnistettuja resurssi- ja kyvykkyyksivaatimuksia voidaan kategorisoida suhteessa toisiinsa niiden ominaispiirteiden perusteella?

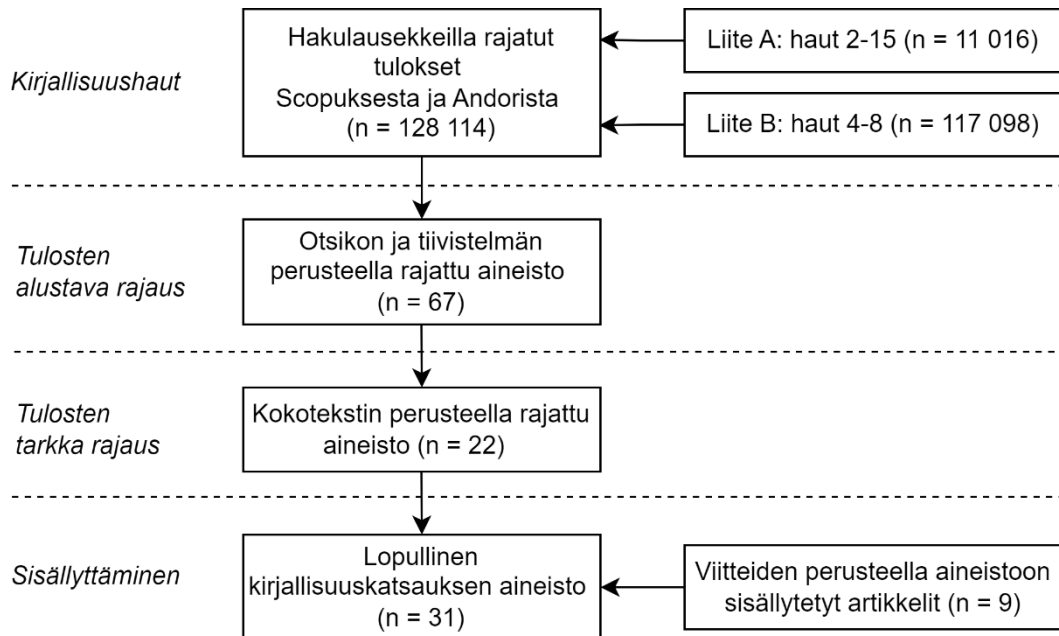
Aiheen relevanssia ja ajankohtaisuutta alleviivaavat alan tutkimuksessa tunnistetut haasteet organisaatioiden tekoälyintegraatioiden onnistumisessa (esim. Ransbotham et al., 2018; Chowdhury et al., 2023). Fountainen et al. (2019) mukaan useat tekoälyyn investoineista yrityksistä eivät ole onnistuneet realisoimaan investoinnistaan odotetun kaltaista arvoa, samalla kun Boston Consulting Groupin ja MIT:n teettämän tutkimuksen mukaan 70 % tekoälyhankkeista tuottivat vain vähäistä arvoa liiketoiminnalle (Chowdhury et al., 2023). Katsaus tekoälyn hyödyntämiselle olennaisimmista resurssi-

ja kyvykkyyksivaatimuksista voikin näin ollen nostaa esiin tekijöitä näiden haasteiden taustalta sekä laajentaa ymmärrystä näkökulmista, jotka tulee huomioida määritettäessä tekoälyn organisaatiokohtaista potentiaalia tuottaa liiketoiminta-arvoa ja kilpailuetua.

1.3 Tutkimusmetodologia

Tämä kandidaatintyö on kirjallisuuskatsaus, joka tutkii tekoälyn liittyvää kirjallisuutta erityisesti strategisen johtamisen näkökulmasta. Kirjallisuushauissa hyödynnettiin Elsevierin Scopus-tietokantaa ja Tampereen yliopiston hakupalvelu Andoria. Haut tehtiin kokonaisuudessaan englanniksi tutkimusaineiston kattavuuden ja laadukkuuden takaamiseksi.

Kirjallisuushauissa tekoälyä vastaavina hakusanoina käytettiin termejä ”artificial intelligence” ja ”AI”. Liiketoiminta-arvoa, kilpailukykyä ja kilpailuetua vastaavina termeinä käytettiin hakusanoja ”value”, ”business value”, ”firm performance”, ”competitive advantage” ja katkaistua muotoa ”competitive advanta*”. Resurssipohjaista näkemystä hauissa edustavat puolestaan termit ”resource based view”, ”resource-based view”, ”resource based theory”, ”resource-based theory”, ”RBV” ja ”RBT” sekä erinäiset katkaistut muodot edellä mainituista termeistä. Tehdyt kirjallisuushaut on taulukoitu liitteisiin A ja B, josta ilmenevät hyödynnetty tietokanta, hakusanat, rajaukset sekä haun tulosten määrä.



Kuva 1: Kirjallisuuskatsauksen aineiston koostamisen vaiheet

Tutkimusaineisto koostettiin pitkälti kirjallisuushakujen suorista tuloksista, mutta siihen sisällytettiin myös joitakin sellaisia julkaisuja, joihin kirjallisuushakujen tuloksissa on vii-

tattu. Tutkimusaineistoa rajattiin ensin otsikon ja tiivistelmän perusteella, sekä myöhemässä vaiheessa koko tekstiin perustuen. Kirjallisuuskatsauksen aineiston koostamisen vaiheet esitetään kuvassa 1. Tutkimusaineiston ja muun lähdeaineiston koostamisessa erityistä huomiota kiinnitettiin tutkimusten julkaisukanavan laatuun. Rajaavana vähimmäiskriteerinä käytettiin suomalaisen tiedeyhteisön ylläpitämän Julkaisufoorumin tasoluokitusta 1. Työssä lähteenä hyödynnetyistä artikkeleista (n=97) 70 % (68 kpl) on laatuokitukseltaan välillä 2–3.

Ensimmäisessä ja toisessa luvussa lähteinä on käytetty julkaisuja, joka mahdollistavat kattavan yleiskuvan muodostumisen käsiteltävistä aiheista, sekä julkaisuja, jotka syvennyvät käsittelemään työn teoriapohjan kannalta relevantteja aihealueita tarkemmin. Luvut 3 ja 4 muodostavat kirjallisuuskatsauksen tulososion, ja niissä ensisijaisina lähteinä on käytetty artikkeleita, jotka tarkastelevat spesifisti tekoälyn strategista potentiaalia sekä organisaation tekoälykyvyttä. Lukujen lähdeaineistoon pyrittiin sisällyttämään niin empirisiä kuin teoreettisia tutkimuksia sekä artikkeleita useilta eri toimialoilta tulosten kattavuuden varmistamiseksi. Kirjallisuuskatsauksessa hyödynnetyn tutkimusaineiston lisäksi joitakin aihealueiden kannalta relevantteja julkaisuja haettiin ad hoc -periaatteella näkökulmien laajentamiseksi ja argumentaation vankistamiseksi työn myöhemmissä vaiheissa. Näissä hauissa hyödynnettiin osaltaan myös muita tietokantoja (esim. Web of Science) ja hakukoneita (esim. Google Scholar).

1.4 Tutkimuksen rakenne

Tämä kandidaatintyö koostuu viidestä luvusta. Luku kaksi keskittyy avaamaan työn kannalta keskeisiä teoreettisia lähtökohtia, terminologiaa ja taustatekijöitä, kuten tekoälyn kehitystä, määritelmää sekä sen käsittelyä relevanttien alojen kirjallisuudessa. Toisessa luvussa esitellään lisäksi resurssipohjainen näkemys ja perusteellaan sen valinta tämän työn analyysiä ohjaavaksi teoreettiseksi viitekehyykseksi. Luvussa kolme paneudutaan tekoälyn arvontuottopotentiaaliin ja sovellusalueisiin sekä kirjallisuudessa tekoälyn menestyksekkään hyödyntämisen edellytyksenä pidetyn organisaation tekoälykyvykkyyden olemukseen. Luku neljä syventää ymmärrystä organisaation tekoälykyvykkyydestä. Luvussa analysoidaan tiedeyhteisössä muodostettuja näkemyksiä tekoälykyvykkyyden rakenteesta sekä luokitellaan ja eritellään tekoälykyvykkyyttä rakentavia resursseja ja kyvykkyyksiä tämän analyysin pohjalta. Luku viisi kokoaa yhteen luvuissa kolme ja neljä esitetystä analyysistä johdetut olennaiset päätelmät. Lisäksi luvussa arvioidaan työn tuloksia sekä sen synnyttämiä jatkotutkimustarpeita.

2. TUTKIMUKSEN TEOREETTINEN TAUSTA

Tässä luvussa esitellään työn kannalta olennaiset teoreettiset lähtökohdat. Luvun tarkoituksena on määritellä olennainen terminologia sekä pohjustaa kappaleissa kolme ja neljä käsiteltävää kirjallisuutta sekä siitä esitettävää analyysiä. Luvussa syvennetään ymmärrystä tekoälystä ja tutkimuksen analyysiosuudessa hyödynnettävästä teoreettisesta viitekehyksestä, sekä validoidaan viitekehysten käyttö tekoälyn asettamassa tutkimuskontekstissa.

2.1 Tekoäly

Tässä alaluvussa käsitellään tekoälyn kehitystä ja sen käsitteen moniulotteisuutta sekä muodostetaan kirjallisuuteen pohjautuva käsitys tekoälyn olemuksesta.

2.1.1 Tekoälyn evoluutio maailmaa muuttavaksi teknologiaksi

Aivan tietojenkäsittelytieteen alkumetreiltä lähtien tutkijat, kuten Alan Turing harkitsivat mahdollisuutta siitä, että kone kykenisi esimerkiksi pelaamaan shakkia osoituksena sen älykkyydestä. Vuonna 1950 julkaisemassaan artikkelissa ”Computing Machinery and Intelligence” Turing kuvailee, kuinka älykkäitä koneita rakennetaan ja erityisesti, kuinka niiden älykkyyttä voidaan testata (Turing, 2009). Tätä ”Turingin testinä” tunnettua koetta pidetään edelleen relevanttina mittarina koneen älykkyydelle: älykäs kone kykenee tuottamaan keskustelussa vastauksia, joita ei voi erottaa ihmisen vastauksista. Tarkkailija ei siis osaa sanoa, keskusteleeko hän koneen vai ihmisen kanssa (Haenlein & Kaplan, 2019; Wamba-Taguimdje et al., 2020).

Säännöllisin väliajoin aina 1950-luvulta lähtien asiantuntijat arvioivat, että tekoälyn läpimurto ja niin kutsutun vahvan tai yleisen tekoälyn (strong AI, artificial general intelligence) saavuttaminen on vain muutamien vuosien päässä. Tällainen tekoäly omaisi ihmistä vastaavat kognitiiviset, emotionaaliset ja sosiaaliset taidot, eikä sitä kykenisi erottamaan ihmisestä. Toistaiseksi vahvaa tekoälyä ei ole kuitenkaan vielä onnistuttu luomaan. (Haenlein & Kaplan, 2019)

Luottamus tekoälyyn on aikojen saatossa vaihdellut useampaan otteeseen toiveikkouden ja täyden luottamuksen puutteen välillä, kun teknologialle asetettuihin korkeisiin odotuksiin ei ole kyetty vastaamaan asiantuntijoiden optimistisista arvioista huolimatta (Haenlein & Kaplan, 2019; Toosi et al., 2022). Samalla merkkipaaluja ja tavoitteita on kui-

tenkin myös saavutettu, ja nykyisin tekoälyn arvontuottopotentiaalia pidetäänkin kiistattomana (Dwivedi et al., 2021; Enholm et al., 2022; Krakowski et al., 2022). Keskeisimpiä näistä merkkipaaluista on koottu liitteeseen C.

2.1.2 Modernin tekoälyn moniulotteinen määritelmä

Tekoäly on käsitteenä hyvin monitulkitainen (Enholm et al., 2022). Tekoälyn kehitykseen ja tutkimukseen liittyy useita kehityssuuntia ja teknologioita, jotka poikkeavat lähestymistavoiltaan oleellisesti (Schmidt et al., 2020), mutta tästä huolimatta käsitteelle ei ole yhtä kirjallisuudessa universaalisti hyväksyttyä määritelmää (Mikalef & Gupta, 2021). Mikalef ja Gupta (2021) toteavatkin tämän johtavan väistämättä perustavanlaatuisiin ongelmiin tekoälyn kokonaisvaltaisessa ymmärtämisessä. Universaalien määritelmän puuttuessa rajanveto siitä, mikä on tekoälyä ja mikä ei, on käytännössä mahdotonta. Nykytilassaan termillä ”tekoäly” voidaankin tarkoittaa kaikkia tekoälyteknologioita, osaa niistä tai vain jotakin tiettyä teknologiaa – eikä siitä, ovatko tarkoitetut teknologiat ylipäätään tekoälyä, voida viime kädessä sanoa mitään.

Tutkijat ovat kuitenkin pyrkineet muodostamaan mahdollisimman johdonmukaisia määritelmiä tekoälylle, ja näihin määritelmiin on perehdytty kattavasti useissa julkaisuissa (ks. Mikalef & Gupta, 2021; Enholm et al., 2022, Chowdhury et al., 2023). Kirjallisuudessa toistuva lähtökohta on, että tekoälyn määrittelemiseksi tulee ensin muodostaa käsitys siitä, mitä termit ”artificial” (suom. keinotekoinen, teko-) ja ”intelligence” (suom. älykkyys, äly) tässä kontekstissa tarkoittavat. Mikalef ja Gupta (2021) määrittelevät ”keinotekoisien” viittaavan ihmisen luomaan entiteettiin, joka muistuttaa ominaisuuksiltaan jotain luonnollista ilmiötä. Toisaalta Steels ja Brooks (2018) haastavat tämän kaltaisten määritelmien käsityksen siitä, että tekoäly olisi poikkeuksetta ihmisten luomaa.

Lichtenthalerin (2019) mukaan älykkyys voidaan nähdä kognitiivisten kyvykkyyksien, kuten oppimisen, päättelyn ja ymmärtämisen summana. Useiden aiempien määritelmien pohjalta Legg ja Hutter (2007) puolestaan syntetisoivat älykkyyden tarkoittavan ”kykyä vuorovaikuttaa, oppia, omaksua ja tukeutua kokemuserustaiseen tietoon sekä sietää epävarmuutta”. Nämä näkemykset keinotekoisuuden ja älykkyyden olemuksesta yhdistyvät esimerkiksi Rain et al. (2019) esittämässä määritelmässä tekoälylle, jonka mukaan se voidaan ymmärtää koneiden kyvyksi suorittaa kognitiivisia tehtäviä, jotka perinteisesti on käsitetty luonteeltaan vain ihmisälylle sopiviksi. Wamba-Taguimdje et al. (2020) puolestaan muotoilevat tekoälyn olevan joukko teorioita ja tekniikoita, joita hyödynnetään älykkyyden simulointiin ilman merkittävää ihmisen interventiota kykenevien laitteiden luomisessa.

Kirjallisuudessa esiintyvät määritelmät sisältävät toisinaan myös ajatuksen siitä, ettei tekoälyä tarvitse eksplisiittisesti ohjelmoida suorittamaan älykkyyttä vaativia tehtäviä (Demlehner & Laumer, 2020). Näiden määritelmien mukaan tekoäly kykenee havaitsemaan, tulkitsemaan, oppimaan, suunnittelemaan, ymmärtämään ja toimimaan itsenäisesti, (Glikson & Woolley 2020; Demlehner & Laumer, 2020) ja siten tulkitsemaan ulkoista dataa, oppimaan siitä ja hyödyntämään tätä oppimista ennalta määritettyjen tehtävien suorittamisessa joustavasti mukautumalla (Makarius et al., 2020). Tämän päämäärän saavuttamiseksi tekoäly ei tarvitse etukäteen määritettyjä toimintamalleja tai ohjeita (Demlehner & Laumer, 2020).

Enholmin et al. (2022) mukaan tekoälyn määritelmät alan kirjallisuudessa voidaan jaotella kahteen kategoriaan: Ensimmäiseen kategoriaan kuuluvat määritelmät korostavat tekoälyn ihmisen kognitiivisia kyvykkyyksiä muistuttavia ominaisuuksia, kuten päättelyä,

Taulukko 1: Kirjallisuudessa esitettyjä määritelmiä tekoälylle

| Julkaisu | Määritelmä |
|--------------------------|---|
| Chowdhury et al. (2023) | Tekoäly on algoritmeista ja ohjelmistoista koostuvan, ihmisen tekemän järjestelmän kyky tunnistaa, tulkitaa, tuottaa oivalluksia ja oppia tietolähteistä tiettyjen ennalta määrättyjen tavoitteiden ja tehtävien saavuttamiseksi. |
| Enholm et al. (2022) | Tekoäly on sovellettu tieteenala, jonka tavoitteena on luoda järjestelmiä, jotka kykenevät tunnistamaan, tulkitsemaan, tekemään päätelmiä ja oppimaan datasta ennalta määrättyjen organisatoristen ja yhteiskunnallisten tavoitteiden saavuttamiseksi. |
| Mikalef & Gupta (2021) | Tekoäly on järjestelmän kyky tunnistaa, tulkitaa, tehdä päätelmiä ja oppia datasta ennalta määrättyjen organisatoristen ja yhteiskunnallisten tavoitteiden saavuttamiseksi. |
| Glikson & Woolley (2020) | Johtamisen tutkimuksessa tekoäly määritellään uuden sukupolven teknologioiksi, jotka pystyvät vuorovaikuttamaan ympäristönsä kanssa (a) keräämällä tietoa ulkopuolisista lähteistä (myös luonnollisesta kielestä) tai muista järjestelmistä; (b) tulkitsemaan näitä tietoja, tunnistamaan malleja, laatimaan sääntöjä tai ennustamaan tapahtumia; (c) tuottamalla tuloksia, vastaamaan kysymyksiin tai antamaan ohjeita muille järjestelmille; sekä (d) arvioimalla toimiensa tuloksia ja parantamalla päätöksentekoprosessiaan spesifien tavoitteiden saavuttamiseksi. |
| Makarius et al. (2020) | Tekoälyllä tarkoitetaan järjestelmän kykyä tulkitaa ulkoista dataa oikein, oppia tästä datasta ja käyttää oppimaansa ennalta määritettyjen tavoitteiden saavuttamiseen joustavan mukautumisen avulla. |

oppimista, suunnittelemista tai luovuutta (Boucher, 2020). Toinen kategoria sen sijaan suhtautuu tekoälyyn ensisijaisesti työkaluna. Näissä määritelmässä korostuvat näkemykset siitä, että tekoäly voidaan valjastaa ratkaisemaan ongelmia, jotka olisivat ihmiselle mahdottomia tai todella aikaa vieviä ratkaistaviksi (esim. Makarius et al., 2020; Demlechner & Laumer, 2020). Joskin näiden kahden kategorian määritelmässä on paljon yhtäläisyyksiä, eräs oleellinen ero niiden välillä on suhtautuminen tekoälyn kykyyn emuloida inhimillisiä kyvykkyyksiä (Enholm et al., 2022). Siinä missä ensimmäinen kategoria olettaa tekoälyn pystyvän täydellisesti emuloimaan ihmisen älykkyyttä (Rai et al., 2019; Boucher, 2020), toinen suhtautuu tekoälyyn työkaluna, joka ei täysin ilman ihmiskäyttäjää siihen kykene (Wamba-Taguimdje et al., 2020).

Taulukkoon 1 on koottu viisi tekoälyn määritelmää, jotka on koostettu useiden aiemmin kirjallisuudessa julkaistujen määritelmien perusteella. Näiden määritelmien synteessä tekoäly määritellään tässä tutkimuksessa tarkoittamaan teknologioita tai järjestelmiä, jotka kykenevät vuorovaikuttamaan ympäristönsä kanssa keräämällä dataa monipuolisista lähteistä, tunnistamaan ja tulkitsemaan sitä, oppimaan ja kehittymään tämän datan pohjalta sekä muodostamaan käsittelemäänsä dataan perustuen ennalta määritettyjen tavoitteiden saavuttamiselle relevantteja tuloksia tai päätelmiä.

2.2 Resurssipohjainen näkemys

Alun perin Birger Wernerfeltin (1984) esittämä ja myöhemmin Jay B. Barney (1991) raffinoima ja julkaisema resurssipohjainen näkemys (tyypillisesti myöhemmässä kirjallisuudessa myös resurssipohjainen teoria) on vakiinnuttanut paikkansa yhtenä yritysstrategian ja strategisen liikkeenjohdon tutkimuskenttien keskeisimmistä teorioista (Seddon, 2014; Freeman et al., 2021). Tässä alaluvussa esitellään resurssipohjaisen näkemyksen teoreettiset lähtökohdat, joihin tämän tutkimuksen käsittely ja analyysi perustuu.

2.2.1 Resurssit ja kyvykkydet kilpailuedun lähteenä

Strategisen johtamisen ja taloustieteen klassisiin teorioihin pohjautuvan resurssipohjaisen näkemyksen ydinajatus on, että organisaation kilpailuetu määräytyy sen hallussa olevien eli organisaation sisäisten resurssien ja niiden ominaisuuksien perusteella (Barney, 2001). Tietyiltä osin resurssipohjaisen näkemyksen voidaan nähdä täydentävän Michael Porterin (1979, 1996) strategisen asemoinnin teoriaa (Rivard et al., 2006).

Myöhempi tutkimus jalosti Barney (1991) esittämän konseptin resurssipohjaisesta näkemyksestä teoriaksi, joka ottaa huomioon keskeisiä, alun perin resurssipohjaisen näkemyksen heikkouksina pidettyjä näkökulmia. Oleellinen jatkotutkimusten tuottama lisä

resurssipohjaiseen näkemykseen olivat näkökulmat siitä, että yrityksen sisäisten resurssien lisäksi sen kilpailukykyyn vaikuttavat olennaisesti sen sisäiset, dynaamiset kyvykkydet sekä niiden tietoinen rakentaminen. (Amit & Shoemaker, 1993; Bharadwaj, 2000; Eisenhardt & Martin, 2000; Priem & Butler, 2001, Barney, 2001) Modernin resurssipohjaisen näkemyksen voidaankin luonnehtia käsittelevän yrityksen kilpailuetua sen sisäisten resurssien, kyvykkyysien sekä näiden uniikkien kombinaatioiden ja ominaisuuksien funktiona (Barney & Hesterly, 2018 s. 86–89; Freeman et al., 2021).

Amit ja Shoemaker (1993) määrittelevät resurssit vaihdettaviksi ja yleisluonteisiksi hyödykkeiksi tai omaisuuseriksi, joilla on yritykselle arvontuottopotentiaalia. Barney & Hesterlyn (2018, s. 86) mukaan resurssit ovat resurssipohjaisen näkemyksen kontekstissa aineellisia ja aineettomia hyödykkeitä, joita yritys hallitsee ja joita se voi käyttää strategioidensa suunnitteluun ja toteuttamiseen. Vastaavasti kyvykkyudet ovat heidän mukaansa aineellisten ja aineettomien hyödykkeiden muodostamia resurssien osajoukkoja, joiden avulla yritys voi hyödyntää täysimääräisesti muita hallitsemiaan resursseja (Barney & Hesterly, 2018 s. 86). Amit ja Shoemaker (1993) määrittelevät kyvykkyudet ei-vaihdettavissa oleviksi, yrityskohtaisiksi kyvyiksi ja pätevyyksiksi integroita, ottaa käyttöön ja hyödyntää resursseja yrityksen sisällä. Näiden määritelmien mukaisesti resurssien voidaan sellaisenaan katsoa edustavan tuotantoprosessin panosta, siinä missä kyvykkyudet luovat mahdollisuuksia hyödyntää näitä resursseja tuottavuuden parantamiseksi ja taloudellisen tuoton saavuttamiseksi (Mikalef & Gupta, 2021).

2.2.2 Kilpailuetua tuottavien resurssien ominaisuudet

Resurssipohjaisen näkemyksen mukaan organisaation kyvykkyudet ovat suoraan kytköksissä organisaation hallussa olevien resurssien laatuun. Yhtäältä organisaation kyvykkyudet kehittyvät sen hallussa olevien resurssien pohjalta (Sirmon et al., 2007) ja toisaalta nämä kyvykkyudet mahdollistavat resurssien hyödyntämisen uusin tavoin kilpailuedun luomiseksi (Amit & Shoemaker, 1993; Barney & Hesterly, 2018 s. 86; Mikalef & Gupta, 2021). Tästä syystä resurssit tulee nähdä toisistaan erillisinä, potentiaalisina kilpailutekijöinä ja niiden ominaisuuksia sekä arvontuottopotentiaalia tarkastella yksittäistasolla (Barney & Hesterly 2018, s. 89–90). Barney (1991) mukaan nämä yksittäiset resurssit voidaan jakaa kolmeen perustyyppiin: yrityksen aineelliseen pääomaan (esim. toimitilat, laitteet ja rahoitus), inhimilliseen pääomaan (esim. työntekijöiden taidot, arviointikyky ja älykkyys) ja organisatoriseen pääomaan (esim. organisaatorakenne ja koordinointi).

Resurssien strateginen arvokkuus ja heterogeeninen jakautuminen ovat resurssipohjaisen näkemyksen asettamat perusedellytykset resurssin potentiaalille tuottaa kilpailuetua (Barney, 1991; Peteraf, 1993). Resurssi on strategisesti arvokas, jos yritys voi sen avulla

hyödyntää ulkoisia mahdollisuuksia tai neutralisoida ulkoisia uhkia (Barney, 1991; Barney & Hesterly, 2018 s. 90). Resurssit eivät täten ole itsessään arvokkaita, vaan niiden arvo määrittyy yksinomaan sen perusteella, millaisia edellytyksiä ne tarjoavat yrityksen kilpailuaseman parantamiseksi. Resurssi kuuluu yrityksen sisäisiin vahvuuksiin, jos se tarjoaa edellytyksiä ulkoisesta mahdollisuudesta hyötymiseen tai ulkoisen uhan neutraloimiseen. Jos ei, resurssi kuuluu yrityksen sisäisiin heikkouksiin. (Barney & Hesterly, 2018 s. 90) Vaatimus resurssien heterogeenisestä jakautumisesta toimialalla puolestaan edellyttää, että alan toimijoiden hallitsemat resurssit ja kyvykkyydet tai niiden kombinaatiot ovat yrityskohtaisesti uniikkeja tai harvinaisia (Kozlenkova et al., 2014). Usein homogeenisesti jakautuneet, arvokkaat resurssit ovatkin siten kilpailuedun lähteiden sijaan kilpailullisen yhtäläisyyden (competitive parity) lähteitä (Barney & Hesterly, 2018 s. 93–94). Tällaiset resurssit ovat kuitenkin usein tärkeitä, sillä niiden puute voi asettaa yrityksen kilpailullisesti hyvin epäedulliseen asemaan (Barney & Hesterly, 2018 s. 95).

Näiden perusedellytysten lisäksi resurssipohjaista näkemystä käsittelevässä kirjallisuudessa nostetaan tyypillisesti esiin resurssien epätäydellinen imitoitavuus ja korvaamattomuus tekijöinä, jotka lisäävät resurssin potentiaalia tuottaa pitkäaikaista tai jopa pysyvää kilpailuetua organisaatiolle (esim. Peteraf, 1993; Seddon, 2014; Krakowski et al., 2022). Nämä tekijät viittaavat tilanteisiin, joissa resurssin hankinta tai kehittäminen edellyttäisi kilpailijoilta taloudellisesti epäedullisia investointeja, eikä resurssin tuomia hyötyjä voida saavuttaa millään muulla resurssilla (Seddon, 2014; Barney & Hesterly, 2018 s. 95).

Resurssien täyden kilpailullisen potentiaalin realisoimiseksi yrityksen tulee samalla olla organisoitu tavalla, joka tukee näiden resurssien hyödyntämistä (Barney & Wright, 1998). Tällaisia organisatorisia resursseja kutsutaan usein täydentäviksi resursseiksi. Muista resursseista erillään niiden kyky tuottaa kilpailuetua on hyvin rajallinen, mutta yhdistettynä aineellisiin tai inhimillisiin resursseihin ne mahdollistavat yrityksen täyden kilpailullisen potentiaalin realisoimisen. (Barney & Hesterly, 2018 s. 101)

2.3 Resurssipohjaisen näkemyksen arvo työn kontekstissa

Tekoälyllä odotetaan olevan kokonaisvaltaisia vaikutuksia liike-elämälle ja organisaatioille liiketoimintamalli- ja prosessi-innovaatioista ja uusista kilpailuedun ja liiketoiminnallisen arvon tavoittelemisen keinoista aina arkipäiväisten toimintojen suorittamiseen (Boucher, 2020; Krakowski et al., 2022; Chowdhury et al., 2023). Mikalefin ja Guptan (2021) mukaan resurssipohjaisen näkemyksen arvoa tämänkaltaisten laajojen organisaatiotason ilmiöiden selittämisessä ilmentää se, että se on omaksuttu useiden tieteen-

alojen tutkimuksessa. Resurssipohjaista näkemystä onkin sovellettu esimerkiksi toimitusketjujen hallinnan, markkinoinnin ja toiminnanjohtamisen kärkijournaaleissa julkaistuissa tutkimuksissa (esim. Barney, 2012; Kozlenkova et al., 2014; Bromiley & Rau, 2016).

Samalla resurssipohjaista näkemystä on hyödynnetty teoreettisena lähtökohtana muun muassa tietotekniikkainvestointien arvontuoton ja kilpailuedun (Wade & Hulland, 2004; Rivard et al., 2006; Tarafdar & Gordon, 2007), tietoteknisten resurssien ja yrityksen suorituskyvyn välisten suhteiden (Bharadwaj, 2000; Nevo & Wade, 2011) sekä IT-johtamisen (Bradley & Byrd, 2007; Nevo & Wade, 2010) tutkimuksessa. Tämä on paitsi tuottanut tämän työn kannalta runsaasti relevantteja näkökulmia, myös osaltaan puoltaa resurssipohjaisen näkemyksen soveltuvuutta työn kontekstiin. Melville et al. (2004) argumentoivatkin, että resurssipohjainen näkemys tarjoaa mahdollisuuksia ymmärtää erilaisten IT-resurssien arvo ja merkitys organisaation suorituskyvylle. Waden ja Hullandin (2004) mukaan resurssipohjainen näkemys tarjoaa vakuuttavan viitekehysten tietojärjestelmä-resurssien strategisen arvon määrittämiseen. Mikalef ja Gupta (2021) puolestaan toteavat aiempien tutkimusten empiirisen näytön puoltavan johdonmukaisesti resurssipohjaisen näkemyksen soveltuvuutta organisatoristen resurssien ja yrityksen suorituskyvyn välisten suhteiden analyysiin.

3. TEKOÄLY ORGANISAATION ARVOAJURINA

Tekoälyn potentiaalia liiketoiminta-arvon tuottajana pidetään kiistattomana läpi tieteenalojen, mutta empiiristä tutkimusta tekoälyimplementointien vaikutuksista kriittisiin liiketoiminnan suorituskykymittareihin ja siten liiketoiminta-arvoon on vielä varsin vähän (Mikalef & Gupta, 2021). Teoreettisista lähtökohdista tekoälyn arvontuottopotentiaalia on kuitenkin käsitelty laajalti (esim. Dwivedi et al., 2021; Borges et al., 2021; Enholm et al., 2022; Chowdhury et al., 2023), ja sen on argumentoitu realisoituvan lukuisin eri tavoin. Tässä luvussa syvennyttään kirjallisuudessa toistuviin tekoälyn arvontuottomekanismeihin ja sovellusalueisiin. Lisäksi esitellään näkemys organisaation tekoälykyvykkyydestä, jota kirjallisuudessa pidetään edellytyksenä tekoälyn arvontuottopotentiaalın realisoimiselle (Wamba-Taguimdje et al., 2020; Enholm et al., 2022; Chowdhury et al., 2023).

3.1 Tekoälyn potentiaalinen arvo ja sovellusalueet

Tekoälyyn liittyvästä kirjallisuudesta on tunnistettavissa useita luokitteluja, joissa tekoälylle kategorisoidaan sen ilmentämän älykkyyden ja niitä vastaavien, liiketoiminnalle arvoa tuottavien sovellusalueiden perusteella (Haenlein & Kaplan, 2019; Chowdhury et al., 2023). Taulukossa 2 esitetään relevantin kirjallisuuden pohjalta koostettu kategorisointimalli tekoälyteknologioista, niiden tuottamasta arvosta liiketoiminnalle sekä niitä vastaavista sovellusalueista.

Tekoälyn arvoon liittyvässä keskustelussa nostetaan usein esiin sen potentiaali lisätä luovuutta organisaatioissa (Townsend & Hunt, 2019). Erityisesti autonomisen ja automatisoidun älykkyyden sovellusten käyttöönoton uskotaan vapauttavan ihmisille enemmän aikaa luoviin tehtäviin, kun tekoäly voi suorittaa tiettyjä prosesseja tai niiden vaiheita itsenäisesti (Mikalef & Gupta, 2021). Lisätyn ja avustetun älykkyyden sovellusten odotetaan puolestaan tuottavan luovien tehtävien suorittamiseksi relevantteja ehdotuksia, päätelmiä ja analyyskejä, joita ihmisten olisi vaikeaa tai mahdotonta tuottaa itse (Mazzone & Elgammal, 2019). Tästä näkökulmasta tarkasteltuna tekoälyn tuottamien liiketoimintahyötyjen katsotaan olevan erityisesti seurausta ihmisten kyvykkyyksiä täydentävistä ratkaisuista.

Organisaatioiden luovuuden kasvattamisen ohella tekoälyn on esitetty tuottavan arvoa useilla keskeisillä liiketoiminnan suorituskyvyn mittareilla mitattuna. Asiakassegmentointia, asiakkaiden ymmärtämistä ja asiakasrajapinnan vuorovaikutusta tehostavien tekoälysovellusten on argumentoitu kasvattavan markkinaosuutta ja asiakasretentiota (Syam

& Sharma, 2018). Tekoälysovellusten datan prosessointinopeuteen tuomien hyötyjen uskotaan puolestaan vähentävän operatiivisen toiminnan pullonkauloja, ja täten realisoituvan kasvuna organisaatioiden operatiivisessa suorituskyvyssä (Ivanov & Webster, 2017).

Taulukko 2: Tekoälyn tyypit ja niiden tuottama arvo liiketoiminnalle

| Tekoälyn tyyppi | Arvo liiketoiminnalle | Esimerkkisovellus |
|--|--|--|
| Automatisoitu älykkyys (automated intelligence) | Suorittaa automatisoituja, sääntöpohjaisia rutiineja (triviaaleja, toistuvia tehtäviä), mikä vapauttaa ihmistyöntekijöille aikaa ei-triviaaleihin ja luoviin tehtäviin ¹ | Keskustelurobotit ja älykkäät assistentit, sopimusten ja lakitekstien "lukeminen", hakemusten ja lomakkeiden täyttäminen ^{1, 3} |
| Avustettu älykkyys (assisted intelligence) | Auttaa tietopohjaisessa päätöksenteossa analysoimalla ja tuottamalla tietämystä useista heterogeenisistä massadatavirroista ¹ | Suosittelujärjestelmät ¹ |
| Laajennettu älykkyys (augmented intelligence) | Eryteisesti koneoppimiseen ja massadatan analysointiin pohjautuvien tekoälyalgoritmien hyödyntäminen päätöksenteon ja luovien tehtävien tukena tehostaa päätöksentekoprosesseja, parantaa syötteenä otettavan informaation määrää ja laatua sekä tuottaa ehdotuksia ja päätelmiä ^{1, 2} | Puheentunnistusjärjestelmät ja visuaalinen kuvankäsittely ¹ |
| Autonominen älykkyys (autonomous intelligence) | Voi sopeutua ympäristöönsä koneoppimista hyödyntämällä siten, ettei ihmisen osallistumista operatiivisesta näkökulmasta vaadita. Ihmisen rooli suhteessa järjestelmiin suunnitteleva, kehittävä ja hallinnoiva. ¹ | Itseajavat autot, robotiikka tuotannossa ja varastoinnissa, robotitarjoilijat ¹ |

¹ Chowdhury et al. (2023). ² Mikalef & Gupta (2021). ³ Davenport & Ronanki (2018).

Lisäksi tekoäly voi tuoda parannuksia organisaatioiden päätöksentekoprosesseihin. Kumarin et al. (2019) mukaan tekoälyn tarjotessa oivalluksia, analyysejä ja päätelmiä, joita olisi mahdotonta tuottaa muulla tavoin, tekoäly laajentaa informaatiota ja näkemyksiä,

joita organisaatioiden ylin johto ja muut keskeiset päätöksentekijät voivat hyödyntää päätöksenteossaan. Samalla tekoälyn uskotaan tehostavan päättäjien ja organisaatioiden tuottavuutta päätöksenteolle relevantin tiedon saatavuuden parantuessa (Wilson & Dougherty, 2018). Duanin et al. (2019) mukaan tekoälyn potentiaalinen rooli päätöksentekoprosesseissa on moninainen. Pääasiallisesti se tullaan hyväksymään päätöksenteossa erityisesti täydentävänä teknologiana, mutta myös päätöksenteon automatisointi tekoälyllä on mahdollista (Duan et al., 2019; Colson, 2019). Esimerkiksi Seeber et al. (2020) esittävät, että tekoälyä voidaan hyödyntää lähes tasavertaisina ”työyhteisön jäsenenä”, jotka osallistuvat monimutkaiseen ongelmanratkaisuun määrittelemällä ongelman, tunnistamalla sen juurisyyt, esittämällä ja arvioimalla ratkaisuja, valitsemalla sopivimmat vaihtoehdot, tekemällä suunnitelmia ja konkreettisia toimia, oppimalla aikaisemmista vuorovaikutustilanteista sekä osallistumalla toimien jälkiarviointiin. Toteutustavasta riippumatta päätöksenteon tehokkuuden ja tietoperusteisuuden kasvulla voi olla merkittäviä vaikutuksia keskeisiin suorituskykyymmittareihin muun muassa pienentyneiden kustannusten myötä (Kumar et al., 2019).

3.2 Tekoälykyvykkyys arvontuoton mahdollistajana

Aiemmin esitetyt tekoälyn määritelmät ja arvontuottomekanismit liiketoiminnassa kuvaavat kaikki osaltaan niitä tavoitteita ja päämääriä, joita organisaatioilla on tekoälyimplementointiensa suhteen. Kuten millä tahansa teknologialla tai tietoteknisellä ratkaisulla, ei tekoälylläkään ole kuitenkaan varsinaista itseisarvoa (Mikalef & Gupta, 2021), eikä tekoälyn käyttöönotto siten suoraan auta organisaatiota lähemmäksi näitä tavoitteita ja päämääriä. Niihin päästäkseen organisaatioilla tulee olla laaja-alaisesti tekoälyn käyttöönottoa tukevaa aineellista, organisatorista ja inhimillistä pääomaa – toisin sanoen resursseja ja kyvykkyksiä – jotka mahdollistavat tekoälyn hyödyntämisen organisaation prosesseissa liiketoiminnalle arvoa tuottavalla tavalla.

Alan kirjallisuudessa tekoälyn käyttöönottoa ja käyttöä tukevien resurssien ja kyvykkyysien muodostamasta kokonaisuudesta käytetään usein nimitystä tekoälykyvykkyys (AI capability) (esim. Wamba-Taguimdje et al., 2020; Enholm et al., 2022; Chowdhury et al., 2023). Tekoälyn muodostuttua organisaatioiden keskeiseksi kilpailutekijäksi yhä useammat tutkimukset ovat keskittyneet tarkastelemaan keinoja, joilla tekoälyteknologioita ja -tekniikoita voidaan hyödyntää organisatoristen tavoitteiden saavuttamisessa (Bytniewski et al., 2020; Schmidt et al., 2020; Raisch & Krakowski, 2021). Käsitys tekoälykyvykkyydestä muodostuikin näin ollen selittämään sitä, kuinka tämä arvo voidaan saavuttaa ja kuinka yritysten tulisi organisoitua tämän arvon realisoimiseksi (Enholm et al., 2022). Mahdollisena reaktiona tekoälyhankkeiden tuottaman arvon heikkoon tasoon

(Chowdhury et al., 2023) alan empiirisessä tutkimuskentässä on perehdytty kattavasti puutteisiin organisaatioiden tekoälykyvykkyyksissä (esim. Ransbotham et al., 2017, 2018; Davenport & Ronanki, 2018; Brock & von Wangenheim, 2019). Näissä tutkimuksissa on tunnistettu useita selittäviä tekijöitä tekoälyhankkeiden epäonnistumiselle. Seuraavassa luvussa näihin tekijöihin perehdytään hieman tarkemmin.

3.3 Keskeisimmät puutteet organisaatioiden tekoälykyvykkyyksissä

Organisaatioiden tekoälykyvykkyyksien puutteita kartoittavissa tutkimuksissa toistuvat johdonmukaisesti tietyt tulokset. Keskeisimmät ongelmakohdat liittyvät usein joko suoraan teknologiaosaamiseen ja tekoälyn ymmärtämiseen teknologiana tai varsinaisten teknologiaresurssien tukemiseen ja täydentämiseen.

Esimerkiksi Ransbotham et al. (2017) totesivat, että merkittävimmät puutteet organisaatioiden tekoälykyvykkyyksissä liittyivät juuri teknologiseen osaamiseen: suurin osa tutkimukseen osallistuneista organisaatioista ei tuolloin ymmärtänyt tekoälyalgoritmien data-tarpeita saatikka tietojärjestelmiä ja teknologista infrastruktuuria, jota datan hyödyntäminen, siirtäminen ja tallentaminen edellyttää. Tämänkaltaiset perustavanlaatuiset puutteet tekoälykyvykkyyksissä voivatkin helposti jo yksinään johtaa tekoälyimplementointien täydelliseen epäonnistumiseen, sillä kuten tutkimusryhmäkin toteaa, on arvonluonti tekoälyn avulla suoraan kytköksissä tekoälyalgoritmien tehokkaaseen opettamiseen laadukkaalla ja ensisijaisesti yrityskohtaisella datalla (Ransbotham et al., 2017). Samaa lopputulosta implikoi myös tietotekniikan klassinen konsepti ”garbage in, garbage out” – huonolaatuinen syöte tuottaa poikkeuksetta huonoja tuloksia (Law, 2016). Davenport ja Ronanki (2018) puolestaan toteavat, että merkittävin syy tekoälyprojektien epäonnistumiselle ovat haasteet tekoälyn integroinnissa olemassa oleviin prosesseihin ja järjestelmiin. Mikalefin et al. (2019) mukaan julkisella sektorilla suurimmiksi haasteiksi nousevat kyvyttömyys datan ja järjestelmän integrointiin sekä tekoälyn opettamiseen käytettävän datan laadun varmistaminen. Brockin ja von Wangenheimin (2019) tuloksissa keskeisimmäksi haasteeksi nousi digitaalisten teknologioiden ja tekoälyn asiantuntijoiden puute. Tutkimustulosten valossa vaikuttaakin selvältä, että organisaatioiden tulee hankkia ja kehittää runsaasti uudenlaisia teknologiaresursseja ja -kyvykkyyksiä tekoälykyvykkyyksiensä parantamiseksi.

Tekoälyyn liittyvät teknologiset resurssit ovat kuitenkin vain osa kompetenttien tekoälykyvykkyyden rakentamista. Yhtä tärkeää on keskittyä niihin organisatorisiin resursseihin ja kyvykkyyksiin, jotka täydentävät teknologisia valmiuksia ja näin mahdollistavat uniikkien,

vaikeasti imitoitavien kyvykkyyksien syntymisen sekä tekoälyn potentiaalin hyödyntämisen kokonaisvaltaisesti (Barney & Wright, 1998; Sharma & Vredenburg, 1998). Useat tutkimukset alleviivaavat näiden täydentävien resurssien ja kyvykkyyksien tärkeyttä tekoälyhankkeiden kontekstissa. Fountaine et al. (2019) korostavat esimerkiksi poikkifunktionaalisten työryhmien ja yritystoimintojen rajat ylittävän informaation jakamisen merkitystä. Analytiikan, liiketoiminnan ja operatiivisen toiminnan asiantuntijoiden työskennellessä tiiviisti yhdessä varmistutaan siitä, että tekoälyhankkeiden tavoitteet ovat linjassa organisaation strategisten tavoitteiden kanssa ad hoc-periaatteella tunnistettujen, toisistaan erillisten käytötapausten sijasta (Fountaine et al., 2019). Useissa tutkimuksissa tunnistetut tarpeet tekoälykohtaisille taidoille eri liiketoiminnan osa-alueilla luovat uusia taitotarpeita sekä teknisissä että operatiivisissa rooleissa työskenteleville henkilöille ja toisaalta myös yritysjohdolle (Mikalef & Gupta, 2021). Poikkifunktionaalisuuden ja tiedon tehokkaan jakamisen arvo korostuu juuri näiden uusien taitojen levittäjinä organisaatiossa.

Ransbothamin et al. (2018) mukaan keskeisiin tekoälyn hyödyntämisen esteisiin arvonaluonnissa lukeutuvat muun muassa haasteet tekoälyosaamisen hankkimisessa ja sisäisessä kehittämisessä sekä tekoälyhankkeilta puuttuva yritysjohton tuki. Myös Brock ja von Wangenheim (2019) tunnistivat puutteet johtamisessa ja hankkeiden rahoituksessa merkittäväksi haasteeksi organisaation ketteryyden, sisäisen muutosvastarinnan sekä turvallisuusriskien ohella. Vuonna 2018 yhteistyössä Deloitteen kanssa toteutetun tutkimuksen mukaan 37 % johtajista ei ylipäättäen ymmärtänyt tekoälyteknologioita tai niiden toimintaa (Davenport & Ronanki, 2018), mikä saattaa osaltaan selittää yritysjohton vastahakoisuuden nousemista toistuvasti keskeisimpien tekoälyimplementointien haasteiden joukkoon.

4. TEKOÄLYKYVYKKYYDEN RAKENTAMINEN ORGANISAATIOSSA

Aiemmin esitelty näkemys organisaatiokohtaisesta tekoälykyvykkyydestä ja toisaalta tarkkaan tutkitut moninaiset haasteet tekoälyhankkeiden läpiviennissä osoittavat, kuinka laaja-alaisesti organisaation tulee hallita erilaisia resursseja ja kyvykkyyksiä voidakseen saavuttaa arvoa ja kilpailuetua tekoälyn avulla. Tähänastinen tutkimus on kuitenkin painottunut selkeästi syiden etsimiseen epäonnistumisten taustalta, ja vasta viime vuosina tutkimuksessa on ryhdytty rakentamaan teoriaan pohjautuvaa holistista ymmärrystä siitä, miten tekoälykyvykkyyksiä voidaan rakentaa organisaatioissa. Tässä luvussa perehdytään kirjallisuudessa esitettyihin konsepteihin tekoälykyvykkyyksien rakentumisesta sekä resursseihin ja kyvykkyyksiin näiden konseptien taustalla.

4.1 Tekoälykyvykkyyden anatomia

Viimeaikaisesta kirjallisuudesta on löydettävissä useita teoriaan tukeutuvia konsepteja tekoälykyvykkyyksien rakentumisesta. Tämän työn tarkoituksiin valittiin neljä organisaation tekoälykyvykkyyttä käsittelevää artikkelia, joissa esitetään strukturoitu malli tekoälykyvykkyyksien kehittämisestä organisaatioissa. Valituissa malleissa on paljon samankaltaisuuksia, ja kaikki niistä tunnistavat esimerkiksi datan tarkoituksenmukaisen käytön perustavanlaatuisena lähtökohtana tekoälyn menestyksekkäälle hyödyntämiselle. Samalla kaikki analysoiduista malleista nostavat esiin johtamisen tai yritysjohdon tuen, henkilöstön tekoälyosaamisen sekä yhteistyötä tukevan yrityskulttuurin merkityksen organisaation tekoälykyvykkyyden rakentumisessa. Eroavaisuuksiakin mallien välillä kuitenkin on, johtuen mahdollisesti erilaisista taustalla vaikuttavista teoreettisista lähtökohdista (Mikalef & Gupta, 2021; Enholm et al., 2022; Chowdhury et al., 2023), ympäristöstä, jossa tehdyn tutkimuksen perusteella mallit on muodostettu (Brock & von Wangenheim, 2019), sekä tutkimusten alakohtaisista painotuksista (Chowdhury et al., 2023).

Osa kirjallisuudessa esitetyistä malleista kategorisoi tekoälykyvykkyyden osa-alueita tai sen muodostavia yksittäisiä resursseja. Enholm et al. (2022) esittävät kirjallisuuskatsauksensa tuloksena tekoälykyvykkyyden rakentuvan teknologisista, organisatorisista ja ympäristöllisistä tekijöistä, laajentaen näin käsitystä tekoälykyvykkyyksien vaikuttimista myös organisaation ulkopuolelle. Mikalef ja Gupta (2021) puolestaan jaottelevat tekoälykyvykkyyden muodostavat resurssit aineellisiin, inhimillisiin ja aineettomiin resursseihin noudattaen Grantin (1991) muodostamaa viitekehystä. Huomionarvoista on edellä mai-

nittujen kategorisointitapojen limittyminen Barney'n (1991) resurssipohjaiseen näkemykseen perustuvaan jaottelun kanssa, joka jakaa organisaation resurssit aineelliseen, inhimilliseen ja organisatoriseen pääomaan.

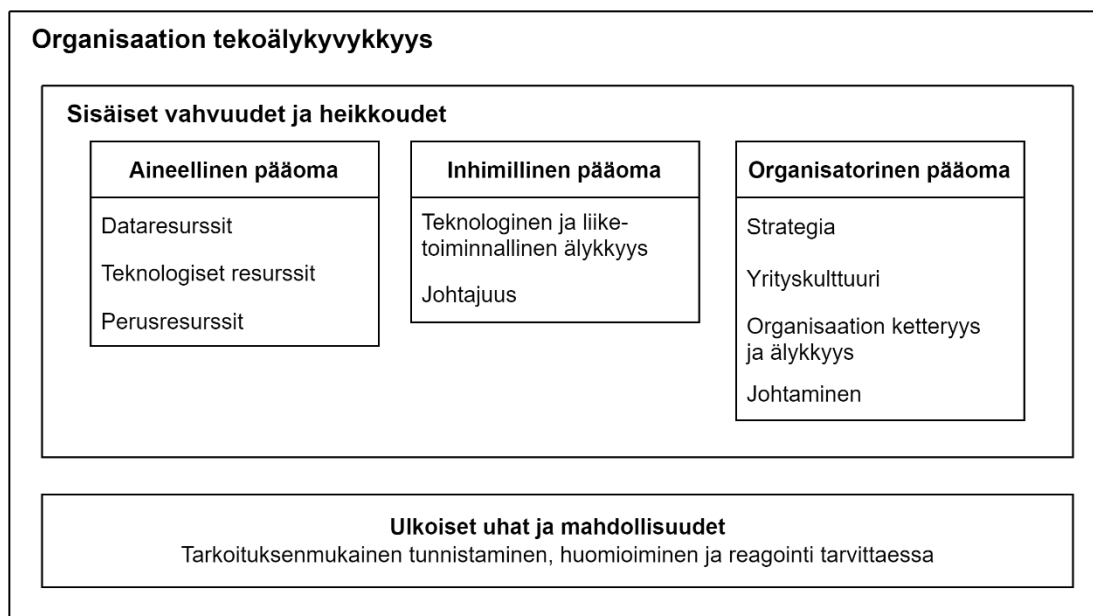
Chowdhury et al. (2023) esittävät tekoälyvykykyyden vaatimat resurssit teknisinä ja ei-teknisinä, edustaen näin näkemystä teknologisista ja niitä täydentävistä resursseista. Eriävästä lähestymistavasta huolimatta tämäkin jaottelu limittyy luontevasti Barney'n (1991) kolmijaon kanssa: Chowdhury'n et al. (2023) tunnistamat tekniset resurssit ovat organisaation aineellista pääomaa, siinä missä heidän tunnistamansa ei-tekniset resurssit ovat rahoitusresursseja lukuun ottamatta joko inhimillistä tai organisatorista pääomaa.

Brockin ja von Wangenheimin (2019) lähes 7000:n kehitysprojektin empiirisen analyysin perusteella muodostama viitekehys tekoälyvykykyyden rakentamiselle organisaatiossa koostuu puolestaan seitsemästä osa-alueesta. He kutsuvat malliaan DIGITAL:iksi akronyyminä näistä seitsemästä osa-alueesta tai yrityksen ominaisuudesta, joiden projisointi resurssipohjaisen näkemyksen pääomaluokkien kolmijakoon esitetään taulukossa 3.

Taulukko 3: DIGITAL:in osa-alueet suhteessa aineelliseen, inhimilliseen ja organisatoriseen pääomaan (pohjautuen Brock & von Wangenheim, 2019)

| Osa-alue | Aineellista pääomaa | Inhimillistä pääomaa | Organisatorista pääomaa |
|--|---------------------|----------------------|-------------------------|
| Data | x | | |
| Älykyys (<i>intelligent</i>) | | x | x |
| Realistisuus; ”järkevyys” (<i>grounded</i>) | | x | x |
| Kokonaisvaltainen lähestymistapa (<i>integral</i>) | | | x |
| Yhteistyötä korostava kulttuuri (<i>teaming</i>) | | | x |
| Organisaation ketteryys (<i>agile</i>) | | | x |
| Johtaminen (<i>leadership</i>) | | x | x |

Analysoitujen tekoälyvykykyyden rakenteellisten konseptien pohjalta voidaan muodostaa kattava yleiskuva organisaation tekoälyvykykyyteen vaikuttavista resurssiluokista, joka huomioi sekä teoreettisten että empiiristen tutkimusten olennaisimmat löydökset. Kuva 2 havainnollistaa tämän yleiskuvan pohjalta muodostettua näkemystä organisaation tekoälyvykykyyden rakenteesta ja siihen vaikuttavista tekijöistä. Näkemys perustuu olennaisesti resurssipohjaisen näkemyksen asettamaan teoreettiseen viitekehukseen, omaksuen Barney'n (1991) esittämän resurssien kolmijaon aineelliseen, inhimilliseen ja



Kuva 2: Organisaation tekoälykyvykkyysrakenteen ja vaikuttimien

organisatoriseen pääomaan. Tunnistettujen tekijöiden tarkempi analyysi esitetään seuraavissa alaluvuissa.

4.2 Tekoälykyvykkyyttä rakentava aineellinen pääoma

”Maailman arvokkain resurssi ei ole enää öljy, vaan data”, julisti talouslehti *The Economist* vuonna 2017 ilmestyneen artikkelinsa otsikossa (*The Economist*, 2017). Oli data sitten öljyäkin arvokkaampi resurssi tai ei, sen tuottamaa arvoa liiketoiminnalle pidetään täysin kiistattomana (Pumplun et al., 2019). Kiistattomana pidetään myös datan merkitystä tekoälylle – ilman dataa ei ole myöskään tekoälyä (Brock & von Wangenheim, 2019). Jos siis onkin niin, että data on maailmantalouden uusi öljy, se paitsi pitää moottorin toimintakuntoisena, myös toimii sen polttoaineena (Westenberger et al., 2022). Tätä kyseistä moottoria kutsutaan tekoälyksi.

Massadatan ja tekoälyn teknologinen konvergenssi on muokannut tapoja, joilla yritykset tuottavat liiketoiminta-arvoa dataresursseistaan (Bean, 2017). Siinä missä organisaatiot ovat perinteisesti keskittyneet keräämään strukturoitua dataa päätöksenteon tueksi, keräävät teknologisesti modernit organisaatiot valtavan määrän monimuotoista dataa useista eri lähteistä useissa eri formaateissa (Kersting & Meyer, 2018). Laadukkaan massadatan saatavuus on kriittinen tekijä tekoälyn hyödyntämisessä arvoa tuottavalla tavalla, sillä sitä käytetään tekoälyalgoritmien opettamiseen (Enholm et al., 2022). Baijerin et al. (2019) mukaan haasteita tekoälyä käytettäessä aiheuttaakin usein relevantin datan vähäinen määrä. Erityisesti koneoppimista hyödyntävien algoritmien datatarve on valtava (Brock & von Wangenheim, 2019): Esimerkiksi Go-lautapelin maailmanmestarin

Lee Sedolin päihittänyt Googlen AlphaGo-ohjelmisto opetettiin aluksi 30 miljoonalla huipupelaajien oikeissa peleissä pelaamalla siirrolla, jonka tuloksena se pystyi ennustamaan ihmisten pelaaman siirron 57 %:n tarkkuudella. Opetusdatan lisäksi AlphaGo hyödynsi vahvistusoppimista pelaamalla itse itseään vastaan tuhansia kertoja, generoiden näin samalla valtavan määrän lisädataa algoritmiensa hyödynnettäväksi. (Hassabis, 2016) Gregory et al. (2021) mukaan massadatan tulee lisäksi olla oikea-aikaista, millä he viittaavat sen keräämisen ja päivittämisen nopeuteen. Datan oikea-aikaisuuden merkitys korostuu erityisesti tekoälysovelluksissa, jotka ovat riippuvaisia datan tuoreudesta. Tällaisia sovelluksia ovat esimerkiksi aikasarjaennusteita laativat tekoälyapplikaatiot. (Enholm et al., 2022) Monipuolisesti eri lähteistä hankittu data puolestaan laajentaa algoritmien kykyä muodostaa ennusteita, parantaen näin samalla niiden tarkkuutta (Wang et al., 2019).

Toinen kriittisen tärkeä näkökulma on datan laatu (Ransbotham et al., 2017; Baier et al., 2019; Demlehner & Laumer, 2020; Mikalef & Gupta, 2021), sillä huonolaatuinen syöte tuottaa poikkeuksetta huonolaatuisia tuloksia tietotekniikan fundamentaalisten periaatteiden mukaisesti (Law, 2016). Yleiset datan laatuongelmat liittyvät datan epätäydellisyteen, korruptoitumiseen tai vääriin nimiöinteihin (Baier et al., 2019).

Datalähtöisiä resurssitarpeita aiheutuu myös tekoälyalgoritmien kouluttamisesta niin kutsuttua valvottua oppimista (supervised learning) hyödyntäen. Valvottu oppiminen vaatii nimiöidyn (labeled) opetusdatan käyttämistä, jonka tuottaminen tai hankkiminen on kallista ja aikaa vievää (Asfaq et al., 2017). Lisäksi myös nimiöinnin laadukkuudesta tulee varmistua (Willeminck et al., 2020). Väärällä tai huonolaatuisella nimiöinnillä lähtökohtaisesti laadukaskin data voidaan pilata. Huonolaatuinen, liian yksipuolinen tai väärin nimiöity data voi aiheuttaa algoritmeihin virheitä tai tiettyjä tekijöitä suhteettomasti suosivia tai syrjiviä painotuksia (Topol, 2019; Mikalef & Gupta, 2021; Enholm et al., 2022). Laajaa mediahuomiota saaneita esimerkkejä syrjivistä tekoälysovelluksista ovat esimerkiksi Yhdysvaltain terveydenhuoltojärjestelmässä laajalti käytössä ollut algoritmi, jonka osoitettiin suosivan merkittävästi vaaleaihoisia potilaita (Obermeyer et al., 2019), tai Amazonin rekrytointialgoritmi, joka syrji naiskandidaatteja (Dastin, 2018).

Organisaatioille saatavilla oleva data voidaan karkeasti jakaa kahtia sisäiseen ja ulkoiseen dataan (Mikalef & Gupta, 2021). Sisäinen data sisältää kaiken sen datan, joka syntyy organisaation sisäisissä toiminnoissa, kun ulkoista dataa taas saadaan mm. sidosryhmiltä, toimittajilta ja markkinaympäristöstä (Chowdhury et al., 2023). Valtavat sisäisen ja ulkoisen datan volyymit luovat organisaatioille sekä mahdollisuuksia että haasteita: jotta massadatasta voidaan luoda arvoa, sitä tulee tiivistää, siivota ja pelkistää – muttei kuitenkaan liikaa (Colson, 2019; Mikalef & Gupta, 2021). Toisaalta nämä toimet ovat

edellytys arvokkaiden oivallusten, johtopäätösten ja mallien muodostamiselle massadatasta, mutta samalla dataa liian aggressiivisesti pelkistämällä potentiaali näiden arvoa tuottavien havaintojen tekemiselle voidaan myös menettää. Näin ollen organisaatioiden tuleekin pystyä samanaikaisesti integroimaan sisäisiä ja ulkoisia datalähteitä toisiinsa sekä siivoamaan, prosessoimaan ja jakamaan hankkimaansa dataa ja tietoa tarkoituksenmukaisesti koko organisaation laajuudella (Mikalef & Gupta, 2021).

Organisaation teknologinen infrastruktuuri mahdollistaa valtaviin ja nopeasti muuttuvien datalähteiden hyödyntämisen tekoälyn polttoaineena ja siten liiketoiminta-arvon ja kilpailuedun luomisessa (Chowdhury et al., 2023). Uudenlaiset datan muodot ja käytötävät vaativat uudenlaisia teknologioita datan tallentamiseksi, prosessoimiseksi, siirtämiseksi ja suojaamiseksi läpi koko sen elinkaaren aina hankkimisesta tekoälysovellusten opettamiseen (Mikalef & Gupta, 2021). Wamba-Taguimdje et al. (2020) esittävät, että tekoälyn käyttöönottamiseksi organisaatio tarvitsee kolmea asiaa: laskentatehoista infrastruktuuria, algoritmeja sekä laajoja datamassoja. Tekoälyalgoritmit muodostavat malleja dataan perustuen, ja niiden syötteenä toimivat datamassat voivat olla valtavan suuria (Enholm et al., 2022). Valtavien datamassojen käsittelyn mahdollistaa laskentatehoon suuri teknologinen infrastruktuuri, joka käsittelee tietoa nopeasti ja skaalautuu tarpeen mukaan (Baier et al., 2019; Wamba-Taguimdje et al., 2020). Tyypillisiä ratkaisuja ovat muun muassa grafiikkaprosessorityypit ja rinnakkaislaskenta (Nurvitadhi et al., 2017). Laskentatehon lisäksi valtavat ja monimuotoiset datamassat tulee pystyä myös varastoimaan, mikä puolestaan edellyttää investointeja niin ikään tarpeen mukaan skaalautuvaan tietovarastoinfrastruktuuriin (Bayless et al., 2020).

Tekoälyn edellyttämien teknologiaresurssien hankkiminen vaatisi useimmilta organisaatioilta todella merkittäviä taloudellisia investointeja, eikä fyysisen laitteiston hankkiminen siksi olekaan niille realistinen vaihtoehto (Schmidt et al., 2020). Tästä syystä suuryritykset, kuten Google, Amazon ja Microsoft, ovat ryhtyneet tarjoamaan pilvipohjaisia tekoälyratkaisuja (Borges et al., 2021). Nämä ratkaisut mahdollistavat muille organisaatioille tekoälyn vaatiman tallennus- ja tiedonkäsittelyinfrastruktuurin käyttämisen esimerkiksi yksinkertaisten API-kyselyiden avulla (Tan et al., 2016; Borges et al., 2021). Tekoälyn hyödyntämiseksi organisaatioiden tulee siis joko hankkia pääsy kolmannen osapuolen pilvipohjaiseen ratkaisuun tai omata oikeanlaisia tietojenkäsittely- ja tietovarastoresursseja fasilitoidakseen tekoälyn käytön itsenäisesti (Enholm et al., 2022).

Perusresursseiksi kutsutaan taloudellisia resursseja ja aikaresursseja, sillä aiempi tutkimus on osoittanut niiden merkityksen tietotekniselle arvonluonnille olevan perustavanlaatuinen (Mikalef & Gupta, 2021). Organisaatioiden tulee siis sijoittaa tekoälyhankkeisiinsa taloudellisia resursseja sekä antaa niille aikaa, jotta ne voivat tuottaa odotettuja

lopputuloksia (Mikalef & Gupta, 2021; Chowdhury et al., 2023). Useimmat organisaatioiden tekoälyhankkeista ja -kokeiluista tulevat vaatimaan jonkin verran aikaa kypsyä konseptin toimivuuden osoittavista ratkaisuista hienostuneemmiksi, ennen kuin niistä voidaan realisoida arvoa (Ransbotham et al., 2018; Davenport & Ronanki, 2018; Chowdhury et al., 2023).

Budjetoimalla taloudellisia resursseja tekoälyhankkeiden käyttöön sekä tekninen että eitekninen henkilöstö voi käyttää osan työajastaan liiketoiminnan kannalta oleellisten tekoälysovellusten konseptointiin, kehittämiseen, testaamiseen ja validointiin (Mikalef & Gupta, 2021; Chowdhury et al., 2023). Davenport ja Ronanki (2018) argumentoivat erilaisten tekoälysovellusten testaamisen pilottihankkeilla olevan paras käytäntö organisaatiolle hyödyllisimpien teknologioiden ja menetelmien tunnistamiseksi. Tämän mahdollistaminen vaatii kuitenkin joustoa tekoälyhankkeiden sisäiseltä budjetoinnilta. Samalla riittävä budjetti varmistaa, että projekteilla on teknologinen ympäristö, jossa niillä on edellytykset onnistua (Mikalef & Gupta, 2021).

4.3 Tekoälykyvykkyyttä rakentava inhimillinen pääoma

Data, teknologinen infrastruktuuri sekä aika- ja pääomaresurssit ovat tekoälyn menestyksekkään hyödyntämisen välttämätön perusta, mutta yksinään ne eivät kuitenkaan vielä riitä. Esimerkiksi Brock ja von Wangenheim (2019) sekä Ransbotham et al. (2017) tunnistivat ammattitaitoisen henkilöstön ja digitaalitekniologiaita koskevan tietämyksen puutteen merkittävimmäksi tekoälyn implementoinnin haasteeksi, ja vastaavasti osallistuvan ja ammattitaitoisen henkilöstön yhdeksi keskeisimmistä tekoälyimplementointien menestystekijöistä. Tästä syystä johtajien tulisi pyrkiä kehittämään organisaation älykkyyttä sopivien inhimillisten taitojen muodossa niin teknologisista kuin liiketoiminnallisista lähtökohdista (Brock & von Wangenheim, 2019). Inhimilliseen pääomaan lukeutuvat resurssit ovat myös tyypillisemmin riippuvaisia esimerkiksi sosiaalisista tekijöistä, ja täten vaikeammin imitoitavissa kuin aineellinen pääoma (Barney & Hesterly, 2018 s. 97).

Henkilöstön teknologiseen älykkyYTEEN lukeutuvat dataan, järjestelmiin ja tietoturvalisuuteen liittyvät tekniset taidot, jotka ovat välttämättömiä tekoälyalgoritmien realisoimisessa ja implementoinnissa, tekoälyn vaatiman infrastruktuurin hallinnoimisessa sekä sen varmistamisessa, että tekoälyhankkeet ovat linjassa organisaation tavoitteiden kanssa (Brock & von Wangenheim, 2019; Mikalef & Gupta, 2021; Chowdhury et al., 2023). Chowdhury et al. (2023) mukaan keskeisimmät tekniset taidot kytkeytyvät tilastotieteeseen, ohjelmointiin, ohjelmistosuunnitteluun ja data-analytiikkaan liittyvään osaamiseen. Näiden lisäksi algoritmiosaaminen ja matemaattiset taidot, kuten logiikka ja al-

gebra, korostuvat tekoälyyn liittyvissä teknisissä tehtävissä (Mikalef & Gupta, 2021). Wilson et al. (2017) esittävät tekoälyyn liittyvien teknisten tehtävien jakautuvan kolmeen profiiliin: tekoälyn kouluttajiin, selittäjiin ja ylläpitäjiin. Tekoälyn kouluttajat opettavat tekoälyä käyttäytymään halutulla tavalla. Heidän tehtäviinsä voi kuulua esimerkiksi päätöksentekoa algoritmien mallintaminen ihmistyöntekijöiden käytöksen perusteella tai keskustelurobottien ohjelmointi siten, että ne ymmärtävät sarkasmia. Tekoälyn selittäjät toimivat linkkinä teknisen henkilöstön ja yritysjohdon välillä. Heidän tehtäviinsä voi kuulua esimerkiksi tekoälyn käyttökelpoisuuden analysointi ja siitä viestiminen suhteessa liiketoiminnan tavoitteisiin tai tekoälyjärjestelmien suunnittelu näiden tavoitteiden pohjalta. Tekoälyn ylläpitäjät puolestaan varmistavat, että tekoälyjärjestelmät toimivat kuten tarkoitettu, sekä arvioivat niiden eettisiä ja ekonomisia vaikutuksia. (Wilson et al., 2017)

Liiketoiminnallinen älykkyys on teknologisen älykkyuden rinnalla yhtä tärkeä osa organisaation ja sen henkilöstön älykkyyttä. Yksi yleisimmin tunnistetuista haasteista tekoälyn käyttöönotolle ja hyödyntämiselle organisaatioissa on johtajien puutteellinen ymmärrys siitä, missä ja miten tekoälyteknologiaa voitaisiin hyödyntää (Davenport & Ronanki, 2018; Ransbotham et al., 2018; Fountaine et al., 2019). Tekoälyn liiketoiminnallisen potentiaalin realisoiminen edellyttää ennen kaikkea yritysjohdon ymmärrystä ja sitoutumista laajamittaisen muutoksen aikaansaamiseksi (Mikalef & Gupta, 2021). Johtajien tulee siis paitsi ymmärtää tekoälyteknologian potentiaali yrityskohtaisessa kontekstissa, myös sitoutua tarjoamaan riittävästi aiemmin käsiteltyjä perusresursseja tekoälyhankkeiden käyttöön. Brockin ja von Wangenheimin (2019) mukaan yritykset, joiden johto ymmärsi tekoälyn mahdollisuudet ja vaatimukset omasivat myös paremmat valmiudet tekoälystrategian muodostamiselle sekä digitaaliselle liiketoiminnan kehittämiseksi. Tämä puolestaan korreloi suurempien tekoälylle asetettujen tuotto-odotusten kanssa verrattuna heikommat valmiudet omaaviin yrityksiin (Brock & von Wangenheim, 2019).

Lisäksi johtajien tulee tunnistaa ja hankkia ne tekniset taitotarpeet, joita yritys tarvitsee tekoälyn hyödyntämiseksi. Käytännössä tähän on kaksi tapaa: sisäinen kehittäminen tai ulkopuolelta hankkiminen. (Brock & von Wangenheim, 2019) Myös teknisten taitotarpeiden tunnistaminen edellyttää kuitenkin tarpeeksi laajaa ymmärrystä tekoälyteknologian asettamista vaatimuksista.

Yritysjohdon ja päälliköiden muutosjohtamiskyvyt ovat keskeisessä asemassa tekoälyhankkeiden onnistumisessa monilla tavoin. Päälliköiden tulee pystyä suunnittelemaan ja laittamaan alulle tekoälyhankkeita mahdollisesti voimakkaastakin muutosvastarinnasta huolimatta, mikäli tekoälyllä on potentiaali korvata joitakin henkilöstön työtehtävistä (Mikalef & Gupta, 2021; Chowdhury et al., 2023). Tämän vuoksi esihenkilöiden tulee muodostaa hyvät suhteet alaisiinsa sekä ymmärtää heidän tarpeitaan potentiaalisten

tekoälyimplementointia haittaavien tekijöiden minimoimiseksi (Kiron, 2017; Chowdhury et al., 2023). Henkilöstön tulee ymmärtää tekoälyn tarkoitus, sen rooli osana prosesseja sekä tavat, joilla se tulee muuttamaan kunkin yksilön vastuita organisaatiossa (Makarius et al., 2020).

Brockin ja von Wangenheimin (2019) mukaan myös yritysjohtotason osallistuminen on keskeinen menestystekijä tekoälyhankkeissa. Kaikkia heidän analysoimiaan digitaalisen muutoksen kärkiorganisaatioita yhdisti toimitusjohtaja, joka priorisoi yrityksen digitalisointipyrkimyksiä tekoälyn ja muiden edistyneiden teknologioiden osalta (Brock & von Wangenheim, 2019). Onkin tärkeää, että yritysjohto ja päälliköt kannattavat tekoälyn tuomia muutoksia sekä aktiivisesti kommunikoivat tekoälyhankkeiden arvosta ja edistymisestä sidosryhmille (Brock & von Wangenheim, 2019; Chowdhury et al., 2023).

4.4 Tekoälykyvykkyyttä rakentava organisatorinen pääoma

Organisatoriseen pääomaan lukeutuvat resurssit ovat merkittävä osa organisaation kokonaisvaltaista tekoälykyvykkyyttä. Vaikka niiden arvontuottopotentiaali erillään muista resursseista onkin usein rajallinen, aineellisiin tai inhimillisiin resursseihin yhdistettynä ne mahdollistavat uniikkien, vaikeasti imitoitavien tai korvattavien kyvykkyyksien rakentumisen ja täten tekoälyn arvontuottopotentiaalin täysmittaisen realisoimisen (Barney & Hesterly, 2018 s. 101).

Tekoälystrategian muodostaminen on tekoälyn menestyksekkään hyödyntämisen edellytys. Tekoälystrategian muodostamalla yritysjohto määrittelee tavat, joilla organisaatio pyrkii käyttöönottamaan ja implementoimaan tekoälyn liiketoimintaprosesseihinsa (Keding, 2020; Enholm et al., 2022). Hankkeiden tavoitteiden lisäksi tekoälystrategiassa tulee eritellä prosessit, suunnitelmat ja aikaikkunat, joita noudattaen ne on tarkoitus saavuttaa (Enholm et al., 2022). Näiden toimenpiteiden tulee olla linjassa organisaation olemassa olevien tavoitteiden sekä laajemman digistrategian kanssa (Brock & von Wangenheim, 2019; Keding, 2020). Koska tekoälyllä ei voida täydentää analogisia prosesseja, tulee tekoälystrategian huomioida myös organisaation sisäinen valmiusaste – arvonluonti tekoälyllä edellyttää usein digitalisoituja ydinprosesseja (Brock & von Wangenheim, 2019). Lisäksi tekoälystrategia voi edellyttää muutoksia organisaatorakenteeseen, osastojen välisen yhteistyön tasoon sekä organisaationlaajuiseen datan- ja tiedonhallintaan (Mikalef & Gupta, 2021). Tekoälystrategian lähtökohtina tulisikin siksi olla tekoälyn suhteellinen hyöty, tekoälyteknologian soveltuvuus suhteessa toivottuihin lopputuloksiin sekä olemassa olevien strategioiden asettamat vaatimukset ja tavoitteet (Pumpun et al., 2019; Enholm et al., 2022).

Tekoälystrategiasta on kuitenkin hyötyä vain, jos sitä kyetään noudattamaan. Organisaatioiden kykyä aloittaa ja läpiviedä projekteja suunnitelmien mukaisesti on pitkään pidetty yhtenä keskeisimmistä menestystekijöistä digitaalisessa muutoksessa (Grover et al., 1995; Mikalef & Gupta, 2021). Tähän kykyyn liittyy olennaisesti käsitys organisaation muutoskapasiteetista (organizational change capacity), joka liittyy niihin mahdollisiin ongelmiin, joita voi organisaatio voi kohdata sen siirtyessä toteuttamaan prosessejaan uusilla tavoilla (Soparnot, 2011). Sekä johtamisen että tietojärjestelmätieteiden tutkimuskentässä muutoksen kitkaa ja hitautta minimoivan kapasiteetin kehittämistä on perinteisesti pidetty digitaalisen muutoksen ja liiketoiminnallisen arvon tuottamisen edellytyksenä (Orlikowski, 1996; Besson & Rowe, 2012). Organisaation muutoskapasiteetti käsittää sen valmiuden muuttaa vallitsevaa tilaa uusia toimintatapoja, arvoja ja rakenteita omaksumalla (Grover et al., 1995; Soparnot, 2011).

Yrityskulttuurin, joka vaalii luovuutta, innovatiivisuutta, riskinottoa, mukautuvuutta ja yhteistyötä, on useissa artikkeleissa argumentoitu kasvattavan merkittävästi organisaation muutoskapasiteettia (Fontaine et al., 2019; Mikalef & Gupta, 2021; Chowdhury et al., 2023). Fontaine et al. (2019) toteavat, että suurin hyöty tekoälystä saadaan kehittämällä tekoälyratkaisut poikkifunktionaalisissa työryhmissä. Yritystoimintojen välinen yhteistyö varmistaa, että hankkeet ovat linjassa organisaation laajojen prioriteettien kanssa sekä toisaalta helpottaa tekoälyn implementointiin liittyvien operatiivisten haasteiden ratkaisemista, mikä parantaa käyttöön otettujen tekoälyratkaisujen tuottamaa arvoa (Fontaine et al., 2019). Osastojenvälinen yhteistyö parantaa myös organisaatioiden ketteryyttä tekoälyratkaisujen kehittämisessä ja mukauttamisessa (Mikalef & Gupta, 2021). Yhteistyötä korostavan kulttuurin tärkeys kulminoituu kuitenkin mielenkiintoisella tavalla tekoälyn tullessa osaksi yritysten prosesseja: tällöin ihmisten ja tekoälyn tulee pystyä toimimaan yhteistyössä toistensa kanssa, ja ihmisten tulee pystyä luottamaan tekoälyn kyvykkyyteen niin korvaavana kuin täydentävänä teknologiana sekä ”kollegana” (Caputo et al., 2019; Makarius et al., 2020; Seeber et al., 2020).

Henkilöstön mukautumiskyvyn ja muutosmyönteisyyden merkitys korostuu erityisesti siinä tapauksessa, että tekoälyä pyritään hyödyntämään ihmistyövoimaa korvaavana teknologiana (Brock & von Wangenheim, 2019; Enholm et al., 2022). Toisaalta myös kognitiivisten kyvykkyyksien täydentäminen tekoälyllä johtaa väistämättä muutoksiin henkilöstön vastuissa ja tehtävissä (Brock & von Wangenheim, 2019), mikä asettaa samankaltaisia vaatimuksia mukautumiskyvystä ja muutosmyönteisyydestä niin yksilökuin organisaatiotasolla. Näin ollen korkean muutoskapasiteetin mahdollistavaa yrityskulttuuria voidaankin pitää äärimmäisen tärkeänä arvoajurina tekoälyimplementoinneissa.

Organisaation ketteryys viittaa sen kykyyn tunnistaa sisäisiä tai ulkoisia muutoksia ja reagoida niihin nopeasti järjestelemällä resurssinsa, prosessinsa ja strategiansa uudelleen (Lu & Ramamurthy, 2011; Felipe et al., 2016). Brock ja von Wangenheim (2019) tunnistivat organisaation ketteryyden olevan tekoälyhankkeiden keskeinen menestystekijä ja toisaalta sen puutteen olevan niiden merkittävä haaste. Heidän mukaansa vaatimus organisaation ketteryydestä liittyy erityisesti joustavuuteen tavoissa, joilla hankkeita lähestytään ja hallinnoidaan koko niiden elinkaaren aikana (Brock & von Wangenheim, 2019). Tekoälyn kehittyessä ennennäkemättömän nopeasti on mahdollista, että jo ker- ran suunniteltuihin ratkaisuihin täytyy tehdä muutoksia myöhemmin. Siksi on tärkeää, että organisaation rakenne, prosessit ja strategiat sietävät tarvittaessa nopeitakin muu- toksia ja että teknologian kehitystä sekä sen tarjoamia uusia mahdollisuuksia monitoroi- daan aktiivisesti. Myös muutoskapasiteetti ja yrityskulttuuri ovat merkittävässä roolissa organisatorisen ketteryyden tukemisessa (Chowdhury et al., 2023).

Organisaation älykkyys on yksi tekoälyn arvontuottopotentiaalin realisoinnin edellytyk- sistä. Se liittyy osaltaan aiemmin käsiteltyihin vaatimuksiin ydinprosessien digitaalisuu- desta ja digi- ja tekoälystrategian muodostamisesta (Brock & von Wangenheim, 2019), tekoälyn käyttöä tukevasta datanhallinnasta (Mikalef & Gupta, 2021) sekä toisaalta or- ganisaationlaajuisen tekoäly-ymmärryksen merkityksestä sen kaikilla hierarkiatasoilla (Davenport & Ronanki, 2018; Mikalef et al., 2020; Enholm et al., 2022). Ennen kaikkea organisaation älykkyys rakentuu kuitenkin sen hallussa olevien teknologisten ja liiketoi- minnallisten inhimillisten kyvykkyyksien – eli sen henkilöstön tekoälykohtaisten osaamis- ten – kombinaatioista (Brock & von Wangenheim, 2019). Yksilöiden kykyjen yhdistelmät voivat muodostaa erityisesti yhdessä muiden resurssien kanssa harvinaisia ja vaikeasti imitoitavia pysyvän kilpailuedun lähteitä (Amit & Schoemaker, 1993; Seddon, 2014; Bar- ney & Hesterly, 2018, s. 101).

Organisaation johtaminen kuitenkin on viime kädessä se tekijä, joka mahdollistaa edel- lytykset organisaation sisäisten resurssien hyödyntämiselle tekoälykyvykkyuden raken- tamisessa. Organisaation johdolla on mahdollisuus vaikuttaa strategiatyössään niin ai- neellisen, inhimillisen kuin organisatorisenkin pääoman kehittämiseen tekoälyn käyttöä tukevaan suuntaan. Siksi on ensiarvoisen tärkeää, että johtajat tunnistavat tekoälyn stra- tegisen potentiaalin sekä sen asettamat resurssivaatimukset (Ransbotham et al., 2017; Enholm et al., 2022), ja että he ovat valmiita hyväksymään myös mahdolliset epäonnis- tumiset ja muutokset investoidessaan teknologiaan, joka ei vielä ole eksplisiittisesti va- kiinnuttanut asemaansa organisaatioiden arvontuotossa (Davenport & Ronanki, 2018; Brock & von Wangenheim 2019; Enholm et al., 2022). Samalla organisaation johtami-

sella on merkittävä rooli niin tekoälyn kuin muidenkin innovaatioiden käyttöönottoa, implementointia ja hallintaa edistävän muutosmyönteisen ja innovaatioajattelua korostavan kulttuurin kehittäjänä (Le, 2020).

4.5 Tekoälykyvykkyyteen vaikuttavat ulkoiset tekijät

Organisaatiot toimivat dynaamisissa ympäristöissä, jotka koostuvat useista organisaation ulkopuolisista sidosryhmistä. Esimerkiksi kilpailijat ja valtionhallinto vaikuttavat olennaisesti siihen, miten organisaatiot harjoittavat – ja miten niiden tulisi harjoittaa – liiketoimintaansa (Enholt et al., 2022). Tällä puolestaan on suora yhteys siihen, miten organisaatiot kykenevät hyödyntämään tekoälyä osana liiketoimintaansa. Vaikka tämän työn ensisijainen painopiste onkin tekoälykyvykkyyttä rakentavien sisäisten resurssien ja kyvykkyyksien tarkastelussa, ei ulkoisia tekijöitä voida jättää täysin tarkastelun ulkopuolelle, sillä yhtäältä ne vaikuttavat sisäisten resurssien ja kyvykkyyksien kehittämiseen, hyödyntämiseen ja arvoon (Sirmon et al., 2007; Barney & Hesterly, 2018 s. 90) sekä toisaalta niiden erittely mahdollistaa holistisen ymmärryksen organisaation tekoälykyvykkyyden kompleksisesta luonteesta.

Eettiset ja moraaliset näkökulmat vaikuttavat merkittävästi tekoälyn kehittämiseen ja hyödyntämiseen liiketoiminnassa. Tekoälyn lähestyessä Turingin testin (ks. luku 2.1) läpäisevää kyvykkyyttä, muuttuvat rajat ihmisten ja laitteiden välillä yhä vaikeammin tunnistettaviksi (Coombs et al., 2020). Tämä asettaa vaatimuksia tekoälyn kehittämisestä eettisiä periaatteita noudattaen siten, että tekoälyn toiminta ja päätöksenteko on läpinäkyvää, puolueetonta ja käyttäjille turvallista (Bryson, 2018; Baier et al., 2019; Coombs et al., 2020). Tekoälyn datavetoisuuden vuoksi syrjivä, huonolaatuinen tai yksipuolinen opetusdata voi aiheuttaa eettisiä haasteita (ks. luku 4.2), minkä lisäksi tekoäly voi heijastella myös järjestelmän suunnittelijan ennakoasenteita (Enholt et al., 2022). Tekoälyllä on kuitenkin potentiaali olla jopa ihmisiä eettisempi, sillä itsessään se ei muodosta ennako-oletuksia tai tee tunneperusteisia päätöksiä (Coombs et al., 2020).

Lait ja asetukset ilmentävät yhteisöjen asenteita eettisissä ja moraalisisissa kysymyksissä sekä määrittelevät rajat, joiden puitteissa tekoälysovelluksia voidaan kehittää (Enholt et al., 2022). Esimerkiksi toukokuussa 2018 täytäntöön pantu Euroopan unionin yleinen tietosuoja-asetus (GDPR) huomattavasti vaikeuttaa tai kokonaan estää muun muassa tekoälyn opettamisen henkilötietojen avulla (Pumplun et al., 2019; Enholt et al., 2022). Muita tekoälyn hyödyntämiseen liittyviä juridisia haasteita voi mahdollisesti ilmetä esimerkiksi liittyen vastuukysymyksiin virhetilanteissa (Gupta & Kumari, 2017), tekoälyn henkilöstöstä keräämän datan väärinkäyttöön (Pumplun et al., 2019) tai algoritmien ja niiden käyttämisen datan tekijänoikeuksiin (Demlehner & Laumer, 2020; Dwivedi et al.,

2021). Valtiollisten lakien ja asetusten lisäksi alakohtaiset vaatimukset voivat vaikuttaa tekoälyn käyttöönottoon (Pumplun et al., 2019; Coombs et al., 2020). Tämä voi tarkoittaa joko lakeja tai mitä tahansa muita ulkoisia tekijöitä, jotka vaikuttavat yritykseen ja sen vuorovaikutukseen ympäristönsä kanssa (Pumplun et al., 2019; Enholt et al., 2022). Coombs et al. (2020) toteavat erityisesti tiukasti säänneltyjen alojen, kuten terveydenhuollon, kohtaavan todennäköisimmin tämänkaltaisia lisähaasteita tekoälyn käyttöönotossa.

Lisääntyvä kilpailullinen paine on lisäksi huomionarvoinen ajuri tekoälyn käyttöönotolle (Pumplun et al., 2019; Alsheiabni et al., 2020). Kilpailullisella paineella tarkoitetaan kilpailijoiden toimien aiheuttamia vaikutuksia organisaation toimintaan (Enholt et al., 2022), ja tässä yhteydessä sillä tarkoitetaan erityisesti kilpailijoiden tekoälyimplemoinneista organisaatiolle aiheutuvaa painetta hyödyntää tekoälyä myös omassa liiketoiminnassaan kilpailukykyä suojelemiseksi (Alsheiabni et al., 2020). Samalla myös asiakkaat sekä B2B- että B2C-markkinoilla ovat ryhtyneet kasvavassa määrin vaatimaan älykkäitä ja yksilöllisiä ratkaisuja ja palveluita, mikä osaltaan lisää painetta muun muassa tekoälyn käyttöönotolle (Pumplun et al., 2019). Toisaalta erinomaisesti asiakkaiden tarpeita palveleva tekoälysovellus voi olla myös mahdollisuus saavuttaa vähintään väliaikaista kilpailuetua (Barney & Hesterly, 2018, s. 148–151).

Jotta organisaatiot voivat maksimoida tekoälystä saamansa kilpailuedun, tulee niiden kyetä tiedostamaan, huomioimaan ja tarvittaessa reagoimaan näihin ulkoisiin vaikutuksiin tarkoituksenmukaisella tavalla läpi koko tekoälyhankkeiden elinkaaren. Nämä kyvyt ovat siten elimellinen osa organisaation sisäistä tekoälykyvykkyyttä. Noudattamalla eettisiä ja moraalisia periaatteita sekä julkisten tahojen luomia eettisiä ohjeita organisaatiot vähentävät samalla tekoälyn hyödyntämiseen liittyviä riskejä (Arrieta et al., 2020). Jo aikaisessa vaiheessa tekoälyhankkeita organisaation tulee selvittää, miten lait, asetukset ja alakohtaiset vaatimukset vaikuttavat sen mahdollisuuksiin hyödyntää tekoälyä. Lisäksi organisaation tulee pystyä reagoimaan toimintaympäristön paineisiin harkitusti ja oman tekoälykyvykkyytensä tiedostaen: mikäli organisaation tekoälykyvykkyys ei ole riittävä, ei se myöskään kykene tekoälyä arvoa tuottavasti hyödyntämään (Chowdhury et al., 2023), vaikka kilpailukykyä säilyttäminen sitä edellyttäisikin.

5. PÄÄTELMÄT

Tämän tutkimuksen tavoitteeksi asetettiin organisaatiolähtöisen näkemyksen muodostaminen siitä, miten tekoälyä voidaan menestyksekkäästi hyödyntää organisaation kilpailuedun kasvattamiseksi. Kirjallisuuskatsauksen pääasiallisina tavoitteina oli selvittää, millaisia organisatorisia resurssi- ja kyvykkyyksivaatimuksia tekoälyn hyödyntämiseksi strategisena kilpailutekijänä on tunnistettu, mitkä näiden resurssien ja kyvykkyyksien roolit ovat osana tekoälyn arvontuottoprosessia sekä millä tavoin niitä voidaan kategorisoida suhteessa toisiinsa. Tässä luvussa eritellään kirjallisuuskatsauksen keskeisiä tuloksia sekä arvioidaan työn vahvuuksia, heikkouksia ja sen synnyttämiä jatkotutkimustarpeita.

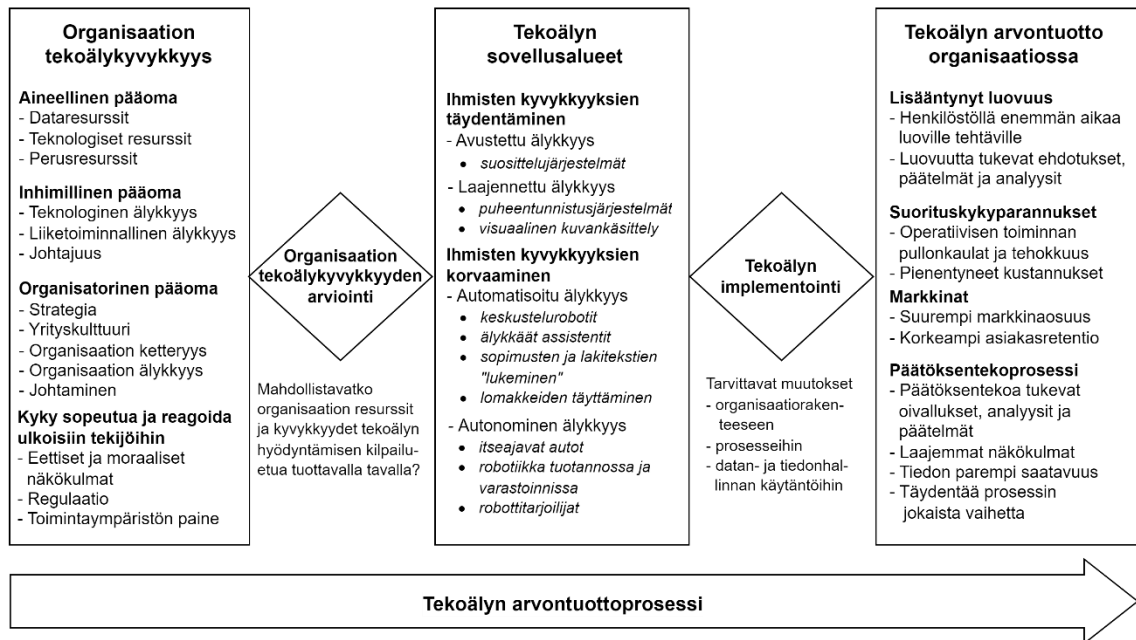
5.1 Tutkimuksen tulokset

Tekoälyn on argumentoitu omaavan arvontuottopotentiaalia useilla liiketoiminnan eri osa-alueilla. Tekoälyllä, kuten millään muullakaan teknologisella ratkaisulla, ei kuitenkaan ole varsinaista itseisarvoa (Mikalef & Gupta, 2021), vaan tämän potentiaalin realisoidakseen organisaation tulee hallita laaja-alaisesti erilaisia tekoälyn käyttöönottoa ja käyttöä tukevia resursseja ja kyvykkyyksiä. Näiden resurssien ja kyvykkyyksien muodostamasta kokonaisuudesta käytetään usein nimitystä tekoälykyvykkyys (esim. Wamba-Taguimdje et al., 2020; Enholm et al., 2022; Chowdhury et al., 2023), jonka voidaan määritellä tarkoittavan organisaatiokohtaista valmiutta hyötyä tekoälystä.

Organisaation tekoälykyvykkyuden rakenteesta löydettiin useita konsepteja viimeaikaisesta kirjallisuudesta. Sekä empiirisen että teoreettisen tutkimuksen pohjautuvien konseptien synteessinä muodostettiin resurssipohjaisen näkemyksen fundamentaalsiin periaatteisiin tukeutuva malli tekoälykyvykkyuden rakenteesta (kuva 2). Mallin mukaisesti organisaation tekoälykyvykkyteen vaikuttavat sen sisäiset vahvuudet ja heikkoudet (ai-neelliset, inhimilliset ja organisatoriset pääomaresurssit) sekä sen kyky toimia tarkoituk-senmukaisella tavalla ulkoiset uhat ja mahdollisuudet tiedostaen.

Kirjallisuuskatsauksen tulosten analyysin perusteella muodostettiin organisaatiolähtöinen näkemys siitä, miten tekoälyä voidaan menestyksekkäästi hyödyntää organisaation kilpailuedun kasvattamiseksi. Kuva 3 havainnollistaa tätä näkemystä, kooten samalla yhteen kirjallisuuskatsauksen keskeiset tulokset.

Jotta tekoälyä voidaan hyödyntää organisaatiossa kilpailuetua tuottavasti, päättäjien tulee ymmärtää tekoälyn potentiaali organisaationsa kontekstissa (Enholm et al., 2022)



Kuva 3: Tekoälyn kilpailuetua tuottava hyödyntäminen organisaatiossa

sekä tiedostaa tekoälyyn liittyvät vaatimukset organisaation tekoälykyvykkyudesta ja sen kokonaisvaltaisuudesta. Tekoälyä verrataan usein moottoriin, joka vaatii polttoainekseen laadukasta dataa (Ransbotham et al., 2017; Westenberger et al., 2022). Lisäksi todettiin, että tekoälyn hyödyntäminen edellyttää kriittisesti myös teknologista infrastruktuuria. Moottorivertaus jatkuen teknologisten resurssien voitaisiinkin näin luonnehtia olevan tämän kuvitteellisen laitteen voimansiirtokoneisto. Koko laitteen rakentaminen puolestaan vaatii aikaa sekä taloudellisia resursseja (Mikalef & Gupta, 2021; Chowdhury et al., 2023). Tekoälyn hyödyntäminen edellyttää organisaation henkilöstöltä teknisiä taitoja, liiketoiminnallista osaamista sekä ymmärrystä ja sitoutumista laajamittaisen muutoksen aikaansaamiseksi (Brock & von Wangenheim, 2019; Mikalef & Gupta, 2021; Chowdhury et al., 2023). Organisaation tavoitteita tukevaa tekoälystrategiaa noudattava tekoälyn implementointi vaatii tyypillisesti muutoksia niin organisaation rakenteeseen, prosesseihin kuin datan- ja tiedonhallinnan käytäntöihin (Brock & von Wangenheim, 2019; Mikalef & Gupta, 2021), jonka vuoksi organisaation muutoskapasiteetti on kriittisen tärkeässä asemassa tekoälyimplementointien onnistumisessa. Muutoskapasiteettia puolestaan rakentavat erityisesti tunnistetut organisatoriset pääomaresurssit, kuten innovatiivisuutta, mukautuvuutta ja yhteistyötä vaaliva yrityskulttuuri ja johtaminen sekä organisaation ketteryys. Organisaation tekoälykyvykkyuden objektiivinen arviointi voikin täten mahdollistaa tekoälyinvestointien kannattavuuden ja arvontuottopotentialin arvioimisen jo ennen varsinaista investointipäätöstä aiempaa tehokkaammin. Kun organisaatio kykenee samalla koko tekoälyhankkeen elinkaaren aikana huomioimaan tunnistetut ulkoiset vaikuttimet sekä tarvittaessa reagoimaan niihin tarkoituksenmukaisesti, on sillä erinomaiset edellytykset realisoida tekoälyn kilpailullinen potentiaali.

5.2 Tutkimuksen kriittinen arviointi ja jatkotutkimustarpeet

Tutkimukseen liittyy joitakin keskeisiä oletuksia ja rajoitteita, jotka on hyvä ottaa tuloksia tarkasteltaessa huomioon. Kirjallisuuskatsauksen aineisto on kerätty kahdesta lähteestä, Elsevierin Scopus-tietokannasta sekä tietokantoja yhdistävästä Tampereen yliopiston Andor-hakupalvelusta, saatujen tulosten perusteella, mikä voi rajata aiheen kannalta relevanttia kirjallisuutta tutkimusaineiston ulkopuolelle. Jatkotutkimuksessa kirjallisuushakuja tuleekin laajentaa myös muihin tietokantoihin, kuten Web of Science ja IEEE Xplore. Lisäksi on mahdollista, että käytetyt hakulausekkeet eivät kata kaikkea aiheen kannalta oleellista kirjallisuutta. Työn lähdeaineiston valinnassa painotettiin korkeaa Julkaisuforumin julkaisuluokitusta, ja lähdeaineistona käytetyistä artikkeleista (n=97) 70 % (68 artikkelia) on julkaistu luokituksen 2–3 omaavissa jurnaaleissa. Joskin tämä takaa laadultaan korkean aineiston, on mahdollista, että aineistoon ei ole sisällytetty kaikkia aiheen kannalta oleellisia näkökulmia.

Tutkimuksen tuloksena muodostettu näkemys tekoälyn hyödyntämisestä organisaation kilpailuetua lisäävänä arvoajurina tarjoaa merkityksellisiä näkökulmia käytännön johtamistyössä huomionarvoisiin tekijöihin, sekä toisaalta tarjoaa uuden lähestymistavan alan tutkimuskentässä relevanttiin aiheeseen (Chowdhury et al., 2023). Erityisesti käytännöllisistä lähtökohdista tarkasteltuna tuloksia voidaan kuitenkin pitää jossain määrin idealistisina: Työn teoreettinen viitekehys ei huomioi esimerkiksi agenttiteorian tunnistamia näkökulmia informaation asymmetriasta ja yritysjohdon potentiaalisesti itsekkäistä tavoitteista (Wright et al., 2005; Pavlou et al., 2007), vaan olettaa henkilöstön poikkeuksetta pyrkivän tuottamaan toiminnallaan maksimaalista kilpailuetua organisaatiolle (Barney & Hesterly, 2018 s. 108–109). Davenport & Ronanki (2018) totesivat, että merkittävä osa johtajista ei ymmärtänyt tekoälyteknologioita tai niiden toimintaa. Tämä voi lisätä johtajien (agentti) haluttomuutta kannattaa tekoälyn hyödyntämistä omien johtamisedellytyksiensä, auktoriteettinsa tai uskottavuutensa suojelemiseksi, vaikka se organisaation ja sen omistajien (päämies) edun mukaista olisikin. Käytännön hyödynnettävyyden parantamiseksi jatkotutkimusta tulee ohjata suuntaan, joka rakentaa tutkimuksessa esitetyn laaja-alaisen näkemyksen päälle agenttiteorian kaltaisista, kohdennettummista sekä resurssien ulkopuolisia muuttujia huomioivista tulokulmista lähestyen.

LÄHTEET

- Acedo, F., Barroso, C. & Galan, J. (2006). The resource-based theory: Dissemination and main trends. *Strategic Management Journal*, 27(7), 621–636. <https://doi.org/10.1002/smj.532>
- Alsheiabni, S., Cheung, Y., Messom, C. & Alhosni, M. (2020). Winning AI strategy: six-steps to create value from artificial intelligence. *26th Americas Conference on Information Systems, AMCIS 2020 Proceedings*, 1.
- Amit, R. & Shoemaker, P. (1993). Strategic assets and organizational rent. *Strategic Management Journal*, 14(1), 33.
- Arrieta, A. B., Díaz-Rodríguez, N., Del Ser, J., Bennetot, A., Tabik, S., Barbado, A., ... Benjamins, R. (2020). Explainable Artificial Intelligence (XAI): Concepts, taxonomies, opportunities, and challenges toward responsible AI. *Information Fusion*, 58, 82–115.
- Ashfaq, R., Wang, X.-Z., Huang, J., Abbas, H. & He, Y.-L. (2017). Fuzziness based semi-supervised learning approach for intrusion detection system. *Information Sciences*, 378, 484–497. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2016.04.019>
- Baier, L., Jöhren, F. & Seebacher, S. (2019). Challenges in the deployment and operation of machine learning in practice. *In Proceedings of the 27th European Conference on Information Systems (ECIS)*, Stockholm, Sweden.
- Balasubramanian, N., Ye Y. & Xu M. (2022). Substituting Human Decision-Making with Machine Learning: Implications for Organizational Learning. *Academy of Management Review*, 47(3), 448–465. <https://doi.org/10.5465/amr.2019.0470>.
- Barney, J. & Wright, P. (1998). On becoming a strategic partner: The role of human resources in gaining competitive advantage. *Human Resource Management*, 37(1), 31–46. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-050X\(199821\)37:1<31::AID-HRM4>3.0.CO;2-W](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-050X(199821)37:1<31::AID-HRM4>3.0.CO;2-W)
- Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99–120.
- Barney, J. (2001). Resource-based theories of competitive advantage: A ten-year retrospective on the resource-based view. *Journal of Management*, 27(6), 643. <https://doi.org/10.1177/014920630102700602>
- Barney, J. (2012). Purchasing, supply chain management and sustained competitive advantage: the relevance of resource-based theory. *Journal of supply chain management*, 48(2), 3–6.
- Barney, J. & Hesterly, W. (2018). *Strategic management and competitive advantage: Concepts and cases*. London: Pearson.
- Bayless, S., Kodirov, N., Iqbal, S. M., Beschastnikh, I., Hoos, H. H. & Hu, A. J. (2020). Scalable constraint-based virtual data center allocation. *Artificial Intelligence*, 278, 103196. <https://doi.org/10.1016/j.artint.2019.103196>
- Bean, R. (2017). How Big Data Is Empowering AI and Machine Learning at Scale. *MIT Sloan Management Review*.

- Besson, P. & Rowe, F. (2012). Strategizing information systems-enabled organizational transformation: A transdisciplinary review and new directions. *Journal of Strategic Information Systems*, 21(2), 103–124. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2012.05.001>
- Bharadwaj, A. (2000). A Resource-Based Perspective on Information Technology Capability and Firm Performance: An Empirical Investigation. *MIS Quarterly*, 24(1), 169–196. <https://doi.org/10.2307/3250983>
- Borges, A., Laurindo, F., Spínola, M., Gonçalves, R. & Mattos, C. (2021). The strategic use of artificial intelligence in the digital era: Systematic literature review and future research directions. *International Journal of Information Management*, 57, 102225–. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102225>
- Boucher, P. (2020). Artificial intelligence: How does it work, why does it matter, and what can we do about it? European Parliamentary Research Service, Scientific Foresight Unit.
- Bradley, R., Byrd, T. (2007). Information technology architecture as a competitive advantage-yielding resource: a theoretical perspective. *International Journal of Networking and Virtual Organisations*, 4(1), 1–19.
- Bromiley, P. & Rau, D. (2016). Operations management and the resource based view: another view. *Journal of operations management*, 41, 95–106.
- Bryson, J. (2018). Patience is not a virtue: the design of intelligent systems and systems of ethics. *Ethics and Information Technology*, 20(1), 15–26. <https://doi.org/10.1007/s10676-018-9448-6>
- Bytniewski, A., Matouk, K., Chojnacka-Komorowska, A., Hernes, M., Zawadzki, A. & Kozina, A. (2020). The functionalities of cognitive technology in management control system. *In Intelligent Information and Database Systems*, 12034, 230–240. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-42058-1_19
- Caputo, F., Cillo, V., Candelo, E. & Liu, Y. (2019). Innovating through digital revolution: The role of soft skills and Big Data in increasing firm performance. *Management Decision*, 57(8), 2032–2051.
- Cassidy, C. (2023). Australian universities to return to ‘pen and paper’ exams after students caught using AI to write essays. *The Guardian*. Saatavilla (9.2.2023): https://www.theguardian.com/australia-news/2023/jan/10/universities-to-return-to-pen-and-paper-exams-after-students-caught-using-ai-to-write-essays?utm_term=Autofeed&CMP=tw_gu&utm_medium&utm_source=Twitter#Echobox=1673336167
- Chowdhury, S., Dey, P., Joel-Edgar, S., Bhattacharya, S., Rodriguez-Espindola, O., Abadie, A. & Truong, L. (2023). Unlocking the value of artificial intelligence in human resource management through AI capability framework. *Human Resource Management Review*, 33(1). <https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2022.100899>
- Colson, E. (2019). What AI-driven decision making looks like. *Harvard Business Review*. Saatavilla (28.3.2023): <https://hbr.org/2019/07/what-ai-driven-decision-making-looks-like>.
- Connelly, C., Fieseler, C., Černe, M., Giessner, S. & Wong, S. (2021). Working in the digitized economy: HRM theory & practice. *Human Resource Management Review*, 31(1)

- Coombs, C., Hislop, D., Taneva, S. & Barnard, S. (2020). The strategic impacts of Intelligent Automation for knowledge and service work: An interdisciplinary review. *Journal of Strategic Information Systems*, 29(4), 101600. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2020.101600>
- Dastin, J. (2018). Amazon scraps secret AI recruiting tool that showed bias against women. *Reuters*. Saatavilla (28.3.2023): <https://www.reuters.com/article/us-amazon-com-jobs-automation-insight-idUSKCN1MK08G>
- Daugherty, P. & Wilson, H. (2018). *Human + machine: reimagining work in the age of AI*. Boston, MA: Harvard Business Review Press.
- Davenport, T. & Ronanki, R. (2018). Artificial intelligence for the real world. *Harvard Business Review*, 96 (1), 108–116.
- Demlehner, Q. & Laumer, S. (2020). Shall we use it or not? Explaining the adoption of artificial intelligence for car manufacturing purposes *In Proceedings of the 28th European Conference on Information Systems (ECIS)*.
- Duan, Y., Edwards, J. & Dwivedi, Y. (2019). Artificial intelligence for decision making in the era of Big Data—evolution, challenges and research agenda. *International Journal of Information Management*, 48, 63–71.
- Dwivedi, Y., Hughes, L., Ismagilova, E., Aarts, G., Coombs, C., Crick, T., Duan, Y., Dwivedi, R., Edwards, J., Eirug, A., Galanos, V., Ilavarasan, P. V., Janssen, M., Jones, P., Kar, A. K., Kizgin, H., Kronemann, B., Lal, B., Lucini, B., ... Williams, M. (2021). Artificial Intelligence (AI): Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, 57, 101994. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.08.002>
- Eisenhardt, K. & Martin, J. (2000). Dynamic capabilities: What are they? *Strategic Management Journal*, 21(10–11), 1105–1121. [https://doi.org/10.1002/1097-0266\(200010/11\)21:10/11<1105::AID-SMJ133>3.0.CO;2-E](https://doi.org/10.1002/1097-0266(200010/11)21:10/11<1105::AID-SMJ133>3.0.CO;2-E)
- Enholm, I. M., Papagiannidis, E., Mikalef, P. & Krogstie, J. (2022). Artificial Intelligence and Business Value: A Literature Review. *Information Systems Frontiers*, 24(5), 1709–1734. <https://doi.org/10.1007/s10796-021-10186-w>
- Euroopan parlamentti (2021). Mitä tekoäly on ja mihin sitä käytetään? *Yhteiskunta - Euroopan parlamentti*. Saatavilla (9.2.2023): <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/society/20200827STO85804/mita-tekoaly-on-ja-mihin-sita-kaytetaan>
- Felipe, C. M., Roldán, J. L. & Leal-Rodríguez, A. L. (2016). An explanatory and predictive model for organizational agility. *Journal of Business Research*, 69(10), 4624–4631. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.04.014>
- Fountain, T., McCarthy, B. & Saleh, T. (2019). Building the AI-powered organization. *Harvard Business Review*, 97(4), 62–73.
- Freeman, E., Dmytriyev, S. & Phillips, R. (2021). Stakeholder Theory and the Resource-Based View of the Firm. *Journal of Management*. <https://doi.org/10.1177/0149206321993576>

- Glikson, E. & Woolley, A. (2020). Human Trust in Artificial Intelligence: Review of Empirical Research. *Academy of Management Annals*, 14(2), 627–660. <https://doi.org/10.5465/annals.2018.0057>
- Grant, R. (1991). The Resource-Based Theory of Competitive Advantage: Implications for Strategy Formulation. *California Management Review*, 33(3), 114–135. <https://doi.org/10.2307/41166664>
- Greenblatt, R., Eastlake III, E. & Crocker, D. (1967). The Greenblatt chess program. *Dspace@MIT repository, Artificial Intelligence Memo 174*. Massachusetts Institute of Technology. Cambridge, MA.
- Gregory, R. W., Henfridsson, O., Kaganer, E. & Kyriakou, H. (2021). The role of artificial intelligence and data network effects for creating user value. *Academy of Management Review*, 46(3), 534–551. <https://doi.org/10.5465/amr.2019.0178>
- Groombridge, D. (2022). Gartner Top 10 Strategic Technology Trends for 2023. Gartner Inc. Saatavilla (21.1.2023): <https://www.gartner.com/en/articles/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2023>
- Grover, V., Jeong, S., Kettinger, W. & Teng, J. (1995). The Implementation of Business Process Re-engineering. *Journal of Management Information Systems*, 12(1), 109–144. <https://doi.org/10.1080/07421222.1995.11518072>
- Gupta, R. & Kumari, R. (2017). Artificial intelligence in public health: Opportunities and challenges. *JK Science*, 19(4), 191–192.
- Haenlein, M. & Kaplan, A. (2019). A Brief History of Artificial Intelligence: On the Past, Present, and Future of Artificial Intelligence. *California Management Review*, 61(4), 5–14. <https://doi.org/10.1177/0008125619864925>
- Hassabis, D. (2016). AlphaGo: using machine learning to master the ancient game of Go. *The Keyword – Google’s official blog*. Saatavilla (27.3.2023): <https://blog.google/technology/ai/alphago-machine-learning-game-go/>
- IDC (2022). *Worldwide Spending on AI-Centric Systems Will Pass \$300 Billion by 2026, According to IDC*. International Data Corporation. Saatavilla (9.3.2023): <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS49670322>
- Ivanov, S. & Webster, C. (2017). Adoption of robots, artificial intelligence and service automation by travel, tourism and hospitality companies—a cost-benefit analysis. “*Contemporary tourism – traditions and innovations*” *International Scientific Conference 2017*, Sofia University.
- Jyväskylän Yliopisto (2023). Jyväskylän yliopiston kauppakorkeakoulu sallii tekoälyn käytön opiskelussa. *Jyväskylän yliopiston uutiset*. Saatavilla (9.2.2023): <https://www.jyu.fi/fi/ajankoh-taista/arkisto/2023/01/jyvaskylan-yliopiston-kauppakorkeakoulu-sallii-tekoalyn-kayton-opiskelussa>
- Keding, C. (2020). Understanding the interplay of artificial intelligence and strategic management: four decades of research in review. *Management Review Quarterly*, 71(1), 91–134.
- Kersting, K. & Meyer, U. (2018). From Big Data to Big Artificial Intelligence? *Künstliche Intelligenz*, 32(1), 3–8. <https://doi.org/10.1007/s13218-017-0523-7>

- Kiron, D. (2017). What Managers Need to Know About Artificial Intelligence. *MIT Sloan Management Review*. Saatavilla (6.4.2023): <https://sloanreview.mit.edu/article/what-managers-need-to-know-about-artificial-intelligence/>
- Kozlenkova, I., Samaha, S. & Palmatier, R. (2014). Resource-based theory in marketing. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 42(1), 1–21. <https://doi.org/10.1007/s11747-013-0336-7>
- Krakowski, S., Luger, J. & Raisch, S. (2022). Artificial intelligence and the changing sources of competitive advantage. *Strategic Management Journal*, 1–28. <https://doi.org/10.1002/smj.3387>
- Kumar, V., Rajan, B., Venkatesan, R. & Lecinski, J. (2019). Understanding the Role of Artificial Intelligence in Personalized Engagement Marketing. *California Management Review*, 61(4), 135–155. <https://doi.org/10.1177/0008125619859317>
- Law, J. (2016). Garbage in, garbage out (gigo). In *Dictionary of Business and Management*. Oxford: Oxford University Press. Saatavilla (15.4.2023): <https://www.oxfordreference.com/display/10.1093/acref/9780199684984.001.0001/acref-9780199684984-e-7111>
- Le, P. (2020). How transformational leadership facilitates radical and incremental innovation: The mediating role of individual psychological capital. *Asia-Pacific Journal of Business Administration*, 12(3/4), 205–222.
- Lee, C. & Cha, K. (2023). FAT-CAT – Explainability and augmentation for an AI system: A case study on AI recruitment-system adoption. *International Journal of Human-Computer Studies*, 171, 102976–. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2022.102976>
- Legg, S. & Hutter, M. (2007). Universal Intelligence: A Definition of Machine Intelligence. *Minds and Machines*, 17(4), 391–444. <https://doi.org/10.1007/s11023-007-9079-x>
- Lichtenthaler, U. (2019). An intelligence-based view of firm performance: profiting from artificial intelligence. *Journal of Innovation Management*, 7(1), 7–20.
- Lu, Y. & Ramamurthy, K. (2011). Understanding the Link Between Information Technology Capability and Organizational Agility: An Empirical Examination. *MIS Quarterly*, 35(4), 931–954.
- Makarius, E. E., Mukherjee, D., Fox, J. D. & Fox, A. K. (2020). Rising with the machines: A socio-technical framework for bringing artificial intelligence into the organization. *Journal of Business Research*, 120, 262–273
- Malik, A., Budhwar, P. & Srikanth, N. (2020). Gig economy, 4IR and artificial intelligence: Rethinking strategic HRM. In *Human & Technological Resource Management (HTRM): New Insights into Revolution 4.0*. Bingley: Emerald Publishing Limited.
- Mayer, A.-S., Strich, F. & Fiedler, M. (2020). Unintended Consequences of Introducing AI Systems for Decision Making. *MIS Quarterly Executive*, 19(4), 239–257. <https://doi.org/10.17705/2msqe.00036>
- Mazzone, M. & Elgammal, A. (2019). Art, Creativity, and the Potential of Artificial Intelligence. *Arts (Basel)*, 8(1), 26–. <https://doi.org/10.3390/arts8010026>
- McCorduck, P. (2004). *Machines Who Think: Twenty-Fifth Anniversary Edition*. Natick, MA: A. K. Peters, Ltd.

- Melville, N., Kraemer, K. & Gurbaxani, V. (2004). Information technology and organizational performance: an integrative model of IT business value. *MIS Quarterly*, 28(2), 283–322.
- Mikalef, P. & Gupta, M. (2021). Artificial intelligence capability: Conceptualization, measurement calibration, and empirical study on its impact on organizational creativity and firm performance. *Information and Management*, 58(3). <https://doi.org/10.1016/j.im.2021.103434>
- Mikalef, P., Fjørtoft, S. O. & Torvatn, H. Y. (2019). Artificial Intelligence in the public sector: a study of challenges and opportunities for Norwegian municipalities. In *Digital Transformation for a Sustainable Society in the 21st Century: I3E 2019. Lecture Notes in Computer Science*, 11701. Springer International Publishing.
- Murray, A., Rhymer, J. & Sirmon, D. (2021). Humans and technology: Forms of conjoined agency in organizations. *The Academy of Management Review*, 46(3), 552–571. <https://doi.org/10.5465/amr.2019.0186>
- Nevo, S. & Wade, M. (2010). The formation and value of IT-enabled resources: antecedents and consequences of synergistic relationships. *MIS Quarterly*, 34(1), 163–183.
- Nevo, S. & Wade, M. (2011). Firm-level benefits of IT-enabled resources: a conceptual extension and an empirical assessment. *Journal of Strategic Information Systems*, 20, 403–418.
- Nolan, B. (2023). Here are the schools and colleges that have banned the use of ChatGPT over plagiarism and misinformation fears. *Business Insider*. Saatavilla (9.2.2023): <https://www.businessinsider.com/chatgpt-schools-colleges-ban-plagiarism-misinformation-education-2023-1?r=US&IR=T>
- Nurvitadhi, E., Venkatesh, G., Sim, J., Marr, D., Huang, R., Ong Gee Hock, J., ... & Boudoukh, G. (2017, February). Can FPGAs beat GPUs in accelerating next-generation deep neural networks? In *Proceedings of the 2017 ACM/SIGDA international symposium on field-programmable gate arrays*, 5–14.
- Obermeyer, Z., Powers, B., Vogeli, C. & Mullainathan, S. (2019). Dissecting racial bias in an algorithm used to manage the health of populations. *Science*, 366(6464), 447–453. <https://doi.org/10.1126/science.aax2342>
- Orlikowski, W. (1996). Improvising Organizational Transformation Over Time: A Situated Change Perspective. *Information Systems Research*, 7(1), 63–92. <https://doi.org/10.1287/isre.7.1.63>
- Pavlou, P. A., Liang, H. & Xue, Y. (2007). Understanding and Mitigating Uncertainty in Online Exchange Relationships: A Principal-Agent Perspective. *MIS Quarterly*, 31(1), 105–136. <https://doi.org/10.2307/25148783>
- Peteraf, M. (1993). The cornerstones of competitive advantage: A resource-based view. *Strategic Management Journal*, 14, 179–191.
- Pitkänen, L. & Leponiemi, T. (2023). Googlea taitavampi tekoäly voi ajaa oppilaitokset pulaan – ”Viidessä minuutissa minulla oli kiitettävä vastaus”, sanoo yllättynyt opettaja. *Yle Uutiset*. Saatavilla (9.2.2023): <https://yle.fi/a/74-20011922>
- Porter, M. (1979). How competitive forces shape strategy. *Harvard Business Review*, 21–38.
- Porter, M. (1996). What is strategy? *Harvard Business Review*, 74(6), 61–78.

- Priem, R. & Butler, J. (2001). Is the resource-based “view” a useful perspective for strategic management research? *Academy of Management Review*, 26(1), 22–40.
- Pumplun, L., Tauchert, C. & Heidt, M. (2019). A new organizational chassis for artificial intelligence-exploring organizational readiness factors. *In Proceedings of the 27th European Conference on Information Systems (ECIS)*, 1–15.
- Rai A., Constantinides P. & Sarker, S. (2019). Next-Generation Digital Platforms: Toward Human-AI Hybrids. *MIS Quarterly*, 43(1), iii-ix.
- Raisch, S. & Krakowski, S. (2021). Artificial Intelligence and Management: The Automation–Augmentation Paradox. *Academy of Management Review*, 46(1), 192–210. <https://doi.org/10.5465/amr.2018.0072>
- Ransbotham, S., Gerbert, P., Reeves, M., Kiron, D. & Spira, M. (2018). Artificial Intelligence in Business Gets Real. *MIT Sloan Management Review*, 1, 1–19.
- Ransbotham, S., Kiron, D., Gerbert, P. & Reeves, M. (2017). Reshaping Business With Artificial Intelligence: Closing the Gap Between Ambition and Action. *MIT Sloan Management Review*, 59(1), 1–17.
- Rivard, S., Raymond, L. & Verreault, D. (2006). Resource-based view and competitive strategy: An integrated model of the contribution of information technology to firm performance. *Journal of Strategic Information Systems*, 15(1), 29–50. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2005.06.003>
- Schmidt, R., Zimmermann, A., Moehring, M. & Keller, B. (2020). Value creation in connectionist artificial intelligence—A research agenda. *AMCIS 2020 Proceedings*. 14. Saatavilla (7.3.2023): https://aisel.aisnet.org/amcis2020/ai_semantic_for_intelligent_info_systems/ai_semantic_for_intelligent_info_systems/14
- Seddon, P. (2014). Implications for strategic IS research of the resource-based theory of the firm: A reflection. *The Journal of Strategic Information Systems*, 23(4), 257–269. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2014.11.001>
- Seeber, I., Bittner, E., Briggs, R. O., de Vreede, T., de Vreede, G.-J., Elkins, A., Maier, R., Merz, A. B., Oeste-Reiß, S., Randrup, N., Schwabe, G. & Söllner, M. (2020). Machines as teammates: A research agenda on AI in team collaboration. *Information & Management*, 57(2), 103174–. <https://doi.org/10.1016/j.im.2019.103174>
- Sharma, S. & Vredenburg, H. (1998). Proactive corporate environmental strategy and the development of competitively valuable organizational capabilities. *Strategic Management Journal*, 19(8), 729–753. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1097-0266\(199808\)19:8<729::aid-smj967>3.3.co;2-w](https://doi.org/10.1002/(sici)1097-0266(199808)19:8<729::aid-smj967>3.3.co;2-w)
- Shortliffe, E., Davis, R., Axline, S., Buchanan, B., Green, C. & Cohen, S. (1975). Computer-based consultations in clinical therapeutics: explanation and rule acquisition capabilities of the MYCIN system. *Computers and biomedical research*, 8(4), 303–320.
- Sirmon, D., Hitt, M. & Ireland, R. (2007). Managing Firm Resources in Dynamic Environments to Create Value: Looking inside the Black Box. *Academy of Management Review*, 32(1), 273–292.

- Soparnot, R. (2011). The concept of organizational change capacity. *Journal of Organizational Change Management*, 24(5), 640–661. <https://doi.org/10.1108/09534811111158903>
- Steels, L. & Brooks, R. (2018). *The artificial life route to artificial intelligence: Building embodied, situated agents*. Abington: Routledge.
- Syam, N. & Sharma, A. (2018). Waiting for a sales renaissance in the fourth industrial revolution: Machine learning and artificial intelligence in sales research and practice. *Industrial Marketing Management*, 69, 135–146. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2017.12.019>
- Tampereen Yliopisto (2023). Tampereen yliopiston ohjeistus tekoälysovellusten käytöstä. *TUNI Intranet*. Saatavilla (9.2.2023): <https://intra.tuni.fi/fi/content/news/45413>
- Tan, W., Fan, Y., Ghoneim, A., Hossain, M. A. & Dustdar, S. (2016). From the Service-Oriented Architecture to the Web API Economy. *IEEE Internet Computing*, 20(4), 64–68. <https://doi.org/10.1109/MIC.2016.74>
- Tarafdar, M. & Gordon, S. R. (2007). Understanding the influence of information systems competencies on process innovation: A resource-based view. *The journal of strategic information systems*, 16(4), 353–392. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2007.09.001>
- The Economist (2017). Regulating the internet giants: The world's most valuable resource is no longer oil, but data. Saatavilla (27.3.2023): <https://www.economist.com/leaders/2017/05/06/the-worlds-most-valuable-resource-is-no-longer-oil-but-data>.
- Toosi, A., Bottino, A., Saboury, B., Siegel, E. & Rahmim, A. (2022). A brief history of AI: How to prevent another winter (a critical review). Ithaca: Cornell University Library, arXiv.org. <https://doi.org/10.1016/j.cpet.2021.07.001>
- Topol, E. (2019). High-performance medicine: The convergence of human and artificial intelligence. *Nature Medicine*, 25(1), 44–56. <https://doi.org/10.1038/s41591-018-0300-7>
- Townsend, D. & Hunt, R. (2019). Entrepreneurial action, creativity, & judgment in the age of artificial intelligence. *Journal of Business Venturing Insights*, 11, e00126. <https://doi.org/10.1016/j.jbvi.2019.e00126>
- Turing, A.M. (2009). Computing machinery and intelligence in *Parsing the Turing Test*, pp. 23-65. Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Wade, M. & Hulland, J. (2004). The Resource-Based View and Information Systems Research: Review, Extension, and Suggestions for Future Research. *MIS Quarterly*, 28(1), 107–142. <https://doi.org/10.2307/25148626>
- Wamba-Taguimdje, S.-L., Fosso Wamba, S., Kala Kamdjoug, J.R. & Tchatchouang Wanko, C.E. (2020). Influence of artificial intelligence (AI) on firm performance: the business value of AI-based transformation projects. *Business Process Management Journal*, 26(7), 1893–1924. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-10-2019-0411>
- Wang, H., Huang, J. & Zhang, Z. (2019). The impact of deep learning on organizational agility. In *proceedings of the 40th International Conference on Information Systems (ICIS)*, Munich, Germany.
- Wernerfelt, B. (1984). A Resource-based View of the Firm: Summary. *Strategic Management Journal* (1984), 5(2), 171.

- Westenberger, J., Schuler, K. & Schlegel, D. (2022). Failure of AI projects: Understanding the critical factors. *International Conference on ENTERprise Information Systems / ProjMAN - International Conference on Project MANagement / HCist - International Conference on Health and Social Care Information Systems and Technologies 2021*, 196, 69–76. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.11.074>
- Willeminck, M. J., Koszek, W. A., Hardell, C., Wu, J., Fleischmann, D., Harvey, H., Folio, L. R., Summers, R. M., Rubin, D. L. & Lungren, M. P. (2020). Preparing Medical Imaging Data for Machine Learning. *Radiology*, 295(1), 4–15. <https://doi.org/10.1148/radiol.2020192224>
- Wilson, H. & Daugherty, P. (2018). Collaborative intelligence: humans and AI are joining forces. *Harvard Business Review*, 96(4), 114–123.
- Wilson, H., Daugherty, P. & Bianzino, N. (2017). The jobs that artificial intelligence will create. *MIT Sloan Management Review*, 58(4), 14-17.
- Wright, M., Filatotchev, I., Hoskisson, R. E. & Peng, M. W. (2005). Strategy Research in Emerging Economies: Challenging the Conventional Wisdom. *Journal of Management Studies*, 42(1), 1–33. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2005.00487.x>
- Zhang, D., Mishra, S., Brynjolfsson, E., Etchemendy, J., Ganguli, D., Grosz, B. et al. (2022). *Artificial Intelligence Index Report 2022*. AI Index Steering Committee, Stanford Institute for Human-Centered AI, Stanford University.

LIITE A: KIRJALLISUUSHAUT SCOPUKSESTA

| No. | Hakusanat | Rajaukset | Tulosten lkm |
|-----|---|--|--------------|
| 1. | "artificial intelligence" OR "ai" | TITLE, ABSTRACT, KEYWORDS | 547 710 |
| 2. | 1. AND ("strategic management") | TITLE, ABSTRACT, KEYWORDS | 165 |
| 3. | 1. | TITLE, ABSTRACT, KEYWORDS, DOCTYPE: "ar", SUBJECT AREA: "BUSI" | 8 297 |
| 4. | 1. AND ("rbv" OR "resource-based view" OR "resource based view") | TITLE, ABSTRACT, KEYWORDS, DOCTYPE: "ar" | 41 |
| 5. | 4. | TITLE, ABSTRACT, KEYWORDS, DOCTYPE: "ar", SUBJECT AREA: "BUSI" | 31 |
| 6. | 1. AND ("firm performance" OR "capabilit*" OR "competitive advantage") | TITLE, ABSTRACT, KEYWORDS, DOCTYPE: "ar" | 8 734 |
| 7. | 6. | TITLE, ABSTRACT, KEYWORDS, DOCTYPE: "ar", SUBJECT AREA: "BUSI" | 695 |
| 8. | ("ai" OR "artificial intelligence") AND ("competitive advantage") | TITLE, ABSTRACT, KEYWORDS, DOCTYPE: "ar", SUBJECT AREA: "BUSI" | 114 |
| 9. | 8. | TITLE, ABSTRACT, KEYWORDS, DOCTYPE: "ar", SUBJECT AREA: "BUSI", PUBYEAR: 2023-2021 | 58 |
| 10. | ("rbv" OR "resource-based view" OR "resource based view" OR "resource based theory" OR "rbt") AND 1. | TITLE, ABSTRACT, KEYWORDS | 76 |
| 11. | 10. | TITLE, ABSTRACT, KEYWORDS, DOCTYPE: "ar" | 49 |
| 12. | 1. AND ("strateg*" OR "opportunit*" OR "challeng*") | TITLE, ABSTRACT, KEYWORDS, DOCTYPE: "ar", SUBJECT AREA: "BUSI", PUBYEAR: 2023-2019 | 1 808 |
| 13. | "History of Artificial Intelligence" | TITLE, ABSTRACT, KEYWORDS | 85 |
| 14. | "vrio" | TITLE, ABSTRACT, KEYWORDS | 107 |
| 15. | ("ai" OR "artificial intelligence") AND ("competitive advanta*" OR "value") AND ("resource based*" OR "rbv" OR "rbt") | TITLE, ABSTRACT, KEYWORDS | 61 |

LIITE B: KIRJALLISUUSHAUT ANDORISTA

| No. | Hakusanat | Rajaukset | Tulosten lkm |
|-----|--|--|--------------|
| 1. | "ai" OR "artificial intelligence" | Saatavilla verkossa, Vertaisarvioidut lehdet | 1 112 811 |
| 2. | "ai" OR "artificial intelligence" | Aihe sisältää hakusanat, Saatavilla verkossa, Vertaisarvioidut lehdet, Vuodet 2010-2023 | 397 641 |
| 3. | 1. AND ("competitive advanta*" OR "value") | Saatavilla verkossa, Vertaisarvioidut lehdet | 325 423 |
| 4. | 1. AND 3. AND ("resource based*" OR "rbv" OR "rbt") | Saatavilla verkossa, Vertaisarvioidut lehdet, Vuodet: 2010-2023, Aihe: Artificial Intelligence, Machine Learning, Science & Technology | 113 794 |
| 5. | ("augment*" OR "extend*" OR complement*") AND "ai" | Vuodet: 2010-2023, artikkelit, kirjat | 1 406 |
| 6. | competitive advantage AND ("ai" OR "artificial intelligence") | Vertaisarvioidut lehdet | 1 763 |
| 7. | 2. AND ("competitive advanta*" OR "value") AND ("resource based*" OR "rbv" OR "rbt") | (2: Aihe sisältää hakusanat), Saatavilla verkossa, Vertaisarvioidut lehdet, Vuodet 2010-2023 | 72 |
| 8. | "History of artificial intelligence" | Artikkelit, kirjat | 145 |

LIITE C: MERKITTÄVIÄ TAPAHTUMIA TEKOÄLYN HISTORIASSA

| Ajankohta | Tapahtuma |
|-----------|--|
| 1950 | Alan Turing julkaisee artikkelinsa "Computing Machinery and Intelligence", jossa hän esittää tekoälyä testaavan Turingin testin (McCorduck 2004; Turing, 2009; Haenlein & Kaplan, 2019) |
| 1956 | Marvin Minsky ja John McCarthy järjestävät <i>Darhmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence</i> -konferenssin, kooten yhteen tekoälyn pioneereina pidettyjä tutkijoita. Tekoälyn käsitettä ("artificial intelligence") käytetään ensimmäisen kerran virallisesti. Allen Newell, Cliff Shaw ja Herbert Simon esittelevät konferenssissa <i>Logic Theorist</i> in, ensimmäisen toimivan tekoälyohjelman. "Tekoälyn kulta-aika" ("The Golden Age of AI") alkaa (McCorduck 2004; Haenlein & Kaplan, 2019) |
| 1965 | Joseph Weizenbaumin <i>ELIZA</i> -ohjelma simuloi interaktiivisesti psykoterapeuttia ensimmäisenä ohjelmana, joka on kelpoinen testattavaksi Turingin testillä (McCorduck 2004; Haenlein & Kaplan, 2019) |
| 1967 | Käännekohta tekoälyn tieteellisessä tutkimuksessa: tieto rinnastetaan päättelykyvyn kanssa yhtä tärkeäksi osaksi älykkyyttä. <i>DENDRAL</i> , ensimmäinen toimiva, tietopohjainen ohjelma tieteelliseen päättelyyn; Tietopohjainen <i>MachHack</i> -shakkiohjelma saavuttaa turnauspeleissä vahvuuslukuokituksen C (Greenblatt et al., 1969; McCorduck, 2004) |
| 1973 | Kritiikki tekoälytutkimuksen julkista rahoitusta kohtaan kasvaa, ja Yhdysvaltojen sekä Ison-Britannian hallitukset lopettavat tutkimusprojektien rahoittamisen lähes täysin. Ensimmäinen "tekoälytalvi" ("the AI Winter") alkaa Haenlein & Kaplan, 2019; Toosi et al., 2022) |
| 1974 | Ensimmäinen tekoälypohjainen asiantuntijajärjestelmä <i>MYCIN</i> kykenee tunnistamaan vakavia infektioita aiheuttavia bakteereja ja suosittelemaan sopivia antibiootteja (Shortliffe et al., 1975; McCorduck, 2004; Wamba-Taguimdje 2020) |
| 1981 | Tekoälyn kaupallistaminen alkaa asiantuntijajärjestelmien kehittymisen myötä. Japanin hallituksen tekoälyohjelma käynnistää globaalin ketjureaktion, joka kasvattaa tekoälymarkkinan koon muutamasta miljoonasta miljardeihin (USD) 1980-luvun loppuun mennessä (Haenlein & Kaplan, 2019; Toosi et al., 2022) |
| 1987 | Laitevalmistajat eivät kykene enää vastaamaan asiantuntijajärjestelmille asetettuihin odotuksiin, ja tekoälymarkkina romahtaa 1990-luvulle tultaessa; toinen tekoälytalvi alkaa (McCorduck, 2004; Toosi et al., 2022) |
| 1990-luku | Datavetoisuus ja tilastotiede alkavat korostua tekoälysovellutuksissa; tietokoneiden laskentateho kasvaa merkittävästi (Toosi et al., 2022) |
| 1997 | IBM:n Deep Blue -ohjelmisto päihittää shakin maailmanmestarin Garry Kasparovin; toisen tekoälytalven loppu (Haenlein & Kaplan, 2019; Toosi et al., 2022) |
| 2010-luku | Kehittyneet algoritmit, koneoppiminen (erityisesti neuroverkot), massadata ja tietokoneiden laskentatehon nopea kasvu karakterisoivat tekoälyn "uutta kevättä" (Haenlein & Kaplan, 2019; Toosi et al., 2022) |
| 2016 | Googlen neuroverkkopohjainen AlphaGo-ohjelmisto päihittää maailmanmestari Lee Sedolin äärimmäisen monimutkaisessa Go-lautapelissä (Toosi et al., 2022). |