



Rami Paukkunen

TEKOÄLY JA TYÖMARKKINOIDEN TULEVAISUUS

Kandidaatintutkielma

Kauppätieteet

04 2021

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	4
2	TEKOÄLY	6
2.1	Tekoälyn määritelmä	6
2.2	Tekoälyn synty ja kehitys	6
2.3	Tekoäly nyt	8
3	TEKOÄLY TYÖMARKKINOILLA	11
3.1	Tekoäly ja teollisuus	11
3.2	Tekoäly työpaikkojen luoja	12
4	TEKOÄLY JA TYÖMARKKINOIDEN TULEVAISUUS	15
4.1	Algoritmit osaksi myynti- ja palvelualoja	15
4.2	Neliäs teollinen vallankumous ja tulevaisuuden työmarkkinat	17
5	POHDINTA	21
	LÄHTEET	23

TAULUKOT

<u>Taulukko 1. Työpaikkanäkymät vuonna 2022</u>	<u>14</u>
---	-----------

1 JOHDANTO

Elämme maailmassa, jossa tekoäly ja algoritmit ovat kasvattaneet vaikutusvaltaansa räjähdysmäisesti etenkin viimeisten vuosikymmenten aikana. Vuosi 2020 ja sen mukana tuoma COVID19-koronaviruspandemia ovat kiihdyttäneet tätä kasvua entisestään ja tulevaisuuden näkymät ovat myös tekoälylle suotuisia. Tässä tutkielmassa pyritään ennen kaikkea vastaamaan siihen, miten tekoäly on vaikuttanut, vaikuttaa ja tulee tulevaisuudessa mahdollisesti vaikuttamaan työmarkkinoihin.

Yksi tämän tutkielman keskeisistä tavoitteista on luoda mahdollisimman objektiivinen kuva tekoälyn kehitykseen ja työmarkkinoihin liittyvistä uhkista sekä mahdollisuuksista. Tähän pyrittiin valikoimalla ilmiötä eri näkökulmista tutkivaa kirjallisuutta sekä näitä näkökulmia tukevia aineistoja. Tutkimuskirjallisuus koostuu pitkälti ilmiötä käsittelevistä artikkeleista ja kirjoista, joita on pyritty havainnollistamaan tutkimusaineistosta, muun muassa ilmiötä koskevista lehtijutuista poimituista empiirisistä esimerkeistä.

Tutkimuksen rakenne etenee seuraavasti. Luvussa 2 käsitellään tekoälyn syntyä ja matkaa, teoreettisesta ajatuksesta kohti teknologiapainotteista nykymaailmaa. Luvussa pyritään vastaamaan kysymyksiin, kuten mitä tekoäly on ja mihin sitä tällä hetkellä käytetään, tarkastelemalla tekoälyn nykykapasiteettia ja sen tarjoamia mahdollisuuksia.

Kolmannessa luvussa tarkastellaan tekoälyn vaikutusta työmarkkinoihin kahdesta eri näkökulmasta. Luku 3.1 pyrkii selvittämään tekoälyn merkitystä työpaikkojen tuhoajana, erityisesti teollisten alojen näkökulmasta, joilla pääosin automaation ja robotiikan kehittymiseen liittyvä työmarkkinoiden murros, on ollut nähtävissä erityisesti viimeisen kolmenkymmenen vuoden aikana. Luvun toisella puoliskolla pyritään puolestaan tarkastelemaan tekoälyn vaikutusta ja potentiaalia työpaikkojen nettomäärän kasvattajana, ja työllisyyttä edistävänä tekijänä.

Neljännessä luvussa puolestaan tarkastellaan tekoälyn mahdollisia tulevaisuuden suuntauksia, ja miten nämä tulevat kenties vaikuttamaan tulevaisuuden työmarkkinoihin. Esimerkiksi nostettiin palvelualat, koska useiden tutkijoiden (mm.

Frey & Osborne, 2013; Acemoglu & Restrepo, 2020) näkökulmasta ala on tällä hetkellä ison mullistuksen äärellä, digitalisaation enemmässä määrin integroitua osaksi alan yritysten toimintaa. Luvussa käsitellään myös neljättä teollista vallankumousta ilmiönä, jolla on mahdollisesti suuriakin, tulevaisuuden työmarkkinoihin sekä yhteiskuntaan kohdistuvia pitkäaikaisvaikutuksia.

Tutkielman viides luku puolestaan toimii tutkielman yhteenvetona ja siinä pyritään pohdinnan kautta tuomaan esille tutkielman keskeisimmät havainnot sekä niiden pohjalta muodostetut johtopäätökset.

2 TEKOÄLY

2.1 Tekoälyn määritelmä

Tekoälyn määrittelyminen on usein haastava. Monesti tekoälystä puhutaan esimerkiksi sellaisissa yhteyksissä, mikä ei edes välttämättä ole varsinaista tekoälyä, vaan normaalia digitaalisen teknologian evoluutiota aikaisempaa kehittyneempien toimintojen suuntaan. (Pietikäinen & Silvén, 2019.)

Erään varhaisen määritelmän mukaisesti tekoäly on niihin asioihin liittyvää tutkimusta, joilla tietokoneet saadaan älykkäiksi. Tällöin on kuitenkin ensin määriteltävä, mitä älykkyys on. Toisen määritelmän mukaan tekoälyssä tutkitaan sellaisia asioita, joiden toteutusta ei vielä tunneta, eli älykkään ja tavallisen koneen välinen raja on muuttuva. (Pietikäinen & Silvén, 2019.)

Acemoglu ja Restrepo (2020) puolestaan määrittelevät tekoälyn hieman suppeammin, koneina, ohjelmistoina tai algoritmeina, joiden älykkyys perustuu ympäristönsä tunnistamiseen ja siihen reagoimiseen sekä näihin liittyvään tutkimus- ja kehitystyöhön. Tätä määritelmää käytetään myös tässä tutkielmassa, tekoälyyn viitatessa.

2.2 Tekoälyn synty ja kehitys

Tekoälyyn liittyviä ilmiöitä on tutkittu jo 1940-luvulta lähtien, ja ala on nähnyt jo monta nousu- ja laskukautta ylisuurten odotusten ja niihin liittyvien pettymysten takia (Pietikäinen & Silvén, 2019). Jo 1960-luvulla puhuttiin tekoälyn kehitykseen liittyvistä uhkakuvista, sekä sen aiheuttamasta mahdollisesta massatyöttömyydestä. Tähän asti nämä skenaariot ovat kuitenkin olleet varsin liioiteltuja. (Autor, 2015.)

Tarkkaa hetkeä varsinaisen tekoälyn synnylle on hankala määrittää, mutta yhtenä sen ehdottomasti merkittävimmistä esi-isistä voidaan pitää Alan Turingia (1912-1954), jonka teoreettinen työ, yhdessä John Von Neumannin kehittämän siihen perustuvan tietokonearkkitehtuurin kanssa, oli oleellisessa roolissa nykyisen tekoälyn pohjaa luodessa (Pietikäinen & Silvén, 2019). Vuonna 1935 Turing kuvaili teoreettista

”tietokonetta”, joka koostuu rajattomasta muistista ja sen sisällä liikkuvasta lukupäästä, jonka tehtävänä on lukea ja analysoida erilaisia muistiin kirjattuja symboleita. Lukupään toiminnan määrittävät ohjeet, jotka ovat kirjattu koneen muistiin niin ikään symbolimuodossa. Tämä kone tunnetaan nykyisin universaalina Turingin koneena, jonka piiriin kaikki modernit tietokoneet myös pohjimmiltaan kuuluvat. (Copeland, 2020.) Turing myös toi myöhemmin tutkimuksissaan esille tekoälyn kohdistuvia ydinkysymyksiä, liittyen esimerkiksi pelien pelaamiseen, luonnollisten kielten ymmärtämiseen ja kääntämiseen, sekä koodien murtamiseen (Pietikäinen & Silvén, 2019). Turingista puhuttaessa on myös mainittava hänen kehittämänsä testi, joka tutkii koneen kykyä kommunikoida ihmisen kaltaisesti. Toistaiseksi yksikään kone ei ole onnistunut vakuuttamaan koehenkilöitä omasta ”ihmisyydestään” ja niinpä tämä Turingin testinäkin tunnettu koe odottaa edelleen läpäisijäänsä. Suurimpana syynä koneiden huonoon menestykseen Turingin testissä pidetään yleisesti ihmisten omaamaa ns. maalaisjärkeä, jota on hankala artikuloida koneen toimintaan vaikuttaviksi algoritmeiksi. (Frey & Osborne, 2013.)

Varsinainen modernin tekoälyn koulukunta näki päivänvalonsa kuitenkin vasta 1956 Dartmouthin yliopistossa, kun alan pioneerit Marvin Minsky, John McCarthy, Allen Newell, Nathaniel Rochester, Claude Shannon, ja Herbert Simon kokoontuivat keskustelemaan alan tulevaisuudesta ja toivat esille ajatuksen siitä, että jokainen oppineisuuden piirre tai mikä tahansa muu älykkyyden ominaisuus voi periaatteessa olla niin tarkasti kuvattavissa, että koneen on mahdollista pystyä se simuloimaan. Tämä toimi merkittävänä alkusysäyksenä koneoppimisen sekä tekoälyn tutkimukselle ja lukuisat tutkimusryhmät ympäri maailman ryhtyivät rakentamaan keinoitekoisia järjestelmiä, joiden tavoitteena oli pystyä haastamaan niin ihmisen psyykkiset kuin fyysiset kyvyt. (Lungarella, Iida, Bongard & Pfeifer, 2007.)

Toisena merkittävänä ajanjaksona tekoälyn historiassa voidaan pitää 1980-lukua, jolloin huomattiin, että tekoälyä voidaan valjastaa myös taloudelliseen hyötykäyttöön (Binner, Kendall & Chen, 2004). Tämä sai suuret yritykset investoimaan merkittäviä summia tekoälyn kehittämiseen ja oli siten tärkeä virstanpylväs tekoälyn kehitykselle (Lungarella ym., 2007). Muita merkittävänä pidettäviä tekoälyn liittyviä saavutuksia ovat muun muassa maailman ensimmäisen chat-botin Elizan valmistuminen vuonna 1966 (Davenport, 2018), Internetin synty vuonna 1991 (Lungarella ym., 2007), sekä

IBM:n luoman supertietokoneen voitto shakissa lajin silloista hallitsevaa maailmanmestaria Garry Kasparovia vastaan vuonna 1997 (Binner ym., 2004).

2.3 Tekoäly nyt

Luvussa 2.2 mainittujen tutkijoiden kokoontumisesta on ehtinyt vierähtää kuusikymmentä vuotta ja nykypäivänä tekoäly on valtava osa arkeamme. Alkuperäinen näkemyksemme älystä, eräänlaisena algoritmeista koostuvana tietokoneohjelmalla, on johtanut lukuisiin hyödyllisiin sovelluksiin, joita löytyy nykypäivänä niin autoista, kodinkoneista, hakukoneista, kuin äänentunnistusohjelmistoista. Toisaalta se ei ole vielä kuitenkaan merkittävästi onnistunut avustamaan meitä luonnollisen älykkyyden ymmärtämisessä. (Lungarella ym., 2007.) Binner ja muut (2004) nostavat tästä esimerkiksi jo aiemmassa luvussa mainitun tietokone Deep Bluen ja maailmanmestari Kasparovin välisen shakkiottelun. Ottelu oli merkittävä, koska se näytti maailmalle tekoälyn potentiaalin kognitiivista päättelykykyä vaativissa tehtävissä ja alkuperäisen näkemyksen mukaan Deep Blue olisikin vetänyt älykkyydessä vertoja jopa ihmiselle. Nykyään kuitenkin tiedämme, että älykkyys on paljon muutakin, kuin loogista päättelyä tai voittoisan shakin pelaamista. (Binner ym., 2004.) Toistaiseksi emme siis tiedä luonnollisesta älykkyydestä tarpeeksi, jotta voisimme sitä keinotekoisesti koneistaa (Lungarella ym., 2007).

Frey ja Osborne (2013) tuovatkin esille tekoälyn kehityksen kannalta kriittiset ”pullonkaulat”, jotka tällä hetkellä asettavat raamit tekoälyn käytölle ja nykykapasiteetille. Esimerkiksi luovaa älykkyyttä, sosiaalista tilannetajua tai ympäristön havainnointikykyä vaativat tehtävät ovat toistaiseksi osoittautuneet tekoälylle haasteellisiksi. Näihin liittyviä ongelmia on kuitenkin onnistuttu kiertämään suunnittelemalla tehtävät huolellisesti. Esimerkiksi Amazonin vuonna 2012 ostama yritys Kiva Systems, ratkaisi ongelman liittyen varastolla toimivien robottien havainnointi- ja navigaatiokykyyn asettamalla viivakooditarroja varaston lattiaan, jotka luettuna antoivat roboteille tiedon tarkasta sijainnistaan. (Guizzo, 2.7.2008.)

Pullonkauloista puhuttaessa on myös otettava huomioon tekoälyn ja algoritmien nopea kehittyminen, joka osaltaan vaikeuttaa tulevaisuuden kapasiteetin ennustamista.

Esimerkiksi Levy & Murnane (2004) nostivat kirjassaan esille havainnointikyvyn jäljentämiseen liittyvän ongelman ja miten liikenteessä autolla ajamista olisi haastavaa tulevaisuudessa automatisoida. Kuitenkin jo kuusi vuotta myöhemmin Google ilmoitti muokanneensa useista Toyota Priuseista täysin automatisoituja (Brynjolfsson & McAfee, 2011) ja tänä päivänä liikenteessä on jo mahdollista törmätä ensimmäisiin autopilotilla liikkuviin Tesloihin (Sippola, 7.7.2016). On siis täysin mahdollista, vaikkakin epätodennäköistä, että nämä pullokaulojen asettamat esteet tultaisiin ohittamaan jo lähitulevaisuudessa (Frey & Osborne, 2013).

Acemoglu ja Restrepo (2020) huomauttavat, että tekoälyn kapasiteetti ja se mihin sitä käytetään voivat erota merkittävästikin toisistaan. He nostavat esille ajatuksen siitä, että teknologia esimerkiksi koulutuksen totaaliseen mullistamiseen löytyisi jo nyt, tekoälyn ja algoritmien avulla luotujen henkilökohtaisien opetussuunnitelmien kautta, mutta tätä ei ole vielä tehty todennäköisesti sen huonon lyhyen ajanjakson kannattavuuden takia (Acemoglu ja Restrepo, 2020).

Erityisesti suurten instituutioiden intressit ovat ohjanneet tekoälyn kehitystä pois päin ihmisille tuotetusta hyödystä, kohti tulospohjaisempaa suuntaa (Acemoglu ja Restrepo, 2018). Samaan johtopäätökseen päädytään Jeff Orlowskin ohjaamassa dokumentissa ”The Social Dilemma” (2020), jossa lukuisat teknojättien (mm. Facebook, Instagram, Twitter) entiset työntekijät puhuvat sosiaalisen median ja siihen liittyvien algoritmien haitallisesta kehityssuunnasta. Näiden algoritmien kehityksessä on pitkälti pyritty saamaan käyttäjä viettämään mahdollisimman paljon aikaa sovelluksen parissa, mainostulojen maksimoimisen toivossa. Hyvin usein tämä kuitenkin tapahtuu käyttäjien hyödyn kustannuksella, jolla voi olla merkittäviä negatiivisia vaikutuksia niin yksilöihin, kuin myös laajemmin yhteiskuntaan. (Rhodes & Orłowski, 2020.)

Toisaalta esimerkiksi terveydenhuoltoalalla diagnostiikkaan liittyvät tehtävät ovat jo kovaa vauhtia tietokoneistumassa. Esimerkiksi Memorial Sloan-Kettering syöpäkeskuksen onkologit käyttävät IBM:n luomaa Watson nimistä tekoälyä apunaan tehdessään diagnooseja syöpähoitoa tarvitseville potilaille. Hallussaan Watsonilla on useita miljoonia sivuja dataa aina potilastiedoista, lääketieteellisiin artikkeleihin sekä kliinisiin tutkimuksiin asti, joita se käyttää tunnistessaan sairauksiin ja niiden hoitoon

liittyviä toistuvia malleja. Näitä malleja hyödyntäen, kone pystyy luomaan potilaalle hoitosuunnitelman, jolla on paras mahdollinen onnistumisprosentti. (Cohn, 2013.) Vaikka tekoälyä pääasiassa kehitettäisiinkin tulos pohjaisesti, ei tämä kuitenkaan tarkoita, etteikö sen kehityksellä voisi siis olla myös positiivisia yhteiskunnallisia vaikutuksia (Acemoglu & Restrepo, 2020).

Koska perusteorioiden luonnollisesta älystä ja sen ominaisuuksista ovat varsin vajavaisia sekä vaadittu teknologia hienostuneiden ja pitkälle kehittyneiden keinotekoisien järjestelmien luomiseksi vielä toistaiseksi uupuu, ei ole yllätys, että nykyisten robottien kyvyt eivät kuitenkaan ole vertailukelpoisia edes yksinkertaisimpien eläimien kanssa (Lungarella ym., 2007), ja vaikka tekoäly on mullistanut arkeamme nopealla kehityksellään, on sen nykyinen kapasiteetti siis vielä kaukana siitä, mitä kuusikymmentä vuotta sitten alan pioneerit lähtivät tavoittelemaan (Davenport, 2018).

3 TEKOÄLY TYÖMARKKINOILLA

3.1 Tekoäly ja teollisuus

On kiistatonta, että tekoäly on muokannut ja tulee muokkaamaan työmarkkinoita myös tulevaisuudessa (Schwab, 2016). Erityisesti teolliset alat ovat kokeneet automaation vaikutukset viimeisten vuosikymmenten aikana ja alan työpaikat ovat sillä ajanjaksolla vähentyneet huomattavasti (Acemoglu & Restrepo, 2015; Semuels, 6.8.2020). Charles, Hurst ja Notowidigso (2013) sekä Cortes, Jaimovich ja Siu (2016) ovat korostaneet, että jatkuva teollisten alojen työpaikkojen väheneminen ja muiden rutiinitöiden katoaminen automaation alta, ovat osaltaan johtaneet vallitsevaan matalaan työllisyysasteeseen esimerkiksi Yhdysvalloissa. Huomioon otettavaa on kuitenkin, että nämä muutokset työllisyysasteessa voivat olla myös syklisiä, trendin ollessa viimeisen vuosisadan aikana teknologian kehityksestä huolimatta nouseva (Autor, 2015).

Automaatio mahdollistaa tietynlaisten ennen fyysisellä työpanoksella tehtyjen tehtävien tekemisen pääoman avulla. Esimerkiksi robottiteknologian kehittyminen on antanut etenkin teollisuusalan yrityksille mahdollisuuden automatisoida lukuisia tuotannon tehtäviä muun muassa, maalaamisen, hitsaamisen ja kokoamisen, (Acemoglu & Restrepo, 2020.). Autor ja Dorn (2013) tuovat esille rakenteellisen muutoksen työmarkkinoilla, jossa työntekijät uudelleen allokoivat tarjontaansa keskipalkkaisista teollisuusalan töistä pienipalkkaisiin palvelualan ammatteihin. Tämä todennäköisesti johtuu siitä, että palvelualojen manuaaliset tehtävät ovat pääsääntöisesti vähemmän alttiita automaatiolle kuin teollisen alan tehtävät, jotka vaativat vähemmän joustavuutta ja fyysistä sopeutumista (Autor, 2015).

Acemoglu ja Restrepo (2020) puolestaan argumentoivat, että monien etenkin automaatioon liittyvien uusien teknologioiden päämääränä ei ole ollut työn tuottavuuden parantaminen vaan työn korvaaminen halvemmalla pääomalla (koneilla). Teollisuusalan käyttämät robotit eivät siis pääsääntöisesti ole teknologiaa, jonka tarkoituksena on työn tuottavuuden kehittäminen vaan ne on luotu automatisoimaan tehtäviä, joita työntekijät ennen hoitivat tehtaiden linjastoissa. Todisteet siitä, että mitä enemmän robotteja lisätään osaksi toimialan tuotantoa, sitä

enemmän toimiala kokee työn kysynnän vähenemistä ja työn osuuden vähenemistä suhteessa pääomaan, ovat melko selviä. Merkittävä seikka on myös se, että ne paikalliset työmarkkinat, jotka ovat enemmän altistuneita teollisuusroboteille, esimerkiksi Yhdysvalloissa sijaitsevat Detroit (Michigan) ja Defiance (Ohio), ovat alueita, jotka omaavat selkeästi pienemmän työllisyyden sekä palkkojen kasvun muihin alueisiin verrattaessa. (Acemoglu & Restrepo, 2020.)

Koski ja Husso (2018) nostavat esille myös ”luovan tuhon” ja sen mukana tulevat mahdolliset negatiiviset vaikutukset. Tekoälyn saavuttaessa siihen asetetut odotukset, tuottavuus ja luova tuho, jotka ovat teollisissa maissa olleet 2000-luvun alusta asti stagnaatiassa, voivat kääntyä uudestaan kasvuun. Muutos vaikuttaa erityisesti työmarkkinoiden rakenteisiin, joidenkin alojen kysynnän kasvaessa ja toisten hiipuessä. Ilman korjaavia toimia tämä pahentaa työmarkkinoiden kohtaanto-ongelmaa ja nostaa rakennetyöttömyyttä. (Koski & Husso, 2018.)

3.2 Tekoäly työpaikkojen luoja

Historian saatossa teknologian kehitys on toistaiseksi aina tuonut mukanaan myös uusia työpaikkoja ja ei ole syytä olettaa, etteikö tämä olisi totta myös lähitulevaisuudessa (Autor, 2015). Vaikkakin ohjelmistot ja tietokoneet ovat korvanneet ihmisen myös joissain toimistotehtävissä, ovat ne saman aikaisesti luoneet sinne lisää työpaikkoja, esimerkiksi ohjelmoinnin, graafisen suunnittelun, data-analyysin ja tietoturvallisuuden liittyvien tehtävien muodossa (Lin, 2011).

Myös tilintarkastusfirma PwC:n (2018) teettämän tutkimuksen mukaan, tekoäly tulee vuoteen 2037 mennessä korvaamaan noin 7 miljoonaa työpaikkaa Isossa-Britanniassa, samalla kuitenkin luoden maassa noin 7.2 miljoonaa uutta työpaikkaa. Maailman talousfoorumin (World Economic Forum, WEF) vuonna 2018 teettämässä tutkimuksessa puolestaan ennustetaan koneiden sekä algoritmien luovan globaalilla tasolla noin 133 miljoonaa uutta työpaikkaa, samalla korvaten noin 75 miljoonaa vanhaa työpaikkaa vuoteen 2022 mennessä. Samaisessa tutkimuksessa listattiin myös kymmenen globaalisti kovimmassa kasvussa olevaa työtehtävää (TAULUKKO 1), jossa silmiinpistävää on teknologiaan liittyvien tehtävien painottuneisuus. Joukossa on muun muassa data-analyytikkoja, tekoälyn ja koneoppimisen-asiantuntijoita,

ohjelmistojen ja sovellusten kehittäjiä, sekä Big Data–asiantuntijoita. (Maailman talousfoorumi, 2018.) On siis selvää, että vaikka tekoäly ja automaatio ovatkin vieneet viime vuosikymmeninä työpaikkoja etenkin teollisuuden puolelta, ovat ne myös onnistuneet luomaan paljon uusia mahdollisuuksia työntekijöille (Autor, 2015).

Koski ja Husso (2018) tuovat puolestaan esille näkökulman, jossa tekoäly voi parantaa työmarkkinoiden toimintaa. Tekoälyllä on valtava potentiaali esimerkiksi työnvälitykseen liittyen ja se tarjoaa mahdollisuuden työnhakijan ominaisuuksien vertaamiseen kaikkiin tarjolla oleviin työpaikkoihin (Koski & Husso, 2018).

Tekoälyn kehitys siis vaikuttaa työmarkkinoihin ja työpaikkojen määrään, mutta ei välttämättä negatiivisesti. Vaikkakin työvoimaosuudet ja yritysten ihmisille tarjoamat työpaikat ovat tällä hetkellä laskussa, työttömyysaste voisi silti olla matalampi ilman tekoälyä. Yleinen työttömyysaste voi jopa pudota tekoälyn kehittyessä. (Chia-Lui 2020.)

Huomioon otettavaa on myös tekoälyn omaava korvausvaikutus, jonka ansiosta työtä voidaan tehdä aikaisempaa pienemmällä työpanosmäärällä. Vaikka tämä samalla tuhoaa työpaikkoja, se mahdollistaa myös työpanoksen kohdistamisen enemmän arvoa tuottaviin tehtäviin tai aikaisempien tehtävien tekemisen entistä paremmin tekoälyä hyväksi käyttäen. Tuottavuusvaikutuksen vuoksi yritysten kustannukset, ja sitä kautta myös tuotteiden hinnat voivat laskea. Tämä johtaa puolestaan ostovoiman kasvuun, mikä lisää myös työvoiman kysyntää taloudessa. (Koski & Husso, 2018.)

Toisaalta työpaikkansa menettäneet eivät välttämättä omaa riittävä koulutustasoa edellä mainittuihin, enemmän arvoa tuottaviin työtehtäviin. Tämä voi puolestaan luoda omat haasteensa tehokkaiden työmarkkinoiden ylläpitämiseen tulevaisuudessa (Semuels, 2020).

TYÖPAIKKANÄKYMÄT VUONNA 2022

Kasvussa olevat alat	Laskussa olevat alat
Globaali muutos +133 milj. työpaikkaa	Globaali muutos -75 milj. työpaikkaa
1. Data-analytikot ja tutkijat	1. Tietojen syöttövirkaillijat
2. Tekoälyn ja koneoppimisen- asiantuntijat	2. Kirjanpitäjät ja palkanlaskijat
3. Pää- ja operaatiojohtajat	3. Hallinto- ja toimeenpanosihteerit
4. Ohjelmistojen kehittäjät	4. Kokoonpanon ja tehtaan työntekijät
5. Myynnin ja markkinoinnin ammattilaiset	5. Asiakaspalvelutyöntekijät
6. Big Data-asiantuntijat	6. Yrityspalvelu- ja hallintopäälliköt
7. Digitaalisen muutoksen asiantuntijat	7. Tilintarkastajat
8. Uuden teknologian asiantuntijat	8. Varastonhoitajat
9. Organisaatiokehityksen- asiantuntijat	9. Pää- ja operaatiojohtajat
10. Tietotekniikan palvelutyöntekijät	10. Postivirkailijat

TAULUKKO 1. Työpaikkanäkymät vuonna 2022 (mukaien Maailman talousfoorumi, 2018).

4 TEKOÄLY JA TYÖMARKKINOIDEN TULEVAISUUS

4.1 Algoritmit osaksi myynti- ja palvelualoja

Kuten historia osoittaa, on tekoälyn tulevaisuuden ennustaminen äärimmäisen haastavaa. Kuitenkin viimeiset puolivuosisataa ja lukuisat väärät ennustukset ovat kenties antaneet meille paremmat edellytykset arvioida tekoälyn rajoja sekä sen luomia mahdollisuuksia ja uhkia, (Davenport, 2018.). Luvussa 3.1 esitellään Autorin ja Dornin (2013) todentama rakenteellinen muutos teollisten ja palvelualojen työmarkkinoilla. On kuitenkin huomattava, että myös palveluala on automatisoitumassa yhä nopeampaa tahtia (Frey & Osborne, 2013). Mitä siis tapahtuu, kun palveluala automatisoituu laajemmin, ja mitä tämä muutos tarkoittaa palvelualojen työmarkkinoiden kannalta?

Esimerkkejä algoritmien ja tekoälyn saapumisesta palvelualoille on lukuisia. Davenport (2018) nostaa esille pankkiyhtiö DBS:n, joka on viime vuodet toiminut alansa digitalisaation edelläkävijänä. Esimerkiksi HR-palveluissa DBS käyttää algoritmeja, jotka muun muassa huomioivat työntekijöiden lomien ajoitukset, otetut sairauslomat sekä vastausnopeuden sähköposteihin ja pystyy näin ennakoimaan noin 85 % tarkkuudella, aikooko työntekijä irtisanoutua seuraavan 3 kuukauden aikana. Pankki käyttää tekoälyä myös asiakaspalvelussa chat-bottien muodossa, havaitakseen mahdollisia petoksia kaupankäynnissä sekä lukuisissa muissa palveluissaan. DBS onkin luonut Intiaan lähes kokonaan digitaalisen pankin, joka tarvitsee 90 prosenttia vähemmän henkilöstöä, kuin ns. perinteinen pankki. (Davenport, 2018.)

Lisäksi algoritmit ovat jo jonkin aikaa hoitaneet tehtäviä myös oikeusalalla, erityisesti kohteena ovat olleet lakifirmojen avustajien sekä sopimus- ja patenttilakimiesten suorittamat ”rutiinitehtävät”. Yleisesti lainattu esimerkki ilmiöstä on ohjelmistoyritys Symantecin luoma Clearwell-systeemi, joka kielianalyysia käyttäen pystyy tunnistamaan ja jakamaan 570 000 dokumenttia niiden aihealueiden mukaan kahdessa päivässä. (Markoff, 4.3.2011.)

Myös asiakaspalvelun digitalisoimiseen erikoistunut yritys Mattersight on huomannut algoritmien mahdollisuudet ja hyödyntää niitä jo puhelinpalveluissaan. Asiakkaan

puhetta analysoimalla systeemi jakaa asiakkaat eri persoonallisuusluokkiin ja sen jälkeen ohjaa heidät eteenpäin persoonallisuudeltaan sopivimmalle asiakaspalvelijalle, nostaten yrityksen asiakastyytyväisyyttä. (Harari, 2016.)

Helmikuussa 2020 Amazon puolestaan avasi ensimmäisen täysin automatisoidun supermarketinsa, Amazon Go:n, Seattleen Yhdysvalloissa. Kaupan asiakkaat tarvitsevat asioidakseen vain älylaitteen ja siihen asennetun Amazonin sovelluksen, eikä myyjille ole kaupassa näin tarvetta. Myös valvonta hoidetaan elektronisilla sensoreilla ja kameroilla, jotka seuraavat, mitä tuotteita asiakas ottaa ostoskoriinsa tai sieltä pois, (Adhikari, 27.2.2020.)

Tulevaisuudessa tekoäly voi hoitaa myös esimerkiksi osan pelaaja-agenttien tehtävistä. Yksi agenttien työn tärkeimmästä osasta on pelaajan edustaminen seurojen ja pelaajan välisissä sopimusneuvotteluissa. Kuitenkin tällä hetkellä maailman parhaimpina pidettyjen jalkapalloilijoiden joukkoon lukeutuva Kevin De Bruyne päätti käyttää data-analyysia, pelaaja-agenttinsa sijasta, tuodessaan esille omaa kykyään vaikuttaa joukkueen pelaamiseen, sekä vaikutusvaltaansa joukkueen ja fanien keskuudessa, jatkosopimusneuvotteluissa joukkueensa Manchester Cityn edustajien kanssa. Lopputulos oli myös pelaajan kannalta suotuisa, De Bruynen viikkopalkan noustessa 350 000 punnasta, 400 000 puntaan. (McDonnell, 2021.)

Edellä annettuja esimerkkejä yhdistää se, että ne näyttävät mihin myös palvelualojen työmarkkinat ovat todennäköisesti tulevaisuudessa suuntaamassa; rutiinitehtävien automatisaatio vaikuttaa ja tulee myös tulevaisuudessa vaikuttamaan laajemmin palvelualoilla (Frey & Osborne, 2013). Tekoäly kykenee myös hoitamaan enemmissä määrin yhä vaativampia tehtäviä ja kuten luvussa 2.3 esitetään, älykkäällä tehtävän suunnittelulla pystytään osin korjaamaan tekoälyn kapasiteettiin liittyviä puutteita (Guizzo, 2008). Digitalisaation aikakaudella koneet pystyvät täten ottamaan yhä isompaa roolia asiakkaiden asiakaskokemuksen luomisessa (Harari, 2016). Huomioitavaa on kuitenkin luvussa 2.3 läpikäyty tekoälyn pullonkaulat; nämä ovat ominaisuuksia, joita monet palvelualojen työtehtävät vaativat ja sen johdosta huomattava osa alan työtehtävistä on mitä todennäköisimmin turvassa automaatiolta ainakin seuraavan parin vuosikymmenen ajan (Frey & Osborne, 2013).

Voidaan siis todeta, että tekoälyn vaikutus palvelualojen työmarkkinoilla on melko jakautunutta (Frey & Osborne, 2013); esimerkiksi Foresight Alliance (2016), loi skenaarioanalyysin automaation vaikutuksista tulevaisuuden työmarkkinoihin, ottamalla huomioon Freyn ja Osbornen (2013) tuottaman datan lisäksi muun muassa työntekijöiden ammattikohtaiset koulutustasot, mediaanipalkat sekä eri ammattien sijainnilliset keskittymät. Analyysin mukaan suurimmassa vaarassa jokaisessa skenaariossa ovat matalapalkkaiset myynti- ja palvelualojen työt, esimerkiksi jälleenmyyntiliikkeiden kassatyöntekijät, pikaruokaravintoloiden työntekijät sekä tarjoilijat. (Foresight Alliance, 2016.) Tätä puoltavat myös Frey ja Osborne (2013) sekä Acemoglu ja Restrepo (2015). Tämän kaltainen työmarkkinoiden polarisoituminen, onkin yksi merkittävimmistä tekoälyn kehitykseen liittyvistä ongelmista (Schwab, 2016).

4.2 Neljäs teollinen vallankumous ja tulevaisuuden työmarkkinat

Historian saatossa tunnetaan neljä teollista vallankumousta, jotka ovat muovanneet aikansa työmarkkinoita. Ensimmäinen vuonna 1765 alkanut teollinen vallankumous sai alkunsa hiilen ja uusien koneiden myötä, jotka ohjasivat työntekijöitä maataloudesta teollisuuden puolelle. Toinen teollinen vallankumous vuonna 1870 sai alkunsa kaasun kehittamisestä, jota seurasi myös mm. teräs- ja kemikaalipohjaisten tuotteiden tulo markkinoille sekä sähkön löytäminen. Kolmannessa teollisessa vallankumouksessa, joka sai alkunsa vuonna 1969, päärooleja näyttelivät puolestaan ydinenergia ja sähkö, joita onnistuttiin jalostamaan entistä tehokkaammin mukaan tuotantoprosesseihin. Nyt meneillään olevassa neljännessä teollisessa vallankumouksessa tekoäly, internet ja uusiutuva energia ovat puolestaan muovaamassa työmarkkinoita, useiden tutkijoiden mukaan ennennäkemättömällä tavalla. (Schwab, 2016.)

Yksi neljännen teollisen vallankumouksen huolta aiheuttavista tekijöistä on sen nopeus; aiempien noudattaessa nopeudeltaan lähinnä lineaarista käyrää, neljännen vallankumouksen nopeus on ollut enemmänkin eksponentiaalista. Kehitys on ollut siis huomattavasti nopeampaa kuin koskaan aikaisemmin ihmiskunnan historiassa. (Schwab, 2016.) Muutoksen ollessa nopeaa työmarkkinoilla ei ole välttämättä aikaa sopeutua automaation korvausvaikutuksiin (Semuels, 2020). Tekoälyn aiheuttama

vaikutus yhteiskuntaan voi jopa pahimmassa tapauksessa horjuttaa koko kapitalistista järjestelmää ja markkinoista on mahdollisesti tehtävä entistä enemmän säänneltyjä (Dyer-Whiteford, Kjosen & Steinhoff, 2018; Harari, 2016).

Luvussa 4.1 esitettiin kysymys siitä, mitä tapahtuu matalan palkkatason palvelualojen työntekijöille, automaation mahdollisesti tuhotessa huomattavan osan näiden työntekijöiden työtehtävistä (Foresight Alliance, 2016). Acemoglu ja Restrepo (2018), Koski ja Husso (2018), sekä Semuels (2020), esittävät ongelmaan yhtenä mahdollisena ratkaisuna koulutukseen panostamista. Uudelleen kouluttamalla ihmiset uusiin työtehtäviin ylläpidettäisiin ainakin osittain työmarkkinoiden tehokkuutta ja samalla mahdollisesti kasvatettaisiin työllisyysastetta (Koski & Husso, 2018).

Avainasemassa ovat siis joustavat työmarkkinat, joissa työntekijöillä on tarvittaessa resursseja ja motivaatiota kouluttaa itseään. Historiallisia esimerkkejä tästä on esimerkiksi Yhdysvalloista 1940-luvulta, kun toisesta maailmansodasta palanneille veteraaneille taattiin valtion puolesta korkeakoulutus, johon suurella osaa veteraaneista ei ollut itsellä tarvittavia resursseja (Semuels, 2020). Myös Suomessa työmarkkinoiden joustavuus oli tärkeässä roolissa 1990-luvun talouskasvussa, kun erityisesti teknologia-alalla uusien työtehtävien määrä koki räjähdysmäisen kasvun, tietotekniikan tullessa yhä useamman yrityksen ja yksilön ulottuville (Koistinen & Sengenberger, 2002).

Joustavat työmarkkinat vaativat kuitenkin myös työntekijöiden halukkuutta kouluttautua ja liikkua työmarkkinoilla. Työvoiman liikkuvuuden lisäämiseksi, konkreettisia toimenpiteitä voisivat esimerkiksi olla tekoälyn avulla toteutettu avointen työpaikkojen vahti sekä työnvälityspalveluiden ohjaaminen työttömien lisäksi myös työssäkäyville. (Koski & Husso, 2018.)

Useiden tutkijoiden mukaan etenkin tekoälyn viimeaikaista kehitystä ovat pitkälti ohjanneet taloudelliset motiivit (mm. Frey & Osborne, 2013; Harari, 2016; Acemoglu & Restrepo, 2020). Jotta jotain tekoälyn osa-aluetta lähdetäisiin kehittämään, tulee sen tuottaa yritykselle enemmän rahaa, laskea sen kustannuksia alemmas tai parantaa yrityksen kilpailuasemaa. Tällä hetkellä edistyksellisintä tekoälyä tuottavat suuret teknologiayritykset, kuten esimerkiksi Google, Amazon ja Tesla, suurimpina

motiiveinaan todennäköisesti nimenomaan taloudelliset kannustimet ja nopeasti kasvavan alan markkinajohtajuus. (Harari, 2016.)

Tämä osaltaan tarkoittaa, että automaation vaikutuksia voidaan siis tarvittaessa hillitä myös verotusteknisesti. Esimerkiksi Yhdysvalloissa yritysten maksaessa työntekijän palkasta veroa noin 30 %, koneiden hankinnasta vero on vain noin 3 %. (Semuels, 2020.) Tämä omalta osaltaan kannustaa yrityksiä automaation kehittämiseen sekä fyysisen työpanoksen korvaamiseen ja voi mahdollisesti johtaa työllisyyden sekä työn tuottavuuden laskemiseen (Acemoglu & Restrepo, 2020). Tiukemmalla konehankintojen verotuksella valtio pystyisi pienentämään taloudellista kannustinta työntekijöiden korvaamiseen, joka puolestaan voisi johtaa tekoälyn kehitystyön painopisteen siirtymiseen pois automaatiosta, kohti koneen ja ihmisen yhteistyötä (Acemoglu ja Restrepo, 2020). Toisaalta voidaan myös ajatella, että automaation kehitys vapauttaa työntekijöitä tekemään yhteiskunnan ja talouden kannalta hyödyllisempää työtä (Koski & Husso, 2018).

Pohjoismaissa tilanne on puolestaan selvästi parempi ja työn murroksen tuottamiin riskeihin on varauduttu kattavammin kuin esimerkiksi Yhdysvalloissa. Esimerkiksi julkisen vallan harjoittama sosiaalipolitiikka sekä heikompa osapuolta suojaavat työmarkkinakäytännöt ehkäisevät työmarkkinoiden murroksen mukanaan tuomia sosiaalisia riskejä. Toisaalta painopisteen ohjaamista entistä enemmän kohti sosiaalipolitiikkaa ja tulojen uudelleenjakoa puoltaa työmarkkinoiden jäykkyyksien korostuminen teknologisen murroksen vallitessa. Muutokseen sopeutumisen hidastamista on kuitenkin varottava poliittisia päätöksiä tehdessä. (Koski & Husso, 2018).

Erityisesti vuosi 2020 on pakottanut yritykset sopeutumaan poikkeuksellisiin olosuhteisiin ja panostamaan entistä enemmän digitalisaation integroimiseksi osaksi yritysten toimintaa. Myös automaatio käyttöönnotto on kiihtynyt viimeisen vuoden aikana rajusti, suurilta osin COVID19-koronaviruspandemian aiheuttamien taloudellisten vaikutusten vuoksi. (Semuels, 2020.) Tulevaisuudessa onkin mielenkiintoista nähdä, miten nämä muutokset heijastuvat työmarkkinoihin sekä yhteiskuntaan ja ovatko näiden pitkäaikaisvaikutukset niin merkittäviä, kuin osa tutkijoista (Brynjolfsson & McAfee, 2011; Harari, 2016; Dyer-Whiteford ym. 2019)

ovat ennustaneet. Itse uskon, että hyvällä varautumisella nämä pitkäaikaisvaikutukset tulevat jäämään todennäköisesti melko maltillisiksi, ainakin lähitulevaisuuden osalta.

5 POHDINTA

Tutkielman tavoitteena oli objektiivisesti tarkastella tekoälyn kehitykseen ja työmarkkinoihin liitettyjä uhkakuvia sekä mahdollisuuksia, keskeisenä tutkimuskysymyksenä ollen, miten tekoäly mahdollisesti vaikuttaa tulevaisuuden työmarkkinoihin.

Tekoälyn kehitykseen ja työmarkkinoiden tulevaisuuteen on vuosien saatossa liitetty paljon uhkakuvia, joista suurin osa on ollut aiheettomia. Myös historia osoittaa, että vaikkakin teknologian kehitys johtaa väistämättä siihen, että osa työtehtävistä kuolee, luo se samalla myös uusia työpaikkoja. Tätä puoltavat myös lähitulevaisuuden ennusteet, jotka ennakoivat globaalilla tasolla työpaikkojen nettomäärän pääasiallista lisääntymistä, joista merkittävä osa on tekoälyn kehityksen mahdollistamia. Teknologian kehitys ei siis ainakaan vielä toistaiseksi ole tappanut työtä, vaikkakin työpaikkoja se tappaa yhä kiihtyvällä tahdilla.

Huomattavaa on kuitenkin se, että iso osa neljännen teollisen vallankumouksen synnyttämistä uusista työmahdollisuuksista on suunnattu erityisesti korkeakoulutetulle työvoimalle. Samalla kymmenet miljoonat työntekijät ovat vaarassa menettää työpaikkansa automaation tieltä, näiden irtisanomisten kohdistuessa vahvasti matalan koulutus- ja palkkatason omaaviin työntekijöihin. Tämä kaltaisesta työmarkkinoiden polarisoitumisesta on jo nähtävissä merkkejä etenkin Yhdysvalloissa, myös koronapandemian kiihdyttäessä ilmiötä entisestään, yritysten pakon edessä integroiden digitalisaatiota osaksi toimintaansa. Tulevaisuuden haasteina tulevat siis todennäköisesti olemaan tehokkaiden ja ennen kaikkea joustavien työmarkkinoiden ylläpitäminen, automaation ja tekoälyn jatkaessa kehitystään. Valtioiden tasolla mahdollisia ratkaisuja näiden ongelmien selättämiseksi on puolestaan esitetty muun muassa korkeampien koneisiin kohdistettujen verojen sekä kattavan koulutuksen mahdollistamisen muodossa.

Tekoälyn kehitys siis itsessään on tuskin uhkana tulevaisuuden työmarkkinoille vaan päinvastoin sen voidaan ehkä jopa nähdä vapauttavan ihmisten työpanosta suurempaa arvoa tuottavien työtehtävien pariin. Nopean murroksen äärellä julkisen vallan rooli tehokkaiden sekä joustavien työmarkkinoiden ylläpitäjänä tulee kuitenkin

todennäköisesti korostumaan, ja onkin mielenkiintoista nähdä, miten näihin potentiaalsiin ongelmiin tullaan lähitulevaisuudessa reagoimaan.

Yksi mahdollinen jatkotutkimuksen kohde voisi olla COVID19-koronaviruspandemian sekä automaation jalkauttamisen välisen mahdollisen korrelaation tutkiminen. Olisi mielenkiintoista tietää, miten paljon pandemia kiihdytti automaation jalkauttamista ja jatkuuko kehitys mahdollisesti samanlaisena lähitulevaisuudessa, yritysten huomatessa automaation tarjoamat taloudelliset edut laajemmalla rintamalla.

LÄHTEET

- Acemoglu, D. & Restrepo, P. (2018). The Race between Man and Machine: Implications of Technology for Growth, Factor Shares, and Employment. *American Economic Review*
- Acemoglu, D. & Restrepo, P. (2019). Automation and New Tasks: How Technology Displaces and Reinstates Labor. *The Journal of economic perspectives*, 33(2), 3-30. <https://doi.org/10.1257/jep.33.2.3>
- Acemoglu, D. & Restrepo, P. (2020). The wrong kind of AI? Artificial intelligence and the future of labour demand. *Cambridge journal of regions, economy and society*, 13(1), 25-35. <https://doi.org/10.1093/cjres/rsz022>
- Adhikari, R. (2020 February 27). Amazon goes big with automated grocery store. *E-Commerce Times*
- Autor, D., H. (2015). Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation. *The Journal of economic perspectives*, 29(3), 3-30. <https://doi.org/10.1257/jep.29.3.3>
- Autor, D., H. & Dorn, D. (2013). The Growth of Low-Skill Service Jobs and the Polarization of US Labor Market. *American Economic Review* 103(5).
- Binner, J. M., Kendall, G., & Chen, S. H. (2004). *Applications of Artificial Intelligence in Finance and Economics*. JAI Press Inc.
- Brynjolfsson, E. & McAfee, A. k. (2011). *Race against the machine: How the digital revolution is accelerating innovation, driving productivity, and irreversibly transforming employment and the economy*. Digital Frontier Press.
- Charles, K.K., Hurst, E. and Notowidigdo, M.J. (2013). Manufacturing decline, housing booms, and non-employment. Tech. Rep., NBER Working Paper No. 18949, National Bureau of Economic Research.
- Cohn, J. (2013 February 20). The robot will see you now. *The Atlantic*.
- Copeland, B. J. (n.d.). *Artificial intelligence*. *Encyclopedia Britannica*. Haettu osoitteesta <https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence>
- Cortes, G., M., Jaimovich, N., and Siu, H., E. (2014). "The Micro and Macro of Disappearing Routine Jobs: A Flows Approach." NBER Working Paper 20307, July.
- Davenport, T. H. (2018). *The AI advantage: How to put the artificial intelligence revolution to work*. The MIT Press.
- Dyer-Whitford, N., Kjoson, A. M. & Steinhoff, J. (2019). *Inhuman power: Artificial intelligence and the future of capitalism*. Pluto Press.
- Foresight Alliance,(2016). Automation and work: Understanding local impacts. *Foresight Alliance*. Haettu osoitteesta <http://www.foresightalliance.com/project/automation/>
- Frey, Carl Benedikt and Osborne, Michael A., (2013), [The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?](#), *Technological Forecasting and Social Change*, 114, issue C, p. 254-280.
- Guizzo, E. (2008 July 2). Three engineers, hundreds of robots, one warehouse. *IEEE Spectrum*. Haettu osoitteesta <http://spectrum.ieee.org/robotics/robotics-software/three-engineers-hundreds-of-robots-one-warehouse>.

Harari, Y. N. (2016). *Homo deus: A brief history of tomorrow*. Bazar

Koski, O. ja Husso, K. (2018). *Tekoälyajan työ; neljä näkökulmaa talouteen, työllisyyteen, osaamiseen ja etiikkaan*. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 19/2018. Suomen Valtioneuvosto. Haettu osoitteesta <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/160931>

Koistinen, P. ja Sengenberger, W. (2002). *Labour Flexibility a Factor of Economic and Social Performance of Finland in the 1990s*. Tampere University Press. Haettu osoitteesta <https://trepo.tuni.fi/handle/10024/65394>

Levy, F. and Murnane, R.J. (2004). *The new division of labor: How computers are creating the next job market*. Princeton University Press.

Lungarella, M. e., Iida, F. e., Bongard, J. e. & Pfeifer, R. e. (2007). *50 Years of Artificial Intelligence: Essays Dedicated to the 50th Anniversary of Artificial Intelligence* (1st ed. 2007.). Springer Berlin Heidelberg.

Maaailman talousfoorumi, (2018). *The Future of Jobs*. Haettu osoitteesta <http://reports.weforum.org/future-of-jobs-2018/shareable-infographics/>

Markoff, J. (2011 March 4). *Armies of expensive lawyers replaced by cheaper software*. *The New York Times*

McDonnell, D. (2021 April 5). *Kevin De Bruyne uses data analysts to broker an £83m Man City contract without an agent*. *The Mirror*

Pietikäinen, M. & Silvén, O. (2019). *Tekoälyn haasteet: Koneoppimisesta ja konenäöstä tunnetekoaalyyn*. Oulun yliopisto, Konenäön ja signaalianalyysin keskus.

Pwc (2018 July 17). *AI will create as many jobs as it displaces by boosting economic growth*. Haettu osoitteesta <https://www.pwc.co.uk/press-room/press-releases/AI-will-create-as-many-jobs-as-it-displaces-by-boosting-economic-growth.html>

Rhodes, L. (tuottaja), Orłowski, J. (ohjaaja). (2020). *The Social Dilemma* [elokuva]. Yhdysvallat: Exposure Labs, Argent Pictures, The Space Program.

Schwab, K. (2016 January 14). *The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond*. Maaailman talousfoorumi. Haettu osoitteesta <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>

Semuels, A. (2020 August 6). *Millions of Americans have lost jobs in the pandemic – and robots and AI are replacing them faster than ever*. *TIME Magazine*

Sippola, J. (2016 heinäkuu 7). *Tutkijat: Teslan itseajava auto ajoi kuolonkolarissa ylinopeutta*. *Helsingin Sanomat*