

Katia Nkuliza

TEKOÄLY: MAHDOLLISUUDET JA NÄKYMÄT LOGISTIIKASSA

Opinnäytetyö
Logistiikka

2020



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Katia Nkuliza	Insinööri (AMK)	Joulukuu 2020
Opinnäytetyön nimi		44 sivua
Tekoäly: mahdollisuudet ja näkymät logistiikassa		
Toimeksiantaja		
Ohjaaja Suvi Johansson		
Tiivistelmä		
<p>Tämä opinnäytetyö käsittelee tekoälyä ja sen soveltamista logistiikassa. Se antaa käsityksen tekoälyn määritelmästä ja käyttömahdollisuuksista nyt ja tulevaisuudessa logistiikan näkökulmasta. Opinnäytetyön päätutkimuskysymyksinä oli ”Mitä on tekoäly?” ja ”Mille logistiikan osa-alueille tekoälyn soveltaminen keskittyy?”. Työssä keskitytään siis siihen, miten tekoälyteknologiaa voidaan hyödyntää logistiikan eri osa-alueilla.</p> <p>Tämä opinnäytetyö on laadullinen tutkimus, jossa on tutkittu DHL:n vuonna 2018, SSI Schäferin vuonna 2018, DSV:n vuonna 2019 ja Liikenneviraston vuonna 2016 julkaistuja raportteja. Opinnäytetyön teoriaosuuteen on kerätty tietoa aiheeseen liittyvästä kirjallisuudesta, kotimaisista ja ulkomaalaisista internetlähteistä ja muun muassa erilaisista artikkeleista. Teorian avulla on avattu tekoälyä käsitteenä ja sen yhteyttä logistiikkaan. Teoriaan kerätyn tiedon pohjalta on rakennettu malli, jonka avulla määritellään, millaisena tekoäly näyttäyty logistiikassa. Tähän malliin oppinäytetyön tutkimusosuudessa on verrattu tarkistettavien raporttien sisältöä. Tutkimuksen tavoitteena oli tilannekuvan luominen tulevaisuuden logistiikasta ja käsityksen muodostaminen tekoälyn vaikutuksista. Kerätyn aineiston analyysissä on hyödynnetty sisällönanalyysia.</p> <p>Tämän työn loppupäätelmä on se, että tekoäly voidaan nähdä digitalisaation seuraavana aaltona, joka luo yritysten toiminnalle uuden ulottuvuuden. Sen avulla voidaan tehostaa ja automatisoida prosessit. Tekoäly tekee nyt tuloaan myös logistiikkaan ja sitä on mahdollista soveltaa logistiikan kaikilla osa-alueilla. Tällä hetkellä kuitenkin soveltaminen näyttää painottuvan ennustavaan analytiikkaan ja toimintojen osittaiseen automatisointiin. Jo nyt tekoälyn ja ohjelmistorobotiikan avulla automaatiotasoa voidaan nostaa. Myös autonominen ajon osalta on nähtävissä kehitystä ja kokeiluja, tosin vain suljetuilla alueilla. On kuitenkin vain ajan kysymys, kun täysin autonomiset kuljetusvälineet tulevat operoimaan kaikissa toimitusketjun osissa ja muut logistiset toiminnot saadaan täysin automatisoiduksi.</p>		
Asiasanat		
tekoäly, big data, logistiikka, automaatio, robotiikka		

Author (authors)	Degree	Time
Katia Nkuliza	Bachelor of Engineering	December 2020
Thesis title		44 pages
Artificial Intelligence: opportunities and visions in logistics		
Commissioned by		
Supervisor Suvi Johansson		
Abstract		
<p>The purpose of this thesis is to narrate what artificial intelligence is and how it can be applied to logistics. The main research questions of the thesis were: "What is artificial intelligence?" and "On which areas of logistics does AI focus more?". This thesis provides an understanding of the definition and utility of AI currently as well as the prediction of logistics in the near future.</p> <p>The theoretical framework consists of information from related literature, domestic and foreign articles, and internet sources. The theory helped to understand the concept of AI and its connection to logistics. Based on the information gathered, a model has been built to determine how AI appears in logistics. A qualitative research method was used in this thesis while analyzing reports published by DHL in 2018, SSI Schaefer in 2018, DSV in 2019, and the Finnish Transport Infrastructure Agency in 2016. The content of the reports has been compared to this model in the research of the thesis.</p> <p>In conclusion AI can be seen as the next step of digitalization for improving business operations. Artificial intelligence is gaining more ground in logistics and in addition there are numerous opportunities where AI can be applied in logistics. Already now, with the help of AI and Robotic Process Automation, the level of automation can be raised. Also, the development and testing of autonomous driving are happening right now, even though only in closed areas. However, currently, the application seems to focus on predictive analytics and partly automated systems. Nevertheless, it is only a matter of time before fully autonomous vehicles will operate in all parts of the supply chain and all other logistic functions will be fully automated.</p>		
Keywords		
artificial intelligence, big data, logistics, automation, robotics		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
1.1	Teoreettinen viitekehys ja tutkimuskysymykset	7
1.2	Tutkimusmenetelmä	8
1.3	Opinnäytetyön rakenne.....	9
2	TEKOÄLYN KESKEISET AIHEPIIRIT	10
2.1	Tekoälyn synty ja määritelmä	10
2.2	Koneoppiminen.....	12
2.3	Syväoppiminen ja neuroverkko.....	14
2.4	Konenäkö ja hahmontunnistus.....	15
2.5	Luonnollisen kielen käsittely	15
2.6	Datatiede ja Big Data.....	16
2.7	Robotiikka ja 5G	17
3	LOGISTIIKKA	18
3.1	Tekoälyn vaikutukset logistiikkaan.....	19
3.1.1	Autonominen kuljetus.....	21
3.1.2	Ennakoiva analytiikka, automatisointi ja optimointi	24
3.1.3	Merenkulku	26
3.2	Tulevaisuuden näkymät.....	27
4	TUTKIMUSTULOKSET: TEKOÄLY LOGISTIIKASSA	29
4.1	Tekoäly ja Big Data.....	30
4.2	Ennakoiva analytiikka	32
4.3	Optimointi	33
4.4	Autonominen kuljetus	34
4.5	Automaatio ja robotiikka	35
5	JOHTOPÄÄTÖKSET	37
6	LOPPUPOHDINTA.....	38
	LÄHTEET.....	40

1 JOHDANTO

Opinnäytetyöni aiheena on ”Tekoälyn mahdollisuudet ja näkymät logistiikassa”, ja sen tarkoituksena on selvittää, miten tekoälyä voidaan hyödyntää logistiikassa. Sen lisäksi on tarkoitus luoda katsaus tulevaisuudennäkymiin. Opinnäytetyöni tutkimuksen aihe perustuu täysin omaan henkilökohtaiseen mielenkiintoon kyseistä aihepiiriä kohtaan. Kiinnostus aiheeseen syntyi opintojeni ohessa, joiden aikana pohdin ja kartoitin mielessäni itseäni kiinnostavia trendejä, jotka koskettavat myös logistiikkaa. Työn tavoitteena on antaa lukijalle perustiedot tekoälystä ja kuvaus siitä, miten tekoälyä voidaan soveltaa logistiikassa. Opinnäytetyön lähteinä on käytetty mahdollisimman tuoretta tietoa.

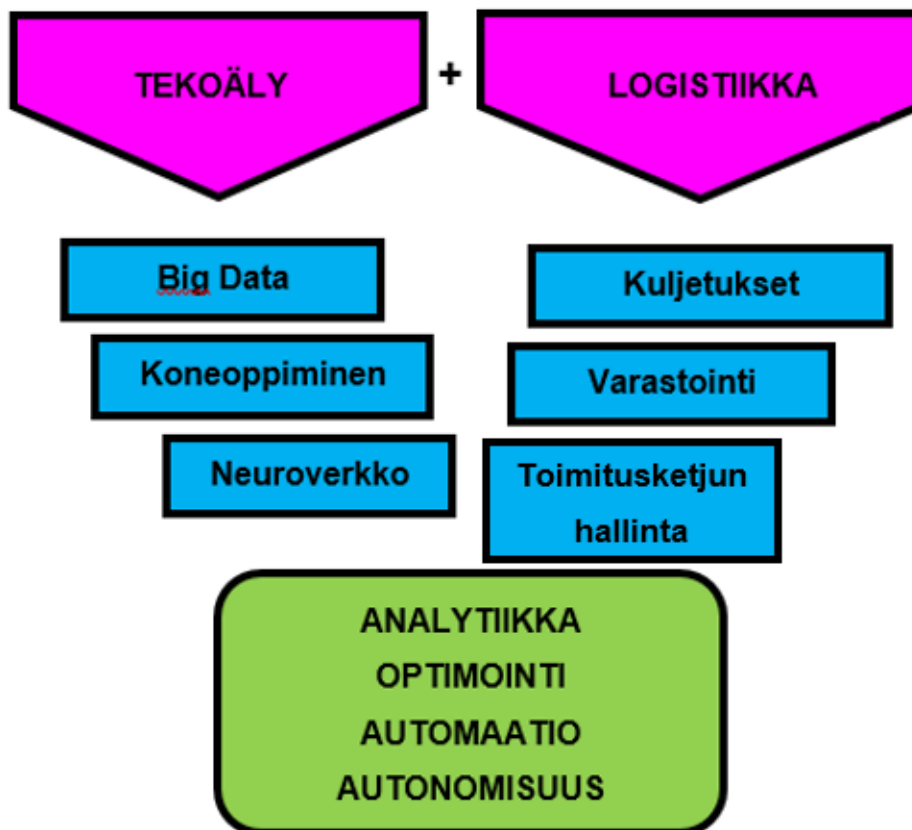
Tekoäly on laaja kattokäsite, jonka alle kuuluvat kaikki koneiden älykkäät toiminnot. Tekoälyllä yksinkertaisimmillaan tarkoitetaan ei-inhimillistä järjestelmää, jolla on ihmisen tasoinen äly ja kyky älykkäisiin toimintoihin. Logistiikka tarkoittaa kuljetuksia, jakelua, varastointia, toiminnanohjausta, hankintaa ja näihin toimintoihin liittyvää informaatiota ja sen käsittelyä.

Viitaten DHL:n (2018) raporttiin, on monia syitä uskoa, että nyt on paras aika soveltaa tekoälyä logistiikkayritysten toiminnassa. Tekoäly on viime vuosina kehittynyt todella nopeasti. Tärkeimmät tekijät tekoälyn nousussa ovat laskentateho, data ja algoritmit. Myös työ- ja elinkeinoministeriön (2019) tekoälyraportista nousee esille, että logistiikka on yksi suurimmista tekoälyä hyödyntävistä yhteiskunnan toiminnoista, ja että tekoäly on noussut yhdeksi suurimmista puheenaiheista niin Suomessa kuin maailmalla. Raportin keskeisenä tavoitteena onkin, että Suomesta tehdään yksi maailman johtavista tekoälyä hyödyntävistä maista. Viitaten edellä mainittuihin seikkoihin, opinnäytetyöni aihe on mielestäni hyvin ajankohtainen.

Opinnäytetyö on rajattu koskemaan tekoälyn hyödyntämistä Euroopassa ja erityisesti sen käyttömahdollisuuksia ja kehitystä Suomessa. Maailma muuttuu ja kehittyy ympärillämme kiihtyvällä tahdilla, ja se tuo haasteita myös logistiikkaan. Haasteisiin vastaaminen edellyttää näkemystä tulevasta. Tekoäly on osa arkea ja elämäämme jo nyt, siksi mielestäni on tärkeää tutkia mitä siitä on kirjoitettu, jotta tulevaisuuteen voi valmistautua paremmin.

1.1 Teorettinen viitekehys ja tutkimuskysymykset

Viitekehyksessä kuvataan tutkimuksen keskeisiä käsitteitä ja sen tarkoituksena on antaa pohja, jonka avulla tutkimuskysymyksiin on mahdollista vastata. Teorettinen viitekehys antaa opinnäytetyölle perustan, johon koko työ tukeutuu. (Kananen 2017, 72.) Opinnäytetyöni teorettinen viitekehys (kuva 1) muodostuu työn aiheen eli tekoälyn ympärille, ja sen tarkoitus on avata tekoälyn määritelmää ja sen merkitystä logistiikassa.



Kuva 1. Opinnäytetyön viitekehys (Nkuliza 2020)

Teorettiseen viitekehykseen kuuluvat teorian lisäksi myös tutkimuskysymykset. Tutkimuskysymykset ohjaavat tutkimusta ja aineistonkeruuta oikeaan suuntaan ja mahdollistavat sovituisissa rajoissa pysymisen. Tutkimuksen kysymyksenasettelu määrää sen, millaiset vastaukset saadaan aineistolla. (Kananen 2017, 60, 61.) Opinnäytetyön tarkoitus on tutkia, miten tekoälyä voidaan soveltaa logistiikan eri osa-alueilla. Tutkimusta ja sen tekemiseen käytettyä materiaalia lähestytään seuraavien tutkimuskysymysten pohjalta:

Pääkysymykset

- Mitä on tekoäly?
- Mille logistiikan osa-alueille tekoälyn soveltaminen keskittyy?

Apukysymykset:

- Mitä mahdollisuuksia/haasteita tekoäly tuo logistiikkaan?
- Mitkä asiat vaikuttavat tekoälyn kehitykseen?
- Mitkä ovat tekoälyn tulevaisuuden visioita?

Kyseiset tutkimuskysymykset on asetettu tavoitteena luoda tilannekuva tulevaisuuden logistiikasta ja muodostaa käsitys tekoälyn vaikutuksista.

1.2 Tutkimusmenetelmä

Tämä opinnäytetyö on laadullinen tutkimus, jossa aineisto käsitellään laadullisin menetelmin, ja jonka tarkoituksena on ymmärtää perustiedot aiheesta ja tutkia mitä tämänhetkisestä tilanteesta ja lähitulevaisuuden näkymistä kirjoitetaan. Laadullinen tutkimus sopii mielestäni hyvin tutkimukseni tarkoitukseen, koska laadullisen tutkimuksen tarkoituksena on tutkittavan ilmiön kuvaaminen ja ymmärtäminen (Kananen 2017, 69, 35). Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, kuinka tekoäly tulee muuttamaan tulevaisuuden logistiikkaa, ja samalla pohtia tekoälyn mukanaan tuomia mahdollisuuksia ja haasteita, jotka tulee ottaa huomioon toimintaa suunniteltaessa.

Opinnäytetyön teoreettinen viitekehys on kerätty aiheeseen liittyvästä kirjallisuudesta, kotimaisista ja ulkomaalaisista artikkeleista ja internetlähteistä hyödyntäen Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun, kunnallisen kirjaston sekä Googlen hakupalveluita. Viime vuosien aikana aihetta on käsitelty aktiivisesti myös uutisoinneissa, podcasteissa ja julkisissa keskusteluissa. Lähteiden valinta on perustunut kyseisen lähteen sisältämän tiedon soveltavuuteen tässä tutkimuksessa. Luotettavuus on varmistettu myös tarkistamalla kyseisten lähteiden tuoreus ja selvittämällä niiden alkuperää.

Opinnäytetyön empiriaosuuteen on valittu tutkimusaineistoksi neljä aiheeseen liittyvää raporttia:

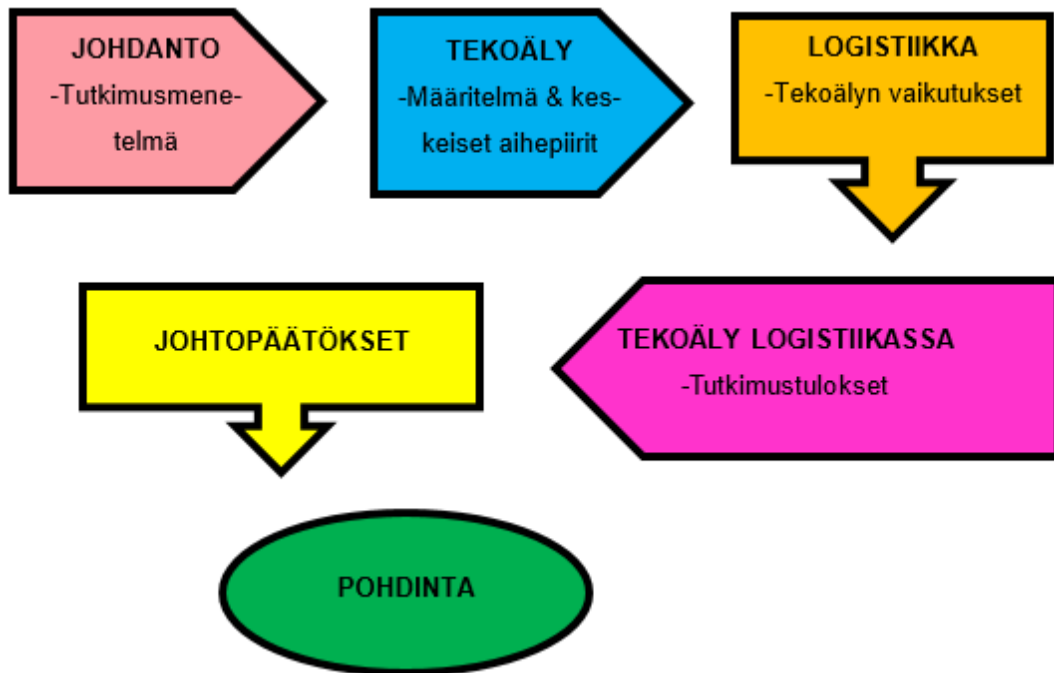
- Artificial Intelligence in logistics, DHL, 2018
- Tekoäly logistiikassa, SSI Schäfer, 2018
- Forward Logistics, DSV, 2019
- Automaatio ja digitalisaatio logistiikassa, kehitysnäkymiä Suomessa ja maailmalla, Liikennevirasto, 2016.

Tutkimus toteutetaan muodostamalla kerätyn teorian pohjalta malli (Excel-taulukko), jonka avulla tarkastellaan ja verrataan raporteista löytyvää tietoa teoriaosuuteen kerättyyn tietoperustaan. Rakennettu malli (kuva 9, s. 30) on jaettu kuuteen pääkohtaan: tekoäly, ennakoivaa analytiikka, optimointi, autonominen kuljetus, automaatio ja robotiikka. Mallin tarkoituksena on selvittää, millaisena tekoäly näyttäytyy logistiikassa ja löytyykö tutkittavista raporteista samoja asioita, näkökulmia ja visioita. Sen jälkeen pohditaan, mitä vertailu kertoo tekoällyn mahdollisuuksista logistiikan näkökulmasta.

Tutkimuksessa on sovellettu laadullisen aineiston perusmenetelmänä sisällönanalyysiä. Kyseinen menetelmä soveltuu erilaisten dokumenttien, kuten kirjojen, raporttien ja artikkeleiden analysointiin (Tuomi & Sarajärvi 2018, 75). Laadullisen aineiston analyysi tapahtuu samanaikaisesti aineistonkeruun kanssa, ja aineistoa kerätään niin kauan, kunnes saadaan ongelma ratkaistua (Kananen 2017, 88). Sisällönanalyysin tavoitteena on selvittää tekoällyn nykytila ja sen mahdollisuudet tulevaisuudessa logistiikan näkökulmasta. Menetelmän avulla saadaan muodostettua tiivistetty ja selkeä kuvaus tutkittavasta aiheesta, jonka avulla tehdään johtopäätökset ja pohdinnat.

1.3 Opinnäytetyön rakenne

Opinnäytetyö koostuu teoriapohjasta, empiirisestä tutkimuksesta sekä näiden kahden osuuden analyysistä, joka tiivistetään työn johtopäätöksissä. Kuvassa 2 on havainnollistettu työn rakenne. Opinnäytetyö rakentuu kuudesta luvusta ja alkaa johdannolla, jonka yhteydessä avataan muun muassa tutkimusmenetelmä. Luku 2 käsittelee kattavasti tekoälyä käsitteenä ja siihen liittyviä aihepiirejä (kuva 5, s. 11). Luku 3 kattaa logistiikkaa käsitteenä ja tekoällyn vaikutuksia logistiikkaan ja siihen liittyviä tulevaisuuden näkymiä. Seuraavaksi luvussa 5 ”Tekoäly logistiikassa” käydään läpi tutkimustuloksia ja työ päättyy pohdintaan luvussa 6.



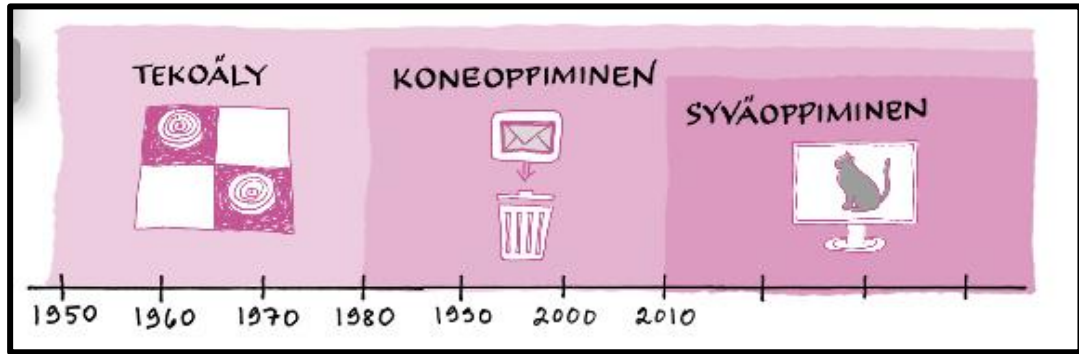
Kuva 2. Työn rakenne (Nkuliza 2020)

2 TEKOÄLYN KESKEISET AIHEPIIRIT

Tekoälyyn liittyy useita osa-alueita. Tässä luvussa käydään läpi tekoälyn määritelmää ja historiaa lyhyesti. Sen lisäksi avataan tekoälyn keskeisimmät aihepiirit ja käsitteet, jotka on esitetty seuraavalla sivulla kuvassa 4.

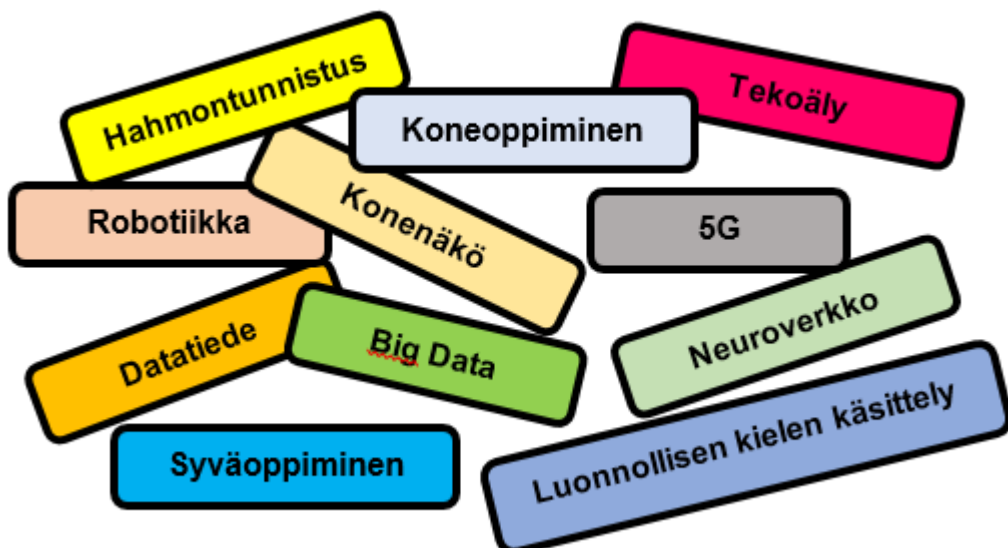
2.1 Tekoälyn synty ja määritelmä

Tekoäly ei ole uutta, vaan sitä on tutkittu jo 1950-luvulla. Tekoälyn tutkiminen aloitettiin Dartmouthin yliopiston työpajalla kesällä 1956. Tuolloin tekoäly-termin ”Artificial Intelligence” otti ensimmäisenä käyttöön amerikkalainen keksijä John McCarthy. Tämän jälkeen tekoäly on kokenut nousu- ja laskukausia. Ensimmäiset tekoälyn tutkijat uskoivat, että koneet saavuttavat ihmisen älykkyytason yhdessä sukupolvessa ja he saivat kehitystyölleen rahoituksen. Laskukausia nimettiin tekoälytalviksi, koska kehitys oli ns. tauolla, ja koska tavoitteeseen ei päästy rahoitus lakkautettiin. Tämän jälkeen tekoälybuumin alettua 2000-luvulla kiinnostus ja rahoitus räjähti nousuun, kun koneoppimista saatiin käytännössä sovellettua useisiin ongelmiin. (Skycode Oy s.a.) Kehityksen polku on havainnollistettu kuvassa 3.



Kuva 3. Tekoäly (Merilehto 2018)

Tekoälyn nopea kehitys 2010-luvulla on johtunut kolmesta syystä, joita ovat laskentateho, datan määrä ja laskennalliset innovaatiot. Fyysistä tietokoneen muistia on saatavilla edullisesti ja tietokoneiden laskentateho on koko ajan kasvanut. Myös saatavilla olevan datan määrä on kasvanut tuntuvasti digitalisoitumisen ja erilaisten IoT-laitteiden myötä. ”Teoriasta käytäntöön” -ajatus on kolmas tekoälyn kehitykseen vaikuttanut tekijä, mikä näkyy esimerkiksi tiettyjen ohjelmistokirjastojen käyttöön liittyvien internet-hakujen määrän kasvuna. (Kananen & Puolitaival, 2019, 35, 36.)



Kuva 4. Tekoälyn keskeiset aihepiirit ja käsitteet (Nkuliza 2020)

Tekoälystä käytetään myös termiä keinoäly sekä lyhennettä AI, joka tulee englanninkielisestä nimityksestä Artificial Intelligence (Kananen & Puolitaival,

2019, 27). Tekoäly on tietojenkäsittelytieteen osa-alue, eikä sille ole yleisesti hyväksyttyä määritelmää. Tekoälyä voi määritellä sille tyypillisten ominaisuuksien kautta. Näitä ovat adaptiivisuus eli kyky parantaa suorituskykyä oppimalla kokemuksesta, ja autonomisuus eli kyky suorittaa tehtäviä monimutkaisessa ympäristössä ilman jatkuvaa käyttäjän ohjausta. (Elements of AI s.a.)

Tekoälyä määritellään koneen suorittamaksi toiminnaksi, joka ihmisen tekemänä olisi älykäästä. Näitä toimintoja ovat päättely, oppiminen, ennakointi, päätöksenteko, näkö ja kuulo. Tekoäly jaetaan heikkoon ja vahvaan tekoälyyn. Tällä hetkellä on olemassa ainoastaan heikko tekoäly. Heikko tekoäly kuvaa sitä, että se kykenee suoriutumaan hyvin sille määrittelystä yksittäisestä tehtävästä, mutta muille osa-alueille se ei pysty laajentamaan osaamistaan. Vahva tekoäly olisi puolestaan kykenevä ihmisen tavoin itsenäiseen ajatteluun. (Merilehto 2018, 18, 23.) Tekoälyllä halutaan siis saada koneet tekemään toimintoja, jotka vaativat ihmisälyä. Sillä voidaan automatisoida ihmisen tietoa käsitteleviä prosesseja. Tekoälyn suorituskyky on rajallinen, joten se toimii tehokkaasti vain toistuvassa ja hyvin kuvatussa toiminnassa. (Kananen & Puolittainen, 2019, 17.)

2.2 Koneoppiminen

Koneoppimisesta käytetään englanninkielistä termiä Machine Learning ja lyhennettä ML. Koneoppiminen on tekoälyn osa-alue, joka käyttää dataa oppimiseen ja luokitteluun. Suurin osa koneoppimisen nykyisistä sovelluksista hyödyntää ohjattua oppimista. Koneoppiminen on arvokas siinä, että se kykenee jatkuvasti huomioimaan uutta dataa ja sen kautta ennustamaan tulevaa. (Merilehto 2018, 27–31.)

Algoritmit ovat osa koneoppimista ja koneoppiminen lähtee nimensä mukaisesti koneen opettamisesta tiettyyn asiaan. Koneoppimisessa on tarkoitus opettaa kone aiempien tapahtumien perusteella muun muassa ennustamaan ja tunnistamaan asioita. Koneoppimisen avulla tekoälysovelluksista saadaan adaptiivisia. KoneoppimISRatkaisut voivat käsitellä valtavat määrät dataa ja löytää siitä järkeviä syy-seuraussuhteita. Ihmisjärjellä menee samaan ratkaisuun paljon aikaa laskutoimitusten kautta, ja sen lisäksi ihminen tekee laskutoimituksissaan virheitä useammin kuin kone. (Merilehto 2018, 27–31.)

Koneoppiminen eroaa perinteisestä tietokoneen ohjelmoinnista siten, että sen sijaan että ohjelmoija kirjoittaa tarkat säännöt jonkun ongelman ratkaisuun, hän ohjeistaa tietokonetta oppimaan esimerkeistä. Koneoppiminen pystyy jatkuvasti huomioimaan uutta dataa ja tätä kautta ennustamaan tulevaa, mikä tuo liiketoiminnalle arvoa. (Merilehto 2018, 27–31.) Koneoppimisella voidaan ratkaista luokittelu-, ennustamis- ja tuottamisongelmia (Tekoäly logistiikassa 2018, 8). Koneenoppiminen muuttaa työtä poistamalla mekaanisia, tiedon keräämiseen ja lajitteluun liittyviä tehtäviä. Se tuottaa myös valmiiksi analysoitua tietoa, ja on työntekijän apuna toistuvissa tehtävissä. (Hiila ym. 2019, 19.)

Ohjattu koneoppiminen

Ohjatussa oppimisessä ideana on opettaa malli opetusdatalla ennustamaan jotain tiettyä haluttua lopputulosta, jota annetaan mallille opetusdatan syöteenä (Merilehto 2018, 27–31). Ohjattu oppiminen on yleisimmin sovellettu koneoppimistapa. Algoritmille annetaan syöteaineisto (esim. kuvia) yhdessä toivotun tulosaineiston kanssa. Tätä oppimisstrategiaa on käytetty jo useita vuosia sovelluksissa, joissa kameraa käytetään viivakoodien lukuun perinteisen laserlukijan sijaan. (Tekoäly logistiikassa 2018, 7.)

Ohjaamaton koneoppiminen

Ohjaamattomassa oppimisessä algoritmi taas pyrkii löytämään soveltuvia malleja pelkästään syöteaineistoa tarkastelemalla. Ohjaamattomassa oppimisessä mallille ei anneta tulosaineistoa. Sen tehtävänä on löytää datasta jokinlainen rakenne, esimerkiksi samankaltaisten tapausten ryhmiä. Tällainen vailla selvää tavoitetta suoritettava tehtävä on paljon monimutkaisempi. (Tekoäly logistiikassa 2018, 7.)

Vahvistusoppiminen

Vahvistusoppimisen idea on, että algoritmille ei anneta oikeaa lopputulosta, mutta sille annetaan palautetta siitä, onko algoritmi lähestymässä sille asetettua tavoitetta vai etäännyttämässä siitä. Vahvistusoppimista käytetään usein tilanteissa, joissa tekoälyagentin, kuten itseajavan auton, pitää pystyä operoi-

maan monimutkaisessa ympäristössä. Näin algoritmi oppii itsenäisesti parhaan strategian jonkin tavoitteen saavuttamiseksi tulevaisuudessa. (Tekoälylogistiikassa 2018, 7.)

2.3 Syväoppiminen ja neuroverkko

Syväoppimisestä käytetään englanninkielistä termiä Deep Learning ja lyhennettä DL. Syväoppimisen hyödyntäminen vaatii paljon dataa toimiakseen. (Kananen & Puolitaival 2019, 127.) Syväoppiminen on koneoppimisen osa-alue (Elements of AI s.a.) Syväoppiva tekoäly muuttaa työtä kehittämällä itse itsensä ilman ihmisen ohjeistusta tai väliintuloa, ja se voi tehdä ihmistäkin parempia ratkaisuja (Hiila ym. 2019, 20). Syväoppiminen perustuu neuroverkkoteknologiaan. *Neuroverkot ovat saaneet inspiraation ihmisaivoista, aivan kuten lentokoneet on suunniteltu lintujen inspiroimana.* (Kananen & Puolitaival 2019, 127.)

Neuroverkoilla pyritään rakentamaan tekoälyä, joka pystyy yhdistelemään tietoa ja erilaisia tiedonkäsittelyjärjestelmiä saumattomasti yhteen. Tällä hetkellä neuroverkoja hyödyntävä tekoäly voi analysoida informaatiotulvan äänen, värien ja liikkeen ja muotojen osalta ja yhdistää ne järkeväksi johtopäätökseksi. Neuroverkon kyvykkyys lisääntyy suhteessa tietomäärän, joten tulevaisuudessa neuroverkot pystyvät ratkomaan yhä monimutkaisempia haasteita. (Hiila ym. 2019, 20).

Neuroverkot on suunniteltu ongelmanratkaisuun ihmistä jäljittelevällä tavalla. Luonnossa esiintyvät biologiset järjestelmät voivat toimia malleina tekoälyyn ja koneoppimiseen. Jo 1960-luvulta alkaen neuroverkot ovat olleet yksi tekoälyn keskeisimmistä suuntauksista. Tekoälyn osa-alueilla, jotka ovat aiemmin aiheuttaneet suurimpia hankaluuksia, voidaan nyt neuroverkkoihin perustuvalla syväoppimisella saavuttaa merkittäviä parannuksia. (Elements of AI s.a.) Tällä hetkellä neuroverkot pystyvät esimerkiksi muuntamaan puhetta tekstiksi, nimeämään ja tunnistamaan valokuvista erilaisia esineitä, muotoja, eläimiä ja rakennuksia. Lisäksi neuroverkot kykenevät kääntämään kieliä tietyissä kieli-pareissa paremmin kuin ihminen, muuntamaan valokuvista tietyn taiteilijan

tyylin mukaisia taideteoksia sekä kuvailemaan videon tapahtumia reaaliaikaisesti. Erityisesti neuroverkkojen kohdalla tietokoneiden laskentatehon kasvaminen tehostaa niiden kehittymistä. (Merilehto 2018, 46–47.)

2.4 Konenäkö ja hahmontunnistus

Konenäkö (Machine Vision) perustuu digitaalisten kuvien automaattiseen havainnointiin. Konenäön yleisenä tavoitteena on saada kone ymmärtämään mitä kameran tai muun sensorin kuvaama näkymä sisältää ja käyttää tätä tietoa hyväksi erilaisissa sovelluksissa. Konenäkö oli perinteisesti teollisuuden käytössä, mutta nyt käyttökohteet ovat levinneet kaikkialle. Logistiikassa konenäköä käytetään esimerkiksi kirjeiden osoitteen tunnistamisessa, pakkaus-tekstien lukemisessa, pakettien mittaamisessa ja eri linjoille reitittämisessä, vaunujen ohjaamisessa pimeässä varastossa ja toimiessa turvallisuuden varmistajana. (Tapanainen 2018.) Konenäkö tutkimus on ollut tärkeä osa tekoälyn kehittämisessä. Syväoppimisen läpimurto pohjautuu konenäkösovellukseen, ja neuroverkkojen myötä konenäkö pystyy aiempaa monimutkaisempiin suorituksiin. (Räsänen 2018.)

Hahmontunnistus (Pattern Recognition) tarkoittaa menetelmiä ja algoritmeja, joiden avulla datasta pystytään tunnistamaan säännönmukaisuuksia. Hahmontunnistus pyrkii havainnoimaan toimintaympäristöään ja toimimaan havaintojensa mukaisesti. Toisin kuin konenäössä, hahmontunnistuksen peruspiste voi olla mikä tahansa: kuva, teksti, ääni, tunteet. Tämä ominaisuus on erityisen tärkeä Big Data -analytiikalle, jossa käyttäjät eivät voi käsitellä niin suuria määriä dataa itse tai Excelin tai muiden vastaavien työkalujen avulla. (Gimon s.a.)

2.5 Luonnollisen kielen käsittely

Luonnollisen kielen käsittely eli NLP (Natural Language Processing) on tekoälyn osa-alue, jota hyödyntämällä tietokoneohjelmat oppivat ymmärtämään, tulkitsemaan ja käyttämään ihmiskieltä. NLP:n avulla voidaan kääntää puhetta tekstiksi ja tekstiä puheeksi, laatia tiivistelmiä pitkistä teksteistä sekä tuottaa teksti- ja puhemuotoisia konekäännöksiä kahden eri kielen välillä. Lisäksi sen avulla tietokoneet pystyvät viestimään ihmisten kanssa ihmisten ymmärtä-

mällä kielellä ja suorittamaan kielen ymmärrystä vaativia työtehtäviä. Ne voivat esimerkiksi lukea tekstiä tai kuunnella puhetta, tulkita lukemaansa ja kuulemaansa ja poimia siitä tärkeiksi määritellyt kohdat. (SAS s.a.)

Koneet pystyvät analysoimaan kielipohjaista datamassaa paljon nopeammin kuin ihmiset. Nykypäivänä kertyy jatkuvasti valtavia määriä strukturoimatonta dataa, eli sellaista dataa, joka ei ole suoraan tietokoneen luettavissa, vaan siihen tarvitaan ihmisen apua tai kehittyntä tekoälyä. Tästä esimerkkinä on sosiaalisen median päivitykset, joiden tehokas analysointi on mahdotonta ilman tietokoneiden ja NLP:n käyttöä. (SAS s.a.)

2.6 Datatiede ja Big Data

Datatiede on termi, joka kattaa useita osa-alueita, joihin kuuluvat koneoppiminen ja tilastotiede sekä tietyt tietojenkäsittelytieteen osiot, kuten algoritmit, tiedonhallinta ja verkkosovellusten kehittäminen (Elements of AI s.a.). Tieteenalana datatiede yhdistää liiketoimintaa, tietotekniikkaa, tietojenkäsittelytiedettä, matematiikkaa ja tilastotiedettä hyödyntäen useita menetelmiä ja tekniikoita (TTY s.a.).

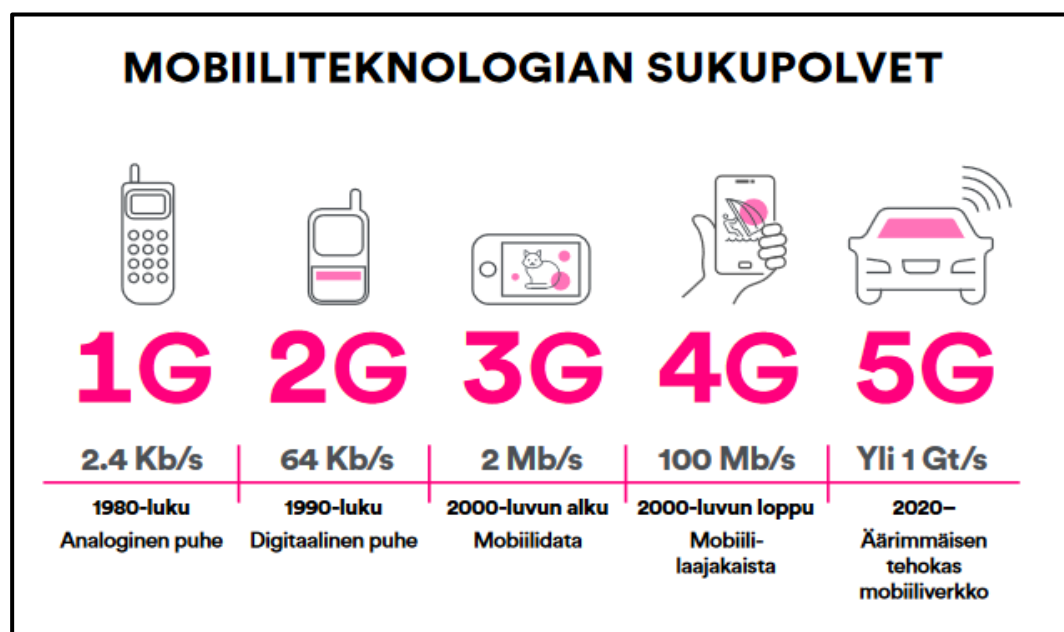
Big datalla tarkoitetaan valtavien, järjestelemättömien, eri muodossa ja lähteistä peräisin olevien ja jatkuvasti lisääntyvien tietomassojen keräämistä, säilyttämistä, jakamista, etsimistä ja analysointia teknologian avulla. Big datan tietomassat kertyvät esimerkiksi paikannustiedoista, tietohaun kautta, sosiaalisen median sisällöistä sekä antureiden ja sensoreiden keräämästä tiedosta. Data on siis ns. raaka-aine, josta voidaan louhia informaatiota ja tästä muodostaa tietoa. Big data -trendi on alkanut vuonna 2010. Sen määrä on kasvanut kiihtyvällä vauhdilla esimerkiksi esineiden internetin (IoT) ja teknologian kehittyessä. (Salo 2013, 12–21.) Vuonna 2015 dataa luotiin enemmän kahdessa vuodessa kuin koko ihmiskunnan edellisessä historiassa. Samanaikaisesti datan varastointikustannukset ovat laskeneet radikaalisti, mikä tekee mahdolliseksi hallita ja ylläpitää dataa. (Uncovering AI in Finland 2018, 10.) Big datan tunnusmerkkejä ovat volume (volyymi), velocity (nopeus), variety (vaihtelevuus), veracity (epävarmuus) ja value (arvo). Näitä kriteerejä kutsutaan viiden V:n malliksi. (TTY s.a.)

Tästä voi päätellä, että tekoäly hyötyy datasta ja nyt datan kerääminen on helppompaa kuin koskaan historiassa. Sitä saa käyttäjiltä, kumppaneilta, kolmansilta osapuolilta, sovelluksista, ohjelmistoista, laitteista ja kaikkeen kytketyistä sensoreista. Erityisen tärkeää tämä on koneoppimisen kannalta, koska se osa-alue perustuu järjestelmiin, jotka oppivat ja joita voidaan opettaa datan avulla.

2.7 Robottiikka ja 5G

Robottiikka tarkoittaa sellaisten laitteiden rakentamista ja ohjelmointia, jotka pystyvät operoimaan monimutkaisessa reaali maailmassa. Robottiikka edellyttää lähes kaikkia tekoälyn osa-alueita, tästä syystä se on tekoälyn kaikkein suurin haaste. Monissa robottiikkaan liittyvissä tekoälyongelmissa paras lähestymistapa on koneoppiminen. Tästä syystä koneoppiminen on yksi keskeisin aihepiiri myös tekoälyn robottiikkasovelluksissa. (Elements of AI s.a.) Itseohjautuvat ajoneuvot ja muut robotit tekevät tuloaan ja niiden täytyy ns. nähdä ihmisiä, esteitä ja muita objekteja liikkeessään. Robottiikassa tämän mahdollistaa konenäkö. (Räsänen 2018.)

5G tarkoittaa viidennen sukupolven matkapuhelinverkkojen teknologiaa. (DNA Business s.a, 5). Digitalisaation merkittävä edistäjä on ollut 4G-verkko. Kuvas-
sassa 5 on esitetty tarkemmin mobiiliteknologian sukupolvet.



Kuva 5. Mobiiliteknologian sukupolvet (DNA Business s.a)

Asiantuntijoiden arvioiden mukaan 5G-verkko tulee muuttamaan maailmaa vielä enemmän. Se tuo vielä aikaisempaa nopeammat ja lyhyemmän viiveen yhteydet. 5G on keskeinen mahdollistaja muun muassa robotiikan, tekoälyn, esineiden internetin sekä virtuaali- ja lisätyn todellisuuden sovelluksille. (Häggman 2020.) 5G on suunniteltu tulevaisuuden teknologiatalouden moottoriksi. Suomessa 5G-verkko on otettu käyttöön vuonna 2019 maailman ensimmäisten maiden joukossa. Muutaman vuoden kuluessa 5G-peittoalue tulee kattamaan valtaosan Suomen asukkaista ja yrityksistä. Huippunopea mobiiliverkko ilman viivettä on edellytys itseajavien ajoneuvojen tulolle osaksi arkiliikennettä. (DNA Business s.a, 3, 6.)

3 LOGISTIIKKA

Tämän luvun tarkoituksena on avata logistiikkakäsitettä ja tekoälyn vaikutusta logistiikan eri osa-alueisiin. Tekoälyn kehittymisen myötä syntyy koko ajan uusia teknologisia ratkaisuja, joita voidaan hyödyntää myös logistiikassa.

Ritvasen (2011, 19–20) mukaan liike-elämä ei pyöri ilman logistiikkaa, ja tehokas ja toimiva logistiikka on organisaatioiden toiminnan elinehto. EU-tasollakin logistiikka on kirjattu yhdeksi keskeiseksi toimialaksi, jonka avulla pyritään parantamaan jäsenmaiden kilpailukykyä. Suomen pitkät etäisyydet vientiteollisuuden päämarkkina-alueille, riippuvuus merikuljetuksista ja kotimaan ohuet tavaravirrat aiheuttavat logistiikalle erityisvaatimuksia. Logistiikka voidaan määritellä materiaalien ja palvelujen suunnitteluna, toteutuksena ja seurannana, joilla pyritään tuottavaan ja kustannustehokkaaseen hankintatoimeen, varastointiin sekä kuljetukseen ja jakeluun samalla asiakasvaatimukset huomioiden. Logistiikka nähdään prosessina eli erilaisten toimintojen sarjana. Logistiikka voidaan määritellä myös lyhyesti:

Logistiikka on tuotteen tai palvelun ja siihen liittyvän tiedon ja rahan hallintaa organisaatiossa asiakastarpeiden tyydyttämiseksi.

Karruksen (2005, 13–14) mukaan nykyaikainen logistiikkakäsitys yhdistää yrityksen eri toimintoja yhdeksi toimivaksi kokonaisprosessiksi. Näitä toimintoja ovat osto, tuotanto, jakelu ja markkinointi. Logistiikka voidaan määritellä myös seuraavasti:

Logistiikka on materiaali-, tieto- ja pääomavirtojen, hankinnan, tuotannon, jakelun ja kierrätyksen, huolto- ja tukipalvelujen, varastointi-, kuljetus- ja muiden lisäarvopalvelujen sekä asiakaspalvelujen ja -suhteiden kokonaisvaltaista johtamista ja kehittämistä.

Logistiikan yhteydessä puhutaan usein myös toimitusketjusta ja toimitusketjun hallinnasta. Ritvasen (2011, 22–23) mukaan toimitusketju on verkosto, jossa eri organisaatiot ohjaavat ja kehittävät yhdessä materiaali- tai palveluvirtoja sekä niihin liittyviä raha- ja tietovirtoja. Toimitusketjun hallinnalla puolestaan tarkoitetaan kokonaisvaltaista suunnittelua, ohjausta ja johtamista, jotka liittyvät yritysverkoston materiaalivirtaan ja siihen liittyviin tieto- ja rahavirtoihin.

3.1 Tekoälyn vaikutukset logistiikkaan

Logistiikka-alan haasteena tänä päivänä on nopeuden, joustavuuden, tehokkuuden maksimointi ja informaation hallinnointi parhaaseen hintaan. Monimuotoisten ja laajojen tietolähteiden ja kokonaisuuksien hallinta on tulossa teki- jäksi, jolla logistiikka-alalla voidaan erottautua. Ennakoiva analytiikka, simulointi, reaaliaikainen tapahtumien käsittely ja ”Big Data” ovat tärkeässä roolissa. (Nuorti s.a.) Big datan ja koneoppimisen kehityksen myötä tekoälyn sanotaan tulevaisuudessa tarjoavan uudenlaisia ratkaisuja logistiikassa ja kuljetusalalla (Pndey 2019).

Samaan aikaan kun liikennettä ilmastosyistä rajoitetaan, kaupungit tihenevät ja ruuhkat kasvavat. Logistiikka-alan on omalta osaltaan otettava entistä enemmän vastuuta maapallon tulevaisuudesta. Tulevaisuudessa maantieliikenteessä nähdään itsestään kulkevia autoja ja letkana ajavia rekkoja. Näin

maksimoidaan kerralla kuljetettavien tavaroiden määrä ja vältetään vajaakäyttöä. Itsestään kulkevat autot eivät myöskään tarvitse lepohetkiä, joten kuljetuksia voidaan hoitaa entistä tehokkaammin ja ruuhka-aikojen ulkopuolella. (Nuorti s.a.)

Crisp Research AG:n tekemässä tutkimuksessa havaittiin, että logistiikka on yksi niistä sektoreista, joilla erittäin monet yritykset hyödynsivät jo aktiivisesti koneoppimisen prosesseja. Sen taustalla on olosuhteiden muutos logistiikassa muita sektoreita aikaisemmin. Tähän oli syynä digitalisaatioon nojauvien uusien liiketoimintamallien nousu, vaatimusten muuttuminen (esim. verkkokauppa) yhdessä nopean digitalisaation kanssa. Logistiikkasektoria on kohdanneet tiukkenevat kilpailukykyvaatimukset ja lukuisat uudet haasteet (esim. ympäristölainsäädäntö). Nämä haasteet kasvavat entisestään samalla kun kulluttajien odotukset kasvavat. Näitä ovat muun muassa toimitus samana päivänä ja tuotteiden jatkuva ja välitön saatavuus, jota toivotaan myös kivijalkakaupassa. Myös pienten toimitusmäärien usein toistuvat tilaukset ovat kasvussa. (Tekoäly logistiikassa 2018, 11–12.)

Tekoälyn avulla yrityksistä tulee entistä ennakoivampia, sillä tehokkuus suunnittelussa ja ennakoivassa kysynnässä paranee. Kun on saatavilla oikeata dataa, siihen on helpompi reagoida, esimerkiksi voidaan nopeasti siirtää ajoneuvot alueille, joilla on enemmän kysyntää, ja siten vähentää käyttökustannuksia. Tekoälyn avulla analysoitu data auttaa yrityksiä käyttämään resurssejaan oikealla tavalla maksimaalisen hyödyn saamiseksi. (Pndey 2019.)

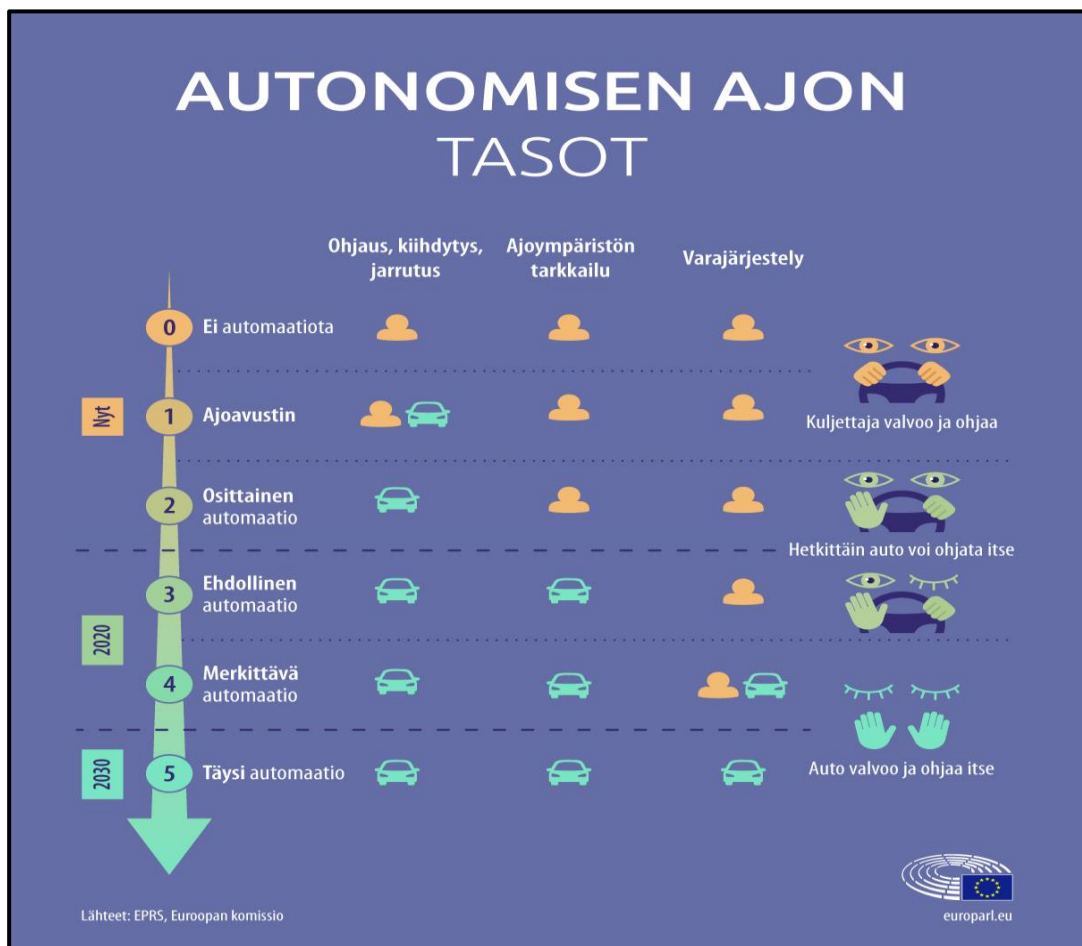
5G-verkko tuo logistiikkaan kykyä käsitellä aiempaa huomattavasti suurempia datamääriä. Se sallii valtavien sensori- ja kameramäärien liittämisen ajoneuvoihin, niiden moottoreihin ja laitteisiin sekä varastotiloihin ja itse rahtiin. Mobiiliverkoissa voi välittää reaaliajassa kuvaa ja dataa rahdin kulusta ja ympäristön olosuhteista esimerkiksi satamissa, tehtaissa ja varastoissa. Viiveettömyys mahdollistaa kriittisen, automaattisen koneiden välisen viestinnän, etäohjauksen ja automatisoinnin. (DNA Business s.a, 17.)

Tekoälyn hyödyntämisessä on myös haasteita. Vuonna 2018 Microsoftin ja PwC:n teettämästä selvityksestä käy ilmi, että suomalaisten organisaatioiden

suurimmat haasteet tekoälyn hyödyntämiseen olivat seuraavat: datan luotettavuus ja valmius tekoälyn hyödyntämiseen ei ole riittävällä tasolla sekä teknologiat eivät ole vielä tarpeeksi valmiita. (Uncovering AI in Finland 2018, 30.)

3.1.1 Autonominen kuljetus

Teknologiat kehittyvät vauhdilla ja tieliikenteen automaatioon liittyviä projekteja toteutetaan ympäri maailmaa, myös Suomessa. Huipputeknologia on tulossa teille, merille ja taivaalle. Ja sillä on merkittäviä vaikutuksia logistiikkaan, kuten tavarakuljetustavan ja -nopeuden kehitys. Tavaraliikenteessä kehitetään kuorma-autojen letka-ajoa, jossa vain letkan ensimmäistä autoa ajaa kuljettaja. Osin automaattisia ajoneuvoja on markkinoilla ja liikenteessä jo tänä päivänä. (Väylävirasto 2020b.)



Kuva 6. Autonominen ajon tasot (Euroopan parlamentti 2019)

Itseajavat autot tarvitsevat toimiakseen useita tekoälytekniikoita. Näitä ovat haku ja suunnittelu kätevimmän reitin löytämiseen, konenäkö esteiden tunnistamiseen sekä päätöksentekokyky monimutkaisissa ja muuttuvissa ympäristöissä. Samoja teknologioita sovelletaan muissakin autonomisissa järjestelmissä esimerkiksi droneissa, jakeluroboteissa ja laivoissa. (Elements Of AI s.a.) Autonominen ajo parantaa turvallisuutta, ja vähentää myös ruuhkien ja ilmansaasteiden määrää. Autonominen ajo jaetaan viitteen tasoon, jotka on esitetty kuvassa 6. Euroopassa on jo markkinoilla ajoavustimella varustettuja ajoneuvoja (taso 1 ja 2). Itseohjautuvia autoja (tasot 3 ja 4) testataan parhailaan, ja niitä odotetaan markkinoille 2020-luvulla. (Euroopan parlamentti 2019.)

Letka-ajon kokeiluja Suomessa on vuonna 2018 aloittanut Ahola Transport yhteistyössä ruotsalaisen rekkavalmistaja Scanian kanssa. Heidän tavoitteenansa on kehittää rekkaliikenteen digitalisaatiota. Yhteistyö tähtää siihen, että jo 3–5 vuoden kuluttua rekat voisivat liikennöidä letkassa niin, että vain kärjessä ajavassa autossa tarvitaan ajovuorossa olevaa kuljettajaa. (Savela 2018.)



Kuva 7. T-Pod -rekka (DB Schenker 2018)

Ruotsissa puolestaan Jönköpingin varastoalueella varaston ja terminaalin välillä kulkee täysin autonominen Einriden valmistama T-Pod kuorma-auto (kuva 7). Logistiikkayritys DB Schenker on ensimmäinen Einriden asiakas. (Jalovaara 2019.) DB Schenkerin toimitusjohtajan mukaan Schenker haluaa yhteis-

työssä Einridenin kanssa tuoda ensimmäisen autonomisen, täysin sähkökäyttöisen kuorma-auton yleisille teille lähitulevaisuudessa ja asettaa siten uudet standardit huomisen logistiikalle. (DB Schenker 2018.) Einriden johtaja Robert Falc kertoi, että kiinnostus autoa kohtaan on ylittänyt kaikki odotukset, ja että on tavoitteena saada kaksisataa autoa toimintaan ennen vuoden 2020 loppua (Jalovaara 2019).

Suomessa letka-ajoa on kokeiltu puoliautonomisilla rekka-autoilla Etelä- ja Pohjois-Suomessa sekä kesä- että talviolosuhteissa. Puoliautonomisessa letkassa ensimmäistä johtorekkaa seuraa 1–4 automaattisesti tai puoliautomaattisesti kulkevaa rekka-autoa. Kuljetukset letkoissa vaativat mahdollisimman avointa ja reaaliaikaista rahti- ja liikennetiedon jakamista ja edellyttää koko kuljetusketjun toimijoiden yhteistyötä. (Uusiteknologia.fi 2020.)

Lennoikkitoimituksia eli droneilla tapahtuvaa pakettien toimitusta on Suomessa testattu muun muassa Postin, Keskon ja Matkahuollon toimesta. Matkahuollon kokeilu ei onnistunut teknisten ongelmien vuoksi ja sen lisäksi sää vaikeutti toimituksia. Kuvassa 8 on esitetty matkahuollon testaama lennokki. Logistiikkaliiketoiminnassa viimeinen maili on se kallein, joten dronit olisi hyvä ratkaisu viimeisen mailin toimitukseen. Logistiikkayhtiöitä lennokit kiinnostavatkin kulusäästöjen ja ympäristöystävällisyyden takia. Matkahuollon toimitusjohtaja arvioi, että lennokokuljetukset voisivat Suomessa alkaa aikaisintaan vuonna 2021. (Pitkänen 2019.)



Kuva 8. Matkahuollon testaama lennokki (Pitkänen 2019)

Myös autonomisten alusten osalta Suomessa on tehty kokeiluja. Vuonna 2018 teknologiayhtiö Rolls-Royce ja Finferries ovat onnistuneesti ensimmäisenä maailmassa operoineet Turun saaristossa lautta-alusta täysin autonomisesti Paraisten ja Nauvon välillä. Falco lautta-alus navigoi autonomisesti hyödyntäen Rolls-Roycen Ship Intelligence -teknologiaa ja järjestelmiä. Lautta-alus Falcoon on asennettu lukusia sensoreita ja kameroita. Matkan aikana tekoälyn avulla Falco havainnoi ja tunnisti ympärillä olevia kohteita väistäen niitä. Lisäksi autonomisen navigointijärjestelmän avulla alus suoritti autonomisen rantaantumisen ilman ihmisen puuttumista operointiin. Rolls-Royce Marinen pääjohtaja Mikael Mäkinen pitää tehtyä lauttamatkaa suurena askeleena kohti autonomista merenkulkua. (Finferries 2018.)

Autonomista robottilähettiä puolestaan pilotoidaan Helsingissä tänä vuonna LMAD-projektin merkeissä. Projektissa rakennetaan robotti sekä autonomisen liikkumisen mahdollistava järjestelmä. Projektin tavoitteena on oppia robottilähettiläiden mahdollisuuksista avoimissa ympäristöissä. (Forum Virium Helsinki 2020.)

3.1.2 Ennakoiva analytiikka, automatisointi ja optimointi

Keskeinen osa liiketoiminnan johtamista ja päätöksentekoa on tulevaisuuden ennakointi. Ennakoivalla analytiikalla tarkoitetaan menetelmiä, joissa historiatietoa, tilastotieteen ja tekoälyn avulla ennakoitaan joko tulevaisuuden tapahtumia tai muita merkittäviä asioita, joista yrityksellä ei ole suoraa tietoa. Analytiikka on nykyteknologian avulla helposti integroitavissa kiinteäksi osaksi yrityksen toimintoja, ja sen tuomat mahdollisuudet ovat laajat. (Vilkamo s.a.)

Ennakoiva huolto on uusi kustannustehokas ratkaisu, joka saadaan käyttöön ennakoivilla tekoälyalgoritmeilla. Sensoreiden avulla luodaan reaaliaikaista tarkkaa dataa, ja tavarantoimittajat ja logistiikkayritykset voivat havaita poikkeavuuksia, ennakoita rikkoutumiset ja vähentää huoltokatkoksia, huoltokuluja ja onnettomuuksia. Tämä parantaa toimitusketjun tehokkuutta ja maksimoi laitteiden käyttöajan. Ennakoiva analytiikka mahdollistaa ennakoivan huollon, kuten esimerkiksi toimittamalla vaaditun korvaavan koneen ennen varsinaista huoltoa. Ennakoivan huollon edellytys on se, että logistiikan palveluita tarjoava yritys on mukana tiedonvaihdossa. (Transmetrics Blog s.a.)

Ohjelmistorobotti suoriutuu yksinkertaisista, toistoa vaativista asioista. Se voi auttaa ihmistä esimerkiksi raportointiin liittyvissä tehtävissä. Se ei kuitenkaan suoriudu esimerkiksi tiedon luokittelusta. Joten robotti tarvitsee tekoälyn apua esimerkiksi ostolaskujen käsittelyssä. Tekoälylle voidaan opettaa tiliöintiä ostajan viite- ja toimittajatietoihin pohjautuen ja saamiensa tiliointitietojen pohjalta robotti pystyy tekemään työn loppuun ja tarvittaessa automaattisesti hyväksymään ostolaskun voimassa olevan hankintasopimuksen mukaisesti. (Ikäheimo 2020.)

Kirjanpito-prosessin voi jättää suurimmaksi osaksi tekoälyn harteille. Startup -yritys FabricAI Oy:n kehittämä tekoäly kykenee tiliöimään yrityksen ostolaskut automaattisesti. Käytännössä se tarkoittaa, että tekoälylle opetetaan kirjanpidon logiikkaa. Sille annetaan yritysten aineistoa, esimerkiksi ostolaskuja, joiden avulla se oppii tunnistamaan niistä yleisiä malleja. Tekoäly oppii yleistämään ja tekemään itsenäisiä ratkaisuja mallien mukaisesti datan avulla. Tiliöintiin menee ajallisesti paljon kirjanpitäjän työajasta. Uuden teknologian avustamana kirjanpitäjän tuottavuus tuplaantuu, kun rutiininomaiset tiliöinnit voidaan jättää tekoälyn hoidettaviksi. (Alanne 2019.)

VR puolestaan käyttää tekoälyä optimoidakseen työvuoroja. Tekoälypohjainen optimointi toteutettiin Weoptitin räätälöidyllä algoritmilla. Muutamassa minuutissa saatiin jo erittäin hyvän näköinen työvuoroluettelo eikä manuaalista suunnittelua tarvittu lainkaan. *Tekoälyn avulla pystytään paljon nopeammassa ajassa käymään paljon enemmän hyviä ratkaisuvaihtoehtoja läpi kuin manuaalisesti ihmistyönä tehtävällä suunnittelulla.* (Lampela 2018.)

Suunnitteleamalla ajo- ja jakelureitit tekoälyn avulla saadaan optimoitua polttoaineen kulutusta. (Kananen & Puolitaival, 2019, 200). Reittioptimoinnissa voidaan hyödyntää reittisuunnittelun algoritmeja. 2000-luvun alussa Deutsche Post DHL -ryhmä oli edelläkävijä SmartTruck -hankkeessa kehittäen omia algoritmeja reittioptimointiin. (DHL 2018, 26.) Reittioptimoinnissa tekoäly laskee järkevimmät reitit suurellekin ajajamäärälle ajojärjestelijää nopeammin. Järjestelmälle voidaan opettaa suunnitteluun tarvittavat tiedot, kuten esimerkiksi lain vaatimat kuljettajien tauot, matkan varrella olevat tietyöt ja asiakkaan ilmoittamat aikataulut. (Mtech 2019.)

Kokonaisia logistiikkakeskuksiakin voidaan automatisoida. S-ryhmän keskusvarasto on Suomessa tuorein esimerkki automatiikan, robotiikan ja tekoälyn saavutuksista (Hämäläinen 2017). S-ryhmän keskusvarastossa homma pyörii melkein kokonaan automatiikalla, noin 85 prosenttia volyymista menee automaation kautta (Silvander 2019). Konecranes ja ohjelmistoyhtiö Symbio ovat sopineet yhteistyöstä, jonka ansiosta yritykset pystyvät tarjoamaan teollisuuden asiakkaille älykkäitä automatisoituja varastoja, jotka oppivat käyttäjien tarpeet. Älykäs varasto tietää tarkasti jokaisen varastokappaleen ja tuntee käyttäjiensä tarpeet, muistaa täydennysajat sekä oppii mitoittamaan varastotasot todellisten tarpeiden mukaisiksi. (Konecranes 2017.)

3.1.3 Merenkulku

Merenkulussa autonomiset alukset ja logistiikkatoimintojen automatisoituminen tulevat muuttamaan ihmisten ja tavaroiden liikkumista. Tällä hetkellä meriliikenteen automatisaatio on vielä melko varhaisessa vaiheessa. Suomella on vahva tahtotila toimia automatisaation edelläkävijänä ja tehdä merenkulusta turvallisempaa ja tehokkaampaa. (Väylävirasto 2020a.)

Meriteitse kulkee valtava määrä rahtia ja Suomen viennistä yli 90 prosenttia kulkee satamien kautta. Suomalainen Awake.AI kehittää erikokoisiin satamiin skaalautuvaa ohjelmistoalustaa, joka tehostaa logistiikkaketjuja tekoälyn avulla ja tarjoaa digitaalisia palveluita, ennakoivaa analytiikkaa ja koneoppimismalleja. Merilogistiikassa, erityisesti satamissa on haasteena tehottomuus. Moni alus seilaa vajaalla kuormalla, on huono läpinäkyvyys ja heikko tiedonkulkua eri toimijoiden välillä. Awake.AI-alustayritys ratkaisee juuri nämä ongelmat tekoälyn avulla. Älylaivat kehittyvät tällä hetkellä hurjaa vauhtia, ja toimiakseen ne tarvitsevat älykkään ympäristön. (Helsinki 2019.)

Helsingin Satama on toteuttanut Satamatieto Oy:n kanssa tekoälyperusteisen mallin alusten saapumisaikojen laskentaan. Sataman aikatauluissa on aiemmin saatu alusten saapumisaika agentin tai aluksen miehistön Portnet-järjestelmään syöttämällä arvion mukaan. Tarkkuus paranee, kun saapumisajat ennakoitetaan automaattisesti aluksen sijainnin muuttumisen mukaan. Tekoälyanalysoi historiatietoja alusten liikkeistä, vertaa sijaintia ja nopeuksia ja tuottaa

niiden perusteella reaaliaikaisesti päivittyvää ennustetta alusten saapumisajoista. (Rajamäki 2020.)

Myös merikuljetusten turvallisuutta voidaan parantaa tekoälyn avulla. Rahtilaivojen lastausratkaisuihin on kehitetty menetelmä, joka parantaa rahtilaivojen turvallisuutta. Sillä mitataan lastauksen ja merimatkan aikana laivarahtiin kohdistuvia voimia, kuten tuulen ja aallokon vaikutusta. Laivarahdeista kertyvää dataa analysoidaan tekoälyllä. Vaikka merimatkan aikana ei ole mahdollista muuttaa lastausta, datasta saatu tieto on tärkeää tulevaisuutta silmällä pitäen. Sen avulla voidaan käytäntöjä muuttaa, jotta vältytään vaaratilanteilta. Ja kun saadaan tietoa siitä, miten lasti käyttäytyy eri olosuhteissa, se auttaa jatkossa maksimoimaan laivan kuljetuskapasiteettia. (Helenius 2018.)

3.2 Tulevaisuuden näkymät

Microsoftin ja PwC:n selvityksestä käy ilmi, että vuoteen 2023 tekoälyn hyötyjen uskotaan syntyvän erilaisten tekoälyavustajien käytöstä henkilöstön omien kyvykkyyksien tukena sekä automaation tuomista tuottavuushyödyistä. Sen sijaan autonomisilla tekoälyratkaisuilla, kuten itseohjautuvilla autoilla, ei uskota olevan merkittävää roolia organisaation toiminnassa vuonna 2023. (Uncovering AI in Finland 2018, 35.) Vuoteen 2023 mennessä autonomisten ajoneuvojen, raskaiden koneiden ja dronien markkinoiden arvioidaan kuitenkin kasvavan, ja VTT:n tavoitteena on tehdä Suomesta autonomisen tulevaisuuden edelläkävijä (VTT s.a). Euroopan parlamentin (2019) mukaan robottiautot tulevat EU-markkinoille 2020-luvulla. Lisäksi itseohjautuvien autojen markkinoiden odotetaan kasvavan, mikä luo lisää työpaikkoja. Vuoteen 2022 mennessä kaikkien uusien autojen odotetaan olevan yhdistettyjä verkkoon, ja täysin automaattisia robottiautoja puolestaan saa odottaa vuoteen 2030 asti.

Microsoftin teettämän tutkimuksen avulla selvisi, että yritykset arvioivat tekoälyllä olevan merkittävä vaikutus yrityksen toimialaan seuraavan viiden vuoden aikana. Erityisesti ennustava analytiikka ja ennakoiva huolto sekä älykäs automaatio nähdään tekoälyn tärkeimpinä käyttökohteina Suomessa ja muualla Euroopassa. (Alarotu 2018.)

Suomessa on tavoitteena, että vuoteen 2025 mennessä Suomessa toimisi autonomisen meriliikenteen ekosysteemi. Merenkulun täyden automaation saavuttaminen ei tapahdu nopeasti, tähän vaikuttaa kansainväliseen lainsäädäntöön liittyvät ongelmat ja alusten käyttöikä, sillä uudet rakennetut alukset, joiden automaatiotaso on suhteellisen alhainen, tulevat olemaan liikenteessä vielä pitkään. (Väylävirasto 2020a.)

Autonomiset laivat ovat meriliikenteen tulevaisuutta. Merenkulku- ja IT-alan huippuosaajat kehittävät yhdessä maailman ensimmäisen autonomisten laivojen ekosysteemin. Osapuolten yhteisenä visiona on mahdollistaa täysin etäohjattavien alusten käyttö Itämerellä kolmen vuoden kuluessa. One Sea -ekosysteemi on älykäs ympäristö, jossa päätöksenteko perustuu tietoon, älykkäisiin algoritmeihin, tekoälyyn ja huippuunsa vietyyn optimointiin. One Sea -ekosysteemi tähtää autonomisen meriliikenteen mahdollistamiseen vuoteen 2025 mennessä. (One Sea 2017.) Myös Awake.AI:n tavoitteena on olla vuoteen 2025 mennessä maailman luotetuin älysatamien ja autonomisten laivojen alusta ja ekosysteemikehittäjä (Helsinki 2019).

Rolls-Roycen teknologiajohtaja Sauli Elorannan mukaan merenkulun autonomia saattaa antaa mahdollisuuksia siihen, että laivakoot voivat tulevaisuudessa olla pienempiä eikä tarvitse rakentaa nykyisenkaltaisia megasatamia laivojen operointiin. Laivojen lastaaminen tulee olemaan nopeampaa ja lastit voidaan jakaa laivojen kesken järkevämmiin, eikä osaa lastista tarvitse jatkokuljettaa pitkillä rekka- tai junakuljetuksilla. Lastit voidaan kuljettaa meriteitse pienempiin satamiin lähemmäs määränpäättä. (Sininen kasvu s.a.)

Sveitsissä tällä hetkellä suunnitellaan 500 kilometrin tunneliverkostoa, jossa autonomiset ajoneuvot huolehtisivat tavarankuljetuksesta. Maanalaisten kuljetusten suunnitellaan alkavan 2030-luvulla, jos hankkeelle saadaan hyväksyntä. Cargo sous terrain -hankkeen ideana on se, että tavarat siirrettäisiin tunneleista suurempiin logistiikkakeskuksiin, josta ne sitten jaettaisiin vastaanottajille. (Pulliainen 2020.)

4 TUTKIMUSTULOKSET: TEKOÄLY LOGISTIIKASSA

Tässä luvussa esitän tutkimustulokset eli käyn raportit läpi teoriaosuuden pohjalta rakennettuun mallin avulla ja tarkastelen niistä löytyvää tietoa (kuva 9, s. 30). Tarkoitus on selvittää, löytyykö raporteista samoja asioita, joita olen valinnut teoriaosuuden pohjalta tehtyyn malliin. Rakennettuun malliin valitsin mielestäni tärkeimmät kohdat, jotka ovat oleellisia kokonaisuuden kannalta asetettujen tutkimuskysymysten näkökulmasta. Tarkastelu tapahtuu niin, että käyn mallissa olevat asiat samassa järjestyksessä läpi etsien kaikista raporteista löytyvää tietoa kohta kohdaltaan. Eli käyn kaikki neljää raporttia läpi samaan aikaan yhden mallikohdan osalta kerrallaan.

Tarkastelun kohteiksi olen valinnut neljä raporttia, yksi niistä on DHL:n Saksassa julkaistu raportti ”Artificial Intelligence in Logistics” vuodelta 2018. Raportti on kirjoitettu englannin kielellä ja on tehty yhteistyössä IBM teknologia-yrityksen kanssa. Raportin valitsin juuri sen takia, että se käsittelee kokonaisuudessaan tekoälyä logistiikan näkökulmasta, ja on julkaistu maailman johtavan (DHL) logistiikka-alalla toimivan yrityksen nimissä, joka operoi myös Suomessa. Raportissa avataan myös kattavasti tekoälyn määritelmää ja siihen kuuluvat aihepiirit.

Toiseksi raportiksi valitsin lokakuussa vuonna 2018 SSI Schäferin ”Tekoäly logistiikassa” julkaiseman raportin, joka löytyy sekä englannin- että suomenkielisenä. Kyseisen raportin valitsin sen perusteella, että se koskee opinnäytetyössäni käsiteltävää aihetta eli tekoälyä logistiikassa ja on asiantuntijoiden laatima. Tämä raportti tarjoaa yksiselitteiset määritelmät tekoälyyn liittyville käsitteille ja menetelmille sekä pohtii mille alueille tekoäly nykyvaiheessaan soveltuu sekä siihen liittyviä tulevaisuuden näkymiä.

Kolmanneksi valikoitui DSV:n ”Forward Logistics” -raportti kansainvälisistä kuljetuksista ja logistiikasta. Raportti on julkaistu vuonna 2019 ja se on englannin kielellä. Tämän raportin valitsin sen takia, että se on julkaistu logistiikka-alalla toimivien ammattilaisten voimin ja siinä käsitellään muun muassa tekoälyä.

Viimeiseksi eli neljänneksi raportiksi valitsin Liikenneviraston (nykyinen Väylä) raportin ”Automaatio ja digitalisaatio logistiikassa. Kehitysnäkymiä Suomessa

ja maailmalla”. Raportti on julkaistu Helsingissä vuonna 2016. Raportissa kar-
toitetaan logistiikkaan vaikuttavia uusia teknologisia innovaatioita. Valitsin ky-
seisen raportin sen otsikon perusteella ja koska se on Suomessa tehty selvi-
tys. Se on julkaistu muita raportteja aiemmin ja halusin tarkastella, käsitel-
läänkö siinä tekoälyä digitalisaation yhteydessä.

Tekoäly & Logistiikka	DHL	SSI SCHÄFER	DSV	LIIKENNEVIRASTO
1 TEKOÄLY	X	X	X	X
1.1 Big Data	X	X		X
2 ENNAKOIVA ANALYTIikka	X	X	X	X
2.1 Ennakoiva huolto	X	X		
3 OPTIMOINTI	X	X		X
4 AUTONOMINEN KULJETUS	X	X	X	X
4.1 Letka-ajo	X			X
4.2 Itseajava rekka	X		X	X
4.3 Lennokki/Drone		X		X
4.4 Autonominen alus	X		X	X
5 AUTOMAATIO	X		X	X
6 ROBOTIIKKA	X		X	X

Kuva 9. Tekoäly & logistiikka -malli (Nkuliza 2020)

4.1 Tekoäly ja Big Data

SSI Schäfer pitää tekoälyä strategiansa keskeisenä osana. Heidän mielestään tekoäly voi tarjota perustan valtavalle tuottavuuden kasvulle ja elämänlaadun paranemiselle, mutta samalla se voi johtaa radikaaliin työelämän muutokseen.

Raportissa todetaan, että algoritmikehityksen viimeaikainen edistyminen, kasvanut prosessointiteho ja saatavilla olevan datan määrän eksponentiaalinen kasvu johtaa siihen, että nykyisin voidaan kehittää järjestelmiä, jotka pystyvät suorittamaan tehtäviä, joihin aikaisemmin on ajateltu kykenevän ainoastaan ihmisen. Logistiikkapalvelujen tarjoajat pystyvät erottautumaan kilpailijoistaan ja kasvattamaan voittojaan tekoälyteknologian avulla. Raportin tekijät uskovat, että jo nyt voidaan varmuudella sanoa, että tekoälyn käyttö tulee lähivuosina vaikuttamaan valtavasti logistiikkaprosesseihin kaikilla tasoilla.

Samassa raporissa tekoälyn yhteydessä Big datasta puhuttaessa todetaan, että juuri Big datan ansiosta koneoppimisen kehitys on ollut viime vuosina valtava. Big data teknologioiden sanotaan olevan nykyisin osa ketterää toimitusketjua. Näitä teknologioita käyttämällä on mahdollista käsitellä ne valtavat datamäärät, joita muun muassa anturit tuottavat, ja mikä puolestaan mahdollistaa ennakoivan analytiikan. Erityisesti logistiikassa syntyy jatkuvasti dataa. (SSI Schäfer 2018, 4, 5, 12, 16, 20.)

Liikenneviraston raportissa sanotaan: *”Yleensä Big data käsitteellä tarkoitetaan erittäin suuria, järjestelemättömiä ja mahdollisesti kasvavia tietomääriä, joista jalostetaan tilastollisin, matemaattisin ja tietoteknisin menetelmin uudenlaista tietoa.”* Yritykset keräävät koko ajan enemmän dataa asiakkaistaan ja omasta toiminnastaan sekä prosesseistaan digitaalisten laitteiden ja antureiden avulla. Uutta tietoa syntyy koko ajan suuri määrä. Tekoälyn sijaan raportissa käytetään nimitystä keinoäly, ja sen sanotaan olevan robottien kehittämisen ja käyttöönoton vauhdittajana. (Pöyskö ym. 2016, 14.)

DSV:n raportissa sanotaan tekoälyn olevan jo nyt osaa elämäämme ja saamassa parhaillaan jalansijaa myös logistiikan eri osa-alueilla. Raportissa ei käytetä “Big data” -termiä ollenkaan, vaan datan käytöstä mainitaan ennakoivan analytiikan yhteydessä. (DSV 2019, 22.)

DHL:n raportissa sanotaan, että digitaalinen vallankumous määrittelee uudestaan monet nykyajan elämän osa-alueet ympäri maailmaa jo nyt. Ja tekoälyllä on tässä muutoksessa keskeinen rooli. Kehitys muun muassa Big datan, algoritmien, pilvilaskennan ja prosessointitehon osalta on tehnyt tekoälyn suorituskyvystä, saatavuudesta ja kustannuksista suotuisan. Tekoälystä on tulossa

olennainen osa jokaista tulevaa ohjelmistojärjestelmää. Logistiikka on tällä hetkellä astumassa tekoälyn aikakaudelle. Matkalla on haasteita, jotka on voitettava ja uusia mahdollisuuksia, joita on hyödynnettävä. Big datan jatkuvasti kasvava määrä, nopeus ja vaihtelevuus ovat keskeinen osa tekoälyn kannalta, sillä tekoäly vaatii tietoja osoittamaan täyden tehonsa. Kun Big data käsitellään eri lähteistä tekoälyn avulla, saadaan logistiikkaverkostot siirtymään ennakoivaan lähestymistapaan. (DHL 2018, 10, 36.)

4.2 Ennakoiva analytiikka

DHL:n raportissa todetaan, että kysyntätrendien ennustaminen vaikuttaa koko toimitusketjuun ja se mahdollistaa riskien havaitsemisen jo varhaisvaiheessa. Esimerkiksi vuonna 2017 YouTube-videot, jossa nuoret esittelivät Fidget-spinnerillä temppuja aiheuttivat odottamattoman kysyntäpiikin toimitusketjuun. Tekoälyllä voidaan ennustaa tämänkaltaista tulevaa kysyntää, esimerkiksi YouTube-videoiden ja sosiaalisen median keskustelujen avulla, eli tekoäly pystyy tunnistamaan määrällisen nousun jostakin kiinnostuksen kohteesta. Ennakoivan analytiikan avulla voidaan merkittävästi edistää logistiikkatoimintojen suorituskykyä. Datan analysointi tuo oleellisen tiedon näkyviin, ja analytiikkaa voidaan hyödyntää aiempaa tehokkaammin tekoälyn avulla. (DHL 2018, 25.)

DHL sanoo kehittäneensä koneoppimis pohjaisen työkalun ennakoimaan lentorahdin kuljetusaikojen viivästyksiä. Analysoimalla dataa tekoäly pystyy ennustamaan ja tunnistamaan tärkeimmät tekijät, jotka vaikuttavat lentojen viivästymisiin, mikä puolestaan voi auttaa lentoliikenteen huolitsijoita suunnittelemaan toimituksia. Tekoälyä voidaan hyödyntää myös kunnossapidossa, esimerkiksi vian havaitsemisessa. (DHL 2018, 21, 25.)

DSV:n raportissa ennakoivasta analytiikasta sanotaan näin: ”*Predictive Analytics is about using data to spot patterns and act accordingly*” eli ennustavaa analytiikka tarkoittaa datan käyttöä mallien havaitsemiseksi ja niitten mukaan toimimiseksi. DSV:n raportin tekijöiden mukaan ennakoiva analytiikka on yksi niistä keinoista, jolla logistiikkayrityksissä tavoitellaan kilpailuetua, sillä logistiikassa menestys riippuu kyvystä hallita aikaa ja resursseja hyvin. DSV:ssa ennakoivaa analytiikkaa käytetään ennustamaan, milloin tietyt asiakassegmentit

harkitsevat lähtemistä. Sen avulla voidaan selvittää, onko toiminnassa olemassa alueita, joita yritys voisi parantaa niin, että asiakkaat haluaisivat pysyä mukana. (DSV 2019, 33, 34.)

Liikenneviraston raportissa ennakoiva analytiikka mainitaan digitalisaation yhteydessä, mutta siitä käytetään nimitystä ”Big data -analytiikka”. Sillä sanotaan tarkoitettavan suurista datamääristä käyttäjille hyödyllisten tietojen tunnistaminen ja kykyä oppia yrityksen kokemuksesta kertyneestä datasta sekä sen perusteella ennusteiden tekemistä. (Pöyskö ym. 2016, 14.)

SSI Schäferin (2018, 12–19) mukaan ennakoiva analytiikka perustuu ensisijaisesti tiedonlouhintaan eli toistuvien mallien etsimiseen suurista datamääristä. Suurten datamäärien älykäs analysointi mahdollistaa aikaisemmin piiloon jääneiden keskinäisten suhteiden havaitsemisen toimitusketjussa, jonka pohjalta voidaan kehittää realistisia lähitulevaisuuden skenaarioita ja suunnitella tavaravirrat ketterämmiksi ja vähemmän häiriöalttiiksi. Myös koneiden ja järjestelmien jäljellä olevan käyttöiän ennustamisessa käytetään tekoälyteknologiaa. Lähestyvien vikatilanteiden havaitsemiseen käytetään ennustavaa kunnossapitoa, näin voidaan jo etukäteen käynnistää ennakoivat huoltotoimenpiteet vikaantumisen estämiseksi.

4.3 Optimointi

DHL:n raportissa puhutaan älykkäästä reittioptimoinnista ja todetaan että, reittioptimointi on ratkaisevan tärkeä logistiikassa, jotta voidaan kuljettaa, noutaa ja toimittaa lähetyksiä tehokkaasti. Etenkin nyt, kun uudet asiakasvaatimukset, kuten aikataulun mukaiset toimitukset ja pikatoimitukset, luovat uusia haasteita. (DHL 2018, 26.)

Logistiikkaprosessien optimointi on se alue, jolla tekoälyä käytetään jo tällä hetkellä. Tekoälyllä varustettu optimointi eroaa perinteisestä optimoinnista siten että se pystyy sopeutumaan itsenäisesti ja dynaamisesti markkinoiden muuttuviin vaatimuksiin. Esimerkiksi Zalando on kouluttanut neuroverkon varmistamaan mahdollisimman lyhyet keräilyreitit varastossaan. Ratkaisun tuot-

taa tekoälyalgoritmi, joka mahdollistaa keräilytöiden kohdentamisen eri työntekijöille tehokkaammin ja tämä nopeuttaa keräilyprosessia. (SSI Schäfer 2018, 13, 14.)

Liikenneviraston raportissa sanotaan, että kuljetusten ja kaupunkijakelun suunnitteluun on kehitetty runsaasti erilaisia ohjelmistoja ja optimointityökaluja kuten esimerkiksi reittioptimointi. Tavaraliikenteen toimitusten optimointi mahdollistaa mahdollisimman kestävä ja tehokkaan kuljetusresurssien käytön. Tämän lisäksi kaupunkilogistiikan havainnollistamisen sekä kehittämisen apuvälineeksi on kehitetty erilaisia digitaalisia palveluja ja paikkatietoa hyödyntäviä alustoja. DSV ei puolestaan mainitse optimointia raportissaan ollenkaan. (Pöyskö ym. 2016, 27, 34.)

4.4 Autonominen kuljetus

DHL:n (2018, 20, 27–31) raportista selviää, että autonomisessa kuljetuksessa käytetään syväoppimisalgoritmeja tunnistamaan esteet ja muut autot, tulkitsemaan liikennemerkkejä, katumerkintöjä ja liikennemerkkejä sekä noudattamaan nopeusrajoituksia ja liikennesääntöjä. Logistiikkatoiminnassa automaattiturkit (vihivaunut, AGV) alkavat jo nyt olemaan isossa roolissa, tässäkin tekoäly on keskeisenä osana. Myös letka-ajoa ja autonomisia aluksia tullaan lopulta ottamaan käyttöön toimitusketjun kaikissa osissa.

DSV:n raportissa ei oteta kantaa autonomiseen kuljetukseen, vaan aiheesta mainitaan sen verran, että itse-ajavia kuorma-autoja ja aluksia odotetaan tulevaisuudessa. Mutta tekoälyavusteinen ajaminen on käytössä jo nyt tehokkuuden ja turvallisuuden parantamiseksi. (DSV 2019, 23.) SSI Schäferin (2018, 15, 18) raportissa kerrotaan, että tällä hetkellä on käytössä varastoja, joissa käytetään älykkäitä itseohjautuvia vihivaunuja (AGV). Yhdysvaltalainen IFM-yhtiö on puolestaan kehittänyt droonin, joka ei tarvitse tilassa suunnistamiseen GPS-teknologiaa, vaan se toimii suljetussa tilassa erittäin tarkasti tekoälyalgoritmien avulla.

Liikenneviraston raportissa kerrotaan, että autonomisten ajoneuvojen kehitysvauhti on kova ja, että se tulee muuttamaan liikennejärjestelmää nykyistä tur-

vallisemmaksi ja tehokkaammaksi. Tämän lisäksi automatisoituun ajoon siirtyminen vähentää merkittävästi liikenteen päästöjä. Ajoneuvovalmistajat ovat edenneet pitkälle täysin autonomisten rekkojen kehittämisessä ja suljetuilla alueilla ne ovatkin jo osin tuotantokäytössä. Letka-ajo on vielä kokeiluvaiheessa, vuosina 2015 ja 2016 letka-ajon osalta on tehty useita kokeiluja ajoneuvovalmistajien ja logistiikkayritysten yhteistyönä. Suomessa on puolestaan kehitteillä miehittämättömiä rahtialuksia ja uusia laivakonsepteja. Myös drooneja on viime vuosina käytetty logistiikassa erilaisten tavaralähetysten kuljettamiseen, erityisesti last mile -kuljetuksissa eli toimituksissa jakeluterminaalista asiakkaille. Jo useat eri yritykset ovat testanneet ja myös ottaneet käyttöön kuljetuslennokkeja. Last mile -kuljetuksissa voidaan käyttää myös kuljetusrobotteja, jotka ovat automaattiohjautuvia ja kulkevat maata pitkin (Pöyskö ym. 2016, 16–29.)

4.5 Automaatio ja robotiikka

Mallin kaksi viimeistä kohtaa yhdistin yhteen alalukuun, koska raporteissa niitä käsitellään aina samassa yhteydessä.

Liikennevirasto-raportin mukaan digitalisaatio kytkeytyy vahvasti automaatioon ja robotiikkaan. Automaatiolla on yhä merkittävämpi rooli ja sen merkitys on laajentunut teollisuudesta jokapäiväiseen elämään. Liikenne ja logistiikka on yksi merkittävästä robotiikan kasvualueista. Kehittyvät keinoäly, IoT (esineiden internet), sensorit ja tietoverkot vauhdittavat robottien kehittämistä ja käyttöön-ottoa. (Pöyskö ym. 2016, 14.)

Samassa raportissa Tulevaisuuden visiot -luvussa todettiin, että digitalisaatio ja automaatio ovat etenemässä nopeasti kaikilla logistiikan osa-alueilla. Tieto toimituksista tulee liikkumaan ja sitä prosessoidaan entistä nopeammin koko toimitusketjussa. Sekä kuljetusvälineet ja lastinkäsittely automatisoituvat asteittain lähes kokonaan. (Pöyskö ym. 2016, 14.)

Digitalisaation vaikutuksia logistiikkaan on arvioitu liikenneviranomaisten näkökulmasta merkittävimpien kehitystrendien osalta vuoteen 2035 seuraavasti:

- autonomisten kuljetusvälineiden yleistyminen
- logistiikan solmukohtien automaation lisääntyminen
- uusien digitaalisten palvelujen ja tilauskanavien yleistyminen
- tuotantoteknologioiden ja -automaation kehittyminen sekä käyttöönotto (Pöyskö ym. 2016, 41).

DHL-raportin (2018, 22) tekijät uskovat, että tekoälyllä on potentiaalia lisätä ihmisten tehokkuutta, toiminnan laatua ja nopeutta poistamalla arkipäiväistä rutiiniväilyä. Tämä mahdollistaa logistiikkatyöntekijöiden keskittymisen merkityksellisempään ja vaikuttavampaan työhön. Toimistotyö voidaan korvata ohjelmistoroboteilla, jotka voidaan integroida olemassa oleviin tietojärjestelmiin. Tekoälyn vahvuutena on siis se, että rutiininomaiset tehtävät hoituvat jatkossa käytännössä automaationa. Yritykset voivat soveltaa tekoälyä tehokkuuden lisäämiseksi ja uuden arvon luomiseksi.

DHL:n raportissa automaatiosta puhuttaessa nousee esille termi ”kognitiivinen automaatio”, mikä heidän mukaansa tarkoittaa älykästä liiketoimintaprosessien automatisointia käyttämällä yhdistelmänä tekoälyä ja ohjelmistorobotiikkaa. Tekoäly tarjoaa merkittävän mahdollisuuden yritysten sisäisissä toiminnoissa (kirjanpito, rahoitus, henkilöstöresurssit ja IT) säästää aikaa, vähentää kustannuksia ja lisätä tuottavuutta ja tarkkuutta kognitiivisen automaation avulla. (DHL 2018, 22.)

Tekoälyllä on suuri hyöty nykyaikaisessa logistiikassa myös fyysisten vaatimusten näkökulmasta. Tekoäly voidaan yhdistää roboteihin. Esimerkiksi älykäs robotti voi lajitella paketit ja kuormalähetyksen. Logistiikkateollisuus voi myös hyödyntää tekoälyllä ohjattuja robotiikan innovaatioita. Robotin ja tekoälyn yhteistyö mahdollistaa myös sen, että varastossa on aina oikea määrä komponentteja. Tällä hetkellä saatavilla olevat valmiit tekoälyratkaisut ovat niin käteviä, että ne mahdollistavat ihmisten ja osittain autonomisten järjestelmien välisen yhteistyön. (DHL 2018, 27.)

Tulevaisuudessa ihmiset ja robotit tulevat työskentelemään yhdessä. Robotit hoitavat toistuvat dataan liittyvät tehtävät, kun ihmiset taas ovat mukana monimutkaisemmissa tehtävissä, kuten tietojen tulkinnassa ja päätöksenteossa. Yritysten asiakaspalvelun automatisointiin on kehitetty keskusteleva botti, joka voi avustaa viimeisen mailin toimituksissa. Botti voi ottaa yhteyttä pakettien

vastaanottajiin toimitusaikojen, sijaintien ja muiden tarvittavien tietojen koordinoimiseksi. Yrityksen tekoälyalusta voidaan kouluttaa esim. tullaukseen tarvittavalla materiaalilla (lainsäädäntö, yrityksen omat asiakirjat, sopimukset, toimituslausekkeet ym.) ja sen avulla automatisoida tulli-ilmoitusten teko. (DHL 2018, 23–24, 32.)

Myös DSV-raportissa mainitaan, että tekoälyn avulla voidaan käsitellä tulli-asiakirjat nopeasti ja automaattisesti. Monet manuaaliset ja toistuvat liiketoimintaprosessit muun muassa rahoitus, hankinta, koulutus ja henkilöresurssit ovat korvattavissa ohjelmistorobotiikalla. Yhdistämällä ohjelmistorobotiikka ja tekoäly saadaan järjestelmä oppimaan ihmisten päätöksistä ja tekemään omia, parempia ratkaisuja. Datan ja ennusteiden avulla tekoäly mahdollistaa myös varastotoiminnan automatisoinnin. Visuaalisen havainnon (kone-näkö/hahmontunnistus) avulla robotit pystyvät paremmin hallitsemaan varastotilaa, mikä lisää automatisoitavien tehtävien määrää. DSV:llä on otettu käyttöön 20 täysin autonomista vihivaunua (AGV), jotka kuljettavat tietyt tilaukset varastotilassa tietyille asemille jatkokäsittelyä varten. (DSV 2019, 23, 53.)

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tavoitteena oli ymmärtää mitä on tekoäly ja miten sitä voidaan hyödyntää logistiikassa sekä miten se tulee muuttamaan logistiikkaa tulevaisuudessa. Vastaukset tutkimuskysymyksiin muodostuivat opinnäytetyöprosessin aikana käytettyjä lähteitä ja raportteja tutkimalla. Tutkimustuloksia tarkasteltaessa huomattiin, että tutkimustulokset olivat selvästi linjassa teoriapohjaan kerätyn aineiston kanssa.

Tutkimustulosten perusteella on todettu, että raporttien tekijät ovat samaa mieltä tekoälyn ja Big datan tärkeydestä. Tekoälystä on puhuttu jo digitalisaation yhteydessä, tästä voidaan päätellä, että tekoäly on digitalisaation ns. seuraava askel. Tutkimuksen avulla selvisi että, tekoäly on kokoelma uusia teknologioita ja ratkaisuja, jonka avulla datasta saadaan hyöty irti. Tästä voidaan päätellä, että tekoälyn hyöty riippuu paljolti datan saatavuudesta. Kun on saatavilla merkityksellistä dataa ja se tuodaan yhteen useasta lähteestä niin tulok-

set paranevat merkittävästi. Ja tästä voidaan taas päätellä, että data muodostaa jatkossa merkittävän kilpailuedun. Ne yritykset, jotka ovat keränneet dataa ovat askeleen edellä kilpailijoitaan.

Pääkysymyksenä on ollut ”Mille logistiikan osa-alueille tekoälyn soveltaminen keskittyy?” Tutkimustulosten perusteella voidaan sanoa, että tekoälyä on mahdollista soveltaa ihan kaikilla logistiikan osa-alueilla. Tällä hetkellä tekoäly kuitenkin näyttää olevan hyödynnettävissä enimmäkseen ennakoivassa analytiikassa ja osittain logististen toimintojen automatisoinnissa. Myös logistiikan rutiiniomaiset tehtävät voidaan jo nyt hoitaa tekoälyn avulla.

Täysin autonomisesti toimivat kuljetusvälineet kuten itse-ajavat rekat, dronet, autonomiset alukset ovat vasta kokeiluasteella Suomessa ja muualla Euroopassa. Tutkimustuloksista selvisi, että ne ovat kuitenkin logistiikan tulevaisuutta, mutta on vaikea arvioida, milloin ne tulevat olemaan osaa kuljetuslogistiikkaa esimerkiksi Suomessa. Suuret ja globaalisti toimivat yritykset kuten DHL ja DSV ovat oivaltaneet tekoälyn mahdollisuudet, mikä käy ilmi siitä, että he sijoittavat tekoälyn kehitykseen ja lähtevät mukaan testaamaan erilaisia uusia teknologisia ratkaisuja.

Aineiston perusteella voidaan myös todeta, että tekoälyteknologiaan perustuvia järjestelmiä pystytään kehittämään moneen eri tarkoitukseen, joita voidaan sitten hyödyntää logistisissa prosesseissa. Raporteista kävi ilmi, että kirjoittajat ovat aika samoilla linjoilla siitä, mihin suuntaan tekoälyn kehitys on menossa sekä siitä, että se tuo monia hyötyjä logistiikkaan.

6 LOPPUPOHDINTA

Opinnäytetyöni tutkimusaineistoksi valitsemani lähteet ovat alan asiantuntijoiden kirjoittamia, näin ollen tuotosta voidaan pitää uskottavana ja luotettavana. Opinnäytetyön eettisyyden vuoksi englanninkielisen materiaalin pyrin kääntämään mahdollisimman tarkasti. Vaikka otanta onkin ollut pieni, se oli mielestäni riittävä tämän työn tavoitteiden saavuttamiseksi. Toisaalta työssä oli myös tarkoitus selvittää tekoälyn käyttömahdollisuuksia ja kehitystä Suomessa, ja analysoidut raportit olivat kuitenkin maailmanlaajuisesti operoivien logistiik-

kayritysten julkaisemia, eikä näin ollen voida varmasti sanoa, mikä on tekoälyn hyödyntämisen tilanne Suomessa. Käyttömahdollisuudet ovat kuitenkin yleisesti sovellettavia.

Opinnäytetyötä tehdessä sain itse tutustuttua syvällisemmin aiheeseen. Tekoäly oli ennestään käsitteenä tuttu, mutta halusin ymmärtää paremmin, mitä se käytännön tasolla tarkoittaa. Omasta mielestäni onnistuin avaamaan tiiviisti ja kattavasti tekoälyn merkitystä ja sen käyttömahdollisuuksia logistiikassa, sekä vastamaan tutkimuskysymyksiin, kuten tekoälyn hyödyntäminen logistiikassa yritysesimerkkien kera.

Opinnäytetyöni prosessin aikana ymmärsin, että tekoäly ei ole mikään yksittäinen työkalu ja, että se kulkee digitalisaation kanssa käsi kädessä. Lisäksi ymmärsin sen, että jos tekoälyä halutaan hyödyntää, täytyy olla valmiiksi dataa (Big data) kerättynä. Toinen asia, jonka käsitin opinnäytetyötäni tehdessä, että globaalisti toimivat yritykset ovat sijoittaneet paljon tekoälyyn. Tämä sai minua mietityttämään, miten pk-yritykset tulevat tulevaisuudessa pärjäämään kilpailussa. Jatkokehitysehdotuksena voisikin olla, että voitaisiin tutkia pk-yritysten valmiutta tekoälyn hyödyntämiseen, eli kerätäänkö yrityksissä dataa. Toinen jatkokehitysehdotus on tutkia, miten tekoälyn hyödyntäminen tulee vaikuttamaan yritysten kilpailukykyyn.

Pidin opinnäytetyöni tekemistä mielekkäänä, koska tutkimusaihe oli itselleni kiinnostava, vaikkakin haastava. Uskon, että tekoälyn kehitys tulee olemaan vauhdikasta ja tästä kertoi muun muassa viime vuosina aihetta käsittelevien raporttien, uutisten ja podcastien määrä. Tämän työn tarkoituksena oli antaa lukijalle perustiedot tekoälystä ja kuvata sitä, miten tekoälyä voidaan hyödyntää logistiikassa. Mielestäni tämä tarkoitus toteutui tässä työssä hyvin. Tästä työstä voisi olla hyötyä kaikille asiasta kiinnostuneille.

Logistiikan tulevaisuus näyttää todella mielenkiintoiselta, ja on jännittävää seurata, millaisia tekoälysovelluksia logistiikka-alalle syntyy, ja miten tekoäly tulee vaikuttamaan kaikkeen ympärillämme.

LÄHTEET

- Alanne, J. 2019. Veljesten perustaman firman kehittämä tekoäly kykenee kirjanpitoon – "Tuottavuus tuplaantuu tai jopa triplaantuu". *Tamperelehti*. 20.2.2019. Verkkolehti. Saatavissa: <https://www.tamperelehti.fi/artikkeli/747407-veljesten-perustaman-firman-kehittama-tekoaly-kykenee-kirjanpitoon-tuottavuus> [viitattu 12.9.2020].
- Alarotu, A. 2018. Suomi Euroopan kärkeä tekoälyn hyödyntämisessä – silti puolet yrityksistä vasta pilotointivaiheessa. Artikkelin. Saatavissa: <https://news.microsoft.com/fi-fi/2018/10/26/suomi-euroopan-karkea-tekoalyn-hyodyntamisessa-silti-puolet-yrityksista-vasta-pilotointivaiheessa/> [viitattu 12.9.2020].
- DB Schenker. 2018. DB Schenker and Einride launch for first commercial installation of a T-pod. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.dbschenker.com/de-en/about/press/corporate-news/db-schenker-and-einride-launch-for-first-commercial-installation-of-a-t-pod-562180> [viitattu 14.9.2020].
- DHL. 2018. Trend Research. Artificial intelligence in logistics. A collaborative report by DHL and IBM on implications and use cases for the logistics industry. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.dhl.com/content/dam/dhl/global/core/documents/pdf/glo-core-trend-report-artificial-intelligence.pdf> [viitattu 4.11.2020].
- DNA Business. s.a. 5G – kaikki mitä yrityspäätäjän pitää tietää. E-kirja. Saatavissa: https://uutiskirje.dna.fi/res/sibbe/DNA_WP_5G_kaikki_mita_piittaa_tietaa_e-kirja.pdf [viitattu 13.9.2020].
- DSV. 2019. Forward Logistics. Insights into global transport and logistics. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.fi.dsv.com/services-and-downloads/forward-logistics-report> [viitattu 8.11.2020].
- Elements of AI. s.a. Tekoälyn perusteet -kurssi. Reaktor & Helsingin yliopisto. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://course.elementsofai.com/fi/> [viitattu 1.9.2020].
- Euroopan parlamentti. 2019. Itseohjautuvat autot pian todellisuutta EU:ssa. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/economy/20190110STO23102/itseohjautuvat-autot-pian-todellisuutta-eu-ssa> [viitattu 12.9.2020].
- FinFerries. 2018. Finferriesillä maailman ensimmäinen täysin autonominen lautta-alus. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.finferries.fi/ajankoh-taista/lehdistotiedotteet/finferriesilla-maailman-ensimmainen-taysin-autonomi-nen-lautta-alus.html> [viitattu 14.9.2020].
- Forum Virium Helsinki. 2020. Last Mile Autonomous Delivery LMAD pilotoi autonomista robottilähettiä. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://forumvirium.fi/last-mile-autonomous-delivery-lmad-pilotoi-autonomista-robottilahettia/> [viitattu 26.9.2020].

Gimon, Z. s.a. What Is Pattern Recognition in Machine Learning. Blogi. Saatavissa: <https://huspi.com/blog-open/pattern-recognition-in-machine-learning> [viitattu 12.9.2020].

Helenius, M. 2018. Laiva on lastattu datalla ja tekoälyllä. CGI. Blogi. Saatavissa: <https://www.cgi.fi/fi/blogi/laiva-on-lastattu-datalla-ja-tekoalylla> [viitattu 13.9.2020].

Helsinki, K. 2019. Kasvumoottori Awake.AI tehostaa satamien toimintaa tekoälyn avulla. Case 14.10.2019. Business Finland. Artikkel. Saatavissa: <https://www.businessfinland.fi/ajankohtaista/caset/2019/Kasvumoottori-AwakeAI-tehostaa-satamien-toimintaa-tekoalyn-avulla/> [viitattu 13.9.2020].

Hiila, I., Tukiainen, M. & Hakola, I. 2019. Tiimiäly: opas muuttuvaan työelämään. E-kirja. Jyväskylä: Tuuma. Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi> [viitattu 7.9.2020].

Hämäläinen, J. 2017. Tässä se nyt on: S-ryhmän keskusvarasto on Suomen suurin rakennus – "Monilla loppuu usko ennen sisäänkäyntiä". *Helsingin uutiset*. 3.12.2017. Verkkolehti. Saatavissa: <https://www.helsinginutiset.fi/paikalliset/1321466> [viitattu 6.10.2020].

Häggman, S. 2020. 5G jatkaa poikkeusajan vauhdittamaa digiaaltoa. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.tivi.fi/kumppaniblogit/dna/5g-jatkaa-poikkeusajan-vauhdittamaa-digiaaltoa/fac5dfe6-ec7b-4ca9-bec9-9f946a885500> [viitattu 13.9.2020].

Ikäheimo, M. 2018. Kauppalehti. Ohjelmistorobotti ja tekoäly – lyömätön käsipari niin poikkeusoloissa kuin rutiinitehtävissä. *Kauppalehti* 10.9.2020. Verkkolehti. Saatavissa: <https://blog.kauppalehti.fi/vieraskyna/enfo-ohjelmistorobotti-ja-tekoaly-lyomaton-kasipari-niin-poikkeusoloissa-kuin-rutiinitehtavissa> [viitattu 14.9.2020].

Jalovaara, T. 2019. IS. Ruotsissa liikkuu jo kuorma-auto ilman kuskia – kuin Star Wars -elokuvasta karannut. *Iltasanomat*. 14.6.2019. Verkkolehti. Saatavissa: <https://www.is.fi/autot/art-2000006140470.html> [viitattu 14.9.2020].

Kananen, H. & Puolitaival, H. 2019. Tekoäly. Bisneksen uudet työkalut. Helsinki: Alma Talent.

Kananen, J. 2017. Laadullinen tutkimus pro graduna ja opinnäytetyönä. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Karrus, K.E. 2005. Logistiikka. 2–5. painos. Helsinki: WSOY.

Konecranes. 2017. Konecranes ja Symbio toivat robotit ja tekoälyn varastoon. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.konecranes.com/fi/press-releases/2017/konecranes-ja-symbio-toivat-robotit-ja-tekoalyn-varastoon> [viitattu 6.10.2020].

- Lampela, R. 2018. Tekoäly optimoi työvuorot - "Keskitunteja pystytään nostamaan". *Tekniikka & Talous* 26.10.2018. Verkkolehti. Saatavissa: https://www.tekniikkatalous.fi/kaikki_uutiset/tekoaly-optimoi-tyovuorot-keskitunteja-pystytaan-nostamaan-6746732 [viitattu 12.9.2020].
- Merilehto, A. 2018. Tekoäly. Matkaopas johtajalle. Helsinki: Alma Talent.
- Mtech. 2019. Reittioptimointi – missä sitä voidaan hyödyntää? Blogi. Saatavissa: <https://www.mtech.fi/blogi/reittioptimointi-missa-sita-voidaan-hyodyntaa/> [viitattu 17.9.2020].
- Nuorti, M. s.a. Aikakoneella vuoteen 2030 – Robotiikka ja kuskittomat autot muuttavat logistiikkaa. Artikkel. Saatavissa: <https://dhlfreightmarketing.fi/aikakoneella-vuoteen-2030-robotiikka-ja-kuskittomat-autot-muuttavat-logistiikkaa/> [viitattu 12.9.2020].
- One Sea. 2017. One Sea – Autonomisen meriliikenteen ekosysteemi tuo autonomisen meriliikenteen tiekartat Itämerelle. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.oneseaecosystem.net/one-sea-autonomisen-meriliikenteen-ekosysteemi-tuo-autonomisen-meriliikenteen-tiekartat-itamerelle/> [viitattu 6.10.2020].
- Pitkänen, P. 2019. Matkahuolto testasi pakettikuljetuksia lennokeilla – toimitusjohtajalta tyyli arvio: "Mahalasku". *Ilta-Sanomat* 30.7.2019. Verkkolehti. Saatavissa: <https://www.is.fi/digitoday/art-2000006188269.html> [viitattu 17.9.2020].
- Pullianen, M. 2020. Sveitsiläiset suunnittelevat 500 kilometrin tunneliverkostoa, jossa autonomiset ajoneuvot huolehtivat tavarankuljetuksesta. *Kauppalehti* 30.8.2020. Verkkolehti. Saatavissa: <https://www.kauppalehti.fi/uutiset/sveitsilaiset-suunnittelevat-500-kilometrin-tunneliverkostoa-jossa-autonomiset-ajoneuvot-huolehtivat-tavarankuljetuksesta/9e2181f7-0102-43f5-85a4-ce232d80c8e6> [viitattu 6.10.2020].
- Pöyskö, T., Hurskainen, E., Lapp, T. & Vaarala, H. 2016. Liikennevirasto. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lts_2016-41_automatio_digitalisaatio_web.pdf [viitattu 4.11.2020].
- Rajamäki, S. 2020. Lisää tarkkuutta alusten saapumistietoihin. Port of Helsinki. Artikkel. Saatavissa: <https://www.portofhelsinki.fi/verkkolehti/lisaa-tarkkuutta-alusten-saapumistietoihin> [viitattu 13.9.2020].
- Ritvanen, V. 2011. Logistiikka palvelee. Teoksessa Ritvanen, V. Inkiläinen, A. Von Bell, A. Santala, J. & Relander, S. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. E-kirja. Saarijärvi: Saarijärven Offset Oy. 19–23. Saatavilla: https://www.logistiikanmaailma.fi/wp-content/uploads/2018/06/Logistiikan_ja_toimitusketjun_hallinnan_perusteet.pdf [viitattu 11.10.2020].
- Räsänen, S. 2018. Konenäkötutkimus tärkeä osa tekoälyn kehittymistä. Artikkel. Saatavissa: <https://www oulu.fi/yliopisto/node/53896> [viitattu 10.9.2020].
- Salo, I. 2013. Big data. Tiedon vallankumous. Jyväskylä: Docendo.

- SAS. s.a. What is Natural Language Processing? NLP. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://www.sas.com/en_us/insights/analytics/what-is-natural-language-processing-nlp.html#world [viitattu 15.9.2020].
- Savela, A. 2018. Ahola Transport kehittää digitaalisia rekkaletkoja – jo kolmen vuoden kuluttua tiellä voi kulkea letkoja, joissa vain kärkiautossa on kuljettaja. *Keskipojanmaa* 22.11.2018. Verkkolehti. Saatavissa: <https://www.keskipojanmaa.fi/uutinen/555633> [viitattu 16.10.2020].
- Silvander, L. 2019. Kurkista Suomen suurimman rakennuksen sisään! Tällainen on Sipoossa toimiva ja aivan hillittömän kokoinen ruokavarasto. *Ilta-Sanomat* 22.12.2019. Verkkolehti. Saatavissa: <https://www.is.fi/kotimaa/art-2000006350928.html> [viitattu 6.10.2020].
- Sininen kasvu. s.a. Teknologia tuo laivaliikenteeseen turvallisuutta. Rolls-Royce. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.sininenkasvu.fi/rolls-royce/#> [viitattu 6.10.2020].
- Skycode Oy. s.a. Tekoäly.info. Tekoälyn historia. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://tekoaly.info/tekoaly_historia/ [viitattu 1.9.2020].
- SSI SCHÄFER. 2018. Tekoäly logistiikassa. Käsitteet, sovellukset ja tulevaisuudennäkömät. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ssi-schaefer.com/re-source/blob/618286/80e9804564d2527ae70b79b82282bad9/ssi-whitepaper-ai-fi-pdf-dam-download-ko-17004--data.pdf#page=1&zoom=auto,-107,842> [viitattu 8.11.2020].
- Tapanainen, T. 2018. Konenäkö saapuu kaikille toimialoille: Paljon hyötyjä ja yksi kysymysmerkki. Blogi. Saatavissa: <https://www.ecraft.com/fin/blog/2018/5/8/konenako-saapuu-kaikille-toimialoille-paljon-hyotyja-ja-yksi-kysymysmerkki> [viitattu 10.9.2020].
- Tekoäly logistiikassa. 2018. SSI SCHÄFER. Käsitteet, sovellukset ja tulevaisuudennäkömät. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ssi-schaefer.com/re-source/blob/618286/80e9804564d2527ae70b79b82282bad9/ssi-whitepaper-ai-fi-pdf-dam-download-ko-17004--data.pdf#page=1&zoom=auto,-107,842> [viitattu 29.8.2020].
- Transmetrics Blog. s.a. How Predictive Analytics Is Transforming Logistics and Supply Chain. Artikkel. Saatavissa: <https://transmetrics.eu/blog/how-predictive-analytics-is-transforming-logistics-and-supply-chain/> [viitattu 6.10.2020].
- TTY. s.a. Datatiede. Mikä datatiede? WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.datatiede.fi/mika-datatiede/> [viitattu 8.9.2020].
- Tuomi, J. & Sarajärvi A. 2018. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Uudistettu laitos. Helsinki: Tammi.

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2019. Edelläkävijänä tekoälyaikaan. Tekoälyohjelman loppuraportti. PDF-dokumentti. Saatavissa: http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161447/23_19_Tekoalyraportti.pdf [viitattu 24.8.2020].

Uncovering AI in Finland. Microsoft & PwC. 2018. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://info.microsoft.com/rs/157-GQE-382/images/Uncovering%20AI%20in%20Finland_2018.pdf [viitattu 9.9.2020].

Uusiteknologia.fi. 2020. Suomi kokeili letka-ajossa semiautomaattisia rekkoja. Artikkel. Saatavissa: <https://www.uusiteknologia.fi/2020/05/13/suomi-kokeili-letka-ajossa-semiautomaattisia-rekkoja/> [viitattu 6.10.2020].

Vilkamo, T. s.a. Ennakoiva analytiikka - uhka vai mahdollisuus liiketoiminnalle? WWW-dokumentti. Saatavissa:

VTT. s.a. Liikenne ja logistiikka. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.vttresearch.com/fi/aiheet/liikenne-ja-logistiikka> [viitattu 22.9.2020].

Väylävirasto. 2020a. Meriliikenteen automaatio. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://vayla.fi/liikennejarjestelma/automaatio/meriliikenteen-automaatio> [viitattu 16.9.2020].

Väylävirasto 2020b. Tieliikenteen automaatio. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://vayla.fi/liikennejarjestelma/automaatio/tieliikenteen-automaatio> [viitattu 16.9.2020].

KUVALUETTELO

Kuva 1. Opinnäytetyön viitekehys. Nkuliza, K. 2020.

Kuva 2. Työn rakenne. Nkuliza, K. 2020.

Kuva 3. Tekoäly. Merilehto, A. 2018. Matkaopas johtajalle. Helsinki: Alma Talent.

Kuva 4. Tekoälyn keskeiset aihepiirit ja käsitteet. Nkuliza, K. 2020.

Kuva 5. Mobiiliteknologian sukupolvet. DNA Business. s.a. 5G – kaikki mitä yrityspäätäjän pitää tietää. E-kirja. Saatavissa: https://uutiskirje.dna.fi/res/sibbe/DNA_WP_5G_k kaikki_mita_pitaa_tietaa_e-kirja.pdf [viitattu 13.9.2020].

Kuva 6. Autonomisen ajon tasot. Euroopan parlamentti. 2019. Itseohjautuvat autot pian todellisuutta EU:ssa. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/economy/20190110STO23102/itseohjautuvat-autot-pian-todellisuutta-eu-ssa> [viitattu 12.9.2020].

Kuva 7. T-pod -rekka. DB Schenker. 2018. DB Schenker and Einride launch for first commercial installation of a T-pod. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.dbschenker.com/de-en/about/press/corporate-news/db-schenker-and-einride-launch-for-first-commercial-installation-of-a-t-pod-562180> [viitattu 14.9.2020].

Kuva 8. Matkahuollon testaama lennokki. Pitkänen, P. 2019. Matkahuolto testasi pakettikuljetuksia lennokeilla – toimitusjohtajalta tyly arvio: ”Mahalasku”. Artikkel. Saatavissa: <https://www.is.fi/digitoday/art-2000006188269.html> [viitattu 17.9.2020].

Kuva 9. Tekoäly & logistiikka -malli. Nkuliza, K. 2020.