

Opinnäytetyö (AMK)

Liiketalous

2020

Erik Långstedt

**AUTOMARKKINOIDEN
TULEVAISUUS** – robottiautojen
yleistymisen vaikutukset autojen
kuluttajamarkkinoihin

TURKU AMK 
TURKU UNIVERSITY OF
APPLIED SCIENCES

Erik Långstedt

AUTOMARKKINOIDEN TULEVAISUUS

- robottiautojen yleistymisen vaikutukset autojen kuluttajamarkkinoihin

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on selvittää robottiautojen yleistymisen vaikutuksia autojen kuluttajamarkkinoihin. Käsitteeseen automarkkinat sisällytän kuluttajille suunnatun autokaupan, vuokrauksen ja kyytikutsupalvelut. Aihe on mielenkiintoinen ja ajankohtainen, koska robottiautot mahdollistavaa tekniikkaa kehitetään parhaillaan useiden eri tahojen toimesta. Yleistyessään robottiautot tulisivat muuttamaan liikennettä ja tapoja liikkua merkittävästi.

Tavoitteenani on muodostaa kuva tulevaisuuden automarkkinoista robottiautojen yleistyessä. Tutkimuksessani pyrin ymmärtämään kuluttajien tarpeiden ja mieltymysten vaikutusta tulevaisuuden automarkkinoihin, sillä oletuksella, että robottiautot yleistyisivät tulevaisuudessa. Käsittelen työssäni myös muita muuttujia, jotka vaikuttavat robottiautojen yleistymiseen. Pyrin myös selvittämään, miten automarkkinat jakautuisivat tulevaisuudessa myynnin, vuokrauksen ja kyytikutsupalveluiden välillä.

Tietopohjina työlleni ovat autoilevien kuluttajien, vuokraajien ja asiantuntijoiden haastattelut sekä saamani koulutus liiketalouden ja tietojenkäsittelytieteiden aloilla. Haastattelut toteutin kvalitatiivisella eli laadullisella tutkimuksella. Edellä mainittujen lisäksi työ pohjautuu kirjallisiin lähteisiin, jo olemassa olevaan tutkimusaineistoon sekä eri tietojen yhdistämiseen havaintojen kanssa.

Opinnäytetyöni myötä kävi selväksi, että robottiautojen yleistymisen tulisi muuttamaan kuluttaja-automarkkinoita hyvin radikaalisti. Todennäköisesti kuluttaja-automarkkinat tulevat silloin muuttumaan vuokraus- ja yhteiskäyttöön painottuviksi automyynnin kustannuksella. Täysin autonomisten robottiautojen yleistymisen arvioin tapahtuvan vuoteen 2050 mennessä. Opinnäytetyöni auttaa ymmärtämään, mitä mahdollisuuksia sekä haasteita robottiautot tuovat kuluttaja-automarkkinoille ja miten autokauppa tulee niiden yleistymisen myötä muuttumaan.

ASIASANAT:

Automarkkinat, robottiauto, autonvuokraus, autokauppa, automatisoitu ajojärjestelmä, itseohjaava auto, älykäs liikenne

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Business Administration

Autumn 2020 | 38 pages, 2 in appendices

Erik Långstedt

THE FUTURE OF THE CAR MARKETS

- effects of the forthcoming of robot cars to the consumer car markets

The purpose of this thesis is to investigate the effects of the forthcoming of robot cars on the consumer car market. In this thesis, the car markets, includes consumer car sales, car renting services and pick-up services. The subject is interesting and topical, as the technology that enables robotic cars is currently being developed by many different parties. As widespread, robotic cars would change traffic and ways of moving significantly.

My goal is to form a picture of the car markets of the future as robotic cars become more common. In my research, I seek to understand the impact of consumer needs and preferences on the car markets of the future, with the assumption that robot cars will become more common in the future. In my work, I also address other variables that affect the forthcoming of robot cars. I will also try to find out how the car market would be divided in the future between sales, rental, and pick-up services.

The knowledge bases for my work are interviews with consumers, renters and experts who drive cars, as well as the training I have received in the fields of business administration and computer science. I conducted the interviews with qualitative research. In addition to the above, the work is based on written sources, existing research material and combining different data with observations.

When I did my thesis, it became clear that the forthcoming of robot cars would change the consumer car markets very radically. It is likely that the consumer car market will then become more emphasis on rental and shared use at the expense of car sales. I estimate the proliferation of fully autonomous robotic cars by 2050. My thesis helps to understand what opportunities and challenges robot cars bring to the consumer car markets and how the car trade will be changed by them.

KEYWORDS:

Car markets, robot car, car rental, car trade, automated driving system, self-driving car, intelligent traffic

SISÄLTÖ

SANASTO	6
1 JOHDANTO	7
1.1 Tutkimuksen taustaa	7
1.2 Tutkimuskysymykset	8
1.3 Työn rajaus	8
1.4 Tutkimussuunnitelma ja menetelmät	9
1.4.1 Haastattelut tiedonhankintamenetelmänä	9
1.4.2 Haastateltavien esittely	10
2 AUTOMATISOITU AJOJÄRJESTELMÄ JA AUTOMAATIOTASOT	12
3 ROBOTTIAUTOJEN YLEISTYMISEEN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ	14
3.1 Monta vaikuttavaa tekijää	14
3.1.1 Teknologia	15
3.1.2 Turvallisuus	15
3.1.3 Taloudelliset motivaattorit	16
3.1.4 Erityisryhmien tarpeet	17
3.1.5 Ympäristö	17
3.1.6 Infrastruktuuri ja liikennepolitiikka	18
3.1.7 Nykyinen markkinaympäristö	20
3.1.8 Maailmantilanne	21
3.2 Edut todennäköisesti haittoja suuremmat	22
4 NÄKEMYKSIÄ ROBOTTIAUTOJEN YLEISTYMISEN AIKATAULUSTA	24
4.1 Useita eri näkemyksiä	24
4.2 Tekninen valmius ja pilottihankkeet	24
4.3 Alueelliset erot ja liikennepolitiikka	25
5 MITEN MARKKINAT MUUTTUVAT	27
5.1 Automarkkinoiden nykytilanne	27
5.2 Uudet tai tulevaisuudessa yleistyvät autojen omistusmuodot	28
5.3 Autokaupan tulevaisuus	29
5.3.1 Käytettyjen autojen kauppa	30
5.3.2 Asenteet eroavat eri asiakasryhmissä	30

5.3.3 Erikoistuminen mahdollisuutena	31
5.4 Kyytikutsupalvelut ja autonvuokraus	31
6 ARVIONTI JA JOHTOPÄÄTÖKSET	33
6.1 Johtopäätökset aiheesta	33
6.2 Arvio työn lopputuloksesta	34
LÄHTEET	35
HAASTATELTAVAT	38
LIITTEET	1
Liite 1. Haastattelukysymykset	1

KUVAT

Kuva 1. Autonomisen ajon tasot ja aikaennuste niiden käyttöönotossa (Euroopan Parlamentti 2020).	26
--	----

TAULUKOT

Taulukko 1. Tieliikenteen automaation eri tasot (SAE International 2014).	13
---	----

SANASTO

Sana	Sanan selitys
Automaattinen ajojärjestelmä	Tekniikka, joka mahdollistaa auton ohjaamisen tietokoneella ilman tarvetta ihmisohjaukseen
Automarkkinat	Tässä opinnäytetyössä tarkoitan automarkkinoilla autojen kuluttajamarkkinoita. Tähän käsitteeseen sisällytän autokaupan lisäksi autojen vuokrauksen ja kyytikutsupalvelut.
Autonominen ajo	Tietokoneen täysin itsenäisesti suorittama ajo.
Autonominen ajoneuvo	Automaattiajoneuvo, joka kykenee suoriutumaan ajotehtävästä ilman kuljettajaa ja ilman yhteyttä muihin ajoneuvoihin tai tietoverkkoihin
Robottiauto, itseohjaava auto	Ilman kuljettajan toimia ajoon kykenevä auto. Vaikka robottiauto teknisesti onkin autonominen ajoneuvo voi se myös tarvittaessa olla yhteydessä muihin ajoneuvoihin, ihmisiin ja tietoverkkoihin.
Kyytikutsupalvelu	Palvelu, jonka käyttäjät voivat tilata robottiauton käyttöönsä tarvitsemallaan hetkellä

Ellei toisin ole mainittu, kaikki lainaukset englanninkielisistä lähteistä olen itse kääntänyt.

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen taustaa

Tämän opinnäytetyön aiheena on Automarkkinoiden tulevaisuus – Robottiautojen yleistymisen vaikutukset autojen kuluttajamarkkinoihin. Automarkkinoihin työni sisällyttää autojen kuluttajakaupan lisäksi autovuokrauksen ja kyytikutsupalvelut. Robottiautojen myötä automarkkinat mullistuvat ja autokaupan rinnalle nousee uusia liiketoimintatapoja. Automarkkinoiden sijasta silloin voitaisiinkin puhua yleisesti kuluttajille suunnatuista kuljetuspalveluista.

Tarkoitukseni on siis selvittää, minkälaisia muutoksia automarkkinoihin on odotettavissa automaattisten ajojärjestelmien yleistyessä ja miten näihin muutoksiin voitaisiin varautua. Tekninen kehitys tarjoaa automarkkinoille paljon sekä mahdollisuuksia että uhkia. Tässä opinnäytetyössä pyrin hahmottelemaan tulevaisuuden automarkkinoita kuluttajamarkkinoiden kannalta. Käsittelen aihetta liiketalouden näkökulmasta, joten teknologiaan liittyviä yksityiskohtia ei ole tarkoitus käsitellä yksityiskohtaisesti. Aihe on ajankohtainen, koska monien autonvalmistajien ja asiantuntijoiden mukaan robottiautot tulevat yleistymään parin vuosikymmenen sisällä. Jo nyt tieliikenteen automatisaatio etenee nopeasti hyödyntäen jo olemassa olevien sekä kehitteillä olevien kuljettajien yksittäisten tukijärjestelmien ja autojen anturien toiminnallisuuksia (Lumiaho & Malin 2016).

Koska aihe käsittelee asiaa, jonka toteutuminen ja vaikutukset ovat nähtävissä vasta tulevaisuudessa, on tässä tutkielmassa turvaututtava asiantuntijoiden ja innovaattorien lausuntoihin. Myöskään tässä työssä esiintyvät johtopäätökset eivät täten ole eksakteja toteamuksia, vaan ennemminkin valistuneita skenaarioita ja pohdintaa uuden tekniikan vaikutuksista markkinoilla.

Automaattinen ajojärjestelmä puhuttaa nykyään paljon mediassa. Tietotekniikan voimakas kehitys on hyvin nopeasti avannut uusia mahdollisuuksia hyödyntää automatiikkaa. Autovalmistajia ja myyjiä kiinnostaa, miten autojen kysyntä muuttuu tulevaisuudessa. Oma oletukseni on, että täysimittaisena toteutuessaan automatisoidut ajojärjestelmät tulevat aiheuttamaan suuremmat muutokset automarkkinoiden historiassa, kuin mikään aikaisempi kehitysaskel.

Asiaa on kuitenkin markkinoiden näkökulmasta käsitelty hyvin vähän mediassa. Etenkin suomen kielellä on vaikea löytää asiaan liittyvää aineistoa. Siksi aihetta onkin nyt mielekästä käsitellä juuri automarkkinoiden näkökannalta.

1.2 Tutkimuskysymykset

Työn tavoitteena on selvittää, miten robottiautojen yleistyminen vaikuttaa automarkkinoihin. Keskeiset kysymykset joihin työ pyrkii vastaamaan ovat:

- Muuttuvatko henkilöautojen käyttötarpeet ja tavat robottiautojen yleistyessä?
- Muuttuvatko autojen omistustavat? Yleistyvätkö yhteisomistukset, pikavuokraus ja kyytikutsupalvelut?
- Miten autokauppa- ja vuokraustoiminta muuttuu? Miten myynnin, kyytikutsupalveluiden ja vuokraustoiminnan käy tulevaisuudessa?
- Minkälaisia uusia mahdollisuuksia ja uhkia automattisen ajojärjestelmän yleistyminen luo autojen kuluttajamarkkinoille?

Edellä mainitut kysymykset muodostavat mielekkään kokonaisuuden, jota tarkastella ja kysymykset saavat tiedonhankinnassa toisiaan tukevia vastauksia.

1.3 Työn rajaus

Opinnäytetyöni käsittelee aihetta liiketalouden näkökulmasta. Siksi tässä työssä ei ole tarkoitus käsitellä yksityiskohtaisesti aiheeseen liittyviä teknisiä, poliittisia, ympäristöllisiä tai eettisiä ongelmia. Näitä kuitenkin käsitellään lyhyesti, aiheeseen vaikuttavien muuttujien ymmärtämiseksi ja tarvittavan pohjatiedon välittämiseksi.

Asiantuntijat ovat määritelleet viisi automaattisen ajon kehitysastetta. Jokainen aste kuvaa laajuutta, jolla automaattiset järjestelmät suorittavat toimintoja ja ottavat ajovastuuta ajajalta sekä auton ja ajajan välistä vuorovaikutusta. (BMW 2019.)

Tässä opinnäytetyössä keskityn automaattisen ajon kehitysasteeseen viisi, jonka tasoisia autoja ei ole vielä lainkaan markkinoilla. Johdannon jälkeen työssä perehdytäänkin tarkemmin siihen, mikä automaattinen ajojärjestelmä on ja mitä sen tasoilla tarkoitetaan.

1.4 Tutkimussuunnitelma ja menetelmät

Tutkimuksen toteutan pohjautuen kolmenlaiseen tietoperustaan. Käytän kirjallisia lähteitä ja tutkimuksia, joiden yhteenvedona voidaan muodostaa päteviä johtopäätöksiä. Toinen tietoperustani pohjautuu asiantuntijoiden haastatteluihin, havaintoihin ja mielipiteisiin. Uutta tietoa tutkimukseni tuottaa, kun haastattelen eri tavoin asiaa tuntevia tahoja, kuten autovuokraamoja, edelläkävijäasiakkaita ja asiantuntijoita. Päättelin, että saan syvällisintä ymmärrystä aiheeseen toteuttamalla haastattelut kvalitatiivisella periaatteella. Päädyin siksi valitsemaan itse sopivimmat haastateltavat suurten web-kyselyiden sijaan.

Kahden edellä mainitun tietoperusteen lisäksi työssäni on avuksi hyvä yleistietous sekä aiemmin käymäni tietotekniikan sekä tietojenkäsittelytieteitten kurssit Turun ammattikorkeakoulussa ja Turun yliopistossa. Näiden ansiosta minulla on tavanomaista syvällisempää ymmärrystä aiheen teknisestä puolesta ja aihe tuntuu muutenkin kiehtovalta.

Työtäni varten on käytettävä runsaasti kirjallisia lähteitä. Nykyään useimmat niistä ovat saatavilla verkossa, mikä osaltaan helpottaa ja vaikeuttaa tutkimustyötä. Aineistoa löytyy paljon, mutta laadukkaan aineiston valitseminen vie aikaa. Tavoitteenani on löytää perusteltuja objektiivisia lähteitä. Hyvin suuri osa kirjallisesta aineistosta on englannin kielellä, joten tarvitaan myös paljon käännöstyötä.

1.4.1 Haastattelut tiedonhankintamenetelmänä

Haastateltavia oli neljä. Valitsin haastateltavat sitä silmällä pitäen, että saisin kattavan ja monipuolisen näkemyksen aiheeseen monelta eri näkökannalta. Tämän takia haastateltavat erosivat toisistaan paljon niin koulutuksiltaan kuin taustoiltaan. Aihe ei ole arkaluontoinen, eikä haastateltavista kerätä tai julkaista kuin työn kannalta välttämättömimmät tiedot. Puhelinhaastatteluiden tallentamiseen ja muistiinpanojen tekemiseen pyysin haastateltavien suostumukset etukäteen.

Haastatteluista kolme toteutin teemahaastatteluina (B, C ja D) ja yhden (A) avoimena. Tekemällä haastattelut näin sain mielestäni kattavinta, laadukkainta ja objektiivisinta tietoa. Avoimet- ja teemahaastattelut sopivat työhöni erityisen hyvin, koska moniin aiheen herättämiin kysymyksiin ei ole tarjolla valmiita vastausvaihtoehtoja (Hirsjärvi & Hurme 2001, 43–44).

Kolme haastateltavista (A, B ja D) tunsin entuudestaan ja tiesin heidän olevan päteviä tietolähteitä juuri omilla alueillaan. Haastateltava C:n valitsin mukaan hänen ammatillisen asiantuntemuksensa takia.

1.4.2 Haastateltavien esittely

Koska suuri osa aihetta koskevasta aineistosta oli länsimaista peräisin, niin oli mielestäni hyödyllistä saada toisenlaistakin näkökulmaa asiaan. Siksi valitsin yhdeksi haastateltavaksi Sambiasta Suomeen muuttaneen nuoren naisen (Haastateltava A). Hänen roolinsa työssä oli valaista kehittyvien maiden kuluttajien ajattelutapaa. Häneltä sain näkemystä siitä, miten robottiauto voisi yleistyä kehittyvissä maissa, mitä haasteita siellä sen yleistymiselle on, sekä tietoa afrikkalaisten yleisestä suhtautumisesta automaatioon. A:n haastattelun tein avoimena haastatteluna. Ennalta olin miettinyt joitain kysymyksiä, joiden ympärille haastattelu rakentui, mutta muuten haastattelu oli hyvin keskustelumainen. Tarkoitus oli ennalta mietittyjen kysymysten lisäksi saada syvällisempää ymmärrystä asiaan kehittyvien maiden kannalta ja siksi tämä oli käytännöllinen lähestymistapa. Sain laajempaa näkökulmaa aiheeseen kuin olisin ennalta tiennytkään kysyä. Huomioin työssäni sen, että yksittäinen haastattelu ei voi edustaa tarkasti koko valtavaa eteläisen ja keskisen Afrikan väestöä ja vaihtelevia kulttuureja. Valitsinkin juuri A:n haastateltavaksi, koska tiesin, että hänellä on hyvä yleistietämys keskisen ja eteläisen Afrikan maista ja kulttuureista. Kahdeksaa eri kieltä osaavana, hänellä on myös poikkeuksellisen laaja mediakenttä helposti havainnoitavana.

Haastateltava B:n rooli oli toimia informanttina, jolla on poikkeuksellisen mittavaa näkemystä erilaisista tilanteista, joissa ihmiset tarvitsevat autoa. Hän on pääkaupunkiseudulla vilkkaassa autovuokraamossa työskennellyt, kaupallisen koulutuksen saanut henkilö. Häneltä sain näkemystä aiheeseen autovuokrauksen näkökulmasta. Siitä oli hyötyä myös mietittäessä kyytikutsupalveluiden ja lyhytvuokrauksen tulevaisuutta. Hänelle lähetin kysymykset sähköpostilla, sekä keskustelimme aiheesta muutaman kerran puhelimitse. Hän vastasi kysymyksiin niin ikään kirjallisesti sähköpostilla.

Haastateltava C:n rooli oli antaa asiantuntijan näkemystä aiheen käsittelyyn. Hän on professori, joka työskentelee Tulevaisuuden tutkimuskeskuksessa. Tulevaisuuden tutkimuksen asiantuntijana hän osasi tuoda esiin niitä seikkoja, joihin pitäisi kiinnittää huomiota, jotta voitaisiin tehdä päätelmiä uuden tekniikan vaikutuksista tulevaisuudessa. Hänelle lähetin ennalta taustatietoa työstäni sekä haastattelukysymyksiä. Varsinai-

nen haastattelu kesti puolisen tuntia ja suoritettiin puhelimen välityksellä sekä tallennettiin. Sain häneltäkin uusia näkökulmia aiheeseen sekä hyviä käytännön vinkkejä työtäni varten.

Haastateltava D oli tietolähteenä edelläkävijäkuluttajan roolissa. Hän on usein ollut uuden tekniikan käyttäjänä ensimmäisten joukossa. Hän esimerkiksi on ensimmäinen tietämäni henkilö, joka on ajanut parkkeerausavusteista autoa. Hänellä on kattava ymmärrys tekniikasta ja liiketaloudesta, sekä molempien alojen koulutusta. Edellä mainittujen seikkojen lisäksi valitsin hänet haastateltavaksi, koska hän tuntee paljon ihmisiä ja tuntuu olevan poikkeuksellisen hyvin perillä eri ikäisten kuluttajien mielipiteistä. Haastateltava D on perheellinen turkulainen mies, joten sain myös perheellisen kuluttajan näkemyksiä asiaan. Tämänkin haastattelun tein teemahaastatteluna. Valmiiksi olin laatinut kysymyksiä, joista keskustelisimme ja lähetin nämä kysymykset myös hänelle ennen varsinaista haastattelua.

2 AUTOMATISOITU AJOJÄRJESTELMÄ JA AUTOMAATIOTASOT

Automatisoitu ajojärjestelmä tarkoittaa tekniikkaa, joka mahdollistaa kulkuneuvon kyvyn itsenäiseen ajoon. Automatisoitu ajojärjestelmä on jaoteltu eri tasoihin sen automaation kattavuuden mukaan. Kehittyneimmällä tasollaan ihmisen ei tarvitse lainkaan osallistua ajoneuvon ohjaamiseen. (SAE 2014.) Tässä työssä keskityn tutkimaan, miten automatisoitu ajojärjestelmä juuri tällä kehittyneimmällä tasollaan vaikuttaa automarkkinoiden tulevaisuuteen. Sellaista autoa voidaan jo hyvin kutsua robottiautoksi, koska se suorittaa ajotyön täysin itsenäisesti ilman tarvetta ihmisohjaukseen. Tämä, automaattisen ajojärjestelmän, kehittynein aste, on vakiintuneen SAE:n luokituksen mukaan, viides eli korkein kehitystaso (SAE 2014).

Tieliikenteen automaation tasoja on kaikkiaan kuusi, joista taso 0 kuvaa tilannetta ilman automaatiota ja taso 5 täysin automaattista ohjausta (ks. taulukko 1 seuraavalla sivulla) (SAE 2014). Tällä hetkellä kuluttajamarkkinoilla on jo varsin paljon tason 1 autoja. Suurempi hyppäys teknologisessa haastavuudessa tulee tasolla 3, jossa tietokone ottaa entistä suurempaa roolia ajoneuvon ohjaamisessa ja ympäristön monitoroinnissa. Tasolla 4, eli korkean automaatiotason autoja on jo testattu muun liikenteen joukossa. Yksi aktiivisimmista testausta harjoittavista tahoista on Googlen perustama Waymo. Sen lopullisena tavoitteena on kehittää täysin itsenäiseen ajoon kykenevä auto, eli saavuttaa automaatiotaso 5 (Hawkins 2017).

Taulukko 1. Tieliikenteen automaation eri tasot (SAE International 2014).

Taso	Nimi	Tason selitys	Ohjausvastuu	Automaation kattavuus
Ihminen tarkkailee ajoympäristöä				
0	Ei automaatiota	Ihminen suorittaa kaiken ajamisen ja ajoympäristön tarkkailun.	Ihminen	-
1	Kuljettajan apu	Joitakin kuljettajaa avustavia järjestelmiä, kuten parkkeerausavustin. Ihminen vastaa edelleen suuresta osaa ajosuoritteista.	Ihminen	Yksinkertaiset ajotilanteet
2	Osittainen automaatio	Useita kuljettajaa avustavia järjestelmiä. Ihminen vastaa edelleen ympäristön tarkkailusta ja ohjaamisesta.	Ihminen	Joitakin ajotilanteita
Järjestelmä tarkkailee ajoympäristöä				
3	Ehdollinen automaatio	Auto kykenee itsenäiseen ajoon tyypillisissä ympäristöissä. Ihmisen on kuitenkin otettava auto hallintaansa, kun järjestelmä sitä pyytää.	Ihminen	Joitakin ajotilanteita
4	Merkittävä automaatio	Auto kykenee itsenäiseen ajoon. Automaatio kykenee ohjaamaan ajoneuvon hallitusti tien sivuun, mikäli kuljettaja ei ota ajovastuuta järjestelmän sitä pyytäessä.	Järjestelmä	Suurin osa ajotilanteista
5	Täysi automaatio	Robottiauto, joka kykenee täysin itsenäiseen ajoon kaikissa olosuhteissa.	Järjestelmä	Kaikki ajotilanteet (myös autonominen ajo)

3 ROBOTTIAUTOJEN YLEISTYMISEEN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ

3.1 Monta vaikuttavaa tekijää

Mikäli useiden autonvalmistajien visioihin on luottaminen, niin itseohjautuvien autojen tuleminen näyttää varmalta. Tällä hetkellä epäselvää on kuitenkin, milloin ja miten uutta tekniikkaa otetaan käyttöön. Yksi optimistinen arvio tuli Teslan toimitusjohtajalta Elon Muskilta joulukuussa 2019. Hänen mukaansa Tesla saa täysin itsenäiseen ajoon kykenevän auton valmiiksi jo kyseisen vuoden loppuun mennessä ja robottitaksiversion, joka voi kuljettaa matkustajia, täysin ilman ratin takana olevaa kuljettajaa, katuvalmiiksi vielä vuoden 2020 aikana (USA Today 2019). Toistaiseksi nämä lupaukset ovat osin toteutumatta, mutta Muskin mukaan hänen testaamansa alpha-versio toimii jo koko työmatkan ilman tarvetta ihmishajukseen (Electrek 2020). Tästä on kuitenkin vielä matkaa robottiautojen yleistymiseen. On myös huomioitava, että Teslalla on etumatkaa muihin valmistajiin nähden robottiautojen kehityksessä. Tesla on uutena valmistajana kyennyt keskittymään heti uusiin tekniikoihin ja lisäksi sillä on tukenaan Muskin valtava omaisuus sekä synergiaetuja hänen muiden hi-techyritysten kanssa. Tesla on kuitenkin edelleen pieni autovalmistaja eikä, siten kykene yksin markkinoita mullistamaan.

Automaattisen ajojärjestelmän yleistymiseen vaikuttaa moni asia. Hyvin suuri merkitys on asioilla, jotka eivät suoranaisesti liity tekniikkaan. Haastateltava C:n mukaan automarkkinat ovat niin riippuvaisia yhteiskunnasta, että myös yhteiskunnan on oltava valmis uuteen tekniikkaan ennen kuin robottiautot voivat yleistyä. Hän myös muistutti, että monesti teknologian kehittäjillä on tapana yliarvioida nopeus, jolla jokin teknologia otetaan laajasti käyttöön, ja aliarvioida uuden teknologian yhteiskunnallisia vaikutuksia, kun se sitten aikanaan laajasti otetaan käyttöön.

Muutosta edesauttavia sekä hidastavia tekijöitä on monia, kuten myös eri motiiveja uuden tekniikan käyttöönoton puolesta ja vastaan. Mietin, miten aihetta lähestyisi johdonmukaisesti ja päädyin sitten jakamaan muutokseen vaikuttavat tekijät kahdeksaan osa-alueeseen. Nämä osa-alueet ovat teknologia, turvallisuus, taloudelliset motivaattorit, erityisryhmien tarpeet, ympäristö, infrastruktuuri sekä liikennepolitiikka, nykyinen markkinaympäristö ja maailmantilanne. Jokaisesta näistä aiheista löytyi aiempaa tutkimusta, mutta en löytänyt sellaista, joka käsittelisi näitä kaikkia yhdessä. Neljä näistä

toistuvasti nousi mediassa ja tutkimuksissa esiin. Nämä neljä olivat turvallisuus, ympäristöasiat, teknologia sekä infrastruktuuri ja liikennepolitiikka. Erityisryhmien tarpeet ja arjen helpottaminen olivat yksi inspiraation aiheistani tälle työlle, joten se oli luontevaa ottaa mukaan. Taloudellisia motivaattoreja ja nykyistä markkinatilannetta tutkimalla voin luoda ennusteita automarkkinoiden tulevaisuutta ajatellen. Lopuksi käsittelen lyhyesti maailmantilanteiden vaikutusta automarkkinoiden kehitykseen.

3.1.1 Teknologia

Nykytekniikalla täysin itsenäiseen ajoon kykenevä auto olisi jo mahdollista toteuttaa (Waymo 2020). Se kuitenkin vaatisi useiden kalliiden teknisten ratkaisujen hyödyntämistä. Itseajavan auton toteuttamiseen tarvittavan teknologian hinta on pitkään ollut liian kallista, jotta sen kehittäminen olisi ollut kannattavaa suuressa mittakaavassa. Tämä seikka on kuitenkin muuttunut tietotekniikan ja antureiden kehityttyä. Vaadittavan tekniikan hinta on laskenut ja kehitystyö alalla on lisääntynyt.

Tällä hetkellä useimmat autovalmistajat eivät vielä ole teknologisesti valmiita tuottamaan tällaisia autoja. Koska uusi teknologia on kallista ja vaatii muutoksia tuotannossa, on monille autovalmistajille tällä hetkellä kannattavampaa keskittyä edelleen tavanomaisiin autoihin. Useiden autovalmistajien visioihin robottiautot kuitenkin jo kuuluvat. Autonvalmistajien lisäksi markkinoille on tullut myös ohjelmistojätti Google sekä useita muita it-alan yrityksiä ympäri maailmaa.

Googlen projekti, jonka tavoite on kehittää täysin itseohjautuva auto, aloitettiin jo 2009. Tämä, nykyään Waymo-nimellä tunnettu, projekti aloitti testiajot Arizonassa 2017 4-tason itseohjaavalla autolla. (Etherington 2017.) Testipalvelussaan Waymo tarjoaa rekisteröityneille asiakkailleen kyytejä rajatulla alueella Arizonan Phoenixin metropolialueella. Toistaiseksi näissä autoissa on edelleen läsnä varmistuksena ihmiskuski. (Waymo 2020.)

3.1.2 Turvallisuus

Turvallisuus on erittäin olennainen tekijä itseohjautuvien autojen yleistymisen kannalta. WHO:n arvion mukaan joka vuosi tieliikenteessä kuolee maailmanlaajuisesti 1,35 miljoonaa ihmistä. Liikenneonnettomuudet ovat myös suurin 5–29-vuotiaiden kuolinsyy

maailmassa. (WHO 2018.) Vaikkakin useimmat kuolemantapaukset sattuvat kevyelle liikenteelle ja kevyiden motorisoitujen ajoneuvojen käyttäjille, ovat onnettomuudet silti merkittävästi vähennettävissä automaation avulla. Moniin kevyen liikenteen vakaviin onnettomuuksiin on osapuolena myös henkilöauto. Jo pelkkä henkilöautojen muuttuminen koneen ohjaamiksi vähentäisi siten merkittävästi onnettomuuksia. Robotti kykenisi reagoimaan ihmistä nopeammin muiden tekemiin virheisiin liikenteessä ja tekemään nopean ratkaisun onnettomuuden välttämiseksi tai vahinkojen minimoimiseksi. Tutkimusten mukaan jopa 94 % vakavista liikenneonnettomuuksista johtuu ihmisen tekemästä virheestä (U.S. Department of Transportation 2017). Hyvin suuri osa onnettomuuksista olisi siis vältettävissä inhimillisen virheen mahdollisuuden poistamisella. Täysautomatoitujen autojen myötä myös kuskin päihtymyksestä aiheutuneet onnettomuudet jäisivät historiaan.

Pitkälle kehitettynä itseohjaavasta autosta voisi myös olla käyttöä avun hälyttämiseen tai vaara-alueelta pakenemisessa. Se voisi tunnistaa henkilöt, joiden sallitaan päästä auton lähelle/sisälle ja varoittaa uhkaavasta vaarasta tai henkilöstä. Hätätilanteessa robottiauto pystyisi ajamaan huomattavasti ihmiskuskia nopeammin ja turvallisemmin.

Turvallisuus on erittäin vahva markkinointikeino. Mikäli uusi teknologia pystyy vakuuttamaan kuluttajat turvallisuudellaan ja tulee riittävän edulliseksi, antaa se huomattavan markkinointiedun perinteisiin ihmisen ohjaamiin autoihin nähden.

3.1.3 Taloudelliset motivaattorit

Automaation tuomat taloudelliset edut ovat vahva motivaatio kehittää ja ottaa käyttöön uutta teknologiaa. Automaatio lisää tuottavuutta ja vähentää henkilöstötarvetta. Monet logistiikka-alan yritykset ovatkin itse aktiivisesti mukana kehittämässä robottiajon tekniikoita (DHL 2014, 1). Etenkin suurissa logistiikkakeskuksissa automaatio on jo korvannut paljon ihmistyövoimaa. Logistiikkakeskuksissa operoivat robottitrukit ovat kuin esiaste itseohjaaville autoille. Logistiikan alalle automaattisen ajon oletan tulevan samoihin aikoihin itseohjaavien henkilöautojen kanssa. Todennäköistä on, että raskaassa liikenteessä automaatiosta huolimatta ainakin aluksi on varalta ihmiskuski ohjaamossa.

3.1.4 Erityisryhmien tarpeet

Yhteiskunnissa on monia tahoja, jotka hyötyisivät täysautomatisoiduista autoista. Jo aiemmin mainittujen seikkojen lisäksi, tämä tekniikka avaa aivan uusia mahdollisuuksia eri ihmisryhmille kuten myös itse auton käyttötarkoituksiin.

Maailman väestö on ikääntymässä vauhdilla. Vuonna 2019 maailmassa oli 703 miljoonaa ihmistä, jotka olivat vähintään 65-vuotiaita. Tämän ikäisten osuuden on arvioitu kasvavan yli 1,5 miljardiin ihmiseen vuoteen 2050 mennessä. (UN 2019, 5.) Moni vanhus joutuu luopumaan ajo-oikeudestaan iän tuomien rajoitteiden takia. Tämä voi vaikeuttaa merkittävästi arjessa selviämistä. Robottiauto olisi tähän ongelmaan oivallinen apu. Se mahdollistaisi monelle vanhukselle aktiivisen elämän ja asumisen taajamiensa ulkopuolella. Tämä voisi myös ehkäistä syrjäseutujen autioitumista.

Robottiautoista olisi myös suuri apu liikuntarajoitteisille. Se lisäisi liikuntarajoitteisten toimintamahdollisuuksia sekä vähentäisi kustannuksia, kun aina ei tarvittaisi kuljettajaa (avustajan lisäksi). Samasta syystä tämä tekniikka voisi olla suureksi hyödyksi esimerkiksi potilaskuljetuksissa epidemia-aikoina.

3.1.5 Ympäristö

Ympäristötekijöitä ei nykyään enää voi sivuuttaa liiketoiminnassa. Robottiajon kannalta auton käyttövoimalla ei ole rajoitetta vaan se voidaan toteuttaa niin sähkö- kuin polttomoottorillisissa autoissa. Tietokoneen on kuitenkin helpompi ohjata sähköautoa, kuin polttomoottorilla varustettua autoa. Polttomoottorillisissa autoissa on enemmän liikkuvia sekä säännöllisesti huollettavia osia, ja ne vaatisivat enemmän antureita sekä muuta hallintateknologiaa, kuin sähköautot. Ei ole mielekäästä muuntaa niin isoja määriä polttoainetta energiaksi robottiauton ajotietokonetta ja sensoreita varten (Stewart 2018). Siksi onkin todennäköistä, että ainakin valtaosa itseohjauksista autoista tulee olemaan sähkö- tai vetyautoja.

Tietokoneohjattu ajo säästää energiaa jokaista ajokilometriä kohden (Chang 2018). Täysautomaattiset autot kykenevät taloudellisempaan ajoon kuin ihminen. Tietokoneohjaus toimii optimoidusti, mikä säästää osia ja laitteistoja kulumiselta. Kone kykenee prosessoimaan jatkuvasti antureiden tuottamaa dataa ja optimoimaan ajonsa sen mukaan. Kone voi siis huomioida useita asioita, joita ihmisajajan olisi mahdotonta halli-

ta yhtäaikaisesti. Perinteiseen autoon verrattuna robottiautossa on kuitenkin myös joi-takin enemmän energiaa kuluttavia ominaisuuksia. Tämänhetkisellä tekniikalla anturit ja ajotietokone kuluttavat vielä melko paljon energiaa kokonaisuuteen nähden (Stewart 2018). Uskoakseni tämä ongelma on kuitenkin voitettavissa kehittämällä sopivampaa tekniikkaa robottiautoja varten. Osasyys itseohjaavien autojen suureen energianku-lutukseen onkin se, että toistaiseksi vain pieni osa käytetystä tietotekniikasta on opti-moitu juuri tällaiseen käyttöön (Stewart 2018). Tämä seikka on kuitenkin muuttumassa. Itseohjaavien autojen valmistajista Waymo valmistaa jo sensorinsa itse ja Tesla taas en käyttää omaa, kilpailijoistaan poikkeavaa, sensoritekniikkaa (Bloomberg 2020).

Useat muutkin valmistajat kehittävät jo teknologiaa, joka toimii optimoidummin robotti-autoissa. Esimerkiksi Nvidia on kehittämässä omaa sovellusalustansa, jonka myötä robottiauton tietokoneiden energiankulutus laskee hyväksyttävälle tasolle (Stewart 2018).

Hallintalaitteiden poistaminen tai yksinkertaistaminen säästää materiaaleja ja mahdol-listaa paremman muotoilun autolle. Automaattiohjaus myös parantaa liikenteen suju-vuutta ja siten auttaa vähentämään energiankulutusta. (Chang 2018.)

Itse tekniikka parantaa liikenteen energian hyötysuhdetta, joten sitä voidaan pitää ympäristöystävällisenä. Kokonaisuuteen vaikuttavat kuitenkin muutkin tekijät, kuten kulut-tajien käyttäytyminen ja autojen määrälliset muutokset.

Haittapuolena ympäristölle voikin olla ajettujen kilometrien lisääntyminen matkustami-sen helpottuessa. On olemassa riski, että ihmiset asettautuvat asumaan etäämmälle työpaikoistaan ja tekevät matkoja, jotka jättäisivät muuten tekemättä, kun liikkuminen tulee automaation myötä helpottumaan. (Chang 2018.)

Itseohjaavien autojen ympäristövaikutukset ovat osin myönteisiä ja osin haitallisia. Ko-konaisvaikutusta ympäristöön on siksi vaikeata arvioida etukäteen. Tässäkin tapauk-sessa hyvin suuri merkitys on sillä, miten kuluttajat omilla valinnoillaan ja käyttäytymi-sellään vaikuttavat ympäristöön. Myös maiden politiikalla on vaikutusta.

3.1.6 Infrastrukturi ja liikennepolitiikka

Robottiauton suurimpia haasteita liikenteessä on se, että sen on toimittava vain osittain kontrolloidussa ympäristössä. Tämä tarkoittaa sitä, että liikenteessä on mukana muita

toimijoita ja ulkopuolisia muuttuvia tekijöitä, joita ei voida tietää ennalta. Siksi robottiauton on kyettävä reagoimaan oikealla tavalla yllättäviinkin muutoksiin. Haastateltava C:n mukaan 5-tason autonominen ajoneuvo onkin tämän takia erityisen haastava kehityskaske verrattuna tason 3 ja 4 ajoneuvoihin.

Kontrolloimatonta ympäristöä voidaan kuitenkin parantaa robotille sopivammaksi. Liikennesäännöt itsessään tuovat järjestystä, mutta ihmisosapuolen taholta niiden varaan voidaan laskea vain rajallisesti luottamusta. Robottiauto on edelleen perusfysiikan lakien alainen. Esimerkiksi keskimääräinen henkilöauton jarrutusmatka ajettaessa hyväpintaisella tiellä 40 km/h, on seitsemän metriä (Liikenneturva 2020). Tämän matkan auto kulkee täyden jarrituksen aikana (ihmiskuskista poiketen, robotti aloittaa jarruttamisen lähes merkityksettömän pienen viiveen sisällä). On selvää, että jo näillä nopeuksilla, puhumattakaan suuremmista, tekniikka ei kykene estämään kaikkia onnettomuuksia.

Tarvitaan siis sääntöjä ja niiden noudattamista kaikilta liikenteen osapuolilta. Siksi on nähty tarpeelliseksi kehittää infrastruktuuria jo valmiiksi uutta tekniikkaa tukevaksi. Yksi tällainen kehityshanke on Suomessa 2020 alkanut liikennemerkkiiudistus, jossa merkitöä uudistetaan yhtenäisemmäksi Wienin liikennemerkkisopimuksen kanssa (Yle 2019). Samalla liikennemerkkejä ja tiemerkeitöjä selkeytetään, jotta niiden havainnointi ja tunnistaminen olisi helpompaa. Vaikkakin tämä uudistus tehdään pääasiassa juuri yhdenmukaistamisen ja selkeyden takia, yksi perusteista muutoksen takana on valmistautuminen robottiautoihin (Yle 2019).

Samasta syystä esimerkiksi ajosuuntien välissä olevien sulkuviivojen keltainen väri tullaan korvaamaan valkoisella. Valkoisen värin käyttöä on perusteltu erityisesti sillä, että tulevaisuudessa itseohjautuvat robottiautot pystyvät lukemaan valkoisia viivoja helpommin kuin keltaisia. (Katsastushaku 2020.)

Infrastruktuuri ja liikennekulttuuri eroavat suuresti maitten välillä. EU:n tavoitteena on valmistautua robottiautojen yleistymiseen, jonka ennakoidaan tapahtuvan 2030-luvulla (Euroopan Parlamentti 2020). Myös Yhdysvalloissa on asiaan valmistauduttu sekä suunnitelmin että useiden, tälläkin hetkellä toimivien, pilottihankkeiden avulla (U.S. Department of Transportation 2018, 15). Samanlaisia hankkeita on siis meneillään useita, eri maissa. Kehittyvät maat poikkeavat tästä. Haastateltava A:n mukaan Saharan eteläpuolisen Afrikan maista harva, jos yksikään on valmis robottiautoihin.

Itseohjaavien autojen tulo voi aiheuttaa muutoksia väyläsuunnitteluun ja teihin monin tavoin. Haastateltava C:n mukaan robottiautojen yleistyminen voikin muuttaa merkittävästi koko kaupunkisuunnittelua. Näitä vaikutuksia on kuitenkin vaikea arvioida etukäteen. Automaation lisääntyminen julkisessa liikenteessä ja logistiikassa vaikuttaa todennäköisesti myös jollain tavalla itseohjaavien henkilöautojen käyttöön. Olisi toivottavaa, että poliittiset ja kaupalliset toimijat pyrkisivät kehittämään ratkaisuja, jotka suosisivat uuden tekniikan tehokasta ja ympäristöystävällistä käyttöä. Viihtyvyyden, ympäristön, terveyden ja liikenteen sujuvuuden takia, olisi hyvä, ettei robottihenkilöautojen käyttö kasvaisi kevyen- ja julkisen liikenteen kustannuksella.

Suomessa liikennepolitiikka tähtää onnettomuuksien vähentämiseen ja liikenteen sujuvuuteen (Finlex 2017). Näihin tavoitteisiin itseohjaavat autot soveltuvat hyvin.

Tammikuussa 2020 Euroopan Parlamentti julkaisi raportin suunnitelmista, joilla valmistaudutaan autonomisten ajoneuvojen tuloon.

Seuraavat viisi kohtaa ovat kyseisestä raportista (Euroopan Parlamentti 2020):

- Automatisoitua liikennettä koskevien EU-sääntöjen tulisi kattaa kaikki liikenne- muodot, mukaan lukien lyhyen matkan merikuljetukset, sisävesialukset, tavaroita kuljettavat lennokit sekä kevyet raidejärjestelmät.
- Kansainvälisen tason standardisointia tulee sovittaa yhteen, jotta ajoneuvojen turvallisuus ja käytettävyys rajojen yli voidaan taata.
- Tiedontallentimien (ns. autojen musta laatikko) tulisi olla pakollisia robottiautoissa onnettomuustutkimusten helpottamiseksi ja vastuukysymysten selvittämiseksi.
- Automatisoidun liikenteen alalle tulisi kehittää pikaisesti tietosuojaa ja etiikkaa koskevat säännöt, jotta kansalaisten luottamus robottiautoihin voidaan taata.
- Erityistä huomiota tulee kiinnittää liikuntaesteisille ja vammaisille ihmisille tarkoitettujen itseohjautuvien ajoneuvojen kehittämiseksi.

3.1.7 Nykyinen markkinaympäristö

Visioinnit robottiautoista voivat toimia yhtenä valmistajan markkinointikeinoista. Haastateltava C:n mukaan niillä pyritään pitämään asiakkaiden automielenkiintoa yllä. Valmistajat haluavat näin viestiä olevansa tekniikan huipulla. Itseohjaava auto on teknisessä

mielessä haastava ja ajankohtainen aihe, joten se toimii oivallisesti autovalmistajan teknisen osaamisen mainokseksi.

Markkinoiden haasteena ovat ihmisten asenteet ja epäluulo uuden tekniikan suhteen. Arthur D. Littlen 2018 suorittama kysely yli 8000 autoilevalle henkilölle 13 eri maassa vahvistaa tämän. Yhtenä kysymyksenä siinä oli: Käyttäisitkö täysin itseohjaavaa autoa? (vastausvaihtoehtoina: kyllä, ehkä, en). Vastanneista 57 % vastasi kyllä tai ehkä. Tässä oli jopa laskua edelliseen kolme vuotta aiemmin tehtyyn, hieman suppeampaan kyselyyn jossa 64 % vastanneista oli samaa mieltä. Selitykseksi tälle annettiin lisääntynyt tietoisuus tekniikasta ja sen aiheuttamista turvallisuus-, tietoturva- ja yksityisyysriskeistä. (Arthur D. Little 2018, 8.)

Monia ihmisiä mietityttääkin itseajavan auton turvallisuus. Vaatii pitkäjänteistä markkinointityötä, jotta pelot uutta teknologiaa kohtaan saataisiin kumottua. On myös ymmärrettävä, että vaikka itse tietokoneet eivät teekään virheitä, ovat ne kuitenkin virheitä tekevien ihmisten suunnittelema ja rakentamia. Lisäksi autoilu on monelle vapauden vertauskuva, jonka osa kokee menettävänsä, jos ei enää itse ohjaa autoa.

Asiaan liittyy tunneseikkojen lisäksi myös eettisiä ongelmia. Miten robottiauton pitäisi toimia tilanteessa, jossa joka tapauksessa aiheutuisi henkilövahinkoja, mutta onnettomuuden uhri olisi ”valittavissa”? Voiko kone päättää ketä onnettomuudessa pyritään suojelemaan ja keiden kustannuksella? Vaikka onnettomuudet vähenisivätkin robottiautojen myötä, niin jäljelle jääneet onnettomuudet olisivat mahdollisesti vieläkin vaikeampia hyväksyä.

3.1.8 Maailmantilanne

Nyt kirjoittaessani tätä työtä vuonna 2020, maailmalla riehuu koronavirusepidemia. Useimmat valtiot ovat laittaneet rajansa ainakin osittain kiinni. Tilanne jatkuu pandemian suhteen vaikeana arvaamattoman pitkän ajan. Epävarma tilanne tuskin helpottaa resurssien saamista autoalalle. Autoalan resursseja onkin tällä hetkellä käytössä mm. terveydenhuoltoon liittyvien laitteiden, kuten hengityskoneiden valmistamisessa (Helsingin Sanomat 2020). Epidemia on hankaloittanut ja viivästyttänyt myös robottiautojen testausta (The New York Times 2020). Maailmantilanne vaikuttaa luonnollisesti automarkkinoihin. On vaikea sanoa miten robottiautojen kehitys tulee jatkumaan epä-

varmoina aikoina. Epidemian taloudelliset kokonaisvaikutukset ovat nekin vielä vain arvailtavissa.

Pitkittyessään tilanne voi johtaa maiden välisten ristiriitojen eskaloitumiseen. Vaikeassa taloustilanteessa sotien riski kasvaa ja silloin teknisen kehitystyön resurssit suuntautuisivat aseteollisuuteen. Tämä lykkäisi robottiautojen yleistymistä parempiin aikoihin. Sotatila voi toisaalta nopeuttaa teknistä kehitystä, ja monet sotilaallisiin tarpeisiin kehitetyt ratkaisut ovat myöhemmin tulleet erilaisina sovelluksina myös siviilikäyttöön (Ruttan 2006, 1). Muutamina esimerkkeinä tästä ovat mikroaaltouuni, turboahdin ja suihkumoottori.

3.2 Edut todennäköisesti haittoja suuremmat

Pelkästään turvallisuustekijöitä tarkastelemalla on ymmärrettävissä poliittisten tahojen innostusta itseohjaaviin autoihin. Koska liikenneonnettomuudet ovat suurin 5–29-vuotiaiden kuolinsyy maailmassa, on asiassa paljon parannettavaa (WHO 2020). Menehtyneiden lisäksi on moninkertainen määrä onnettomuuksissa loukkaantuneita. On arvioitu, että liikenneonnettomuudet vievät jopa 3 % useimpien maiden bruttokansantuotteesta (WHO 2020). Tämä kuluerä on melkoinen. Se on esimerkiksi yli tuplasti suurempi kuin Suomen puolustusbudjetin osuus BKT:stä, joka vuonna 2019 oli 1,3 % (Suomen Puolustusministeriö 2020). Kuten aiemmin todettiin, tutkimusten mukaan inhimilliset virheet vastaavat yli 90 % tieliikenteen onnettomuuksista maailmalla (U.S. Department of Transportation 2017). Täten pelkkä henkilöautojenkin muuttuminen luotettavan koneälyn ohjaamiksi pelastaisi valtavasti ihmishenkiä ja estäisi vammautumisia sekä aineellisia vahinkoja. Moni murheellinen tragedia jäisi silloin toteutumatta.

Robottiautojen hyödyllisyyttä onnettomuuksien ehkäisyssä ja taloudellisuudessa tukee myös Morgan Stanley'n teettämä tutkimus, jonka mukaan itseohjaavat autot säästäisivät yksistään Yhdysvalloissa 488 miljardia dollaria vuosittain vähentyneiden onnettomuuksien seurauksena ja lisäksi 158 miljardia dollaria säästyneiden polttoainekustannusten muodossa (Hayes 2019).

Autojen kehittyessä on automaatio jatkuvasti lisääntynyt. Automaattiset, ajamista helpottavat toiminnot ovat vahva markkinointivaltti. Ei ole syytä epäillä, etteikö automaatio lisääntyisi edelleenkin tekniikan kehittyessä ja tullessa yhä edullisemmaksi. Täysin it-

seohjaavan auton suhteen kysymys onkin ehkä pikemminkin siitä, milloin ne saadaan markkinoille kuin se, että tulevatko ne yleistymään.

4 NÄKEMYKSIÄ ROBOTTIAUTOJEN YLEISTYMISEN AIKATAULUSTA

4.1 Useita eri näkemyksiä

Robottiautojen yleistymisen aikataulusta on useita eri näkemyksiä. EU:n strategia tähtää siihen, että täysin itsenäiseen ajoon kykenevät robottiautot tulisivat 2030-luvulla käyttöön (Euroopan Parlamentti 2020). Edistyksellisimmät alan yritykset ovat visioissaan optimistisempia ja lupailevat robottiautoja jo 2020-luvun alkuun (USA Today 2019; Waymo 2020). Näin merkittävästä teknologian kehityksestä ollessa kyse, on kuitenkin paljon muitakin asioita huomioitavana kuin pelkkä tekninen valmius. Asiaan vaikuttavat taloudellisten motivaattorien lisäksi alueelliset erot ja liikennepolitiikka. Kehitys- ja testaustyö vie aikansa. Monet alan pilottihankkeet kestävätkin useita kuukausia.

4.2 Tekninen valmius ja pilottihankkeet

Kuten aiemmin totesin, tekninen valmius robottiautoihin on jo olemassa. Niiden tuotanto ja käyttö nykytekniikoilla on kuitenkin kallista ja vaativaa. Lisäksi testausta tarvitaan lisää turvallisuuden takaamiseksi ja luottamuksen luomiseksi uuteen tekniikkaan. Tällä hetkellä onkin mielekkäämpää testata ja kehittää robottiajtoa rajoitetummissa olosuhteissa. Tätä tarkoitusta varten eri puolilla maailmaa on meneillään useita pilottihankkeita, joilla jo valmistaudutaan robottiautojen tuloon. Suomessa tällaisia hankkeita ovat mm. Espoossa, Helsingissä ja Tampereella tehtävät robottibussikokeilut (Ai Hub 2019).

Tampereen pormestariohjelmassa sanotaan, että pilottihankkeen tavoitteena on saada robottibussit käyttöön vaiheittain vuoteen 2021 mennessä. Siihen sopiikin hyvin, että raitiovaunun ensimmäinen vaihe käynnistyy samaan aikaan, kuin robottibussien pitäisi olla toiminnassa. (Kuntatekniikka 2019.)

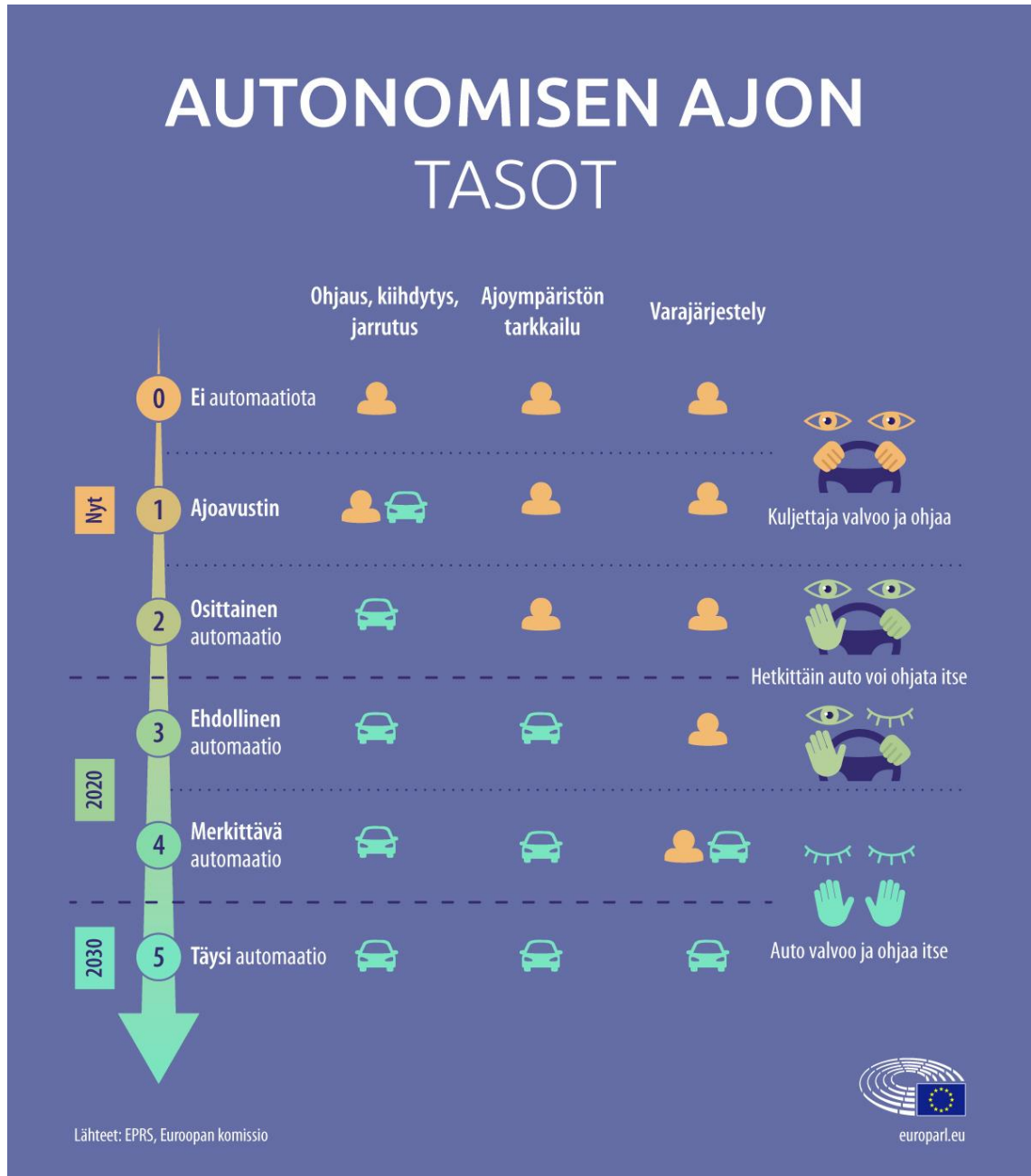
Myös Otaniemen hankkeen uskotaan pääsevän kaupalliseen käyttöön vuonna 2021 (Länsiväylä 2018). Uutena hankkeena suomalainen, robottiautojen tilauspalveluja tarjoava yritys, Sensible 4 aloitti 50 päivää kestävä kokeilun robottiautoillaan Helsingin keskustassa huhtikuussa 2020. Koronaepidemian takia kokeilu suoritetaan testiajoina ilman matkustajia (Sensible 4 2020). Vaikkakin edellä mainituissa pilottihankkeissa

kyse onkin robottibussista ja tason 4 robottiautosta, ovat nämä isoja askeleita matkalla täysin itsenäiseen ajoon kykenevien, tason 5, autojen yleistymiseen.

4.3 Alueelliset erot ja liikennepolitiikka

Automaatio tulee etenemään eri vauhdilla eri puolella maailmaa. Haastateltava A:n mukaan köyhemmissä maissa on monia esteitä uuden tekniikan käyttöönotossa. Sen lisäksi, että uusi tekniikka on kalliimpaa, itseohjaavissa autoissa on niin kehittyntä tekniikkaa, että moni huolto-operaatio olisi vaatimattomissa olosuhteissa täysin mahdotonta.

Vauraissa maissa uusi teknologia lyö monestakin syystä läpi nopeammin. Vauraissa maissa on ostovoimaisia asiakkaita ja kehittyneempi infrastruktuuri. Haastateltava A arveli, että robottiauton yleistyminen Saharan eteläpuolisessa Afrikassa voi kestää jopa pari vuosikymmentä pidempään kuin länsimaissa. Tämä on sikäli erityisen haitallista, että hyvin suuri osa vakavista liikenneonnettomuuksista tapahtuu juuri köyhemmissä maissa (WHO 2018). Asiaan on myös aivan eri tasoisesti luotu strategioita ja valmistauttu eri valtioiden taholta. Euroopan Parlamentin strategia valmistautuu täysin itsenäiseen ajoon kykenevien robottiautojen yleistymiseen 2030-luvulla (ks. Kuva 1).



Kuva 1. Autonominen ajon tasot ja aikaennuste niiden käyttöönotossa (Euroopan Parlamentti 2020).

5 MITEN MARKKINAT MUUTTUVAT

5.1 Automarkkinoiden nykytilanne

Maailman automarkkinat nykyisellään ovat suurten valmistajien dominoimia (Bekker 2019). Uusia henkilöautoja on viime vuosina myyty kuluttajamarkkinoille vajaan 70 miljoonan kappaleen vauhdilla (Oica 2020). Vuonna 2018 viisi suurinta autovalmistajaa Toyota, Volkswagen, Ford, Honda ja Nissan myivät yhteensä lähes 30 miljoonaa henkilöautoa eli liki kolmanneksen kaikista maailmalla myydyistä uusista henkilöautoista (Bekker 2019).

Nopeinten robottiautojen markkinoille ovat pyrkimässä kaksi autoalalla uutta yritystä: Tesla ja Alphabet:n perustama Waymo. Tällä hetkellä on kuitenkin mahdotonta sanoa, kumpi näistä on kehityksessä pisimmällä. Jotkut asiantuntijat arvelevat Teslan olevan teknisesti johdossa (Trefis Research Team 2019). Osa taasen uskoo Waymon olevan kilpailussa edellä (Bloomberg 2020). Molempien vahvuuksiin kuuluu suuri rahoituspotentiaali, korkea tekninen osaaminen sekä synergiaedut muiden hi-tech yritysten kanssa (Waymolla konsernitasolla, Teslalla perustajan ja pääomistajan kautta).

Itseohjaavat autot tuovat monia uusia mahdollisuuksia auton käyttöön ja omistamiseen. Siksi on oletettavissa, että myös automarkkinat muuttuvat tulevaisuudessa. Myös koko automarkkinoiden luonne muuttuu silloin. Robottiautojen yleistymisen jälkeen voidaan ehkä ennemminkin puhua yleisesti kuljetusmarkkinoista. Erilaiset kimppakyytipalvelut ovat pikkuhiljaa yleistymässä ja saavuttamassa suosiota erityisesti nuorison parissa (Forbes 2018). Tällä hetkellä kimppakyytien osuus kuljetusmarkkinoista on vielä mitaamattoman pieni. Robottiauto tekisi kimppakyytipalveluista tehokkaampaa ja yksinkertaisempaa. Oikeastaan vasta itseohjaavat autot tämänkaltaisen toiminnan kunnolla mahdollistavaisivatkin, kun sama auto voi ilman kuljettajavastuuta olla laajemman asiakspiirin käytössä.

Automyyjien kannalta tilanne on sikäli hälyttävä, että alan edelläkävijät eivät pelkästään tyydy valmistamaan robottiautoja, vaan ovat aktiivisia toimijoita myös kyytikutsupalveluiden kehittämisessä. Kyytikutsupalvelut yhteiskäytön ohella todennäköisesti johtavatkin automyyntien huomattavaan vähenemiseen tulevaisuudessa (Hayes 2019).

Suuret autovalmistajat ovat toistaiseksi suhtautuneet maltillisemmin robottiautoihin. Useimmilla valmistajilla on olemassa suunnitelmia, strategioita ja prototyyppejä robottiautoista, mutta suurempien kehityshankkeiden suhteen ollaan vielä odottavalla kannalla (Reuters 2019). Robottiautoa varten tarvittavaa teknologiaa ei yksikään valmistaja hallitse yksinään, mistä seuraa tyypillisesti se, että saatavilla on useita alihankkijoita ja vaihtoehtoisia teknisiä ratkaisuja. Pelkästään robottiautossa käytettäviä antureita on useita erityyppisiä, kuten niiden valmistajiakin (Quain 2019). Suurilla valmistajilla onkin ”varaa” odotella ja seurata markkinoiden reaktioita ja hypätä täysillä mukaan robottiautojen kehitykseen, kun se näyttää houkuttelevimmalta. Tämä antaa myös edun hyödyntää sitten jo olemassa olevia tekniikoita ja sopimusvalmistajia.

Haastateltava C:n mukaan teknologisessa kilpailussa ei aina voitakaan teknisesti paras vaihtoehto vaan usein se, mikä on parhaiten onnistuttu markkinoimaan. Tärkeää nykyisin on myös verkostoituminen oikeiden avainorganisaatioiden ja henkilöiden kanssa.

5.2 Uudet tai tulevaisuudessa yleistyvät autojen omistusmuodot

Itseohjaavien autojen yleistyminen voi lisätä vaihtoehtoisten omistusmuotojen suosiota autokaupassa. Auto on helpommin jaettavissa, kun kuljettajavastuu on koneella, eikä omistajien tarvitse murehtia eri kuskien ajotaitoja ja ajotapoja. Liikenne- ja viestintäviraston henkilöliikennetutkimuksen mukaan keskiverto suomalainen liikkuu vuorokaudessa n. 41 kilometriä, tästä keskimäärin 31,1 kilometriä eli 76 % kuljetaan henkilöautolla (Liikennevirasto 2016, 8). Tätä ajatellen tuntuu hassulta, että niinkin arvokas hyödyke, kuin auto on keskivertokuluttajalla niinkin vähän käytössä. Suurimman osan ajata autot vain odottavatkin käyttöään parkkeerattuina. Robottiauto voisi itsenäisesti toimittaa tänä aikana muita kuljetustehtäviä. Tällaisessa tapauksessa esimerkiksi perhe, kaveriporukka tai naapurusto saattaisi päättää hankkia robottiauton tai useamman yhteiskäyttönsä. Täysin ongelmaton tämä ei kuitenkaan ole, vaan vaatii aikataulutusta sekä sopimista huolto- ja siivoustoimista. Yhteisomistus voisi olla houkutteleva tilanteessa, jossa yhteiskäytössä mukana olevilla tahoilla olisi erilaisia ja eriaikaisia kuljetustarpeita, jotka kuitenkin olisivat sovitettavissa yhteen. Esimerkiksi perheiden tilannetta tämä voisi auttaa. Ideaalitalanteessa auto voisi itsenäisesti viedä vanhemmat töihin ja lapset kouluun, käydä lastattavana ennalta tilatuilla ostoksilla kaupan drive-in pisteessä ja hakea perheenjäsenet ajallaan takaisin. Tekniikka luo uusia liiketoimintamalleja ja mahdollisuuksia, jotka nekin osaltaan tulevat vaikuttamaan itseohjaavien autojen suo-

sioon. Tämä voi johtaa radikaaliin uuteen liikennemalliin, jossa linjat auton omistuksen, vuokrauksen ja liisauksen välillä hämärtyvät tuntemattomiksi (Forbes 2018).

McKinseyn 2016 julkaiseman raportin mukaan kuluttajien liikkumistavat ovat muuttumassa. Muutos on johtamassa siihen, että joka kymmenes 2030 myyty auto on mahdollisesti jaettu ajoneuvo ja tarkoitukseen sopiville mobiilisovelluksille syntyy tämän myötä uudet markkinat. (Gao ym. 2016, 8.)

Onkin mahdollista, että autojen omistustapa muuttuu tulevaisuudessa radikaalisti. Itseohjaavien autojen muodostaessa enemmistön, autojen yksityisomistus saattaa jäädä menneisyyteen. Jos robottiauto voidaan kutsua paikalle Uber-tyyppisellä sovelluksella, niin tätä palvelua käyttävät eivät enää tarvitse omaa autoa, puhumattakaan useammasta autosta. Robottiauto noutaa sinut, jättää sinut määränpäähäsi ja jatkaa eteenpäin palvelemaan muita tilaajia. (Hayes 2019.)

5.3 Autokaupan tulevaisuus

Perinteisten autokauppojen ja valmistajien markkinatilanne voi uusien omistusmuotojen ja autojen yhteiskäytön takia joutua ahtaalle. Hajautettu joukko kuskittomia autoja voidaan jakaa useiden kyydintarvitsijoiden kesken. Mikäli näin käy, se varmasti tulisi vahingoittamaan uusien ja käytettyjen autojen kauppaa, elleivät valmistajat ja myyjät nopeasti sopeudu tilanteeseen (Hayes 2019). Oma arvioni on, etteivät autokauppiat erityisemmin odota itseohjaavien autojen tuloa. Autokaupalla ei ole juurikaan mahdollisuuksia estää muutosta vaan niiden ainoana mahdollisuutena on sopeutua.

On mahdollista, että tulevaisuudessa autojen omistus jää vähemmistöön ja yhteiskäyttö ja lyhyt vuokraus vie suurimman osan automarkkinoista. Tätä muutosta nopeuttaa kyytikutsupalveluiden ja itseohjaavien ajoneuvojen antamat uudet liiketoimintamahdollisuudet. (Turner 2017.)

Vihjettä ihmisten käyttäytymiseen oman auton ostamisen tai yhteiskäytön välillä voisi antaa vertailu, jossa verrataan oman auton omistamisen suhdetta alueen julkisen liikenteen saatavuuteen.

Vuonna 2012 Yhdysvalloissa kotitalouksien, joilla ei ollut moottorikulkuneuvoa osuus oli lähes 10 %. Kaupungeissa, joissa on hyvät julkisen liikenteen palvelut ja kilpailukykyisiä vaihtoehtoja autoilulle, ajoneuvottomien kotitalouksien osuus kasvaa huomattavasti

ollen New Yorkissa 56 %, Washington D.C.:ssa 38 % ja Bostonissa 37 %. Näyttäisi siltä, että kun siihen on mahdollisuus, niin ainakin amerikkalaiset ovat valmiita omaksumaan vaihtoehtoisia kulkumuotoja ja luopumaan auton omistamisesta. (Turner 2017.)

Autokaupalla tulee jatkossakin olemaan asiakkaita, jotka haluavat omistaa itse autonsa. On vaikea kuvitella, että tällaiset asiakkaat kokonaan häviäisivät, vaikka yhteiskäyttö ja erilaiset lyhytvuokraukset lisääntyisivät. Monelle oma auto on edelleenkin vapauden vertauskuva.

5.3.1 Käytettyjen autojen kauppa

On todennäköistä, että tavanomaiset autot ovat melko pitkään käytössä rinnakkain robottiautojen kanssa. Taloudelliset, poliittiset ja turvallisuusseikat määrittävät, miten kauan siirtymäaika kestää. Muutos tapahtunee eri tahdilla eri puolilla maailmaa. Mikäli kyytikutsupalvelut ja lyhytvuokrat yleistyvät, on käytettyjen autojen kauppiaalla edessä vastaavanlainen markkinoiden näivettyminen kuin uusien autojenkin myyjillä (Hayes 2019). Muutos voi olla jopa rajumpi, koska perinteiset autot tulevat menettämään mielenkiintoaan kuluttajien keskuudessa. Vanhojen autojen muuttaminen itseohjauviksi on äärimäisen epäkäytännöllistä ja kallista, joten sekään ei ole ratkaisu.

5.3.2 Asenteet eroavat eri asiakasryhmissä

Autoa tarvitsevat asiakkaat voisi jakaa lukemattomiin segmentteihin. Tässä tapauksessa päädyin jakamaan asiakkaat karkeasti ikäluokkien ja auton käyttötarpeiden mukaan vain muutamaan pääryhmään, mitkä ovat: nuoret, vanhukset, yhden tai useamman henkilön taloudet sekä työssäkäyvät.

Haastateltava D uskoo eri ikäluokkien suhtautumisen robottiautoihin eroavan suuresti. Hän arvelee, että nuoriso ottaa robottiautot, kyytikutsupalvelut ja yhteiskäytön ennakkoluulottomasti ja innoissaan vastaan, kun taas etenkin vanhuksissa on varmasti niitäkin ihmisiä, jotka periaatteestakin eivät astu moisen kyytiin.

Toisaalta vanhuksissa on suhteellisesti eniten niitä, jotka tarvitsevat apua liikkumisessaan. Länsimaiden väestö onkin varsin ikääntynyttä, joten tämän segmentin kokokin on merkittävä. Vanhemmat sukupolvet ovat myös tottuneet omistamaan autonsa ja ehkä

omaan tuttuun robottiautoon on helpompaa luottaa, kuin yhteiskäytössä olevaan ajoneuvoon.

Perheellisille ja työssäkäyville kuluttajille robottiautot tarjoavat ajansäästöä ja helpotusta niin arkeen kuin työhönkin. Työnteko matkustaessa helpottuu. Lisäksi ei tarvitse muurehtia kuskin väsymystä.

5.3.3 Erikoistuminen mahdollisuutena

Autokaupalla on mahdollisuutena myös erikoistuminen. Erikoisemmat autot tulevat varmasti edelleen käymään tulevaisuudessa kaupaksi. Autoharrastajat sekä varakkaat asiakkaat todennäköisesti haluavat edelleen omistaa autoja. Siksi autokauppa tuskin tulee koskaan täysin loppumaan, vaikka robottiautojen myötä liiketoiminta todennäköisesti muuttuu myynnistä vuokraus- ja yhteiskäyttöön painottuvaksi.

5.4 Kyytikutsupalvelut ja autonvuokraus

Yksi ala, johon robottiauto vaikuttaa voimakkaasti, on autonvuokraus. Itse ohjaavat autot mullistavat erityisesti vuokra-autojen haun ja palautuksen. Todennäköisesti auto tilataan mobiilisovelluksella paikalle haluttuna aikana. Aiemmassa luvussa tämänäyttypistä palvelua jo kuvattiinkin.

Pääkaupunkiseudulla autonvuokrausyrityksessä työskentelevän, haastateltava B:n mukaan perinteisen autonvuokrausalan oletetaan enemmän tai vähemmän kärsivän itseohjautuvien autojen vallatessa tiet ja markkinat. Pari autonvuokrausalan suurta kansainvälistä toimijaa onkin aloittanut yhteistyön itseohjautuvia autoja kehittävien teknologiayritysten kanssa. Pelkona on se, että viime vuosina voimakkaasti kasvaneet kimppekyytipalveluiden kaltaiset toimijat ja ilman kuljettajia toimivat ”robottitaksit” vievät asiakkaat. Perinteiselle autonvuokraukselle ei silloin enää jäisi jalansijaa markkinoilla.

Etenkin nuoret aikuiset suhtautuvat positiivisesti kimppekyyteihin. Robottiautot tekisivät kimppekyytien sovittamisesta todennäköisesti helpompaa, eikä ajovastuu aina lankeaisi vain tietyille ajokortillisille henkilöille. Haastateltava D arvelee, että robottiautot alkavat yleistyä nopeinten juuri kimppekyytien tapaisessa käytössä.

Autonvuokraajien on sopeuduttava markkinatilanteeseen. Yhteistyö autovalmistajien kanssa voisi olla osa sopeutumista ja molempia tahoja hyödyttävää.

Haastateltava B:n mukaan autonvuokrausalan yrityksillä on jo hallussaan kokonaisvaltainen osaaminen siitä, miten operoida ja hallinnoida suuria autokantoja. Vaikka auton tuleva teknologinen kehitys olisikin valtaisa, jäljelle jää silti asioita, joita itseohjautuvat autot eivät ”itse osaa tehdä”. Tästä esimerkkeinä erilaiset huoltotoimenpiteet, auton yksityiskohtainen puhdistus, renkaiden vaihto jne. Tällaiseen osaamiseen eivät myöskään liiketoimintamalliltaan yksinkertaistetut kyytipalvelut tai kuskittomat robottitaksit yllä.

Itseohjaavat autot välttävät kolareita ihmiskuljettajia paremmin. Niitä ei siis tarvitse käyttää korjaamolla usein. Haastateltava B:n mukaan autonvuokrausyritykset toimivat mm. yhteistyössä vakuutusyhtiöiden kanssa toimittamalla vakuutusyhtiön asiakkaalle sijaisauton siksi aikaa, kun asiakkaan auto on korjaamolla. Tämä osa autonvuokraamisen liiketoiminnasta vähentyy siis huomattavasti.

Erot autonvuokrauksen ja robottiauton myötä syntyneiden uusien liiketoimintapojen välillä hämärtyvät (Forbes 2018). Tulevaisuudessa ei ehkä ole mielekäästä erotella näistä autonvuokrausta erilleen.

6 ARVIONTI JA JOHTOPÄÄTÖKSET

6.1 Johtopäätökset aiheesta

Itseohjaavat autot ovat melko todennäköisesti yleistymässä seuraavan 30 vuoden sisällä. Muutos tulee todennäköisesti tapahtumaan vaiheittain niin, että tavallisia autoja on samaan aikaan liikenteessä. Muutos tulee myös tapahtumaan eri tahtisesti eri puolilla maailmaa. On todennäköistä, että kyytikutsupalvelut tulevat yleistymään autojen yksityisomistuksen kustannuksella. Muutoksen nopeuteen vaikuttavat monet eri intressit ja tahot. Yksin tekninen valmius ei riitä näin mullistavan teknologian menestykseen markkinoilla, vaan myös yhteiskunnan ja ihmisten on oltava tähän muutokseen valmiita.

Pitkälle kehittynyt automaatio tulee väkisinkin vaikuttamaan yhteiskuntaan, ihmisiin ja kulttuureihin. Auton kyky täysin itsenäiseen ajoon ilman ihmisajajaa on suurimpia, ellei suurin muutos autoilun historiassa. Tämä muutos tuo tulestaan sekä myönteisiä että negatiivisia vaikutuksia. Myönteisistä mainitsisin turvallisuuden lisääntymisen, tehokkuuden parantumisen ja arjen helpottumisen. Taloudelliset hyödyt ja turvallisuuden paraneminen ovat todennäköisesti jo painoarvoltaan kaikkia haittoja suuremmat. Omat vaikutuksensa tällä tekniikalla tulee olemaan myös kulttuuriin ja ihmisten väliseen vuorovaikutukseen.

Negatiivisista vaikutuksista selkeimmin nähtävissä on työpaikkojen menetys. Yksin Suomessa taksiliikenne työllistää 12000 henkilöä (Autoalan Tiedotuskeskus 2017). Robottiauto tekee perinteisen taksipalvelun tarpeettomaksi monelle. Tämän lisäksi automaation takia vaakalaudalla ovat monet muutkin logistiikka-alan työpaikat. Vaikkakin joitakin uusia työpaikkoja myös syntyy uuden tekniikan myötä, ovat näiden työtehtävien taitovaatimukset hyvin erilaisia, mikä tekee hiipuvien alojen työntekijöille uuden työn saamisen haasteelliseksi. Muut negatiiviset vaikutukset ovat mahdollisia, mutta vältettävissä tai hillittävässä hyvällä politiikalla ja kuluttajien, valmistajien sekä palveluntarjoajien vastuullisella toiminnalla.

Olisi luonnon, yleisen viihtyvyyden ja liikenteen sujuvuuden kannalta suotavaa, ettei turha ajo lisääntyisi. Toinen toivottava asia olisi, ettei autojen lukumäärä ainakaan kasvaisi nykyisestä. Parhaimmillaan tekniikka parantaa elämänlaatua, turvallisuutta, tuot-

tavuutta ja ympäristöystävällisyyttä. Nämä kaikki mahdollisuudet ovat olemassa robot-tiauton kohdalla, mikäli ne otetaan viisaasti käyttöön.

Robottiautoihin liittyviä lisätutkimuksia voisi tehdä useastakin eri näkökannasta ja eri tieteenaloihin liittyen. Mielenkiintoisia tutkimusaiheita voisivat olla esimerkiksi:

- Kyytikutsupalveluiden mahdollistamat IT-markkinat
- Robottiautojen yleistymisen yhteiskunnalliset vaikutukset
- Robottiautojen vaikutus ammattiliikenteeseen ja logistiikkaan
- Automatisoidun liikenteen vaikutukset ympäristöön

6.2 Arvio työn lopputuloksesta

Tämän opinnäytetyöni tarkoituksena oli selvittää, minkälaisia muutoksia automarkki-noihin on odotettavissa, jos tai kun automatisoidut ajojärjestelmät yleistyvät. Mielestäni onnistuin käsittelemään aihetta riittävän laajalti, valistuneiden johtopäätösten teke-miseksi aiheesta. Tähän työhön käyttämäni aika kului enimmäkseen erilaisten kirjallis-ten lähteiden etsimiseen ja lukemiseen. Oma tietämykseni aiheesta kasvoi samalla valtavasti. Myös tieteellinen tapa tehdä tutkimusta tuli tutuksi. Vahvuuksinani työssä oli aiemmat tietotekniikan ja tietojenkäsittelytieteiden opintoni, joiden ansiosta ymmärsin aihetta myös teknisestä näkökannasta. Aiempi tietämys auttoi myös seulomaan aineis-toista luotettavimmat sekä ymmärtämään niissä esitetyjä asioita. Etunani oli myös laa-ja tuttavapiiri, jonka joukosta oli helppo löytää sopivia haastateltavia. Haastattelut tuot-tivat paljon uutta tietoa ja näkökulmia aiheeseen.

Arvioni eri tietolähteiden osuuksien jakautumisessa lopullisessa työssäni on, että kirjal-liset lähteet ja lainaukset vastaavat 35 % tiedosta, haastattelut 25 % ja omat tiedot, empiria sekä päättelyt 40 %.

LÄHTEET

- Ai Hub 2019. Robottibussien ekosysteemi kukoistaa Suomessa. Viitattu 31.08.2020. <https://blogs.tuni.fi/cs/projects/ai-hub/robottibussien-ekosysteemi-kukoistaa-suomessa/>
- Arthur D. Little 2018. Future of automotive mobility – reloaded. How end-customer perspective has developed on key mobility trends in the last 3 years -executive summary. Viitattu 29.04.2020. <https://www.adlittle.com/en/insights/viewpoints/future-automotive-mobility---reloaded>
- Autoalan Tiedotuskeskus 2017. Autoalan työlliset toimialoitain. Viitattu 29.04.2020. <http://www.aut.fi/autoala-suomessa/autoalan-tyolliset-toimialoitain>
- Bekker, H. 2019. CarSalesBase.com. Global top car brands 2018 by JATO Dynamics. Viitattu 15.05.2020. <https://carsalesbase.com/global-car-sales-2018/>
- Bloomberg 2020. The State of the Self-Driving Car Race 2020. Viitattu 06.09.2020. <https://www.bloomberg.com/features/2020-self-driving-car-race/#waymo>
- BMW 2019. The path to autonomous driving. Viitattu 28.01.2020. <https://www.bmw.com/en/automotive-life/autonomous-driving.html>.
- Chang, P. 2018. Self-Driving Cars and Their Environmental Impact. Viitattu 29.02.2020. <http://large.stanford.edu/courses/2017/ph240/chang-p2/>.
- DHL 2014. Self-driving vehicles in logistics. Viitattu 26.08.2020. https://www.dhl.com/content/dam/downloads/g0/about_us/logistics_insights/dhl_self_driving_vehicles.pdf
- Electrek 2020. Elon Musk on Tesla Self-Driving: 'I can almost go from my house to work with no intervention'. Viitattu 01.09.2020. <https://electrek.co/2020/07/23/tesla-self-driving-elon-musk-house-to-work/>
- Etherington, D. 2017. Waymo now testing its self-driving cars on public roads with no one at the wheel. Viitattu 02.04.2020. <https://techcrunch.com/2017/11/07/waymo-now-testing-its-self-driving-cars-on-public-roads-with-no-one-at-the-wheel/>
- Euroopan Parlamentti 2020. Ajankohtaista: Itseohjautuvat autot pian todellisuutta EU:ssa. Viitattu 11.05.2020. <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/economy/20190110STO23102/itseohjautuvat-autot-pian-todellisuutta-eu-ssa>
- Finlex 2017. Hallituksen esitys eduskunnalle tieliikennelaiksi ja eräiksi siihen liittyviksi laeiksi. Kappale 2.1.3 Turvallisen liikennekäyttämisen perusedellytykset – yleiset periaatteet. Saatavilla: <https://finlex.fi/fi/esitykset/he/2017/20170180#idp445810800>
- Forbes 2018. Car Rental Companies Are In A "Transformative" Stage. Here's What It Means for You. Viitattu 06.09.2020. <https://www.forbes.com/sites/christopherelliott/2018/09/23/car-rental-companies-are-in-a-transformative-stage-heres-what-it-means-for-you/#14d2f03f6dd5>
- Gao, P.; Kaas, H.; Mohr, D. & Wee, D. 2016. Automotive revolution – perspective towards 2030 How the convergence of disruptive technology-driven trends could transform the auto industry. McKinsey & Company. Viitattu 01.04.2020. Saatavilla: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/disruptive-trends-that-will-transform-the-auto-industry>

Hayes, A. 2019. Self-Driving Cars Could Change the Auto Industry. Viitattu 14.4.2020. <https://www.investopedia.com/articles/personal-finance/031315/selfdriving-cars-could-change-auto-industry.asp>

Hawkins, A. 2017. Waymo is first to put fully self-driving cars on US roads without a safety driver. The Verge. Viitattu 02.04.2020. <https://www.theverge.com/2017/11/7/16615290/waymo-self-driving-safety-driver-chandler-autonomous>

Helsingin Sanomat 2020. Maailmalla varaudutaan epidemiaan haalimalla hengityskoneita – Britanniassa hallitus yrittää valjastaa yritykset tuottamaan koneiden osia, Saksa taas tilasi 10 000 konetta lisää. Viitattu 17.03.2020. <https://www.hs.fi/ulkomaat/art-2000006442374.html?ref=rss>.

Hirsjärvi, S. Hurme, H. 2001. Tutkimushaastattelu: teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki: Yliopistopaino.

Katsastushaku 2020. Tieliikennelaki 2020: Liikennemerkit ja tiemerkinnot. Viitattu 12.05.2020. <https://katsastushaku.fi/tietopankki/tieliikennelaki-2020-liikennemerkit-ja-tiemerkinnat/>

Kuntatekniikka 2019. Tampereella uskotaan: Robottibussit syöttävät ratikkaa jo 2021. Viitattu 12.05.2020. <https://kuntatekniikka.fi/2019/01/09/tampereella-uskotaan-robottibussit-syottavat-ratikkaa-jo-2021>

Liikenneturva 2020. Jarrutusmatkan laskuri. Viitattu 13.05.2020. <https://extrat.liikenneturva.fi/pysahtymismatka-auto/fi/>

Liikennevirasto 2016. Henkilöliikennetutkimus 2016, Liikenneviraston tilastoja 1/2018. Saatavilla: https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/tji_2018-01_henkilöliikennetutkimus_2016_web.pdf

Lumiaho, A. Malin, F. 2016. Tieliikenteen automatisoinnin etenemissuunnitelma ja toimenpideohjelma 2016-2020, Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 19/2016. Viitattu 28.03.2020. https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lts_2016-19_tieliikenteen_automatisoinnin_web.pdf

Länsiväylä 2018. Espoossa testataan robottiautoa, kyytiin pääsee kuka vaan. Viitattu 12.05.2020. <https://www.lansivayla.fi/paikalliset/1353033>

Oica 2020. Sales of new vehicles 2005-2019. International Organization of Motor Vehicle Manufacturers. Viitattu 06.09.2020. Saatavilla: <http://www.oica.net/category/sales-statistics/>

Quain, J. 2019. The New York Times. These High-Tech Sensors May Be the Key to Autonomous Cars. Viitattu 16.05.2020. <https://www.nytimes.com/2019/09/26/business/autonomous-cars-sensors.html>

Reuters 2019. Toyota's not alone in the slow lane to self-driving cars. Viitattu 15.05.2020. <https://www.reuters.com/article/us-autoshow-tokyo-toyota-technology/toyotas-not-alone-in-the-slow-lane-to-self-driving-cars-idUSKBN1X41XF>

Ruttan, V. 2006. Is War Necessary for Economic Growth? Military Procurement and Technology Development. University of Minnesota.

SAE International 2014. Taxonomy and Definitions for Terms Related on On-Road Motor Vehicle Automated Driving Systems.

Sensible 4 2020. Sensible 4 launches a fleet of self-driving vehicles in busy area of Helsinki. Viitattu 12.05.2020. <https://sensible4.fi/2020/04/14/sensible-4-launches-a-fleet-of-self-driving-vehicles-in-busy-area-of-helsinki/>

Stewart, J. 2018. Self-Driving Cars Use Crazy Amounts of Power, and It's Becoming a Problem. Viitattu 06.09.2020. <https://www.wired.com/story/self-driving-cars-power-consumption-nvidia-chip/>

Suomen Puolustusministeriö 2020. Puolustusmenojen osuus bruttokansantuotteesta. Viitattu 11.05.2020.

https://www.defmin.fi/tehtavat_ja_toiminta/puolustushallinnon_voimavarat/talous/puolustusmenojen_osuus_bruttokansantuotteesta

The New York Times 2020. This Was Supposed to Be the Year Driverless Cars Went Mainstream. Viitattu 17.05.2020. <https://www.nytimes.com/2020/05/12/technology/self-driving-cars-coronavirus.html>

Trefis Research Team 2019. Just How Far Ahead Is Tesla In The Self-Driving Race? Viitattu 16.05.2020. Saatavilla: <https://dashboards.trefis.com/no-login-required/XXi3qy1H/Just-How-Far-Ahead-Is-Tesla-In-The-Self-Driving-Race-?>

Turner, C. 2017. CBT-News, Will Self-Driving Cars be the Demise of the Auto Dealer? Viitattu 27.04.2020. <https://www.cbtnews.com/will-self-driving-cars-demise-auto-dealer/>

UN 2019. World Population Ageing 2019: Highlights. Viitattu 27.04.2020. <https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/ageing/WorldPopulationAgeing2019-Highlights.pdf>

USA Today 2019. Elon Musk vows fully self-driving Teslas this year and 'robotaxis' ready next year. Viitattu 26.2.2020. <https://eu.usatoday.com/story/money/cars/2019/04/22/tesla-says-its-fully-self-driving-car-tech-autonomous/3540926002/>.

U.S. Department of Transportation 2017, Automated Vehicles for Safety, Viitattu 29.02.2020. <https://www.nhtsa.gov/technology-innovation/automated-vehicles-safety>.

U.S. Department of Transportation 2018, Preparing for the Future of Transportation: Automated Vehicles 3.0. Viitattu 13.05.2020. <https://www.transportation.gov/av/3>.

Yle 2019. Vuosikymmenien miesvalta on pian ohi – yhdessä Suomen yleisimmistä liikennemerkeistä kävelee kohta sukupuoleton pallopää. Viitattu 06.09.2020. <https://yle.fi/uutiset/3-10969277>

Waymo 2020. Frequently asked questions. Viitattu 02.04.2020. <https://waymo.com/faq/>

WHO 2018. Global status report on road safety 2018. Saatavilla: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>.

HAASTATELTAVAT

Haastateltava A: Sambiasta kotoisin oleva lähihoitaja. Haastateltu 17.02.2020.

Haastateltava B: Työskennellyt pääkaupunkiseudulla autovuokraamossa. Kohdannut työssään tuhansia autoilevia asiakkaita. Haastateltu maaliskuussa 2020.

Haastateltava C: Professori, Tulevaisuuden tutkimuskeskus. Haastateltu 13.02.2020.

Haastateltava D: Perheellinen turkulainen mies. Tekniikasta kiinnostunut edelläkävijä / trenditie-
toinen kuluttaja. Haastateltu 07.05.2020 ja 15.05.2020.

LIITTEET

Liite 1. Haastattelukysymykset

Haastateltava A:n haastattelin aiheesta teemahaastatteluna. Teemana oli robottiautojen yleistyminen kehittyvissä maissa ja siihen liittyvät asiat.

Kysymykset haastateltava B:lle

Miten autonvuokrausala muuttuu, kun itseohjaavat autot tulevat markkinoille?

Uskotko, että henkilöautojen määrä vähenee vai lisääntyy tämän tekniikan myötä?

Miten uskot autokaupan, liisauksen ja vuokrauksen osuuksien käyvän?

Mitkä ovat suurimmat edut itseohjautuvissa autoissa, entä suurimmat haitat?

Kysymykset haastateltava C:lle

Miten ajattelet automarkkinoiden muuttuvan, jos/kun täysin itseohjaavat autot tulevat markkinoille:

Aiheuttaako se tarvetta muuttaa liiketoimintamalleja autokaupassa?

Entä, aiheuttaako se tarvetta muuttaa liiketoimintamalleja autoteollisuudessa?

Miten käy autojen kokonaismäärälle? Onko autoja enemmän vai vähemmän suhteessa asukasluukuun? Lisääntykö vai väheneekö autojen myynti?

Yleistyvätkö "uudenlaiset" autojen omistusmuodot, kuten yhteiskäyttö (esim naapuruston käytössä), lyhytvuokraus (kuten sähköpotkulaudat nykyään), jne?

Miten uskot autokaupan, liisauksen ja vuokrauksen osuuksien käyvän tämän tekniikan myötä?

Minkälaisia uusia mahdollisuuksia ja uhkia automattisen ajojärjestelmän yleistyminen luo henkilöautomarkkinoille?

Kysymykset haastateltava D:lle

Miltä tuntui ajaa autoa, jossa oli parkkeerausavustin?

Miten uskot ihmisten vastaanottavan itseohjaavat autot?

Uskotko, että autojen määrä vähenee vai lisääntyy tämän tekniikan myötä?

Miten uskot autokaupan, liisauksen ja vuokrauksen osuuksien käyvän?

Mitkä ovat suurimmat edut itseohjautuvissa autoissa, entä suurimmat haitat?

Kuinka tärkeänä pidät itseohjaavan auton tulemista?

Luottaisitko itseohjaavaan autoon niin paljon, että antaisit sen hakea lapsesi tarhasta/koulusta?