

Automaattiautojen vaikutukset liikkumistottumuksiin

Timo Liljamo, Heikki Liimatainen, Markus Pöllänen,
Hanne Tiikkaja, Roni Utriainen, Riku Viri



Julkaisun nimi Automaattiautojen vaikutukset liikkumistottumuksiin	
Tekijät Timo Liljamo, Heikki Liimatainen, Markus Pöllänen, Hanne Tiikkaja, Roni Utriainen, Riku Viri	
Toimeksiantaja ja asettamispäivämäärä Liikenteen turvallisuusvirasto, 6.4.2017	
Julkaisusarjan nimi ja numero Trafin tutkimuksia 1/2018	ISSN (verkkojulkaisu) 2342-0294 ISBN (verkkojulkaisu) 978-952-311-243-8
Asiasanat Automaattiauto, robottiauto, kyselytutkimus, liikennekäyttäytyminen	
Yhteyshenkilö Eetu Pilli-Sihvola	Raportin kieli suomi
Tiivistelmä Tieliikenteen automaatio on kehittynyt viime vuosina merkittävästi ja automaattiautojen odotetaan yleistävän markkinoilla 2020-luvun alkupuolella. Liikenteen automaatio muuttaa myös liikennejärjestelmää ja liikennekäyttäytymistä. Automaattiautojen odotetaan lisäävän ihmisten liikkumista, muokkaavan tyypillisiä liikkumistottumuksia erilaisiksi ja tuovan liikennejärjestelmään merkittäviä hyötyjä muun muassa liikenneturvallisuuden ja liikenteen tehokkuuden parantuessa. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten robottiautot vaikuttavat ihmisten liikkumiseen ja miten valmiita ihmiset ovat ottamaan käyttöön automaattiautoja. Tutkimus koostui kirjallisuusselvityksestä, laajasta postikyselytutkimuksesta ja asiantuntijatyöpajasta, joiden avulla tutkimuskysymyksiin vastattiin. Kirjallisuudessa on arvioitu, että henkilökilometrien kokonaismäärä voi automaattiautojen seurauksena kasvaa jopa 10–40 % nykyisestä. 60 % kyselyn vastaajista uskoo myös liikkuvansa enemmän henkilöautolla, jos liikkuminen olisi nykyistä halvempaa. Myös asiantuntijatyöpajassa tunnistettiin, että liikenteen automaatio voi kasvattaa henkilökilometrien määrää, joskin samaan aikaan digitalisaation tuomat muutokset voivat vähentää liikkumisen tarvetta. Automaattiautojen vaikutukset kulkutapajakaumiin ovat vielä epäselviä. Useissa tutkimuksissa todetaan, että automaattiautot voivat kasvattaa henkilöautoilun kulkutapaosuutta jopa 10–30 %, mutta joidenkin tutkimusten mukaan liikenteen automatisoituminen voi vähentää henkilöautoilun kulkutapaosuutta. Kyselyn kulkutavan valintatehtävissä nykyiset joukkoliikenteen käyttäjät näkivät oman automaattiauton olevan omaa henkilöautoa mieluisampi vaihtoehto, joten autojen osuus voi kasvaa. Henkilöautoilun houkuttelevuuden kasvusta huolimatta asiantuntijat odottavat jalankulun ja pyöräilyn sekä joukkoliikenteen kulkutapaosuuksien kasvavan Suomessa tulevaisuudessa maankäytön ohjauksen, liikkumisen ohjauksen ja muutuvien arvostusten myötä. Automaattiautojen myötä autojen yhteiskäyttöpalveluista on tehtävissä houkuttelevampi vaihtoehto autonomistukselle. Tutkimuksen mukaan noin 66 % suomalaisista ei koe tarvetta omistaa omaa automaattiautoa tulevaisuudessa, mikäli automaattitaksi olisi aina hyvin saatavilla ja automaattitaksien vuosikustannukset olisivat käyttäjälle itse omistettua autoa pienemmät. Myös asiantuntijat odottavat autonomistuksen pienentyvän ja autokannan muuttuvan hitaasti entistä enemmän yhteiskäyttöautojen suuntaan. Ihmisten suhtautumista robottiautoihin ei ole aiemmin tutkittu Suomessa. Tämän tutkimuksen tuloksena todettiin, että suurin osa suomalaisista suhtautuu myönteisesti automaattiautoihin. Automaattiautoille löytyy kuitenkin yhä myös joukko vastustajia, jotka eivät missään nimessä toivo automaattiautojen yleistävän. Voidaan kuitenkin todeta, että suomalaiset ovat keskimäärin melko valmiita kokeilemaan ja käyttämään automaattiautoja, kunhan niiden turvallisuus ja luotettavuus pystytään takaamaan.	

Publikation Hur automatiserade bilar påverkar våra mobilitetsvanor	
Författare Timo Liljamo, Heikki Liimatainen, Markus Pöllänen, Hanne Tiikkaja, Roni Utriainen, Riku Viri	
Tillsatt av och datum Trafiksäkerhetsverket, 6.4.2017	
Publikationsseriens namn och nummer Trafis undersökningsrapporter 1/2018	ISSN (webbpublikation) 2342-0294 ISBN (webbpublikation) 978-952-311-243-8
Ämnesord Automatiserad bil, robotbil, enkätundersökning, mobilitetsvana	
Kontaktperson Eetu Pilli-Sihvola	Rapportens språk finska
Sammandrag Det har skett stora framsteg inom automatiserade vägtransporter på senaste tid. Automatiserade bilar förväntas bli vanliga på marknaden i början av 2020-talet. Automatiserad trafik innebär att också trafiksystemet och trafikbeteendena förändras. Automatiserade bilar förväntas öka mobiliteten, förändra våra typiska mobilitetsvanor och föra med sig stora fördelar i trafiksystemet. De förväntas bl.a. göra trafiken säkrare och effektivare. Syftet med denna undersökning har varit att utreda hur automatiserade bilar påverkar människors mobilitet och hur beredda människor är att använda automatiserade bilar. Undersökningen har omfattat en litteraturöversikt, en omfattande postenkät och en expertverkstad. Frågorna i undersökningen har besvarats med hjälp av alla dessa. Litteraturen ger vid handen att personkilometrarna kan öka med så mycket som 10–40 procent till följd av automatiserade bilar. Av alla som svarade på enkäten tror 60 procent dessutom att de kommer att röra sig mer med personbil om det blir billigare. Expertpanelen kom också fram till att automatiserade transporter kan öka mängden personkilometer, om än förändringarna till följd av digitaliseringen kan leda till att mobilitetsbehoven blir mindre. Hur automatiserade bilar påverkar fördelningen mellan olika transportsätt är ännu oklart. Flera undersökningar pekar på att automatiserade bilar kan öka personbilens andel bland transportsätten med så mycket som 10–30 procent. Vissa undersökningar drar däremot slutsatsen att automatiserad trafik kan göra det motsatta. I de enkätfrågor som gällde val av transportsätt visade det sig att nuvarande kunder hos kollektivtrafiken skulle föredra egen automatiserad bil framom egen personbil. Andelen bilar kan alltså växa. Trots att bilåkning blir attraktivare förväntar sig experterna att andelen gång, cykling och kollektivåkning kommer att öka i Finland, som en följd av styrningen av markanvändningen och av mobiliteten samt av att värderingarna förändras. Automatiserade bilar möjliggör att sam användningstjänster för bilar kan bli ett attraktivt alternativ till biläggande. Undersökningen visar att ca 66 procent av alla finländare inte upplever något behov av att äga en automatiserad bil i framtiden om det finns god tillgång på automatiserade taxibilar och den årliga kostnaden för resor med automatiserade taxi blir mindre än att äga bil. Också experterna förutser att bilägandet kommer att minska och att bilparken så småningom förändras mot ökad sam användning. Det finns inga tidigare finländska undersökningar om hur människor förhåller sig till automatiserade bilar. En av slutsatserna av denna undersökning var att finländarna till största del ställer sig positivt till dem. Det finns för tillfället ett antal motståndare som under inga omständigheter vill att automatiserade bilar ska bli vardagsmat. Det kan dock konstateras att finländarna i genomsnitt är ganska beredda att pröva och införa automatiserade bilar, förutsatt att säkerheten och pålitligheten kan garanteras.	



Finnish Transport Safety Agency

Date
5 January 2018

Title of publication The impact of automated vehicles on travel behaviour	
Author(s) Timo Liljamo, Heikki Liimatainen, Markus Pöllänen, Hanne Tiikkaja, Roni Utriainen, Riku Viri	
Commissioned by, date Finnish Transport Safety Agency, 6 April 2017	
Publication series and number Trafí Research Reports 1/2018	ISSN (online) 2342-0294 ISBN (online) 978-952-311-243-8
Keywords Automated vehicle, robot vehicle, questionnaire survey, travel behaviour	
Contact person Eetu Pilli-Sihvola	Language of the report Finnish
Abstract The automation of road traffic has developed significantly in recent years and it is anticipated that automated vehicles will be commonplace in the markets during the first half of the 2020s. The automation of traffic will also change the transport system and traffic behaviour. Automated vehicles are expected to increase people's mobility, to change typical mobility habits, and to bring significant benefits to the transport system, including improvements in traffic safety and transport efficiency. The objective of this research was to clarify how automated vehicles will affect people's mobility and to gauge people's readiness to use automated vehicles. The research consisted of a literature review, a wide ranging postal survey expert workshops and these enabled the research questions to be addressed. In the literature it, is estimated that the total number of person-kilometres could increase by 10-40 % from current levels as the result of automated vehicles. 60 % of the survey respondents believe that they would travel more by passenger car if travelling was cheaper than at present. Also in the expert workshop it was recognised that the automation of transport could increase the number of person-kilometres travelled even though the changes brought about by digitalisation at the same time could reduce the need for travel. The impact of automated vehicles on the modal split between different modes of transport is still unclear. Several pieces of research have confirmed that automated vehicles could increase the share of passenger cars as a mode of transport by as much as 10-30 %, but according to some research, the automation of transport could reduce the share of passenger cars as a mode of transport. In the survey questions regarding choice of mode of transport, those who currently use public transport considered that owning an automated car was a better alternative than owning a passenger car so the proportion of car journeys could increase. In spite of the increased attraction of passenger cars, the experts expect the share of walking and cycling as well as of public transport to increase in Finland in the future with developments in land use planning, mobility management and changing values. Automated vehicles can make car sharing services more attractive than car ownership. According to research, about 66 % of Finns do not feel they would need to own an automated vehicle in the future if automated taxis were always available and the annual costs of an automated taxi were lower for the user than the costs of owning their own car. The experts also expect a reduction in car ownership and the car fleet to gradually move more and more towards car sharing. People's attitudes towards automated vehicles have not been studied in Finland before. The results of this study confirm that most Finns have a positive attitude towards automated vehicles. However, there are also many people who are opposed to automated vehicles, who would not wish automated vehicles to become widespread at any price. However, it can be concluded that on average, Finns are fairly ready to try out and use automated vehicles as long as their safety and reliability can be guaranteed.	

ALKUSANAT

Tämä automaattiautojen vaikutuksia liikkumistottumuksiin käsittelevä selvitys on tehty Liikenteen turvallisuusvirasto Trafin ja Liikenneviraston toimeksiannosta. Selvityksestä vastasivat Timo Liljamo ja Heikki Liimatainen Liikenteen tutkimuskeskus Vernestä Tampereen teknilliseltä yliopistolta. Hankkeeseen osallistui myös muita Vernen henkilökuntaan kuuluvia erityisesti kyselytutkimusvaiheessa ja työpajaosuudessa.

Hankkeen ohjausryhmään kuuluivat Eetu Pilli-Sihvola ja Anna Schirokoff Trafista sekä Risto Kulmala Liikennevirastosta. Selvitys on saanut EU:lta rahoitusta NordicWay2-hankkeen nimellä. Tutkimuksen keskeinen aineisto kerättiin postikyselyllä, jonka otoksen koko oli 10 000 henkilöä. Kyselyn vastauksia analysoitiin liikennealan asiantuntijoiden työpajassa. Kiitos kaikille kyselyyn vastanneille ja työpajaan osallistuneille.

Helsingissä, 22. joulukuuta 2017

Eetu Pilli-Sihvola
Johtava asiantuntija
Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi

FÖRORD

Den här undersökningen om automatiserade bilarnas påverkningar på mobilitetsvanor är genomförd på uppdrag av Trafiksäkerhetsverket (Trafi) och Trafikverket i Finland. Timo Liljamo och Heikki Liimatainen från Tammerfors tekniska universitets Transport Research Centre Verne har varit undersökningens ansvariga. Därtill deltog också andra anställda vid Verne i projektet, särskilt i enkätundersökningsfasen och verkstadsandelen.

I undersökningens styrgrupp tillhörde Eetu Pilli-Sihvola och Anna Schirokoff från Trafi och Risto Kulmala från Trafikverket. Studien har fått EU finansiering med NordicWay-projektnamnet. Väsentliga data samlades upp med postenkät vars sampel var 10 000 personer. Svaren till enkäten analyserades i en verkstad med experter från trafiksektorn. Tack till alla som svarade på enkäten och som deltog i verkstaden.

Helsingfors, den 22 december 2017

Eetu Pilli-Sihvola
Ledande sakkunnig
Trafiksäkerhetsverket (Trafi)

FOREWORD

This study, focusing on the impacts of automated cars on travel behaviour, was commissioned by the Finnish Transport Safety Agency (Trafi) and the Finnish Transport Agency. Timo Liljamo and Heikki Liimatainen from the Transport Research Centre Verne at Tampere University of Technology were responsible for conducting the research. In addition, other personnel from Verne participated in the study especially in the survey phase and workshop.

Project's steering group consisted of Eetu-Pilli Sihvola and Anna Schirokoff from Trafi and Risto Kulmala from the Finnish Transport Agency. The EU has funded the study through the NordicWay project. The central data for the research was gathered by a postal survey which sample size was 10 000 people. The responses were analysed by transport sector experts in a workshop. Thanks to everyone who answered the survey and participated in the workshop.

Helsinki, 22nd December 2017

Eetu Pilli-Sihvola
Chief Adviser
Finnish Transport Safety Agency (Trafi)

Sisällysluettelo

1	Johdanto.....	1
1.1	Tutkimuksen tausta.....	1
1.2	Tutkimuksen tavoitteet.....	1
1.3	Tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen rajaus.....	2
1.4	Raportin rakenne.....	2
2	Automaattiautojen kehitystilanne ja vaikutukset liikennejärjestelmään	4
2.1	Automaattiautojen historia.....	5
2.2	Tilanne autoteollisuudessa nykyisin.....	5
2.3	Automaattiautojen teknologia.....	8
2.4	Lainsäädäntö ja automaattiautoja sallivat alueet.....	11
2.4.1	Eurooppa ja Yhdysvallat.....	11
2.4.2	Suomi.....	12
2.5	Automaattiautojen vaikutukset liikennejärjestelmään.....	13
2.5.1	Turvallisuusvaikutukset.....	13
2.5.2	Ympäristövaikutukset.....	14
2.5.3	Taloudelliset vaikutukset.....	15
2.5.4	Vaikutukset kaupunkikuvaan ja infrastruktuuriin.....	18
3	Automaattiautojen vaikutukset ihmisten liikkumiseen.....	20
3.1	Vaikutukset liikkumisen määrään.....	21
3.2	Vaikutukset kulkutavan valintaan.....	27
3.3	Vaikutukset liikkumisen suuntautumiseen.....	31
3.4	Autonomistus.....	32
3.5	Automaattiautojen yleistymisen nopeus.....	35
4	Kuluttajien valmius ottaa käyttöön automaattiautoja.....	40
4.1	Kyselytutkimuksia kuluttajien valmiudesta ja mielipiteistä automaattiautoja kohtaan.....	40
4.2	Sosiaalinen näkökulma.....	45
5	Kysely ja tulokset.....	48
5.1	Kyselyn toteutus.....	48
5.2	Tutkimusaineiston sisältö.....	49
5.3	Vastausaktiivisuus.....	52
5.4	Kyselyn tulokset.....	53
5.4.1	Kyselyn vastaukset, OSA I.....	53
5.4.2	Kyselyn vastaukset, OSA II.....	56
5.4.3	Kyselyn vastaukset, OSA III.....	60
5.4.4	Kyselyn vastaukset, OSA IV.....	64
5.4.5	Kyselyn vastaukset, OSA V.....	65
6	Jatkoanalyysi ja johtopäätökset.....	71
6.1	Suhtautuminen automaattiautoihin Suomessa ja maailmalla.....	71
6.2	Eri henkilöryhmillä esiintyviä poikkeavuuksia.....	74
7	Työpaja.....	83
7.1	Työpajan toteutus.....	83
7.2	Kansalaiskyselyn asiantuntijavastaukset.....	83
7.3	Työpajan tulokset.....	84
7.3.1	Henkilöliikennesuorite vuosina 2030 ja 2050.....	84
7.3.2	Yhteiskäyttöautojen osuus autokannasta vuosina 2030 ja 2050.....	86
7.3.3	Vähintään automaatiotasojen 2 ja 4 ajoneuvojen osuus uusista rekisteröitävistä henkilöautoista vuosina 2020, 2030, 2040 ja 2050.....	88
7.3.4	Eri käyttövoimalähteiden osuus uusista rekisteröitävistä henkilöautoista vuosina 2020, 2030, 2040 ja 2050.....	91
7.3.5	Matkojen kulkutapajakauma vuosina 2030 ja 2050 eri seutukunnilla.....	93
8	Yhteenveto ja päätelmät.....	98

8.1	Tutkimuksen tulokset	98
8.1.1	Automaattiautojen kehitystilanne ja vaikutukset liikennejärjestelmään	98
8.1.2	Automaattiautojen vaikutukset liikkumisen määrään	99
8.1.3	Automaattiautojen vaikutukset kulkutavan valintaan	99
8.1.4	Automaattiautojen vaikutukset autonomistukseen.....	100
8.1.5	Miten valmiita ihmiset ovat ottamaan käyttöön automaattiautoja?	101
8.2	Suositukses	101
8.3	Tutkimuksen arviointi	103
8.4	Jatkotutkimuskohteet	103
	Lähdeluettelo	105
	Liitteet	113

LYHENTEET JA MERKINNÄT

Auton jakaminen	Useat henkilöt voivat käyttää samaa autoa, mutta auto on kerrallaan vain yhden henkilön tai seurueen käytössä
Autonominen auto	Auto, joka kykenee suoriutumaan ajotehtävästä ilman kuljettajaa ja ilman yhteyttä muihin ajoneuvoihin tai infrastruktuuriin
Automaattiauto	Auto, joka kykenee ainakin osin suoriutumaan ajotehtävästä ilman kuljettajaa.
MaaS	Liikkuminen palveluna -konsepti (Mobility as a Service)
Matkan jakaminen	Useita toisilleen mahdollisesti tuntemattomia henkilöitä matkustaa samassa autossa
Penetraatioaste	Jonkin tuotteen, esimerkiksi automaattiautojen, osuus/yleisyys markkinoilla
Platooning	Letka- tai saattueajo, jossa letkan kärjessä ajava auto määrittää ajolinjan ja nopeuden ja perässä tulevat seuraavat tätä
Robottiauto	Epävirallinen yleisnimitys automaattiautolle. Tässä tutkimuksessa kansalaiskyselyosuudessa määriteltiin tarkoittamaan vähintään automaatiotason 4 ajoneuvoa
SP-menetelmä	Kuvitteellisia valintoja hyödyntävä kyselytutkimusmenetelmä (stated preference)
V2V	Informaation jakamista ajoneuvojen välillä (Vehicle to Vehicle)
V2I	Informaation jakamista ajoneuvon ja infrastruktuurin välillä (Vehicle to Infrastructure)
V2X	Ajoneuvojen informaation jakamista kaiken ympäristön kanssa (Vehicle to everything)
Verkottunut auto	Auto, joka jakaa dataa ympäristönsä kanssa

1 Johdanto

Tuntemamme liikenne on ajautumassa murrokseen, jossa digitalisaatio maailmanlaajuisena megatrendinä tulee muuttamaan ihmisten liikkumista. Digitalisaation myötä erilaiset älyliikenteen ratkaisut muuttavat merkittävästi tieliikenteen toimintaympäristöä ja liikkumisen mahdollisuuksia. Digitalisaation avulla pyritään vastaamaan liikennejärjestelmää vaivaaviin ongelmiin ja tekemään liikkumisesta globaalisti ympäristöystävällisempää, turvallisempaa ja tehokkaampaa.

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan automaattiautojen vaikutuksia ihmisten liikkumistottumuksiin. Automaattiautot ovat merkittävimpiä yksittäisiä älyliikenteen ratkaisuja, joiden odotetaan mullistavan tulevaisuuden liikennejärjestelmää. Automaattiautoista on viime vuosina muodostunut varsinainen hype-ilmiö, josta on keskusteltu niin iltapäivälehdissä kuin liikennealan arvostetuimmissa julkaisuissakin.

1.1 Tutkimuksen tausta

Autoteollisuudessa on jo pitkään kehitelty robottiautoja, eli virallisemmin automaattiautoja. Automaattiautoilla tarkoitetaan automatisoituja itsestään ohjautuvia autoja, jotka eivät tarvitse kuljettajaa ohjaamaan tietyissä liikennetilanteissa tai lainkaan. Automaattiautojen kehitys on nopeaa ja 2010-luvulla myös lainsäädäntö on alkanut sallia automaattiautojen käyttämisen tieliikenteessä tietyin rajoituksin. Nykyisin monet ajoneuvovalmistajat ja teknologiayritykset ovat panostaneet entistä enemmän automaattiautojen kehittämiseen ja monet toimijat ovat ilmoittaneet tuovansa korkean automaattiotason automaattiautoja markkinoille 2020-luvun alkupuolella.

Ilman kuljettajaa toimivat autot vaikuttavat monin eri tavoin liikennejärjestelmään. Automaattiautojen erityispiirteet ja vaikutukset liikennetalouteen, -turvallisuuteen ja -infrastruktuuriin muuttavat tulevaisuuden liikennejärjestelmää merkittävästi. Automaattiautot tulevat muokkaamaan myös ihmisten liikkumistottumuksia. Automaattiautot esimerkiksi mahdollistavat uudentyyppistä liikkumista erilaisille käyttäjäryhmille. Tämän tutkimuksen tarkoituksena onkin selvittää automaattiautojen vaikutuksia ihmisten liikkumistottumuksiin, kuten liikkumisen määrään, suuntautumiseen, kulkutavan valintaan ja autonomistushalukkuuteen sekä ihmisten valmiuteen ottaa käyttöön automaattiautoja.

Suomessa automaattiautojen vaikutuksia on aiemmin tutkittu liikennejärjestelmätasolla muun muassa Trafin julkaisussa 01/2015 *Automaation lisääntymisen vaikutukset tieliikenteessä* (Innamaa et al. 2015) ja Liikenneviraston julkaisussa 19/2016 *Tieliikenteen automatisoinnin etenemissuunnitelma ja toimenpideohjelma 2016–2020* (Lumiaho & Malin 2016). Tämä tutkimus on kuitenkin ensimmäinen käyttäjänäkökulmasta toteutettu tutkimus Suomessa ja laajuudessaan tämä tutkimus on kansainvälisestikin ainutlaatuinen.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet

Tutkimuksen päätavoitteena on selvittää, miten automaattiautot vaikuttavat ihmisten liikkumiseen ja miten muutokset näkyvät ihmisten liikkumisen määrässä, suuntautumisessa, kulkutavan valinnassa ja auton omistuksessa. Tavoitteena on myös tuottaa lisätietoa ihmisten valmiudesta ottaa käyttöön automaattiautoja tai hyödyntää automaatioon perustuvia järjestelmiä. Tutkimuksen tavoitteiden pohjalta tutkimuksen

pääkysymykseksi määrittäyty: *Miten automaattiautot vaikuttavat ihmisten liikkumiseen?* Tavoitteisiin vastataan lisäksi seuraavien alatutkimuskysymyksien kautta:

- Miten automaattiautot vaikuttavat liikkumisen määrään ja suuntautumiseen?
- Miten automaattiautot muokkaavat kulkutapajakaumaa?
- Miten automaattiautot vaikuttavat autonomistukseen?
- Kuinka valmiita ihmiset ovat ottamaan käyttöön automaattiautoja?
- Mikä on automaattiautojen kehitystilanne tällä hetkellä?

Tutkimuksen tavoitteena on luoda mahdollisimman kattava yleiskuva aiheesta, sillä tutkimus on ensimmäinen laatuaan Suomessa. Tutkimuksessa pyritään huomioimaan automaattiautojen synnyttämää muutoksia ihmisten liikkumistottumuksissa mahdollisimman laajasti monista näkökulmista.

1.3 Tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen rajaus

Tämä tutkimus on Liikenneviraston, Liikenteen turvallisuusvirasto Trafin ja Tampereen teknillisen yliopiston hanke, jossa edellä mainittuihin tutkimuskysymyksiin pyritään vastaamaan. Tutkimus jakaantui kolmeen osioon. Ensimmäisessä osassa selvitettiin kirjallisuuteen perustuen automaattiautojen nykytilanne ja automaattiautojen yleistymisen vaikutukset ihmisten liikkumiseen. Tutkimuksessa käytetään hyväksi kirjallisuutta, artikkeleita sekä akateemisia tutkimuksia ja raportteja aiheeseen liittyen.

Toisessa osassa toteutettiin kyselytutkimus, jonka tuloksia analysoidaan työssä. Kyselyn avulla kartoitettiin suomalaisten suhtautumista automaattiautoihin ja automaattiautojen vaikutuksia liikkumiseen ja autonomistukseen. Laaja kansalaiskysely oli oleellinen osa tutkimusta tutkimuskysymyksiin vastaamiseksi. Kysely toteutettiin pääosin SP-menetelmällä (stated preference), eli siinä hyödynnettiin kuvitteellisia valintoja. Kyselyssä otoksen perusjoukkoon kuuluivat kaikki 18–64-vuotiaat Manner-Suomessa asuvat suomalaiset ja otoksen koko oli 10 000 henkilöä. Kyselymenetelmäksi valikoitui postikysely, jota täydennettiin internetvastaamismahdollisuudella. Postikyselyssä on mahdollista valita koko populaatiota kuvaava laaja otos kustannustehokkaasti eikä useimmilla ihmisillä ole rajoitteita kyselyyn vastaamisen kanssa. Lisäksi internetvastaamismahdollisuudella voitiin lisätä kyselyn joustavuutta vastaajille.

Tutkimuksen kolmannessa osassa järjestettiin asiantuntijatyöpaja, jossa analysoitiin työn ensimmäisen ja toisen osan tuloksia sekä arvioitiin automaattiajamisen tulevaisuuden näkymiä. Näin tarkennettiin kokonaiskuvaa automaattiajamisen tulevaisuudesta ja vaikutuksista liikkumiseen Suomessa. Työpajaan kutsuttiin laajasti liikennealan asiantuntijoita, jotka edustivat liikennehallintoa, tutkimuslaitoksia ja alan yrityksiä.

1.4 Raportin rakenne

Raportin rakenne mukailee edellä kuvattuja tutkimuksen vaiheita. Aluksi esitetään kirjallisuudesta esille nousevia tietoja tutkimuskysymyksien ympärillä. Tämän jälkeen esitellään toteutettu kysely ja tarkastellaan kyselyn tuloksia. Kyselyn tuloksia

vertaillaan aiemmissa tutkimuksissa esiin nousseisiin tuloksiin ja näin pyritään muodostamaan mahdollisimman laaja kokonaiskuva aiheesta. Lopuksi esitellään työpaikan toteutus ja tulokset sekä esitetään työn päätelmät.

Johdannon jälkeen luvussa kaksi selvitetään kirjallisuuden avulla automaattiautojen kehitystilannetta ja vaikutuksia liikennejärjestelmään. Ensin käydään läpi automaattiautojen historiaa, nykytilannetta ja teknologiaa. Seuraavaksi esitellään automaattiautoihin liittyvä lainsäädännöllinen tilanne Suomessa ja maailmalla. Lopuksi tarkastellaan automaattiautoilta odotettuja vaikutuksia liikennejärjestelmätasolla.

Kolmannessa luvussa pyritään selvittämään kirjallisuuden perusteella, millaisia vaikutuksia automaattiautoilla on ihmisten liikkumiseen. Tässä luvussa selvitetään vaikutuksia esimerkiksi liikkumisen määrään, kulkutavan valintaan, liikkumisen suuntautumiseen ja autonomistukseen. Lisäksi tarkastellaan, miten nopeasti näiden vaikutusten voidaan odottaa toteutuvan, eli kuinka nopeasti automaattiautot voivat yleistyä.

Neljännessä luvussa tarkastellaan kirjallisuuteen perustuen, miten valmiita kuluttajat ovat ottamaan käyttöön automaattiautoja tällä hetkellä. Tässä luvussa esitellään erilaisia kyselytutkimuksia aiheesta. Lisäksi luvussa tarkastellaan automaattiautoihin usein liitettäviä moraalisia haasteita ja ongelmia.

Viidennessä luvussa esitellään kansalaisille suunnattu kyselytutkimus. Ensin esitellään kyselyn toteutusta, jonka jälkeen analysoidaan tutkimusaineiston sisältöä ja vastausaktiivisuutta. Lopuksi esitellään kyselyn tulokset ja analysoidaan niitä.

Kuudennessä luvussa vertaillaan kyselyn tuloksia kirjallisuuskatsauksessa esiin nousseisiin huomioihin ja pohditaan työn tuloksia laajemmin. Luvussa esitetään myös, miten Suomessa toteutetun kyselyn tulokset vertautuvat muista maista saatavissa oleviin tuloksiin. Lisäksi kyselyn tuloksia analysoidaan syvällisemmin eri henkilöryhmien kautta ja pyritään nostamaan esiin mielenkiintoisia ilmiöitä kyselyn vastauksista.

Seitsemännessä luvussa esitellään työpajaosuuden toteutus ja työpajatyöskentelyn tuloksia sekä vertaillaan näitä tutkimuksen muihin osa-alueisiin. Lopuksi luvussa kahdeksan esitetään tutkimuksen yhteenveto, arvioidaan tutkimuksen onnistumista ja pohditaan mahdollisia jatkotutkimuskohteita.

2 Automaattiautojen kehitystilanne ja vaikutukset liikennejärjestelmään

SAE eli Society of Automotive Engineers on määritellyt tieliikenteen automaatiolle kuusiportaiset teknologiatasot, jotka ovat yleisesti käytössä. Kyseisiä, taulukossa 1 esitettyjä suomennettuja teknologiatasoja, on suositeltu käytettäväksi myös Suomessa ainakin siihen asti, että saadaan yhtenäinen eurooppalainen laatustandardi. (Innmaa et al. 2015)

Taulukko 1. *Tieliikenteen automaatiotasot (SAE 2014).*

Taso	Nimi	Määritelmä	Automaation kattavuus
Ihminen monitoroi ajoympäristöä			
0	Ei automaatiota	Ihminen suorittaa kaikki dynaamisen ajotehtävän osa-alueet, vaikka ajamista tuetaankin varoituksilla tai ajamiseen puuttuvilla järjestelmillä.	–
1	Kuljettajan tuki	Ajotilannekohtaisia kuljettajan tukijärjestelmiä, jotka liittyvät joko ohjaamiseen tai kiihdyttämiseen/jarruttamiseen hyödyntämällä tietoa ajoympäristön tilasta. Ihminen vastaa kaikista muista dynaamisen ajotehtävän osa-alueista.	Joitakin ajotilanteita
2	Osittainen automaatio	Yksi tai useampi ajotilannekohtainen kuljettajan tukijärjestelmä, joka kattaa sekä ohjaamisen että kiihdyttämisen/jarruttamisen hyödyntämällä tietoa ajoympäristön tilasta. Ihminen vastaa kaikista muista dynaamisen ajotehtävän osa-alueista.	Joitakin ajotilanteita
Järjestelmä monitoroi ajoympäristöä			
3	Ehdollinen automaatio	Ajotilannekohtainen automaatiojärjestelmä kattaa kaikki dynaamisen ajotehtävän osa-alueet, kuten pituus- ja poikittaissuuntaisen kontrollon. Ihmisen täytyy kuitenkin ottaa auto hallintaansa, kun järjestelmä näin pyytää.	Joitakin ajotilanteita
4	Korkea automaatio	Ajotilannekohtainen automaatiojärjestelmä kattaa kaikki dynaamisen ajotehtävän osa-alueet myös silloin, kun ihminen ei ota autoa hallintaansa, vaikka järjestelmä näin pyytää. Ellei kuljettaja ota ajoneuvoa haltuunsa, järjestelmä ohjaa auton hallitusti tien sivuun ja pysäyttää sen.	Suurin osa ajotilanteista
5	Täysi automaatio	Kaiken kattava automaatiojärjestelmä, joka kattaa kaikki dynaamisen ajotehtävän osa-alueet kaikissa tie- ja ympäristöolosuhteissa.	Kaikki ajotilanteet

Tasolla 0 ihminen suorittaa kaikki ajotoimenpiteet itsenäisesti, mutta käytössä sillä voi olla yksittäisiä apujärjestelmiä, kuten esimerkiksi kaistanvaihtoavustin tai pysäköintitukia. Tasolla 1 on joitakin ajotilannekohtaisia tukijärjestelmiä, kuten ohjaamiseen, kiihdyttämiseen ja jarrutukseen liittyviä järjestelmiä, mutta tällä tasolla järjestelmä tukee vain yhtä ”toimintoa”. Esimerkiksi pysäköintiavustin voi ohjata rattia, mutta kaasun ja jarrun käyttäminen on kuljettajan vastuulla. Tasolla 2 on yksi tai useampia ajotilannekohtaisia tukijärjestelmiä, jotka toteuttavat itsenäisesti ohjaamista, kiihdyttämistä ja jarruttamista. Tällä tasolla kuljettajan tulee vielä seurata ajoympäristöä jatkuvasti. Esimerkiksi pysäköintiavustin voi pysäköidä auton automaattisesti, jolloin kuljettajan tehtäväksi jää vain toimenpiteen varmistaminen ja auton pysäyttäminen tarvittaessa. (Innamaa et al. 2015)

Tasolla 3 järjestelmä huolehtii sekä ohjaamisesta, kiihdyttämisestä ja jarruttamisesta että ympäristön monitoroinnista. Tällä tasolla kuljettaja voi tehdä ajon aikana myös muita asioita ajaessaan, mutta sen on oltava välittömässä valmiudessa ottamaan ajoneuvo hallintaansa ja ryhtyä ajamaan. Tasolla 4 järjestelmä hoitaa käytännössä jo kaiken eikä kuljettajan tarvitse olla välittömässä ajovalmiudessa. Taso 4 on ensimmäinen taso, jolla dynaamisen ajamisen varasuorittajan ei tarvitse olla ihminen. Tällöin mahdollisissa ongelmatilanteissa järjestelmä osaa pysäyttää auton itsenäisesti ja hallitusti tien sivuun. Tasolla 5 järjestelmä hoitaa kaikki ajotilanteet itsenäisesti kaikissa olosuhteissa. (Innamaa et al. 2015)

2.1 Automaattiautojen historia

Automaattiautojen kehittäminen ja innovointi alkoivat jo 1900-luvun alkupuolella. Tietävästi ensimmäisen vision täysin automaattisesti toimivasta liikenteestä esitti General Motors vuoden 1939 maailmannäyttelyssä. Seuraavien vuosikymmenien aikana visiota yritettiin toteuttaa erilaisten keinojen avulla. (O’Toole 2009, Innamaa et al. 2015 mukaan). 1960-luvulla autot saatiin seuraamaan maahan asennettuja kaapeleita ja ajamaan siten ilman kuljettajaa. Esimerkiksi Citroenin kehittämä auto saatiin kulkemaan radalla luotettavasti lähes 130 kilometrin tuntivauhdilla liukkaissakin olosuhteissa ja samalla auton todettiin olevan ihmiskuljettajaa tarkempi ajolinjojen osalta. Tuolloin tiehen asennettavat kaapelit kuitenkin rajoittivat auton ominaisuuksia ja esimerkiksi kaistanvaihtoa ei onnistuttu toteuttamaan. (The Telegraph 2001)

Ensimmäiset tutkasovellukset automaattiautoja varten kehitettiin 1970-luvulla ja kameraan perustuvat sovellukset 1980-luvulla. Tätä seuranneina vuosikymmeninä useat tahot ovat rahoittaneet automaattiautojen kehittämistä yhteensä miljardeilla euroilla. (Innamaa et al. 2015) Sen seurauksena 2000-luvulla automaattiautojen kehitys kiihtyi toden teolla ja useat eri autonvalmistajat ilmoittautuivat mukaan automaattiautojen kehittämiseen.

2.2 Tilanne autoteollisuudessa nykyisin

Nykyisin lähes kaikilla suurilla autonvalmistajilla sekä myös joillakin teknologiaalojen toimijoilla on omat automaattiautojen kehitysprojektinsa. Useissa lähteissä Googlen kehittämää automaattiautoa on pidetty toistaiseksi kehittyneimpänä tai ainakin parhaiten tunnettuna automaattiautona. Google aloitti automaattiauton kehittämisen 2009. Vuoteen 2014 saakka Google testasi ja kehitti automaattista ajamista muiden autonvalmistajien autoihin, kunnes se lanseerasi oman prototyyppinsä automaattiautosta (kuva 1). Uusi prototyyppi on suunniteltu automaatiotason 4 autoksi,

mutta testivaiheessa ihminen on vielä auton varasuorittajana, jolloin käytännössä puhutaan tason 3 autosta. Google on itse arvioinut tuovansa markkinoille ensimmäiset tasojen 4 ja 5 täysautomaattiautot vuonna 2020. (Google 2016; Lumiaho & Malin 2016)

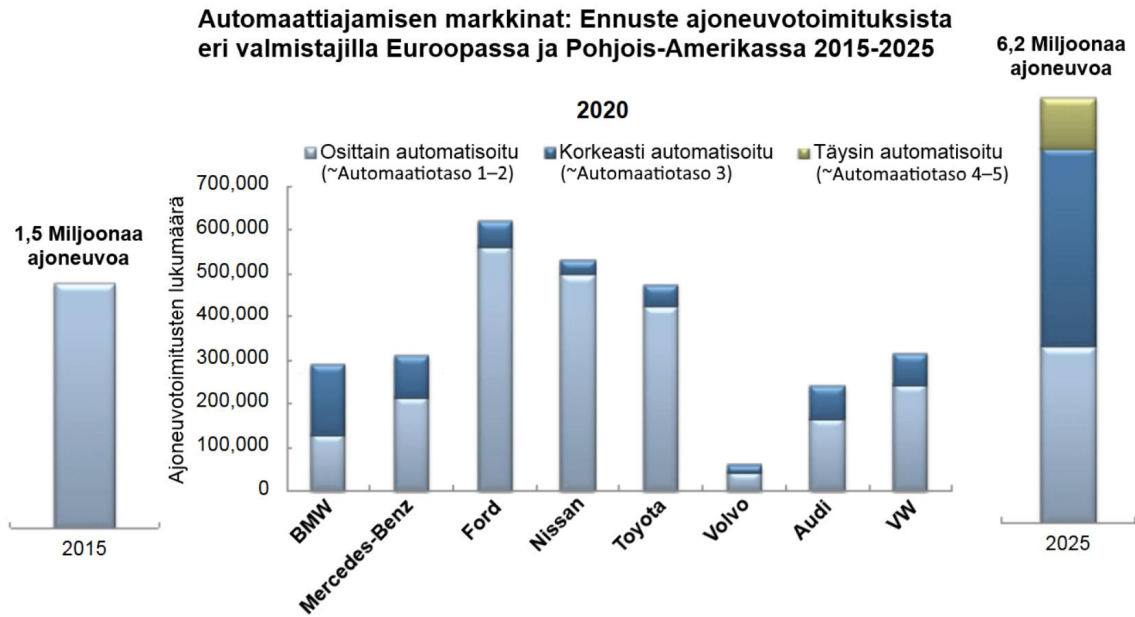


Kuva 1. Googlen 2014 lanseeraama prototyyppi automaattiautosta (Google 2016).

Googlen automaattiautot ovat ajaneet Yhdysvalloissa itsenäisesti jo yli 2,4 miljoonaa kilometriä. (Google 2016) Pitkään uutisoitiin, että Googlen automaattiauto olisi ajanut liikenteessä ilman yhtäkään itse aiheutettua kolaria. Kuitenkin vuoden 2016 helmikuussa uutisoitiin Googlen automaattiauton aiheuttaneen ensimmäistä kertaa itse kolarin. Kolari tapahtui pienillä nopeuksilla, joten henkilövahingoilta välttyttiin. Kolarissa Googlen auto väisti tiellä olevaa estettä viereiselle kaistalle, jolloin sen kylki raapaisi vieressä kulkevaa linja-autoa. Googlen automaattiauto on aiemminkin ollut osallisena kolareissa, mutta ne ovat yhtiön mukaan aina olleet vastapuolen aiheuttamia, eikä niistä ole seurannut henkilövahinkoja. (Reuters 2016)

Tutkimuksen tekemisen aikana Googlen automaattiautoprojekti irrotettiin uudeksi yritykseksi nimeltä Waymo. Waymo on jatkanut automaattiautojen kehitystä ja marraskuussa 2017 Waymo aloitti tiettävästi ensimmäisenä toimijana maailmassa ajamisen yleisen liikenteen seassa ilman, että ihmiskuljettaja olisi ajoneuvon sisällä varmistamassa ajamista. Ajaminen tapahtuu rajoitetulla alueella Phoenixissa Yhdysvalloissa ja auton toimii Chrysler Pacifica Hybrid minivan, jonka päälle automaattiautoteknologia on rakennettu. Vaikka ajoneuvossa ei ole enää varsinaista kuljettajaa varmistamassa ajamista, on ajoneuvon sisällä yhä Waymon henkilökuntaan kuuluva ihminen tarkkailemassa yleisesti auton ja palvelun toimintaa. (Waymo 2017)

Automaattiautojen lukumäärien odotetaan kasvavan räjähdysmäisesti seuraavan vuosikymmenen aikana. Kuvassa 2 on esitetty perinteisten autonvalmistajien markkinoille tuomien automaattiautojen arvioidut lukumäärät eri automaatiotasoilla Pohjois-Amerikassa sekä Euroopassa vuosina 2015, 2020 ja 2025.



Kuva 2. Ennuste automaattiautojen toimitusmääristä Euroopan ja Pohjois-Amerikan markkinoilla vuosina 2015, 2020 ja 2025 (Frost & Sullivan 2014a).

Osittain automatisoidut autot ovat selkeästi muita automaattiotasoja yleisimpiä vielä vuonna 2020. SAE:n määrittelemillä automaattiotasolla nämä vastaavat suurin piirtein tasoa 1–2. Korkeasti automatisoituja autoja alkaa tulla markkinoille vuoteen 2020 mennessä. Automaattiotasoltaan nämä vastaavat suurin piirtein tasoa 3. Vastavasti täysin automatisoitujen autojen odotetaan yleistyvän markkinoilla vuoteen 2025 mennessä. Automaattiotasoltaan nämä vastaavat suurin piirtein tasoa 4–5. (Frost & Sullivan 2014a)

Useat ajoneuvovalmistajat ovat jo kehittäneet testikäyttöön automaattiotason 4 autoja. Testikäytössä olevissa autoissa on kuitenkin ajoneuvon hallintalaitteet ja varakuljettaja. Periaatteessa teknologia automaattiseen ajamiseen tavanomaisissa tilanteissa ja olosuhteissa on jo olemassa, mutta suurimmat haasteet ennen automaattiotasojen 4 ja 5 yleistymistä liittyvät liikennejärjestelmän kompleksisuuteen ja harvoin tapahtuviin erikoistilanteisiin. (Lumiaho & Malin 2016; Volvo 2015)

Automaattiautoliiketoimintaan on tullut mukaan myös tuntemattomampia yrityksiä hieman erilaisella strategialla perinteisiin autonvalmistajiin nähden. Useimmat autonvalmistajat pyrkivät kehittämään automaattiautoja hiljalleen automaattiotaso kerrallaan, mutta markkinoilla on myös toimijoita, jotka tähtäävät suoraan tason 4 automaattiautoihin. Esimerkkinä tällaisesta ovat muun muassa Suomessakin testattavat Easymilen markkinoimat ja Ligierin valmistavat EZ-10 miniautomaattibussit (Easymile 2016). Nämä bussit toimivat jo varsin tehokkaasti rakennetussa ympäristössä, mutta toistaiseksi bussien reitit perustuvat tarkkaan ohjelmointiin, eivätkä ne pysty liikkumaan ohjelmoidun reitin ulkopuolella.

Myös Suomessa kehitetään automaattiautoja. Teknologian tutkimuskeskus VTT on rakentanut automaatiojärjestelmiä tavallisten henkilöautojen päälle tarkoituksenaan tutkia, kehittää ja testata automaattiajamisen teknologiaa (VTT 2017). Suomessa on käynnissä myös aIGO Bus Project -niminen projekti, jossa suomalaiset yksityisen ja julkisen sektorin toimijat pyrkivät yhdessä rakentamaan ja pilotoimaan automaattiautoja, jotka toimivat kaikissa olosuhteissa (Sensible 4 2017).

Ihminen pystyy havainnoimaan ja analysoimaan ympäristöään tehokkaasti yhdellä katseella. Automaattiautojen tulisi pystyä vähintään samanlaiseen ja yhtä nopeaan ympäristön havainnointiin kuin ihminen, jotta automaattiautot voisivat nousta automaatiotasolle 5. Periaatteessa teknologia mahdollistaa saman havainnointitason, mutta toistaiseksi ei ole onnistuttu kehittämään riittävän tehokasta ja hyvää keinoa eri havaintojen yhdistämiseen ja johtopäätösten tekemiseen. Tämä vaatisi suurta rinnakkaislaskentakapasiteettia ja toisaalta kaikkien yksittäisten havaintojen tehokasta analysointia ja yhdistämistä, eikä siihen ole nykyisin käytössä olevalla teknologialla onnistuttu kehittämään ainakaan kustannustehokasta ratkaisua. Ero täysin automaattisessa ajamisessa suhteessa automaatiotasoihin 3 ja 4 on melko suuri, eikä keinoja eron kiinni kuromiseen ole vielä kyetty kunnolla ratkaisemaan. (Frost & Sullivan 2014b; Lumiaho & Malin 2016)

Pohjoismaissa myös erityisesti sääolosuhteiden aiheuttamat ongelmat tulevat vaikuttamaan täysin automatisoitujen autojen yleistymiseen. Talvisin lumi ja tiestön pakoittainen yllättävä liukkaus voivat osoittautua haastaviksi automaattiautoille. Lumi voi myös peittää tiemerkintöjä ja liikennemerkkejä, jolloin yksi osa nykyisistä ympäristön havainnointimenetelmistä ei ole käytettävissä. (Innamaa et al. 2015) Volvon edustajat ovatkin arvioineet erilaiset liikennejärjestelmässä tapahtuvat erikoistilanteet suurimmaksi haasteeksi täysin automatisoitujen autojen kehittämisessä. Tällaisia ovat esimerkiksi poikkeukselliset tai hankalat sääolosuhteet, yllättävät esteet tiellä sekä muiden liikennejärjestelmän käyttäjien arvaamattomat liikkeet. (Volvo 2015)

2.3 Automaattiautojen teknologia

Automaattiautot pyrkivät samanlaiseen havainnointi- ja analysointikykyyn kuin ihminen. Niiden täytyy tällöin muodostaa kattava tilannekuva lähiympäristöstä. Havaintojen kerääminen voidaan toteuttaa erilaisten teknologioiden avulla. Erilaiset yksittäiset tekniset ratkaisut tuottavat suhteellisen yksipuolista tietoa ympäristöstä, jolloin on ensiarvoisen tärkeää yhdistää erilaisten järjestelmien antamia tietoja kattavan tilannekuvan saamiseksi. (Innamaa et al. 2015) Taulukossa 2 on esitetty erilaisia yksittäisiä automaattiautoissa tarvittavia teknisiä järjestelmiä sekä niiden pakollisuutta eri automaatiotasolla. Suomessa käytettävällä luokituksella avustava taso vastaa suurin piirtein automaatiotasoa 0, osittain automatisoitu tasoa 1–2, korkeasti automatisoitu tasoa 3 ja täysin automatisoitu tasoa 4–5.

Taulukko 2. Automaattiautoissa käytettäviä teknisiä järjestelmiä eri automaatiotasolla (Frost & Sullivan 2014a).

Automaatiotaso	Avustava (~taso 0)	Osittain automatisoitu (~taso 1–2)	Korkeasti automatisoitu (~taso 3)	Täysin automatisoitu (~taso 4–5)
Mukautuvat ajovalot	valinnainen	valinnainen	pakollinen	valinnainen
Tutka	pakollinen	pakollinen	pakollinen	pakollinen
Ultraäänisensorit	valinnainen	pakollinen	pakollinen	pakollinen
Kamera eteen	pakollinen	pakollinen	pakollinen	pakollinen
Kamera taakse	valinnainen	pakollinen	pakollinen	pakollinen
Kamera sivuille	valinnainen	pakollinen	pakollinen	pakollinen
Pimeänäkö	valinnainen	valinnainen	pakollinen	pakollinen
Optinen kaukokartoitus-	valinnainen	valinnainen	pakollinen	pakollinen
Paikkatietojärjestelmät	valinnainen	valinnainen	pakollinen	pakollinen
Kaasu- ja jarruautoma-	valinnainen	pakollinen	pakollinen	pakollinen
Tekoäly	valinnainen	valinnainen	valinnainen	pakollinen
Toimintojen päällekkäi-	valinnainen	valinnainen	valinnainen	pakollinen
Itsestään parantuvat jär-	valinnainen	valinnainen	valinnainen	pakollinen

Mukautuvat ajovalot vaihtavat ajovalojen suuntautumista automaattisesti liikenneympäristöön sopivaksi ja esimerkiksi kaarteissa ajovalot osaavat kohdentaa valokeilat kaarteeseen suuntaisesti, jolloin näkyvyys on parempi. Mukautuvat ajovalot ovat pakollinen järjestelmä vain korkeasti automatisoiduissa autoissa, mutta jo nykyisin sitä näkyy käytössä alemmillakin automaatiotasolla. (BMW 2016) Tutkat ovat yleisin tekninen kuljettajaa avustava järjestelmä ja ne ovatkin pakollisia kaikilla automaatiotasolla. Tutkat mittaavat kohteen etäisyyttä lähettämällä radiosignaalia. Radiosignaalin osuessa esteeseen, se peilautuu takaisin tutkaan ja näin tutka voi laskea esteen etäisyyden peilautumiseen kuluvaan ajan avulla. Tutkan kantama voi autoissa olla aina 250 metriin asti. Tutkan heikkoutena on sen huono tarkkuus sivusuunnassa, jolloin kohteiden luokittelu on heikkoa. Tutkan perusteella voidaan siis sanoa, että jotain on edessä tietyllä etäisyydellä, mutta ei tiedetä mitä. (Innamaa et al. 2015)

Ultraäänisensoreilla suoritetaan ultraäänimittausta, eli yleisemmin kaikuluotausta. Ultraäänipulssin nopeus ilmassa on pieni ja se vaimentuu nopeasti, mikä johtaa alle 10 metrin mittausetäisyyteen. Ultraäänimittauksen periaate on sama kuin tutkan, mutta se on huomattavasti halvempi kuin tutka. Ultraäänimittausta käytetäänkin usein lähinnä ajoneuvon lähialueen valvomiseen, esimerkiksi pysäköintitutkaan tai pysäköintiavustimeen. (Innamaa et al. 2015)

Kamerat (eteen, taakse, sivuille) ovat suosituimpia järjestelmiä ajoneuvojen ympäristön havainnoinnissa. Kameran etuina ovat sen halpa hinta ja suuri resoluutio. Lisäksi vähintään kahta kameraa käyttämällä voidaan saada esteistä myös etäisyystietoa. Kameran tuottama tieto on käytännössä yksittäisten pikseleiden mittaama valon määrä eli intensiteetti. Kamerakuvaa analysoidaan intensiteettierojen perusteella, jolloin voidaan muodostaa kuvaa mielenkiintoisista kohteista. Kameroiden ongelmana on niiden heikko toimivuus huonoissa olosuhteissa. Kontrasteja pienentävät olosuhteet, kuten luminen maisema tai hiekkatie aavikolla, haittaavat kuvan analysoimista merkittävästi. Kameroiden tuottamien kuvien analysointi vaatii myös huomattavan suurta laskentakapasiteettia. (Innamaa et al. 2015)

Kameroissa voidaan käyttää myös valonvahvistimia eli pimeänäkölaitetta. Tällöin erillisellä laitteella valosäteilyä vahvistetaan ja valon intensiteettieroista tehdään selkeämpiä. Tällöin kameran tuottama kuva on selkeämpää ja sitä on helpompi analysoida. Myös lämpökameroiden tuottamaa kuvaa voidaan käyttää automaattiautoissa ympäristön havainnointiin. Lämpökamerat mittaavat lämpösäteilyä, tarkemmin infrapunasäteilyä, jonka avulla voidaan mitata heijastumispisteiden suhteellisia lämpötilaeroja. Ajoneuvokäyttöön soveltuvat lämpökamerat ovat toistaiseksi kuitenkin tarkkuudeltaan suhteellisen heikkoja. Lämpökameralla voidaan kuitenkin kuvata myös pimeässä sekä sumuisessa ympäristössä, jolloin se on erinomainen lisä ympäristön havainnointiin. (Innamaa et al. 2015)

Optinen kaukokartoituslaite tarkoittaa käytännössä lasertutkaa. Lasertutkan periaate on sama kuin perinteisen tutkan, mutta se perustuu laservaloimpulssiin. Lasertutkalla muodostetaan ympäristöstä pistepilvidataa, josta saadaan hyvin tarkka ja nopea etäisyystieto ympäristöstä. Lasertutkan luotettava mittausetäisyys jää sen ominaisuuksien vuoksi kuitenkin melko pieneksi eli noin 30 metriin. Lasertutka on tarkkuudeltaan yliverkko, mutta se on myös erittäin hintava. Esimerkiksi Googlen autossaan käyttämän lasertutka-anturin hinta on ollut noin 70 000 €. (Innamaa et al. 2015)

Paikkatietojärjestelmillä tarkoitetaan erilaisia kuljettajaa avustavia paikkatietoa tukevia järjestelmiä. Tällaisia ovat esimerkiksi erilaiset reittivalintaan ja oikean kaistan valintaan liittyvät apujärjestelmät. Karttapalvelut ovat tärkeä osa automaattiautojen kehitystä. Täsmällinen paikkatieto eli aineistojen virheettömyys, sijaintitarkkuus ja ajantasaisuus ovat keskeisiä tekijöitä automaattiajamisen kannalta. Automaattiautot tarvitsevat paikkatietoa määrittääkseen ajonopeudet, kaistanvaihdot, risteysten, suojateiden ja liikennevalojen sijainnit, paikannukseen käytettävät maamerkit yms. Paikkatietojärjestelmät sisältävät myös ajoneuvon GPS-laitteet, joiden avulla ajoneuvo paikantaa itsensä reaaliaikaisesti. (Innamaa et al. 2015; Rämä et al. 2008)

Google on mullistanut karttapalvelut tarjoamalla vuosien ajan ilmaisia kartta-aineistoja netissä. Google ei ole kuitenkaan ainoa paikkatietoa tuottava alusta automaattiautoille. Muun muassa Nokia aloitti yhteistyön Mercedes-Benzin kanssa vuonna 2013 tarkoituksenaan kehittää Nokian Here karttapalvelusta uudenlaisia automaattiautoihin soveltuvia älykkäitä karttoja (Digitoday 2013). Pari vuotta myöhemmin vuonna 2015 Nokia myi koko Here liiketoimintansa Audin, BMW:n ja Daimlerin yhteenliittymälle, jotka halusivat oman kehittyneen ja Googlasta riippumattoman kartta-alustan automaattiautoihin. (Yle 2015)

Kaasu- ja jarruautomaatiolla tarkoitetaan automaattisesti tapahtuvaa kaasun ja jarrun käyttämistä ilman, että kuljettaja puuttuu tähän. Luonnollisesti automaattiautoissa tarvitaan jo alemmillakin automaatiotasolla automaattista ohjaamista ja nopeuden vaihtelua. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että auto osaa tehdä ajosuoritteita ilman, että ihminen puuttuu niiden tekemiseen. Näitä ajosuoritteita tehdään ympäristöä havainnoivien järjestelmien tuottaman datan ja sen pohjalta toteutetun lähiympäristön tilannekuvan perusteella.

Täysin automaattisiin autoihin liittyy pakollisina myös tekoäly, useiden toimintojen päällekkäisyys ja itsestään parantuvat järjestelmät. Tekoälyä tarvitaan erilaisten tilanteiden mallintamiseen, simuloimiseen ja oikean toimintatavan laskemiseen, jotta automaattiautot osaavat ajaa oikein myös poikkeustilanteissa. Tekoälyn avulla eri järjestelmien tuottamasta datasta voidaan tehdä ihmismäisiä johtopäätöksiä ympäristöstä, jolloin automaattiajamisesta tulee mahdollista.

Toimintojen päällekkäisyydellä tarkoitetaan saman asian suorittamista useilla erillisillä järjestelmillä. Esimerkiksi automaattisen ajamisen havainnot voidaan suorittaa tutkilla ja kamerasovelluksilla yhtä aikaa ja näin muodostaa tilannekuva useista toisistaan riippumattomista erillisistä lähteistä virheiden minimoimiseksi. Vastaavasti esimerkiksi jarrutusjärjestelmillä voisi olla varajärjestelmä, joka huolehtii auton pysäyttämisestä tarvittaessa (TRW 2015). Itsestään parantuvat järjestelmät puolestaan tarkoittavat nimensä mukaisesti järjestelmiä, jotka kehittävät itse itseään ja parantavat ongelmia. Esimerkiksi Nokia Here karttapalvelua työstettiin automaattiautoissa siihen suuntaan, että ne parantaisivat itse itseään. Käytännössä auto tuottaisi ajaessaan dataa karttajärjestelmään, jolloin kartan tarkkuutta voidaan parantaa reaaliajassa. (SlashGear 2014)

V2V (Vehicle to Vehicle), V2I (Vehicle to Infrastructure) ja V2X (Vehicle to everything) kommunikaatiojärjestelmät ovat myös tärkeä osa automaattiajamista. V2V tarkoittaa ajoneuvosta toiseen tapahtuvaa kommunikaatiota, jonka avulla vaihdetaan tietoja ja dataa. Tämän yhteyden avulla voidaan esimerkiksi jakaa tietoa edellä ajavan auton toiminnoista takana ajavaan autoon, jolloin esimerkiksi jarrutustilannetta ei tarvitse havainnoida erikseen, vaan tieto tulee suoraan reaaliajassa edellä olevan auton alkaessa jarruttaa. V2I puolestaan tarkoittaa ajoneuvon ja infrastruktuurin välistä kommunikaatiota. V2I:n avulla tietoja voidaan vaihtaa esimerkiksi ajoradan sijainnista, nopeuden hallinnasta tai mahdollisista saapuvista hälytysajoneuvoista (U.S. Department of Transportation 2016). V2V ja V2I kommunikaatioiden olisi käytännössä tarkoitus parantaa ja täydentää auton itsensä muodostamaa tilannekuvaa ympäristöstä ja toiminnoista (Frost & Sullivan 2014b). V2X tarkoittaa käytännössä ajoneuvon kommunikoimista kaiken ympäristön kanssa, eli sekä muiden ajoneuvojen että infrastruktuurin ja laitteiden kanssa. Tämän kommunikaation on tarkoitus tapahtua langattomasti reaaliajassa, jolloin kaikki tarvittava tieto ympäristöstä on saatavissa ilman viiveitä. (Innamaa et al. 2015)

2.4 Lainsäädäntö ja automaattiautoja sallivat alueet

Maailmalla on paljon kansainvälisiä ja kansallisia säädöksiä, jotka hankaloittavat automaattiautojen yleistymistä. Esimerkiksi vuonna 1968 tehty ja vuonna 1986 myös Suomessa ratifioitu tieliikennettä koskeva kansainvälinen Wienin tieliikennesopimus määrää, että autolla on oltava kuljettaja, jonka on joka hetki pystyttävä hallitsemaan ajoneuvonsa. (Finlex 1986) Kuitenkin lainsäätäjät ovat viime vuosina alkaneet muuttaa lakeja siihen suuntaan, että automaattiautoja voidaan alkaa vähintäänkin testaamaan myös yleisillä teillä. (Lumiaho & Malin 2016)

2.4.1 Eurooppa ja Yhdysvallat

Automaattiautojen testaaminen rajoitetulla alueella yleisillä teillä on ollut sallittua Yhdysvalloissa jo useiden vuosien ajan joissakin osavaltioissa. Nevada, Florida, Michigan, Havaiji, Washington, Washington, D.C, Tennessee ja Kalifornia ovat hyväksyneet automaattiautojen rajoitetun ja luvanvaraisen testaamisen alueillaan. (Techcrunch 2016a) Yhdysvaltoja voidaankin pitää jonkinasteisena edelläkävijänä automaattiautojen sallimisessa.

Myös Euroopassa on alettu sallimaan automaattiautojen testaamista yleisillä teillä. Euroopan unionin tasolla on vuonna 2016 sovittu, että unionin jäsenmaat sitoutuvat laatimaan sääntöjä ja määräyksiä, jotka sallivat automaattiautojen käyttämisen yleisillä teillä. (GPS Business News 2016) Jotkin maat ovat jo sallineet automaattiautojen rajoitetun testaamisen ennen unionitason päätöstä.

Isossa-Britanniassa automaattiautojen testaaminen julkisilla teillä mahdollistettiin vuoden 2013 lopussa (BBC 2013). Vuonna 2015 Ison-Britannian liikenneministeriö julkaisi katsauksen, jossa todettiin automaattiautojen testaamisen olevan laillista, kunhan ajoneuvoissa on aina testikuljettaja, joka on vastuussa sen turvallisesta käytöstä (DfT 2015, Lumiahon & Malinin 2016 mukaan). Muista Euroopan maista Ranska on jo sallinut automaattiautojen testaamisen julkisilla teillä (RT 2016). Lisäksi esimerkiksi Ruotsi ja Saksa ovat muuttamassa lainsäädäntöjään automaattiautojen testaamista salliviksi (Lumiaho & Malin 2016).

2.4.2 *Suomi*

Suomessa lainsäädäntö ei toistaiseksi tunne automaattiajoneuvoa. Nykylainsäädännön puitteissa kuljettajalla on aina vastuu ajoneuvosta ja sen liikkeistä. Nykyisiin säädöksiin on kuitenkin odotettavissa muutoksia. Erityisesti joudutaan tarkastelemaan ajoneuvon ja ajo-oikeuden käsitteitä sekä lisäämään automaattisen ajoneuvon määritelmä lakiin. Automaattiajoneuvosta täytyisi lainsäädännössä huomioida muun muassa tyyppihyväksynät, katsastusvaatimukset ja -ohjeet sekä tuotevastuu- ja vakuutussäädökset. (LVM 2016)

Suomen tieliikennelainsäädäntö mahdollistaa kuitenkin jo nykyisellään melko pitkälle menevän automaattisen ajamisen testaamisen. Ajoneuvoja voidaan Suomessa testata laillisesti, mutta täysin automaattiselle ajamiselle Suomen lainsäädäntö ei vielä ole täysin valmis. Erilaiset kokeilu- ja kehityshankkeet on kuitenkin mahdollista toteuttaa myös nykyisien lakien puitteissa. (Lumiaho & Malin 2016) Nykyisen lain mukaan automaattiautolla voidaan Suomessa ajaa yleisessä liikenteessä, kunhan jokaisella ajoneuvolla on sen liikkumisesta vastaava kuljettaja. Kuljettajan ei tarvitse olla fyysisesti ajoneuvon sisällä, joten etäohjauskin on Suomessa jo mahdollista.

Liikenne- ja viestintäministeriö on käynnistänyt vuonna 2014 automaattiautot sallivan kokeilun. Tuolloin tieliikennelakiin tehtiin muutos, jonka myötä ilman kuljettajaa liikkuvat automaattiautot voivat liikkua automaattisesti rajatulla alueella yleisen liikenteen seassa. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi voi myöntää testausluvan automaattiautoille rajatuille alueille. Nämä kokeilut noudattavat muualla maailmassa nähtyä mallia, jossa automaattiautoissa on oltava kuljettaja, joka ottaa ohjat tarvittaessa. (LVM 2014)

Suomessa kokeilut on jo aloitettu. Vantaan asuntomessuilla vuonna 2015 ihmisiä kuljetettiin asuntomessualueelle automaattibusseilla, joiden kuljetuskapasiteetti oli yhdeksän henkilöä. Vuonna 2016 käynnistettiin SOHJOA-hanke, jossa vastaavat automaattiset pikkubussit kuljettivat ihmisiä muun liikenteen seassa. SOHJOA-hankkeessa kaksi pikkubussia operoivat liikenteessä Helsingissä, Espoossa ja Tampereella. Hankkeen tavoitteena on luoda kaupungeille valmiuksia automaattiseen ajamiseen sekä tutkia ja kehittää automaattista ajamista Suomessa. (Aamulehti 2016; SOHJOA 2016)

Suomessa on käynnistetty myös automaattiautojen testaamiselle tarkoitettu arktinen kokeiluhanke eli AURORA-hanke. Hankkeen tarkoituksena on luoda arktinen testausekosysteemi älyliikenteen innovaatioiden testaamiseen. Hankkeessa rakennetaan perusparannettavan valtatie 21:n yhteyteen älykäs kokeiluympäristö automaattiautojen ja älyliikennetarkaisujen testaamiseen arktisissa olosuhteissa. Hankkeeseen kuuluu sekä suljettu testiympäristö että yleisen liikenteen seassa tapahtuvaa testausta.

Hankkeen erityisluonteena on tarjota automaatti- ja älyliikenteen toimijoille haastavat testausolosuhteet muun muassa pakkasen, lumen, jään ja pimeyden muodossa. (Fintrip 2016; Liikennevirasto 2016)

2.5 Automaattiautojen vaikutukset liikennejärjestelmään

2.5.1 Turvallisuusvaikutukset

Tärkeimpänä vaikutuksena automaattiautoilta odotetaan liikenneturvallisuuden parantamista. Juuri turvallisuuden odotettu parantuminen on ollut merkittävimpiä yksittäisiä automaattiautojen kehitystä tukevia seikkoja. On arvioitu, että jopa 95 prosenttiin kaikista onnettomuuksista liittyy inhimillisiä virheitä ainakin jollain tasolla (Hoeger et al. 2011). Automaattiautojen odotetaan parantavan liikenneturvallisuutta nimenomaan ehkäisemällä näitä inhimillisiä virheitä.

Tieliikenteeseen on määritelty jo 1990-luvulla niin kutsuttu nollavisio, jonka mukaan tieliikennejärjestelmä tulisi suunnitella siten, että kenenkään ei tarvitse kuolla tai loukkaantua vakavasti liikenneonnettomuuksien seurauksena (Valtonen 2014). Nollavisiota tai vastaavia tieliikenteen turvallisuutta parantavia strategioita on lanseerattu laajasti myös muualla maailmalla 2000-luvun aikana (Ahloth & Pöllänen 2011). Automaattiautot ovat eräänlainen autonvalmistajien vastaus nollavisiioon. Esimerkiksi Volvo (2015) on arvioinut, että automaattiautot ovat ainoa keino saavuttaa nollavisio tieliikenteessä.

Automaattiautojen oletetuista turvallisuusvaikutuksista löytyykin melko paljon tutkimusaineistoa. Suomessa Trafin julkaisussa (Innamaa et al. 2015) on koottu yhteen erilaisia automaattiajoneuvojen liikenneturvallisuuteen liittyviä tutkimuksia ja pyritty peilaamaan näitä Suomen olosuhteisiin. Kyseisessä tutkimuksessa luotiin erilaisia skenaarioita eri automaatiotasojen vaikutuksista liikennejärjestelmään. Tutkimuksen mukaan liikenneturvallisuus kohentuisi jo alhaisilla automaatiotasolla ja parantuisi jo erittäin merkittävästi automaatiotasolla 4 ja 5.

Automaattiautoihin liittyvissä liikenneturvallisuustutkimuksissa ei kuitenkaan ole aina otettu huomioon kaikkia muuttuvia seikkoja. Esimerkiksi huonot sääolosuhteet voivat muuttaa merkittävästi automaattiajoneuvojen liikenneturvallisuutta. Automaattiajoneuvot vähentävät selvästi eniten riskiryhmien, kuten juuri kortin saaneiden nuorten ja vanhusten, aiheuttamia kolareita. Toisaalta näihin riskiryhmiin kuuluvilla henkilöillä ei usein ole varsinkaan siirtymävaiheessa varaa automaattiajoneuvoihin. Tällöin voidaan olla tilanteessa, jossa parhaat ja varmimmat kuljettajat ovat siirtyneet automaattiajoneuvojen käyttöön, kun epävarmat kuljettajat ajavat vielä tavallisilla ajoneuvoilla. Tätä ongelmaa syventää entisestään se, että tällä hetkellä automaattiajoneuvojen suurimmat liikenneturvallisuushaasteet vaikuttaisivat olevan nimenomaan tavallisten ajoneuvojen ihmiskuljettajien tekemät ratkaisut, jotka eivät aina ole niin sanotusti oppikirjan mukaisia (Dougherty & Richtel 2015).

Potentiaalisena ongelmana voidaan nähdä myös ihmisten ajotaitojen heikentyminen automaattiajamisen seurauksena, mikä aiheuttaa ongelmia erityisesti tilanteissa, joissa automaatio pyytää kuljettajaa ottamaan yllättäen ajoneuvon haltuunsa. Mitä paremmin automaatio toimii, sitä vähemmän ihmiset kiinnittävät huomiota liikenneympäristöön, minkä seurauksena valmius ajoneuvon manuaaliseen ohjaamiseen heikkenee. Erityisesti tämä korostuu automaatiotasolla 3. (Seppelt & Victor 2016) Joidenkin tutkimusten mukaan automaattiajoneuvon hallintaan ottaminen voi viedä

jopa 25 sekuntia, kun ihminen on ehtinyt tottumaan ja luottamaan automaatioon (Innamaa et al. 2015).

Jotkin tutkimukset suhtautuvat myös skeptisesti liikenneturvallisuuden parantumiseen automaattiautojen myötä. Sivak ja Schoettle (2015) esittävät tutkimuksessaan, että siirtymävaiheessa liikenneturvallisuus voisi jopa heikentyä nykyiseen verrattuna. Väitettä perustellaan muun muassa siten, että kaikki onnettomuudet eivät ole ajoneuvojen kuljettajien aiheuttamia, vaan esimerkiksi yllättävät esteet, huonokuntoiset tiet ja yllättävät ympäristöolosuhteet aiheuttavat onnettomuuksia. Näiden lisäksi muut kuljettajat eivät välttämättä sopeudu automaattiautojen kanssa samaan liikennetilaan, mikä voi pahimmillaan lisätä tavallisten autojen onnettomuusriskiä. Onnettomuusmäärien kasvaminen edes siirtymävaiheessa vaikuttaisi kuitenkin suhteellisen epätodennäköiseltä skenaariolta ja toistaiseksi tutkimukset näyttäisivät olevan konsensuksessa siitä, että täysin automatisoitu liikenne vähentäisi merkittävästi liikenneonnettomuuksia.

Automaattiautot tuovat myös aivan uudenlaisia turvallisuushyötyjä liikenteelle. Automaattiautojen turvallisuudesta puhuttaessa kyberturvallisuus on noussut usein esille. Kyberturvallisuudesta tulee erityisen relevantti asia viimeistään siinä vaiheessa, kun autot verkottuvat ja erilaisia toimintoja tehdään tietoverkkojen yli tulevan datan perusteella. Kyberturvallisuudesta huolehtiminen tulee olemaan merkittävä osa automaattiautojen turvallisuutta, jotta verkottuneiden ajoneuvojen ajojärjestelmiin ei voida tunkeutua ulkopuolelta. (Lumiaho & Malin 2016) Singaporen teknillisen yliopiston tutkija Rahmanin (2016) mukaan automaattiautojen kyberturvallisuus ei kuitenkaan ole ainoa uudenlainen turvallisuushyöty. Hänen mukaansa myös terroristit voivat olla kiinnostuneita automaattiautoista, sillä esimerkiksi Isisin on raportoitu testanneen automaattiautopommeja Syyriassa.

2.5.2 Ympäristövaikutukset

Automaattiautojen odotetaan tuovan positiivisia ympäristövaikutuksia. Jo pienillä automaattitasoilla automaattiautojen odotetaan vähentävän liikenteen häiriöitä sekä parantavan yleistä liikenteen sujuvuutta laajemminkin. Häiriöttömässä liikenteessä ajoneuvojen energiankulutus on pienempää, minkä seurauksena päästöjä syntyy vähemmän. Lisäksi ylinopeuksien vähentymisen ja tasaisemman ajamisen seurauksena syntyy vähemmän meluhaittoja. (Innamaa et al. 2015)

Automaattiautojen odotetaan vähentävän polttoaineen kulutusta merkittävästi. Automaattiautot mahdollistavat esimerkiksi letka- tai saattueajon (platooning), jossa letkan kärjessä ajava auto määrittää ajolinjan ja nopeuden ja perässä tulevat autot seuraavat tätä. Letka-ajossa ideana on ajaa automaation turvin lähellä edellä ajavaa ajoneuvoa, jolloin ilmanvastus pienenee. Samalla ajoneuvojen verkottumisen seurauksena jarruttamisesta ja kiihdyttämisestä saadaan välittömästi tieto, jolloin kaikki ajoneuvot letkassa voivat tehdä sen yhtä aikaa. Tällöin kiihdyttämisen ja jarruttamisen reaktioajat eivät kertaannu ja letkan perässä tulevien autojen ajamisesta tulee sujuvampaa. Erityisesti kuorma-autojen odotetaan hyödyntävän tätä ominaisuutta. Erään tutkimuksen mukaan letkan kärjessä ajavan kuorma-auton polttoaineenkulutus voi vähentyä 8 % ja tätä seuraavien autojen jopa 16 % (Chan et al. 2012). Koska polttoaineen kulutus on melko suoraan verrannollinen päästöjen määrään, kulutuksen pieneminen vähentää myös päästöjä (Mersky & Samaras 2016).

Tutkimusten valossa vaikuttaisi olevan kiistatonta, että automaattiajoneuvot vähentävät päästöjen määrää suoritetta kohden. Automaattiautot voivat kuitenkin lisätä kilometrisuoritetta ja joissain tapauksissa siirtää ihmisiä julkisen liikenteen sekä myös jalankulun ja pyöräilyn sijasta henkilöauton käyttäjiksi automaattiautojen tuomien etujen vuoksi. Automaattiautoihin liitetään usein myös yhteiskäyttö- ja kutsuautot eli sellaiset autot, joita auton käyttäjät eivät ainakaan kokonaan omista. Automaattiset yhteiskäyttöautot toimisivat ikään kuin taksit ilman erillistä kuljettajaa. On tutkittu, että tällaiset yhteiskäyttöautot voisivat lisätä auton suoritetta keskimäärin jopa 11 %. Suoritteen kasvu olisi seurausta tyhjänä ajosta, jota tulee tilanteissa, joissa auto haakeutuu seuraavan kuljetettavan luokse. (Fagnant & Kockelman 2014) Onkin vielä hieman epäselvää, millaiset ympäristövaikutuksia automaattiajoneuvot tulevat kokonaisuudessaan tuomaan.

2.5.3 *Taloudelliset vaikutukset*

Automaattiautojen yleistymisellä tulee olemaan merkittäviä ja moninaisia taloudellisia vaikutuksia Suomessa. Selkeimpänä menoeränä automaattiautot tuovat liikenneinfrastruktuurininvestointien ja erityisesti talvihoidon kustannusten kasvun, sillä varsinkin alkuvaiheessa automaattiajoneuvot tarvitsevat lisäpanostuksia tiestöön. Talvihoidon kustannusten on arvioitu tuplaantuvan, eli kasvavan noin 108 miljoonalla eurolla automaatiotasosta riippumatta, mikäli automaattiautojen tarpeisiin halutaan vastata. Infrastruktuurin osalta myös väylien kunnossapidon tarve lisääntyy. Automaattiajaminen nykyisellä teknologialla edellyttää korkeatasoisia tiemerkintöjä ja riittävän hyvässä kunnossa olevaa tien pintaa. Myös infrastruktuuriin liittyvän digitaalisen tiedon kysyntä kasvaa erityisesti korkeammilla automaatiotasolla. (Innamaa et al. 2015)

Infrastruktuurin osalta voidaan kuitenkin havaita myös positiivisia taloudellisia vaikutuksia. Korkeasti automatisoidut ajoneuvot eivät tarvitse niin leveitä ajokaistoja, kuin ihmiskuljettajat. Tällöin kaistaleveyden pienentyminen ja liikennetilän kaventuaminen tuovat säästöjä infrastruktuurille rakennus- ja kunnossapitovaiheissa. Tällöin tilaa vapautuu myös muuhun maankäyttöön. Toisaalta urautuminen tullee kasvamaan, kun ajoneuvot ajavat tarkasti samassa urassa. Urautumista voidaan kuitenkin hillitä ohjelmoimalla ajoneuvot ajamaan tarvittaessa hieman erilaista linjaa, mutta vaikutusmahdollisuudet ovat kuitenkin erityisesti kaistatilan kaventuessa rajalliset. Automaattiajoneuvot vähentävät myös pysäköintitilaravetta keskustoissa, jolloin parkkiruutujen viemää tilaa voidaan kanavoida tehokkaampaan ja taloudellisesti järkevämpään maankäyttöön. (Innamaa et al. 2015)

Automaattiajoneuvot tuovat Suomeen tutkimuksen (Innamaa et al. 2015) mukaan enemmän suoria positiivisia kustannusvaikutuksia kuin negatiivisia kustannusvaikutuksia. Kaikilla automaatiotasolla esimerkiksi onnettomuus-, aika- ja ympäristökustannusten odotetaan pienentyvän. Näiden lisäksi saadaan muitakin positiivisia hyötyjä, joita ei voida suoraan arvottaa. Tällaisia ovat esimerkiksi matkustusmukavuuden ja esteettömyyden parantuminen, kilpailukyvyyn ja kauppataseen parantuminen sekä tasa-arvoisen liikkumisen kehittyminen (Linturi 2013).

Automaattiajoneuvot tuovat ainakin aluksi käyttäjille lisäkustannuksia. Korkean automaatiotason on arvioitu maksavan 7 000–10 000 Yhdysvaltain dollaria vastaavaa tavallista ajoneuvoa enemmän vuonna 2025, 5 000 dollaria enemmän vuonna 2030 ja 3 000 dollaria enemmän vuonna 2035. (EY 2014) Lisäksi lisääntyvä automaatio voi erityisesti alkuvaiheessa kasvattaa korjaus- ja huoltokustannuksia. Toisaalta au-

tomaattiautot helpottavat esimerkiksi yhteiskäyttöautojen yleistymistä ja käyttöönottoa, jolloin myös käyttäjien kulut voivat todellisuudessa pienentyä. Nykyisin autot ovat valtaosan ajasta käyttämättöminä. Ajoneuvojen yhteiskäytöllä autojen ajallinen käyttöaste saadaan tehokkaammaksi. Tällöin ajoneuvoja tarvitaan vähemmän, jolloin niihin sitoutuu vähemmän pääomaa ja verot sekä vakuutusmaksut jakaantuvat useammalle henkilölle. Automaattiautojen odotetaan myös vähentävän polttoainekustannuksia ja turvallisuuden parantuessa pienentävän vakuutusmaksuja. Lisäksi hyödyt esimerkiksi autossa vietetyn ajan hyötykäytöstä tulevat suoraan käyttäjille. (Innamaa et al. 2015)

Automaattiautot mahdollistavat myös liikkuminen palveluna -konseptin, eli MaaS (Mobility as a Service) -konseptin toteuttamisen entistä tehokkaammin. MaaS-konseptissa ideana on muuttaa liikkumista palveluksi, jossa liikennejärjestelmä rakennetaan käyttäjä- ja palvelulähtökohtaisesti. Tarkoituksena on rakentaa digitalisaation avulla liikennejärjestelmästä kokonaisuus, jossa eri liikennemuodot toimivat hyvin yhdessä ja matkustamisesta tulee sujuvaa ja helppoa. (Liikennevirasto 2014) MaaS-konseptissa on siis tarkoituksena luoda yritysvetoisesti palveluita liikkujille.

Automaattiautot tulevat mahdollistamaan monia uusia innovaatioita ja liiketoimintamalleja. Monet liikenneoperaattorit ovat olleet kiinnostuneita kuljettajakustannusten hävittämisestä. Esimerkiksi kyytipalvelu Uber on ollut pitkään kiinnostunut kuljettajattomista autoista, jolloin taksipalvelusta jäisi kuljettajakustannukset pois. Uber on ollut vahvasti myös lobbaamassa automaattiautoja. Uber on perustanut yhdessä Googlen, Fordin, Lyftin ja Volvon kanssa ryhmittymän, jonka tavoitteena on edistää lainsäädäntömuutoksia ja nopeuttaa automaattiautojen yleistymistä. (The Verge 2016) Suomessa Uber on mukana liikkuminen palveluna -konseptin kehittämispoolissa yhdessä 23 suomalaisen yrityksen ja toimijan, kuten Tampereen kaupungin, HSL:n, Rambollin ja Siton, kanssa (ITS Finland 2016). Uber aloitti syyskuussa 2016 Pittsburghissa tarjoamaan testimielessä käyttäjilleen automaattiautokyytejä. Toisaalta näissä kokeiluissa käytetään kuitenkin vielä kuljettajaa sekä erikseen insinööriä varmistamassa autojen toimintaa ja keräämässä tietoa kokeilusta. (Techcrunch 2016b)

Automaattiautot mahdollistavat myös täysin uudenlaista liiketoimintaa liikennealalle. Trendinä on ollut liiketoimintaympäristön muuttuminen entistä avoimemmaksi, jolloin monet eri toimijat voivat innovoida ja kehittää erilaista liiketoimintaa liikennesektorin ympärille. Yhtenä tärkeimmistä vaikutuksista oletetaan olevan autonomistustarpeen ja -halun pienentyminen sekä yhteiskäyttöautojen yleistyminen. Tällöin erilliset operaattorit voisivat ostaa ajoneuvot perinteisiltä autonvalmistajilta ja jälleenmyynnin sijaan pyörittää yhteiskäyttöautoliiketoimintaa. (Frost & Sullivan 2014a) Tämä puolestaan mahdollistaa erilaisen liiketoiminnan tarjoamista myös ajoneuvojen sisälle. Esimerkiksi kolmansien osapuolien tuottamat lisäarvopalvelut, kuten viihdejärjestelmät, mainostaulut ja esimerkiksi erilaiset välipalat tai virvokkeet, voisivat kuulua ajoneuvon varusteluun, kun autoja ei enää omisteta yksityisesti.

Automaattiautot vaikuttavat myös logistiikkaan ja joukkoliikenteen tarjoamiseen merkittävästi. Kuljettajakustannusten poistuttua joukkoliikenteestä saadaan taloudellisesti merkittävästi tehokkaampaa. Esimerkiksi linja-autoliikenteessä kuljettajien palkat sivukuluineen ovat Suomessa keskimäärin noin 46 prosenttia liikennöinnin kustannuksista (HSL 2013). Toisaalta automaattiautot tuovat jonkin verran myös ylimääräisiä työtunteja esimerkiksi laitehuollon- ja liikennöinnin varmistamisen puolelle, mutta kokonaisuudessaan kustannusvaikutus olisi todennäköisesti merkittävästi positiivinen yrityksille.

Automaattiautojen vaikutukset logistiikkaan kokonaisuudessaan rajautuvat tämän työn ulkopuolelle, mutta vaikutukset jakeluun on perusteltua käydä läpi, sillä ne voivat vaikuttaa suoraan ihmisten liikkumiseen. Automaattiautot nimittäin mahdollistavat taloudellisesti merkittävästi tehokkaamman välittömän kotiinkuljetuksen verrattuna perinteiseen ihmisen operoimaan kotiinkuljetuspalveluun. Nykyisin tällaista välitöntä kotiinkuljetusta suoritetaan lähinnä ruokayritysten, kuten pizzeriaiden, toimesta. Jonkin verran kotiinkuljetuspalveluita löytyy myös tavaroiden vähittäismyynnistä, mutta usein näitä toteutetaan vain isoille tuotteille ja merkittävää maksua vastaan. Kustannustehokas kotiinkuljetus mahdollistaisi verkkokaupan kasvun entistä suositummaksi. Tällöin liikkuminen perinteisille kivijalkakaupoille voisi vähentyä, millä olisi suora vaikutus ihmisten liikkumiseen.

Elinkeinoelämän tutkimuslaitoksen tutkimuksen (Pajarinen & Rouvinen 2014) mukaan tekniikan kehittyminen uhkaa Suomessa jopa kolmannelta nykyisistä työpaikoista seuraavien vuosikymmenien aikana. Raportti ei kuitenkaan ennusta massatyöttömyyttä, vaan työtehtävien luonne ja työpaikat tulevat muuttumaan digitaalisempaan suuntaan. Vastaavaa kehitystä tulee tapahtumaan myös liikennesektorille. Tulevaisuudessa on odotettavissa, että automaattiajoneuvot vievät työn perinteisiltä autonkuljettajilta (Pursiainen 2014). Tämä ei kuitenkaan suoraan tarkoita työpaikkojen vähentymistä liikennesektorilta. Digitalisaation seurauksena ohjelmoinnin tarpeen kasvaminen sekä MaaS-ajattelun mahdollistamien uudenlaisten palvelukonseptien yleistyminen luovat varmasti uusia työpaikkoja liikennesektorille ja mahdollistavat näin jopa uudentyyppisten vientiyritysten syntymisen. Suomessa on tällä hetkellä lainsäädännöllisesti loistavat ja muihin Euroopan maihin nähden joustavat mahdollisuudet automaattiautojen testaamiseen ja kehittämiseen. Lisäksi Suomesta löytyy valmiiksi paljon digiosaamista, minkä seurauksena Suomessa olisi hyvät mahdollisuudet myös kehittää automaattiautojen teknologiaa ja näin lisätä työllisyyttä.

Vaikutuksia valtion rahoitukseen ei tiettävästi ole vielä tutkittu kunnolla, eikä niiden tarkempi selvittäminen ole relevanttia tässä tutkimuksessa. Vaikutukset ovat kuitenkin hyvin moninaiset. Automaattiautot vievät perinteisiä työpaikkoja, mutta samalla synnyttävät myös uudenlaista työtä. Infrastruktuurikustannukset tulevat kasvamaan, mutta samalla automaattiautojen tuomat muut kustannushyödyt kasvavat. Ajoneuvokannan pienentyessä pääomaa vapautuu muuhun käyttöön, mutta samalla valtion keräämät verotulot pienentyvät.

Nykyisin tieliikenneajoneuvoista peritään autovero ja ajoneuvovero. Autovero tarkoittaa Suomeen tuotavien autojen ensiverotusta. Ajoneuvovero puolestaan koostuu vuosittain perittävistä perusverosta ja käyttövoimaverosta, jota peritään ajoneuvoilta, jotka käyttävät jotain muuta energialähdettä kuin moottoribensiiniä. (Trafi 2016) Tämän lisäksi Suomessa kerätään erikseen polttoaineveroa sekä arvonlisäveroa esimerkiksi polttoaineesta, uusista autoista, autojen huolto- ja korjaustöistä sekä vakuutusmaksuista. Ajoneuvokannan mahdollisesti pienentyessä ja ajoneuvojen energiatehokkuuden parantuessa on odotettavissa, että valtion nykyisessä muodossa keräämät verotulot liikenteestä pienentyvät. Tätä voidaan kuitenkin kompensoida erilaisilla liikennepoliittisilla keinoilla. Verotuksen luonnetta voidaan muuttaa esimerkiksi enemmän kilometriperusteiseksi tai liikenteestä voidaan periä muita maksuja, kuten esimerkiksi infrastruktuurin käyttömaksuja (Silberg & Wallace 2012). On melko selvää, että automaattiautojen yleistyminen tulee muuttamaan tieliikenteen hinnoittelua ja veroperusteita merkittävästi, mikäli tieliikenteen kustannusvastaavuus halutaan pitää tulevaisuudessa nykyisen kaltaisena.

2.5.4 Vaikutukset kaupunkikuvaan ja infrastruktuuriin

Yhtenä merkittävimpänä vaikutuksena kaupunkikuvaan automaattiautojen odotetaan vähentävän liikenteen tilantarvetta. Nykyisin liikenneympäristö on suunniteltu ihmisille, jotka tekevät usein inhimillisiä virheitä, eivätkä ole aina täysin valppaita liikenteessä. Tällöin kaistoista on tehty ylläpitäviä, näkemät ovat suuria, pientareet ovat leveitä ja teillä tarvitaan suojakaiteita. Tarkat verkottuneet automaattiautot eivät tarvitse näitä turvallisuutta parantavia, mutta tilaa vieviä ratkaisuja, jolloin väyliltä vapautuu tilaa. (Silberg & Wallace 2012) Automaattiautojen myötä vaikutukset liikenteen sujuvuuteen ja välityskykyyn tulevat parantumaan merkittävästi erityisesti korkeilla automaatiotasolla (Innamaa et al. 2015). Tällöin esimerkiksi kaistamäärät voivat joissain tapauksissa vähentyä, kun riittävään välityskykyyn päästään pienemmälläkin kaistamäärällä.

Toinen tilantarvetta vähentävä seikka on kaupunkiliikenteessä pysäköintitarpeen pienentyminen. Korkeilla automaatiotasolla automaattiauto voi kuljettaa matkustajan suoraan haluttuun paikkaan ja ajaa tämän jälkeen kauemmas pysäköitäväksi. Tällöin pysäköintitilan tarve pienenee, millä on merkitystä erityisesti tiheästi rakennetuilla alueilla. Automaattiautojen tarkkuudella ja tyhjänä autot voidaan myös pysäköidä tiiviimmin ja tarvittaessa esimerkiksi pystytasoon, jolloin horisontaalisen tilan tarve minimoituu. (Silberg & Wallace 2012) Automäärien odotetaan myös pienentyvän korkeimpien automaatiotasojen yleistymisen myötä yhteiskäyttövaikutuksen vuoksi. Anders Eugensson (2015) Volvota esittää, että neljännen automaatiotason autot voisivat pienentää esimerkiksi Singaporen automäärän lähes kolmannekseen nykyisestä. Tilantarpeen pienentyminen on erityisen merkittävää kaupunkiympäristössä, jossa maan arvo on suuri.

Automaattiautot tulevat vaatimaan enemmän älykkyyttä liikenneinfrastruktuuriin. V2I tulee vaatimaan tietoteknisiä investointeja, jotta automaattiautot voivat kommunikoida riittävän laajasti ympäristön kanssa. Erityisesti huonoissa oloissa automaattiautot saattavat tarvita tulevaisuudessakin infrastruktuurilta apua esimerkiksi paikanlukseen liittyen.

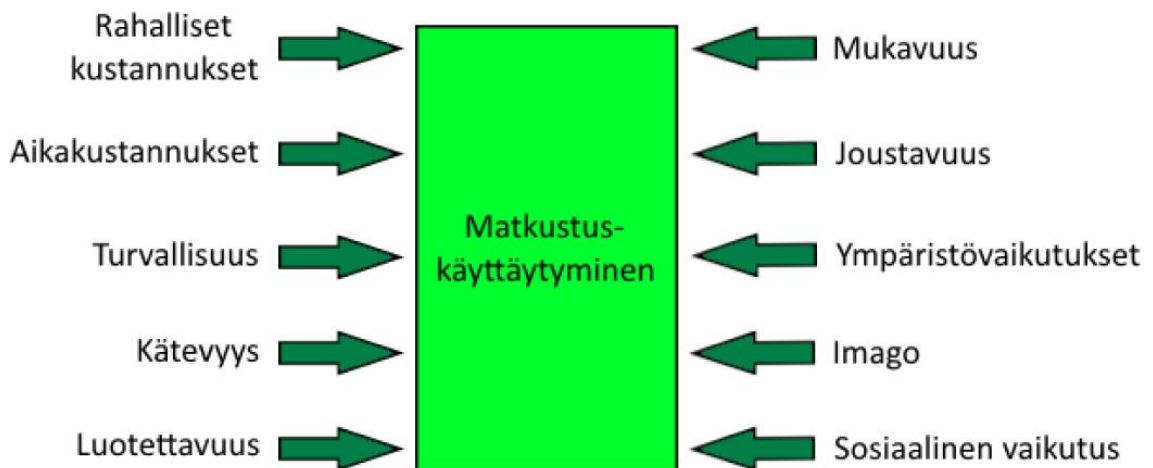
Kaupungistuminen on yksi tieliikenteen toimintaympäristöä muokkaava megatrendi. Sen myötä väestö keskittyy entistä enemmän kaupunkiseuduille, mikä lisää joukkoliikenteen järjestämisen edellytyksiä. Toisaalta yhdyskuntarakenne on kuitenkin entistä hajautuneempi, kun esimerkiksi asuin- ja työpaikkojen väliset etäisyydet ovat kasvaneet. (Pöllänen et al. 2014) Etätyöskentelymahdollisuuksien parantuminen ja toisaalta automaattiautojen yleistymisen voivat kuitenkin hajauttaa kaupunkirakennetta nykyisestä. On mahdollista, että muuttoliike ei enää suuntaudu joukkoliikenneyhteyksien varrelle tai keskustoihin, vaan ihmiset muuttavat hajautuneemmin kaupunkiseuduille liikkumisen helpotuttua automaattiautojen myötä.

Toisaalta viranomaistoimet voivat vaikuttaa kehitykseen. Vaikka tulevaisuuden autot olisivat ympäristöystävällisiä, vievät ne silti tilaa ja alentavat viihtyisyyttä keskustoissa. Tällöin viranomaiset pyrkinevät tulevaisuudessakin rajoittamaan henkilöautoliikennettä keskustoissa ja siirtämään ihmisiä joukkoliikenteen sekä jalankulun ja pyöräilyn käyttäjiksi. Yksi potentiaalinen tulema on joukkoliikenteen runkolinjojen vahvistuminen ja keskusta-alueiden joukkoliikenteen tehostuminen, mutta muun liikkumisen siirtyminen enemmän henkilöautopainotteiseksi. Tällöin kaupunkirakenne hajautuisi merkittävästi ja ydinkeskustan ja joukkoliikenteen runkolinjojen ulkopuolinen liikennöinti tapahtuisi pääosin automaattiautoilla. Tällöin kaupunkien keskustoista tulisi tiiviitä, mutta reuna-alueet hajautuisivat laajemmalle alueelle.

Kaupunkikuvan muutokset ovat kuitenkin paljon viranomaistoimien vaikutusten ja yleisen poliittisen tahdon alla, jolloin niiden ennakoiminen on hankalaa.

3 Automaattiautojen vaikutukset ihmisten liikkumiseen

Ihmisten liikkumiseen vaikuttavat ensisijaisesti tarve ja halu siirtyä paikasta toiseen. Tyypillisesti liikkumisen kysynnän ajatellaan olevan johdettua kysyntää, johon vaikuttavat erilaisten toimintojen aikataulutus. Toiminnoilla tarkoitetaan esimerkiksi työssäkäyntiä, vapaa-ajan aktiviteetteja, ostosreissuja tai lomareissuja. (Rubin 2016) Matkojen määrään, pituuteen, suuntautumiseen ja kulkutavan valintaan vaikuttaa lisäksi monet erilaiset tekijät. Kuvassa 3 on esitetty matkustuskäyttäytymiseen tyypillisesti vaikuttavia tekijöitä.



Kuva 3. Matkustuskäyttäytymiseen vaikuttavat tekijät (Polzin 2016).

Rahallisten ja ajallisten kustannusten, eli matkan hinnan ja keston, on havaittu olevan kriittisimmät matkustuskäyttäytymiseen vaikuttavat tekijät (Polzin 2016). Automaattiautoihin liittyen turvallisuuteen vaikuttaa paitsi absoluuttinen turvallisuus myös koettu turvallisuus. Vaikka tutkimukset osoittaisivat yksiselitteisesti automaattiautojen olevan ihmiskuljettajia turvallisempia, eivät kaikki ihmiset välttämättä koe niitä turvallisiksi, varsinkaan alkuvaiheessa. Tällöin osin aiheettomat pelot automaattiautojen turvallisuudesta voivat pienentää automaattiautojen vaikutuksia ihmisten liikkumiseen.

Kätevyys, luotettavuus, matkustusmukavuus sekä joustavuus ovat myös ilmeisiä matkustuskäyttäytymiseen vaikuttavia tekijöitä. Ihmiset suosivat vaivattomia ja toimivia ratkaisuja liikenteessä. Kulkutavan tulee olla helposti käytettävissä ja aikataulujen tulisi olla mahdollisimman tarkkoja. Matkustusmukavuus sekä kulkutavan joustavuus ovat usein tekijöitä, joista ihmiset ovat valmiita maksamaan hieman enemmän.

Muiden vaikutuksen voidaan katsoa olevan ulkoisia vaikutuksia, jotka vaihtelevat suuresti käyttäjästä riippuen. Osa käyttäjistä haluaa toimia mahdollisimman ympäristöystävällisesti, kun taas toisille sillä ei ole merkitystä. Myös kulkutavan imago ja mielikuva sekä muiden luoma sosiaalinen vaikutus vaikuttavat suuresti liikkumiseen. Tämä näkyy esimerkiksi siten, että tietyt ajoneuvomerkit ja -mallit ovat suosittuja tietyissä piireissä. Kulkutavan valinnalla voidaan katsoa olevan myös jonkinlaista statusarvoa.

3.1 Vaikutukset liikkumisen määrään

Maaliskuussa 2015 yli sata asiantuntijaa Euroopasta, Yhdysvalloista, Japanista ja Singaporesta osallistuivat CityMobil2-projektin organisoimaan työpajaan keskustelemaan automaattiautojen vaikutuksista. CityMobil2 on EU:n rahoittama, useiden sidosryhmien projekti, jonka tarkoituksena on tutkia automaattiautojen vaikutuksia ja kehittää teknologiaa automaattiautoihin liittyen (CityMobil2 2016). Työpajaa varten luotiin kaksi skenaariota automaattiautojen omistussmalleista ja tutkittiin näiden vaikutuksia neljässä erilaisessa kaupunkiympäristössä. (Sessa et al. 2016)

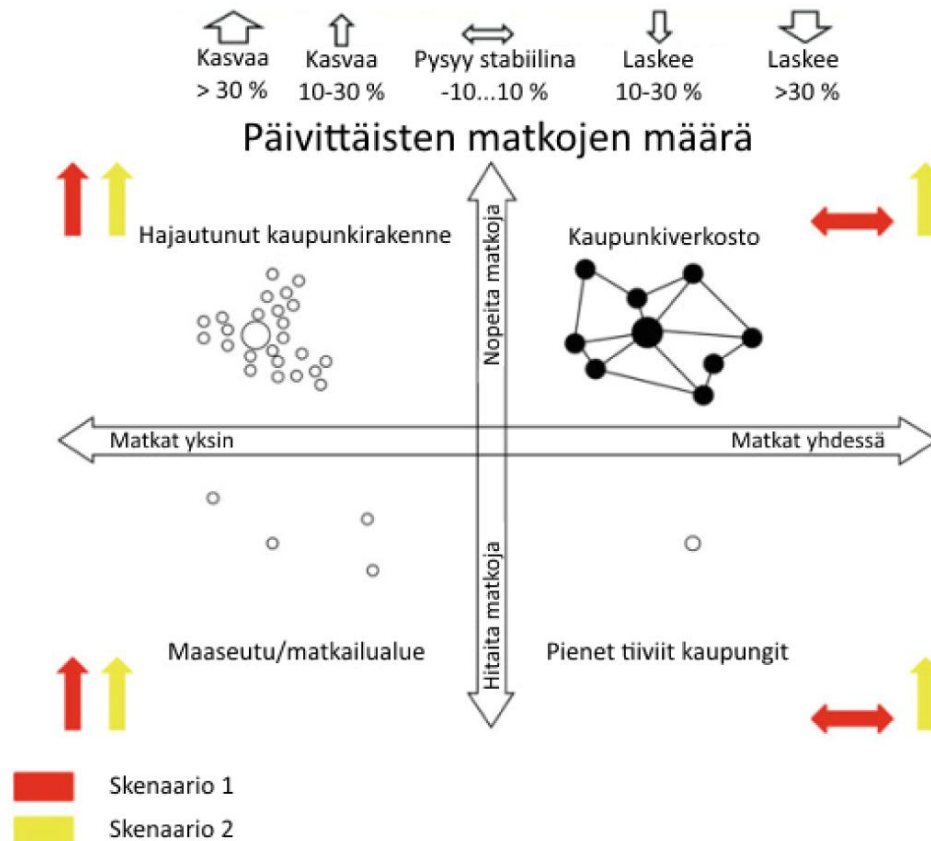
Työpajassa käytetyt, jokseenkin äärimmäiset skenaariot olivat:

- *Skenaario 1: Automaattiautojen omistaminen.* Tässä skenaariossa oletetaan, että automaattiautojen yleistyttyä ihmiset omistavat ja ajavat yhä itse omilla autoillaan ja ajoneuvojen yhteiskäyttö rajoittuu lähinnä kotitalouksien sisäiseen jakamiseen.
- *Skenaario 2: Automaattiautojen yhteiskäyttö.* Tässä skenaariossa huomioidaan yksityisen autonomistuksen muuttuminen entistä enemmän muotoon, jossa auto omistetaan joko yhdessä muiden kanssa tai autoista ja liikkumisesta vastaa erillinen operaattori. Skenaario sisältää sekä matkojen jakamisen (useita henkilöitä samassa autossa) että autojen jakamisen (auto on kerrallaan vain yhden henkilön käytössä). (Sessa et al. 2016)

Työpajassa käytetyt kaupunkiympäristöt olivat:

- *Hajautunut kaupunkirakenne:* Kaupunkien ydinkeskustoja ympäröivät laajasti levittäytyneet matalan tiheyden lähiöt. Matkat ovat yleisesti nopeita ja yksin tehtäviä. Liikenne on pääosin keskustan ja lähiöiden välistä, jolloin lähiöiden kesken poikittaisliikennettä on rajoitettusti. Autonomistusprosentti on korkea, matkoja asukasta kohden tehdään työpäivinä paljon, keskimääräinen matkapituus on korkea ja ajoneuvojen käyttöaste matala.
- *Kaupunkiverkosto:* Kaupungit ja alueet ovat monikeskuksisia. Matkat ovat yleisesti nopeita ja yhdessä tehtäviä. Autonomistusprosentti on matala, mutta matkat asukasta kohden, keskimääräinen matkapituus ja ajoneuvojen käyttöaste ovat korkeita.
- *Maaseutu/matkailualue:* Kaupunkirakenteen tiheys on matala ja alue hajautunut. Matkat ovat tyypillisesti hitaita ja yksin tehtäviä. Autonomistusprosentti on matala, matkoja asukasta kohden tehdään vähän, keskimääräinen matkapituus on korkea ja ajoneuvojen käyttöaste matala.
- *Pienet tiiviit kaupungit:* Kaupunkirakenne on tiivis ja matkat ovat yleensä hitaita ja yhdessä tehtäviä. Jalankulun ja pyöräilyn osuus kulkutapajakaumasta on suu-rehko. Ajoneuvojen käyttöaste on korkea, mutta autonomistusprosentti, matkat asukasta kohden ja keskimääräinen matkapituus ovat matalia. (Sessa et al. 2016)

Työpajaa varten asiantuntijoita pyydettiin arvioimaan päivittäisten matkamäärien, keskimääräisen matkan pituuden, käyttöasteen ja autonomistuksen kehittymistä kummankin skenaarion kannalta yllä esitellyissä kaupunkiympäristöissä. Kuvassa 4 on esitetty asiantuntija-arvioiden kooste skenaarioiden vaikutuksista päivittäisiin matkamääriin.

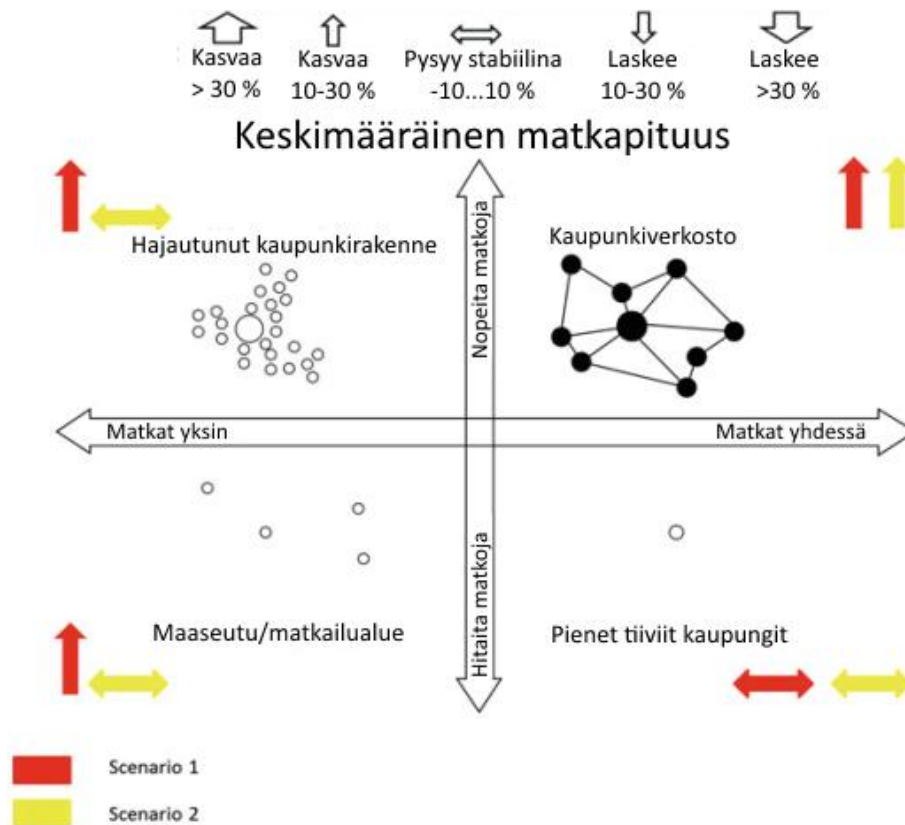


Kuva 4. Päivittäisten matkojen määrän muutos eri skenaarioissa (Sessa et al. 2016).

Skenaariossa 1, eli automaattiautojen omistusskenaariossa, asiantuntijat odottivat maltillista kasvua hajautuneessa kaupunkirakenteessa ja maaseuduilla, mutta kaupunkiverkostossa ja pienissä tiiviissä kaupungeissa tällä ei olisi vaikutusta matkojen määrään. Kasvua selitetään autojen paremmalla joustavuudella ja kotitalouksien mahdollisuudella aikatauluttaa menoja siten, että kaikki voivat kulkea autolla. Skenaariossa 2, eli automaattiautojen yhteiskäyttöskenaariossa, asiantuntijat odottivat maltillista kasvua kaikissa kaupunkirakenteissa. Skenaario 2 kasvattaisi matkamääriä myös kompakteimmissa kaupunkiympäristöissä erityisesti paremman saatavuuden ja kehittyneiden palvelukonseptien vuoksi. (Sessa et al. 2016)

Asiantuntijat odottavat matkamäärän kasvua myös liikuntakyvyttömiä osalta. Toisaalta autoihin nouseminen ja autoista poistumisen pitäisi olla helppoa ja lisäksi fasilitteettien pitäisi esimerkiksi matkan loppupäässä olla esteettömät. Matkamäärien kasvua hillitsee myös erityisesti vanhemmilla ihmisillä kyky ja halu käyttää teknologisia laitteita. Uudet teknologiat voivat myös pelottaa monia ihmisiä. (Sessa et al. 2016)

Työpajaan osallistuneet asiantuntijat olivat odotuksissaan keskimäärin konservatiivisempia kuin tutkimuksesta vastannut työryhmä. Asiantuntijat odottivat keskimäärin automaattiautojen tuovan lähinnä pieniä tai jopa olemattomia muutoksia matkojen määrään kummassakin skenaariossa. Tutkimuksen toteuttanut työryhmä puolestaan odotti, että pelkästään autojen parempi saatavuus ja niiden vaivattomuus nostaisivat päivittäisten matkojen määrää yli 30 %. Monet asiantuntijat puolestaan ajattelivat, että automaattiautot ovat vain yksittäinen tekijä, joka muuttaa tulevaisuuden liikenneympäristöä, eikä se välttämättä ole edes suurin vaikuttava tekijä. (Sessa et al. 2016)



Kuva 5. Keskimääräinen matkapituuden muutos eri skenaarioissa (Sessa et al. 2016).

Kuvassa 5 on esitetty asiantuntija-arvioiden kooste skenaarioiden vaikutuksista keskimääräiseen matkan pituuteen. Automaattiautojen omistusskenaariossa keskimääräisen matkapituuden oletetaan kasvavan maltillisesti muissa kaupunkiympäristöissä kuin pienissä tiiviissä kaupungeissa. Pienissä tiiviissä kaupungeissa matkat ovat luonnostaan lyhyitä eikä automaattiautoilta odoteta merkittäviä muutoksia tähän. Automaattiautojen yhteiskäyttöskenaariossa matkapituuden maltillista kasvua odotetaan vain kaupunkiverkostossa, vaikutuksien pysyessä stabiilina muissa kaupunkirakenteissa. Kaupunkiverkostoissa hyvin toimivat yhteiskäyttöautopalvelut toisivat todennäköisesti kasvua keskusten väliseen liikenteeseen, mikä lisäisi keskimääräistä matkapituutta. Parantuvan matkustusmukavuuden odotetaan kasvattavan pitkien matkojen määrää, mutta toisaalta helpompi saatavuus myös lyhyille matkoille voi lisätä näiden määriä, jolloin kokonaisvaikutus keskimääräisen matkapituuteen jää melko pieneksi. (Sessa et al. 2016)

Tutkimuksesta vastannut ryhmä esitti, että kokonaisuudessaan keskimääräinen matkapituus kasvaisi 10–30 %, minkä myös muut asiantuntijat pääosin hyväksyivät. Osa asiantuntijoista oli kuitenkin sitä mieltä, että varsinkin lyhyellä tähtäimellä automaattiautojen vaikutukset matkapituuteen jäävät melko pieniksi. Tätä perusteltiin muuan muassa siten, että alussa automaattiautojen kustannukset voivat olla suuria ja keskimääräinen matkan pituus on enemmän seurausta kaupunkirakenteesta kumpuavasta matkustustarpeesta kuin liikennevälineiden saatavuudesta, eikä sitä voida muuttaa lyhyellä tähtäimellä. (Sessa et al. 2016)

Davidson ja Spinoulas (2015) tutkivat ja mallinsivat automaattiautojen vaikutuksia tulevaisuuden liikennejärjestelmään skenaariolla, jossa automaattiotasojen 3 ja 4 autot jakavat liikenteen yhdessä tavallisten autojen kanssa. Kaikissa autoissa täytyy kuitenkin lainsäädännön puitteissa olla ajokortin omaava ihminen vastuussa liikkumisesta, eikä siten esimerkiksi tyhjänäajoa saa suorittaa. Oletuksena oli, että jo tällä

tasolla matkojen määrät kasvavat ja myös pidempiä matkoja tehdään, kun ajamisesta tulee mukavampaa ja ajamiseen käytettyä aikaa ei nähdä niin suurena kustannuksena.

Tutkimuksessa mallinnettiin automaattiautojen vaikutuksia olettamalla, että ihmiset pyrkivät maksimoimaan nettohyödyt. Nettohyödyillä tarkoitetaan käytännössä matkan kohteen vetovoimaa suhteessa matkustuksen kustannuksiin. Matkan kohteen vetovoimana voi olla esimerkiksi työpaikka tai vapaa-ajan harrastus ja matkan kustannuksina matkustus- ja aikakustannukset sekä näihin vaikuttavat osatekijät. Mallinnus suoritettiin Brisbanen kaupunkiin Australiassa. Mallinnuksessa oletettiin, että vuonna 2021 automaattiautojen penetraatioaste, eli automaattiautojen osuus kaikista autoista, olisi 25 % ja vuonna 2031 jo 75 %. Lisäksi oletettiin, että automaattiautot kasvattavat matkojen lukumäärää 10 %. Taulukossa 3 on esitetty mallinnuksen tulokset matkojen määrän, pituuden ja ajoneuvokilometrien suhteen. (Davidson & Spinoulas 2015)

Taulukko 3. Mallinnuksen tulokset Brisbanen kaupungissa (Davidson & Spinoulas 2015).

Vuosi	Matkojen määrä	Matkojen pituus	Ajoneuvokilometrit
2021	+ 2,5 %	+ 1,1 %	+ 3,6 %
2031	+ 8,1 %	+ 5,9 %	+ 14,5 %

Mallinnuksen tuloksena Brisbanessa automaattiautot lisääisivät matkamääriä vuonna 2021 yhteensä 2,5 % ja vuonna 2031 yhteensä 8,1 %. Keskimääräinen matkapituus kasvaisi 1,1 % vuonna 2021 ja 5,9 % vuonna 2031. Ajoneuvokilometrit kasvaisivat vuonna 2021 yhteensä 3,6 % ja vuonna 2031 yhteensä 14,5 %. Tämän seurauksena esimerkiksi ruuhkat kasvaisivat vielä enemmän, sillä automaattiautoilla ruuhkassa ajaminen olisi mielekkäämpää. (Davidson & Spinoulas 2015)

Tutkimuksessa otettiin kantaa myös kahteen muuhun skenaarioon. Ensimmäisessä automaattiautot jakavat liikennetilän tavallisten autojen kanssa, mutta automaattiautoilla ei tarvitsisi olla enää vastuullista kuljettajaa mukana. Tällöin myös tyhjänäajo ja ajokortittomien ihmisten kuljettaminen olisi sallittua. Toisessa skenaariossa kaikki ajoneuvot liikenteessä ovat täysin automaattisia. Kummassakin skenaariossa erityisesti matkojen määrä kasvaisi merkittävästi, mutta myös keskimääräinen matkan pituus oletettavasti kasvaisi. Tämän lisäksi tyhjänäajosta tulisi vielä ylimääräisiä kilometrejä, jolloin ajoneuvokilometrien määrä kasvaisi erittäin merkittävästi. Näiden skenaarioiden tarkempi mallintaminen ei kuitenkaan ollut kyseisessä tutkimuksessa käytetyllä ohjelmistolla mahdollista niiden kompleksisuuden vuoksi. (Davidson & Spinoulas 2015)

Yleisellä tasolla liikkumisen määrän odotetaan kasvavan automaattiajoneuvojen yleistymisen seurauksena. Useissa tutkimuksissa toistuvat samat syyt (mm. Davidson & Spinoulas 2016; Hörl et al. 2016; Gruel & Stanford 2015) matkamäärien ja matkojen pituuden kasvulle:

- Automaattiautoilla sekä todelliset että koetut kustannukset voivat olla matalampia. Tällöin nykyisin nettohyödyiltään marginaaliset matkat voivat muuttua houkuttelevammiksi ja autoilusta voi tulla viehättävämpää.
- Auton pysäköinnistä tulee helpompaa, kun kuljettajan ei tarvitse itse huolehtia pysäköinnistä.

- Auton jakaminen kotitalouksien sisällä helpottuu, jolloin nykyisin mahdottomia tai muilla kulkumuodoilla toteutettavia matkoja siirtyy automaattiautoilla tehtäväksi.
- Ihmiset voivat tehdä matkoja, vaikka eivät olisi ajokunnossa. Tällaisia ovat esimerkiksi tilanteet, joissa ihmiset ovat humalassa, lääkkeiden vaikutuksen alaisina tai liian väsyneitä ajaakseen. Osa näistä matkoista tehdään nykyisin taksilla, mutta automaattiautojen parempi saatavuus ja pienemmät kustannukset lisäävät tällaisia matkoja.
- Automaattiautot lisäävät matkoja henkilöillä, jotka eivät nykyisellään voi ajaa. Eli uutta kysyntää tulee esimerkiksi ajokortittomilta, lapsilta, vanhuksilta ja sairauksien vuoksi ajokyvyttömiltä.

Yhdysvalloissa on tehty useita tutkimuksia, jotka ennustavat ajoneuvokilometrien kokonaismäärän kasvua automaattiautojen seurauksena erityisesti henkilöryhmillä, jotka eivät itse voi nykyisin ajaa. Näitä henkilöryhmiä ovat nuoret, vanhukset, sairauden takia ajokyvyttömät sekä ajokortittomat aikuiset. Koonti näistä tutkimuksista on esitetty taulukossa 4. Useimmat näistä tutkimuksista perustuvat datan puolesta vuonna 2009 Yhdysvalloissa toteutettuun suureen henkilöliikennetutkimukseen, eli 2009 NHTS (National Household Travel Survey) tutkimukseen. 2009 NHTS tutkimuksessa selvitettiin matkapäiväkirjojen avulla henkilöiden liikkumista ja siihen sisältyivät kaikki tutkimusaikana tehdyt matkat. Matkoista kerättiin perustiedot, kuten kulkumuoto, tarkoitus, pituus, ajankohta ja sijainti (NHTS 2009).

Taulukko 4. Koonti tutkimuksista, jotka ennustavat muutosta ajoneuvokilometreihin automaattiautojen seurauksena Yhdysvalloissa.

Tutkimus	Data	Muutos ajoneuvokilometreissä	Muutoksen lähde
Brown et al. 2014	2009 NHTS	Enintään +40 %	Nuorten, ajokyvyttömien ja vanhusten matkamäärien kasvu
Fagnant & Kockelman 2014	2009 NHTS	+11 %	Tyhjänäajo, jota tapahtuu kun jaetut automaattiautot hakeutuvat seuraavan kyyditettävän luo.
Fagnant & Kockelman 2015	-	+10 – 20 %	Kasvanut kysyntä automaattiautojen etujen vuoksi. Kysyntä keskimäärin erilaista eri penetraatioasteilla.
Wadud et al. 2016	2009 NHTS	Enintään +10 %	Yli 62-vuotiaiden kasvava kysyntä
Harper et al. 2016	2009 NHTS	Enintään +14 %	Ajokortittomien, vanhusten ja ajokyvyttömien matkamäärien kasvu

Brown et al. (2014) olettivat tutkimuksessaan erityisesti nuorien, ajokyvyttömiä ja vanhusten matkamäärien kasvavan. Tutkimuksessa arvioitiin karkeasti, että mikäli nämä nykyisin vähäisiä määriä liikkuvat ryhmät alkavat täysin automatisoitujen autojen seurauksena liikkumaan saman verran kuin eniten liikkuva kymmenys nykyisin, kasvaisi ajoneuvokilometrien määrä enimmillään jopa 40 %.

Fagnant & Kockelman (2014) arvioivat ja simuloivat tyhjänäajon määrää täysin automatisoiduilla autoilla. Tulosten mukaan tyhjänäajon osuus Yhdysvalloissa olisi jopa 11 prosentin luokkaa jaetuilla automaattiautoilla. Tämä tyhjänäajo koostuu sekä uusien asiakkaiden noutamisesta että esimerkiksi auton siirtymisestä ja pysäköimisestä halvemmille seuduille, kun asiakas on ensin ajettu kohteeseen. Myöhemmin Fagnant & Kockelman (2016) simuloivat tyhjänäajon osuutta Austinissa. Tuloksena oli, että auton suoritteesta noin 8,7 % ajetaan tyhjänä. Kuitenkin, mikäli kimpapakyydit sallitaan, tippuu lukema 4,5 % ja mikäli kysyntää on riittävästi, tyhjänäajon osuus voi jäädä jopa alle 1 %.

Fagnant & Kockelman (2015) arvioivat automaattiautojen kysyntää erilaisilla penetraatioasteilla. Kun automaattiautojen osuus liikenteestä on 10 %, oletetaan niiden käytön kasvavan keskimäärin 20 % tavallisiin autoihin nähden. Kun penetraatioaste on 90 % oletetaan kasvun olevan keskimäärin 10 % tavallisiin autoihin nähden. Eroa kasvussa perustellaan sillä, että aikaisilla omaksujilla on keskimäärin enemmän kysyntää automaattiautoille kuin myöhemmin niitä hankkivilla ihmisillä.

Wadud et al. (2016) arvioivat tutkimuksessaan vanhojen ihmisten potentiaalista matkamäärien kasvua korkeasti automatisoitujen ajoneuvojen seurauksena. Tutkimuksessa todettiin, että eniten matkoja tekevät 44-vuotiaat, minkä jälkeen matkamäärät putoavat tasaisesti 62 ikävuoteen asti, minkä jälkeen matkamäärät romahtavat. Yli 62-vuotiailla matkamäärien romahtamista selitetään sekä eläköitymisellä että lisääntyvillä ajamista vaikeuttavilla sairauksilla. Mikäli automaattiautojen seurauksena trendi 44–62-vuotiaiden matkamäärien laskusta säilyisi samanlaisena myös 62 ikävuoden jälkeen, nousisi matkojen määrä kokonaisuudessaan noin 2 %. Vanhojen ihmisten kasvavan matkamäärän ylärajaksi arvioitiin matkamäärien pysyvän samalla tasolla kuin 62-vuotiailla nykyisin, jolloin matkojen määrä kasvaisi kokonaisuudessaan 10 %.

Harper et al. (2016) analysoivat tutkimuksessaan henkilökilometrimäärän kasvua täysin automatisoidussa liikennem ympäristössä ajokortittomien aikuisten, vanhusten ja ajokyvyttömiä henkilöiden osalta. Tutkimuksessa tehtiin henkilöryhmille kolme perusolettamusta täysin automatisoitujen autojen seurauksena:

1. Ajokortittomien aikuisten odotetaan matkustavan yhtä paljon kuin samaan ikä- ja sukupuoliryhmään kuuluvat ajokortilliset henkilöt.
2. Terveet 65–74-vuotiaat matkustavat keskimäärin saman verran kuin 19–64-vuotiaat ja terveet yli 75-vuotiaat matkustavat keskimäärin saman verran kuin 65-vuotiaat nykyisin.
3. 19–74-vuotiaat, joilla on ajamista rajoittavia sairauksia, matkustavat saman verran kuin 19–64-vuotiaat samaan sukupuoliryhmään kuuluvat ajokyvylliset. Yli 75-vuotiaat, joilla on ajamista rajoittavia sairauksia, matkustavat saman verran kuin 65-vuotiaat henkilöt nykyisin.

Tutkimuksen tuloksena kasvua henkilökilometreissä tulee enintään noin 14 %, joista valtaosa, eli noin 9 % tulee perusolettamasta 1. Tutkimuksessa ei oteta kantaa mui-

hin automaattiautojen seurauksiin, vaan siinä ennustettiin vain ajokortittomien aikuisten, vanhusten ja ajokyvyttömien aikuisten potentiaalista kysynnän kasvua automaattiautojen seurauksena nykyisillä ajotottumuksilla. (Harper et al. 2016)

Aiheesta julkaistuissa tutkimuksissa vaikuttaisi olevan konsensus siitä, että liikkumisen määrä tulee kasvamaan automaattiautojen yleistymisen seurauksena. Kasvun suuruuden arvioiminen on kuitenkin hankalaa, sillä siihen ei voida soveltaa suoraan tavanomaisia tulevaisuudentutkimuksen laskennallisia menetelmiä, sillä kasvun arviointi vaatii aina useita oletuksia tulevaisuudesta. Asiantuntijamenetelmillä ja erityisesti toimintaympäristön analysoinnilla pyritään hakemaan jonkinlaisia ennusteita mahdollisilla kasvulukemille ja -tekijöille. Yhdistämällä näitä muihin liikennetutkimuksiin, voidaan saada esimerkiksi taulukossa 4 näkyviä tuloksia liikkumisen kasvulle tietyissä ryhmissä tietyillä oletuksilla.

Kokonaisuudessaan tutkimukset ennustavat keskimäärin 10–40 % kasvua henkilökilometreissä. Tämän lisäksi noin 10 % kasvu ajoneuvokilometreissä tyhjääajon seurauksena on mahdollinen, riippuen autonomistuksen muutoksista. Useimmat laskennallisia tuloksia sisältävät tutkimukset eivät kuitenkaan käsittele aihetta kokonaisuutena, vaan hahmottelevat asiaa yhdeltä kantilta, esimerkiksi tiettyjen väestöryhmien potentiaalin kannalta. Tällöin eri tekijöiden kumuloitumisen seurauksena kasvu voi olla ennakoitua suurempaa.

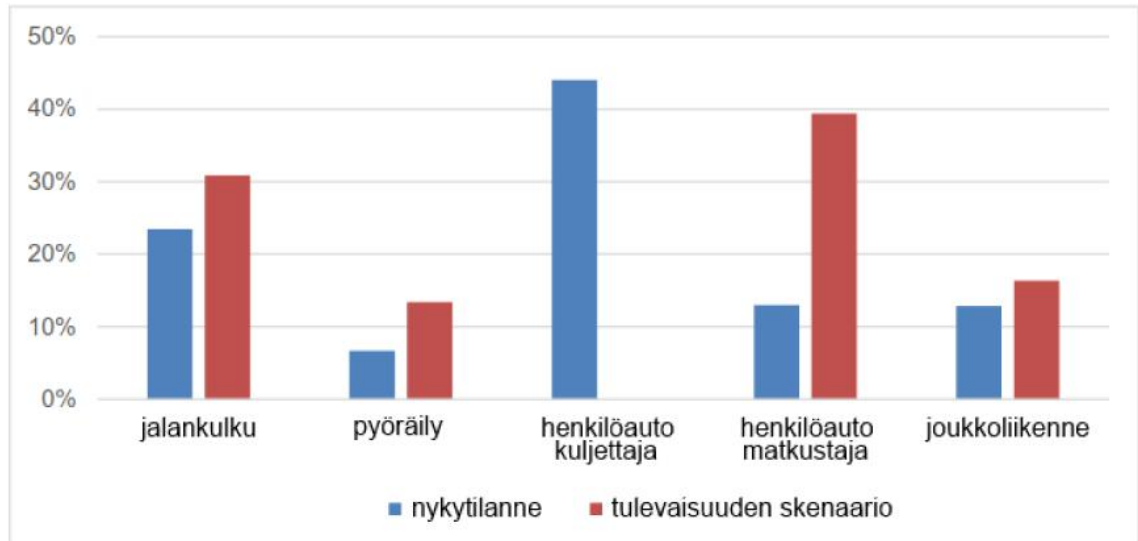
3.2 Vaikutukset kulkutavan valintaan

Kappaleessa 3.1 esitellyssä Citymobil2-projektin organisoimassa työpajassa pohdittiin automaattiautojen vaikutusta myös kulkutapajakaumiin eri skenaarioissa. Automaattiautojen omistusskenaariossa henkilöautojen kulkutapajakauman odotetaan kasvavan maaseutua lukuun ottamatta keskimäärin 10–30 prosenttia, kun taas joukkoliikenteen käytön odotetaan pienentyvän saman verran. Maaseuduilla, joissa joukkoliikenteen kulkutapaosuus on jo valmiiksi alhainen, muutosten ei oleteta olevan suuria. Kulkutapajakauman muutoksen pääsyynä arvioitiin olevan sekä käyttömukavuuden parantuminen että nuorten, vanhusten ja sairaiden kasvava kysyntä henkilöautoliikenteelle. (Sessa et al. 2016)

Osa asiantuntijoista kuitenkin kyseenalaisti joukkoliikenteen kulkutapaosuuden pienemisen, sillä kustannustasoista ei ole varmuutta. Mikäli henkilöauton käyttäminen on merkittävästi kalliimpaa kuin joukkoliikenteen käyttäminen, voi joukkoliikenteen kulkutapaosuus jopa kasvaa. Automaattiautojen myötä joukkoliikenteestä tulee kustannustehokkaampaa, jolloin palvelutasoa voidaan parantaa merkittävästi. Lisäksi automaattiautot tarjoavat ratkaisua joukkoliikenteen niin kutsuttuun viimeisen kilometrin ongelmaan, mikä voi nostaa joukkoliikenteen kulkutapaosuutta. (Sessa et al. 2016)

Lähtökohtaisesti jalankulun ja pyöräilyn kulkutapaosuudelle nähdään enemmän negatiivisia kuin positiivisia vaikutuksia. Siitä huolimatta useimmat vastaajat odottavat jalankulun ja pyöräilyn osuuden pysyvän suhteellisen stabiilina. Osa asiantuntijoista näkee myös positiivisia vaikutuksia varsinkin tiheästi asutuissa kaupunkiympäristöissä, joissa autoilun ja pysäköinnin viemää tilaa voidaan vapauttaa tehokkaammin jalankulun ja pyöräilyn käyttöön. Tällöin väylien laatu ja viihtyisyys parantuvat, mikä voi jopa nostaa jalankulun ja pyöräilyn kulkutapaosuutta. (Sessa et al. 2016)

Heilig et al. (2016) simuloivat tutkimuksessaan automaattiautojen yhteiskäytön vaikutuksia kulkutapajakaumaan. Tutkimuksessa oletettiin, että automaattisten yhteiskäyttöautojen penetraatioaste on 100 %, jolloin yksityisomistuksessa olevia autoja ei ole. Simulointi suoritettiin mobiTopp-mallilla Saksassa Stuttgartin kaupunkiin. Mallinnuksessa saadut tulokset esitetään kuvassa 6.



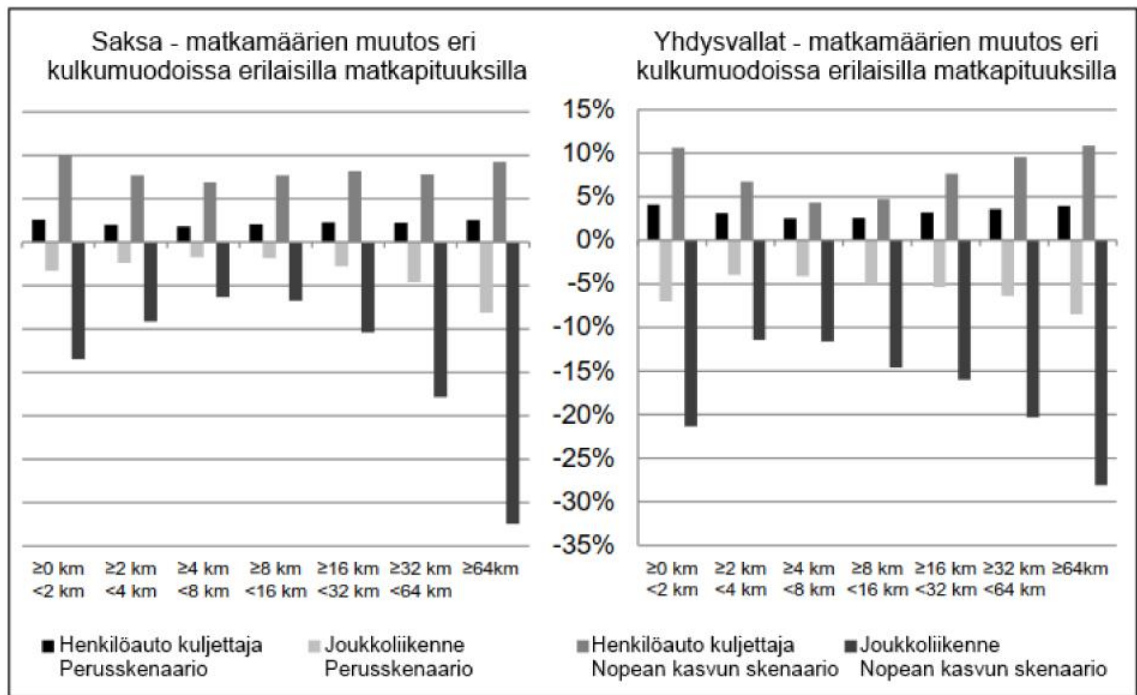
Kuva 6. Kulkutapajakauma Stuttgartissa nykytilanteessa sekä simuloitussa tulevaisuuden skenaariossa (Heilig et al. 2016).

Tutkimuksen mukaan yksityisomisteisten henkilöautojen korvaaminen yhteiskäyttöisillä automaattiautoilla vähentäisi henkilöauton kulkutapaosuutta suhteessa muihin kulkumuotoihin. Suurin osa nykyisistä henkilöautojen käyttäjistä siirtyisi suoraan henkilöauton matkustajiksi, mutta samalla osa näistä henkilöistä käyttäisi yhä useammin myös muita kulkutapoja muun muassa niiden pienempien kustannusten vuoksi. (Heilig et al. 2016) Tutkimuksessa ei kuitenkaan huomioitu riittävästi automaattiautojen luomaa uutta kysyntää ja matkustusmukavuuden parantumisen vaikutuksia, jolloin simuloitut tulokset eivät välttämättä anna kattavaa kokonaiskuvaa vaikutuksista.

Kröger et al. (2016) mallinsivat tutkimuksessaan yksityisomisteisten automaattiautojen 4 ja 5 ajoneuvojen vaikutuksia eri kulkutavoilla tehtävien matkojen määrään Saksassa ja Yhdysvalloissa. Tuloksia analysoitiin kahden skenaarion avulla, jotka muodostettiin arvioimalla korkeasti automatisoitujen ajoneuvojen osuutta vuosittain rekisteröitävistä autoista ja vertaamalla tätä kyseisille maille tyypillisille ajoneuvojen elinkaarille. Skenaariot olivat:

1. Perusskenaariossa vuonna 2035 korkeasti automatisoitujen autojen osuus ajoneuvokannasta on Yhdysvalloissa 11,4 % ja Saksassa 17,4 %.
2. Nopean kasvun skenaariossa vuonna 2035 korkeasti automatisoitujen autojen osuus ajoneuvokannasta on Yhdysvalloissa 31,8 % ja Saksassa 42,4 %.

Tutkimuksen tulokset on esitetty kuvassa 7. Simuloinnin tuloksena huomataan, että automaattiautojen yleistymisen generoi uusia matkoja henkilöautoille ja vähentää joukkoliikenteen käyttöä merkittävästi. Kuvassa 7 nähtävät muutokset ovat suhteellisia muutoksia, eli muutoksia nykyisiin matkamääriin kussakin liikennemuodossa. (Kröger et al. 2016)



Kuva 7. Henkilöautoilun ja joukkoliikenteen matkamäärien muutokset Saksassa ja Yhdysvalloissa perusskenaariossa ja nopean kasvun skenaariossa (Kröger et al. 2016).

Kuvan 7 tuloksista huomataan, että suurimmat muutokset kulkutavan valinnassa tapahtuvat sekä kaikkein lyhyimmillä että kaikkein pisimmillä matkoilla. Näiden lisäksi tutkimuksessa havaittiin, että myös jalankulun ja pyöräilyn kulkutapaosuudet voivat pudota nykyisestä. Taulukossa 5 on esitetty lyhyiden matkojen (alle 4 km) osalta arvio kulkutapajakaumista vuonna 2035 ilman automaation yleistymistä sekä tutkimustulokset näissä kahdessa skenaariossa kulkutapaosuuksien suhteellisista muutoksista. (Kröger et al. 2016)

Taulukko 5. Kulkutapajakauma alle 4 km matkoilla sekä eri skenaarioiden suhteelliset muutokset siihen vuonna 2035 (Kröger et al. 2016).

		Henkilö- auto	Joukko- liikenne	Jalan- kulk	Pyöräily
Yhdysvallat	Kulkutapajakauma ilman automaatiota 2035	72,2 %	2,3 %	24,1 %	1,4 %
	Perusskenaario 2035 (suhteellinen muutos)	+ 1,1 %	- 7,0 %	- 2,2 %	- 5,9 %
	Nopean kasvun skenaario 2035 (suhteellinen muutos)	+ 3,2 %	- 19,1 %	- 6,8 %	- 17,9 %
Saksa	Kulkutapajakauma ilman automaatiota 2035	41,2 %	7,7 %	39,0 %	12,1 %
	Perusskenaario 2035 (suhteellinen muutos)	+ 1,9 %	- 2,8 %	- 1,0 %	- 3,1 %
	Nopean kasvun skenaario 2035 (suhteellinen muutos)	+ 6,0 %	- 8,1 %	- 3,1 %	- 5,3 %

Kröger et al. (2016) odottavat siis automaattiautojen vievän kulkutapaosuutta muilta liikennemuodoilta. Erityisesti Yhdysvalloissa, jossa henkilöautoilun kulkutapaosuus

on nykyisin suuri lyhyilläkin matkoilla, suhteelliset muutokset muiden kulkumuotojen kulkutapaosuuksissa ovat suuria. Eniten automaattiautojen odotetaan pienentävän joukkoliikenteen ja pyöräilyn kulkutapaosuutta, kun taas jalankulun osalta muutosten ennustetaan olevan pienempiä.

Gruel ja Stanford (2015) pohtivat automaattiajoneuvojen vaikutuksia erilaisten skenaarioiden kautta. Kulkutapajakaumien osalta ongelmaksi todettiin painottuminen entistä enemmän henkilöautoihin automaattiautojen vetovoiman vuoksi. Tosin erityisesti automaattiautojen yhteiskäyttöskenaariossa nähtiin myös muita mahdollisia seurauksia. Automaattiautojen seurauksena yhdyskuntarakenne voi hajautua, kun liikkumisesta tulee mielekkäämpää. Tämän seurauksena autojen kysyntä ja tarjonta voivat ajautua epätasapainoon, jolloin palvelutason takaamiseksi tarvitaan enemmän ajoneuvoja ja toisaalta tyhjänäajoa esiintyy enemmän. Tällöin myös hintataso voi nousta, millä voi olla positiivisia vaikutuksia muiden kulkumuotojen kulkutapaosuuteen henkilöautoilun kustannuksella.

Davidson ja Spinoulas (2016) päätyivät simuloinneissaan monien muiden tutkimusten kanssa samaan lopputulemaan: Todennäköisesti automaattiajoneuvot lisäävät henkilöautojen kulkutapaosuutta ja pienentävät sitä niin jalankululta, pyöräilyltä kuin joukkoliikenteeltäkin. Kustannukset ovat kuitenkin suuressa roolissa tässä muutoksessa. Mikäli kustannustaso on korkealla, on myös mahdollista, että kulkutapajakauma painottuu nykyistä enemmän jalankulun, pyöräilyn ja joukkoliikenteen suuntaan.

Yhdyskuntarakenteen mahdollinen hajautuminen automaattiautojen seurauksena voi olla haaste joukkoliikennepalveluille. Toisaalta kuljettajakustannusten poistuessa kaiken kokoiset ajoneuvot pystyvät operoimaan tehokkaammin, jolloin joukkoliikennettä voidaan tarjota kustannustehokkaasti myös harvempaan asutuille alueille. Automaattiautot voivat toimia myös joukkoliikennettä täydentävänä palveluna tarjoten ratkaisua niin kutsuttuun viimeisen kilometrin ongelmaan (EY 2014). Tällöin seurauksena voisi olla joukkoliikenteen runkolinjojen vahvistuminen niin kaupungeissa kuin kaupunkien välisessäkin liikenteessä, mutta syöttöliikenteen muuttuminen enemmän henkilöautopainotteiseksi. Tämä voisi lisätä erityisesti kaupunkien välistä nopeaa raideliikennettä, kun matkan molemmissa päissä olisi kustannustehokkaasti käytettävissä myös henkilöauto.

Themsche (2017) pohtii artikkelissaan linja-autojen ja raitiovaunujen hyödyllisyyttä automaattiajoneuvojen yleistytessä. Artikkelissa päädyttiin johtopäätökseen, jossa automaattiautot voivat saavuttaa letka-ajossa (platooning) lähes saman henkilöliikennesuoritekapasiteetin kuin bussit ja raitiovaunut. Tällöin reunaehtoien täyttyessä nämä joukkoliikennemuodot voivat hävitä kokonaan. Reunaehdot ovat muun muassa riittävän alhaiset kustannukset ja ajoneuvojen ympäristöystävällisyys, jotta tämän kaltainen kehityskulku olisi mahdollinen. Kuitenkin isoissa kaupungeissa suuren kapasiteetin joukkoliikennevälineet, kuten metrot ja lähijunat, tulevat pysymään jatkossakin olennaisena osana liikennejärjestelmää.

Kulkutapajakaumien odotetaan siis painottuvan entistä enemmän henkilöautoiluun. Henkilöautoilun kulkutapaosuus voi kasvaa tutkimusten mukaan keskimäärin jopa 10–30 %, kun automaattiajoneuvojen penetraatioaste lähestyy sataa. Erityisesti joukkoliikenteen kulkutapaosuuden odotetaan pienentyvän, mutta monissa tutkimuksissa nähdään negatiivisia vaikutuksia myös jalankulun ja pyöräilyn kulkutapaosuuksiin. Toisaalta on myös tutkimuksia, joissa henkilöautojen kulkutapaosuuden odotetaan pienentyvän ja muiden kulkumuotojen osuuden kasvavan.

Automaattiautojen vaikutuksista kulkutapajakaumaan on tutkimusten perusteella melko ristiriitaisia näkemyksiä. Kulkutapajakaumaan vaikuttavat merkittävästi monet sellaiset tekijät, joita ei voida vielä varmuudella ennustaa. Tällaisia ovat esimerkiksi autonomistumallien muuttuminen, kustannusvaikutukset kokonaisuudessaan eri kulkumuodoilla, kustannusten erilainen kohdentuminen esimerkiksi kilometriperusteisesti, kaupunkirakenteen ja -suunnittelun muutokset sekä liikennepoliittiset päätökset. Näin ollen tutkimuksissa näkyi paljon risteäviä arvioita ja toteamuksia vaikutuksista kulkutapajakaumaan ja toisaalta melko vähän prosentuaalisia ennusteita.

3.3 Vaikutukset liikkumisen suuntautumiseen

Keskeisimpiä liikkumisen suuntautumiseen vaikuttavia tekijöitä ovat yhdyskuntarakenteen mahdollinen hajautuminen ja työmatkaliikenteen muuttuminen automaattiautojen seurauksena. Yhdyskuntarakenteen hajotessa päivittäinen liikkuminen luonnollisesti muuttuisi hajautuneempaan suuntaan. Käytännössä tämä tarkoittaisi pidempiä matkoja ja liikkumisen painottumista nykyistä laajemmalle alueelle. Työmatkaliikenne voi ajautua murrokseen, jos työnteko voidaan aloittaa jo työmatkalla korkeiden automaatiotasojen ajoneuvoissa. Tämä mahdollistaisi entistä pidemmät ja laajemmalle leviävät työmatkat, mikä voisi hajauttaa yhdyskuntarakennetta ja liikkumista entisestään.

Nykyisin harvoin tehtävien ja nettohyödyiltään vähäisten matkojen osuus tulee kasvamaan automaattiautojen seurauksena. Tämä generoi uutta liikkumista ja voi kasvattaa harvemmin tehtävien matkojen frekvenssiä. Tutkimusten valossa vaikuttaisi melko todennäköiseltä, että sekä matkojen lukumäärä että matkojen pituus tulisivat kasvamaan.

Matkojen pituuden kasvun ja matkustamisen vaivattomuuden seurauksena esimerkiksi suurten ostoskeskittymien saavutettavuus parantuu, mikä voi generoida lisää liikkumista tällaisiin kohteisiin. Saman voidaan nähdä tapahtuvan myös virkistysmatkoilla. Matkat esimerkiksi Lapin matkailukeskuksiin ja erilaisiin lomakohteisiin ympäri maan voivat lisääntyä. Automaattiautot voivat generoida myös lisää syrjäseuduille tapahtuvia vierailuja ystävien ja sukulaisten luo. Käytännössä pitkän matkan liikenteestä tulee houkuttelevampaa, jolloin tällaisia matkoja voidaan tehdä enemmän.

Matkamäärien kasvu generoi osaltaan matkojen uutta suuntautumista myös lyhyemmillä matkoilla. Matkojen muuttuessa vaivattommiksi, matkoja voidaan tehdä useammin henkilöille tyypillisten reittien ulkopuolelle. Matkamäärien kasvu tulee lisäämään erityisesti vapaa-ajan matkojen osuutta, jolloin liikkumista suuntautuu enemmän vapaa-ajan matkoille tyypillisille virkistys- ja ostosmatkoille.

Kirjallisuudessa odotetaan pääsääntöisesti myös kulkutapajakaumien painottuvan entistä enemmän henkilöautoliikenteeseen automaattiautojen myötä. Tällöin eri kohteiden saavutettavuus parantuu, mikä vaikuttaa myös liikkumisen suuntautumiseen. Käytännössä tämä tarkoittaa, että liikkumista voi suuntautua nykyistä enemmän joukkoliikennereittien ulkopuolelle ja nykyisin kävellen tai pyörällä tehtäviä matkoja, kuten lähiostosmatkoja, voi suuntautua kauemmas saavutettavuuden parantumisessa.

Parantuva liikkuvuus nuorten, vanhusten, sairaiden ja ajokortittomien aikuisten henkilöryhmissä vaikuttavat yleisesti liikkumisen suuntautumiseen merkittävästi. Näille

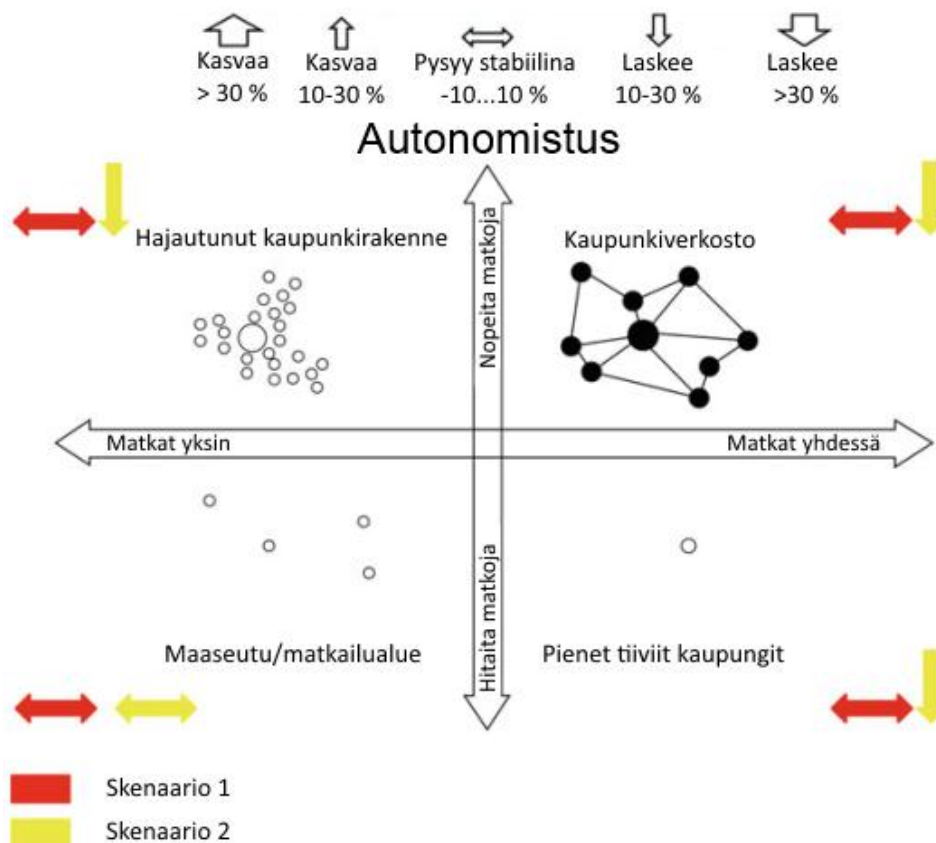
henkilöryhmille tyypillistä on matkojen painottuminen suoritteiden osalta ostos-, asiointi-, vierailu- ja vapaa-ajan matkoihin (Liikennevirasto 2012), jolloin henkilöauto-liikennettä tulee suuntautumaan enemmän tällaisille matkoille.

3.4 Autonomistus

Automaattiajoneuvoilla voi olla merkittäviä vaikutuksia autonomistushalukkuuteen. Autonomistukseen vaikuttavat perinteisesti monet tekijät. Tällaisia ovat esimerkiksi tarve tai halu omistaa auto, vaihtoehtoisten kulkumuotojen tarjonta, omistamisen ja vaihtoehtoisten ratkaisujen kustannukset ja niiden helppous, tottumus omistaa oma auto sekä autonomistamisen statusarvo (HSL 2016).

Vaihtoehtoina perinteiselle yksityiselle autonomistukselle ovat erillisten operaattoreiden omistamat autot tai yksityishenkilöiden yhdessä omistamat autot. Operaattoreiden omistamat automaattiautot toimisivat joko kutsupalveluperusteisesti kuten taksit nykyisin tai autovuokrausperiaatteella. Yksityishenkilöiden yhdessä omistettavat autot voisivat olla esimerkiksi naapuruston, ystäväpiirin tai muun sosiaalisen ryhmän yhdessä omistamia ajoneuvoja, joita voidaan käyttää yhteisten pelinsääntöjen mukaisesti.

Kappaleessa 3.1 esitellyssä Citymobil2-projektin organisoimassa työpajassa pohdittiin myös automaattiautojen vaikutuksia autonomistukseen. Kuvassa 8 on esitelty autonomistukseen odotettavia muutoksia eri skenaarioissa.



Kuva 8. Autonomistuksen muutos eri skenaarioissa (Sessa et al. 2016).

Skenaariossa 1, eli automaattiautojen omistusskenaariossa, muutoksia autonomistukseen ei luonnollisesti odoteta tapahtuvan juurikaan. Skenaariossa 2, eli automaattiautojen yhteiskäyttöskenaariossa, autonomistuksen odotetaan sen sijaan pienentyvän,

mutta vain maltillisesti. Tässä skenaariossa autoja voidaan omistaa yhdessä tai autonomistus ja liikkumispalveluiden tuottaminen voivat olla erillisten operaattoreiden vastuulla. Valtaosa työpajaan osallistuneista oli sitä mieltä, että autonomistus laskee vain jonkin verran muissa kaupunkirakenteissa ja maaseudulla autonomistus pysyisi nykyisen kaltaisena myös skenaariossa 2. (Sessa et al. 2016)

Osa asiantuntijoista oli sitä mieltä, että autonomistus voisi laskea hieman myös automaattiautojen omistusskenaariossa, sillä kotitaloudet voisivat jakaa auton käyttöä paremmin. Tällöin kotitalouksissa ei välttämättä tarvittaisi yhtä montaa autoa kuin nykyisin. Lisäksi mikäli automaattiautot ovat merkittävästi kalliimpia kuin tavanomaiset autot, voi autonomistus pienentyä jonkin verran molemmissa skenaarioissa. (Sessa et al. 2016)

Lisäksi osa asiantuntijoista oli sitä mieltä, että erityisesti automaattiautojen yhteiskäyttöskenaariossa autonomistus voi laskea myös merkittävästi enemmän kuin kuvassa 8 esitetystä vastausten keskiarvossa. Mikäli yhteiskäyttöajoneuvojen liiketoimintamallit saadaan toimiviksi ja ihmiset omaksuvat nämä hyvin, voi autonomistus laskea lyhyelläkin tähtäimellä suhteellisen paljon. Kokonaisuudessaan autonomistuksen odotetaan siis laskevan yhteiskäyttöautojen hyötyjen vuoksi, mutta muutos tulee olemaan hidasta. (Sessa et al. 2016)

Schoettle ja Sivak (2015) arvioivat kotitalouksien autonomistustarvetta ja keskimääräistä autojen lukumäärää kotitalouksissa Yhdysvalloissa. Nykyisin Yhdysvalloissa kotitalouksilla on käytössä keskimäärin 2,1 autoa. Tutkimuksessa toteutetun analyysin perusteella kotitaloudet voisivat tehdä täsmälleen samat matkat samoina ajankohdina kuin nykyisin keskimäärin 1,2 automaattiautolla kotitaloutta kohden. Toisin sanoen autojen lukumäärä kotitalouksien sisällä voisi teoriassa laskea noin 43 % siten, että palvelutaso säilyisi täysin nykyisen kaltaisena. Tämän seurauksena autojen vuossittainen käyttö tehostuisi ja autokohtainen kilometrimäärä kasvaisi keskimäärin nykyisestä noin 18 800 kilometristä noin 32 800 kilometriin. Kyseinen tutkimus oli kuitenkin hyvin suurpiirteinen, eikä siinä otettu huomioon automaattiautojen tuomia muita vaikutuksia.

Potentiaalia autonomistuksen pienentymiselle on merkittävästi. Kun riski ihmiskuljettajan tekemistä virheistä tai esimerkiksi autolle haitallisesta ajotavasta katoaa, on autojen lainaaminen ja yhteiskäyttö helpompi ja mielekkäämpi toteuttaa. Nykyisin ajoneuvot ovat käyttämättömänä valtaosan ajasta. Autojen tehokkaammalla käytöllä niiden pääomakustannukset jakautuisivat tasaisemmin eikä verrattain kallis investointi seisoisi turhaan pitkiä aikoja käyttämättömänä paikallaan. Tällöin olisi mahdollista saavuttaa merkittäviä kustannussäästöjä, mikä voisi kiihdyttää autonomistushalukkuuden katoamista. Taulukossa 6 on koottu yhteen tutkimuksia siitä, miten pienillä automaattiautomäärillä nykyinen liikennesuorite olisi toteutettavissa tehokkaasti.

Taulukko 6. Kooste tutkimuksista, jotka arvioivat miten pieni osa nykyisestä autokannasta tarvittaisiin samaan liikennesuoritteeseen automaattiautojen seurauksena.

Tutkimus	Tutkittu kaupunki	Tulos (prosenttia autokannasta tarvittaisiin)
OECD 2015	Lissabon, Portugali	alimmillaan 10 %
Bischoff & Maciejewski 2016	Berliini, Saksa	jopa alle 10 %
Fagnant et al. 2015	Austin, Texas	noin 11 %
Spieser et al. 2014	Singapore	noin 30 %
Boesch et al. 2015	Zürich, Sveitsi	noin 10 %

Taloudellisen yhteistyön ja kehityksen järjestö OECD (2015) toteutti tutkimuksen, jossa arvioitiin miten pienillä automäärillä nykyisen kaltainen liikennesuorite olisi toteutettavissa automaattiautoilla keskipituisissa eurooppalaisissa kaupungeissa. Tutkimuksen mukaan jaetuilla automaattitakseilla (useita tuntemattomia kyydissä yhtä aikaa) ja tehokkaalla julkisella liikenteellä lähes nykyisen kaltainen liikennesuorite olisi toteutettavissa 90 % nykyistä pienemmällä autokannalla. Ilman julkista liikennettä autokannan tarve olisi jaetuilla automaattitakseilla noin 18 % ja yksin käytettävillä automaattitakseilla noin 26 % nykyisestä autokannasta.

Bischoff ja Maciejewski (2016) tutkivat automaattiautokannan koon tarvetta Berliinissä. Simuloinnin tuloksena todettiin, että nykyisen kysynnän tyydyttämiseen tarvittavat 1,1 miljoonaa yksityisesti omistettua autoa olisi mahdollista korvata noin 90 000–110 000 automaattitaksilla. Simulointi suoritettiin nykyisen keskimääräisen vuorokauden liikenteen huipputunnin perusteella. Mikäli huipputunnin liikennettä voitaisiin jakaa esimerkiksi hinnoittelun keinoin laajemmalle, olisi autojen tarve vieläkin pienempi.

Fagnant et al. (2015) simuloivat automaattiautokannan koon tarvetta Austinissa. Tutkimuksen tuloksena todettiin, että yksi automaattitaksi voisi korvata 9,3 tavallista ajoneuvoa. Tutkimuksessa käytettiin perusoletuksena sitä, että kulkutapajakauma ja matkustuskäyttäytyminen pysyisivät nykyisen kaltaisena.

Spieser et al. (2014) arvioivat tutkimuksessaan automaattiajoneuvojen kutsupalvelujen, eli käytännössä automaattitaksien, liikenteellisiä ja taloudellisia vaikutuksia. Tutkimuksessa tehtiin casetutkimus Singaporessa ja tuloksena todettiin muun muassa, että automaattitaksiautokannan koko voisi olla noin kolmanneksen nykyisestä autokannasta, mikäli matkustuskäyttäytyminen pysyisi muuten samanlaisena.

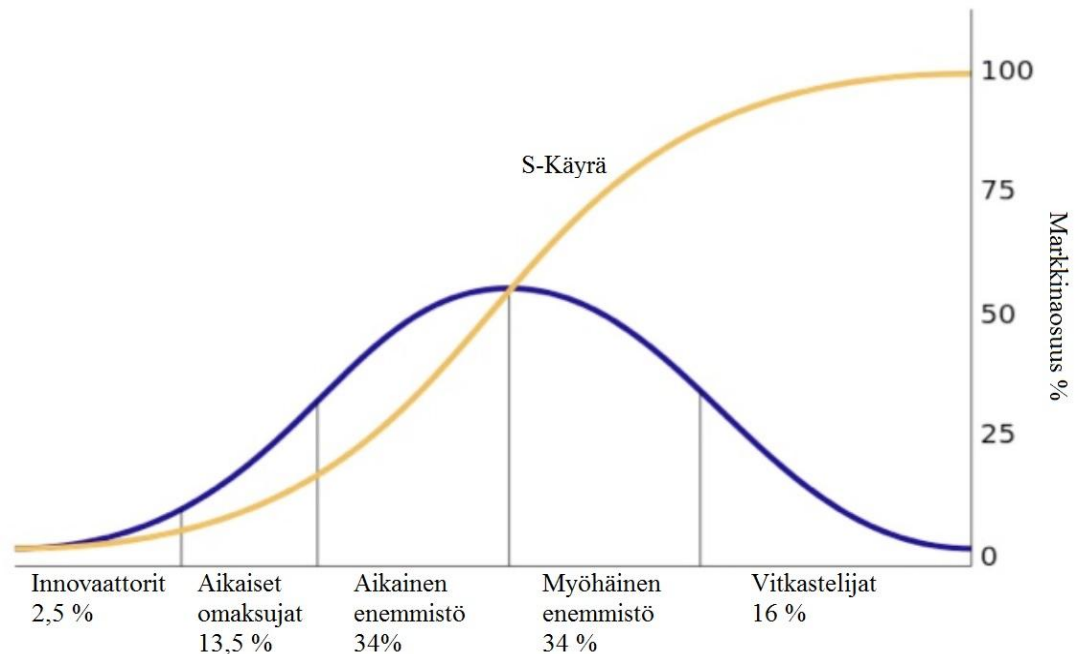
Boesch et al. (2015) tutkivat tarvittavaa automaattitaksien lukumäärää nykyisen kysynnän tyydyttämiseen Zürichissä. Tuloksena todettiin, että mikäli enintään 10 minuutin odotusaika automaattitaksin saapumiselle hyväksytään, olisi tarvittava autokannan koko 90 % nykyistä autokantaa pienempi.

Myös Suomessa on toteutettu tutkimus, jossa simuloitiin jaettuja takseja ja kutsujoukkoliikennettä Helsingin metropolialueella. Tutkimuksessa todettiin, että mikäli kaikki nykyiset henkilöautolla tehtävät matkat korvattaisiin jaetuilla takseilla ja kut-

sujojoukkoliikenteellä, olisi ajoneuvokannan tarve vain noin 4 % nykyisestä henkilöautomäärästä. Simuloinnissa huomioitiin, että kutsujoukkoliikenne voisi toimia myös syöttöliikenteenä nykyisille joukkoliikennelinjoille, mikäli matka-aika tällä matkaketjulla olisi nykyistä henkilöautolla tehtävää matkaa lyhyempi. (OECD 2017) Erilaisten lähtökohtien vuoksi tätä simulaatiota ei voi kuitenkaan verrata suoraan edellä esitettyihin simulaatioihin.

3.5 Automaattiautojen yleistymisen nopeus

Yleisesti uusien innovaatioiden ja teknologioiden yleistymisessä on havaittu tiettyjä usein toistuvia ominaispiirteitä. Tyypillisesti ihmiset voidaan jakaa viiteen ryhmään teknologioiden omaksumisen suhteen kuvan 9 mukaisesti. Ryhmät ovat innovaattorit, aikaiset omaksujat, aikainen enemmistö, myöhäinen enemmistö ja vitkastelijat. Alussa harvat ihmiset, innovaattorit ja aikaiset omaksujat, omaksuvat uuden innovaation käyttöön. Tätä seuraa uuden innovaation varsinainen yleistymisen, kun aikainen ja myöhäinen enemmistö omaksuvat innovaatiota käyttöön. Lopulta viimeisinä innovaation ottavat käyttöön vitkastelijat. Tällöin innovaatiot leviävät ja yleistyvät S-käyrän mukaisesti kuvan 9 osoittamalla tavalla. (Rogers 2003)



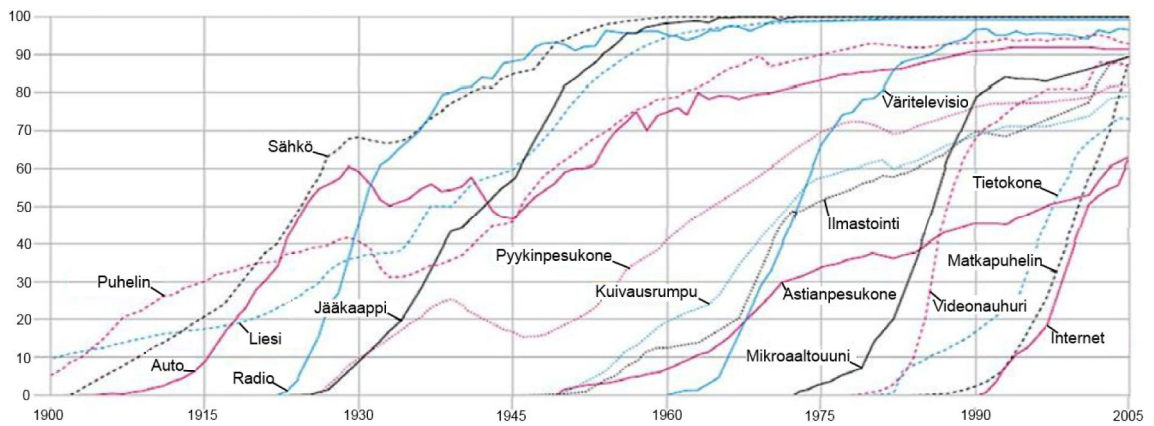
Kuva 9. Innovaatioiden omaksujaryhmät ja yleistymisen (Rogers 2003).

Innovaatiot voivat liittyä teknologioihin (esim. sähköautot tai automaattiautot), mutta ne voivat myös olla esimerkiksi sosiaalisia ja toimintatapoja (esim. yhteiskäyttöautojen yleistymisen). Kaikki innovaatiot ja teknologiat eivät kuitenkaan yleisty lainkaan. Osa voi yleistyä vain tietyillä käyttäjäryhmillä ja osa innovaatioista korvautuu hyvin nopeasti toisilla ratkaisuilla. (Pöllänen et al. 2014)

Rogersin (2003) mukaan innovaatioiden eri omaksujaryhmiin kuuluvilla henkilöillä on monia yhteisiä piirteitä. Aikaisemmat omaksujat ovat tyypillisesti myöhemmin omaksuvia korkeammin koulutettuja ja heillä on korkeampi sosiaalinen status. Sosiaaliseen statukseen vaikuttavat tulot, varallisuus, elintaso, ammatillinen arvostus yms. seikat. Aikaisemmin omaksuvat ovat keskimäärin myös rationaalisempia, älykkämpiä ja heillä on myönteisempi suhtautuminen tieteeseen ja muutokseen kuin myöhemmin omaksuvilla.

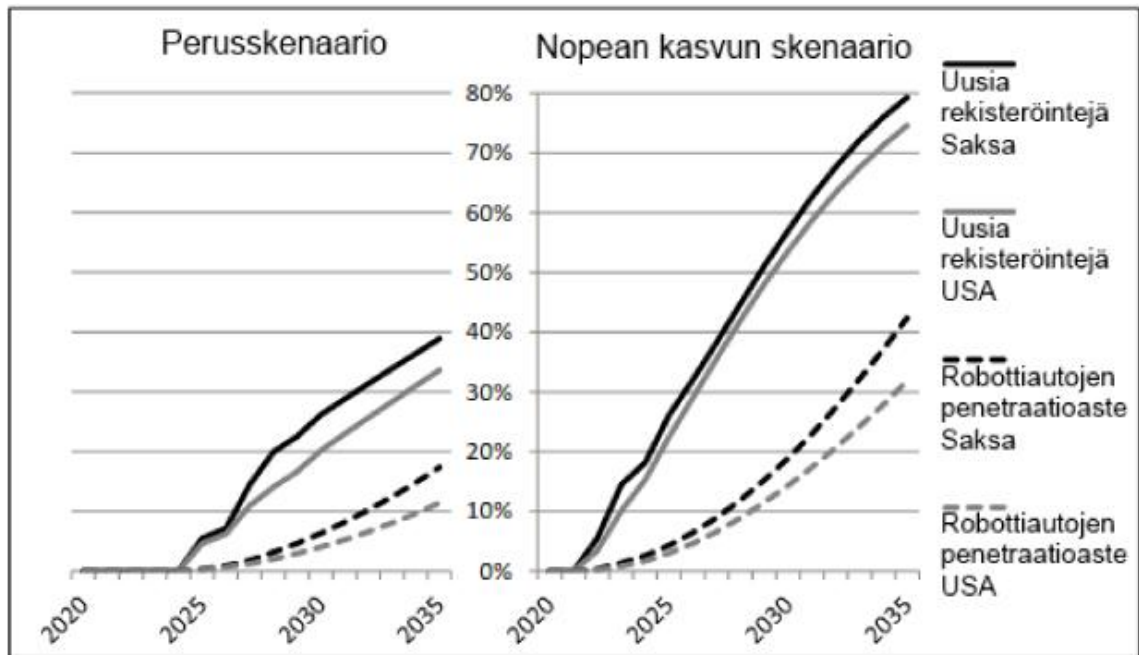
Sen sijaan henkilöiden iällä ei ole havaittu olevan vaikutusta omaksujaryhmiin. Osassa tapauksista aikaisemmat omaksijat ovat nuorempia tai toisissa tapauksissa vanhempia. Keskimäärin henkilöiden iällä ei kuitenkaan vaikuta olevan merkitystä uusien innovaatioiden ja teknologioiden käyttöönotossa. (Rogers 2003) Tyypillisesti valtaosa aikaan ja myöhäiseen enemmistöön kuuluvista henkilöistä kuuluu samoihin ryhmiin lähes kaikkien uusien innovaatioiden kohdalla. Kuitenkin erityisesti innovaattorit ja vitkastelijat vaihtuvat yleensä innovaatiosta riippuen. Ei siis voida olettaa, että sama henkilö kuuluisi aina uuden innovaation tai teknologian kohdalla innovaattoreihin tai vitkastelijoihin. (Robinson 2009)

Teoriaa innovaatioiden leviämisen S-käyrästä tukee myös kuvassa 10 esitetty erilaisten teknologioiden yleistymiseen kulunut aika Yhdysvalloissa. Kuvasta huomataan, miten valtaosa erilaisista teknologioista on yleistynyt S-käyrän mukaisesti. Samalla voidaan havaita, että teknologioiden käyttöönoton nopeus on kiihtynyt merkittävästi nykyhetkeä lähestyttäessä eli S-kirjaimen muoto on yhä pystympi. Lisäksi on näytetty, että teknologioiden yleistymisen nopeus on kasvanut entisestään myös kuvassa näkyvän aikajänteen jälkeen erilaisten älylaitteiden osalta. (McGrath 2013)



Kuva 10. Erilaisten teknologioiden yleistymiseen kulunut aika Yhdysvalloissa 1900-luvulla (Felton 2008).

Tutkimuksissa odotetaan automaattiautojen tuovan paljon muutoksia ihmisten liikumistottumuksiin. Osa tutkimuksista lähtee erilaisista aikaan perustuvista oletuksista, kun taas toiset tutkimukset käsittelevät tilannetta, jossa automaattiautojen penetraatioasteeksi oletetaan 100 %. Muutosten tapahtumiseen voi kuitenkin kulua paljon aikaa. Erityisesti skenaarioissa, joissa autonomistustarpeen odotetaan pysyvän nykyisen kaltaisen, voi muutos viedä useita vuosikymmeniä. Kuvassa 11 on esitetty automaattiautojen penetraatioasteen kasvuun kuluva aika kahdessa skenaariossa Saksassa ja Yhdysvalloissa.



Kuva 11. Automaattiautojen penetraatioasteen kehitysennuste vuosina 2020–2035 kahdessa skenaariossa Saksassa ja Yhdysvalloissa (Kröger et al. 2016).

Kuvassa 11 yhtenäinen viiva tarkoittaa automaattiautojen osuutta uusista rekisteröitävistä ajoneuvoista ja katkoviiva automaattiautokannan kokoa suhteessa koko autokantaan. Eli esimerkiksi äärimmäisen kasvun skenaariossa vuonna 2035 Saksassa rekisteröitävistä autoista noin 80 % olisi automaattiautoja, mutta automaattiautojen penetraatioaste koko autokannassa olisi kuitenkin vasta noin puolet tästä. Kuvassa 11 ero uusissa rekisteröinneissä Saksan ja Yhdysvaltojen välillä tulee siitä, että Saksassa luksusautojen osuus on tyypillisesti suurempi ja ajoneuvojen käyttöikä pidempi. (Kröger et al. 2016)

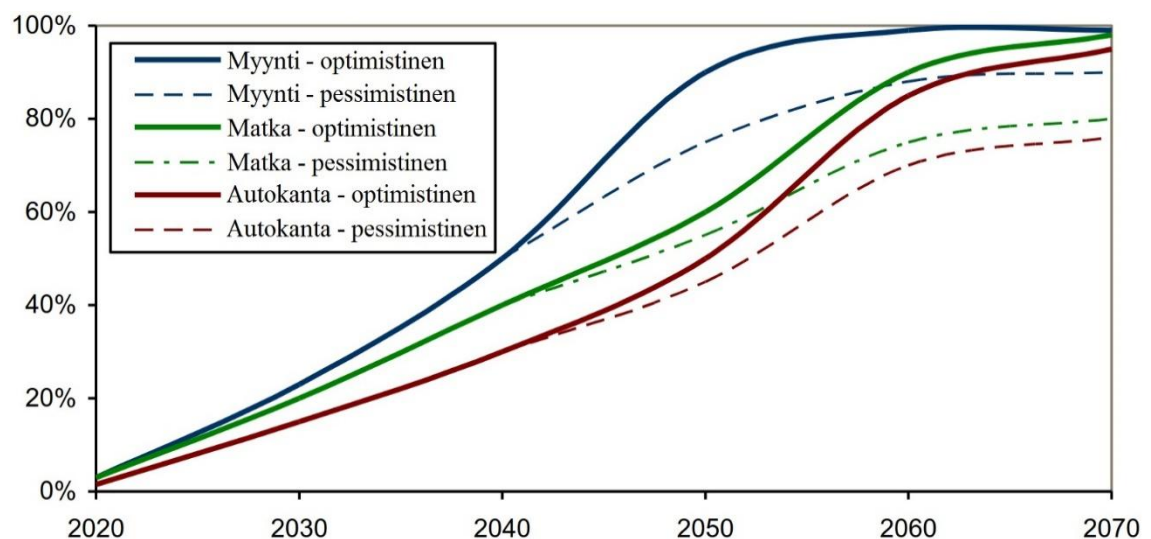
Suomessa muutokset automaattiautojen osuudessa autokannasta ovat vielä merkittävästi hitaampia, sillä ajoneuvokannan keski-ikä ja keskimääräinen romutusikä ovat paljon suurempia kuin Saksassa ja Yhdysvalloissa. Vuonna 2010 henkilöautojen keski-ikä Suomessa oli noin 12 vuotta, kun se Saksassa oli noin 8 vuotta (Autoalan tiedotuskeskus 2014). Suomessa autokanta myös uusiutuu hitaasti, sillä autojen keskimääräinen romutusikä on yli 20 vuotta, mikä on merkittävästi suurempi kuin romutusikä Euroopassa keskimäärin (Autoalan tiedotuskeskus 2016).

Sen sijaan skenaariossa, joissa yksityisestä autonomistuksesta siirrytään kohti yhteiskäyttöajoneuvoja ja automaattitakseja, muutokset voivat tapahtua paljon nopeamminkin. Tällöin uusien automaattiautojen mahdollisesti korkeampi hankintahinta ei muodostu vastaavalla tavalla ongelmaksi kuin yksityisomistukseen hankittaessa. Näin automaattiautoja voi tulla markkinoille alusta alkaen nopeammin, kun nykyisin autottomat kuluttajat voivat siirtyä henkilöautojen käyttäjiksi ja toisaalta autolliset kuluttajat voivat saada jopa suoria säästöjä luopuessaan omista ajoneuvoistaan. Toisin näissäkin skenaariossa nykyisiin autoihin sisältyvä suuri pääoma tulee hidastamaan jonkin verran uudistumista, jolloin penetraatioasteen kasvu lähelle sataa prosenttia tulee kuitenkin viemään kauan aikaa.

Automaattiautojen osuuteen uusista rekisteröitävistä ajoneuvoista vaikuttavat erityisesti automaattiautojen ja palveluiden toimivuus ja luotettavuus, ihmisten valmius ottaa automaattiautoja käyttöön sekä automaattiautojen kustannukset. Lisäksi erityisesti yhteiskäyttöskenaariossa palveluntarjoajien, eli erillisten operaattoreiden, rooli

voi olla suuri. Poliittisilla ohjauskeinoilla voidaan myös vaikuttaa automaattiautojen yleistymiseen. On siis odotettavissa, että mikäli toimintaympäristö ei merkittävästi muutu, tulee automaattiautojen yleistymisen kestämään vuosikymmeniä. Tosin automaattiautojen yleistymisen nopeuteen on mahdollista vaikuttaa hyvin merkittävästi muun muassa hinnoittelun ja lainsäädännön keinoilla.

Litman (2017) ennustaa automaattiautojen yleistymistä perustuen aikaisempien ajoneuvoteknologioiden yleistymiseen sekä oletukseen, että korkeasti automatisoidut ajoneuvot ovat saatavilla kalleimmissa hintaluokissa vuonna 2020. Kuvassa 12 on esitetty optimistinen ja pessimistinen arvio korkeasti automatisoitujen ajoneuvojen osuudesta uusista myytävistä autoista, korkeasti automatisoiduilla ajoneuvoilla tehtävien matkojen osuus kaikista matkoista sekä korkeasti automatisoitujen autojen osuus autokannasta Yhdysvalloissa. Kuvan perusteella korkeasti automatisoitujen autojen osuus uusista ajoneuvoista olisi vuonna 2050 noin 90 %. Tällöin niiden osuus autokannassa olisi noin 50 %.



Kuva 12. Korkeasti automatisoitujen ajoneuvojen osuus myynneistä, matkoista ja autokannasta Yhdysvalloissa (Litman 2017).

Myös muita ennusteita automaattiautojen penetraatioasteen kasvusta löytyy jonkin verran. IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) järjestön paneeli ennustaa automaattiautojen penetraatioasteen olevan 75 % vuonna 2040 (IEEE 2012). Bierstedt et al. (2014) ennustavat penetraatioasteen olevan 25 % vuonna 2035. Kuitenkin samassa tutkimuksessa todettiin, että 95 % penetraatioaste voisi olla mahdollinen vuonna 2040, mikäli valtio tukee automaattiautoja tai yhteiskäyttömallit lyövät kunnolla läpi.

Yllä esitellyt ennusteet perustuvat siihen, että automaatioteknologia ajoneuvoissa yleistyi yhtä nopeasti kuin muu autoihin kehitetty teknologia on yleistynyt. Davidson ja Spinoulas (2015) esittivät, että automaattiautoja voitaisiin verrata myös muihin teknologisiin tuotteisiin, jotka ovat ajan saatossa yleistyneet yhä nopeammalla tahdilla kuvan 10 mukaisesti.

Esimerkiksi tietokoneella kesti noin 20 vuotta saavuttaa 80 % kattavuus. Kännykät yleistyi vielä nopeammin, sillä 80 % kattavuuden saavuttamiseen riitti 15 vuotta. Luonnollisesti nämä ovat huomattavasti halvempia laitteita ja käyttöikä on pienempi, mutta siitä huolimatta nopeakin kasvu automaattiautojen penetraatioasteessa on mahdollinen. (Davidson & Spinoulas 2015) Automaattiautoja voisi verrata myös

älypuheliin. Älypuhelimia ei aluksi koettu hyödyllisiksi, mutta todellisuudessa älypuhelimilla kesti alle 10 vuotta saavuttaa 80 % penetraatioaste (comScore 2015).

Tutkimukset vaikuttaisivat olevan yksimielisiä siitä, että jossain vaiheessa automaattiautot valtaavat automarkkinat. Muutos tulee kuitenkin viemään vuosikymmeniä. Tutkimukset ennustavat keskimäärin, että korkean automaatiotason autot saavuttavat 50 % penetraatioasteen vuosina 2035–2050. Ennusteet sisältävät kuitenkin merkittävää epävarmuutta kumpaankin suuntaan. Suomessa muutosta hidastaa tyypillisesti vanha autokanta ja vaikeat olosuhteet automaattiautoille. Toisaalta Suomessa tavoitellaan automaattiautoilun edelläkävijän asemaa ja suomalaiset ovat keskimäärin teknisesti hyvin valveutuneita, mikä voi kiihdyttää automaattiajamisen suosiota muuhun maailmaan nähden.

4 Kuluttajien valmius ottaa käyttöön automaattiautoja

4.1 Kyselytutkimuksia kuluttajien valmiudesta ja mielipiteistä automaattiautoja kohtaan

Schoettle ja Sivak (2014) tutkivat ihmisten yleisiä mielipiteitä automaattiautoista Kiinassa, Intiassa, Japanissa, Yhdysvalloissa, Isossa-Britanniassa ja Australiassa. Tutkimuksessa toteutettiin kysely kussakin maassa siten, että vastaajia oli kutakin maata kohden noin 500–600. Tutkimuksen tärkeimmät havainnot olivat seuraavat:

- Valtaosa vastaajista oli aiemminkin kuullut automaattiautoista ja omasi positiivisen yleisen mielipiteen ja korkeat odotukset automaattiautojen tuomista hyödyistä.
- Valtaosa vastaajista oli kuitenkin myös huolissaan automaattiautojen turvallisuudesta ja tekniikan toimivuudesta.
- Vastaajat ilmaisivat huolensa erityisesti automaattiautoista, joissa ei ole tavanomaisia ajoneuvon hallintalaitteita ollenkaan.
- Suurin osa vastaajista halusi älykästä teknologiaa heidän autoihinsa, mutta eivät toisaalta olleet valmiita maksamaan ylimääräistä siitä.

Taulukossa 7 on esitetty ihmisten suhtautumista automaattiautoihin eri maissa. Kaikkein positiivisimmat asenteet automaattiautoja kohtaan olivat Kiinassa ja Intiassa, joissa hyvin positiivisesti tai lievästi positiivisesti automaattiautoihin suhtautui noin 85 % vastaajista. Japanissa puolestaan yli puolet vastaajista suhtautui neutraalisti automaattiautoihin. Eniten kielteisiä vastauksia tuli Yhdysvalloissa, jossa hyvin kielteisesti tai lievästi kielteisesti suhtautui noin 16 % vastaajista. (Schoettle & Sivak 2014)

Taulukko 7. Suhtautuminen automaattiautoihin eri maissa prosentteina (Schoettle & Sivak 2014).

Vastaus	Hyvin myönteinen	Lievästi myönteinen	Neutraali	Lievästi kielteinen	Hyvin kielteinen
Kiina	49,8	37,4	9,8	2,3	0,7
Intia	45,9	38,3	12,5	3,0	0,2
Japani	10,1	32,8	50,3	6,2	0,7
USA	22,0	34,3	27,3	12,4	4,0
U.K.	13,9	38,3	34,2	11,2	2,5
Australia	16,2	45,7	26,7	8,3	3,0

Schoettle ja Sivak (2014) kysyivät myös automaattiautoihin liittyviä huolenaiheita. Vastaavan tutkimuksen Suomessa on toteuttanut Liikenneturva (2016). Molempien tutkimusten kyseisen kysymyksen tuloksia on esitelty taulukoissa 8–13. Taulukoissa ylimmällä rivillä on kansainvälisessä tutkimuksessa käytetty asteikko ja alimmalla rivillä Liikenneturvan Suomessa käyttämä asteikko. Numerot taulukoissa tarkoittavat prosentteja vastaajista. Eroavaisuudet kysymyksissä on eroteltu kauttaviivoilla.

Taulukko 8. Kuinka huolissasi/peloissasi olet järjestelmän toimimattomuudesta ja turvallisuudesta? (Schoettle & Sivak 2014; Liikenneturva 2016).

Vastaus	Hyvin huolestunut	Kohtalaisen huolestunut	Hieman huolestunut	En lainkaan huolestunut	
Kiina	68	28	4	1	
Intia	59	28	11	3	
Japani	31	46	20	4	
USA	51	31	15	4	
U.K.	45	37	15	4	
Australia	44	34	17	4	
Suomi	33	48	13	7	
Vastaus	Pelottaa paljon	Pelottaa jonkin verran	Ei pelota ollenkaan	En osaa sanoa	

Taulukosta 8 huomataan, että valtaosa vastaajista kaikissa maissa on hyvin tai kohtalaisen huolissaan/peloissaan automaattiautojen järjestelmän toimimattomuudesta ja turvallisuudesta. Suurinta huoli on Kiinassa, mutta myös Intiassa, Yhdysvalloissa ja Isossa-Britanniassa yli 80 % vastaajista oli hyvin tai kohtalaisen huolestuneita aiheesta. Suhteessa vähiten huolestuneita vastaajat olivat Suomessa ja Japanissa, joissa tosin vain pieni osa vastaajista ei ollut lainkaan huolissaan/peloissaan aiheesta.

Taulukko 9. Kuinka huolissasi/peloissasi olet epäselvistä vastuukysymyksistä onnettomuustilanteissa? (Schoettle & Sivak 2014; Liikenneturva 2016).

Vastaus	Hyvin huolestunut	Kohtalaisen huolestunut	Hieman huolestunut	En lainkaan huolestunut	
Kiina	55	37	8	0	
Intia	47	37	14	3	
Japani	21	49	24	6	
USA	41	36	15	7	
U.K.	30	43	20	7	
Australia	33	40	20	7	
Suomi	22	49	19	11	
Vastaus	Pelottaa paljon	Pelottaa jonkin verran	Ei pelota ollenkaan	En osaa sanoa	

Taulukon 9 mukaan myös vastuukysymyksissä suomalaiset yhdessä japanilaisten kanssa vaikuttaisivat olevan suvaitsevaisimpia automaattiautoja kohtaan. Noin viidennes suomalaisista ei pitänyt vastuukysymyksiä lainkaan ongelmallisina. Suurinta huoli oli Kiinassa, jossa hyvin huolestuneita tai kohtalaisen huolestuneita oli noin 92 % vastaajista.

Taulukko 10. Kuinka huolissasi/peloissasi olet ajoneuvon hakkeroinnista ulkoapäin?
(Schoettle & Sivak 2014; Liikenneturva 2016).

Vastaus	Hyvin huolestunut	Kohtalaisen huolestunut	Hieman huolestunut	En lainkaan huolestunut	
Kiina	55	32	12	1	
Intia	57	25	13	4	
Japani	19	50	26	5	
USA	40	31	21	9	
U.K.	29	37	23	10	
Australia	34	33	23	11	
Suomi	25	46	20	9	
Vastaus	Pelottaa paljon	Pelottaa jonkin verran	Ei pelota ollenkaan	En osaa sanoa	

Taulukosta 10 huomataan, että erityisesti kiinalaiset ja intialaiset ovat hyvin huolissaan tietoturhasta, kun taas japanilaisista, briteistä ja suomalaisista selvästi alle kolmannes oli hyvin huolestuneita / hyvin peloissaan automaattiautojen tietoturvallisuudesta. Suomalaisista vastaajista lähes viidennes ei ollut lainkaan peloissaan kyberturvallisuudesta, kun muualla ei lainkaan huolestuneita vastaajia oli merkittävästi vähemmän.

Taulukko 11. Kuinka huolissasi/peloissasi olet yksityisyydensuojan pienemisestä?
(Schoettle & Sivak 2014; Liikenneturva 2016).

Vastaus	Hyvin huolestunut	Kohtalaisen huolestunut	Hieman huolestunut	En lainkaan huolestunut	
Kiina	50	36	13	1	
Intia	51	31	13	5	
Japani	13	50	26	12	
USA	39	31	20	11	
U.K.	24	38	23	15	
Australia	28	32	27	13	
Suomi	16	36	37	11	
Vastaus	Pelottaa paljon	Pelottaa jonkin verran	Ei pelota ollenkaan	En osaa sanoa	

Taulukosta 11 huomataan, että kiinalaiset ja intialaiset ovat selvästi muita huolestuneempia myös yksityisyyden suojan pienentymisestä. Huomionarvoista on myös, että suomalaisista peräti yli kolmannes vastaajista eivät ole ollenkaan peloissaan yksityisyyden suojan heikkenemisestä. Japanilaisista vastaajista harva oli hyvin huolestunut, mutta toisaalta puolet vastaajista oli kuitenkin kohtalaisen huolestuneita yksityisyydensuojan pienentymisestä.

Taulukko 12. Kuinka huolissasi/peloissasi olet siitä, että et opi käyttämään automaattiautoja? (Schoettle & Sivak 2014; Liikenneturva 2016).

Vastaus	Hyvin huolestunut	Kohtalaisen huolestunut	Hieman huolestunut	En lainkaan huolestunut	
Kiina	42	44	13	2	
Intia	44	33	17	7	
Japani	10	42	32	16	
USA	29	30	26	15	
U.K.	15	33	30	21	
Australia	21	32	27	20	
Suomi	7	23	62	7	
Vastaus	Pelottaa paljon	Pelottaa jonkin verran	Ei pelota ollenkaan	En osaa sanoa	

Taulukon 12 mukaan suomalaiset vaikuttaisivat olevan selvästi muita luottavaisempia siihen, että osaavat käyttää automaattiautoja. Suomalaisista peräti 62 % ei ole lainkaan peloissaan asiasta. Puolestaan kiinalaisista ja intialaisista valtaosa vastaajista on vähintään kohtalaisen huolestuneita siitä, että he eivät opi käyttämään automaattiautoja.

Taulukko 13. Kuinka huolissasi/peloissasi olet tekniikan toimimattomuudesta huonoissa oloissa / Suomen oloissa? (Schoettle & Sivak 2014; Liikenneturva 2016).

Vastaus	Hyvin huolestunut	Kohtalaisen huolestunut	Hieman huolestunut	En lainkaan huolestunut	
Kiina	60	33	6	1	
Intia	51	29	16	5	
Japani	15	47	30	8	
USA	40	34	19	7	
U.K.	18	37	30	14	
Australia	26	34	29	12	
Suomi	31	46	14	9	
Vastaus	Pelottaa paljon	Pelottaa jonkin verran	Ei pelota ollenkaan	En osaa sanoa	

Taulukon 13 mukaan kaikissa maissa valtaosa vastaajista oli vähintään jonkin verran huolissaan/peloissaan tekniikan toimimattomuudesta huonoissa oloissa. Briteistä ja suomalaisista löytyi eniten (14 %) vastaajia, jotka eivät olleet lainkaan huolissaan/peloissaan tekniikan toimimattomuudesta huonoissa oloissa.

Hieman yllättäen kiinalaiset ja intialaiset vaikuttaisivat olevan keskimäärin selvästi muita kansoja huolestuneempia yksittäisistä automaattiautoihin liittyvistä asioista, vaikka suhtautuivat samalla kaikkein myönteisimmin automaattiautoihin kokonaisuudessaan. Japanilaiset suhtautuivat yleisesti automaattiautoihin kaikkein neutraaleimmin. Tämä näkyy myös huolestuneisuudessa automaattiautoihin liittyvissä asi-

oissa, sillä japanilaiset olivat keskimäärin eniten hieman tai kohtalaisen huolestuneita. Yhdysvalloissa ja Isossa-Britanniassa vain noin puolet vastaajista suhtautui automaattiautoihin myönteisesti. Näissä maissa huolestuneisuus automaattiautoihin liittyvistä asioista korreloi suhtautumisen kanssa ja vastaukset painottuivatkin hyvin huolestuneeseen ja kohtalaisen huolestuneeseen. Suomalaiset vaikuttaisivat olevan vähiten huolissaan automaattiautoihin liittyvissä asioissa. Australialaiset vastaajat vaikuttavat keskimäärin hieman huolestuneemmilta kuin suomalaiset, mutta muuten vastaukset jakautuivat samankaltaisesti Suomessa ja Australiassa.

Tuloksia ei kuitenkaan voida vertailla suoraan toisiinsa. Schoettle ja Sivak toteuttivat tutkimuksensa vuonna 2014 ja Liikenneturva vuonna 2016. Automaattiautojen ollessa hype-vaiheessa, kahden vuoden ero tutkimuksissa voi olla merkittävä. Vastausasteikko tutkimuksissa oli myös hyvin erilainen, mikä varmasti vaikutti jonkin verran tuloksiin. Lisäksi Schoettlen ja Sivakin tutkimuksessa otoksen edustavuus ei ole kovin hyvä sen pienen koon vuoksi. Liikenneturvan kyselyn otoskoko, 1238, on kuitenkin jo suhteellisen edustava otos suomalaisista (Liikenneturva 2016). Liikenneturvan raportissa huomioitiin kuitenkin vain ajokortilliset vastaajat, kun kansainvälisessä tutkimuksessa huomioitiin kaikki vastaajat.

Kyriakidis et al. (2015) toteuttivat laajan internetkyselyn yleisestä mielipiteestä automaattiautoihin liittyen. Kyselyssä oli vastaajia noin 5 000, mutta ne tulivat hajautuneesti ympäri maailmaa, yhteensä 109:stä eri maasta. Tutkimuksessa ei mainittu tarkemmin otoksen poimintatavasta, joten vastaajajoukon edustavuus voidaan kyseenalaistaa. Tutkimuksen tärkeimpiä havaintoja olivat:

- Vastaajat olivat eniten huolissaan kyberturvallisuudesta, liikenneturvallisuudesta, laillisuudesta ja yksityisyydestä.
- Yleinen mielipide jakautui melko paljon. Osa vastaajista piti automaattista ajamista hyvänä asiana, kun taas toiset eivät olleet valmiita maksamaan siitä eivätkä pitäneet automaattista ajamista nautinnollisena kokemuksena.
- Erityisesti vastaajat korkean tulotason maista eivät pitäneet ajatuksesta, että ajoneuvo jakaa dataa suoraan vakuutusyhtiöille, veroviranomaisille tai liikenneviranomaisille. (Kyriakidis et al. 2015)

Kirjallisuudessa useissa lähteissä on havaittu samankaltaisuuksia tiettyjen väestöryhmien kiinnostuksesta automaattiautoihin. Monissa kyselytutkimuksissa miesten on havaittu olevan naisia kiinnostuneempia automaattiautoista. Lisäksi on havaittu, että erityisesti tiheästi asutulla kaupunkialueella asuvat, korkeasti koulutut ja hyvätuloiset henkilöt ovat keskimäärin muita kiinnostuneempia automaattiautoista. Tyypillisesti myös nuoret ovat olleet vanhoja ihmisiä kiinnostuneempia käyttämään automaattiautoja. (Alessandrini et al., 2014; Bansal et al. 2016; Cavoli et al. 2017; Ipsos MORI 2014; König & Neumayr 2017).

Ihmisten kiinnostusta ja halukkuutta käyttää automaattiautoja on tutkittu jo melko paljon viime vuosina. On tutkimuksia, joissa valtaosa vastaajista ei ole kiinnostuneita automaattiautoista eikä halukkaita käyttämään automaattiautoja. Syitä tähän ovat muun muassa epäluottamus automaattiautoja kohtaan ja toisaalta kiintymys omaa autoa ja ajamista kohtaan. Osa tutkimuksista on päätenyt tulokseen, jossa iso prosentti vastaajista olisi halukkaita käyttämään automaattiautoja. Valtaosa kyselytutkimuksista on kuitenkin melko yksipuolisia ja suunnattuja tietyille ryhmille. Vastaajajoukkoa ei välttämättä ole valittu satunnaisotannalla ja siten tuloksia ei voida yleistää koko populaatioon. (Cavoli et al. 2017)

König ja Neumayr (2017) tutkivat ihmisten muutosvastarintaa uusia radikaaleja innovaatioita kohtaan case-tutkimuksella, jonka aiheena olivat automaattiautot. Tutkimuksessa kerättiin aineistoa määrällisellä internetkyselyllä, jota pyrittiin levittämään laajasti useisiin maihin. Tutkimuksessa oli yhteensä 489 vastaajaa 33 eri maasta. Tutkimuksessa havaittiin, että hypoteesi psykologisista esteistä automaattiajamista kohtaan on olemassa. Ihmiset olivat keskimäärin haluttomia luovuttamaan auton ohjaustoimintoja automaatiolle. Eniten ihmiset pelkäsivät autoihin kohdistuvia kyberhyökkäyksiä ja automaatiojärjestelmien toimimattomuutta.

4.2 Sosiaalinen näkökulma

Moraaliset haasteet nousevat usein esiin automaattiautoista puhuttaessa. Moraalisilla haasteilla tarkoitetaan tilanteita, joissa automaattiauto voi joutua päättämään, kuka kärsii onnettomuustilanteissa. Usein vertailukohtana on esimerkiksi tilanne, jossa automaattiauton pitää päättää, ajaako se väkijoukkoon suojellen kyydissä olevia vai uhraako se kyydissä olevat säästääkseen mahdollisesti enemmän ihmishenkiä auton ulkopuolella.

Bonnefon et al. (2016) tutkivat tätä sosiaalista dilemmaa automaattiautoilla. Tutkimuksen lähtökohtana oli, että automaattiautot muun muassa vähentävät päästöjä, tehostavat liikennettä ja vähentävät noin 90 % onnettomuuksia. Silti onnettomuuksia tapahtuu vielä ja joskus automaattiautojen tulee tehdä vaikeita eettisiä päätöksiä tilanteissa, joissa henkilövahingoilta ei voida välttyä. Avoimia eettisiä kysymyksiä ovat esimerkiksi: Onko hyväksyttävää välttää kolari moottoripyöräilijän kanssa väistämällä päin seinää, kun selviytymisen todennäköisyys on suurempi automaattiauton matkustajalla kuin moottoripyöräilijällä? Pitäisikö automaattiautojen huomioida matkustajien ja onnettomuuteen joutuvien jalankulkijoiden ikä? Jos autonvalmistaja tarjoaa erilaisia moraalisia algoritmeja, voidaanko asiakasta pitää vastuussa, jos hän tietoisesti valitsee automaattiautoonsa algoritmin, joka suojelee matkustajia?

Bonnefon et al. (2016) toteuttivat Yhdysvalloissa kuusi erillistä internetkyselyä, joissa vastaajia oli yhteensä 1928. Ihmisten moraalikäsitteet poikkesivat jonkin verran toisistaan, mutta valtaosa vastaajista oli kuitenkin sitä mieltä, että automaattiauton kyydissä olevat voidaan uhrata, mikäli näin voidaan säästää enemmän ihmishenkiä. Samalla valtaosa vastaajista oli kuitenkin sitä mieltä, että eivät itse haluaisi matkustaa automaattiautolla, joka voisi onnettomuustilanteissa uhrata kyydissä olevat säästääkseen auton ulkopuolella enemmän ihmishenkiä. Karrikoidusti voidaan sanoa, että yleisesti ihmiset haluavat muiden käyttävän automaattiautoja, jotka pyrkivät minimoimaan henkilövahinkojen määrän, mutta haluavat itse käyttää automaattiautoa, joka suojelee matkustajia tarvittaessa muiden kustannuksella.

Lin (2016) pohtii artikkelissaan, miksi etiikka on tärkeää huomioida automaattiautoissa. Tulevaisuudessakaan onnettomuuksia ei välttämättä pystytä ehkäisemään kokonaan, jolloin automaattiautoilla oltava eettisyyden huomioiva strategia onnettomuuksien vahinkojen minimoimiselle. Mikäli ajoneuvojen eettisyyttä ei huomioida ja onnettomuuksia tapahtuu, voi seurauksena olla massiivisia ongelmia niin yksittäisille autonvalmistajille kuin koko automaattiautojen yleistymisellekin.

Suurin haaste ei välttämättä kuitenkaan ole eettisten dilemmausten ratkaiseminen, vaan se on ratkaisujen saattaminen yleiseen tietouteen. Antaapa eettisiin dilemmoihin minkä tahansa vastauksen, se ei tule miellyttämään kaikkia ihmisiä. Tällöin ihmiset eivät välttämättä hyväksy automaattiautoja, jolloin niiden yleistyminen hidastuu. Ennen tai myöhemmin automaattiaajoneuvot tulevat kuitenkin valtaamaan

markkinat ja muutos sujuu paremmin, jos myös eettiset ongelmat käsitellään ennakoitusti ja perusteellisesti. (Lin 2016)

Ajoneuvojen ohjelmointiin liittyvän etiikan lisäksi myös vastuukysymykset nousevat usein esiin puhuttaessa automaattiautoista. Käytännössä vastuukysymysten ytimenä on, että kuka kantaa vastuun mahdollisista onnettomuuksista automaattiautoilla. Hevelke ja Nida-Rumelin (2015) käsitelivät tutkimuksessaan automaattiautojen onnettomuustilanteiden vastuukysymyksiä eettisestä näkökulmasta. Tutkimuksen mukaan vastuukysymyksiä ei voida pitää vain laillisuuskysymyksinä, vaan niiden moraalista näkökulmaa tulee myös pohtia.

Tutkimuksen mukaan ajoneuvon valmistajan pitäminen vastuussa olisi kaikkein selkein valinta. Se on samalla myös hyvin ongelmallinen. Valmistajien pitäminen täysin vastuussa kaikista onnettomuuksista voisi heikentää automaattiautojen kehitystyötä. Vaihtoehtona voisi olla osittainen vastuu onnettomuuksista, missä vastuu määriteltäisiin siten, että se ei häiritse kehitystyötä tai parhaimmillaan jopa edistäisi sitä. (Hevelke & Nida-Rumelin 2015)

Toinen vaihtoehto olisi pitää automaattiautojen käyttäjiä vastuussa mahdollisista onnettomuuksista. Tämä toimisi tilanteissa, joissa kuljettajalla on velvollisuus seurata liikennettä jatkuvasti ja tarvittaessa puuttua ajoneuvon toimintaan. Tämä toimii kuitenkin vain alemmilla automaattiotasoilla, joissa ajoneuvoissa on vielä hallintalaitteet käytettävissä. Samalla se veisi kuitenkin automaattiautojen merkittäviä etuja pois, kuten nuorten, vanhusten ja ajokortittomien paremman liikkuvuuden sekä ajamisesta vapautuvan ajan hyötykäytön. (Hevelke & Nida-Rumelin 2015)

Yhtenä mahdollisuutena olisi pitää automaattiauton käyttäjää vastuussa auton toiminnasta, vaikka hänellä ei olisi velvollisuutta tai edes mahdollisuutta puuttua ajoneuvon toimintaan. Tätä vaihtoehtoa voi järkeistää siltä kantilta, että matkustaja ottaa tietoisesti riskin käyttäessään automaattiautoa ja on siten vastuussa mahdollisista onnettomuuksista. Tässä tapauksessa vastuu onnettomuuksista voisi jakautua kaikille automaattiautoja käyttäville riippumatta siitä, mikä yksittäinen automaattiauto joutuu onnettomuuteen. Tällöin järkevänä ratkaisuna voisi olla vero tai pakollinen vakuutus, josta onnettomuuskulut katetaan. (Hevelke & Nida-Rumelin 2015)

Olettaen, että automaattiautot säästävät vuosittain merkittävästi ihmishenkiä, ei valmistajia kannata pitää täydessä vastuussa onnettomuuksista. Tietenkään valmistajia ei myöskään tule vapauttaa vastuusta kokonaan, vaan selkeistä virheistä ja piittämättömyydestä tulisi jatkossakin rankaista. Käyttäjien pitäminen vastuussa vaikuttaisi kuitenkin järkevimältä ratkaisulta vastuukysymyksiin. Se, mikä käyttäjäkohdainen vastuumalli olisi paras, riippuu pitkälti automaation tasosta ja kehityksestä. (Hevelke & Nida-Rumelin 2015)

Myös valtiolliset toimijat ovat kiinnostuneita automaattiautojen moraalikysymyksistä. Saksassa hallituksen asettama työryhmä on määritellyt eettiset suuntaviivat automaattiautojen moraalikysymyksille tietyllä tavalla ensimmäisenä valtiollisena toimijana maailmassa. Työryhmän esityksen mukaan automaattiautojen ohjelmistot tulee ohjelmoida välttämään henkilövahinkoja kaikissa tilanteissa. Eli automaattiautojen tulee valita se toimintatapa, jossa ihmisille aiheutuvat vahingot minimoituvat, vaikka se tarkoittaisi merkittäviä taloudellisia vahinkoja tai esimerkiksi eläimen yli ajamista. Työryhmän esityksen mukaan ohjelmoinnissa ei saa ottaa huomioon ihmisten sukupuolta, ikää tai fyysistä kuntoa. (Reuters 2017)

Moraalisia haasteita kohtaan löytyy kuitenkin myös kriittisempää suhtautumista. Muun muassa Brooks (2017) kritisoi artikkelissaan eettistä dilemmaa teennäiseksi ja turhaksi. Artikkelin mukaan usein esitetyt eettiset dilemmat ovat täysin hypoteettisia ja epärealistisia, eikä niitä todellisuudessa tapahdu koskaan. Tällöin ne eivät ole oleellisia kysymyksiä automaattiautojen kehitystä tutkittaessa.

5 Kysely ja tulokset

5.1 Kyselyn toteutus

Kyselytutkimus toteutettiin vuonna 2017 touko- ja kesäkuun aikana postikyselynä internetvastausmahdollisuudella. Kyselyssä kerättiin tietoa Manner-Suomessa asuvien 18–64-vuotiaiden suomalaisten suhtautumisesta automaattiautoihin ja automaattiautojen vaikutuksista ihmisten liikkumiseen. Kyselyssä kartoitettiin erityisesti automaattiotasojen 2 ja 4 vaikutuksia kaikissa liikenneympäristöissä. Lähtökohtaisesti kyselyn tarkoituksena oli muodostaa mahdollisimman laaja kokonaiskuva aiheesta, sillä kyselytutkimus oli ensimmäinen laatuaan Suomessa.

Kysely toteutettiin SP-menetelmällä (stated preference), eli kuvitteellisia valintoja hyödyntämällä. Kyselyssä vastaajilta kerättiin taustatiedot, kuten ikä, sukupuoli ja ajokortillisuus, joiden avulla vastaajat voidaan kategorisoida. Muut kyselyn kysymykset olivat valintatehtäviä ja järjestämistehtäviä.

Tutkimuksen otos poimittiin Väestörekisterikeskuksesta satunnaisotannalla ikä- ja sukupuoliryhmittäin suhteessa perusjoukon ikä- ja sukupuolijakaumaan. Otoksen perusjoukkoon kuuluivat Manner-Suomessa asuvat 18–64-vuotiaat henkilöt. Vaikka tätä ikähaarukkaa nuoremmat ja myös vanhemmat ihmiset ovat automaattiautojen liikkumisvaikutuksia tutkittaessa mielenkiintoisia, ei tämän kaltaisessa kyselyssä näiltä ryhmiltä voida olettaa riittävän objektiivisia ja tiedostavia vastauksia. Perusjoukon koko on 3 271 630 henkilöä Tilastokeskuksen vuoden 2017 väestöennusteen mukaan (Tilastokeskus 2015). Otantasuhde on 0,3 % ja otoskoko 10 000 henkilöä. Kustakin ikä- ja sukupuoliryhmästä otokseen tuli valituksi mukaan henkilöitä taulukon 14 mukaisesti.

Taulukko 14. Otokseen valittujen henkilöiden lukumäärä ikä- ja sukupuoliryhmittäin.

otoskoko		
ikäryhmät	miehet	naiset
18-24	683	654
25-34	1084	1028
35-44	1052	995
45-54	1056	1036
55-64	1185	1227
yhteensä	5060	4940

Tutkimus toteutettiin suomeksi, mutta tutkimukseen oli mahdollista vastata internetissä myös ruotsiksi. Tutkimus toteutettiin kolmessa osassa. Ensimmäisessä vaiheessa toteutettiin koetutkimus kauppakeskus DUO:ssa Tampereen Hervannassa. Koetutkimuksen tarkoituksena oli selvittää kyselylomakkeen toimivuutta ihmisillä. Koska koetutkimuksen jälkeen lomakkeeseen ei tehty enää muutoksia, otettiin myös koetutkimusvastaukset mukaan tietokantaan. Toisessa vaiheessa kaikille otokseen valituille henkilöille lähetettiin postikyselylomake saatekirjeineen (liite A). Vastausvaihtoehtoina olivat vastaaminen internetissä tai kyselylomakkeen postittaminen. Kolmannessa vaiheessa lähetettiin kaikille toisessa vaiheessa vastaamatta jättäneille postikorttimuotoinen muistutus (liite B) osallistua tutkimukseen.

5.2 Tutkimusaineiston sisältö

Tutkimuksen kyselylomake ja saatekirje löytyvät liitteestä A. Tutkimuksen kyselylomake koostui viidestä osa-alueesta:

- OSA I: Kiinnostus automaatioon
- OSA II: Matkustuskäyttäytyminen
- OSA III: Robottitaksit
- OSA IV: Automaattiautojen käyttöönoton pelot ja esteet
- OSA V: Taustatiedot ja avoin palaute

Koska kyselyn aihe on varsin laaja ja kyselyllä haluttiin muodostaa mahdollisimman laaja kokonaiskuva aiheesta, ei kysymyksiä voitu linkittää niin hyvin toisiinsa kuin yleensä SP-tutkimuksissa tehdään. Tyypillisessä liikenteen SP-kyselyssä aihe on melko rajoitettu ja kysymysten asettelu ja vastausvaihtoehdot pysyvät pitkälti samoina, mutta vastausvaihtoehtojen parametrit muuttuvat. Näin pystytään tutkimaan parametrien vaikutusta vastauksiin. Tässä tutkimuksessa parametrit olivat kuitenkin sivuroolissa, sillä tarkoituksena oli selvittää, miten ihmiset suhtautuvat tällä hetkellä automaattiautoihin eri tilanteissa ja ympäristöissä. Parametrien vaikutuksia tutkittaessa olisi kysymysmäärän pitänyt olla moninkertainen jokaista aihealuetta kohden, jolloin tutkimuksesta olisi tullut liian pitkä. Tällöin virhemarginaali olisi kasvanut merkittävästi vastausväsymyksen ja vastauskadon johdosta.

Kyselytutkimuksessa automaattiautosta käytettiin kansanomaisempaa termiä robottiauto. Terminä robottiauto on kansalaisille automaattiautoa tutumpi, joten vastaajien oli helpompi hahmottaa kyselyn teemaa. Kyselyn ohjeistuksessa robottiauto määriteltiin tässä kyselyssä tarkoittamaan vähintään automaatiotason 4 ajoneuvoa liitteen A mukaisesti.

OSA I: Kiinnostus automaatioon

Kyselyn ensimmäisessä osassa kartoitettiin yleisesti ihmisten kiinnostuneisuutta ja mielipiteitä robottiautoja kohtaan. Ensimmäisenä kysyttiin, miten ihmiset suhtautuvat yleisesti robottiautoihin. Kysymys asetettiin ensimmäiseksi, jotta ihmiset voivat vastata siihen välittömästi ohjeet luettuaan ilman, että kyselylomake vaikuttaa vastauksiin. Kysymyksen haluttiin myös olevan vertailukelpoinen kansainvälisten tutkimusten kanssa, joten asteikoksi valittiin viisiportainen likert-asteikko, jota mm. Schoettle ja Sivak (2014) käyttivät tutkimuksessaan.

Kyselyn toisena kysymyksenä kysyttiin, mitä seuraavista automaatiojärjestelmistä olette jo käyttänyt. Vaihtoehtoina olivat mukautuva vakionopeudensäädin, kaistavahti ja automaattinen pysäköintiavustin. Kysymyksen pääasiallisena tarkoituksena oli herätellä vastaajia siihen, että automaatio on jo tätä päivää, eikä aihe välttämättä ole niin utopistinen, miltä se ensin voi vaikuttaa. Samalla kysymyksellä saadaan tietoa siitä, miten laajasti automaatiojärjestelmiä on kokeiltu ja toisaalta, miten automaatiojärjestelmien kokeileminen vaikuttaa muihin vastauksiin.

Kolmannessa kysymyksessä kysyttiin, millaisista automaatiojärjestelmistä olisitte eniten kiinnostunut. Vastausvaihtoehtoina olivat kuljettajaa avustavat järjestelmät, automaatiotason 2 autot, automaatiotason 4/5 autot ja autot, joissa ei ole mitään kuljettajaa avustavia järjestelmiä. Näin jaoteltuna vastausvaihtoehdoissa saatiin kattavasti automaation eri tasoja huomioitua siten, että vastausvaihtoehdot kuitenkin erosivat toisistaan riittävästi.

Ensimmäisen osion viimeisessä kysymyksessä haettiin ihmisten mielipiteitä siitä, mihin suuntaan automaation tulisi kehittyä. Kysymyksessä esitettiin kuusi erilaista väittämää, joihin ihmisten piti vastata viisiportaisella likert-asteikolla (samaa mieltä – eri mieltä). Väittämillä pyrittiin selvittämään, miten vahvasti ihmiset haluavat käyttää automatiikkaa, miten ihmiset kokevat henkisesti ja fyysisesti automaatiojärjestelmien käyttämisen ja pitävätkö ihmiset automaation kehittymistä yleisesti toivottavana kehityssuuntana.

OSA II: Matkustuskäyttäytyminen

Kyselyn toisessa osassa pyrittiin kartoittamaan muutoksia yleisesti matkustuskäyttäytymisessä. Kysymys 5 jakautui kolmeen osaan, joissa täytyi laittaa paremmuusjärjestykseen oma tavallinen henkilöauto, oma robottiauto (automaatiotaso 4) ja joukkoliikenne eri pituisilla matkoilla, eri liikenneympäristöissä ja erilaisilla kustannus-, matka-aika- ja kävelymatkan arvioilla. Lähtökohtaisesti eri parametrit pyrittiin hakemaan mahdollisimman todenmukaisiksi. Todellisuudessa kaikki välillisetkin kustannukset huomioiden omat autot olisivat hieman kalliimpia, mutta vertailtavuuden vuoksi tässä jätettiin huomioimatta esimerkiksi ajoneuvojen vuotuinen arvonalenema. Joukkoliikenne pidettiin tässä kysymyksessä tarkoituksella suurempien kaupunkien tai niiden lähialueiden tasolla, eli melko kilpailukykyisenä. Suurelle osalle suomalaisista näin kilpailukykyinen joukkoliikenne ei kuitenkaan ole todellisuutta.

Kysymyksessä 5a kuvitteellinen matka oli 200 kilometriä kaupungin A keskustasta kaupungin B keskusta. Oma robottiauto arvotettiin hieman kalliimmaksi kuin oma tavallinen auto, koska ajoneuvon automatisointi luonnollisesti maksaa hieman. Kuitenkin matka-aika ja kävelymatkan pituus olivat hieman lyhyempiä, sillä robottiautoa ei tarvitse itse pysäköidä, jolloin se voi jättää matkustajan lähemmäs määränpäättä ja ajaa itsestään pysäköintialueelle. Joukkoliikenne arvotettiin tässä merkittävästi halvemmaksi, mutta toisaalta matka-aika hieman pidemmäksi kuin muissa vaihtoehtoissa. Koska matka oli keskustasta keskusta, haluttiin kävelyn osuus jättää pienemmäksi kuin omalla autolla, mutta toisaalta suuremmaksi kuin robottiautolla.

Kysymyksessä 5b kuvitteellinen matka oli 10 kilometriä laitakaupungilta keskustaan. Tässä oma henkilöauto ja oma robottiauto olivat yhtä kalliita sillä ajatuksella, että pysäköintikustannukset ovat omalla robottiautolla pienemmät, kun se voi pysäköidä kauemmas keskustasta. Joukkoliikenne on myös tässä kysymyksessä selkeästi halvin vaihtoehto. Joukkoliikenteen matka-aika ja kävelymatkan pituus ovat muita suurempia, koska oletuksena laitakaupungilla oma ajoneuvo on keskimäärin lähempänä kuin joukkoliikenneväline, odotusaikaa ei ole ja myös ajoaika on pysähdyksistä johtuen tyypillisesti hitaampi.

Kysymyksessä 5c kuvitteellinen matka oli 100 kilometriä haja-asutusalueella. Tällöin voidaan olettaa, että ajoneuvon voi pysäköidä määränpäähän, jolloin robottiauton ja tavallisen auton välillä ei ole eroja matka-ajassa ja kävelyn määrässä. Kustannuksiin robottiauton tekniikan oletetaan kuitenkin tuovan pienen lisän. Tässäkin tapauksessa joukkoliikenne on halvin vaihtoehto, mutta matka-aika ja kävelymatkan pituus ovat jo merkittävästi suurempia.

Kysymyksessä 6 kysyttiin yleisellä tasolla, uskoisivatko ihmiset liikkuvansa henkilöautolla enemmän, mikäli tietyt oletukset liikkumisesta toteutuvat. Oletuksina käytettiin yleisesti robottiautoilta odotettuja hyötyjä ilman, että kysymyksessä suoraan

mainittiin robottiautoja. Oletuksia olivat, että autolla liikkumisesta tulisi kokonaiskustannuksiltaan nykyistä halvempaa, autolla liikkumisesta tulisi vähemmän rasittavaa, kun ajon aikana voisi tehdä muuta ja autolla liikkumisesta tulisi aina mahdollista, vaikka ei itse olisi ajokunnossa.

OSA III: Robottitaksit

Kolmannessa osiossa jatkettiin matkustuskäyttäjymisen muutoksilla, mutta mukaan otettiin myös robottitaksit. Lisäksi tässä osassa pohdittiin autonomistuksen tarvetta tulevaisuudessa, mikäli yhteiskäyttöajoneuvot yleistyvät.

Kysymyksessä 7 kysyttiin, kummasta ihmiset ovat enemmän kiinnostuneita, omasta robottiautosta vai robottitaksista. Oman robottiauton odotettiin tuovan 2 000 euron vuosittaisen lisäkustannuksen ja robottitaksin odotettiin olevan aina saatavilla 7 minuutissa tilauksesta. 2 000 euron kustannukset autonomistuksesta lienevät alakanttiin ainakin alkuvaiheessa, kun kaikki robottiautot ovat melko kalliita. Vuosittaiset kustannukset jätettiin kuitenkin tarkoituksella näin pieneksi, sillä iso osa vastaajista ei välttämättä ymmärrä ajoneuvon arvonaleneman vaikutusta vuosittaisiin kustannuksiin ja toisaalta suuri osa ihmisistä ei välttämättä usko tulevaisuudessa omistavansa ajoneuvoa, jonka arvonalenema vuosittain on tuhansia euroja. Robottitaksin 7 minuutin saatavuus ei luonnollisesti haja-asutusalueella ole realismia, mutta suurimmalle osalle ihmisistä tällainen palvelutaso on kuitenkin mahdollista toteuttaa.

Kysymyksessä 8 vastaajia pyydettiin laittamaan 10 kilometrin matkalla paremmuusjärjestykseen yksityinen robottitaksi, jaettu robottitaksi, joukkoliikenne ja tavallinen taksi. Erityisenä mielenkiinnon kohteena kysymyksessä oli vastausten jakautuminen robottitaksien välillä sekä se, miten robottitaksit vaikuttavat joukkoliikenteen kysyntään suhteessa omaan robottiautoon. Tavallinen taksi lisättiin kysymykseen lähinnä vaihtoehdoksi niille, jotka eivät voi kuvitella käyttävänsä robottiautoja tai joukkoliikennettä. Kävelymatka oletettiin kaikilla vaihtoehdoilla yhtä pitkäksi, joten se jätettiin kokonaan huomioimatta tässä kysymyksessä. Kustannukset ja matka-aika pyrittiin arvioimaan mahdollisimman todenmukaisesti. Eli tällöin joukkoliikenne olisi halvin mutta hitain vaihtoehto ja tavallinen taksi kallein mutta nopein vaihtoehto. Yksityinen robottitaksi kuvattiin yhtä nopeaksi kuin tavallinen taksi, mutta kustannuksiltaan puolet edullisemmaksi. Jaetulla robottitaksilla kustannusten arvioitiin laskevan entisestään, mutta matka-ajan hieman kasvavan, kun kyytiin voi tulla myös tunteuttomia matkustajia.

Kysymyksessä 9 haluttiin selvittää, miten robottitaksi vaikuttaa vastauksiin oman tavallisen auton, oman robottiauton ja joukkoliikenteen rinnalla 100 kilometrin matkalla. Tässä kysymyksessä joukkoliikennevälineenä oli juna. Juna kuvattiin nopeammaksi ja halvemmaksi vaihtoehdoksi, jolloin voitiin tutkia, onko tällä vaikutusta vastauksiin suhteessa kysymykseen 5. Yksityinen robottitaksi arvioitiin autoista halvimmaksi ja oma robottiauto kalleimmaksi vaihtoehdoksi. Oma robottiauto oli kuitenkin muita autoja nopeampi vaihtoehto, sillä sitä ei tarvitse itse pysäköidä eikä sitä tarvitse erikseen tilata ja siten käyttäjälle ei tule odotusaikaa.

Kysymyksessä 10 haluttiin kysymyksen 7 tapaan selvittää, miten robottiautot ja robottitaksit vaikuttavat autonomistukseen tilanteessa, jossa kaikki liikenteessä olevat ajoneuvot ovat robottiautoja. Kysymyksessä vuosittaiset kulut ajateltiin prosentteina, jotta nähdään, onko tällä vaikutusta vastausten jakaumaan. Robottitaksille oletettiin tässä kysymyksessä viiden minuutin saatavuus.

OSA IV: Automaattiautojen käyttöönnoton pelot ja esteet

Kysymyksessä 11 täytyi laittaa tärkeysjärjestykseen yleisesti robottiautoihin liitettäviä huolenaiheita ja uhkakuvia. Huolenaiheiden saaminen tärkeysjärjestykseen oli kyselyn suunnitteluvaiheessa erityinen tilaajan toive. Mahdollisia huolenaiheita tunnistettiin paljon, mutta järjestämistehtävän selkeyden vuoksi kysymykseen valittavaksi asetettiin kuusi tärkeimmiksi ja yleisimmiksi nähtyä huolenaihetta.

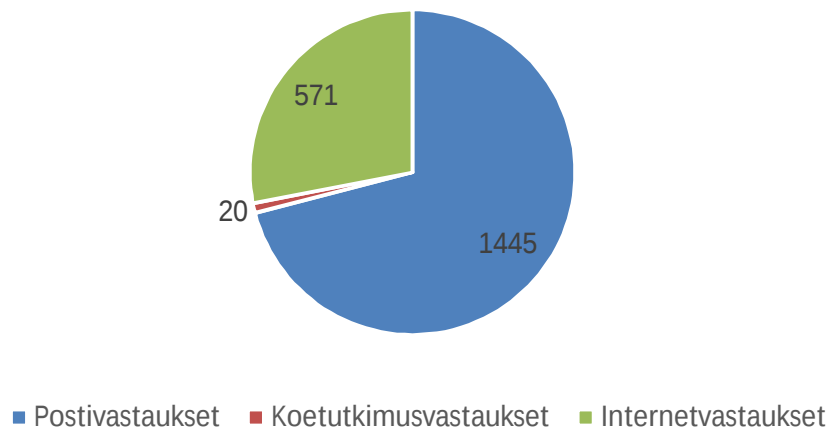
OSA V: Taustatiedot ja avoin palaute

Tämän osion tarkoituksena oli kerätä henkilöistä taustatietoja, joiden pohjalta vastaajia voidaan kategorisoida. Taustatiedoiksi kerättiin tyypillisesti liikkumistottumuksiin vaikuttavia asioita siitä näkökulmasta, että niillä voisi olla vaikutusta myös robottiautojen käyttämisessä. Näiden lisäksi vastaajille annettiin mahdollisuus antaa palautetta erikseen sekä robottiautoista että tutkimuksesta.

5.3 Vastausaktiivisuus

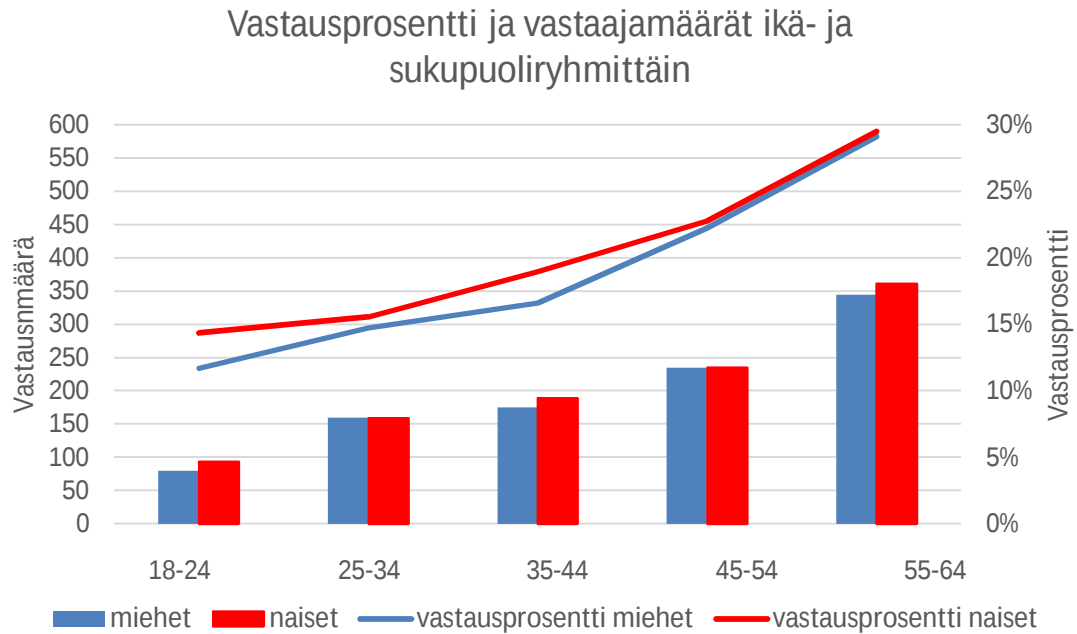
Tutkimukseen osallistui kolmessa vaiheessa yhteensä 2 036 vastaajaa. Vastaajista 71 % palautti vastauksen postin välityksellä, 28 % vastasi kyselyyn internetissä ja 1 % vastauksista saatiin koetutkimuksessa. Postikyselyn ensimmäisellä kierroksella tutkimukseen osallistui yhteensä 1 640 vastaajaa ja karhukirjekierroksella 396 vastaajaa. Tutkimukseen oli mahdollista vastata myös ruotsiksi internetissä ja ruotsinkielisten vastausten lukumäärä oli 22 kappaletta. Vastaajamäärät vastaustavan mukaan on esitetty kuvassa 13.

Vastaajamäärät vastaustavan mukaan



Kuva 13. Vastaajamäärät vastaustavan mukaan.

Tutkimuksen vastausprosentti vaihteli ikäryhmittäin, mutta pysyi sukupuoliryhmittäin suhteellisen samanlaisena kaikissa ikäryhmissä. Suurin ero vastausprosentissa sukupuolten välillä oli 18–24-vuotialla, joista miehistä noin 12 % ja naisista 14 % otokseen kuuluneista vastasi tutkimukseen. Tutkimukseen osallistuneiden vastausprosentti ikä- ja sukupuoliryhmittäin on esitetty kuvassa 14.



Kuva 14. Vastausprosentti ikäryhmittäin ja vastaajamäärät ikä- ja sukupuoliryhmittäin.

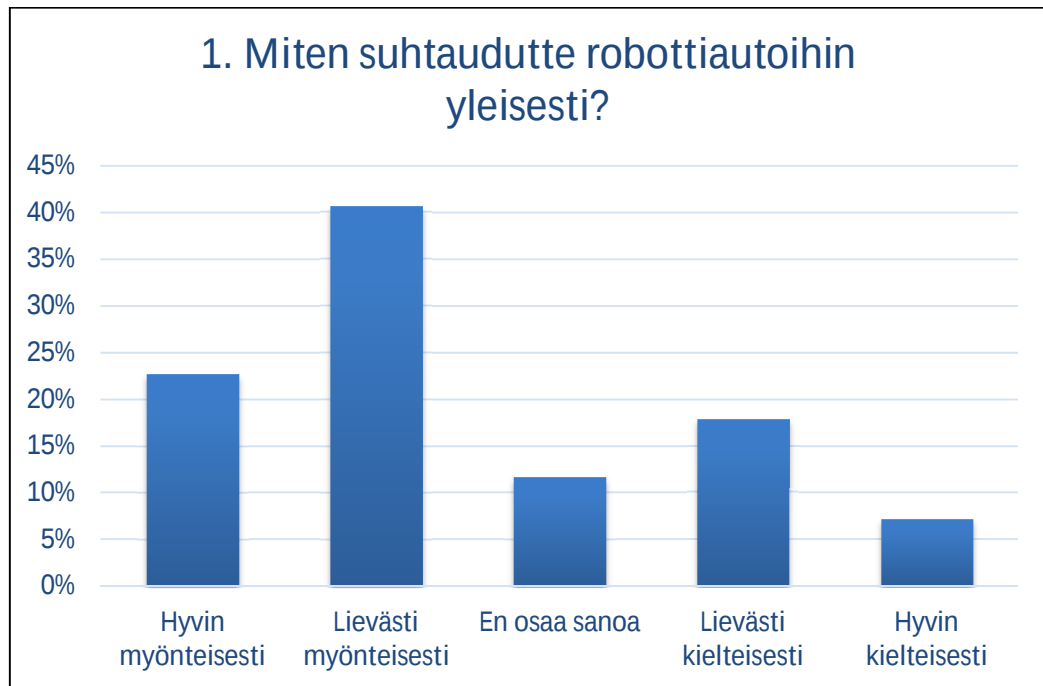
Kuten kuvasta 14 huomataan, miesten ja naisten osuus vastaajista pysyi suhteellisen samankaltaisena kaikissa ikäryhmissä naisten ollessa hieman aktiivisempia vastaajia. Yhteensä vastaajista miehiä oli 995 kappaletta ja naisia 1041 kappaletta. Vastausprosentti oli ikäryhmittäin jatkuvasti nouseva siten, että 18–24-vuotiailla vastausprosentti oli noin 13 % ja 55–64-vuotiailla vastausprosentti oli noin 29 %.

5.4 Kyselyn tulokset

Seuraavassa käydään kyselyn vastauksia läpi. Tässä luvussa käydään kaikki kysymykset osioittain läpi. Varsinainen tulosten analysointi ja peilaaminen kirjallisuuskatsauksessa esiin nousseisiin ilmiöihin toteutetaan luvussa 6.

5.4.1 Kyselyn vastaukset, OSA I

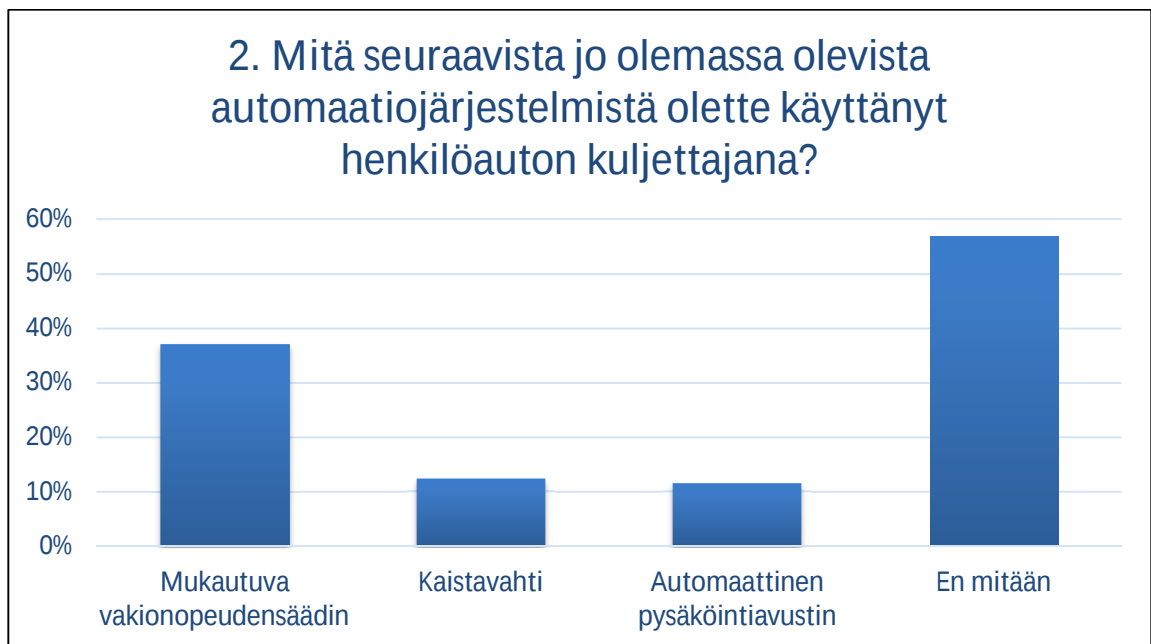
Kysymyksessä 1 kysyttiin robottiautoihin suhtautumista yleisesti. Vastausten jakautuminen on esitetty kuvassa 15.



Kuva 15. Kysymys 1: Miten suhtaudutte robottiautoihin yleisesti? $N = 2\,022$.

Kuten kuvasta 15 huomataan, valtaosa vastaajista suhtautui joko hyvin myönteisesti tai lievästi myönteisesti robottiautoihin. Kuitenkin noin neljännes vastaajista suhtautui kielteisesti robottiautoihin. Hyvin kielteisesti suhtautuneiden osuus vastaajista oli noin 7 %. 14 vastaajaa jätti vastaamatta tähän kysymykseen.

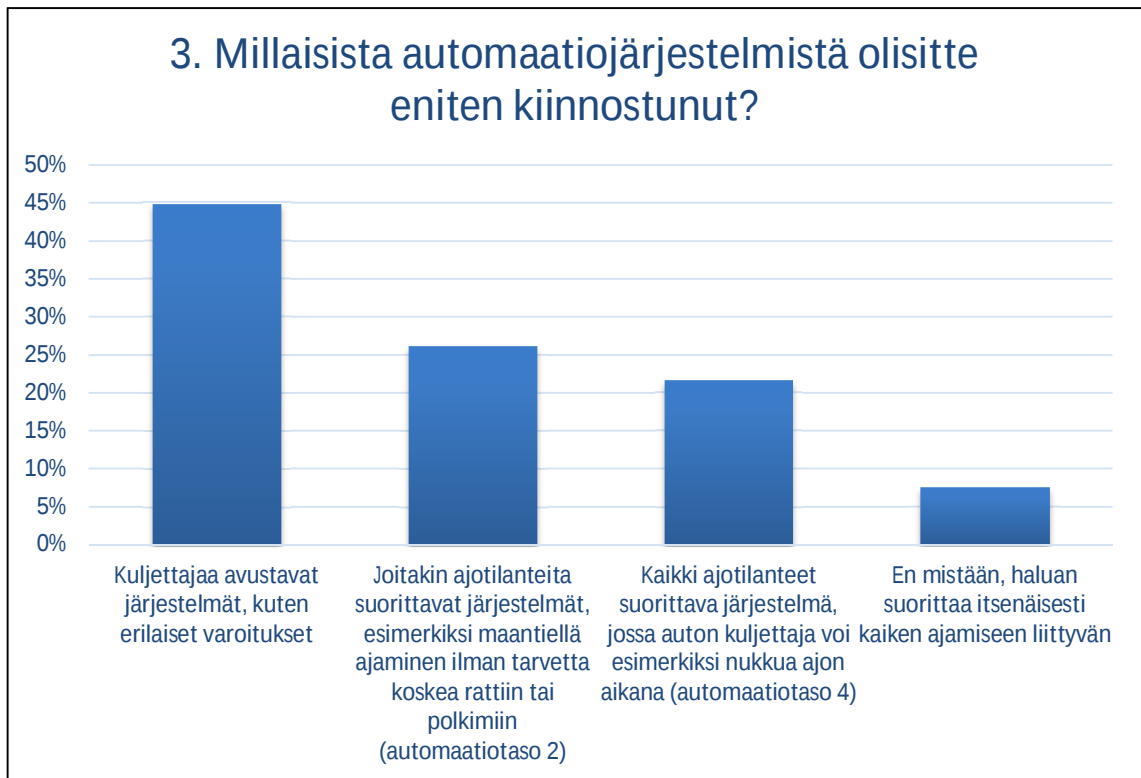
Kysymyksessä 2 kysyttiin, mitä seuraavista jo olemassa olevista automaatiojärjestelmistä olette käyttänyt henkilöauton kuljettajana. Kysymyksessä oli mahdollista valita useita vastausvaihtoehtoja. Vastausten jakauma on esitetty kuvassa 16.



Kuva 16. Kysymys 2: Mitä seuraavista jo olemassa olevista automaatiojärjestelmistä olette käyttänyt henkilöauton kuljettajana? $N = 2\,022$.

Kuvasta 16 huomataan, että noin 57 % vastaajista ei ole käyttänyt mitään näistä jo olemassa olevista automaatiojärjestelmistä. Mukautuva vakionopeudensäädin oli näistä automaatiojärjestelmistä kaikkein yleisin, sillä noin kolmannes vastaajista oli käyttänyt sitä henkilöauton kuljettajana. Vastausten todenmukaisuutta on kuitenkin syytä epäillä, sillä moni vastaaja on sekoittanut mukautuvan vakionopeudensäätimen tavalliseen vakionopeudensäätimeen. Osa vastaajista on jälkikäteen tarkentanut käyttäneensä vain tavallista vakionopeudensäädintä, mutta on todennäköistä, että monet vastaajat ovat vastanneet tähän kysymykseen väärin. 14 vastaajaa jätti vastamatta tähän kysymykseen.

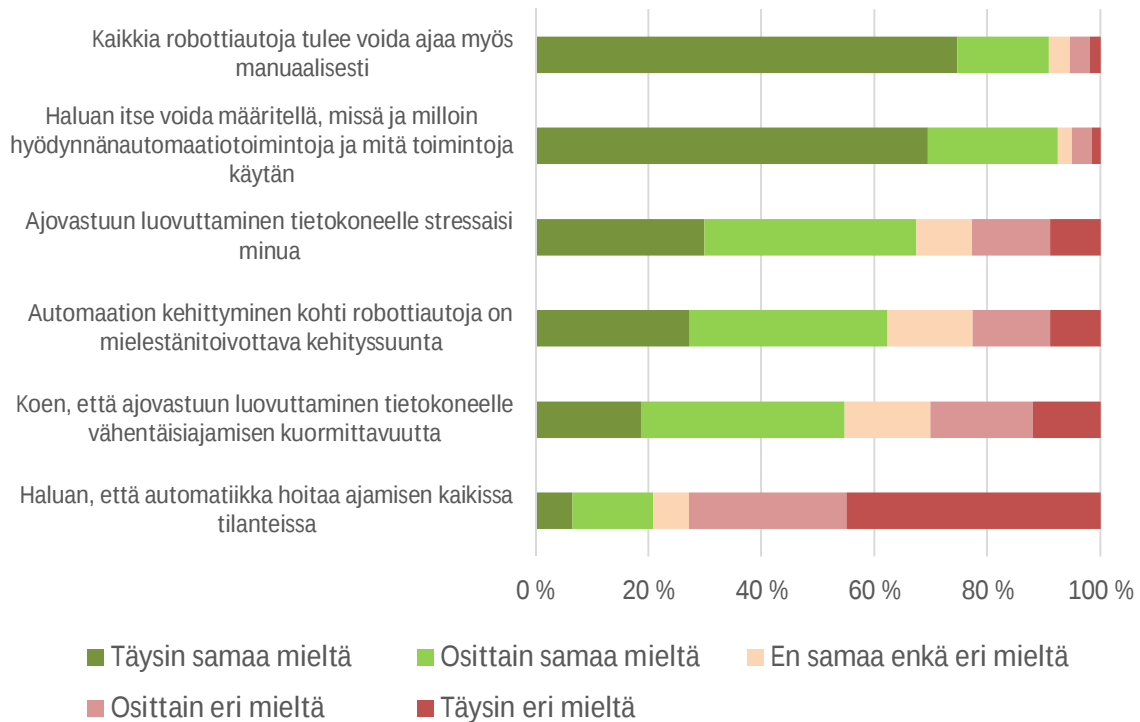
Kysymyksessä 3 kysyttiin, millaisista automaatiojärjestelmistä vastaaja olisi eniten kiinnostunut. Vastausten jakauma on esitetty kuvassa 17.



Kuva 17. Kysymys 3: Millaisista automaatiojärjestelmistä olisitte eniten kiinnostunut?
N = 2 017.

Kuvasta 17 huomataan, että kuljettajaa avustavat järjestelmät olivat kaikkein suosituimpia vastaajien keskuudessa. Noin 45 % vastaajista oli eniten kiinnostuneita vain kuljettajaa avustavista järjestelmistä, kuten erilaisista varoituksista. Tällä vastaajaryhmällä varsinaisen ajamisen tulisi kuitenkin tapahtua ilman automaatiota. Noin 26 % vastaajista olivat eniten kiinnostuneita automaatiotason 2 autoista ja noin 22 % vastaajista olivat eniten kiinnostuneita automaatiotason 4 autoista. Täysin itsenäisesti ajamisen haluaa suorittaa vain noin 8 % vastaajista.

Kysymyksessä 4 esitettiin kuusi erilaista väittämää robottiautoihin liittyen. Vastausvaihtoehtoina väittämällä oli asenneasteikoin mukaisesti täysin samaa mieltä, osittain samaa mieltä, en samaa enkä eri mieltä, osittain eri mieltä tai täysin eri mieltä. Vastaukset on esitetty kuvassa 18.



Kuva 18. Kysymyksen 4 asenneasteikolliset väittämät. $N = 2\,022\text{--}2\,027$ väittämästä riippuen.

Kuvasta 18 huomataan, että jopa 90 % vastaajista oli sitä mieltä, että kaikkia robottiautoja tulee voida ajaa myös manuaalisesti. Valtaosa vastaajista (92 %) haluaa myös itse voida määritellä, missä ja milloin hyödyntävät automaatiotoimintoja ja mitä toimintoja käyttävät.

Ajovastuun luovuttaminen tietokoneelle stressaisi lähes 70 % vastaajista. Vain reilu viidesosa vastaajista oli sitä mieltä, että ajovastuun luovuttaminen tietokoneelle ei stressaisi. Hieman yli puolet vastaajista oli kuitenkin sitä mieltä, että ajovastuun luovuttaminen automaatiolle vähentäisi ajamisen kuormittavuutta. Noin kolmannes vastaajista oli väittämän kanssa eri mieltä.

Yli 60 % vastaajista pitää automaation kehittymistä kohti robottiautoja toivottavana kehityssuuntana. Väittämän kanssa täysin eri mieltä vastaajista oli vain noin 10 %. Vain noin viidesosa vastaajista haluaa, että automatiikka hoitaa ajamisen kaikissa olosuhteissa. Noin 45 % vastaajista oli väittämän kanssa täysin eri mieltä. Vastaajamäärät väittämällä vaihtelivat 2 022 ja 2 027 välillä, eli väittämästä riippuen 9–14 vastaajaa jätti vastaamatta kysymyksiin.

5.4.2 Kyselyn vastaukset, OSA II

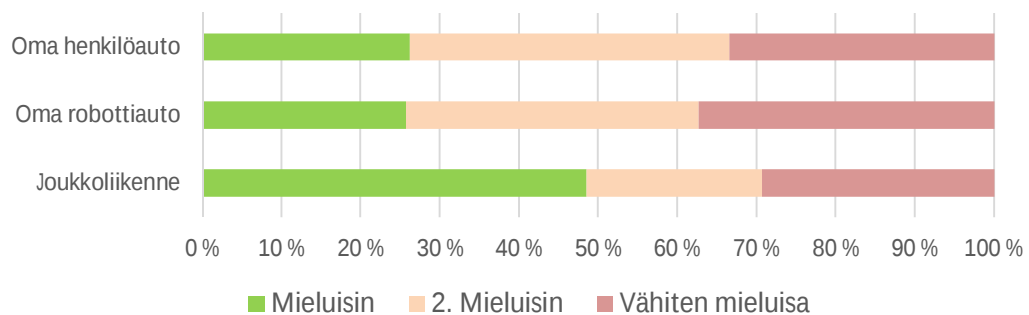
Kysymys 5 koostuu kolmesta järjestämistehtävästä, jossa laitetaan oma tavallinen henkilöauto, oma robottiauto ja joukkoliikenne paremmuusjärjestykseen eri pituisilla matkoilla ja erilaisilla kustannus-, matka-aika- ja kävelymatkan arvioilla. Kysymyksessä 5a pohdittiin kulkutapojen jakautumista pitkällä matkalla kaupungin keskustasta toisen kaupungin keskusta. Taulukossa 15 on esitetty kysymyksen 5a sisältö ja kuvassa 19 kysymyksen 5a vastausten jakautuminen. Kuvassa 19 vihreä palkki tarkoittaa sitä osuutta vastaajista, jotka ovat arvioineet kyseisen kulkumuodon mieluisimmaksi, eli antaneet arvon 1. Vastaavasti beige tarkoittaa arvoa 2, eli toiseksi

mieluisinta vaihtoehtoa ja punainen arvoa 3 eli vähiten mieluisaa vaihtoehtoa. Vastaavaa asteikkoa on käytetty myös kysymyksissä 5b (kuva 20) ja 5c (kuva 21).

Taulukko 15. Kysymys 5a järjestämistehtävä.

5a. Matkustatte päivittäin kaupungin A keskustasta kaupungin B keskusta. Yhdensuuntaisen matkan pituus on 200 km.			
	Oma henkilö-auto	Oma robotti-auto	Joukkoliikenne
Kustannukset	40 €	45 €	20 €
Matka-aika	2 h 30 min	2 h 15 min	2 h 35 min
Kävely	500 m	100 m	300 m

Kysymys 5a järjestämistehtävä



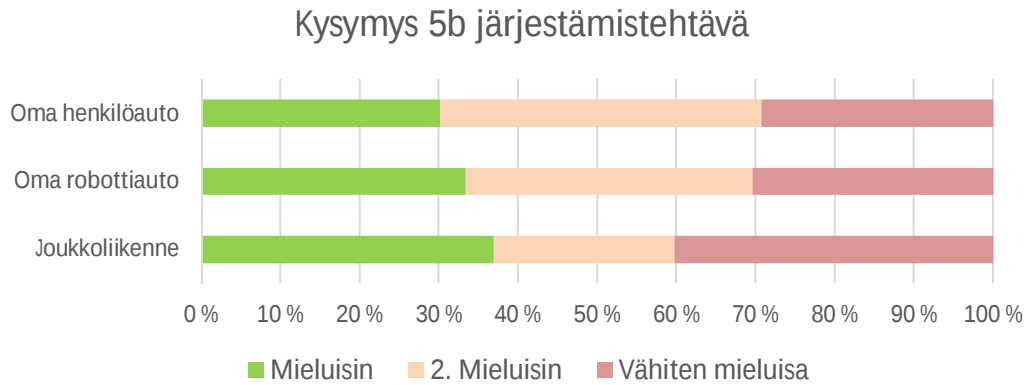
Kuva 19. Kysymys 5a järjestämistehtävä vastaukset. $N = 2\,000$.

Kysymyksen 5a järjestämistehtävässä joukkoliikennettä pidettiin parhaimpana vaihtoehtona, sillä lähes 50 % vastanneista arvotti joukkoliikenteen parhaaksi kulkumuodoksi. Joukkoliikenne oli tässä kysymyksessä kilpailukykyinen vaihtoehto erityisesti merkittävästi pienempien kustannusten vuoksi. Huomionarvoista vastauksissa on myös joukkoliikenteen arvottamisen polarisoituminen muita vaihtoehtoja enemmän parhaimmaksi ja huonoimmaksi vaihtoehdoksi. Muista vaihtoehdoista omaa henkilöautoa pidettiin hieman mieluisampana vaihtoehtona kuin omaa robottiautoa.

Kysymyksessä 5b pohdittiin kulkutapojen jakautumista lyhyellä matkalla kaupungin sisällä. Taulukossa 16 on esitetty kysymyksen 5b sisältö ja kuvassa 20 kysymyksen 5b vastausten jakautuminen.

Taulukko 16. Kysymys 5b järjestämistehtävä.

5b. Matkustatte päivittäin laitakaupungilta keskusta. Yhdensuuntaisen matkan pituus on 10 km.			
	Oma henkilö-auto	Oma robotti-auto	Joukkoliikenne
Kustannukset	6 €	6 €	2 €
Matka-aika	15 min	10 min	25 min
Kävely	400 m	100 m	600 m



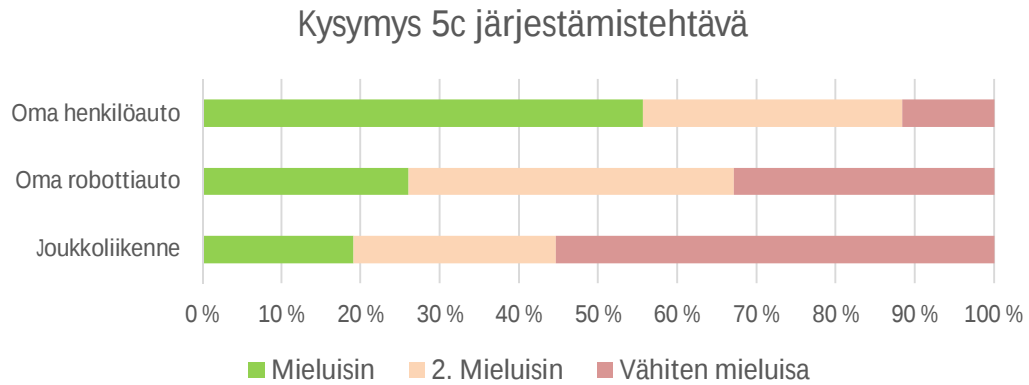
Kuva 20. Kysymys 5b järjestämistehtävä vastaukset. $N = 2\,002$.

Kysymyksen 5b järjestämistehtävässä joukkoliikenne arvoitettiin useimmiten parhaaksi kulkumuodoksi, mutta samalla se arvioitiin selkeästi useimmiten myös huonoimmaksi vaihtoehdoksi. Joukkoliikenteellä matkan kustannukset olivat selkeästi pienemmät, mutta matka-ajan ja kävelyn osuus selkeästi suurempi kuin kahdella muulla vaihtoehdolla. Tässä kysymyksessä oma robottiauto arvoitettiin hieman useammin parhaaksi vaihtoehdoksi kuin oma henkilöauto, mutta toisaalta oma henkilöauto arvioitiin huonoimmaksi vaihtoehdoksi harvemmin kuin muut vaihtoehdot. Tässä kysymyksessä oma robottiauto oli kaikilla annetuilla tunnusluvuilla mitattuna joko yhtä hyvä tai parempi vaihtoehto kuin oma henkilöauto, mutta siitä huolimatta yli 30 % vastaajista valitsi oman henkilöauton parhaaksi vaihtoehdoksi.

Kysymyksessä 5c pohdittiin kulkutapojen jakautumista keskipitkällä matkalla haja-asutusalueella. Taulukossa 17 on esitetty kysymyksen 5c sisältö ja kuvassa 21 kysymyksen 5c vastausten jakautuminen.

Taulukko 17. Kysymys 5c järjestämistehtävä.

5c. Matkustatte päivittäin haja-asutusalueella. Yhdensuuntaisen matkan pituus on 100 km.			
	Oma henkilöauto	Oma robottiauto	Joukkoliikenne
Kustannukset	18 €	21 €	10 €
Matka-aika	1 h 5 min	1 h 5 min	1 h 35 min
Kävely	50 m	50 m	600 m



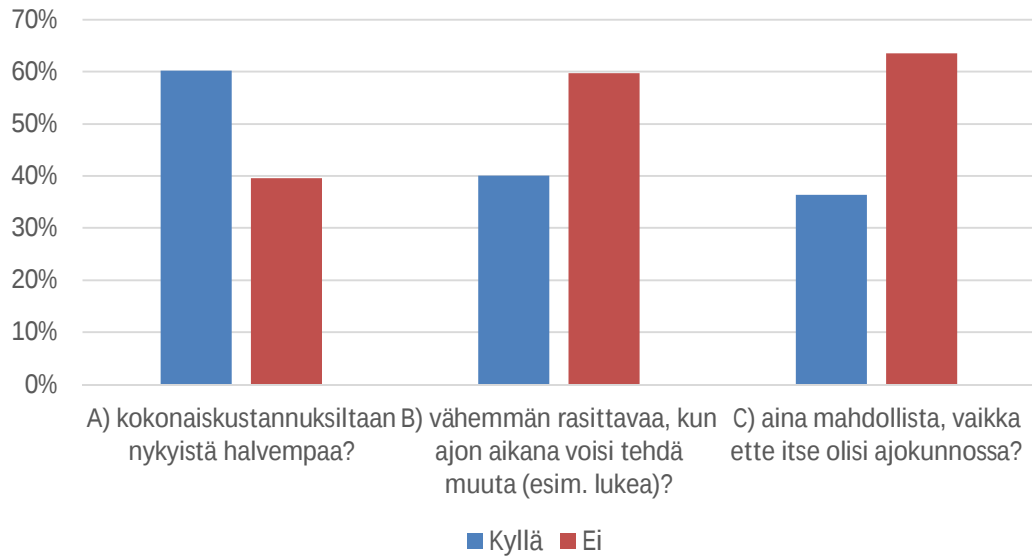
Kuva 21. Kysymys 5c järjestämistehtävä vastaukset. $N = 2\,002$.

Kysymyksen 5c järjestämistehtävässä omaa henkilöautoa pidettiin selkeästi mieluisimpana vaihtoehtona, sillä yli 55 % vastaajista arvotti oman henkilöauton parhaaksi vaihtoehdoksi. Joukkoliikennettä puolestaan pidettiin tässä kysymyksessä selkeästi huonoimpana vaihtoehtona, vaikka joukkoliikenteen kustannukset olivat merkittävästi pienemmät kuin muilla vaihtoehdoilla. Omaa henkilöautoa pidettiin merkittävästi parempana kuin omaa robottiautoa, vaikka ainoa ero vaihtoehdoilla oli kolmen euron ero kustannuksissa.

Kysymyksen 5 arvottamistehtävistä huomataan, että robottiautot arvotetaan melko samankaltaisesti kaikissa kysymyksissä riippumatta kustannuksista, matka-ajasta tai kävelyn määrästä. Joukkoliikenteen ja oman henkilöauton osuudet puolestaan vaihtelevat kysymyksittäin merkittävästi. On mahdollista, että erityisesti robottiautojen kohdalla ennakkoluulot vaikuttavat tässä kysymyksessä vastauksiin jopa enemmän kuin varsinaiset muuttujat.

Kysymyksessä 6 kysyttiin, uskoisitteko liikkuvanne henkilöautolla useammin tai pidempiä matkoja, jos autolla liikkuminen olisi A) halvempaa, B) vähemmän rasittavaa tai C) aina mahdollista, vaikka itse ei olisi ajokunnossa. Vastaukset kysymyseen 6 on esitetty kuvassa 22.

6. Uskoisitteko liikkuvanne henkilöautolla useammin tai pidempiä matkoja, jos autolla liikkuminen olisi

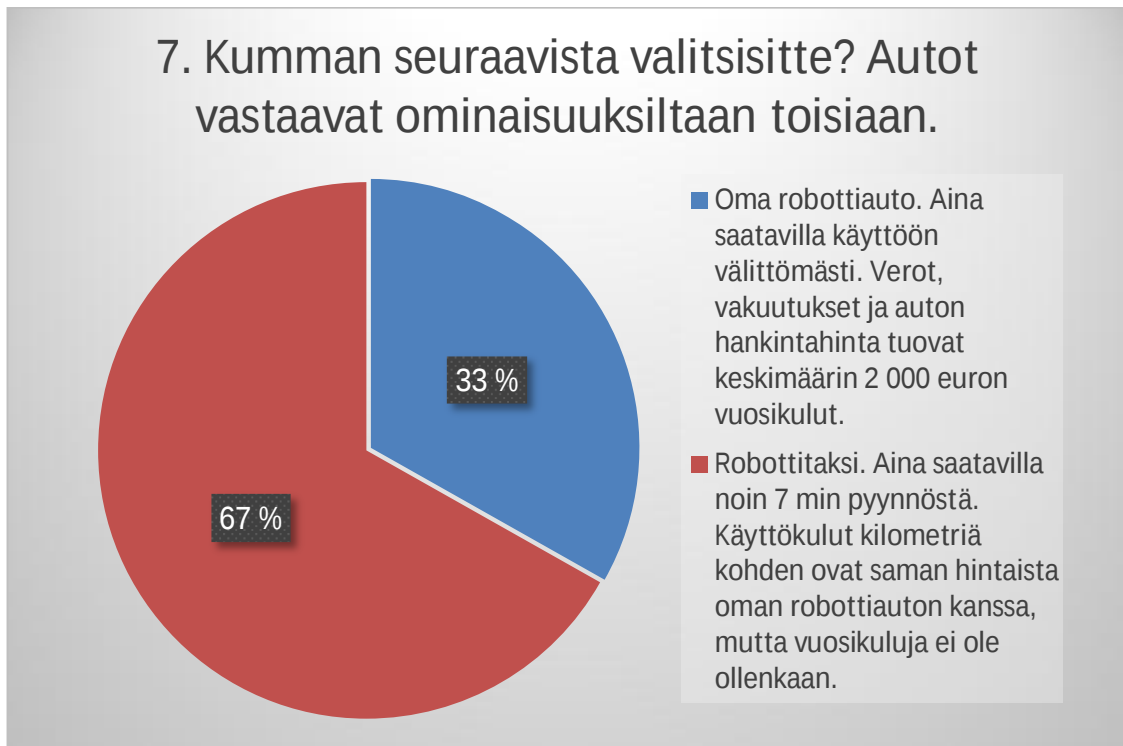


Kuva 22. Kysymys 6: Uskoisitteko liikkuvanne henkilöautolla useammin tai pidempiä matkoja, jos autolla liikkuminen olisi A) halvempaa B) vähemmän rasittavaa C) aina mahdollista. $N = 2\,015$.

Noin 60 % vastaajista oli sitä mieltä, että liikkuisivat henkilöautolla nykyistä useammin tai pidempiä matkoja, mikäli liikkuminen olisi kokonaiskustannuksiltaan nykyistä halvempaa. Noin 40 % vastaajista oli sitä mieltä, että voisivat liikkua nykyistä enemmän, mikäli autolla liikkuminen olisi vähemmän rasittavaa. Noin 36 % vastaajista uskoisivat liikkuvansa henkilöautolla nykyistä enemmän, mikäli autolla liikkuminen olisi aina saatavilla, vaikka ei itse olisi ajokunnossa.

5.4.3 Kyselyn vastaukset, OSA III

Kysymyksessä 7 kartoitettiin, olisiko yksityinen robottitaksi mieluisampi vaihtoehto kuin oma robottiauto. Oman robottiauton oletettiin olevan vuositasolla selvästi kalliimpi ja robottitaksien saatavuuden olevan kaikissa olosuhteissa kohtalaisen hyvä. Kysymyksen 7 vastaukset näkyvät kuvassa 23.



Kuva 23. Kysymys 7: Kumman seuraavista valitsisitte (oma robottiauto vai robottitaksi)? Autot vastaavat ominaisuuksiltaan toisiaan. $N = 1\,992$.

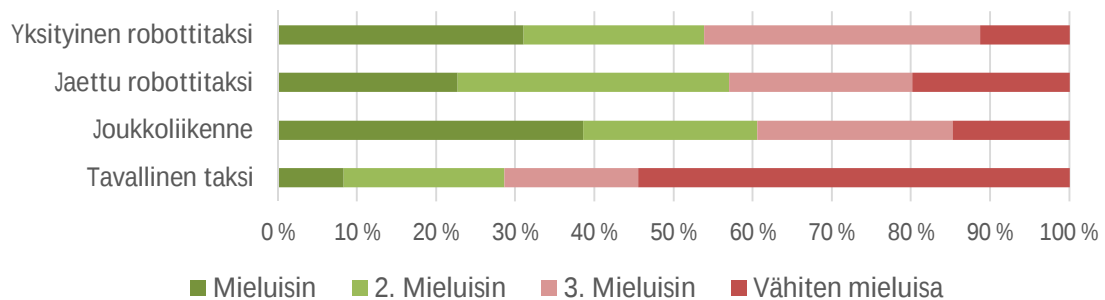
Selkeä enemmistö vastaajista pitää tässä tilanteessa robottitaksia parempana vaihtoehtona kuin omaa robottiautoa. Kuitenkin noin kolmannes ihmisistä olisi valmiita maksamaan jonkin verran ylimääräistä, että saavat itse omistaa oman auton. Tosin autonomistamisesta aiheutuvat kulut olivat tässä kysymyksessä arvioitu maltillisesti, mikä on varmasti vaikuttanut jonkin verran vastauksiin.

Kysymyksessä kahdeksan pyydettiin laittamaan paremmuusjärjestykseen yksityinen robottitaksi, jaettu robottitaksi, joukkoliikenneväline ja tavallinen taksi kymmenen kilometrin matkalla laitakaupungilta keskustaan. Taulukossa 18 on esitetty kysymyksen 8 sisältö ja kuvassa 24 vastausten jakautuminen. Kuvassa 24 tumman vihreä palkki tarkoittaa sitä osuutta vastaajista, jotka ovat arvioineet kyseisen kulkumuodon mieluisimmaksi, eli antaneet arvon 1. Vastaavasti vaalean vihreä tarkoittaa arvoa 2 eli toiseksi mieluisinta vaihtoehtoa, vaalean punainen arvoa 3 eli kolmanneksi mieluisinta vaihtoehtoa ja tumman punainen arvoa 4 eli vähiten mieluisaa vaihtoehtoa. Vastaavaa asteikkoa on käytetty myös kysymyksessä 9 (kuva 25).

Taulukko 18. Kysymys 8 järjestämistehtävä.

8. Kuljette 10 km matkan laitakaupungilta keskustaan. Järjestäkää vaihtoehdot paremmuus-järjestykseen siten, että numero 1 tulee mieluisimmalle ja numero 4 vähiten mieluisalle vaihtoehdolle.				
	Yksityinen robottitaksi, jonka kyydissä olen yksin	Jaettu robottitaksi, jonka kyydissä voi olla myös tuntemattomia matkustajia	Joukkoliikenneväline, esimerkiksi linja-auto	Tavallinen taksi, jonka kyydissä matkustetaan yksin
Kustannukset	10 €	5 €	3 €	20 €
Matka-aika	14 min	19 min	30 min	14 min

Kysymys 8 järjestämistehtävä

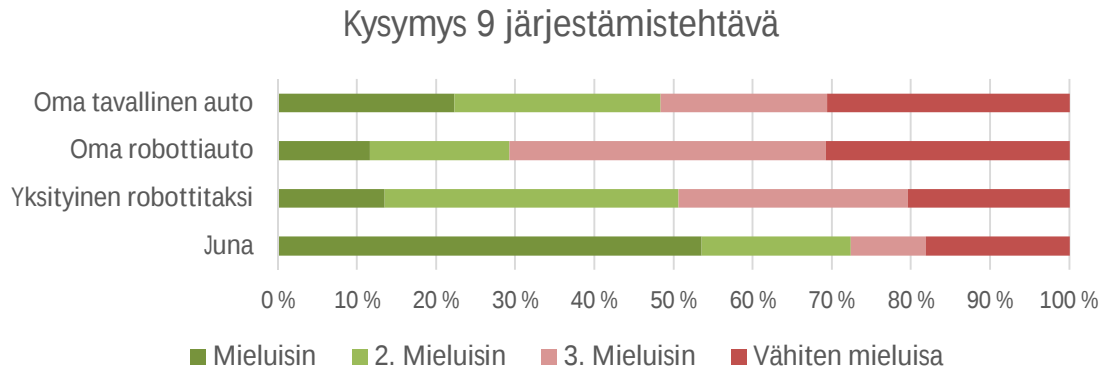

Kuva 24. Kysymys 8 järjestämistehtävän vastaukset. $N = 2\,012$.

Kysymyksessä 8 lähes 40 % vastaajista pitää joukkoliikennettä parhaana vaihtoehtona. Tosin robottitaksien osuus yhteensä parhaana pidettynä vaihtoehtona on lähes 55 %. Robottitakseista yksityistä robottitaksia pidetään hieman useammin parhaimpana vaihtoehtona, kun taas jaettua robottitaksia pidetään useammin joko parhaana tai toiseksi parhaana vaihtoehtona. Tavallista taksia puolestaan pidetään keskimäärin kaikkein huonoimpana vaihtoehtona.

Kysymyksessä 9 pyydettiin laittamaan paremmuusjärjestykseen oma tavallinen auto, oma robottiauto, yksityinen robottitaksi ja juna 100 km matkalla suuren kaupungin keskustaan. Taulukossa 19 on esitetty kysymyksen 9 sisältö ja kuvassa 25 vastausten jakautuminen.

Taulukko 19. Kysymys 9 järjestämistehtävä.

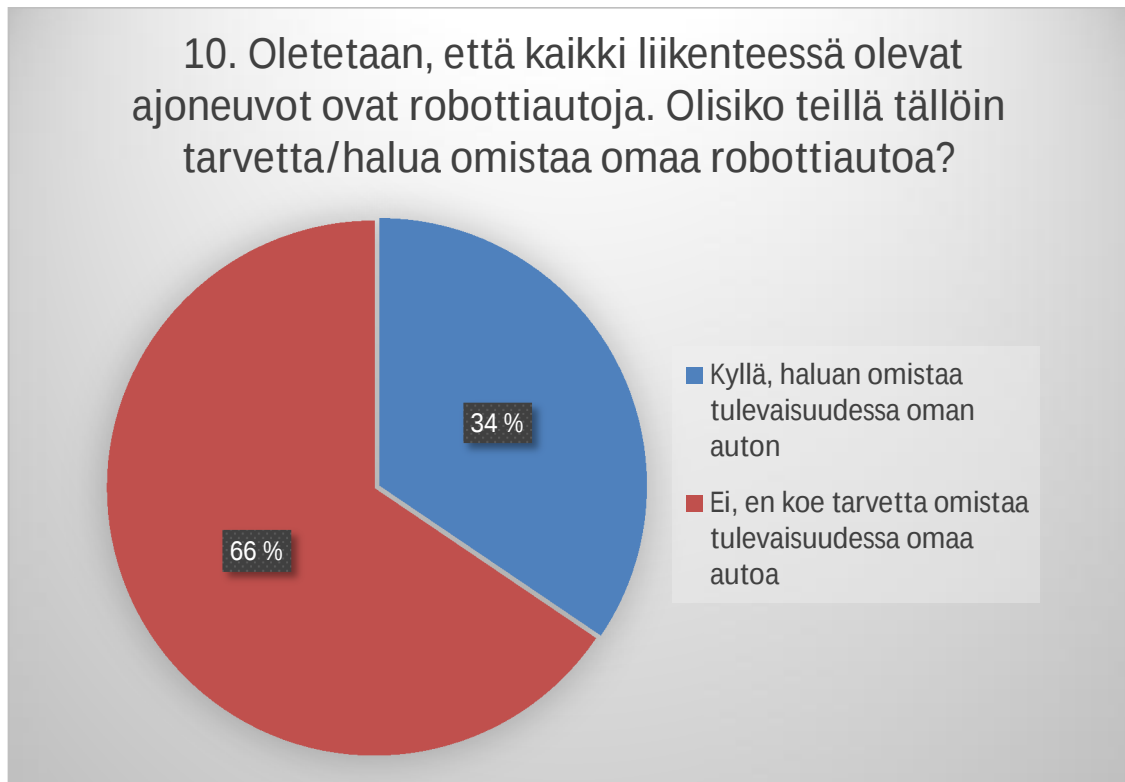
9. Kuljette 100 km matkan suuren kaupungin keskustaan. Järjestäkää vaihtoehdot paremmuus-järjestykseen siten, että numero 1 tulee mieluisimmalle ja numero 4 vähiten mieluisalle vaihtoehdolle.				
	Oma tavallinen auto	Oma robottiauto	Yksityinen robottitaksi	Joukkoliikenne (juna)
Kustannukset	30 €	35 €	25 €	15 €
Matka-aika	1 h 20 min	1 h 15 min	1 h 20 min	1 h 0 min
Kävely	600 m	100 m	100 m	500 m



Kuva 25. Kysymys 9 järjestämistehtävän vastaukset. $N = 2\,008$.

Kysymyksessä 9 yli puolet vastaajista piti junaa parhaana vaihtoehtona. Joukkoliikennettä pidettiin tässä tapauksessa selkeästi parempana vaihtoehtona kuin aiemmissa järjestämistehtävissä, sillä se oli myös nopein vaihtoehto. Lisäksi monet voivat pitää junaa parhaana joukkoliikennevälineenä, jolloin joukkoliikennevälineen määrittely nimenomaan junaksi voi kasvattaa vaihtoehdon suosiota. Parhaaksi vaihtoehtoksi oman tavallisen auton valitsi noin 22 % vastaajista. Omaa robottiautoa parhaana vaihtoehtona piti noin 12 % vastaajista ja yksityistä robottitaksia noin 13 % vastaajista. Keskimäärin vastaajat pitivät kuitenkin jompaakumpaa robottiautoa parhaana vaihtoehtona hieman useammin kuin omaa tavallista autoa. Huomionarvoista on myös se, että yli 50 % vastaajista piti yksityistä robottitaksia joko parhaana tai toiseksi parhaana vaihtoehtona, kun vastaava lukema oman robottiauton kohdalla oli alle 30 % ja oman henkilöauton kohdalla hieman alle 50 %.

Kysymyksessä 10 kartoitettiin ihmisten autonomistushalukkuutta tulevaisuudessa. Kysymyksessä 10 oletettiin, että kaikki liikenteessä olevat ajoneuvot olisivat robottiautoja, robottitaksi olisi aina saatavilla noin viidessä minuutissa ja robottitaksien vuosikustannukset olisivat käyttäjille noin 20 % omaa robottiautoa pienemmät. Kysymyksen 10 tulokset on esitetty kuvassa 26.



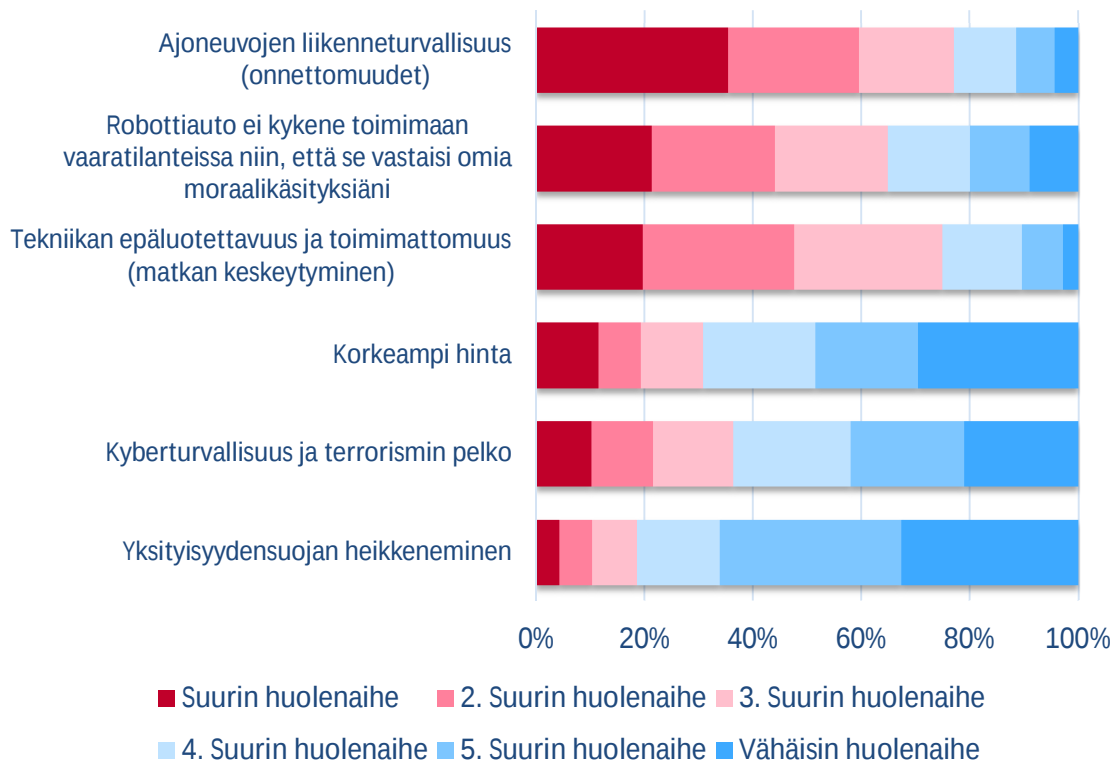
Kuva 26. Kysymys 10: Olisiko teillä (tulevaisuudessa) tarvetta/halua omistaa omaa robottiautoa. $N = 1573$.

Noin kolmannes vastaajista oli sitä mieltä, että haluavat tulevaisuudessakin omistaa itse oman robottiauton, vaikka robottitaksien kustannukset olisivat vuositasolla noin 20 % oman robottiauton vuosikustannuksia pienemmät. Vastaavasti 66 % vastaajista ei näe tarvetta omistaa itse omaa robottiautoa tulevaisuudessa, mikäli robottitaksit toimivat riittävän hyvällä palvelutasolla ja ovat merkittävästi itse omistettua robottiautoa edullisempia.

5.4.4 Kyselyn vastaukset, OSA IV

Kysymyksessä 11 pyydettiin laittamaan erilaisia huolenaiheita, pelkoja ja uhkakuvia tärkeysjärjestykseen. Kysymyksen tulokset on esitetty kuvassa 27. Kuvassa huolenaiheet on laitettu järjestykseen siten, että numero 1 tarkoittaa vastaajan mielestä suurinta huolenaihetta ja 6 vähäisintä.

11. Laittakaa seuraavat robottiautoihin liittyvät huolenaiheet tärkeysjärjestykseen



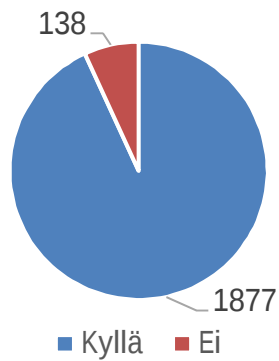
Kuva 27. Kysymys 11: Laittakaa seuraavat robottiautoihin liittyvät huolenaiheet tärkeysjärjestykseen siten, että 1 on suurin huolenaihe 6 vähäisin. N = 2 012.

Vastaajat pitivät ajoneuvojen liikenneturvallisuutta selkeästi suurimpana uhkaku-
vana. Noin 36 % vastaajista arvotti liikenneturvallisuuden kaikkein suurimmaksi
huolenaiheeksi. Myös tekniikan epäluotettavuus ja moraalinen dilemma huolestutti-
vat vastaajia melko paljon. Ajoneuvojen korkeampi hinta ja erityisesti yksityisyy-
densuojan heikkeneminen puolestaan huolestuttivat vähiten vastaajia. Kyberturvalli-
suus ja terrorismin pelko jakoi mielipiteitä eniten, sillä sitä vaihtoehtoa arvoitettiin
tasaisimmin kaikille järjestysluvuille.

5.4.5 Kyselyn vastaukset, OSA V

Kyselyn viidennessä osassa kerättiin vastaajien taustatiedot ja annettiin mahdolli-
suus avoimelle palautteelle. Ensimmäisenä kysyttiin vastaajien ikä ja sukupuoli,
jotka ovat nähtävissä kappaleen 5.3 kuvassa 14. Vastaajien ajokortillisuuden jakau-
tuminen on esitetty kuvassa 28. 93 %:lla vastaajista oli ajokortti ja 7 %:lla ei.

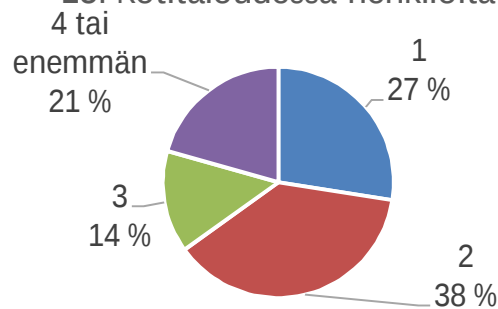
14. Onko teillä ajokorttia?



Kuva 28. Kysymys 14: Onko teillä ajokorttia? $N = 2\ 015$.

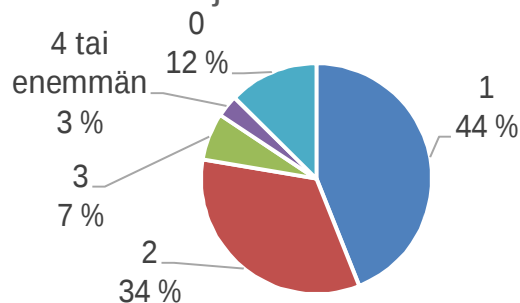
Vastaajien kotitalouksien koko ja henkilöautojen lukumäärä on esitetty kuvissa 29 ja 30. Erityisesti kotitalouden koossa on mukana jonkin verran virheitä, sillä moni ei ole laskenut itseään mukaan kotitalouden kokoon, vaikka kysymyksessä erikseen painotettiin sitä.

15. Kotitaloudessa henkilöitä



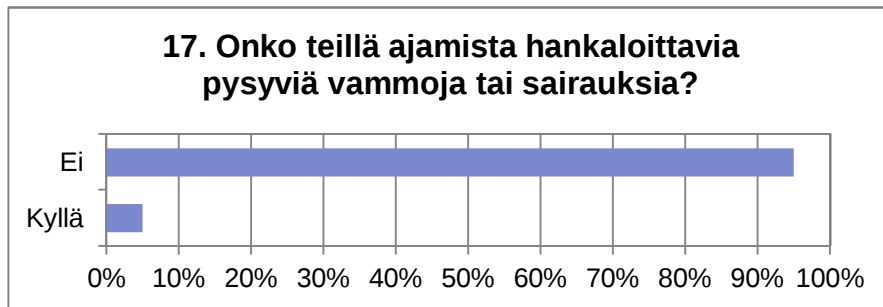
Kuva 29. Kysymys 15: Kuinka monta henkilöä kotitalouteenne kuuluu teidät itsenne mukaan lukien? $N = 2\ 001$.

16. Henkilöautojen lukumäärä kotitaloudessa

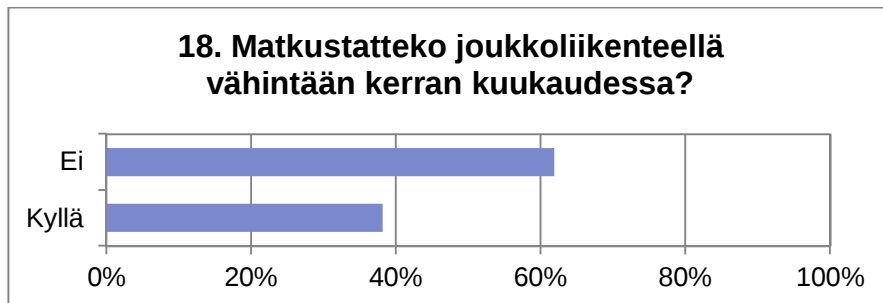


Kuva 30. Kysymys 16: Kuinka monta henkilöautoa kotitaloudessanne on? $N = 2\ 023$.

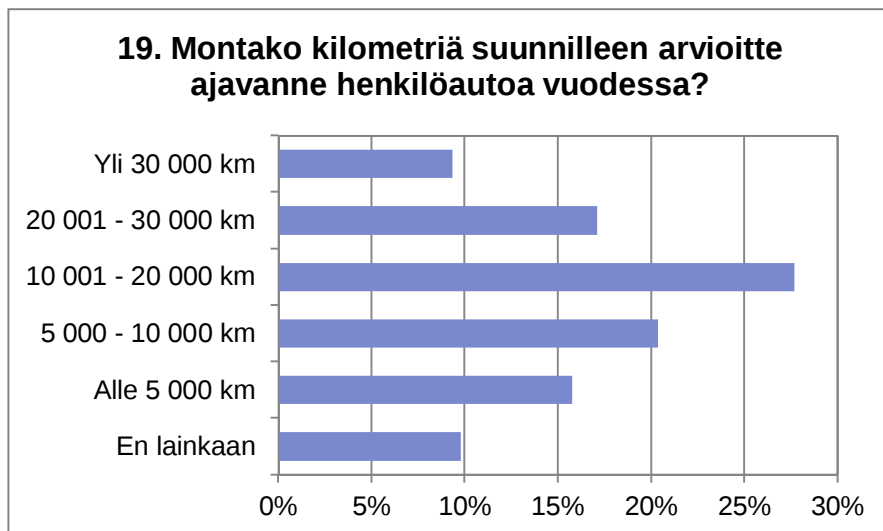
Viimeisinä taustatietoina selvitettiin, onko vastaajilla ajamista hankaloittavia pysyviä vammoja tai sairauksia, käyttävätkö he joukkoliikennettä vähintään kuukausittain, kuinka paljon he ajavat vuosittain itse henkilöautoa ja mikä on heidän koulutustasonsa. Vastausten jakaumat näihin kysymyksiin on esitetty kuvissa 31–34.



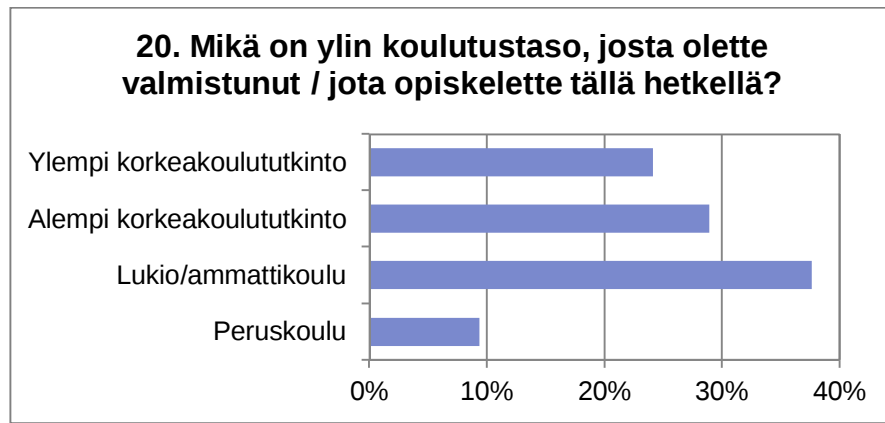
Kuva 31. Kysymys 17: Onko teillä ajamista hankaloittavia pysyviä vammoja tai sairauksia? $N = 2\,012$.



Kuva 32. Kysymys 18: Matkustatteko joukkoliikenteellä vähintään kerran kuukaudessa? $N = 2\,029$.



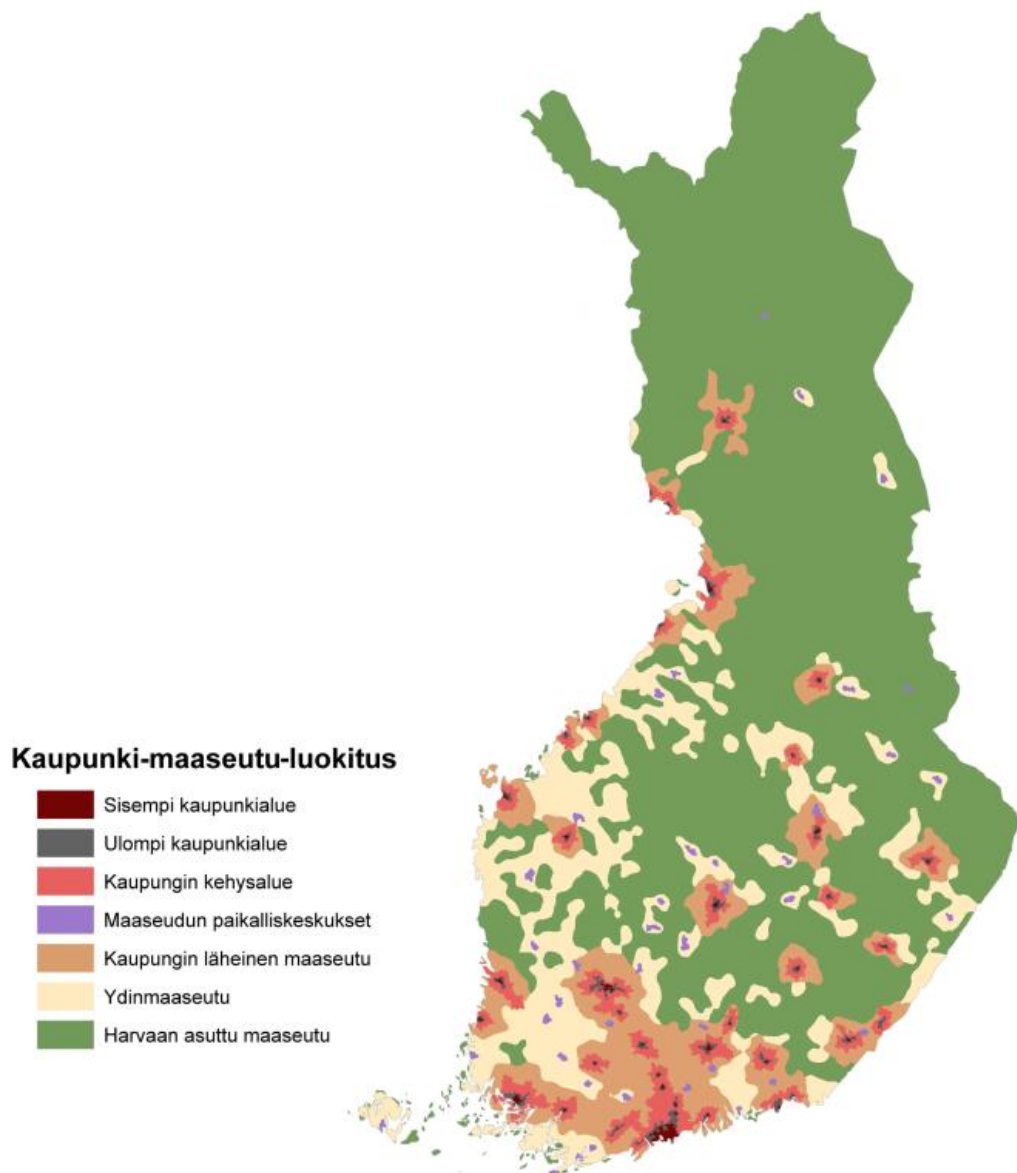
Kuva 33. Kysymys 19: Montako kilometriä suunnilleen arvioitte ajavanne henkilöautoa vuodessa? $N = 2\,024$.



Kuva 34. Kysymys 20: Mikä on ylin koulutustaso, josta olette valmistunut / jota opiskelette tällä hetkellä? $N = 2\,014$.

Vastaajien asuinpaikan sijainti on myös olennainen osa taustatietoja. Tässä kyselyssä asuinpaikan sijaintia ei kysytty erikseen, vaan sijaintitieto yhdistettiin vastaajatunnukseen postinumeron perusteella. Yhdistämällä postinumeroaineisto (Tilastokeskus 2016) kaupunki-maaseutu-luokitukseen (Ympäristöhallinto 2017), saadaan kaikki vastaajat luokiteltua postinumeron perusteella melko tarkasti seitsemänportaisella luokituksella (esitetty myös kuvassa 35):

1. Sisempi kaupunkialue
 - Kaupunkien tiivis yhtenäinen tehokkaasti rakennettu alue
2. Ulompi kaupunkialue
 - Kaupungin taajamarakenteen rajalle ulottuva kaupunkimaisen tehokas alue
3. Kaupungin kehysalue
 - Kaupunkiin välittömästi kytkeytyvä osa maaseudun ja kaupungin välivyöhykkeestä
4. Maaseudun paikalliskeskukset
 - Suurten kaupunkialueiden ulkopuolella sijaitsevat taajamakeskukset ja pienet kaupungit
5. Kaupungin läheinen maaseutu
 - Maaseutumainen alue, joka on kuitenkin toiminnallisesti ja fyysisesti lähellä kaupunkia
6. Ydinmaaseutu
 - Elinkeinorakenteeltaan monipuolista ja suhteellisen tiiviisti asuttua maaseutua
7. Harvaan asuttu maaseutu
 - Harvaan asuttua aluetta, joissa monipuolisia keskittymiä ei ole, tai ne ovat pieniä ja kaukana toisistaan. Alue koostuu pääosin metsästä. (Ympäristöhallinto 2017)



Kuva 35. Kaupunki-maaseutu-luokitus kartalla (Ympäristöhallinto 2017).

Kyselyssä vastaajia saatiin melko hyvin muista luokitusalueista paitsi maaseudun paikalliskeskuksista. Kyselyyn vastanneiden osuudet eri alueilla noudattivat melko tarkasti suomalaisten todellista jakautumista alueille. Ainoastaan kaupungin kehysalueella eroa voidaan pitää merkittävänä, sillä kaupungin kehysalueella asuvien vastaajien osuus kyselyssä on 21 % kun se on todellisuudessa koko väestöstä vain 11 %. Taulukossa 20 on esitetty vastaajien jakauma asuinpaikan sijainnin perusteella sekä kaikkien suomalaisten jakautuminen vuoden 2012 tilastojen (Syke 2014) perusteella.

Taulukko 20. Vastaajien jakauma asuinpaikan sijainnin perusteella.

Aluejako	Vastaajien lukumäärä	Osuus kaikista vastaajista	Suomalaisten jakautuminen vuonna 2012
Sisempi kaupunkialue	547	27 %	32 %
Ulompi kaupunkialue	453	22 %	27 %
Kaupungin kehysalue	419	21 %	11 %
Maaseudun paikalliskeskukset	47	2 %	6 %
Kaupungin läheinen maaseutu	175	9 %	7 %
Ydinmaaseutu	228	11 %	12 %
Harvaan asuttu maaseutu	164	8 %	6 %

Viimeisenä lomakkeessa annoimme vastaajille mahdollisuuden antaa avointa palautetta sekä robottiautoista että tutkimuksesta. Yhteensä palautetta antoi 898 vastaajaa. Palautetta robottiautoista antoi 789 vastaajaa ja tutkimuksesta 674 vastaajaa.

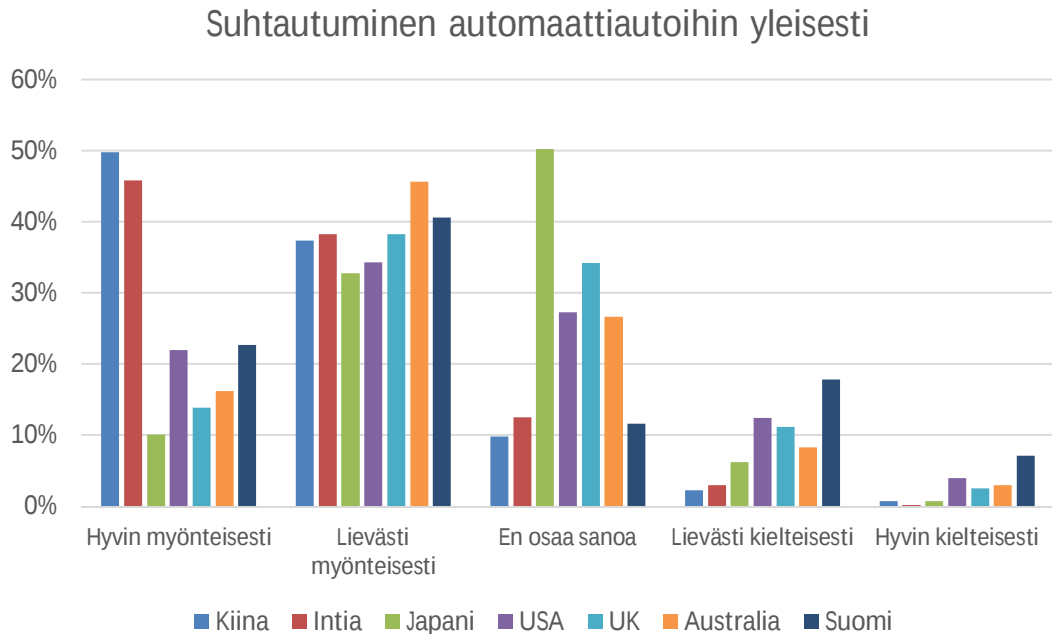
Palaute robottiautoista jakautui melko tasaisesti positiivisten ja negatiivisten palautteiden osalta. Suurta osaa palautteen antajista robottiautot pelottavat, eivätkä vastaajat luota niihin. Erityisesti Suomen sääolosuhteet ja infrastruktuurin laatu erityisesti haja-asutusalueella aiheuttavat huolia palautteen antajissa. Myös kohtalainen osa palautteista koski sitä, että robottiautoja ei koeta välttämättä ollenkaan tarpeellisiksi ja että monet myös nauttivat itse ajamisesta. Toisaalta noin puolet palautteen antajista piti robottiautoa ”hyvänä juttuna”, ”mielenkiintoisena asiana” tai ”tulevaisuuden juttuna”.

Palaute tutkimuksesta puolestaan oli pääosin hyvää, sillä lähes 90 % palautteesta oli positiivista. Erityisesti palautteissa nousivat esiin ”hyvä kun tutkitaan”, ”mielenkiintoinen aihe” ja ”hyvä/selkeä lomake”. Varsinaisia negatiivisia palautteita, joissa tutkimusta pidettiin turhana tai kysymyksiä johdattelevina/virheellisinä, tuli muutamia kymmeniä. Lisäksi tuli jonkin verran neutraalia palautetta, jossa toivottiin esimerkiksi joihinkin kysymyksiin lisää vaihtoehtoja.

6 Jatkoanalyysi ja johtopäätökset

6.1 Suhtautuminen automaattiautoihin Suomessa ja maailmalla

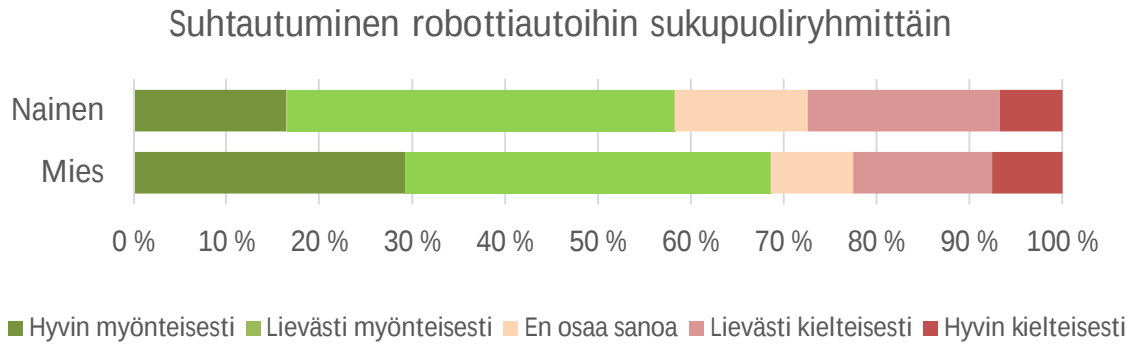
Aiemmin kappaleessa 4.1 esitellyssä tutkimuksessa Schoettle ja Sivak (2014) tutkivat ihmisten suhtautumista automaattiautoihin Kiinassa, Intiassa, Japanissa, Yhdysvalloissa, Isossa-Britanniassa ja Australiassa. Käytimme vastaavia parametreja tässäkin kyselytutkimuksessa. Tulokset kummastakin tutkimuksesta on esitetty kuvassa 36.



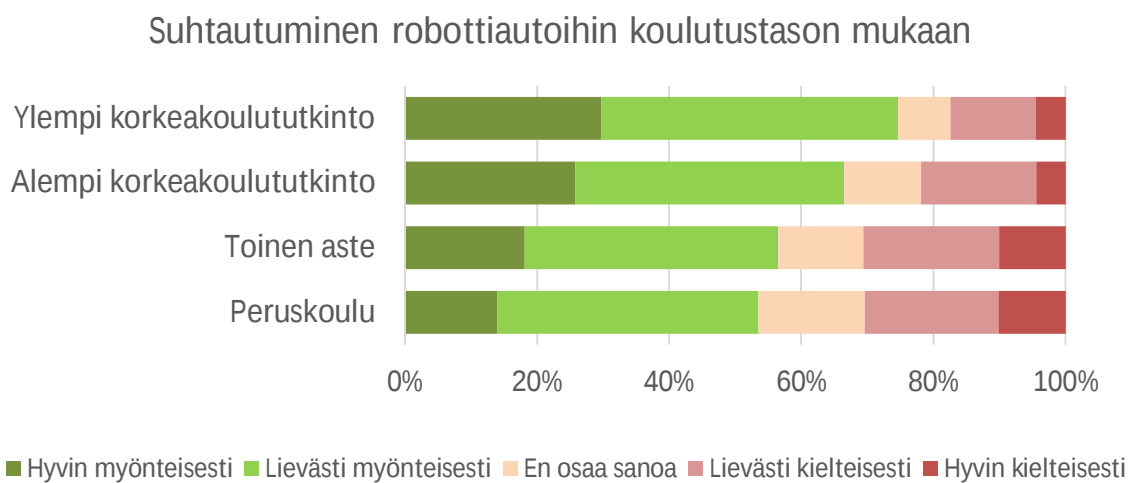
Kuva 36. Suhtautuminen automaattiautoihin maailmalla (Schoettle & Sivak 2014) ja Suomessa.

Selkeästi myönteisintä suhtautuminen automaattiautoihin vaikuttaisi olevan Kiinassa ja Intiassa, joissa myönteisesti automaattiautoihin suhtautui lähes 90 % vastaajista. Muihin maihin verrattuna Suomessa oli eniten sekä myönteistä että kielteistä suhtautumista automaattiautoihin. Suomalaisista vain harva suhtautui neutraalisti tai oli epävarma omasta kannastaan, kun Australiassa, Isossa-Britanniassa, Yhdysvalloissa ja erityisesti Japanissa suuri osa vastaajista suhtautui neutraalisti automaattiautoihin. Tosin Schoettlen ja Sivakin (2014) tutkimuksessa vastaajat eivät välttämättä edusta kovin hyvin maiden koko populaatiota ja vastaajamäärät olivat melko pieniä. Lisäksi tutkimusten kontekstit ovat hieman erilaiset, mikä voi vähentää tutkimusten vertailukelpoisuutta.

Kirjallisuudessa on havaittu (mm. Alessandrini et al. 2014; Cavoli et al. 2017), että miehet, nuoret, korkeasti koulutetut ja hyvätuloiset suhtautuvat muita myönteisemmin automaattiautoihin. Myös tässä tutkimuksessa havaittiin, että sekä sukupuoli että koulutustaso korreloivat tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0,05$) yleisen suhtautumisen kanssa siten, että miehet ja korkeasti koulutetut suhtautuvat automaattiautoihin muita myönteisemmin. Kuvissa 37 ja 38 on esitetty sukupuolen ja koulutustason vaikutus yleiseen suhtautumiseen robottiautoihin.

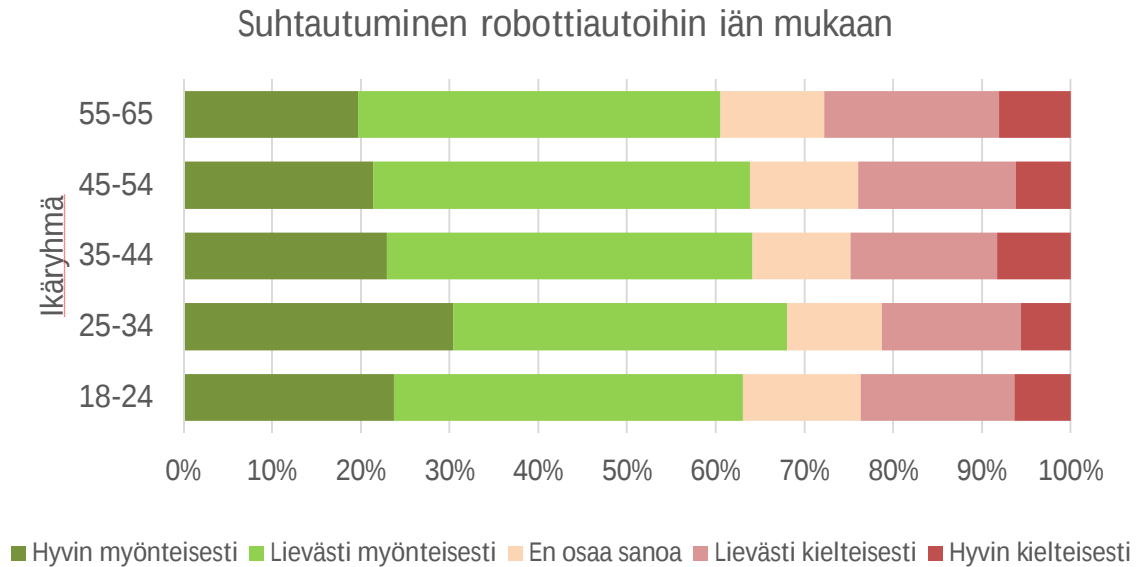


Kuva 37. Suhtautuminen robottiautoihin sukupuoliryhmittäin.



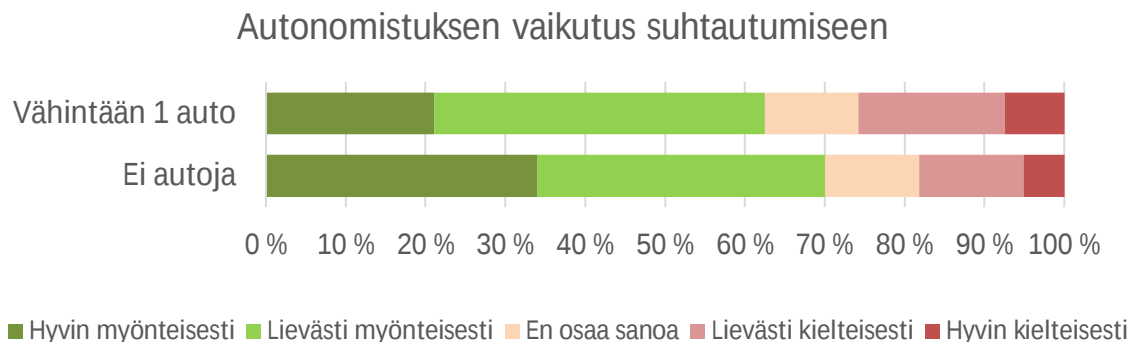
Kuva 38. Suhtautuminen robottiautoihin koulutustason mukaan.

Sen sijaan eri ikäryhmillä ei havaittu merkittäviä eroja suhtautumisessa robottiautoihin. Suhtautumisesta on havaittavista, että nuoret suhtautuvat hieman vanhempia useammin hyvin myönteisesti robottiautoihin, mutta kokonaisuutena erot suhtautumisessa eri ikäryhmillä eivät ole tilastollisesti merkitseviä. Ikäryhmän vaikutus robottiautoihin suhtautumiseen on esitetty kuvassa 39.



Kuva 39. Suhtautuminen robottiautoihin iän mukaan.

Muista henkilöryhmistä erityisesti autottomissa kotitalouksissa asuvat sekä säännöllisesti joukkoliikennettä käyttävät vastaajat suhtautuivat muita myönteisemmin robottiautoihin. Kuvassa 40 on esitetty autonomistuksen vaikutus suhtautumiseen robottiautoihin.

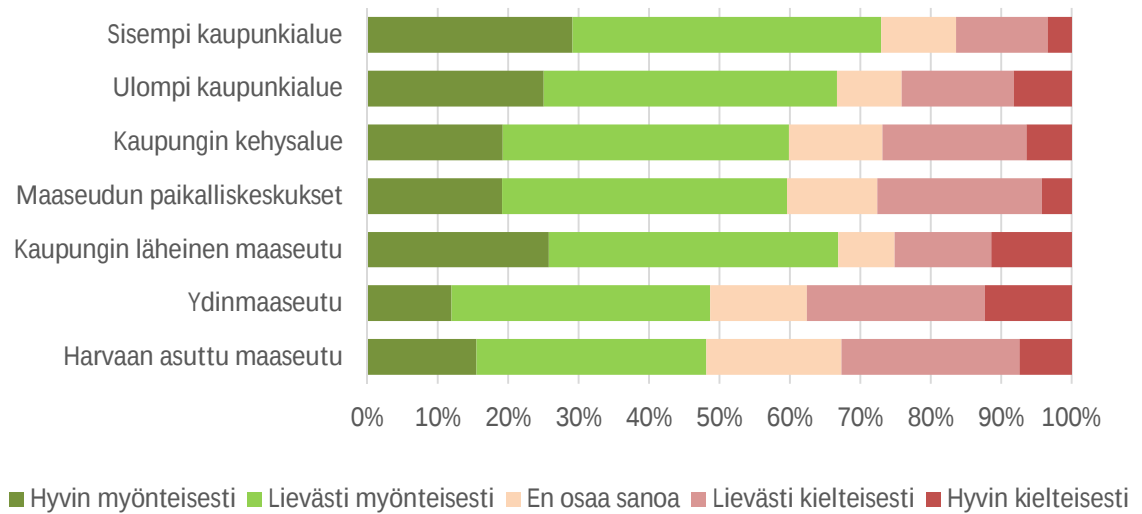


Kuva 40. Autonomistuksen vaikutus suhtautumiseen robottiautoihin.

Nykyisin autottomissa talouksissa elävät vastaajat suhtautuvat tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0,05$) muita useammin hyvin myönteisesti robottiautoihin. Autottomissa talouksissa elävistä vastaajista kolmannes suhtautuu hyvin myönteisesti robottiautoihin, kun vastaava lukema autollisissa talouksissa on noin viidennes. Kotitalouksissa, joissa autoja on 4 tai enemmän, suhtaudutaan kaikkein kielteisimmin robottiautoihin. Näistä kotitalouksista lähes puolet vastaajista suhtautuu joko lievästi kielteisesti tai hyvin kielteisesti robottiautoihin.

Vastaajien asuinpaikan sijainnilla havaittiin olevan tilastollisesti merkitseviä ($p < 0,05$) eroja yleisessä suhtautumisessa robottiautoihin. Kaupunki-maaseutu-luokituksen perusteella määritetyn asuinpaikan sijainnin vaikutus yleiseen robottiautoihin suhtautumiseen on esitetty kuvassa 41.

Asuinsijainnin vaikutus robottiautoihin suhtautumiseen

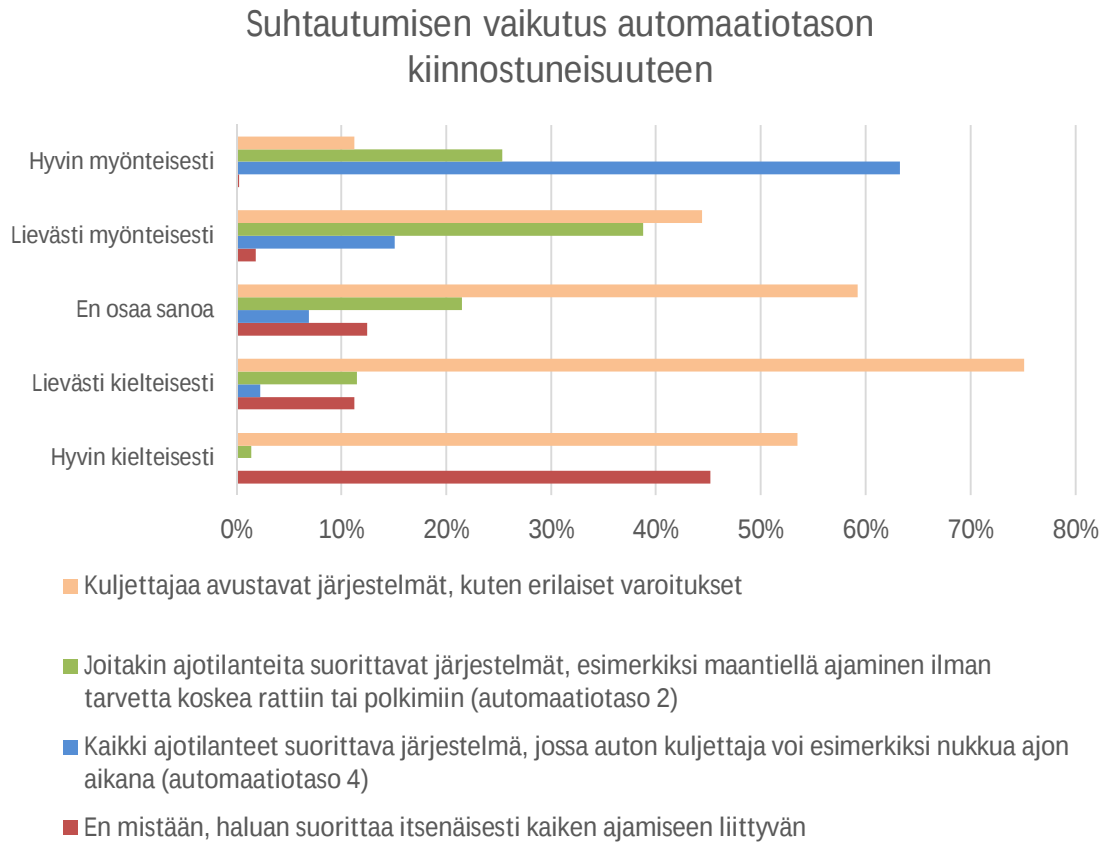


Kuva 41. Asuinsijainnin vaikutus robottiautoihin suhtautumiseen.

Kuvan 41 mukaan suurten kaupunkien sisemmällä kaupunkialueella suhtaudutaan myönteisimmin robottiautoihin. Ulommalla kaupunkialueella, kaupungin kehysalueella, maaseudun paikalliskeskuksissa ja kaupungin läheisellä maaseudulla suhtautuminen jakautuu melko tasaisesti. Ydinmaaseudulla ja harvaan asutulla maaseudulla suhtautuminen vaikuttaisi olevan kaikkein kielteisintä.

6.2 Eri henkilöryhmillä esiintyviä poikkeavuuksia

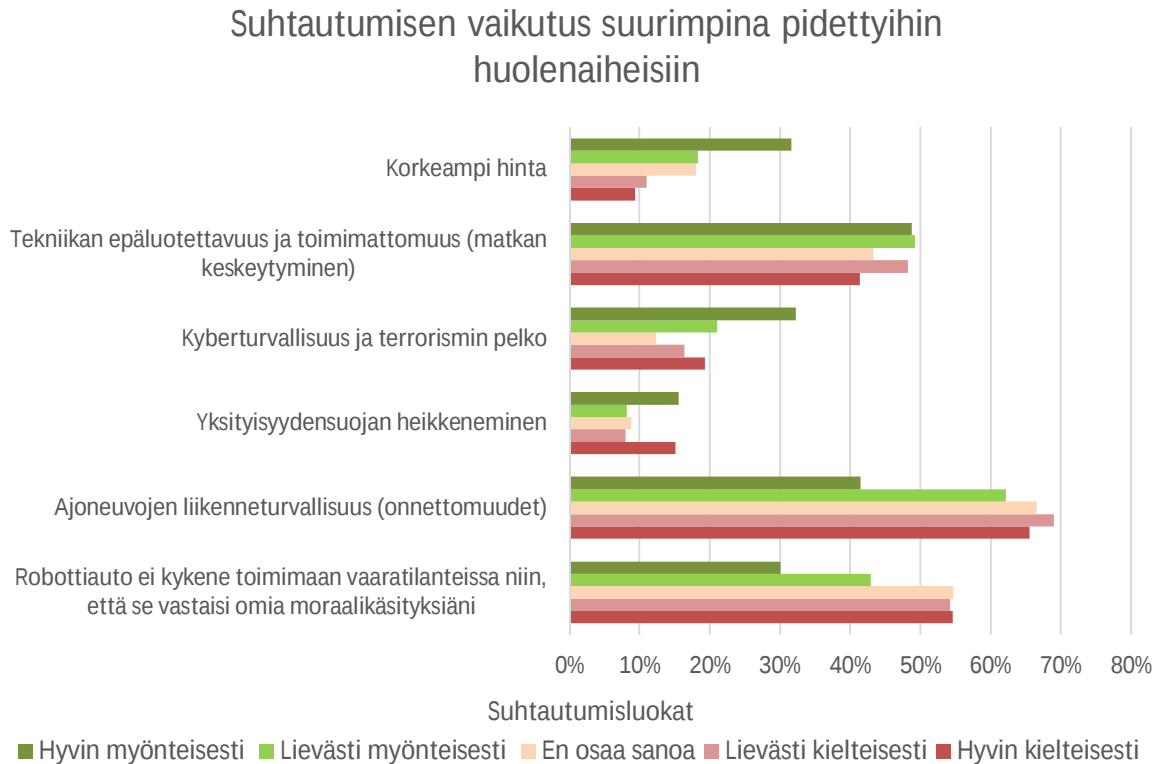
Tässä alaluvussa esitellään mielenkiintoisia ja tilastollisesti merkitseviä eroavaisuuksia eri vastaajaryhmillä sekä taustatietojen että vastausten mukaan. Yleinen suhtautuminen robottiautoihin korreloi luonnollisesti melko vahvasti lähes kaikkien kysymysten kanssa. Mitä myönteisemmin robottiautoihin suhtaudutaan, sitä useammin vastaukset painottuvat robottiautoja suosivaan suuntaan. Kuvassa 42 on esitetty, miten yleinen suhtautuminen robottiautoihin vaikuttaa siihen, mistä automaatiotasosta vastaaja olisi erityisesti kiinnostunut.



Kuva 42. Yleisen suhtautumisen vaikutus siihen, mistä automaatiotasosta ollaan eniten kiinnostuneita.

Hyvin myönteisesti robottiautoihin suhtautuvista vastaajista lähes 65 % ovat eniten kiinnostuneita automaatiotasojen 4 ja 5 autoista. Huomionarvoista on, että myös kielteisesti robottiautoihin suhtautuvista vastaajista valtaosa on kuitenkin kiinnostuneita kuljettajaa avustavista järjestelmistä.

Yleinen suhtautuminen robottiautoihin vaikuttaa jonkin verran suurimpina pidettyihin huolenaiheisiin, kuten kuvasta 43 ilmenee. Kuvassa huomioitiin kultakin vastaajalta kaksi suurinta huolenaihetta. Esimerkiksi hyvin myönteisesti suhtautuvista vastaajista noin 32 % piti ajoneuvojen korkeampaa hintaa joko suurimpana tai toiseksi suurimpana huolenaiheena robottiautoihin liittyen.

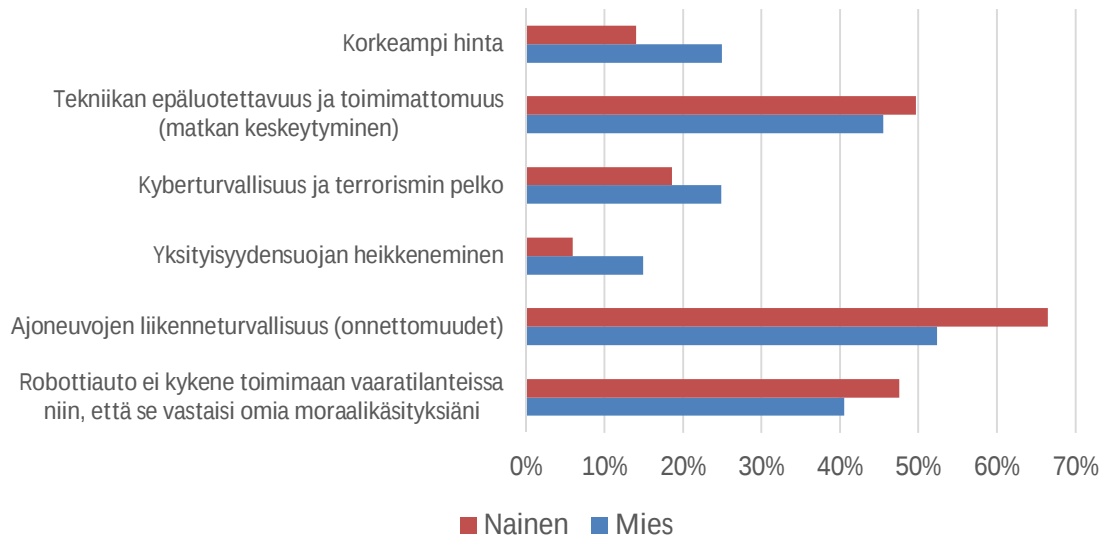


Kuva 43. Suhtautumisen vaikutus suurimpina pidettyjen pelkojen ja uhkien tärkeysjärjestykseen. Kuvassa on yhdistetty suurimpana tai toiseksi suurimpana kyseistä huolenaihetta pitävät vastaukset.

Yleinen suhtautuminen vaikuttaa jonkin verran robottiautoihin liittyvien huolenaiheiden tärkeysjärjestykseen. Yleisesti hyvin myönteisesti robottiautoihin suhtautuvat arvottavat korkeamman hinnan ja kyberturvallisuuden keskimäärin useammin suurimmiksi huolenaiheiksi kuin vastaajat keskimäärin. Sen sijaan hyvin myönteisesti suhtautuvat eivät pidä ajoneuvojen liikenneturvallisuutta yhtä usein suurimpana huolenaiheena kuin vastaajat keskimäärin. Vastaavasti moraalikysymykset eivät ole hyvin myönteisesti suhtautuville niin iso huolenaihe kuin muille vastaajille. Kielteisesti robottiautoihin suhtautuvilla vastaajilla ajoneuvojen liikenneturvallisuus ja moraalikysymykset nousevat tärkeimmiksi huolenaiheiksi, kun taas ajoneuvojen korkeampi hinta ei huolestuta yleisesti kielteisesti suhtautuvia juurikaan.

Myös vastaajan sukupuoli vaikuttaa hieman suurimpina koettuihin huolenaiheisiin. Suurimmat erot huolenaiheissa sukupuolten välillä liittyvät ajoneuvojen liikenneturvallisuuteen ja ajoneuvojen mahdollisesti korkeampaan hintaan. Naisista noin 66 % pitää ajoneuvojen liikenneturvallisuutta suurimpana tai toiseksi suurimpana huolenaiheena, kun miehistä vain hieman yli puolet pitää liikenneturvallisuutta suurimpana tai toiseksi suurimpana huolenaiheena robottiautoihin liittyen. Muissa huolenaiheissa on havaittavissa myös pieniä eroja sukupuolten välillä. Kuvassa 44 on esitetty vastaajan sukupuolen vaikutus uhkien ja pelkojen tärkeysjärjestykseen. Kuvassa on huomioitu kaksi suurinta huolenaihetta kultakin vastaajalta.

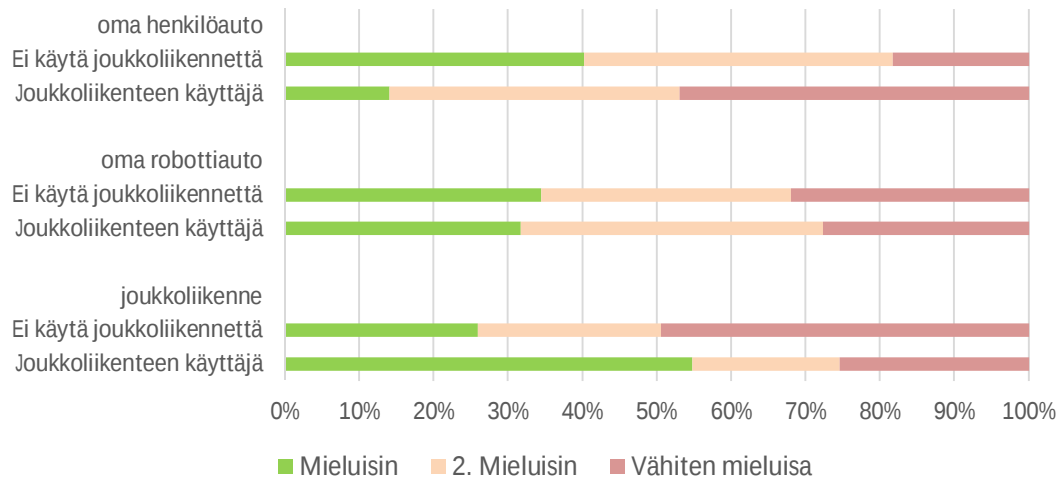
Sukupuolen vaikutus suurimpien uhkien ja pelkojen tärkeysjärjestykseen



Kuva 44. Sukupuolen vaikutus suurimpina pidettyjen uhkien ja pelkojen tärkeysjärjestykseen. Kuvassa on yhdistetty suurimpana tai toiseksi suurimpana kyseistä huolenaihetta pitävät vastaukset.

Kysymyksen 5 järjestämistehtävissä, joissa oma tavallinen auto, oma robottiauto ja joukkoliikenne piti laittaa paremmuusjärjestykseen erilaisilla parametreilla tehtävissä matkoissa, löytyi paljon tilastollisesti merkitseviä eroja käyttäjäryhmistä riippuen. Autonomistus, vuotuiset ajokilometrit ja joukkoliikenteen säännöllinen käyttäminen vaikuttivat jonkin verran vastausten jakaumaan. Eroavaisuudet näkyivät kuitenkin lähinnä oman henkilöauton ja joukkoliikenteen välillä siten, että autottomissa talouksissa asuvat, alle 20 000 km vuodessa ajavat ja säännöllisesti joukkoliikennettä käyttävät henkilöryhmät painottivat vastauksissa joukkoliikennettä ja valitsivat harvemmin oman henkilöauton. Sen sijaan erot oman robottiauton valinnassa olivat kaikissa järjestämistehtävissä pieniä. Kuvassa 45 on esimerkki siitä, miten säännöllinen joukkoliikenteen käyttäminen vaikuttaa kysymyksen 5b vastausten jakaumaan. Kysymyksen parametrit ovat nähtävissä kappaleen 5.4.2 taulukossa 16.

Joukkoliikenteen käyttämisen vaikutus kysymyksen 5b kulkutavan valintaan

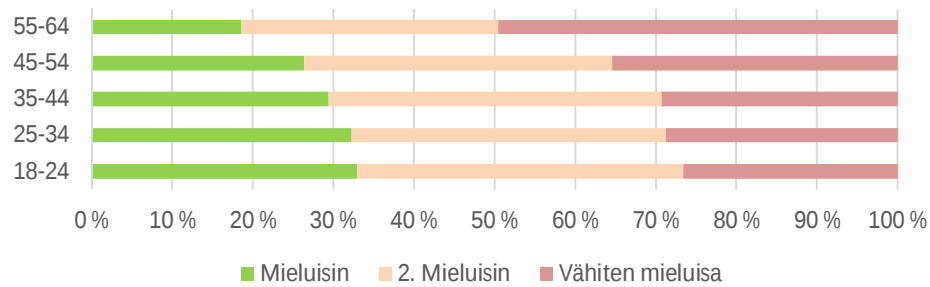


Kuva 45. Joukkoliikenteen käyttämisen vaikutus kysymyksen 5b kulkutavan valintaan.

Joukkoliikenteen käyttäjät valitsevat luonnollisesti joukkoliikenteen muita useammin mieleiseksi kulkumuodoksi ja toisaalta oman henkilöauton vähiten mieleiseksi. Vastaavasti ne, jotka eivät käytä joukkoliikennettä, valitsevat oman henkilöauton useimmin parhaimmaksi vaihtoehdoksi ja joukkoliikenteen huonoimmaksi vaihtoehdoksi. Sen sijaan joukkoliikenteen käyttämisen vaikutukset oman robottiauton valintaan ovat pienet. Sama ilmiö toistuu kaikissa kysymyksen 5 järjestämistehtävissä. Sama ilmiö on havaittavissa myös, kun vertaillaan autonomistuksen tai vuotuisten ajokilometrien vaikutuksia vastauksiin. Tällöin ne, jotka asuvat autollisissa kotitalouksissa, suosivat omaa henkilöautoa joukkoliikenteen kustannuksella. Autonomistus ei kuitenkaan juurikaan vaikuta oman robottiauton vastausjakaumaan. Vastaavasti ajokilometrien osalta huomattiin, että mitä enemmän vastaaja ajaa vuosittain henkilöautoa, sitä enemmän vastaukset painottuvat omaa henkilöautoa suosiviksi. Oman robottiauton saamat vastaukset pysyvät kuitenkin melko samanlaisina ajokilometreistä riippumatta.

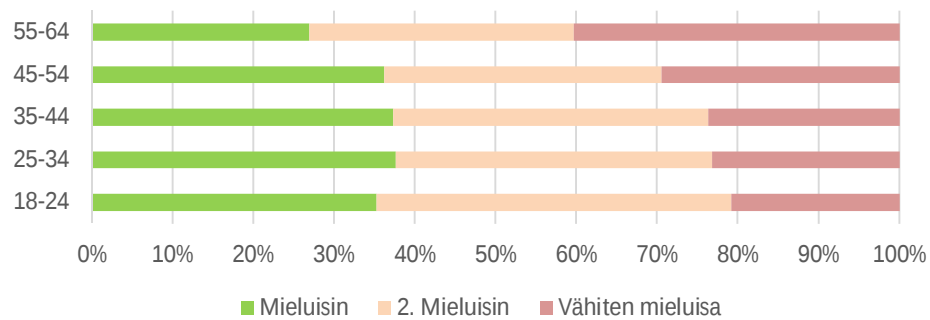
Vaikka vastaajien iällä ei havaittu olevan kokonaisuudessaan tilastollisesti merkitseviä ($p < 0,05$) eroja yleisen suhtautumisen kanssa, on eroja kuitenkin selkeästi havaittavissa kysymysten 5a, 5b ja 5c oman robottiauton saamissa vastauksissa. Kuville 46–48 on esitetty robottiautojen saamat vastaukset ikäryhmittäin tehtävissä 5a, 5b ja 5c.

Kysymys 5a oman robottiauton saamat vastaukset ikäryhmittäin



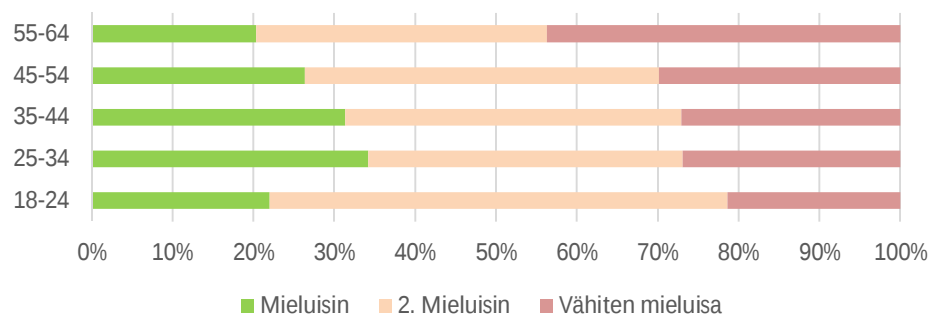
Kuva 46. Kysymys 5a vaihtoehdon ”oma robottiauto” saamat vastaukset ikäryhmittäin.

Kysymys 5b oman robottiauton saamat vastaukset ikäryhmittäin



Kuva 47. Kysymys 5b vaihtoehdon ”oma robottiauto” saamat vastaukset ikäryhmittäin.

Kysymys 5c oman robottiauton saamat vastaukset ikäryhmittäin



Kuva 48. Kysymys 5c vaihtoehdon ”oma robottiauto” saamat vastaukset ikäryhmittäin.

Kuten kuvista 44–46 huomataan, vanhemmat ikäluokat arvottivat oman robottiauton muita useammin huonoimmaksi vaihtoehdoksi. Alle 45-vuotiaista keskimäärin vain noin neljännes piti robottiautoa huonoimpana vaihtoehtona. Alle 45-vuotiaiden vastaukset myös jakautuivat suhteellisen samankaltaisesti pois lukien kysymys 5c, jossa alle 24-vuotiaat eivät pitäneet omaa robottiautoa parhaana vaihtoehtona yhtä usein

kuin hieman vanhemmat. Voidaankin todeta, että vaikka yleisessä suhtautumisessa robottiautoihin ei eri ikäryhmillä havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja, ovat nuoremmat kuitenkin halukkaampia käyttämään robottiautoa kuin yli 45-vuotiaat. Vastaava ilmiö on havaittavissa myös kysymyksen 8 vastausten jakaumissa.

Vastaajia voidaan jakaa ryhmiin myös sen perusteella, miten he ovat arvottaneet kysymyksessä 5 tietyn kulkumuodon kaikissa kohdissa parhaaksi tai huonoimmaksi vaihtoehdoksi. Näin voidaan eriyttää ne henkilöt, jotka valitsevat aina saman kulkumuodon parametreista riippumatta. Taulukossa 21 on esitetty, miten moni vastaaja on arvottanut kunkin kulkumuodon parhaimmaksi vaihtoehdoksi kaikissa kysymyksen 5 kohdissa a, b ja c.

Taulukko 21. Kysymyksen 5 kaikissa kohdissa saman kulkumuodon parhaimmaksi valinneet.

	Oma henkilö- auto	Oma robotti- auto	Joukkoliikenne
Vastaajien määrä	321	234	263
Osuus kaikista vastaajista	16 %	12 %	13 %

Kuten taulukosta 21 huomataan, kaikilla kulkumuodoilla oli melko iso kannattajaryhmä, joka valitsi kysymyksen 5 kaikissa kohdissa saman kulkumuodon parhaimmaksi vaihtoehdoksi. Näillä vastaajaryhmillä on kuitenkin vain joitakin tilastollisesti merkitseviä ($p < 0,05$) eroja taustatietojen suhteen. Esimerkiksi oman henkilöauton parhaimmaksi valitsevat asuvat keskimäärin useammin haja-asutusalueella ja ovat matalammin koulutettuja. Omaa robottiautoa parhaimpana pitävät ovat keskimäärin hieman korkeammin koulutettuja ja asuvat lähempänä kaupunkia. Heistä myös hieman suurempi osuus on miehiä. Joukkoliikennettä parhaimpana pitävistä puolestaan hieman suurempi osuus on naisia. Kokonaisuudessa erot ovat kuitenkin pieniä ja voidaan todeta, että kuhunkin ryhmään kuuluvat vastaajat ovat vastaajien taustatietojen perusteella hyvin heterogeeninen joukko.

Kyseisillä ryhmillä on kuitenkin havaittavissa eroavaisuuksia muissa kyselyn vastauksissa. Kysymyksessä 7 noin puolet sekä omaa henkilöautoa että omaa robottiautoa parhaana pitävistä valitsivat robottitaksin mieluisammaksi vaihtoehdoksi. Sen sijaan joukkoliikennettä parhaana pitäneistä vastaajista lähes 90 % olivat kysymyksessä 7 robottitaksin kannalla.

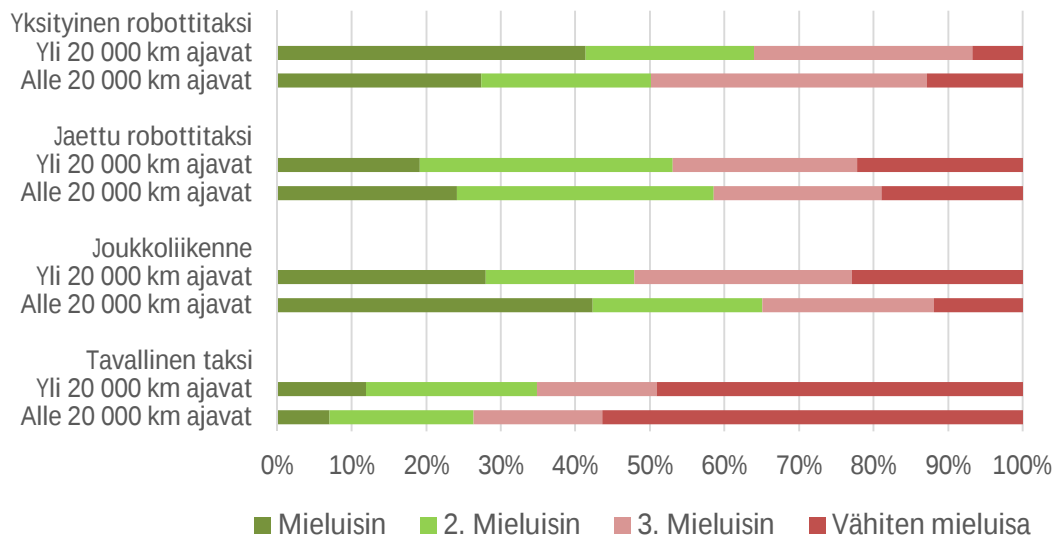
Tutkimuksen kannalta mielenkiintoinen ryhmä on myös robottiautovastaiset, eli henkilöt, jotka arvottivat robottiauton huonoimmaksi vaihtoehdoksi kaikissa kysymyksen 5 kohdissa. Tällaisia vastaajia oli 447, eli noin 22 % kaikista vastaajista. Kuitenkin näistä vastaajista vain hieman yli 60 % suhtautui kielteisesti robottiautoihin, neutraalisti suhtautui noin 15 % ja jopa yli 20 % suhtautui myönteisesti robottiautoihin. Robottiautovastaisista suurin osa edusti vanhempia sukupolvia. Yli 55-vuotiaista lähes kolmannes (217 vastaajaa) ja 45–54-vuotiaista yli viidennes (99 vastaajaa) olivat kysymyksen 5 perusteella robottiautovastaisia. Robottiautovastaisista naisia oli noin 57 % ja miehiä 43 %.

Robottiautovastaisilla huolenaiheiden tärkeysjärjestys jakautuu kuitenkin lähes identtisesti kielteisesti robottiautoihin suhtautuvien kanssa (kappale 6.2 kuva 42).

Ajoneuvojen liikenneturvallisuus ja moraalikysymykset nousevat robottiautovastaisilla muita vastaajia useammin tärkeimmiksi huolenaiheiksi.

Kysymyksen 8 järjestämistehtävässä täytyi laittaa paremmuusjärjestykseen yksityinen robottitaksi, jaettu robottitaksi, joukkoliikenne ja tavallinen taksi 10 kilometrin matkalla kaupunkialueella. Eri henkilöryhmillä löytyi jonkin verran eroavaisuuksia vastausjakaumissa. Kuvassa 49 on esitetty, miten vuotuisten ajokilometrien määrä vaikuttaa kysymyksen 8 kulkutavan valintaan. Kysymyksen parametrit ovat nähtävissä kappaleen 5.4.3 taulukossa 18.

Ajokilometrien vaikutus kysymyksen 8 kulkutavan valintaan

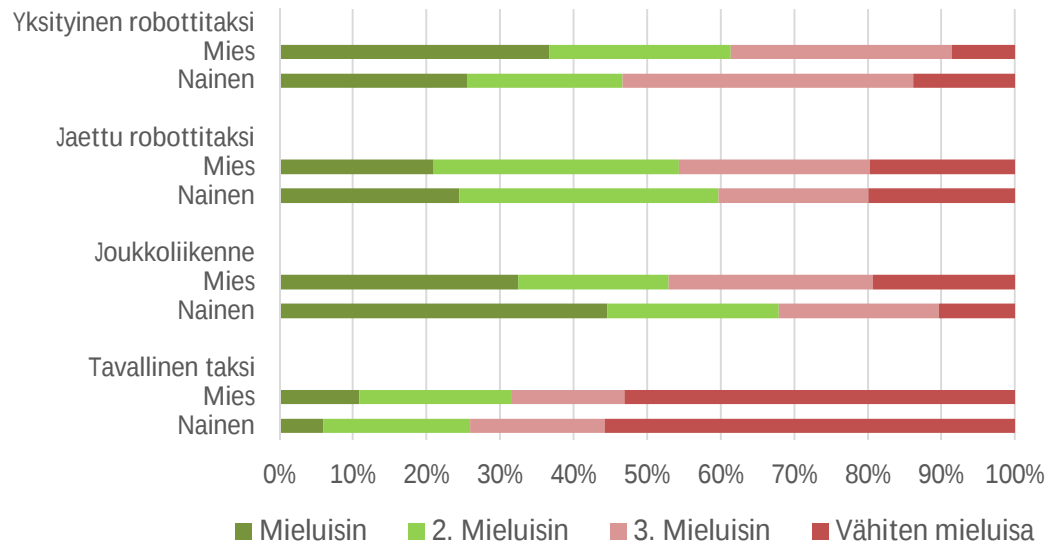


Kuva 49. Vuotuisten ajokilometrien vaikutus kysymyksen 8 kulkutavan valintaan.

Odotetusti paljon ajavat arvottavat joukkoliikenteen harvemmin parhaaksi vaihtoehtoksi ja tavallisen taksin hieman useammin paremmaksi kuin vähän ajavat henkilöt. Eroa löytyi selkeästi kuitenkin myös kiinnostuksessa robottitakseihin. Paljon ajavat valitsevat vähemmän ajavia useammin yksityisen robottitaksin, kun taas vähemmän ajavat valitsevat hieman useammin jaetun robottitaksin kuin paljon ajavat. Autonominen ja joukkoliikenteen käyttäminen vaikuttavat kysymyksen 8 vastausten jakaumaan samansuuntaisesti kuin vuotuisten ajokilometrien määrä, mutta erot ovat hieman pienemmät.

Myös vastaajan sukupuoli vaikutti tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0,05$) kysymyksen 8 vastausten jakaumaan, kuten kuva 50 osoittaa. Miehet pitivät yksityistä robottitaksia useammin parempana vaihtoehtona kuin naiset, mutta naiset puolestaan pitivät jaettua robottitaksia hieman useammin parempana vaihtoehtona kuin miehet. Tyypillisesti naiset pitävät joukkoliikennettä parempana vaihtoehtona kuin miehet ja sama ilmiö näkyy myös tässä tutkimuksessa. Miehet puolestaan pitivät tavallista taksia hieman useammin parempana vaihtoehtona kuin naiset.

Sukupuolen vaikutus kysymyksen 8 järjestämistehtävään



Kuva 50. Sukupuolen vaikutus kysymyksen 8 järjestämistehtävään.

Tässä kyselyssä kysymyksissä 7 ja 10 pyrittiin selvittämään, miten automaattiautot tulevat vaikuttamaan ihmisten autonomistushalukkuuteen. Erona kysymyksissä oli, että kysymyksessä 7 ei puhuttu autonomistuksesta, vaan vertailtiin ainoastaan omaa robottiautoa ja robottitaksia. Lisäksi kustannuseron ajateltiin olevan 2 000 euroa vuositason ja robottitaksin aina saatavilla seitsemässä minuutissa. Kysymyksessä 10 kysyttiin suoraan, olisiko vastaajalla halukkuutta omistaa tulevaisuudessa omaa autoa, mikäli kustannukset robottitaksilla olisivat vuositason 20 % pienemmät ja robottitaksi olisi aina saatavilla viidessä minuutissa. Kummassakin kysymyksessä noin kaksi kolmasosaa vastaajista oli sitä mieltä, että robottitaksi olisi parempi vaihtoehto.

Vastaajien välillä oli kuitenkin havaittavissa merkittäviä eroja. Kysymyksessä 7 robottitaksin valinneista 245 vastaajaa vastasivat kysymykseen 10 haluavansa kuitenkin omistaa yhä itse oman robottiauton. Vastaavasti kysymyksessä 7 oman robottiauton valinneista 216 vastaajaa vastasivat kysymykseen 10, että eivät koe tarvetta omistaa tulevaisuudessa omaa robottiautoa. Yhteensä siis 461 vastaajaa, eli lähes neljännes kaikista vastaajista, vastasi ristiin kysymyksissä 7 ja 10.

Näillä ristiin vastanneilla ei ole havaittavissa selkeitä henkilöryhmiä, jotka voisivat selittää muutosta. Selittäviä tekijöitä voivat olla erot kysymysten asettelussa. Rahallisesti ilmoitettuna 2 000 euron vuotuiset kustannukset voivat kuulostaa osalle vastaajista paljon suuremmalta lukemalta kuin 20 % pienemmät vuosikulut ja toisille vastaajille tilanne voi olla päinvastoin. Mikäli vastaajat suhteuttavat vuosikulut nykyisin omistamaansa autoon, osalle vastaajista 2 000 euron vuosisäästö on suurempi kuin 20 % vuosittainen säästö, kun toisille tilanne on päinvastainen. Jonkin verran voi vaikuttaa myös kahden minuutin ero robottitaksin saatavuudessa. Lisäksi joiltain osin tätä voi selittää myös virheet vastauksissa tai kysymysten ymmärtämisessä.

7 Työpaja

7.1 Työpajan toteutus

Tutkimuksen viimeisessä vaiheessa toteutettiin asiantuntijatyöpaja, jossa tutkimuksen aiempia tuloksia esiteltiin ja analysoitiin sekä muodostettiin laaja asiantuntija-arvio automaattiajamisen tulevaisuudesta Suomessa. Työpajassa huomioitiin automaattiautojen lisäksi myös digitalisaation vaikutuksia liikkumisen muutoksiin. Työpajaan kutsuttiin laajasti liikennealan ja liikenteen automaation asiantuntijoita eri organisaatioista, kuten julkishallinnosta, tutkimuslaitoksista ja alan yrityksistä. Työpajan toteutus jakautui karkeasti neljään osaan.

Ensimmäisessä vaiheessa lähetettiin kutsu työpajaan osallistumisesta sekä pyyntö osallistua myös kansalaisille toteutettuun kyselytutkimukseen. Kyselyyn vastasi yhteensä 54 asiantuntijaa. Asiantuntijoista noin kolmannes edusti julkishallintoa, kolmannes alan yrityksiä, viidennes oppilaitoksia/tutkimuslaitoksia ja loput ilmoittivat edustavansa jotain muuta tahoa.

Toisessa vaiheessa lähetettiin työpajaan ilmoittautuneilla ennakotehtävä työpajaa varten. Tarkoituksena oli tuottaa pohjadataa työpajaan, jossa perustelemalla ja argumentoimalla vastauksia pyrittiin muokkaamaan todennäköisempään suuntaan. Ennakotehtävässä tuli arvioida liikenteen automatisaation ja digitalisaation vaikutukset huomioiden:

1. henkilöliikennesuorite vuosina 2030 ja 2050
2. yhteiskäyttöautojen osuus autokannasta vuosina 2030 ja 2050
3. vähintään automaattiotasojen 2 ja 4 ajoneuvojen osuus uusista rekisteröitävistä henkilöautoista vuosina 2020, 2030, 2040 ja 2050
4. eri käyttövoimalähteiden osuudet uusista rekisteröitävistä henkilöautoista vuosina 2020, 2030, 2040 ja 2050
5. matkojen kulkutapajakauma vuosina 2030 ja 2050 erikseen pääkaupunkiseudulla, suurilla kaupunkiseuduilla, muilla seutukunnilla sekä seutukuntien välisillä matkoilla.

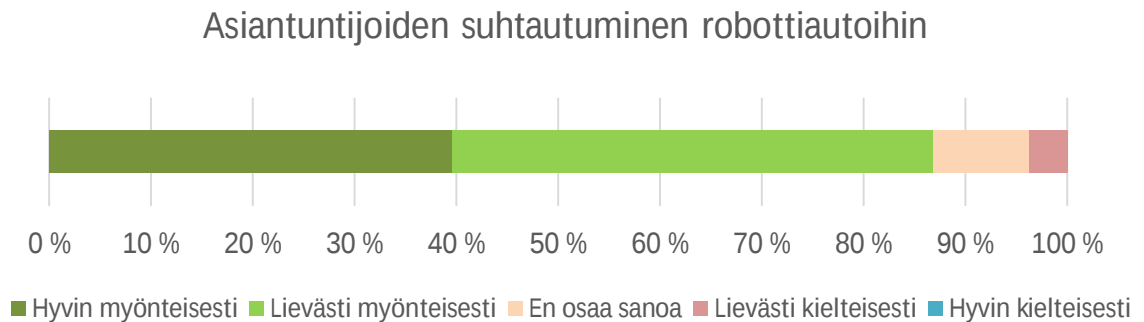
Kolmannessa vaiheessa oli itse työpajaosuus. Työpaja järjestettiin 9.11.2017 ja siihen osallistui noin 50 asiantuntijaa laajasti eri organisaatioista. Työpajassa esiteltiin tutkimuksen aiempia tuloksia, minkä jälkeen osallistujat kiersivät viidessä pienryhmässä työpajan rasteilla. Rastit liittyivät työpajan viiden ennakotehtävän aiheisiin. Rasteilla esitettiin työpajan ennakotehtävään saadut vastaukset ja keskusteltiin teemaan liittyvistä näkökulmista. Rasteilla keskusteltiin siitä, miksi kehitys olisi tietyn suuntaista, mikä olisi toivottava kehityssuunta sekä millaisin ja kenen toimesta tehtävin toimenpitein toivottavaan kehityssuuntaan tulisi pyrkiä.

Asiantuntijatyöskentelyn viimeisenä vaiheena toteutettiin verkkokyselynä iterointikierros, jossa työpajaan osallistuneille annettiin mahdollisuus tarkentaa ja perustella vastauksiaan työpajakeskusteluiden pohjalta. Iterointikierroksella saatiin muutamia vastauksia ja lisäperusteluita, jotka on huomioitu osana työpajavastauksia.

7.2 Kansalaiskyselyn asiantuntijavastaukset

Kaikkia työpajaan kutsuttuja asiantuntijoita pyydettiin ensimmäisessä vaiheessa vastaamaan samaan kyselyyn, johon kansalaiset vastasivat (kysely esitelty luvussa 5).

Tarkoituksena oli selvittää, miten kansalaisten ja liikennealan asiantuntijoiden asenteet ja käsitykset automaattiautoista eroavat. Kuvassa 51 on esitetty asiantuntijoiden suhtautuminen robottiautoihin (kansalaiskyselyssä robottiautolla tarkoitettiin vähintään automaattiotason 4 autoa).



Kuva 51. Asiantuntijoiden suhtautuminen robottiautoihin. $N = 54$.

Asiantuntijat suhtautuvat merkittävästi kansalaisia myönteisemmin robottiautoihin. Huomionarvoista kuitenkin on, että asiantuntijoistakin vain alle 40 % suhtautui hyvin myönteisesti robottiautoihin. Suurin vastaajaryhmä oli lievästi positiivisesti suhtautuvat. Yksikään asiantuntijavastaajista ei suhtautunut robottiautoihin hyvin kielteisesti, mutta pieni osuus asiantuntijoista suhtautui kuitenkin lievästi kielteisesti robottiautoihin.

Asiantuntijoiden selvästi kansalaisia myönteisempi suhtautuminen heijastui myös muihin kyselyvastauksiin. Vastauksissa tämä näkyi robottiautoa suosivina vastauksina. Asiantuntijoiden vastaukset jakautuivatkin pitkälti samoin kuin yleisesti myönteisesti robottiautoihin suhtautuvien kansalaisten vastaukset. Järjestämistehtävissä myös asiantuntijat pitivät useimmiten joukkoliikennettä parhaana vaihtoehtona. Sen sijaan asiantuntijat pitivät robottiautoa omaa henkilöautoa parempana vaihtoehtona kansalaisia useammin. Kaikki asiantuntijavastaukset suhteessa kansalaisten vastauksiin löytyy liitteestä C.

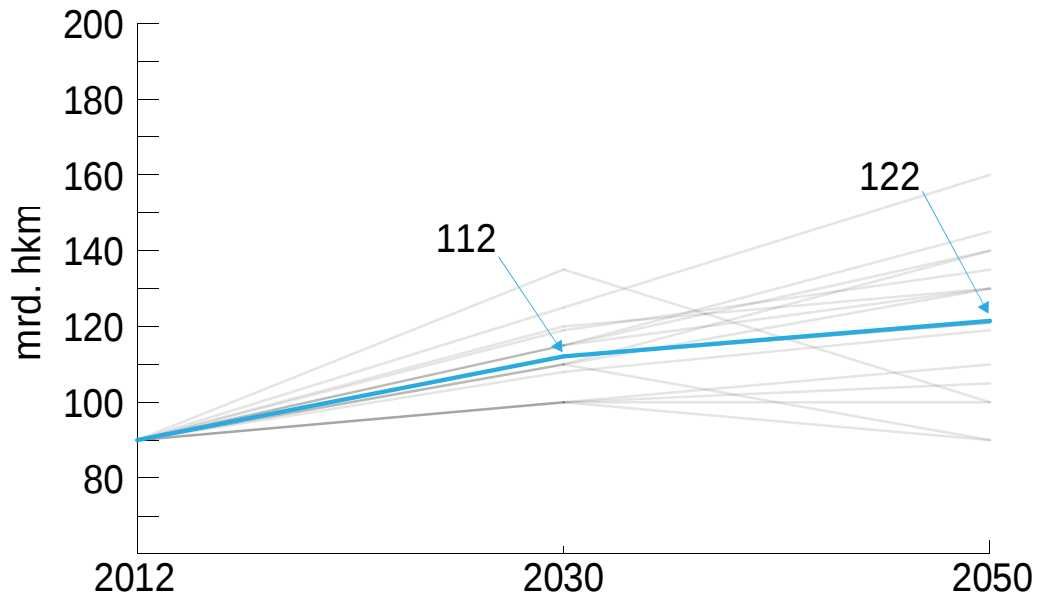
Samat pelot ja uhkakuvat huolettivat sekä asiantuntijoita että kansalaisia. Suurin eroavaisuus uhkakuvissa koski moraalikysymyksiä, joita asiantuntijat pitivät keskimäärin paljon vähäisempänä huolenaiheena kuin kansalaiset. Yhteenvedona voidaan kuitenkin todeta, että asiantuntijat ajattelevat automaattiautoista hyvin samankaltaisesti kuin kansalaisetkin. Suhtautuminen on toki myönteisempää, mikä heijastuu myös vastauksiin, mutta kokonaisuudessaan vastausjakaumat olivat samankaltaisia ja esimerkiksi asiantuntijoiden ja kansalaisten palautteissa toistui samoja teemoja.

7.3 Työpajan tulokset

7.3.1 Henkilöliikennesuorite vuosina 2030 ja 2050

Asiantuntijoille lähetetyssä ennakkotehtävässä ensimmäinen kysymys koski henkilöliikennesuoritetta. Tehtävässä pohjaksi annettiin henkilöliikennesuorite vuonna 2012 (90 mrd. hkm) sekä Liikenneviraston ennuste (Ristikartano et al. 2014) henkilöliikennesuoritteesta vuosina 2030 (112 mrd. hkm) ja 2050 (121 mrd. hkm). Liikenneviraston suorite-ennusteessa ei kuitenkaan ole huomioitu automatisaation ja digitali-

saation vaikutuksia, joten vastaajia pyydettiin arvioimaan suoritetta kyseisinä vuosina automatisaation ja digitalisaation vaikutukset huomioiden. Vastaukset on esitetty kuvassa 52.



Kuva 52. Henkilöliikennesuorite Suomessa vuosina 2030 ja 2050 automatisaatio ja digitalisaatio huomioiden. Asiantuntijoiden vastausten keskiarvo on esitetty sinisellä ja kaikki yksittäiset vastaukset harmaalla.

Kuvasta 52 huomataan, että vastaukset jakautuvat tasaisesti sekä Liikenneviraston ennustetta suuremmiksi että pienemmiksi. Näin ollen vastausten keskiarvo osuu melko tarkasti Liikenneviraston kasvuennusteeseen ollen vuonna 2030 yhteensä 112 mrd. hkm ja vuonna 2050 yhteensä 122 mrd. hkm, vaikka automatisaation ja digitalisaation vaikutukset huomioitaisiin. Työpajakeskusteluissa tosin todettiin keskiarvon olevan melko maltillinen ja todellisuudessa automatisaation ja digitalisaation vaikutukset voivat kasvattaa henkilöliikennesuoritetta odotettua enemmän.

Työpajakeskusteluissa tunnistettiin, että liikkumisen muuttuminen vaivattomammaksi ja edullisemmaksi liikenteen automatisaation ja parantuvien palveluiden johdosta voi kasvattaa henkilökilometrien määrää. Sen sijaan asiantuntijat odottivat, että liikkumisen tarve tulee vähentymään suhteessa Liikenneviraston ennusteeseen digitalisaation ansiosta. Myös kaupungistuminen megatrendinä sekä ajokortittomien määrän lisääntyminen voivat asiantuntijoiden mukaan vähentää henkilöliikennesuoritetta.

Työpajan tulosten perusteella henkilöliikennesuoritteiden odotetaan jatkavan kasvuaan. Pääasiallisina syinä tähän pidettiin mm. väestönkasvua, liikkumisen helppouden lisääntymistä, tekniikan yleistä kehitystä ja uusia liikkumisen palveluja. Lähitulevaisuudessa väyläkapasiteettia henkilöliikennesuoritteiden näkökulmasta on mahdollista parantaa käyttöasteen parantumisen myötä ja myöhemmin myös liikenteen automaatiolla on mahdollista saavuttaa parannuksia kapasiteettiin.

Henkilöliikennesuoritteiden kasvua ei nähdä huonona asiana, jos kasvu tapahtuu kestäväillä kulkutavoilla, mutta kasvun oikeaan kohdistamiseen tarvitaan toimenpiteitä. Erilaisia toimenpiteitä henkilöliikennesuoritteiden kohdentamiseen ovat muun muassa liikkumisen verotuksen painopisteen tarkempi kohdistaminen ja ohjaavuus, yritysten

linjauksiin vaikuttaminen (työpaikan pysäköintipolitiikka yms.), sääntely, jolla vaikutetaan liikkumisen kustannuksiin ja matka-aikoihin sekä matkaketjupalveluiden tukeminen.

Henkilöliikennesuoritteiden taustalla on liikkumisen tarve, jota voidaan pyrkiä vähentämään erilaisilla ratkaisulla, esimerkiksi erilaisten palveluiden digitalisoinnilla ja harvaan asutuilla seuduilla palveluiden ajoittaisena lähelle tuomisena (esim. kauppa- ja palveluautot). Myös tietotyön kehittyminen sisältäen etätöiden mahdollistamisen ja etäkokoukset ovat yhä liikennetarvetta vähentäviä tekijöitä, mutta määrällisesti vaikutus nähtiin vähäisenä. Vaikka liikennetarve esimerkiksi työssä vähenee, lisääntyy se suhteessa vapaa-ajalla ja muussa liikkumisessa, jolloin varsinainen suorite ei välttämättä muutu merkittävästi. Työn luonteen muuttuessa ihmisillä on myös enemmän vapaa-aikaa, jolloin liikkumiselle jää aikaa samalla, kun siihen voi myös olla käytettävissä enemmän varoja.

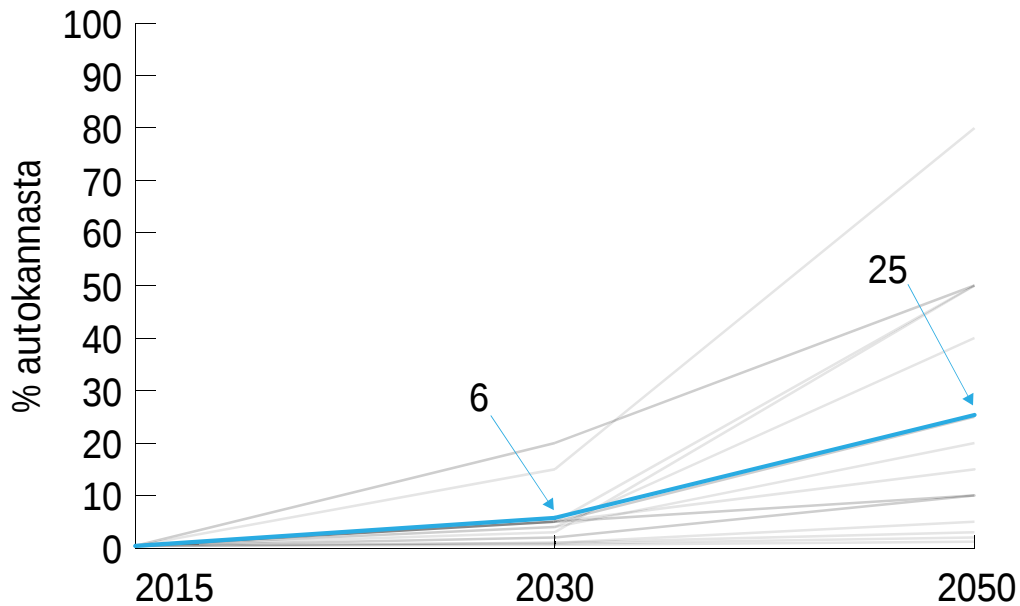
Osin henkilöliikennesuoritteeseen voivat vaikuttaa myös erilaiset kaupan ja logistiikan palvelut. Esimerkiksi ruokatoimitukset keskitetyksi kotiin voivat vähentää liikennetarvetta, mutta muuntaa suoritetta henkilöliikenteestä kohti tavaraliikennettä. Myös 3D-tulostamisen kehittyminen voi vähentää henkilöliikennesuoritetta tulevaisuudessa, joko tulostamisen tapahtuessa suoraan kotona tai vaihtoehtoisesti ison logistiikkatoimijan alueellisessa keskuksessa.

Suuri vaikutus henkilöliikennesuoritteeseen on myös maankäytöllä ja toimintojen sijoittelulla. Olemassa olevaa tietoa tulisi hyödyntää näissä paljon nykyistä enemmän, sillä eri lähteistä kerätyllä tiedolla olisi mahdollista pyrkiä entistä paremmin sijoittamaan tarvittavat palvelut juuri tietynlaisten asutuksen tai muiden palvelujen lähelle, jolla liikkumistarvetta olisi mahdollista vähentää olennaisesti.

Kirjallisuustutkimuksessa havaittiin konsensus siitä, että automaattiautot tulevat lisäämään henkilökilometrejä. Kirjallisuudessa esitetyt arviot ennustivat keskimäärin noin 10–40 % kasvua henkilökilometreille. Työpajassa asiantuntijat totesivat, että automaattiautot tulevat todennäköisesti lisäämään henkilökilometriä määrää. Tämä ei kuitenkaan näy keskiarvoennusteissa, sillä digitalisaation tuomien muutosten nähtiin mahdollisesti vähentävän henkilökilometriä määrää. Vastauksissa oli kuitenkin hajontaa, kun osa asiantuntijoista odotti henkilökilometriä kasvavan ja osa puolestaan laskevan automatisaation ja digitalisaation vaikutuksista suhteessa Liikenneviraston perusennusteeseen. Työpajakeskusteluissa nousi esiin monia samoja teemoja henkilökilometriä tulevaisuudesta kuin kappaleessa 3.1 esitellyssä Citymobil2-projektin työpajassa.

7.3.2 Yhteiskäyttöautojen osuus autokannasta vuosina 2030 ja 2050

Asiantuntijoille lähetetyssä ennakotehtävässä toinen kysymys koski yhteiskäyttöautojen osuutta autokannasta. Lähtötiedoksi annettiin vuonna 2015 liikennekäytössä olleiden henkilöautojen lukumäärä (2,6 milj. henkilöautoa) sekä yhteiskäyttöautojen, lähinnä taksien, osuus henkilöautoista (0,4 %) (Taksiliitto 2015). Asiantuntijoita pyydettiin arvioimaan yhteiskäyttöisten henkilöautojen osuus autokannasta vuosina 2030 ja 2050, kun huomioidaan automatisaatio ja digitalisaatio liikenteen muutosvoimina. Vastaukset on esitetty kuvassa 53.



Kuva 53. Yhteiskäyttöautojen osuus autokannasta vuosina 2030 ja 2050. Asiantuntijoiden vastausten keskiarvo on esitetty sinisellä ja kaikki yksittäiset vastaukset harmaalla.

Asiantuntijat odottavat selkeästi yhteiskäyttöautojen yleistyvän, mutta penetraatioasteen kasvu olisi kuitenkin vastausten perusteella erityisesti aluksi melko hidasta. Asiantuntijoiden vastausten keskiarvon mukaan yhteiskäyttöautojen osuus autokannasta olisi 6 % vuonna 2030 ja 27 % vuonna 2050. Työpajakeskusteluissa nousi esiin, että vuosi 2030 on jo suhteellisen lähellä, joten muutokset autokannassa tuskin ehtivät olla kovin merkittäviä vielä silloin. Sen sijaan vuonna 2050 yhteiskäyttöautojen osuus voi olla vielä keskiarvoakin suurempi, mikäli olosuhteet niiden yleistymiselle ovat muuten suotuisat. Yhteiskäyttöautojen yleistymiseen liittyen on huomiotava, että yhteiskäyttöautot pystyvät tuottamaan merkittävästi suuremman liikennesuorituksen kuin yksityisautot, joten pienilläkin penetraatioasteilla yhteiskäyttöautojen osuus liikennesuoritteesta voi olla hyvin merkittävä.

Muutoksen taustalla nähdään uusien sukupolvien edistämä asenteiden muutos ja liikkumisen palveluistuminen. Mahdollisuus sujuvaan liikkumiseen koetaan enenevässä määrin auton omistamista tärkeämmäksi. Kaupungistumisen etenemisen myötä tiivis kaupunkirakenne mahdollistaa paremman palvelutason uusille palveluille, mikä lisää myös yhteiskäyttöautopalveluiden käyttäjämääriä. Yhteiskäyttöautoilla tavoitellaan myös liikkumisen kustannusten pienentämistä. Toisaalta yksityisautoilun nykyiset kustannukset ovat huonosti kuluttajien tiedossa verrattuna yhteiskäyttöauton käytön kustannuksiin, mikä voi hidastaa siirtymistä uusien palveluiden käyttäjiksi.

Yhteiskäyttöautot voivat olla yritysomisteisia, jolloin yksityishenkilö vuokraa auton käyttöön esimerkiksi minuutti- tai tunti hinnoiteltuna. Yhteiskäyttöautot sisältävät myös kimpapakyydit, jolloin kyydissä on matkustajia vähintään kahdesta eri kotitaloudesta, ja auto on tyypillisesti yksityishenkilön omistama. Kimpapakyytien edistymisen uhkana asiantuntijat kokevat sosiaaliset tilanteet matkustettaessa samassa henkilöautossa vieraiden ihmisten kanssa. Lisäksi oman auton luovuttamista muiden käyttöön ei pidetä realistisena vaihtoehtona, joten yritysomisteiset autot edistäisivät paremmin yhteiskäyttöisyyttä. Yhteiskäyttöautoilla tunnistetaan olevan paremmat edellytykset toimia tiheimmin asutuilla kaupunkiseuduilla kuin harvaan asutulla

maaseudulla. Maaseudulla auton omistamista pidetään enemmän itsestään selvyytenä, joten kimpapakyytien toimintaedellytykset olisivat yritysomisteisia autoja paremmat.

Yhteiskäyttöautot voisivat toimia joukkoliikenteen liityntäliikenteen ratkaisuna kaupunkiseuduilla siten, että keskustan ulkopuolelle hyvien joukkoliikenneyhteyksien varrelle rakennetaan liityntäpysäköintiä yhteiskäyttöisille autoille. Samalla pysäköinnin tarve keskusta-alueella vähenee. Tulevaisuudessa taksien ja yhteiskäyttöautojen rajapinta on tarkasteltavana, sillä toiminta-alue on yhtenäinen. Laki liikenteen palveluista tulee edistämään jaettujen taksien yleistymistä liikkumisessa. Kuljettamattomat autot nähdään ensisijaisesti yhteiskäyttöisinä autoina, jolloin kyyti tilataan käyttöliittymien avulla.

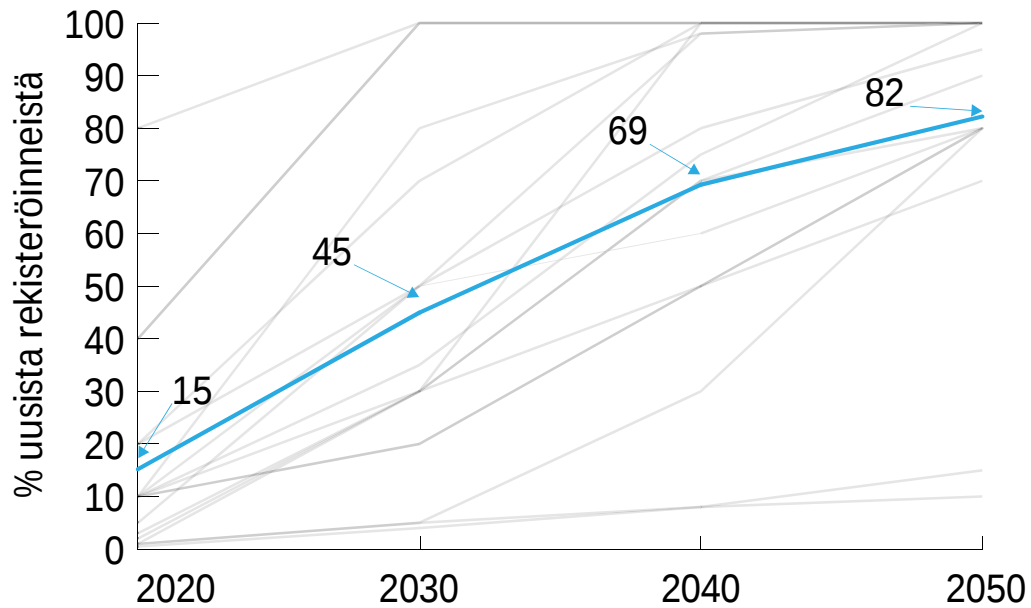
Yhteiskäyttöautojen osuuden asiantuntijaennustetta nopeampi kasvu vaatii tukitoimenpiteitä eri toimijoilta ja sidosryhmiltä. Autoilun kustannus on merkittävä tekijä tehtäessä valintaa palvelun ja yksityisomisteisen henkilöauton välillä. Yhteiskäyttöautoilla tehtävien matkojen tukeminen tai alempi verottaminen ja omistamisen korkeampi verottaminen ovat mahdollisia valtion ohjauskeinoja. Esimerkiksi myös kotitalouksien ns. ”kakkosautojen” suurempi verottaminen ohjaisi liikkumiskäyttäytymistä palveluiden ja kestävämpien liikkumistapojen suuntaan. Kaupunkien rooli vaikuttajana on myös keskeinen. Kaupungit voivat vaikuttaa yhteiskäyttöautojen suosioon tarjoamalla enemmän pysäköintitilaa yhteiskäyttöautoille ja vähentämällä yksityisautojen pysäköintiä. Kaupunkien virka-autot voitaisiin laittaa yhteiskäyttöön virka-ajan jälkeen, mikä lisäisi yhteiskäyttöautojen määrää nopealla aikataululla. Suurilla kaupunkiseuduilla kimpapakyytikaistat voisivat myös edistää yhteiskäyttöisyyttä ja vähentää päästöjä.

Koulukyytien ja sosiaali- ja terveysalan kustantamien kyytien yhdistäminen vähentäisi kustannuksia ja ajokilometrejä. Mikäli kyydit avattaisiin lisäksi markkinoiden käyttöön esimerkiksi kutsujoukkoliikenteen muotona, kuntien ja valtion kustannukset vähentyisivät edelleen ja joukkoliikenteen palvelutaso parantuisi. Kyytien avaamisessa tulee kuitenkin ottaa huomioon käyttäjien erityistarpeet, jolloin kaikkia kyytejä ei voida avata markkinoille (Liimatainen et al. 2015). Taloyhtiöt ovat myös yksi toimija yhteiskäyttöautoilun edistämisessä. Taloyhtiön hankkimat yhteiskäyttöautot tukisivat omistusautosta luopumista ja vähentävät pysäköinnille osoitetun tilan tarvetta, jolloin tilaa jää muille toiminnoille, kuten täydennysrakentamiselle.

Kirjallisuudessa arvioita yhteiskäyttöautojen ja autonomistuksen tulevaisuudesta ei juurikaan ollut löydettävissä. Yhteiskäyttöautoja käsiteltiin pääosin lähinnä erilaisten skenaarioiden kautta ja toisaalta niiden potentiaalia analysoitiin, mutta varsinaisia arvioita niiden yleistymisestä ei esitetty. Näin ollen vertailupohjaa työpajan asiantuntijaennusteelle yhteiskäyttöautojen yleistymisestä ei tällä hetkellä ole.

7.3.3 *Vähintään automaatiotasojen 2 ja 4 ajoneuvojen osuus uusista rekisteröitävistä henkilöautoista vuosina 2020, 2030, 2040 ja 2050*

Asiantuntijoille lähetetyssä ennakotehtävässä kolmas kysymys koski automaatiotasojen 2 ja 4 ajoneuvojen yleistymistä. Asiantuntijoita pyydettiin arvioimaan vähintään automaatiotasojen 2 ja vähintään automaatiotasojen 4 ajoneuvojen osuutta uusista rekisteröitävistä henkilöautoista vuosina 2020, 2030, 2040 ja 2050. Vastaukset on esitetty kuvissa 54 ja 55.

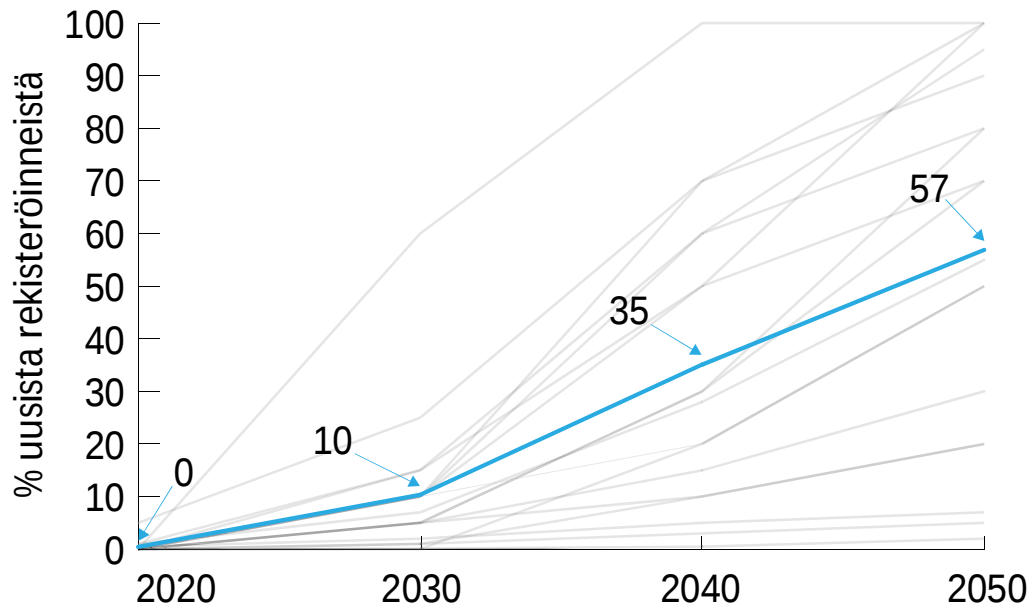


Kuva 54. Vähintään automaatiotason 2 ajoneuvojen osuus uusista rekisteröitävistä henkilöautoista vuosina 2020, 2030, 2040 ja 2050. Asiantuntijoiden vastausten keskiarvo on esitetty sinisellä ja kaikki yksittäiset vastaukset harmaalla.

Kuvassa 54 on esitetty vähintään automaatiotason 2 ajoneuvojen osuus uusista rekisteröitävistä henkilöautoista vuosina 2020, 2030, 2040 ja 2050. Asiantuntija-arviossa oli havaittavissa erittäin suurta hajontaa. Esimerkiksi vuoden 2030 arvioissa vastausten hajontaväli oli neljästä prosentista sataan prosenttiin, mikä näkyi myös rastilla käydyissä keskusteluissa. Osa asiantuntijoista piti keskiarvoennustetta optimistisenä, mutta keskustelujen pohjalta suurin osa ryhmistä tuli kuitenkin tulokseen, jossa ennustetta pidettiin pessimistisenä. Pääosin vähintään automaatiotason 2 ajoneuvojen osuuden kasvun odotettiin olevan merkittävästi nopeampaa ja niiden odotettiin saavuttavan 100 % penetraatioasteen uusista rekisteröitävistä autoista tutkittavan ajanjakson aikana.

Automaatiotason 2 yleistymisessä oleellisena pidettiin sitä, ovatko automaatio-ominaisuudet lisävaruste uusissa autoissa vai kuuluvatko ne pääosin jo vakiomalleihin kaikissa hintaluokissa. Yleisesti hintatasoa pidettiin oleellisena seikkana, joka vaikuttaa suoraan yleistymisen nopeuteen. Keskustelussa pohdittiin, ovatko automaatiotason 2 järjestelmät jatkossa pakollisia kaikissa ajoneuvoissa. Yleistymistä vertailtiin myös muihin turvallisuutta edistäneisiin innovaatioihin, kuten ABS-jarruihin, jotka yleistyivät hyvin nopeasti uusissa rekisteröidyssä autoissa.

Kuvassa 55 on esitetty asiantuntijoiden näkemykset vähintään automaatiotason 4 ajoneuvojen osuudesta uusista rekisteröitävistä henkilöautoista vuosina 2020, 2030, 2040 ja 2050. Kuten automaatiotason 2 kohdalla, myös vähintään automaatiotason 4 ajoneuvojen yleistymisen asiantuntija-arvioissa oli erittäin suurta hajontaa. Automaatiotason 4 kohdalla ongelmaksi koettiin tason tarkempi määrittely, sillä automaatiotasolle 4 laskettavissa ajoneuvoissa voi olla hyvinkin merkittäviä eroja. Ajoneuvo voi esimerkiksi kuulua automaatiotasolle 4 rajoitetussa ympäristössä, kuten moottoriteillä, kun taas toinen automaatiotason 4 ajoneuvo voi selviytyä jo käytännössä lähes kaikista ajoympäristöistä. Myös hintataso tulee määrittelemään paljon yleistymisen nopeutta. Näistä syistä yleisesti automaatiotason 4 ajoneuvojen yleistymisen arviointia pidettiin hankalana.



Kuva 55. Vähintään automaatiotason 4 ajoneuvojen osuus uusista rekisteröitävistä henkilöautoista vuosina 2020, 2030, 2040 ja 2050. Asiantuntijoiden vastausten keskiarvo on esitetty sinisellä ja kaikki yksittäiset vastaukset harmaalla.

Yleistymiseen odotettiin kuitenkin selkeämpää piikkiä, kun korkean tason automaatio lyö toden teolla läpi. Ajankohtaa tälle oli vaikea arvioida, mutta käyrän oletettiin kuitenkin saavuttavan jossain kohtaa huomattavasti suuremman kulmakertoimen kuin asiantuntija-arvioissa näkyy nyt. Myös automaattiautojen odotetaan siis noudattelevan uusien innovaatioiden ja teknologioiden yleistymisestä tuttua S-käyrää.

Automaatiotason 4 yleistymisen odotettiin alkavan pääosin yritysveltoisesti. Tämä tarkoittaa paitsi MaaS-palveluita, myös erilaisia logistiikkayritysten toimintamalleja. Yritysten ja niiden tuottamien palveluiden rooli koettiin merkittävänä osana korkean tason automaation yleistymistä. Samalla huomioitiin, että mikäli uudet rekisteröivät autot ovat yhteiskäyttöautoja, voidaan niillä operoida merkittävästi isommalla suoritteella. Eli vaikka korkeasti automatisoitujen autojen osuus autokannasta olisi pieni, voi niiden suorite olla huomattavan suuri. Yleisesti todettiin myös, että usein lyhyen aikavälin tulevaisuusennusteissa ollaan liian optimistisia, mutta pitkän aikavälin ennusteissa liian pessimistisiä.

Valtaosa asiantuntijoista piti automaattiajamisen mahdollisimman nopeaa kasvua toivottavana kehityssuuntana erityisesti potentiaalisten turvallisuusvaikutusten vuoksi. Myös liikkumisen helppouden ja tehokkuuden parantumista pidettiin toivottavana, joskin samalla nostettiin esiin huoli erityisesti kaupunkiliikenteen osalta tilankäytöstä ja tarkemmin tilanpuutteesta, mikäli henkilöautojen liikennemäärät kasvavat. Mahdollisimman nopeaa yleistymistä toivottiin myös sen vuoksi, että tilanne, jossa liikenteessä on samanaikaisesti tavallisia, osittain automatisoituja ja täysin automaattisia autoja, koettiin turvallisuusriskiksi. Samoin myös automaatiotasojen 2 ja 3 ajoneuvoja pidettiin osittain vaarallisina, mikäli ihmiset luottavat liikaa automaatioon, eivätkä näin ole riittävässä valmiudessa ottamaan ajoneuvoa hallintaansa, eli toimimaan dynaamisen ajamisen varasuorittajana.

Eri automaatiotasojen ajoneuvojen yleistymiseen tulee vaikuttamaan merkittävästi EU:n, valtion ja myös kaupunkien toimenpiteet ja lainsäädäntö. Automaatiosta voi-

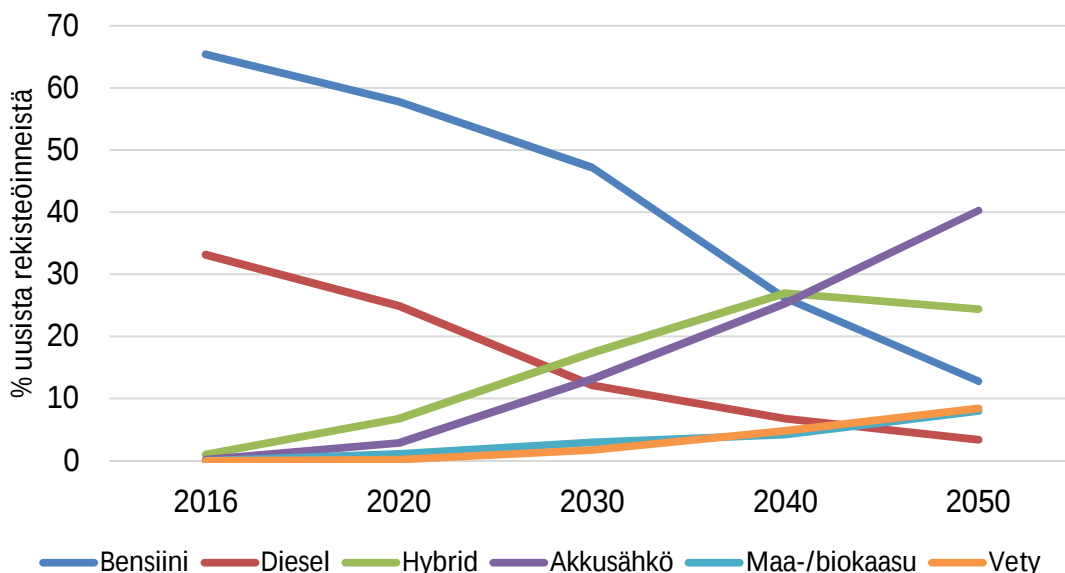
daan tehdä pakollista jollain aikajänteellä ja toisaalta automaattiajamista ja hintata-soa voidaan myös tukea julkishallinnon toimesta. Luonnollisesti myös autonvalmis-tajilla on suuri rooli kehityksessä.

Kansalaisten ymmärryksen kasvattamista pidettiin toivottavana suuntana. Parhaiten se onnistuu käytännön kokemusten myötä, eli esimerkiksi erilaisilla pilotoinneilla voidaan näyttää, miten automaatio toimii. Näiden myötä kansalaiset kyllä oppivat ja omaksuvat automaatiota ja uusia liikkumisen palveluita käyttöönsä.

Kirjallisuudessa ennusteet automaattiautojen yleistymisestä painottuvat korkean au-tomaattiotason autojen yleistymiseen. Kansainvälisesti tutkimukset vaikuttaisivat olevan selkeästi optimistisempia kuin työpajan asiantuntijaennusteen keskiarvo. Osittain tämä huomioitiin myös työpajassa, jossa nostettiin esiin muun muassa Lit-manin (2017) arvio (esitetty kappaleen 3.5 kuvassa 12) ja todettiin sen olevan mah-dollisesti lähempänä totuutta. Arvioihin heijastuu selkeästi Suomen vaikeat keliolo-suhteet automaattiautoille, mutta tämänkin huomioiden voidaan työpajan asiantuntija-ennustetta pitää pessimistisenä suhteessa kirjallisuudessa esitettyihin ennusteisiin.

7.3.4 Eri käyttövoimalähteiden osuus uusista rekisteröitävistä henkilö-autoista vuosina 2020, 2030, 2040 ja 2050

Asiantuntijoille lähetetyssä ennakotehtävässä neljäs kysymys koski eri käyttövoi-mälähteiden yleistymistä. Asiantuntijoita pyydettiin arvioimaan bensiinin, dieselin, ladattavan hybridin (plug-in hybrid), akkusähköön, maa-/biokaasun ja vedyn osuus käyttövoimalähteenä uusissa rekisteröivissä henkilöautoissa vuosina 2020, 2030, 2040 ja 2050. Lähtötiedoiksi asiantuntijoille annettiin kunkin käyttövoimalähteen osuus uusista rekisteröidyistä henkilöautoista vuonna 2016 (Trafi 2017). Vuoden 2016 tilanne ja asiantuntijoiden vastausten keskiarvo kullekin käyttövoimalähteelle tulevaisuudessa on esitetty kuvassa 56.



Kuva 56. Eri käyttövoimalähteiden prosenttiosuudet uusista rekisteröitävistä henkilöau-toista vuosina 2020, 2030, 2040 ja 2050.

Asiantuntijat vaikuttaisivat olevan melko yksimielisiä siitä, että bensiinin ja dieselin osuus uusista rekisteröitävistä henkilöautosta tulee laskemaan seuraavien vuosikym-menten aikana. Akkusähköön ja ladattavien hybridien osuuden odotetaan puolestaan

kasvavan merkittäväksi. Jollain aikavälillä akkusähkö tulee myös kääntämään ladattavien hybridien määrän laskuun. Lisäksi asiantuntijoiden mielestä myös maa-/biokaasulla ja vedyllä tulee olemaan tulevaisuudessa pienehkö osuus uusien rekisteröitävien ajoneuvojen käyttövoimalähteinä. Lähes kaikki asiantuntija-arviot olivat saman suuntaisia, mutta eri käyttövoimalähteiden osuuksien muutoksissa nähtiin kuitenkin merkittäviäkin eroja. Kaikkien käyttövoimalähteiden kaikki yksittäiset asiantuntija-arviot löytyvät liitteestä D.

Keskiarvoennustetta pidettiin kompromissina, joka voi toteutua, mutta ei riitä päästötavoitteiden saavuttamiseen, etenkin vuoden 2050 osalta. Yleisesti todettiin, että käyttövoimien osuuksien ennakointi on erittäin vaikeaa, koska siihen vaikuttavat niin monet seikat ja erityisesti poliittisen ohjauksen merkitys on suuri. Globaali kehitys vaikuttaa myös voimakkaasti. Erityisesti maailman suurimman automarkkinan, eli Kiinan, rajoitukset päästöjen vähentämiseksi ohjaavat markkinan suuntaa. Euroopassa monet kaupungit ovat lähipäästöjen rajoittamiseksi kieltämässä ainakin vanhempien dieselautojen käyttöä. Komissio esitti juuri uudet tavoitteet (European Commission 2017), joiden mukaan henkilöautojen keskimääräisen päästötason tulisi laskea 30 % vuosina 2020–2030 (tasolle 67 g/km), mikä lisää painetta sähköistymiseen. Myös öljyvarojen riittävyys ja päästövaikutukset, jos ne kaikki hyödynnetään, vaikuttavat vaihtoehtoisia käyttövoimia edistävästi.

Kansallisella tasolla verotusratkaisut niin hankinnan, omistamisen kuin käytön suhteen vaikuttavat kotimaan ratkaisuihin, mutta suuri vaikutus on myös teknologian, erityisesti sähköautojen akkujen ja latauksen, kehityksellä. Tekninen läpimurto sähköautoissa voi muuttaa käyttövoimajakaumaa nopeastikin. Kansantalouden, liikenteen päästöjen, kotitalouksien ja taloyhtiöiden näkökulmasta eri käyttövoimilla on erilaiset hyvät ja huonot puolet.

Aluetasolla erot käyttövoimajakaumassa voivat olla suuret ja lähipäästöjen vähentämisestä lähtevät rajoitukset voivat tulla myös Suomeen (erityisesti Helsinkiin), joten kaupungistumisaste vaikuttaa myös Suomen tason jakaumaan. Akkuteknologian kehitys voi kuitenkin poistaa esteet sähköautoilulta myös Lapissa. Jakamistalous ja yhteiskäyttöautot voivat nopeuttaa vaihtoehtoisten käyttövoimien yleistymistä ja vähentää autojen kokonaismäärää. Autoilun kokonaiskustannusten nousu voi osaltaan edistää tätä kehitystä.

Käyttövoimittain vedyn osuutta pidettiin pitkällä aikavälillä pienenä. Vetyyn liittyen huomautettiin, että turvallisuus on hieman kyseenalainen ja infrastruktuurin rakentaminen vaatii suuret investoinnit. Sähköautojen osalta latausinfra ja akkuteknologian kehitys ratkaisee yleistymisen. Nykyisiin litiumioni-akkuihin tarvitaan litiumia ja harvinaisia maametalleja, jotka eivät globaalisti riitä koko autokannan sähköistämiseen, joten uusia teknologioita tarvitaan. Myös taloyhtiöiden suuri rooli kotilatauksen mahdollistajana tai estäjänä nostettiin esiin. Nykyiset lämmityspistokkeet eivät riitä akkujen lataamiseen, joten tarvitaan investointeja taloyhtiöiden kaapelointien uusimiseen, johon olisi tarpeen saada myös poliittisia ohjauskeinoja.

Ladattavien hybridien osalta houkuttelevuus nähdään kyseenalaisena, kahden teknologian yhdistämisestä kun voi aiheutua molempien viat, eikä polttomoottorista maksamiselle ole enää tarvetta, jos akkujen toimintamatka kasvaa. Tämän vuoksi osuuden pienenemiselle 2040 jälkeen on olemassa perusteet. Maa- ja biokaasun osalta osuus voisi olla huomattavasti suurempikin. Kyse on jo käytössä olevasta teknologiasta ja myös raaka-ainetta kaasun tuottamiseksi on olemassa suuri määrä. Kaasulla

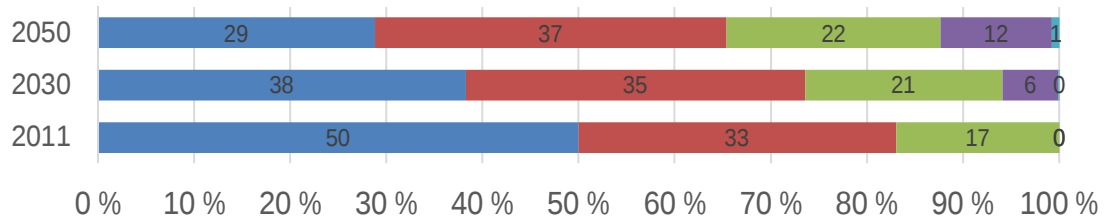
voi olla nesteytettynä merkittävä osuus tulevaisuudessa kuorma-autoissa ja meriliikenteessä. Tästä on jo tällä hetkellä merkkejä ja erityisesti Itämeren sääntely-ympäristö ajaa tähän suuntaan. Dieselin käyttö jatkuu lähipäästöistä johtuvista rajoituksista huolimatta raskaassa kalustossa ja puhdistusteknologioilla myös henkilöautoissa päästörajoituksiin ylletään, joten dieseliä ei voi pitää nopeasti katoavana käyttövoimana.

Yleisesti toivottavaa kehityssuuntaa on vaikea määritellä. Päätöksenteon tulee perustua kokonaisnäkemykseen, jossa otetaan huomioon elinkaarinäkökulmasta esimerkiksi sähkön tuotannon päästöt ja autojen valmistuksen päästöt. Toimintamalli, jossa poliittisesti ei valita tiettyä teknologiaa, nähtiin myös hyvänä nykyisessä tilanteessa, jossa teknologioista mikään ei ole selvästi paras.

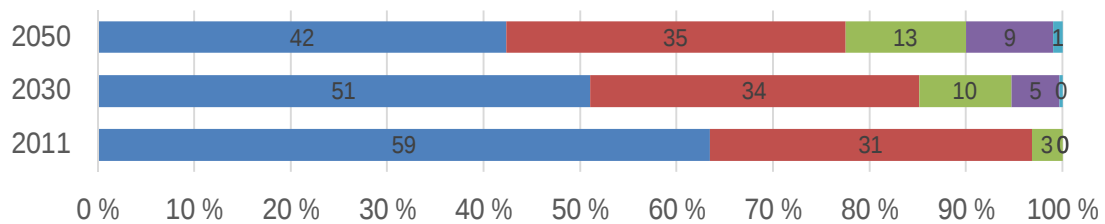
7.3.5 Matkojen kulkutapajakauma vuosina 2030 ja 2050 eri seutukunnilla

Asiantuntijoille lähetetyssä ennakotehtävässä viides kysymys koski kulkutapajakaumien muutoksia Suomessa. Asiantuntijoita pyydettiin arvioimaan henkilöautoliikennettä (sis. taksit ja yhteiskäyttöautot, joissa matkaa ei jaeta tuntemattomien kanssa), jalankulun ja pyöräilyn, joukkoliikenteen, jaetun taksin/kutsujoukkoliikenteen/micro transitin sekä mahdollisen muun uuden kulkumuodon matkojen kulkutapajakauma eri seutukunnilla vuosina 2030 ja 2050 automatisaation ja digitalisaation vaikutukset huomioiden. Tarkastelun kohteina olivat pääkaupunkiseutu, suuret kaupunkiseudut (yli 100 000 asukasta), muut seutukunnat (alle 100 000 asukasta) ja seutukuntien väliset matkat. Arvion pohjaksi annettiin vuoden 2011 kulkutapajakauma kullakin seutukunnalla perustuen valtakunnalliseen henkilöliikennetutkimukseen 2010–2011. Asiantuntija-arviot kulkutapajakaumien muutoksista kullekin alueelle on esitetty kuvassa 57.

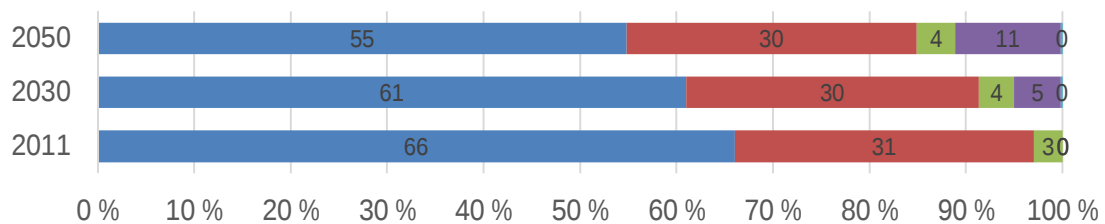
Kuljutapajakaumat pääkaupunkiseudulla vuosina 2011, 2030 ja 2050



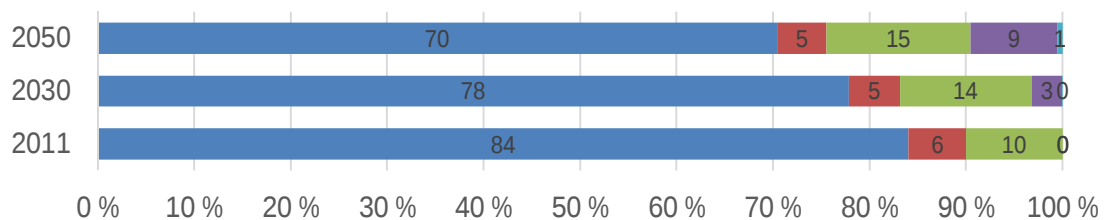
Kuljutapajakaumat suurilla kaupunkiseuduilla vuosina 2011, 2030 ja 2050



Kuljutapajakaumat muilla seutukunnilla vuosina 2011, 2030 ja 2050



Kuljutapajakaumat seutukuntien välisillä matkoilla vuosina 2011, 2030 ja 2050



■ Henkilöautoilu ■ Jalankulku ja pyöräily ■ Joukkoliikenne ■ Micro transit ■ Muu uusi

Kuva 57. Matkojen kuljutapajakauma eri seutukunnilla vuosina 2011, 2030 ja 2050.

Kuvan 57 perusteella asiantuntijat odottavat muutosten olevan saman suuntaisia kaikilla seuduilla. Henkilöautoilun kulkutapaosuuden odotetaan pienentyvän ja erityisesti jaetun taksin/kutsujoukkoliikenteen/micro transitin kulkutapaosuuden kasvavan henkilöautoilun kulkutapaosuuden kustannuksella kaikilla alueilla. Pääkaupunkiseudulla ja suurilla seutukunnilla myös jalankulun ja pyöräilyn sekä joukkoliikenteen osuuden odotetaan kasvavan. Muilla seutukunnilla jalankulun ja pyöräilyn sekä joukkoliikenteen kulkutapaosuuksien ei kuitenkaan uskota suuresti muuttuvan tulevina vuosikymmeninä. Sen sijaan seutukuntien välisillä matkoilla nähdään mahdollisuus joukkoliikenteen kulkutapaosuuden kasvamiselle, mutta jalankulun ja pyöräilyn osuus tulee pysymään pienenä tulevaisuudessakin.

Yleisesti todettiin, että asiantuntijoiden ennakkokyselyn vastaukset matkojen kulkutapajakaumien kehityksestä olivat hyvin linjassa työpajaan osallistuneiden arvioiden kanssa. Asiantuntijat odottavat, että kehitys ja mahdolliset toimenpiteet ovat saman suuruisia ja suuntaisia eripuolilla Suomea. Kulkutapajakaumavastauksissa asiantuntija-arvioiden hajonta oli yllättävän pientä ja kulkutapaosuuksien muutokset pääosin samansuuntaisia. Kaikki asiantuntija-arviot henkilöauton kulkutapaosuudesta kullakin seutukunnalla löytyvät liitteestä E.

Erityisesti pääkaupunkiseudulla ja suurilla kaupunkiseuduilla henkilöautoilun kulkutapaosuuden odotetaan pienentyvän ja jakautuvan jaetun taksin/kutsujoukkoliikenteen/micro transitin lisäksi myös jalankulun ja pyöräilyn sekä joukkoliikenteen suuntaan. Tätä kehityskulkua tukevia näkökulmia ovat muun muassa

- autonomistuksen väheneminen
 - liikkumispalveluiden parantuminen ja toisaalta autonomistushalukkuuden pienentyminen (uudet sukupolvet)
- tiivistyvä maankäyttö
 - autonomistustarpeen väheneminen
- voimakas jalankulun ja pyöräilyn edistäminen
- tilankäyttö ja pysäköinti
 - vaikka henkilöautoilun päästöt saataisiin hallintaan, jää henkilöautojen vaatima tilantarve vielä merkittäväksi ongelmaksi kaupunkiseuduilla
- elämäntavat ja arvostukset
 - halutaan laadukkaampaa elinympäristöä ja esimerkiksi melun vähentämistä. Yleisesti kaupunkiympäristöissä viheralueet koetaan pysäköintialueita miellyttävämmiksi.

Seutukuntien välisessä pitkämatkaisessa liikenteessä joukkoliikenteellä nähtiin selkeä kasvupotentiaali. Tähän vaikuttaa asutuksen keskittyminen myös maakunta- ja seutukuntakeskuksissa. Sen sijaan harvempaan asutuilla alueilla joukkoliikennepalvelut vähentyvät asukasmäärän pienentyessä ja markkinaehtoisen joukkoliikenteen painottuessa vilkkaimmille yhteysväleille. Vilkkaimmilla yhteysväleillä hintakilpailu lisää joukkoliikenteen matkustusta. Myös MaaS-palveluiden kehittyminen ja niin kutsutun viimeisen kilometrin ongelman helpottuminen automaation myötä voivat kasvattaa pitkämatkaisen joukkoliikenteen kulkutapaosuutta.

Yleisesti jalankulku- ja pyöräilymatkojen lisääntymistä rajoittaa matkapituudet, jotka ovat usein liian pitkät näitä kulkutapoja ajatellen. Toisaalta sähköavusteiset ja sähköpyörät voivat mahdollistaa pidempiä pyöräilymatkoja. Mukavuudenhalu tai

laiskuus voi puolestaan vähentää jalankulkua ja pyöräilyä, mutta toisaalta terveys- ja ympäristötietoisuus lisätä näitä. Lisäksi sähköiset liikkumisvälineet voivat muuttaa tilannetta pitkällä aikavälillä.

Kyselyvastauksissa esitettyjä arvioita joukkoliikenteen osuuksien kasvusta pidettiin osittain liian optimisina. Jotta joukkoliikenteen kasvu olisi nopeaa, joukkoliikenteen tulisi olla kilpailukykyistä. Tarvitaan nopeita ja suoria yhteyksiä, hyvää yhdistävyyttä ja hyviä mahdollisuuksia hoitaa muita tehtäviä samalla, kun matkustetaan joukkoliikenteellä. Seutuliikenteessä tulisi olla nykyistä edullisemmat lippujen hinnat ja parempi palvelutaso, jotta se voisi aidosti kilpailla henkilöautoliikenteen kanssa.

Liikennepalvelulain voimaan astumisen myötä taksipalveluissa tapahtuu kehitystä ja erilaistumista. Sama taksi voi palvella päivän aikana erilaisissa tehtävissä, yksityiskäyttöisessä taksipalvelussa, jaetussa taksipalvelussa ja osana MaaS-palvelua, mikä voi vaikuttaa kulkutapajakaumiin. Myös kyytien jakaminen voi tulevaisuudessa yleistyä. Kyytien ja autojen jakamisen koettiin olevan sukupolvikysymys. Missä määrin uudet sukupolvet ovat valmiita jakamaan? Auton pitäminen voi olla yhä useammalle taakka, jota ei haluta. Edelleen pohdittiin sitä, että yksittäisillä ihmisillä on yhä useammin useita kulkutapoja käytössä ja yhä useammat ovat ns. eri kulkutapojen sekakäyttäjiä. Tätä tukee sujuvammatt matkaketjut sovellusten ja datan parantumisessa.

Kulkutapajakaumiin tulee vaikuttamaan myös kappaleessa 7.3.1 esille nousseet muutokset liikkumisen tarpeeseen digitalisaation seurauksena. Erityisesti pohdittiin etätyön vaikutusta kulkutapajakaumaan. Joukkoliikenteen osuus on suuri työmatkoilla, jolloin etätyön lisääntyminen erityisesti asiantuntijatyössä vaikuttaisi joukkoliikenteen käyttöön. Etätyötä tekevällä voi olla pitkät (mutta harvemmin tehtävät) työmatkat ja työmatkojen vähyys voi korvautua muilla matkatarkoituksilla (vapaa-ajan matkojen lisääntyminen) ja pidemmällä suoritteilla.

Julkishallinnolla nähtiin merkittävä vaikutus tulevaisuuden kulkutapajakaumiin. Suurimpia vaikuttavia tekijöitä, joilla voidaan vaikuttaa kulkutapajakaumaan ovat muun muassa

- tietullit ja tienkäyttömaksut, jotka vaikuttavat myös siihen, missä ja milloin liikennettä on
- maankäyttö, uusien asuinalueiden, kaupan ja muiden palveluiden sekä työpaikkojen sijoittaminen
- pysäköintipolitiikka
- joukkoliikenteen edistäminen, valtion tuki joukkoliikenteeseen
- automaatio, joka voi lisätä joukkoliikenteen houkuttelevuutta (sujuvuus, lyhyemmät odotusajat, paremmat yhteydet eri kulkutapojen välillä)
- verotus, johon kohdistuvien muutosten myötä henkilöautoja voidaan jakaa merkittävästi enemmän.

Kirjallisuudessa tulevaisuuden kulkutapajakaumista esitettiin paljon risteäviä arvioita. Suurempi osuus tutkimuksista odotti henkilöautoihin kulkutapaosuuden kasvavan automaattiautojen seurauksena jalankulun ja pyöräilyn sekä joukkoliikenteen kustannuksella. Toisaalta kirjallisuudessa esitettiin myös arvioita päinvastaisesta suunnasta kulkutapajakaumille. Myös työpajan asiantuntijankymyksissä uskottiin

henkilöautoilun vähentyvän. Osittain henkilöautoilun laskeva kulkutapaosuus korvautuu jaetuilla takseilla/kutsujoukkoliikenteellä/micro transitilla, jotka kirjallisuuden arvioissa lasketaan pääosin henkilöautoiluksi. Kuitenkin erityisesti pääkaupunkiseuduilla ja muilla kaupunkiseuduilla myös jalankulun ja pyöräilyn sekä joukkoliikenteen kulkutapaosuuksien odotetaan kasvavan.

Kirjallisuuden ja työpajan välillä ei kuitenkaan välttämättä ole ristiriitaa. Työpajassa tunnistettiin, että sinänsä automaattiautot kyllä lisäävät henkilöautoilua, mutta kokonaisuudessa suunta voi silti olla toinen. Erityisesti liikennepolitiikka yhdessä arvostusten ja yhdyskuntarakenteen muutosten kanssa vähentävät asiantuntijoiden mielestä henkilöautoilun roolia Suomessa tulevaisuudessa.

8 Yhteenveto ja päätelmät

Tässä yhteenvedossa esitetään tärkeimmät tulokset tutkimuksesta ja vastataan tutkimuskysymyksiin. Tutkimuksen tulosten esittelyn lisäksi pohditaan tutkimuksen luotettavuutta ja tutkimuksen onnistumista. Lopuksi esitetään työn aikana tunnistettuja jatkotutkimuskohteita automaattiautoihin liittyen.

Tutkimuksen päätutkimuskysymys oli: *Miten automaattiautot vaikuttavat ihmisten liikkumiseen?* Tutkimuksen tavoitteisiin vastattiin lisäksi seuraavien alatutkimuskysymyksien kautta:

- Miten automaattiautot vaikuttavat liikkumisen määrään ja suuntautumiseen?
- Miten automaattiautot muokkaavat kulkutapajakaumaa?
- Miten automaattiautot vaikuttavat autonomistukseen?
- Kuinka valmiita ihmiset ovat ottamaan käyttöön automaattiautoja?
- Mikä on automaattiautojen kehitystilanne tällä hetkellä?

8.1 Tutkimuksen tulokset

8.1.1 *Automaattiautojen kehitystilanne ja vaikutukset liikennejärjestelmään*

Nykyisin lähes kaikilla suurilla autonvalmistajilla sekä myös joillakin teknologia-alojen toimijoilla on omat automaattiautojen kehitysprojektinsa. Googlen automaattiautoa on yleisesti pidetty kehittyneimpänä, tai ainakin parhaiten tunnettuna automaattiautona. Google on itse arvioinut tuovansa ensimmäiset automaattiotasojen 4 ja 5 autot markkinoille vuonna 2020 (Google 2016). Myös monilla muilla valmistajilla on tavoitteena julkaista korkeasti automatisoituja autoja viimeistään 2020-luvun alkupuolella.

Lainsäädännön osalta maailmalla on paljon kansainvälisiä ja kansallisia säädöksiä, jotka hankaloittavat automaattiautojen yleistymistä. Kansainvälisesti trendinä on kuitenkin ollut lainsäädännön muuttaminen automaattiautoja sallivaan suuntaan. Tästä esimerkkinä on Euroopan unionin sopimus, jonka mukaan jäsenmaat sitoutuvat laatimaan sääntöjä ja määräyksiä, jotka sallivat automaattiautojen käyttämisen yleisillä teillä (GPS Business News 2016). Suomessa automaattiautolla voidaan lainsäädännön mukaan ajaa yleisessä liikenteessä, kunhan jokaisella ajoneuvolla on sen liikkumisesta vastaava kuljettaja. Kuljettajan ei tarvitse olla fyysisesti ajoneuvon sisällä, joten etäohjauskin on Suomessa jo mahdollista.

Liikennejärjestelmätasolla automaattiautoilta odotetaan enimmäkseen positiivisia vaikutuksia. Liikenneturvallisuuden odotetaan parantuvan, kun automaattiautot eivät tee inhimillisiä virheitä ja automaatiojärjestelmillä ei käytännössä ole reaktioaikaa. Toisaalta automaattiautot voivat kuitenkin muodostaa myös uudenlaisia turvallisuusuhkia, kuten esimerkiksi automaation virrehavainnoista johtuvia onnettomuuksia. Ympäristövaikutusten osalta automaattiautojen odotetaan vähentävän päästöjä suoritetta kohden, joskin mahdollisen suorituksen kasvun seurauksena automaattiautojen kokonaisvaikutuksesta päästöihin ei ole varmuutta.

Taloudellisten vaikutusten osalta automaattiautojen odotetaan tuovan enemmän suoria positiivisia kustannusvaikutuksia kuin negatiivisia kustannusvaikutuksia. Esimer-

kiksi onnettomuus-, aika- ja ympäristökustannusten odotetaan pienentyvän. Infrastruktuurin osalta kustannuksia kasvattaa laadukkaan infrastruktuurin tarve mutta toisaalta liikenteen tilantarve ja siten infrastruktuurin määrä voi pienentyä. Automaattiautojen myötä osa nykyisistä liikennesektorin työpaikoista tulee häviämään kokonaan ja osa työtehtävistä muuttuu erilaisiksi. Esimerkiksi ammattikuljettajien määrä tulee pienentymään automaattiautojen myötä tulevaisuudessa niin henkilöliikenteessä kuin logistiikassakin. Toisaalta automaattiautot mahdollistavat myös uutta liiketoimintaa ja mahdollisesti myös uutta vientiä.

8.1.2 *Automaattiautojen vaikutukset liikkumisen määrään*

Kirjallisuuskatsauksen perusteella voidaan olettaa, että sekä matkojen lukumäärä että pituus tulevat kasvamaan automaattiautojen seurauksena ainakin jonkin verran (mm. Sessa et al. 2016; Davidson & Spinoulas 2016). Keskimäärin kirjallisuudessa esitetyt arviot ennustavat noin 10–40 % kasvua henkilökilometreissä. Myös kyselystä saatujen havaintojen perusteella voidaan olettaa matkojen lukumäärän ja pituuden kasvavan jonkin verran. Kysymyksessä 6 (uskoisitteko liikkuvanne enemmän tai pidempiä matkoja, mikäli...? Kappale 5.4.2 kuva 22) havaittiin, että merkittävä osa vastaajista uskoisi liikkuvansa enemmän, mikäli yleisesti automaattiautoihin liitettävät oletukset toteutuvat. Oletuksia olivat alhaisemmat kustannukset, ajamisen muuttuminen vähemmän rasittavaksi, kun ajon aikana voisi tehdä muuta ja ajamisen saatavuus myös tilanteissa, joissa itse ei olla ajokunnossa esimerkiksi väsymyksen, sairauksien, vammojen tai päihteiden vuoksi.

Automaattiautojen odotetaan tuovan uutta kysyntää erityisesti niiltä henkilöryhmiltä, jotka eivät nykyisin voi ajaa. Näitä henkilöryhmiä ovat muun muassa nuoret, vanhukset, ajokortittomat, sairaat ja autottomat, joista kolme jälkimmäistä ryhmää sisältyi myös tämän kyselytutkimuksen otantaan. Kiinnostuneisuus automaatioon ja liikkumiseen näillä henkilöryhmillä vaikuttaisi olevan suhteellisen samankaltaista koko vastaajajoukon kanssa. Oletus siitä, että nykyisin ajamattomat ihmiset voisivat automaattiautojen seurauksena käyttää henkilöautoja kuten nykyisin ajavat ihmiset, vaikuttaa siten perustellulta.

Jossain määrin nykyisin ajamattomat ihmiset voivat olla myös edelläkävijöitä automaattiautojen käyttöönotossa. Esimerkiksi autottomissa talouksissa elävistä vastaajista 39 % on eniten kiinnostuneita automaatiotason 4 ja 5 autoista, kun vastaava luku kema autollisissa talouksissa elävistä vastaajista on 19 %. Tämän kyselyn pohjalta voidaan siis todeta, että kirjallisuudessa tehdyt oletukset liikkumisen määrän kasvusta automaattiautojen seurauksena pitävät todennäköisesti paikkansa. Kuitenkaan kasvun määrään ei voida tämän kyselytutkimuksen puitteissa ottaa kantaa.

Työpajassa käsiteltiin kokonaisuutena automatisaation ja digitalisaation vaikutuksia henkilökilometreihin. Työpajassa tunnistettiin, että liikenteen automatisaatio ja parantuvat palvelut voivat lisätä ihmisten liikkumisen määrää. Kuitenkin digitalisaation tuomat muutokset liikkumisen tarpeeseen voivat vähentää henkilökilometrien määrää, jolloin digitalisaation ja automatisaation kokonaisvaikutuksen ei odoteta olevan kovin suuri Suomessa.

8.1.3 *Automaattiautojen vaikutukset kulkutavan valintaan*

Kirjallisuudessa on jonkin verran risteäviä arvioita kulkutapajakaumien osalta. Enimmäkseen oletettiin, että kulkutapajakaumat painottuisivat automaattiautojen seurauksena yhä enemmän henkilöautojen suuntaan erityisesti joukkoliikenteen kustannuksella, kunhan automaattiautojen kustannukset ovat pieniä (mm. Sessa et al

2016; Kröger et al 2016). Henkilöautoilun kulkutapaosuus voi kasvaa tutkimusten mukaan keskimäärin jopa 10–30 %, kun automaattijoneuvojen penetraatioaste lähestyy sataa. Kuitenkin tässä kyselytutkimuksessa joukkoliikenne vaikutti olevan useimmiten paras vaihtoehto järjestämistehtävissä. On mahdollista, että mikäli hinnoittelu muuttuu yhä enemmän kilometriperusteiseksi tai automaattiautot eivät tuo odotettua kustannussäästöä, voi joukkoliikenteen kulkutapaosuus jopa kasvaa nykyisestä. Myös joukkoliikenteen tehostuminen ja viimeisen kilometrin ongelman helpottuminen voivat kasvattaa joukkoliikenteen kulkutapaosuutta. Tämä nostettiin esille myös kirjallisuudessa joissakin tutkimuksissa (mm. Heilig et al. 2016).

Työpajassa asiantuntijat odottivat pääosin, että Suomessa erityisesti pääkaupunkiseudulla ja suurilla kaupunkiseuduilla jalankulun ja pyöräilyn sekä joukkoliikenteen kulkutapaosuudet kasvaisivat tulevaisuudessa. Merkittävä osuus tavanomaisesta henkilöautoilusta siirtyisi myös jaetuille takseille/kutsujoukkoliikenteelle/micro transitille. Myös seutukuntien välisessä liikenteessä nähtiin perusteita joukkoliikenteen kulkutapaosuuden kasvulle. Työpajassa tunnistettiin, että sinänsä henkilöautoilun helpottuminen liikenteen automatisaation seurauksena voi kasvattaa henkilöautoilun houkuttelevuutta, mutta muiden tekijöiden vaikutuksesta suunta on kuitenkin kokonaisuudessaan toinen Suomen olosuhteissa.

8.1.4 *Automaattiautojen vaikutukset autonomistukseen*

Autonomistusta käsitellään kirjallisuudessa yleensä lähinnä skenaarioina, joissa autonomistusta joko säilyy nykyisen kaltaisena tai muuttuu enemmän yhteiskäyttöautoluksi. Varsinaisia ennusteita kirjallisuudessa autonomistuksen muutoksista ei juurikaan ole löydettävissä. Sen sijaan potentiaalia autonomistuksen pienentymiselle on nähtävissä paljon ja monissa tutkimuksissa todetaankin, että suurissa kaupungeissa nykyisen kaltainen liikennesuorite olisi toteutettavissa lähes 90 % pienemmällä autokannalla automaattitaksien seurauksena (mm. Boesch et al. 2015; Fagnant et al. 2015). OECD (2017) raportti osoittaa, että vastaavaan suuruusluokkaan on mahdollista päästä myös Suomessa Helsingin metropolialueella.

Tässä kyselytutkimuksessa kysymykset 7 ja 10 (kappale 5.4.3 kuvat 23 ja 26) liittyvät autonomistushalukkuuteen tulevaisuudessa. Vastauksien mukaan kaksi kolmasosaa suomalaisista olisivat enemmän kiinnostuneita automaattitakseista/yhteiskäyttöajoneuvoista kuin omasta automaattiautosta, mikäli automaattitaksit olisivat aina saatavilla lyhyellä varoitusajalla ja niiden kustannukset olisivat vuositasolla merkittävästi pienemmät kuin omalla automaattiautolla.

Vuosittaisten ajokilometrien lukumäärä korreloi tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0,05$) autonomistukseen tulevaisuudessa. Nykyisin ei lainkaan ajavista vastaajista yli 85 % ei koe tulevaisuudessakaan tarvetta omistaa omaa autoa, mikäli automaattitaksit ovat hyvin saatavilla. Autonomistushalukkuus kuitenkin kasvaa tasaisesti vuositaitaisten ajokilometrien kasvaessa. Yli 30 000 kilometriä vuodessa ajavista noin 50 % haluaa tulevaisuudessakin omistaa oman auton. Myös autojen lukumäärä kotitaloudessa korreloi vastaavasti tulevaisuuden autonomistukseen.

Myös työpajassa arvioitiin, että yhteiskäyttöautot tulevat yleistymään ja siten autonomistusta vähentymään tulevaisuudessa. Yleistymisen ei kuitenkaan odoteta olevan kovin nopeaa, sillä asiantuntijaennusteen keskiarvon mukaan yhteiskäyttöautojen osuus liikennekäytössä olevista autoista Suomessa olisi vuonna 2030 noin 6 % ja vuonna 2050 noin 27 %.

8.1.5 Miten valmiita ihmiset ovat ottamaan käyttöön automaattiautoja?

Suomessa automaattiautoihin suhtautui myönteisesti yli 60 % vastaajista. Noin neljännes vastaajista suhtautui kielteisesti ja reilu kymmenys vastaajista suhtautui neutraalisti tai ei osannut sanoa kantaansa. Vastaukset jakautuivat lähes samassa suhteessa myös väittämän ”automaation kehittyminen kohti robottiautoja on mielestäni toivottava kehityssuunta” kanssa. Valtaosa vastaajista oli kuitenkin sitä mieltä, että kaikkia automaattiautoja tulee tarvittaessa voida ajaa myös manuaalisesti. Ajovastuun luovuttaminen tietokoneelle stressaisi lähes 70 % vastaajista, joskin samanaikaisesti 55 % vastaajista oli sitä mieltä, että ajovastuun luovuttaminen tietokoneelle vähentäisi ajamisen kuormittavuutta.

Noin 45 % vastaajista on tällä hetkellä eniten kiinnostuneita vain kuljettajaa avustavista järjestelmistä. Yli neljännes vastaajista on eniten kiinnostuneita automaattiotason 2 ajoneuvoista ja yli viidennes automaattiotason 4 ajoneuvoista. Vain noin 7 % kaikista vastaajista haluaa suorittaa ajamisen täysin itsenäisesti ilman mitään avustavia järjestelmiä.

Suurimpia automaattiautoihin liittyviä huolenaiheita suomalaisille olivat ajoneuvojen liikenneturvallisuus, tekniikan epäluotettavuus ja toimimattomuus sekä moraalikysymykset. Automaattiautoihin kielteisesti suhtautuvilla erityisesti ajoneuvojen liikenneturvallisuus ja moraalikysymykset nousivat suurimmiksi huolenaiheiksi. Yksityisyydensuojan heikkenemistä pidettiin keskimäärin kaikkein vähäisimpänä huolenaiheena.

Kokonaisuutena voidaan todeta, että suurin osa suomalaisista pitää automaattiautoja myönteisenä asiana ja on valmiita ainakin kokeilemaan niitä. Monilla myönteisestikin automaattiautoihin suhtautuvilla on kuitenkin vielä ennakkoluuloja automaattiautoja kohtaan ja luottamuksen rakentuminen tullee viemään aikaa. Lisäksi on jonkin verran ihmisiä, jotka eivät missään nimessä halua käyttää automaattiautoa ja jotka pitävät automaattiautoja täysin epäluotettavina liikenteen vaaratekijöinä.

8.2 Suositukset

Tämän tutkimuksen perusteella suomalaiset suhtautuvat pääosin myönteisesti automaattiautoihin. Positiivinen suhtautuminen luo Suomeen otollisen ilmapiirin jatkaa ja laajentaa automaattiautojen kenttäkokeiluja. Kyselyn perusteella on toivottavaa, että kokeilut laajenevat suurimpien kaupunkiseutujen ulkopuolelle, jotta automaattiautoihin tällä hetkellä epäilevämmiin suhtautuvat kansalaiset saavat omakohtaista kokemusta automaattiajosta. Suomen kannattaa myös edelleen panostaa talviolosuhteissa toimivan automaation kehittämiseen, 5G-verkkojen hyödyntämiseen ja muihin suomalaisille yrityksille uutta liiketoimintaa mahdollistaviin automaation osa-alueisiin.

Automaattiautot voivat kasvattaa henkilöautoilun houkuttelevuutta kulkutapana, mikä ei liikenteen energiankulutuksen, päästöjen ja tilankäytön näkökulmasta ole toivottavaa. Energia- ja ilmastostrategiassa on mainittu, että henkilöautoliikenteen suorite ei saisi kasvaa kaupunkiseuduilla väestönkasvusta huolimatta. Liikennehallinnon, tulevien maakuntien ja kaupunkiseutujen tulisi käynnistää yhteistyö, jossa määritetään liikennejärjestelmäsuunnittelun keinoja estää henkilöautojen liikennesuoritteiden kasvu automaattiautoista huolimatta. Liikennejärjestelmäsuunnittelun ke-

hittämisen tueksi on tarpeen tukea tutkimusta automaattiautojen vaikutuksista liikenteen sujuvuuteen ja tieteknisiin seikkoihin, kuten kaistaleveyksiin, päällystysratkaisuihin, näkemäalueisiin liittymissä ja shared space -ratkaisujen käyttökelpoisuuteen. Tulosten perusteella voidaan tarkastella mahdollisuuksia kaupunkien katutilan muutoksiin, erityisesti joukkoliikennekaistojen ja pyöriteiden lisäämismahdollisuuksiin, jotta niiden houkuttelevuus paranisi. Siirtymäkaudella kohti korkean tason automaatiota olisi tarpeen tutkia, varataanko automaattiautoille erityisiä kaistoja tai katu-/tie-alueita automaation etujen mahdollisimman suureksi hyödyntämiseksi.

Joukkoliikenteen houkuttelevuuden kehittämiseksi tulisi käynnistää tutkimus- ja kokeiluprojekteja myös täysikokoisten linja-autojen automaatiosta nykyisten pikkubussikokeilujen lisäksi. Automaatio mahdollistaa joukkoliikenteen kustannusten merkittävän alentamisen kaupunkiliikenteessä ja siten palvelutason noston vuorotarjontaa kasvattamalla, mikä lisää joukkoliikenteen houkuttelevuutta. Linja-autojen automaation edistämiseksi on tarpeen tarkastella myös laadukkaiden runkolinjojen infrastruktuurin (BRT, bus rapid transit) kehittämistä.

Tutkimuksen perusteella suhtautuminen autonomistukseen voi muuttua hyvin voimakkaasti automaattiautojen myötä. Tällä voi olla erittäin suuret vaikutukset pysäköinnin järjestämiseen ja tilantarpeeseen. Nykyinen pysäköintijärjestelmä perustuu pääosin asuntojen yhteydessä rakennettaviin ja omistettaviin pysäköintipaikkoihin, joiden minimimäärää ohjataan kaavoituksessa pysäköintinormeilla. Tämä toimintamalli ei todennäköisesti toimi automaattiautojen yleistyessä, erityisesti, jos liikkuminen nähdään tulevaisuudessa palveluna (MaaS, mobility as a service), eikä automaattiauton omistamiselle nähdä tarvetta. Pysäköintiratkaisut ovat myös avainasemassa edellä mainitussa kävelyn, pyöräilyn ja joukkoliikenteen houkuttelevuuden edistämässä. Näin ollen on tarpeen käynnistää laaja yhteistyö pysäköinnin uudelleenorganisoinniksi ja yhteistyön pohjaksi tutkimus pysäköinnin nykyisestä tilantarpeesta ja tulevaisuuden skenaarioista automaattiautojen ja MaaS-palvelujen yleistyessä.

Kyselyn perusteella automaattiautojen liikenneturvallisuus ja eettiset näkökulmat ovat avainasemassa automaattiautojen hyväksyttävyyden kannalta. Viranomaisten tuleekin varmistaa automaattiautojen liikenneturvallisuus, tekninen toimivuus ja kyberturvallisuus vaikuttamalla aktiivisesti kansainväliseen sääntelyyn. Liikennejärjestelmäsuunnittelussa kuntien ja kaupunkien puolestaan tulee luoda liikenneympäristöjä, joissa eettiset kysymykset eivät nouse merkittäviksi. Esimerkiksi tilanteissa, joissa liikenneonnettomuus ei ole vältettävissä, automaattiauton nopeus on liikenneympäristön vuoksi lähtökohtaisesti niin pieni, että automaattiauton väistäessä suojatonta liikkujaa auton matkustajille ei aiheudu henkilövahinkoja. Myös kansalliset eettiset linjaukset Saksan esimerkin mukaan (esim. automaattiauton tekoäly ei saa tehdä valintoja matkustajien tai muiden tiellä liikkujien demografiseen tai sosio-ekonomiseen asemaan perustuen) ovat Suomessakin tarpeen, jotta moraalisia pelkoja voidaan hälventää. Tiedotuksessa kannattaa myös tähdentää, että tällainen eettinen diskriminointi ei edes ole ainakaan tällä hetkellä teknisesti mahdollista.

Automaattiautojen liikenneturvallisuusvaikutuksista ei ole vielä olemassa tarkkaa käsitystä, koska niillä on ajettu normaalissa liikenteessä aivan liian vähän tilastollisesti merkittävien johtopäätösten tekemiseksi. Tosin automaattiautojen keskeisten osajärjestelmien turvallisuusvaikutukset tunnetaan melko hyvin ja jo nyt voidaan odottaa automaattiautojen turvallisuusvaikutuksen olevan huomattava. Mikäli automaattiautojen todetaan vaikuttavan merkittävästi liikenneturvallisuutta edistävästi,

tulee liikennepolitiikassa harkita taloudellisia ja normatiivisia ohjauskeinoja automaattiautojen käyttöönnoton edistämiseksi.

8.3 Tutkimuksen arviointi

Tämä tutkimus perustuu kirjallisuuskatsaukseen, kyselytutkimuksesta saatuihin tuloksiin ja työpajaosuuteen. Kirjallisuuskatsauksessa kävi ilmi, että aihetta on tutkittu jo melko paljon, mutta toisaalta aiheen parissa työskentelevien tutkijoiden joukko on toistaiseksi melko pieni. Monet tutkimukset eivät myöskään käsittele aihetta kokonaisuutena, vaan niissä pureudutaan lähinnä yhteen näkökulmaan ja analysoidaan sitä. Näistä ongelmista huolimatta tutkimukset aiheen parissa vaikuttavat kuitenkin melko laadukkailta ja siten suhteellisen luotettavilta.

Tutkimuskohteena aihealue on hyvin tuore, minkä vuoksi valtaosa tässäkin työssä käytetyistä lähteistä on julkaistu viimeisen kolmen vuoden aikana. Tutkimusta aiheen parissa tehdään kuitenkin tällä hetkellä melko paljon. Tämä on näkynyt muun muassa siten, että uusia tutkimuksia aiheesta on tämän tutkimuksen tekemisen aikana julkaistu kiihtyvällä tahdilla.

Kyselytutkimuksen tuloksille ei ole tällä hetkellä löydettävissä kunnollista vertailupohjaa, sillä tutkimus oli laajuudessaan ainutlaatuinen. Kyselytutkimuksella tuotettiin merkittävää uutta tietoa. Kyselytutkimuksessa vastausprosentti oli noin 20 %, mikä on melko alhainen lukema, vaikkakin hyvin yleinen liikennealan kyselytutkimuksissa. Vastauskatoa voidaankin pitää tämän tutkimuksen osalta mahdollisena virhelähteenä. Myös vastausharhaa tutkimuksessa esiintyi jonkin verran. Kaikki kyselylomakkeessa käytetyt käsitteet eivät selkeästi olleet tuttuja kaikille vastaajille. Lisäksi palautteista kävi ilmi, että osa vastaajista ei ollut lukenut tai ymmärtänyt ohjeita kunnolla, sillä palautteissa kysyttiin asioita, joihin löytyi suora vastaus ohjeistuksesta.

Työpajaosuudessa tavoitettiin useita asiantuntijoita, jotka edustivat laajasti liikennealan eri toimijoita. Työpajatyöskentely oli sujuvaa ja keskustelut onnistuneita. Työpajassa nousi esiin paljon samoja teemoja kirjallisuuskatsauksen kanssa, mikä lisää työpajan tulosten uskottavuutta. Sinänsä työpajassa keskityttiin laajemmin automatisaation ja digitalisaation kokonaisvaikutuksiin, jolloin pelkästään automaattiautojen vaikutusten osuus jäi pienemmäksi.

Virhelähteistä huolimatta tutkimus onnistui vastaamaan tutkimuskysymyksiin varsin hyvin. Tutkimuksen eri osa-alueet täydentävät hyvin toisiaan ja johtopäätökset ovat saman suuntaisia, jolloin virhemarginaali kokonaisuudessa pienentyy. Kokonaisuudessa työn tuloksia voidaankin pitää melko luotettavina ja siten tutkimusta voidaan pitää onnistuneena.

8.4 Jatkotutkimuskohteet

Tämän työn tekemisen aikana esiin nousi paljon kysymyksiä, joihin vastaaminen ei tämän työn puitteissa ollut mahdollista, mutta joita olisi kuitenkin hyvä tarkastella jatkossa. Alla on esitetty jatkotutkimuskohteita suoraan aiheeseen liittyen sekä yleisemmin automaattiautoihin liittyen.

Ehkä tärkeimpänä jatkotutkimusaiheena esiin nousi automaattiautojen taloudellisten vaikutusten arviointi ja tarkempi tutkiminen erityisesti valtion rahoituksen kannalta.

Aihetta on sivuttu monissa tutkimuksissa, mutta kunnollista syväluotaavaa taloudellisten vaikutusten arviointia ei ainakaan ole julkaistu. Tutkimukselle on kuitenkin selkeästi tarvetta, sillä automaattiautot voivat muuttaa koko liikennesektorin taloudellisen tasapainon. Mitä tapahtuu auto- ja ajoneuvoveron määrälle, kun autojen lukumäärä vähenee ja autojen energiatehokkuus paranee? Vastaavasti arvonlisäveron määrä esimerkiksi polttoaineesta, uusista autoista ja vakuutusmaksuista voi pienentyä. Kompensoiko uudesta liiketoiminnasta syntyvät verotulot vanhojen työpaikkojen katoamista ja infrastruktuurikustannusten kasvua? Miten pienentyvä pysäköinnin tilantarve hyödynnetään taloudellisesti järkevästi? Mitä ajoneuvokantaan sitoutuneella pääomalle tapahtuu, mikäli ihmiset siirtyvät yhteiskäyttöautojen käyttäjiksi? Nämä ovat kysymyksiä, joilla on merkittäviä taloudellisia vaikutuksia niin valtion budjetin kuin kansalaisten ja yritystenkin osalta.

Toinen jatkotutkimusaihe voisi olla automaattiautojen vaikutukset hyötyliikunnan määrään ja siten kansanterveyteen. Miten paljon automaattiautot vähentävät hyötyliikunnan määrää ja voiko tämä aiheuttaa jopa kansanterveydellistä riskiä? Voivatko ihmiset passivoitua entisestään, kun joka paikkaan pääsee autolla?

Tällä hetkellä näyttää väistämättömältä, että tieliikenteessä nähdään välivaihe, jossa verkottuneet automaattiautot ja verkottumattomat tavalliset autot ajavat samassa liikennetilassa sekaisin. Tätä välivaihetta voidaan pitää vaarallisimpana vaiheena automaattiautojen kehityksessä. Suomessa välivaihetta tulisi tutkia entistä tarkemmin ja mahdollisesti toteuttaa samalla toimenpidesuunnitelma, jonka avulla minimoidaan välivaiheen riskit ja tehdään välivaiheesta mahdollisimman jouheva koko liikennejärjestelmän kannalta. Tässä toimenpidesuunnitelmassa tulisi huomioida paitsi liikenteeseen liittyvät seikat myös esimerkiksi tiedottaminen kansalaisille ja automaattiautojen hyväksyttävyyden parantaminen.

Viimeisenä jatkotutkimuskohteena ilmeni automaattiautojen vaikutukset logistialle. On ilmeistä, että logistiikan kustannukset pienentyvät, mutta miten automaattiautot vaikuttavat laajemmin logistiikan toimintamalleihin? Logistiikka tulee automaattiautojen ja yleisemmin digitalisaation myötä ajautumaan murrokseen, jossa perinteiset toimintamallit eivät välttämättä ole enää tehokkaimpia.

Lähdeluettelo

- Aamulehti (2016). Uskaltaisitko kyytiin? Robottibussit tulevat Tampereen Hervantaan ensi syksynä, Saatavissa (viitattu 8.9.2016): <http://www.aamulehti.fi/kotimaa/uskaltaisitko-kyytiin-robottibussit-tulevat-tampereen-hervantaan-ensi-syksyna/>.
- Ahlroth J., Pöllänen M. (2011). Liikenneturvallisuus, Tampereen teknillinen yliopisto, 196 s.
- Alessandrini A., Alfonsi R., Delle Site P., Stam D. (2014). Users`preferences toward automated road public transport: result from European surveys, *Transportation Research Procedia*, Vol. 3, pp. 139–144.
- Autoalan tiedotuskeskus (2014). Henkilöautokannan keski-ikä eräissä Euroopan maissa 2010, Saatavissa (viitattu 25.4.2017): http://autoalantiedotuskeskus.fi/tilastot/kansainvaliset_tilastot/henkiloautojen_keski-ika_eraissa_euroopan_maissa.
- Autoalan tiedotuskeskus (2016). Rekisteristä lopullisesti poistettujen henkilöautojen keski-ikä haltijan maakunnan mukaan, Saatavissa (viitattu 25.4.2017): http://www.aut.fi/tilastot/romutustilastoja/rekisterista_poistettujen_henkiloautojen_keski-ika_haltijan_maakunnan_mukaan.
- Bansal P., Korckelman K., Singh A. (2016). Assessin public opinions of and interest in new vehicle technologies: An Austin perspective, *Transportation Research Part C*, Vol. 67, pp. 1–14.
- BBC (2013). Driveless cars to be tested on UK roads by end of 2013, Saatavissa (viitattu 8.9.2016): <http://www.bbc.com/news/technology-23330681>.
- Bierstedt J., Gooze A., Gray C., Peterman J., Raykin L., Walters J. (2014). Effects of next-generation vehicles on travel demand and highway capacity, 27 p.
- Bischoff J., Maciejewski M. (2016). Simulation of city-wide replacement of private cars with autonomous taxis in Berlin, *Procedia Computer Science*, Vol. 83, pp. 237–244.
- BMW (2016). Adaptive Headlights, Saatavissa (viitattu 6.9.2016): http://www.bmw.com/com/en/insights/technology/technology_guide/articles/mm_adaptive_headlights.html.
- Boesch P., Ciari F., Axhausen K. (2015). Required Autonomous Vehicle Fleet Sizes to Serve Different Levels of Demand, *ETH Zurich*, 21 p.
- Bonnefon J-F., Shariff A., Rahwan I. (2016). The social dilemma of autonomous vehicles, *Science*, Vol. 352(Issue 6293) pp. 1573–1576.
- Brooks R. (2017). Unexpected consequences of self driving cars, MIT Blog, Saatavissa (viitattu 24.5.2017): <http://rodneymbrooks.com/unexpected-consequences-of-self-driving-cars/>.
- Brown A., Gonder J., Repac B. (2014). An analysis of Possible Energy Impacts of Automated Vehicle, *Road Vehicle Automation*, pp. 137–153.
- Cavoli C., Phillips B., Cohen T., Jones P. (2017). Social and behavioural questions associated with Automated Vehicles A Literature Review, London: Department for Transport, 124 p.

Chan E., Gilhead P., Jelinek P., Krejei P. (2012). Cooperative control of SARTRE automated platoon vehicles, ITS America, 10 p.

CityMobil2 (2016). About CityMobil2 – Citymobil2 is a multi-stakeholder project co-funded by the EU's Seventh Framework Programme for research and technological development (commonly known as FP7), Saatavissa (viitattu 6.2.2017): <http://www.citymobil2.eu/en/About-CityMobil2/Overview/>.

ComScore (2015). comScore Reports January 2015 U.S. Smartphone Subscriber Market Share, Saatavissa (viitattu 16.5.2017): <https://www.comscore.com/Insights/Market-Rankings/comScore-Reports-January-2015-US-Smartphone-Subscriber-Market-Share>.

Davidson P., Spinoulas A. (2015). Autonomous Vehicles – What Could this Mean For The Future Of Transport, AITPM 2015 National Conference, 15 p.

Davidson P., Spinoulas A. (2016). Modeling Autonomous Vehicles – Challenges and results, 16 p.

DfT (Department for Transport) (2015). The Pathway to Driverless Cars: A detailed review of regulations for automated vehicle technologies, ISBN 978-1-84864-152.

Digitoday (2013). Nokia ja Mersu tekevät älykarttoja robottiautoihin, Saatavissa (viitattu 7.9.2016): <http://www.digitoday.fi/bisnes/2013/09/10/nokia-ja-mersu-tekev-at-alykarttoja-robottiautoihin/201312641/66>.

Dougherty C., Richtel M. (2015). Google's Driverless Cars Run Into Problem: Cars With Drivers, Saatavissa (viitattu 24.10.2016): http://www.eila.univ-paris-diderot.fr/_media/user/claude_dupuy/google_cars_text.pdf.

Easymile (2016). Easymile Technology, Saatavissa (viitattu 10.11.2016): <http://easymile.com/technology/>.

Eugensson A. (2015). Inledningen del 2: Autonom körning/autonomous driving, Transportforum, Saatavissa (viitattu 16.12.2016): <https://www.youtube.com/watch?v=UdTBcpOE1F8>.

European Commission (2017). Proposal for post-2020 CO2 targets for cars and vans, Saatavissa (viitattu 2.12.2017): https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/proposal_en.

EY (2014). Deploying autonomous vehicles – Commercial considerations and urban mobility scenarios, Saatavissa (viitattu 2.11.2016): [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-Deploying-autonomous-vehicles-30May14/\\$File/EY-Deploying-autonomous-vehicles-30May14.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-Deploying-autonomous-vehicles-30May14/$File/EY-Deploying-autonomous-vehicles-30May14.pdf).

Fagnant D., Kockelman K. (2014). The travel and environmental implications of shared autonomous vehicles, using agent-based model scenarios, Transportation Research Part C, Vol. 40, pp 1–13.

Fagnant D., Kockelman K. (2015). Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities barriers and policy recommendations, Transport Research Part A, Vol. 77, pp. 167–181.

- Fagnant D., Kockelman K. (2016). Dynamic ride-sharing and fleet sizing for a system of shared autonomous vehicles in Austin, Texas, The University of Texas at Austin, 17 p.
- Fagnant D., Kockelman K., Bansal P. (2015). Operations of a shared autonomous vehicle fleet for the Austin, Texas market, The University of Texas at Austin, 17 p.
- Felton N. (2008). Consumption spreads faster today, The New York Times.
- Finlex (1986). Asetus tieliikennettä koskevan yleissopimuksen voimaansaattamisesta 30/1986, Saatavissa (viitattu 8.9.2016): <http://www.finlex.fi/fi/sopimukset/sopsteksti/1986/19860030>.
- Fintrip (2016). Uudet kokeiluhankkeet tähtäävät kekseliäisiin menetelmiin ja palveluihin yhteistyön voimin, Saatavissa (viitattu 9.1.2017): <http://fintrip.fi/uudet-kokeiluhankkeet-tahtaavat-kekseliaisiin-menetelmiin-ja-palveluihin-yhteistyon-voimin/>.
- Frost & Sullivan (2014a). Strategic Analysis of the European and North American Market for Automated Driving, Saatavissa (viitattu 5.9.2016): <http://cds.frost.com/p/56579/#!/ppt/c?id=M92C-01-00-00-00>.
- Frost & Sullivan (2014b). From Vehicle Automation to Autonomous Driving: The Big Leap, Saatavissa (viitattu 6.9.2016): <http://www.frost.com/sublib/display-market-insight.do?id=292932342>.
- Google (2016). Self-Driving Car Project, Saatavissa (viitattu 5.9.2016): <https://www.google.com/selfdrivingcar/how/>.
- GPS Business News (2016). EU Transport Ministers Agreed on Policy for Autonomous Driving, Saatavissa (viitattu 8.9.2016): http://www.gpsbusinessnews.com/EU-Transport-Ministers-Agreed-on-Policy-for-Autonomous-Driving_a5888.html.
- Gruel W., Stanford J. (2015). Assessing the long-term effects of autonomous vehicles: A speculative approach, Association for European Transport, 16 p.
- Harper C., Hendrickson C., Mangones S., Samaras C. (2016). Estimating potential increases in travel with autonomous vehicles for the non-driving, elderly and people with travel-restrictive medical conditions, Transportation Research Part C, Vol. 72, pp. 1–9.
- Heilig M., Hilgert T., Mallig N., Kagerbauer M., Vortisch P. (2016). Potentials of autonomous vehicles in a changing private transportation system – a case study in the Stuttgart region, Association for European Transport, 13 p.
- Hevelke A., Nida-Rumelin J. (2015). Responsibility for Crashes of Autonomous Vehicles: An Ethical Analysis, Science and Engineering Ethics, Vol. 21(Issue 3) pp. 619–630.
- Hoeger R., Hoess A., Zeng H. (2011). The future of driving, HAVEit (D61.1) 339 p.
- HSL (2013). Mistä kustannukset syntyvät: joukkoliikenteen tuottamisen kustannusrakenne, Saatavissa (viitattu 7.11.2016): http://www.pllry.fi/jouto_esitykset/Tero%20Anttila%20Mist%E4%20kustannukset%20syntyv%E4t.pdf.
- HSL (2016). Auton omistus Helsingin seudulla - katsaus menneeseen kehitykseen ja pohdintoja tulevast, HSL 19/2016, 90 s.

Hörl S., Ciari F., Axhausen K. (2016). Recent perspectives on the impact of autonomous vehicles, ETH Zurich, 37 p.

IEEE (2012). News Releases, Saatavissa (viitattu 16.5.2017): http://www.ieee.org/about/news/2012/5september_2_2012.html.

Innamaa S., Kanner H., Rämä P., Virtanen A. (2015). Automaation lisääntymisen vaikutukset liikenteessä, Trafin tutkimuksia 01/2015, 78 s.

Ipsos MORI (2014). Only 18 per cent of Britons believe driverless cars to be an important development for the car industry to focus on, Saatavissa (viitattu 27.4.2017): <https://www.ipsos-mori.com/researchpublications/researcharchive/3427/Only-18-per-cent-of-Britons-believe-driverless-cars-to-be-an-important-development-for-the-car-industry-to-focus-on.aspx>.

ITS Finland. (2016). Finland to host the first Mobility as a Service ecosystem in the World, Saatavissa (viitattu 3.11.2016): <http://www.its-finland.fi/index.php/fi/uutiset/92-digitalisation-to-enable-more-freedom-of-choice-in-traffic.html>.

Kröger L., Kuhnimhof T., Trommer S. (2016). Modelling the impact of automated driving – private autonomous vehicle scenarios for Germany and the US, Association for European Transport, 24 p.

Kyriakidis M., Happee R., de Winter J.C.F. (2015). Public opinion on automated driving: Results of an international questionnaire among 5000 respondents, Transportation Research Part F, Vol. 32, pp. 127–140.

König M., Neumayr L. (2017). Users' resistance towards radical innovations: The case of the self-driving car, Transportation Research Part F, Vol. 44, pp. 42–52.

Liikenneturva (2016). Suhtautuminen itseohjautuviin autoihin, Saatavissa (viitattu 27.4.2017): <http://email.liikenneturva.fi/t/Vie-wEmail/r/E0D79796EF9983002540EF23F30FE-DED/736B8BEC26073AB9D57E886DBB2F7C8E>.

Liikennevirasto (2012). Henkilöliikennetutkimus 2010–2011 – suomalaisten liikkuminen, 98 s.

Liikennevirasto (2014). Liikkuminen palveluna, Saatavissa (viitattu 3.11.2016): <http://www.liikennevirasto.fi/liikennejarjestelma/maas#.WBsPCXqXeSw>.

Liikennevirasto (2016). E8 – Aurora, Saatavissa (viitattu 9.1.2017): <http://www.liikennevirasto.fi/web/en/e8-aurora#.WHOJdXqXd4R>.

Liimatainen H., Metsäpuro P., Nykänen L. (2015). Yhteiskunnan korvaamien kuljetusten tehostaminen – esiselvitys Pirkanmaan alueella, Tampereen teknillinen yliopisto, 44 s.

Lin P. (2016). Why Ethics Matters for Autonomous Cars, Autonomous Driving (Part I) pp. 69–85.

Linturi R. (2013). Loppuraportti: Automaattisen liikenteen metropolivisio, Sovelto, 40 s.

Litman T. (2017). Autonomous Vehicle Implementation Predictions, Victoria Transport Policy Institute, 24 p.

Lumiaho A., Malin F. (2016). Tieliikenteen automatisoinnin etenemissuunnitelma ja toimenpideohjelma 2016-2020, Liikenneviraston selvityksiä 19/2016, 82 s.

LVM (2014). LVM käynnistää robottiautot mahdollistavan kokeilun, Saatavissa (viitattu 8.9.2016): <http://www.lvm.fi/-/lvm-kaynnistaa-robottiautot-mahdollistavan-kokeilun-793564>.

LVM (2016). Robotiikan taustaselvityksiä, Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 2/2016, 90 s.

McGrath R. G. (2013). The Pace of Technology Adoption is Speeding Up, Harvard Business Review.

Mersky A., Samaras C. (2016). Fuel economy testing of autonomous vehicles, Transportation Research Part C, Vol. 65, pp 31–48.

NHTS (2016). Introduction to the 2009 NHTS – Data collected, U.S. Department of Transportation, Saatavissa (viitattu 15.2.2017): <http://transposition.com.au/research/AutonomousVehicles.pdf>.

O'Toole Randall. (2009). Gridlock: Why We're Stuck in Traffic and what to Do about it, Cato Institute, 2009. ISBN 978-1-93508-23-2.

OECD (2015). Urban Mobility System Upgrade – How shared self-driving cars could change city traffic, International Transport Forum, 34 p.

OECD (2017). Shared Mobility Simulations for Helsinki, International Transport Forum, 95 s.

Pajarinen M., Rouvinen P. (2014). Computerization Threatens One Third of Finnish Employment, ETLA Brief (22), 6 p.

Polzin S. (2016). Implications to Public Transportation of Emerging Technologies, NCTR-National Center for Transit Research, 22 p.

Pursiainen H. (2014). Liikenne- ja viestintäministeriön kansliapäällikön pääkirjoitus – Automaattiauto tulee, Savon Sanomat, Saatavissa (viitattu 8.11.2016): <http://www.savonsanomat.fi/paakirjoitukset/Automaattiauto-tulee/486667>.

Pöllänen M., Nykänen L., Liimatainen H., Wallander J. (2014). Tieliikenteen toimintaympäristö ja liikkuminen vuonna 2030 – neljä skenaariota, Trafin tutkimuksia 01/2014, 67 s.

Rahman M. (2016). Threats of Driverless Vehicles: Leveraging new Technologies for Solutions, Nanyang Technological University (138), 4 p.

Reuters (2016). Google says it bears `some responsibility` after self-driving car hit bus, Saatavissa (viitattu 5.9.2016): <http://www.reuters.com/article/us-google-selfdrivingcar-idUSKCN0W22DG>.

Reuters (2017). RPT-Germany draws up rules of the road for driverless cars, Saatavissa (viitattu 21.11.2017): <https://www.reuters.com/article/autos-autonomous-germany/rpt-germany-draws-up-rules-of-the-road-for-driverless-cars-idUSL8N1L94G1>.

- Ristikartano J., Iikkainen P., Tervonen J., Lapp T. (2014). Valtakunnallinen tieliikenne-ennuste 2030, Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 13/2014, 78 s.
- Robinson L. (2009). A summary of Diffusion of Innovations, *Changeology*, 6 p.
- Rogers E. M. (2003). *Diffusion of Innovations*, 5th edition, Free press, 576 p.
- RT (2016). France greenlights driverless car trials on public roads, Saatavissa (viitattu 8.9.2016): <https://www.rt.com/news/354683-france-driverless-car-trials/>.
- Rubin J. (2016). Connected Autonomous Vehicles: Travel Behaviour and Energy Use, *Road Vehicle Automation* 3, pp. 151–162.
- Rämä P., Sihvola N., Luoma J., Koskinen S., Aittoniemi E., Kulmala R. (2008). Ajoneuvojen telemaattisten järjestelmien turvallisuusvaikutukset Suomessa, Ajoneuvohallintokeskus tutkimuksia ja selvityksiä nro 11/2008, 142 s.
- SAE (2014). Taxonomy and Definitions for Terms Related to On-Road Motor Vehicle Automated Driving Systems. Standard J3016, issued 2014-01-16. Society of Automotive Engineers.
- Schoettle B., Sivak M. (2014). Public opinion about self-driving vehicles in China, India, Japan, the U.S., the U.K., and Australia, University of Michigan (UMTRI-2014-30) 31 p.
- Schoettle B., Sivak M. (2015). Potential Impact of Self Driving Vehicles on Household Vehicle Demand and Usage, University of Michigan (UMTRI-2015-3) 14 p.
- Sensible 4 (2017). aIGO Bus Project, Saatavissa (viitattu 21.11.2017): <http://sensible4.fi/aigo>.
- Seppelt B., Victor T. (2016). Potential Solutions to Human Factors Challenges in Road Vehicle Automation, *Road Vehicle Automation* 3, pp. 131–148.
- Sessa C., Alessandrini A., Flament M., Hoadley S., Pietroni F., Stam D. (2016). The socio-Economic Impact of Urban Road Automation Scenarios: CityMobil2 Participatory Appraisal Exercise, *Road Vehicle Automation* 3, pp. 163–186.
- Silberg S., Wallace R. (2012). Self-driving cars: The next revolution, KPMG, 36 p.
- Sivak M., Schoettle B. (2015). Road safety with self-driving vehicles: General limitations and road sharing with conventional vehicles, University of Michigan (UMTRI-2015-2) 9 p.
- SlashGear (2014). Self healing maps could solve autonomous cars` big problem, Saatavissa (viitattu 7.9.2016): <http://www.slashgear.com/self-healing-maps-could-solve-autonomous-cars-big-problem-04353821/>.
- SOHJOA (2016). Itseohjautuvat robottibussit Suomen kaduille, Saatavissa (viitattu 8.9.2016): <http://sohjoa.fi/>.
- Spieser K., Treleaven K., Zhang R., Frazzoli E., Morton D., Pavone M. (2014). Toward a Systematic Approach to the Design and Evaluation of Automated mobility-on-Demand Systems: A Case Study in Singapore, *Road Vehicle Automation*, 16 p.

SYKE (2014). Suomen ympäristökeskus - kartat ja tilastot, Saatavissa (viitattu 19.7.2017): http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Elinymparisto_ja_kaavoitus/Yhdyskuntarakenne/Tietoa_yhdyskuntarakenteesta/Kaupunkimaaseutu_luokitus/Kartat_ja_tilastot.

Taksiliitto (2015). Yleistä taksiliikenteestä, Saatavissa (viitattu 22.11.2017): <http://www.taksiliitto.fi/taksiliikenne/yleista/>.

Techcrunch (2016a). California regulators warm up to the idea of driverless cars sans steering wheel, Saatavissa (viitattu 7.9.2016): <https://techcrunch.com/2016/08/30/california-regulators-warm-up-to-the-idea-of-driverless-cars-sans-steering-wheel/>.

Techcrunch (2016b). Uber starts self-driving car pickups in Pittsburgh, Saatavissa (viitattu 3.11.2016): <https://techcrunch.com/2016/09/14/1386711/>.

The Telegraph (2001). Cruising into the future, Saatavissa (viitattu 2.9.2016): <http://www.telegraph.co.uk/motoring/4750544/Cruising-into-the-future.html>.

The Verge (2016). Google, Ford and Uber just created a giant lobbying group for self-driving cars, Saatavissa (viitattu 3.11.2016): <http://www.theverge.com/2016/4/26/11510076/self-driving-coalition-ford-google-uber-lyft-volvonhtsa>.

Themsche S. (2017). Will electric driverless cars kill bus and light train operations, International Journal of Transport Development and Integration, Vol. 1 (2017) (Issue 2) pp. 137-147.

Tilastokeskus (2016). Paavo - Postinumeroalueittainen avoin tieto, Tilastokeskuksen PX-Web tietokannat.

Tilastokeskus (2015). Väestöennuste 2015 iän ja sukupuolen mukaan 2015 - 2065, koko maa, Tilastokeskuksen PX-Web-tietokannat.

Trafi (2016). Ajoneuvovero, Saatavissa (viitattu 17.11.2016): <https://www.trafi.fi/tieliikenne/verotus/ajoneuvovero>.

Trafi (2017). Autojen ensirekisteröinnit käyttövoimittain, Saatavissa (viitattu 22.11.2017): https://www.trafi.fi/tietopalvelut/tilastot/tieliikenne/ensirekisteroinnit/ensirekisteroinnit_kayttovoimittain.

TRW (2015). Safety system redundancy is one of the key issues in automated driving, Saatavissa (viitattu 7.9.2016): <http://safety.trw.com/safety-system-redundancy-is-the-key-issue-in-automated-driving/0122/>.

U.S. Department of Transportation (2016). Vehicle-to-Infrastructure (V2I) Communications for safety, Saatavissa (viitattu 7.9.2016): http://www.its.dot.gov/factsheets/v2isafety_factsheet.htm.

Wadud Z., MacKenzie D., Leiby P. (2016). Help or hindrance? The travel, energy and carbon impacts of highly automated vehicles, Transport Research Part A, Vol. 86, pp. 1–18.

Valtonen J. (2014). Vuonna 2010 tapahtuneet kuolemaan johtaneet tieliikenneonnettomuudet ja nollavisio, Liikenneturvan selvityksiä 2/2014, 36 s.

Volvo (2015). Drive Me – Interactive press conference and Q&A, Saatavissa (viitattu 6.9.2016): https://www.media.volvocars.com/global/en-gb/media/videos/158956/drive-me-interactive-press-conference-and-qanda#.VOtR_1JAM64.twitter.

VTT (2017). Urban Auto Test, Saatavissa (viitattu 21.11.2017): <http://www.vtt.fi/sites/urbanautotest/>.

Waymo (2017). Journey, Saatavissa (viitattu 21.11.2017): <https://waymo.com/journey/>.

Yle (2015). Nokia myy Here-karttapalvelun saksalaisille autonvalmistajille, Saatavissa (viitattu 7.9.2016): http://yle.fi/uutiset/nokia_myy_here-karttapalvelun_saksalaisille_autonvalmistajille/8198881.

Ympäristöhallinto (2017). Kaupunki-maaseutu-luokitus, Saatavissa (viitattu 17.7.2017): <http://www.ymparisto.fi/kaupunkimaaseutulokitus>.

Liitteet

Liite A: Kyselyn saatekirje ja kyselylomake



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO



Arvoisa vastaanottaja

Vastaajatunnus

Tämä on koko maan laajuinen kyselytutkimus, jolla kartoitetaan suomalaisten valmiutta ja halukkuutta käyttää eri automaatiotasojen (ks. sivu 3) henkilöautoja. Tutkimuksessa kerättyjä tietoja hyödynnetään tulevaisuuden liikennejärjestelmän kehittämisessä ja tulevaisuuden liikenne-ennusteiden tekemisessä. Tutkimuksesta vastaavat yhteistyössä Tampereen teknillinen yliopisto, Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi sekä Liikennevirasto.

Tutkimukseen voi osallistua vastaamalla joko internetissä osoitteessa www.trafi.fi/automaattiautokysely tai palauttamalla ohaisen kyselylomakkeen 11.6.2017 mennessä. Kyselyyn vastaaminen vie aikaa noin 10–15 min. Kysely on lähetetty yhteensä 10 000 satunnaisesti valitulle 18–64-vuotiaalle suomalaiselle. On tärkeää, että mahdollisimman moni vastaa tähän tutkimukseen, jotta vastauksista välittyvä laaja suomalaisten näkemykset aiheesta. Kyselyn vastauksia käsitellään luottamuksellisesti ja anonymisti, eikä mitään henkilötietoja julkaista eteenpäin. Tutkimuksen tulokset julkaistaan Tampereen teknillisessä yliopistossa toteutettavassa diplomityössä sekä mahdollisesti myös Trafifin julkaisuna.

Kyselyyn vastanneiden kesken arvotaan tuotepalkintoina kymmenen kappaletta Trafifin lahjoittamia varavirtalähteitä, joilla voi ladata mobiililaitteita.

Vaivannäöstä ja osallistumisestanne etukäteen kiittäen,

Heikki Liimatainen

Assistant professor, Tampereen teknillinen yliopisto

Timo Liljamo

Tutkimusapulainen, Tampereen teknillinen yliopisto

Vastatkaa 11.6.2017 mennessä osoitteessa www.trafi.fi/automaattiautokysely. Voitte kirjautua internetlomakkeelle kirjeen yläreunassa olevalla vastaustunnuksella. Voitte myös palauttaa vastauksenne ohessa olevalla kirjekuorella, postimaksu on maksettu puolestanne valmiiksi.



Ni kan också svara på svenska på internet www.trafi.fi/automaattiautokysely



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO



Miksi tutkimus tehdään?

Tutkimuksella kartoitetaan suomalaisten halukkuutta ja valmiutta ottaa käyttöön robottiautoja. Tutkimuksen on tarkoitus toimia esiselvityksenä robottiautojen liikennejärjestelmään aiheuttamasta murroksesta.

Miten tuloksia käsitellään?

Tuloksia käsitellään keskiarvoja sisältävinä taulukoina ja kaavioina. Tuloksista ei voi päätellä yksittäisten henkilöiden vastauksia. Nimi- ja osoitetietoja käytetään ainoastaan arvonnassa, minkä jälkeen ne poistetaan aineistosta kokonaan.

Antamanne vastaukset käsitellään luottamuksellisesti Tampereen teknillisessä yliopistossa henkilötietolain mukaisesti. Henkilötietolain mukaisesti tietoja ei säilytetä eikä luovuteta eteenpäin sellaisessa muodossa, että niistä voisi päätellä kenenkään henkilöllisyyttä. Tutkimukseen osallistuneilla on oikeus tarkistaa tietokantaan kerätyt heitä koskevat tiedot ottamalla yhteyttä Tampereen teknilliseen yliopistoon.

Miten teldät on valittu tutkimukseen?

Tutkimukseen osallistujat on valittu satunnaisesti väestörekisterijärjestelmästä. Tutkimukseen on poimittu yhteensä 10 000 Suomen kansalaista.

Lisätietoja

Lisätietoja liikennetutkimuksesta saa Tampereen teknillisestä yliopistosta:

Timo Liljamo, p. 050 447 9913, timo.liljamo@tut.fi

Osottetietolähde

Väestötietojärjestelmä, Väestörekisterikeskus
PL 70, 00692 Helsinki



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO



Ohjeita lomakkeen täyttämiseen

Robotisaatio on ollut viime vuosina maailmanlaajuinen trendi, ja se on rantautunut myös liikennesektorille. Useat autonvalmistajat ovat alkaneet kehittämään robottiautoja, ja kehitystyö etenee nopeasti. Oheisessa kuvassa on esitelty robotisaation etenemiseen liittyvät ajamisen automaatiotasot selkokielellä. Nykyisin tieliikenteessä on jo automaatiotason 2 autoja, joilla voidaan tietyissä ympäristöissä ajaa siten, että kuljettaja ei koske auton hallintalaitteisiin ollenkaan. Käytännössä automaatiotason 2 autot voivat esimerkiksi ajaa itsestään pääteillä, mutta taajamissa ja pienemmällä tiestöllä ajettaessa kuljettaja suorittaa kaikki ajotoimenpiteet itsenäisesti.

Automaatiotasojen 3 ja 4 autojen odotetaan yleistyvän 2020-luvulla. Automaatiotasojen 3 ja 4 autoilla kuljettajan ei enää tarvitse edes seurata liikennettä, vaan ajoneuvo ajaa itse määränpään ilman, että kuljettajan tarvitsee koskea ajoneuvon hallintalaitteisiin. Automaatiotasolla 3 kuljettajan täytyy kuitenkin olla valmiudessa ottamaan auto hallintaansa järjestelmän näin pyytäessä, mutta automaatiotasolla 4 autossa ei välttämättä tarvitse enää olla edes rattia ja polkimia. Tällä kyselyllä pyritään kartoittamaan suomalaisten halukkuutta ja valmiutta käyttää automaatiotasojen 2 ja 4 ajoneuvoja. Kyselylomakkeessa käsitellään vain henkilöautoja ja joukkoliikennettä, eli tässä kyselyssä ei huomioida esimerkiksi jalankulkua ja pyöräilyä kulkumuotoina.

Ajamisautomaation tasot selkokielellä



Kyselyyn toivotaan vastauksia kaikilta, niin ajokortillisilta ja ajokortittomilta kuin autollisilta tai autottomiltakin. Mikäli koette, että mikään vastausvaihtoehtoista ei tunnu sopivalta, voitte valita vähiten huonon vaihtoehdon. Tarvittaessa voitte tarkentaa vastauksia kyselyn lopussa oleviin avoimiin kenttiin.

Tämän sivun kääntöpuolelta löytyy ohjelta ja käsiteltä kyselyyn liittyen.



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO



Termejä ja ohjeita kyselyn täyttämiseen (voitte ottaa tämän ohjesivun viereen, kun täytätte kyselylomaketta):

- Selkeyden vuoksi kaikki kyselyyn liittyvät matkat oletetaan tehtäväksi yksin, eli ei esimerkiksi perheenjäsenten tai tuttavien kanssa.
- Kyselyssä olevissa järjestämistehtävissä oletetaan, että robottiautot ja automaatiojärjestelmät on todettu turvallisiksi, luotettaviksi ja toimiviksi.
- **Robottiautolla** tarkoitetaan aina **automaattitason 4 autoa**, jossa kuljettaja ei ohjaa itse autoa, vaan ajaminen on täysin automatisoitua. Tällöin kuljettaja voi vaikka nukkua ajon aikana. Robottiautoilla matka-aika lyhenee, kun autoa ei tarvitse itse pysäköidä ja kävelyn määrä vähenee.
- **Robottitaksilla** tarkoitetaan **automaattitason 4 autoa**, joka toimii kuten tavalliset taksit nykyisin, mutta täysin automatisoidusti ilman kuljettajaa.
- **Jaettu robottitaksi** tarkoittaa taksia, jossa kyytejä yhdistellään, jolloin taksissa voi olla myös toisilleen tuntemattomia henkilöitä. Useamman matkustajan seurauksena matkan hinta kullekin asiakkaalle on pienempi kuin tavallisella robottitaksilla. (*kysymys 8*).
- Tässä kyselyssä **kustannukset** sisältävät kaikki kustannukset, kuten polttoaineen, pysäköinnin ja auton ylläpidon kustannukset (esim. huollot, verot ja vakuutukset).
- **Matka-aika** tarkoittaa aikaa "ovelta ovelle", eli se sisältää kävelyn, ajamiseen, pysäköintipaikan etsimiseen, kulkuvälineen odottamiseen, yms. kuluvan ajan.
- **Kävely** sisältää kaiken kävelyn "ovelta ovelle".

OSA I: Kiinnostus automaatioon

1. Miten suhtaudutte robottiautoihin yleisesti?

- ☐ Hyvin myönteisesti
 ☐ Lievästi myönteisesti
 ☐ En osaa sanoa
 ☐ Lievästi kielteisesti
 ☐ Hyvin kielteisesti

2. Mitä seuraavista jo olemassa olevista automaatiojärjestelmistä olette käyttänyt henkilöauton kuljettajana? (voitte valita useita vastausvaihtoehtoja)

- ☐ Mukautuva vakionopeudensäädin
 ☐ Kaistavahti
 ☐ Automaattinen pysäköintiavustin
 ☐ En mitään

3. Millaisista automaatiojärjestelmistä olisitte eniten kiinnostunut? Valitkaa yksi vaihtoehto.

- 
☐ Kuljettajaa avustavat järjestelmät, kuten erilaiset varoitukset
- 
☐ Joitakin ajotilanteita suorittavat järjestelmät, esimerkiksi maantiellä ajaminen ilman tarvetta koskea rattiin tai polkimiin
 "Kädet irti, skarppina"
- 
☐ Kaikki ajotilanteet suorittava järjestelmä, jolloin auton kuljettaja voi esimerkiksi nukkua ajon aikana
 "Aivot narikkaan"
- 
☐ En mistään, haluan suorittaa itsenäisesti kaiken ajamiseen liittyvän
 Kuski hoitaa kaiken

4. Mitä mieltä olette seuraavista väittämistä?

	Täysin samaa mieltä	Osittain samaa mieltä	En samaa enkä eri mieltä	Osittain eri mieltä	Täysin eri mieltä
Haluan itse voida määritellä, missä ja milloin hyödynnän automaatiotoimintoja ja mitä toimintoja käytän.	☐	☐	☐	☐	☐
Haluan, että automaatiikka hoitaa ajamisen kaikissa tilanteissa.	☐	☐	☐	☐	☐
Ajovastuun luovuttaminen tietokoneelle stressaisi minua.	☐	☐	☐	☐	☐
Koen, että ajovastuun luovuttaminen tietokoneelle vähentäisi ajamisen kuormittavuutta.	☐	☐	☐	☐	☐
Kaikkia robottiautoja tulee voida ajaa myös manuaalisesti.	☐	☐	☐	☐	☐
Automaation kehittyminen kohti robottiautoja on mielestäni toivottava kehityssuunta.	☐	☐	☐	☐	☐

OSA II: Matkustuskäyttäytyminen

Ajatelkaa, että teette päivittäin kuvitteellisen edestakaisen matkan (esimerkiksi työ- tai opiskelumatka). Järjestäkää vaihtoehdot paremmuusjärjestykseen siten, että numero 1 tulee mieluisimmalle ja numero 3 vähiten mieluisalle vaihtoehdolle.

5a. Matkustatte päivittäin kaupungin A keskustasta kaupungin B keskusta. Yhdensuuntaisen matkan pituus on 200 km.			
Paremmuusjärjestys	_____	_____	_____
	Oma henkilöauto	Oma robottiauto	Joukkoliikenne
Kustannukset	40 €	45 €	20 €
Matka-aika	2 h 30 min	2 h 15 min	2 h 35 min
Kävely	500 m	100 m	300 m

5b. Matkustatte päivittäin laitakaupungilta keskusta. Yhdensuuntaisen matkan pituus on 10 km.			
Paremmuusjärjestys	_____	_____	_____
	Oma henkilöauto	Oma robottiauto	Joukkoliikenne
Kustannukset	6 €	6 €	2 €
Matka-aika	15 min	10 min	25 min
Kävely	400 m	100 m	600 m

5c. Matkustatte päivittäin haja-asutusalueella. Yhdensuuntaisen matkan pituus on 100 km.			
Paremmuusjärjestys	_____	_____	_____
	Oma henkilöauto	Oma robottiauto	Joukkoliikenne
Kustannukset	18 €	21 €	10 €
Matka-aika	1 h 5 min	1 h 5 min	1 h 35 min
Kävely	50 m	50 m	600 m

6. Uskoisitteko liikkuvanne henkilöautolla useammin tai pidempiä matkoja, jos autolla liikkuminen olisi

- A) kokonaiskustannuksiltaan nykyistä halvempaa? ☐ Kyllä ☐ Ei
- B) vähemmän rasittavaa, kun ajon aikana voisi tehdä muuta (esim. lukea)? ☐ Kyllä ☐ Ei
- C) aina mahdollista, vaikka ette itse olisi ajokunnossa? ☐ Kyllä ☐ Ei

OSA III: Robottitaksit

7. Kumman seuraavista valitsisitte? Autot vastaavat ominaisuuksiltaan toisiaan. Valitkaa mieluisampi vaihtoehto.

☐ Oma robottiauto	☐ Robottitaksi
Aina saatavilla käyttöön välittömästi. Verot, vakuutukset ja auton hankintakustannukset tuovat keskimäärin 2 000 euron vuosikulut.	Aina saatavilla noin 7 min tilauksesta. Käyttökulut kilometriä kohden ovat saman hintaista oman robottiauton kanssa, mutta vuosikuluja ei ole ollenkaan.

8. Kuljette 10 km matkan laitakaupungilta keskusta. Järjestäkää vaihtoehdot paremmuusjärjestykseen siten, että numero 1 tulee mieluisimmalle ja numero 4 vähiten mieluisalle vaihtoehdolle.

Paremmuusjärjestys	_____	_____	_____	_____
	Yksityinen robottitaksi, jonka kyydissä olen yksin	Jaettu robottitaksi, jonka kyydissä voi olla myös tuntemattomia matkustajia	Joukkoliikenneväline, esimerkiksi linja-auto	Tavallinen taksi, jonka kyydissä matkustetaan yksin
Kustannukset	10 €	5 €	3 €	20 €
Matka-aika	14 min	19 min	30 min	14 min

9. Kuljette 100 km matkan suuren kaupungin keskusta. Järjestäkää vaihtoehdot paremmuusjärjestykseen siten, että numero 1 tulee mieluisimmalle ja numero 4 vähiten mieluisalle vaihtoehdolle.

Paremmuusjärjestys	_____	_____	_____	_____
	Oma tavallinen auto	Oma robottiauto	Yksityinen robottitaksi	Joukkoliikenne (juna)
Kustannukset	30 €	35 €	25 €	15 €
Matka-aika	1 h 20 min	1 h 15 min	1 h 20 min	1 h 0 min
Kävely	600 m	100 m	100 m	500 m

10. Oletetaan, että kaikki liikenteessä olevat ajoneuvot ovat robottiautoja. Olisiko teillä tarvetta/halua omistaa omaa robottiautoa, mikäli robottitaksi olisi aina saatavilla noin 5 minuutissa ja robottitaksien vuosikustannukset olisivat käyttäjille noin 20 % omaa robottiautoa pienemmät?

☐ Kyllä, haluan omistaa tässä tapauksessa oman robottiauton.

☐ Ei, en koe tarvetta omistaa tässä tapauksessa omaa robottiautoa.

OSA IV: Automaattiautojen käyttöönoton pelot ja esteet

11. Laittakaa seuraavat kuusi robottiautoihin liittyvää huolenaihetta, uhkakuvaa ja pelkoa tärkeysjärjestykseen siten, että 1 on mielestänne suurin/tärkein uhka ja 6 vähäisin uhka.

_____ Korkeampi hinta	_____ Tekniikan epäluotettavuus ja toimimattomuus (matkan keskeytyminen)	_____ Kyberturvallisuus ja terrorismin pelko
_____ Yksityisyydensuojan heikkeneminen	_____ Ajoneuvojen liikenneturvallisuus (onnettomuudet)	_____ Robottiauto ei kykene toimimaan vaaratilanteissa niin, että se vastaisi omia moraalikäsityksiäni

OSA V: Taustatiedot ja avoin palaute

12. Mikä on ikänne?

_____ vuotta

13. Mikä on sukupuolenne?

☐ Nainen ☐ Mies

14. Onko teillä ajokorttia?

☐ Kyllä ☐ Ei

15. Kuinka monta henkilöä kotitalouteenne kuuluu teidät itsenne mukaan lukien?

_____ henkilöä

16. Kuinka monta henkilöautoa kotitaloudessanne on?

_____ henkilöauto(a)

17. Onko teillä ajamista hankaloittavia pysyviä vammoja tai sairauksia?

☐ Kyllä ☐ Ei

18. Matkustatteko joukkoliikenteellä vähintään kerran kuukaudessa?

☐ Kyllä ☐ Ei

19. Montako kilometriä suunnittele arvioitte itse ajavanne henkilöautoa vuodessa?

- ☐ En lainkaan
☐ Alle 5 000 km
☐ 5 000–10 000 km
☐ 10 001–20 000 km
☐ 20 001–30 000 km
☐ Yli 30 000 km

20. Mikä on ylin koulutustaso, josta olette valmistunut / jota opiskelette tällä hetkellä

- ☐ Peruskoulu ☐ Lukio/ammattikoulu
☐ Alempi korkea-
koulututkinto ☐ Ylempi korkea-
koulututkinto

21. Avoin palaute robottiautoista

22. Avoin palaute tutkimuksesta

KIITOS OSALLISTUMISESTANNE!

Liite B: Kyselyn karhukierroksen postikorttimuistutus



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO



Hyvä vastaanottaja, teidät on valittu liikennetutkimukseen!

Kevään ja kesän aikana toteutetaan koko maan laajuinen kyselytutkimus, jolla kartoitetaan suomalaisten valmiutta ja halukkuutta käyttää eri automaattiasojen henkilöautoja. Kysely on lähetetty yhteensä 10 000 satunnaisesti valitulle 18–64-vuotiaalle suomalaiselle. Tutkimuksessa kerättyjä tietoja hyödynnetään tulevaisuuden liikennejärjestelmän kehittämisessä ja tulevaisuuden liikenne-ennusteiden tekemisessä. Tutkimuksesta vastaavat yhteistyössä Tampereen teknillinen yliopisto, Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi sekä Liikennevirasto.

Kutsukirje tutkimukseen lähetettiin Teille aiemmin. Voitte osallistua tutkimukseen vastaamalla joko internetissä osoitteessa **www.trafi.fi/automaattiautokysely** tai palauttamalla aiemmin postitetun kyselylomakkeen 30.06. mennessä. Kyselyn vastauksia käsitellään luottamuksellisesti ja tutkimuksen tulokset julkaistaan Tampereen teknillisessä yliopistossa toteutettavassa diplomityössä sekä mahdollisesti myös Trafin julkaisuna.

Lomakkeen täyttämiseen kuluu aikaa noin 10–15 minuuttia. Voitte kirjautua nettilomakkeelle **nimenne yläpuolella mainitulla vastaustunnuksella**. Nettisivuilta saatte lisäohjeita lomakkeen täyttämiseen. Kyselyyn vastanneiden kesken arvotaan tuotepalkintoja.

Lisätietoja tutkimuksesta antaa tarvittaessa Timo Liljamo (p. 050 447 9913, timo.liljamo@tut.fi) Tampereen teknillisestä yliopistosta.

Mukavaa kesää!



Ni kan också svara på svenska på Internet.

Osoitelähde: Västötietojärjestelmä,
Västötirekisterikeskus, PL 70, 00092 Helsinki

www.trafi.fi/automaattiautokysely

Vastaustunnus:

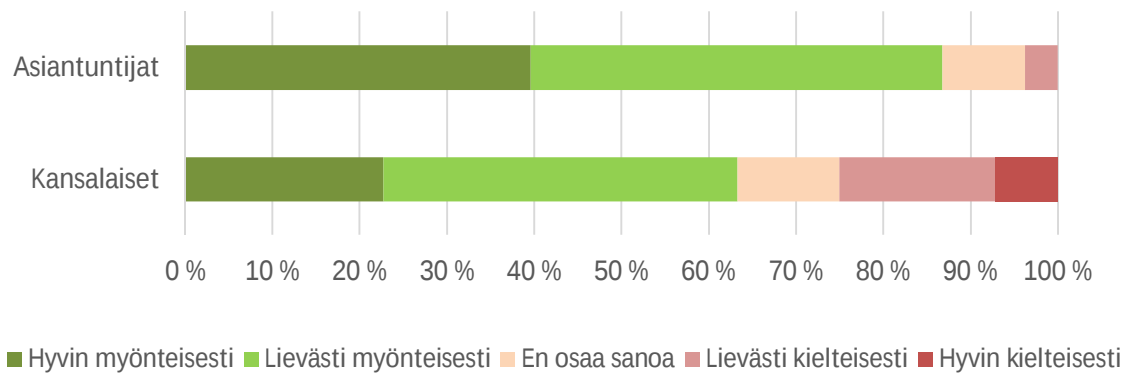
Veikko Vastaja
Innokkaan Vastajan katu 1
12345 Suomi

Liite C: Asiantuntijoiden ja kansalaisten vastaukset kyselyyn

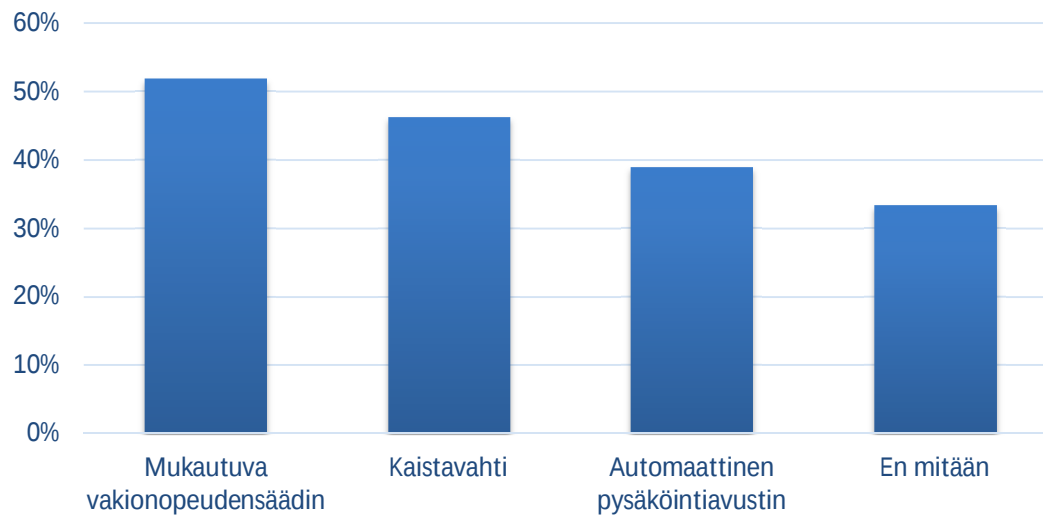
Asiantuntijoilla N = 54

Kansalaisilla N = 2 036

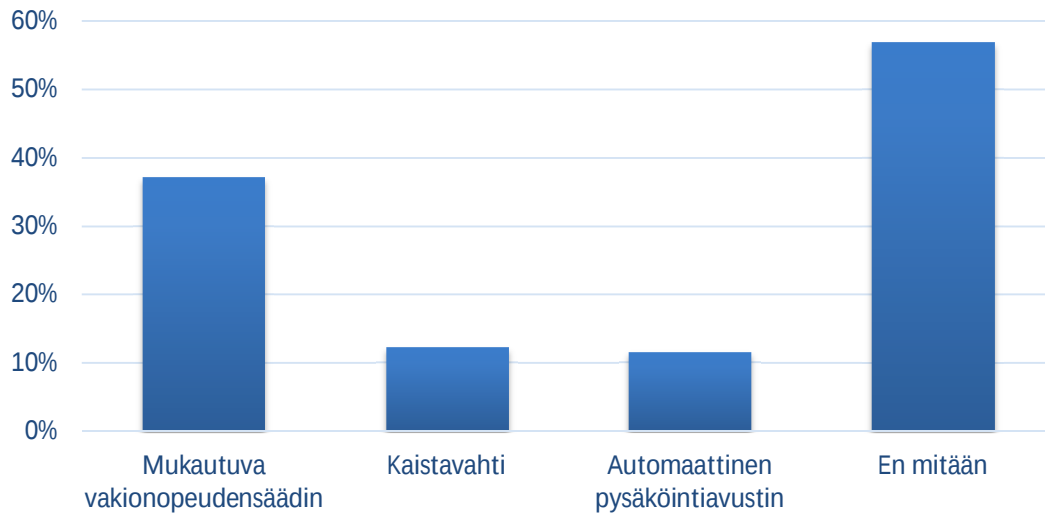
1. Miten suhtautudutte robottiautoihin yleisesti?



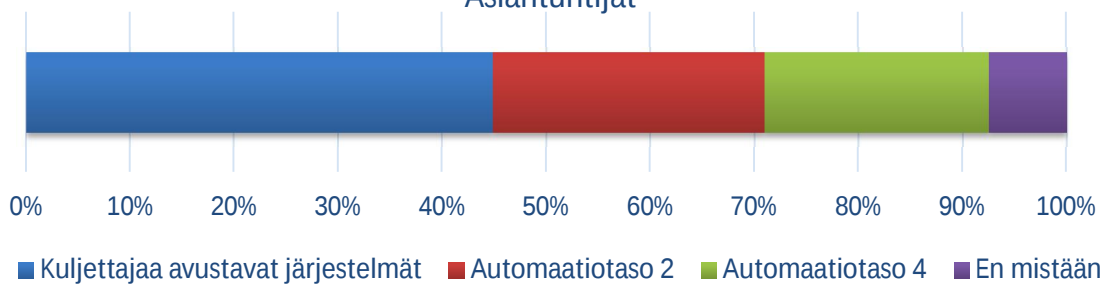
2. Mitä seuraavista jo olemassa olevista automaatiojärjestelmistä olette käyttänyt henkilöauton kuljettajana? Asiantuntijat



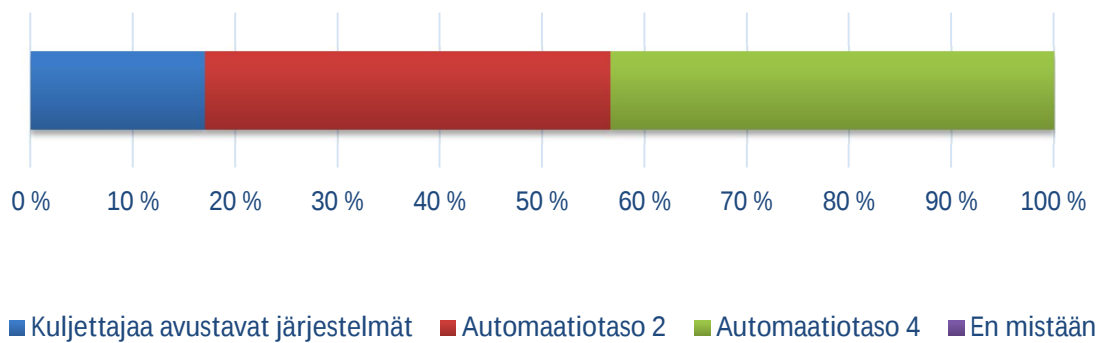
2. Mitä seuraavista jo olemassa olevista automaatiojärjestelmistä olette käyttänyt henkilöauton kuljettajana? Kansalaiset



3. Millaisista automaatiojärjestelmistä olisitte eniten kiinnostunut? Asiantuntijat



3. Millaisista automaatiojärjestelmistä olisitte eniten kiinnostunut? Kansalaiset



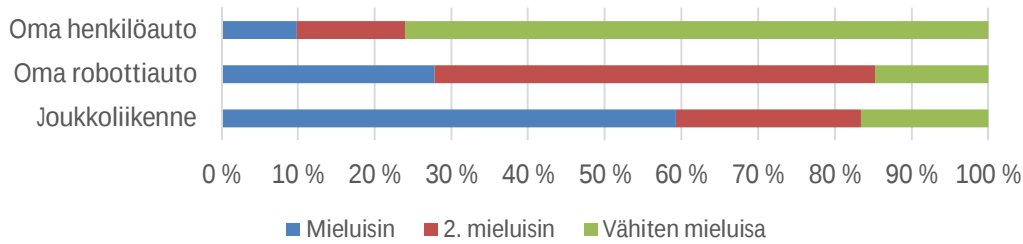
4. Mite mieltä olette seuraavista väittämistä? Asiantuntijat



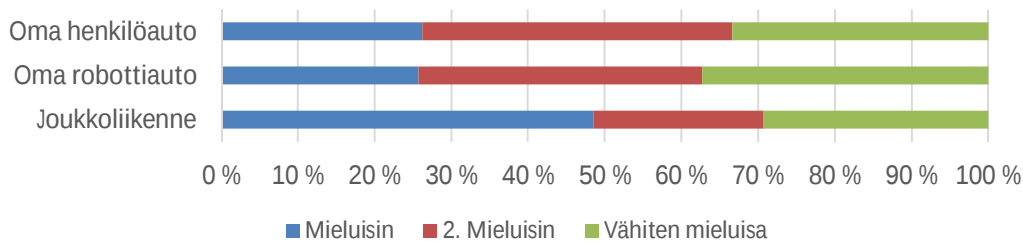
4. Mitä mieltä olette seuraavista väittämistä? Kansalaiset



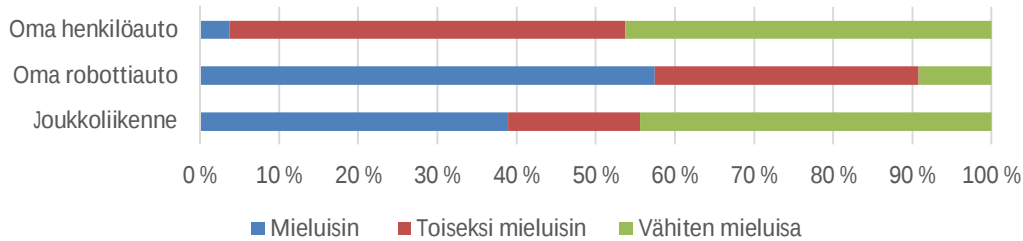
Kysymys 5a järjestämistehtävä
200 km matka kaupunkien keskustojen välillä
Asiantuntijat



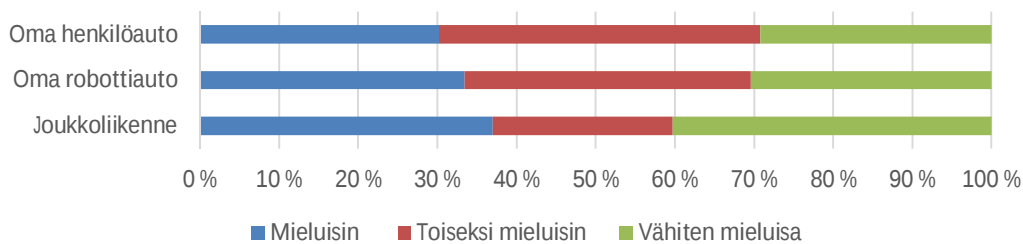
5a järjestämistehtävä
200 km matka kaupunkien keskustojen välillä
Kansalaiset



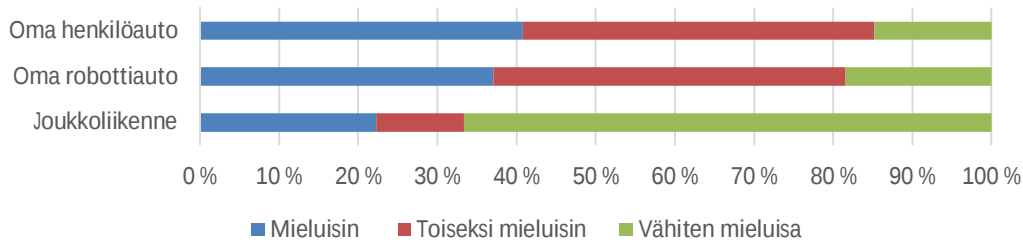
5b järjestämistehtävä
10 km matka kaupungin sisällä
Asiantuntijat



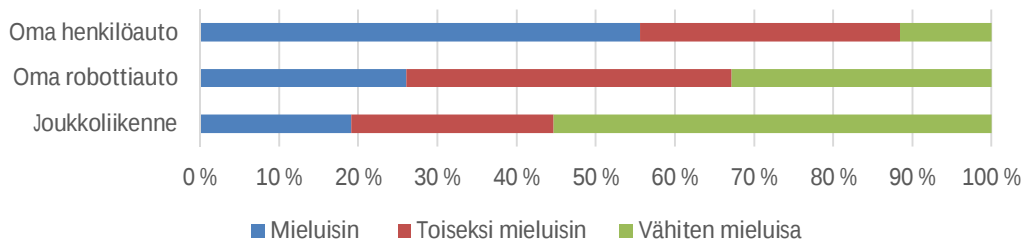
Kysymys 5b järjestämistehtävä
10 km matka kaupungin sisäisesti
Kansalaiset



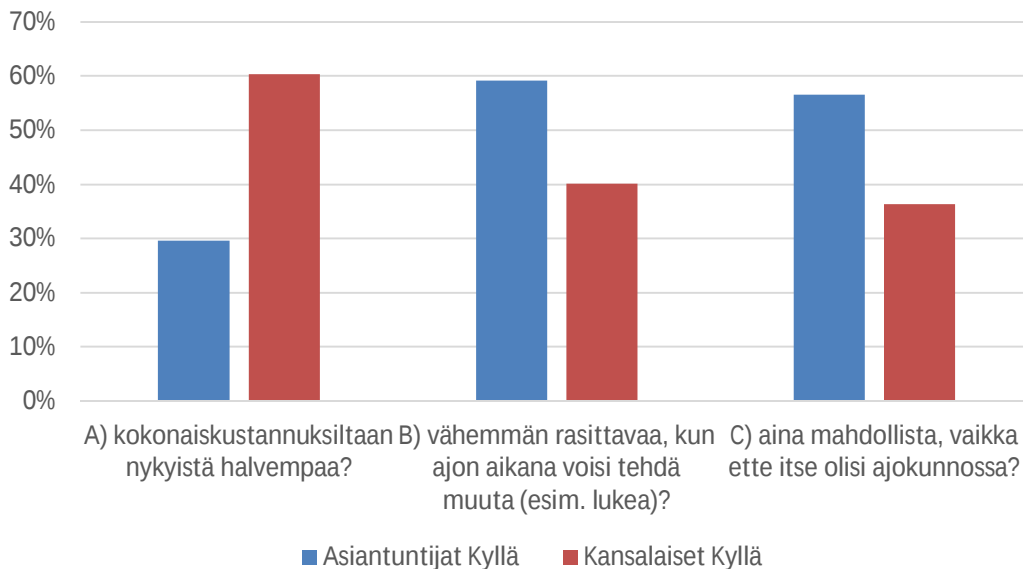
Kysymys 5c järjestämistehtävä
100 km matka haja-asutusalueella
Asiantuntijat



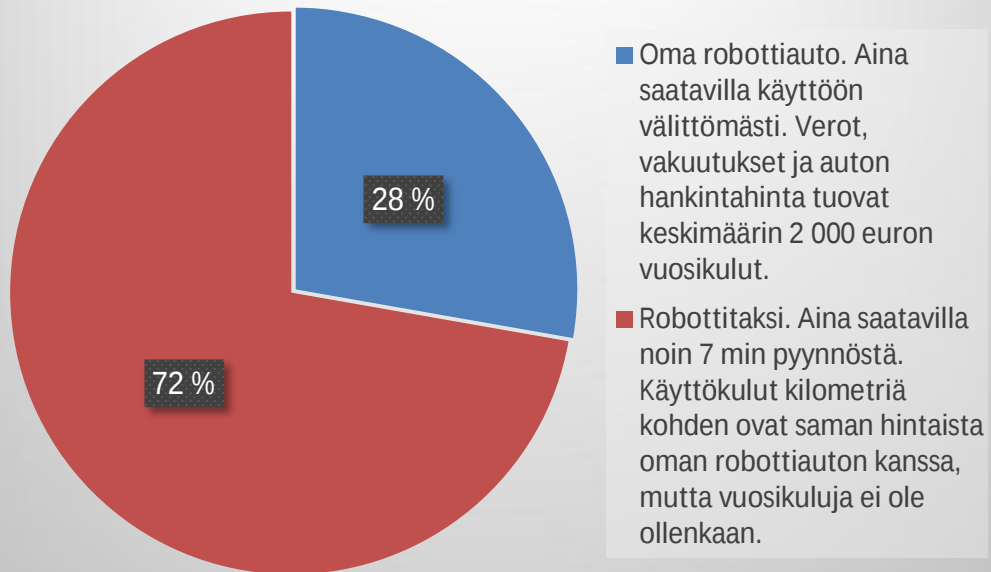
Kysymys 5c järjestämistehtävä
100 km matka haja-asutusalueella
Kansalaiset



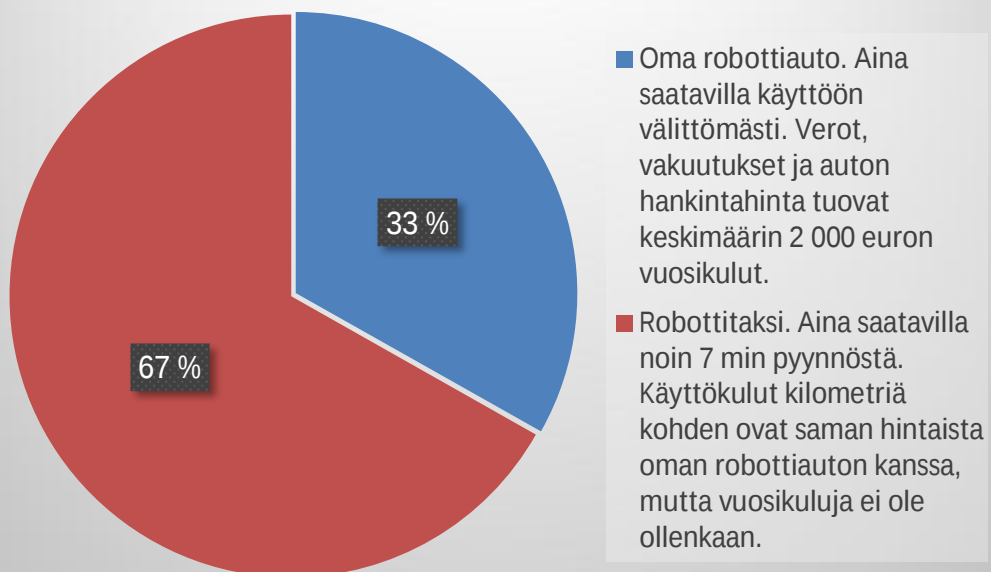
6. Uskoisitteko liikkuvanne henkilöautolla useammin tai pidempiä matkoja, jos autolla liikkuminen olisi



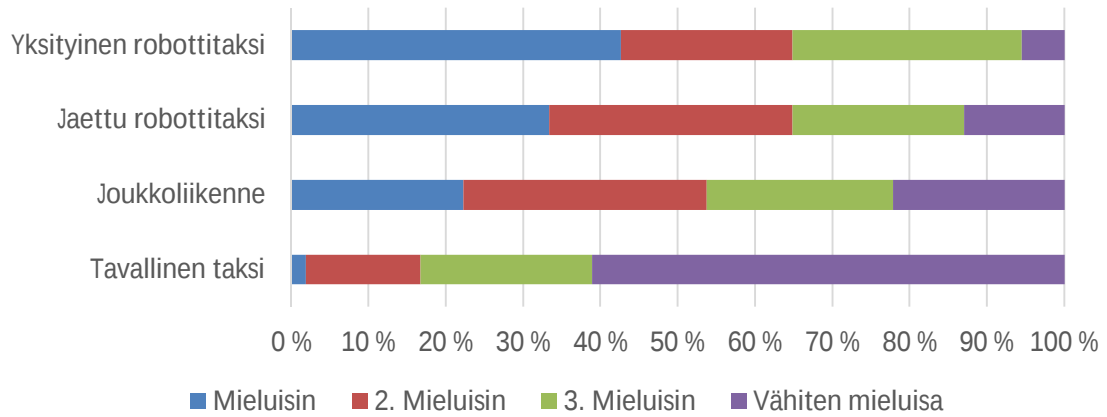
7. Kumman seuraavista valitsisitte? Autot vastaavat ominaisuuksiltaan toisiaan. Asiantuntijat



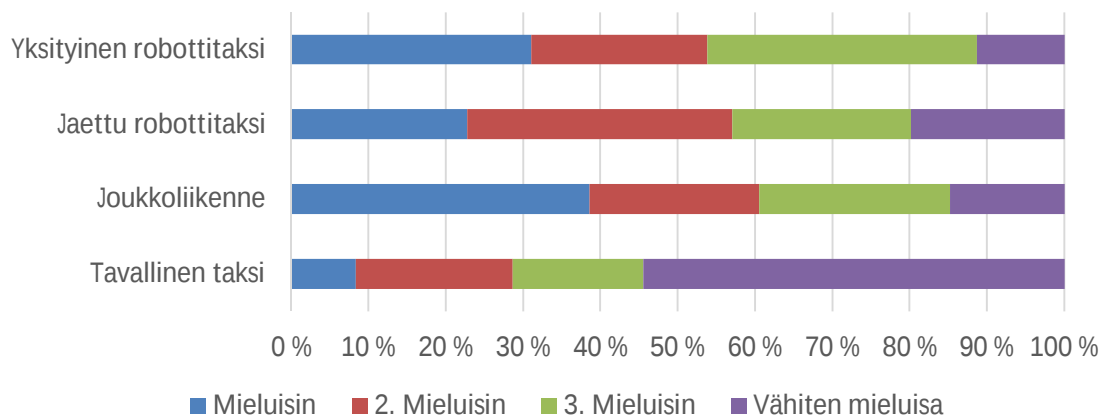
7. Kumman seuraavista valitsisitte? Autot vastaavat ominaisuuksiltaan toisiaan. Kansalaiset



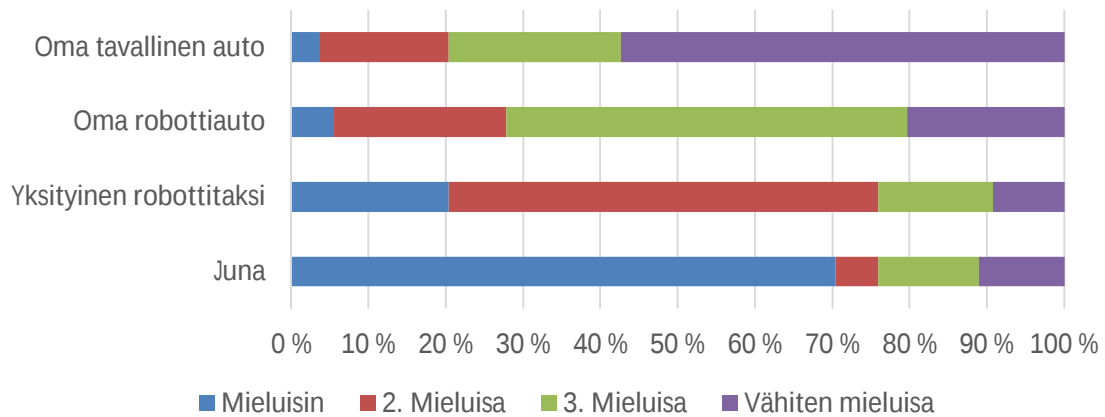
Kysymys 8 järjestämistehtävä
10 km matka laitakaupungilta keskusta
Asiantuntijat



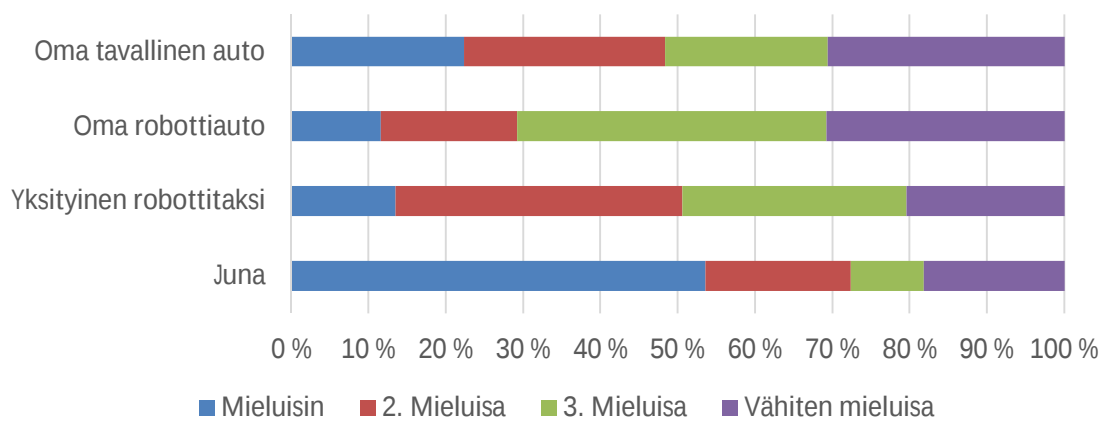
Kysymys 8 järjestämistehtävä
10 km matka laitakaupungilta keskusta
Kansalaiset



Kysymys 9 järjestämistehtävä
100 km matka kaupungin keskusta
Asiantuntijat

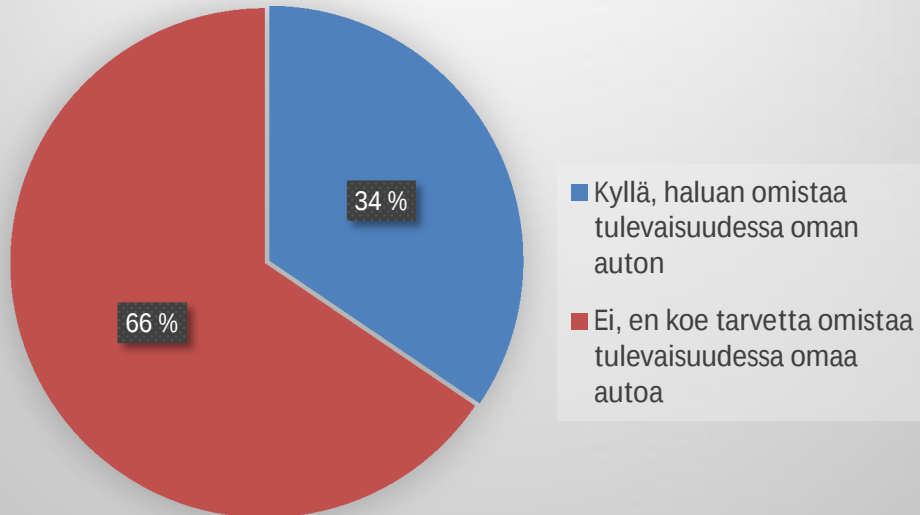


Kysymys 9 järjestämistehtävä
100 km matka kaupungin keskusta
Kansalaiset



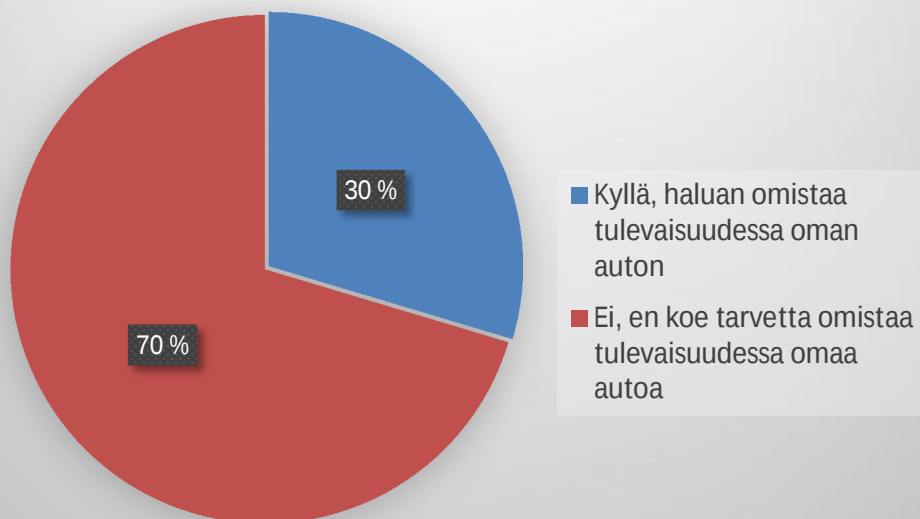
10. Oletetaan, että kaikki liikenteessä olevat ajoneuvot ovat robottiautoja. Olisiko teillä tällöin tarvetta/halua omistaa omaa robottiautoa?

Asiantuntijat

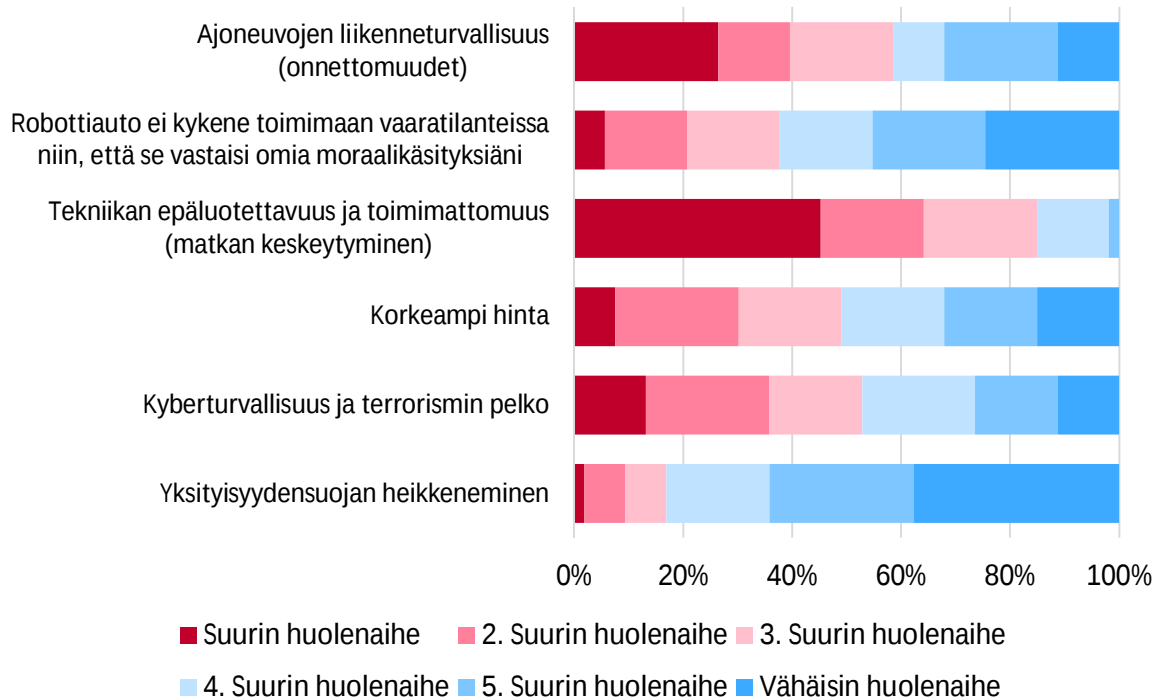


10. Oletetaan, että kaikki liikenteessä olevat ajoneuvot ovat robottiautoja. Olisiko teillä tällöin tarvetta/halua omistaa omaa robottiautoa?

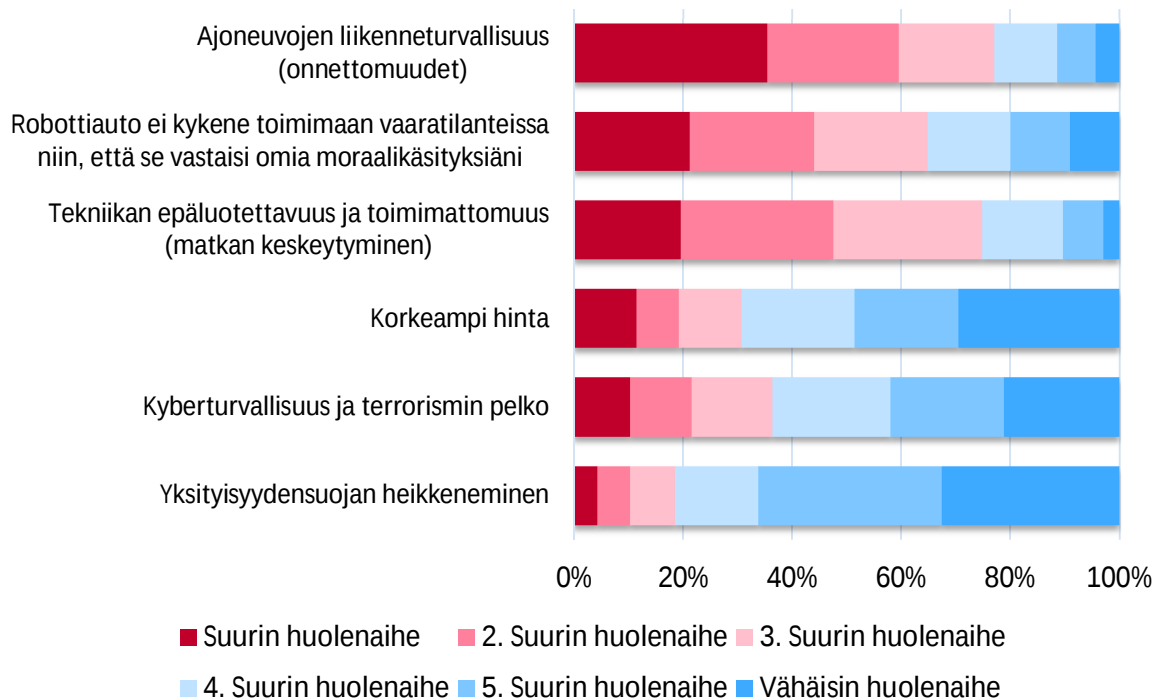
Kansalaiset



11. Laittakaa seuraavat robottiautoihin liittyvät huolenaiheet tärkeysjärjestykseen Asiantuntijat

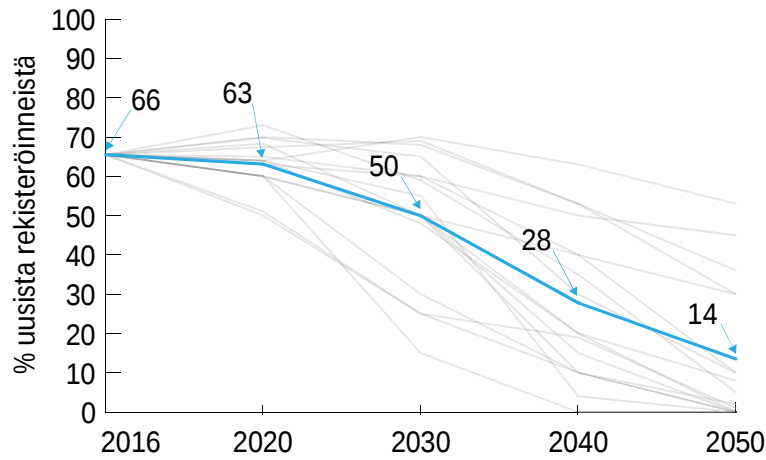


11. Laittakaa seuraavat robottiautoihin liittyvät huolenaiheet tärkeysjärjestykseen Kansalaiset

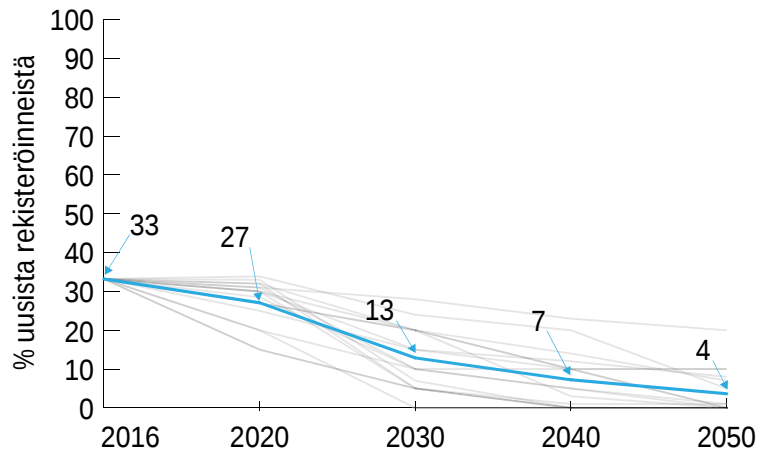


Liite D Työpajan tehtävän 4 eri käyttövoimalähteiden kaikki asiantuntija-arviot

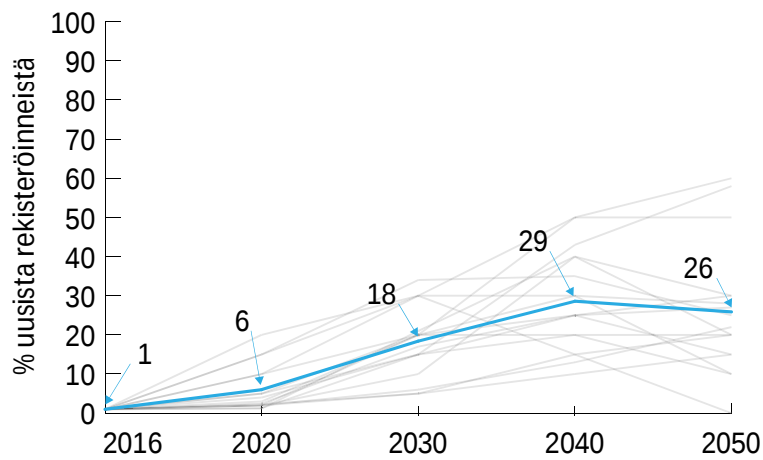
Bensiini:



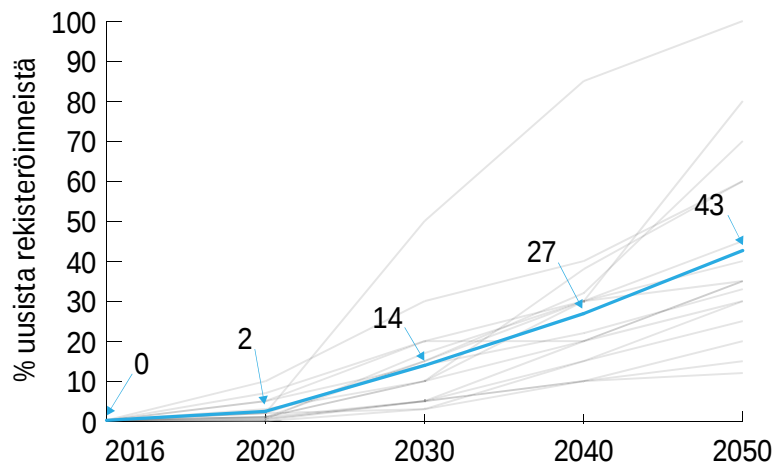
Diesel:



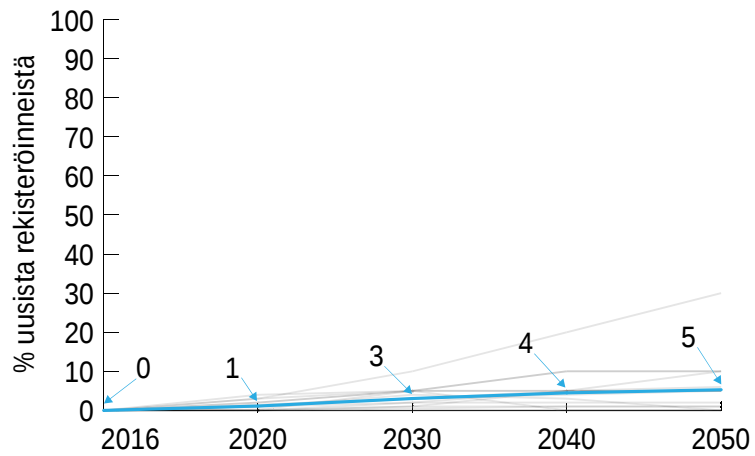
Hybrid:



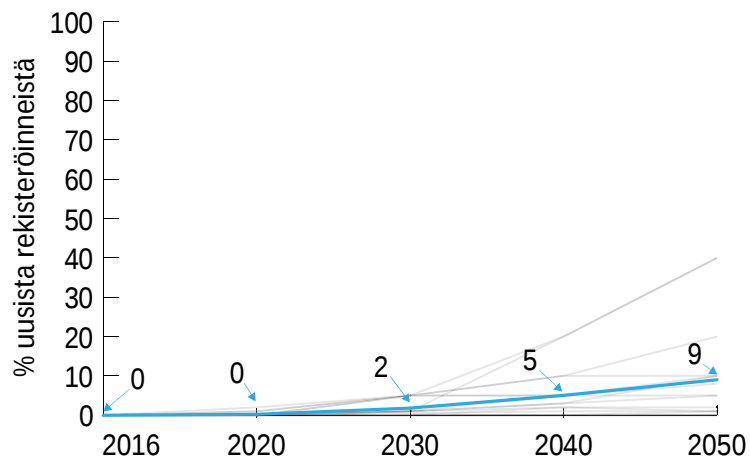
Akkusähkö:



Maa-/biokaasu:

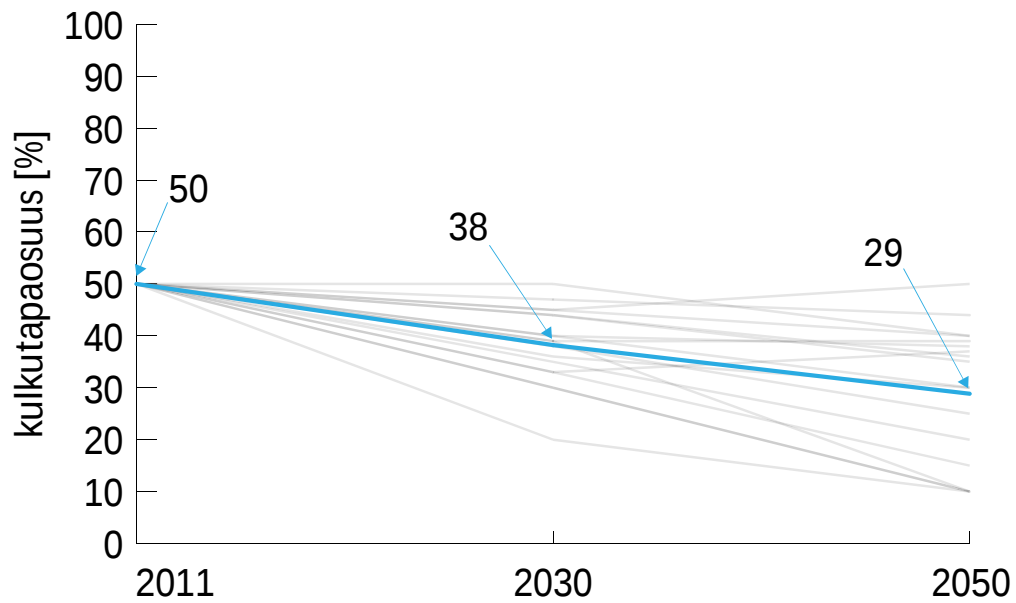


Vety:

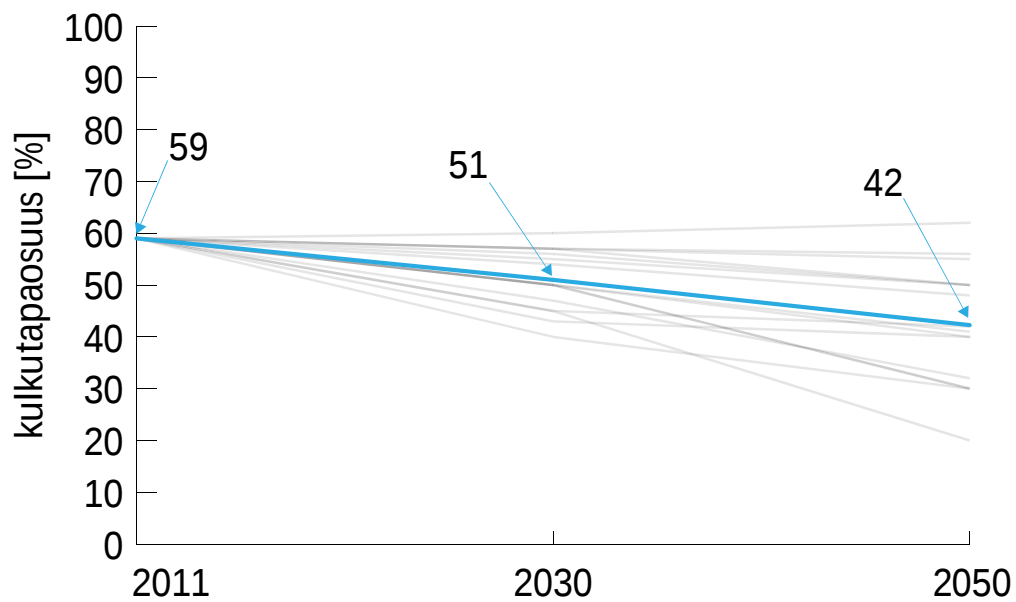


Liite E työpajan tehtävän 5 oman henkilöauton kulkutapaosuuden kaikki asiantuntija-arviot kaikilla seuduilla

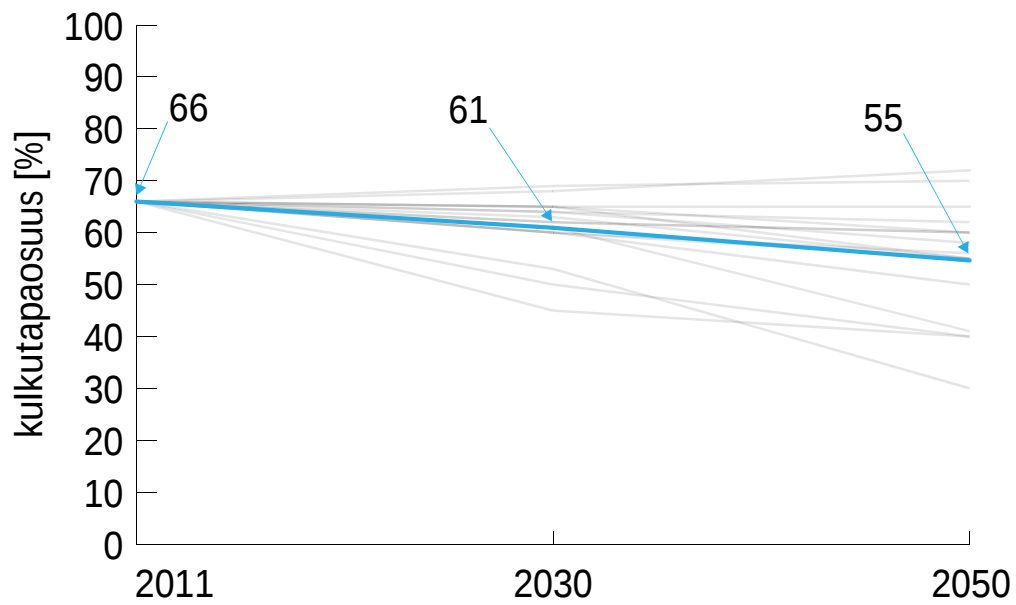
Henkilöautoilu pääkaupunkiseudulla:



Henkilöautoilu suurilla kaupunkiseuduilla:



Henkilöautoilu muilla kaupunkiseuduilla:



Henkilöautoilu seutukuntien välisillä matkoilla:

