

TIMO LILJAMO

Tieliikenteen automaation ja palveluistumisen vaikutukset ihmisten liikkumiseen tulevaisuudessa

Tampereen yliopiston väitöskirjat 329

TIMO LILJAMO

Tieliikenteen automaation ja palveluistumisen vaikutukset ihmisten liikkumiseen tulevaisuudessa

AKATEEMINEN VÄITÖSKIRJA
Esitetään Tampereen yliopiston
Rakennetun ympäristön tiedekunnan
suostumuksella julkisesti tarkastettavaksi
Tampereen yliopiston Rakennustalon
Auditoriossa RG2020, Korkeankoulunkatu 5,
Tampere, 13.11.2020, klo 12

AKATEEMINEN VÄITÖSKIRJA

Tampereen yliopisto, Rakennetun ympäristön tiedekunta

<i>Vastuuohjaaja ja Kustos</i>	Tenure track -professori Heikki Liimatainen Tampereen yliopisto Suomi	
<i>Esitarkastajat</i>	Professori Pekka Leviäkangas Oulun yliopisto Suomi	TkT Satu Innamaa VTT Suomi
<i>Vastaväittäjä</i>	Apulaisprofessori Arto Salonen Itä-Suomen yliopisto Suomi	

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -ohjelmalla.

Copyright ©2020 tekijä

Kannen suunnittelu: Roihu Inc.

ISBN 978-952-03-1740-9 (painettu)

ISBN 978-952-03-1741-6 (verkkojulkaisu)

ISSN 2489-9860 (painettu)

ISSN 2490-0028 (verkkojulkaisu)

<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-03-1741-6>

PunaMusta Oy – Yliopistopaino
Vantaa 2020

KIITOKSET

Tehdessäni diplomityötäni vuonna 2017, olin varma, että minusta ei voisi tulla tekniikan tohtoria. Onnistunut diplomityö poiki kuitenkin tilaisuuden jatkotutkimuksen tekemiseen. Kuin varkain päädyin aluksi kaavaillusta projektitutkijan roolista väitöskirjatutkijaksi toteuttamaan tätä projektia, joka on nyt viimein tulossa maaliin. Tämä matka ei kuitenkaan olisi ollut mahdollinen ilman saamaani tukea.

Ensinnäkin haluan kiittää työn ohjaajaa professori Heikki Liimataista, joka on mahdollistanut koko prosessin ja tarjonnut korvaamatonta tukea ja ohjausta diplomityön ensimetreistä aina väitöskirjan valmistumiseen saakka. Haluan myös kiittää väitöskirjan esitarkastajia professori Pekka Leviäkangasta ja TkT Satu Innamaata rakentavasta palautteesta ja saamistani kehitysehdotuksista.

Kiitos myös väitöskirjan julkaisuissa vahvasti mukana olleille kollegoille. Haluan kiittää DI Markus Pöllästä, joka oli työn ohjaajan lisäksi jokaisessa julkaisussa vahvasti mukana ja jota ilman väitöskirjan julkaisut eivät olisi ikinä valmistuneet. Myös DI:t Roni Utriainen ja Riku Viri olivat useammassa julkaisussa vahvasti mukana ja haluan kiittää myös teitä korvaamattomasta työstä väitöstutkimuksen parissa. Lisäksi erityiskiitos DI Hanne Tiikkajalle, joka on opastanut ja tukenut minua tilastollisten menetelmien käyttämisessä läpi tutkimuksen.

Haluan kiittää myös muita, entisiä ja nykyisiä, Verneläisiä, joiden kanssa on ollut ilo työskennellä ja edistää tutkimusta. Kiitos myös muille kollegoille, joiden kanssa olen saanut jakaa iloja ja suruja projektien, kahvitaukojen ja työpaikkaliikunnan merkeissä. Kiitos myös tut.lapua-yhteisölle tuesta väitöstutkimuksen tekemisessä.

Kiitos myös tutkimuksen rahoitukseen osallistuneille tahoille. Ilman Liikenneviraston ja Trafín rahoittamaa diplomityöprojektia tätä väitöstutkimusta ei olisi ikinä tehty. Väitöskirjan tekemisen puolestaan mahdollisti Koneen säätöön myöntämä tutkimusapuraha.

Lopuksi haluan kiittää vielä perhettä ja läheisiä saamastani tuesta. Kiitos erityisesti avopuolisolleni Sinille tuesta, jaksamisesta ja myös suuresta avusta läpi koko tämän prosessin.

Tampereella 26.9.2020

Timo Liljamo

TIIVISTELMÄ

Liikennejärjestelmä on kohtaamassa merkittäviä muutoksia tulevina vuosina ja vuosikymmeninä, kun digitalisaation mahdollistamat liikkumispalvelut (MaaS, Mobility as a Service) ja automaation mahdollistamat korkean automaatiotason autot tulevat saataville ja yleistyvät. Nämä uudet innovaatiot voivat muuttaa liikennejärjestelmän rakennetta ja ihmisten liikkumistottumuksia merkittävästi. Tämän tutkimuksen tavoitteena on lisätä tietoa ja tuottaa ymmärrystä siitä, miten valmiita ihmiset ovat ottamaan näitä innovaatioita käyttöönsä ja miten ne tulevat vaikuttamaan ihmisten liikkumiseen ja siten liikennejärjestelmään tulevaisuudessa.

Tässä tutkimuksessa tutkimusmenetelminä on käytetty kahta laajaa kansalaisykselyä ($N_{\text{automaattiauto}}=2036$ ja $N_{\text{MaaS}}=1176$) ja kahta asiantuntijatyöpajaa. Tutkimuksen perusteella ihmiset ovat suhteellisen valmiita kokeilemaan ja ottamaan käyttöön niin MaaS-palveluita kuin automaattiautojakin, kunhan niiden palvelutaso on riittävän hyvä ja niiden avulla voidaan saavuttaa esimerkiksi taloudellista hyötyä. Ihmisten maksuhalukkuus uusista palveluista on kuitenkin suhteellisen vähäistä. Uusien palveluiden tulisi pystyä tuomaan taloudellisia etuja käyttäjilleen tai niiden houkuttelevuutta ja ihmisten kokema hyötyä tulisi kasvattaa, jotta ne voisivat yleistyä.

Automaattiautot ja MaaS-palvelut tulevat vaikuttamaan liikennejärjestelmään ja ihmisten liikkumistottumuksiin merkittävästi tulevaisuudessa. Ihmisten autonomistustarve tulee pienentymään ja uusilla innovaatioilla on myös merkittäviä vaikutuksia kulkutapajakaumaan. Lopulliset vaikutukset kulkutapajakaumaan ovat kuitenkin vielä epäselviä. Tässä tutkimuksessa tunnistettiin näiden innovaatioiden vaikutusmekanismeja, joiden pohjalta kulkutapajakaumat muuttuvat. Yleisesti liikennepoliittisilla ratkaisuilla tulee olemaan merkittävä rooli siinä, millaiseksi automaattiautojen ja MaaS-palveluiden vaikutukset lopulta muodostuvat. Muutokseen täytyy kuitenkin varautua ja kehitystä täytyy ohjata, jotta toivottava tulevaisuuskuva voidaan saavuttaa.

ABSTRACT

The transport system is facing significant changes in the following years and decades as digitalisation-enabled mobility services (MaaS, Mobility as a Service) and automation-enabled high-level automated vehicles become more common and more widely available. These new innovations can significantly change the structure of the transport system and affect people's mobility habits. The aim of this study is to increase knowledge and provide an understanding on how ready people are to adopt these innovations and what kind of effects they will have on people's current mobility habits and thus the transport system in the future.

In this study, the research methods used have been two large citizen surveys ($N_{\text{automated_vehicles}}=2036$ and $N_{\text{MaaS}}=1176$) and two expert workshops. According to the study, people are relatively willing to try and adopt both MaaS and automated vehicles, as long as their service level is good enough and they can be used to achieve, for example, economic benefits. However, people's willingness to pay for new services is relatively low. Therefore, new services should be able to bring economic benefits to their users or their attractiveness, and the perceived benefits by people should be increased that they can become more widespread.

Automated vehicles and MaaS will have a significant impact on the transport system and people's mobility habits in the future. People's need for car ownership will decrease and new innovations will also have significant effects on the modal split. However, the final implications for the modal split are still unclear. This study identified the impact mechanisms of these innovations on the basis of which the modal split will change. In general, transport policy will play a significant role in what the effects of automated vehicles and MaaS services will eventually be. However, there is a need for preparing for the changes and the development must be influenced in order to achieve the desired future.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	11
1.1	Tutkimuksen tausta ja motiivit	11
1.2	Tutkimustavoitteet ja -kysymykset sekä tutkimuksen rajaus	12
1.3	Tutkimusfilosofia ja -menetelmät.....	14
1.4	Tutkimusprosessi ja tutkimuksen rakenne.....	16
2	TUTKIMUKSEN VIITEKEHYS JA KIRJALLISUUSKATSAUS.....	19
2.1	Uusien teknologioiden käyttöönotto	19
2.2	Yleisesti liikkumistottumuksiin vaikuttavia tekijöitä	21
2.3	Tieliikenteen automaatio.....	22
2.3.1	Viitekehys	22
2.3.2	Ihmisten suhtautuminen automaattiautoihin ja valmius ottaa automaattiautoja käyttöön.....	26
2.3.3	Automaattiautojen vaikutukset ihmisten liikkumistottumuksiin	28
2.4	Tieliikenteen palveluistuminen	30
2.4.1	Viitekehys	30
2.4.2	Ihmisten valmius MaaS-palveluille ja MaaS-palveluiden vaikutukset liikkumistottumuksiin.....	31
3	TUTKIMUSMENETELMÄT JA AINEISTO	34
4	TUTKIMUKSEN PÄÄTULOKSET	39
4.1	Suhtautuminen tieliikenteen automaatioon, artikkeli I.....	39
4.2	Ihmisten kiinnostus ja valmius MaaS-palveluihin, artikkelit II ja IV.....	42
4.3	Automaattiautojen vaikutukset kulkutapajakaumaan, artikkeli III	46
4.4	Automaattiautojen ja MaaS-palveluiden vaikutukset autonomistukseen, artikkeli V.....	53
4.5	Synteesi tutkimuskysymyksittäin	58
5	JOHTOPÄÄTÖKSET	67
5.1	Tulosten merkitys	67
5.2	Tutkimuksen luotettavuus ja yleistettävyys.....	69
5.3	Jatkotutkimusaiheet	71

Liitteet

Liite 1, Automaattiautokyselyn ohjeet ja kyselylomake

Liite 2, MaaS-kyselyn ohjeet ja kyselylomake

Liite 3, Referaatti väitöskirjan kannalta olennaisista työpajojen tuloksista

ALKUPERÄISJULKAISUT

- Julkaisu I Liljamo T., Liimatainen H., Pöllänen M. (2018). Attitudes and concerns on automated vehicles, *Transportation Research Part F*, Vol. 59, pp. 24–44.
- Julkaisu II Liljamo T., Liimatainen H., Pöllänen M., Utriainen R., Viri R. (2020). Potential user groups of Mobility as a Service in Finland, *Implications of Mobility as a Service (MaaS) in Urban and Rural Environments: Emerging Research and Opportunities*, edited by António Manuel Amara, et al., IGI Global, 2020, pp. 51–81.
- Julkaisu III Liljamo T., Liimatainen H., Pöllänen M. (2020). The possible effects of automated vehicles on the modal share of private cars and public transport, *Transport Research Arena TRA 2020*, April 27-30, 2020, Helsinki, Finland, Conference track, 20 p.
- Julkaisu IV Liljamo T., Liimatainen H., Pöllänen M., Utriainen R. (2020). People’s current mobility costs and willingness to pay for Mobility as a Service offerings, *Transportation Research Part A*, Vol. 136, pp. 99–119.
- Julkaisu V Liljamo T., Liimatainen H., Pöllänen M., Viri R. (2020). The effects of public transport, mobility as a service (MaaS) and automated vehicles provision on future car ownership, *Transportation Research Part D*, Under review.

TEKIJÄN OSUUS ALKUPERÄISJULKAISUISSA

- Julkaisu I Tutkimus ideoitii yhdessä muiden kirjoittajien kanssa. Liljamo vastasi tutkimusaineiston keräämisestä ja aineistoanalyysistä sekä toimi pääkirjoittajana artikkelissa. Liimatainen ja Pöllänen osallistuivat artikkelin kirjoittamiseen ja tulosten analysoitiin.
- Julkaisu II Tutkimus ideoitii yhdessä muiden kirjoittajien kanssa. Liljamo vastasi kyselytutkimusaineiston keräämisestä ja aineistoanalyysistä sekä toimi toisena pääkirjoittajana artikkelissa yhdessä Pölläsen kanssa. Liimatainen, Utriainen ja Viri osallistuivat artikkelin kirjoittamiseen ja tulosten analysointiin.
- Julkaisu III Tutkimus ideoitii yhdessä muiden kirjoittajien kanssa. Liljamo vastasi tutkimusaineiston keräämisestä ja aineistoanalyysistä sekä toimi pääkirjoittajana artikkelissa. Liimatainen ja Pöllänen osallistuivat artikkelin kirjoittamiseen ja tulosten analysoitiin.
- Julkaisu IV Tutkimus ideoitii yhdessä muiden kirjoittajien kanssa. Liljamo vastasi tutkimusaineiston keräämisestä ja aineistoanalyysistä sekä toimi pääkirjoittajana artikkelissa. Liimatainen, Pöllänen ja Utriainen osallistuivat artikkelin kirjoittamiseen ja tulosten analysoitiin.
- Julkaisu V Tutkimus ideoitii yhdessä muiden kirjoittajien kanssa. Liljamo vastasi tutkimusaineiston keräämisestä ja aineistoanalyysistä sekä toimi pääkirjoittajana artikkelissa. Liimatainen, Pöllänen ja Viri osallistuivat artikkelin kirjoittamiseen ja tulosten analysoitiin.

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tausta ja motiivit

Liikenne on hyvinvoinnin ja kasvun perusta. Liikenne on johdettua kysyntää, joka palvelee ihmisten ja elinkeinoelämän sosiaalista ja taloudellista hyvinvointia. (LVM 2012.) Nykyisessä muodossa liikenne aiheuttaa kuitenkin myös merkittäviä negatiivisia ulkoisvaikutuksia liikenneonnettomuuksien, päästöjen ja muiden ympäristövaikutusten muodossa (Borger & Proost 2013). Näiden ongelmien ratkaisemiseksi liikenteen uudistamisen tarve on ilmeinen.

Digitalisaatio ja automaatio globaaleina megatrendeinä tarjoavat liikenteen uudistamiseen merkittäviä työkaluja, joiden avulla liikenteestä on tehtävissä turvallisempaa, ympäristöystävällisempää ja tehokkaampaa. Digitalisaatio mahdollistaa liikenteen tarjoamisen uudenlaisen palvelukonseptin avulla. Liikkuminen palveluna, eli MaaS (Mobility as a Service) -konseptia voidaan kuvata yhdeksi liikenteen nousuvaksi trendiksi (Liimatainen & Mladenovic 2018). Konseptin tarkoituksena on kehittää liikennejärjestelmää käyttäjä- ja palvelulähtöisesti tarjoten ihmisille kokonaisvaltaista palvelua kytkemällä yksittäisiä liikennepalveluita saumattomasti yhdeksi kokonaisuudeksi (Utriainen & Pöllänen 2018).

Vastaavasti myös liikenteen automaation mahdollistamat automaattiautot, eli kansankielellä robottiautot, ovat viime vuosina olleet paljon esillä niin liikennesektorin teollisuuden, lehdistön kuin tutkijoidenkin parissa. Lähes kaikilla suurilla autonvalmistajilla sekä myös monilla teknologia-alojen toimijoilla on omat automaattiautojen kehitysprojektinsa (Navigant Research 2020) ja automaattiautoja kehittävät myös monet pienemmät toimijat (CB Insights 2020). Automaattiautojen odotetaan erityisesti parantavan liikenneturvallisuutta, mutta niiden avulla liikenteestä voidaan tehdä myös ympäristöystävällisempää ja tehokkaampaa (Gruel & Stanford 2016). Useat autonvalmistajat ovat esittäneet tuovansa korkean automaatiotason autoja markkinoille 2020-luvulla (Faggella 2020).

Liikenteen digitalisaatiota ja automaatiota on tutkittu jonkin verran ja tutkimustyö aiheen parissa onkin kiihtynyt viime vuosina merkittävästi. Tutkimus on kuitenkin varsinkin alkuvaiheessa painottunut enimmäkseen teknisiin seikkoihin

käyttäjänäkökulman jäädessä vähäiselle huomiolle, joskin viimeisen kolmen vuoden aikana tutkimus myös käyttäjäkulmasta on lisääntynyt. Käyttäjien valmius uusiin innovaatioihin ja innovaatioiden vaikutukset käyttäjien liikkumistottumuksiin ovat kuitenkin ensiarvoisen tärkeitä selvittää, jotta liikennejärjestelmän muutoksiin voidaan varautua. Tämän väitöstutkimuksen tavoitteena on lähestyä aihetta käyttäjänäkökulmasta ja tuottaa merkittävää uutta tietoa tieliikenteen automaation ja palveluistumisen vaikutuksista ihmisten liikkumistottumuksiin tulevaisuudessa.

1.2 Tutkimustavoitteet ja -kysymykset sekä tutkimuksen rajaus

Väitöstutkimuksen päätavoitteena on selvittää, miten tieliikenteen automaatio ja digitalisaation mahdollistama liikkumisen palveluistuminen (MaaS) muuttavat ihmisten liikkumistottumuksia ja siten koko liikennejärjestelmää tulevaisuudessa. Väitöstutkimuksen tavoitteeseen ja tutkimusongelmaan vastataan neljän päätutkimuskysymyksen avulla. Päätutkimuskysymykset ovat:

- 1) Ovatko ihmiset valmiita ottamaan käyttöön automaattiautoja ja MaaS-palveluita?
- 2) Miten automaattiautot ja MaaS-palvelut vaikuttavat kulkutapajakaumaan tulevaisuudessa?
- 3) Miten automaattiautot ja MaaS-palvelut vaikuttavat ihmisten autonomistukseen tulevaisuudessa?
- 4) Millaisia eroja eri käyttäjäryhmillä on valmiudessa ottaa automaattiautoja ja MaaS-palveluita käyttöön ja millaisia käyttäjäryhmien väliset erot ovat näiden teknologioiden vaikutuksissa ihmisten liikkumistottumuksiin ja siten koko liikennejärjestelmään?

Tutkimuskysymyksen 1 tarkoituksena on selvittää, ovatko ihmiset valmiita ottamaan käyttöön MaaS-palveluita ja tieliikenteen automaattioratkaisuja. Tutkimuskysymys on merkityksellinen erityisesti sen vuoksi, että voidaan arvioida, miten automaatiota ja MaaS-palveluita otetaan käyttöön, eli miten nopeasti ne voivat yleistyä ja miten niiden aiheuttamat muutokset etenevät. Mikäli esimerkiksi ihmiset eivät olisi lainkaan valmiita uusille liikenteen palveluille, ei niitä otettaisi käyttöön eikä niillä siten olisi vaikutuksia liikennejärjestelmään. Tulevaisuuden vaikutusarvioiden kannalta täytyy ymmärtää, miten ihmiset ottavat uuden teknologian käyttöön.

Tutkimuskysymykset 2 ja 3 liittyvät tulevaisuuden vaikutuksiin ja siihen, miten liikennejärjestelmä ja liikkumistottumukset käytännössä muuttuvat esitettyjen muutostekijöiden seurauksena. Tieliikenteen automaatio ja palveluistuminen voivat vaikuttaa merkittävästi ihmisten liikkumistottumuksiin, mikä taas vaikuttaa laajasti koko liikennejärjestelmän dynamiikkaan. Muutokset voivat lisätä tai vähentää liikenteen ulkoisvaikutuksia ja siten muutosten etupainotteinen ymmärtäminen on tärkeää, jotta muutoksiin osataan varautua. Kuten tulevaisuudentutkimukselle on ominaista, tulevaisuuden vaikutuksia arvioiviin tutkimuskysymyksiin 2 ja 3 ei ole mahdollista vastata yksiselitteisesti. Tulevaisuus ei ole ennustettavissa, vaan siitä muodostetaan käsitys mahdollisesta tai vaihtoehtoisista tulevaisuuksista.

Tutkimuskysymys 4 liittyy vahvasti kaikkiin muihin tutkimuskysymyksiin. Vaikutukset eri alueilla ja eri käyttäjäryhmillä voivat olla hyvin erilaisia. Tämän vuoksi on tärkeä ymmärtää, miten vaikutukset ja valmius muuttuvat käyttäjäryhmien välillä. Tutkimuskysymyksiin vastaamalla voidaan muodostaa kokonaiskuva siitä, miten automaattiautot ja MaaS-palvelut vaikuttavat ihmisten liikkumiseen. Näin muutoksiin osataan varautua ja niitä voidaan ohjata kohti toivottavaa tulevaisuuskuva.

Tutkimuksen vaikutusarvioinnit rajataan koskemaan tulevaisuudessa olevaa tilannetta, jossa MaaS-palveluita ja korkean automaatiotason autoja on laajasti saatavilla. Todellisuudessa varsinkin aluksi automaattiautojen ja MaaS-palveluiden saatavuudessa ja käyttöympäristöissä voi olla paljon alueellisia eroja. Lisäksi ensimmäiset korkean automaatiotason autot toiminevat aluksi hyvin rajatussa ympäristössä. Tässä tutkimuksessa termillä ”automaattiauto” viitataan korkean automaatiotason (SAE 2018 mukaiset automaatiotasot 4 ja 5) autoihin, ellei erikseen muuta mainita. Tutkimuksessa tarkastellaan MaaS-palveluita ja automaattiautoja pääsääntöisesti erillisenä ilmiönä, sillä niiden yleistymisen aikataulu voi olla erilainen.

Tutkimus on suunnattu erityisesti liikennepoliittisen keskustelun ja liikennejärjestelmäsuunnittelun tueksi sen kaikille tasoille. Tutkimus auttaa ymmärtämään liikennejärjestelmän tulevaisuuden muutostekijöitä ja tuo siten lisäarvoa liikennejärjestelmäsuunnitteluun. Liiketoimintanäkökulma rajataan tutkimuksen ulkopuolelle, mutta myös liikkumispalveluiden tuottajat ja automaattiautojen kehittäjät voivat tutkimuksen tulosten avulla esimerkiksi segmentoida asiakaskuntaa ja arvioida siten liiketoimintapotentiaalia.

1.3 Tutkimusfilosofia ja -menetelmät

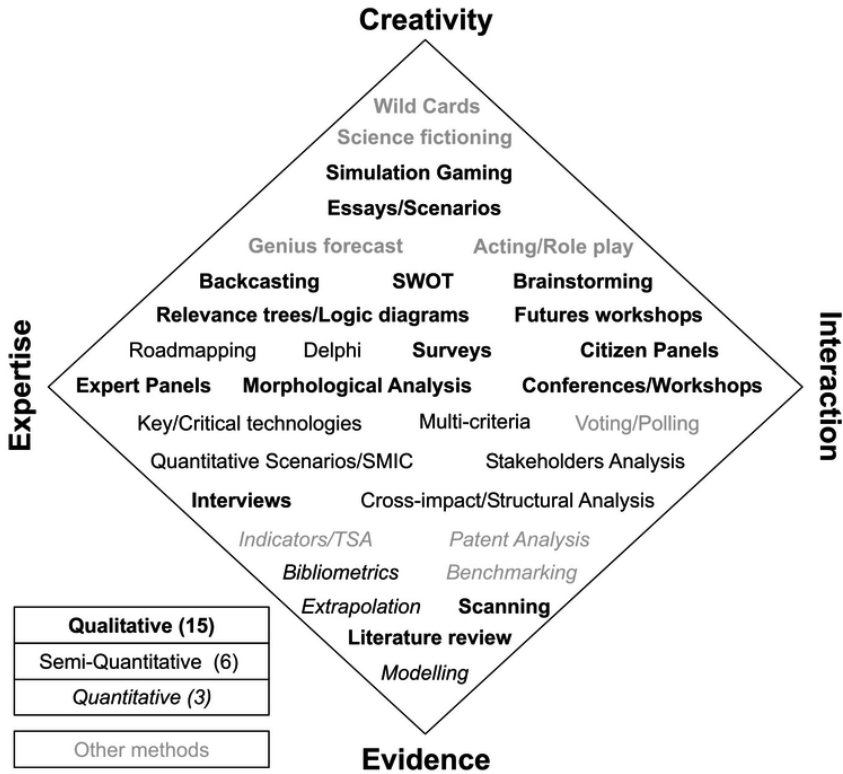
Väitöstutkimuksessa hyödynnetään menetelmätriangulaatiota, eli tutkimusaineiston hankinnassa käytetään useita tiedonhankintamenetelmiä (Eskola & Suoranta 1998). Tutkimuksen filosofista lähestymistapaa voidaan tarkastella myös Saunders et al. (2019) esittämän tutkimussipulin (research onion) avulla. Tutkimussipulin uloimmalla kerroksella kuvataan tutkimuksen filosofista lähestymistapaa, eli sitä, millainen luonne tiedolla ja todellisuudella on. Seuraavalla tasolla kuvataan teoreettista lähestymistapaa tiedon luonnissa, eli tieteellisen päättelyn luonnetta. Sipulin kolmannella tasolla tehdään tutkimuksen menetelmäsuuntaus laadullisen ja määrällisen tutkimustavan väliltä tai niitä yhdistelemällä. Neljännellä tasolla valitaan tutkimuksen strategia, mikä vaikuttaa käytettäviin tiedonkeruutapoihin. Seuraavalla tasolla määritetään tutkimuksen aikahorisontti pitkittäisen ja poikittaisen tutkimuksen väliltä. Lopuksi tutkimussipulin ytimessä on varsinainen tiedonkeruu ja analysointitavat. (Saunders et al. 2009)

Väitöstutkimuksen tutkimusongelman ollessa tulevaisuuskeskeinen, väitöstutkimus rakentuu tulevaisuudentutkimuksen menetelmien varaan. Tulevaisuudentutkimus on tieteidenvälinen ja poikkitieteellinen tiedonala, jonka tarkoituksena on tuoda esille, mikä on mahdollista, todennäköistä ja toisaalta toivottavaa tai ei-toivottavaa tulevaisuudessa (Rubin 2004).

Tulevaisuudentutkimuksessa voidaan hahmottaa kolme filosofista lähestymistapaa: ekstrapolaatio, näkemyksellinen ajattelutapa ja visiointi. Ekstrapolaatioissa keskeistä on tarve ymmärtää nopeaa muutosta ja pyrkimys selvittää sitä, minne maailma on menossa. Lähestymistavassa menneestä kehityksestä ja nykyhetken tilanteesta pyritään tekemään johtopäätöksiä tulevaisuuden kehityksestä. Lähestymistavan keskiössä ovatkin erilaiset kvantitatiiviset ennustemenetelmät, kuten aikasarja-analyysi. Toinen filosofinen lähestymistapa eli näkemyksellinen ajattelutapa sisältää ajatuksen siitä, mitä tulevaisuudessa toivotaan tapahtuvan. Myös tässä lähestymistavassa etsitään mahdollisia ja todennäköisiä tulevaisuuskuvia, mutta lähestymistapaan liittyy olennaisena osana myös toivottavan tulevaisuuskuvan tarkastelu. Lähestymistavan keskiössä ovatkin kvalitatiiviset tutkimusmenetelmät, kuten Delfoi-tutkimus. Kolmas filosofinen lähestymistapa, eli visiointi, on kahden edellä mainitun yhdistelmä. Lähestymistavan ytimessä on se, että ihminen muuttaa todellisuutta ja vaikuttaa tulevaisuuteen omilla valinnoillaan. Ihmisten valintoja ohjaavat sekä erilaiset visiot tulevaisuudesta että menneisyydestä ekstrapoloitavat trendit. Lähestymistavan ytimessä on sekä kvalitatiivisia että kvantitatiivisia menetelmiä ja tyypillisesti lähestymistavassa

käytetään esimerkiksi perinteisiä haastattelu- ja kyselymenetelmiä sekä trendiennusteita ja skenaariomenetelmiä. (Masini 1993, Rubin 2004 mukaan.)

Tulevaisuudentutkimuksen menetelmäkirjo on hyvin laaja. Popper (2008) jaotteli tulevaisuuden tutkimuksen menetelmiä kuvassa 1 esitetyllä niin kutsutulla ”Popperin timantilla”.



Kuva 1. Tulevaisuudentutkimuksen menetelmiä (Popper 2008).

Tässä väitöstutkimuksessa tulevaisuudentutkimuksen filosofinen lähestymistapa on visiointi ja tutkimuksessa hyödynnetään sekä kvantitatiivisia että kvalitatiivisia menetelmiä. Tutkimusongelmaa lähestytään kolmen kuvassa 1 esitetyn menetelmän avulla: kirjallisuuskatsaus, kansalaiskyselyt ja asiantuntijatyöpajat. Kirjallisuuskatsaus luo perustan koko tutkimukselle. Kirjallisuuskatsausta täydennetään kansalaiskyselyillä. Kansalaiskyselyillä voidaan kerätä ihmisten näkemyksiä ja ajatuksia tulevaisuuden innovaatioista ja niiden käyttämisestä. Kansalaiskyselyt toteutetaan laajalla populaatiota edustavalla otoksella, jolloin tulokset heijastelevat koko populaation näkemyksiä.

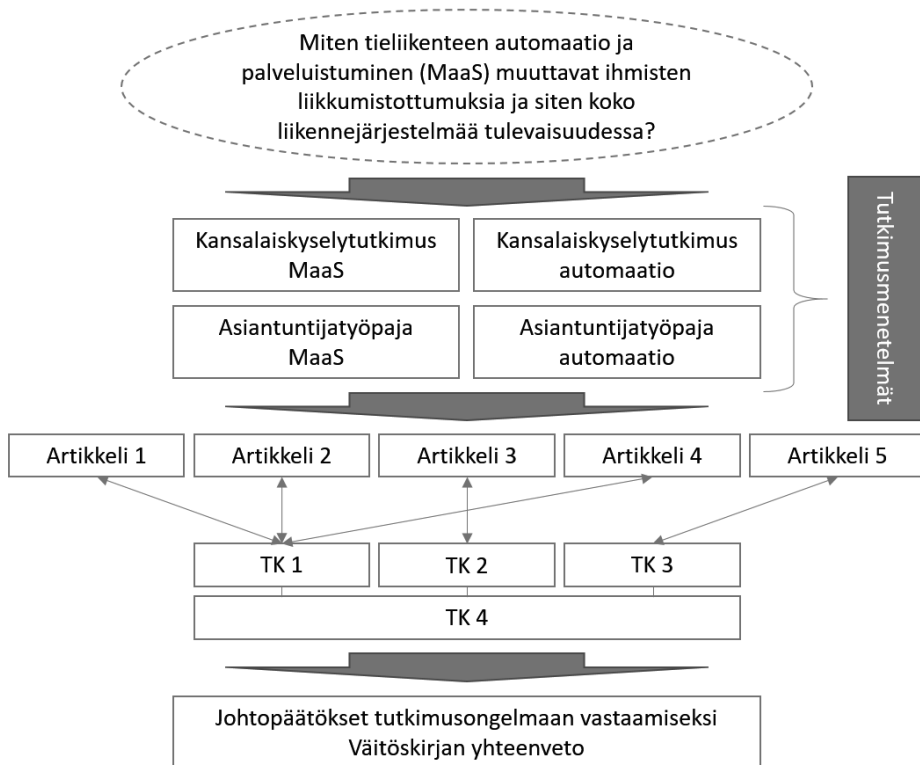
Näin voidaan selvittää ihmisten valmiutta innovaatioiden käyttöönotolle ja saadaan tietoa myös innovaatioiden mahdollisista vaikutuksista. Kansalaiskyselyn avulla ei voida kuitenkaan muodostaa tarkkaa käsitystä tulevaisuuden innovaatioiden vaikutuksista ihmisten käyttäytymiseen, joten kyselyn tuloksia ja analyysiä täydennetään kvalitatiivisilla asiantuntijamenetelmillä. Tässä tutkimuksessa asiantuntijamenetelmänä hyödynnetään työpajatyöskentelyä, joka soveltuu hyvin tulevaisuuden innovaatioiden vaikutusarvioiden tekemiseen. (Popper 2008.) Työpajatyöskentelyä kuvataan tulevaisuudentutkimuksen menetelmissä myös tulevaisuusverstaana. Tulevaisuusverstaassa joukko asiantuntijoita tai joissain tapauksissa myös ”tavallisia ihmisiä” koontuu pohtimaan yhteisesti ja demokraattisesti tiettyä tulevaisuuteen liittyvää teemaa. (Talvela & Stenman 2012.) Koska tutkimusongelma sisältää kaksi osittain erilaista muutostekijää, eli MaaS-palvelut ja tieliikenteen automaatio, niin tutkimusongelmaa lähestytään kahdesta eri näkökulmasta ja kummankin muutostekijän vaikutuksista kerätään erilliset tutkimusaineistot.

Tässä tutkimuksessa hyödynnettävien menetelmäkokonaisuuksien eli määrällisten kyselytutkimusten ja laadullisten asiantuntijatyöpajojen tieteenfilosofiset lähestymistavat poikkeavat toisistaan. Joissain tapauksissa kyselytutkimusten voidaan katsoa olevan epistemologisilta lähtökohdiltaan positivistisia, eli tieto on mitattavissa ja siitä voidaan tehdä yleistyksiä. Toisaalta on kuitenkin huomioitava, että vaikka kyselytutkimusten vastaukset ovat mitattavissa, voidaan myös pohtia, ovatko kansalaisten vastaukset objektiivisesti tosia ja yleistettävissä olevia, jolloin tiedon mitattavuus ei ole yksiselitteistä. Erityisesti tässä väitöstutkimuksessa tulevaisuudentutkimuksen menetelmänä toteutettu kyselytutkimus sisältää paljon tulkinnallisuutta. Asiantuntijamenetelmien avulla jalostettava tieto on epistemologisilta lähtökohdiltaan niin ikään tulkinnallista ja siten perinteisenä tutkimusfilosofiana väitöstutkimuksessa on interpretivismi. Tässä tutkimuksessa tiedon luonnin teoreettisena lähestymistapana käytetään pääsääntöisesti induktiivista päättelyä, eli yksittäisistä havaintojoukoista pyritään tekemään yleistyksiä. Menetelmätriangulaation myötä tutkimuksen menetelmäsuuntauksena yhdistetään määrällistä ja laadullista tutkimustapaa. Tutkimusstrategiana ovat kyselytutkimukset ja asiantuntijamenetelmät ja tutkimus on toteutettu poikittaistutkimuksena. (Saunders et al. 2019.)

1.4 Tutkimusprosessi ja tutkimuksen rakenne

Väitöstutkimuksen perustana on kirjallisuuskatsaus kaikkien tutkimuskysymysten ympärillä niin automaation kuin MaaS-palveluiden osalta. Aiemman tutkimuksen

pohjalta havaittua tutkimusaukkoa täydennettiin laajoilla populaatiota edustavilla kansalaiskyselyillä. Lisäksi kirjallisuuskatsauksen ja kansalaiskyselyiden tuloksia käsiteltiin asiantuntijatyöpajoissa. Kuvassa 2 on esitetty tutkimuksen rakenne.



Kuva 2. Väitöstutkimuksen rakenne

Kuvan 2 mukaisesti väitöstutkimuksen aineistoa analysoidaan viidessä tieteellisessä artikkelissa. Tutkimuskysymykseen yksi vastataan artikkeleissa 1, 2 ja 4. Artikkelissa 1 selvitetään, miten uusia teknologioita yleisesti otetaan käyttöön ja miten ihmiset suhtautuvat automaattiautoihin. Artikkelissa 2 tutkitaan, ovatko ihmiset kiinnostuneita käyttämään MaaS-palveluita ja mitkä ovat potentiaalisimmat MaaS-palveluiden käyttäjäryhmät. Artikkelissa 4 MaaS-palveluiden potentiaalia tarkastellaan maksuhalukkuuden näkökulmasta, eli selvitetään, miten paljon ihmiset olisivat valmiita maksamaan kaikki liikkumistarpeet täyttävästä MaaS-palvelusta.

Tutkimuskysymykseen kaksi vastataan artikkelissa 3. Artikkelissa selvitetään, miten automaattiautot vaikuttavat kulkutapajakaumaan tulevaisuudessa. Tutkimuskysymykseen kolme vastataan artikkelissa 5. Artikkelissa tarkastellaan sekä automaattiautojen että MaaS-palveluiden vaikutuksia ihmisten autonomistukseen tulevaisuudessa.

Tutkimuskysymys 4 liittyy olennaisesti kaikkiin muihin tutkimuskysymyksiin ja siten siihen vastataan jokaisessa artikkelissa tarkastelemalla käyttäjäryhmien välisiä eroja kunkin artikkelin aihepiirissä.

Lopuksi väitöskirjan yhteenvedossa tutkimuksen tulokset kootaan yhteen ja esitetään johtopäätökset tutkimusongelmaan vastaamiseksi. Tutkimus sisältää sekä laadullista että määrällistä tutkimusta, painottuen kuitenkin kansalaiskyselyaineistojen määrälliseen analyysiin. Tutkimusmenetelmien soveltamista ja aineistoa kuvataan tarkemmin luvussa 3.

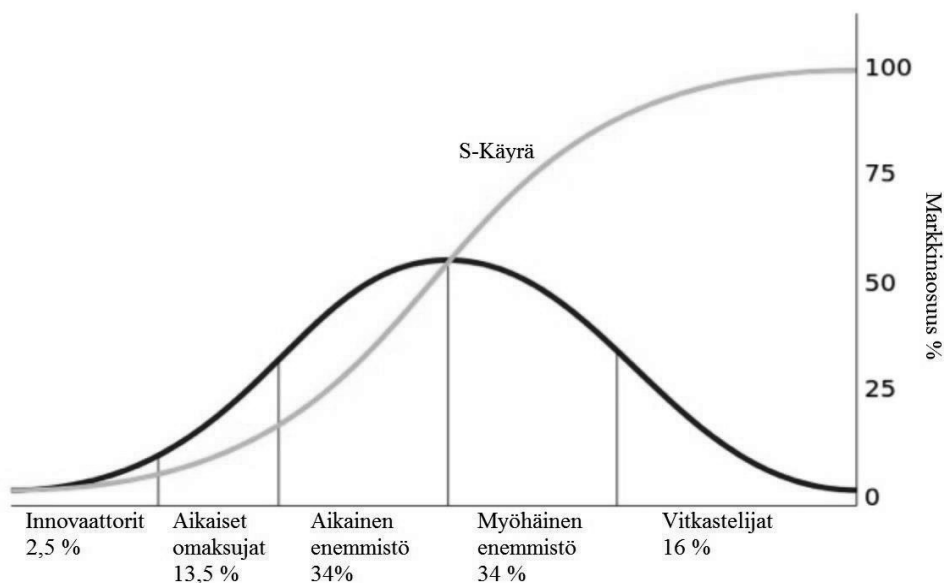
2 TUTKIMUKSEN VIITEKEHYS JA KIRJALLISUUSKATSAUS

Tässä luvussa esitellään tutkimuksen viitekehys ja kirjallisuuskatsausten keskeiset tulokset tutkimusongelmaan vastaamiseksi. Aluksi alaluvuissa 2.1 ja 2.2 esitetään automaattiautojen ja MaaS-palveluiden käyttöönottoon ja vaikutuksiin liittyvää tietoa yleisesti uusien teknologioiden käyttöönotosta ja yleisesti liikkumistottumuksiin vaikuttavista tekijöistä. Tämä jälkeen alaluvuissa 2.3 ja 2.4 tarkastellaan viitekehystä ja kirjallisuutta erikseen tieliikenteen automaation ja MaaS-palveluiden näkökulmasta.

2.1 Uusien teknologioiden käyttöönotto

Yleisesti teknologioiden yleistymistä selittävässä malleissa teknologian koettu hyödyllisyys, helppokäyttöisyys, kustannukset ja ihmisten asenteet kyseistä teknologiaa kohtaan nousevat tärkeiksi yleistymiseen vaikuttaviksi tekijöiksi. Yleinen suhtautuminen uusiin teknologioihin vaikuttaakin merkittävästi siihen, miten nopeasti ihminen ottaa uuden teknologian käyttöönsä. (Patel & Connolly 2007.) Adams et al. (2017) mukaan kotitalouksissa erityisesti teknologian yhteensopivuus elämäntapaan ja teknologian koettu edullisuus vaikuttavat uusien innovaatioiden käyttöönottoon. Elämäntavan yhteensopivuudella tarkoitetaan sitä, missä määrin innovaation koetaan olevan johdonmukainen kotitalouksien nykyisten tarpeiden kanssa. (Adams et al. 2017.)

Rogers (2003) on esittänyt diffuusioteorian uusien innovaatioiden omaksumisesta. Teorian mukaan uusien innovaatioiden ja teknologioiden yleistymisessä on havaittu tiettyjä usein toistuvia ominaispiirteitä, joiden perusteella ihmiset voidaan jakaa viiteen ryhmään. 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 yleistyminen, kun aikainen ja myöhäinen enemmistö omaksuvat innovaatiota käyttöön. Lopulta viimeisinä innovaatiota ottavat käyttöön vitkastelijat. Tällöin innovaatiot leviävät S-käyrän mukaisesti kuvan 3 osoittamalla tavalla. (Rogers 2003.)



Kuva 3. Rogersin diffuusioteoria innovaatioiden omaksujaryhmistä ja yleistymisestä (suomennettu lähteestä Rogers 2003).

Innovaatioilla voidaan tarkoittaa esimerkiksi erilaisia teknologioita (esim. automaattiautot) tai niillä voidaan tarkoittaa myös erilaisia sosiaalisia tapoja tai toimintatapoja (esim. MaaS-palveluiden yleistyminen) (Pöllänen et al. 2014). Kuvassa 100 % omaksumisasteella voidaan viitata myös innovaation lopulta käyttöön ottavien henkilöiden osuuteen tai tiettyyn ryhmään, eikä välttämättä koko populaatioon. Voi esimerkiksi olla myös innovaatioita, joita omaksutaan käyttöön vain tietyissä ryhmissä, kuten erilaisissa käyttäjä- tai ammattiryhmissä. (Rogers 2003.)

Rogersin (2003) mukaan innovaatioiden eri omaksujaryhmiin kuuluvilla on tyypillisesti monia yhteisiä piirteitä. Tyypillisesti aikaisemmat omaksujat ovat korkeammin koulutettuja, rationaalisempia ja heidän ”sosiaalinen statuksensa” on korkeampi. Tutkimuksessa sosiaaliseen statukseen katsottiin kuuluvaksi esimerkiksi henkilön tulot, varallisuus, elintaso, ammatillinen arvostus yms. tekijät. Lisäksi aikaisilla omaksujilla on tyypillisesti myönteisempi suhtautuminen muutokseen kuin myöhemmin omaksuvilla. Yleisesti iällä ei ole havaittu olevan selkeää korrelaatiota uusien innovaatioiden omaksumisessa. On kuitenkin huomioitava, että eri innovaatioiden kohdalla eri omaksujaryhmiin kuuluvien ihmisten taustatiedot voivat vaihdella paljon ja on myös sellaisia innovaatioita, joissa mm. ikä on vaikuttanut merkittävästi innovaation käyttöönottoon. (Rogers 2003.)

Tyypillisesti suuri osa aikaiseen ja myöhäiseen enemmistöön kuuluvista henkilöistä kuuluu samoihin ryhmiin lähes kaikkien uusien innovaatioiden kohdalla. Eri-tyisesti asteikon ääripäässä olevat innovaattorit ja vitkastelijat kuitenkin vaihtuvat yleensä jonkin verran innovaatiosta riippuen. Ei siis voida olettaa, että sama henkilö kuuluisi aina uuden innovaation tai teknologian kohdalla samaan ryhmään. (Robinson 2009.)

2.2 Yleisesti liikkumistottumuksiin vaikuttavia tekijöitä

Ihmisten liikkumisen taustalla on ensisijaisesti ihmisten tarve ja halu siirtyä paikasta toiseen. Ihmisten liikkumisen voidaan katsoa olevan johdettua kysyntää, johon vaikuttavat erilaisten toimintojen aikataulut. Erilaisia toimintoja ovat esimerkiksi työsäkäynti, vapaa-ajan aktiviteetit, ostosreissut ja virkistys-/lomamatkat, jotka luovat tarpeen liikkumiselle. (Rubin 2016.)

Tyypillisesti kulkutavan valintaa on pyritty selittämään erilaisilla hyötyfunktioilla. Suurin osa kulkutavan valintaa selittävistä hyötyfunktioista pohjautuu satunnaiseen hyötyteoriaan (random utility theory, RUT). Satunnaisessa hyötyteoriassa oletetaan, että henkilö valitsee vaihtoehdon, joka tyydyttää hänen tarpeitaan ja halujaan parhaiten, huomioiden kaikki kulkutavan valintaan liittyvät yksittäiset tekijät. (De Vos et al. 2016.) Yleisesti matkan rahallisten ja ajallisten kustannusten on havaittu olevan kriittisimpiä matkustuskäyttäytymiseen ja kulkutavan valintaan liittyviä tekijöitä (Balcombe et al. 2003; Polzin 2016). Näiden lisäksi mm. matkan kätevyys, luotettavuus, matkustusmukavuus ja joustavuus vaikuttavat kulkutavan valintaan merkittävästi. Lisäksi on joitakin ulkoisia tekijöitä, jotka vaihtelevat suuresti käyttäjien välillä. Tällaisia ovat esimerkiksi pyrkimys toimia mahdollisimman ympäristöystävällisesti tai yleisemmin kulkutavan imago ja muiden ihmisten luoma sosiaalinen vaikutus. (Polzin 2016) Voidaankin tiivistää, että matkan aiheuttama vaiva, matkaan kulunut aika ja matkan rahalliset kustannukset ovat ensisijaisesti kulkutavan valintaan vaikuttavia tekijöitä. On kuitenkin hyvä huomioida, että vaihtoehtoisten kulkutapojen puute on myös tekijä, joka rajoittaa kulkutavan valintaa ja siten vaikuttaa kulkutapajakaumaan (Balcombe et al. 2003).

Ihmisten autonomistukseen liittyvät vahvasti samat tekijät kuin kulkutavan valintaan. Mikäli auto koetaan tarpeelliseksi osaksi liikkumista, sellainen yleensä myös hankitaan. Yleisesti autonomistus ja autojen käyttö asukasta kohden ovat kasvaneet jatkuvasti bruttokansantuotteen ja sitä seuraavan taloudellisen hyvinvoinnin kasvaessa, mutta monissa länsimaissa on 2000-luvulla nähty merkkejä myös laskutrendistä

(nk. Peak car teoria) (Bastian et al. 2016). Autonomistuksen kustannukset ja kotitalouden tulot vaikuttavatkin merkittävästi autonomistukseen (Dargay 2002; Clark 2009). Autonomistukseen vaikuttavat kuitenkin myös monet muut tekijät. Tyypillisesti naiset, nuoremmat, kaupunkialueilla asuvat, pienissä kotitalouksissa asuvat ja hyvien joukkoliikenneyhteyksien varrella asuvat ihmiset omistavat auton harvemmin kuin muut. Erityisesti viimevuosina yleistynyt ympäristöystävällinen ajattelu on myös vähentänyt autonomistusta. (Zong et al. 2019; Bartosiewicz & Pielesiak 2019; Bastian & Börjesson 2018; Matas & Raymond 2008.)

Monissa maissa auton käytön on nähty vähentyvän vuosituhannen vaihteen jälkeen. Vaikka auton käyttö tyypillisesti on kasvanut, niin esimerkiksi Italiassa auton käyttö on kääntynyt selkeään laskuun ja Yhdysvalloissa kasvu on pysähtynyt vuonna 2000. Lisäksi monissa muissa kehittyneissä maissa, kuten Saksassa, Ranskassa, Norjassa, Iso-Britanniassa ja Japanissa näkyy selkeä kasvun hidastuminen vuosittaisissa ajokilometreissä. Erityisesti 20–29-vuotiaiden ikäryhmässä muutos on hyvin selkeä. (Bussière et al. 2019.) Suomessa henkilöautojen määrä suhteessa väestöön on lisääntynyt jatkuvasti viimeisten vuosikymmenien aikana, joskin viimeisten vuosien aikana kasvu on hidastunut ja tasaantunut merkittävästi. Pääkaupungissa Helsingissä henkilöautojen määrä asukasta kohden on jo kääntynyt laskuun viimeisten vuosien aikana. (HLT 2016.) Vastaava ilmiö on havaittu myös Iso-Britanniassa, jossa autojen määrä suhteessa väestöön on edelleen kansallisella tasolla kasvanut, mutta on kääntynyt selkeään laskuun Lontoossa (DfT 2016).

2.3 Tieliikenteen automaatio

2.3.1 Viitekehys

Tieliikenteen automatisoinnin visiointi ja kehitystyö ovat alkaneet jo 1900-luvun alkupuolella. Alkuvaiheessa kehitystä automaattiautot rakennettiin seuraamaan tien pintaan asetettuja kaapeleita. Vuosikymmenten kuluessa teknologia kehittyi hitaasti esimerkiksi tutkasovellusten ja kamerakuvaan perustuvien järjestelmien avulla. Automaattiautojen kehitys alkoi kuitenkin toden teolla 2000-luvulla ja on edelleen kiihtynyt erityisesti 2010-luvulla. (Innmaa et al. 2015.)

Vuonna 2014 yhdysvaltalainen autoalan standardisointijärjestö Society of Automotive Engineers, SAE, määritteli kuusiportaisen taksonomian (standardi J3016) eri automaattiotasolle (SAE 2014). Kyseinen automaattiautojen luokittelu on levinnyt

maailmalla laajasti käytetyksi luokitteluksi ja sitä hyödynnetään niin tutkimuksissa (esim. Kröger et al. 2016) kuin viranomaisten julkaisuissa (esim. European Commission 2017) ympäri maailmaa. Innamaa et al. (2015) suosittelevat luokittelua käytettäväksi myös Suomessa ainakin siihen asti, että uusi eurooppalainen laatustandardi syntyi. SAE on myöhemmin tarkentanut standardin sisältöä ja viimeisin versio standardista on julkaistu vuonna 2018 (SAE 2018). Standardi ja määritelmät ovat kuitenkin pysyneet pääpiirteissään alkuperäisen standardin mukaisina ja sisältöön on tullut ainoastaan pieniä tarkennuksia ja sanamuutoksia. Taulukossa 1 on esitetty standardin mukaiset automaatiotasot vuonna 2018 julkaistun päivityksen mukaisesti.

Taulukko 1. Tieliikenteen automaatiotasot standardin J3016 mukaisesti määriteltynä (SAE 2018).

Taso	Nimi	Määritelmä	Automaation kattavuus
Ihminen suorittaa osittain tai kokonaan ajamisen			
0	Ei automaatiota	Ihminen suorittaa kaikki dynaamisen ajotehtävän osa-alueet, vaikka ajamista tuetaan varoituksilla tai ajamiseen puuttuvilla järjestelmillä.	–
1	Kuljettajan tuki	Käyttöympäristökohtaisia kuljettajan tukijärjestelmiä, jotka liittyvät joko ohjaamiseen tai kiihdyttämiseen/jarruttamiseen (mutta ei molempia samanaikaisesti). Ihminen vastaa kaikista muista dynaamisen ajotehtävän osa-alueista.	Joitakin käyttöympäristöjä
2	Osittainen automaatio	Käyttöympäristökohtainen automaatiojärjestelmä, joka kattaa sekä ohjaamisen että kiihdyttämisen/jarruttamisen. Ihminen valvoo ajamista ja vastaa kaikista muista dynaamisen ajotehtävän osa-alueista.	Joitakin käyttöympäristöjä
Järjestelmä monitoroi ajoympäristöä			
3	Ehdollinen automaatio	Käyttöympäristökohtainen automaatiojärjestelmä kattaa kaikki dynaamisen ajotehtävän osa-alueet, kuten pituus- ja poikittaissuuntaisen kontrolloinnin. Ihminen täytyy kuitenkin valvoa ajamista ja ottaa auto hallintaansa ongelmatapauksissa tai kun järjestelmä näin pyytää.	Joitakin käyttöympäristöjä
4	Korkea automaatio	Käyttöympäristökohtainen automaatiojärjestelmä kattaa kaikki dynaamisen ajotehtävän osa-alueet ilman tarvetta sille, että ihminen valvoo ajamista tai ottaa ajoneuvoa hallintaansa.	Joitakin käyttöympäristöjä
5	Täysi automaatio	Kaiken kattava automaatiojärjestelmä (ts. ei käyttöympäristökohtainen), joka kattaa kaikki dynaamisen ajotehtävän osa-alueet ilman tarvetta sille, että ihminen valvoo ajamista tai ottaa ajoneuvoa hallintaansa.	Kaikki käyttöympäristöt

Taulukon 1 mukaisesti tasolla 0 ihminen hoitaa kaiken ajamisen, eikä ajoneuvosta löydy automaatiojärjestelmiä. Automaatiotasolla 1 autosta löytyy joko lateraalinen tai longitudinaalinen tuki, mutta ei molempia yhtä aikaa. Toisin sanoen tasolla 1 on yksittäisiä kuljettajaa avustavia järjestelmiä, kuten adaptiivinen vakionopeudensäädin tai kaistallapitoavustin, mutta nämä eivät ole käytössä yhtä aikaa. Automaatiotasolla 2 ajoneuvosta löytyy sekä lateraalinen että longitudinaalinen tuki, jotka toimivat yhtä aikaa. Tällöin esimerkiksi adaptiivinen vakionopeudensäädin ja kaistallapitoavustin toimivat yhtä aikaa käyttöympäristökohtaisesti. Myös tällä tasolla ihminen valvoo ajamista ja on vastuussa kaikista muista dynaamisen ajotehtävän osa-alueista. (SAE 2018.)

Automaatiotasolla 3 järjestelmä kattaa käyttöympäristökohtaisesti kaikki dynaamisen ajotehtävän osa-alueet. Automaatiotasolla 3 järjestelmä suoriutuu tietyissä käyttöympäristöissä kaikista ajotehtävän osa-alueista, eikä ihmisen tarvitse valvoa ajamista. Ihmisen täytyy kuitenkin olla valmiudessa ottamaan auto hallintaansa ongelmatapauksissa auton niin ilmoittaessa, jolloin hän ei voi esimerkiksi nukkua ajon aikana. Automaatiotasolla 4 auto suoriutuu käyttöympäristökohtaisesti kaikista ajotehtävän osa-alueista, eikä tällä tasolla tarvita enää lainkaan ihmiskuljettajan läsnäoloa ajoneuvon sisällä. Automaatiotasolla 4 käyttöympäristö voidaan määritellä hyvin laajasti. Käyttöympäristönä voi olla esimerkiksi yksittäinen katu, kaupunginosa, kaupunki, maantieverkko, asfaltoidut väylät jne. Käyttöympäristöön voidaan määritellä myös muita ominaisuuksia, kuten esimerkiksi tietynlaiset keliolosuhteet. On myös huomioitava, että käyttöympäristön ulkopuolella ihmisen täytyy ottaa auto hallintaansa ja joissain tapauksissa käyttöympäristö voi olla hyvin rajallinen. Suurimpana erona automaatiotasojen 3 ja 4 välillä on, että tasolla 3 ihmisen täytyy olla valmiudessa ottamaan auto hallintaansa, mutta tasolla 4 auto osaa myös itse pysähtyä hallitusti, kun olosuhteet eivät enää täytä käyttöympäristön määritelmää. Automaatiotasolla 5 järjestelmä suoriutuu kaikista ajotehtävistä kaikissa käyttöympäristöissä itsenäisesti. (SAE 2018.)

Yleisesti automaattiautojen vaikutuksia tutkittaessa tarkastellaan erityisesti korkean automaatiotasojen, eli tasojen 4 ja 5, autoja. Perusoletuksena korkean automaatiotasojen autojen vaikutuksia tutkittaessa pidetään usein sitä, että autojen käyttöympäristö on vähintään kohtalaisen laaja, mikä mahdollistaa esimerkiksi automaattiautojen käyttämisen ilman, että kykenee itse ajamaan. Merkittävät ja suuret vaikutukset liikennejärjestelmään tapahtuvat vasta korkean automaatiotasojen autojen myötä, mutta myös matalampien automaatiotasojen ajoneuvoilla on positiivisia vaikutuksia esimerkiksi liikenneturvallisuuteen, ympäristövaikutuksiin ja yleisesti liikennejärjestelmän tehokkuuteen. (Innamaa et al. 2015; Wadud et al. 2016.) Utraisen (2018) ja

Stark et al. (2019) mukaan osittain automatisoidut autot (automaatiotaso 2) voivat parantaa liikenneturvallisuutta ja vähentää merkittävästi erityisesti peräänajo- ja suistumisonnettomuuksia.

Kaikki ajoneuvoluokat luokitellaan samojen automaatiotasojen avulla. Tois- taiseksi valtaosa liikenteen automaation kehittämisestä liittyy joko henkilöautoihin (esim. Waymo, Tesla ja monet perinteiset autonvalmistajat) tai pienikokoisiin robot- tibusseihin (esim. Sensible4 ja Navya), mutta myös raskaan kaluston automaatiota kehitetään (esim. Volvo ja TuSimple). Korkean automaatiotason henkilöautoja tar- kasteltaessa on tärkeä huomioida erilaiset käyttökohteet. Automaattiautot ovat joko yhteiskäyttöisiä tai itse omistettuja. Yhteiskäyttöiset automaattiautot mielletään yleensä taksimaisesti toimiviksi, eli nk. robotitakseiksi. Robotitaksit puolestaan voi- vat olla joko yksityisiä tai jaettuja. Yksityinen robotitaksi toimii kuten perinteinen taksi nykyisin, mutta ilman kuljettajaa. Tällöin autossa on vain samaan seurueseen kuuluvia ihmisiä. Jaettu robotitaksi puolestaan toimii siten, että kyydissä voi olla myös toisilleen tuntemattomia ihmisiä, jolloin reititys ja matka-aika voivat poiketa yksityisestä robotitaksista. Jaettu robotitaksi toimiikin samalla periaatteella kuin kut- sujoukkoliikenne. Litman (2019) mukaan robotitaksien kustannukset ovat käyttäjäl- leen pienemmät kuin henkilöautoilun kustannukset omalla autolla. Erityisesti jaetut robotitaksit voivat pienentää henkilöautoilun kustannuksia merkittävästi.

Automaattiautojen kehittämisen tärkeimpänä motivaationa pidetään liikennetur- vallisuuden parantamista. On arvioitu, että noin 95 prosenttiin liikenneonnetto- muuksista sisältyy ainakin jollain tasolla inhimillisiä virheitä (mm. Hoeger et al. 2011; NHTSA 2015) ja automaattiautojen odotetaan parantavan liikenneturvallisuutta eh- käisemällä tällaisia virheitä (Fagnant & Kockelman 2015). Suomessa tieliikenteessä kuolee vuosittain noin 200-250 ja loukkaantuu vakavasti noin 800-1000 ihmistä (Ti- lastokeskus 2020). Vastaavasti on arvioitu, että maailmanlaajuisesti noin 1,35 miljoo- naa ihmistä kuolee vuosittain tieliikenneonnettomuuksissa (WHO 2020). Liikenne- onnettomuuksien vähentämisellä on paitsi inhimillisiä vaikutuksia myös merkittäviä taloudellisia vaikutuksia. Esimerkiksi pelkästään Suomessa tieliikenteessä tapahtu- vien henkilövahinkojen onnettomuuskustannukset ovat noin 1,3 miljardia euroa vuodessa ja lukema on lisäksi aliarvio, koska paljon erityisesti lievempiä onnetto- muuksia ei päädy tilastoon (Tervonen 2016).

Liikenneturvallisuuden parantumisen lisäksi erityisesti korkean automaatiotason autojen odotetaan parantavan liikennejärjestelmän tehokkuutta ja siten vähentävän ympäristöhaittoja ainakin ajosuoritetta kohden (Gruel & Stanford 2016; Innamaa et al. 2015; Talebpour & Mahmassani 2016). Automaattiauto voivat myös parantaa matkustusmukavuutta ja yleisesti liikennejärjestelmän saavutettavuus kasvaa, kun

henkilöauto on liikennemuotona saatavilla myös niillä henkilöryhmillä, jotka eivät itse voi ajaa (esim. sairaat, nuoret, ikääntyneet ja ajokortittomat), mikä voi lisätä henkilöautojen ajosuoritetta. Lisääntyvä ajosuorite voikin osaltaan pahentaa ruuhkautumista ja siten kasvattaa päästöjen kokonaismäärää liikennejärjestelmässä. (Fagnant & Kockelman 2015; Miller & Heard 2016.)

Tieteellisessä kirjallisuudessa automaattiautojen hyötyjä tarkastellaan usein optimistisesti, vaikka niihin liittyy paljon myös riskitekijöitä. Esimerkiksi siirtymävaihe, jossa liikenteessä on sekä automaattiautoja että ihmiskuljettajia, nähdään usein riskitekijänä muun muassa liikenneturvallisuuden kannalta. (Polis 2018). Myöskään liikenteen tehostuminen ja ympäristöystävällisyys eivät välttämättä toteudu varsinkaan alkuvaiheessa. Esimerkiksi liikenteen tehostumisen taustalla yhtenä merkittävänä tekijänä ovat automaation nopeamman reagointikyvyn mahdollistamat lyhyemmät turvavälit, joita ei ainakaan nykyisellä teknologian tasolla ole näytetty toteen. Vaikka tie liikenteen automaatiolla on suuri potentiaali liikennejärjestelmän kehittämisessä, on aiheellista huomioida myös huoli mahdollisista negatiivisista vaikutuksista ja myönteisten vaikutusten realistisuudesta.

2.3.2 Ihmisten suhtautuminen automaattiautoihin ja valmius ottaa automaattiautoja käyttöön

Patel & Connolly (2007) mukaan yleinen suhtautuminen vaikuttaa merkittävästi siihen, miten valmiita ihmiset ovat ottamaan käyttöön uutta teknologiaa. Kirjallisuudessa ihmisten valmiutta automaattiautoille onkin lähestytty juuri suhtautumisen kautta. Schoettle ja Sivak (2014) tutkivat ihmisten yleistä mielipidettä automaattiautoja kohtaan Kiinassa, Intiassa, Japanissa, Yhdysvalloissa, Isossa-Britanniassa ja Australiassa. Kussakin maassa toteutettiin kyselytutkimus, johon saatiin vastaajia kunkin maan kohden noin 500–600. Tutkimuksen perusteella valtaosa vastaajista oli aiemminkin kuullut automaattiautoista ja omasi myönteisen yleisen mielipiteen ja korkeat odotukset automaattiautojen tuomista hyödyistä, joskin suhtautuminen vaihteli maittain. Erityisesti Kiinassa ja Intiassa vastaajat suhtautuivat automaattiautoihin hyvin myönteisesti, kun muissa maissa esiintyi enemmän lievästi myönteistä ja neutraalia suhtautumista. Samalla suurin osa vastaajista oli kuitenkin myös huolissaan automaattiautojen turvallisuudesta ja tekniikan toimivuudesta. Pääosin vastaajat halusivat älykästä teknologiaa autoihinsa, mutta eivät toisaalta olleet valmiita maksamaan ylimääräistä siitä. (Schoettle ja Sivak 2014.)

Kyriakidis et al. (2015) tutkivat ihmisten asenteita automaattiautoja kohtaan laajalla internetkyselytutkimuksella. Kyselyyn osallistui noin 5000 vastaajaa hajautuneesti ympäri maailmaa, yhteensä 109:stä eri maasta. Tutkimuksen perusteella ihmisten asenteet automaattiautoja kohtaan jakoutuivat paljon. Tutkimukseen osallistuneet vastaajat olivat eniten huolissaan riittävästä kyberturvallisuudesta ja liikenneturvallisuudesta, automaattiautojen laillisuudesta ja mahdollisesta yksityisyydensuojan heikkenemisestä. Erityisesti korkean tulotason maista tulleet vastaajat eivät pitäneet ajatuksesta, että ajoneuvo jakaisi dataa suoraan esimerkiksi viranomaisille tai vakuutusyhtiöille. (Kyriakidis et al. 2015.)

Gabrhel et al. (2019) toteuttivat kyselytutkimuksen Tšekissä. Kysely toteutettiin satunnaisotannalla ja siihen vastasi 1065 ihmistä. Kyselyn perusteella 40 % vastaajista suhtautui joko hyvin tai lievästi myönteisesti automaattiautoihin, noin 40 % ei myönteisesti eikä kielteisesti ja noin 20 % joko hyvin tai lievästi kielteisesti. (Gabrhel et al. 2019). Wang et al. (2020) mittasivat ihmisten yleistä suhtautumista automaattiautoihin kolmiportaisella asteikolla. Tutkimus toteutettiin internetpaneelina, johon vastasi 834 ihmistä. Tutkimuksen mukaan 37 % vastaajista suhtautui myönteisesti automaattiautoihin, 42 % suhtautui neutraalisti ja 22 % kielteisesti. (Wang et al. 2020).

Ihmisten kiinnostusta ja halukkuutta käyttää automaattiautoja on tutkittu jo melko paljon viime vuosina. Tutkimustuloksissa on kuitenkin jonkin verran eroja. Osassa tutkimuksista valtaosa vastaajista suhtautuu automaattiautoihin myönteisesti ja on halukas käyttämään niitä (esim. Alessandrini et al., 2014). Toisaalta osassa tutkimuksista suurin osa vastaajista ei ole kiinnostuneita automaattiautoista eikä ole halukkaita käyttämään niitä (esim. Ipsos MORI 2014). Tyypillisinä syinä tähän nähdään mm. epäluottamus automaattiautoja kohtaan ja toisaalta kiintymys oman auton käyttämiseen. Valtaosa kyselytutkimuksista on kuitenkin yksipuolisia ja suunnattuja tiettyille ryhmille. Vastaajajoukkoa ei välttämättä ole valittu satunnaisotannalla ja siten tuloksia ei voida yleistää koko populaatioon. (Cavoli et al. 2017.)

Kirjallisuudessa on jonkin verran tutkittu myös eri käyttäjäryhmien välisiä eroja kiinnostuksessa ja halukkuudessa ottaa automaattiautoja käyttöön. Kyselytutkimuksissa on havaittu paljon samankaltaisuuksia. Tyypillisesti miehet ovat kiinnostuneempia automaattiautoista kuin naiset. Vastaavasti kaupunkialueilla asuvat, korkeammin koulutetut ja hyvätuloiset henkilöt ovat tyypillisesti muita vastaajia kiinnostuneempia automaattiautoista. Lisäksi useissa tutkimuksissa on havaittu, että nuoremmat vastaajat ovat olleen vanhempia vastaajia kiinnostuneempia käyttämään automaattiautoja. (mm. Alessandrini et al., 2014; Bansal et al. 2016; Ipsos MORI 2014; König & Neumayr 2017.)

Automaattiautoihin liittyvien kyselyjen perusteella suhtautuminen automaattiautoihin vaikuttaa toteuttavan yleistä teknologioiden omaksumisen teoriaa. Valtaosassa tutkimuksista vastaajamäärät ovat kuitenkin olleet pieniä tai otoksia ei ole valittu satunnaisotannalla, jolloin ne eivät välttämättä ole edustaneet tutkimusten perusjoukkoa. Olemassa olevan tutkimuksen perusteella on siten tarpeen tutkia ihmisten suhtautumista automaattiautoihin kyselytutkimuksella, joka on toteutettu suurella ja populaatiota edustavalla otoksella.

2.3.3 Automaattiautojen vaikutukset ihmisten liikkumistottumuksiin

Automaattiautojen vaikutukset kulkutapajakaumaan ovat vahvasti sidonnaisia siihen, mikä niiden rooli tulee lopulta olemaan liikennejärjestelmässä ja ihmisten liikkumisessa. Kirjallisuudessa on jonkin verran tutkimuksia automaattiautojen vaikutuksista kulkutapajakaumaan. Tutkimukset perustuvat pääosin erilaisiin asiantuntijatyöskentelyn perusteella rakennettuihin skenaarioihin, joiden vaikutuksia voidaan simuloida. Skenaarioissa, joissa automaattiautoja omistetaan ja käytetään kuten perinteisiä autoja nykyisin, henkilöautoilun kulkutapaosuuden odotetaan kasvavan. Toisenlaisissa skenaarioissa voidaan esimerkiksi olettaa, että automaattiautoja käytetään ensisijaisesti yhteiskäyttöautoina ja mahdollisesti joukkoliikennettä tukevana ja täydentävänä liikennemuotona, jolloin vaikutus kulkutapajakaumiin on päinvastainen. (Cavoli et al. 2017.)

Sessa et al. (2015) mukaan automaattiautojen tuoma käyttömukavuuden parantuminen ja kasvava kysyntä niiltä henkilöryhmiltä, jotka eivät nykyisin voi ajaa, tulevat kasvattamaan henkilöauton kulkutapaosuutta. Tutkimuksessa kuitenkin tunnistettiin myös se, että automaattiautot voivat auttaa ratkaisemaan joukkoliikenteen nk. viimeisen kilometrin ongelmaa, jolloin joukkoliikenteen houkuttelevuus kasvaa. Lisäksi automaattiautojen kustannustasosta ei vielä ole varmuutta. Mikäli automaattiautojen omistaminen ja käyttäminen on merkittävästi kalliimpaa kuin perinteisen henkilöauton käyttäminen, eivät ne todennäköisesti nosta henkilöautoilun kulkutapaosuutta. Jalankulun ja pyöräilyn kulkutapaosuudelle nähdään enemmän negatiivisia kuin positiivisia vaikutuksia, joskin kaupunkipoliittisilla ratkaisulla on suuri merkitys jalankulun ja pyöräilyn kulkutapaosuuteen myös tulevaisuudessa. (Sessa et al. 2015.)

Useimmissa tutkimuksissa automaattiautojen odotetaan kasvattavan henkilöautoilun kulkutapaosuutta ja vastaavasti erityisesti joukkoliikenteen kulkutapaosuuden odotetaan laskevan. Kröger et al. (2016) mallinsivat tutkimuksessaan yksityisomisteisten automaatiotasojen 4 ja 5 ajoneuvojen vaikutuksia eri kulkutavoilla tehtävien

matkojen määrään Saksassa ja Yhdysvalloissa. Eniten automaattiautojen odotetaan vähentävän kulkutapaosuutta joukkoliikenteeltä ja pyöräilyltä, kun taas kävelyn osalta muutosten odotetaan olevan pienempiä. Davidson ja Spinoulas (2016) mukaan automaattiautot todennäköisesti lisäävät henkilöautojen kulkutapaosuutta ja vähentävät sitä niin jalankululta, pyöräilyltä kuin joukkoliikenteeltäkin. Automaattiautojen kustannustaso on kuitenkin merkittävässä roolissa. Mikäli kustannustaso on korkealla, on myös mahdollista, että kulkutapajakauma painottuu nykyistä enemmän jalankulun, pyöräilyn ja joukkoliikenteen suuntaan. Tilanteeseen liittyy kuitenkin oletus, että kaikki autot ovat automaattiautoja tai ainakin, että automaattiautot ovat kilometrikustannuksiltaan edullisempia kuin perinteiset autot. 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 henkilöautoilun kustannukset on helpompi hahmottaa, mikä osaltaan voi nostaa joukkoliikenteen vetovoimaa sen suhteellisen edullisuuden vuoksi. Tässäkin tapauksessa yhteiskäyttöisen automaattiauton käyttäminen tulisi kuitenkin olla perinteistä autoa edullisempaa, jotta vaikutus olisi tämän suuntainen.

Alessandrini et al. (2014) mukaan erityisesti jaetuilla automaattiautoilla on merkittävää potentiaalia toimia joukkoliikennettä täydentävänä liikennemuotona, jolloin joukkoliikenteen kulkutapaosuus voi kasvaa ja henkilöautojen kulkutapaosuus laskea. Heilig et al. (2016) simuloinnin mukaan yksityisomisteisten henkilöautojen korvaaminen yhteiskäyttöisillä automaattiautoilla vähentäisi henkilöauton kulkutapaosuutta suhteessa muihin kulkutapoihin. Myös monet muut tutkimukset ovat huomioineet, että jaetut automaattiautot voivat täydentää joukkoliikennettä ja nostaa sen kulkutapaosuutta (Cavoli et al. 2017).

Kirjallisuudessa on myös arvioitu, että automaattiautot voivat kasvattaa henkilö- ja ajoneuvokilometrien määrää henkilöautoilun houkuttelevuuden ja saatavuuden parantuuessa (Davidson & Spinoulas 2016; Sessa et al. 2015; Truong et al. 2017). Tällöin myös henkilöautoilun kulkutapaosuus kasvaisi, mikäli automaattiautot generoivat enemmän ajokilometrejä henkilöautoille.

Useissa tutkimuksissa (mm. OECD 2015; Bischoff & Maciejewski 2016; Fagnant et al. 2015) on simuloitu, että nykyisen kaltainen liikennesuorite olisi toteutettavissa suurissa kaupungeissa alimmillaan jopa 90 % pienemmällä määrällä autoja, mikäli kaikki autot olisivat yhteiskäyttöisiä automaattiautoja. Samaa suuruusluokkaa olevia tuloksia on saatu myös Suomessa pääkaupunkiseudulla (OECD 2017). Pienempi autokanta vähentää autoihin sidotun pääoman tarvetta, mikä mahdollistaa sen, että automaattiautojen yhteiskäytön kustannukset voivat olla pienemmät auton käyttäjille

kuin perinteisen auton omistamisesta aiheutuvat kustannukset ja siten autonomistushalukkuus voi laskea (Litman 2019). Sessa et al. (2015) mukaan automaattiautot tulevatkin laskemaan autonomistusta tulevaisuudessa. Zhang et al. (2018) mukaan Atlantan metropolialueella Yhdysvalloissa noin 18 % alueen kotitalouksista voisivat vähentää kotitalouden omistamien autojen lukumäärää yksityisomisteisten automaattiautojen seurauksena ilman, että kotitalouksien liikkumistottumukset muuttuisivat lainkaan. Tämä tarkoittaisi 9,5 % vähennystä autokantaan tutkitulla alueella.

Ihmisten suhtautumista autonomistukseen automaattiautojen seurauksena on tutkittu jonkin verran. Pofuk (2017) havaitsi, että Sloveniassa sadan henkilön koeryhmästä 84 % voisi ottaa automaattiauton käyttöönsä. Näistä 71 % käyttäisi sitä mieluummin yhteiskäyttöisenä kuin omistaisivat sen itse. Toisaalta Bansal et al. (2016) tutkimuksen mukaan Austinissa Yhdysvalloissa vain 13 % vastaajista (N=347) voisivat luopua autonomistuksesta, mikäli jaettujen automaattiautojen kustannukset olisivat yhden dollarin verran mailia kohden. Zhang et al. (2018) mukaan jaetuille automaattiautoille löytyy yhä merkittävää vastustusta ja iso osa ihmisistä saattaa ainakin lähivuosina suosia ensisijaisesti yksityisiä automaattiautoja. Menon (2017) toteutti kyselytutkimuksen (N=1214) Yhdysvalloissa Floridan yliopiston henkilökunnalle ja American Automobile Association South -järjestön jäsenistölle. Tutkimuksen mukaan vain harva vastaaja voisi luopua nykyisin autonomistuksesta, mikäli robottitakseja olisi nykyisin hyvin saatavilla.

Automaattiautojen vaikutuksia tarkastelevat tutkimukset koostuvat usein erilaisista simulaatioista ja mallinnoista, joita tehdään tiettyjen oletusten perusteella muodostettujen skenaarioiden avulla. Ihmisten mielipiteitä ja asenteita ei kuitenkaan usein huomioida lainkaan erilaisissa skenaarioissa. Lisäksi tutkimukset, joissa ihmisten asenteita käsitellään, ovat yleensä suppeita ja toteutettu ilman populaatiota kuvaavaa otosta.

2.4 Tieliikenteen palveluistuminen

2.4.1 Viitekehys

Liikkuminen palveluna, eli MaaS (Mobility as a Service) on verrattain tuore konsepti. Ensimmäisen kerran kyseistä termiä on käytetty vuosina 2013-2014 (mm. Heikkilä 2014) kuvaamaan liikennejärjestelmän palveluistumista. (Liimatainen & Mladenovic 2018.) MaaS-palveluille ei ole tarkkaa yksiselitteistä määritelmää. MaaS-palveluiden

perimmäisenä ajatuksena on käyttäjä- ja palvelulähtöisesti yhdistää ja kytkeä saumattomasti yhteen erilaisia liikennemuotoja ja -palveluita, joiden avulla ihmisille voidaan tarjota kokonaisvaltaista liikkumispalvelua. Jossain tutkimuksissa MaaS-palveluiden keskiössä nähdään myös liikkumisen ympäristöstävällisyys. Koska MaaS on varsin tuore konsepti, löytyy kirjallisuudessa vasta rajallinen määrä tieteellistä tutkimusta MaaS-palveluista ja niiden vaikutuksista, joskin tutkimuksen määrä kasvaa jatkuvasti. (Utriainen & Pöllänen 2018.) MaaS-palvelut voivat olla hyvin eri tasoisia ja sisältää erilaisia palveluita eri käyttäjille, eikä yksi malli luonnollisesti sovi kaikille (Transport Systems Catapult 2016).

Toistaiseksi maailmassa on lanseerattu vasta muutamia kokonaisvaltaista palvelua tarjoavia MaaS-palveluita. Käytännössä kolme yritystä, suomalainen Whim, ruotsalainen Ubigo ja yhdysvaltalainen Shift, ovat ainoat kokonaisvaltaista palvelua tarjoavat MaaS-palvelut maailmassa. Näiden lisäksi on kuitenkin kymmenittäin muita palveluita, jotka muistuttavat MaaS-palvelua, mutta joista esimerkiksi puuttuu tiettyjä ominaisuuksia, jotta ne voisivat tarjota kokonaisvaltaista palvelua ja saumattomia matkaketjuja. Kaupallisten MaaS-palveluiden lisäksi maailmalla on ollut jonkin verran erilaisia mm. julkisella rahalla toteutettuja MaaS-pilotteja. (Esztergar-Kiss et al. 2019.) Esimerkiksi Alankomaissa on lanseerattu laaja julkisrahoitteinen ohjelma MaaS-palveluiden tuomisesta kansalaisten käyttöön (Mink 2019).

MaaS-palveluiden operaattoreilla on kriittinen rooli palvelun onnistumisen suhteen, sillä operaattorin tehtävänä on integroida erilaiset yksittäiset liikennepalvelut saumattomaksi kokonaisuudeksi (MaaS Alliance 2019). Nykyiset MaaS-operaattorit voidaan jakaa yleisesti kolmeen kategoriaan: joukkoliikenneoperaattorit, paikallisviranomaiset ja yksityiset yritykset. Vaikka muillakin toimijoilla nähdään kriittinen rooli MaaS-palveluiden yleistymisessä, niin tällä hetkellä kaikki kokonaisvaltaista palvelua tarjoavat MaaS-operaattorit ovat yksityisiä yrityksiä. (Esztergar-Kiss et al. 2019.)

2.4.2 Ihmisten valmius MaaS-palveluille ja MaaS-palveluiden vaikutukset liikkumistottumuksiin

Kirjallisuudessa on toistaiseksi vain muutamia tutkimuksia, joissa MaaS-palveluita on tutkittu käyttäjänäkökulmasta. Kamargianni et al. (2018) toteutti Lontoossa laajan kyselytutkimuksen (N=1200) ihmisten suhtautumisesta mm. MaaS-palveluihin. Tutkimuksen mukaan MaaS-palveluille löytyy kysyntää erityisesti nuorten keskuudessa, sillä noin 55 % kyselyyn vastanneista alle 30-vuotiaista käyttäisi MaaS-palveluita, jos

ne laskisivat heidän liikkumiskustannuksiaan. Yli 49-vuotiailla vastaava lukema oli 35 %. (Kamargianni et al. 2018.)

Vastaavasti ITS Australian (2018) toteuttaman kyselytutkimuksen (N=4000) mukaan nuoret, korkeammin koulutetut ja miehet ovat MaaS-palveluiden todennäköisimpiä käyttäjiä. Suomessa Solita (2017) toteutti kyselytutkimuksen, jonka mukaan vai harva suomalainen oli kuullut MaaS-palveluista, mutta kuitenkin yli 80 % vastaajista näki tarpeellisenä sen, että yhdellä lipulla tulisi voida matkustaa koko matkaketju saumattomasti, mikä indikoi tarvetta ja kysyntää MaaS-palveluille.

MaaS-palveluiden yleistymisen kannalta on olennaista tunnistaa ihmisten maksuhalukkuus tällaisista palveluista. Yleisesti maksuhalukkuus voidaan määritellä suurimmaksi summaksi, jonka kuluttaja on valmis maksamaan tietystä palvelusta (Gall-Ely 2009). Vain muutamissa tutkimuksissa on tarkasteltu ihmisten maksuhalukkuutta MaaS-palveluista. Ho et al. (2018) haastattelivat Sydneyssä Australiassa 252 ihmistä, joista 47 % voisi ottaa jonkinlaisen MaaS-palvelun käyttöönsä. Keskimäärin ihmiset olivat valmiita maksamaan noin 143 euroa MaaS-palvelusta, joka sisältäisi kaksi vuokra-autopäivää, 15 tuntia yhteiskäyttöautojen käyttöä, kuusi vuorokautta joukko liikenteen käyttöä sekä alennuksia taksi- ja kyydinjakopalveluista. Solitan (2017) Suomessa tekemän tutkimuksen mukaan ihmiset olivat valmiita maksamaan kaikki liikkumistarpeet täyttävästä liikkumispaketista alle 140 euroa kuukaudessa. Lisäksi aiheetta on muutamassa tutkimuksessa (mm. Ratilainen 2017; Vij et al. 2018) lähestytty etukäteen määriteltyjen liikkumispakettien ja niiden hintojen perusteella, mutta näiden tutkimusten perusteella ei voida arvioida ihmisten maksuhalukkuutta MaaS-palveluista.

Ihmisten maksuhalukkuus MaaS-palveluista on syytä suhteuttaa ihmisten nykyisin liikkumiseen käyttämään rahamäärään. Näin voidaan tarkastella suhteellista maksuvalmiutta, eli kuinka paljon ihminen on valmis maksamaan MaaS-palvelusta suhteessa nykyisiin liikkumiskustannuksiin. Vuonna 2016 toteutetun kotitalouksien kulutusmenotutkimuksen mukaan suomalaiset käyttivät liikenteeseen keskimäärin 321 euroa vuodessa yhtä OECD:n määritelmän mukaista modifioidun skaalan kulutusyksikköä (yksi aikuinen kotitaloudessa vastaa yhtä kulutusyksikköä, muut kotitalouden yli 14-vuotiaat henkilöt vastaavat 0,5 kulutusyksikköä ja tätä nuoremmat henkilöt vastaavat 0,3 kulutusyksikköä) kohden. Vastaavasti 18–64-vuotias suomalainen käytti liikkumiseen keskimäärin 364 euroa kuukaudessa. Kulutustilastoissa liikennemenoihin lasketaan kaikki liikenteeseen kuluvat rahat, kuten kulkuvälineiden hankinnat ja huolto, polttoaineet, julkisten kulkuvälineiden käyttö sekä omatoimiset matkat kotimaassa ja ulkomaille. (Tilastokeskus 2018.) Siten keskimääräinen maksuhalukkuus MaaS-palveluista vaikuttaisi olevan hyvin kaukana ihmisten nykyisin keskimäärin

liikkumiseen käyttämästä rahasta. Toisaalta suhteellista maksuhalukkuutta tulee tarkastella yksilökohtaisesti, koska keskiarvot voivat väärentää tilannetta, joten suhteellisesta maksuvalmiudesta tarvitaan uutta tutkimustietoa.

MaaS-palveluiden vaikutuksia liikkumistottumuksiin ei ole vielä juurikaan tutkittu. Kamargianni et al (2018) mukaan MaaS-palveluilla on merkittävää potentiaalia kasvattaa kestävien liikennemuotojen (kävely, pyöräily, joukkoliikenne, ks. Banister 2008) kulkutapaosuutta. Tutkimuksen mukaan Lontoossa 35 % nykyisistä auton käyttäjistä uskoisi käyttävänsä enemmän joukkoliikennettä ja 17 % nykyisistä auton käyttäjistä uskoisi pyöräilevänsä enemmän, mikäli käytössä olisi MaaS-palvelu. Konsulttiyhtiö Ramboll (2019) toteutti tutkimuksen MaaS-palvelu Whimin vaikutuksista ihmisen liikkumiseen Helsingissä. Raportin mukaan Whim-käyttäjät käyttävät joukkoliikennettä ja kaupunkipyöriä enemmän sekä ketjuttavat liikennemuotoja useammin kuin helsinkiläiset keskimäärin. Tämän perusteella Whimin arvioidaan kasvattavan kestävien kulkutapojen kulkutapaosuutta. (Ramboll 2019.) Tutkimuksessa ei kuitenkaan lainkaan huomioida sitä, miten ihmisten liikkumistottumukset ovat muuttaneet aiempaan, eli esimerkiksi käyttävätkö Whimiä lähtökohtaisesti sellaiset henkilöt, jotka jo aiemmin käyttivät joukkoliikennettä ja kaupunkipyöriä enemmän kuin muut. Tällöin tuloksista ei voida arvioida palvelun todellista vaikutusta kulkutavan valintaan.

MaaS-palveluiden vaikutuksia autonomistukseen ei myöskään ole juuri tutkittu. Kamargianni et al (2018) mukaan noin kolmannes autollisista lontoolaisista uskoisi MaaS-palveluiden vähentävän heidän autoriippuvuuttaan ja noin viidennes voisi jopa myydä auton kokonaan pois. Vaikka MaaS-palveluiden vaikutuksista autonomistukseen on toistaiseksi vasta hyvin vähän tieteellisiä tutkimuksia, on aihetta sivuttu ja spekuloitu tieteellisissä julkaisuissa jonkin verran. Esimerkiksi Suomessa vuonna 2019 järjestetyn MaaS-konferenssin perusteella monet tutkijat odottavat MaaS-palveluiden vaikuttavan autonomistukseen laskevasti (mm. Hauptmann 2019; Hencer et al. 2019; Salamanis et al. 2019; Sochor 2019).

3 TUTKIMUSMENETELMÄT JA AINEISTO

Luvun 1.4 mukaisesti tämä väitöstutkimus rakentuu kahden laajan kansalaiskyselyn sekä näitä täydentävien kahden asiantuntijatyöpajan varaan. Ensimmäinen kyselytutkimus toteutettiin keväällä 2017. Siinä kerättiin tietoa 18–64-vuotiaiden suomalaisten suhtautumisesta ja asenteista erilaisia automaattiautoja kohtaan. Kysely koostui viidestä osasta: Osa I: Kiinnostus automaatioon, Osa: II Matkustuskäyttäytyminen, Osa: III Robottitaksit, Osa: IV Automaattiautojen käyttöönnoton pelot ja esteet sekä Osa: V: Taustatiedot ja avoin palaute. Kysely toteutettiin pääosin SP-menetelmällä (stated preference), eli hyödyntämällä nk. kuvitteellisia valintoja. Kyselyssä hyödynnettiin mielipideasteikollisia (5-portainen Likert-asteikko) kysymyksiä ja avoimia kysymyksiä sekä valintatehtäviä ja järjestämistehtäviä. Kyselyssä oli yhteensä 22 kysymystä ja kyselyyn vastaamiseen kului aikaa noin 10–15 minuuttia. Kyselylomake ja ohjeistus on esitetty liitteessä 1.

Toinen kysely toteutettiin keväällä 2018 ja siinä kerättiin tietoa 18–64-vuotiaiden suomalaisten suhtautumisesta ja asenteista liikenteen uusia palveluita ja päästövähennyksiä kohtaan. Myös tämä kysely oli viisiosainen ja sisälsi mielipideasteikollisia (5-portainen Likert-asteikko) ja avoimia kysymyksiä sekä valintatehtäviä. Kysely koostui 23 kysymyksestä ja kyselyn täyttämiseen kului aikaa noin 10–15 minuuttia. Kyselylomake ja ohjeistus on esitetty liitteessä 2.

Molemmissa tutkimuksissa otos poimittiin väestörekisteristä satunnaisotannalla ikä- ja sukupuoliryhmittäin suhteessa perusjoukon ikä- ja sukupuolijakaumaan. Automaattiautokyselyssä otoksen koko oli 10000 suomalaista ja MaaS-kyselyssä otoksen koko oli 6000 suomalaista. Molemmissa kyselytutkimuksissa kaikille otokseen valikoituneille ihmisille lähetettiin postitse kyselylomake, saatekirje ja palautuskirjekuori. Vastajat voivat vastata kyselyyn internetin välityksellä tai postittamalla kyselylomakkeen mukana tulleella palautuskirjeellä ilman postimaksua. Molemmissa kyselytutkimuksissa vastaajille lähetettiin muistutuskirje parin viikon kuluessa alkuperäisestä kirjeestä. Taulukoissa 2 ja 3 on esitetty kyselytutkimuksien otoskoko, vastaajamäärä ja vastausprosentti ikä- ja sukupuoliryhmittäin.

Taulukko 2. Automaattiautokyselyn otoskoko, vastaajamäärä ja vastausprosentti ikä- ja sukupuoliryhmittäin. Otantasuhde 0,3, otos 10 000 henkilöä.

Ikäryhmät	Miehet			Naiset		
	Otoskoko	Vastaajamäärä	Vastausprosentti	Otoskoko	Vastaajamäärä	Vastausprosentti
18-24	683	80	11,71 %	654	94	14,37 %
25-34	1 084	160	14,76 %	1 028	160	15,56 %
35-44	1 052	175	16,63 %	995	189	18,99 %
45-54	1 056	235	22,25 %	1 036	236	22,78 %
55-64	1 185	345	29,11 %	1 227	362	29,50 %
Yhteensä	5 060	995	19,66 %	4 940	1041	21,07 %

Taulukko 3. MaaS-kyselyn otoskoko, vastaajamäärä ja vastausprosentti ikä- ja sukupuoliryhmittäin. Otantasuhde 0,2, otos 6 000 henkilöä.

Ikäryhmät	Miehet			Ikäryhmät	Naiset	
	Otoskoko	Vastaajamäärä	Otoskoko		Vastaajamäärä	Ikäryhmät
18-24	415	50	12,1%	397	59	14,9%
25-34	666	86	12,9%	632	138	21,8%
35-44	662	107	16,2%	626	115	18,4%
45-54	635	111	17,5%	621	131	21,1%
55-64	663	176	26,6%	683	186	27,2%
Yhteensä	3 041	530	17,4%	2 959	629	21,3%

Taulukon 2 mukaisesti automaattiautokyselyyn vastasi yhteensä 2036 ihmistä antaen vastausprosentiksi 20,4 %. Miesten vastausprosentti oli hieman matalampi kuin naisten, mutta kokonaisuutena sukupuolten väliset erot vastausmäärissä olivat hyvin pieniä. Sen sijaan vanhemmat vastaajat olivat selkeästi aktiivisempia kuin nuoremmat vastaajat. Taulukon 3 mukaisesti MaaS-kyselyyn vastasi yhteensä 1176 ihmistä antaen vastausprosentiksi 19,6%. MaaS-kyselyssä naiset olivat kokonaisuutena hieman aktiivisempia vastaajia kuin miehet. Ikäryhmien osalta vanhemmat vastaajat olivat selkeästi aktiivisempia kuin nuoremmat vastaajat.

Kyselyiden taustatiedoissa ei kysytty vastaajien asuinsijaintia, vaan tieto selvitettiin molemmissa kyselyissä postinumeron perusteella. Vastaajien postinumero yhdistettiin Tilastokeskuksen (2016) tietokannan perusteella Suomen ympäristökeskuksen

seitsemänportaiseen kaupunki-maaseutu-luokitukseen (Syke 2013). Analyysien selkeyttämiseksi luokittelu muutettiin kolmiportaiseksi:

1. Tiheästi asuttu kaupunkialue (sisältää alkuperäisen luokittelun sisemmän ja ulomman kaupunkialueen)
2. Harvaan asuttu kaupunkialue (sisältää alkuperäisen luokittelun kaupungin kehysalueen, maaseudun paikalliskeskukset ja kaupungin läheisen maaseudun)
3. Harvaan asuttu alue (sisältää alkuperäisen luokittelun ydinmaaseudun ja harvaan asutun maaseudun)

Kyselyiden tuloksia analysoitiin IBM SPSS Statistics -ohjelmiston avulla. Vastausten tilastollisissa analyyseissä käytettiin kuvailevia tunnuslukuja, ristiintaulukointeja, keskiarvojen vertailua sekä regressiomalleja. Ristiintaulukointien tilastollista merkittävyyttä testattiin khiin neliö -testillä, Mann-Whitney U -testillä ja Kruskal-Wallis H -testillä. Khiin neliö -testi on matemaattinen malli, jossa tarkastellaan, noudattaako testisuure khiin neliön jakaumaa, kun otosta kasvatetaan. Khiin neliö -testi vastaa kysymykseen: miten todennäköistä on saada vähintään saman suuruinen arvo ilman todellisia eroja perusjoukossa. Testin p-arvo kertoo siis sen, miten todennäköisesti erot johtuvat otantavirheestä, eli mitä suurempi p-arvo on, sitä todennäköisemmin havaitut erot johtuvat vain otantavirheestä. (Taanila 2015.)

Mann-Whitney U -testiä voidaan käyttää kahden riippumattoman ryhmän tilastollisen merkittävyyden vertailuun. Mann-Whitney U -testi perustuu sijalukuihin. Tarkasteltavan muuttujan arvot laitetaan suuruusjärjestykseen, jonka mukaisesti niille annetaan sijaluvut. Testissä saatava p-arvo kertoo todennäköisyyttä sille, että sijalukujen summa poikkeaa toisistaan vähintään oletetun verran. Mitä pienempi p-arvo on, sitä todennäköisemmin ryhmien välillä on eroa. Kruskal-Wallis H -testi on laajennus Mann-Whitney U -testille. Kruskal-Wallis H -testiä voidaan käyttää useamman kuin kahden riippumattoman ryhmän vertailuun. Testin tulos kertoo sen, onko vähintään joidenkin ryhmien välillä tilastollisesti merkitsevä ero. (Taanila 2015.)

Keskiarvojen vertailun tilastollista merkittävyyttä testattiin kahden ryhmän välillä riippumattomien otosten t-testillä ja useamman ryhmän välillä yksisuuntaisella varianssianalyysillä. Sekä T-testin että varianssianalyysin tuloksena saadaan todennäköisyys sille, selittykö ero keskiarvoissa otantavirheellä. Testin tulos kertoo, kuinka suurella todennäköisyydellä erot johtuvat otantavirheestä. (Taanila 2015.)

Yksittäisten muuttujien tilastollisissa testeissä nollahypoteesina on, että muuttujien välillä ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa. Kun todennäköisyys tälle on riittävän pieni, voidaan vaihtoehtoisena hypoteesina todeta muuttujien välillä olevan eroja.

Tilastollisen merkitsevyyden tasoksi määritettiin yleisesti vakiintuneen tavan mukaisesti todennäköisyys $p < 0,05$ (5 %). Eli ilmiö voidaan todeta tilastollisesti merkitseväksi, jos sen $p < 0,05$. Ilmiö voidaan todeta tilastollisesti erittäin merkitseväksi, mikäli sen $p < 0,001$ (0,1 %). Kaikki luvussa 4 esitetyt erot ovat tilastollisesti merkitseviä, ellei toisin todeta. Kaikki tilastollisten testien tulokset on esitetty alkuperäisissä artikkeleissa.

Analyysiä syvennettiin selittävien regressiomallien avulla, joilla voitiin selittää tarkemmin eri taustatietojen vaikutusta vastausjakaumiin. Analyyseissa hyödynnettiin lineaarista regressiomallia ja logistisia regressiomalleja. Regressioanalyysien avulla tarkastellaan yhden tai useamman selittävän muuttujan vaikutusta tarkasteltavaan muuttujaan. Regressioanalyysiä hyödynnetään muuttujien välisten kausaalisuhteiden tutkimiseen. Regressioanalyysin tuloksena saadaan yksittäisten selittävien muuttujien osuus ja vaikutus selitettävään muuttujaan, kun huomioidaan myös muiden muuttujien vaikutus. (KvantiMOTV 2008.)

Logistisessa regressiomallissa ei tehdä oletusta lähtömuuttujan normaaliudelle, lineaarisuudelle tai varianssin yhtäsuuruudelle, mutta vahvoja korrelaatiota tai selvästi poikkeavia arvoja tulisi välttää. Linearisessa regressiomallissa muuttujien on oltava jatkuvia ja normaalisti jakautuneita. (Reunamo 2015.) Regressiomallissa nollahypoteesi on, että kaikkien selittävien muuttujien regressiokertoimet ovat nollia. Vaihtoehtoisena hypoteesina on, että ainakin yksi regressiokertoimista on nollassa poikkeava. (Taanila 2015.) Vaikka lineaarisessa regressiomallissa muuttujan tulisi olla jatkuva, myös diskreetti muuttuja soveltuu malliin, jos se voi saada ainakin satoja erilaisia arvoja. Tällöin diskreettiäkin muuttujaa voi regressiomalleissa kohdella jatkuvana muuttujana. (Tilastokeskus n.d.)

Tässä tutkimuksessa aineistoa ei laajennettu koskemaan koko väestöä, sillä otoksen laajentamisessa yleensä käytettävät muuttujat, kuten ikä, sukupuoli ja asuinajainti, analysoitiin tutkimuksessa erikseen. Tämän lisäksi tehtiin yksittäisiä tarkasteluja laajennetulla otannalla mahdollisten erojen havainnollistamiseksi.

Kummankin kyselyn tuloksiin liittyen järjestettiin asiantuntijatyöpaja, jossa asiantuntijoille esitettiin kyselyn tuloksia ja toisaalta tuloksista keskusteltiin laajasti niin pienryhmissä kuin laajemminkin porukalla. Työpajojen rooli tässä väitöstutkimuksessa oli tuottaa ja kerätä näkemyksiä ja näkökulmia aiheista ja siten tuoda lisäarvoa tulosten tarkempaan analysointiin. Molempiin asiantuntijatyöpajoihin osallistui noin 50 liikennealan asiantuntijaa Suomesta, edustaen laajasti julkishallintoa, yrityksiä, järjestöjä ja oppilaitoksia/tutkimuslaitoksia. Molemmissa työpajoissa asiantuntijoille lähetettiin kutsun mukana mahdollisuus täyttää kansalaiskysely. Työpajan alussa esiteltiin kansalaiskyselyn tuloksia ja keskusteltiin tuloksista laajaksi. Lisäksi työpajoissa oli

myös muita esityksiä, joiden jälkeen työpajoihin osallistuneet asiantuntijat jaettiin viiteen pienryhmään. Pienryhmissä keskustelua syvennettiin etukäteen määritetyistä aiheista. Lopuksi pienryhmätyöskentelyn tuloksia käsiteltiin yhteisesti. Asiantuntijoille tarjottiin lisäksi mahdollisuus tarkentaa ja perustella vastauksiaan työpajakeskusteluiden pohjalta jälkikäteen järjestetyllä nimettömällä iterointikierröksellä. Iterointikierröksellä saatiin muutamia vastauksia ja lisäperusteluita, jotka huomioitiin osana työpajan tuloksia.

Automaattiautoihin liittyvä työpaja järjestettiin marraskuussa 2017. Työpajassa erityispiirteenä oli, että työpajaan ilmoittautuneille asiantuntijoille lähetettiin ennakotehtävä, jossa asiantuntijoita pyydettiin pohtimaan automaation ja digitalisaation vaikutuksia ja sen pohjalta arvioimaan henkilöliikennesuoritetta, yhteiskäyttöautojen osuutta autokannasta, automaattiautojen yleistymistä ja osuutta uusista rekisteröinneistä, eri käyttövoimalähteiden osuutta uusista rekisteröinneistä sekä matkojen kulutapajakaumaa vuosina 2020–2050. Pienryhmäosuudessa keskusteluja käytiin ennakotehtävän aiheista ja ennakotehtävään annettujen vastausten pohjalta.

MaaS-aiheinen työpaja järjestettiin marraskuussa 2018. MaaS-aiheinen työpaja oli osa laajempaa liikenteen tulevaisuutta koskeva työpajaa. Työpajassa pienryhmätyöskentelyn aiheina olivat liikenneturvallisuus, liikkumisen hinnoittelu, ilmastonmuutos, liikenneköyhyys ja iäkkäiden liikkuminen sekä eri toimijoiden rooli MaaS-palveluiden edistämässä.

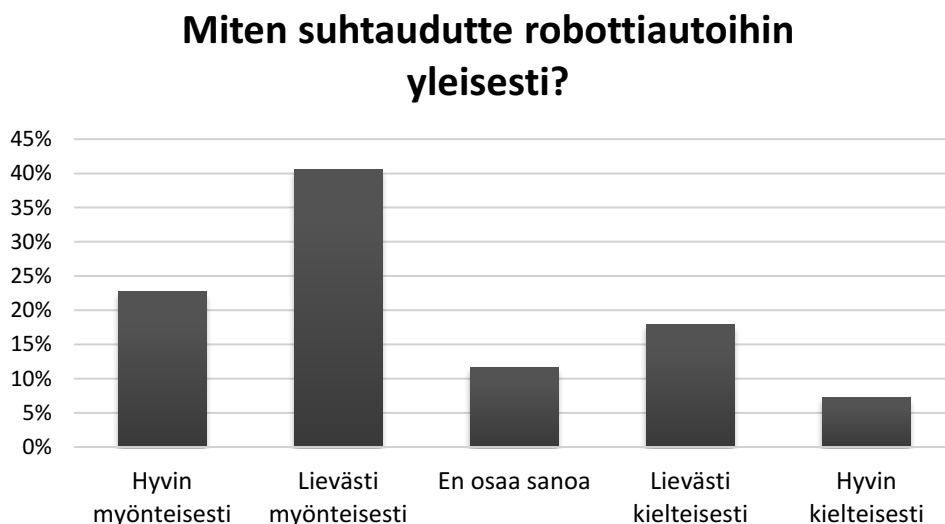
Tähän väitöstutkimukseen sisältyneissä julkaisuissa ei raportoitu erikseen työpajojen sisältöä, vaikka työpajoissa lisättyä ymmärrystä hyödynnettiin tulosten analysoinnissa. Työpajojen sisältöä on raportoitu esimerkiksi tutkimusjulkaisuissa ”Automaattiautojen vaikutukset liikkumistottumuksiin” (Liljamo et al. 2018) ja ”Suomalaisten mielipiteitä MaaS-palveluista, liikennejärjestelmästä ja ilmastostrategiasta” (Liljamo 2018). Työpajojen tulokset huomioidaan kuitenkin tässä väitöskirjassa ja niiden tuloksista koostettu referaatti esitetään liitteessä 3.

4 TUTKIMUKSEN PÄÄTULOKSET

Tässä luvussa esitetään väitöstutkimuksen päätulokset tutkimusjulkaisuittain/aiheittain alaluvuissa 4.1–4.4. Lopuksi alaluvussa 4.5 esitetään tutkimustulosten synteesi tutkimuskysymyksittäin kirjallisuuskatsaukseen peilaten.

4.1 Suhtautuminen tieliikenteen automaatioon, artikkeli I

Valtaosa automaattiautokyselyyn vastanneista suomalaisista suhtautui myönteisesti automaattiautoihin. Kuvan 4 mukaisesti noin 23 % vastaajista suhtautui hyvin myönteisesti ja noin 41 % vastaajista lievästi myönteisesti automaattiautoihin. Noin neljännes vastaajista suhtautui kuitenkin kielteisesti automaattiautoihin. Kyselyssä automaattiautoja kuvattiin kansantajuisella termillä 'robottiauto'. Lisäksi termillä viitattiin tämän tutkimuksen rajauksen mukaisesti korkean automaatiotason autoihin.



Kuva 4. Yleinen suhtautuminen automaattiautoihin, N=2022 (artikkeli I).

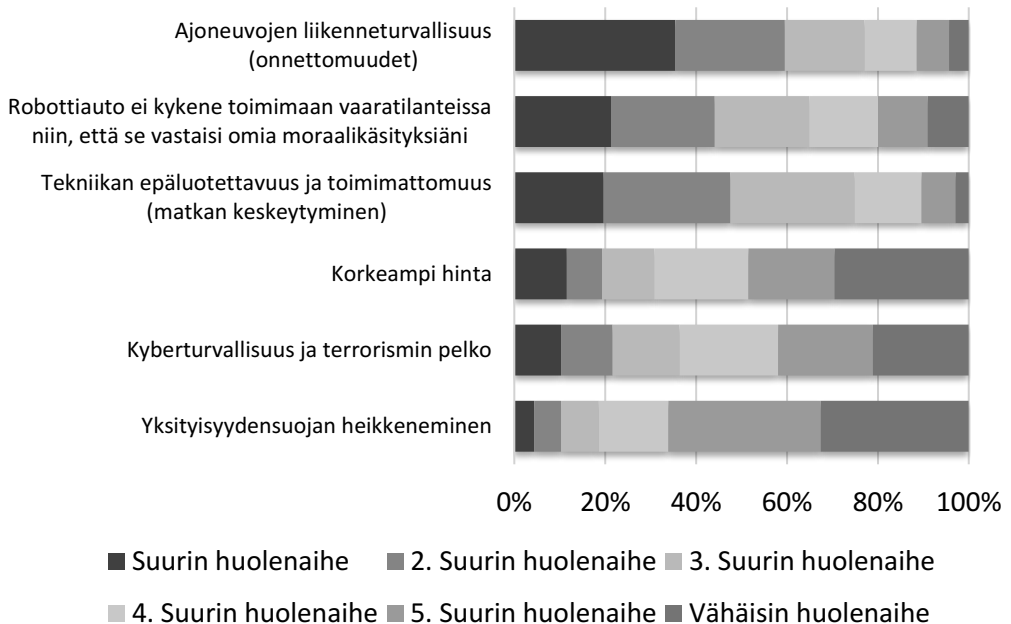
Eri käyttäjäryhmien välillä havaittiin merkittäviä eroja yleisessä suhtautumisessa automaattiautoihin. Miehet suhtautuivat keskimäärin selvästi myönteisemmin automaattiautoihin kuin naiset. Miehistä lähes 30 % suhtautui hyvin myönteisesti, kun naisista vain noin 17 % suhtautui hyvin myönteisesti automaattiautoihin. Erot miesten ja naisten välillä olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä (Mann-Whitney U -testi: $p < 0,001$).

Vastaavasti korkeammin koulutetut suhtautuivat selvästi myönteisemmin automaattiautoihin kuin matalammin koulutetut ja erot eri koulutustasojen välillä olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä (Kruskal-Wallis H -testi: $p < 0,001$). Ylemmän korkeakoulututkinnon suorittaneista noin 75 % suhtautui myönteisesti, kun vain peruskoulun suorittaneista noin 54 % suhtautui myönteisesti automaattiautoihin. Yleisesti nuoremmat vastaajat suhtautuivat automaattiautoihin hieman myönteisemmin kuin vanhemmat vastaajat. Kaikkein myönteisintä suhtautuminen oli 25–34-vuotiaiden ikäryhmässä, jossa noin 30 % vastaajista suhtautui hyvin myönteisesti, kun esimerkiksi 55–64-vuotiaiden ikäryhmässä vain noin 19 % vastaajista suhtautui hyvin myönteisesti automaattiautoihin. Erot eri ikäryhmien välillä olivat tilastollisesti merkitseviä (Kruskal-Wallis H -testi: $p = 0,012$). Tarkemmassa tarkastelussa havaittiin kuitenkin, että Kruskal-Wallis H -testin mukaisesti erot olivat tilastollisesti merkitseviä ainoastaan 25–34-vuotiaiden ja muiden ikäryhmien välillä, mutta erot esimerkiksi 18–24-vuotiaiden ja 55–64-vuotiaiden välillä eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Asuinpaikan sijainti vaikutti vastauksiin siten, että tiheämmin asutuilla alueilla asuvat vastaajat suhtautuivat keskimäärin selvästi myönteisemmin kuin harvempaan asutuilla alueilla asuvat. Harvaan asutuilla alueilla asuvista vastaajista noin 49 % suhtautui myönteisesti, kun tiheästi asutuilla kaupunkialueilla noin 70 % vastaajista suhtautui myönteisesti automaattiautoihin. Erot olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä (Kruskal-Wallis H -testi: $p < 0,001$). Asuinpaikan sijainti ja korkeampi koulutustaso korreloivat lievästi ($r = -0,260$) keskenään, mikä voi selittää osan suhtautumiseroista. Ristiintaulukoinnin avulla kuitenkin havaittiin, että korrelaatio ei selitä koko vaihtelua, vaan sekä asuinsijainti että koulutustaso vaikuttavat selvästi myös erikseen yleiseen suhtautumiseen automaattiautoihin. Lisäksi havaittiin, että autottomissa talouksissa asuvat vastaajat suhtautuvat keskimäärin myönteisemmin automaattiautoihin kuin autollisissa talouksissa asuvat (Mann-Whitney U -testi: $p < 0,001$).

Yleisesti myönteisen suhtautumisen lisäksi suurin osa vastaajista oli sitä mieltä, että automaation kehittyminen kohti automaattiautoja on toivottava kehityssuunta. Noin 27 % vastaajista oli täysin samaa mieltä ja noin 35 % vastaajista osittain samaa mieltä väittämän kanssa. Vain noin 9 % vastaajista oli täysin eri mieltä väittämän kanssa.

Kyselyssä vastaajien täytyi laittaa kuusi automaattiautoihin liittyvää huolenaihetta, uhkakuvaa ja pelkoa tärkeysjärjestykseen. Huolenaiheet olivat korkeampi hinta, tekniikan epäluotettavuus ja toimimattomuus (matkan keskeytyminen), kyberturvallisuus ja terrorismin pelko, yksityisyydensuojan heikkeneminen, ajoneuvojen liikenneturvallisuus (onnettomuudet) sekä se, että automaattiauto ei kykene toimimaan vaaratilanteissa niin, että se vastaisi vastaajan omia moraalikäsityksiä. Kuvassa 5 on esitetty automaattiautoihin liittyvien huolenaiheiden tärkeysjärjestys.



Kuva 5. Automaattiautoihin liittyvien huolenaiheiden tärkeysjärjestys, N=2022 (artikkeli I).

Kuvan 5 mukaisesti keskimäärin suurimpana huolenaiheena pidettiin automaattiautojen liikenneturvallisuutta. Vastaavasti teknologian epäluotettavuus ja toimivuus sekä moraalikäsitykset onnettomuustilanteissa koettiin suuriksi huolenaiheiksi. Keskimäärin pienimpänä huolenaiheena pidettiin yksityisyydensuojan heikkenemistä.

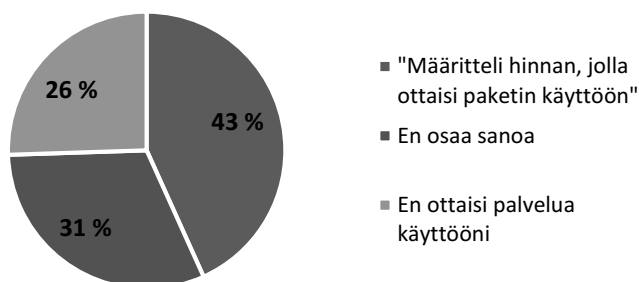
Tutkimuksen perusteella suurin osa ihmisistä suhtautuu myönteisesti automaattiautoihin, mikä indikoi, että ihmiset ovat suhteellisen valmiita kokeilemaan ja ottamaan käyttöön automaattiautoja, mikäli niitä olisi saatavilla. Automaattiautojen tulee olla turvallisia, jotta ihmiset voivat luottaa uuteen teknologiaan. Ajoneuvojen liikenneturvallisuutta pidettiin keskimäärin suurimpana huolenaiheena

automaattiautoihin liittyen. Liikenneturvallisuuden varmistamisessa ajoneuvojen valmistajien lisäksi myös viranomaisilla on tärkeä rooli, jotta automaattiautojen turvallisuus voidaan taata. Tällöin ihmiset voivat helpommin luottaa uuteen teknologiaan ja siten ottaa käyttöön automaattiautoja.

4.2 Ihmisten kiinnostus ja valmius MaaS-palveluihin, artikkelit II ja IV

MaaS-kyselyssä vain noin viidennes vastaajista oli aiemmin kuullut tai lukenut liikkumispalveluista tai termistä MaaS. Miehet tunsivat termin hieman useammin kuin naiset ja vastaavasti eri ikäryhmistä termi oli tutuin 25–34-vuotiaille. Valtaosa ei kuitenkaan ollut aiemmin kuullut tai lukenut termistä. Vastaajista yli 80 % oli kuitenkin samaa mieltä väittämän ”kaikkia liikennepalveluita tulisi voida yhdistellä ja käyttää yhdellä lipulla ja sovelluksella (esim. taksi, juna ja linja-auto samalla lipulla)” kanssa, mikä indikoi, että MaaS-palveluiden ydinajatukselle on selkeästi kysyntää.

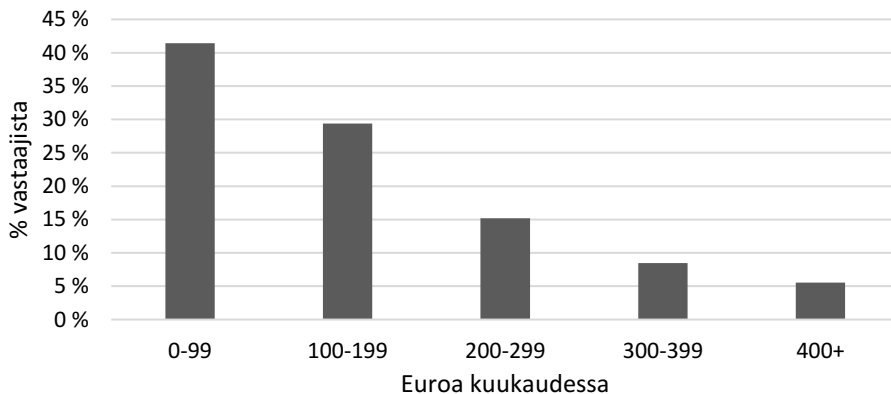
Kyselyssä vastaajia pyydettiin oletamaan, että sopivalla liikkumispaketilla voisi kattaa kaikki liikkumistarpeet ja kysyttiin, että minkä hintainen esimerkiksi joukkoliikenteen, taksin ja yhteiskäyttöautojen käyttöä sisältävän liikkumispaketin tulisi olla, jotta vastaaja ottaisi sen käyttöönsä. Liikkumispaketin sisältöä ei määritetty tarkemmin. Sopivan hinnan määrittelyn lisäksi vastaajille annettiin vaihtoehdot ”en osaa sanoa” ja ”en ottaisi palvelua käyttööni”. Vastausten jakauma eri vastausvaihtoehtojen välillä on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Vastausjakauma liikkumispalvelun käyttöönottoa koskevassa kysymyksessä, N=1172 (artikkeli IV).

Kuvan 6 mukaisesti 43 % eli yhteensä 507 vastaajaa antoi jonkin euromääräisen arvon sopivasta liikkumispaketin hinnasta, jolla ottaisi palvelun käyttöönsä. Noin 31 % ei osannut sanoa ja 26 % vastaajista ei ottaisi palvelua käyttöönsä (millään hinnalla). Vastaajien taustatietojen perusteella vastausjakaumassa havaittiin useita tilastollisesti erittäin merkitseviä (khiin neliö -testi: $p < 0,001$) eroja. Vastaajien autonomisuus vaikutti siten, että mitä vähemmän kotitalouksissa oli autoja, sitä useammin vastaajat määrittivät sopivan hinnan. Vastaavasti mitä vähemmän vastaajat ajavat henkilöautolla tai mitä useammin he käyttävät joukkoliikennettä, sitä useammin he olivat valmiita ottamaan MaaS-palvelun käyttöön ainakin jollain hinnalla. Ikäryhmien osalta erityisesti 25–34-vuotiaat määrittivät sopivan hinnan muita useammin ja yli 55-vuotiaat selvästi muita harvemmin. Vastaavasti korkeammin koulutetut olivat valmiita ottamaan MaaS-paketin käyttöönsä matalammin koulutettuja useammin. Vastaajien sukupuolella tai asuinsijainnilla ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta vastauksiin. Tarkat erot eri vastaajaryhmien välillä on esitetty julkaisun 2 liitteessä B.

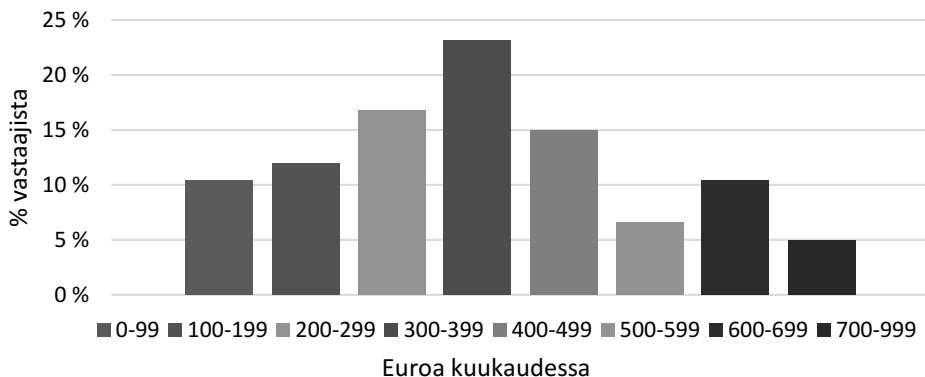
Vastaajien antamat arviot sopivasta hinnasta vaihtelivat 10 euron ja 700 euron välillä. Keskiarvo oli 137 euroa, mediaani 100 euroa ja keskihajonta 114 euroa. Kuvassa 7 on esitetty, miten vastaajat jakautuivat maksuhalukkuuden mukaan. Kuvan mukaisesti noin 41 % vastaajista oli valmiita maksamaan liikkumispaketista alle 100 euroa. Noin 29 % oli valmiita maksamaan 100–199 euroa ja noin 29 % oli valmiita maksamaan liikkumispaketista yli 200 euroa. Vain noin kuusi prosenttia sopivan hinnan määritelleistä vastaajista olisi valmis maksamaan liikkumispaketista yli 400 euroa.



Kuva 7. Maksuhalukkuus kaikki liikkumistarpeet täyttävästä liikkumispaketista, N=507 (artikkeli IV).

Kyselyn matriisimuotoisessa kysymyksessä vastaajia pyydettiin määrittelemään nykyisiä liikkumistottumuksia. Tämän lisäksi kysymyksen vaihtoehdoissa annettiin

arvio, kuinka paljon kukin liikkumistottumus keskimäärin tuo kustannuksia kuukaudessa. Näin voidaan laskea kullekin vastaajalle arvio nykyisistä liikkumisen kustannuksista, minkä avulla voidaan arvioida ihmisten suhteellista maksuhalukkuutta, eli maksuhalukkuutta suhteessa nykyisiin liikkumiskustannuksiin. Kysymyksen perusteella laskettu arvio vastaajien liikkumisen kuukausikustannuksista on esitetty kuvassa 8. Kuvan mukaisesti yleisin arvio kuukausittaisille liikkumiskustannuksille oli 300–399 euroa. Noin 23 % vastaajista kuului tähän kustannusryhmään. Liikkumiskustannusten arvioiden keskiarvo oli 348 euroa, mediaani 320 euroa ja keskihajonta 198 euroa. Suurin arvio oli 900 euroa ja pienin 10 euroa. Suuruusluokaltaan nämä arviot vastaavat hyvin kotitalouksien kulutustutkimuksen tulosta, jonka mukaan suomalaiset 18–65-vuotiaat käyttävät keskimäärin 364 kuukaudessa liikkumiseen (Tilastokeskus 2018).



Kuva 8. Arvio vastaajien liikkumiskustannuksista matriisikysymyksessä esitettyjen nykyisten liikkumistottumusten perusteella, N=1168 (artikkeli IV).

Tämän jälkeen vastaajilta kysyttiin vastaako edellisen kysymyksen perusteella laskettu arvio suuruusluokaltaan vastaajan todellisia liikkumiskustannuksia. Mikäli vastaaja oli sitä mieltä, että arvio ei vastaa suuruusluokaltaan todellisia liikkumiskustannuksia, niin vastaajia pyydettiin määrittämään itse todelliset liikkumiskustannukset. Noin 56 % vastaajista piti arviota suuruusluokaltaan oikeana. Noin 22 % vastaajista ei pitänyt arviota oikeana, vaan esitti itse tarkemman arvion liikkumiskustannuksista. Vastavasti noin 22 % vastaajista ei osannut arvioida summan todenmukaisuutta. Matriisikysymyksestä muodostettujen kustannusluokkien (kuva 8) osalta 100–199 euroa kuukaudessa liikkumiseen kuluttavien vastaukset poikkesivat siten, että tässä

kustannusluokassa selvästi muita ryhmiä useammin (yli 40 %) vastattiin, että arvio ei pidä paikkaansa, kun muissa kustannusluokissa keskimäärin noin 20 % ei pitänyt arviota todenmukaisena. Kyseisessä ryhmässä korostui tilanne, jossa vastaajat eivät omista autoa, mutta kustannusarvio päätyy 100 ja 200 euron väliin, jolloin osa vastaajista kokee arvion liian korkeana.

Kysymyksessä vastaajien esittämä oma arvio nykyisistä liikkumiskustannuksista vaihteli 0 ja 1500 euron välillä. Keskiarvo oli 211 euroa ja mediaani 150 euroa. Suurin osa oman arvion liikkumiskustannuksista antaneista vastaajista piti matriisikysymyksessä liikkumistottumusten perusteella muodostettua arviota liian suurena. Noin 17 % vastaajista piti arviota kuitenkin liian pienenä. Keskimäärin vastaajien oma arvio oli noin 70 % matriisikysymyksestä lasketusta arvosta.

Kun vastaajien maksuhalukkuutta verrataan matriisikysymyksen arvioon vastaajan nykyisistä liikkumiskustannuksista, havaitaan, että vastaajat, jotka olisivat valmiita ottamaan liikkumispaketin käyttöönsä, olivat valmiita maksamaan liikkumispaketista keskimäärin noin 50 % nykyisistä liikkumiskustannuksista (n=507). Mikäli vertailu kohdistetaan vain niihin vastaajiin, jotka edellisessä kysymyksessä vastasivat, että matriisikysymyksen arvio nykyisistä liikkumiskustannuksista pitää paikkansa, niin maksuhalukkuus suhteessa liikkumiskustannuksiin kasvoi hieman. Nämä vastaajat olivat valmiita maksamaan liikkumispaketista keskimäärin noin 56 % nykyisistä liikkumiskustannuksista (n=286). Mikäli vertailu kohdistetaan niihin vastaajiin, jotka edellisessä kysymyksessä antoivat itse matriisikysymyksen antamaa arviota tarkemman arvion omista liikkumiskustannuksista, niin vastaajat olivat valmiita maksamaan liikkumispaketista keskimäärin noin 81 % nykyisistä liikkumiskustannuksista (n=141). Paras suhteellisen maksuhalukkuuden arvio saadaan, kun vastauksissa yhdistetään ne, jotka pitivät matriisikysymyksestä muodostettuja liikkumiskustannuksia oikeina sekä ne, jotka antoivat itse oman tarkemman arvion. Tällä ryhmällä suhteellinen maksuhalukkuus oli noin 64 % (n=427).

Ihmisten maksuhalukkuudessa oli joitakin eroja käyttäjäryhmittäin. Maksuhalukkuudesta muodostettiin selittävä lineaarinen regressiomalli kuvaamaan taustatietojen vaikutusta maksuhalukkuuteen. Taulukossa 4 on esitetty muodostettu lineaarinen regressiomalli.

Taulukko 4. Lineaarinen regressiomalli MaaS-palvelun maksuhalukkuudesta (artikkeli IV).

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
5	(Vakio)	-12.826	15.916		-0.806	0.421		
	Nykyiset liikkumiskustannukset	0.324	0.023	0.575	13.813	0.000	0.772	1.296
	Sukupuoli	15.419	8.638	0.067	1.785	0.075	0.937	1.068
	Kotitalouden tulot	15.400	4.492	0.139	3.429	0.001	0.814	1.229

Lineaarisen regressiomallin mukaisesti vain nykyiset liikkumiskustannukset (jotka on johdettu nykyisistä liikkumistottumuksista), sukupuoli ja kotitalouden tulotaso vaikuttivat tilastollisesti merkitsevästi ihmisten maksuhalukkuuteen. Taulukon 4 mukaisesti nykyiset liikkumiskustannukset on dominoiva tekijä, joka selittää mallissa suurimman osan vaihtelusta. Vastaajien sukupuoli ja kotitalouden tulot selittävän vain hieman vaihtelua siten, että miehet ja suurempituloiset ovat valmiita maksamaan hieman enemmän. On huomioitava, että mallin selitysaste on vain noin 44,1 %. Yksisuuntaisen varianssianalyysin mukaan malli on kuitenkin tilastollisesti erittäin merkitsevä ($F(3,115)=110.970$, $p<0.001$).

Tutkimuksen perusteella MaaS-palveluille on selvästi kysyntää, mutta ihmiset eivät ole valmiita maksamaan MaaS-palveluista kovin paljoa. MaaS-palveluiden tulisi tuoda ihmisille selkeitä säästöjä nykyisiin liikkumiskustannuksiin nähden tai ihmisten kokemaa hyötyä MaaS-palveluista tulisi kasvattaa, jotta palveluiden käyttö voisi yleistyä merkittävästi.

4.3 Automaattiautojen vaikutukset kulkutapajakaumaan, artikkeli III

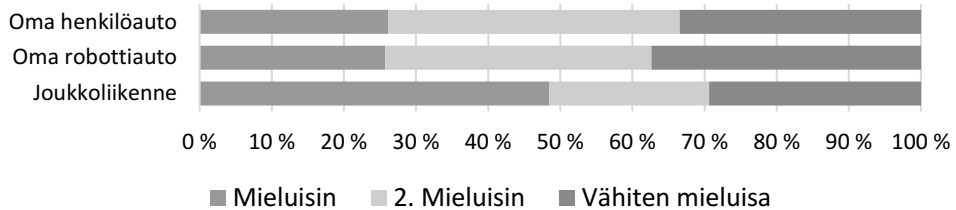
Automaattiautokyselyssä vaikutuksia kulkutapajakaumaan lähestyttiin kuvitteellisia valintoja hyödyntämällä, eli käyttämällä SP-menetelmää. SP-menetelmässä pyritään rakentamaan mahdollisimman todenmukaisia, mutta kuvitteellisia valintatilanteita. Yleensä SP-menetelmässä muuttujat ja taustaoletukset pysyvät samoina, mutta käytettävät muuttujan tasot vaihtelevat. Tällöin tuloksia voidaan analysoida esimerkiksi logittimallin ja hyötyfunktioiden avulla, jolloin saadaan selville muuttujien tasojen vaikutus valintatehtävään (Baidoo & Nyarko 2015).

Tässä tutkimuksessa päädyimme kuitenkin käyttämään toisenlaista lähestymistapaa SP-menetelmään. Valintatilanteet pyrittiin rakentamaan mahdollisimman

todennukaisesti automaattiautojen, perinteisten henkilöautojen ja joukkoliikenteen välillä siten, että taustatiedot ja käytettävissä olevat liikennemuodot vaihtelivat, mutta muuttujan tasoille ei muodostettu erilaisia vaihtuvia arvoja. Tällä tavalla voidaan tutkia tarkemmin automaattiautojen houkuttelevuutta ja vaikutusta kulkutapajakaumaan. Mikäli automaattiautojen vaikutusta olisi haluttu tutkia soveltamalla SP-menetelmää perinteisellä tavalla, olisi kysymysasettelusta tullut joko liian suppea tai kyselystä liian pitkä, jolloin tutkimuksen reliabiliteetti ja validiteetti olisivat heikentyneet. Kysymykset olivat luonteeltaan järjestämistehtäviä, jolloin saatiin selville mielekkäimmän vaihtoehdon lisäksi myös muiden vaihtoehtojen paremmuusjärjestys. Kysymyksissä käytettiin sellaisia matkapituuksia (10–200 km), joilla jalankulku ja pyöräily eivät ole houkuttelevia vaihtoehtoja suurelle osalle väestöstä, joten selkeyden vuoksi jalankulku ja pyöräily rajattiin pääkulkutapoina kyselytutkimuksen ulkopuolelle. Jalankulku huomioitiin kysymyksissä kuitenkin osana matkaketjuja, sillä jalankulun määrä vaikuttaa oleellisesti matkaketjun matkavastukseen ja siten kulkutavan valintaan.

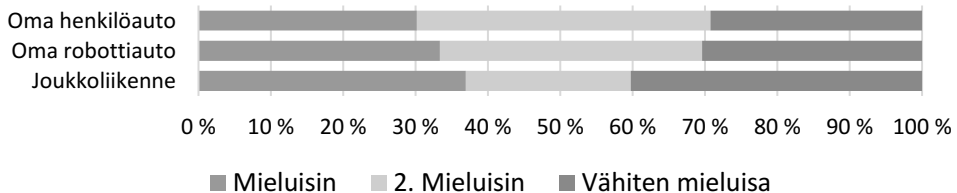
Automaattiautokyselyssä oli kolme SP-järjestämistehtävää, joissa laitetaan oma tavallinen henkilöauto, oma robottiauto ja joukkoliikenne paremmuusjärjestykseen eri pituisilla matkoilla ja erilaisilla kustannus-, matka-aika- ja kävelymatkan arvoilla. Vastaajia ohjeistettiin kyselyn saatekirjeessä siten, että kaikissa kyselyn järjestämiskysymyksissä kustannukset sisältävät kaikki laskennalliset omistamisen, ylläpidon ja käytön kustannukset, matka-aika sisältää kaiken matkaan ”ovelta ovelle” kuluvan ajan ja vastaavasti kävelymatka kaiken kävelyn ”ovelta ovelle”. Lisäksi oletettiin, että robottiautot on todettu turvallisiksi ja luotettaviksi korkean automaatiotason autoiksi, joissa kuljettaja voi vaikka nukkua ajon aikana. Saatekirjeessä mainittiin myös, että robottiautolla matka-aika voi olla lyhyempi kuin perinteisellä autolla, kun autoa ei tarvitse itse pysäköidä ja kävelyn määrä vähenee. Kyselyn analysoinnissa käytetään tässä yhteydessä selkeyden vuoksi kyselylomakkeessa ollutta epävirallista termiä ’robottiauto’. Järjestämistehtävät ja vastausjakauma on esitetty kuvissa 9–11. Kuvissa vihreä palkki tarkoittaa sitä osuutta vastaajista, jotka ovat arvioineet kyseisen kulkutavan mieluisimmaksi, eli antaneet arvon 1. Vastaavasti beige tarkoittaa arvoa 2 eli toiseksi mieluisinta vaihtoehtoa ja punainen arvoa 3 eli vähiten mieluisaa vaihtoehtoa.

Matkustatte päivittäin kaupungin A keskustasta kaupungin B keskustaan. Yhdensuuntaisen matkan pituus on 200 km.			
	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



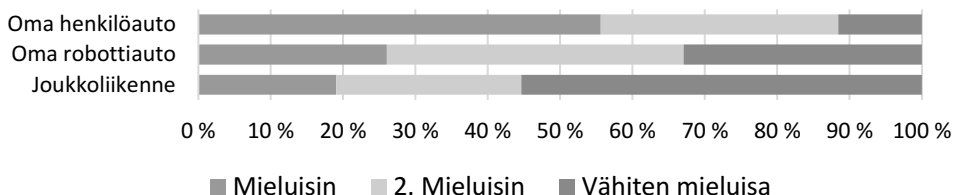
Kuva 9. Paremmuusjärjestys kaupunkien välisillä pitkillä 200 km matkoilla, N=2000 (artikkeli III).

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



Kuva 10. Paremmuusjärjestys kaupunkien sisäisillä lyhyillä 10 km matkoilla, N=2002 (artikkeli III).

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 11. Paremmuusjärjestys haja-asutusalueella 100 km matkalla, N=2002 (artikkeli III).

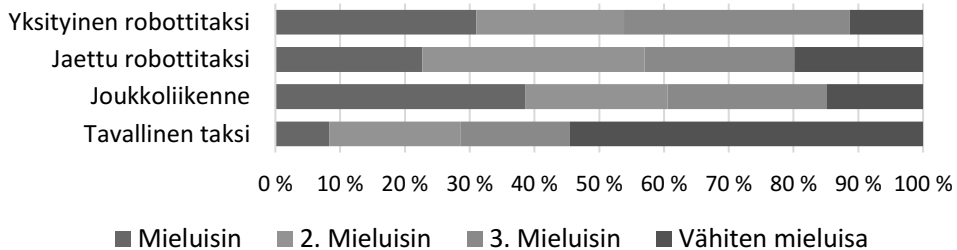
Erityisesti kaupunkien välisellä 200 km matkalla joukkoliikennettä pidettiin parhaimpana vaihtoehtona, sillä lähes 50 % vastanneista arvotti joukkoliikenteen parhaaksi kulkutavaksi. Myös kaupunkien sisäisellä 10 km matkalla joukkoliikenne arvotettiin useimmiten parhaaksi kulkutavaksi, mutta samalla se arvioitiin selkeästi useimmiten myös huonoimmaksi vaihtoehdoksi. Sen sijaan haja-asutusalueella 100 km matkalla omaa henkilöautoa pidettiin selkeästi parhaimpana vaihtoehtona, kun taas joukkoliikennettä huonoimpana vaihtoehtona.

Järjestämistehtävissä oma robottiauto arvotettiin samankaltaisesti kaikissa kysymyksissä riippumatta kustannuksista, matka-ajasta tai kävelyn määrästä. Joukkoliikenteen ja oman henkilöauton osuudet puolestaan vaihtelivat kysymyksittäin merkittävästi. On mahdollista, että erityisesti robottiautojen kohdalla ennakkoluulot vaikuttivat vastauksiin jopa enemmän kuin varsinaiset muuttujat. Ainoastaan kaupunkien sisäisillä 10 km matkoilla oma robottiauto arvotettiin omaa henkilöautoa useammin parhaaksi vaihtoehdoksi. Tässä kysymyksessä matkan kustannukset omalla henkilöautolla ja omalla robottiautolla olivat yhtä suuret, mutta matka-aika ja kävelymatkan pituus olivat omalla robottiautolla pienemmät.

Kuvassa 12 on esitetty järjestämistehtävä, jossa laitetaan paremmuusjärjestykseen yksityinen robottitaksi, jaettu robottitaksi, joukkoliikenneväline ja tavallinen taksi kymmenen kilometrin matkalla laitakaupungilta keskustaan. Kysymyksessä oli tarkoituksena selvittää yksityisen ja jaetun robottitaksin houkuttelevuuden erot sekä vertailla näitä joukkoliikenteen vetovoimaan kaupunkien sisäisillä matkoilla. Tavallinen taksi asetettiin lisäksi vaihtoehdoksi erityisesti niille, jotka ovat sekä robottiauto-

että joukkoliikennevästaisia. Kuvassa 12 tumman vihreä palkki tarkoittaa sitä osuutta vastaajista, jotka ovat arvioineet kyseisen kulkutavan 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.

Kuljette 10 km matkan laitakaupungilta keskustaan. Järjestäkää vaihtoehdot paremmuusjärjestykseen 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

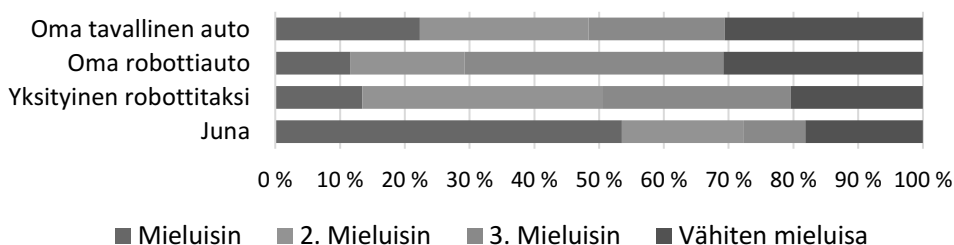


Kuva 12. Paremmuusjärjestys kaupungin sisäisillä 10 km matkoilla, N=2012 (artikkeli III).

Kuvan 4 mukaisesti 40 % vastaajista piti joukkoliikennettä parhaana vaihtoehtona. Tosin robottitaksien (jaettujen ja yksityisten) osuus yhteensä parhaana pidettynä vaihtoehtona oli lähes 55 %. Robottitakseista yksityistä robottitaksia pidettiin hieman useammin parhaimpana vaihtoehtona, kun taas jaettua robottitaksia pidettiin useammin joko parhaana tai toiseksi parhaana vaihtoehtona. Tavallista taksia puolestaan pidettiin keskimäärin kaikkein huonoimpana vaihtoehtona.

Kuvassa 13 on esitetty järjestämistehtävä, jossa laitetaan paremmuusjärjestykseen oma tavallinen auto, oma robottiauto, yksityinen robottitaksi ja juna sadan kilometrin matkalla suuren kaupungin keskustaan. Kysymyksessä oli tarkoituksena selvittää tavallisen auton, oman robottiauton ja robottitaksien välisiä eroja. Lisäksi kysymyksellä saadaan selville, miten nämä suhteutuvat joukkoliikenteeseen, joka tässä tapauksessa on sekä edullisempi että nopeampi tapa matkustaa ja joukkoliikennevälineeksi on määritetty nimenomaan juna.

Kuljette 100 km matkan suuren kaupungin keskustaan. Järjestäkää vaihtoehdot paremmuusjärjestykseen 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 13. Paremmuusjärjestys kaupunkien välisillä 100 km matkoilla, N=2008 (artikkeli III).

Kuvan 13 mukaisesti tässä kysymyksessä 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 pitävät junaa esimerkiksi bussia mieluisampana joukkoliikennelineenä, jolloin vastauksen lukitseminen nimenomaan junaksi voi kasvattaa vaihtoehdon suosiota. Parhaaksi vaihtoehdoksi oman tavallisen auton valitsi noin 22 % vastaajista. Omaan 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 %.

Järjestämistehtävissä löytyi yleisesti jonkin verran tilastollisesti merkitseviä eroja eri käyttäjäryhmien välillä. Tarkat erot vastaajaryhmien välillä on esitetty julkaisun 3 liitteessä B. Naiset olivat miehiä kiinnostuneempia jaetuista liikennemuodoista, eli joukkoliikenteestä ja jaetusta taksista. Miehet sen sijaan olivat hieman naisia kiinnostuneempia robottiautoista niin oman robottiauton kuin yksityisen robottitaksinkin osalta. Ikäryhmien osalta nuoret olivat hieman kiinnostuneempia robottiautoista,

mutta erot eri ikäryhmien välillä olivat melko pieniä tämän tutkimuksen järjestämistehtävissä.

Vastaajien koulutustaso vaikutti vastauksiin melko paljon. Korkeammin koulutetut olivat lähes kaikissa järjestämistehtävissä matalammin koulutettuja kiinnostuneempia sekä joukkoliikenteestä että robottiautoista sen eri muodoissa (oma robottiauto, yksityinen robottitaksi ja jaettu robottitaksi). Matalammin koulutetut puolestaan pitivät omaa tavallista autoa ja tavallista taksia parempina vaihtoehtoina.

Nykyisin joukkoliikennettä käyttävät tai autottomissa talouksissa asuvat vastaajat olivat luonnollisesti selvästi muita kiinnostuneempia joukkoliikenteestä ja jaetuista takseista. On kuitenkin huomioitava, että yli 40 % autottomissa talouksissa asuvista vastaajista piti jaettua tai yksityistä robottitaksia mieluisimpana vaihtoehtona kappaleessa 3.2 esitetyssä kysymyksessä. Tämän perusteella ihmiset, jotka eivät nykyisin itse aja, ovat usein kiinnostuneita robottitakseista, mikä voi osaltaan kasvattaa henkilöautojen kulkutapaosuutta.

Vastaajien asuinpaikan sijainnilla ei ollut kovin suurta vaikutusta vastausjakaumiin. Tiheään asutuilla kaupunkialueilla asuvat olivat hieman maaseudulla asuvia kiinnostuneempia robottiautoista ja joukkoliikenteestä, mutta kokonaisuudessa erot olivat melko pieniä.

Joukkoliikennettä pidettiin useimmiten parhaana vaihtoehtona kaikissa järjestämistehtävissä yhtä kysymystä lukuun ottamatta. Joukkoliikenne oli kaikissa järjestämistehtävissä edullisin vaihtoehto, mutta matka-aika ja kävelymatkan pituus vaihtelivat jonkin verran. Kysymyksessä, jossa joukkoliikennettä pidettiin huonoimpana vaihtoehtona, kävelymatkan pituus ja matka-aika olivat selkeästi muita vaihtoehtoja suurempia. Matka myös oletettiin tehtäväksi haja-asutusalueella, mikä osaltaan vaikuttaa vastauksiin. Joukkoliikenteen suosio näissä järjestämistehtävissä viittaisi siihen, että ihmiset ovat kyllä halukkaita käyttämään joukkoliikennettä, mikäli joukkoliikenne on aidosti kilpailukykyinen niin hinnan kuin matka-ajan ja kävelen tehtävän liityntämatkan pituuden osalta suhteessa muihin kulkutapoihin. On kuitenkin huomioitava, että näissä järjestämistehtävissä käsiteltiin vain yksittäisiä ja yksin tehtäviä matkoja. Mikäli matkan määränpäässä täytyy myös päästä liikkumaan tai matkan aikana täytyy kantaa mukanaan tavaroita, voi tämä kasvattaa henkilöautoilun suosiota monissa tilanteissa. Ongelmallista eri vaihtoehtojen vertailussa ja kulkutavan valinnassa ovat henkilöautoilun suuret kiinteät kulut. Ihmisten on vaikea hahmottaa, miten paljon henkilöauton ylläpito todellisuudessa maksaa, kun huomioidaan kaikki ylläpito- ja käyttökustannukset. Lisäksi Suomessa suurten välimatkojen, melko pienen asukastiheyden ja siten erityisesti suurten kaupunkien ulkopuolelle olevan heikon joukkoliikennetarjonnan vuoksi henkilöauto on nykyisin tarpeellinen suurelle osalle

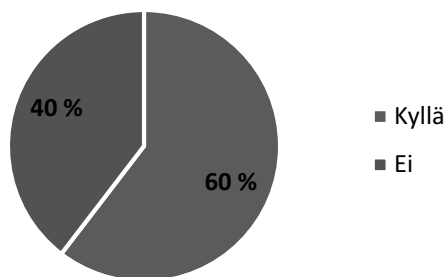
väestöstä. Tällöin suuret kiinteät kulut täytyy joka tapauksessa maksaa, jolloin joukkoliikenteen suhteellinen kilpailukyky heikkenee.

Kyselyn tulosten perusteella nopeat ja edulliset joukkoliikennelinjat kiinnostavat ihmisiä. Erityisesti henkilöautoja nopeampi ja edullisempi raideliikenne koettiin mieluisimmaksi liikennemuodoksi. Tämän perusteella vahvat joukkoliikenteen runkolinjat kiinnostavat ja houkuttelevat ihmisiä joukkoliikenteen käyttämiseen. Automaattiautoilla tehtävä syöttöliikenne vahvoille runkolinjoille ja vastaavasti automaattiautojen tarjoama ratkaisu nk. viimeisen kilometrin ongelmaan matkan loppupäässä voivat kasvattaa entisestään runkolinjojen suosiota, mikä nostaisi joukkoliikenteen kulkutapaosuutta. Erityisesti tämä voi näkyä pitkämatkaisessa nopeassa raideliikenteessä, kun joukkoliikennettä käyttämällä matka-aika voi pienentyä merkittävästi. Sen sijaan harvempaan asutuilla alueilla joukkoliikenteen edut eivät ole yhtä suuria, jolloin tehokkaan joukkoliikenteen tarjoaminen on haasteellisempaa, vaikka kuljettajakustannuksista päästäisiin eroon. Tällöin automaattiautojen myötä henkilöautoilun kulkutapaosuus voi kasvaa entisestään.

Automaattiautojen lopullinen kustannustaso ja palveluiden toimivuus tulevat olemaan keskeisiä tekijöitä siinä, millaisia vaikutukset kulkutapajakaumaan lopulta ovat. Kustannustasosta ja palvelukonseptien toimivuudesta ei kuitenkaan vielä ole varmuutta, joten tulokset eivät voi antaa kovin tarkkaa kuvaa tulevaisuuden vaikutuksista. Tutkimuksen mukaan on kuitenkin perusteltua odottaa, että vaikutukset tulevat olemaan erilaisia eri alueilla ja riippuvat merkittävästi siitä, miten automaattiautot kytkeytyvät osaksi muuta liikennejärjestelmää.

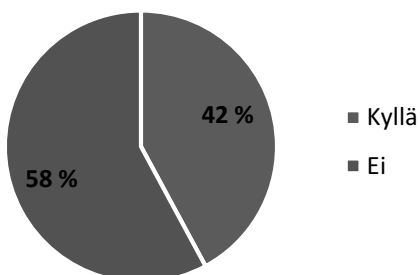
4.4 Automaattiautojen ja MaaS-palveluiden vaikutukset autonomistukseen, artikkeli V

Sekä automaattiauto- että MaaS-kyselyssä oli tulevaisuuden autonomistusta koskevia kysymyksiä. Kuvassa 14 on esitetty vastausjakauma MaaS-kyselyn kysymykseen ”olisiko teillä tarvetta tai halua omistaa omaa henkilöautoa tulevaisuudessa, jos joukkoliikenneyhteydet olisivat riittävän hyvät täyttämään liikkumistarpeen? Kuvan mukaisesti 40 % vastaajista ei kokenut tarvetta autonomistukselle tässä tapauksessa.



Kuva 14. Tarve/halu omistaa oma auto tulevaisuudessa, jos joukkoliikenneyhteydet olisivat riittävän hyvät täyttämään liikkumistarpeet, N=1172.

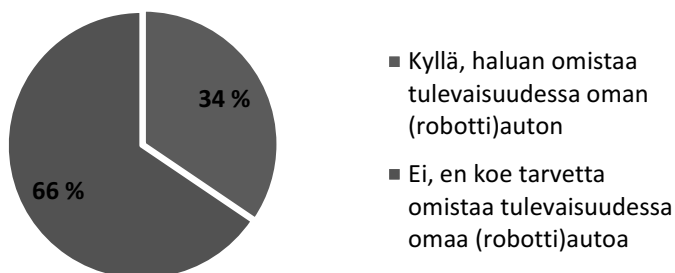
Vastaavasti kuvassa 15 on esitetty vastausjakauma MaaS-kyselyn kysymykseen ”olisiko teillä tarvetta tai halua omistaa omaa henkilöautoa tulevaisuudessa, jos liikkumispalvelun (sisältäen esim. joukkoliikenteen, jaetut taksit ja yhteiskäyttöautot) vuosikustannukset olisivat merkittävästi omaa henkilöautoa pienemmät ja pystyisitte sen avulla täyttämään kaikki liikkumistarpeenne”. Kuvan mukaisesti 58 % vastaajista ei kokenut tarvetta autonomistukselle tässä tapauksessa.



Kuva 15. Tarve/halu omistaa oma auto tulevaisuudessa, jos MaaS-palvelun vuosikustannukset olisivat omaa henkilöautoa pienemmät ja MaaS-palvelun avulla voisi täyttää kaikki liikkumistarpeet, N=1168.

Kuvassa 16 on esitetty vastausjakauma automaattiautokyselyn kysymykseen ”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?”. Kysymysasettelussa oletettiin lisäksi, että kaikki liikenteessä olevat autot ovat automaattiautoja, eli valinta tehdään käytännössä

yksityisen ja yhteiskäyttöisen automaattiauton välillä ilman muita vaihtoehtoja. Kuvan mukaisesti 66 % vastaajista ei kokenut tarvetta autonomistukselle tässä tapauksessa.



Kuva 16. Tarve/halu omistaa oma auto tulevaisuudessa, kun kaikki autot ovat automaattiautoja, N=2010.

Tulokset voidaan laajentaa koskemaan kaikkia 18–64-vuotiaita suomalaisia käyttämällä laajennuskertoimia. Tulosten laajentamisessa kuhunkin ikä- ja sukupuoliryhmään kuuluville vastaajille muodostetaan laajennuskertoimen, jonka avulla lasketaan, kuinka montaa omaan ikä- ja sukupuoliryhmään kuuluvaa kukin vastaaja vastaa. Tällöin tulosten voidaan katsoa edustavan populaatiota. Taulukossa 5 on esitetty tulokset yllä esitettyihin autonomistuskysymyksiin iän ja sukupuolen mukaisesti laajennetulla datalla.

Taulukko 5. Autonomistus tulevaisuudessa, otoksen laajentamisen vaikutus vastausjakaumiin yllä esitettyissä kysymyksissä (artikkeli V).

	Joukkoliikenne		MaaS-palvelu		Automaattiauto	
	Laajentamaton	Laajennettu	Laajentamaton	Laajennettu	Laajentamaton	Laajennettu
Kyllä, tarve/halu omistaa auto	60.4 %	60.8 %	42.1 %	41.9 %	34.5 %	35.4 %
Ei tarvetta/halua omistaa autoa	39.6 %	39.2 %	57.9 %	58.1 %	65.5 %	64.6 %

Kuten taulukosta 4 voidaan todeta, otoksen laajentaminen koskemaan koko väestöä vaikuttaa vain hyvin vähäisesti vastausjakaumiin. Laajennetulla otoksella laskettuja

arvoja voidaan pitää koko populaatiota (18–64-vuotiaat suomalaiset) edustavina lukemina ja siten tulokset voidaan yleistää koskemaan suomalaisia.

Eri taustatietojen vaikutusta vastausjakaumiin arvioitiin logististen regressiomallien avulla. Tulosten ja erojen havainnollistamiseksi seuraavassa esitetään ristiintaulukointi kaikista autonomistushalukkuuteen vaikuttaneista muuttujista yllä esitetyissä kysymyksissä. Logististen regressiomallien perusteella seuraavat muuttujat vaikuttivat tilastollisesti merkitsevästi vastausjakaumaan vähintään yhdessä kysymyksessä: joukkoliikenteen käyttö, ajokortillisuus, ikä, sukupuoli, autojen määrä kotitaloudessa, autojen käyttö, koulutustaso ja kotitalouden tulot. Ainoastaan vastaajan asuinsijainnista tehty dummy-muuttuja ei vaikuttanut vastauksiin tilastollisesti merkitsevästi logististen regressiomallien perusteella. Asuinsijainnin perusteella tuloksissa on kuitenkin pieniä eroja, joten myös nämä arvot esitetään ristiintaulukoinneissa. Ristiintaulukoinnit on esitetty taulukossa 6. Taulukossa on havainnollistettu myös vastausvaihtoehdot ja kyselytutkimuksien erot vastausvaihtoehdoissa osassa kysymyksistä. Ristiintaulukoinneissa osa logistista regressiomallia varten dummy-muuttujiksi koodatuista muuttujista on esitetty alkuperäisen asteikon mukaisesti. Taulukossa ¹ tarkoittaa, että muuttuja ei vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi vastausjakaumaan logistisen regressiomallin mukaan ja ² tarkoittaa, että taulukossa esitetyn muuttujan asteikko poikkeaa logistisessa regressiomallissa käytetystä asteikosta.

Taulukko 6. Ristiintaulukointi taustatietojen vaikutuksesta vastausjakaumiin (artikkeli V).

MaaS kysely		Joukkoliikenne				MaaS				Automaattiautokysely			
Tarve tai halu omistaa auto tulevaisuudessa		Kyllä	Ei	Kyllä	Ei	Kyllä	Ei	Kyllä	Ei	Kyllä	Ei		
Sukupuoli	Nainen	50.3%	49.7%	34.6%	65.4%	29.5%	70.5%	29.5%	70.5%	29.5%	70.5%	Nainen	
	Mies	72.4%	27.6%	51.0%	49.0%	39.6%	60.4%	39.6%	60.4%	39.6%	60.4%	Mies	
Ikäryhmät	18-24	56.0% ¹	44.0% ¹	35.2%	64.8%	40.5%	59.5%	40.5%	59.5%	40.5%	59.5%	18-24	
	25-34	47.3% ¹	52.7% ¹	29.7%	70.3%	32.3%	67.7%	32.3%	67.7%	32.3%	67.7%	25-34	
	35-44	61.3% ¹	38.7% ¹	39.0%	61.0%	37.7%	62.3%	37.7%	62.3%	37.7%	62.3%	35-44	
	45-54	69.8% ¹	30.2% ¹	47.3%	52.7%	40.9%	59.1%	40.9%	59.1%	40.9%	59.1%	45-54	
	55-64	62.8% ¹	37.2% ¹	50.1%	49.9%	28.0%	72.0%	28.0%	72.0%	28.0%	72.0%	55-64	
Koulutustaso	Peruskoulu	56.3%	43.8%	53.8%	46.3%	34.2%	65.8%	34.2%	65.8%	34.2%	65.8%	Peruskoulu	
	Toinen aste	65.9%	34.1%	47.3%	52.7%	38.7%	61.3%	38.7%	61.3%	38.7%	61.3%	Toinen aste	
	Alempi korkeakoulututkinto	63.2%	36.8%	43.0%	57.0%	32.6%	67.4%	32.6%	67.4%	32.6%	67.4%	Alempi korkeakoulututkinto	
	Ylempi korkeakoulututkikonto	49.2%	50.8%	29.1%	70.9%	30.4%	69.6%	30.4%	69.6%	30.4%	69.6%	Ylempi korkeakoulututkikonto	
Autoja kotitaloudessa	0	19.5%	80.5%	23.2%	76.8%	15.1%	84.9%	15.1%	84.9%	15.1%	84.9%	0	
	1	60.0%	40.0%	40.4%	59.6%	34.7%	65.3%	34.7%	65.3%	34.7%	65.3%	1	
	2	75.7%	24.3%	50.5%	49.5%	37.9%	62.1%	37.9%	62.1%	37.9%	62.1%	2	
	3	81.3%	18.8%	49.2%	50.8%	44.7%	55.3%	44.7%	55.3%	44.7%	55.3%	3	
	4 +	88.0%	12.0%	75.0%	25.0%	52.5%	47.5%	52.5%	47.5%	52.5%	47.5%	4 +	
Ajokortillisuus	Kyllä	62.9%	37.1%	43.0% ¹	57.0% ¹	35.9% ¹	64.1% ¹	35.9% ¹	64.1% ¹	35.9% ¹	64.1% ¹	Kyllä	
	Ei	19.2%	80.8%	27.4% ¹	72.6% ¹	16.3% ¹	83.7% ¹	16.3% ¹	83.7% ¹	16.3% ¹	83.7% ¹	Ei	
Auton käyttö	Ei käyttöä	20.5%	79.5%	20.5%	79.5%	14.2%	85.8%	14.2%	85.8%	14.2%	85.8%	Ei käyttöä	
	0-10k km	52.3%	47.7%	35.3%	64.7%	21.5%	78.5%	21.5%	78.5%	21.5%	78.5%	0-5k km	
	10-25k km	70.4%	29.6%	50.1%	49.9%	33.0%	67.0%	33.0%	67.0%	33.0%	67.0%	5-10k km	
	25k km +	78.4%	21.6%	50.0%	50.0%	40.0%	60.0%	42.4%	57.6%	42.4%	57.6%	10-20k km	
						50.8%	49.2%	50.8%	49.2%	50.8%	49.2%	20-30k km	
												30k km +	
Joukkoliikenteen käyttö	Ei käyttöä	73.5% ²	26.5% ²	52.4% ²	47.6% ²	25.3%	74.7%	25.3%	74.7%	25.3%	74.7%	Harvemmin kuin kerran kuussa	
	Vähäinen käyttö	58.8% ²	41.2% ²	41.2% ²	58.8% ²	40.3%	59.7%	40.3%	59.7%	40.3%	59.7%	Vähintään kuukausittain	
	Viikoittainen käyttö	39.7% ²	60.3% ²	22.3% ²	77.7% ²			22.3% ²	77.7% ²				
	Lähes päivittäinen käyttö	32.8% ²	67.2% ²	22.6% ²	77.4% ²			22.6% ²	77.4% ²				
Kotitalouden tulot	0-2k euroa	42.9% ¹	57.1% ¹	39.1%	60.9%								
	2-4k euroa	56.2% ¹	43.8% ¹	43.2%	56.8%								
	4-6k euroa	68.0% ¹	32.0% ¹	40.9%	59.1%								
	6k+ euroa	70.8% ¹	29.2% ¹	43.0%	57.0%								
Asuinsijainti	Tiheään asuttu kaupunkialue	54.1% ¹²	45.9% ¹²	38.1% ¹²	61.9% ¹²	31.0% ¹²	69.0% ¹²	31.0% ¹²	69.0% ¹²	31.0% ¹²	69.0% ¹²	Tiheään asuttu kaupunkialue	
	Harvaan asuttu kaupunkialue	65.2% ¹²	34.8% ¹²	43.2% ¹²	56.8% ¹²	37.1% ¹²	62.9% ¹²	37.1% ¹²	62.9% ¹²	37.1% ¹²	62.9% ¹²	Harvaan asuttu kaupunkialue	
	Harvaan asuttu alue	69.7% ¹²	30.3% ¹²	51.2% ¹²	48.8% ¹²	39.5% ¹²	60.5% ¹²	39.5% ¹²	60.5% ¹²	39.5% ¹²	60.5% ¹²	Harvaan asuttu alue	

Taulukon 6 mukaisesti kysymysasettelussa oli kyselytutkimusten välillä eroja henkilöauton käytössä, joukkoliikenteen käyttämisessä ja kotitalouden tuloissa. Kaikki taulukossa esitetyt ristiintaulukoinnit ovat Khiin neliötestin perusteella tilastollisesti merkitseviä, vaikka logististen regressiomallin mukaan osa muuttujista ei vaikuta vastausjakaumaan tilastollisesti merkitsevästi.

Tutkimuksen perusteella automaattiautot ja MaaS-palvelut voivat laskea ihmisten autonomistushalukkuutta merkittävästi tulevaisuudessa, mikäli niiden palvelutaso on riittävän korkea ja kustannustaso riittävän matala. Toisaalta merkittävä osa ihmisistä haluaisi tässäkin tapauksessa omistaa auton tulevaisuudessa. Lisäksi on syytä huomioida, että pienentyvä autonomistus ei välttämättä tarkoita pienentyvää auton käyttöä, sillä yksityisen auton käyttö voi muuttua yhteiskäyttöauton käyttöön ilman, että liikumistottumukset juuri muuttuvat.

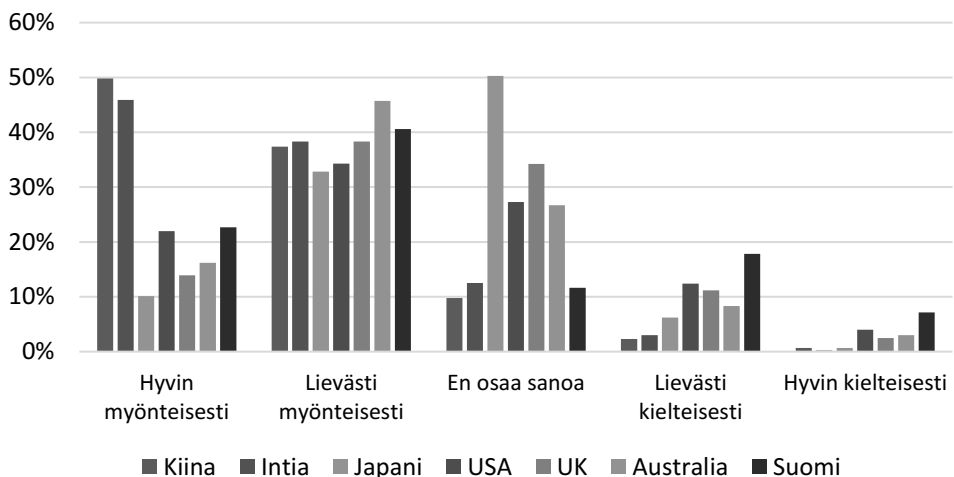
4.5 Synteesi tutkimuskysymyksittäin

Ovatko ihmiset valmiita ottamaan käyttöön automaattiautoja ja MaaS-palveluita?

Yleisesti teknologioiden ja innovaatioiden yleistymisen on havaittu noudattelevan tiettyjä usein toistuvia ominaispiirteitä. Alussa harvat ihmiset, innovaattorit ja aikaiset omaksujat, omaksuvat uuden innovaation käyttöön. Tätä seuraa innovaation varsinainen yleistymisvaihe, kun aikainen ja myöhäinen enemmistö omaksuvat uutta innovaatiota käyttöön. Viimeisinä innovaatiota omaksuvat käyttöön vitkastelijat. Tällöin innovaation yleistymistä kuvaava käyrä saa S-muodon. Sekä tieliikenteen automaation että MaaS-palveluiden voidaan olettaa yleistyvän vastaavien periaatteiden mukaisesti.

Automaattiautojen osalta tutkimuksessa tarkasteltiin yleistä asennetta automaattiautoja kohtaan, jotta voidaan arvioida ihmisten valmiutta ottaa automaattiautoja käyttöön. Yleisesti ihmisten suhtautumisella uusien innovaatioiden kohtaan on nähty olevan selkeä vaikutus siihen, miten nopeasti innovaatiot yleistyvät (Patel & Connolly 2007). Tutkimuksen mukaan suurin osa ihmisistä suhtautuu myönteisesti automaattiautoihin ja on sitä mieltä, että automaation kehittyminen kohti automaattiautoja on toivottava kehityssuunta.

Kuvassa 17 on esitetty, miten ihmiset suhtautuvat automaattiautoihin eri maissa. Kuvan mukaisesti ihmisten yleinen suhtautuminen automaatioon on kaikkialla pääosin myönteistä. Erityisesti Kiinassa ja Intiassa ihmiset suhtautuvat automaattiautoihin hyvin myönteisesti, kun taas länsimaissa on enemmän myös neutraalia tai kielteistä suhtautumista. Suomalaiset suhtautuvat muita länsimaita harvemmin neutraalisti ja Suomessa yleinen suhtautuminen polarisoituukin selkeämmin sekä myönteiseen että kielteiseen suhtautumiseen kuin muissa maissa. Tulosten vertailtavuutta tutkimusten välillä kuitenkin heikentää ajallinen ero kyselyaineiston keräämisessä, sillä ihmisten yleinen mielipide voi vuosien saatossa muuttua paljon erityisesti, kun kyse on uudesta teknologiasta. Lisäksi muissa maissa ei käytetty edustavaa satunnaisotantaa eivätkä vastaajamäärät olleet kovin suuria.



Kuva 17. Yleinen suhtautuminen automaattiautoja kohtaan Kiinassa, Intiassa, Japanissa, Yhdysvalloissa, Iso-Britanniassa ja Australiassa vuonna 2014 (muokattu lähteestä Schoettle & Sivak 2014) sekä Suomessa vuonna 2017 (artikkeli I).

MaaS-palveluiden osalta ihmisten valmiutta tarkasteltiin yleisen asenteen lisäksi selvittämällä ihmisten kiinnostusta MaaS-palvelun käyttöönottoon sekä maksuhalukkuutta MaaS-palveluista. Vaikka MaaS-palvelut tai liikkumispalvelut eivät olleet terminä tuttuja suurimmalle osalle vastaajista, niin MaaS-palveluiden ydinajatukselle on selvästi kysyntää. Yli 80 % vastaajista oli sitä mieltä, että kaikkia liikennepalveluita tulisi voida yhdistellä ja käyttää yhdellä lipulla ja sovelluksella (esim. taksi, juna ja linja-auto samalla lipulla).

Sen sijaan vain noin 43 % vastaajista määrittivät jonkin hinnan, jolla voisivat ottaa kaikki liikkumistarpeet täyttävän MaaS-palvelun käyttöönsä ja noin neljännes vastaajista ei ottaisi MaaS-palvelua käyttöönsä millään hinnalla. Ihmisten määrittelämä sopiva hinta, eli maksuhalukkuus, oli kuitenkin keskimäärin hyvin pieni. Ihmiset olivat keskimäärin valmiita maksamaan liikkumispalvelusta vain noin 137 euroa, mikä on linjassa aiempien tutkimusten kanssa. Ho et al. (2018) tutkimuksessa ihmiset olivat valmiita maksamaan liikkumispaketista Australiassa keskimäärin 143 euroa kuukaudessa ja vastaavasti Solitan (2017) tutkimuksen mukaan suomalaisten keskimääräinen maksuhalukkuus on alle 140 euroa kuukaudessa. Vertailun vuoksi esimerkiksi Suomen Helsingissä MaaS-palveluita tarjoavan Whimin hinnastossa rajattoman joukkoliikenteen ja tietyn rajoituksin rajattoman määrän kaupunkipyörämatkoja, taksimatkoja, yhteiskäyttö- ja vuokra-autoa käyttöä sisältävä MaaS-paketti maksaa 499 euroa kuukaudessa. Selvästi edullisempi Whim Weekend -paketti maksaa 249 euroa, mutta poikkeaa rajattomasta paketista siten, että siihen ei sisälly taksimatkoja ja vuokra-auto on käytettävissä vain viikonloppuisin. (Whim 2019). Toisaalta liikkumispaketin ei välttämättä tarvitse olla rajaton täyttääkseen ihmisten liikkumistarpeet, jolloin maksuhalukkuutta ja olemassa olevien palveluiden hintoja ei voi suoraan verrata toisiinsa.

Keskimäärin ihmiset olivat valmiita maksamaan kaikki liikkumistarpeet täyttävästä MaaS-palvelusta vain noin 64 % heidän nykyisistä liikkumiskustannuksistaan. Tämä tarkoittaa, että MaaS-palveluiden pitäisi tuoda ihmisille merkittäviä taloudellisia etuja tai muilta osin kasvattaa ihmisten kokemaa hyötyä, jotta suuri enemmistö olisi kiinnostuneita MaaS-palveluiden käyttöönotosta. Toisaalta mitä pienemmät ihmisen liikkumiskustannukset ovat (johtuen yleensä mm. autottomuudesta), niin sitä suurempaa on suhteellinen maksuhalukkuus. MaaS-palveluille on selvästi kysyntää jo nykyisin, mutta isossa kuvassa nykyisin tarjolla olevat MaaS-palvelut eivät ole riittävän kilpailukykyisiä isolle osalle niistä, jotka eivät jo valmiiksi käytä esimerkiksi joukkoliikennettä.

Asiantuntijatyöpajojen perusteella sekä MaaS-palveluiden että automaattiautojen yleistymisessä julkisella sektorilla on suuri rooli. Julkisen sektorin tehtävänä on ennen kaikkea mahdollistaa lainsäädännöllisesti uusien palveluiden yleistymisen. Toisaalta julkisella sektorilla nähdään olevan myös aktiivinen rooli automaation ja MaaS-palveluiden yleistymisen edistämisessä, mikäli näiden katsotaan toteuttavan laajempia liikennepoliittisia tavoitteita. Vastaavasti myös palveluiden kustannustaso ja teknologinen kehitys tulevat olemaan merkittäviä tekijöitä näiden innovaatioiden yleistymisessä. Yleisesti asiantuntijat arvioivat, että nämäkin innovaatiot tulevat noudattelemaan S-käyrän mukaista yleistymistä, mutta useiden epävarmuustekijöiden vuoksi

aikataulun ennakoiminen on haasteellista. Työpajoissa kansalaisten ymmärryksen kasvattamista pidettiin toivottavana suuntana. Kansalaisten ymmärrystä voidaan kasvattaa erilaisten mm. pilottien ja kokeilujen myötä, minkä seurauksena uusien innovaatioiden omaksumisesta tulee helpompaa.

Miten automaattiautot ja MaaS-palvelut vaikuttavat kulkutapajakaumaan tulevaisuudessa?

Kulktavan valintaa ohjaavat tekijät voidaan luvun 2.2 mukaisesti tiivistää ensisijaisesti kolmeen päätekijään: matkan aiheuttamaan vaivaan, matkaan kuluvaan aikaan ja matkan rahallisiin kustannuksiin. On selvää, että automaattiautot ja MaaS-palvelut tulevat vaikuttamaan näihin kaikkiin kolmeen tekijään tulevaisuudessa, mistä väistämättä seuraa myös vaikutuksia kulkutapajakaumiin.

Automaattiautojen osalta kyselytutkimuksen perusteella voidaan odottaa, että automaattiautot vaikuttavat kulkutapajakaumiin eri tavoilla erilaisilla alueilla. Tulevaisuudessa joukkoliikenne voi kasvattaa kulkutapaosuutta vahvojen runkolinjojen äärellä esimerkiksi suurissa kaupungeissa ja kaupunkien välisessä liikenteessä, kun automaattiautot hoitavat syöttöliikennettä ja tarjoavat ratkaisua nk. viimeisen kilometrin ongelmaan. Sen sijaan kaupunkialueilla, joissa joukkoliikenteen toimintaedellytykset eivät ole niin hyvät, henkilöautojen kulkutapaosuus voi kasvaa entisestään houkuttelevuuden kasvun ja nykyisin henkilöautolla ajamattomien ihmisten kasvavan kysynnän vuoksi. Kulkutapaosuuden muutokset voivat olla erilaisia myös kaupunkien sisällä, jolloin joukkoliikenteen kulkutapaosuus voi kasvaa vahvojen runkolinjojen ympärillä, mutta henkilöautojen kulkutapaosuus muilla alueilla. Maaseudulla automaattiautojen vaikutukset kulkutapajakaumaan tulevat olemaan vähäisiä, joskin liikumisen määrän mahdollinen kasvu voi nostaa hieman henkilöautoilun kulkutapaosuutta myös maaseudulla. Liikkumisen hinnoittelulla ja laajemmin kaupunkisuunnittelulla ja liikennepolitiikalla on kuitenkin merkittävä rooli siinä, mihin suuntaan kulkutapajakaumat kehittyvät eri alueilla automaattiautojen seurauksena.

Kirjallisuuden perusteella tutkimukset automaattiautojen vaikutuksista kulkutapajakaumaan vaikuttaisivat olevan ristiriidassa ja riippuvaisia erilaisista skenaarioista (Cavoli et al. 2017). Tämän tutkimuksen perusteella kirjallisuudessa esitetyt ristiriitaiset vaikutukset eivät välttämättä ole väärä, vaan vaikutukset ovat hyvin erilaisia eri alueilla. Myös poliittisilla ratkaisuilla on suuri merkitys lopputulokseen. Kokonaisvaikutuksen arvioiminen nykyisen tutkimustiedon valossa on kuitenkin haasteellista ja siten aiheesta tarvitaan lisää tutkimusta.

Kyselytutkimuksessa jalankulku ja pyöräily rajattiin kysymysasettelun ulkopuolelle. Kirjallisuudessa jalankulun ja pyöräilyn kulkutapaosuuksille nähdään enemmän negatiivisia kuin positiivisia vaikutuksia (Sessa et al. 2015; Davidson & Spinoulas 2016). On selvää, että automaattiautojen myötä henkilöautoilun saavutettavuuden ja matkustusmukavuuden parantuminen ja toisaalta joukkoliikenteen mahdollinen tehostuminen vaikuttavat laskevasti jalankulun ja pyöräilyn kulkutapaosuuksiin. Toisaalta kaupunkisuunnittelulla ja eri kulkutapojen kustannustasolla sekä liikkumisen hinnoitteluvaihtoehtoilla voidaan vaikuttaa jalankulun ja pyöräilyn kulkutapaosuuksiin merkittävästi, jolloin yleisesti liikennepoliitikalla on suurempi merkitys näiden kulkutapojen osuuksiin tulevaisuudessa.

Nykyisin valtaosa henkilöauton käyttäjistä omistaa auton itse. Automaattiautojen myötä tulevaisuudessa auton jakaminen (yksityinen robottitaksi) ja kyydin jakaminen (jaettu robottitaksi) voivat kuitenkin kasvattaa tulevaisuudessa suosiota. Tämän tutkimuksen tulosten perusteella näille kaikille henkilöautoilun muodoille löytyy melko iso kannattajajoukko. Osa väestöstä haluaa tulevaisuudessakin omistaa itse oman auton ja toiset puolestaan voivat käyttää yhteiskäyttöistä autoa, mutta haluavat tehdä sen yksin. Myös jaetuille takseille löytyy kuitenkin merkittävää kysyntää.

MaaS-palveluiden osalta kirjallisuuden perusteella MaaS-palveluilla on potentiaalia kasvattaa kestävien liikkumistapojen kulkutapaosuutta (Kamargianni et al. 2018). Aiheesta ei kuitenkaan ole vielä tehty juurikaan tutkimusta. Ensimmäisten käyttäjä-tutkimusten perusteella MaaS-palveluita käyttävät ihmiset liikkuvat muita kansalaisia useammin kestäville liikennemuodoilla (Ramboll 2019). Tämän perusteella ei kuitenkaan voida arvioida, miten palvelut todellisuudessa vaikuttavat kulkutapajakaumaan, sillä tämän tutkimuksen perusteella MaaS-palveluista kiinnostuneet ihmiset käyttävät tyyppillisestikin kestäviä liikennemuotoja enemmän kuin muut. Tämän kyselytutkimuksen perusteella ei myöskään voida luotettavasti arvioida, miten MaaS-palvelut vaikuttavat kulkutapajakaumiin tulevaisuudessa, vaan aiheesta tarvitaan lisää tutkimusta mm. tarkastelemalla tieteellisesti liikkumispalveluita käyttävien henkilöiden todellisia muutoksia liikkumisessa.

Asiantuntijatyöpajoissa tunnistettiin, että liikkuminen voi muuttua vaivattomammaksi ja edullisemmaksi, minkä seurauksen henkilöliikennesuorite ja myös henkilöautoilun kulkutapaosuus voivat kasvaa. Kokonaisuudessa asiantuntijat kuitenkin odottavat kulkutapajakaumien painottuvan kestävien kulkutapojen suuntaan Suomessa tulevaisuudessa, sillä tälle nähdään vahva poliittinen tahtotila ja tarve. Keskimäärin asiantuntijat arvioivat, että vuoden 2011 tasoon nähden henkilöautoilun kulkutapaosuus laskee pääkaupunkiseudulla 12 prosenttiyksikköä, muilla suurilla kaupunkiseuduilla 9 prosenttiyksikköä ja muilla seutukunnilla 5 prosenttiyksikköä

vuoteen 2030 mennessä. Vastaavasti vuoteen 2050 mennessä henkilöautoilun kulkutapaosuuden arvioitiin laskevan pääkaupunkiseudulla 21 prosenttiyksikköä, muilla suurilla kaupunkiseuduilla 17 prosenttiyksikköä ja muilla seutukunnilla 11 prosenttiyksikköä vuoden 2011 tasosta.

Asiantuntijoiden mukaan uusien innovaatioiden lisäksi ja ohella liikennepolitiikka yhdessä yhdyskuntarakenteen muutosten, kaupungistumisen ja yleisesti ihmisten kestäviä ratkaisuja suosivan ajattelutavan myötä vähentävät henkilöautoilun roolia Suomessa tulevaisuudessa. Asiantuntija-arvioissa oli kuitenkin hajontaa ja myös työpajakeskusteluissa tunnistettiin, että tarkkojen arvioiden tekeminen on mahdotonta, koska kulkutapajakauman muutoksiin vaikuttaa hyvin moni asia. MaaS-palvelut nähtiin yhtenä tärkeänä osatekijänä kestävien kulkutapojen houkuttelevuuden kasvattamisessa. Henkilöautoilun kulkutapaosuuden pienentymisen ei kuitenkaan nähdä tapahtuvan itsestään, vaan se tulee tarvitsemaan liikennepoliittisia toimenpiteitä ja kehityksen ohjaamista kohti haluttua kehityssuuntaa.

Automaattiautokyselyn perusteella jaetut taksit ja on demand -tyyppinen kutsujoukkoliikenne voivat tulevaisuudessa olla merkittäviä kulkutapoja. Erityisesti harvempaan asutuilla kaupunkialueilla tämän tyyppiset palvelut voivat toimia joukkoliikennettä korvaavina liikennemuotoina, kun henkilöautojen viemä tilankäyttö ei ole ongelma. Tieliikenteen automaatio ei välttämättä ole kriittinen tekijä tällaisten kulkutapojen toimivuudelle, joskin automaation avulla palvelusta on tehtävissä kustannustehokkaampaa ja siten houkuttelevampaa. Mikäli tällaiset kulkutavat yleistyvät tulevaisuudessa, tulisi niitä tarkastella kulkutapajakaumissa omina kulkutapoinaan, sillä ne eivät sellaisenaan sovi henkilöautoilun eikä perinteisen joukkoliikenteen kanssa samaan lokeroon. Myös automaattiautoihin liittyvässä työpajassa asiantuntijat näkivät tämänkaltaisten palveluiden yleistyvän merkittävästi tulevaisuudessa. Palveluiden nähtiin pääsääntöisesti täydentävän joukkoliikennettä ja siten pienentävän erityisesti henkilöautoilun kulkutapaosuutta niin kaupungeissa kuin maaseudullakin.

Miten automaattiautot ja MaaS-palvelut vaikuttavat ihmisten autonomistukseen tulevaisuudessa?

Kyselyiden tulosten perusteella noin 58 % suomalaisista (laajennettu otos) ei kokisi tarvetta autonomistukselle, mikäli ihmisillä olisi käytössään MaaS-palvelu, joka sisältäisi esimerkiksi joukkoliikenteen, jaetut taksit ja yhteiskäyttöautot ja palvelun avulla voisi täyttää kaikki liikkumistarpeet. Tässä tutkimuksessa ei selvitetty sitä, mitä MaaS-palvelun pitäisi sisältää täyttääkseen vastaajan liikkumistarpeet. Vaikka yleisesti joukkoliikenteen ajatellaan olevan MaaS-palveluiden keskiössä, vastaajat ovat voineet

tässä tapauksessa ajatella käyttävänsä ensisijaisesti muita liikennemuotoja kuin joukkoliikennettä osana MaaS-palvelua. Automaattiautojen tapauksessa 65 % suomalaisista ei koe tarvetta autonomistukselle tulevaisuudessa, jos kaikki autot ovat automaattiautoja, kunhan yhteiskäyttöautojen palvelutaso on korkea (kyselyssä robottitaksi olisi aina saatavilla viidessä minuutissa) ja käyttäminen tuo merkittävän taloudellisen säästön (kyselyssä vuotuiset kustannukset 20 % pienemmät) auton omistamiseen verrattuna.

Tulosten perusteella MaaS-palvelut ja automaattiautot voivat tulevaisuudessa vähentää merkittävästi autonomistushalukkuutta, mikäli näiltä odotettavat hyödyt konkretisoituvat. Toisaalta on hyvä huomioida, että iso osa ihmisistä haluaa edelleen tulevaisuudessa omistaa itse auton. MaaS-palveluiden osalta kirjallisuudesta ei ole löydettävissä vertailukelpoista dataa autonomistukseen liittyen. Kirjallisuuden perusteella MaaSilla nähdään kuitenkin olevan merkittävä potentiaali autonomistuksen pienentymiseen (mm. Kamargianni et al 2018; Hauptmann 2019).

Automaattiautojen vaikutuksista autonomistukseen on kirjallisuudessa jonkin verran tutkimusta. Tutkimusten tutkimusasetelmissa on kuitenkin eroja, jotka heikentävät vertailtavuutta. Tässä tutkimuksessa päädyttiin käsittelemään tilannetta, jossa kaikki autot ovat automaattiautoja, eli valintatilanne tapahtuu yksityisen ja yhteiskäyttöisen automaattiauton välillä. Tämä rajausta tehtiin sen vuoksi, että ihmisten suhtautumisessa automaattiautoihin on paljon eroja ja monilla ihmisillä on myös ennakkoluuloja automaattiautoja kohtaan. Tällöin ihmisten autonomistushalukkuudesta voidaan saada tarkempaa tietoa, kun valintatilanne tapahtuu selkeästi autonomistushalukkuuden kannalta eikä uuden teknologian käyttöönottamisen kannalta, jolloin mahdolliset negatiiviset ennakkoluulot yleisesti liikenteen automaatiota kohtaan eivät vaikuta vastauksiin ainakaan selkeästi. Osittain vastaavanlainen tutkimusasetelma, löytyy lähinnä Pofukin (2017) tutkimuksesta, jossa sadan henkilön koe-ryhmästä 84 % voisi ottaa automaattiauton käyttöönsä ja näistä 71 % ottaisi käyttöönsä mieluummin jaetun automaattiauton kuin oman automaattiauton. Vaikka Pofukin tutkimuksessa otos on pieni, niin tulokset ovat silti samaa suuruusluokkaa tämän tutkimuksen kanssa.

Yleisesti voidaan todeta, että tämän tutkimuksen perusteella autonomistus tulee tulevaisuudessa pienentymään. Jo nykyisin on tunnistettu monia autonomistusta laskevia trendejä, joita ovat esimerkiksi ympäristöystävällisempi ajattelu, nuorten sukupolvien pienempi kiinnostus autonomistukseen, väestön ikääntyminen ja pienenevät kotitaloudet. (mm. Brandt & Lindeqvist 2016; Bussièrè et al. 2019; Kågeson 2014; Zong et al. 2019). Lisäksi tulevaisuudessa liikenteen palveluiden ja automaation kehittyminen tuo merkittävää potentiaalia autonomistuksen pienentymiseen. Iso osa

ihmisistä ei koe autonomistustarvetta, mikäli vaihtoehtoisilla palveluilla voisi täyttää kaikki liikkumistarpeet ja niillä saavutettaisiin taloudellista hyötyä ihmisille. Käytännössä potentiaalia autonomistuksen pienentymiselle on siis merkittävästi, mutta palveluiden kehittyminen tulee määrittämään, miten autonomistus todellisuudessa kehittyy.

Myös asiantuntijatyöpajoissa huomioitiin, että ihmisten autonomistustarve tulee pienentymään automaattiautojen ja liikenteen palveluiden kehittyessä. Asiantuntijat huomioivat, että jo nykyisin autonomistushalukkuus on pienentynyt suurilla kaupunkiseuduilla ja liikkumisen palveluistumisella on mahdollisuus nopeuttaa kehitystä. Vastaavasti asiantuntijat näkivät, että yhteiskäyttöautojen rooli tulee kasvamaan tulevaisuudessa. Toisaalta yhteiskäyttöautojen osuus autokannasta nähdään vielä kohtuullisen pienenä esimerkiksi vuonna 2030, mutta yhteiskäyttöautoilla tehtävä liikennesuorite voi silti olla jo merkittävä.

Millaisia eroja eri käyttäjäryhmillä on valmiudessa ottaa automaattiautoja ja MaaS-palveluita käyttöön ja millaisia käyttäjäryhmien väliset erot ovat näiden teknologioiden vaikutuksissa ihmisten liikkumistottumuksiin ja siten koko liikennejärjestelmään?

Tutkimuksessa havaittiin, että miehet, korkeammin koulutetut ja tiheämmin asutuilla alueilla asuvat suhtautuvat myönteisemmin automaattiautoihin kuin muut, mikä on havaittu myös aiemmissa tutkimuksissa (mm. Alessandrini et al. 2014; Schoettle and Sivak's 2014; Bansal et al. 2016). Aiemman tutkimuksen perusteella nuoremmat suhtautuvat myönteisemmin automaatioon kuin vanhemmat (mm. Kyriakidis et al. 2015). Kyselytutkimuksen perusteella erityisesti 25–34-vuotiaat suhtautuvat automaattiautoihin myönteisemmin kuin muut vastaajat, mutta erot muiden ikäryhmien välillä ovat pieniä. Lisäksi tässä tutkimuksessa havaittiin, että autottomissa kotitalouksissa asuvat vastaajat suhtautuvat muita myönteisemmin automaattiautoihin. Yleisesti myönteisemmin suhtautuvien voidaan odottaa olevan muita valmiimpia automaattiautojen käyttöön.

MaaS-palveluiden osalta havaittiin, joukkoliikennettä käyttävät, autottomissa talouksissa asuvat, 25–34-vuotiaat, korkeasti koulutetut ja tiheämmin asutuilla alueilla asuvat ovat muita kiinnostuneempia MaaS-palveluiden käyttämisestä. Samankaltaisia tuloksia on havaittu myös aiemmissa tutkimuksissa (esim. Kamargianni et al. 2018; ITS Australian 2018). Toisin sanoen pääosin samat käyttäjäryhmät ovat valmiimpia sekä automaattiautojen että MaaS-palveluiden käyttöönottoon. Yleisesti erot eri käyttäjäryhmien välillä eivät kuitenkaan olleet kovin suuria. MaaS-palvelun

maksuhalukkuutta tarkasteltaessa ihmisten sosio-ekonomiset tiedot vaikuttavat hyvin vähäisesti maksuhalukkuuteen. Sen sijaan vastaajan nykyisillä liikkumistottumuksilla ja niistä johdettavilla nykyisillä liikkumiskustannuksilla on merkittävä vaikutus maksuhalukkuuteen. Miten enemmän nykyisin käytetään liikkumiseen rahaa, sitä enemmän ollaan valmiita maksamaan liikkumispaketista. Toisaalta ihmisten suhteellinen maksuhalukkuus vastaavasti pienenee vastaajien nykyisten liikkumiskustannusten noustessa.

Kulikutapajakaumien osalta eri käyttäjäryhmillä havaittiin jonkin verran eroja kiinnostuksessa käyttää eri kulkutapoja. Naiset olivat miehiä kiinnostuneempia jaetuista liikennemuodoista kuten joukkoliikenteestä ja jaetuista robottitakseista. Korkeammin koulutetut vastaajat pitivät joukkoliikennettä ja automaattiautoja keskimäärin mieluisampina vaihtoehtoina kuin matalammin koulutetut. Lisäksi nykyisin joukkoliikennettä käyttävät vastaajat sekä autottomissa talouksissa asuvat vastaajat pitivät joukkoliikennettä selvästi muita vastaajia useammin parhaana vaihtoehtona. On kuitenkin syytä huomioida, että esimerkiksi autottomissa talouksissa asuvista vastaajista yli 40 % piti järjestämistehtävässä joko yksityistä tai jaettua robottitaksia parhaana vaihtoehtona. Tämän perusteella iso osa ihmisistä, jotka eivät nykyisin aja henkilöautolla, ovat kiinnostuneita robottitaksien käyttämisestä tulevaisuudessa.

Autonomistusta tarkasteltaessa logististen regressiomallien perusteella vastaajien taustatiedot vaikuttavat autonomistushalukkuuteen suhteellisen vähäisesti. Yleisesti voidaan todeta, että nykyiset liikkumistottumukset korreloivat vahvasti autonomistuksen kanssa. Luonnollisesti vastaajat, jotka eivät nykyisin omista tai käytä autoja, kokevat myös muita vähemmän tarvetta niiden hankkimiselle tulevaisuudessa. On kuitenkin syytä huomata, että myös osa tällaisista vastaajista haluaisi omistaa tulevaisuudessa auton kaikissa tutkituissa skenaarioissa. Vastaavasti paljon joukkoliikennettä käyttävät vastaajat kokevat muita vähemmän tarvetta autonomistukselle. Yleisesti naiset ja nuoremmat kokevat vähemmän tarvetta autonomistukselle, mutta esimerkiksi koulutustaso ja asuinsijainti vaikuttavat suhteellisen vähän autonomistushalukkuuteen.

Kokonaisuutena tarkasteltaessa eri käyttäjäryhmien väliltä löytyi jonkin verran eroja. Erot ovat kuitenkin pääsääntöisesti pienehköjä ja siten ei voida kategorisesti määritellä, että tiettyjen taustatietojen perusteella ihmiset käyttäytyvät tietyllä tavalla. Havaittujen erojen pohjalta voidaan kuitenkin löytää kaikkein todennäköisimpiä aikaisia omaksujia, joskaan pienehköjen erojen vuoksi palveluita ei välttämättä kannata suunnata vain tietyille käyttäjäryhmille.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

5.1 Tulosten merkitys

Tämän tutkimuksen perusteella suurin osa eli noin 63 % kyselyyn vastanneista suhtautuu myönteisesti automaattiautoihin, mikä indikoi sitä, että ihmiset olisivat valmiita kokeilemaan ja ottamaan käyttöön niitä. Toisaalta on edelleen merkittävä joukko eli noin neljännes kyselyyn vastanneista, jotka suhtautuvat kielteisesti automaatioon. Myös MaaS-palveluiden ydinajatukselle havaittiin selkeää kiinnostusta tutkimuksessa. Ihmisten maksuhalukkuus MaaS-palveluista on kuitenkin keskimäärin vähäistä. MaaS-palveluiden pitäisi pystyä tuomaan merkittäviä taloudellisia etuja käyttäjilleen tai MaaS-palveluiden houkuttelevuutta ja ihmisten kokemaan hyötyä palveluista tulisi kasvattaa, jotta ihmiset ottaisivat niitä laajamittaisesti käyttöön.

Tulevaisuudessa liikenteen automaatio voi tuoda merkittäviä etuja myös MaaS-palveluille ja toisaalta MaaS-palvelut voivat kasvattaa automaattiautojen käyttöä. Korkean automaatiotason autojen avulla MaaS-palveluiden kustannuksia ja palvelutasoa voidaan parantaa, kun yhteiskäyttöautot ja taksipalvelut muuttavat kustannustehokkaammiksi osiksi palvelukokonaisuutta ja toisaalta joukkoliikenteen houkuttelevuutta voidaan kasvattaa vaivattomammalla liityntäliikenteellä. Kun automaattiautot tulevaisuudessa tulevat osaksi liikkumispalveluita, voi se kasvattaa merkittävästi myös MaaS-palveluiden suosiota.

On selvää, että automaattiautoilla ja MaaS-palveluilla tulee olemaan hyvin merkittäviä vaikutuksia liikennejärjestelmään ja ihmisten liikkumistottumuksiin. Automaattiautot parantavat henkilöautoilun saavutettavuutta, kun esimerkiksi ajokortittomat, nuoret, iäkkäät ja ajokyvyttömät voivat käyttää henkilöautoja. Lisäksi erityisesti yhteiskäyttöiset automaattiautot osana MaaS-palvelua tai erillisinä palveluina voivat ehkäistä liikenneköyhyttä sen kaikissa muodoissa (liikkumisköyhyys, saavutettavuusköyhyys ja liikenteen kohtuuhintaisuus, ks. Tiikkaja et al. (2018)).

Nykyisin ihmisten liikkumistottumukset ja esimerkiksi kulkutavan valinta perustuvat ensisijaisesti kolmeen tekijään: yksilön kokemaan kulkutavan vaivaan, matkaan kuluvaan aikaan ja sen kustannuksiin. Sekä automaattiautot että MaaS-palvelut vaikuttavat näihin tekijöihin merkittävästi, mistä seuraa, että ne vaikuttavat merkittävästi myös ihmisten liikkumistottumuksiin. Liikkumistottumukset voivat muuttua hyvin

merkittävästi erityisesti silloin, kun automaattiautot ja MaaS-palvelut yhdistyvät, eli automaattiautoista tulee osa liikkumispalveluita. Kuten tulevaisuudentutkimukselle on ominaista, vielä ei voida sanoa varmasti, miten liikkumistottumukset tulevat muuttumaan, mutta erilaisia skenaarioita ja tulevaisuuspolkua/-kuvia voidaan jo hahmottaa.

Perusskenaariossa liikenteen automaatio kasvattaa henkilöautolla tehtävien matkojen määrää kasvavan kysynnän seurauksena. Toisaalta tämän tutkimuksen perusteella myös joukkoliikenteelle löytyy merkittävää kysyntää, jolloin joukkoliikennettä tukeva automaatio voi kasvattaa joukkoliikenteen kulkutapaosuutta. MaaS-palveluiden osalta vaikutukset ovat epäselvempiä. MaaS-palveluiden ytimessä nähdään usein kestävätkä liikennemuodot, mutta on mahdollista, että erityisesti markkinaehtoinen MaaS ajautuu vähemmän kestävien kulkutapojen suuntaan. Nykyisin käytössä olevia MaaS-palveluita omaksuneet ihmiset käyttävät kestäviä kulkutapoja useammin kuin muut. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, että MaaS-palvelut kasvattaisivat kestävien kulkutapojen kulkutapaosuutta, koska tutkimuksissa ei ole tarkasteltu sitä, miten ihmiset liikkuvat ennen palvelun käyttöönottoa. Tässä tutkimuksessa havaittiin, että automaattiautot ja MaaS-palvelut voivat vähentää merkittävästi myös autonomistusta tulevaisuudessa.

Sekä automaattiautojen että MaaS-palveluiden kehityksessä on vielä useita epävarmuustekijöitä, jotka vaikuttavat siihen, millaisia vaikutuksia nämä lopulta aiheuttavat ihmisten liikkumistottumuksiin. Esimerkiksi tulevaisuuden palveluiden hintatasosta ei ole vielä varmuutta. Vaikka yhteiskäyttöisten automaattiautojen odotetaan tämän hetken tiedon valossa laskevan henkilöautoilun kustannuksia, niin lopullisesta kustannustasosta ei kuitenkaan ole varmuutta. Tulee myös huomioida, että ihmisten liikkumiskustannuksissa on nykyisin erittäin suuria yksilöllisiä eroja. Vastaavasti MaaS-palveluissa operaattorilla on suuri rooli siinä, miten MaaS-palvelut vaikuttavat ihmisten liikkumiseen. Jos kestävätkä kulkutavat pidetään MaaS-palveluiden keskiössä, kasvattaa se todennäköisesti kestävien kulkutapojen kulkutapaosuutta. Erityisen suuri rooli sekä automaattiautojen että MaaS-palveluiden tulevaisuuden vaikutuksissa on kuitenkin liikennepoliitikalla, jolla voidaan vaikuttaa hyvin merkittävästi siihen, miten automaatiota ja MaaS-palveluita tarjotaan ja käytetään tulevaisuudessa.

Viranomaisten ja poliittisten päätöntekijöiden onkin syytä valmistautua siihen, että uudet innovaatiot voivat muuttaa liikennejärjestelmää merkittävästi ja liikennepoliittisilla ratkaisulla on keskeinen rooli siinä, millaisia vaikutukset lopulta ovat. Vaikutusten ennakoiminen ja toivottavan tulevaisuuskuvan tavoittelu ovat keskeisessä roolissa tulevaisuuden liikennepoliitikassa ja liikennesuunnittelussa. Viranomaisilla on lisäksi kriittinen rooli kehityksen valvojana ja mahdollistajana yhdessä alan

toimijoiden kanssa. Viranomaisten tulee varmistaa, että esimerkiksi automaattiautot toimivat turvallisesti ja eettisesti, ennen kuin ne voivat yleistyä liikenteessä. Liikenne-politiikan ja liikennejärjestelmäsuunnittelun parissa toimivien tahojen lisäksi palveluntarjoajilla, maahantuojilla, myyjillä ja liikennöitsijöillä, loppukäyttäjiä unohtamatta, on keskeinen rooli uusien innovaatioiden yleistymisessä ja vaikutuksissa. Myös nämä toimijat tulisi huomioida ja ottaa mukaan entistä tiiviimmin liikennejärjestelmän kehittämisen tulevaisuudessa, jotta uusien innovaatioiden aiheuttamat vaikutukset olisivat toivottuja.

5.2 Tutkimuksen luotettavuus ja yleistettävyys

Tämä tutkimus perustui kahteen Suomessa toteutettuun laajaan kansalaiskyselyyn ja niiden tuloksia syventäviin asiantuntijatyöpajoihin. Kyselyissä hyödynnettiin kuvitteellisia valintoja, jotka eivät aina heijastele ihmisten todellisia valintoja (Wardman 1988), mikä osaltaan laskee hieman tulosten luotettavuutta. Lisäksi ei voida olla varmoja, heijastelevatko vastaukset vastaajien todellisia mielipiteitä ja valintoja, vai onko joissain kysymyksissä valittu tietty vaihtoehto vain sen vuoksi, että se on helpoin valita. Yleisesti ei myöskään voida olla varmoja, ovatko vastaajat ymmärtäneet kysymykset oikein. Toisaalta molemmissa kyselyissä tehtiin koetutkimus, jonka perusteella vastaajat pitivät kysymyksiä selkeinä. Lisäksi valtaosa vastaajista oli täyttänyt kyselylomakkeen oikein ja toisaalta kyselyn lopussa olevien avoimien vastausten perusteella kyselyjä pidettiin pääosin selkeinä ja ymmärrettävinä.

Yleisesti tutkimuksen luotettavuutta voidaan arvioida käsitteiden validiteetti ja reliabiliteetti avulla. Käsitteet soveltuvat erityisesti määrällisen tutkimuksen luotettavuuden arviointiin, mutta niitä voidaan soveltaa myös laadullisen tutkimuksen arviointiin. Validiteetti kuvaa tutkimuksessa käytettyjen mittausmenetelmien soveltavuutta tutkittavaan ilmiöön. Toisin sanoen validiteetti ilmaisee, miten hyvin mittausmenetelmä mittaa sitä, mitä on tarkoitus mitata. Vastaavasti reliabiliteetti tarkoittaa mittausten ja mittaustulosten luotettavuutta ja toistettavuutta, eli ei-sattumanvaraisuutta. Drost (2011.)

Validiteettiin liittyen kyselyn kysymykset pyrittiin muodostamaan mahdollisimman selkeästi kuvaamaan sitä, mitä tutkimuksella haluttiin selvittää. Kyselyissä käytetyt valintatehtävät pyrittiin muodostamaan todenmukaisiksi esimerkiksi huomioidamalla kaikki eri kulkutapoihin vaikuttavat tekijät. Kyselyissä jouduttiin kuitenkin tekemään paljon erilaisia yleistyksiä ja oletuksia, mitkä voivat laskea validiteettia.

Luonnollisesti kysymykset eivät myöskään voi ottaa huomioon kaikkia erilaisia tilanteita. Kyselyissä muun muassa oletettiin, että kaikki matkat tehdään yksin, eikä esimerkiksi perheenjäsenten kanssa.

Kyselytutkimus ei menetelmänä sovellu kaikilta osin täydellisesti tämän tutkimusongelman ratkaisemiseen, sillä tavallisten ihmisten on vaikea hahmottaa tulevaisuuden uusien innovaatioiden ja teknologioiden vaikutuksia ja ominaisuuksia, vaikka niitä pyrittiin kyselyissä havainnollistamaan. Yhdessä kirjallisuuskatsauksen ja kyselytutkimuksen tuloksia täydentävien asiantuntijatyöpajojen avulla tutkimuksen tarkoituksena oli luoda perustietämys aiheesta, minkä pohjalta voidaan tehdä valistuneita skenaarioita tulevaisuuden muutoksista. On kuitenkin selvää, ettei tässä tutkimuksessa käytetyillä menetelmillä voida antaa yksiselitteistä vastausta tutkimusongelmaan, vaan tarvitaan myös jatkotutkimusta.

Kyselytutkimuksessa käytettiin laajoja satunnaisotantoja, mikä parantaa tulosten reliabiliteettia. Molemmista tutkimuksista vastausprosentti oli kuitenkin melko alhainen, eli noin 20 %. Alhainen vastausprosentti tarkoittaa, että kyselyyn vastanneet eivät välttämättä edusta koko populaatiota. Toisaalta suuri otoskoko ja satunnaisotanta kuitenkin kasvattavat tulosten luotettavuutta suhteessa muuhun tieteelliseen kirjallisuuteen, jossa vastaavia tutkimuksia ei ole juuri lainkaan toteutettu populaatiota edustavilla satunnaisotannoilla. Lisäksi vastaajien taustatietoja analysoimalla havaittiin, että esimerkiksi ajokortillisuuden ja autonomistuksen osalta tutkimuksen vastaajajoukko edustaa kohtuullisen hyvin tutkimuksen kohderyhmää Suomessa.

Tutkimustulokset ovat toistettavissa niin Suomessa kuin kansainvälisesti. Toistettavuuden mahdollistamiseksi tutkimusmenetelmä pyrittiin esittämään selkeästi ja tulosten analysointi kuvattiin perusteellisesti. Tutkimuksissa käytetyt kyselylomakkeet on myös julkaistu, mikä helpottaa tulosten toistettavuutta. Kulttuurillisesti Suomi on lähellä muita länsimaisia valtioita Euroopassa. Suomessa olosuhteet automaattiajamiselle ja harvaan asuttuna maana osittain myös MaaS-palveluille ovat kuitenkin vaikeat. Lisäksi ihmisten asenteissa myös länsimaisten valtioiden välillä voi kuitenkin olla eroja, jotka heikentävät vertailtavuutta. Kokonaisuudessaan tutkimuksen tuloksia voidaan kuitenkin pitää jossain määrin yleistettävänä erityisesti Euroopassa ja muissa länsimaisissa valtioissa, mikä mahdollistaa toistomittausten tekemisen ja siten tutkimuksen reliabiliteetin vahvistamisen.

Tutkimus on toteutettu ennen vuoden 2020 aikana maailmanlaajuisiksi ongelmaksi muodostunutta koronaviruspandemiaa ja siten koronaviruksen vaikutukset rajataan tämän tutkimuksen ulkopuolelle. Koronavirus on kuitenkin vaikuttanut merkittävästi ihmisten liikkumiseen ympäri maailmaa ja aiheuttaa mahdollisesti myös pysyviä muutoksia ihmisten liikkumistottumuksiin. Erityisesti joukkoliikenteen

käyttäjämäärät ovat romahtaneen koronaviruspandemian aikana, joskin HSL:n tekemän kyselytutkimuksen mukaan valtaosa matkustajista aikoo palata joukkoliikenteen käyttäjäksi pandemian jälkeen (HSL 2020). Pandemian aiheuttamat muutokset ihmisten elintapoihin ja liikkumiseen ovat kuitenkin merkittäviä tekijöitä, jotka vaikuttavat tulevaisuuden liikennejärjestelmään. Pandemia voi vaikuttaa pysyvästi ihmisten näkemyksiin liikenteestä ja voi siten heikentää tämän tutkimuksen tulosten luotettavuutta.

5.3 Jatkotutkimusaiheet

Tässä tutkimuksessa aihetta lähestyttiin yltäasolla käsittelemällä koko 18–64-vuotiaiden populaatiota Suomessa. Näin ollen tutkimustulokset ovat paikoin alustavia ja luotettavampien tulosten saamiseksi tulisi syventyä ja kohdentaa tutkimusta tiettyihin asioihin. Tutkimusta tulisi tehdä esimerkiksi alueellisesti kohdennettuna, jolloin kunkin alueen ominaispiirteet nykyisessä liikennejärjestelmässä voidaan huomioida kysymysasettelussa. Tässä tutkimuksessa tehtiin myös paljon oletuksia kustannustasoista ja uusien teknologioiden palvelutasosta, joita jatkotutkimuksessa tulisi täsmentää. Tutkimustuloksia tulisi myös syventää laadullisilla menetelmillä, joilla voidaan pureutua yksittäisiin tutkimusongelmiin syvällisemmin. Myös tämän tutkimuksen kohdeyhmän ulkopuolelle jäävät iäkkäät ja nuoret tulisi huomioida paremmin jatkotutkimuksissa.

Jatkossa niin automaattiautojen kuin MaaS-palveluiden vaikutuksia tulee edelleen simuloida, mutta simuloinneissa on syytä huomioida myös ihmisten todellisia mieltymyksiä tulevaisuudessa. Automaattiautojen ja MaaS-palveluiden toimintaedellytyksiä eri alueilla tulisi niin ikään selvittää. Erilaiset automaattiautopilotit sekä olemassa olevat MaaS-palvelut ja erilaiset MaaS-pilotit ovat myös tärkeä tutkimuskohde. Eri-laisten pilottien ja kokeilujen avulla voidaan lisätä ymmärrystä ihmisten todellisista valinnoista ja siten voidaan arvioida näiden innovaatioiden liikennejärjestelmätason vaikutuksia paremmin. Esimerkiksi kulkutapajakaumien osalta tulisi tarkemmin arvioida ihmisten nykyisiä liikkumistottumuksia ja peilata mahdollisia vaikutuksia niihin. MaaS-palveluiden osalta hinnoitteluvaihtoehtoja ja kotitalouksille sopivia kokonaisratkaisuja ja tarpeita tulisi tutkia tarkemmin. Tutkimusorganisaatioiden tuleekin olla vahvasti läsnä MaaS-palveluiden ja automaattiautojen yleistymisessä ja kehityksessä, jotta niiden vaikutuksista saadaan mahdollisimman aikaisin luotettavaa tietoa ja siten niiden kehitystä voidaan ohjata toivottavaan suuntaan.

Tulevaisuudessa tulisi lisäksi suorittaa toistomittauksia, joilla voidaan arvioida tässä tutkimuksessa saatujen tulosten kehittymistä ja tarkastella myös tulosten reliabiliteettia. Vastaavanlaisia populaatiota edustavilla otoksilla toteutettuja kyselytutkimuksia tulisi toteuttaa myös muissa maissa, jotta aiheesta voidaan tehdä kansainvälistä vertailua.

Tässä tutkimuksessa tunnistettiin automaattiautojen ja MaaS-palveluiden vaikutuksia ja vaikutusmekanismeja. Tarvitaan kuitenkin enemmän tietoa vaikutusmekanismeista, joiden pohjalta voidaan laatia tiekarttoja ja varautumissuunnitelmia, joiden avulla voidaan tavoitella toivottavaa tulevaisuuskuvaa. Liikennepoliittinen ja ennakkoiva varautuminen tulevaisuuden muutoksiin on ensiarvoisen tärkeää, jotta muutoksia voidaan alusta alkaen ohjata kohti toivottavaa tulevaisuuskuvaa. Automaatti-autot ja MaaS-palvelut tulevat joka tapauksessa muuttamaan liikennejärjestelmää, mutta muutokset eivät ole automaattisesti myönteisiä liikennejärjestelmän ja kestävä kehityksen kannalta.

LÄHTEET

Adams P., Farrel M., Dalgarno B., Oczkowski E. (2017). Household Adoption of Technology: The Case of High-Speed Broadband Adoption in Australia, *Technology in Society*, Vol. 49, s. 37–47.

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, s. 139–144.

Baidoo I. K., Nuarko E. (2015). Stated Preference Modeling for a Preferred Transportation Mode, *IISTE Mathematical Theory and Modelling*, Vol. 5(1) s. 134–139.

Balcombe R. J., York I. O., Webster D. C. (2003). Factors influencing trip mode choice, *TRL(568)* 34 s.

Banister D. (2008). The sustainable mobility paradigm, *Transport Policy*, Vol 15, s. 73-80.

Bansal P., Korckelman K., Singh A. (2016). Assessing public opinions of and interest in new vehicle technologies: An Austin perspective, *Transportation Research Part C*, Vol. 67, s. 1–14.

Bartosiewicz B., Pielesiak I. (2019). Spatial patterns of travel behaviour in Poland, *Travel Behaviour and Society*, Vol. 15, s. 113–122.

Bastian A., Börjesson M. (2018). The city as a driver of new mobility patterns, cycling and gender equality: Travel behaviour trends in Stockholm 1985-2015, *Travel Behaviour and Society*, Vol. 13, s. 71–87.

Bastian A., Börjesson M., Eliasson J. (2016). Explaining “peak car” with economic variables, *Transportation Research Part A*, Vol. 88, s. 236–250.

Bischoff J., Maciejewski M. (2016). Simulation of city-wide replacement of private cars with autonomous taxis in Berlin, *Procedia Computer Science*, Vol. 83, s. 237–244.

Borger B. D., Proost S. (2013). Traffic externalities in cities: The economics of speed bumps, low emission zones and city bypasses, *Journal of Urban Economics*, Vol. 76, s. 53–70.

Brandt E., Lindeqvist M. (2016). Auton omistus Helsingin seudulla - katsaus menneeseen kehitykseen ja pohdintoja tulevasta, HSL Helsinki Region Transport, 90 s.

Bussière Y. D., Madre J., Tapia-Villarreal I. (2019). Will peak car observed in the North occur in the South? A demographic approach with case studies of Montreal, Lille, Juarez & Puebla., *Economic Analysis and Policy*, Vol. 61, s. 39–54.

Cavoli C., Phillips B., Cohen T., Jones P. (2017). Social and behavioural questions associated with Automated Vehicles A Literature Review, London: Department for Transport, 124s.

CB Insights (2020). Research brieds - 40+ Corporations Working On Autonomous Vehicles, Saatavissa (viitattu 1.4.2020): <https://www.cbinsights.com/research/autonomous-driverless-vehicles-corporations-list/>.

Clark S. D. (2009). Characterising and predicting car ownership using rough sets, *Transportation Research Part C*, Vol. 17(4) s. 381–393.

Dargay J. M. (2001). The effect of income on car ownership: evidence of asymmetry, *Transportation Research Part A*, Vol. 35(9) s. 807–821.

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

De Vos J., Mokhtarian P. L., Schwanen T., Van Acker V., Witlox F. (2016). Travel mode choice and travel satisfaction: bridging the gap between decision utility and experienced utility, *Transportation*, Vol. 43(Issue 5) s. 771–796.

DfT (2016). Vehicle licensing statistics, UK Government, Department of Transport.

Drost E. A. (2011). Validity and Reliability in Social Science Research, Education Research and Perspectives, Vol. 38(1) s. 105–124.

Eskola J., Suoranta J. (1998). Johdatus laadulliseen tutkimukseen, Vastapaino, Tampere.

Esztergar-Kiss D., Kerenyi T., Matrai T., Aba A. (2019). Exploring the MaaS market with systematic analysis, International Conference on Mobility as a Service, Tampere University, Conference proceedings, s. 37–51.

European Commission (2017). Public support measures for connected and automated driving, European Commission. Saatavissa (viitattu 6.6.2020): https://ec.europa.eu/inea/sites/inea/files/art_brochure-2019.pdf.

Faggella D. (2020). The Self-Driving Car Timeline – Predictions from the Top 11 Global Automakers, Emerj. Saatavissa (viitattu 1.4.2020): <https://emerj.com/ai-adoption-timelines/self-driving-car-timeline-themselves-top-11-automakers/>.

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 s.

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

Gabrhel V., Stanislav J., Havlíčková D. (2019). Public opinion on connected and automated vehicles: the Czech context, Transactions on Transport Sciences, Vol 10, s. 42-52.

Gruel W., Stanford J. (2015). Assessing the long-term effects of autonomous vehicles: A speculative approach, Association for European Transport, 16 s.

Gruel W., Stanford J. (2016). Assessing the Long-Term Effects of Autonomous Vehicles: a speculative approach, Transportation Research Procedia, Vol. 13, s. 18–29.

Hauptmann S. (2019). MaaS: Searching for User Demand, International Conference on Mobility as a Service, Tampere University, Conference proceedings, s. 52–60.

Heikkilä S. (2014). *Mobility as a Service - A Proposal for Action for the Public Administration*, Case Helsinki. Aalto yliopisto, 94 s.

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 s.

Hensher D., Mulley C., Ho C., Nelson J., Wong Y. (2019). *Understanding MaaS: Past, Present and Future*, International Conference on Mobility as a Service, Tampere University, Conference proceedings, s. 335–346.

HLT (2016). *Henkilöliikennetutkimus, Liikenne- ja viestintävirasto Traficom, Data.*

Ho, C. Q., Hensher, D. A., Mulley, C., Wong, Y. Z. (2018). *Potential uptake and willingness-to-pay for Mobility as a Service (MaaS): A stated choice study*, Transportation Research Part A, Vol. 117, s. 302–318.

Hoeger R., Hoess A., Zeng H. (2011). *The future of driving, HAVEit(D61.1).*

HSL (2020). *Asiakkaamme aikovat käyttää joukkoliikennettä myös koronan jälkeen, Saatavissa (viitattu 17.9.2020): <https://www.hsl.fi/uutiset/2020/asiakkaamme-aikovat-kayttaa-joukkoliikennetta-myos-koronan-jalkeen-19771>.*

Innamaa S., Kanner H., Rämä P., Virtanen A. (2015). *Automaation lisääntymisen vaikutukset liikenteessä, Trafín 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 9.4.2020): <https://www.ipsos.com/ipsos-mori/en-uk/only-18-cent-britons-believe-driverless-cars-be-important-development-car-industry-focus>.*

ITS Australia (2018). *Mobility as a Service in Australia. Customer insights and opportunities Saatavissa (viitattu 12.4.2020): https://cms.its-australia.com.au/assets/images/ITSA_MaaS18-Report_060818.pdf.*

Kamargianni M., Matyas M., Li, W., Muscat J. (2018). *Londoners' attitudes towards car-ownership and Mobility-as-a-Service: Impact assessment and opportunities that lie ahead, MaaS Lab – UCL Energy Institute Report.*

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 s.

KvantiMOTV (2008). Menetelmäopetuksen tietovaranto. Regressioanalyysi [verkköjulkaisu]. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietovarasto [ylläpitäjä ja tuottaja]. Saatavissa (viitattu 24.4.2020): <https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/regressio/analyysi.html>.

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, s. 127–140.

Kågeson P. (2014). The causes and effects of declining driver license holdings in Sweden, *Working papers in Transport Economics*, Vol. 13, 18 s.

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

Liljamo T. (2018). Suomalaisten mielipiteitä MaaS-palveluista, liikennejärjestelmästä ja ilmastostrategiasta, Tampereen teknillinen yliopisto, Liikenteen tutkimuskeskus Verne, 19 s.

Liljamo T., Liimatainen H., Pöllänen M., Tiikkaja H., Utriainen R., Viri R. (2018). Automaattiautojen vaikutukset liikkumistottumuksiin, *Trafin tutkimuksia 1/2018*, 135 s.

Liimatainen H., Mladenovic M. N. (2018). Understanding the complexity of mobility as a service, *Research in Transportation Business & Management*, Vol. 27, s. 1–2.

Litman T. (2019). *Autonomous Vehicle Implementation Predictions*, Victoria Transport Policy Institute, 39 s.

LVM (2012). Kilpailukykyä ja hyvinvointia vastuullisella liikenteellä, Liikenne- ja viestintäministeriö, Valtioneuvoston liikennepoliittinen selonteko eduskunnalle 2012, 68 s.

Masini E. (1993). *Why Futures Studies*, Grey Seal, London, s. 39–44.

Matas, A., Raymond, J. (2008). Changes in the structure of car ownership in Spain, *Transportation Research Part A*, Vol. 42, s. 187–202.

Menon N. (2017). *Autonomous Vehicles: An Empirical Assessment of Consumers' Perceptions, Intended Adoption, and Impacts on Household Vehicle Ownership*, University of South Florida, Graduate Theses and Dissertations., 138 s.

Miller S. A., Heard B. R. (2016). The Environmental Impact of Autonomous Vehicles Depends on Adoption Patterns, *Environmental Science & Technology*, ACS Publications, s. 6119–6121.

Mink E. (2019). MaaS of the Month: Supporting MaaS with pilots -National MaaS programme in the Netherlands, MaaS Alliance. Saatavissa (viitattu 16.4.2020): <https://maas-alliance.eu/wp-content/uploads/sites/7/2019/08/MaaS-of-the-Month-Supporting-MaaS-with-pilots.pdf>.

Navigant Research (2020). Navigant Research Leaderboard: Automated Driving Vehicles, Saatavissa (viitattu 1.4.2020): <https://www.navigantresearch.com/reports/navigant-research-leaderboard-automated-driving-vehicles>.

NHTSA (2015). *Critical Reasons for Crashes Investigated in the National Motor Vehicle Crash Causation Survey*, U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration. A Brief Statistical Summary, DOT HS 812 115.

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

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

Patel H., Connolly R. (2007). *Factors Influencing Technology Adoption: A Review*, Research Gate, s. 416–431.

Pofuk T. (2017). *Autonomous Vehicles and the Future of Private Vehicle Ownership*, Management International Conference, Monastier di Treviso (Venice), Italy, s. 555–567.

- Polis (2018). Road Vehicle Automation and Cities and Regions, Polis Cities and Regions for Transport Innovations. Saatavissa (viitattu 13.9.2020): https://www.polis-network.eu/wp-content/uploads/2019/06/polis_discussion_paper_automated_vehicles.pdf.
- Polzin S. (2016). Implications to Public Transportation of Emerging Technologies, NCTR-National Center for Transit Research, 22 s.
- Popper R. (2008). How are foresight methods selected?, *Foresight*, Vol. 10(6) s. 62–89.
- Pöllänen M., Nykänen L., Liimatainen H., Wallander J. (2014). Tieliikenteen toimintaympäristö ja liikkuminen 2030 – neljä skenaariota, *Trafin tutkimuksia* 01/2014, 67 s.
- Ramboll (2019). WHIMPACT - Insights from the world's first Mobility-as-a-Service (MaaS) system, Saatavissa (viitattu 20.4.2020): https://ramboll.com/-/media/files/rfi/publications/Ramboll_whimpact-2019.
- Ratilainen, H. (2017). Mobility-as-a-Service. Exploring consumer preferences for MaaS subscription packages using a stated choice experiment, *Delft University of Technology*, 9 s.
- Reunamo J. (2015). Pikaohjeita SPSS:lle. Saatavissa (viitattu 13.9.2020): <http://www.helsinki.fi/~reunamo/opetus/spssohje.htm>.
- Robinson L. (2009). A summary of Diffusion of Innovations, *Changeology*, 6 s.
- Rogers E. M. (2003). *Diffusion of Innovations*, 5th edition, Free press.
- Rubin A. (2004a). Tulevaisuudentutkimus tiedonalana, Tulevaisuudentutkimus tiedonalana. TOPI – Tulevaisuudentutkimuksen oppimateriaalit. Tulevaisuuden tutkimuskeskus, Turun yliopisto. Saatavissa (viitattu 27.3.2020): <https://tulevaisuus.fi/perusteet/tulevaisuudentutkimus-tiedonalana/>.
- Rubin A. (2004b). Masinin kolme tulevaisuudentutkimuksen filosofista lähestymistapaa, Tulevaisuudentutkimus tiedonalana. TOPI – Tulevaisuudentutkimuksen oppimateriaalit. Tulevaisuuden tutkimuskeskus, Turun yliopisto. Saatavissa (viitattu

27.5.2020): <https://tulevaisuus.fi/filosofiset-perusteet/masinin-kolme-tulevaisuudentutkimuksen-filosofista-lahestymistapaa/>.

Rubin J. (2016). Connected Autonomous Vehicles: Travel Behaviour and Energy Use, *Road Vehicle Automation* 3, s. 151–162.

SAE (2014). Taxonomy and Definitions for Terms Related to On-Road Motor Vehicle Automated Driving Systems, SAE International, Standard J3016. Saatavissa (viitattu 2.4.2020): https://www.sae.org/standards/content/j3016_201401/.

SAE (2018). Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles, SAE International, Standard J3016. Saatavissa (viitattu 2.4.2020): https://www.sae.org/standards/content/j3016_201806/.

Salamanis A. I., Ioakeimidis T., Gkemou M., Kehagias D., Tzovaras D. (2019). Mobility services data models for open and inclusive MaaS infrastructures, *International Conference on Mobility as a Service*, Tampere University, Conference proceedings, s. 271–287.

Saunders M. N. K., Lewis P., Thornhill A. (2019). "Research Methods for Business Students" Chapter 4: Understanding research philosophy and approaches to theory development, 8th edition, Pearson Education Limited.

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 s.

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, s. 163–186.

Sochor J. (2019). LIMA – MaaS for employers and employees, *International Conference on Mobility as a Service*, Tampere University, Conference proceedings, s. 98–101.

Solita (2017). Suomalaiset janoavat uusia liikennepalveluita. Blogi 20.6.2017, Saatavissa (viitattu 18.11.2019): <https://www.solita.fi/blogit/suomalaiset-janoavat-uusia-liikennepalveluita/>.

Stark L., Düring M., Schoenawa S., Maschke J.E., Do C.M. (2019). Quantifying Vision Zero: Crash avoidance in rural and motorway accident scenarios by combination of ACC, AEB and LKS projected to German accident occurrence. *Traffic Injury Prevention*. 20, 126-132.

SYKE (2013). YKR Urban-Rural classification 2010, Finnish Environment Institute, Spatial dataset.

Taanila A. (2015). Kirjoituksia Aki Taanilan kvantitatiivisesta menetelmäpajasta - Tiekartat, Saatavissa (viitattu 9.4.2020): <https://tilastoapu.wordpress.com/tag/jarjestysasteikko/>.

Talebpour A., Mahmassani H. S. (2016). Influence of connected and autonomous vehicles on traffic flow stability and throughput, *Transportation Research Part C*, Vol. 71, s. 143–163.

Talvela J., Stenman K. (2012). Tulevaisuudentutkimuksen menetelmiä, *Kymenlaakson ammattikorkeakoulun julkaisuja, Sarja A, Nro 35*, 60 s.

Tervonen J (2016). Tieliikenteen onnettomuuskustannusten tarkistaminen - Kuolemat sekä vakavat ja lievät loukkaantumiset, *Trafinit tutkimuksia 5/2016*, 76 s.

Tiikkaja H., Pöllänen M., Liimatainen H. (2018). Liikenneköyhyys suomessa – näkökulmia liikkumisen sosiaaliseen kestävyteen. Esiselvitys, Tampereen teknillinen yliopisto, Liikenteen tutkimuskeskus Verne, Tutkimusraportti 94, 54 s.

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

Tilastokeskus (2018). Kotitalouksien kulutusmenot kotitaloustyyppin mukaan 1985-2016, Tilastokeskuksen PX-Web tietokannat.

Tilastokeskus (2020). Henkilövahinko-onnettomuudet, kuolleet ja loukkaantuneet kuukausittain maakunnissa 2003-2020, Tilastokeskus PX-Web tietokanta.

Tilastokeskus (n.d.). Johdatus tilastotieteeseen, 2.1.4 Diskreetti ja jatkuva muuttuja. Muuttujan jakauma, Saatavissa (viitattu 13.9.2020):

https://tilastokoulu.stat.fi/verkkokoulu_v2.xql?course_id=tkoulu_tilaj&lesson_id=2&subject_id=5&page_type=sisalto

Transport Systems Catapult (2016). Mobility as a Service. Exploring the opportunity for mobility as a service in the UK, Transport Systems Catapult, UK, 52 s.

Truong L. T., Gruyter C. D., Currie G., Delbosc A. (2017). Estimating the trip generation impacts of autonomous vehicles on car travel in Victoria, Australia, *Transportation*, Vol. 44(6) s. 1279–1292.

Utriainen R. (2018). Potential Safety Effects Of Partially Automated Vehicles – Comprehensive Analysis Of Detailed Passenger Car Crash Data, *ETC Conference Papers 2018*, 19 s.

Utriainen R., Pöllänen M. (2018). Review on mobility as a service in scientific publications, *Research in Transportation Business and Management*, Vol. 27, s. 15–23.

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

Wang S., Jiang Z., Noland R. B., Mondschein A. S. (2020). Attitudes towards privately-owned and shared autonomous vehicles. *Transportation Research Part F*, Vol. 72, s. 297-306.

Wardman M. (1988). A Comparison of Revealed Preference and Stated Preference Models of Travel Behaviour, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 22(1) s. 71–91.

Whim (2019). Find your plan (price list), *Saatavissa* (viitattu 14.5.2019): <https://whimapp.com/plans/>.

WHO (2018). Global status report on road safety 2018, World Health Organization, *Saatavissa* (viitattu 6.4.2020): <https://www.who.int/publications-detail/global-status-report-on-road-safety-2018>.

Vij A., Ryan S., Sampson S., Harris S. (2018). Consumer preferences for Mobility-as-a-Service (MaaS) in Australia, *ATRF Proceedings*, 8 s.

Zhang w., Guhathakurta S., Khalil E. B. (2018). The impact of private autonomous vehicles on vehicle ownership and unoccupied VMT generation, *Transportation Research Part C*, Vol. 90, s. 156–165.

Zong W., Zhang J., Jiang Y. (2019). Long-term changes in Japanese young people's car ownership and usage from an expenditure perspective, *Transportation Research Part D*, Vol. 75, s. 23–41.

LIITTEET

Liite 1, Automaattiautokyselyn ohjeet ja kyselylomake



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 automaatiotasoa 2 autoja, joilla voidaan tietyissä ympäristöissä ajaa siten, että kuljettaja ei koske auton hallintalaitteisiin ollenkaan. Käytännössä automaatiotasoa 2 autot voivat esimerkiksi ajaa itsestään pääteillä, mutta taajamissa ja pienemmällä tiestöllä ajettaessa kuljettaja suorittaa kaikki ajotoimenpiteet itsenäisesti.

Automaatiotasojen 3 ja 4 autojen odotetaan yleistävän 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 ohjeita ja käsitteitä kyselyyn liittyen.



Termejä ja ohjeita kyselyyn 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 **automaatiotason 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 **automaatiotason 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, skarpina"
- 
 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 hyödynän automaatiotoimintoja ja mitä toimintoja käytän.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Haluan, että automaatiikka hoitaa ajamisen kaikissa tilanteissa.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ajovastuun luovuttaminen tietokoneelle stressaisi minua.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Koen, että ajovastuun luovuttaminen tietokoneelle vähentäisi ajamisen kuormittavuutta.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kaikkia robottiautoja tulee voida ajaa myös manuaalisesti.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Automaation kehittyminen kohti robottiautoja on mielestäni toivottava kehitysuunta.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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. Uskoitteko 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 valitsitte? Autot vastaavat ominaisuuksiltaan toisiaan. Valitkaa mieluisampi vaihtoehto.

<input type="checkbox"/> Oma robottiauto	<input type="checkbox"/> 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 keskustaan. 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 keskustaan. 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, uhkakuva 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 suunnitellen 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 2, MaaS-kyselyn ohjeet ja kyselylomake



Ohjeita lomakkeen täyttämiseen

Nykyinen liikennejärjestelmä on ajautumassa murrokseen, jossa liikkumisesta tulee yhä enemmän palvelua. Liikennettä pyritään kehittämään mahdollisimman saumattomaksi ja helpoksi kokonaisuudeksi liikkumisen palveluistumisen avulla. Yksinkertaisimmillaan kyse on siitä, että matkustaja voi esimerkiksi hankkia tarvitsemansa matkan ovelta ovelle yhdellä maksulla ja lipulla. Liikkumiseen palveluna viitataan yleisesti termillä MaaS, joka tulee englanninkielisistä sanoista Mobility as a Service.

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

- **Liikkumispalvelulla** tarkoitetaan palvelua, jonka avulla voi matkustaa usealla eri liikennemuodolla yhtä maksua tai sovellusta käyttäen.
- **Liikkumispaketilla** tarkoitetaan sellaista liikkumispalvelua, jossa maksetaan kiinteää kuukausisummaa liikkumispaketista, johon sisältyy tietty määrä matkoja eri kulkumuodoilla.
- **Yhteiskäyttöautolla** tarkoitetaan sellaista autoa, jonka omistaa yritys tai yhteisö, ja joka on yrityksen asiakkaiden tai yhteisön jäsenten käytettävissä. Yhteiskäyttöauto eroaa perinteisestä autonvuokrauksesta siten, että sen voi varata lyhyeksikin ajaksi ja varaaminen tapahtuu puhelimella tai muulla älylaitteella.
- **Pitkämatkainen joukkoliikenne** tarkoittaa *tässä kyselyssä* yli 30 km matkaa. Tätä lyhyemmät matkat lasketaan **paikallisjoukkoliikenteeksi**.

Ohjeita kysymyksittäin:

- **Kysymyksessä 5** valitaan vaihtoehto kultakin riviltä tämänhetkisen käytön mukaan. Jos omistatte useamman kuin yhden auton, vastatkaa henkilöauton omistus -kysymykseen eniten käyttämänne auton perusteella.
Suluissa oleva summa kertoo, kuinka paljon kukin vaihtoehto tuo keskimäärin kuluja kuukaudessa. *Esimerkiksi* jos autonne nykyinen arvo on 10 000–25 000 euroa, aiheuttaa se laskennallisesti keskimäärin noin 300 euroa kuluja kuukaudessa, kun huomioidaan verot, vakuutukset, arvonalenema, pysäköinti yms.

Kyselyyn toivotaan vastauksia kaikilta, riippumatta siitä, onko teillä ajokorttia tai omaa autoa. Mikäli koette, että mikään vastausvaihtoehdoista ei tunnu sopivalta, voitte valita vähiten huonon vaihtoehdon. Tarvittaessa voitte tarkentaa vastauksia kyselyn lopussa oleviin avoimiin kenttiin.

Lisätietoja

Lisätietoja liikennetutkimuksesta saa Tampereen teknillisestä yliopistosta:
www.tut.fi/liikennetutkimus
Timo Liljamo, p. 050 447 9913, timo.liljamo@tut.fi

Osoitetietolähde

Väestötietojärjestelmä, Väestörekisterikeskus, PL 123, 00531 Helsinki

OSA I

1. Oletteko kuullut tai lukeut aiemmin liikkumispalveluista tai käsitteestä MaaS (Mobility as a Service, liikkuminen palveluna)?

Kyllä En

2. Miten suhtaudutte seuraaviin liikkumisen hinnoitteluvaihtoehtoihin?

a) **Pakettihinnoittelu**, jossa maksetaan kiinteää kuukausisummaa liikkumispalveluista. Liikkumispalvelut voivat sisältää esimerkiksi rajattoman paikallisjoukkoliikenteen ja tietyn määrän taksimatkoja tai vuokra-auton käyttöä.

Hyvin myönteisesti Lievästi myönteisesti En osaa sanoa Lievästi kielteisesti Hyvin kielteisesti

b) **Nykymuotoinen sekahinnoittelu**, jossa liikkumisesta maksetaan sekä kiinteitä maksuja ja veroja (esim. ajoneuvon vakuutukset ja ajoneuvovero) että käyttöön liittyviä maksuja (esim. polttoaineet ja kertaliput joukkoliikenteessä).

Hyvin myönteisesti Lievästi myönteisesti En osaa sanoa Lievästi kielteisesti Hyvin kielteisesti

c) **Käyttöön perustuva matka- tai kilometriperusteinen hinnoittelu**, jossa maksetaan juuri sen verran kuin käytetään liikkumispalveluita tai omaa henkilöautoa.

Hyvin myönteisesti Lievästi myönteisesti En osaa sanoa Lievästi kielteisesti Hyvin kielteisesti

3. Mitä mieltä olette seuraavista väittämistä?

	Täysin samaa mieltä	Osittain samaa mieltä	En samaa enkä eri mieltä	Osittain eri mieltä	Täysin eri mieltä
Kaikkia liikennepalveluita tulisi voida yhdistellä ja käyttää yhdellä lipulla ja sovelluksella (esim. taksi, juna ja linja-auto samalla lipulla)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Haluaisin, että kaikki liikkumiseni kustannukset sisältyisivät yhteen kuukausimaksuun	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Koen, että liikkumisen kustannukset ovat nykyisin riittävän alhaiset, että voin täyttää päivittäiset liikkumistarpeeni	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Koen, että joukkoliikenteen (myös kaukoliikenne) käyttäminen on nykyisin vaikeaa tai vaivalloista	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Koen, että henkilöautoilun tuoma oma tila, aika ja rauha ovat minulle tärkeitä kriteerejä kulkumuotoa valittaessa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Koen, että henkilöautoilulle vaihtoehtoisten kulutusapojen avulla voin täyttää päivittäiset liikkumistarpeeni	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Liikkumisen muuttuminen yksityisautoilusta kohti liikkumispalveluita olisi mielestäni toivottava kehityssuunta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OSA II

4. Kuinka kiinnostunut olisitte seuraavista liikennepalveluista, jos ne olisivat saatavilla kotiseudullanne tai loma-/työmatkoilla?

Jaettu taksi
Toimii kuten taksit nykyisin, mutta kyydissä voi olla myös tuntemattomia, jolloin matka-aika voi hieman pidentyä, mutta matkan kustannukset pienentyä

Hyvin kiinnostunut
 Jossain määrin kiinnostunut
 En lainkaan kiinnostunut

Yhteiskäyttöauto
Lähistöllä olisi saatavilla yhteiskäyttöautoja, joita voisi varata ja ottaa käyttöön mobiililaitteella ja joiden käyttökustannukset olisivat noin 1€/km

Hyvin kiinnostunut
 Jossain määrin kiinnostunut
 En lainkaan kiinnostunut

5. Mikä seuraavista vastaa parhaiten nykyisiä liikkumistottumuksianne ja liikkumiskustannustenne suuruusluokkaa? Valitkaa kultakin riviltä yksi vaihtoehto, joka kuvaa parhaiten nykyisiä liikkumistottumuksianne. Suluissa näette arvion, kuinka paljon kyseinen vaihtoehto tuo keskimäärin kuluja kuukaudessa (lisäohjeita voitte katsoa saatekirjeestä).

Henkilöauton omistus (sis. verot, vakuutukset, arvonalema, pysäköinti)	<input type="checkbox"/> En omista autoa (0 €/kk)	<input type="checkbox"/> Auton arvo alle 10 000 € (150 €/kk)	<input type="checkbox"/> Auton arvo 10 000 – 25 000 € (300 €/kk)	<input type="checkbox"/> Auton arvo yli 25 000 € (450 €/kk)
Henkilöauton käyttö kuljettajana tai matkustajana (sis. polttoaine, huollot, renkaat, pesut ym.)	<input type="checkbox"/> Ei käyttöä (0 €/kk)	<input type="checkbox"/> Alle 10 000 km vuodessa (50 €/kk)	<input type="checkbox"/> 10 000 – 25 000 km vuodessa (150 €/kk)	<input type="checkbox"/> Yli 25 000 km vuodessa (300 €/kk)
Paikallissjoukkoliikenteen käyttö	<input type="checkbox"/> Ei käyttöä (0 €/kk)	<input type="checkbox"/> Vähäinen käyttö (10 €/kk)	<input type="checkbox"/> Käyttö viikoittain (30 €/kk)	<input type="checkbox"/> Käyttö lähes päivittäin (50 €/kk)
Pitkämatkaisen joukkoliikenteen käyttö	<input type="checkbox"/> Ei käyttöä (0 €/kk)	<input type="checkbox"/> Käyttö joitakin kertoja vuodessa (20 €/kk)	<input type="checkbox"/> Käyttö kuukausittain (50 €/kk)	<input type="checkbox"/> Käyttö viikoittain (100 €/kk)
Muiden liikennepalvelujen käyttö (taksi, vuokra-auto ym.)	<input type="checkbox"/> Ei käyttöä (0 €/kk)	<input type="checkbox"/> Käyttö joitakin kertoja vuodessa (20 €/kk)	<input type="checkbox"/> Käyttö kuukausittain (50 €/kk)	<input type="checkbox"/> Käyttö viikoittain (100 €/kk)

6. Ylläolevasta taulukosta voitte laskea arvion liikkumisenne kustannuksista kuukausitasolla.

Vastaako mielestänne kyseinen summa suuruusluokaltaan liikkumisenne kustannuksia?

- Kyllä
 Ei, todelliset liikkumiskustannukseni ovat suuruusluokaltaan _____ euroa kuukaudessa
 En osaa sanoa / en tiedä kuinka paljon käytän rahaa liikkumiseeni

7. Oletetaan, että sopivalla liikkumispaketilla voitaisiin kattaa kaikki liikkumistarpeenne. Minkä hintainen liikkumispaketin tulisi olla, jotta ottaisitte sen käyttöönnne?

Liikkumispaketti sisältäisi esim. joukkoliikenteen, taksin ja yhteiskäyttö- tai vuokra-auton käyttöä.

- _____ euroa kuukaudessa
- En osaa sanoa
 En ottaisi palvelua käyttööni

OSA III

8. Oletetaan, että ottaisitte käyttöön liikkumispaketin ja teillä ei olisi käytössänne omaa henkilöautoa. Kuinka paljon käyttäisitte tällöin seuraavia liikkumispalveluja? Valitkaa kultakin riviltä yksi vaihtoehto.

Yhteiskäyttö- tai vuokra-auton käyttö	<input type="checkbox"/> Yli 15 vrk/kk (yli 20 000 km vuodessa)	<input type="checkbox"/> Noin 10 vrk/kk (10 000–20 000 km vuodessa)	<input type="checkbox"/> Noin 5 vrk/kk (5 000–10 000 km vuodessa)	<input type="checkbox"/> Alle 2 vrk/kk (alle 5 000 km vuodessa)
Paikallisjoukkoliikenteen käyttö	<input type="checkbox"/> Käyttö lähes päivittäin	<input type="checkbox"/> Käyttö viikoittain	<input type="checkbox"/> Käyttö kuukausittain	<input type="checkbox"/> Käyttö enintään muutaman kerran vuodessa
Pitkämatkaisen joukkoliikenteen käyttö	<input type="checkbox"/> Käyttö lähes päivittäin	<input type="checkbox"/> Käyttö viikoittain	<input type="checkbox"/> Käyttö kuukausittain	<input type="checkbox"/> Käyttö enintään muutaman kerran vuodessa
Muiden liikennepalvelujen käyttö (esim. taksi, kaupunkipyörät)	<input type="checkbox"/> Käyttö lähes päivittäin	<input type="checkbox"/> Käyttö viikoittain	<input type="checkbox"/> Käyttö kuukausittain	<input type="checkbox"/> Käyttö enintään muutaman kerran vuodessa

9. Uskoisitteko liikkuvanne useammin tai pidempiä matkoja, jos

- a) Liikkuminen olisi kokonaiskustannuksiltaan nykyistä halvempaa? Kyllä Ei
- b) Teillä olisi käytössä kuukausiveloitteinen liikkumispaketti, johon sisältyy rajaton määrä matkoja? Kyllä Ei

Suomen kansallisessa energia- ja ilmastostrategiassa on tavoitteena, että liikkumispalveluja edistämällä henkilöautolla yksin ajettavien matkojen määrä vähenee ja henkilöautosuoritteiden kasvu kaupunkiseuduilla pysähtyy väestönkasvusta huolimatta.

10. Mitä mieltä olette seuraavista Suomen ilmastostrategiaan liittyvistä väittämistä?

	Täysin samaa mieltä	Osittain samaa mieltä	En samaa enkä eri mieltä	Osittain eri mieltä	Täysin eri mieltä
Henkilöautoilun määrän kasvua tulisi rajoittaa päästöjen vähentämiseksi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Joukkoliikennettä tulisi tukea verovaroin nykyistä enemmän vuorovälien lyhentämiseksi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Liikenneinvestointeja tulisi suunnata teiden ja katujen rakentamisen sijaan rautateiden ja raitioteiden rakentamiseen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Uusien asuntojen rakentamisessa tulisi luopua pysäköintipaikkojen rakentamisen velvoitteista	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kävely- ja joukkoliikennekatuja tulisi lisätä ja henkilöautoilua rajoittaa kaupunkien ydinkeskustassa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Yhteiskäyttöautot tulisi vapauttaa auto- ja ajoneuvoverosta sekä pysäköintimaksuista	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pääkaupunkiseudulla tulisi ottaa käyttöön ruuhkamaksut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Työmatkakulujen verovähennysoikeuden suuruus tulisi muuttaa kulkutavasta riippumattomaksi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OSA IV

11. Olisiko teillä tarvetta tai halua omistaa omaa henkilöautoa tulevaisuudessa, jos

- a) Joukkoliikenneyhteydet olisivat riittävän hyvät täyttämään liikkumistarpeen?
 Kyllä Ei
- b) Vuokra- tai yhteiskäyttöauto olisi aina saatavilla enintään 500 metrin päässä ja sen käytön vuosikustannukset olisivat oman henkilöauton vuosikustannuksia pienemmät?
 Kyllä Ei
- c) Liikkumispalvelun (sisältäen esim. joukkoliikenteen, jaetut taksit ja yhteiskäyttöautot) vuosikustannukset olisivat merkittävästi omaa henkilöautoa pienemmät ja pystyisitte sen avulla täyttämään kaikki liikkumistarpeen?
 Kyllä Ei

Taustatiedot ja avoin palaute

12. Mikä on ikänne?

_____ vuotta

13. Mikä on sukupuolenne?

Nainen Mies Muu

14. Onko teillä ajokorttia?

Kyllä Ei

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

_____ henkilö(ä)

16. Minkä tyyppisessä talossa asutte?

Kerrostalo Rivitalo/luhtitalo
 Omakotitalo/paritalo Muu

17. Onko teillä jokin pysyvä liikunta- tai toimintarajoite, joka vaikeuttaa liikkumistanne?

Kyllä Ei

18. Kuinka suuret ovat kotitaloutenne yhteenlasketut bruttotulot kuukaudessa?

Alle 2 000 € 4 000–6 000 €
 2 000–4 000 € Yli 6 000 €

19. Kuinka monta henkilöautoa kotitaloudessanne on?

_____ henkilöauto(a)

20. Oletteko rekisteröitynyt johonkin seuraavista liikkumispalvelusovelluksista: Whim, Kyyti, Kätevä Seinäjoki, DriveNow tai OP Kulku?

Kyllä En

21. Mikä on ylin koulutustaso, josta olette valmistunut tai jota opiskelette tällä hetkellä?

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

22. Avoin palaute liikkumispalveluista

23. Avoin palaute tutkimuksesta

KIITOS OSALLISTUMISESTANNE!

Liite 3, Referaatti väitöskirjan kannalta olennaisista työpajojen tuloksista

Työpajojen toteutustapa on kuvattu luvussa 3 ja tässä liitteessä esitellään työpajojen keskeisimpiä tuloksia tämän väitöskirjan kannalta. Työpajojen sisältöä on raportoitu tarkemmin tutkimusjulkaisuissa ”Automaattiautojen vaikutukset liikkumistottumukseen” (Liljamo et al. 2018) ja ”Suomalaisten mielipiteitä MaaS-palveluista, liikennejärjestelmästä ja ilmastostrategiasta” (Liljamo 2018).

Työpajakeskusteluissa tunnistettiin, että automaation ja digitalisaation mahdollistavien palveluiden myötä liikkuminen voi muuttua vaivattommaksi ja edullisemmaksi, minkä seurauksena henkilöliikennesuorite voi kasvaa. Sen sijaan asiantuntijat odottivat, että liikkumisen tarve tulee vähentymään tulevaisuudessa digitalisaation ansiosta. Esimerkiksi erilaisten palveluiden digitalisoinnilla ja harvaan asutuilla seuduilla palveluiden ajoittaisena lähelle tuomisena voidaan vähentää liikkumisen tarvetta. Myös tietotyön kehittyminen, etätönn mahdollistuminen ja etäkokoukset ovat yhä liikennetarvetta vähentäviä tekijöitä, mutta määrällisesti näiden vaikutus nähtiin vähäisenä. Vaikka liikennetarve esimerkiksi työssä vähenee, voi se lisääntyä 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 yleisen kasvun myötä siihen voi myös olla käytettävissä enemmän varoja. Myös kaupungistuminen megatrendinä sekä ajokortittomien määrän lisääntyminen voivat pienentää henkilöliikennesuoritetta. Asiantuntijoiden vastauksissa oli kuitenkin paljon hajontaa ja selvän konsensuksen muodostaminen onkin hankalaa.

Asiantuntijat odottavat, että ihmisten autonomistutarve tulee pienentymään automaattiautojen ja liikenteen palveluiden kehittyessä. Yhteiskäyttöautojen lukumäärän ja käytön odotetaan yleistyvän tulevaisuudessa, mutta yleistymisen uskotaan varsinkin lähivuosina oleva melko hidasta. Asiantuntijoiden ennakkokyselyvastausten keskiarvon mukaan yhteiskäyttöautojen osuus autokannasta olisi 6 % vuonna 2030 ja 27 % vuonna 2050, mutta asiantuntijoiden vastauksissa oli paljon hajontaa. Toisaalta työpajassa huomioitiin, että yhteiskäyttöautot pystyvät tuottamaan merkittävästi suuremman liikennesuoritteen kuin yksityisomisteiset autot, jolloin pienemmälläkin yhteiskäyttöautojen osuudella niiden osuus liikennesuoritteesta voi olla merkittävä. Muutoksen taustalla nähdään liikkumisen palveluistuminen ja uusien sukupolvien muuttuvat asenteet autonomistusta kohtaan. Mahdollisuus sujuvaan liikkumiseen koetaan enenevässä määrin auton omistamista tärkeämmäksi.

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. Monet asiantuntijat pitivät toivottavana yksityisautoilun hinnoittelun muuttamista enemmän käyttöön perustuvaksi. Käyttöön perustuva hinnoittelu ohjaisi liikkumista kohti kestävämpiä kulkumuotoja, kuten jalankulkua, pyöräilyä ja joukkoliikennettä ja toisaalta voisi joissain tapauksissa myös vähentää liikkumisen määrää. Asiantuntijat tunnustivat, että uusilla liikenteen palveluilla yksi hinnoittelumalli ei sovellu kaikille ja siten uusien liikkumispalveluiden tarjonnassa pitäisi olla saatavilla erilaisia hinnoittelumalleja.

Asiantuntijat arvioivat, että uudet liikkumispalvelut mukaan lukien yhteiskäyttöautot voisivat toimia joukkoliikenteen liityntäliikenteen ratkaisuna kaupunkiseuduilla siten, että keskustan ulkopuolelle hyvien joukkoliikennedyhteyksien varrelle rakennetaan liityntäpysäköintiiä yhteiskäyttöisille autoille. Tulevaisuudessa varsinkin automaation kehittyessä tulee myös tarkastella taksien ja yhteiskäyttöautojen rajapintaa, sillä niiden toiminta-alue on yhtenäinen.

Asiantuntijat näkivät erityisesti pääkaupunkiseudulla ja suurilla kaupunkiseuduilla henkilöautoilun kulkutapaosuuden pienentyvän ja jakautuvan uusien jaettujen liikennemuotojen (jaetut taksit/kutsujoukkoliikenne/micro transit) lisäksi myös jalankulun ja pyöräilyn sekä joukkoliikenteen suuntaan, mutta samansuuntaista kehitystä nähtiin tapahtuvaksi myös muilla seuduilla. Asiantuntijoille lähetetyn ennakkokyselyn perusteella asiantuntijat arvioivat keskimäärin, että henkilöautoilun kulkutapaosuus laskee pääkaupunkiseudulla 12 prosenttiyksikköä, muilla suurilla kaupunkiseuduilla 9 prosenttiyksikköä ja muilla seutukunnilla 5 prosenttiyksikköä vuoteen 2030 mennessä suhteessa vuoden 2011 tasoon. Vastaavasti vuoteen 2050 mennessä henkilöautoilun kulkutapaosuuden arvioitiin laskevan pääkaupunkiseudulla 21 prosenttiyksikköä, muilla suurilla kaupunkiseuduilla 17 prosenttiyksikköä ja muilla seutukunnilla 11 prosenttiyksikköä vuoden 2011 tasosta.

Perusteluina kulkutapajakaumamuutoksille asiantuntijat näkivät autonomistustarpeen pienentymisen automaation ja parantuvien palveluiden myötä, tiivistyvän maankäytön, voimakkaan jalankulun, pyöräilyn ja joukkoliikenteen edistämisen, kaupunkiseuduilla henkilöauton tilankäytön tuomat ongelmat ja yleisesti elämäntapojen ja arvojen muutokset. Myös julkishallinnolla nähtiin olevan suuri rooli kulkutapajakaumavaikutuksissa esimerkiksi tietulli- ja tienkäyttömaksujen, verotuksen sekä

maankäyttö- ja pysäköintipolitiikan osalta. Työpajassa tunnistettiin, että sinänsä automaattiautot kyllä lisäävät henkilöautoilua, mutta kokonaisuudessa suunta kulkutapa- ja ajokäytössä voi silti olla toinen. Erityisesti liikennepolitiikka yhdessä arvostusten ja yhdyskuntarakenteen muutosten kanssa vähentävät asiantuntijoiden mielestä henkilöautoilun roolia Suomessa tulevaisuudessa. Työpajassa tunnistettiin kuitenkin myös se, että arviot sisältävät paljon epävarmuutta.

JULKAISUT

- Julkaisu I Liljamo T., Liimatainen H., Pöllänen M. (2018). Attitudes and concerns on automated vehicles, *Transportation Research Part F*, Vol. 59, pp. 24–44.
- Julkaisu II Liljamo T., Liimatainen H., Pöllänen M., Utriainen R., Viri R. (2020). Potential user groups of Mobility as a Service in Finland, *Implications of Mobility as a Service (MaaS) in Urban and Rural Environments: Emerging Research and Opportunities*, edited by António Manuel Amara, et al., IGI Global, 2020, pp. 51–81.
- Julkaisu III Liljamo T., Liimatainen H., Pöllänen M. (2020). The possible effects of automated vehicles on the modal share of private cars and public transport, *Transport Research Arena TRA 2020*, April 27-30, 2020, Helsinki, Finland, Conference track, 20 p.
- Julkaisu IV Liljamo T., Liimatainen H., Pöllänen M., Utriainen R. (2020). People's current mobility costs and willingness to pay for Mobility as a Service offerings, *Transportation Research Part A*, Vol. 136, pp. 99–119.
- Julkaisu V Liljamo T., Liimatainen H., Pöllänen M., Viri R. (2020). The effects of public transport, mobility as a service (MaaS) and automated vehicles provision on future car ownership, *Transportation Research Part D*, Under review.

JULKAISU

I

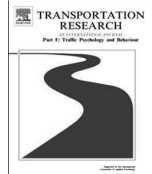
Attitudes and concerns on automated vehicles

Timo Liljamo, Heikki Liimatainen, Markus Pöllänen

Transportation Research Part F, vol(59), 24-44

<https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.08.010>

Artikkeleiden käyttöön väitöskirjan osana on saatu kustantajan lupa



Attitudes and concerns on automated vehicles

Timo Liljamo^{*}, Heikki Liimatainen, Markus Pöllänen

Tampere University of Technology, Transport Research Centre Verne, P.O. Box 600, FI-33101 Tampere, Finland



ARTICLE INFO

Article history:

Received 3 May 2018

Received in revised form 7 August 2018

Accepted 20 August 2018

Available online 4 September 2018

Keywords:

Automated vehicle
Autonomous vehicle
Survey
Attitude
Concern
Adoption

ABSTRACT

People's mindset and attitudes exert a strong influence on how quickly a new technology is adopted, thus also affecting how well the benefits resulting from automated vehicles can be realised. In previous studies on people's attitudes towards automated vehicles, the number of respondents surveyed has been small, or alternatively survey's sample has not been representative. By describing the results of a large citizen survey (N = 2036), this study aims to fill this identified research gap and to reveal, whether people are ready for automated vehicles and what concerns people have that hinder the adoption of these vehicles. The study's results indicate that people's attitudes towards automated vehicles reflect the general adoption of technology well. We can assume that those who currently view automated vehicles positively are most likely to belong in the group of early adopters. We found that men, highly educated individuals, people living in densely populated area and those living in households without a car had a more positive attitude to automated vehicles than the other respondents did. The results indicate that traffic safety and ethical perspectives have a key role in the acceptance of automated vehicles. Developers of automated vehicles should also take into account the finding that currently most people consider that all automated vehicles must have the option of manual drive.

© 2018 Elsevier Ltd. All rights reserved.

1. Introduction

For a long time now, the automotive industry has been in the process of developing automated vehicles that do not require drivers to steer them, either at all or in a set of predetermined situations. The development of automated vehicles has been rapid, and several countries have allowed the use of these vehicles in road traffic in the 2010s, with certain restrictions (FT, 2017; NCSL, 2018). Nowadays, nearly all large car manufacturers as well as some operators in various fields of technology are running their own development projects for automated vehicles.

Several car manufacturers are already testing their highly automated vehicles. A high level of automation refers to vehicles of driving automation levels 4 and 5, defined in SAE's (2016) standard J3016, that can manage most or all driving tasks without a human driver having to interfere. A large number of manufactures believe they will be able to launch their automated vehicles in the 2020s. For example, the CEO of Nvidia has stated that the automation level 4 vehicle being produced through collaboration between Nvidia and Audi will be completed in 2020 (IEEE Spectrum, 2017). Similarly, Ford, BMW and Volvo, among others, believe they can launch their high-level automated vehicles in 2021 (Automotive Fleet, 2017; Reuters, 2016; Reuters, 2017).

^{*} Corresponding author.

E-mail addresses: timo.liljamo@tut.fi (T. Liljamo), heikki.liimatainen@tut.fi (H. Liimatainen), markus.pollanen@tut.fi (M. Pöllänen).

Automated vehicles are expected to introduce notable benefits to the transport system, due to improvements in traffic safety and efficiency, for example (e.g. Andersson et al., 2016; Litman, 2018). Transport policy-making tends to cautiously welcome automated vehicles, which is reflected in legislative decisions and policy development. In 2016, for example, the European Union agreed that its member states would commit to drawing up rules and regulations that would allow for automated vehicles to be used on public roads (European Commission, 2016). Likewise, several states in the US have approved the limited testing of automated vehicles, subject to authorisation, within their territory (Techcrunch, 2016).

Some studies have been conducted on people's attitudes towards automated vehicles and how prepared they would be to begin using them (e.g. Kyriakidis, Happee, & de Winter, 2015; Schoettle & Sivak, 2014). Previous studies are typically conducted as online surveys and with non-representative samples (Becker & Axhausen, 2017). Generally, people's feelings and attitudes exert a strong influence on how quickly a new technology is adopted (Patel & Connolly, 2007), thus also affecting how well the benefits resulting from automated vehicles can be realised. Therefore, this study aims to reveal, whether people are ready for automated vehicles, which user groups are presumable early adopters, and what concerns people have that hinder the adoption of these vehicles. The following questions are used to achieve the goals of this study:

1. Are the perceptions of people in different demographics towards automated vehicles similar to general adoption of new technologies?
2. What is the general opinion of people towards automated vehicles and what concerns do people express regarding automated vehicles?

The study consists of a literature review and a wide-scope public survey on the subject. The literature review describes how new technologies are generally adopted and which user groups are early adopters of innovations. Especially, the study looks at surveys previously conducted on the attitudes and concerns towards automated vehicles. The public survey section will bridge the knowledge gap of the literature review with a data set comprising responses from over 2000 people, thus answering the research questions of this study.

2. Adoption of innovations and automated vehicles

The perceived usefulness, ease of use and costs of a technology, as well as the general attitudes towards it, are highlighted as important factors in models illustrating how new technologies become more mainstream (Patel & Connolly, 2007). With automated vehicles, the most important factors include the smooth functioning and reliability of the vehicles and related services, the cost of the vehicles and political decision-making (Fagnant & Kockelman, 2015). Political instruments, such as pricing and legislation, can be utilised to have a significant impact on how extensively automated vehicles are used. In addition, Choi and Ji (2015) emphasise the notable effect that people's trust in automated vehicles and therefore their attitudes towards them have on adopting this technology.

Certain recurring trends have been identified in the process of new technologies and innovations becoming more widely used. Typically, people can be divided into five groups based on how they adopt new technologies, i.e. innovators, early adopters, early majority, late majority and laggards. First, a new innovation is adopted by few people – the innovators and the early adopters. This is then followed by a phase where the innovation becomes more widely spread as the early and late majority begin adopting it. The last group to adopt an innovation will be the laggards. Thus, innovations spread out following an S-curve pattern. It is noteworthy that a certain innovation may only be adopted by a certain group, and the total adoption rate of an innovation is not likely to be 100% in the total population (Rogers, 2003).

Innovations can be related to technologies (e.g. electric cars or automated vehicles), but can also involve social habits and common practices (e.g. increased popularity of carsharing). However, not all innovations and technologies become mainstream. Some may only become popular among specific user groups while others are quickly replaced by new solutions (Pöllänen, Nykänen, Liimatainen, & Wallander, 2014).

According to Rogers (2003), people in a certain innovation adoption group share many common characteristics. Early adopters typically have a background of higher education and enjoy a better social status than later adopters. A person's social status is affected by factors such as income, wealth, standard of living and the perceived value of their profession. On average, earlier adopters are also more rational, intelligent, and have a more positive attitude towards science and change than later adopters.

However, age has not been found to have an effect on the adopter groups. Depending on the case, the earlier adopters may be younger or older than the later adopters. On average, a person's age does not seem to affect the adoption of new technologies and innovations (Rogers, 2003).

It is common that most of the people in the early and late majorities belong to the same group with nearly all new innovations. Nevertheless, the innovators and laggards in a particular change may belong to a different group, depending on the innovation. Therefore, we cannot presume that an individual would, regardless of the new innovation or technology, always remain an innovator or a laggard (Robinson, 2009). Therefore, there is a need to study the adopters of new technologies and innovations in different cases.

Adams, Farrel, Dalgarno, and Oczkowski (2017) have studied which factors would generally seem to affect the adoption of new technologies by ordinary households. As part of their research, they conducted a case study investigating the increasing

access to high-speed broadband in Australia. The study's results showed that the technology's correspondence with an individual's lifestyle and the perceived cost-effectiveness had an impact on the technology's adoption. The correspondence with an individual's lifestyle refers to the extent to which households perceive an innovation to be appropriate for their current needs. Based on this, it could be concluded that training and information campaigns illustrating the benefits of new technologies promote their widespread adoption.

When it comes to automated vehicles, Litman (2018) predicts that automated vehicles will become more commonly accepted based on similar trends with previous vehicle technologies. Litman (2018) presents two predictions, an optimistic and a pessimistic one, of automated vehicles' sales, fleet, and the trips travelled with these vehicles. Particularly the optimistic curves shows an S shape. The pessimistic estimate accounts for the situation in which users are not yet sufficiently ready to begin using automated vehicles, due to factors like fears or possible deterioration of privacy. Similar to Litman (2018), also Kröger, Kuhnimhof, and Trommer (2016) present forecasts of high and low adoption of automated vehicles. The trend of new registrations does not form an S shape in the simulation, but the increase in the relative number of automated vehicles follows an S-curve (Kröger et al., 2016).

3. People's attitudes towards automated vehicles

Schoettle and Sivak (2014) have studied public opinion in China, India, Japan, the USA, the UK and Australia on automated vehicles. A survey was conducted in each of these countries as part of the study, with approximately 500–600 respondents per country. The following were the most important findings in the study:

- The majority of the respondents had heard of automated vehicles before and had a generally positive opinion, as well as high expectations about the benefits resulting from them.
- However, the majority of the respondents also expressed their concern over the safety of automated vehicles and the appropriate functioning of their technology.
- In particular, their concerns related to automated vehicles that have none of the controls of ordinary vehicles.
- On the one hand, the majority of the respondents were keen to have smart technology in their cars, but on the other, they were not prepared to pay any extra for this technology.

Table 1 illustrates people's attitudes towards automated vehicles in different countries. People in China and India had the most positive attitudes to automated vehicles, with approximately 85% of the respondents having a very positive or somewhat positive attitude. In Japan, more than half of the respondents took a neutral view towards automated vehicles. The largest number of negative responses came from the USA, where 16% of the respondents had a very negative or somewhat negative attitude (Schoettle & Sivak, 2014).

Kyriakidis et al. (2015) conducted an extensive online survey on the general opinion about automated vehicles. The survey comprised approximately 5000 respondents from 109 countries all around the world. The following were the main findings in the survey:

- The respondents were mostly concerned about cyber security, traffic safety, the legal aspects and privacy.
- The general opinion was fairly divided. Some of the respondents expressed that automated driving is a positive thing, while others were not prepared to pay for it and did not view automated driving as an enjoyable experience.
- The respondents from high-income countries in particular disliked the idea of a vehicle sharing data directly with insurance companies or the tax and traffic authorities (Kyriakidis et al., 2015).

Similarities between certain population groups' interest in automated vehicles have been identified by several literary sources. Many surveys have discovered men to be more interested in automated vehicles than women (Alessandrini, Alfonsi, Delle, & Stam, 2014; Schoettle & Sivak, 2014). In addition, it has been observed that people who live in densely populated urban areas in particular and have a higher educational background as well as a high income tend to be more interested in automated vehicles than others (Bansal, Kockelman, & Singh, 2016). Furthermore, young people are generally more interested in using automated vehicles than older people (Ipsos MORI, 2014; Kyriakidis et al., 2015).

Table 1
Attitudes towards automated vehicles in different countries according to Schoettle and Sivak (2014).

Response	Very positive (%)	Somewhat positive (%)	Neutral (%)	Somewhat negative (%)	Very negative (%)
China (N = 610)	49.8	37.4	9.8	2.3	0.7
India (N = 527)	45.9	38.3	12.5	3.0	0.2
Japan (N = 585)	10.1	32.8	50.3	6.2	0.7
USA (N = 501)	22.0	34.3	27.3	12.4	4.0
UK (N = 527)	13.9	38.3	34.2	11.2	2.5
Australia (N = 505)	16.2	45.7	26.7	8.3	3.0

In recent years, a number of studies on people's interest in and willingness to use automated vehicles have been conducted. Some of these studies have found that the majority of their respondents are not interested in automated vehicles or willing to use them. Reasons for this include distrust towards automated vehicles in addition to attachment to one's own car and personal pleasure in driving. Other studies, though, have concluded that a large percentage of their respondents would be willing to use automated vehicles. Nevertheless, most of these surveys have been rather one-sided and targeted at specific groups. Their respondents may not have been selected randomly, which is why the results cannot be generalised to cover the entire population (Cavoli, Phillips, Cohen, & Jones, 2017)

König and Neumayr (2017) conducted a case study on automated vehicles to look at people's opposition towards radical new innovations. The study material was compiled through a quantitative online survey, and the aim was to include respondents from several different countries. Ultimately, the study consisted of 489 respondents from 33 countries. It discovered that the hypothesis about the psychological barriers concerning automated driving does apply. On average, people are reluctant to hand vehicle controls over to automation. Mostly people feared potential cyberattacks and disruptions in the automation systems.

Based on the surveys on automated vehicles, attitudes towards these vehicles seem to conform with the general theory of technology adoption. However, usually the number of respondents in these surveys has been small, or alternatively their sample groups have not represented the population (Becker & Axhausen, 2017). Therefore, existing research indicates a need to study people's attitudes towards automated vehicles with a survey that is conducted using a large, representative sample.

4. Research hypotheses

The hypotheses below on people's general attitudes towards automated vehicles were created, based on the literature review. The hypotheses 1–5 link to the research question number 1 and the hypotheses 6–8 to the question number 2.

- H1 Most people have a positive attitude towards automated vehicles.
- H2 Men have a more positive attitude towards automated vehicles than women.
- H3 Highly trained individuals have a more positive attitude towards automated vehicles than those with a low level of education.
- H4 The younger generations have a more positive attitude towards automated vehicles than older generations.
- H5 People living in densely populated areas have a more positive attitude towards automated vehicles.
- H6 People mainly have concerns about automated vehicles that have none of the controls of ordinary vehicles.
- H7 The safety of automated vehicles and the unreliability of their technology are the main concerns associated with automated vehicles.
- H8 Deterioration of privacy is a major concern related to automated vehicles.

Hypotheses H1, H2 and H6 are set based on Schoettle and Sivak's (2014) study on people's attitudes towards automated vehicles. Hypothesis H3 builds on the finding by Alessandrini et al. (2014) that people with a higher educational background express a more positive attitude towards automated vehicles than those with less education. Related to this hypothesis, Rogers (2003) stated that earlier adopters typically have higher education than the later adopters. Hypothesis H4 is based on Kyriakidis et al. (2015) and Ipsos MORI (2014) studies, which have discovered that typically younger generations express a more positive attitude towards automated vehicles. Hypothesis H5 builds on the study by Bansal et al. (2016), which found that people living in densely populated urban areas show a more positive attitude towards automated vehicles compared to others. Hypothesis H7 is based on surveys by Schoettle and Sivak (2014) and Kyriakidis et al. (2015), in which the respondents expressed their concern on the traffic safety of automated vehicles. Hypothesis H8 is based on study by Kyriakidis et al. (2015), which found that deterioration of privacy was considered a major concern with automated vehicles, especially in higher income countries.

5. Method and data

In May–August 2017, a survey was conducted in Finland on the attitudes of 18–64 year old towards automated vehicles and the effects of these vehicles to how people move from one place to another. The survey consisted of five parts: Part I: Interest in automation, Part II: Travel behaviour, Part III: Automated taxis, Part IV: Fears and obstacles regarding automated vehicles, and Part V: Background information and open feedback. Total number of questions was 22 and it took about 10–15 min to complete the survey. The questions consisted of propositions with Likert scale 1–5, multiple choice, option ranking, and open-ended questions. Some questions were using the SP method (stated preference), i.e. utilising hypothetical options. Additionally, the survey mapped the respondents' background information, such as age, gender, and whether they had a driving licence, to help categorise the respondents.

The survey was conducted in the official languages of Finland, i.e. Finnish and Swedish. English translation of the questionnaire is presented in appendix A. In the questionnaire, question number 1 about the general opinion towards automated vehicles connects with hypotheses H1–H5. This question was placed first so that the respondents could answer it immediately after reading the instructions, without the questionnaire affecting the answers. Furthermore, the aim was to make the

question comparable with international studies, and thus the same five-level Likert scale that, for example, Schoettle and Sivak (2014) had used in their study was chosen.

Survey's question number 4 on people's opinions on the direction to which automation should develop links with hypothesis H6. Question 4 presented six statements, which the respondents answered using a five-level Likert scale (agree – disagree). The statements aimed to identify how strongly people want to utilise automation, what their feelings are towards using automated systems, and whether they consider the development towards vehicle automation is a desirable trend. In order to answer hypotheses 7 and 8, the respondents were asked to rank various concerns, fears and threats according to their significance in question number 11. As the survey was a part of a larger research project related to automated vehicles, this study focuses only on some of the issues and questions in the survey.

The sample group for the survey was randomly selected from the population register by age and gender group in proportion to the population's age and gender distribution. The sample was extracted by Population Register Centre of Finland per procurement. For the study purpose, the names, addresses, ages, gender and native language of the people were available in the sample data. In the use of this data, we followed Population Register Centre's terms and conditions. Throughout our study, we followed Finnish legislation and good academic practices.

The population of the sample consisted of 18–64 year olds living in Finland. The size of the population was 3,271,630 people, based on the population projection of 2017 (Statistics Finland, 2015). The sampling fraction was 0.3%, and the size of the sample was 10,000 people. Table 2 presents the sample in terms of the various age and gender groups.

All people who were selected for the sample were sent a postal questionnaire with a cover letter in May 2017. People had the option either to respond on the internet with an identification code or to send the questionnaire back by mail (postage paid). A postcard reminder was sent to everyone who did not respond to the survey in two weeks. The last answers were received in August 2017. A total of 2036 respondents participated in the survey, of which 1640 prior to postcard reminder and 396 afterwards, resulting to a total response rate of 20.4%. The response rate and number of respondents by age and gender group are presented in Fig. 1. The mean age of all respondents was 47 years, for women 47 and men 48 years, respectively.

As Fig. 1 shows, the proportions of men and women among the respondents remained relatively similar in all age groups, with women being slightly more active to respond. The total number of men in the sample was 995 (response rate 19.7%), and the total number of women was 1041 (response rate 21.1%). The response rate by age group increased continuously so that the response rate among the 18–24 year olds was 13.0% and among the 55–64 year olds 29.3%.

We present the survey results without using sampling factors, which would make the results representative of the 18–64 year old population of Finland, i.e. we present the results as the number of respondents and frequency percentages of different responses. Our focus in the analysis is in the differences between user groups, and the parameters usually deployed in sampling factors (age and gender) are analysed separately.

Regarding the background information gathered with the survey, we found the respondents to represent the Finns relatively well e.g. in terms of driver's licences. 93% of the respondents held a driver's licence, which is slightly more than Finnish population of 18–64 years old in general, of which 89% held a driver's licence on 1.1.2018, based on statistics from Finnish Transport Safety Agency (2018) and Statistics Finland (2018). 13% of the respondents stated to be from households without a car, whereas 44% had one car, 34% two cars, 7% three cars, and 3% four or more cars. These figures can be compared to average Finnish households, of which 26% were without a car, 54% had one car, 17% two cars, and 3% three or more cars in 2016 (Statistics Finland, 2016b). It must be noted that the respondents do not include over 65 years olds, who typically live in small households with less cars. Also the number of kilometres travelled by car was asked to be estimated by the respondents, and the responses are presented in Fig. 2. Related to use of other transport modes, there was one background question in the survey. 38% of the respondents stated to travel at least once a month by public transport.

The respondents' place of residence is also a key piece of background information. The respondents' addresses' postal codes were connected through Statistics Finland's (2016a) database with the urban–rural category by Finland's Environmental Administration (2017). With this procedure, all the respondents can be relatively accurately categorised based on their postal codes, using seven-levels of areas:

1. Inner city: A tightly developed and efficiently utilised urban area.
2. Outer city: An efficient urban area reaching all the way to the suburbs.
3. Exurbs: An area directly linked to a city in the border zone between rural and urban areas.

Table 2
Sample group by age and gender.

Age groups	Men	Women
18–24	683	654
25–34	1084	1028
35–44	1052	995
45–54	1056	1036
55–64	1185	1227
In total	5,060	4940

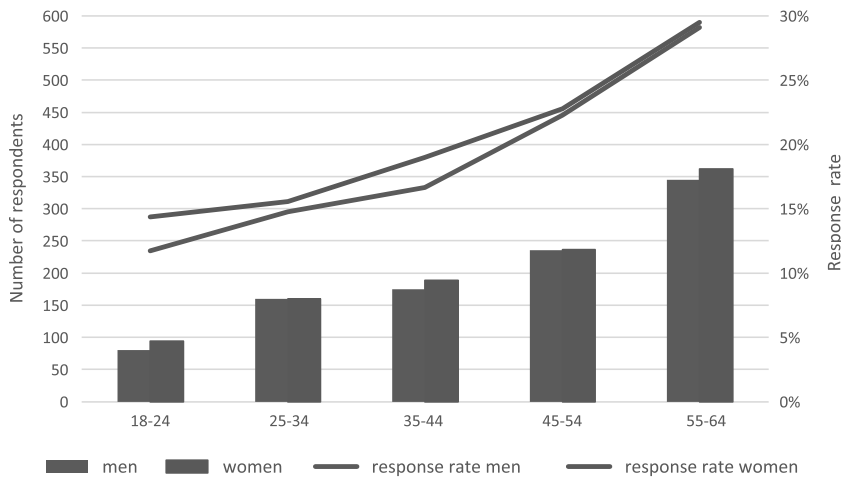


Fig. 1. Response rate and number of respondents by age group and gender.

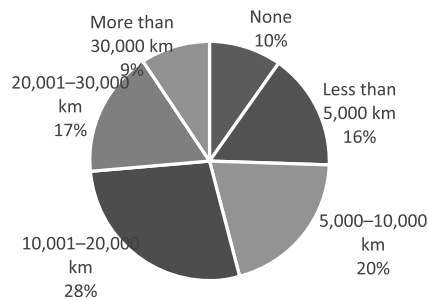


Fig. 2. Respondents' answers to the background question 'How many kilometres do you estimate to drive a car in a year?'

4. Local rural centres: Urban settlements and small towns located outside of large urban areas.
5. Countryside near cities: A rural area, but both functionally and physically close to a city.
6. Rural heartland: A relatively densely populated rural area with diverse economic structures.
7. Sparsely populated countryside: Sparsely populated areas without diverse centres or with small centres far apart. These areas consist mainly of forests (Finland's Environmental Administration, 2017).

To better facilitate our analysis, the places of residence were divided into three categories, which are (I) densely populated urban area (includes areas 1 and 2), (II) sparsely populated urban area (includes areas 3, 4, and 5), and (III) sparsely populated area (includes areas 6 and 7).

The survey results were analysed by using IBM SPSS Statistics software. Cross tabulations were used in the statistical analysis of the responses. These provided information on which factors affected the answers and how. The statistical significance of the cross tabulations was tested with the Mann-Whitney U test and the Kruskal-Wallis H test, which are suitable for testing statistically significant differences of variables with preference scales (Taanila, 2015).

6. Results

Fig. 3 shows that the majority of the respondents in the Finnish survey had either a very positive (23%) or a somewhat positive attitude (41%) to automated vehicles. Roughly one in four respondents expressed a negative attitude towards automated vehicles, and the proportion of those with a very negative attitude was approximately 7%. The means and standard deviations of all survey results are presented in appendix B.

Fig. 4 shows how gender affects the general attitude towards automated vehicles. According to the Finnish survey, almost 30% of men hold a very positive attitude towards automated vehicles, while only about 17% of women have a very positive attitude. Table 3 contains the results from the Mann-Whitney U test on the effect's statistical significance, where rows on

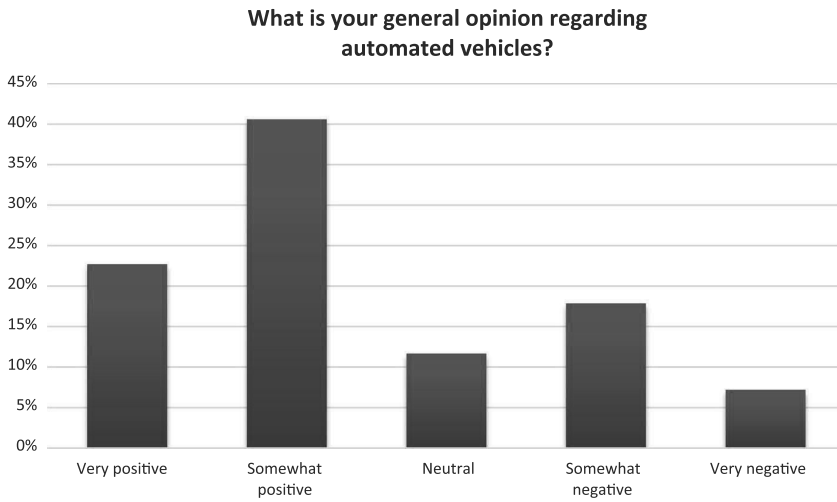


Fig. 3. General opinion regarding automated vehicles of Finns in 2017. N = 2022.

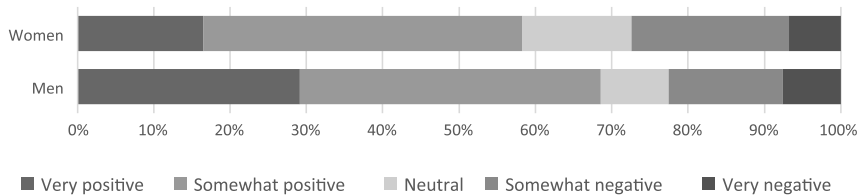


Fig. 4. Attitudes towards automated vehicles by gender in Finland in 2017. N = 2022.

Table 3

Mann-Whitney U test results on differences in attitudes towards automated vehicles related to gender and car ownership.

General opinion	Grouping variable	Ranks			Test statistics			
		N	Mean Rank	Sum of Ranks	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
Gender	Woman	1032	1084.31	1,119,009	435,699	926,244	-5.99	<0.001
	Man	990	935.6	926,244				
Car owner-ship	No cars	253	873.7	221046.5	188,915.5	221046.5	-4.029	<0.001
	At least 1 car	1756	1023.92	1,797,999				

‘Gender’ presents test results related to Fig. 4, and rows on ‘Car ownership’ to Fig. 8 which is presented later. The differences between men and women are statistically very significant ($p < 0.001$).

Fig. 5 shows how the level of education affects the general attitude towards automated vehicles. People with higher education have markedly more positive attitudes than people with less education. Table 4 shows that the differences are also statistically very significant ($p < 0.001$). Table 4 contains the results from the Kruskal-Wallis H test, where rows on ‘Education’ presents test results relate to Fig. 5, rows on ‘Age group’ to Fig. 6 and rows on ‘Residential location’ to Fig. 7.

Conversely, no significant differences in attitudes towards automated vehicles were detected between different age groups. The survey answers showed that the 25–34 year olds had more often a very positive attitude towards automated vehicles. According to the Kruskal-Wallis H test, the differences between the attitudes in different age groups are statistically significant ($p = 0.012 < 0.05$). However, on closer inspection, statistically significant differences only exist between the 25–34 year olds and other age groups. For example, there is no statistically significant difference between the 18–24 year olds and 55–64 year olds. Therefore, we cannot generalise that the younger generations have a more positive attitude to automated vehicles than the older generations. Fig. 6 presents the effect of the age group on the attitudes towards automated vehicles.

The place of residence among the respondents was noted to cause, statistically speaking, very significant ($p < 0.001$) differences in the respondents’ general attitudes towards automated vehicles. According to Fig. 7, respondents living in densely

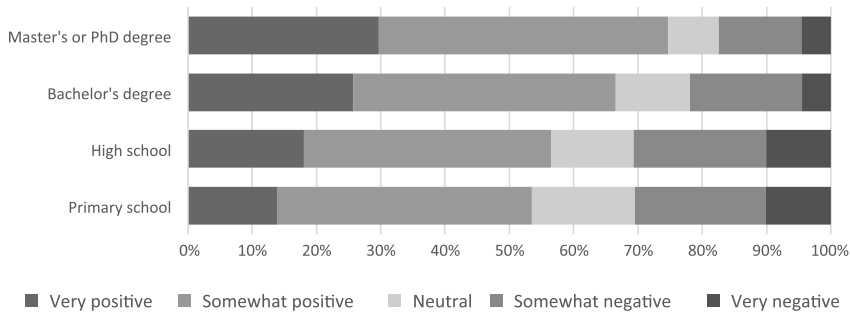


Fig. 5. Attitudes towards automated vehicles by the level of education in Finland in 2017. N = 2000.

Table 4

Kruskal-Wallis H test results on differences in attitudes towards automated vehicles in relation to education, age group and residential location.

General opinion		Ranks		Test statistics		
Grouping variable		N	Mean Rank	Kruskal-Wallis H	df	Asymp. Sig.
Education	Primary school	187	1132.3	63.077	3	<0.001
	High school	753	1090.81			
	Bachelor's degree	579	949.81			
	Master's or PhD degree	481	868.9			
Age group	18–24	173	1000.67	12.777	4	0.012
	25–34	319	922.29			
	35–44	362	1008.23			
	45–54	467	1011.51			
	55–65	701	1056.45			
Residential location	Densely populated area	993	925.34	63.195	2	<0.001
	Sparsely populated urban area	638	1034.24			
	Sparsely populated area	388	1186.8			

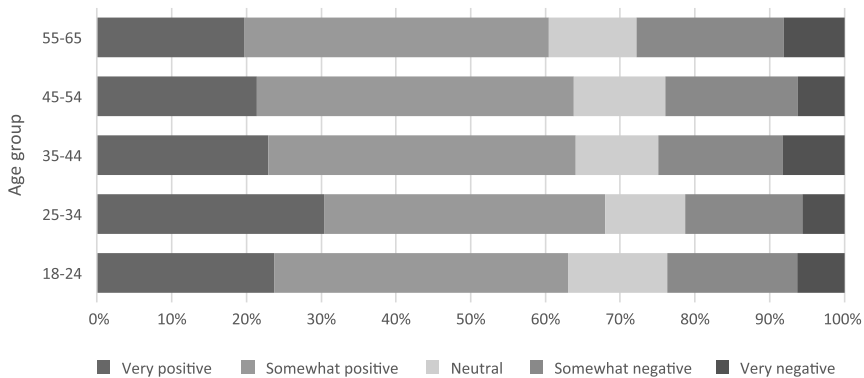


Fig. 6. Attitudes towards automated vehicles by age group in Finland in 2017. N = 2022.

built areas (in cities) had more positive attitudes towards automated vehicles than the other respondents. The figure shows that the more densely populated the area of residence, the more positive the attitude to automated vehicles.

As the higher average educational background of people living in cities can in part explain the differences in attitudes based on the place of residence, we looked at the correlation coefficient ($r = -0.260$), which reflects a slight correlation between the place of residence and educational background. However, by cross-tabulating the place of residence and the attitudes separately for each educational level, we find that the educational background does not fully explain the more positive attitude of those living in cities: rather, the place of residence also has a marked effect. It must be noted that the number of individual observations regarding the different combinations of educational backgrounds and places of residence is small, and thus the result cannot be considered completely reliable.

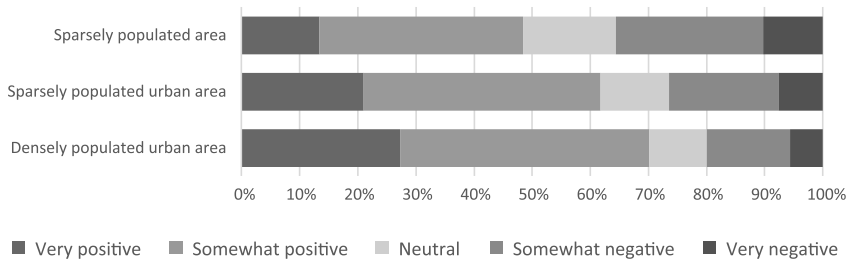


Fig. 7. Attitudes towards automated vehicles by place of residence in Finland in 2017. N = 2019.

In order to study deeper the potential early adopters of automated vehicles, we analysed whether there are other background factors, which have an impact on the attitudes towards automated vehicles besides those found in the literature survey and expressed in the hypotheses. In particular, the respondents living in households without a car as well as those respondents using public transport regularly had, statistically speaking, significantly more positive attitudes to automated vehicles. Fig. 8 shows how owning a car affects the attitude to automated vehicles.

As presented in Table 3, respondents currently living in a household without a car had highly positive attitudes to automated vehicles more often, statistically speaking, and more frequently when compared to the other respondents on a very significant basis ($p < 0.001$). One-third of the respondents living in a household without a car expressed a very positive attitude towards automated vehicles, whilst among the respondents living in households with a car, this number was approximately one-fifth. Households with four or more cars had the most negative attitudes towards automated vehicles. Nearly half of the respondents from such households took either somewhat negative or very negative view towards automated vehicles.

As depicted in Fig. 9, as many as 90% of the respondents expressed that all automated vehicles must have the option of manual drive. The majority of the respondents (92%) would also like to determine where and when to use the automated functions and which functions to use. Based on this, we can conclude that people are not comfortable with automated vehicles that have no control devices.

Giving the driving responsibility over to a computer would make almost 70% of the respondents feel stressed. Only slightly more than one-fifth of the respondents stated that they would not feel stressed about releasing the driving responsibility to a computer. Just over half of the respondents, however, expressed that having automation in charge of the driving would make driving less demanding. Approximately one-third of the respondents disagreed with the statement.

More than 60% of the respondents expressed that it is positive that automation is developing in the direction of automated vehicles. Only about 10% of the respondents disagreed with the statement completely. Only approximately one-fifth of the respondents would prefer automation to take care of the driving in all situations. Only about 45% of the respondents disagreed with the statement completely.

Fig. 10 shows the respondents' concerns related to automated vehicles in ranking order. Traffic safety was considered the biggest threat related to automated vehicles with approximately 36% of the respondents ranking it as number one concern. Also, technical unreliability and the moral dilemma caused a relative amount of concern among the respondents. Traffic safety is the biggest cause for concerns, but moral issues were considered to cause more concerns than technical unreliability. However, if the concerns ranking second and third are also taken into account, technical unreliability becomes a more significant concern than the moral issues.

The higher price of automated vehicles and, in particular, deterioration of privacy was the smallest concern for the respondents. The respondents were the most divided on cyber security and fear of terrorism, as this option was assigned the most equal distribution of different numeric values.

In connection to research question 2, it is interesting to find that the general attitude towards automated vehicles somewhat affects the importance of concerns related to automated vehicles. Those expressing generally a very positive attitude towards automated vehicles more commonly consider that the higher price and cyber security are bigger concerns compared others. We also find that the ranking of concerns differ between women and men, but across different age groups, the

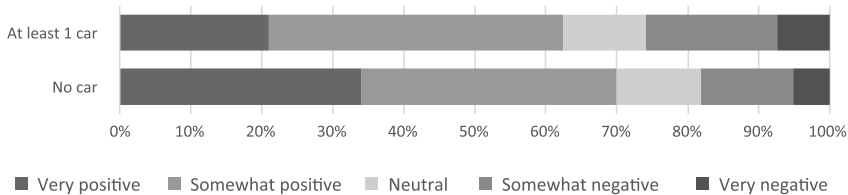


Fig. 8. A. Attitudes towards automated vehicles in relation to car ownership in Finland in 2017. N = 2009.

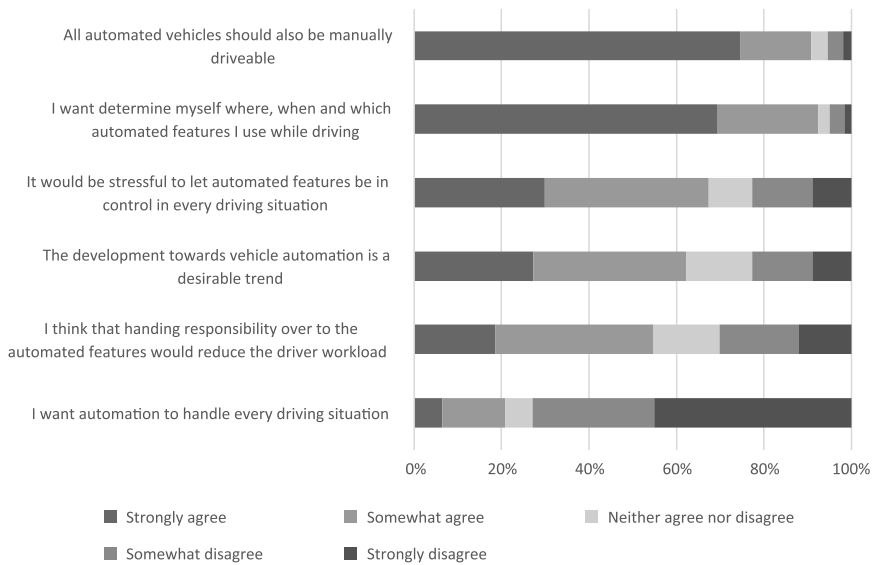


Fig. 9. Responses to six statements on the development of vehicle automation in Finland in 2017. N = 2022–2027 depending on the statement.

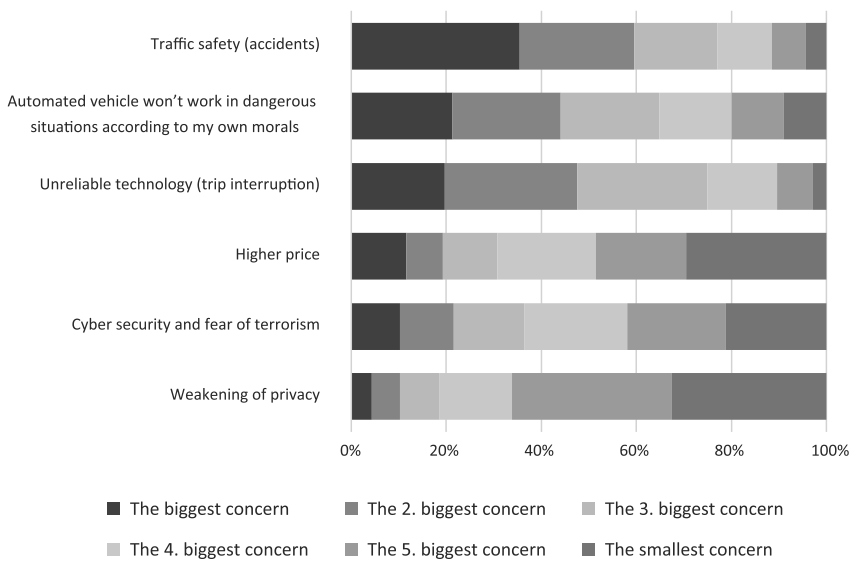


Fig. 10. Rank of concerns regarding automated vehicles in Finland in 2017. N = 2022.

differences are small. Generally, women consider traffic safety as a bigger concern compared to men, whereas men consider higher price and privacy issues as bigger concerns. The results of cross-tabulating the rank of concerns and the general opinion as well as rank of concerns and gender are presented in Fig. 11 and in Appendix B. We present the results as means and standard deviations. In the analysis, we tested the statistical significance with Chi-Square test and verified that there was no notable exceptions in the distributions, and the means and standard deviations are suitable for presenting the results.

On the other hand, those with a very positive attitude do not consider traffic safety of the vehicles to be the biggest concern as often as all the respondents on average. Similarly, moral issues are not such a big concern for those with a very positive attitude, compared to the other respondents. Traffic safety of the automated vehicles and moral issues are the most significant concerns for the respondents with a negative attitude towards automated vehicles, whilst the higher price of the vehicles does not cause much concern among those who have a generally negative attitude. The deterioration of privacy was not found to have a notable effect on the general attitude.

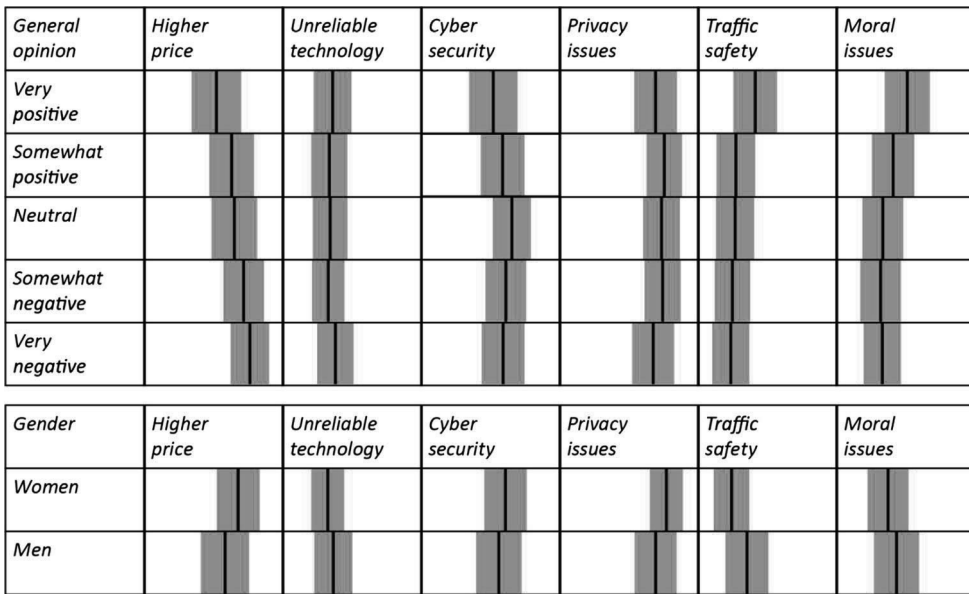


Fig. 11. The mean rank of concerns regarding automated vehicles in relation to general opinion towards automated vehicles and gender. The closer the vertical bar is to the left column, the bigger the concern. The coloured area round the bar depicts the standard deviation. (For interpretation of the references to colour in this figure legend, the reader is referred to the web version of this article.)

7. Discussion

7.1. Assessing the hypotheses

7.1.1. H1 most people have a positive attitude towards automated vehicles

Fig. 12 describes how the attitudes towards automated vehicles in Finland situate compared to those of other countries based on Schoettle and Sivak’s (2014) study. The Finnish survey expressed that 23% of the respondents had a very positive attitude and 41% a somewhat positive attitude to automated vehicles. In comparison to other countries, Finland had the largest number of both positive and negative responses towards automated vehicles. Similarly as in China and India, only a few had a neutral attitude or were undecided Finland, whereas in Australia, the UK, the USA and, in particular, Japan, many respondents had a neutral reaction towards automated vehicles. Apart from Japan, the majority of respondents had either

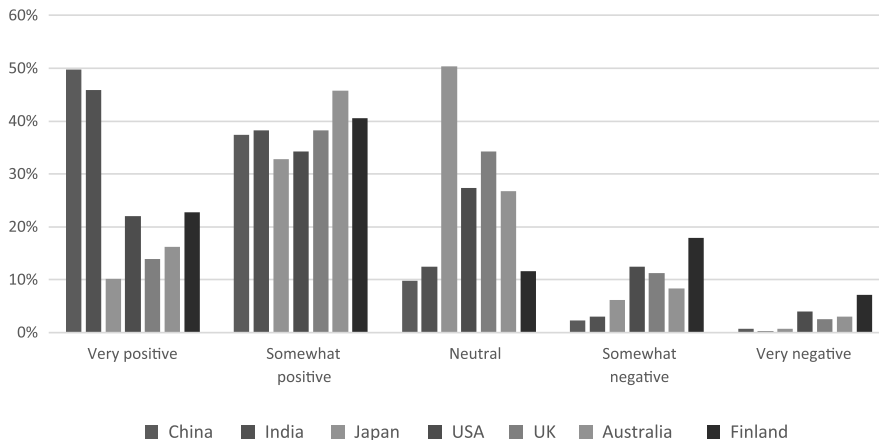


Fig. 12. Attitudes towards automated vehicles in China, India, Japan, the USA, the UK, and Australia in 2014 (adapted from Schoettle & Sivak, 2014) and in Finland in 2017.

a very positive or somewhat positive attitude towards automated vehicles. In Japan, about half of the respondents had a neutral and 43% either very positive or somewhat positive attitude towards automated vehicles. Based on these findings, the hypothesis is valid, and we can conclude that most people have a positive attitude towards automated vehicles. As people's feelings and attitudes exert a strong influence on how quickly a new technology is adopted (Patel & Connolly, 2007), we could assume, that countries, which people possess a positive attitude towards automated vehicles, are in the forefront in adopting these vehicles. Yet it must be acknowledged that there are many also other things, which affect the adoption of automated vehicles, including e.g. the economic constraints.

It is worth to note that the respondents in Schoettle and Sivak's (2014) study does not necessarily represent the overall population in these countries particularly well, besides which the number of responses was relatively low. In addition, the contexts of the studies are slightly different, which may reduce their comparability. In addition, as there has been a lot of public discussion around the topic, the attitudes may have changed in only three years.

7.1.2. H2 men have a more positive attitude towards automated vehicles than women

Similar to Schoettle and Sivak's (2014) study, we found that men express a more positive attitude towards automated vehicles than women also in Finland. The difference in the attitudes of men and women was statistically very significant, meaning that the hypothesis is correct. Based on the connection between adoption of new technologies and attitudes towards new technology and innovations, we can assume men to adopt automated vehicles earlier than women.

7.1.3. H3 highly trained individuals have a more positive attitude towards automated vehicles than those with a low level of education

Similar to Alessandrini et al. (2014), we found that people with a higher educational background express a more positive attitude towards automated vehicles than those with less education. In the Finnish survey, the differences between people with different levels of education are clearly identifiable and statistically very significant. As a general discovery has also been that the earlier adopters typically have higher education than the later adopters (Rogers, 2003), we can assume the highly educated, holding also typically a more positive attitude towards automated vehicles, to be the early adopters of these as well.

7.1.4. H4 the younger generations have a more positive attitude towards automated vehicles than older generations

Kyriakidis et al. (2015) and Ipsos MORI (2014) have discovered that the younger generations typically express a more positive attitude towards automated vehicles. In the Finnish survey, we observed that the 25–34 year olds had a more positive attitude towards automated vehicles than others, but in other age groups (including the youngest group of 18–24 year olds compared to the oldest group of 55–64 year olds), there was no statistically significant difference. Therefore, this hypothesis is rejected. This is in line with the observations that a person's age generally has no direct impact on the adoption of new innovations. Young people adopt some innovations earlier than the older generations, but on the other hand, a number of studies have concluded that age does not influence how people adopt innovations (Rogers, 2003). Based on these findings, we can assume that in the adoption of automated vehicles person's age will not be an important factor.

7.1.5. H5 people living in densely populated areas have a more positive attitude towards automated vehicles

Bansal et al. (2016) has found that people living in densely populated urban areas show a more positive attitude towards automated vehicles compared to others. In the Finnish survey, we found that the place of residence has, statistically speaking, a very significant impact on people's attitude to automated vehicles. The respondents from more densely populated areas express a more positive attitude, whereas people residing in sparsely populated rural areas had the most negative attitudes. This means that the hypothesis is correct. Based on this finding, we can assume that automated vehicles are likely to be adopted earlier in densely populated areas.

7.1.6. H6 people mainly have concerns about automated vehicles that have none of the controls of ordinary vehicles.

As in Schoettle and Sivak's (2014) survey, where the respondents expressed strongest concerns for the type of automated vehicle that has none of the controls of ordinary vehicles, the Finnish survey showed that as many as 90% of the respondents considered that all automated vehicles must have the option of manual drive. In addition, the 92% of the respondents would like to determine where and when to use the automated functions and which functions to use. This is in line with the finding that people are reluctant to hand vehicle controls over to automation (König and Neumayr, 2017). Thus, this hypothesis is accepted. For the adoption of automated vehicles, this means that people's mindset is still in a driver-mode and the path to fully automated vehicles could go through vehicles, in which the driver can be in control, if one wants to.

7.1.7. H7 the safety of automated vehicles and the unreliability of their technology are the main concerns associated with automated vehicles

Schoettle and Sivak (2014) and Kyriakidis et al. (2015) have found that safety of automated vehicles and their technical unreliability was a major concern among the survey respondents. In the Finnish survey, traffic safety of automated vehicles (accidents) was the biggest concern related to these vehicles. In addition, the vehicles' unreliable technology (interrupted trip) and moral issues related to automated vehicles were the biggest concerns among the respondents. However, the moral issues can be considered an equally notable concern as the technical unreliability, and therefore the hypothesis is only partly correct, as there are also other main concerns. When considering this result's implication on the adoption of automated

vehicles, the stakeholders, such as car manufacturers and regulators, need to address several concerns, of which safety is a major one, to build confidence towards automated vehicles.

7.1.8. H8 deterioration of privacy is a major concern related to automated vehicles

Kyriakidis et al. (2015) have found the deterioration of privacy as a major concern with automated vehicles, especially among the respondents from higher income countries. In the Finnish survey, the deterioration of privacy was generally the smallest concern related to automated vehicles. We can state that the hypothesis is incorrect as compared to the other concerns, the deterioration of privacy is considered to be of minor importance. Yet it needs to be acknowledged that the respondents were only asked to rank the concerns in order of importance and not to specify the amount of concern the issue generated in them. As distrust towards automated vehicles is a reason for not being interested in automated vehicles or willing to use them (Cavoli et al., 2017), there are psychological barriers concerning automated driving and people mostly fear potential cyberattacks and disruptions in the automation systems (König and Neumayr, 2017), we can state that all concerns, which cause distrust, need to be addressed. As some concerns are dispelled, the ones that remain, are more highlighted.

7.1.9. The reliability and general applicability of the results

This study is based on a literature review and a postal questionnaire. The hypotheses were formulated and justified based on findings from previous studies, and new findings are drawn for an original Finnish survey with large sample of 18–64 year olds. Yet, we cannot be sure whether people embellish their answers, e.g. if they do not know the issue or they have not formulated their own opinion, they could choose to answer as they think people in general would or should answer. Related to the validity of the study, the hypotheses are connected with research questions as well as the survey's questions. Related to reliability, the statistical significance of survey results is analysed. Considering the answers to survey, we found the respondents answering to be pertinent, as there was evidently no minimum effort answering in the way of a respondent picking e.g. first or last option in every question. In addition, the open feedback from survey's last open-ended question indicated that the respondents generally appreciated the survey, its topic and their significance. The respondents commented that the questionnaire was clear and understandable, easy to fill in and had suitable length, while the critical comments related mostly to automated vehicles as a phenomenon and few found the questionnaire as leading.

The response rate of the survey was approximately 20%, which is relatively low. Low response rate makes it possible that the respondents do not present the actual view of the whole population as e.g. the ones more in favour or more against or with a neutral attitude towards automated vehicles can be over- or underrepresented among the respondents. As men and younger generations had a lower response rate compared to other groups, and as men and young had a more positive attitude towards automated vehicles, using sampling factors to present representative results of the 18–64 year old would have changed the results slightly. Deploying sampling factors taking gender and age group response rates into consideration would have raised the share of a very positive attitude to 23.9% from 22.7% when presenting the number based on the respondents as has been done in this study. Nevertheless, the respondents represent the 18–64 year old Finnish population sufficiently well, which makes the results reliable and allow identifying statistical differences among the respondents. We also found, that despite of more than 2,000 respondents, the more detailed analysis, e.g. combinations of different educational backgrounds and places of residence, were limited in providing statistically significant differences. We also found that the different background factors (e.g. holding a driver's licence, the amount of cars in respondent's household, the amount of kilometres travelled by car, the use of public transport) were strongly linked with each other. E.g., the ones who used car to a great extent, had similar views with the ones living in a household with a car as well as with the ones not using public transport. Therefore, we do not present the background factors' relevance to the results unless there is a notable importance. As the number of respondents without a driver's licence was low, we could not draw statistically significant results for this group. Generally, the differences in responses between different groups were small.

As Patel and Connolly (2007) has stated, the general attitude is an important factor in models illustrating how new technologies become more mainstream. This study sought into the general attitudes towards automated vehicles, and found overall a positive attitude, and some user groups with more positive attitudes, which could reflect to adopting these vehicles earlier than those with more negative attitudes. People's trust in automated vehicles and therefore their attitudes towards them have a notable effect on adopting this technology (Choi & Ji, 2015), but also the smooth functioning, reliability, cost of the vehicles as well as political decision-making are important factors (Fagnant & Kockelman, 2015). Trust was also recognised as an important issue in this study, and should be acknowledged in the different predictions and scenarios related to the adoption of automated vehicles, as has also been done by Litman (2018). As these automated vehicles are not yet in the market, the respondents have not been able to perceive the innovation's appropriateness for their individual lifestyle, with which the innovation needs to be in correspondence according to Adams et al. (2017). This also needs to be acknowledged, when considering the results from user surveys related to attitudes towards automated vehicles. Adams et al. (2017) has also stated that widespread adoption of new technologies can be promoted by illustrating the benefits of new technologies by training and information campaigns. User surveys can in their part bring out the needs and issues for such promotion.

As this study's scope differs from the previous studies, no direct comparison can be made between these. The comparison with results of Schoettle and Sivak (2014) study can be criticised as people's perceptions of automated vehicles may have changed considerably in three years as the issue has been extensively discussed in media. However, the phenomenon is global and offers possibilities for comparative studies between countries in future. Making a longitudinal study on this, recognising the early attitudes of people as well as the current (and ones of future, to be studied) would also be an interesting

avenue of further research. Repeating the same survey in a few years would allow studying whether the attitudes of people change and to which direction as people become more familiar with the automated vehicles. Repeating the survey could also bring out new concerns and some of the old may be resolved by the development of automated vehicles and their regulation.

Culturally, Finland is fairly close to other western countries in Europe. However, the winter conditions in Finland are challenging for automated driving, and Finland is sparsely populated, which may have some effect on how people view automated vehicles. The general attitude of Finns to automated vehicles is, however, similar to the people in the USA, the UK and Australia. All-in-all, these study results can be considered relatively applicable to other developed countries and to Europe in particular.

8. Conclusions

Generally, the adoption of new technologies and innovations has been observed to follow certain frequently recurring patterns, leading to e.g. the S shaped adoption curve, S-curve. Depending on the innovation, the early adopters and late adopters, i.e. the laggards, differ. As automated vehicles are a unique entity in the field of technological innovations, particular research on the adoption of this innovation needs to be implemented. In this study, the attitudes towards automated vehicles were assessed to identify the general opinion, possible early adopters as well as concerns, which hinder the adoption of automated vehicles.

Cars typically have a long lifespan and they are costly to acquire, which slows down the adoption of new vehicle technologies. In addition, the adoption of automated vehicles is affected by several factors, some of which are dependent on the available technology. For example, the technical reliability and smooth functioning of automated vehicles, the realisation of their expected benefits, the level of mobility services, the ability of the infrastructure to accommodate automated driving, transport policies (legislation and pricing), and people's preparedness and attitude all exert a major impact on the increase in the popularity of automated vehicles.

The study's results indicate that people's attitudes towards new technology reflect the general adoption of technology well. We can assume that those who currently view automated vehicles positively are most likely to belong in the group of early adopters. In this study's survey, most people expressed a positive attitude towards automated vehicles. Another observation was that men, people with a high educational background, and those living in more densely populated areas all have a more positive attitude towards automated vehicles. The study also showed that the 25–34 year olds express a more positive attitude towards automated vehicles than other people do, but for the rest of the age groups the differences in their attitudes were not statistically significant.

In addition to the literature review based hypotheses, we found that those living in households without a car expressed a more positive attitude towards automated vehicles than other respondents. This is a particularly important finding for the widespread adoption of automated vehicles, because it can mean an increase in passenger vehicle traffic as new users move from public transport to using cars. Therefore, the attitudes regarding this should be studied in more depth. Overall, it should also be studied how attitudes will turn into actual behaviour. In future, also the younger and older generation's attitudes towards automated vehicles would be interesting to study. These generations can represent important user segments for the automated vehicles, allowing car use for a younger generation than today as well as to older people with e.g. health issues.

Based on the study, Finns on average consider that traffic safety (accidents) is the biggest concern when it comes to automated vehicles. Furthermore, the moral issues related to automated vehicles and their technical unreliability (interrupted trip) caused concerns among the respondents. The role of traffic safety and the moral issues regarding automated vehicles was further highlighted among those respondents with a negative attitude to these vehicles, and these two were clearly the biggest concerns among these respondents.

The results of this study indicate that traffic safety and ethical considerations are the key issues in regard to the acceptance of automated vehicles. Therefore, authorities must ensure the traffic safety, technical functionality and cyber security of automated vehicles by actively influencing international regulations. When planning their transport systems, the municipalities and cities must create traffic environments where the ethical issues will remain insignificant. For example, in situations where a traffic accident cannot be avoided, the speed of an automated vehicle must be set so low, that if an automated vehicle swerves to avoid colliding with a defenceless road user, the vehicle's passengers are not injured. National ethical policies, following Germany's example (BMVI, 2017), are necessary (e.g. the artificial intelligence of an automated vehicle may not make decisions based on the demographic or socio-economic status of its passengers or other road users), in order to dispel the fears related to moral issues.

Other subjects for further study include the impact of automated vehicles on people's mobility patterns, especially on the distances travelled, the distribution of modes of transport, and the ownership of cars. It is also important to factor in the combined effect of transport becoming increasingly automated, and consumed as a mobility service. While studies in this area exist, comprehensive research in this area is still awaited.

Acknowledgements

The authors would like to thank doctoral researcher Hanne Tiikkaja for her assistance in statistical analysis and doctoral researcher Riku Viri for assistance in visualising the results.

This work was supported by the Kone Foundation (grant number b4b919), Finnish Transport Agency and Finnish Transport Safety Agency Trafi.

Appendix A

Questionnaire

Part I: Interest in automation





1. What is your general opinion regarding automated vehicles?

- Very positive
 Somewhat positive
 Neutral
 Somewhat negative
 Very negative

2. Which of the following automated driver assistance systems have you used? You can choose multiple answer options.

- Adaptive cruise control
 Lane keeping assistance
 Automated parking system
 None

3. What kind of automation systems would you be most interested in? Please choose one option.

- 
 Driver assistance systems such as various warnings
- 
 Partial automation, such as driving on the highway with minimal actions required from the driver
 "Hands off but alerted"
- 
 High automation without any actions required from the driver (allows e.g. sleeping)
 "No need to focus on driving"
- 
 None, I want to drive myself in every driving situation
 "The driver does everything"

4. What do you think of the following statements?

	Strongly agree	Somewhat agree	Neither agree nor disagree	Somewhat disagree	Strongly disagree
I want to determine myself where, when and which automated features I use while driving.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I want automation to handle every driving situation.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
It would be stressful to let automated features be in control in every driving situation.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I think that handing responsibility over to the automated features would reduce the driver workload.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
All automated vehicles should also be manually driveable.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
The development towards vehicle automation is a desirable trend.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Part II: Travel behaviour

Imagine doing an everyday round trip (for example a work trip). Sort the following trip alternatives from 1 to 3 so that 1 is the most desirable and 3 is the least desirable option.

5a. Travelling daily from city centre A to city centre B with one-way distance of 200 km.			
Rank	_____	_____	_____
	Personal car	Personal automated vehicle	Public transport
Costs	40 €	45 €	20 €
Travel duration	2 h 30 min	2 h 15 min	2 h 35 min
Walking distance	500 m	100 m	300 m

5b. Travelling daily from the city outskirts to the city centre with one-way distance of 10 km.			
Rank	_____	_____	_____
	Personal car	Personal automated vehicle	Public transport
Costs	6 €	6 €	2 €
Travel duration	15 min	10 min	25 min
Walking distance	400 m	100 m	600 m

5c. Travelling daily in rural area with one-way distance of 100 km.			
Rank	_____	_____	_____
	Personal car	Personal automated vehicle	Public transport
Costs	18 €	21 €	10 €
Travel duration	1 h 5 min	1 h 5 min	1 h 35 min
Walking distance	50 m	50 m	600 m

6. Would you travel by car more often or do longer trips, if driving was

- A) cheaper than currently? Yes No
- B) less stressful, since you could do other things (e.g read) while driving? Yes No
- C) always possible even if you were not able to drive yourself? Yes No

Part III: Automated taxis

7. Which of the following options would you choose? Vehicle features in different options are similar. Please mark the preferred option.

<input type="checkbox"/> Personal automated vehicle	<input type="checkbox"/> Automated taxi
Always available immediately. Taxes, insurance and vehicle purchase costs are annually 2,000€ on average	Always available within 7 min from order. Costs per kilometer are the same as with personal automated vehicle, but there are no annual fees.

8. You are travelling 10 km from the city outskirts to the city centre. Sort the following trip alternatives from 1 to 4 so that 1 is the most desirable and 4 is the least desirable option.

Rank	_____	_____	_____	_____
	Private automated taxi, with no other passengers	Shared automated taxi, possibly with other passengers	Public transport, e.g. bus	Conventional taxi, with no other passengers
Costs	10 €	5 €	3 €	20 €
Travel duration	14 min	19 min	30 min	14 min

9. You are travelling 100 km to the city centre. Sort the following trip alternatives from 1 to 4 so that 1 is the most desirable and 4 is the least desirable option.

Rank	_____	_____	_____	_____
	Personal conventional car	Personal automated vehicle	Private automated taxi	Public transport (train)
Costs	30 €	35 €	25 €	15 €
Travel duration	1 h 20 min	1 h 15 min	1 h 20 min	1 h 0 min
Walking distance	600 m	100 m	100 m	500 m

10. Assume that all vehicles on the road are automated vehicles. Would you want/need to own a personal automated vehicle, if an automated taxi would always be available within 5 minutes and the annual costs of automated taxis would be about 20 % lower than the costs of personal automated vehicle?

Yes, I would want to own a personal automated vehicle.

No, I would not have a no need to own a personal automated vehicle.

Part IV: Fears and obstacles regarding automated vehicles

11. Sort the following six concerns, threats and fears regarding automated vehicles from 1 to 6 so that 1 is the most significant threat and the 6 is the least significant threat.

_____ Higher price	_____ Unreliable technology (trip interruption)	_____ Cyber security and fear of terrorism
_____ Weakening of privacy	_____ Traffic safety (accidents)	_____ Automated vehicle won't work in dangerous situations according to my own morals

Part V: Background information and open feedback

12. How old are you?
_____ years

13. What is your gender?
 Woman Man

14. Do you have a driver's license?
 Yes No

15. How many people are there in your household, yourself included?
_____ persons

16. How many cars do you have in your household?
_____ car(s)

17. Do you have any permanent injuries or illnesses that affect your driving?
 Yes No

18. Do you travel by public transport at least once a month?

Yes No

19. How many kilometres do you estimate to drive a car in a year?

- None
- Less than 5,000 km
- 5,000–10,000 km
- 10,001–20,000 km
- 20,001–30,000 km
- More than 30,000 km

20. What is the highest level of education you have graduated or are studying at the moment?

- Primary school
- High school
- Bachelor's degree
- Master's or PhD degree

21. Open feedback regarding automated vehicles

22. Open feedback regarding this survey

THANK YOU FOR THE PARTICIPATION!

Appendix B

Means and standard deviations

Question 1, general opinion 1 = Very positive, 2 = Somewhat positive, 3 = Neutral, 4 = Somewhat negative, 5 = Very negative				
Grouping Variable		N	Mean	Std. Deviation
All respondents		2022	2.46	1.221
Gender	Woman	1,032	2.59	1.180
	Man	990	2.32	1.248
Level of education	Primary school	187	2.73	1.224
	High school	753	2.66	1.267
	Bachelor's degree	579	2.34	1.166
	Master's/PhD degree	481	2.18	1.129
Age group	18–24	173	2.43	1.207
	25–34	319	2.29	1.212
	35–44	362	2.46	1.241
	45–54	467	2.45	1.186
	54–65	701	2.56	1.235
Residential location	Densely populated urban area	993	2.28	1.172
	Sparsely populated urban area	638	2.51	1.229
	Sparsely populated area	388	2.84	1.237
Car ownership	No cars	253	2.19	1.188
	At least 1 car	1,756	2.50	1.220

Question 4, statements 1 = Strongly agree, 2 = Somewhat agree, 3 = Neither agree nor disagree, 4 = Somewhat disagree 5 = Strongly disagree				
	N	Mean	Std. deviation	
I want determine myself where, when and which automated features I use while driving	2026	1.45	0.832	
I want automation to handle every driving situation	2022	3.91	1.290	
It would be stressful to let automated features be in control in every driving situation	2025	2.34	1.279	
I think that handing responsibility over to the automated features would reduce the driver workload	2022	2.69	1.292	
All automated vehicles should also be manually driveable	2022	1.42	0.872	
The development towards vehicle automation is a desirable trend	2027	2.42	1.265	

Question 11, concerns 1 = The biggest concern, 2 = The 2. biggest concern, 3 = The 3. biggest concern, 4 = The 4. biggest concern, 5 = The 5. biggest concern, 6 = The smallest concern				
	N	Mean	Std. Deviation	
Higher price	2012	4.16	1.677	
Unreliable technology (trip interruption)	2009	2.71	1.300	
Cyber security and fear of terrorism	2009	3.95	1.606	
Weakening of privacy	2007	4.65	1.387	
Traffic safety (accidents)	2013	2.44	1.460	
Automated vehicle won't work in dangerous situations according to my own morals	2013	2.99	1.576	

Question 11 concerns cross-tabulated with question 1 general opinion and gender

1 = The biggest concern, 2 = The 2. biggest concern , 3 = The 3. biggest concern, 4 = The 4. biggest concern, 5 = The 5. biggest concern, 6 = The smallest concern

General opinion		Higher Price	Unreliable technology	Cyber security	Privacy issues	Traffic safety	Moral issues
Very positive	Mean	3.60	2.79	3.62	4.45	3.03	3.54
	N	456	456	456	456	456	456
	Std. Deviation	1.808	1.378	1.766	1.553	1.589	1.644
Somewhat positive	Mean	4.16	2.67	3.96	4.77	2.32	3.02
	N	820	817	817	817	819	819
	Std. Deviation	1.635	1.314	1.600	1.291	1.406	1.543
Neutral	Mean	4.26	2.70	4.30	4.67	2.29	2.64
	N	228	229	227	228	227	227
	Std. Deviation	1.666	1.260	1.392	1.338	1.393	1.493
Somewhat negative	Mean	4.60	2.63	4.08	4.71	2.19	2.56
	N	355	355	355	353	355	356
	Std. Deviation	1.480	1.180	1.478	1.314	1.293	1.486
Very negative	Mean	4.83	2.89	3.98	4.36	2.13	2.62
	N	139	138	140	139	142	141
	Std. Deviation	1.398	1.322	1.557	1.532	1.349	1.366
	Chi-Square	<0.001	0.016	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Gender							
Women	Mean	4.40	2.61	4.07	4.85	2.16	2.83
	N	1028	1028	1027	1028	1031	1029
	Std. Deviation	1.565	1.201	1.542	1.201	1.294	1.493
Men	Mean	3.92	2.82	3.82	4.45	2.73	3.15
	N	984	981	982	979	982	984
	Std. Deviation	1.754	1.389	1.663	1.533	1.564	1.644
	Chi-Square	<0.001	<0.001	0.002	<0.001	<0.001	<0.001

References

- Adams, P., Farrel, M., Dalgarno, B., & Oczkowski, E. (2017). Household adoption of technology: The case of high-speed broadband adoption in Australia. *Technology in Society*, 49, 37–47.
- Alessandrini, A., Alfonsi, R., Delle, Site P., & Stam, D. (2014). Users' preferences toward automated road public transport: Result from European surveys. *Transportation Research Procedia*, 3, 139–144.
- Andersson, J. M., Kalra, N., Stanley, K. D., Sorensen, P., Samaras, C., & Oluwatola, O. A. (2016). Autonomous vehicle technology – A guide for policymakers. *RAND Corporation*, 75, p.
- Automotive Fleet (2017). Volvo to supply Uber 20k+ autonomous vehicles. <<http://www.automotive-fleet.com/channel/safety-accident-management/news/story/2017/11/volvo-awarded-major-order-for-uber-autonomous-cars.aspx>> Available accessed 05.01.2018.
- Bansal, P., Kockelman, K., & Singh, A. (2016). Assessing public opinions of and interest in new vehicle technologies: An Austin perspective. *Transportation Research Part C*, 67, 1–14.
- Becker, F., & Axhausen, K. W. (2017). Literature review on surveys investigating the acceptance of automated vehicles. *Transportation*, 44, 1293–1306.
- BMVI (2017). Ethics commission – Automated and connected driving. Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure, Report June 2017, 36 p.
- Cavoli, C., Phillips, B., Cohen, T., & Jones, P. (2017). *Social and behavioural questions associated with automated vehicles a literature review* (p. 124). London: Department for Transport.
- Choi, J. K., & Ji, Y. G. (2015). Investigating the importance of trust on adopting an autonomous vehicle. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 31, 692–702.
- European Commission (2016). A European strategy on cooperative intelligent transport systems, a milestone towards cooperative, connected and automated mobility. <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/com20160766_en.pdf> Available accessed 14.03.2018.
- Fagnant, D. J., & Kockelman, K. (2015). Preparing a nation for autonomous vehicles: Opportunities, barriers and policy recommendations. *Transport Research Part A*, 77, 167–181.
- Finland's Environmental Administration (2017). Urban-rural classification. <http://www.ymparisto.fi/en-US/Living_environment_and_planning/Community_structure/Information_about_the_community_structure/Urbanrural_classification> available accessed 12.02.2018.
- Finnish Transport Safety Agency (2018). Valid driving licences by driver's licence class in 2014–2018. Statistics database. <http://trafi2.stat.fi/PXWeb/pwxweb/en/TraFi/TraFi_Ajokortit/010_ajok_tau_101.px> Available accessed 06.08.2018.

- FT (2017). Governments compete to take the wheel on rules for self-driving cars. <<https://www.ft.com/content/ff19d296-af44-11e7-8076-0a4bdda92ca2>> Available accessed 12.06.2018.
- IEEE Spectrum (2017). CES 2017: Nvidia and Audi Say They'll Field a Level 4 Autonomous Car in Three Years. <<https://spectrum.ieee.org/cars-that-think/transportation/self-driving/nvidia-ceo-announces>> Available accessed 05.01.2018.
- Ipsos MORI (2014). Only 18 per cent of Britons believe driverless cars to be an important development for the car industry to focus on. <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> Available accessed 15.12.2017.
- König, M., & Neumayr, L. (2017). Users' resistance towards radical innovations: The case of the self-driving car. *Transportation Research Part F*, 44, 42–52.
- Kröger, L., Kuhnimhof, T., Trommer, S. (2016). Modelling the impact of automated driving – Private autonomous vehicle scenarios for Germany and the US. In: Association for European Transport (European Transport Conference 2016), 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*, 32, 127–140.
- Litman T. (2018). Autonomous vehicle implementation predictions. Victoria Transport Policy Institute (pp. 35).
- NCSL (2018). Autonomous vehicles|self-driving vehicles enacted legislation. <<http://www.ncsl.org/research/transportation/autonomous-vehicles-self-driving-vehicles-enacted-legislation.aspx>> Available accessed 12.06.2018.
- Patel, H., & Connolly, R. (2007). Factors influencing technology adoption: A review. *Research Gate*, 416–431.
- Pöllänen, M., Nykänen, L., Liimatainen, H., & Wallander, J. (2014). Tieliikenteen toimintaympäristö ja liikkuminen 2030 – neljä skenaariota. *Trafi Research Report, 01/2014*, 67 p.
- Reuters (2016). Ford plans self-driving car for ride share fleets in 2021. <<https://www.reuters.com/article/us-ford-autonomous/ford-plans-self-driving-car-for-ride-share-fleets-in-2021-idUSKCN10R1G1>> Available accessed 12.02.2018.
- Reuters (2017). BMW says self-driving car to be level 5 capable by 2021. <<https://www.reuters.com/article/us-bmw-autonomous-self-driving/bmw-says-self-driving-car-to-be-level-5-capable-by-2021-idUSKBN16N1Y2>> Available accessed 12.02.2018.
- Robinson, L. (2009). A summary of diffusion of innovations. *Changeology*, 6.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations* (5th ed.). Free press.
- SAE (2016). Taxonomy and definitions for terms related to driving automation systems for on-road motor vehicles. SAE International (Standard J3016).
- 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) (pp. 31).
- Statistics Finland (2015). Population projection 2015 according to age and sex in 2015 to 2065, Statistics Finland's PX-Web database. <http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/en/StatFin/StatFin_vrm_vaenn/statfin_vaenn_pxt_001.px/?rxid=b389490b-3693-4f46-95f2-3186ea600029> Available accessed 06.08.2018.
- Statistics Finland (2016a). PAAVO – Open data by postal code area, Statistics Finland's PX-Web database. <https://www.stat.fi/tup/paavo/index_en.html> Available accessed 06.08.2018.
- Statistics Finland (2016b). Share of households with cars has stabilised, number of pet owners is increasing. <http://www.stat.fi/til/ktutk/2016/ktutk_2016_2016-11-03_tie_001_en.html>. Available accessed 06.08.2018.
- Statistics Finland (2018). Population according to age (1-year) and sex in 1970–2017. Statistics database. <http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/en/StatFin/StatFin_vrm_vaerak/statfin_vaerak_pxt_001.px> Available accessed 06.08.2018.
- Taanila A. (2015). Kirjoituksia Aki Taanilan kvantitatiivisesta menetelmäpajasta – Tiekartat. <<https://tilastoapu.wordpress.com/tag/jarjestysasteikko/>> Available accessed 15.02.2018.
- Techcrunch (2016). California regulators warm up to the idea of driverless cars sans steering wheel. <<https://techcrunch.com/2016/08/30/california-regulators-warm-up-to-the-idea-of-driverless-cars-sans-steering-wheel/>> Available accessed 18.01.2018.

JULKAISU II

Potential User Groups of Mobility as a Service in Finland

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

IGI Global, 51-81

<https://doi.org/10.4018/978-1-7998-1614-0.ch003>

Artikkeleiden käyttöön väitöskirjan osana on saatu kustantajan lupa

Chapter 3

Potential User Groups of Mobility as a Service in Finland

Timo Liljamo

Tampere University, Finland

Heikki Liimatainen

Tampere University, Finland

Markus Pöllänen

 <https://orcid.org/0000-0001-6534-8380>

Tampere University, Finland

Roni Utriainen

Tampere University, Finland

Riku Viri

 <https://orcid.org/0000-0002-4931-2182>

Tampere University, Finland

ABSTRACT

With a mobility as a service (MaaS) offering, the transport needs of the end customer may be fulfilled in a way, which may challenge the car dominant mobility practices of today. Up to now, there has been few studies focusing on the interest of end users towards MaaS. This chapter presents results from a survey in Finland (N=1,176) and focuses on the interest towards MaaS services among 18-64 year olds and especially the potential of MaaS in different user groups. The authors found that particularly the respondents who currently use public transport, the respondents living in households without a car, the respondents aged 25-34, and the respondents with higher education were more interested to adopt MaaS services. They also found that people living in urban areas and in apartment houses indicated a higher interest towards MaaS. The same groups had also more often no need or will for car ownership if a competitive MaaS service would be available. Continuing urbanisation offers increasing potential for MaaS as there are many mobility services, which can be bundled into a MaaS offerings in cities.

DOI: 10.4018/978-1-7998-1614-0.ch003

INTRODUCTION

In the developed countries, automobiles have grown to be the dominant mode of transport since their launch in late 1800s. During the 20th century, the number of passenger cars as well as passenger car mileage grew to support the lifestyles of the modern society. Together with increasing number of cars and kilometres travelled, problems associated with cars have increased to a state where options for this mode are asked for more and more. Could we own and use cars less, yet still fulfil our daily mobility needs? As one suggested model, Mobility as a Service, MaaS, offers an option by aiming to make travelling with different modes easy and fluent. This way MaaS could compete with the current car-based system. As Heikkilä (2014) in one of the first studies on MaaS described, Mobility as a Service can be seen as a system, where mobility operators provide a comprehensive range of mobility services to customers. MaaS can also be considered as a solution for more sustainable mobility, especially as it could replace car-based mobility. König et al. (2016) defined MaaS as “multimodal and sustainable mobility services addressing customers’ transport needs by integrating planning and payment on a one-stop-shop principle”.

The aim of this chapter is to analyse people’s interest towards MaaS, and which user groups find MaaS offerings tempting and are the most potential MaaS customers. The potential is analysed based on a survey with a representative sample of 6,000 Finns. By combining the findings from this survey with previous studies and Finnish data on demographics and mobility patterns, the potential is further analysed. This chapter aims to answer the following questions: what is the interest towards MaaS among ordinary people, which are the most potential user groups of MaaS, and how do current trends in demographics and mobility affect the potential of MaaS. This paper strives to contribute to recognising current attitudes of ordinary people towards MaaS and the potential user groups of MaaS. Current attitudes towards MaaS and the potential user groups are in the interests of different stakeholders working on mobility services and MaaS related issues from companies to scientific community as well as authorities from local level to national level.

Since Mobility as a Service is a new concept, the number of studies on MaaS and its potential is still low. Kamargianni et al. (2015) analysed the potential of MaaS in the context of a large city as they identified supply and demand of transport services London, UK, and presented a MaaS-London concept for the future. Additionally, related to MaaS-London concept, Matyas & Kamargianni (2017) carried out stated preference study to understand people’s mobility choices under MaaS, and Kamargianni et al. (2018) studied Londoners’ attitudes towards car ownership and MaaS. Li & Voegelé (2017) studied the challenges of MaaS from the point of view of conditions in the city (availability of different modes, e-tickets, open data, and e-payment options).

Reflecting different aspects of MaaS potential, Giesecke et al. (2016) presented four key conceptual issues of MaaS, namely 1) nature of travel (e.g. trip purpose, trip length, mode, and means), 2) interoperability, 3) end-user behaviour related to e.g. different user groups, gender issues, and aging, and 4) sustainability. In this chapter, we will mostly focus on the end-users, but also discuss the nature of travel and sustainability related to MaaS. Giesecke et al. (2016) emphasised a strong focus on the end-user perspective, in which user group segments as well as user acceptance criteria, based on user attitudes and behaviour, are particularly important.

Next, in section 2, previous research findings are discussed related to the potential users and user groups of MaaS. In section 3, the original survey is presented, by which end-user perspectives on MaaS were asked. Thereafter, section 4 presents the findings of this survey, and in section 5, these findings will then be discussed in relation to previous studies and other data. Section 6 discusses the reliability of the results. Finally, section 7 presents the conclusions.

PREVIOUS RESEARCH ON THE POTENTIAL USER GROUPS OF MAAS

There are only a few publications in which the potential of MaaS has been studied from end-user perspective. We have not found similar MaaS-related studies as analysed in this paper with a large survey sample. Kamargianni et al. (2018) studied Londoners' attitudes towards MaaS and found that some demographic groups were more interested in MaaS. They also found that the characteristics of MaaS had an impact on people's willingness to adopt these services. Based on the survey responses of about 1,200 Londoners, 55% of the participants who were under 30 years old would utilise MaaS if it lowered mobility costs due to bundled mobility services, whereas 35% of over 49 years old would utilise MaaS for the same reason.

The study by Kamargianni et al. (2018) also found that MaaS could strengthen use of sustainable transport modes as 28% of regular public transport users would use more public transport. In addition, 35% of regular car users would use more public transport and 17% of car users would bicycle more. In conclusion, MaaS was expected to affect mostly people under 30 years old, while the effects on mobility patterns of older than 50 years old were expected to be the lowest.

ITS Australia (2018) also found out based on a MaaS-related survey with 4,000 Australian participants that younger people and especially men and educated people were most likely to become MaaS users. People living in rural areas, not college educated and rarely using public transport were the most likely people not to utilise MaaS.

Transport Systems Catapult (2016) stated that there will be no one MaaS model that fits all. This holds both from the business perspective, as there is a great number of different stakeholders, which make the models probably different, as well as from the user perspective as the service should align with the lifestyles of different customers. It may be challenging for the MaaS operators to introduce attractive value offerings for a significant proportion of the consumer market. However, the size of the mobility market and the diversified mobility needs offer potential for MaaS model. As the early adopters, new millennials are likely MaaS consumers.

A MaaS package can be a solution for household's mobility, and fulfil not only adults', but also children's mobility needs. Another important point in the MaaS business model is that the MaaS operator helps the transport operators improve their service by sharing the data on customers' mobility needs (Transport Systems Catapult 2016).

Men and high-income groups are estimated to have a positive attitude towards new technology (El Zarwi et al. 2017), which could also be a supporting issue for MaaS. Becker et al. (2017a, 2017b) studied car-sharing schemes in Switzerland and found that the most potential user group in car-sharing was young and highly educated people.

MaaS trials and commercial schemes are also a way to assess the potential of MaaS. Strömberg et al. (2016) found that trials provide a safe space for experimenting new behaviour, and this may lead to participants engaging behaviour that they would probably not do without the trial. Karlsson et al. (2016) studied how a MaaS trial, UbiGo, in Gothenburg, Sweden responded to user needs, and found that the customers were more satisfied during the trial compared with their previous travel solution. Up to now, the number of MaaS pilots has been low, and the findings related to commercial MaaS schemes have not yet been widely published.

In a survey carried out in April 2017, only 16 per cent of Finns had heard of MaaS. However, in the same survey, 80 per cent of respondents saw it necessary to be able to travel the whole trip chain with the same ticket, which indicates a need for MaaS solutions. Over half of respondents under 30 years of age were willing to give up car ownership if transport services would be adequate. The willingness to pay for a monthly package covering all the mobility needs was relatively low as the respondents were willing to pay less than 150 euros a month on the average, although 10% of the respondents were willing to pay more than 400 euros (Solita 2017). From MaaS provider's perspective, this 10% is a very lucrative market segment. Additionally, the young willing to abstain from car ownership, is a highly potential customer group for MaaS services.

DATA AND METHODS

In April - June 2018, a survey was conducted in Finland on the attitudes of 18-64-year-old towards transport system and people's readiness and will to use new transport services like MaaS. The survey was conducted in Finnish. English translation of the questionnaire is presented in appendix A.

The questionnaire consisted of five parts. Total number of questions was 23 and it took about 10-15 minutes to complete the survey. The questions consisted of propositions with Likert scale 1 to 5, multiple choice, and open-ended questions. The survey also mapped the respondent's background information, such as age, gender, and whether the respondent had a driving licence, to help categorise the respondents.

In this study, survey's questions number 7 and 11c are used to identify the most potential user groups of MaaS services by cross tabulating answers to these questions with data related to questions 5, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19 and 21 on user background (age, gender, driving licence, education, car ownership, household size, type of house, the use of car and public transport). In question 7, an assumption was presented that a suitable mobility package (basically a MaaS offering) would be able to fulfil respondent's all transport needs, and related to this assumption, the respondents were asked to state a suitable price to start using such a package. The respondents had the option to answer 'I do not know' and 'I would not adopt the package'. In question 11c, the respondents were asked whether the respondent had the need or will to own an own private car in future, if the annual costs of the mobility package (including e.g. public transport, shared taxis, and shared cars) would be markedly lower and one could fulfil all mobility needs with the mobility package.

Additionally, we will present and analyse responses to question 1, which asked whether the respondent had heard or read of the concept 'Mobility as a service' before answering the survey. This question was only to gather interest, whether the term MaaS is widely known or not, or whether it has an effect to the interest of adoption of the packages. The actual questions about the person's willingness to use mobility offerings were formulated in a way that they could provide answer without prior knowledge about MaaS.

The sample group for the survey was randomly selected from the population register by age and gender group in proportion to population's age and gender distribution. Population Register Centre of Finland extracted the sample per procuration. For study purposes, the names, addresses, ages and gender of the people were available in the sample data. Throughout our study, we followed Population Register Centre's terms and conditions related to data use, and in analysing the survey responses, we followed Finnish legislation and good academic practices.

Table 1. Sample group, number of respondents and response rate by age and gender

Age Groups	Men			Women		
	Sample Size	Number of Respondents	Response Rate	Sample Size	Number of Respondents	Response Rate
18-24	415	50	12.0%	397	59	14.9%
25-34	666	86	12.9%	632	138	21.8%
35-44	662	107	16.2%	626	115	18.4%
45-54	635	111	17.5%	621	131	21.1%
55-64	663	176	26.5%	683	186	27.2%
In total	3,041	530	17.4%	2,959	629	21.3%

The population of the sample consisted of 18-64-year-olds living in Finland. The size of the population was 3,263,361 people, based on the population projection of 2018 (Statistics Finland 2015). The sampling fraction was 0.2%, and the size of the sample was 6,000 people. Table 1 presents the sample, number of respondents, and response rate in terms of the various age and gender groups.

All people, who were selected for the sample, were sent a postal questionnaire with a cover letter in April 2018. People had the option either to respond on the internet with an identification code or to send the questionnaire back by mail (postage paid). The last answers were received in June 2018. A total of 1,176 respondents participated in the survey, resulting to a total response rate of 19.6%. The mean age of all respondents was 45 years, for women 44 and men 45 years, respectively.

We present the survey results as the number of respondents and frequency percentages of different responses. We do not present the results with sampling factors, which would make the results representative of the Finnish 18-64-year-old population as our focus in the analysis is in the differences between user groups, and the parameters usually deployed in sampling factors (age and gender) are analysed separately.

Regarding the background information gathered with the survey, we found the respondents to represent the Finnish population relatively well e.g. in terms of driving licences. 94% of the respondents held a driving licence, which is slightly more than Finnish population of 18-64 years old in general, of which 89% held a driving licence on 1.1.2018, based on statistics from Finnish Transport Safety Agency (2018) and Statistics Finland (2018). 16% of the respondents stated to be from a household without a car, whereas 43% had one car, 33% two cars, 6% three cars, and 2% four or more cars in their household. These figures can be compared to average Finnish households, of which 26% were without a car, 54% had one car, 17% two cars, and 3% three or more cars in 2016 (Statistics Finland 2016b). It must

be noted that the respondents of our survey did not include over 65 years old people, who typically live in small households with less cars.

The respondents' place of residence is also a key piece of background information. The respondents' addresses' postal codes were connected through Statistics Finland's (2016a) database with the seven-level urban-rural classification by Finland's environmental administration (2017). To better facilitate our analysis, the places of residence were divided into three categories, which are I) densely populated urban area (includes inner city and outer city areas of the original classification), II) sparsely populated urban area (includes exurbs, local rural centres areas, and countryside near cities), and III) sparsely populated area (includes rural heartland and sparsely populated countryside).

The survey results were analysed by using IBM SPSS Statistics software. Cross tabulations were used in the statistical analysis of the responses. These provided information on which factors affected the answers and how. Statistical significance of the cross tabulations was tested with the Chi-Square test, which is suitable for testing statistically significant differences of categorical variables (Taanila 2017).

RESULTS

20.6% of the survey respondents had heard or read about the concept Mobility as a service before the survey (N=1,169). Men were clearly more often familiar with MaaS compared to women, as 27.2% of men and 14.6% of women stated having heard or read about MaaS. Correspondingly, the respondents with higher level of education compared to respondents with lower level of education stated more often that MaaS concept was familiar to them. 34.3% of respondents with master's degree and 6.3% of the respondents with primary school education had heard or read about MaaS before the survey. From the different age groups, 24.4% of the respondents of the 25-54-year-old respondents had heard or read about MaaS before, whereas the share was 13.9% among the 18-24-year-old and 15.5% among the 55-64-year-old. As mentioned in the data and methods section, the survey was designed so that answering was not limited to prior knowledge of MaaS, and the term MaaS was not used in other survey questions.

There were two questions in the questionnaire, which depict the respondents' attitudes towards adopting MaaS in the form of a mobility package. In the first question, we found that 43.3% of the respondents were willing to adopt the mobility package, which would fulfil all mobility needs, at a price they themselves stated. The respondents, who informed a price, were willing to pay on average 139 euros a month for the package. The median value was 100 euros, and standard deviation was 114 euros. The highest price a respondent informed to pay was 700 euros and

the lowest was 10 euros. 31.2% of the respondents did not know at which price they would adopt the mobility package, and 25.5% would not adopt the package. As the share of the respondents, who did not know was relatively high, and these respondents might be unsure not only of the price they would pay but also whether they would adopt the package at all, at any price, we will next refer to interest to adopt MaaS based on the respondents, who stated a price for the MaaS package.

To analyse the potential of MaaS among different user groups, the interest to adopt the mobility package was analysed against respondents' background information. We present the survey data (number of respondents in each analysed group and the share of answers in each option) and the statistical test results in appendix B. Results are statistically significant or very significant unless otherwise stated.

58.2% of the respondents living in households without a car were willing to adopt the mobility package, whereas the corresponding figure was only 24.0% for the respondents in households with four or more cars (appendix B, table 1). In households with cars, we found that the less cars there are, the more interested the respondents were to adopt the mobility package. Regarding different age groups, the 25 to 34 years old were more often willing to adopt the mobility package compared to other age groups (appendix B, table 2). We also found that the respondents with a higher educational level compared to lower level were more interested in adopting the mobility package (appendix B, table 3).

We also found that the respondents dwelling in densely-populated areas seemed to be more interested to adopt the mobility package, but the differences between areas were not statistically significant (appendix B, table 4). However, we found statistically significant differences regarding respondents' type of house. The respondents living in apartment houses were more interested in adopting the mobility package compared to others (appendix B, table 5). We found that there was a moderate correlation ($r = 0.599$) between respondents' type of house and number of cars in a household, which can somewhat explain the higher interest in MaaS among dwellers in apartment houses, as the ones living in apartment houses usually own less cars compared to ones living in detached houses or row houses.

The respondents, who do not use passenger cars or use them only a little, were more willing to adopt the mobility package compared to the respondents, who use cars more (appendix B, table 6). We also found that the respondents, who use public transport more often, were more interested in adopting the mobility package compared to the ones using less public transport (appendix B, tables 7 and 8).

The respondents, who had heard or read about MaaS concept before the survey, were more often willing to adopt MaaS services compared to other respondents in general (appendix B, table 9). However, there is a correlation with educational level; the ones, who have a higher level of education, had more often heard or read

about MaaS before the survey and they were also more interested in adopting the mobility package compared to other respondents.

The other question in the questionnaire related to the interest towards MaaS and MaaS potential asked whether the respondents needed or wanted to own a private car if the costs of a mobility package, including e.g. public transport, shared taxis and shared cars, were markedly lower than owning a private car. Additionally, it was assumed that the respondent could fulfil all one's mobility needs with the mobility package. In this hypothetical setting, 57.9% of the respondents (N=1,168) did not need or want to own a car. In households currently without a car, 76.8% of the respondents would not need or want to own private car, whereas the corresponding figure of respondents from one car households was 59.6%, and among respondents from households with two cars or more, the figure was 48.4% (appendix B, table 10).

We found that there is a correlation between current car usage and the need and will to own a car in future. Those who drove car less were not that eager to own a car, if a competitive mobility package would be available, compared with the ones using car more (appendix B, table 11).

The respondents, who dwell in densely-populated areas, do not express a need or will to own a car to a similar degree as to those who live in sparsely populated areas (appendix B, table 12). Similarly, the respondents living in apartment houses are not as eager to own a car as other respondents (appendix B, table 13). Regarding the different age groups, 25-34-year-olds stated more seldomly the need or will to car ownership compared to other age groups. Overall, younger age groups express less need or will to car ownership, if a competitive mobility package would be available, compared to older respondents (appendix B, table 14).

Respondents with a lower educational level express more often the need or will for car ownership compared to those with higher education (appendix B, table 15). Additionally, on average women express less need or will for car ownership, if a competitive mobility package would be available, compared to men (appendix B, table 16). Public transport usage correlates with the willingness to own a car, and the ones currently often using public transport express less need or will for car ownership compared to respondents who use public transport less often (appendix B, tables 17 and 18).

DISCUSSION

In this section, we will discuss the potential user groups of MaaS services in Finland by combining findings from previous studies and data on demographics and mobility patterns with survey's results presented in the previous section. This will further highlight the issues related to MaaS potential from end-user perspective and provide

insight to how current trends in demographics and mobility affect the potential of MaaS. As different countries as well as areas within one country differ considerably from each other, the characteristics related to each area need to be considered in the analysis. Therefore, we start this discussion with a short introduction of Finland to put the results into context.

Finland is an EU member state and a Nordic country with a relatively small population, 5.5 million in 2017, especially compared to the large land area, resulting in a population density of 18.1 inhabitants per square kilometre (Statistics Finland 2017a). Most of Finland is sparsely populated. There is only one larger metropolitan area, Helsinki with 1.5 million inhabitants, and additionally six cities with above hundred thousand inhabitants in Finland (Statistics Finland 2017d). In these cities and the other urban areas, the population density is naturally significantly higher than the Finnish average.

Finnish people have typically a positive attitude towards digitalisation, and Finnish people considered themselves to have sufficient skills for digital technologies in everyday life more often than on average in EU countries. Yet, the majority of respondents in the survey in each EU member state in 2017 agreed they are sufficiently skilled in the use of digital technologies in their daily life, which indicates that despite differences among people's skills in different countries, most people consider themselves to be digitally competent (European Commission 2017). The level of digital skills should not therefore generally limit the use of MaaS solutions.

The available mobility services (e.g. public transport, city bike and electric scooter services, taxis, rental cars, etc.) and their quality differ around Finland. This reflects to the possible MaaS schemes, in which differences can be expected between urban and rural areas, between cities of different sizes, and between location in the urban structure, e.g. city centre vs. suburban area. There are great differences between cities in Europe and the USA in terms of population density and the non-auto and automobile dependent planning which reflect to the viable modes in different cities (Klinger et al. 2013). From this point of view, it is expected that the greatest MaaS potential is in the biggest cities offering widest selection of different transport modes and services whereas MaaS schemes in rural areas can be very limited in terms of different services bundled. However, in the survey, the same assumption regarding the availability of MaaS service and the mobility package's ability to fulfil all respondent's mobility needs, was presented.

The services in rural areas may need more public support whereas the areas with large transport demand can support commercial MaaS schemes. A MaaS pilot in Gothenburg, Sweden, proved that public support is vital for a successful and sustained service (Karlsson et al. 2016). In less populated rural areas MaaS can contribute to the livelihood of the area with lower costs with the help of more responsive transport services (Rantasila 2016).

In Finland, the first commercial MaaS scheme Whim was fully launched by MaaS Global in Helsinki in November 2017. With Whim, under one subscription and within a single app, the user is able to combine, plan, and pay for public transport, taxi, car rental, car sharing and city bike trips in Helsinki. Based on data set from Whim users in 2018, the results show that the early adopters have been younger generations compared to the population in Finland in general. Whim users have also used more public transport compared to the Helsinki Metropolitan Area in general, and they also combine taxis to public transport trips three times more often than typical Helsinki residents. Overall, the Whim users use taxis 2.1 times more often than a Helsinki resident in general. The overall number of trips per day for a Whim user is about the same as for typical Helsinki residents. The results related to Whim users should be interpreted with caution as the service has been developing during the analysed year (2018) and the number of Whim users and trips has increased considerable during the year. The early adopters may also be more adventurous, more experimental, and less fixed in their ways than public at large (Ramboll 2019).

Based on our survey responses, people living in cities are more interested in using MaaS services than people in general. We also found differences related to respondents' types of houses as those living in apartment houses were more willing to use MaaS services. We can state that in addition to cities providing more mobility options and more options for bundling services to mobility packages, people in cities are more interested to adopt MaaS services compared to others. Yet, it is noteworthy that the differences in attitudes between urban and rural dwellers are not that great. From this point of view, there is solid ground to offer MaaS services also in areas with sparser population if the service can be tailored according to the local circumstances. As an example, the MaaS pilot in Ylläs, a tourist attraction in Kolari with 3,800 inhabitants (Statistics Finland 2017d) in Lapland, Finland, included journey planning and payment using an app from train station and airport to Ylläs, and a skibus or taxi to travel with to ski slopes (Tekes 2017).

In Finland, the densely populated urban areas are very small portions of the land area, but together with the peri-urban areas, larger areas and transport corridors can be seen to offer a larger potential for MaaS in terms of geographical area. Considering future demographic development in Finland, the urban areas and especially the largest urban regions are expected to grow whereas the population in rural areas is expected to decrease because of internal migration, i.e. continuing urbanisation, and differences in birth and mortality rates.

In addition to the total amount of people and their residential areas, population's age distribution is important when considering the mobility practices and MaaS potential. From general mobility point of view and by using age group division, we can distinguish children and senior citizens that are outside the labour markets, young adults studying and entering the working life, and the working-age population.

Considering differences in mobility, even more detailed groups could be recognised, such as children before and in school age as well as younger and older adults and senior citizens.

The challenge of MaaS related to adults, which present the greatest group in terms of population, is that the adults are likely to be relatively locked to their mobility practices. As a contrast to this group, the young are especially interesting from MaaS point of view as they don't own cars to a high degree. Especially in the capital city, Helsinki, the 18-years-olds are getting driving licences much less than before and compared to other areas in Finland. In Helsinki, only 33% acquired the driving license when turning 18 whereas the share was 75% in rural areas in 2012 (Löytty 2014). Every year about 60,000 Finns reach the age of 18 and make decisions on whether to get a driving licence and a private car or not. Of these youngsters, two thirds live in urban areas and one third in rural areas (Statistics Finland 2017c). As the travel behaviour and patterns of younger generations are not fixed, the interest in MaaS services among youngsters could be strengthened by addressing knowledge enhancement and MaaS communication especially to this group.

The survey results clearly presented the 25-34-year-olds as the most potential age group to adopt MaaS services. In terms of MaaS potential, the second age group was the 18-24-year-olds, but the difference to 24-35-year-olds was very clear. This can be due to several factors, such as level of education. The 24-35-year-old have typically finished their studies and have more experience in mobility and different kinds of mobility services as well as life in general, whereas the 18-24-year-olds may still be benefiting from student discounts and their parents in terms of mobility, e.g. paying reduced charges and using parents' car. Also, in the study on attitudes towards automated vehicles in Finland, the 25-34-year-olds were found to be clearly more often expressing a positive attitude towards automated vehicles than other age groups (Liljamo et al. 2018). The 25-34-year-olds may have more comprehension of transport transformation than younger generations, which links with a more positive attitude towards new technologies and services.

From future point of view, it is worth to note that the greatest shift in population in Europe is forecasted to be in the number of senior citizens (European Commission 2014). In Finland, the relative share of senior population is especially high in rural areas. By 2030, the amount of people over 75 years of age will increase from 500,000 to over 800,000 (Statistics Finland 2017b). In all the other age groups, the population is expected to stay roughly at the same level. From MaaS point of view, it would be very interesting to consider this demographic development by thinking how a MaaS scheme could best serve this growing population. As people get older, they may prefer services in many occasions, e.g. as driving a car may get more difficult. Easy to use and access services, both physically and virtually, and perhaps also assisted, would benefit especially this group.

Potential User Groups of Mobility as a Service in Finland

Table 2. The share of trips done by different transport modes in different age groups in Finland in 2016

	Age Groups								
	under 11	12-17	18-24	25-34	35-44	45-54	55-64	Over 65	All
Walking	27.4%	23.4%	21.1%	21.2%	16.1%	15.8%	18.7%	25.2%	20.4%
Cycling	16.5%	17.1%	6.9%	6.1%	5.3%	4.3%	5.0%	4.8%	6.8%
Passenger car as driver	0.2%	0.3%	37.9%	42.6%	54.5%	55.2%	50.9%	42.9%	41.5%
Passenger car as passenger	44.5%	35.9%	14.7%	12.9%	10.3%	9.7%	11.5%	16.3%	16.3%
Public transport	5.1%	14.4%	15.7%	13.4%	8.5%	8.0%	7.6%	5.8%	9.3%
Taxi	1.8%	1.0%	0.5%	0.7%	0.6%	0.6%	0.6%	0.8%	0.8%
Other	4.4%	7.8%	3.1%	3.0%	4.8%	6.3%	5.7%	4.2%	4.8%
N/A	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Grand Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Source: (Data from Finnish Transport Agency 2018)

The modal shares in different age groups in Finland are presented in table 2. Under 18 years old do most of their trips as car passengers, pedestrians and cyclists. The relatively high share of children’s taxi use is explained by school rides, especially typical in rural areas with long distances. It’s worth to note that many of children’s trips are done together with their parents. The MaaS solution should acknowledge this and for instance offer a mobility package including services for the whole family. For children under 18 years of age, over 40% of the trips is done by walking and cycling, and considering this especially from sustainability point of view, the MaaS scheme could include bikes (e.g. shared bikes, city bikes or rental bikes), and encourage children to cycle even more, maybe replacing some the current car trips by biking.

As can be seen in table 2, the 18-24-year-olds are in a transition phase where the main mode is already passenger car as a driver (38%), but not as clearly as for the 35-64-year-olds, who do more than 50% of their trips as car drivers. Walking has an important role in every age group, but it is worth to note that these trips are short, thus representing only a small portion of the passenger mileage. In cycling, we can recognise a diminishing role the older generations are. Like walking trips, cycling trips are short in general, and they are not very likely replaced by mobility services. The share of public transport is the highest in age group 18-24, which also indicates high potential from MaaS perspective as the youngsters are already more familiar to using mobility services compared to other age groups.

Based on national travel survey data from Finnish Transport Agency (2018), we can find that most of the trips are done by single transport mode in Finland. In 2016, multimodal trips accounted for 16% of all trips. Most typical travel chains are passenger car and walking (6,5% of all trips) and public transport (without changes between public transport means) and walking (5,6%). Other combinations, e.g. public transport, cycling and walking, are clearly much rarer (Pastinen 2018). With a currently low share of all trips being multimodal, this offers simultaneously a challenge and potential for MaaS as MaaS solutions are aiming to offer competitive multimodal trip chains.

Compared to the share of trips in Finland, the passenger mileage is even more car dominant reflecting longer trips done by car than on foot or by bike. Clearly the smallest passenger car mileage is in the inner urban area. The mileage grows in the outer and peri-urban areas likely as a result of sparser population density and longer distances to attractions such as workplaces and commercial activities. The highest mileage is in the sparsely populated rural areas where the distances are usually long and therefore passenger car is the most viable option for travelling (Finnish Transport Agency 2018). From MaaS perspective, the difference between passenger car driver and passenger is that drivers are less eager to change mode and give up driving compared to passengers who are already more familiar to the role of passenger. It has been explicitly noted, that drivers are very attached to using their vehicles (Tertoolen et al. 1998). Based on the responses to the survey, we can state that the ones currently using passenger car to great extent were not as ready to alter their travel behaviour and adopt MaaS services as the respondents, who use cars less or not at all. The ones driving a lot are used to using their own car and thus giving up car ownership and adopting mobility services is considered difficult.

Looking at mobility from a household perspective, it is usual that the passengers in passenger cars are from the same household as the driver. This presents at the same time a challenge and a potential for MaaS as a MaaS scheme for a household could change the mobility practices for the whole household to other modes than passenger cars, or at least the person(s) usually being the car passenger(s) could adopt different mobility services in the role of a passenger. Yet, it requires a big shift, and is a major challenge to overcome for MaaS. Based on the survey results, the type of household and number of household members are not essential when considering the MaaS potential. Instead, other issues influence the interestedness towards MaaS services. However, the survey was directed to individuals, and the situations, where MaaS services could fulfil the mobility needs of the entire household, were not considered.

In Finland, there is a clear difference in the number of cars in use in households of different sizes. Almost half of the one-person households have not a car in use, whereas over half of four+-person households have more than one car in use

(Statistics Finland 2012). Considering this from MaaS point of view, there is clear potential related to the households not owning a car. The challenge is to make the MaaS scheme tempting for the households with one or more cars. For multicar-households, MaaS can offer the possibility to give up car ownership, and even if not totally, mobility services could replace the second or third car. The survey results indicate that people in households without a car are considerably more often interested in MaaS services compared to people in households with a car. We also found that the respondents living in households with one car are more often interested in adopting MaaS services compared to respondents in households with two or more cars. In the survey, MaaS was considered as the primary transport option and as the alternative to passenger car. If the MaaS service would have been considered as a secondary mobility option, replacing the possible second car in the household, the results would have probably been different.

In addition to positive outcomes from transport policy point of view, MaaS could also lead to a mode-shift away from public transport and increasing number of journeys (Transport Systems Catapult 2016). If MaaS offers improved individual mobility, this could mean more traffic and eventually more congestion (Rantasila 2016). People could e.g. replace conventional timetabled public transport with flexible car-sharing services during the peak hours (Henscher 2017).

Based on the survey results, the respondents who use public transport are more interested in adopting MaaS services. Additionally, the respondents, who currently drove less, were more interested in MaaS services. These results indicate that MaaS may increase traffic and may lead to a shift towards car-oriented mobility, if MaaS offerings include e.g. shared cars and taxi services. In this case, the share of sustainable modes, i.e. walking, cycling, and public transport, may decrease as trips are done more often by car. The current public transport users as well as the ones, who currently travel less by car, live mostly in urban areas. Therefore, the increasing traffic may lead to notable problems e.g. due to congestion in cities.

THE RELIABILITY OF THE RESULTS

This study is based on findings from previous research and analysing the results of an original survey on the potential user groups of MaaS. The survey with a large sample size of 6,000, was carried out as a postal questionnaire with the option for the respondent to answer on the internet. The response rate of the survey was rather low, 19.6%. Compared to a somewhat similar, recent Finnish survey on the attitudes towards automated vehicles, we can find the response rate to be nearly the same, as the percentage in that study (Liljamo et al. 2018) was 20.4%. Low response rate makes it possible that the respondents do not present the actual view

of the whole population. The low response rate can be partly a result of people not being interested in the topic, and the ones responding may then be more interested than people in general.

Generally, older generations had a higher response rate compared to younger generations, and women compared to men. We found that these groups, which were more active to respond to the survey, were less interested in adopting MaaS. It can be speculated that if we had had more men or young to respond to the survey, and a higher response rate among these respondent groups, would the results have been different.

In the survey, we tried to be as clear as possible with the questions and statements. Still, it can be that the respondents have had difficulties to comprehend some of the issues in the questionnaire as most respondents were not that familiar with integrated mobility services. Additionally, some might have experienced it to be difficult to answer the hypothetical questions, e.g. if there is service available that can fulfil all mobility needs, and with a competitive price, is there a need or will for car ownership. We found that about 30% of the respondents chose “I do not know” to survey’s question 7, which might be a result of experienced difficulties. In the survey feedback, the questionnaire was mostly considered explicit, but some questions were found difficult to answer. The greatest concern of the respondents was related to the feasibility of MaaS in rural context, and some of the rural respondents found the survey somewhat irrelevant. The difficulties in grasping the issues of the survey may also have an influence on the low response rate.

Related to the validity of the study, we next discuss the connections between the research questions and the questions in the survey. Three research questions presented in this chapter were 1) what is the interest towards MaaS among ordinary people, 2) which are the most potential user groups of MaaS, and 3) how do current trends in demographics and mobility affect the potential of MaaS. The first and second research question is mostly approached through analysing responses to the survey’s questions 7 and 11c. Of these question 7 (would the respondent adopt the mobility package at a price the respondent was asked to define) was focusing merely on the willingness to adopt MaaS, whereas question 11c questioned the need and will to own a private car if there was a competitive mobility package available. It’s noteworthy that both these survey questions were hypothetical and presented assumptions of a high quality and price competitive MaaS solution, which might be difficult to realise in real life setting (in question 7 the mobility package is stated to able to fulfil all transport needs, and in question 11c the mobility package has additionally markedly lower annual costs compared to private car). The research question 3 was approached in section 5 by discussing the findings related to the survey in connection with previous studies and data related to Finnish demographics and mobility.

Related to reliability, the statistical significance of survey results was analysed. Even though the response rate was rather low, the differences between the analysed user groups were usually statistically significant or very significant. As the response rate and the number of responses in different groups was relatively low (e.g. 50 responses from 18-24-year-old males), we chose to analyse the findings related to different background information separately (not e.g. analysing specific age groups in densely-populated areas or related to educational level).

As there is currently only a small number of previous studies, and especially research published in peer-reviewed scientific journals, on potential user groups of MaaS that are based on end-user surveys, a direct comparison cannot be made between previous studies and the results of this study. However, there are some MaaS-related reports presenting survey results. In the survey by ITS Australia (2018), same groups (young, men, highly educated, urban dwellers, using public transport more often) were identified as the most potential MaaS users. The Finnish survey by Solita (2017) found similar low recognition of MaaS concept among the respondents, as well as similar level of willingness to pay. The reliability of this paper is also supported by the findings from MaaS-London project (Kamargianni et al. 2018), in which especially the young have been identified as potential utiliser of MaaS. Also, some of the services which are expected to be bundled to MaaS offering, e.g. car-sharing, are found to attract especially young and highly educated people (Becker et al. 2017a, 2017b), which again highlight these groups as especially potential user groups.

CONCLUSION

MaaS is still a new concept, and to ordinary people MaaS as a term and concept remains to be generally unknown. In Finland, 20.4% of the survey respondents in April - June 2018 had heard or read about Mobility as a Service before the survey. This is about 4 percentage points higher than in the survey by Solita (2017) a year earlier in Finland. This low awareness of MaaS is notable and may also affect the results as higher awareness of MaaS could lead to better recognition of MaaS potential. In the design of survey, it was recognised the MaaS is a new concept and likely unfamiliar to most respondents and therefore the survey questions were formulated in a way that the respondents could answer without prior knowledge about MaaS.

MaaS has potential to change the mobility practices of people. The potential varies anyhow in different geographical areas and for different population groups. To be able to assess and address the potential and challenges of MaaS it is important to recognise the differences between user groups. In this paper, we found many differences in the interest towards MaaS adoption. We found that particularly the

ones who currently use public transport, live in households without a car, are aged 25-34, and are highly educated were more interested to adopt MaaS services. We also found that people living in urban areas and in apartment houses indicated a higher interest towards MaaS adoption. In general, we found that MaaS has the greatest potential on urban areas and the younger people are especially interesting from MaaS point of view. Based on the results, the MaaS offerings can be targeted to the areas and user groups with the greatest potential. This is especially recommended for commercial MaaS operators who seek to gather enough users to operate a commercially successful MaaS scheme. For authorities, this means that if they want to support MaaS, most support is needed outside these areas with highest potential. The interests of business and authorities can also be aligned especially in urban areas, where public transport could attract more users when being offered also as a part of a MaaS scheme.

For all stakeholders, it is recommended to invest in making MaaS a concept which would be generally recognised. Even if the term MaaS would not become familiar to average Joe, people should be aware of systems, which integrate mobility services and offer an option for private car ownership and use. Additionally for MaaS operators, this study highlights that the MaaS offerings should be reasonably priced as people in the survey were generally willing to pay on average 139 euros a month for a mobility package, which would fulfil all mobility needs. For authorities, if they see MaaS as a sensible medium for more sustainable transport, it should be considered to increase the costs related to car ownership and use in order to make MaaS a more tempting option especially for those, who currently use car to a high degree.

Even though this chapter draws especially on the findings from a Finnish survey, we can note that the potential user groups are similar to those found in other countries, e.g. Australia. In future research, it would be interesting to undertake comparisons between countries, and to analyse, e.g., to which extent the people in general are interested in MaaS and especially what type of MaaS offerings are of interest to different users, e.g. what are the mobility services people want to include in the mobility package. In addition to focusing on the individual user's point of view, also the household perspective of MaaS should be addressed, e.g. by a MaaS survey focusing on the mobility needs of entire households, including children, too. Also, the MaaS potential among senior citizens should be studied in future.

There are also many other important MaaS related issues, which require further research. Since there is not much data of current MaaS users available as MaaS services have just recently been launched and the companies providing MaaS services have not openly shared the data, the research in this chapter is based on alternative sources. In future, if the data of current users can be used for research, it should be studied whether the identified user groups match results of this study. The

findings from different MaaS pilots and commercial schemes are very interesting as these may be combined to reveal on the potential user groups (e.g., who are using the services, how are the services used) and the potential of MaaS overall. Additionally, specific user groups such as the elderly, who were not surveyed in this study, or people in living rural areas should be studied more precisely in the future. It should be also studied, how people without smartphones or with lacking skills to use mobile applications could benefit from MaaS. Finally, the willingness to adopt MaaS services, e.g. willingness to pay for different types of services and in different user groups, is of great research interest.

REFERENCES

- ITS Australia. (2018). *Mobility as a Service in Australia. Customer insights and opportunities*. Author.
- Becker, H., Ciari, F., & Axhausen, K. W. (2017a). Comparing car-sharing schemes in Switzerland: User groups and usage patterns. *Transportation Research Part A, Policy and Practice*, 97, 17–29. doi:10.1016/j.tra.2017.01.004
- Becker, H., Loder, A., Schmid, B., & Axhausen, K. W. (2017b). Modeling car-sharing membership as a mobility tool: A multivariate Probit approach with latent variables. *Travel Behaviour and Society*, 8, 26–36. doi:10.1016/j.tbs.2017.04.006
- El Zarwi, F., Vij, A., & Walker, J. L. (2017). A discrete choice framework for modeling and forecasting the adoption and diffusion of new transportation services. *Transportation Research Part C, Emerging Technologies*, 79, 207–223. doi:10.1016/j.trc.2017.03.004
- European Commission. (2014). Population ageing in Europe – Facts, implications and policies. Author.
- European Commission. (2017). Special Eurobarometer 460, Attitudes towards the impact of digitisation and automation on daily life. Author.
- Finland's Environmental Administration. (2017). *Urban-rural classification*. Available at http://www.ymparisto.fi/en-US/Living_environment_and_planning/Community_structure/Information_about_the_community_structure/Urbanrural_classification
- Finnish Transport Agency. (2018). *Finnish National Travel Survey*. Retrieved from <https://www.liikennevirasto.fi/web/en/statistics/national-travel-survey>

- Giesecke, R., Surakka, T., & Hakonen, M. (2016). Conceptualising Mobility as a Service. *2016 11th International Conference on Ecological Vehicles and Renewable Energies*.
- Heikkilä, S. (2014). Reorganization of the mobility service provision - Public governance as a contributor. *2014 21st World Congress on Intelligent Transport Systems*.
- Hensher, D. A. (2017). Future bus transport contracts under a mobility as a service (MaaS) regime in the digital age: Are they likely to change? *Transportation Research Part A, Policy and Practice*, 98, 86–96. doi:10.1016/j.tra.2017.02.006
- Kamargianni, M., Matyas, M., Weibo, L., & Schäfer, A. (2015). *Feasibility study for “Mobility as a Service” concept in London*. UCL Energy Institute & Department for Transport.
- Kamargianni, M., Matyas, M., Li, W., & Muscat, J. (2018). *Londoners’ attitudes towards car-ownership and Mobility-as-a-Service: Impact assessment and opportunities that lie ahead*. MaaS Lab – UCL Energy Institute Report.
- Karlsson, I. C. M., Sochor, J., & Strömberg, H. (2016). Developing the ‘Service’ in Mobility as a Service: Experiences from a field trial of an innovative travel brokerage. *Transportation Research Procedia*, 14, 3265–3273. doi:10.1016/j.trpro.2016.05.273
- Klinger, T., Kenworthy, J. R., & Lanzendorf, M. (2013). Dimensions of urban mobility cultures – a comparison of German cities. *Journal of Transport Geography*, 31, 18–29. doi:10.1016/j.jtrangeo.2013.05.002
- König, D., Eckhardt, J., Aapaoja, A., Sochor, J. & Karlsson, M. (2016). *Deliverable 3: Business and operator models for MaaS*. MAASiFiE project funded by CEDR.
- Li, Y., & Voegelé, T. (2017). Mobility as a Service (MaaS): Challenges of Implementation and Policy Required. *Journal of Transportation Technologies*, 7(02), 95–106. doi:10.4236/jtts.2017.72007
- Liljamo, T., Liimatainen, H., & Pöllänen, M. (2018). Attitudes and concerns on automated vehicles. *Transportation Research Part F*, 59(A), 24–44.
- Löytty, M. (2014). *18–20-vuotiaat nuoret henkilöauton kuljettajina* (in Finnish). Trafi Publications 2/2014.
- Matyas, M., & Kamargianni, M. (2017). A stated preference experiments for mobility-as-a-service plans. *5th IEEE International Conference on Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems*. 10.1109/MTITS.2017.8005610

Potential User Groups of Mobility as a Service in Finland

Pastinen, V. (2018). *Matkaketjut ja liikkuminen palveluna. Henkilöliikennetutkimus 2016. Faktakortta – laadittu helmikuussa 2018* [Travel chains and mobility as a service. National travel survey 2016. Fact card - February 2018]. Available at <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Faktakortti-HLT2016-MaaS.pdf>

Ramboll. (2019). *Whimpact. Insights from the world's first Mobility-as-a-Service (MaaS) system*. Available at https://ramboll.com/-/media/files/rfi/publications/Ramboll_whimpact-2019

Rantasila, K. (2016). The impact of Mobility as a Service concept to land use in Finnish context. *International Conference on Sustainable Mobility Applications, Renewables and Technology (SMART)*.

Solita. (2017). *Suomalaiset janoavat uusia liikennepalveluita* (in Finnish). Available at <https://www.solita.fi/blogit/suomalaiset-janoavat-uusia-liikennepalveluita/>

Statistics Finland. (2017a). *Population density by area 1.1.2017. Statistics Finland's PX-Web databases*. Retrieved from <http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/en/StatFin/>

Statistics Finland. (2017b). *Population projection 2015 according to age and sex 2015 - 2065, whole country. Statistics Finland's PX-Web databases*. Retrieved from <http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/en/StatFin/>

Statistics Finland. (2017c). *Population 31 Dec by Area, Urban-rural classification, Sex, Age and Year. Statistics Finland's PX-Web databases*. Retrieved from <http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/en/StatFin/>

Statistics Finland. (2017d). *Population by sex and area 31.12.2016 and increase of population. Statistics Finland's PX-Web databases*. Retrieved from <http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/en/StatFin/>

Statistics Finland. (2018). *Preliminary data on vital statistics by month of occurrence 2018*. Available at: https://www.stat.fi/til/vamuu/2018/08/vamuu_2018_08_2018-09-25_tau_001_en.html

Statistics Finland. (2012). *Kotitalouksien jätteiden kierrättäminen on lisääntynyt* (in Finnish). Available at http://www.stat.fi/til/ktutk/2012/ktutk_2012_2012-11-05_tie_001_fi.html

Statistics Finland. (2015). *Population projection 2015 according to age and sex in 2015 to 2065, Statistics Finland's PX-Web database*. Available at http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/en/StatFin/StatFin__vrm__vaenn/statfin_vaenn_pxt_001.px/?rxid=b389490b-3693-4f46-95f2-3186ea600029

Statistics Finland. (2016a). *PAAVO – Open data by postal code area, Statistics Finland's PX-Web database*. Available at https://www.stat.fi/tup/paavo/index_en.html

Statistics Finland. (2016b). *Share of households with cars has stabilised, number of pet owners is increasing*. Available at http://www.stat.fi/til/ktutk/2016/ktutk_2016_2016-11-03_tie_001_en.html

Strömberg, H., Rexfelt, O., Karlsson, I. C. M., & Sochor, J. (2016). Trying on change - Trialability as a change moderator for sustainable travel behavior. *Travel Behaviour and Society*, 4, 60–68. doi:10.1016/j.tbs.2016.01.002

Taanila, A. (2017). *Kirjoituksia Aki Taanilan kvantitatiivisesta menetelmäpajasta – 6 Ristiintaulukointi ja Khiin neliö –testi* (in Finnish). Available at <https://tilastoapu.wordpress.com/2011/10/14/6-ristiintaulukointi-ja-khiin-nelio-testi/>

Tekes. (2017). *MaaS toimii jo kolmessa kaupungissa ja Ylläksellä* (in Finnish). Available at <https://www.tekes.fi/nyt/uutiset-2017/maas-toimii-jo-kolmessa-kaupungissa-ja-yllaksella/>

Tertoolen, G., van Kreveld, D., & Verstraten, B. (1998). Psychological resistance against attempts to reduce private car use. *Transportation Research Part A, Policy and Practice*, 32(3), 171–181. doi:10.1016/S0965-8564(97)00006-2

Transport Systems Catapult. (2016). *Mobility as a Service. Exploring the opportunity for mobility as a service in the UK*. Author.

APPENDIX A: QUESTIONNAIRE

Figure 1.

PART I

1. Have you ever heard or read about the concept of MaaS (Mobility as a Service)?

Yes No

2. What are your views on the following mobility pricing options?

a) **Package pricing:** a fixed monthly fee is paid for mobility. Mobility package can include for example unlimited local public transport and a certain amount of taxi rides or use of a rental car.

Very positive Somewhat positive Neutral Somewhat negative Very negative

b) **Current form mixed pricing:** both fixed fees and taxes (e.g. vehicle insurance and vehicle tax) and fees based on use (e.g. fuels and single tickets in public transport)

Very positive Somewhat positive Neutral Somewhat negative Very negative

c) **Usage based travel or kilometer-based pricing:** fee is solely based on the amount of use of mobility service or private car

Very positive Somewhat positive Neutral Somewhat negative Very negative

3. What do you think of the following statements?

	Strongly agree	Somewhat agree	Neither agree nor disagree	Somewhat disagree	Strongly disagree
It should be possible to combine all mobility services and use them with single ticket and application (e.g. taxi, train and bus with the same ticket).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I would like to have all costs of my travelling to be included in a single monthly payment.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I think that the cost of my mobility is currently low enough so I can fulfil my daily mobility needs.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I think that it is difficult or cumbersome to use public transport (including long-distance public transport)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I think that personal space, time and peace in private car are important criteria for me when choosing the mode of transport.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I think that I can fulfil my daily mobility needs by using other modes of transport than private car.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Transport transformation from using private cars towards mobility services would be a desirable trend.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figure 2.

PART II

4. How interested would you be in the following mobility services if they were available for use in your daily life or on holiday/business trips?

<p>Shared taxi Works like a conventional taxi, but there may also be strangers as passengers so travel time can be slightly longer but the cost of travel is reduced</p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> Very interested <input type="checkbox"/> Somewhat interested <input type="checkbox"/> Not at all interested </p>	<p>Shared car Shared cars would be available nearby to be booked and claimed with a mobile device. The cost would be approximately 1 € / km</p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> Very interested <input type="checkbox"/> Somewhat interested <input type="checkbox"/> Not at all interested </p>
---	--

5. Which of the following describes the best your current mobility habits and mobility costs? Choose one option for each row that best describes your current mobility habits. In the parenthesis is the estimate of average monthly cost of each option (see the cover letter for more instructions).

Owning a car (incl. taxes, insurances, decrease in value, parking)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	No car (0 €/mo.)	Car, value less than 10 000 € (150 €/mo.)	Car, value 10 000 – 25 000 € (300 €/mo.)	Car, value more than 25 000 € (450 €/mo.)
Use of a car as a driver or passenger (incl. fuel, maintenance, tires, washes etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	No usage (0 €/mo.)	Less than 10 000 km per year (50 €/mo.)	10 000 – 25 000 km per year (150 €/mo.)	Over 25 000 km per year (300 €/mo.)
Use of local public transport	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	No usage (0 €/mo.)	Low usage (10 €/mo.)	Weekly usage (30 €/mo.)	Almost daily usage (50 €/mo.)
Use of long-distance public transport	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	No usage (0 €/mo.)	Usage a few times a year (20 €/mo.)	Monthly usage (50 €/mo.)	Weekly usage (100 €/mo.)
Use of other mobility services (taxi, rental car)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	No usage (0 €/mo.)	Usage a few times a year (20 €/mo.)	Monthly usage (50 €/mo.)	Weekly usage (100 €/mo.)

6. Using the table above, you can calculate an estimate of the monthly cost of your mobility. Do you think that this sum corresponds to the real costs of your mobility?

- Yes
 No, the real costs of my mobility are approximately _____ euros per month.
 I do not know much money I use for my mobility

7. Assume that a suitable mobility package could cover all your mobility needs. What price should the mobility package have so that you would buy it?

The mobility package would include e.g. public transport, taxi and shared or rented cars.

- _____ euros per month
- I do not know
 I would not adopt the package

Potential User Groups of Mobility as a Service in Finland

Figure 3.

PART III					
8. Assume that you would buy a mobility package and you would not own a car at all. How much would you use the following mobility services? Choose one option for each row!					
Shared or rented car	<input type="checkbox"/> Over 15 d/mo. (over 20 000 km per year)	<input type="checkbox"/> Approx. 10 d/mo. (10 000–20 000 km per year)	<input type="checkbox"/> Approx. 5 d/mo. (5 000–10 000 km per year)	<input type="checkbox"/> Less than 2 d/mo. (less than 5 000 km per year)	
Use of local public transport	<input type="checkbox"/> Usage almost daily	<input type="checkbox"/> Weekly usage	<input type="checkbox"/> Monthly usage	<input type="checkbox"/> Usage a few times a year	
Use of long-distance public transport	<input type="checkbox"/> Usage almost daily	<input type="checkbox"/> Weekly usage	<input type="checkbox"/> Monthly usage	<input type="checkbox"/> Usage a few times a year	
Use of other mobility services (e.g. taxi, city bikes)	<input type="checkbox"/> Usage almost daily	<input type="checkbox"/> Weekly usage	<input type="checkbox"/> Monthly usage	<input type="checkbox"/> Usage a few times a year	
9. Would you travel more often or longer trips, if					
a) The mobility costs were cheaper than currently?				<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No
b) You had a fixed price monthly package that included an unlimited number of trips?				<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No
<i>The national energy and climate strategy of Finland aims to promote mobility services so that travelling alone by a car reduces and the growth of car traffic in urban areas stops despite population growth.</i>					
10. What do you think of the following statements regarding the climate strategy?	Strongly agree	Somewhat agree	Neither agree nor disagree	Somewhat disagree	Strongly disagree
Private car traffic should be limited to reduce emissions	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Public transport should be funded more with tax revenues to decrease headways	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Transport investments should be allocated more to the construction of railways and tramways instead of road and street construction	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
The obligation of building parking spaces should be waived when building new apartments	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In city centres, there should be more pedestrian and public transport streets and limited private car traffic.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Shared cars should be exempt from car taxes and parking fees	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Congestion charges should be implemented in the metropolitan area	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
The amount of the tax deductibility of commuting should be same for all mode of transport	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figure 4.

PART IV

11. Would you want or need to own a private car, if

- a) Public transport connections were good enough to fulfil your daily mobility needs ?
 Yes No
- b) Rental or shared car were always available within 500 meters and the annual cost of using it was less than the annual cost of an own car?
 Yes No
- c) The annual cost of the mobility service (incl. e.g. public transport, shared taxis and shared cars) was significantly lower than your own car and you could fulfil all your mobility needs with it.
 Yes No

Background information and open feedback

12. How old are you?

_____ years

13. What is your gender?

Woman Man Other

14. Do you have a driver's license?

Yes No

15. How many people are in your household, yourself included?

_____ person(s)

16. What kind of house do you live in?

Apartment house Row house
 Detached house Other

17. Do you have any permanent injuries or illnesses that affect your driving?

Yes No

18. What is your household gross income per month?

Less than 2 000 € 4 000–6 000 €
 2 000–4 000 € Over 6 000 €

19. How many cars do you have in your household?

_____ car(s)

20. Have you registered for one of the following mobility services: Whim, Kyyti, Kätevä Seinäjoki, DriveNow tai OP Kulku? (MaaS operators in Finland)

Yes No

21. What is your highest level of education you have graduated or studying at the moment?

Primary school High school
 Bachelor's degree Master's degree

22. Open feedback regarding mobility services

23. Open feedback regarding this survey

THANK YOU FOR THE PARTICIPATION!

APPENDIX B” RESULT TABLES

Question 7: Assume that a suitable mobility package could cover all your mobility needs. What price should the mobility package have so that you would buy it?

Table 3. Question 7 cross tabulated with cars in a household (N=1,155, Chi-Square $p<0.001$)

	0 (N=184)	1 (N=504)	2 (N=378)	3 (N=64)	4 or More (N=25)
Could buy	58.2%	43.7%	37.6%	35.9%	24.0%
Can not say	29.9%	31.0%	33.9%	26.6%	20.0%
Would not buy	12.0%	25.4%	28.6%	37.5%	56.0%

Table 4. Question 7 cross tabulated with age group (N=1,171, Chi-Square $p<0.001$)

	18-24 (N=109)	25-34 (N=225)	35-44 (N=224)	45-54 (N=244)	55-64 (N=369)
Could buy	45.9%	55.1%	46.9%	43.9%	32.8%
Can not say	33.0%	27.6%	29.5%	25.4%	37.7%
Would not buy	21.1%	17.3%	23.7%	30.7%	29.5%

Table 5. Question 7 cross tabulated with level of education (N=1,167, Chi-Square $p=0.001$)

	Primary School (N=80)	High School (N=377)	Bachelor’s Degree (N=444)	Master’s or PhD Degree (N=266)
Could buy	26.3%	39.5%	44.4%	52.6%
Can not say	37.5%	34.5%	30.6%	25.9%
Would not buy	36.3%	26.0%	25.0%	21.4%

Potential User Groups of Mobility as a Service in Finland

Table 6. Question 7 cross tabulated with place of residence in (N=1,171, Chi-Square $p=0.119$)

	Densely Populated Urban Area (N=592)	Sparsely Populated Urban Area (N=368)	Sparsely Populated Area (N=211)
Could buy	47.0%	39.4%	39.8%
Can not say	30.1%	32.1%	32.7%
Would not buy	23.0%	28.5%	27.5%

Table 7. Question 7 cross tabulated with type of the house (N=1,167, Chi-Square $p<0.001$)

	Apartment House (N=409)	Row House (N=192)	Detached House (N=557)
Could buy	49.4%	42.7%	39.5%
Can not say	32.8%	31.3%	29.8%
Would not buy	17.8%	26.0%	30.7%

Table 8. Question 7 cross tabulated with use of a car as a driver or passenger per year (N=1,167, Chi-Square $p<0.001$)

	No Usage (N=117)	Less Than 10,000 km (N=398)	10,000–25,000 km (N=467)	Over 25,000 km (N=185)
Could buy	47.0%	50.0%	37.5%	40.5%
Can not say	39.3%	30.7%	33.4%	22.7%
Would not buy	13.7%	19.3%	29.1%	36.8%

Table 9. Question 7 cross tabulated with use of local public transport (N=1,168, Chi-Square $p<0.001$)

	No Usage (N=519)	Low Usage (N=394)	Weekly Usage (N=121)	Almost Daily (N=134)
Could buy	36.4%	43.4%	50.4%	64.2%
Can not say	28.5%	36.0%	33.1%	25.4%
Would not buy	35.1%	20.6%	16.5%	10.4%

Potential User Groups of Mobility as a Service in Finland

Table 10. Question 7 cross tabulated with use of long-distance public transport (N=1,168, Chi-Square $p < 0.001$)

	No usage (N=472)	Usage a Few Times a Year (N=574)	Monthly Use (N=88)	Weekly Use (N=34)
Could buy	32.2%	47.0%	67.0%	76.5%
Can not say	32.8%	33.1%	19.3%	5.9%
Would not buy	35.0%	19.9%	13.6%	17.6%

Table 11. Question 7 cross tabulated with heard or read about concept of MaaS before (N=1,166, Chi-Square $p < 0.001$)

	Yes (N=241)	No (N=925)
Could buy	52.7%	41.0%
Can not say	18.7%	34.2%
Would not buy	28.6%	24.9%

Question 11c: Would you want or need to own a private car, if the annual cost of the mobility service (incl. e.g. public transport, shared taxis and shared cars) was significantly lower than your own car and you could fulfil all your mobility needs with it.

Table 12. Question 11c cross tabulated with cars in a household (N=1,151, Chi-Square $p < 0.001$)

	0 (N=185)	1 (N=503)	2 (N=376)	3 (N=63)	4 or More (N=24)
Yes	23.2%	40.4%	50.5%	49.2%	75.0%
No	76.8%	59.6%	49.5%	50.8%	25.0%

Potential User Groups of Mobility as a Service in Finland

Table 13. Question 11c cross tabulated with use of car as a driver or passenger per year (N=1,163, Chi-Square $p<0.001$)

	No usage (N=117)	Less Than 10,000 km (N=397)	10,000–25,000 km (N=465)	Over 25,000 km (N=184)
Yes	20.5%	35.3%	50.1%	50.0%
No	79.5%	64.7%	49.9%	50.0%

Table 14. Question 11c cross tabulated with place of residence in (N=1,167, Chi-Square $p=0.004$)

	Densely Populated Urban Area (N=590)	Sparsely Populated Urban Area (N=366)	Sparsely Populated Area (N=211)
Yes	38.1%	43.2%	51.2%
No	61.9%	56.8%	48.8%

Table 15. Question 11c cross tabulated with type of the house (N=1,163, Chi-Square $p<0.001$)

	Apartment House (N=409)	Row House (N=191)	Detached House (N=554)
Yes	32.3%	41.9%	49.1%
No	67.7%	58.1%	50.9%

Table 16. Question 11c cross tabulated with age group (N=1,167, Chi-Square $p<0.001$)

	18-24 (N=108)	25-34 (N=222)	35-44 (N=223)	45-54 (N=245)	55-64 (N=369)
Yes	35.2%	29.7%	39.0%	47.3%	50.1%
No	64.8%	70.3%	61.0%	52.7%	49.9%

Potential User Groups of Mobility as a Service in Finland

Table 17. Question 11c cross tabulated with level of education (N=1,163, Chi-Square $p<0.001$)

	Primary School (N=80)	High School (N=374)	Bachelor's Degree (N=444)	Master's or PhD Degree (N=266)
Yes	53.8%	47.3%	43.0%	29.1%
No	46.3%	52.7%	57.0%	70.9%

Table 18. Question 11c cross tabulated with gender (N=1,168, Chi-Square $p<0.001$)

	Woman (N=630)	Man (N=539)
Yes	34.6%	51.0%
No	65.4%	49.0%

Table 19. Question 11c cross tabulated with use of local public transport (N=1,164, Chi-Square $p<0.001$)

	No Usage (N=517)	Low Usage (N=393)	Weekly Usage (N=121)	Almost Daily (N=133)
Yes	52.4%	41.2%	22.3%	22.6%
No	47.6%	58.8%	77.7%	77.4%

Table 20. Question 11c cross tabulated with use of long-distance public transport (N=1,164, Chi-Square $p<0.001$)

	No Usage (N=471)	Usage a Few Times a Year (N=571)	Monthly Use (N=88)	Weekly Use (N=34)
Yes	52.4%	37.1%	28.4%	17.6%
No	47.6%	62.9%	71.6%	82.4%

JULKAISU III

The possible effects of automated vehicles on the modal share of private cars and public transport

Timo Liljamo, Heikki Liimatainen, Markus Pöllänen

Proceedings of 8th Transport Research Arena TRA 2020, conference track

Artikkeleiden käyttöön väitöskirjan osana on saatu kustantajan lupa



Proceedings of 8th Transport Research Arena TRA 2020, April 27-30, 2020, Helsinki, Finland

The possible effects of automated vehicles on the modal share of private cars and public transport

Abstract

There have been some studies into the effects of automated vehicles (AV) on modal shares, but their results seem to conflict. The purpose of this study is to increase understanding about the possible impacts of AVs on future modal shares. The study presents results from an extensive citizen survey (N=2,036), which was conducted using stated preference method. Based on the results, it can be expected that AVs will impact the modal split in varying ways in different areas. The modal share of public transport is likely to increase along strong trunk routes, while elsewhere the share of passenger cars is expected to grow. The results also suggest that AVs could bring about significant demand for shared taxis and on-demand public transport. Some differences were also found between different user groups in terms of response distribution and the interest in using various modes of transport.

Keywords: automated vehicle; autonomous vehicle; survey; modal share; modal split

1. Introduction

Several car manufacturers have stated their intention of introducing highly automated vehicles to the market in the 2020s (Techworld 2019). Similarly, many countries have permitted the testing and use of AVs on the road network, under certain restrictions (FT 2017; NCSL 2018). The scientific community, too, has recognised the potential AV-induced shift in the transport system with an increase in studies on the effects of AVs on the transport system in recent years (see e.g. Cavoli et al. 2017; Milakis et al. 2017; Fraedrich et al. 2018). One of the research topics is the impact of AVs on future modal shares, where some relevant research has been conducted (e.g. Alessandrini et al. 2014; Gruel & Stanford 2015; Heilig et al. 2016; Kröger et al. 2016), but the results seem to be somewhat conflicting. Therefore, the purpose of this study is to increase understanding of the possible impacts of AVs on the future modal shares.

1.1. *Effects of AVs on the modal split*

The effects of AVs on the modal split depend on what their role will be and how they will ultimately be used. In the relevant scientific literature, there has been some discussion of these effects. Primarily, the studies are based on various simulations and specialist methods. Particularly in a scenario where AVs are owned and used as conventional cars currently are, the modal share of AVs is expected to increase. However, in scenarios where AVs are used for shared transport and possibly to complement public transport, the impact on the modal split may, in fact, be inverse (Cavoli et al. 2017).

According to Sessa et al. (2016) the majority of experts in a workshop believed that the modal share of passenger cars will increase in urban areas by roughly 10–30%, whereas the use of public transport is anticipated to decrease by the same amount. In rural areas where the modal share of public transport is low to start with, the changes are expected to be minor. The change in the modal split was estimated to be due to the improvement of comfort and the increasing demand for passenger car transport among young people, senior citizens and people with health issues. (Sessa et al. 2016)

However, some of the experts involved questioned the decrease in the modal share of public transport in the absence of any certainty with regard to cost levels. If the use of a passenger car is significantly more expensive than public transport, the modal share of the latter may even increase. AVs will increase the cost efficiency of public transport, which will enable a significant improvement in the service level. In addition to this, AVs provide a solution to the last mile issue of public transport, which may increase the modal share of public transport. (Sessa et al. 2016)

In most studies, AVs are expected to increase the modal share of passenger cars while decreasing the share of public transport, in particular. In their study, Kröger et al. (2016) modelled the impacts of privately-owned cars at automation levels 4 and 5 (SAE 2016, Standard J3016) on the numbers of trips using different modes of travel in Germany and the United States. AVs are anticipated to result in the largest decreases in the modal shares of public transport and cycling, whereas the changes in terms of walking are expected to be smaller. Davidson and Spinoulas (2016) arrived at the same conclusion in their simulations: In all likelihood, AVs will increase the modal share of passenger cars and reduce the share of walking, cycling and public transport. However, costs play an important role in this change. If the cost level is high, it is also possible for the modal split to become more weighted towards walking, cycling and public transport. Gruel and Stanford (2015) have considered the impacts of AVs in a variety of scenarios. The problem with regard to modal shares was found to be the increasing focus on passenger cars due to the appeal of AVs. However, in the shared use scenario, the costs of passenger car transport are easier to discern, which may increase the appeal of public transport because of its affordability.

Alessandrini et al. (2014) placed a particular focus on the potential of AVs as a supplementary mode of travel to public transport, which could even increase the modal share of public transport and decrease the share of passenger cars. Heilig et al. (2016) simulated the impacts of AVs on the modal split in Stuttgart, Germany. The study indicates that replacing privately-owned passenger cars with shared AVs would reduce the modal share of passenger cars in relation to other modes of transport. There are also many other studies that give due consideration to the fact that AVs may complement public transport and increase its modal share (Cavoli et al. 2017).

Literature on the topic has also postulated that AVs may increase passenger and vehicle kilometres as a result of the increased appeal and availability of car travel (Davidson & Spinoulas 2016; Sessa et al. 2015; Truong et al. 2017). In the event that AVs generate more passenger car kilometres, this would directly increase the modal share of car travel.

1.2. The aim of this study

The impact of AVs on the modal split would appear to be a rather conflicted topic since it is currently impossible to predict many of the key influencing factors with certainty. These factors include changes in car ownership and behavioural models, the functionality and coverage of transport services, total cost impacts for various modes of transport, varying allocation of costs (based on kilometres, for example), changes in urban structure and planning, and decisions related to transport policy. Earlier studies on the effects of AVs on the modal split have included many assumptions and scenarios on the reception and possible use of AVs among the populace. However, the studies have not considered the preferences indicated by the users.

Many surveys have been conducted to determine people's attitudes towards and interest in using AVs. There has not been a study on the effects of AVs on the modal split through a sample representing the entire population, with due consideration to people's interest in using various modes of transport (Gkartzonikas & Gkritza 2019). The aim of this study is to fill the gap regarding user views on AVs and the shift they enable with regard to modal shares. The aim of the study will be reached by answering the following questions:

- 1) How can AVs impact the modal share of private cars and public transport?
- 2) How do choices of transport modes differ between user groups as a result of AVs?
- 3) What is the interest of people towards different forms of AV use (personal car, car sharing, ride sharing)?

2. Data and methods

In 2017, a survey was conducted in Finland on the attitudes of 18–64-year old Finns towards automated vehicles and the effects of these vehicles on how people move from one place to another. The survey was mainly conducted by using the SP method (stated preference), i.e. by utilising hypothetical options. The survey mapped the respondents' background information, such as age, gender and whether they had a driving licence, to help categorise the respondents. The other questions consisted of multiple choice and option ranking. An English translation of the questionnaire can be found in Appendix A.

In this study, the research questions is answered by examining the responses to survey questions 5, 8 and 9, which were ranking tasks implemented with the SP method. The SP method aims to build fictional choice scenarios that are as true-to-life as possible. Usually, the attributes and underlying assumptions stay the same, but there is variation in the attribute levels applied. In this way, the results can be analysed by means of a logit model and utility functions to reveal the effect of the attribute levels on the multiple choice question (Baidoo & Nyarko, 2015).

In this study, however, we decided to take a different approach to the SP method. The aim was to formulate the scenarios of choosing between AVs, traditional passenger cars and public transport to be as true-to-life as possible, with variation in the background information and available modes of transport but no variability with regard to the values used. This enabled more detailed examination of the appeal of AVs and their impact on the modal split.

The sample group for the survey was randomly selected from the national population register by age and gender group in proportion to the population's age and gender distribution. The base set of the sample consisted of Finnish citizens 18–64 years of age. The size of the base set was 3,271,630 people, based on the population projection of 2017 (Statistics Finland 2015). The sampling fraction was 0.3%, and the size of the sample was 10,000 people.

The survey was taken by 2,036 respondents, 995 of whom were male and 1,041 female. The response rate by age group increased steadily, meaning that the response rate among the 18–24-year-olds was approximately 13% and among the 55–64-year-olds approximately 29%. Sample, the number of respondents and the response rate, grouped by age and gender are presented in Table 2 in Appendix B.

The survey section on background information did not ask for the respondent’s place of residence, which was instead determined based on the postcode provided. The respondents’ addresses’ postal codes were connected through Statistics Finland’s (2016) database with the seven-level urban-rural classification by Finland’s environmental administration (2017). To better facilitate our analysis, the places of residence were divided into three categories, which are I) densely populated urban area (includes inner city and outer city areas of the original classification), II) sparsely populated urban area (includes exurbs, local rural centres areas, and countryside near cities), and III) sparsely populated area (includes rural heartland and sparsely populated countryside).

3. Results

3.1. Personal car, personal AV and public transport

Figures 1–3 present the SP ranking questions (question 5) that task the respondents with selecting an order of preference for a personal car, personal AV and public transport with regard to varying distances as well as cost, travel duration and walking distance values. The cover letter accompanying the survey indicated to the respondents that the costs specified in these questions include all calculated costs of ownership, maintenance and use, and the travel duration and walking distance encompass the entire time spent and distance travelled from door to door. The questions also presume that the AVs used are highly automated vehicles that have been found to be safe and reliable enough for the driver to even sleep in transit. For the sake of clarity, it is assumed that the trips are taken alone and not with family members, for example. In figures 1–3, the green bar refers to the proportion of respondents who ranked the mode of transport in question as the most desirable option, i.e. assigned it with the value 1. Correspondingly, beige refers to the value 2, the second most desirable option, while red refers to the value 3, the least desirable option.

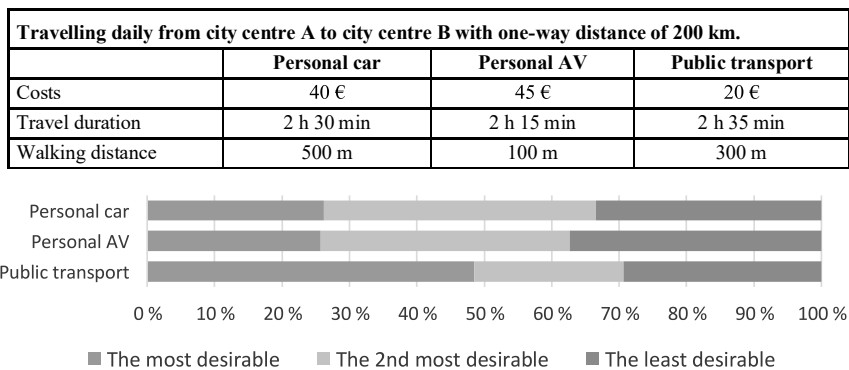


Figure 1. Order of preference for long distances of 200 km between cities. N = 2,000.

Travelling daily from the city outskirts to the city centre with one-way distance of 10 km.			
	Personal car	Personal AV	Public transport
Costs	6 €	6 €	2 €
Travel duration	15 min	10 min	25 min
Walking distance	400 m	100 m	600 m

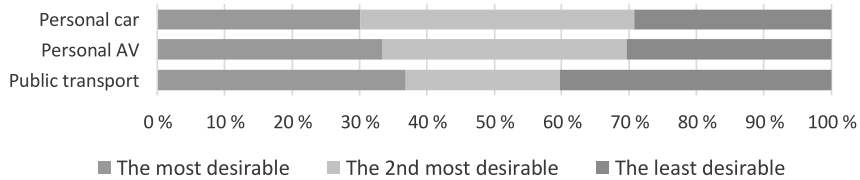


Figure 2. Order of preference for short distances of 10 km within a city. *N* = 2,002.

Travelling daily in rural area with one-way distance of 100 km.			
	Personal car	Personal AV	Public transport
Costs	18 €	21 €	10 €
Travel duration	1 h 5 min	1 h 5 min	1 h 35 min
Walking distance	50 m	50 m	600 m

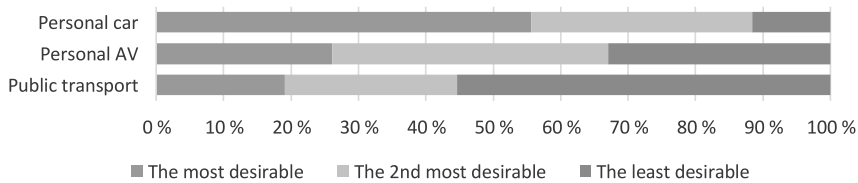


Figure 3. Order of preference for distances of 100 km in sparsely populated areas. *N* = 2,002.

Particularly for 200 km intercity travel, public transport is regarded as the best option, as almost 50% of the respondents ranked it as the best mode of travel. For 10 km travel within cities, public transport was most often ranked as the preferred mode, but it was also most frequently evaluated as the worst option. For 100 km trips in sparsely populated areas, however, a personal car was ranked as the best option by far, whereas public transport was found to be the least desirable option.

The AV is evaluated fairly similarly in all of the ranking questions, regardless of costs, travel duration or walking distance. The proportions of public transport and personal car, in turn, vary significantly between questions. It is possible that, for AVs, personal prejudices affect the responses more than the actual variables involved. The only context in which the AV was ranked as the best option more often than a personal car was the 10 km travel within a city. In this question, the travel costs were equal between the personal car and AV, but the travel duration and walking distance shorter with the AV.

The respondents can also be divided into groups based on their ranking of a specific mode of travel as the most or least desirable option in all sections. This allows us to identify those who always choose the same transport mode regardless of the variables. Table 1 presents the numbers of respondents who have ranked each mode of transport as the most desirable option in all questions presented in figures 1–3.

Table 1. Respondents who ranked the same mode as the most desirable in every section.

	Number of respondents	Share of all respondents
Personal car	321	16 %
Personal AV	234	12 %
Public transport	263	13 %

As Table 1 shows, every mode of transport had a fairly large number of proponents who selected the same option

for the top spot in every section. These respondents constituted 41% of all respondents. However, these groups had only some statistically significant differences in terms of their background information. Overall, however, the differences were minor, which leads to the conclusion that the respondents in each category are a highly heterogeneous group in terms of their background information.

One group that was interesting in terms of the study consisted of the clearly anti-AV respondents – in other words, the people who consistently ranked the AV as the worst option in the questions presented above. There were 447 of these kinds of respondents, which constituted 22% of the entire sample. The majority of the anti-AV respondents represented older generations. Nearly one third of people over 55 years of age (217 respondents) and more than one fifth of respondents between 45 and 54 years of age (99 respondents) were opposed to AVs based on their responses. Approximately 57% of the anti-AV respondents were female and 43% were male.

3.2. Private AV taxi, shared AV taxi, public transport and conventional taxi

Figure 4 presents the results from question 8 that tasked the respondents with ranking a private AV, shared AV taxi, public transport and conventional taxi in the context of a 10 km trip from the outskirts of a city to the city centre. The aim was to determine the difference between private and shared AV taxis and compare them to the appeal of public transport for travel within cities. The conventional taxi was included as an option for those who are opposed to both AVs and public transport. In Figure 4, the dark green bar refers to the proportion of respondents who ranked the mode of travel in question as their preferred option with the value 1. Correspondingly, light green indicates the value 2, i.e. the second-best option, light red refers to the value 3, i.e. the third-best option, and dark red refers to the value 4, i.e. the least desirable option.

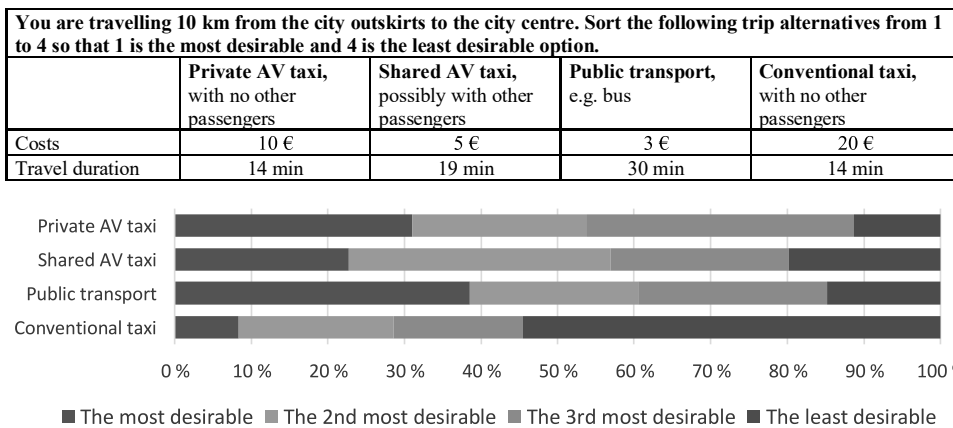


Figure 4. Order of preference for 10 km travel within a city. N = 2,012.

Based on Figure 4, 40% of the respondents found public transport to be the best option. However, the total share of AV taxis (shared and private) as the preferred option was almost 55%. Between the different AV taxis, the private taxi took the top spot slightly more often, whereas the shared AV taxi was more frequently found to be the best or second-best option. On the other hand, the conventional taxi was most frequently ranked as the least desirable option on average.

3.3. Personal car, personal AV, private robot taxi and public transport (train)

Figure 5 presents the results to question 9 that tasked the respondents with choosing the order of preference between a personal car, personal AV, private AV taxi and train for a 100 km trip to the centre of a large city. The aim was to determine the differences between conventional cars, personal AVs and AV taxis. Moreover, the question indicated how these options are seen in relation to public transport (specifically the train in this context), which in this case is both a faster and more affordable way to travel. In Figure 5, the dark green bar refers to the proportion of respondents who ranked the mode of travel in question as their preferred option with the value 1.

Correspondingly, light green indicates the value 2, i.e. the second-best option, light red refers to the value 3, i.e. the third-best option, and dark red refers to the value 4, i.e. the least desirable option.

You are travelling 100 km to the city centre. Sort the following trip alternatives from 1 to 4 so that 1 is the most desirable and 4 is the least desirable option.				
	Personal car	Personal AV	Private AV taxi	Public transport (train)
Costs	30 €	35 €	25 €	15 €
Travel duration	1 h 20 min	1 h 15 min	1 h 20 min	1 h 0 min
Walking distance	600 m	100 m	100 m	500 m

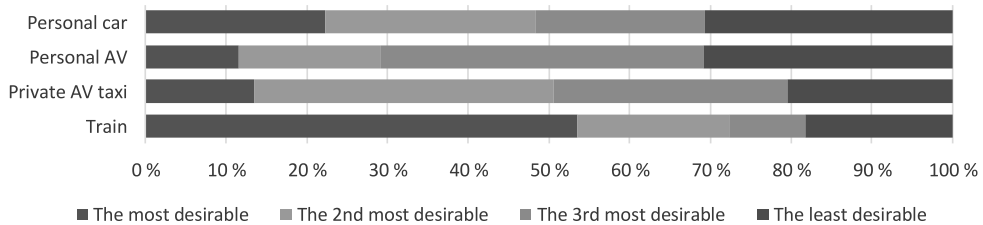


Figure 5. Order of preference for 100 km travel between cities. $N = 2,008$.

In the question shown in Figure 5, more than half of the respondents found the train to be the best option. In this case, public transport was the preferred option by a clear margin over the previous questions, as it was also the fastest mode of transport. Many may also prefer the train over the bus as a means of public transport, which is why setting the train specifically as the response option may increase its popularity. Some 22% of the respondents selected the personal car as the best option. The personal AV and private AV taxi were preferred by about 12% and 13% of the respondents, respectively. On average, however, the respondents ranked AV higher slightly more frequently than the personal car. It is also worth noting that more than 50% of the respondents found the AV taxi to be the best or second-best option, while this was true for less than 30% of the respondents for the personal AV and slightly less than 50% for the personal car.

3.4. Response differences between user groups

Some statistically significant differences were found between the various user groups. Tables 3–5 in Appendix B present the distribution of the responses between user groups across the questions. For illustrative purposes and to facilitate interpretation, the tables list response averages – a lower average indicates that the option in question is preferred. When presenting the averages, it was ensured that there were no significant deviations in the response distributions, so that the average would describe the differences between the user groups with sufficient accuracy. The data presented in the tables is limited to describing the differences between the various user groups, and the table cannot be used to discern the specific distribution of the various user groups' responses. The results analysis also examined the distributions, and the statistical significance of the differences between the responses of the various user groups was tested by means of the Chi-Square test, based on response distributions.

Women were slightly more interested than men in shared modes of transport, i.e. public transport and shared taxi. Men, on the other hand, seemed to be somewhat more interested in AVs, as indicated by the rankings of both personal AVs and private AV taxis. In terms of age groups, young people appeared to be slightly more interested in AVs than others, but the differences between age groups are rather small in the context of the ranking tasks presented in this study.

The respondents' level of education had a fairly significant impact on the responses. The more educated respondents were almost always more drawn to both public transport and all types of AVs (personal AV, private AV taxi and shared AV taxi) than those with a lower level of education. Correspondingly, the respondents with a lower level of education tended to prefer the personal car and conventional taxi.

The respondents who currently use public transport or live in households that do not own a car were naturally clearly more interested in public transport and shared taxis than others. It should be noted, however, that more than 40% of respondents living in no-car households ranked the shared or private AV taxi as the best option in the

question presented in Section 3.2. This indicates that people who do not currently drive a car are fairly interested in AV taxis, which may contribute to increasing the modal share of passenger cars.

The location of the respondents' place of residence did not seem to have a significant impact on the distribution of the responses. Those living in densely populated urban areas found AVs and public transport slightly more appealing than those living in rural areas, but the differences were quite small overall.

4. Discussion

Public transport was most frequently selected as the preferred option in almost all questions, with the exception of one. It was the most affordable option in every instance, but there was some variation in travel duration and walking distance. In the question where public transport was ranked as the worst option overall, the walking distance and travel duration were significantly longer than with other modes of travel. The travel was also specified to take place in a sparsely populated area, which had an obvious partial effect on the responses. The popularity of public transport in these ranking questions would seem to indicate that people are willing to use public transport if it is genuinely competitive in terms of price, travel time and the length of the connecting walk in comparison to other modes of transport. It should be borne in mind, however, that these ranking tasks pertained specifically to individual trips taken alone. If you need to be able to move from place to place in the destination or transport luggage or other items with you, this may increase the popularity of car travel in many situations.

The high fixed costs of car travel emerged as a problematic consideration when comparing between the options and chosen modes of transport. It is often difficult for people to grasp the actual total costs of using and maintaining a passenger car. Furthermore, due to the fact that distances in Finland are long, population density is fairly low and the availability of public transport, particularly outside larger cities, is poor, a car is a necessity for a large part of the population. What this leads to is that public transport loses some of its appeal, since the high fixed costs must be paid regardless. The costs referred to in the survey questions include the expenses of owning and maintaining a car, which also influences the responses. Were it possible to more specifically allot the relevant costs to each varying instance of use, the other more affordable modes of transport would appear more appealing in relation to car travel.

One solution to shifting car travel towards a more use-based cost structure is provided by AV taxis. Simulations have shown that shared AV taxis would enable achieving the current transport performance in large cities with 90% fewer cars (e.g. Bischoff & Maciejewski 2016; Fagnant et al. 2015). This means that using AV taxis has the potential to be significantly more affordable than using one's own car. If people were to make the transition towards using these types of transport services, the costs of passenger car travel could be specified to be more use-based, which would proportionally increase the attractiveness of other transport modes.

The survey results suggest that fast and affordable public transport links appeal to people. Railway traffic, which is faster and cheaper than private car travel, was seen as a particularly preferred mode of transport. This leads to the conclusion that strong and reliable trunk routes draw people to public transport. AV-based feeder traffic to these strong trunk routes and, correspondingly, the capability of AVs to solve the last mile problem inherent to the last stretches of travel may further increase the popularity of trunk routes and, as a result, the modal share of public transport in general. This may become most immediately apparent in fast, long-distance railway traffic, where public transport has the potential to shorten travel times significantly.

However, the appeal of strong trunk routes in the context of public transport may also become evident in urban transport. In the future, it is possible that we will see the further widening of the divide between the modal shares of urban transport between large cities and smaller, more sparsely populated towns. Densely populated cities provide better opportunities for public transport to function efficiently. For reasons related to use of space, public transport in cities also plays an important role in ensuring the functionality of the transport system at large, which means that high-capacity public transport is necessary to secure the mobility of the population.

In more sparsely populated areas, however, the benefits of public transport are not as significant, which leads to challenges in organising efficient public transport services even in the event that driver costs are eliminated. This means that AVs may actually increase the modal share of car travel even further, particularly in sparsely populated urban areas where the service level of public transport is lower and the capabilities to implement strong trunk routes are simply not available. These types of developments may reduce the modal share of traditional public transport in sparser urban areas and smaller towns, due to public transport services being unable to provide sufficient scale benefits and AVs reducing other needs for public transport. However, this is not a significant consideration in other sparsely populated areas, as the modal share of public transport is already very low within them.

In densely populated urban areas, any further increase in the modal share of car travel should be curtailed due to the increasing problems imposed by traffic congestion and the space required by private cars. On the other hand, more sparsely populated areas are not struggling with these problems, which means that the high modal share of car travel is not an issue in terms of traffic flow and use of space. That being said, traffic emissions are problematic in all areas, which is why political measures should be taken to steer any possible increase in the modal share of car travel towards emission-free or low-emission cars.

The international megatrend of urbanisation will continue to concentrate populations in cities, which will improve the operational capabilities of public transport providers. The process of urbanisation does not automatically lead to large metropolitan areas, however. In the Finnish context, we will also see a growth in mid-sized cities of fewer than 100,000 inhabitants. These cities are often fairly decentralised, which deteriorates the operational capabilities of public transport arrangements. Furthermore, if AVs end up facilitating car travel, this may lead to further decentralisation of the urban structure, as new residential areas no longer need to be clustered along public transport routes (Gkartzonikas & Gkritza 2019). This would weaken the operational capabilities of public transport and increase the modal share of car travel.

In recent years, we have seen a weak but strengthening signal that shared taxis and, more broadly, on-demand public transport may be emerging as future mobility trends. The idea behind these modes of transport is simple: these aim to provide services that are more flexible than public transport at costs lower than traditional taxis. With the help of AVs, these types of services have the potential to be very efficient. Based on this study, a shared AV taxi could become a very significant mode of transport in the future, as nearly 60% of the respondents ranked it as the most or second-most desirable option on the 10 km trip between the outskirts of city to city centre (Section 3.2).

The private AV taxi was preferred slightly more frequently than the shared AV taxi, despite the fact that its costs were indicated to be twice as much. It should be noted, however, that the respondents who ranked public transport as the most desirable option often picked the AV taxi as the second option. This suggests that shared taxis and on-demand public transport may well grow into significant future transport modes, especially in areas where it is not possible to organise traditional public transport services efficiently. At the moment, high driver costs often prevent these types of services from being arranged in an efficient manner, but AVs have the potential to change this.

Studies presented in relevant literature (e.g. Gruel & Stanford 2015; Sessa et al. 2016) anticipate that the modal share of car travel will grow with the increases in the comfort and ease of travel introduced by AVs. Based on the responses to the question presented in Section 3.1, many do not value these increases in comfort and ease highly enough to be willing to pay extra for AV travel. AVs are expected to provide clear benefits in terms of travel duration and walking distance in order to warrant the extra cost. It should be noted, however, that people currently have some difficulty assessing the comfort of travel provided by AVs, since most have not actually tested one.

Many prior studies (e.g. Brown et al. 2014; Harper et al. 2016) have speculated that those who do not currently have a driving licence or car may become car users with the emergence of AVs. In the context of the question presented in Section 3.2 of this study, more than 40% of the non-car-owning respondents considered a private or shared AV taxi to be the best travel option. This lends credence to the assumption that people who do not currently drive a car may increase the modal share of car travel once AVs become more commonplace.

5. Reliability of the results

People's prejudices and general attitudes towards AVs still have a fairly significant impact on the responses. In Finland, the most prominently positive attitudes towards AVs can be found among men, people with a higher level of education, those living in densely populated areas, members of no-car households and young people (Liljamo et al. 2018). Other studies have also yielded similar results (e.g. Alessandrini et al. 2014; Schoettle & Sivak 2014; Kyriakidis et al. 2015; Bansal et al. 2016). In the context of this study, this is evident in that, on average, the groups in question ranked AVs higher than other respondents.

It is possible that unfounded prejudices towards AVs among the respondents deteriorate the reliability and general applicability of this study. The response distribution may change as the general population becomes more familiar with AVs. The study employed a broad random sample, although the response rate was ultimately fairly low, standing at about 20%. The results of the study were not extended to encompass the entire population as the typical requisite variables – age, gender and location of residence – were analysed separately, eliminating the need for any extension.

In terms of validity, the aim was to formulate the survey questions to be as true-to-life as possible, taking into account the factors impacting all of the various modes of transport. Still, some simplifications were still necessary due to the format of the survey. The cover letter to the survey asked the respondents to assume that AVs have been found to be safe, reliable and functional. All things considered, however, the questions cannot give due consideration to every possible situation. Among other things, the survey presumed that all of the trips specified would be taken alone and not with a family member, for example. Furthermore, it is currently impossible to say with certainty how AVs will actually function and what the ultimate costs will be, which also somewhat detracts from the validity of the study.

6. Conclusions

Based on the results of the study, we can expect AVs to have varying effects on modal shares in different areas. Public transport may increase its modal share along strong trunk routes in large cities and between cities, with AVs covering feeder traffic and providing solutions to the last mile issue. On the other hand, in urban areas where the operational capabilities of public transport are less optimal, the modal share of car travel may grow even further, due to the increased appeal and demand among people who do not currently drive a car. The changes in modal shares may also vary within cities with the share of public transport increasing along strong trunk routes, while the share of passenger cars grows in other areas. In rural areas, the effects of AVs on the modal split will be minor, although the possible increase in the overall amount of travel may slightly increase the modal share of car travel even in these areas. The pricing of transport options and, more broadly, the measures taken in relation to urban planning and transport policy play an important role in terms of the direction in which AVs will push modal shares in different areas.

Currently, the majority of those who use a car own one themselves. However, the emergence of AVs may increase the popularity of car sharing (private AV taxi) and ride sharing (shared AV taxi). The results of this study suggest that all of these forms of car travel have a relatively large group of proponents. Some will surely want to continue owning a car, while others are willing to use shared cars but privately. There also seems to be significant demand for shared taxis. Shared taxis and on-demand public transport may grow into significant modes of transport in the future. In the event that these modes of transport gain ground in the future, they should be regarded as separate modes in the modal split, because they do not directly fit the same category as passenger car travel or traditional public transport.

7. Declarations

7.1. Availability of data and material

Questionnaire data is not yet available but it will be opened during 2020.

7.2. Funding

This work was supported by the Kone Foundation (grant number b4b919), Finnish Transport Agency and Finnish Transport Safety Agency Trafi.

7.3. Acknowledgements

Not applicable

References

- 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.
- Baidoo I. K., Nuarko E. (2015). Stated Preference Modeling for a Preferred Transportation Mode, *IISTE Mathematical Theory and Modelling*, Vol. 5(1) pp. 134-139.
- Bansal P., Korckelman K., Singh A. (2016). Assessing public opinions of and interest in new vehicle technologies: An Austin perspective, *Transportation Research Part C*, Vol. 67, pp. 1-14.
- 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.
- 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.
- Davidson P., Spinoulas A. (2016). Modeling Autonomous Vehicles – Challenges and results, 16 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.
- Finland's environmental administration (2017). Urban-rural classification, Available (accessed 14.06.2018): http://www.ymparisto.fi/en-US/Living_environment_and_planning/Community_structure/Information_about_the_community_structure/Urbanrural_classification.
- Finnish Transport Safety Agency. (2018). Valid driving licences by driver's licence class in 2014–2018. Statistics database, Available (accessed 06.08.2018): http://trafi2.stat.fi/PXWeb/pxweb/en/TraFi/TraFi__Ajokortit/010_ajok_tau_101.px.
- Fraedrich E., Heinrichs D., Bahamonde-Birke F. J., Cyganski R. (2018). Autonomous driving, the built environment and policy implications, *Transportation Research Part A (In Press)*.
- FT (2017). Governments compete to take the wheel on rules for self-driving cars, Available (accessed 13.06.2018): <https://www.ft.com/content/ff19d296-af44-11e7-8076-0a4bdda92ca2>.
- Gkartzonikas C., Gkritzab K. (2019). What have we learned? A review of stated preference and choice studies on autonomous vehicles, *Transportation Research Part C*, Vol. 98, pp. 323-337.
- 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.
- 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.
- Liljamo T., Liimatainen H., Pöllänen M. (2018). Attitudes and concerns on automated vehicles, *Transportation Research Part F*, Vol. 59, pp. 24-44.
- Milakis D., van Arem B., van Wee B. (2017). Policy and society related implications of automated driving: A review of literature and directions

for future research, *Journal of Intelligent Transportation Systems, Technology, Planning, and Operations*, Vol. 21(4) pp. 324-348.

NCSL (2018). *Autonomous Vehicles | Self-Driving Vehicles Enacted Legislation*, Available (accessed 18.08.2018): <http://www.ncsl.org/research/transportation/autonomous-vehicles-self-driving-vehicles-enacted-legislation.aspx>.

SAE (2016). *Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles*, SAE International (Standard J3016).

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.

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.

Statistics Finland. (2015). *Population projection 2015 according to age and sex in 2015 to 2065*, Statistics Finland's PX-Web database. Available (accessed 06.08.2018): http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/en/StatFin/StatFin__vrm__vaenn/statfin_vaenn_pxt_001.px/?rxid=b389490b-3693-4f46-95f2-3186ea600029.

Statistics Finland. (2016). *PAAVO – Open data by postal code area*, Statistics Finland's PX-Web database, Available (accessed 06.08.2018): https://www.stat.fi/tup/paavo/index_en.html.

Techworld (2019). *Which companies are making driverless cars?*, Available (accessed 19.03.2018): <https://www.techworld.com/picture-gallery/data/-companies-working-on-driverless-cars-3641537/>.

Truong L. T., Gruyter C. D., Currie G., Delbosc A. (2017). *Estimating the trip generation impacts of autonomous vehicles on car travel in Victoria, Australia*, *Transportation*, Vol. 44(6) pp. 1279-1292.

Appendix A. Questionnaire

Part I: Interest in automation




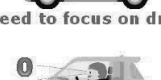
1. What is your general opinion regarding automated vehicles?

- Very positive
 Somewhat positive
 Neutral
 Somewhat negative
 Very negative

2. Which of the following automated driver assistance systems have you used? You can choose multiple answer options.

- Adaptive cruise control
 Lane keeping assistance
 Automated parking system
 None

3. What kind of automation systems would you be most interested in? Please choose one option.

- 
 Driver assistance systems such as various warnings
- 
 Partial automation, such as driving on the highway with minimal actions required from the driver
"Hands off but alerted"
- 
 High automation without any actions required from the driver (allows e.g. sleeping)
"No need to focus on driving"
- 
 None, I want to drive myself in every driving situation
"The driver does everything"

4. What do you think of the following statements?

	Strongly agree	Somewhat agree	Neither agree nor disagree	Somewhat disagree	Strongly disagree
I want to determine myself where, when and which automated features I use while driving.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I want automation to handle every driving situation.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
It would be stressful to let automated features be in control in every driving situation.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I think that handing responsibility over to the automated features would reduce the driver workload.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
All automated vehicles should also be manually driveable.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
The development towards vehicle automation is a desirable trend.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Part II: Travel behaviour

Imagine doing an everyday round trip (for example a work trip). Sort the following trip alternatives from 1 to 3 so that 1 is the most desirable and 3 is the least desirable option.

5a. Travelling daily from city centre A to city centre B with one-way distance of 200 km.			
Rank	_____	_____	_____
	Personal car	Personal automated vehicle	Public transport
Costs	40 €	45 €	20 €
Travel duration	2 h 30 min	2 h 15 min	2 h 35 min
Walking distance	500 m	100 m	300 m

5b. Travelling daily from the city outskirts to the city centre with one-way distance of 10 km.			
Rank	_____	_____	_____
	Personal car	Personal automated vehicle	Public transport
Costs	6 €	6 €	2 €
Travel duration	15 min	10 min	25 min
Walking distance	400 m	100 m	600 m

5c. Travelling daily in rural area with one-way distance of 100 km.			
Rank	_____	_____	_____
	Personal car	Personal automated vehicle	Public transport
Costs	18 €	21 €	10 €
Travel duration	1 h 5 min	1 h 5 min	1 h 35 min
Walking distance	50 m	50 m	600 m

6. Would you travel by car more often or do longer trips, if driving was

- A) cheaper than currently? Yes No
- B) less stressful, since you could do other things (e.g read) while driving? Yes No
- C) always possible even if you were not able to drive yourself? Yes No

Part III: Automated taxis

7. Which of the following options would you choose? Vehicle features in different options are similar. Please mark the preferred option.

<input type="checkbox"/> Personal automated vehicle	<input type="checkbox"/> Automated taxi
Always available immediately. Taxes, insurance and vehicle purchase costs are annually 2,000€ on average	Always available within 7 min from order. Costs per kilometer are the same as with personal automated vehicle, but there are no annual fees.

8. You are travelling 10 km from the city outskirts to the city centre. Sort the following trip alternatives from 1 to 4 so that 1 is the most desirable and 4 is the least desirable option.

Rank	_____	_____	_____	_____
	Private automated taxi, with no other passengers	Shared automated taxi, possibly with other passengers	Public transport, e.g. bus	Conventional taxi, with no other passengers
Costs	10 €	5 €	3 €	20 €
Travel duration	14 min	19 min	30 min	14 min

9. You are travelling 100 km to the city centre. Sort the following trip alternatives from 1 to 4 so that 1 is the most desirable and 4 is the least desirable option.

Rank	_____	_____	_____	_____
	Personal conventional car	Personal automated vehicle	Private automated taxi	Public transport (train)
Costs	30 €	35 €	25 €	15 €
Travel duration	1 h 20 min	1 h 15 min	1 h 20 min	1 h 0 min
Walking distance	600 m	100 m	100 m	500 m

10. Assume that all vehicles on the road are automated vehicles. Would you want/need to own a personal automated vehicle, if an automated taxi would always be available within 5 minutes and the annual costs of automated taxis would be about 20 % lower than the costs of personal automated vehicle?

Yes, I would want to own a personal automated vehicle.

No, I would not have a no need to own a personal automated vehicle.

Part IV: Fears and obstacles regarding automated vehicles

11. Sort the following six concerns, threats and fears regarding automated vehicles from 1 to 6 so that 1 is the most significant threat and the 6 is the least significant threat.

____ Higher price	____ Unreliable technology (trip interruption)	____ Cyber security and fear of terrorism
____ Weakening of privacy	____ Traffic safety (accidents)	____ Automated vehicle won't work in dangerous situations according to my own morals

Part V: Background information and open feedback

12. How old are you?

____ years

13. What is your gender?

Woman Man

14. Do you have a driver's license?

Yes No

15. How many people are there in your household, yourself included?

____ persons

16. How many cars do you have in your household?

____ car(s)

17. Do you have any permanent injuries or illnesses that affect your driving?

Yes No

18. Do you travel by public transport at least once a month?

Yes No

19. How many kilometres do you estimate to drive a car in a year?

- None
 Less than 5,000 km
 5,000–10,000 km
 10,001–20,000 km
 20,001–30,000 km
 More than 30,000 km

20. What is the highest level of education you have graduated or are studying at the moment?

- Primary school High school
 Bachelor's degree Master's or PhD degree

21. Open feedback regarding automated vehicles

22. Open feedback regarding this survey

THANK YOU FOR THE PARTICIPATION!

Appendix B. Sample and the distribution of the responses between user groups

Table 2. Sample group, number of respondents and response rate by age and gender.

Age groups	Men			Women		
	Sample size	Number of respondents	Response rate	Sample size	Number of respondents	Response rate
18-24	683	80	11.71 %	654	94	14.37 %
25-34	1,084	160	14.76 %	1,028	160	15.56 %
35-44	1,052	175	16.63 %	995	189	18.99 %
45-54	1,056	235	22.25 %	1,036	236	22.78 %
55-64	1,185	345	29.11 %	1,227	362	29.50 %
In total	5,060	995	19.66 %	4,940	1,041	21.07 %

Table 3. Mean values of responses related to Section 3.1.

	200 km trip			10 km trip			100 km trip		
	Personal car	Personal AV	Public transport	Personal car	Personal AV	Public transport	Personal car	Personal AV	Public transport
All respondents (N=2002)	2.07	2.12	1.81	1.99	1.97	2.03	1.56	2.07	2.36
Gender									
Woman (N=1027)	2.11	2.19	1.69	1.99	2.05	1.95	1.58	2.15	2.27
Man (N=978)	2.03	2.03	1.93	1.99	1.89	2.12	1.54	1.98	2.46
Chi-Square	0.040	<0.001	<0.001	0.360	<0.001	<0.001	0.121	<0.001	<0.001
Age									
18–24 y (N=174)	2.10	1.94	1.96	1.93	1.86	2.21	1.47	1.99	2.53
25–34 y (N=320)	2.13	1.97	1.90	2.11	1.86	2.04	1.66	1.93	2.41
35–44 y (N=361)	2.22	2.00	1.78	2.00	1.86	2.12	1.63	1.96	2.40
45–54 y (N=461)	2.02	2.09	1.89	1.98	1.93	2.09	1.52	2.03	2.43
55–64 y (N=690)	2.00	2.31	1.69	1.95	2.13	1.90	1.52	2.23	2.23
Chi-Square	<0.001	<0.001	<0.001	0.108	<0.001	<0.001	0.009	<0.001	<0.001
Level of education									
Primary school (N=180)	1.84	2.36	1.79	1.79	2.26	1.94	1.42	2.32	2.23
High school (N=747)	1.94	2.19	1.87	1.85	2.04	2.10	1.49	2.18	2.32
Bachelor's degree (N=577)	2.10	2.06	1.84	2.03	1.92	2.05	1.58	2.00	2.41
Master's or PhD degree (N=481)	2.33	1.99	1.69	2.23	1.81	1.95	1.69	1.87	2.43
Chi-Square	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Use of public transport									
User of public transport (N=767)	2.34	2.13	1.53	2.33	1.96	1.71	1.76	2.03	2.20
Does not use public transport (N=1241)	1.91	2.11	1.98	1.78	1.98	2.24	1.44	2.09	2.46
Chi-Square	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.006	<0.001	<0.001	0.025	<0.001
Cars in a household									
No car (N=248)	2.48	2.06	1.46	2.48	2.00	1.52	1.99	2.08	1.92
1 car (N=878)	2.08	2.15	1.77	2.04	1.99	1.97	1.56	2.07	2.36
At least 2 cars (N=869)	1.95	2.09	1.95	1.81	1.94	2.25	1.44	2.06	2.49
Chi-Square	<0.001	0.004	<0.001	<0.001	0.024	<0.001	<0.001	0.784	<0.001
Location of residence									
Densely populated urban area (N=986)	2.20	2.04	1.76	2.15	1.89	1.96	1.67	1.99	2.33
Sparsely populated urban area (N=633)	2.00	2.11	1.89	1.86	1.97	2.17	1.48	2.07	2.45
Sparsely populated area (N=384)	1.87	2.34	1.79	1.81	2.18	2.01	1.40	2.28	2.30
Chi-Square	<0.001	<0.001	0.045	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

Table 4. Mean values of responses related to Section 3.2.

Grouping Variable	Private AV taxi	Shared AV taxi	Public transport	Conventional taxi
All respondents (N=2012)	2.26	2.40	2.16	3.18
Gender				
Woman (N=1023)	2.42	2.36	1.98	3.24
Man (N=981)	2.11	2.45	2.34	3.11
Chi-Square	<0.001	0.019	<0.001	<0.001
Age group				
18–24 y (N=174)	2.24	2.37	2.09	3.31
25–34 y (N=320)	2.22	2.25	2.14	3.40
35–44 y (N=362)	2.09	2.44	2.28	3.18
45–54 y (N=462)	2.12	2.43	2.33	3.11
55–64 y (N=692)	2.49	2.44	2.00	3.08
Chi-Square	<0.001	0.150	<0.001	0.001
Level of education				
Primary school (N=182)	2.32	2.73	2.13	2.86
High school (N=752)	2.34	2.46	2.15	3.05
Bachelor's degree (N=577)	2.22	2.32	2.18	3.27
Master's or PhD degree (N=483)	2.16	2.29	2.16	3.38
Chi-Square	<0.001	<0.001	0.402	<0.001
Use of public transport				
User of public transport (N=767)	2.38	2.32	1.87	3.42
Does not use public transport (N=1241)	2.19	2.45	2.34	3.02
Chi-Square	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Cars in a household				
No car (N=249)	2.47	2.36	1.68	3.47
1 car (N=882)	2.30	2.40	2.10	3.21
At least 2 cars (N=872)	2.16	2.41	2.36	3.06
Chi-Square	<0.001	0.138	<0.001	<0.001
Location of residence				
Densely populated urban area (N=993)	2.22	2.38	2.14	3.26
Sparsely populated urban area (N=632)	2.20	2.38	2.28	3.13
Sparsely populated area (N=385)	2.48	2.48	2.01	3.01
Chi-Square	<0.001	0.012	0.001	0.002

Table 5. Mean values of responses related to section 3.3.

Grouping Variable	Personal car	Personal AV	Private AV taxi	Public transport (train)
All respondents (N=2008)	2.60	2.90	2.56	1.92
Gender				
Woman (N=1025)	2.64	3.04	2.57	1.74
Man (N=983)	2.56	2.76	2.55	2.12
Chi-Square	0.064	<0.001	0.008	<0.001
Age				
18–24 y (N=174)	2.58	2.94	2.68	1.79
25–34 y (N=320)	2.76	2.83	2.47	1.93
35–44 y (N=362)	2.76	2.85	2.48	1.89
45–54 y (N=463)	2.55	2.79	2.56	2.07
55–64 y (N=692)	2.48	3.02	2.62	1.87
Chi-Square	0.001	<0.001	<0.001	0.020
Level of Education				
Primary school (N=183)	2.21	2.92	2.75	2.13
High school (N=750)	2.40	2.90	2.64	2.04
Bachelor's degree (N=575)	2.68	2.86	2.51	1.94
Master's or PhD degree (N=482)	2.94	2.92	2.46	1.65
Chi-Square	<0.001	0.005	<0.001	<0.001
Public transport				
User of public transport (N=766)	2.95	3.03	2.48	1.53
Does not use public transport (N=1238)	2.38	2.82	2.62	2.16
Chi-Square	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Cars in a household				
No car (N=250)	3,15	3,02	2,35	1,47
1 car (N=881)	2,57	2,96	2,60	1,85
At least 2 cars (N=870)	2,48	2,80	2,58	2,12
Chi-Square	<0.001	<0.001	0.017	<0.001
Location of residence				
Densely populated urban area (N=989)	2.75	2.91	2.52	1.81
Sparsely populated urban area (N=632)	2.53	2.85	2.55	2.06
Sparsely populated area (N=385)	2.33	2.97	2.70	1.98
Chi-Square	<0.001	0.041	<0.001	<0.001

JULKAISU IV

People's current mobility costs and willingness to pay for Mobility as a Service offerings

Timo Liljamo, Heikki Liimatainen, Markus Pöllänen, Roni Utriainen

Transportation Research Part A, vol(136), 99-119
<https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.03.034>

Artikkeleiden käyttöön väitöskirjan osana on saatu kustantajan lupa



Contents lists available at ScienceDirect

Transportation Research Part A

journal homepage: www.elsevier.com/locate/tra

People's current mobility costs and willingness to pay for Mobility as a Service offerings



Timo Liljamo*, Heikki Liimatainen, Markus Pöllänen, Roni Utriainen

Tampere University, Transport Research Centre Verne, P.O. Box 600, FI-33014 Tampere, Finland

ARTICLE INFO

Keywords:

Mobility as a Service
MaaS
Willingness to pay
Mobility costs
User perspective

ABSTRACT

Mobility as a Service (MaaS) is a concept that is based on the idea of providing customers with comprehensive mobility services by seamlessly combining various modes of transport. The scientific research on this theme has increased considerably over the last few years, but very little research has so far been conducted on people's willingness to pay for new MaaS services. This study presents the results of a survey (representative sample size 6,000, number of respondents 1,176, response rate 19.6%) conducted in Finland regarding people's willingness to pay for MaaS offerings. The study also estimates the current mobility costs of the respondents and relates their willingness to pay for MaaS to their mobility costs. Analysis includes also a linear regression model of willingness to pay for MaaS. As a result of the study, it was found that 43% of the respondents would be willing to adopt a mobility package, assuming it could cover all mobility needs of the respondent. For such a mobility package, the respondents were willing to pay approximately €140 on average, while their relative willingness to pay was an average of approximately 64% of their current mobility costs. However, it should be noted that due to the limitations of the study, the results are mostly indicative and further research is called for to grasp the multifaceted qualitative elements related to willingness to pay for MaaS. This study shows some significant variation between user groups in the respondents' willingness to pay relative to their estimated mobility costs, as well as their absolute willingness to pay. The variation may be due to the fact that MaaS is still largely unknown as a concept and the challenge that the mobility package which fulfils individual needs differs from person to person. According to the results, MaaS should lower the mobility costs for users in order to be financially attractive.

1. Introduction and literature review

Mobility as a Service (MaaS) aims to fulfil individual's mobility needs in a sustainable way by combining different transport services to seamless trips (Utriainen and Pöllänen 2018). The idea is that the user does not need to own a car or a bike to be able to fulfil daily mobility needs. In this model, trips can be prepaid (e.g. a monthly basis mobility packages including wanted services) or trips can be paid singly (pay-as-you-go) (Kamargianni et al., 2016). Planning of trips and the payment is made by using digital platform (Ho et al., 2018). For the users, a single application, which enables the payment and integration of multiple transport modes, is a benefit compared to the current system, in which individuals are responsible for integration of different transport modes with several ticket systems. The role of a MaaS operator is crucial as the operator integrates different transport services, such as bike-sharing, car-sharing and taxis, which enables the whole concept to be realized. (MaaS Alliance, 2019)

* Corresponding author.

E-mail address: timo.liljamo@tuni.fi (T. Liljamo).

<https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.03.034>

Received 27 June 2019; Received in revised form 3 February 2020; Accepted 30 March 2020

Available online 10 April 2020

0965-8564/ © 2020 Elsevier Ltd. All rights reserved.

Generally, willingness to pay can be defined as a maximum price a consumer is ready to pay for a certain product or service (Gall-Ely, 2009). Willingness to pay for MaaS in this study refers to the amount of money people would be ready to pay for a mobility package that could cover all their mobility needs. Since the mobility needs as well as mobility packages that could cover all mobility need of an individual differ heavily from each other, there is considerable variation regarding the issue what to pay for. As Matyas and Kamargianni (2018) point out, a MaaS offering is a bundled product for which the consumer pays a special price, but the elements of MaaS offerings are not yet solidified. This is a challenge for MaaS studies as the different offerings might be difficult to apprehend by the respondents.

There are a few previous studies on people's willingness to pay for MaaS. Ho et al. (2018) studied willingness to pay for MaaS in Australia by interviewing 252 people and concluded that 47% of respondents would subscribe MaaS as pay-as-you-go or as a monthly mobility package. For instance, respondents would be willing to pay 5.9 Australian dollars on a day ticket of public transport and 7.3 dollars on a car-sharing trip. 231 dollars was the average amount people would be willing to pay on a MaaS package with two car rental days, 15 h of car-sharing (with 30 min advance booking time), 6 public transport days and discounts to taxi and ridesharing. This Australian study depicts the diversity, which is related to MaaS studies as MaaS can be e.g. a pay-as-you-go solution or a monthly mobility package, and it can include versatile mobility services. The study by Ho et al. (2018) provides knowledge on people's willingness to pay for a defined MaaS offering, though the sample size is rather small and not representative. Ratilainen (2017) used stated preference method to study, how much survey respondents ($n = 252$) would be willing to pay on different mobility services and MaaS packages in Helsinki metropolitan area, Finland. 49% of the respondents would be willing to choose at least one of the predetermined MaaS packages. Of the four predetermined packages, the package with unlimited public transport, 6 bike-sharing trips, 3 taxi trips (10 km per trip) and 30 min advance booking time with a price of €120 was the most popular. The results of Ratilainen's (2017) study are similar to the results by Ho et al. (2018) in terms of share of people interested in MaaS offering adoption, but instead of asking for the willingness to pay in terms of amount of money, Ratilainen (2017) asked of people's interest to adopt certain packages with predefined prices.

Finnish company Solita carried out an internet panel survey with 1,125 adult respondents in 2017. One part of the survey was related to MaaS. Based on the results over half of respondents under 30 years of age were willing to give up car ownership if mobility services would be adequate. The willingness to pay for a monthly package covering all the mobility needs was relatively low as the respondents were willing to pay less than 150 euros a month on the average, although 10% of the respondents were willing to pay more than 400 euros. (Solita 2017) Even though Solita's study had a large number of respondents, the survey was done with an internet panel without a representative sample of population which would have increased the reliability of the study.

Even though people would not be eminently willing to subscribe to mobility services, high costs of private cars, congestion and parking problems may direct car drivers to utilize MaaS. Kamargianni et al. (2018) examined Londoners' attitudes towards car-ownership and MaaS with 1,227 respondents in Greater London, UK, and found that the monthly costs of vehicle ownership is £233.5 excluding maintenance costs. More than half of the respondents considered the cost as a notable expenditure. The results showed that 43% of the respondents would be motivated to subscribe to MaaS offering if it gave them financial benefits. Vij et al. (2018) surveyed 3,985 Australians nationwide to understand consumer demand and willingness to pay for MaaS in Australia. Based on the results, 32% of the respondents would adopt a MaaS application that includes pay-as-you-go access to public transport and taxi-services for a monthly cost of \$5 and 18% of the respondents would adopt a MaaS package that offer unlimited access to local public transport and taxi services for a monthly cost of \$500. Vij et al. (2018) as well as Ratilainen (2017) focused in certain MaaS offerings with predefined prices, and therefore these studies do not reveal how much people would be willing to pay for a MaaS solution fulfilling all their mobility needs.

As one determinant for adopting MaaS is the financial advantage MaaS could offer to the individual or household, the willingness to pay for MaaS should be considered in relation to current mobility costs. Mobility costs refer to the amount of money people use on mobility as a whole (including e.g. capital, maintenance and operating costs for vehicles one own and tickets for mobility services) in a certain time frame, e.g. a month. Previous studies on willingness to pay for MaaS have not considered people's current expenditure on mobility services and related to expenditure with willingness to pay.

Studies on the final consumption expenditure of households are conducted at regular intervals in Finland. According to the study on the final consumption expenditure of households conducted in 2016, Finns spent an average of €321 on transport per one consumption unit, within the meaning of the OECD-modified scale (the first adult member of the household equals one consumption unit, while other individuals in the household above the age of 14 equal 0.5 consumption units and individuals younger than 14 equal 0.3). In Finland, the monthly expenditure on transport per one adult aged 18 to 64 was €364 in 2016 in single-person households under the age of 65, childless couples under the age of 65, single-parent households and two-parent households. For these households, the expenditure on transport in Finland per consumption unit was also €364 per month in 2016. In statistics on consumption, transport costs include all money spent on transport, such as the procurement and servicing of modes of transport, fuel, use of public transport as well as independent travel in Finland and abroad. (Statistics Finland 2018) In principle, a MaaS offering could cover for all mobility needs and therefore the current spending on transport could be replaced by a MaaS solution.

In Finland, households' consumption on transport is calculated as a sub-category in the household budget survey, which is done with a sample survey, for which data is collected from households with telephone interviews and diaries filled in by them, and from purchase receipts and administrative registers (Statistics Finland 2017). As transport is one of the largest sub-categories in the consumption survey, the relative mean error for the category is relatively small, 2.88% in the 2016 data. Household budget survey is one of the harmonised surveys in the European Union and thus the results of the surveys are mostly comparable to surveys in other EU member states. (Statistics Finland, 2016b) For comparison, average transport costs in the USA are \$813 per month per consumer (United States Department of Labor, 2018), which is approximately €737 at the exchange rate valid on 14 October 2019 (European

Central Bank, 2019b).

According to the statistics, people aged 35–54 spend more money on mobility than older and younger age groups. Among people aged 18–64, the least amount of money is spent by people aged 18–24. (e.g. Foster, 2015; Statistics Finland 2018) Women typically use a personal vehicle less often than men, but they use public transport more (e.g. Civitas, 2014; Finnish Transport Agency, 2018). Because the use of private vehicles usually accounts for a high percentage of mobility costs, the differences between men and women with regard to their chosen mode of transport also reflect on mobility costs. It should be noted that people often tend not to be aware of their current mobility costs. According to Allard et al. (2014), households rarely calculate real mobility costs and they usually take into account e.g. only the costs of fuel in private cars.

MaaS may have a major impact on people's mobility in many ways in the future (Lyons et al., 2019). However, we do not yet know how ready people are to pay for a MaaS offering and how their willingness to pay relates to their current mobility costs. There is a clear research gap related to people's willingness to pay for MaaS and whether people prefer monthly MaaS subscriptions or pay-as-you-go alternative (see e.g. Matyas and Kamargianni, 2018). Willingness to pay and the relative willingness to pay (i.e. willingness to pay in relation to current mobility costs) is important for the viability of MaaS overall. This study aims to explore

- (1) whether Finns endorse some of the key aspects related to MaaS: combining several mobility services to be used with one ticket or application, replacing passenger car use with mobility services, and having a single monthly payment for all mobility costs,
- (2) how much money Finns spend on their mobility,
- (3) how well they are aware of their current mobility costs,
- (4) what is their absolute willingness to pay for MaaS, and
- (5) how much they are willing to pay relative to their current mobility costs.

These research questions will be answered with the help of the literature review and an extensive public survey. The article is laid out as follows: Following the introduction, the second section describes the research method, the implemented survey and the data collected through the survey. The third section describes the results of the survey and compares them to research results found in literature. Lastly, the fourth section examines the reliability of the study while the fifth section presents the conclusions drawn from the study.

1.1. Methods and data

In April - June 2018, a survey was conducted in Finland on the attitudes of 18–64-year-olds towards transport system and people's readiness and will to use new transport services like MaaS. The questionnaire consisted of five parts. Total number of questions was 23 and it took about 10–15 min to complete the survey. The survey was conducted in Finnish. English translation of the questionnaire and its instructions are presented in Appendix A.

The questions consisted of propositions with Likert scale 1 to 5, multiple choice, and open-ended questions. The survey also mapped the respondent's background information, such as age, gender, and whether the respondent had a driving licence, to help categorise the respondents. The survey section on background information did not ask for the respondent's place of residence, which was instead determined based on the postcode provided. The respondents' addresses' postal codes were connected through Statistics Finland's (2016a) database with the seven-level urban–rural classification by Finland's environmental administration (2017). To better facilitate our analysis, the places of residence were divided into three categories, which are (I) densely populated urban area (includes inner city and outer city areas of the original classification), (II) sparsely populated urban area (includes exurbs, local rural centre areas, and countryside near cities), and (III) sparsely populated area (includes rural heartland and sparsely populated countryside). In this study, survey's questions number 3, 5, 6 and 7 are analysed.

Survey's question 3 presented seven statements, which the respondents answered using a five-level Likert scale (agree – disagree). Statements aimed to identify people's general views on MaaS and mobility. In this research, three statements are analysed: statement I (it should be possible to combine all mobility services and use them with single ticket and application (e.g. taxi, train and bus with the same ticket)), statement II (I would like to have all costs of my travelling to be included in a single monthly payment) and statement VII (transport transformation from using private cars towards mobility services would be a desirable trend.)

In question 5, respondents were asked to define their current mobility habits, based on which they were also provided with an estimate of the average monthly mobility costs incurred from each mobility habit. The question took into account personal vehicle ownership, the use of a personal vehicle as a driver or passenger, the use of local public transport, the use of long-distance public transport and the use of other transport services. The question was presented in the form of a matrix, with each section including four answer options.

The monthly cost was estimated for each answer option. For example, the first option presented the estimate that owning a car worth €10,000–25,000 would cause an average of €300 per month in costs, taking the costs of the car's upkeep, such as taxes, insurance policies, decrease in value and parking costs, into account. It was similarly estimated that if the annual usage of a personal vehicle exceeds 25,000 km, its monthly costs amount to an average of €300, taking the costs of fuel, servicing, tyres, washing and other maintenance into account. The monthly cost estimates for each option were determined according to the calculations made by the research team, based on typical costs in Finland. These 'typical costs' were considered from the viewpoint of typical user in Finland. We recognize that costs vary a lot depending e.g. on the car used (more expensive vs. less expensive car), taxi prices or ticket costs of public transport in a competitive environment vs. in a situation, where there is no competition (e.g. only one operator), or for what type of trips other mobility services are used (e.g. car rental for a long journey vs. taxi for a short trip). The typical costs for car

use were assessed for a typical Finnish car (average age 12.1 years (Statistics Finland, 2019)) and taxi and public transport costs in a competitive environment as most Finns live in urban areas. As the typical costs were intended to give an approximate estimate of the mobility costs, these were rounded up, also to make adding them up easy for the respondents in the next question. The answer options and the costs estimated for each option are presented as part of the questionnaire in Appendix A.

It is clear that current mobility costs cannot be particularly accurately calculated with this question format and on a paper questionnaire. However, the purpose of the question was to gain an indicative estimate of people’s mobility costs, as well as prompt the respondents to consider their current mobility costs and what they comprise of, which is essential in examining their willingness to pay for new mobility services.

In question 6, the respondents were asked to calculate an estimate of their current monthly mobility costs based on the matrix question above. After this, the respondents were asked whether the amount in question approximately corresponds to their actual mobility costs. There were three answer options: (1) I agree, (2) I disagree, and the respondent is able to give an own estimate of the costs (in euros per month) or (3) the respondent is unable to say/do not know how much money they spend on mobility.

In question 7, an assumption was presented that a suitable mobility package that would include e.g. public transport, taxi and shared or rented cars (basically a MaaS offering) would be able to fulfil respondent’s all transport needs, and related to this assumption, the respondents were asked to state a suitable price to start using such a package. The respondents had also the option to answer ‘I do not know’ or ‘I would not adopt the package’. In the design of survey, it was recognised the MaaS is a new concept and likely unfamiliar to most respondents and therefore this question was formulated using the term ‘mobility package’ in a way that the respondents could answer without prior knowledge about MaaS. The concepts of mobility services and mobility package were also described in the instructions of cover letter (Appendix A).

The sample group for the survey was randomly selected from the population register by gender and age group in proportion to population’s gender and age distribution. Population Register Centre of Finland extracted the sample per procuration. For study purposes, the names, addresses, ages and gender of the people were available in the sample data. Throughout our study, we followed Population Register Centre’s terms and conditions related to data use, and in analysing the survey responses, we followed Finnish legislation and good academic practices.

The population of the sample consisted of 18–64-year-olds living in Finland. The size of the population was 3,263,361 people, based on the population projection of 2018 (Statistics Finland, 2015). The sampling fraction was 0.2%, and the size of the sample was 6,000 people. Table 1 presents the sample, number of respondents, and response rate in terms of the various age and gender groups.

Before the questionnaires were mailed, a pilot study was conducted. The pilot study was conducted in a shopping mall, where 20 respondents presenting different socio-economic groups were asked to respond to the questionnaire. The youngest respondent was 20 years old while the oldest was 84 years old. All the respondents in the pilot survey were interviewed after filling in the questionnaire. They were asked if there were any ambiguities or challenges in filling the questionnaire. A specific question was asked considering question number 5: was the question difficult to understand. Most respondents in the pilot study considered that the questionnaire was comprehensible and verified understanding question 5, too. Only the oldest respondents found the questionnaire in general difficult to fill in. The oldest respondents in the pilot survey were much older than the respondents who were invited in the actual study, who were 18–64 years old. We checked all the responses of the pilot study and found that the questionnaires were filled in correctly, but we didn’t discuss about all questions systematically with the respondents of the pilot survey. Interviews were quite brief and it is possible that people might have answered that they understood everything if they were, for example, keen to get on their way, but most of the respondents did not seem to hurry out of the interview situation. As a conclusion of the pilot study, we found the questionnaire to be adequately clear and understandable, and the actual questionnaire had the same format as in the pilot study.

All people, who were selected for the sample, were sent a postal questionnaire with a cover letter in April 2018. Cover letter included basic information and instructions for the respondents. As the topic and concepts related to mobility services and mobility package (the term, which was used instead of MaaS in other questions except of the question where we asked about the familiarity of MaaS as a concept), were assessed to be somewhat blurry to the respondents, we defined these in the cover letter. The two key definitions were:

- mobility services = services, which can be used to travel with several transport modes using one payment or one application
- mobility package = a package, for which a definite monthly payment is made, and which retains a certain number of trips with different transport modes.

Table 1
Sample group, number of respondents and response rate by age and gender.

Age groups	Men			Women		
	Sample size	Number of respondents	Response rate	Sample size	Number of respondents	Response rate
18–24	415	50	12.1%	397	59	14.9%
25–34	666	86	12.9%	632	138	21.8%
35–44	662	107	16.2%	626	115	18.4%
45–54	635	111	17.5%	621	131	21.1%
55–64	663	176	26.6%	683	186	27.2%
In total	3,041	530	17.4%	2,959	629	21.3%

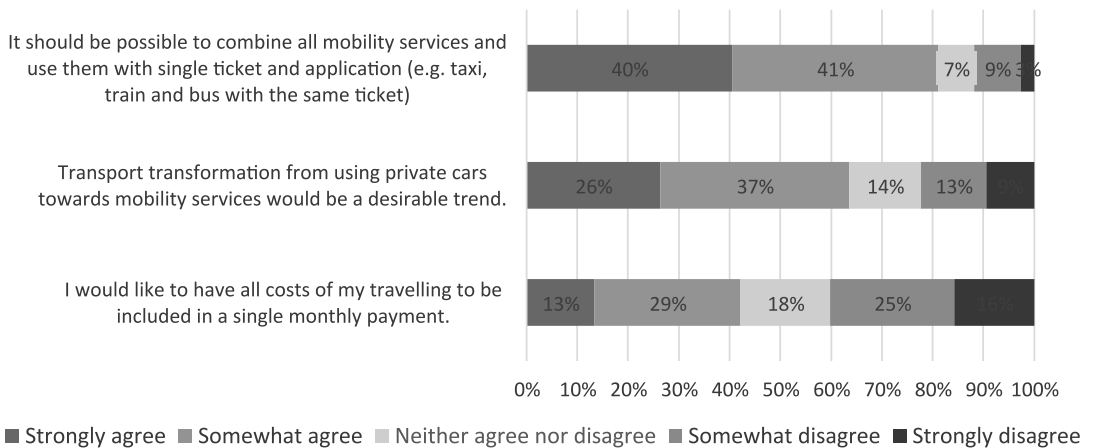


Fig. 1. Respondents' (N = 1,174) answers to the question Question 3, statements I, II and VII.

People had the option either to respond on the internet with an identification code or to send the questionnaire back by mail (postage paid). The last answers were received in June 2018. A total of 1,176 respondents participated in the survey, resulting to a total response rate of 19.6%. The mean age of all respondents was 45 years, for women 44 and men 45 years, respectively.

The survey results are presented as the number of respondents and frequency percentages of different responses. Also a linear regression model is composed to better understand the factors affecting willingness to pay. As the parameters usually deployed in sampling factors (age, gender and residential location) are analysed separately in this study, the results with sampling factors, which would make the results representative of the Finnish 18–64-year-old population, are not presented. As people's willingness to pay for MaaS is a very difficult topic to assess before MaaS is a household word and actual MaaS solutions are available, it should be noted that the results of this study are mostly indicative and should be supplemented with more in-depth future research.

The statistical significance of the distribution of answers is tested with the chi-square test. The means are compared by using an independent samples *t*-test between two groups and a one-way analysis of variance (ANOVA) between several groups. If the conditions for using a one-way ANOVA are not met, the differences in the means of several groups are tested with the Kruskal–Wallis test. The results are analysed with IBM SPSS software.

2. Results and discussion

In question 3, people's general views related to different MaaS' aspects were asked. Respondents' views about three statements are presented in Fig. 1.

Fig. 1 shows that over 80% of the respondents at least somewhat agree that it should be possible to combine all mobility services and use them with a single ticket and application. This can be interpreted so that the core idea of MaaS has strong support. According to answers to the second statement, over 60% of the respondents consider that transport transformation from using private cars towards mobility services would be a desirable trend. This is again a strongly positive view supporting the goals related to MaaS. However, only 13% strongly agree and 29% somewhat agree that they would like to have all costs of travelling to be included in a single monthly payment. This leads to the conclusion that a MaaS package with a bundled monthly subscription is not generally attractive, at least not at this moment. This indicates to need for pay-as-you-go pricing for MaaS services as this could interested also the ones, who would not like to subscribe to a monthly package. This should be taken into account when developing the MaaS schemes.

In question 5 of the survey, presented in matrix format, respondents were asked to specify their current mobility habits. Additionally, the answer options presented an estimate of how much each mobility habit costs per month on average. This makes it possible to calculate an estimate of each respondent's current mobility costs. It should be noted, that mobility cost estimates are somewhat inaccurate and therefore more indicative than precise as there are ambiguities in how respondents are able to assess their actual mobility costs as well as the limited amount of options and rounded and approximate figures presented in question 5. The distribution of answers between different mobility habits is presented in Appendix B.

The estimate of the respondents' monthly mobility costs, calculated based on the matrix question, is presented in Fig. 2. In accordance with the Figure, the most common estimate for monthly mobility costs was €300–399. Approximately 23% of the respondents fell into this cost group. The mean of the estimated mobility costs was €348, with the median being €320, lower quartile being €200, upper quartile being €480, and the standard deviation being €198. The highest estimate was €900 and the lowest €10. In approximate terms, the mean estimated mobility costs correspond well with the results of the household consumption study, according to which the average monthly amount spent on mobility by Finns aged 18 to 65 is €364 per adult (Statistics Finland 2018).

The respondents' gender, age and place of residence affected the responses to some degree. According to the matrix question, the

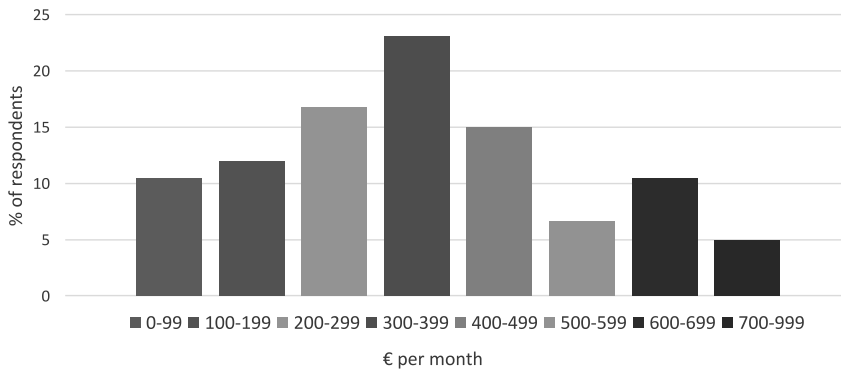


Fig. 2. An estimate of the monthly mobility costs of the respondents based on the current mobility habits presented in the matrix question. N = 1,168.

mean of men’s estimated mobility costs is, to a statistically significant degree ($t(1162) = -7.253, p < 0.001$), higher than that of women. Similarly, the estimated mobility costs of young age groups were lower than those of older age groups to a statistically significant degree (Kruskal-Wallis: $H = 97.448, df = 4, p < 0.001$), though the differences between the 35–44, 45–54 and 55–64 age groups were not statistically significant. The respondents’ places of residence impacted the answers in that estimated mobility costs were lower among respondents living in densely populated urban areas than among respondents living in more sparsely populated areas. The differences were statistically significant (Kruskal-Wallis: $H = 16.085, df = 2, p < 0.001$), but only between densely populated urban areas and sparsely populated urban areas. The impact of the respondents’ gender, age and place of residence on the mean of the estimated mobility costs are presented in Table 2.

Next, in survey question 6, the respondents were asked whether the estimate calculated based on the previous question approximately corresponded to the respondents’ actual mobility costs. The question presented three options to the respondent: (1) agree on the estimated mobility costs, (2) disagree with the estimated mobility costs and to provide an own estimate of the costs, and (3) not able to say, indicating unawareness of the mobility costs. The distribution of the answers is presented in Fig. 3.

According to Fig. 3, the majority, approximately 56%, considered the estimate to be approximately correct. 22% of the respondents considered the estimate to be incorrect and presented a closer estimate of their mobility costs. Another 22% of the respondents were unable to estimate the amount’s accuracy. Looking at the categories of estimated mobility costs (Fig. 2) formed based on the matrix question, the answers of those who spend €100–199 on mobility per month differ from the other groups in that a clearly higher percentage of the respondents in this cost category (more than 40%) deemed the estimate to be incorrect, whereas approximately 20% of the respondents in the other categories considered it to be incorrect. A situation that is highlighted in the aforementioned group is one in which the respondents do not own a car, but the cost estimate ends up being between €100 and €200, which some of the respondents feel is too high.

The respondents’ background information, i.e. age, gender, level of education or place of residence, have practically no impact on the distribution of answers. In other words, the respondents’ background does not affect how well the respondents are aware of their current mobility costs or how well the respondents are able to evaluate the estimate of their current mobility costs, which is formed based on their current mobility habits.

Table 2

The impact of gender, age and place of residence on the mean of the estimated mobility costs, calculated based on the matrix question.

	Mean of mobility costs (€)	SD (€)
Total (N = 1168)	348	198
Gender		
Women (n = 628)	311	189
Men (n = 536)	394	200
Age groups		
18–24 (n = 109)	219	158
25–34 (n = 224)	289	185
35–44 (n = 223)	383	205
45–54 (n = 244)	409	202
55–64 (n = 367)	361	184
Location of residence		
Densely populated urban area (n = 588)	327	210
Sparsely populated urban area (n = 368)	376	189
Sparsely populated area (n = 211)	359	173

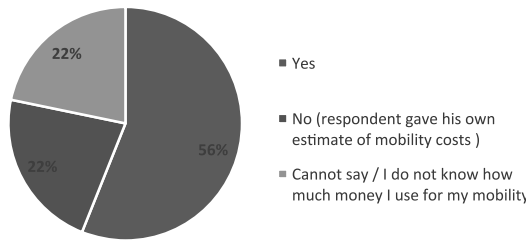


Fig. 3. Respondents (N = 1,169) answers to the question, do the estimated mobility costs presented in the matrix question approximately correspond to the respondent's actual mobility costs.

The respondents' own estimates of their current mobility costs varied between €0 and €1,500. The mean was €211, with the median being €150. The majority of those who provided their own estimate of their mobility costs considered the estimate that was formed for the matrix question based on mobility habits to be too high. However, approximately 17% of the respondents considered the estimate to be too low. On average, the respondents' own estimate was approximately 70% of the value calculated based on the matrix question. Fig. 4 shows how many percent the respondents' own estimate of their mobility costs was in relation to the estimate provided by the matrix question.

As shown in Fig. 4, the estimate provided by approximately 25% of the respondents was roughly 40–60% of the estimate provided by the matrix question. Similarly, the estimate provided by another 25% of the respondents was roughly 60–80% of the estimate provided by the matrix question. Additionally, approximately 9% of the respondents were of the opinion that their actual mobility costs were over 40% higher than the estimate provided by the matrix question.

As Allard et al. (2014) have stated, people are only seldom able to estimate their mobility costs, which may affect the reliability of the results. The matrix question (question 5) was formatted in a way which was intended to make it easier to perceive and calculate the costs. The format in question 6, where the first option was the easiest for the respondent, to agree with the estimated costs based on the matrix question, could lead the respondent to choose this option, as especially the second option would require more effort and thinking.

The use of the term 'approximately' in the question caused some variation in the answers. Some of the respondents provided their own estimate of their mobility costs, even though the estimate provided by the matrix question deviated < 20% of the respondents' own estimate. On the other hand, many of the respondents may have considered an error margin of e.g. 20% to be so small that they responded that the estimate was approximately accurate. Furthermore, a large number of the respondents are likely unable to provide a particularly precise estimate of their actual mobility costs, which means that the respondents may consider the estimate to be approximately correct, even if the estimate provided by the matrix question in truth differs significantly from the respondents' actual mobility costs. The matrix question can also induce a learning effect in a way that the respondent is better aware of sub-categories related to mobility costs and therefore increasingly capable of estimating the mobility costs.

The next question assumed that a suitable mobility package could cover all of the respondent's mobility needs and asked what price would a mobility package comprising e.g. public transport, taxis and car sharing have to be in order for the respondent to adopt it. The content of the mobility package was not defined in any more detail. In addition to being asked to specify a suitable price, the respondents were provided with the alternatives 'I do not know' and 'I would not adopt the package'. The distribution of answers between different answer options is presented in Fig. 5.

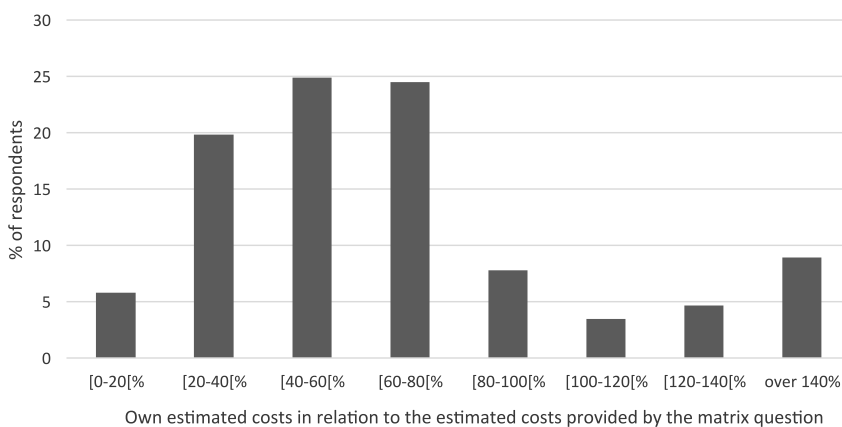


Fig. 4. The respondents' own estimate of their mobility costs in relation to the estimate provided by the matrix question. (n = 257).

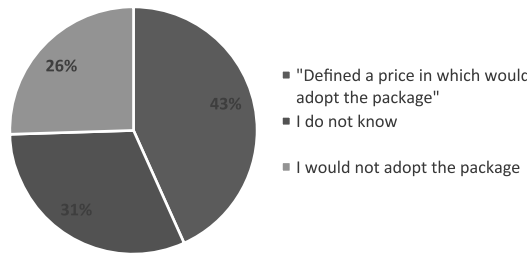


Fig. 5. Share of respondents' answers to the question 7: Adopting a mobility package. N = 1,172.

As shown in Fig. 5, 43%, i.e. a total of 507 respondents, provided some estimated amount in euros of a suitable price for a mobility package at which they would adopt the service. 31% were unable to say and 26% were not willing to adopt the service (at any price). The percentage of respondents who were willing to adopt MaaS is at the same level as in previous studies, which found that 47% (Ho et al., 2018) or 49% (Ratilainen, 2017) of respondents were willing to adopt at least some type of MaaS. Fig. 6 shows how the respondents were distributed based on their willingness to pay.

The estimates provided by the respondents of a suitable price varied between €10 and €700. The mean was €137, with the median being €100, lower quartile being €50, upper quartile being €200, and standard deviation €114. As shown in Fig. 6, approximately 41% of the respondents were willing to pay less than €100 for a mobility package. As lower quartile was €50, this means that 25% of people would be willing to pay less than €50 for MaaS. Approximately 29% were willing to pay €100–199, while approximately 29% were willing to pay more than €200. In a study conducted in Australia by Ho et al. (2018), people were willing to pay, on average, AUD 231 for a MaaS package, which is approximately €143 at the exchange rate valid on 13 May 2019 (European Central Bank, 2019a). However, this study had a very different research design and definition of a MaaS package, which is why the research results are not directly comparable. The results are also well in line with the results of Solita's (2017) study, where the internet panel respondents were willing to pay, on average, less than €150 for a MaaS package in Finland.

For comparison, the price list of Whim, a company that offers MaaS services in Helsinki, Finland, includes a MaaS package comprising of unlimited use of public transport and, with certain restrictions, use of city bikes, taxis, car sharing and rental cars at €499 (Whim, 2019). On the other hand, a mobility package does not necessarily have to be unlimited in order to meet people's mobility needs, in which case people's willingness to pay and the prices of existing services are not directly comparable. These results include many uncertainties, which are discussed in section 4. In the future research, these results should be supplemented with qualitative research to further understand people's willingness to pay for MaaS.

When the respondents' willingness to pay is compared to the estimate presented by the matrix question of their current mobility costs, it is found that all respondents who would be willing to adopt a mobility package are willing to pay, on average, approximately 50% of their current mobility costs for the mobility package (n = 507). If the comparison is focused only on the respondents whose response to the previous question was that the estimate of their current mobility costs, provided by the matrix question, is accurate, then the willingness to pay relative to the mobility costs is slightly higher. On average, these respondents (n = 286) were willing to pay approximately 56% of their current mobility costs for a mobility package. If the comparison is focused on the respondents that provided a closer estimate of their own mobility costs than the matrix question for the previous question, the respondents (n = 141) were willing to pay an average of approximately 81% of their current mobility costs for a mobility package. Relative willingness to pay is calculated based on questions 5 (current mobility costs) and 7 (willingness to pay), which both include many uncertainties, and therefore the degree of approximation increases in the results presented below.

Fig. 7 shows how many percent of their current mobility costs the respondents were willing to pay for a mobility package that meets their daily mobility needs. The Figure only takes into account the respondents who considered the estimate of their current mobility costs, provided by the matrix question, to be approximately correct or who provided a closer estimate of their current mobility costs. The total number of such respondents was 427. On average, these respondents were prepared to pay 64% of their current mobility costs for a mobility package, with the median being 50% and standard deviation 61%.

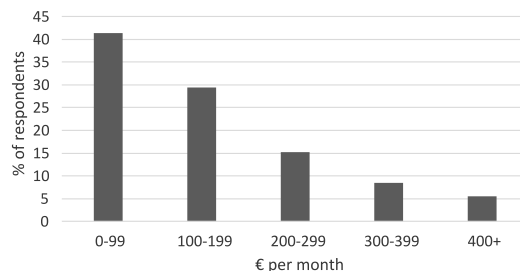


Fig. 6. The willingness of the respondents to pay for a mobility package. n = 507.

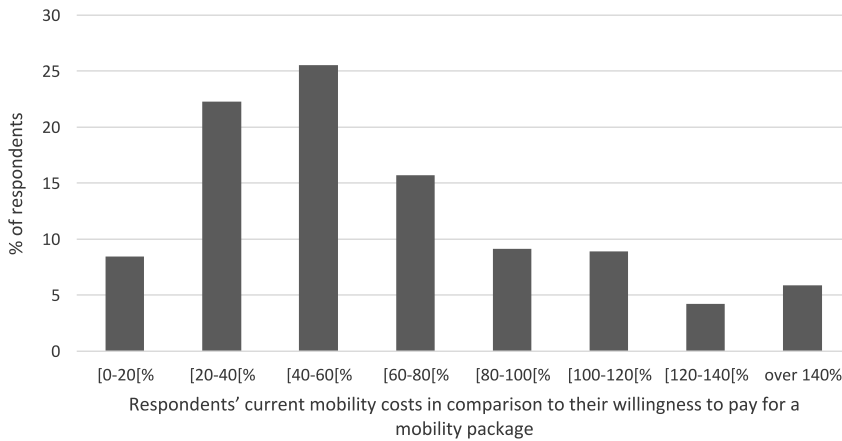


Fig. 7. Respondents' willingness to pay for a mobility package relative to their current mobility costs. The Figure only includes the respondents who specified a suitable price at which they would be willing to adopt a mobility package and who also considered the estimate provided by the matrix question to be correct or who provided a closer estimate of their current mobility costs. n = 427.

Next, we examine how the adoption of a mobility package and people's willingness to pay varied in different mobility cost categories. This examination only takes into account the respondents who considered the estimate provided by the matrix question to be approximately correct or who provided a closer estimate of their current mobility costs. The total number of such respondents was 907. In order to clarify the analysis, the respondents are divided into three groups based on their current mobility costs: respondents who spend €0–199, €200–399 and over €400 on mobility. Each group consisted of 272–353 respondents. Table 3 shows how the answers of the respondents in these groups were distributed in the question concerning the adoption of a mobility package, which asked what price a mobility package would have to be in order for the respondent to be willing to adopt it.

As shown in Table 3, those who currently spend less than €200 on mobility more often expressed willingness to adopt a mobility package and defined a suitable price for the package compared to others. Correspondingly, the higher mobility cost categories included more respondents who were not prepared to adopt the service. All cost categories included a fairly even share of respondents, who were unable to say. The differences presented in the table are statistically significant (chi-square test: p = 0.005).

Table 4 shows the willingness of the respondents to pay for a mobility package in the different mobility cost categories. The table shows the respondents' willingness to pay relative to their current mobility costs as well as their absolute willingness to pay in euros.

According to Table 4, the more the respondent currently spends money on mobility, the less one is relatively willing to pay for a mobility package. On the other hand, the absolute amounts increase significantly according to how much each respondent currently spends on mobility. This result is logical as such, considering that the respondents who spend less than €200 on mobility often already use various transport services, as approximately 80% of the respondents in this cost category do not own a passenger car, for example. Correspondingly, almost all respondents in the other cost categories own a passenger car.

However, it should be noted that a MaaS service that meets people's current mobility needs may be very different for different people. For example, at present respondents who either do not own a car or do not use one much would likely not use the car rental and car sharing options included in MaaS as much as respondents who currently drive a great deal. Therefore, these respondents are prepared to pay a clearly lower amount for a mobility package than the other respondents. On the other hand, these respondents are people who could increasingly adopt MaaS as part of their car use, which could lead to an unwanted shift in mobility habits from the perspective of sustainability.

Next, we examine the differences between groups of users with regard to their willingness to pay. These examinations only take into account the respondents who specified a suitable price at which they would be willing to adopt a mobility package and who also

Table 3

Willingness to adopt a mobility package in different mobility cost categories. The table only takes into account the respondents, who considered the estimate of their mobility costs, provided by the matrix question, to be correct or who provided a closer estimate of their current mobility costs. n = 907.

	Current mobility costs		
	€0–199	€200–399	more than €400
"Defined a price in which would adopt the package"	55%	43%	45%
I would not adopt the package	18%	26%	30%
I do not know	27%	31%	25%
In total	100% (n = 272)	100% (n = 353)	100% (n = 281)

Table 4

Absolute willingness to pay and willingness to pay relative to current mobility costs in different mobility cost categories. The table only takes into account the respondents who specified a suitable price at which they would be willing to adopt a mobility package and who also considered the estimate provided by the table question to be correct or who provided a closer estimate of their current mobility costs. n = 427.

	Current mobility costs			
	€0–199 (n = 149)	€200–399 (n = 152)	more than €400 (n = 126)	
Willingness to pay relative to current mobility costs	0–40%	14%	37%	43%
	40–80%	30%	46%	48%
	80–120%	30%	15%	9%
	120+ %	26%	3%	0%
Mean of willingness to pay relative to current mobility costs	96%	50%	43%	
Mean of absolute willingness to pay	€69	€138	€244	
Standard deviation of absolute willingness to pay	€38	€81	€140	
Range of absolute willingness to pay	€10–200	€10–460	€50–700	

considered the estimate provided by the matrix question of their current mobility costs to be correct or provided a closer estimate of their current mobility costs. The absolute willingness of different groups of users to pay and their willingness to pay relative to their current mobility costs is presented in Table 5.

There was no statistically significant ($t(424) = -0.508, p = 0.612$) difference between men and women in their willingness to pay relative to their current mobility costs. In contrast, men's absolute willingness to pay for a mobility package was higher than that of women to a statistically significant degree ($t(363) = -4.988, p < 0.001$), which is explained by the fact that male respondents' mobility costs were higher than those of women in the study. The standard deviation of answers was also slightly higher among men than among women.

With regard to age groups, younger respondents seem to have been willing to pay slightly more for a mobility package relative to their current mobility costs, but these differences were not statistically significant (Kruskal-Wallis: $H = 9.230, df = 4, p = 0.056$). Older respondents were willing to pay higher absolute amounts for a mobility package than younger respondents to a statistically significant degree (Kruskal-Wallis: $H = 34.612, df = 4, p < 0.001$). Similarly, respondents living in densely populated urban areas were willing to pay, to a statistically significant degree (Kruskal-Wallis: $H = 11.346, df = 2, p = 0.003$), more for a mobility package relative to their current mobility costs, but their absolute willingness to pay was lower (one-way ANOVA: $F(2,424) = 7.069, p = 0.001$) compared to respondents living in other areas.

To better understand the factors affecting the willingness to pay for MaaS, an explanatory linear regression model is developed. The following explanatory variables are tested for the model: current mobility costs (continuous, euros), gender, age (continuous, years), location of residence (dummy, densely populated urban area – others), household's income per month (groups: 1 = €0–2000, 2 = €2000–4000, 3 = €4000–6000, 4 = over €6000), level of education (dummy, primary and high school – bachelor's and master's degree) and people's recognition of the term MaaS (dummy, have you ever heard or read about the concept of MaaS). SPSS's backward-algorithm is used as a method to find the suitable variables to the model. In the first round, there were a couple of divergent observations in the residuals plot, which is why the highest values from variable 'current mobility costs' were removed.

Table 5

Absolute willingness to pay and willingness to pay relative to current mobility costs and their standard deviation (SD) among different groups of users. The table only takes into account the respondents who specified a suitable price at which they would be willing to adopt a mobility package and who also considered the estimate provided by the matrix question of their current mobility costs to be correct or provided a closer estimate of their current mobility costs. n = 427.

	Absolute willingness to pay (€)	SD of absolute willingness to pay (€)	Relative willingness to pay	SD of relative willingness to pay
Total (n = 427)	145	116	64%	61%
Gender				
Women (n = 221)	119	92	66%	46%
Men (n = 205)	174	145	63%	74%
Age groups				
18–24 (n = 42)	91	113	81%	48%
25–34 (n = 105)	121	100	74%	100%
35–44 (n = 91)	163	131	61%	42%
45–54 (n = 88)	180	122	57%	38%
55–64 (n = 101)	145	102	56%	35%
Location of residence				
Densely populated urban area (n = 234)	128	112	72%	76%
Sparsely populated urban area (n = 125)	176	125	56%	30%
Sparsely populated area (n = 68)	146	116	50%	36%

Table 6
Linear regression model for willingness to pay for MaaS, final version.

Model		Unstandardized coefficients		Standardized coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
5	(Constant)	-12.826	15.916		-0.806	0.421		
	Current mobility costs	0.324	0.023	0.575	13.813	0.000	0.772	1.296
	Gender	15.419	8.638	0.067	1.785	0.075	0.937	1.068
	Household's income	15.400	4.492	0.139	3.429	0.001	0.814	1.229

^a Dependent variable: Willingness to pay for MaaS.

Three values, in which the current mobility costs were over €1,000, were removed. The final model is presented in Table 6. Model formation with backward-algorithm is presented in Appendix C.

In this model, coefficient of determination (adjusted R square) is only 44.1%. As the standardized coefficients in Table 6 show, current mobility costs is the dominant factor in the model. Gender and household's income explains some of the variation and based on the model, other tested variables do not have statistically significant effect to the amount that people are willing to pay for MaaS services. This leads to the conclusion that current mobility habits explain some of the variance between responses, but other factors (such as age, gender and people's recognition of the term MaaS) have less influence on the willingness to pay for MaaS.

According to Table 6, tolerance and VIF values of the variables are close to 1. Also Durbin-Watson value of the model is $1.941 \approx 2$. These values show that there are no problems with correlations between variables in the model. Residual plot and residuals' normal distribution pattern are presented in Appendix C. There are no serious errors in normal distribution pattern, but from residual plot it can be seen that variances of residuals are not equal. This decreases the reliability of significance level test of the model, but it does not mean that the model itself would be invalid. Based on ANOVA presented in Appendix C, the model is statistically significant ($F(3,115) = 110.970$, $p < 0.001$).

3. Validity and reliability of the study

The research design caused some problems that may decrease the reliability of this study. In the study, current mobility costs were estimated with the help of a matrix question on respondents' current mobility habits. However, a survey implemented on a paper form limits the scope of the question, making several compromises necessary in the matrix question. Therefore, the question cannot deliver particularly precise estimates of the respondents' current mobility costs. Due to the limitation of this approach, the mobility habits and ranges in the matrix question are somewhat inaccurate, which is why the cost estimates are mostly indicative. On the other hand, most of the respondents considered the estimate presented in the matrix question to be approximately correct. Respondents may have answered this option because it is the 'easiest' option, which decrease the validity of the question. Additionally, in question 6, we used the term 'approximately', which is not a specific term. These aspects might decrease the reliability of the results as described in the results and discussion section. Additionally, the given amounts in question 5 may have had a framing effect to the respondents when they consider giving their own estimate of mobility costs in question 6 (second option) as well as when expressing their willingness to pay. However, the mean of the answers with regard to current mobility costs was very close to the outcome of the study conducted by Statistics Finland on Finnish people's mobility costs, making it reasonable to assume that the accuracy of the estimate on people's current mobility costs was at least moderate for most respondents.

In the question concerning the price of a MaaS package, the question was formulated in a way that the respondents could answer without prior knowledge about MaaS. A MaaS package was defined as meeting all of the respondent's current mobility needs through the use of public transport, taxi services and car sharing, for example. This already in itself causes a situation in which the MaaS package presented in the question is, in practice, different, with each respondent interpreting it from the perspective of their own needs. As a result, comparing absolute amounts in particular between respondents may cause distorted results. We did not want to define a MaaS package in any more detail in this study, as the target group in the research design included all Finns aged 18 to 64 living in Finland, and a possible suitable mobility package would have a very different content in rural areas and cities, for example. We sought to take this problem arising from the research design into account by also relating the answers to the respondents' current mobility costs. The current mobility costs formed based on the respondents' current mobility habits are also relatively representative of the respondents' mobility habits. There was also a separate analysis of different genders, age groups and respondents living in different areas.

In order to improve the reliability of the results, the analysis of the respondents' relative willingness to pay for a MaaS package was conducted by using only respondents who considered the estimate drawn from the matrix question regarding the approximate amount of their current mobility costs to be correct or who provided a closer estimate of their current mobility costs. However, it should be noted that due to the uncertainties related to, e.g. some respondents choosing the approximate amount in the question 6 as it was the easiest option, the uncertainty affects also the relative willingness to pay. Also, the number of such respondents, who also specified a suitable price for a mobility package, was relatively low ($n = 427$), making it impossible to conduct further analyses reliably. Furthermore, the standard deviations of answers were very large. This was expected as the large standard deviations indicate

that the current mobility costs (and mobility habits) as well as willingness to pay vary considerably among the respondents. There is also considerable variation among these in the population overall (Finnish Transport Agency, 2018). Nevertheless, the number of respondents is sufficiently high in order for the statistical significance of the differences between groups of respondents to be analysed by using statistical tests.

The questions used in the study and, for example, the calculation of the respondents' current mobility costs may be challenging for some respondents to understand. In the cover letter of the questionnaire, we instructed the respondent to assess mobility and mobility costs from individual's point of view, instead of household perspective. As some of the mobility costs can be shared in a multi-person household (especially car costs), approaching mobility costs from individual's viewpoint is somewhat challenging. Also, the willingness to pay is related as the use of a car shared between household members, should be acknowledged from the perspective of the whole household. Development and marketing of MaaS should acknowledge the mobility needs of individual as well as households, and MaaS could be offered as a household service instead of or in addition to a service for individuals.

The questions and structure of the questionnaire were simplified in the planning phase, and we found in the pilot study that the respondents were able to understand the questions, especially the critical question 5. Conducting the pilot study and interviews in a shopping mall may not have been the best way to verify the comprehension of the survey questions, but based on open feedback from the actual study, the respondents considered the questionnaire to be clear. Additionally, almost all respondents were able to fill in the form correctly, which, for its part, supports the conclusion that the questions were understood correctly.

Culturally, Finland is relatively close to other Western countries in Europe. However, there are significant differences between countries in the pricing of mobility. In Finland for example, the costs of owning and using a passenger car are relatively high compared to many other Western countries (Eurostat, 2017). This may make it difficult to compare people's absolute willingness to pay between countries, which is why relative willingness to pay should also be taken into account in comparisons. All in all, these study results can be considered to be relatively applicable to other developed countries and to Europe in particular.

4. Conclusions

The aim of this study was to explore people's willingness to pay for new MaaS services as well as to collect data on people's current mobility costs and how they relate to people's willingness to pay with the help of a large survey with a representative sample. This is the first study where the mobility costs are compared with willingness to pay for MaaS.

Based on the study, Finns aged 18 to 64 spend, on average, €350 on mobility per month, which is also very close to the estimate of €364 per month that was determined in the consumption study by Statistics Finland (2018). However, due to many limitations of the study, respondent's current mobility costs are only indicative. In this study, 43% of the respondents specified a price at which they would be willing to adopt MaaS. The estimates provided by the respondents of a suitable price for a mobility package varied between €10 and €700, with the mean being approximately €140. Based on the results, the respondents were willing to pay, on average, approximately 64% of their current mobility costs for a mobility package. However, MaaS studies and the results related to willingness to pay for MaaS include many uncertainties. First, as MaaS and mobility packages are still unfamiliar to most people, there are ambiguities concerning people's understanding regarding the topic. Secondly, the mobility needs of people vary considerably, and thus also the mobility services which would cover these needs vary. Additionally, it can be questioned, how well the stated willingness to pay would relate to the actual use of money for a mobility package. People are not typically highly aware of their mobility costs which has an effect on estimating the willingness to pay relative to current mobility costs, too. Due to the uncertainties, this study should be supplemented with the future research.

We found that the respondents who use least money for mobility (under €199 per month) are the ones, whose relative willingness to pay for a mobility package is the highest. The study also identified many differences between groups of users with regard to both their current mobility costs and willingness to pay, but based on the linear regression model, background information of the respondents explain only a small part of the variation in the amount people are willing to pay for MaaS. Willingness to pay for MaaS is mostly explained by current mobility costs and the related mobility habits.

The research highlights that MaaS should be able to be competitive in terms of costs as willingness to pay is relatively low when comparing it to people's current mobility costs. People's willingness to pay for a mobility package is still relatively far from the prices of existing MaaS services that combine several mobility services. Therefore, it is reasonable to consider whether MaaS has the potential to succeed on a large scale if people's willingness to pay does not meet the costs of delivering such a service. This means a considerable challenge for launching successful MaaS operations, especially when considering the lack of interest towards a monthly payment for all mobility costs. A pay-as-you-go MaaS solution may be the pathway for increasing the awareness of mobility packages as people in this study show that the general foundations for MaaS are shared: several mobility services should be available with one ticket or application and there should be a shift from private cars to mobility services.

This study defined a MaaS package as meeting all of the respondents' current mobility needs through the use of public transport, taxi services and car sharing, for example. In practice, this means that a MaaS service within this definition is different for the respondents, depending on their current mobility needs and, for example, the transport services available. Therefore, a comparison of the absolute willingness to pay in particular is not always meaningful, and results must also be examined in the light of current mobility needs. The standard deviations of the research findings were also very large. However, large standard deviations were quite expected result as the people's current mobility habits and costs also vary greatly.

Further research should focus on what types of MaaS services people wish to use, what their willingness to pay for these services is and at what cost level the provision of such MaaS services would be possible. It should also be examined how the attractiveness of MaaS services could be increased in order for people to be prepared to pay for them and be willing to adopt them. Further studies on

people's willingness to pay should be conducted on a targeted population. For example, people's willingness to pay could be examined between cities and rural areas with different, targeted questions, with MaaS services defined more closely or in several different ways. Compared to this study, conducting a study only as an Internet survey would allow a more detailed estimate of people's current mobility habits and costs to be made, which would also improve the accuracy of the results with regard to people's relative willingness to pay. Related to internet surveys' potential for MaaS studies, Matyas and Kamargianni (2018) have highlighted the possibilities of advanced survey methods to capture the multidimensionality of MaaS offerings and people's mobility habits. We find that further research should also approach MaaS also from the household point of view as the mobility services should be developed for both individuals and households point of views. Also the qualitative research should be done to complement the overall understanding of willingness to pay for MaaS. It should also be studied what types of effects adopting MaaS would have on people's mobility habits with regard to the modal split or car ownership.

In future, it should be studied how the MaaS operator can offer a competitive scheme and run a commercially viable business. If the costs of running a MaaS scheme are higher than willingness to pay (indicated currently), MaaS should be able to offer more value for the money and increase the willingness to pay, if not benefitting e.g. from public subsidies.

CRediT authorship contribution statement

Timo Liljamo: Conceptualization, Methodology, Formal analysis, Investigation, Writing - original draft, Writing - review & editing, Visualization. **Heikki Liimatainen:** Conceptualization, Methodology, Validation, Writing - review & editing, Supervision, Project administration, Funding acquisition. **Markus Pöllänen:** Conceptualization, Methodology, Validation, Investigation, Resources, Writing - review & editing. **Roni Utriainen:** Investigation, Resources, Writing - original draft.

Acknowledgements

This work was supported by the Kone Foundation (grant number b4b919).

Appendix A. Questionnaire and cover letter instructions

A.1. Instructions given for the respondents in the cover letter

A.1.1. Instructions for filling the questionnaire

Current transport system is approaching a point, when mobility turns more into a service. Transport is developed to be more seamless and an easier wholeness by the means of developing services. This can mean simplicity, e.g. a passenger can purchase the trip from door to door with one payment and one ticket. The compilation on mobility services are often referred to with the term MaaS, which comes from English words Mobility as a Service.

Terms related to filling the questionnaire (you may take this page close to you when filling the questionnaire)

- **A mobility service** refers to a service, by which one can travel with many transport modes by using one service or one application.
- **A mobility package** refers to a mobility service, in which one pays a fixed monthly payment for a mobility package, which includes a certain number of trips with different transport modes.
- **A shared car** refers to a car, which is owned by a company or community and which can be used by the customers of the company or the members of the community. A shared car differs from traditional car rental in that it can be booked also for a short period of time and the booking is done with a mobile device or other smart device.
- **Long-haul public transport** refers to trips over 30 km *in this survey*. Trips shorter than this are referred to as **local public transport**.

Instructions for different questions:

- **In question 5** the right alternative is selected according to the current use. If you own more than one car, answer to the question related to car ownership on the grounds of the car, which you use the most.

The figure in the brackets describes how much each option causes costs on average in a month. For example, if your car is currently worth 10,000–25,000 euros, it causes about 300 euros of costs a month, when taxes, insurances, depreciation, parking, etc. are considered.

We wish to have answers from all, regardless of owning a driving licence or an own car. If you find that none of the alternatives offered in a question is not appropriate, you may choose the alternative which is the least bad. When needed, you may elaborate on the answers in the open comment fields in the end of the questionnaire.

PART I

1. Have you ever heard or read about the concept of MaaS (Mobility as a Service)?

- Yes No

2. What are your views on the following mobility pricing options?

a) **Package pricing:** a fixed monthly fee is paid for mobility. Mobility package can include for example unlimited local public transport and a certain amount of taxi rides or use of a rental car.

- Very positive Somewhat positive Neutral Somewhat negative Very negative

b) **Current form mixed pricing:** both fixed fees and taxes (e.g. vehicle insurance and vehicle tax) and fees based on use (e.g. fuels and single tickets in public transport)

- Very positive Somewhat positive Neutral Somewhat negative Very negative

c) **Usage based travel or kilometer-based pricing:** fee is solely based on the amount of use of mobility service or private car

- Very positive Somewhat positive Neutral Somewhat negative Very negative

3. What do you think of the following statements?

Strongly agree Somewhat agree Neither agree nor disagree Somewhat disagree Strongly disagree

It should be possible to combine all mobility services and use them with single ticket and application (e.g. taxi, train and bus with the same ticket).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I would like to have all costs of my travelling to be included in a single monthly payment.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I think that the cost of my mobility is currently low enough so I can fulfil my daily mobility needs.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I think that it is difficult or cumbersome to use public transport (including long-distance public transport)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I think that personal space, time and peace in private car are important criteria for me when choosing the mode of transport.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I think that I can fulfil my daily mobility needs by using other modes of transport than private car.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Transport transformation from using private cars towards mobility services would be a desirable trend.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

PART II

4. How interested would you be in the following mobility services if they were available for use in your daily life or on holiday/business trips?

<p>Shared taxi Works like a conventional taxi, but there may also be strangers as passengers so travel time can be slightly longer but the cost of travel is reduced</p> <p><input type="checkbox"/> Very interested <input type="checkbox"/> Somewhat interested <input type="checkbox"/> Not at all interested</p>	<p>Shared car Shared cars would be available nearby to be booked and claimed with a mobile device. The cost would be approximately 1 € / km</p> <p><input type="checkbox"/> Very interested <input type="checkbox"/> Somewhat interested <input type="checkbox"/> Not at all interested</p>
---	--

5. Which of the following describes the best your current mobility habits and mobility costs? Choose one option for each row that best describes your current mobility habits. In the parenthesis is the estimate of average monthly cost of each option (see the cover letter for more instructions).

Owning a car (incl. taxes, insurances, decrease in value, parking)	<input type="checkbox"/> No car (0 €/mo.)	<input type="checkbox"/> Car, value less than 10 000 € (150 €/mo.)	<input type="checkbox"/> Car, value 10 000 – 25 000 € (300 €/mo.)	<input type="checkbox"/> Car, value more than 25 000 € (450 €/mo.)
Use of a car as a driver or passenger (incl. fuel, maintenance, tires, washes etc.)	<input type="checkbox"/> No usage (0 €/mo.)	<input type="checkbox"/> Less than 10 000 km per year (50 €/mo.)	<input type="checkbox"/> 10 000 – 25 000 km per year (150 €/mo.)	<input type="checkbox"/> Over 25 000 km per year (300 €/mo.)
Use of local public transport	<input type="checkbox"/> No usage (0 €/mo.)	<input type="checkbox"/> Low usage (10 €/mo.)	<input type="checkbox"/> Weekly usage (30 €/mo.)	<input type="checkbox"/> Almost daily usage (50 €/mo.)
Use of long-distance public transport	<input type="checkbox"/> No usage (0 €/mo.)	<input type="checkbox"/> Usage a few times a year (20 €/mo.)	<input type="checkbox"/> Monthly usage (50 €/mo.)	<input type="checkbox"/> Weekly usage (100 €/mo.)
Use of other mobility services (taxi, rental car)	<input type="checkbox"/> No usage (0 €/mo.)	<input type="checkbox"/> Usage a few times a year (20 €/mo.)	<input type="checkbox"/> Monthly usage (50 €/mo.)	<input type="checkbox"/> Weekly usage (100 €/mo.)

6. Using the table above, you can calculate an estimate of the monthly cost of your mobility. Do you think that this sum corresponds to the real costs of your mobility?

- Yes
- No, the real costs of my mobility are approximately _____ euros per month
- I do not know how much money I use for my mobility

7. Assume that a suitable mobility package could cover all your mobility needs. What price should the mobility package have so that you would buy it?

The mobility package would include e.g. public transport, taxi and shared or rented cars.

- _____ euros per month
- I do not know
 - I would not adopt the package

PART III

8. Assume that you would buy a mobility package and you would not own a car at all. How much would you use the following mobility services? Choose one option for each row!

Shared or rented car	<input type="checkbox"/> Over 15 d/mo. (over 20 000 km per year)	<input type="checkbox"/> Approx. 10 d/mo. (10 000–20 000 km per year)	<input type="checkbox"/> Approx. 5 d/mo. (5 000–10 000 km per year)	<input type="checkbox"/> Less than 2 d/mo. (less than 5 000 km per year)
Use of local public transport	<input type="checkbox"/> Usage almost daily	<input type="checkbox"/> Weekly usage	<input type="checkbox"/> Monthly usage	<input type="checkbox"/> Usage a few times a year
Use of long-distance public transport	<input type="checkbox"/> Usage almost daily	<input type="checkbox"/> Weekly usage	<input type="checkbox"/> Monthly usage	<input type="checkbox"/> Usage a few times a year
Use of other mobility services (e.g. taxi, city bikes)	<input type="checkbox"/> Usage almost daily	<input type="checkbox"/> Weekly usage	<input type="checkbox"/> Monthly usage	<input type="checkbox"/> Usage a few times a year

9. Would you travel more often or longer trips, if

- a) The mobility costs were cheaper than currently? Yes No
- b) You had a fixed price monthly package that included an unlimited number of trips? Yes No

The national energy and climate strategy of Finland aims to promote mobility services so that travelling alone by a car reduces and the growth of car traffic in urban areas stops despite population growth.

10. What do you think of the following statements regarding the climate strategy?

	Strongly agree	Somewhat agree	Neither agree nor disagree	Somewhat disagree	Strongly disagree
Private car traffic should be limited to reduce emissions	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Public transport should be funded more with tax revenues to decrease headways	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Transport investments should be allocated more to the construction of railways and tramways instead of road and street construction	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
The obligation of building parking spaces should be waived when building new apartments	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In city centres, there should be more pedestrian and public transport streets and limited private car traffic.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Shared cars should be exempt from car taxes and parking fees	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Congestion charges should be implemented in the metropolitan area	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
The amount of the tax deductibility of commuting should be same for all mode of transport	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

PART IV

11. Would you want or need to own a private car, if

- a) Public transport connections were good enough to fulfil your daily mobility needs ?
 Yes No
- b) Rental or shared car were always available within 500 meters and the annual cost of using it was less than the annual cost of an own car?
 Yes No
- c) The annual cost of the mobility service (incl. e.g. public transport, shared taxis and shared cars) was significantly lower than your own car and you could fulfil all your mobility needs with it.
 Yes No

Background information and open feedback

12. How old are you?

_____ years

13. What is your gender? Woman Man Other**14. Do you have a driver's license?** Yes No**15. How many people are in your household, yourself included?**

_____ person(s)

16. What kind of house do you live in? Apartment house Row house
 Detached house Other**17. Do you have any permanent injuries or illnesses that affect your driving?** Yes No**18. What is your household gross income per month?** Less than 2 000 € 4 000–6 000 €
 2 000–4 000 € Over 6 000 €**19. How many cars do you have in your household?**

_____ car(s)

20. Have you registered for one of the following mobility services: Whim, Kyyti, Kätevä Seinäjoki, DriveNow tai OP Kulku? (MaaS operators in Finland) Yes No**21. What is your highest level of education you have graduated or studying at the moment?** Primary school High school
 Bachelor's degree Master's degree**22. Open feedback regarding mobility services****23. Open feedback regarding this survey**

Appendix B. The distribution of answers between different mobility habits

See Fig. B1.

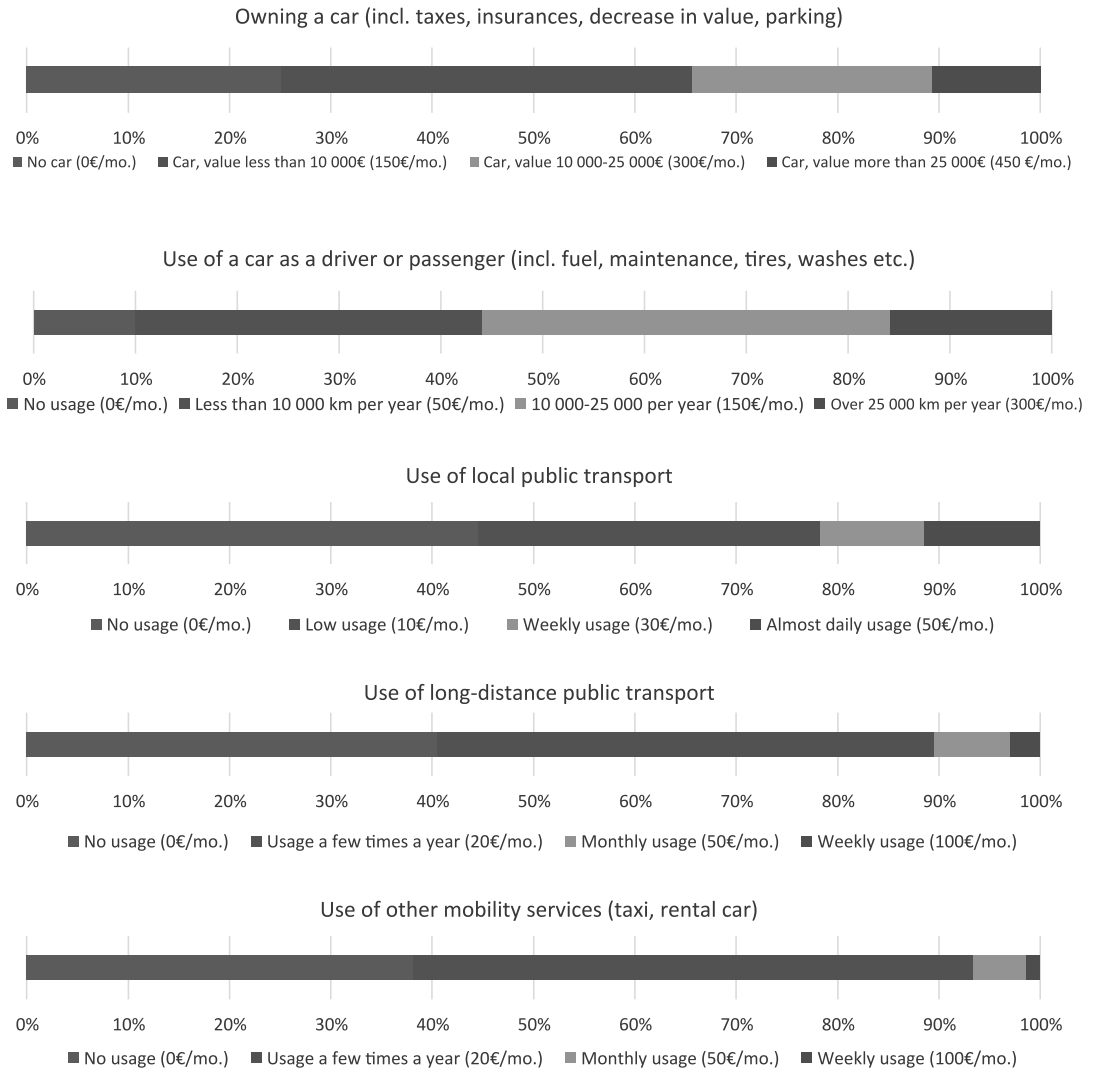


Fig. B1. Distribution of answers to the question 5: Current mobility habits and estimate of monthly cost for each option. N = 1168.

Appendix C Linear regression model
See Figs. C1 and C2, Tables C1 and C2.

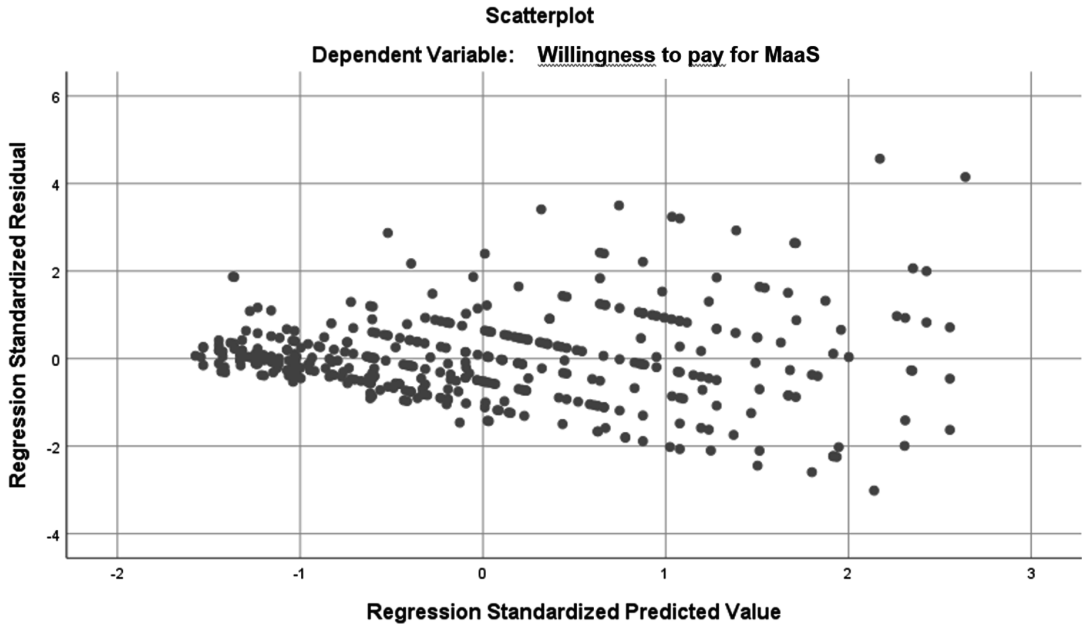


Fig. C1. Residual plot of the linear regression model.

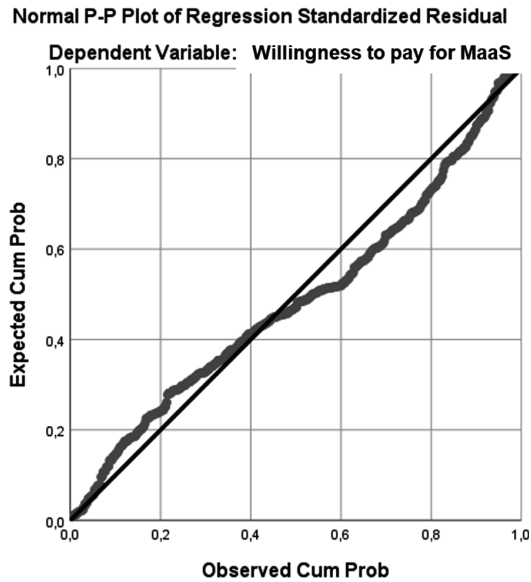


Fig. C2. Normal distribution pattern of residuals of the linear regression model.

Table C1
Linear regression model, backward algorithm.

Coefficients ^a								
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	-9.390	34.823		-0.270	0.788		
	Current mobility costs	0.321	0.024	0.570	13.163	0.000	0.716	1.397
	Age	0.108	0.337	0.013	0.319	0.750	0.858	1.165
	Gender	14.021	8.856	0.061	1.583	0.114	0.894	1.118
	Household's income	14.785	4.558	0.133	3.244	0.001	0.793	1.261
	Level of education (dummy)	8.229	8.851	0.036	0.930	0.353	0.898	1.113
	Location of residence (dummy)	2.693	8.958	0.012	0.301	0.764	0.880	1.136
2	Heard of MaaS	-11.472	9.936	-0.044	-1.155	0.249	0.927	1.079
	(Constant)	-5.842	32.727		-0.179	0.858		
	Current mobility costs	0.323	0.024	0.572	13.528	0.000	0.748	1.338
	Age	0.122	0.333	0.014	0.366	0.715	0.876	1.142
	Gender	14.057	8.846	0.061	1.589	0.113	0.895	1.118
	Household's income	14.736	4.550	0.133	3.239	0.001	0.794	1.259
	Level of education (dummy)	7.777	8.712	0.034	0.893	0.373	0.925	1.081
3	Heard of MaaS	-11.418	9.923	-0.044	-1.151	0.251	0.927	1.078
	(Constant)	-1.192	30.124		-0.040	0.968		
	Current mobility costs	0.324	0.023	0.575	13.822	0.000	0.771	1.296
	Gender	13.953	8.832	0.061	1.580	0.115	0.896	1.117
	Household's income	14.966	4.501	0.135	3.325	0.001	0.810	1.235
	Level of education (dummy)	7.112	8.511	0.031	0.836	0.404	0.967	1.034
	Heard of MaaS	-11.075	9.868	-0.042	-1.122	0.262	0.936	1.069
4	(Constant)	12.322	25.404		0.485	0.628		
	Current mobility costs	0.325	0.023	0.575	13.832	0.000	0.771	1.296
	Gender	13.293	8.793	0.058	1.512	0.131	0.903	1.108
	Household's income	15.199	4.491	0.137	3.384	0.001	0.813	1.231
	Heard of MaaS	-12.368	9.743	-0.047	-1.269	0.205	0.959	1.042
	(Constant)	-12.826	15.916		-0.806	0.421		
	Current mobility costs	0.324	0.023	0.575	13.813	0.000	0.772	1.296
5	Gender	15.419	8.638	0.067	1.785	0.075	0.937	1.068
	Household's income	15.400	4.492	0.139	3.429	0.001	0.814	1.229

^a Dependent variable: Willingness to pay for MaaS.

Table C2
Statistical significance (ANOVA test) of the linear regression model.

ANOVA ^a						
Model		Sum of squares	df	Mean square	F	Sig.
1	Regression	2452076.965	7	350296.709	47.750	0.000 ^b
	Residual	3015144.606	411	7336.118		
	Total	5467221.570	418			
2	Regression	2451413.665	6	408568.944	55.816	0.000 ^c
	Residual	3015807.905	412	7319.922		
	Total	5467221.570	418			
3	Regression	2450435.026	5	490087.005	67.093	0.000 ^d
	Residual	3016786.544	413	7304.568		
	Total	5467221.570	418			
4	Regression	2445334.942	4	611333.736	83.753	0.000 ^e
	Residual	3021886.628	414	7299.243		
	Total	5467221.570	418			
5	Regression	2433572.688	3	811190.896	110.970	0.000 ^f
	Residual	3033648.882	415	7309.997		
	Total	5467221.570	418			

References

Allard, M., Feyt, G., Fourny, M.-C., Talandier, M., 2014. Raising awareness on mobility costs for households: a lever for changing residential choices and improving local governance? Experimentation in the French alpine metropolitan area. *Transp. Res. Procedia* 4, 255–270.
 Civitas, 2014. Gender equality and mobility: mind the gap!, Civitas policy note for European Union, 46 p.

- European Central Bank, 2019a. Euro foreign exchange reference rates: 13 May 2019, Available (accessed 14.5.2019): https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/index.en.html.
- European Central Bank, 2019b. Euro foreign exchange reference rates: 14 October 2019, Available (accessed 15.10.2019): https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/index.en.html.
- Eurostat, 2017. Comparative price levels of consumer goods and services, Available (accessed 16.5.2019): https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Comparative_price_levels_of_consumer_goods_and_services#Price_levels_for_personal_transport_equipment.2C_transport_services.2C_communication.2C_restaurants_and_hotels.
- Finland's environmental administration, 2017. Urban-rural classification. Available (accessed 12.02.2018): http://www.ymparisto.fi/en-US/Living_environment_and_planning/Community_structure/Information_about_the_community_structure/Urbanrural_classification.
- Finnish Transport Agency, 2018. National travel survey 2016, Finnish Transport Agency 1/2018, 113 p.
- Foster, A.C., 2015. Consumer expenditures vary by age, United States Department of labor. Available (accessed 14.5.2019): <https://www.bls.gov/opub/btn/volume-4/consumer-expenditures-vary-by-age.htm>.
- Gall-Ely, M., 2009. Definition, measurement and determinants of the consumer's willingness to pay: a critical synthesis and avenues for further research. *Recherche et Applications en Marketing* 24 (2/2009), 91–112.
- Ho, C.Q., Hensher, D.A., Mulley, C., Wong, Y.Z., 2018. Potential uptake and willingness-to-pay for Mobility as a Service (MaaS): A stated choice study. *Transp. Res. Part A* 117, 302–318.
- Kamargianni, M., Matyas, M., Li, W., Muscat, J., 2018. Londoners' attitudes towards car-ownership and Mobility-as-a-Service: Impact assessment and opportunities that lie ahead, MaaS Lab – UCL Energy Institute Report.
- Lyons, G., Hammond, P., Mackay, K., 2019. The importance of user perspective in the evolution of MaaS. *Transp. Res. Part A* 121, 22–36.
- MaaS Alliance, 2019. What is MaaS? Available (accessed 24.5.2019): <https://maas-alliance.eu/homepage/what-is-maas/>.
- Matyas, M., Kamargianni, M., 2018. Survey design for exploring demand for mobility as a service plans. *Transportation* 46 (5), 1525–1558.
- Ratilainen, H., 2017. Mobility-as-a-Service. Exploring consumer preferences for MaaS sub-scription packages using a stated choice experiment. Delft University of Technology, pp. 9 p..
- Solita, 2017. Suomalaiset janoavat uusia liikennepalveluita (in Finnish). Blog 20.6.2017. Available (accessed 18.11.2019): <https://www.solita.fi/blogit/suomalaiset-janoavat-uuksia-liikennepalveluita/>.
- Statistics Finland, 2015. Population projection 2015 according to age and sex in 2015 to 2065, Statistics Finland's PX-Web database Available (accessed 06.08.2018): http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/en/StatFin/StatFin_vrm_vaenn/statfin_vaenn_px_t001.px/?rxid=b389490b-3693-4f46-95f2-3186ea600029.
- Statistics Finland, 2016a. PAAVO – Open data by postal code area, Statistics Finland's PX-Web database. Available (accessed 06.08.2018): https://www.stat.fi/tup/paavo/index_en.html.
- Statistics Finland, 2016b. Quality report: household consumption 2016 (in Finnish). Available (accessed 18.11.2019): http://stat.fi/til/ktutk/2016/ktutk_2016_2018-10-02_jaa_001_fi.html.
- Statistics Finland, 2017. Household Budget Survey. Available (accessed 17.10.2018): https://www.stat.fi/meta/til/ktutk_en.html.
- Statistics Finland, 2018. Household consumption expenditure by type of household 1985-2016. Statistics Finland's PX-Web databases <http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/en/StatFin/>. Data retrieved on 23.4.2019.
- Statistics Finland, 2019. Vehicle stock grew in 2018. Available (accessed 13.11.2019): http://www.stat.fi/til/mkan/2018/mkan_2018_2019-03-22_tie_001_en.html.
- United States Department of Labor, 2018. Economic News Release – Consumer Expenditure–2018, USDL-19-1593. Available (accessed 14.11.2019): <https://www.bls.gov/news.release/cesan.nr0.htm>.
- Utriainen, R., Pöllänen, M., 2018. Review on mobility as a service in scientific publications. *Res. Transportation Business Manage.* 27, 15–23.
- Vij, A., Ryan, S., Sampson, S., Harris, S., 2018. Consumer preferences for Mobility-as-a-Service (MaaS) in Australia. *ATRF Proceedings* 8.
- Whim, 2019. Find your plan (price list), Available (accessed 14.5.2019): <https://whimapp.com/plans/>.

JULKAISU V

The effects of public transport, mobility as a service (MaaS) and automated vehicles provision on future car ownership

Timo Liljamo, Heikki Liimatainen, Markus Pöllänen, Riku Viri

Transportation Research Part D, under review

Artikkeleiden käyttöön väitöskirjan osana on saatu kustantajan lupa

