



# Liikenne 2020

**Tieteellinen vuosikirja**  
**Yearbook of the Finnish Traffic and**  
**Transportation Planning Association**

Julkaisija: Liikennesuunnittelun Seura ry, Tampere  
Painopaikka: Tallinna Raamatutrükikoda  
Tallinn, 2020  
Painos: 200 kpl  
ISSN 0359-9345 (painettu)  
ISSN 2670-0379 (verkkojulkaisu)  
ISBN 978-951-97334-6-3 (nid.)  
ISBN 978-951-97334-7-0 (pdf)

Toimitus: Liikennesuunnittelun Seura ry, toimituskunta  
Haapalinnantori 4, 33270 Tampere

Toimituskunnan puheenjohtaja: Kalle Toiskallio, valtiot.tri  
Toimitus ja taitto: Tanja von Knorring, BTA  
Kansi: Jussi Hirvi, Green Spot  
Kansikuva: Jussi Hirvi

## Liikenne 2020

### Sisällysuettelo – Table of Contents

*Kalle Toiskallio, valtiotieteiden tohtori, Aalto-yliopisto, tietotekniikan laitos, Liikennesuunnittelun Seura*  
 Johdanto - Pandemia vahvistaa liikenteessä liikkumisen yksilöllistymistä.....5

*Laura Kowalski, M.Sc., Aalto University, Spatial Planning and Transportation Engineering*  
 Review of Academic Literature on Car-Use Habit and Behavioural Change.....14

*Johanna Mäkinen, DI & Hanne Tiikkaja, DI, Tampereen yliopisto, Liikenteen tutkimuskeskus Verne*  
 Kadunvarsien asukaspysäköinnin vaikutus täyssähköautojen yleistymiseen Helsingissä.....33

*Hanne Tiikkaja, DI, Timo Liljamo, DI ja Johanna Mäkinen,DI, Tampereen yliopisto, Liikenteen tutkimuskeskus Verne*  
 Iäkkäiden liikkumisen haasteet – hyötyvätkö iäkkäät automaatiosta?.....55

*Miia Luoma, MSc, Urban and Regional Planning, University of Amsterdam, student of technology, Aalto University*  
 The effect of e-bike ownership on travel behaviour.....78

*Thomas Mantell, M.Sc, Aalto University, Spatial Planning and Transportation Engineering*  
 Measuring the Impact of High-Speed Rail in China.....98

*Roni Utriainen, tohtorikoulutettava, Tampereen yliopisto, Liikenteen tutkimuskeskus Verne*  
Miten sähköpotkulautoja käytetään erilaisissa liikenne-  
ympäristöissä?.....117

*Harri Kallberg, liikenne- ja kuljetustekniikan professori emeritus*  
Suomen liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisestä..131

*Petteri Ojala, kauppatieteiden tohtori,*  
*Turun yliopiston kauppakorkeakoulu, Markkinoinnin laitos*  
Liikkuminen palveluna – vallankumous liiketoimintana?.....158

Kiitokset – Acknowledgements.....178

Tilausohje – Orders.....179

Yhteystietomme – Our contact information.....180

## Johdanto

*Kalle Toiskallio, valtiotieteiden tohtori, Aalto-yliopisto, tietotekniikan laitos, Liikennesuunnittelun Seura ry*

### **Pandemia vahvistaa liikenteessä liikkumisen yksilöllistymistä**

Viimeistään 1990-luvun alusta lähtien on strategisen liikennesuunnittelun piirissä puhuttu, hiukan turhautuneesti, että etätöiden laajamittainen yleistyminen tai muut suuret vähennykset liikennemäärissä voivat toteutua vain suurempien kriisien yhteydessä. No, “tässä tilanteessa” meillä nyt on suht globaali liikennelaboratorio, jota mikään valta ei ole tähän saakka kyennyt järjestämään. Kun esimerkiksi etätöiden edistäjä on toivonut rohkeasti muutaman prosentin vähennyistä yksityisautoliikennemäärissä, nyt puhutaan kymmenkertaisista vähenemistä. Liikenne- ja infrasuunnittelussa katseet ovat yleensä *normaalissa*, pitkäaikaisessa ja pysyvässä. Poikkeuksellisia olosuhteita ei oikein tunnisteta, kuin ehkä omassa arjessa. Katu- ja tietyömaiden liikennejärjestelyt ovat aina vain mitä ihmeellisimpiä ja etenkin puutteellisia. Odotellaan normaalia. Toivottavasti ymmärrämme - ja ehdimme kuitenkin hyödyntää tätä meille tarjottua liikennelaboratoriota monenlaisin liikennetutkimuksin ja nimenomaan tutkimuksin, joissa liikenne yhdistyy moniin arjen toimiin. Tässä ja vain tässä mielessä täytyy toivoa, että terveydenhuollon resurssipaniikista alkanut ja talvisodan henkeä tavoitteleva suositus- ja tiedotuskone jyllää vielä jonkin aikaa.

Liikennevolyymien vähentymisen lisäksi toinen pandemian vahvistama ilmiö on yleinen yksilöllistyminen ja yksityistyminen. Kuten sosiologit ovat kertoneet meille jo 1990-luvun alusta alkaen, me haluamme yhä enemmän olla yksilöllisiä. Haluamme, että meitä kohdellaan yksilöllisesti ja että saamme tehdä ainakin yksilöllisen tuntuksia valintoja. Esimerkiksi kouluruokailu ja asevelvollisuusarmeija ovat vaikeuksissa, koska osallistujat edellyttäisivät yksilöllisyytensä huomiointia, vaikka pienestä rätätöinnistä huolimatta oikeasti mahdollista ovatkin vain tehokkaan massatuotannon muodot. Samasta syystä kaikenlaisten yhdistysten kokouksiin, saati talkoisiin ei ole tunkua, mutta väljät yhteisöt vetoavat. Sellaiset, joihin voi osallistua ilman jäsenmaksua, silloin ja sillä lailla kuin huvittaa, useimmiten kevyesti. Internet ja sen mahdollistamat väljät yhteisöt ovat valtava menestys. Ehkä Liikennesuunnittelun Seurankin webinaareista tulee pysyvä toimintamuoto.

Yksilöllistymispyrkimyksen vuoksi yksityisautoilu ja pyöräily ovat lisääntyneet jo pitkään, molemmat toki infransa puitteissa. Samasta syystä pohdimme kovasti matkan viimeisen kilometrin rätätöintiä. Kulkutaudin tartuntapelko nimenomaan vahvistaa liikenteessä liikkumisen yksilöllistyvää ja yksityistyvää trendiä. Jopa kaupungissa liikkumisen kyseenalaistamaton hyvä, joukkoliikenne, on monella virallisella suulla jouduttu toteamaan vaaralliseksi, vaikka todellisia tartuntoja ei olekaan juuri kyetty jäljittämään joukkoliikenteeseen. Valitettavasti vain moni suuria ihmismassoja vastaanottava organisaatio ei tunne liikennesuunnittelun sanastoa, vaan suosittaa välttämään “julkista liikennettä” ja käyttämään esimerkiksi taksia, vaikka taksi nimenomaan on osa julkista liikennettä.

Arkaainen sisä- ja ulkoryhmien voimakas erottaminen (arvostelukyvyyttömyyteen saakka) on myös vahvistunut pandemian myötä. Epätietoisuudessa alamme nähdä vaaroja kaikessa “ulkopuolisessa”. Kaikkia mahdollisia rajalinjoja korostamalla pyritään sulkemaan kontaktit “ulkopuolisten” kanssa. Esimerkiksi Aalto-yliopisto, jolla on suomalaisittain poikkeuksellisen kansainvälinen opiskelija- ja opettajakunta, kieltää edelleen kutsumasta tapaamisiin Aalto-yliopiston *ulkopuolisia* henkilöitä.

Kulkutautien vuoksi valtioiden väljät rajat tarkentuivat keskiajalla. Keväällä 2020 Suomen niin sanotuissa mökkipitäjissä pelättiin ylipäänsä uusmaalaisia, kunnes tajuttiin, että nämä tuovat huomattavan elannon paikallisille palveluille.

\*\*\*\*\*

Kaikki tämän vuosikirjan artikkelit ja katsaukset käsittelevät eri kulkutapoihin tai ratkaisukokonaisuuksiin perustien kysymystä siitä, voisiko liikenne, tässä tapauksessa maaliikenne, olla järjestetty toisella tavalla. Osa kirjoittajista osoittaa, että ehdotettu muutostapa ei ehkä ole edes mahdollinen tai järkevä. Liikenteen organisoimien uudistamispohdiskeluissa ja ylipäänsä strategisissa liikennesuunnittelussa yksityisautoilun määrän vähentäminen on vahva suuntaus, vaikka kuntien toteutussuunnittelukoneet vielä tuottavatkin autoliikenteen kasvua tukevia ratkaisuja, kuten kaupunkikeskustojen läpiajotunneleita.

Englanninkielisessä **Laura Kowalskin** huolellisessa kirjallisuuskatsauksessa nostetaan esiin se tekniskaupalliselle yleisölle vaikeasti ymmärrettävä seikka, että autoilun vähentäminen ei onnistu niillä rationaalisen funktionalismin keinoilla, joilla sitä on yritetty tehdä

jo vuosikymmeniä. Kowalski soveltaa pragmatistisen kasvatustilafilosofi John Deweyn ajatusta “tavasta” (habit) autoiluun käytäntönä, joka ei ole yksilöllistä ja rationaalista käyttäytymistä, vaan jotain työntövoimaista (propulsive) ja lisääntymiskykyistä (generative), joka kehkeytyy ihmisen ja hänen sosiaaliskulttuurisen ympäristönsä suhteessa. Deweyn “tapa” on kokoelma aistimuksia, kehoa, esineitä, muita ihmisiä, prosesseja, infrastruktuuria, ideoita ja normeja, jotka perustavat arkista elämänkulkua. Muun muassa liikenteen fenomenologi Mimi Shellerin tuella Kowalski kuvaa, kuinka mekanisoidusti tuotettu, itsenäiseltä ja itsekontrolloidulta, mukavalta tuntuva liike ja liikutetuksi tuleminen tuottavat paitsi autossa olemisen, myös autoa varten ja auton kanssa olemisen tunteita. Tämän vuoksi autoilun “tapa” eli sosiokulttuurisesti uppoutuneet ja kollektiivisiin tapoihin vahvasti ruumiillistuneet käytännöt ovat voimakas este autoilun yleiselle vähentämiselle. Tässä olisi vakavan pohdinnan paikka HSL:lle ja muille joukkoliikennelekkareille.

Kasvihuonekaasujen paikallisia päästöjä toivotaan yleisesti voitavan vähentää lisäämällä sähköautojen osuutta autokannassa. **Johanna Mäkinen et al.** tarkastelevat suomenkielisessä tieteellisessä artikkelissaan väestö-, (Helsingin) asukaspysäköintilupa- ja automäärien tilastotietojen sekä perusennusteiden (Suomessa lähes kolme miljoonaa henkilöautoa 2030) ja kotilatauksen pääasiallisuuden perusteella kolme skenaariota siitä, miten kadunvarsipysäköinnin olematon sähkölaatusinfra vaikuttaisi täyssähköautojen kotilataamismahdollisuuksiin 10 vuoden kuluttua (2030). Vain jos sähköautot yleistyvät hitaasti (Helsingissä reilu 30 000 sähköautoa), ongelmia ei näyttäisi tulevan. Vajaa 80 000 sähköautoa tuottaisi jo ongelmia ja 126 000 sähköautoa vaatisi jo radikaalin muutoksen Helsingin pysäköintipolitiikkaan.



Autoilu on koko olemassaolonsa ajan ollut modernin airut. Se on kiinnittynyt vahvasti aina uuteen, tulossa olevaan tekniseen kehitykseen. Aikana, jona uusien henkilöautomallien muotoilu tai edes uudet tekniset toiminnot eivät herätä kovinkaan suurta kiinnostusta suuressa yleisössä ja liikennetutkimus keskittyy pohtimaan autoilun vähentämistä, ehkä dramaattisin lupaus ovat täysautomaattiautot. Kuten 1800-luvun lopulla koetettiin ymmärtää automobiilia hevoscärryn perusteella jonkinlaisena hevosettomana vaununa, nyt hahmotellaan automaattiautoilua paljolti nykyisenkaltaisena, mutta vain kuljettajattomana autoiluna. Tulevaisuuden visiot kertovat aina eniten visionlaadinta-ajankohdasta. Automaattiautoiluun ladataan kaikkien nykyautoilun huonojen puolien eli kustannusten, ympäristöhaittojen ja käyttöasteen tehottomuuden parantuminen. Yhtäältä olemme kuitenkin epävarmoja siitä, haluammeko me kaikki keskimääräistä paremmat autoilijat itseasiassa edes luopua ajamisen nautinnosta. Toive pääsystä baari-illan jälkeen omalla autolla kotiin on sangen marginaalinen. Toisaalta visioimme koko kaupungin kattavista automaattitaksijärjestelmistä. Kaikki kaupunkiseudut, varsinkaan superväljät suomalaiset, eivät kyllä hevin taivu ”manhattaneiksi”. Matkaketjun viimeisen pätkän robottivaunulle kelpaava mallinnus näyttäisi nyt vahvimmalta visiolta, joissain tapauksissa.

Koko tieliikennejärjestelmää ajatellen sangen höttöisissä visioissa liikenteen ja autoilun tutkijat ja kehittäjät pitävät kiitettävästi yllä yleisen automaattiautoilun tulevaisuudennäkymiä, vaikka todellisuudessa kyse onkin vielä lähinnä kollektiivisesta kuvittelusta. Strategisen liikennesuunnittelun hieno piirre on kyky yhdistää useita suureita ja ennustaa sen perusteella tulevaisuutta. Vahvin pohja tässä on Henkilöliikennetutkimus 2016, jonka perusteella **Hanne Tiikkaja et al.** jakavat yli 64-vuotiaat seitsemään ryhmään resurssien, taitojen ja haasteiden perusteella.

Konkreettisina muuttujina olivat tulot, autonomistus, ajokortillisuus ja este käyttöä joukkoliikennettä. Kun oletuksena on automaattiautojen operointikyky erilaisissa ympäristöissä ja siedettävät kustannukset, päädytään siihen, että automaattiautot parantaisivat iäkkäiden itsenäistä liikkumista.

Ilman koronaakin elämme vahvaa pyöräilybuumia. **Miia Luoma** tarkastelee englanninkielisessä kirjallisuuskatsauksessaan sähköpyöriä kulkutapana. Vaikka ne monesti korvaavat muita kulkutapoja, ne voisivat korvata myös autoilua. Vaikka eri ikäisillä ihmisillä ja eri alueilla asuvilla motiivit ja käyttäytyminen vaihtelevat suuresti, Luoma kannustaa ottamaan sähköpyörät huomioon kaikessa liikennesuunnittelussa.

**Thomas Mantellin** englanninkielinen yleiskuvaus Kiinan nopeista junalinjoista kertoo siitä häkellyttävästä mittakaavasta ja nopeudesta, jolla äsken vielä sangen köyhä maa on rakentanut reilussa vuosikymmenessä lähes 30 000 km nopeita junia kestäviä raiteita, niin että reilusti yli puolet (66%) maailman korkeanopeuksista raiteista on Kiinassa. Kiinan nopeat radat kuljettavat 1.7 miljardia matkustajaa vuodessa. Nopeat radat ovat parantaneet suurkaupunkien taloutta ja niiden välisiä yhteyksiä, mutta heikentäneet pienempien kaupunkien ja maaseudun yhteyksiä. Niiden käyttö olisi vieläkin suurempaa, jos niiden matkaliput eivät maksaisi kolme kertaa tavallista junalippua enemmän. Voimakkaasti lisääntynyt lentoliikenne Kiinassa ei ole juurikaan kasvanut nopeiden junien vaikutusalueella.

Olisi kiinnostavaa verrata Kiinan ja USA:n nopeiden raiteiden kehityskulkuja. USA:han oli ensimmäisenä maailmassa, jo 1960-luvun lopussa, kehittämässä nopeiden junien konseptia. Tällä

hetkellä USA:ssa ei oikeastaan ole lainkaan nopeiden junien linjoja.

Osana polkupyöräilybuumia, reilu kymmenen vuotta sitten “kevyenliikenteen väylät” muuttuivat liikennesuunnittelijoiden puheessa hyvin nopeasti, parissa vuodessa, erilaisiksi ilmauksiksi, joissa pyörätie ja jalkakäytävä haluttiin erottaa erillisiksi käsitteiksi. Nyt sähköpotkulaudat näyttävät tuovan uuden haasteen tähän kaupunkilaiseen tilanjakotaisteluun. **Roni Utriainen** on havainnoinut vuokrattavien sähköpotkulautojen käyttötapoja Tampereella. Liikennesääntöjen mukaan niillä tulisi ajaa pyörateitä tai ajoradalla, mutta kaikki havainnoidut käyttäjät ajoivat niillä ainakin jonkin matkaa jalkakäytävillä. Utriainen päätyikin suosittamaan mikroliikenteelle omaa infrastruktuuria.

Suomen kunnianhimoinen kasvihuonekaasupäästöjen vähennystavoite lepää raskaana energiasektorin ja sen osana liikenteen päällä. Ehkä moni muu sektori on osannut viestiä asiansa päättäjille aikaisemmin. Tavoitteiden hyväksymisen jälkeen liikennesektorilta on alkanut kuulua erilaisia huomautuksia. Tässä hengessä **Harri Kallberg** katsastaa Suomen liikenteen karkeita kasvihuonekaasupäästölaskelmia. Kun Suomen kasvihuonekaasupäästöt (2108) olivat noin 71 milj. (ekvivalenttista) hiilidioksiditonnia, energiasektorin osuus näistä oli 56 milj. tonnia ja tieliikenteen osuus vajaa 11 milj. hiilidioksiditonnia.

Joukkoliikenteen itsestäänselvästi ”kestävämpänä” liikenne-  
muotona ottavien on hyvä huomata seuraava yksityiskohta.

Henkilöliikennetutkimuksen (2016) ja erilaisten tilastojen avulla Kallberg laskee muun muassa, että keskimääräinen henkilöluku bussissa on 8,1 (+kuljettaja) kun se henkilöautolla on 1,6. Niinpä,

henkilöautojen busseja paljon suuremman kilometrisuoritteen ja bussien moninkertaisen ajoneuvokohtaisen polttoaineen kulutuksen ansiosta henkilöauton ja bussin kasvihuonepäästöjen määrä on itse asiassa samaa luokkaa: henkilöautolla 88,5 grammaa / henkilökilometri ja bussilla 99,6 grammaa / henkilökilometri.

MaaS Alliance on eurooppalaisen älyliikenteen piiristä kasvanut lukuisten yritysten ja julkishallinnon yksikköjen kansainvälinen verkosto, jonka synnyttämisessä suomalaiset liikenneviranomaiset ovat olleet vahvassa roolissa. Ehkä juuri tuo vahva viranomaistausta tekee ymmärrettäväksi liikenteen palvelullistumisessa nähtävän vahvan strategisen otteen, joka ei pelästy ilmeisimpiäkään reaali- ja markkinatalouden vakiintuneita toimintatapoja. **Petteri Ojala** käy lähinnä liiketaloustieteen näkökulmasta läpi MaaS Allianssin valkoisen paperin (2017) neljä peruspilaria: 1) liikennemarkkinoiden ja niiden sisältämän tiedon avoimuus, 2) käyttäjäkeskeisyys (saumaton liikkumiskokemus), 3) lainsäädännön muutoksella mm. avoimet vierailut eri maissa ja kaupungeissa ja 4) kaikille avoin liikenteessä liikkumisen tietojärjestelmä. Niiden perusteella hän huomauttaa, että mikään noista fundamentaaleista ei näytä olevan toteutumassa. Esteinä ovat, mm. markkinatalous ja ylipäänsä sekä julkisten että etenkin yksityisten yritysten toimintalogiikka, olivat ne sitten liikenneoperaattoreita tai vaikkapa ohjelmistotaloja. Itse asiassa mikään noista valkoisen paperin fundamentaaleista ei näyttäisi olevan toteutumassa.

Muutama MaaS-yritys maailmassa on kyllä onnistunut keräämään huomattavat sijoitusvarat. Ei ihme, että näistä esimerkiksi suomalaisen MaaS Globalin julkinen argumentaatio on luonteeltaan selkeästi sijoittajaviestintää. Siinä korostuvat globaalin liikennemarkkinan valtava koko (10 biljoonaa) ja visio, että tuon

markkinan rahavirrat kulkisivat vain muutaman MaaS-operaattorin kautta. Argumentti käyttää vertauskuvana matkapuhelinliikennettä, vaikka se on fyysistä liikennettä paljon geneerisempää. Matkapuhelin- ja internet-yhteyksiä otetaan samalla tavalla niin naapurilähiöön, muualle maahan kuin ulkomaillekin. Monesti kohteiden fyysinen sijainti ja varsinkin niihin matkustaminen ovat täysin irrelevantteja. Fyysisesti liikuttaessa kulkutapa, liikenneoperaattori ja muut asianosaiset sekä näiden yhteistyömuodot vaihtelevat sen sijaan niin paljon, että vertauskuva hajoaa omaan mahdottomuuteensa.

# Review of Academic Literature on Car-Use Habit and Behavioural Change

*Laura Kowalski, M.Sc., Aalto University, Spatial Planning and Transportation Engineering*

## ***Abstract***

Emissions from transportation related activity continues to climb worldwide. Towards the effort to curb emissions through the reduction of the personal use of cars, contemporary research investigates the perpetuation of their use from the perspective of car-use habit as constituted on both an individual and collective level. Consequently, changing behaviour around the use of cars has been explored through the influence of habit on intention and achievement of change. This paper presents a review of a selection of academic literature on the topic of sustaining car-use habit and its corresponding relationship to car-use reduction intentions and goals. The paper concludes with an overview of meta-analyses conducted on the implementation of effective intervention approaches.

## ***1. Introduction***

The impact of extensive car-use on the environment and society is a pressing issue. The number of cars on the road and miles traveled has dramatically increased since the 1980s (Gärling and Schuitema, 2007, 139). Reducing the use of cars is necessary for addressing the environmental problems, accessibility issues, and degradation of the urban fabric associated with the automobile's massive worldwide use. In order to change people's behaviour around car-

use, the nature of car-use habit must be understood. This paper reviews a sample of literature covering a few directions academic inquiry has taken toward understanding car-use habit and its role in changing car-use behaviour. As the following review will present, some scholars have focused on the characteristics of motives sustaining car-use habit, while others have investigated the embodied, socially and culturally situated nature of the habit. Further, the relationship between car-use habit and change in car-use behaviour is explored through its effect on intentions and their implementation as well as the formation and achievement of car-use reduction goals.

## ***2. Sustaining Car-Use Habit***

The pursuit of a variety of means and methods is underway to decarbonize transport in an effort to address the environmental impacts of car-use across the world. It is recognized that infrastructure modifications are not sufficient for addressing the challenge at hand. There are a variety of approaches to the effort to change behaviour around car-use, however, it is imperative to understand the associated habit in order to formulate interventions that are effective and enduring. Based on the sample of articles chosen for this paper, car-use habit is explored through various theoretical and psychological paradigms and investigated through a variety of research methods. Research questions the articles attempt to answer are centered around: What is the relationship between motivation and car-use habit? What socio-cultural dimensions influence car-use habit?

## ***2.1 Car-Use Habit and Individual Motives - Affective, Symbolic, and Instrumental Motives***

Linda Steg's 2004 article, *Car Use: Lust and Must. Instrumental, Symbolic and Affective Motives for Car Use*, examines motives associated with driving, investigated through questionnaire studies administered in two cities in The Netherlands. It was concluded that motives for driving do not only serve instrumental functions, but symbolic and affective functions as well. The article uses Dittmar's Model of Material Possessions to frame the categories of functions. Instrumental function is understood in this paper as enabling activities. Symbolic function is understood as a means of expression of self or social position. Affective function is understood as meeting more emotional needs and desires (Steg, 2004, 150). The importance of these functions and to the type of driver (commuter, non-commuter) was also evaluated.

The results of the study demonstrate that people that are more emotionally attached to their car drive more and are less likely to look favourably on intervention measures (Steg, 2004, 149). Steg concludes in the article that people distinguish between instrumental, symbolic, and affective motives around car-use. Additionally, the latter two motives contributed to car-use more significantly than instrumental motives among commuter drivers (Steg, 2004, 157). This is interesting because commuting is often perceived as purely functional. However, symbolic motives, those associated with social status and self expression, and affective motives, those associated with emotions related to the car, proved to be more important to car-use habit than instrumental motives. Thus, people drive because they love driving and this needs to be taken into account when devising policies around car habit intervention.



## ***2.2 Car-Use Habit and Individual Motives - Affective and Utilitarian Motives***

Along similar lines to Steg, the article *What Drives Car Use? A Grounded Theory Analysis of Commuters' Reasons for Driving* (Gardner and Abraham, 2007), investigates two categories of driving motivation: utilitarian and affective. The former is similar to what Steg referred to as “instrumental” and concerns travel cost, time, physical effort or exertion, convenience, and flexibility (Gardner and Abraham, 2007, 188). As is discussed, the affective motivation is concerned with the experience of driving and the associated stress, enjoyment, safety, uncertainty, and autonomy perceived by the traveller (Gardner and Abraham, 2007, 188). The study explored drivers’ perspectives concerning decision making around driving as well as the correlation between utilitarian and affective motives. The article concludes with recommended directions to target car-use reduction measures based on driver motivations.

The authors, Benjamin Gardner and Charles Abraham use a grounded theory approach in the analysis of 19 participant interviews. This analysis revealed five motives for driving: travel time and its associated affect, desire to minimize effort, personal space consideration, minimization of costs, and desire for control (Gardner and Abraham, 2007, 189). The researchers argue that these motives demonstrate that affective and utilitarian motives are intertwined in sustaining car-use and conclude that “car use was commonly perceived to optimise positive affect, personal space, and control, whilst minimising journey time, negative affect, effort, and costs” (Gardner and Abraham, 2007, 190). Further, social identity was found to be a strong influence in the acceptance of car-use reduction measures. This was evident in individual participant’s strong personal identification as a “motorist” in

response to suggested car-use reduction policies, though the policies lacked any direct consequence to them. The authors conclude that policies and programs directed at reducing car-use need to take into consideration the interwoven nature of affective and utilitarian motives and the role of social identity in sustaining car-use.

### ***2.3 Car-Use Habit and Socio-Cultural Context - Car-Use Habit and Collective Customs***

In the article, *Rethinking Habits and their Role in Behaviour Change: The Case of Low-Carbon Mobility*, Tim Schwanen et al. (2012) build an approach to the intervention of carbon-intensive travel habits based on the philosophical perspectives of Félix Ravaisson and John Dewey. The primary argument of the paper is that behaviour is unlikely to change through individual reasoning and that changes to collective customs are needed. The conception underlying the approach through individual reasoning is that habit is automated and repetitive, triggered by specific contextual cues (Schwanen et al., 2012, 532). This paper proposes that a different conception of habit, as situated action embodied in “body-mind-world assemblages”, honours the complexity of human habit toward which effective, enduring changes in behaviour around the use of the car can be achieved (Schwanen et al., 2012, 526).

The authors of the article posit that expanding the thinking around human habit beyond theories based in the fields of psychology and economics can allow for more complex understandings. This can broaden conceptions around the design and application of intervening measures for decarbonization of transport. In this vein, the authors take a different theoretical perspective which they base on the notion that habit is not mechanized action, but rather

about “being and becoming” as derived from Félix Ravaisson and John Dewey’s philosophical perspectives on habit (Schwanen et al., 2012, 524). Where Ravaisson sees habit as a tendency that is active and self-perpetuating, Dewey sees it as distributed and emergent through human-environment relations (Schwanen et al., 2012, 526). These perspectives support the paper’s approach to habit as “propulsive and generative tendencies rather than as behaviours” (Schwanen et al., 2012, 526). Nor are they individual, contained, or originating from the brain, but rather emerge from human engagement with the world. In this way they are situated and constituted through engagement. Thus, driving can be conceived as ensembles of senses, body, artifacts, other people, procedures, infrastructure, ideas, and norms (among others) that constitute the flow of life (Schwanen et al., 2012, 526). Policies designed to reduce car-use should work with car-use habit and the broader contextual elements and dimensions, such as collective customs, that support the formation of the habit.

#### ***2.4 Car-Use Habit and Socio-Cultural Context Feelings and Automobility***

Along the same lines of Schwanen’s conception of car habit as embodied and situated, Mimi Sheller (2004) in her article *Automotive Emotions*, discusses car-use from a phenomenological perspective. She conceives of automobility as embedded in social practices and as an embodied relationship with the car. The main argument presented in the article is that “movement and being moved together produce the feelings of being in the car, for the car and with the car” (Sheller, 2004, 222). She is particularly concerned with the culture of automobility and focuses on associated relations in the larger context of physical and material relations that involve the human and car body (Sheller, 2004, 225).

According to Sheller collective customs generate certain psychological predispositions and preferences as well as what the author refers to as “emotional geographies” (Sheller, 2004, 223). Emotional geographies are comprised of “flows, circulations, distributions, intensifications and interferences of emotion between and among people, things and place” (Sheller 2004, 223). It is through emotion that certain dispositions toward driving are initialized. Sheller argues that these are both aesthetic and kinesthetic in character. The aesthetic quality of the car concerns its physical appeal. A kinesthetic disposition lies in the interrelation of motion and emotion through the actual movement of the car. The vibration of the engine and the car’s propulsion are kinesthetically felt, for example, and this highlights particular “material affordances”, which constitute emotional geographies (Sheller, 2004, 228). In this way, the feeling of driving is embodied, and resulting dispositions towards it are oriented on its particular material affordances, or how we engage with the world through the car. The use of the car, sustaining the car-use habit, is tied to embodiment activated within these human/car relations. This generates certain emotional geographies that are situated in a culture of automobility.

Jensen’s (1999) article, *Passion and Heart in Transport — A Sociological Analysis on Transport Behaviour*, explores the social and cultural dimensions of car-use. Both a quantitative and qualitative study were conducted. The qualitative study consisted of interviews with 30 participants whose attitudes and behaviours were the basis for their classification into six types of travellers. The quantitative study consisted of a survey based on the six traveller types and involved 1000 participants. The author discusses these six traveller types with the aim of examining: the way in which the car has become an important element in daily life; attitudes and behaviours

around transportation; environmental awareness; and culture constructs (Jensen, 1999, 19). The emotional dimension of driving, Jensen argues, is important to understanding the role of the car in modern society.

The results of the studies suggest that, as a cultural phenomenon, the car symbolizes freedom and independence (Jensen, 1999, 27). There are, however, remarkable contradictions in these conceptions as expressed by the study participants. There is apparent incongruence between the feelings of independence associated with the car and the pursuit of a life that is dependent on the car. Contradiction was also apparent in the participants' expressed awareness of and concern for the environmentally detrimental effects of car-use while continuing to choose to travel by car. Also, freedom was associated with the choice to drive and the actual activity of driving. However, extending this freedom to all, results in limitations through increased congestion and creation of traffic jams and rush hours for example (Jensen, 1999, 31). There is hope, according to Jensen, in the presence of these contradictions, as they represent potential for behavioural change. The car is an emblem of modern society, embodying independence, freedom, power, control, status, and consumption. It is hard to divorce it from modern living and it is seen as a 'natural' part of life (Jensen, 1999, 28). Jensen posits that, while this is the contemporary circumstance, triggers requiring immediate and drastic change in travel behaviour may activate the contradictions in attitudes and behaviour around car-use, thereby resulting in the fulfilment of change away from travel by car.

## ***2.5 Conclusion on Conceptions of Car-Use Habit***

The overarching conclusion of the selected literature on car-use habit is that habit is complex and must be understood as a situated behaviour and also tied to certain motivations. As Sheller, Jensen, and Schwanen discuss, in the context of transport mode choice, habit is not merely automated behaviour in response to utility or instrumental needs. Rather it is socio-culturally situated and embodied through human/car relations. Conclusions suggest that symbolic and affective motives were important to car habit. The article by Schwanen et al. sought to reconceptualize habit as a distributed complex tendency rather than individual mechanicalized behaviour. As such, changing it demands the modification of collective customs across various institutions and societal entities. Similarly, Sheller and Jensen conclude that socio-cultural dimensions are important to sustaining a car-use habit. The review of this selection of literature on car habit reveals that it is motivated by more than just utilitarian or instrumentative motives and that intervention measures need to take this into consideration and must appeal to the values underpinning the affective and symbolic motives.

## ***3. The Role of Car-Use Habit in Changing Car-Use Behaviour***

As discussed, habit is an important consideration in understanding car-use. The mechanics of the automobile make it comfortable and empowering. The spatial layout of the built environment over the last several decades has catered to this transportation mode. The automobile industry has promoted it through marketing techniques that depict it as liberating, sexy, and powerful (Sheller, 2004, 235). These factors have encouraged the development of a car-use habit as tied to symbolic, instrumental, and affective

individual motives as well as emergent and socially constituted in automobility cultures. With the rise in car-use and its corresponding impact on the environment and society, its reduction through measures that target behavioural change is an important issue. As follows is a review and discussion of a sample of literature on research concerning behavioural responses and reactions to car-use habit intervention measures. These include the creation of car-use reduction intentions and the associated formation and achievement of reduction goals as well as the deliberate decision making around travel choice as a result of the interruption of car-use habit. These are explored as counterpoints to car-use habit.

### ***3.1 Car-Use Habit as an Obstacle to Intention to Change Travel Behaviour***

Barit Møller & John Thøgersen's 2008 article, *Car Use Habits: An Obstacle to Public Transit?* explores car-use habit strength and propensity for behavioural change, particularly around the use of public transit. The article tests the hypothesis: "For commuters with a strong car-use habit, there is a weak correlation between intention and behaviour in relation to the use of public transportation and for commuters with a weak car-use habit the correlation is strong" (Møller and Thøgersen, 2008, 303). The study consisted of interviewing 73 drivers and two methods to measure habit were used. One measure, Response Frequency (RF), is designed to capture a general habit that forms based on past behaviour and triggered by contextual cues. The other measure, the Self-Reported Habit Index (SRHI), captures characteristics of automaticity, such as lack of awareness, efficiency, uncontrollability, historical repetition of the activity, and the degree of congruence with personal identity (Møller and Thøgersen, 2008, 307).

Results of the study demonstrate that there is a correlation between car-use habit and behavioural intention. Car-use habit can be an obstacle to the intention to change behaviour, such that a strong car-use habit is correlated with a weak likelihood for the intention to result in action toward a change in travel mode. As the authors conclude, “when the habit is weak, the intention-behaviour correlation is strong, and when the habit is strong, the intention-behaviour correlation is weak(er)” (Møller and Thøgerson, 2008, 309). Based on these findings, the authors argue that simply providing information about other modes such as public transit is not enough to change behaviour and that incentives are needed to intervene in car-use habit.

### ***3.2 Car-Use Habit as Obstruction to Formation of Car-Use Reduction Goals***

Gärling et al. (2002) in the article, *A Conceptual Analysis of the Impact of Travel Demand Management on Private Car Use*, presents a conceptual framework for the organization of psychological theories concerning human behaviour relevant to travel choices (Gärling et al., 2002, 59). The framework is grounded in control theory and goal-setting theory and is used to investigate travel related to habit and both strategic and operational choice.

The authors hypothesize that the determinants of travel option choices can be categorized into two distinct classes. The first category is described as: “bundles of attributes describing trip chains (purposes, departure and arrival times, travel times, monetary costs, uncertainty, convenience)” (Gärling et al., 2002, 60-61). The second category is: “the goals and implementation intentions that households form over time in response to



evaluations of monetary costs, time, and convenience of current travel” (Gärling et al., 2002, 62). The article proposes that car-use reduction measures change these attributes. This supports the formation of goals that counter the changes, and the fulfilment of these goals is determined by a variety of factors (Gärling et al., 2002, 62). Principles of control theory are used in the article to better explain changes in travel behaviour in response to car-use reduction measures over time. Negative feedback in control theory is useful in understanding this because it explains the minimization of deviation from a goal. This explains people’s effort to address discrepancies between their current state and their goal. Building out further from control theory, the authors argue that changes with cost implications will result in people making operational travel choices that have the smallest cost impact (Gärling et al., 2002, 64).

Car-use habit plays an obstructive role in altering traveling behaviour because it inhibits thinking around goal formation and implementation intentions. Little information regarding alternatives to driving is needed when the car-use habit is strong because thoughtful decision making, and planning is not conducted. Thus, in this case, the formation of a car-use reduction goal may not be able to supplant the car-use habit. Applying control theory, the authors suggest that this might be related to the possibility that environmental cues encountered call up different reference values or goals (Gärling et al., 2002, 67). Another possibility is that because information about alternatives is not sought, there may be a disconnect between the reference values and the environmental cues. Thus, the authors posit, behavioural change is not seen as feasible despite the fact that the principle of change is present. Based on these possibilities, the authors argue that specific information is needed to break a car-use habit and that

simply presenting the pros and cons of travel options is not sufficient for changing behaviour (Gärling et al., 2002, 67).

In Gärling and Schuitema's 2007 article, *Travel Demand Management Targeting Reduced Private Car Use: Effectiveness, Public Acceptability and Political Feasibility*, the authors explore the effectiveness, public reception, and political feasibility of coercive and non-coercive car-use reduction measures. Coercive measures are those that force individuals to change behaviour, whereas non-coercive measures act to reduce positive associations or attitude with the targeted behaviour. The authors outline a conceptual framework, which was discussed previously in this paper, that suggests that travel choices are evaluated in relation to bundles of alternatives concerning trip chain attributes (see above). Car-use reduction measures are aimed at changing these attributes to encourage the creation of a reduction goal, which may then be carried out. Based on this framework, the authors identify three conditions that must be met in order for the car-use reduction measures to be effective. These include the reduction of the attractiveness of car-use, the activation of car-use reduction goals, and the facilitation of goal achievement (Gärling and Schuitema, 2007, 140).

The article's conclusion is that coercive measures such as enforcing car-use reduction goals may be a more effective method for altering the attractiveness of car-use. However, they need to be designed such that they target a substantial number of drivers. Attaining car-use reduction goals can depend on a variety of factors that include size, specificity, and level of commitment associated with the goal (Gärling and Schuitema, 2007,147). Additionally, alternative forms of transportation that are affordable and accessible is necessary. When goals are not enforced, values, attitudes, and habit can inhibit the achievement of car-use reduction goals. While enforced goals have not shown

to differ with those that are self-imposed, attaining the goal can be impeded by a car-use habit. Information about alternatives is not sought or considered, thus preventing the car-use reduction goal from being triggered (Gärling and Schuitema, 2007, 146).

### ***3.3 Deliberate Decision Making and Car-Use Habit***

L. Eriksson et al. (2008) in the article *Interrupting Habitual Car Use: The Importance of Car Habit Strength and Moral Motivation for Personal Car Use Reduction*, explores the relationship between the strength of car habit and the moral motivation to change car-use behaviour. A field experiment study was conducted with 71 car-users which were divided between a control group and an experimental group. Habit strength and moral motivation were assessed through questionnaire results as well as pre and post-intervention travel diaries. The intervention consisted of the presentation of car-use reduction strategies to the participants and the elicited decision as to whether to pursue one of the strategies (carpooling, trip chaining, cancel trips, etc.) for a particular trip. The aims of the study included: the investigation of whether the intervention made travel choice more deliberate, the degree to which car habit and personal norm changed as a result of the intervention, and the assessment of the effect of the intervention on car habit (Eriksson et al., 2008, 13).

‘Habit’ within this article is conceived as a scripted behaviour linking a goal and behaviour, while ‘personal norm’ is used to describe the moral motivation to reduce car-use. The article is grounded in the psychological perspective that the choice of travel mode is “either a deliberate process, or originating from behavioural habits” (Eriksson et al., 2008, 11). Results of the study demonstrated that interrupting car-use habit resulted in more

deliberate choices around travel. As a result of the intervention measure, the relationship between car-use and habit became insignificant, while that between personal norm and car-use became significant (Eriksson, 2008, 17). This led to the conclusion that car habit may have an obstructive effect on the significance of personal norm. However, deliberate decision making around travel choice allows for the greater influence of personal norm on car-use. Further, neither the strength of the car-habit or that of the personal norm were affected by the intervention. Rather the personal norm was activated, and the influence of the car habit was diminished as result of the debaration around travel choice. Finally, the effect of the intervention on car-use habit was such that planning around new behaviour can encourage the implementation of a personal norm. The interruption of the habit creates a condition wherein personal norm can become the motivation for change.

### ***3.4 Conclusion on Car-Use Habit and Change in Car-Use Behaviour***

The brief review of a sample of literature concerning the relationship between car-use habit and car-use reduction is one wherein the habit acts as an obstacle to behavioural change around car-use. It is challenging to the formation of goals and implementation intentions around car-use reduction. In order to disrupt the habit, interruption, interventions, or enforced goals are needed to encourage deliberate decision making around travel choice. This can facilitate the activation of a moral motivation or personal norm and can weaken a strong car-use habit. This can create conditions that support the implementation of intentions to reduce car-use and the formation and potential achievement of associated goals.

#### ***4. Habit and Travel Choice Meta-Analysis***

A number of contemporary articles have conducted meta-analyses of the themes discussed in this paper in an effort to synthesize findings concerning effective interventions to encourage choosing an alternative mode to the car. In addition to habit, intention, personal norm, and attitudes are discussed as predictors of the choice to use the car over other modes. These meta-analyses support the argument that car-use habit plays a significant role in sustaining car-use.

In the article *Shedding Light on the Psychological and Behavioural Determinants of Travel Choice: A Meta-Analysis*, Pietro Lanzini and Sana Akbar Khan (2017) conduct a survey of 58 articles to synthesize existing research on factors that lead to accurate predictions of behaviour around mode choice. Results demonstrate that intentions play a major role in travel mode choice and can lead to pro-environmental behaviour. However, when performed regularly in order to achieve a particular goal (commuting, shopping, etc.), habit becomes the strong predictor of future behaviour. Thus, while intentional and unintentional factors contribute to mode choice, when an intentional action is repeated for an extended period of time, it becomes unintentional, “once the new behaviour becomes routine and is repeated over and over in a given situation, deliberate factors don't seem to play their direct role any more: that is, later behaviour is largely influenced by past behaviour, and is no longer the outcome of a choice between the original alternatives” (Lanzini & Khan, 2017, 20). Thus, patterns emerging from the meta-analysis revealed a predominance of intentions, habits, and past experience on mode choice (Lanzini & Khan, 2017, 22). Disruption of the habit to trigger deliberate intention formation may be needed to change behaviour to then

lead to the formation of a new habit, in this case, towards the use of an alternative mode.

Similarly, in the article *What Cognitive Mechanisms Predict Travel Mode Choice? A Systematic Review with Meta-Analysis*, Hoffman et al. (2017) present their findings from a systematic review of literature on determinants of car-use. Their meta-analysis revealed that while intentions, perceived behavioural control, and attitudes were correlated with alternative transportation choice, habit interferes in the process of translating intention to action, “meta-analyses of intentions and habits supported previous findings (Gardner & Abraham, 2008) emphasising both the importance of intentions not to drive and the challenges of translating such motivation into action by those who habitually and perhaps unthinkingly drive to travel” (Hoffman et al, 2017, 645). Results of the meta-analysis suggest that car-use interventions need to be strong, specific, and targeted to break existing habits and not simply seek to persuade through targeting traveller motivations. The authors conclude that 25 years of research has revealed that there are a wide range of cognitive mechanisms correlated with the use of the car. However, there is a gap in the research on the correlation between motivation and *non-car-use*, which could advance targeted intervention measures.

## **5. Conclusion**

Individual motives as well as socio-cultural constructs play a significant role in sustaining a car-use habit. It engages certain emotions and motives that are related to self-expression, social status, sense of control and power, independence and freedom, and aesthetic and kinesthetic characteristics of movement by car. Socio-cultural constructs such as collective customs and attitudes

around cars and their use, further contribute to sustaining a car-use habit. Additionally, habit can act as an obstruction, such that awareness of the detrimental effects on the environment and a corresponding feeling of responsibility to change is overridden by a car-use habit. Automobility is more than transport, it is socially and culturally embedded and embodied in movement. An alternative that replaces the importance, allure, connection, and desire feeding automobility is desperately needed.

### **References**

Eriksson, L., Garvill, J. and Nordlund, A.M., 2008. Interrupting habitual car use: The importance of car habit strength and moral motivation for personal car use reduction. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 11(1), pp.10-23.

Gardner, B. and Abraham, C., 2007. What drives car use? A grounded theory analysis of commuters' reasons for driving. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 10(3), pp.187-200.

Gärling, T., Eek, D., Loukopoulos, P., Fujii, S., Johansson-Stenman, O., Kitamura, R., Pendyala, R. and Vilhelmson, B., 2002. A conceptual analysis of the impact of travel demand management on private car use. *Transport Policy*, 9(1), pp.59-70.

Gärling, T., Gärling, A. and Johansson, A., 2000. Household choices of car-use reduction measures. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 34(5), pp.309-320.

Gärling, T. and Schuitema, G., 2007. Travel demand management targeting reduced private car use: effectiveness, public acceptability and political feasibility. *Journal of Social Issues*, 63(1), pp.139-153.

Hoffmann, C., Abraham, C., White, M.P., Ball, S. and Skippon, S.M., 2017. What cognitive mechanisms predict travel mode choice? A systematic review with meta-analysis. *Transport reviews*, 37(5), pp.631-652.

Jensen, M., 1999. Passion and heart in transport—a sociological analysis on transport behaviour. *Transport Policy*, 6(1), pp.19-33.

Lanzini, P. and Khan, S.A., 2017. Shedding light on the psychological and behavioral determinants of travel mode choice: A meta-analysis. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 48, pp.13-27.

Møller, B. and Thøgersen, J., 2008. Car use habits: an obstacle to the use of public transportation?. In *Road pricing, the economy and the environment* (pp. 301-313). Springer, Berlin, Heidelberg.

Schwanen, T., Banister, D. and Anable, J., 2012. Rethinking habits and their role in behaviour change: the case of low-carbon mobility. *Journal of Transport Geography*, 24, pp.522-532.

Sheller, M., 2004. Automotive emotions: Feeling the car. *Theory, culture & society*, 21(4-5), pp.221-242.

Steg, L., 2005. Car use: lust and must. Instrumental, symbolic and affective motives for car use. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 39(2-3), pp.147-162.



# Kadunvarsien asukaspysäköinnin vaikutus täyssähköautojen yleistymiseen Helsingissä

*Johanna Mäkinen, DI & Hanne Tiikkaja, DI, Tampereen yliopisto, Liikenteen tutkimuskeskus Verne*

## ***Tiivistelmä***

Tutkimuksen tavoitteena oli tarkastella kotilatausmahdollisuuden merkitystä täyssähköautojen hankinnalle sekä tutkia, aiheuttaako taloyhtiöiden autopaikkojen puute haasteita saavuttaa ajoneuvokannalle asetettuja sähköistymistavoitteita Helsingissä. Tutkimuksessa arvioitiin väestötietojen, asukastunnusten määrän ja henkilöautojen lukumäärän avulla, kuinka suuri osuus helsinkiläisten omistamista henkilöautoista on ilman omaa autopaikkaa. Tutkimuksessa luotiin kolme skenaariota täyssähköautojen yleistymiselle Helsingissä vuonna 2030. Hitaan yleistymisen skenaariossa asukaspysäköinti kadunvarressa ei todennäköisesti rajoita sähköautojen yleistymistä. Kohtuullisen yleistymisen skenaariossa sähköautojen tavoitteet voivat jäädä saavuttamatta ilman lisälatausmahdollisuuksia. Nopean yleistymisen skenaariossa tuhansia sähköautoja voi jäädä ilman omaa autopaikkaa ja kotilatausmahdollisuutta Helsingin asukaspysäköintivyöhykkeillä, jolloin pysäköintipolitiikkaan vaaditaan suurempaa muutosta.

## ***1. Johdanto***

Suomen hallitus on sitoutunut päästövähennystavoitteisiin, joiden mukaan Suomi on hiilineutraali vuonna 2035 ja hiilinegatiivinen nopeasti sen jälkeen (Valtioneuvosto 2019). Kotimaan liikenne aiheuttaa noin viidenneksen Suomen kasvihuonekaasupäästöistä. Kotimaan liikenteen päästöistä noin 90 % aiheutuu tieliikenteestä

(Suomen ympäristökeskus 2020). Päästövähennystavoitteiden saavuttaminen vaatii liikenteen päästöjen merkittävää vähenemistä erityisesti tieliikenteessä.

Ajoneuvokannan sähköistyminen on tärkeässä roolissa päästövähennystavoitteiden saavuttamisessa, sillä ajoneuvojen sähköistämällä voidaan parantaa ajoneuvojen energiatehokkuutta sekä vähentää ajoneuvojen hiilidioksidipäästöjä. Sähköautojen yleistymiseen liittyy kuitenkin vielä haasteita. Sähköautojen hankintahinta on toistaiseksi ollut korkea ja mallivalikoimat rajalliset. Täyssähköauton käyttämä energia hankitaan lataamalla ajoneuvoa sähköverkosta, minkä vuoksi latausinfrastruktuuri on edellytys täyssähköauton hankinnalle. Useissa tutkimuksissa on huomattu, että erityisesti kotilatausmahdollisuus vaikuttaa sähköautojen hankintaan (mm. Sierzchula et al. 2014; Bailey et al. 2015; Zhang et al. 2016).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tarkastella kotilatausmahdollisuuden merkitystä täyssähköautojen hankinnalle sekä tutkia, aiheuttaako kiinteistöjen autopaikkojen puute haasteita saavuttaa ajoneuvokannalle asetettuja sähköistymistavoitteita Helsingissä. Helsingissä erityisesti vanhemmissa kiinteistöissä ei ole autopaikkoja tarjolla kaikille autonomistajille, jolloin autoja säilytetään esimerkiksi yleisillä kadunvarsipaikoilla. Näille paikoille ei ole mahdollista hankkia sähkölatausmahdollisuutta samaan tapaan kuin autopaikoille, jotka sijaitsevat esimerkiksi omalla pihalla tai taloyhtiön pysäköintialueella. Helsingin kaupunki on pyrkinyt vastaamaan tähän haasteeseen tarjoamalla katujen pysäköintialueille julkisia latauspisteitä, mutta latauspisteitä on vielä rajallinen määrä (Helsingin kaupunki 2019).

Tutkimuksen tutkimuskysymykset ovat: 1) Mikä on kotilatausmahdollisuuden merkitys täyssähköautojen

yleistymisessä? 2) Paljonko Helsingissä on henkilöautoja ilman omaa autopaikkaa? 3) Paljonko Helsingissä tulisi olla täyssähköautoja vuonna 2030, jos sähköistymiselle asetetut valtakunnalliset tavoitteet saavutetaan? ja 4) Aiheuttaako taloyhtiöiden autopaikkojen puute haasteita ajoneuvokannan sähköistymiselle Helsingissä vuoteen 2030 mennessä?

Seuraavassa luvussa tarkastellaan kotilatauksen merkitystä sähköauton hankinnalle ja käytölle. Tutkimusaineisto ja -menetelmät esitellään luvussa 3. Luvussa 4 esitetään tulokset ja lopuksi tehdään yhteenveto ja päätelmät.

## ***2. Kotilatauksen merkitys sähköautojen yleistymisessä***

### ***2.1 Sähköautojen yleistymisen haasteet***

Sähköautoilla tarkoitetaan sähköenergialla toimivia autoja, joihin lukeutuvat täyssähköautot sekä ladattavat hybridit. Täyssähköautossa on ainoastaan sähkömoottori, kun taas ladattavassa hybridissä on sähkömoottorin lisäksi polttomoottori (Pihlatie et al. 2019). Tämä tutkimus on rajattu koskemaan vain täyssähköautoja.

Sähköautojen yleistymiselle on asetettu kunnianhimoisia tavoitteita (mm. Työ- ja elinkeinoministeriö 2017; Sitra 2018; Särkijärvi et al. 2018; Pihlatie et al. 2019), ja tavoitteisiin pääseminen vaati useita toimia, sillä sähköautojen yleistymisen on ollut toistaiseksi hyvin hidasta. Vuoden 2019 lopussa täyssähköautot muodostivat alle 0,2 % Suomen henkilöautokannasta (Traficom 2019).

Sähköautojen yleistymiselle voidaan tunnistaa haasteita niin sähköautojen tarjonnassa kuin sähköautoihin kohdistuvassa kysynnässäkin (Melton et al. 2020). Kysynnän haasteisiin kuuluvat

muun muassa kuluttajien vähäinen tietoisuus sähköautoista, latausmahdollisuuksien puute sekä sähköautojen kallis hankintahinta (Ryghaug & Toftaker 2016; Melton et al. 2020). Lisäksi sähköautojen tekniset ominaisuudet, kuten rajallinen akkukapasiteetti, vaikuttavat sähköautojen yleistymiseen. Uusi teknologia myös aiheuttaa epävarmuutta sähköautojen jälleenmyyntiarvosta sekä esimerkiksi akkujen kestävydestä. (Melton et al. 2020)

Vaajan ja Vekkilän (2018) tekemän kyselytutkimuksen mukaan kuluttajien kiinnostusta sähköautoja kohtaan vähentävät ensisijaisesti korkea hankintahinta, akun keston rajallisuus ja latauspisteiden vähyys. Sähköauton houkuttelevuutta puolestaan lisäävät eniten sähköautojen laskeva hinta, sähköautojen ympäristöystävällisyys ja mahdollisuus ladata akkua kotona tai työpaikalla.

## ***2.2. Sähköautojen yleistymisen tukeminen***

Sähköautojen yleistymistä voidaan tukea erilaisilla toimilla. Erityisesti sähköautojen hankintaan ja käyttöön kohdistuvat taloudelliset tuet sekä latausinfrastruktuurin kehittäminen nostetaan usein merkittäviksi toimenpiteiksi. Gnann et al. (2018) vertailivat sähköautojen yleistymistä mallintavia tutkimuksia, ja tarkastelun perusteella mallinnukseen useimmiten käytetyt muuttujat olivat sähköautojen hankinta- ja käyttökustannukset sekä latausinfrastruktuuri. Zhang et al. (2016) tutkivat erilaisten kannusteiden vaikutuksia täyssähköautojen myyntiin Norjassa. Tulosten perusteella latauspisteiden määrä vaikutti voimakkaimmin täyssähköautojen myyntiin. Myös Sierzychula et al. (2014) tekemän mallituksen mukaan taloudellisilla tuilla ja latausinfrastruktuurin kehittämisellä voidaan edistää sähköautojen yleistymistä

tehokkaasti. Bailey et al. (2015) mukaan kotilatausmahdollisuus lisää merkittävästi kiinnostusta sähköauton hankkimiseen.

Taloudellisten kannustimien ja latausinfrastruktuurin kehittämisen lisäksi sähköauton hankkimiseen voidaan houkuttaa tarjoamalla sähköautojen käyttäjille erilaisia etuuksia, kuten kaistaetuja, vapautuksia tiemaksuista sekä edullisempaa tai maksutonta pysäköintiä (Jin et al. 2014; Bjerkan et al. 2016; Zhang et al. 2016;). Zhang et al. (2016) mukaan Norjassa vapautus tiemaksuista lisäsi täyssähköautojen määrää, mutta joukkoliikennekaistaetuudet eivät puolestaan lisänneet yksityiskuluttajien kiinnostusta sähköautoja kohtaan. Tämä voi johtua siitä, että sähköautojen määrän nopea lisääntyminen voi johtaa joukkoliikennekaistojen ruuhkautumiseen. Suomessa tehdyn kyselytutkimuksen perusteella ilmainen pysäköinti kaupungissa ja joukkoliikenteen solmukohdissa lisäsi kiinnostusta sähköautoja kohtaan, mutta joukkoliikennekaistojen käyttöoikeus ei juurikaan (Vaaja & Vekkilä 2018).


Kuluttajille suunnatulla viestinnällä ja tiedotuksella voidaan lisätä kuluttajien tietoisuutta esimerkiksi sähköautojen elinkaarikustannuksista sekä toimintamatkoista (Ryghaug & Toftaker 2016). Kuluttajilla on usein vähän tietoa sähköautoista ja vaihtoehtoisista käyttövoimista. Vaajan ja Vekkilän (2018) tekemän kyselytutkimuksen perusteella 40 % vastaajista ei tiennyt, mitä tarkoitetaan liikenteen vaihtoehtoisilla käyttövoimilla. Esimerkiksi Suomen Ilmastopaneelin kehittämä Autokalkulaattori.fi tarjoaa mahdollisuuden vertailla eri käyttövoimien elinkaarikustannuksia ja kasvihuonekaasupäästöjä (Seppälä et al. 2020).

Edellä esitetyt keinot kohdistuvat sähköautojen kysyntään, mutta myös sähköautojen tarjontaa voidaan pyrkiä lisäämään erilaisilla keinoilla. Tällaisia ovat esimerkiksi autonvalmistajille suunnatut

päästörajat, minimivaatimukset vähäpäästöisten autojen osuudesta kaikista myydyistä autoista (Jin et al. 2014) sekä vähähiiliset polttoainestandardit. (Melton et al. 2020)

### 2.3 Sähköautojen lataus

Täyssähköauton käyttämä energia saadaan lataamalla akkuja sähköenergialla, minkä vuoksi latausmahdollisuudet eri kohteissa määrittelevät täyssähköauton käyttömahdollisuuksia. Latauspaikkoja voidaan tarkastella esimerkiksi latauspaikan sijainnin mukaan (koti, työpaikka, kauppa) tai esimerkiksi latauspaikan käyttöoikeuden mukaan (yksityinen tai julkinen latauspaikka) (Lin & Greene 2011). Sähköautojen lataustarpeeseen vaikuttaa muun muassa ajoneuvon ja akun ominaisuudet, ajomatkojen pituus sekä latauspaikan ominaisuudet, kuten latausteho. Kuvassa 1 on esitetty standardin SFS-EN 61851-1 mukaiset sähköautojen lataustavat.

4.	<b>Teholataus</b>	22-150 kW (jopa 350 kW)
3.	<b>Peruslataus</b>	3,3-43 kW
2.	<b>Hidaslataus</b>	Alle 2 kW
1.	<b>Kevyiden sähköajoneuvojen lataus</b>	

Kuva 1: Sähköautojen lataustavat (Pihlatie et al. 2019; Sesko 2019)

Sähköautoja ladataan useimmiten kotona (Lin & Greene 2011; Hyvönen & Saastamoinen 2014; Kalenoja 2020). Kotilataus on latauspaikoista tärkein, sillä ajoneuvot ovat yleensä pysäköitynä kotona pisimmän ajan (Lin & Greene 2011). Autoalan tiedotuskeskuksen toteuttaman kyselytutkimuksen mukaan täyssähköautoista 60 % ladataan kotona vähintään kolmesti viikossa. Vain noin 8 % täyssähköautoista ei ladata ollenkaan kotona. Toiseksi yleisin latauspaikka on työpaikka, jossa 20 % sähköautoista ladataan vähintään kolmesti viikossa. Muissa kohteissa säännöllinen lataaminen on huomattavasti vähäisempää. (Kalenoja 2020) Samanlaisia tuloksia on saatu myös Kuluttajatutkimuskeskuksen teettämässä tutkimuksessa, jonka mukaan sähköautoja ladataan selvästi useimmiten kotona tai työpaikalla (Hyvönen & Saastamoinen 2014).

### ***3. Aineistot ja tutkimusmenetelmät***

Kadunvarsien asukaspysäköintiä Helsingissä tutkittiin asukaspysäköintivyöhykkeille myönnettyjen asukastunnusten määrän avulla. Asukastunnus oikeuttaa pysäköimään tunnuksen osoittamalla vyöhykkeellä ja se voidaan myöntää vain alueella asuvalle henkilölle, joka on ajoneuvon omistaja tai haltija. Asukaspysäköintivyöhykkeet on esitetty kuvassa 2. Asukastunnusten määrä saatiin Helsingin kaupungin tilastosta, jossa on asukastunnusten lukumäärä 1.1.2020 (taulukko 1).



*Kuva 2: Asukas- ja yrityspsykointivöhykkeet Helsingissä (Muokattu lähteestä Helsingin kaupungin karttapalvelu 2020)*



Vyöhyke	Asukastun- nusten määrä	Vyöhyke	Asukastun- nusten määrä
A Kamppi	1523	J Alppiharju	1655
B Punavuori, Eira	2248	K Vallila	1136
C Kaartinkaupunki, Ullanlinna, Kaivopuisto	3129	L Ruskeasuo	219
D Katajanokka	1045	M Etelä-Haaga	1003
E Kluuvi, Kruunuhaka	1734	N Lauttasaari	1933
F Etu-Töölö	3152	O Munkkiniemi	1221
H Taka-Töölö, Meilahti	3811	P Munkkivuori, Niemenmäki	392
I Kallio, Sörnäinen	2782	<b>Yhteensä</b>	<b>26985</b>

*Taulukko 1: Asukastunnusten määrä Helsingissä 1.1.2020 (Helsingin kaupunki 2020)*

Liikennekäytössä olevien henkilöautojen sekä täyssähköautojen määrää tutkittiin Traficomin tarjoamista avoimista ajoneuvotietokannoista, jotka kuvaavat ajoneuvokannan tilannetta 6/2019, 9/2019 ja 12/2019 (Traficom 2019). Lisäksi haluttiin tutkia henkilöautojen sijaintia tarkemmin Helsingin eri postinumeroalueilla. Traficomin avoin data ei sisällä kunnanumeroa tarkempaa sijaintitietoa, joten autojen alueellista jakautumista tutkittiin Traficomin ajoneuvokannasta heinäkuulta 2018, jossa on mukana autojen sijaintitieto postinumeron kolmen ensimmäisen numeron tarkkuudella. Sijaintitieto perustuu ajoneuvon todennäköisen käyttäjän osoitetietoon. Traficomin tiedot sisältävät vain Manner-Suomen ajoneuvojen tiedot, joten tutkimus on rajattu kokemaan vain Manner-Suomen ajoneuvokantaa. Lisäksi tutkimuksessa tarkastellaan vain liikennekäytössä olevia henkilöautoja.

Väestötiedot saatiin Tilastokeskuksen väestörakenteen tietokannasta (taulukko 2). Väestöennusteet vuoteen 2030 ovat puolestaan peräisin Tilastokeskuksen väestöennusteesta (SVT 2019). Helsingin väestötiedot postinumeroalueittain saatiin Tilastokeskuksen Paavo-tietokannasta vuodelle 2018 (SVT 2020a). Asukkaiden määrä asukaspysäköintivyöhykkeillä muodostettiin postinumeroalueiden väestömäärien perusteella.

	<b>2019</b>	<b>2030</b>
<b>Manner-Suomen väestö</b>	5 495 408	5 547 008
<b>Helsingin väestö</b>	653 835	723 687
<b>Helsingin väestön osuus Manner-Suomen väestöstä</b>	12 %	13 %

*Taulukko 2: Väestötiedot ja väestöennuste (SVT 2019; SVT 2020b)*

Liikennekäytössä olevien henkilöautojen lukumäärää asukaspysäköintivyöhykkeillä ei pystytty tutkimaan tarkasti, sillä autojen sijaintitieto saatiin vain postinumeron kolmen ensimmäisen numeron tarkkuudella. Henkilöautojen oletettiin jakautuvan samassa suhteessa kuin väestö postinumeroalueiden sisällä asukaspysäköintivyöhykkeille ja alueille, jotka eivät kuulu asukaspysäköintivyöhykkeisiin. Esimerkiksi postinumeroalueella 001 on noin 24 100 henkilöautoa ja kyseisen postinumeroalueen asukkaista hieman alle 80 % asuu asukaspysäköintivyöhykkeellä, joten asukaspysäköintivyöhykkeellä olevien autojen lukumääräksi oletettiin 80 % 24 100 autosta eli noin 19 100 autoa.

Liikennekäytössä olevien henkilöautojen lukumäärää ennustettiin regressioanalyysin ja eksponentiaalisen tasoituksen avulla vuosien 2008-2019 henkilöautojen määrästä (Traficom 2020). Lisäksi näitä ennusteita verrattiin VTT:n Liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen perusennusteeseen 2020-2050 (Jääskeläinen & Laurikko 2020).

Sähköautojen yleistymiselle vuoteen 2030 on esitetty lukuisia ennusteita ja tavoitteita (taulukko 3). Sähköautojen yleistymisnopeuteen vaikuttavat lukuisat tekijät, kuten politiikkatoimet sähköistymisen nopeuttamiseksi. Tämän vuoksi tutkimuksessa on luotu täyssähköautojen yleistymiselle kolme skenaariota. Skenaariossa A sähköautojen yleistyminen on hidasta ja yleistyminen seuraa VTT:n perusennustetta, jolloin Suomessa on vuonna 2030 täyssähköautoja 176 000 kappaletta. Skenaariossa B yleistyminen on kohtuullista ja täyssähköautoja on 409 000 vuonna 2030. Skenaariossa C yleistyminen on nopeaa ja täyssähköautoja on 700 000.

	Täyssähkö 2030	Ladattavat hybridit 2030	Sähköautot yhteensä 2030
<b>Kansallinen energia- ja ilmastostrategia</b>	-	-	250 000
<b>Ilmastopaneeli</b>	850 000	-	850 000
<b>SITRA</b>	700 000	100 000	800 000
<b>ILMO-työryhmä</b>	474 000	190 000	664 000
<b>GASELLI</b>	300 000	230 000	530 000
<b>Autoalan perusennuste</b>	136 500	228 000	364 500
<b>Autoalan tiekartta</b>	229 100	349 700	578 800
<b>VTT perusennuste</b>	176 300	173 000	349 300
<b>Keskiarvo</b>	409 400	211 800	548 300

*Taulukko 3: Aiempien tutkimusten esittämiä ennusteita sähköautojen yleistymiselle vuoteen 2030 (Työ- ja elinkeinoministeriö 2017; Sitra 2018; Särkijärvi et al. 2018; Kalenoja 2019; Pihlatie et al. 2019; Jääskeläinen & Laurikko 2020)*

Tutkimuksessa on käytetty useita tietolähteitä analyyseissa käytettyjen muuttujien muodostamiseksi. Nämä muuttujat ja niiden lähteet on esitetty taulukossa 4.

Tietokanta	Lähde	Muuttuja
Asukastunnukset Helsingissä (2020)	Helsingin kaupunki 2020	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asukastunnusten lukumäärä vyöhykkeittäin</li> </ul>
Väestörakenteen tietokanta (2020)	SVT 2020a	<ul style="list-style-type: none"> <li>Väestön määrä Suomessa</li> <li>Väestön määrä Helsingissä</li> </ul>
Väestöennuste (2019)	SVT 2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>Väestön määrä Suomessa 2030</li> <li>Väestön määrä Helsingissä 2030</li> </ul>
Paavo-tietokanta (2018)	SVT 2020b	<ul style="list-style-type: none"> <li>Väestö postinumeroitain Helsingissä</li> </ul>
Ajoneuvokanta (2018, 2019)	Traficom 2018; Traficom 2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>Henkilöautot Suomessa</li> <li>Henkilöautot Helsingissä</li> <li>Täyssähköautot Suomessa</li> <li>Täyssähköautot Helsingissä</li> </ul>
VTT perusennuste, Traficom Ajoneuvokanta 2008-2019	Jääskeläinen & Laurikko 2020; Traficom 2020	<ul style="list-style-type: none"> <li>Henkilöautot Suomessa 2030</li> </ul>
Skenaariot	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Täyssähköautot Suomessa 2030</li> <li>Täyssähköautot Helsingissä 2030</li> </ul>

*Taulukko 4: Analyysissä käytetyt muuttujat ja muuttujien alkuperä*

#### **4. Tulokset**

Henkilöautojen määrää vuonna 2030 ennustettiin toteutuneesta ajoneuvokannan kehityksestä vuosina 2008–2019 regressioanalyysin ja eksponentiaalisen tasoituksen avulla. Regressioanalyysin tuloksena oli noin 2 948 400 henkilöautoa vuonna 2030 ja eksponentiaalisen tasoituksen tuloksena noin 2 939 800 henkilöautoa vuonna 2030. VTT:n Liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen perusennusteessa henkilöautojen määräksi on ennustettu 2 917 450 kappaletta vuonna 2030 (Jääskeläinen & Laurikko 2020). Näistä kolmesta ennusteesta laskettiin keskiarvo, joka oli 2 935 200 autoa.

Helsingin henkilöautojen osuus Suomen liikennekäytössä olevista ajoneuvoista on ollut noin 8 % vuosina 2018–2020. Helsingin

täyssähköautojen osuus Suomen täyssähköautoista on puolestaan ollut 17–19 %. Vaikka Helsingin väkiluvun oletetaan kasvavan vuoteen 2030 mennessä (kts. Taulukko 2), Helsingin autojen osuuden koko Suomen autoista ei oleteta kasvavan. Helsingin seudun tavoitteena on kestäviin kulkumuotoihin perustuva liikennejärjestelmä. Esimerkiksi seudulle suunnitellut tiemaksut todennäköisesti rajoittavat Helsingin autoistumista (HSL 2019). Myös täyssähköautojen osuuden oletetaan pysyvän samana. Tässä tutkimuksessa täyssähköautojen yleistymisen vaikutusten arviointia varten luotiin kolme skenaariota, joissa sähköautot yleistyvät hitaasti (sähköautojen osuus 13 % Helsingin henkilöautoista vuonna 2030), kohtuullisesti (sähköautojen osuus 31 %) ja nopeasti (sähköautojen osuus 53 %). Taulukossa 5 on esitetty henkilöautojen ja täyssähköautojen määrät Suomessa ja Helsingissä vuonna 2019 ja vuonna 2030 kolmessa eri skenaariossa.

Siihen, miten sähköautot jakautuvat Helsingin alueella, vaikuttavat mm. asukkaiden demografiset ja sosioekonomiset tekijät (kuten asukkaiden ikä, tulotaso ja koulutus) sekä lataus- ja pysäköintimahdollisuudet. Tässä tutkimuksessa sähköautojen yleistymistä kuitenkin tarkastellaan yksinkertaistetusti ja oletetaan,

että vuonna 2030 Helsingin sähköautoista yhtä suuri osuus sijoittuu asukas pysäköintivyöhykkeelle kuin vuonna 2018. Vuonna 2018 noin kolmannes Helsingin sähköautoista sijoittui asukas pysäköintivyöhykkeille (taulukko 6). Noin 51 % asukas pysäköintivyöhykkeillä olevista henkilöautoista on asukas pysäköintiin oikeuttava asukastunnus. Todennäköisesti suurimmalla osalla asukastunnuksen haltijoista ei ole autolleen omaa autopaiikkaa, jolloin asukas pysäköintivyöhykkeillä alle 50 % autoista on oma autopaiikka.

	31.12.2019	2030		
		Skenaario A	Skenaario B	Skenaario C
<b>Täyssähköautot liikennekäytössä Suomessa</b>	4660	176 000	409 000	700 000
<b>Täyssähköautot liikennekäytössä Helsingissä</b>	886	31 680	73 620	126 000
<b>Henkilöautot liikennekäytössä Suomessa</b>	2 720 300	2 935 200	2 935 200	2 935 200
<b>Henkilöautot liikennekäytössä Helsingissä</b>	214 600	234 800	234 800	234 800
<b>Täyssähköautojen osuus Helsingin henkilöautoista</b>	0,4%	13 %	31 %	53 %

*Taulukko 5: Henkilöautojen ja täyssähköautojen lukumäärä Suomessa sekä Helsingissä 2019 ja 2030 eri skenaarioissa*

	<b>2018</b>
<b>Henkilöautot Helsingissä</b>	198 288
<b>Henkilöautot asukaspysäköintivyöhykkeellä</b>	53 280
<b>Asukastunnusten määrä asukaspysäköintivyöhykkeellä</b>	26 985
<b>Asukastunnuksellisten osuus asukasvyöhykkeillä olevista autoista</b>	51 %
<b>Asukastunnuksellisten osuus Helsingin autoista</b>	14 %
<b>Täyssähköautot asukaspysäköintivyöhykkeellä</b>	100
<b>Täyssähköautot Helsingissä</b>	293

*Taulukko 6: Asukastunnuksellisten autojen osuus Helsingin henkilöautoista ja asukaspysäköintivyöhykkeen henkilöautoista*

Hitaan yleistymisen skenaariossa sähköautojen kokonaismäärä Helsingissä on 31 680, joka vastaa noin 13 % Helsingin henkilöautokannasta. Määrä on niin alhainen, ettei asukaspysäköinti kadunvarressa todennäköisesti juurikaan rajoita sähköautojen yleistymistä. Sähköautojen hankinta painottuu todennäköisesti asukkaille, joilla on oma latauspiste tai hyvä mahdollisuus ladata sähköautoa esimerkiksi työpaikalla.

Kohtuullisen yleistymisen skenaariossa sähköautojen määrä on noin 73 600. Jos näistä noin kolmannes sijoittuu asukaspysäköintivyöhykkeelle, asukaspysäköintivyöhykkeellä olisi yli 24 000 sähköautoa. Tällöin asukaspysäköintivyöhykkeen autoista noin 40 % olisi sähköautoja. Tämän osuuden saavuttaminen vaatisi sähköautojen hankintaa todennäköisesti myös niiltä, joilla ei ole omaa autopaikkaa.

Nopean yleistymisen skenaariossa yli puolet koko Helsingin henkilöautokannasta olisi sähköautoja. Mikäli tästä määrästä vielä noin kolmannes kohdistuisi asukaspysäköintivyöhykkeelle, olisi

asukaspysäköintivyyhykkeen henkilöautokannasta yli 65 % sähköautoja. Tällöin vähintään tuhansia täyssähköautoja olisi ilman omaa kotilatauspistettä. Tämä voi aiheuttaa esteen sähköautojen voimakkaalle yleistymiselle Helsingissä, ainakin nykyisellä pysäköintipolitiikalla.

### ***5. Päätelmät ja yhteenveto***

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tutkia kotilatausmahdollisuuden merkitystä täyssähköautojen hankinnalle sekä tarkastella, aiheuttaako taloyhtiöiden autopaikkojen puute haasteita saavuttaa ajoneuvokannalle asetettuja sähköistymistavoitteita Helsingissä. Tutkimuskysymykset olivat: 1) Mikä on kotilatausmahdollisuuden merkitys täyssähköautojen yleistymisessä? 2) Paljonko Helsingissä on henkilöautoja ilman oma autopaikkaa? 3) Paljonko Helsingissä tulisi olla täyssähköautoja vuonna 2030, jos sähköistymiselle asetetut valtakunnalliset tavoitteet saavutetaan? 4) Aiheuttaako taloyhtiöiden autopaikkojen puute haasteita ajoneuvokannan sähköistymiselle Helsingissä vuoteen 2030 mennessä?

Kirjallisuuden perusteella sähköautojen latausmahdollisuuksien parantaminen on yksi tärkeimmistä tekijöistä ajoneuvokannan sähköistämisen edistämisessä. Sähköautoja ladataan useimmiten kotona, minkä vuoksi erityisesti kotilatausmahdollisuus on usein tärkeä edellytys sähköauton hankinnalle. Asukastunnusten ja henkilöautojen määrän avulla arvioitiin, että vain noin puolella asukaspysäköintivyyhykkeellä olevista henkilöautoista on oma autopaikka tällä hetkellä Helsingissä.

Sähköautojen lukumäärälle on esitetty lukuisia ennusteita ja tavoitteita, minkä vuoksi sähköautojen yleistymistä vuoteen 2030 tarkasteltiin kolmen eri skenaarion avulla. Skenaariorissa A



sähköautojen yleistyminen on hidasta (n. 31 700 sähköautoa Helsingissä), skenaariossa B kohtalaista (noin 73 600 sähköautoa Helsingissä) ja skenaariossa C on saavutettu Sitran asettama tavoite, 700 000 sähköautoa, joista 126 000 on Helsingissä.

Eri skenaarioiden avulla arvioitiin, kuinka moni Helsingin sähköautoista sijoittuisi asukas pysäköintivyöhykkeelle vuonna 2030 ja monellako näistä ei olisi omaa autopaikkaa. Hitaan yleistymisen skenaariossa sähköautojen kokonaismäärä on niin alhainen, ettei asukas pysäköinti kadunvarressa rajoittane sähköautojen yleistymistä, vaan sähköautojen hankinta painottuu todennäköisesti asukkaille, jolla on mahdollisuus kotilataukseen. Kohtuullisen yleistymisen skenaariossa sähköautojen tavoitteet voivat jäädä saavuttamatta, ellei latausmahdollisuuksia tarjota kattavasti. Nopean yleistymisen skenaariossa sähköautoja on niin paljon, että vähintään tuhansia sähköautoja jäisi ilman omaa autopaikkaa Helsingin asukas pysäköintivyöhykkeillä. Tällöin asukas pysäköinti kaduilla voi aiheuttaa merkittävän haasteen skenaarion mukaiselle sähköautojen yleistymiselle.

Ajoneuvojen osoitetietojen puuttuminen aiheutti rajoitteita tutkimukselle. Ajoneuvojen sijaintia voitiin tarkastella vain postinumeroalueiden tarkkuudella. Tutkimuksessa myös oletettiin, että niillä ajoneuvoilla, joilla on asukastunnus, ei ole omaa autopaikkaa ja että asukas pysäköintivyöhykkeillä kaikilla ajoneuvoilla, joille ei löydy asukastunnusta, on oma autopaikka. Todellisuudessa esimerkiksi kantakaupungin pohjoisosissa on asukas pysäköintivyöhykkeitä, joiden läheisyydessä on myös ilmaisia kadunvarsipaikkoja autojen pysäköintiin.

Tulevaisuudessa tulisi tutkia vielä tarkemmin sitä, kuinka suurella osalla asukkaista ei ole omaa autopaikkaa. Vastaavia analyyseja tulisi tehdä myös muissa kaupungeissa. Lisäksi kotilatauksen osalta tulisi

selvittää, kuinka suurella osalla esimerkiksi taloyhtiöissä asuvista on kotilatausmahdollisuus. Lisäksi myös ladattavien hybridien yleistymisen vaikutusta tulisi tarkastella. Tulosten perusteella tulisi pohtia tarkemmin, miten pysäköintipolitiikan avulla voidaan osaltaan mahdollistaa ajoneuvokannan sähköistyminen. Tämän tutkimuksen tulosten perusteella olisi suositeltavaa tarjota kattava julkisten latauspisteiden verkosto, jotta sähköauton hankkiminen on mahdollista myös niille, joilla ei ole omaa kotilatauspistettä. Kohtuullisen ja nopean yleistymisen skenaarioissa pelkät kadunvarsien sähkölatauspisteet eivät välttämättä riitä, vaan vaaditaan suurempaa muutosta koko pysäköintipolitiikkaan. Kadunvarsipysäköintiä voidaan ohjata esimerkiksi keskitettyihin pysäköintilaitoksiin, joissa voidaan tarjota myös sähköautojen latauspisteitä. Tällöin myös arvokasta katutilaa vapautuu pysäköinnistä muuhun käyttöön. Pysäköinnin keskittämällä voidaan myös tukea kestävien kulkutapojen käyttöä, sillä esimerkiksi Norjassa on tutkittu, että pidempi kävelymatka autopaikalle lisää kestävien kulkumuotojen käyttöä ja vähentää henkilöauton käyttöä erityisesti asiointi- ja vapaa-ajan matkoilla (Christiansen et al. 2017).

### ***Kiitokset***

Kirjoittajat haluavat kiittää Koneen Säätiötä (apurahan numero b4b919), jonka avulla rahoitettiin osa tutkimuksesta.

### ***Lähteet***

Bailey, J., Miele, A. & Axsen, J. 2015. Transportation Research Part D: Transport and Environment. Vol. 36. S. 1-9.

Christiansen, P., Fearnley, N., Hanssen, J. U. & Skollerud, K. 2017. Household parking facilities: relationship to travel behaviour and car ownership. *Transportation Research Procedia*. Vol. 25. S. 4185-4195.

Gnann, T. Stephens, T. S., Lin, Z., Plötz, P., Liu, C. & Brokate, J. 2018. What drives the market for plug-in electric vehicles? – A review of international PEV market diffusion models. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 93. S. 158-164.

Helsingin kaupunki. 2019. Lisää sähköautojen latauspisteitä Helsingin kantakaupunkiin. [Verkkouutinen]. [Viitattu 14.5.2020]. Saatavissa: <https://www.hel.fi/uutiset/fi/helsinki/lisaa-sahkoautojen-latauspisteita>

Helsingin kaupungin karttapalvelu. 2020. Saatavissa: <https://kartta.hel.fi/>

Helsingin kaupunki. 2020. Asukas pysäköintitietoja 1.1.2020. Helsingin kaupunki, kaupunkiympäristön toimiala.

Helsingin seudun liikenne (HSL). 2019. MAL 2019: Helsingin seudun maankäyttö, asuminen ja liikenne. 82 s.

Hyvönen, K. & Saastamoinen, M. 2014. Sähköautot käyttäjien kokemina. Kuluttajatutkimuskeskuksen tutkimuksia ja selvityksiä 5. 77 s.

Jin, L., Searle, S. & Lutsey, N. 2014. Evaluation of state-level US electric vehicle incentives. *The International Council on Clean Transportation*. 42 s.

Jääskeläinen, S. & Laurikko, J. 2020. Liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen perusennuste 2020-2050. Laatinut Teknologian tutkimuskeskus VTT liikenne- ja viestintäministeriön tilauksesta. 8 s.

Kalenoja, H. 2019. Henkilöautojen tulevaisuuden käyttövoimat – tiekartta vuoteen 2040. *Tieliikenteen Tietokeskus*. 17 s.

Kalenoja, H. 2020. Ladattavien autojen käyttäjätutkimus – selvitys ladattavien hybridien ja täyssähköautojen käyttötavoista. Autoalan Tiedotuskeskus. 47 s.

Lin, Z. & Green, D. 2011. Promoting the Market for Plug-In Hybrid and Battery Electric Vehicles. Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board. Vol. 2252. S. 49-56.

Melton, N., Axen, J. & Moawad, B. 2020. Which plug-in electric vehicle policies are best? A multi-criteria evaluation framework applied to Canada. Energy Research & Social Science. Vol. 64.

Pihlatie, M., Paakkinen, M., Laurikko, J., Laurikkala, M., Ylén, P., Peltola, V. & Pyly, P. 2019. Sähkö- ja kaasuautojen kustannustehokkaat edistämiskeinot – GASELLI loppuraportti. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 3/2019. 74 s.

Ryghaug, M. & Toftaker, M. 2016. Creating transitions to electric road transport in Norway: The role of user imaginaries. Energy Research & Social Science. Vol. 17. S. 119-126.

Seppälä, J., Munther, J., Viri, R., Liimatainen, H., Weaver, S. & Ollikainen, M. 2020. Sähköautoilla suuri vähennys päästöihin – pian myös kilpailukykyiseen hintaan. Suomen ilmastopaneeli. Policy Brief. 6 s.

Sesko (Sähkötekniikan alan kansallinen standardointijärjestö). 2019. Sähköajoneuvojen lataussuositus. 4. painos. 8 s.

Sierzchula, W., Bakker, S., Maat, K. & van Wee, B. 2014. The influence of financial incentives and other socio-economic factors on electric vehicle adoption. Energy Policy. Vol. 68. S. 183-194.

Sitra. 2018. Cost-efficient emission reduction pathway to 2030 for Finland. Sitra studies 140. 75 s.

Suomen virallinen tilasto (SVT). 2019. Väestöennuste. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 7.5.2020]. ISSN 1798-5137. Saatavissa: <http://www.stat.fi/til/vaenn/yht.html>

Suomen virallinen tilasto (SVT). 2020a. Asukasrakenne. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu: 7.5.2020]. Saatavissa: [http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/Postinumeroalueittainen\\_avoin\\_tieto/](http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/Postinumeroalueittainen_avoin_tieto/)

Suomen virallinen tilasto (SVT). 2020b. Väestörakenne. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 7.5.2020]. ISSN 1797-5379. Saatavissa: <http://www.stat.fi/til/vaerak/yht.html>

Suomen ympäristökeskus. 2020. Kuntien ja alueiden khk-päästöt. [Viitattu 7.5.2020]. Saatavissa: <https://paastot.hiilineutraalisuomi.fi/>

Särkijärvi, J., Jääskeläinen, S. & Lohko-Soner, K. (toim.). 2018. Toimenpideohjelma hiilettömään liikenteeseen 2045. Liikenteen ilmastopolitiikan työryhmän loppuraportti. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 13/2018. 136 s. ISBN PDF 978-952-243-559-0.

Vaaja, R. & Vekkilä, J. 2018. Kansalaisten tietämys liikenteen vaihtoehtoisista käyttövoimista ja asennoituminen niihin. Traficin julkaisuja 18/2018. 47 s. ISBN 978-952-311-270-4.

Valtioneuvosto. 2019. Osallistuva ja osaava Suomi – sosiaalisesti, taloudellisesti ja ekologisesti kestävä yhteiskunta. Pääministeri Sanna Marinin hallituksen ohjelma 10.12.2019. Valtioneuvoston julkaisuja 2019:31.

Traficom. 2018. Liikennekäytössä 7/2018 olevat henkilöautot alueittain. Tilastotietokanta.

Traficom. 2019. Liikennekäytössä 30.06.2019, 30.09.2019 ja 31.12.2019 olevat henkilöautot alueittain. Tilastotietokanta.

Traficom. 2020. Liikennekäytössä olevat henkilöautot 31.12.2007-2019. Tilastotietokanta.

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2017. Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 4/2017. 119 s.

Zhang, Y., Qian, Z., Sprei, F. & Li, B. The impact of car specifications, prices and incentives for battery electric vehicles in Norway: Choices of heterogeneous consumers. *Transportation Research Part C*. Vol. 69. S. 386-401.

## **Iäkkäiden liikkumisen haasteet – hyötyvätkö iäkkäät automaatiosta?**

*Hanne Tiikkaja, DI, Timo Liljamo, DI ja Johanna Mäkinen, DI, Tampereen yliopisto, Liikenteen tutkimuskeskus Verne*

### **Tiivistelmä**

Tämän tutkimuksen tavoitteena on tunnistaa valtakunnallisen henkilöliikennetutkimuksen (2016) aineiston pohjalta, kuinka suuri osa yli 64-vuotiaista voisi saada lisähyötyä liikkumiseensa automaattiautoista, mikäli niitä olisi tällä hetkellä saatavilla. Kirjallisuudesta löydettyjen viitekehysten avulla tunnistettiin, mitkä tekijät aiheuttavat haasteita iäkkäiden liikkumisessa. Valtakunnallisen henkilöliikennetutkimuksen aineistosta (2016) iäkkäät jaoteltiin tunnistettujen haasteiden avulla seitsemään haasteryhmään, joiden liikkumistottumuksia tarkasteltiin varianssianalyysin avulla ja verrattiin ryhmään, jolla ei ole tunnistettua haastetta liikkumisessa. Haasteryhmien ja alueellisen jaottelun avulla iäkkäät luokiteltiin hyötyryhmiin, joiden avulla arvioitiin, kuinka suuri osa iäkkäistä saisi pientä, keskimääräistä tai suurta lisähyötyä automaattiautoista liikkumisessaan. Tulosten perusteella puolet yli 64-vuotiaista saisi lisähyötyä liikkumiseensa automaattiautoista.

### **1. Johdanto**

Yli 64-vuotiaiden osuus Suomessa on ollut kasvussa jo useamman vuosikymmenen ajan, mutta 2000-luvulle tultaessa osuus on kasvanut jyrkemmin (Findikaattori 2020a). Iäkkäiden osuuden kasvu tulee muuttamaan koko yhteiskuntaa, mukaan lukien liikennesektoria (Haustein & Siren 2015). Jotta iäkkäiden itsenäistä liikkumista voidaan tukea, on tärkeä tunnistaa, mitkä tekijät voisivat

tulevaisuudessa muuttaa liikkumista. Eräs näistä tekijöistä on liikenteen automaatio, jonka avulla iäkkäiden olisi ehkä mahdollista tulevaisuudessa tyydyttää liikkumistarpeitaan silloinkin, kun autolla ajaminen tai joukkoliikenteellä liikkuminen ei ole enää mahdollista. Automaattiautot voivat muuttaa ihmisten liikkumistottumuksia ja liikenteen saavutettavuutta ja siten koko liikennejärjestelmää merkittävästi (Liljamo & Liimatainen 2018).

Tämän tutkimuksen tavoitteena on tunnistaa valtakunnallisen henkilöliikennetutkimuksen (2016) aineiston pohjalta, kuinka suuri osa yli 64-vuotiaista voisi saada lisähyötyä liikkumiseensa automaattiautoista, mikäli niitä olisi tällä hetkellä saatavilla. Tutkimuskysymykset ovat: 1) Minkä muuttujien avulla voidaan arvioida iäkkäiden liikkumisessa kokemia haasteita? 2) Miten iäkkäät liikkujat voidaan ryhmitellä haasteryhmiin tunnistettujen muuttujien avulla, ja miten eri ryhmien liikkumistottumukset poikkeavat toisistaan? ja 3) Kuinka suuri osa iäkkäistä saisi lisähyötyä automaattiautoista liikkumiseensa?

Tutkimuksessa oletetaan, että korkean automaatiotason autoja olisi laajasti saatavilla, eikä automaattiautojen käyttöympäristöissä olisi merkittäviä aluekohtaisia eroja. Automaattiautojen oletetaan pystyvän ajamaan vähintään koko päällystetyllä tieverkolla Suomessa. Todellisuudessa varsinkin aluksi automaattiautojen saatavuudessa ja käyttöympäristöissä tulee kuitenkin olemaan paljon alueellisia eroja. Lisäksi ensimmäiset korkean automaatiotason autot tulevat toimimaan aluksi hyvin rajatussa ympäristössä, joten esitetyn kaltaiset oletukset ovat todellisuudessa vielä vuosien tai vuosikymmenten päässä.

Aluksi liikkumisen haasteita, iäkkäiden liikkumista ja automaattiautoja tarkastellaan kirjallisuuden pohjalta. Tämän jälkeen esitellään tutkimusaineistot ja -menetelmät. Luvussa 4 esitetään tutkimustulokset, ja lopuksi tehdään päätelmät tuloksista.



## ***2. Iäkkäiden liikkuminen ja automaattiautot***

### ***2.1. Liikkumisen haasteet ja iäkkäät liikkujina***

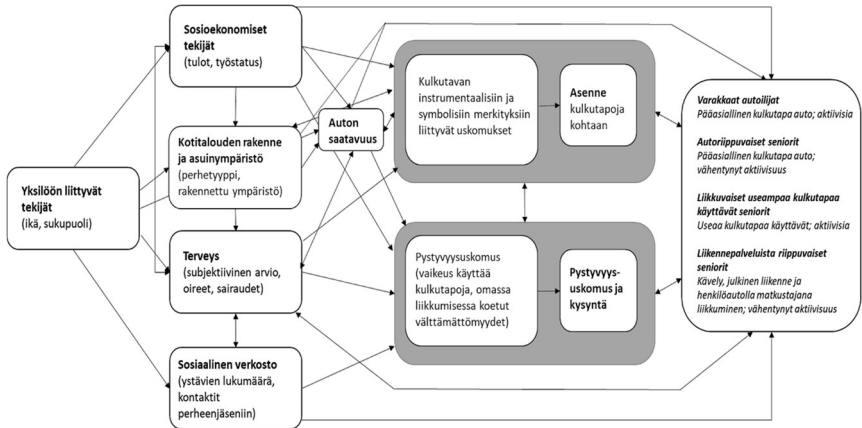
Iäkkäiden liikkujien määrittely ei ole yksiselitteistä. 2000-luvun taitteen eurooppalaisissa tutkimuksissa iäkkäiksi kuljettajiksi laskettiin yli 65- tai 70-vuotiaat, kun vuoden 1985 tutkimuksessa iäkkään alaraja oli vielä 55 vuotta (Hakamies-Blomqvist & Peters 2000). Toisinaan kriteerinä käytetään eläkeikää, jolloin henkilö voidaan määritellä iäkkääksi 65-vuotiaana. Toisaalta aiemmin Suomessa ajo-oikeuden päättyminen 70-vuotiaana voitiin määritellä iäkkään kuljettajan rajaksi, kun taas avuntarpeeseen sekä liikkumismahdollisuuksiin vaikuttavat fysiologiset tekijät heikkenevät usein vasta 75 ikävuoden tietämillä. (Järvinen et al. 2008, s. 7) Tässä työssä iäkkäiksi henkilöiksi luetaan 65 vuotta täyttäneet henkilöt.

Liikenneköyhyyden viitekehyksen avulla voidaan kuvailla liikenneköyhyyden syntymekanismeja Suomessa (kuva 1). Liikenneköyhyydestä kärsivällä henkilöllä ei ole rahaa, aikaa, fyysistä toimintakykyä tai taitoja liikkumiseen, jolloin tarvittavia matkoja voi jäädä tekemättä. (Tiikkaja et al. 2018, s. 1) Hyödyntämällä liikenneköyhyyden viitekehystä tässä tutkimuksessa pyritään tunnistamaan ne iäkkäiden kokemat henkilökohtaiset haasteet, joihin automaattiautot voisivat tarjota tulevaisuudessa ratkaisun. Analyyseissä tarkastellaan ainoastaan henkilökohtaisia tekijöitä, jotka voivat aiheuttaa haittaa iäkkäiden liikkumisessa. Asuinpaikkaan liittyviä tekijöitä ei oteta huomioon, koska automaattiautopalveluiden ei tässä tutkimuksessa oleteta olevan asuinpaikkaan sidottuja. Asenteen vaikutusta tarkastellaan erikseen luvussa 2.2.



Kuva 1. Liikenneköyhyyden syntymekanismit Suomessa (Tiikkaja et al. 2018)

Iäkkäät liikkujat voidaan jaotella monella eri tavalla erilaisiin ryhmiin. Hausteina ja Siren (2015) tarkastelivat 2000-luvulla tehtyjä iäkkäiden ryhmittelyä koskevia tutkimuksia ja yhdistivät tutkimustulokset jaottelemalla iäkkäät neljään eri liikkujaryhmään. Ryhmiä kutsuttiin kuvailevilla nimillä: varakkaat autoilijat, autoriippuvaiset seniorit, liikkuvaiset useampaa kulkutapaa käyttävät seniorit sekä liikennepalveluista riippuvaiset seniorit. Näiden ryhmien muodostamisen pohjalta Hausteina ja Siren (2015) laativat teoreettisen viitekehyksen, jonka avulla voidaan tarkastella iäkkäiden liikkumiskäyttäytymistä (kuva 2).



Kuva 2. Teoreettinen viitekehys iäkkäiden liikkumiskäyttäytymisestä (Haustein & Siren 2015).

Hausteinin ja Sirenin (2015) viitekehyksessä yksilöön liittyvät tekijät, esimerkiksi ikä ja sukupuoli, eivät itsessään ratkaise iäkkäiden liikkumiskäyttäytymistä, vaan ne toimivat taustamuuttujana muille selittävälle muuttujille (Haustein & Siren 2015). Nuorempiin ja iäkkäämpiin ikäntyneiden ryhmiin kuuluvien välillä voi kuitenkin olla suuriakin eroja fyysisessä ja kognitiivisessa toimintakyvyssä. Iän myötä useimpien fyysiset kyvyt ja osaaminen vähenevät, mikä voi lopulta johtaa ajokortin menetykseen sekä haasteisiin joukkoliikenteen käytössä. (Faber & van Lierop 2020)

Sosioekonomiset tekijät, kotitalouden rakenne ja asuinympäristö, terveydentila ja sosiaalinen verkosto sen sijaan selittävät Hausteinin ja Sirenin (2015) mukaan liikkumiskäyttäytymistä paremmin. Mallissa korostuu myös asenteen vaikutus liikkumiskäyttäytymiseen. Iäkkäillä voi olla tiettyjä ennakoasenteita joitain kulkutapoja kohtaan, jolloin ne koetaan joko erityisen miellyttäväksi tai epämiellyttäväksi vaihtoehdoiksi.

(Haustein & Siren 2015) Toisinaan iäkkäiden kielteinen suhtautuminen joukkoliikenteen käyttöön saattaa tehdä heistä riippuvaisia sukulaisten ja ystävien kyyditsemismatkoista. (Faber & van Lierop 2020)

Asenteiden lisäksi pystyvyysuskomus eli kokemus siitä, kykeneekö henkilö toimimaan tietyissä tilanteissa, esimerkiksi kulkemaan joukkoliikenteellä (Haustein & Hunecke 2007), on viitekehysten mukaan tärkeää iäkkäiden liikkumistottumusten synnyssä. Liikkumisvälttämättömyyksillä puolestaan viitataan ihmisten näkemukseen siitä, millaisia seurauksia heidän omalla elämäntilanteellaan on liikkumiseen (esimerkiksi perheellisyys, aktiivinen elämäntilanne) (Haustein & Hunecke 2007).

Kuvissa 1 ja 2 esitettyjen viitekehysten pohjalta valittiin muuttujat, joita hyödynnetään aineistoanalyysissä. Analyysiin valitut muuttujat ja menetelmät on esitelty tarkemmin luvussa 3.

## **2.2 Tieliikenteen automaatio**

Tieliikenteen automaatio on viime vuosina kehittynyt yhdeksi liikennesektorin trendiksi. Automaation kehitykseltä odotetaan monia positiivisia hyötyjä liikennejärjestelmään. Tärkeimpänä vaikutuksena ja kehityksen ajurina automaattiautojen odotetaan parantavan liikenneturvallisuutta. Tämän lisäksi automaattiautojen avulla myös liikennejärjestelmän tehokkuutta ja ympäristöystävällisyyttä voidaan parantaa. (Mm. Gruel & Stanford 2016)

Liikennejärjestelmän muutosten ja iäkkäiden liikkumisen kannalta merkittäviä vaikutuksia tuovat korkean automaatiotason autot, eli tasojen 4 ja 5 autot. Automaatiotasolla 4 ajoneuvo voi operoida tietyissä käyttöympäristöissä jopa kokonaan ilman ihmiskuljettajan

läsnäoloa ajoneuvon sisällä, mikä mahdollistaa esimerkiksi nk. robottitaksitoiminnan tietyissä käyttöympäristöissä. Vastaavasti automaatiotasolla 5 ajoneuvo voi operoida kaikissa käyttöympäristöissä ja keliolosuhteissa ilman kuljettajan läsnäoloa. (SAE 2018)

Korkean automaatiotason autot mahdollistavat henkilöautolla liikkumisen myös sellaisille henkilöille, jotka eivät nykyisin itse voi ajaa esimerkiksi ajokortittomuuden tai sairauksien vuoksi. Siten automaattiautot voivat parantaa merkittävästi myös iäkkäiden liikkumismahdollisuuksia. (mm. Gruel & Stanford 2016; Hörl et al. 2016) Monissa tutkimuksissa automaattiautojen odotetaan kasvattavan iäkkäiden, ajokortittomien ja muiden liikkumisrajoitteisten liikennesuoritetta parantuvan saavutettavuuden vuoksi (mm. Harper et al. 2016). Tyypillisesti tutkimuksissa tehdään tiettyjä oletuksia liikkumisen muutoksista, mutta ei arvioida esimerkiksi vanhusten kiinnostusta ja mahdollisuutta uusien automaattiautojen käyttöönottoon.

Yleisesti ihmisten suhtautumista automaattiautoihin on tutkittu jonkin verran. Liljamon et al. (2018) mukaan suurin osa ihmisistä suhtautuu myönteisesti automaattiautoihin. Yleisesti nuoremmat vastaajat suhtautuvat myönteisemmin kuin vanhemmat vastaajat, mutta erot vastausjakaumassa ikäryhmien välillä ovat pienehköjä, ja esimerkiksi 55–64-vuotiaista yli 60 % suhtautuu automaattiautoihin myönteisesti. (Liljamo et al. 2018) Roche-Cerasi (2019) tutki norjalaisten automaattipikkubussien hyväksyttävyyttä ja hyödyllisyyttä kansalaisten näkökulmasta. Tutkimuksessa havaittiin, että nuoremmat vastaajat olivat kiinnostuneempia automaattibusseista kuin vanhemmat vastaajat, mutta kokonaisuudessa erot olivat pienehköjä ikäryhmien välillä. (Roche-Cerasi 2019)

Faber & Lierop (2020) tutkivat automaattiautojen roolia iäkkäiden liikkumisessa tulevaisuudessa. Tutkimuksen mukaan automaattiautot voivat parantaa iäkkäiden liikkumismahdollisuuksia merkittävästi, kunhan automaattiautot ovat riittävän esteettömiä. Tutkimuksessa havaittiin, että aikaisilla omaksujilla on merkittävä rooli automaattiautojen käyttöönotossa. Alussa harvat iäkkäät olivat kiinnostuneita automaattiautoista, mutta tutkimusryhmästä löytyneet muutamat innovaattorit lisäsivät myös muiden kiinnostusta ja valmiutta automaattiautojen käyttöönottoon, ja lopulta suurin osa tutkimukseen osallistuneista iäkkäistä näki automaattiautojen parantavan heidän liikkumismahdollisuuksiaan tulevaisuudessa. (Faber & Lierop 2020)

Automaattiautojen odotetaan laskevan henkilöautoilun kustannuksia. On arvioitu, että automaattiautot tulevat laskemaan henkilöautoilun kustannuksia yhteiskäyttöautojen seurauksena. Yhteiskäyttöisillä automaattiautoilla tarkoitetaan ilman kuljettajaa toimivia robottitakseja. Robottitaksit voivat olla yksityisiä (kyydissä ollaan yksin tai tuttujen kanssa) tai jaettuja (kyydissä voi olla myös tuntemattomia henkilöitä). Erityisesti jaettujen robottitaksien odotetaan laskevan henkilöautoilun kokonaiskustannuksia tulevaisuudessa, mutta kustannukset voivat pienentyä myös yksityisten robottitaksien myötä. (Litman 2019) Automaattiauton voi omistaa myös itse, mutta tässä tapauksessa kustannukset tulevat kasvamaan kalliimman teknologian vuoksi. Tässä tutkimuksessa henkilöautoilun kustannusten oletetaan yleisesti pienentyvän yhteiskäyttöisten automaattiautojen myötä ja mahdollistavan siten pienituloisille paremmat edellytykset liikkua. Kustannusten oletetaan olevan samalla tasolla kaikkialla Suomessa. Todellisuudessa alueiden välillä on kuitenkin eroja robottitaksipalveluiden toimintaedellytyksissä, mikä voi vaikuttaa palveluiden hintaan.

Kirjallisuuden perusteella iäkkäät eivät suhtaudu niin myönteisesti automaatioon kuin nuoremmat ihmiset, mutta siitä huolimatta myös iäkkäistä ihmisistä suurin osa suhtautuu automaattiautoihin myönteisesti. Tulevaisuudessa iäkkäillä on jo vuosikymmenien kokemus muista äylaitteista, mikä voi helpottaa myös automaattiautojen käyttöönotossa. Aiemmat käyttökokemukset ja läheisten asenteet vaikuttavat myös merkittävästi automaattiautojen käyttöönottoon iäkkäillä ihmisillä. Kirjallisuuden perusteella voidaan todeta, että iäkkäät voivat ottaa tulevaisuudessa käyttöön automaattiautoja siinä missä nuoremmatkin. On kuitenkin syytä huomioida, että iäkkäistä, kuten myös nuoremmista ihmisistä, löytyy edelleen iso joukko muutosta vastustavia ihmisiä, varsinkin kehityksen alkuvaiheessa.


### ***3. Aineisto ja tutkimusmenetelmät***

#### ***3.1 Tutkimusaineisto ja rajaukset***

Valtakunnallinen henkilöliikennetutkimus (HLT) on noin kuuden vuoden välein toteutettava matkapäiväkirjatyypinen liikennetutkimus. Viimeisin toteutus tutkimuksesta on vuodelta 2016, jonka aineistoon tämän artikkelin analyysit pohjautuvat. Valtakunnallisessa henkilöliikennetutkimuksessa kerätään tietoa vastaajien tutkimuspäivän aikana tekemistä matkoista, tutkimusjakson aikana tehdyistä pitkistä matkoista sekä taustamuuttujista (HLT 2016, s. 6).

Tämän tutkimuksen rakenne on esitetty kuvassa 3. Valtakunnallisen henkilöliikennetutkimuksen aineistosta analyyseihin valittiin mukaan valtakunnalliseen otokseen kuuluvat yli 64-vuotiaat henkilöt. Ikä- ja aineistorajauksen jälkeen analyysissä oli mukana yhteensä 1 454 henkilöä. Kaikki esitetyt jakaumat laskettiin kuitenkin laajennuskertoimia hyödyntäen.

Laajennuskertoimien avulla vastauskatoa saadaan korjattua, jolloin aineisto vastaa tutkimuksen perusjoukkoa.

Data ja rajaus	Valtakunnallinen henkilöliikennetutkimus 2016 (HLT): Valtakunnallinen aineisto, yli 64-vuotiaat		
Analyyysiin valitut muuttajat ja viitekehysten suhde toisiinsa	Liikenneköyhyyden viitekehys	lääkkäiden liikkumiskäytty-misen viitekehys	Käytetyt muuttajat HLT2016-aineistossa (luokittelu)
	Resurssit	Sosioekonomiset tekijät	Kotitalouden tulot (pienituloisen kotitalous (alle 20 000 e vuositulot) / muut tuloryhmät) Kotitalouden autollisuus (ei autoa/vähintään yksi auto)
	Osaaminen ja taidot	Terveys	Ajokorttillisuus (ajokortti/ei ajokorttia)
	Fyysinen toimintakyky		Ilmoitettu este käyttöä joukkoliikennettä (vanhuus, sairaus, vamma, liikuntaeste)
Haasteryhmät: Liikkumisessa haasteita kokevien ryhmien tunnistaminen ja analyysi	<p><b>1. Haasteryhmien tunnistaminen</b></p> <p><b>A) Resurssihaaste (vähintään toinen) (ei muita haasteita)</b> Pienituloisen kotitalous Autoton kotitalous</p> <p><b>B) Taitohaaste (ei muita haasteita)</b> Ajokortiton henkilö</p> <p><b>C) Fyysinen haaste (ei muita haasteita)</b> Este käyttää joukkoliikennettä vanhuuden, sairauden, vamman tai liikuntaesteen vuoksi</p> <p><b>D) Resurssihaaste ja taitohaaste, ei fyysistä haastetta</b> <b>E) Resurssihaaste ja fyysinen haaste, ei taitohaastetta</b> <b>F) Taitohaaste ja fyysinen haaste, ei resurssihaastetta</b> <b>G) Resurssihaaste, taitohaaste ja fyysinen haaste</b></p>  <p><b>2. Haasteryhmien taustatekijät ja liikkumiskäyttäytyminen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sukupuuoli, ikäryhmät ja perhekoko: osuudet ryhmittäin</li> <li>Matkalukujen, matkakestojen ja matkojen pituuskien keskiarvojen tilastolliset erot (ANOVA)</li> </ul>		
Hyötyryhmät: Automaatti- autoista hyötyvien ryhmien tunnistaminen ja osuudet	<p><b>1. Hyötyryhmien tunnistaminen (lisähyöty liikkumiseen verrattuna tilanteeseen, jossa haittoja ei ole)</b></p> <p>Ryhmien tunnistamisessa käytetyt luokittelut: Alueuokittelu: 1) Joukkoliikennealueet (Helsinki, Espoo, Vantaa, Kauniainen, Tampere, Turku, Oulu), 2) Muut alueet Haasteryhmäluokittelu</p> <p><b>I) Pieni lisähyöty</b> Haasteryhmät A ja B joukkoliikennealueilla</p> <p><b>II) Keskiuuri lisähyöty</b> Haasteryhmät C ja E Haasteryhmä A muilla alueilla Haasteryhmä D joukkoliikennealueilla</p> <p><b>III) Suuri lisähyöty</b> Haasteryhmät F ja G Haasteryhmät B ja D muilla alueilla</p> <p><b>2. Hyötyryhmien osuudet valtakunnallisesti</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ryhmien osuudet kaikista lääkäistä</li> </ul>		

Kuva 3. Tutkimuksen rakenne.

### 3.2 Haasteryhmien ryhmittely ja tutkimusmenetelmä

Tutkimushenkilöt jaoteltiin tutkimuksessa kahdenlaisiin ryhmiin (haasteryhmät ja hyötyryhmät). Haasteryhmien ryhmittelymuuttajat valittiin aiemmin esitettyjen viitekehysten avulla HLT-aineiston taustamuuttujista. Kuten luvussa 2.2 esitettiin, automaattiautojen käytön voidaan olettaa laskevan kustannuksia suhteessa henkilöautolla liikkumiseen, mikä hyödyttää erityisesti pienituloisia ja autottomia kotitalouksia. Näin



ollen tuloryhmät ja autonomistus valittiin haasteryhmien ryhmittelymuuttujiksi. Terveystilaan liittyy sekä fyysinen terveystila että taitoihin ja osaamiseen liittyvät kognitiiviset taidot. Fyysiset tekijät vaikuttavat henkilön mahdollisuuksiin liikkua monipuolisesti eri kulkutavoilla. Fyysisen toimintakyvyn arvioinnissa hyödynnettiin muuttujaa, jossa tutkimushenkilö on itse arvioinut, onko vanhuus, sairaus, vamma tai liikuntaeste henkilölle este käyttää joukkoliikennettä. Ajokortin puute valittiin kuvaamaan henkilön liikkumismahdollisuuksiin liittyvää osaamista.

HLT-aineiston avulla tunnistetut haasteet liikkumisessa luokiteltiin seuraavasti:

- Resurssihaaste: vähintään toinen seuraavista ehdoista pätee: henkilö asui autottomassa kotitaloudessa tai kotitalous kuului alimpaan tuloryhmään (kotitalouden vuositulot alle 20 000 e)
- Taitohaaste: henkilöllä ei ole voimassa olevaan henkilöauton ajamiseen tarkoitettua ajokorttia
- Fyysinen haaste: este käyttää joukkoliikennettä vanhuuden, sairauden, vamman tai liikuntaesteen takia

Tunnistettujen haasteiden avulla tutkimushenkilöt jaoteltiin haasteryhmiin: ei haastetta (n=692), vain resurssihaaste (n=215), vain taitohaaste (n=58), vain fyysinen haaste (n=24), resurssi- ja taitohaaste (n=198), resurssi- ja fyysinen haaste (n=15), taito- ja fyysinen haaste (n=25), taitohaaste, resurssihaaste ja fyysinen haaste (n=88). Havainnoista 139 oli sellaisia, joille ei pystytty puuttuvien tietojen vuoksi määrittämään haasteryhmää, joten analyysissä on mukana yhteensä 1 315 havaintoa.

Liikkumistottumusten eroja haasteryhmien välillä analysoidaan yksisuuntaisella varianssianalyysillä (ANOVA). Tilastollisessa

tarkastelussa tutkitaan tutkimuspäivän kokonaismatkalukujen, matkojen kokonaispituuksien ja kokonaiskestojen eroja haasteryhmittäin. Tilastollisen merkitsevyyden arvona toimii ANOVA:n p-arvo. Mikäli p-arvo on alle 0,05, ero ryhmien välillä on tilastollisesti merkitsevä ja mikäli  $p < 0,001$ , ero on tilastollisesti erittäin merkitsevä.

Haasteryhmät ovat kooltaan erisuuruiset, ja erityisesti niissä ryhmissä, joissa havaintoja on vain vähän, havaintomäärät saattavat vaikuttaa tuloksiin. Vain vähän havaintoja sisältävässä ryhmässä esimerkiksi yksi useita matkoja päivässä tehnyt havaintohenkilö saattaa kasvattaa ryhmän keskimääräistä matkalukua enemmän kuin ryhmässä, joissa havaintoja on enemmän. Tulosten laajentaminen ei suoraan poista pienessä ryhmäkoossa havaittavaa ongelmaa. Varianssianalyysin käyttöön erisuuruiset ryhmäkoot eivät suoraan vaikuta.

### ***3.3 Hyötyryhmien muodostaminen***

Haasteryhmien ja alueellisen luokittelun avulla tutkimushenkilöt jaettiin hyötyryhmiin, joiden avulla arvioidaan, ketkä iäkkäistä saisivat automaattiautoista lisähyötyä liikkumiseensa verrattuna tilanteeseen, jossa liikkumisen haittoja ei ole. Hyötyryhmien tunnistamisessa käytettiin haittaryhmäluokittelua sekä alueellista luokittelua. Alueellinen luokittelu toteutettiin jakamalla alueet suurempiin kaupunkeihin (ns. joukkoliikennealueet), joissa joukkoliikennetarjontaa voidaan katsoa olevan liikkumistarpeiden täyttämiseen (Helsinki, Vantaa, Espoo, Kauniainen, Tampere, Turku ja Oulu). Muut alueet muodostavat toisen vertailuryhmän. Alueellinen jaottelu on hyvin karkea, mutta vastaa tämän tarkastelun tarpeita riittävällä tasolla.

Hyötyryhmiä muodostettaessa arvioitiin, minkälaisen lisähyödyn liikkumiseen eri haasteryhmiin kuuluvat henkilöt voisivat saada automaattiautoista. Esimerkiksi resurssihaasteen tai taitohaasteen omaavat henkilöt saisivat joukkoliikennealueella vain pienen lisähyödyn, koska joukkoliikenteen voidaan ajatella mahdollistavan liikkumisen jo melko hyvin. Vastaavasti alueilla, joissa joukkoliikennettä ei ole, resurssihaasteen omaavat henkilöt saisivat keskisuurin hyödyn ja taitohaasteen omaavat henkilöt suuren hyödyn. Ero johtuu siitä, että resurssihaasteen omaavilla henkilöillä on edelleen jonkinlainen mahdollisuus hyödyntää omaa henkilöautoa, mutta taitohaasteen omaavilla henkilöillä on hyvin rajalliset liikkumismahdollisuudet muualla kuin joukkoliikennealueilla, jolloin automaattiautot voisivat tuoda suuren lisähyödyn liikkumiseen. Hyötyryhmät arvioitiin kuvan 4 mukaisiksi. Hyötyryhmien avulla laskettiin, kuinka suuri osa iäkkäistä henkilöistä kuului pienen, keskisuuren tai suuren hyödyn ryhmiin.

Haasteryhmä	Alue	Perustelu	Hyötyryhmä
A Resurssihaaste	Joukkoliikenne- alueet	Mahdollisuus hyödyntää olemassa olevaa joukkoliikennettä, jolloin automaattiautoista saadaan pieni lisähyöty liikkumiseen.	PIENI LISÄHYÖTY
	Muut alueet	Saattaa olla mahdollisuus parantaa liikkumismahdollisuuksia hankkimalla auto, koska ajokortti on kuitenkin olemassa. Hyöty automaattiautoista on kuitenkin suurempi kuin joukkoliikennealueilla, koska joukkoliikenne ei ole todellinen vaihtoehto.	KESKISUURI LISÄHYÖTY
B Taitohaaste	Joukkoliikenne- alueet	Mahdollisuus hyödyntää olemassa olevaa joukkoliikennettä, jolloin automaattiautoista saadaan pieni lisähyöty liikkumiseen.	PIENI LISÄHYÖTY
	Muut alueet	Heikot liikkumismahdollisuudet, koska ajo-oikeutta tai palvelevaa joukkoliikennettä ei ole, jolloin lisähyöty automaattiautoista on suuri.	SUURI LISÄHYÖTY
C Fyysinen haaste	Joukkoliikenne- alueet	Mahdollisuus käyttää autoa liikkumiseen. Fyysinen haaste kuitenkin saattaa estää myös autolla ajamisen tai vaikeuttaa jalan kulkemista esimerkiksi parkkipaikalle. Ovelta ovelle kulkeva automaattiauto tuo keskiuurta lisähyötyä.	KESKISUURI LISÄHYÖTY
	Muut alueet		
D Resurssihaaste ja taitohaaste	Joukkoliikenne- alueet	Mahdollisuus hyödyntää olemassa olevaa joukkoliikennettä. Koska liikkumisen haasteita tunnistetaan kuitenkin kaksi, automaattiautot tuovat liikkumiseen keskiuurta lisähyötyä.	KESKISUURI LISÄHYÖTY
	Muut alueet	Heikot liikkumismahdollisuudet, koska ajo-oikeutta tai palvelevaa joukkoliikennettä ei ole, joten lisähyöty automaattiautoista on suuri.	SUURI LISÄHYÖTY
E Resurssihaaste ja fyysinen haaste	Joukkoliikenne- alueet	Saattaa olla mahdollisuus käyttää autoa tai hankkia auto liikkumiseen. Koska automaattiautojen kustannukset ovat oman auton käyttöä pienemmät ja automaattiauto kuljettaa ovelta ovelle, automaattiautot tuovat liikkumiseen keskiuurta lisähyötyä.	KESKISUURI LISÄHYÖTY
	Muut alueet		
F Taitohaaste ja fyysinen haaste	Joukkoliikenne- alueet	Liikkuminen on haastavaa ja liikkumisen vaihtoehdot vähäiset. Automaattiautot toisivat tilanteeseen suurta lisähyötyä, sillä auton käyttöön ei tarvita ajokorttia ja automaattiauto kuljettaa ovelta ovelle.	SUURI LISÄHYÖTY
	Muut alueet		
G Resurssihaaste, taitohaaste ja fyysinen haaste	Joukkoliikenne- alueet	Liikkuminen on haastavaa ja liikkumisen vaihtoehdot vähäiset. Automaattiautot tuovat tilanteeseen suurta lisähyötyä, sillä auton käyttöön ei tarvita ajokorttia, automaattiauto kuljettaa ovelta ovelle ja automaattiautopalveluiden käyttäminen on edullisempaa kuin yksityisautoilu.	SUURI LISÄHYÖTY
	Muut alueet		

Kuva 4. Hyötyryhmien luokittelu ja perusteet.

## 4. Tulokset

### 4.1 Haasteryhmät

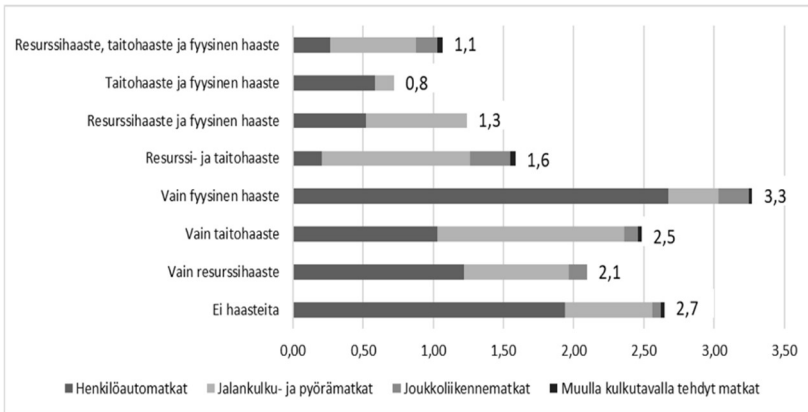
Tutkimuksen aluksi vastaajat jaettiin haasteryhmiin, joiden avulla voitiin arvioida, kuinka monella iäkkäällä on liikkumiseen vaikuttava haaste ja millaisia liikkujia eri haasteryhmiin kuuluvat

Haasteryhmä	Osuus	Ikäryhmä		Sukupuoli		Perhekoko	
		65–74-vuotias	yli 74-vuotias	Mies	Nainen	Yksin-asuva	Ei yksin-asuva
Ei haasteita	50 %	76 %	24 %	61 %	39%	16%	84%
Vain resurssihaaste	15 %	62 %	38 %	48 %	52%	56%	44%
Vain taitohaaste	5 %	57 %	42 %	6 %	94%	4%	96%
Vain fyysinen haaste	2 %	59 %	41 %	40 %	60%	3%	97%
Resurssi- ja taitohaaste	18 %	30 %	70 %	17 %	83%	73%	27%
Resurssihaaste ja fyysinen haaste	1 %	62 %	38 %	38 %	62%	67%	33%
Taitohaaste ja fyysinen haaste	2%	36%	64%	20 %	80%	9%	91%
Resurssihaaste, taitohaaste ja fyysinen haaste	8%	14%	86%	16 %	84%	79%	21%
<b>Kaikki yhteensä</b>	<b>100 %</b>	<b>59%</b>	<b>41 %</b>	<b>44 %</b>	<b>56%</b>	<b>37%</b>	<b>63%</b>

*Taulukko 1. Haasteryhmien osuudet sekä ikä-, sukupuoli- ja perhekokojakaumat.*

vastaajat ovat. Yli 64-vuotiaista noin puolet kuuluu ryhmään, jolla ei ole haasteryhmien määrittelemää haastetta liikkumisessaan. Taulukossa 1 on esitetty haasteryhmien osuudet sekä ikä-, sukupuoli- ja perhekokojakaumat haasteryhmittäin.

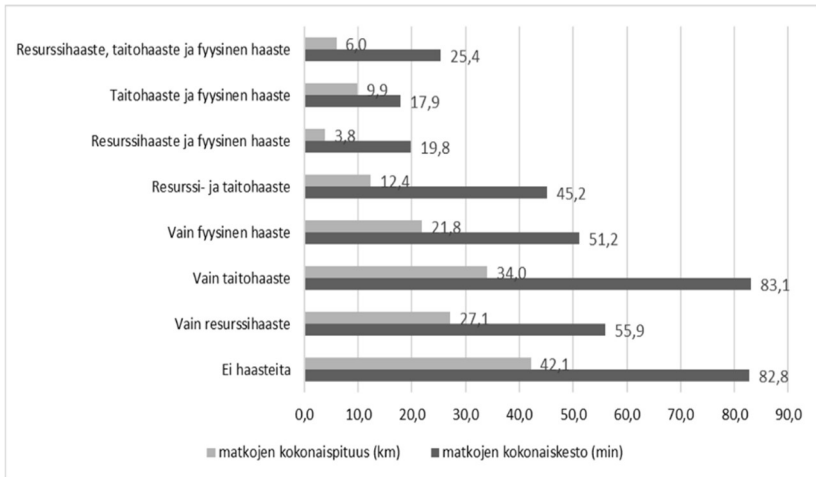
Eri haasteryhmiin kuuluvien liikkumistottumuksia tarkasteltiin aluksi tutkimalla ryhmien matkalukuja kulkutavoittain (kuva 5). Kuvasta 5 havaitaan myös erot eri kulkutavoilla tehtyjen matkojen keskimääräisissä määrissä. Yksisuuntaisen varianssianalyysin perusteella ryhmien välillä on tilastollisesti erittäin merkitsevä ero kokonaismatkaluvussa ( $F(7,1307)=13,764, p<0,001$ ).



Kuva 5. Keskimääräinen matkaluku haasteryhmittäin ja kulkutavoittain.

Tutkimuspäivän kokonaismatka-aikojen keskiarvoja analysoitaessa yksi poikkeavaksi arvioitu matka-ajan arvo (805 minuuttia) jätettiin analyysistä pois, sillä keskiarvo ei ole robusti poikkeaville havaintoarvoille. Tutkimuspäivän matkojen kokonaispituuden keskiarvoa tutkittaessa analyysistä rajattiin pois kaikki yli 1000 kilometrin kokonaismatkapituudet (4 havaintoa), joiden arvioitiin olevan poikkeavia arvoja. Lisäksi kaikki negatiiviset arvot jätettiin analyysistä pois. Kuvassa 6 on esitetty matkojen keskimääräinen

kokonaiskesto (min) ja kokonaispituus (km) haasteryhmittäin. Yksisuuntaisen varianssianalyysin perusteella sekä matka-ajassa ( $F(7, 1306)=10,739$ ,  $p<0,001$ ) että matkan pituudessa ( $F(7, 1304)=6,274$   $p<0,001$ ) on ryhmien välillä tilastollisesti erittäin merkitsevä ero.



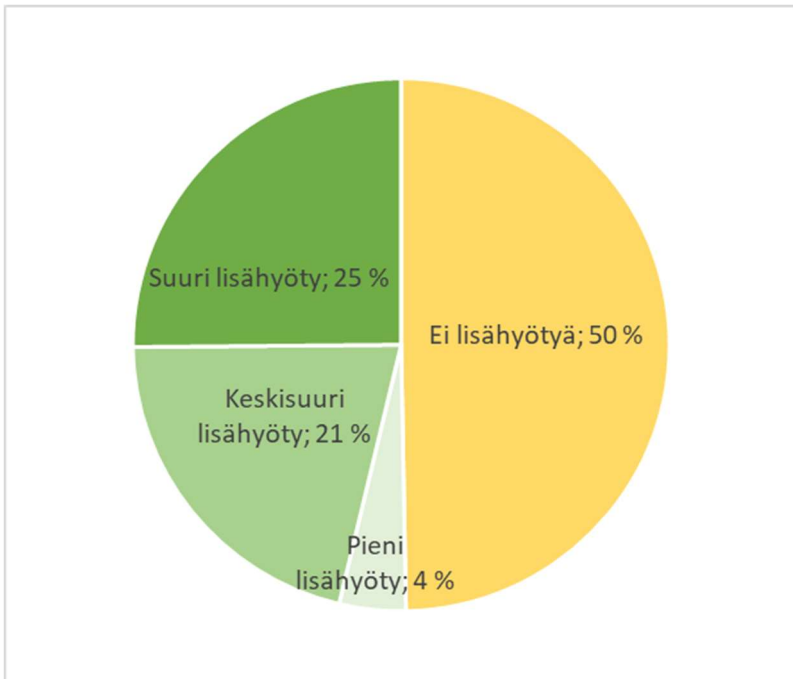
Kuva 6. Matkojen keskimääräinen kokonaiskesto (min) ja kokonaispituus (km) haasteryhmittäin.

## 4.2 Hyötyryhmät

Valtakunnallisen henkilöliikenneaineistosta yli 64-vuotiaat vastaajat jaettiin hyötyryhmiin kuvan 4 esittämällä tavalla. Hyötyryhmäluokittelun avulla arvioidaan, kuinka suuri osa iäkkäistä saisi automaattiautoista lisähyötyä liikkumiseensa verrattuna tilanteeseen, jossa liikkumisen haittoja ei ole. Hyötyryhmiä tunnustetaan kolme: 1) pieni lisähyöty, 2) keskiuuri lisähyöty ja 3) suuri lisähyöty. Lisäksi tarkastellaan ryhmää, jossa

erityistä lisähyötyä ei ole, ja tähän ryhmään kuuluvat kaikki ne, jotka eivät kuulu yhteenkään haittaryhmään.

Hyötyryhmiin kuuluvien osuudet laskettiin laajennuskertoimien avulla yli 64-vuotiaiden ryhmästä. Arvion mukaan noin puolet yli 64-vuotiaista saivat lisähyödyn liikkumiseensa automaattiautoista (kuva 7). Noin joka neljännestä voidaan arvioida saavan suurta lisähyötyä, kun runsas viidennes saisi keskisuuren lisähyödyn. Pienen lisähyödyn saisi noin neljä prosenttia yli 64-vuotiaista. Tuloksissa on hyvä huomata, että 9,5 prosenttia tapauksista ei



*Kuva 7. Automaattiautojen tuoma lisähyöty liikkumiseen yli 64-vuotiaiden ryhmässä.*



pystytty luokittelemaan yhteenkään luokkaan tietokannasta puuttuvien tietojen vuoksi.

## **5. Päätelmät**

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tunnistaa valtakunnallisen henkilöliikennetutkimuksen (2016) pohjalta, kuinka suuri osa yli 64-vuotiaista saisi lisähyötyä liikkumiseensa automaattiautoista, mikäli niitä olisi tällä hetkellä saatavilla. Tutkimuskysymykset olivat: 1) Minkä muuttujien avulla voidaan arvioida iäkkäiden liikkumisessa kokemia haasteita? 2) Miten iäkkäät liikkujat voidaan ryhmitellä haasteryhmiin tunnistettujen muuttujien avulla, ja miten eri ryhmien liikkumistottumukset poikkeavat toisistaan? ja 3) Kuinka suuri osa iäkkäistä saisi lisähyötyä automaattiautoista liikkumiseensa?

Ensimmäisen tutkimuskysymyksen kohdalla kirjallisuudesta löytyneiden viitekehysten avulla tunnistettiin useita muuttujia, joita voidaan käyttää arvioimaan iäkkäiden liikkumisessa kokemia haasteita. HLT-aineistosta pystytään tunnistamaan muun muassa resursseihin, taitoihin ja fyysiseen toimintakykyyn liittyviä muuttujia. Tämän tutkimuksen tarkasteluun valitut muuttujat olivat tulot, autonomistus, ajokortillisuus sekä este käyttää joukkoliikennettä vanhuuden, sairauden, vamman tai liikuntaesteen vuoksi.

Toiseen tutkimuskysymykseen vastattiin jaotteleamalla iäkkäät tunnistettujen muuttujien avulla seitsemään haasteryhmään, joiden taustamuuttujia ja liikkumistottumuksia verrattiin ryhmään, jolla ei tunnistettu olevan haasteita liikkumisessa. Tulosten perusteella liikkumisen haasteet lisääntyvät selvästi yli 74-vuotiaiden ryhmässä verrattuna 65–74-vuotiaiden ikäryhmään. Miehillä on naisia harvemmin haasteita liikkumisessaan, mutta ryhmässä ”Vain

resurssihaaste” miesten osuus on hieman suurempi kuin perusjoukossa. Yksinasuvat kärsivät selvästi muita useammin liikkumisen haasteista verrattuna niihin, jotka eivät asu yksin.

Niissä ryhmissä, joiden liikkumisessa tunnistetaan vain yksi haaste, kokonaismatkaluku on pääosin hieman pienempi kuin ryhmässä, jolla ei ole haastetta liikkumisessa. Pienet havaintomäärät vaikuttanevat kuitenkin joidenkin ryhmien tuloksiin. Kun liikkumisen haasteita on vähintään kaksi, kokonaismatkaluvut pienenevät selvästi. Vain fyysisen haasteen omaavat henkilöt käyttivät liikkumisessaan henkilöautoa selvästi muita ryhmä enemmän. Henkilöautolla tehtyjen matkojen määrät laskevat selvästi silloin, kun haasteita on vähintään kaksi.

Vain taitohaasteesta kärsivät käyttävät liikkumiseensa enemmän aikaa kuin muut ryhmät, mikä saattaa johtua siitä, että ryhmän keskimääräinen kokonaismatkaluku ei ole huomattavasti pienempi kuin niillä, joilla ei ole liikkumisessa haastetta, mutta ajokortittomina henkilöautolla tehtyjen matkojen osuus on pienempi. Matkojen kokonaispituus on selvästi pienempi niillä, jotka kärsivät vähintään kahdesta haasteesta liikkumisessaan.

Haasteryhmien avulla voidaan havaita, että matkaluku pienenee, mitä enemmän haasteita liikkumisessa on. Tulosten perusteella voidaan päätellä, että haasteryhmäjaottelu on toimiva ja sen avulla voidaan tunnistaa ryhmiä, jotka poikkeavat liikkumistottumuksiltaan toisistaan.

Kolmanteen tutkimuskysymykseen vastattiin jaottelemalla iäkkäät hyötyryhmiin, joiden avulla arviotiin, miten suuri osa iäkkäistä saisi erityistä lisähyötyä automaattiautoista liikkumisessaan. Arvion perusteella noin puolet iäkkäistä saisi lisähyötyä liikkumiseensa automaattiautoista. Jopa joka neljäs iäkäs saisi suurta lisähyötyä liikkumiseensa, mikäli automaattiautot olisivat laajalti käytössä.

Automaattiautojen voidaan siis arvioida tukevan vahvasti iäkkäiden itsenäistä liikkumista ja vastaavan niihin haasteisiin, joita iäkkäät kohtaavat liikkumisessaan. On kuitenkin huomattava, että tässä tutkimuksessa ei pystytä arvioimaan, kuinka moni iäkäs tarvitsee toisen ihmisen apua esimerkiksi autoon nousemisessa, mitä automaattiautojen avulla ei voida ratkaista. Lisäksi iäkkäiden tietoteknistä osaamista on vaikea arvioida. Tulevaisuudessa iäkkäät ovat käyttäneet tietotekniikkaa koko elämänsä, joten sen käyttäminen myös vanhemmalla iällä voi tuntua luontevalta. Toisaalta, mikäli kognitiiviset taidot heikentyvät, myös tietotekniikan käyttötaidot saattavat heikentyä.

On hyvä huomata, että vaikka tutkimusaineisto on laaja, haittaryhmissä pienet havaintomäärät tietyissä ryhmissä vaikuttanevat tuloksiin jonkin verran. Tulevaisuudessa olisi hyvä toteuttaa tutkimus, joka tähtäisi erityisesti liikkumisen haasteiden tunnistamiseen ja joka rakennettaisiin teoreettisten viitekehysten pohjalta. Tutkimuksessa katettaisiin kaikki tärkeät osa-alueet ja sen avulla voitaisiin selvittää tarkemmin, millaisia haasteita eri ikäryhmät kokevat liikkumisessaan. Tutkimuksessa olisi myös mahdollista varmistaa, että kaikista ryhmistä kerättäisiin riittävän suuret havaintomäärät analyysiä varten. Lisäksi asennetta kuvaavia muuttujia olisi hyvä arvioida muiden muuttujien yhteydessä.

### ***Kiitokset***

Kirjoittajat haluavat kiittää Liikenne- ja viestintävirasto Traficomia HLT-aineiston käyttöoikeudesta sekä Koneen säätiötä (apurahan numero b4b919) tutkimuksen rahoituksesta.

## *Lähteet*

- Gruel W., Stanford J. 2015. Assessing the long-term effects of autonomous vehicles: A speculative approach. Association for European Transport. 16 p.
- Faber, K. & van Lierop, D. 2020. How will older adults use automated vehicles? Assessing the role of AVs in overcoming perceived mobility barriers. *Transportation research Part A* 133. 353–363.
- Findikaattori 2020a. Väestön ikärakenteen kehitys. [viitattu 24.4.2020] Saatavissa: <https://findikaattori.fi/fi/81>
- Hakamies-Blomqvist, L. & Peters, B. 2000. Recent European study on old drivers. *Accident Analysis and Prevention* 32, ss. 601–607.
- 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* 72. 1-9.
- Haustein, S. & Hunecke, M. 2007. Reduced Use of Environmentally Friendly Modes of Transportation Caused by Perceived Mobility Necessities: An Extension of the Theory of Planned Behavior. *Journal of Applied Social Psychology*, 2007, 37, 8, 1856–1883.
- Haustein, S. & Siren, A. 2015. Older People’s Mobility: Segments, Factors, Trends. *Transport Reviews*, Vol. 35, No. 4, 446–487.
- HLT 2016. Henkilöliikennetutkimus 2016. Liikennevirasto, Liikenne ja maankäyttö. Helsinki 2018. Liikenneviraston tilastoja 1/2018, 113 sivua ja 3 liitettä.
- Hörl S., Ciari F., Axhausen K. 2016. Recent perspectives on the impact of autonomous vehicles. *ETH Zurich*, 37 p.

Liljamo, T. & Liimatainen, H. 2018. Käsitukset automaattiautojen vaikutuksista liikkumiseen. Liikenne 2018. Tieteellinen vuosikirja. Liikennesuunnittelun Seura ry. 89–103.

Liljamo T., Liimatainen H., Pöllänen M. 2018. Attitudes and concerns on automated vehicles. Transportation Research Part F 59. 24-44.

Litman T. 2019. Autonomous Vehicle Implementation Predictions. Victoria Transport Policy Institute. 39 s.

Roche-Cirasi I. 2020. Public acceptance of driverless shuttles in Norway. Transportation Research Part F 66. 162-183.

SAE 2018. Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles. SAE International, Standard J3016. [viitattu 2.4.2020] Saatavissa: [https://www.sae.org/standards/content/j3016\\_201806/](https://www.sae.org/standards/content/j3016_201806/).

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

Järvinen, M., Lindqvist, M, Sihvonen, S., Sulander, P. Tarvainen, A-L., Uusitalo, E., Rajalin, S., Siltala, S., Söderholm, M., Tervo, T. & Viinikainen, T. 2008. Kyllä vanha viisas on, vaikei väkevä. Iäkkäiden liikenneturvallisuus. Työryhmän loppuraportti 2.10.2008. Liikenne- ja viestintäministeriö. Helsinki. 88 s.

## **The effect of e-bike ownership on travel behaviour**

*Miia Luoma, MSc, Urban and Regional Planning, University of Amsterdam, student of technology, Aalto University*

### ***Abstract***

Together with the alleged positive impacts on the environmental issues, electrical bikes (e-bikes) are believed to offer an alternative that could also resonate with other urban problems like congestions and quality of life in a wider aspect. This is so, because the increasing use of e-bikes is assumed to largely substitute trips otherwise travelled by car. This article reviews existing research on how owning an e-bike effects travel behaviour, and summarises the impacts on travel time, travel distance, modal share and trip purposes. By reflecting these to the main influencing factors of e-bike usage, existing evidence shows that even though often substituting for other active travel modes, e-bikes did prove to offer a viable alternative for a car. The behaviour habits and the motivation for the use of an e-bike varied significantly between different age groups and specific locations and should be further addressed for any decision-making.

### ***1. Introduction***

Different types of electric vehicles have gained increasing attention in both research and policymaking. The negative environmental impacts (emissions and pollute) effects on quality of life, and the accessibility issues brought by motorized vehicles are largely recognized in all cities around the world. Many cities have founded government subsidies for purchases of an electric vehicle as an aspiration to tackle the environmental problems of emissions and polluted air within urban areas. Alongside with electric cars, electrically assisted bikes (e-bikes) are slowly gaining popularity

around the globe and claiming more modal share. In addition, with the positive impacts on the environmental issues, e-bikes are believed to be an alternative that could also resonate with other urban problems like congestions and quality of life in a wider aspect.

Besides the environmental benefits, e-bikes are considered to provide a positive option for the use of a traditional car, and a healthy alternative for trips that are too long to be travelled with a conventional bike. Many studies report that e-bike is often purchased to compensate for the need of a second car, or simply to replace the trips that were previously made by car (Kroesen, 2017, 378; Plazier et al. 2017, 28; MacArthur et al. 2014, 7). Compared to a car, e-bike can be considered as a cheaper and more convenient option, with notably smaller purchase price as well as providing relief from parking restrictions. Furthermore, when comparing different bikes, e-bikes enable users to travel distances not necessarily possible to cover by conventional one, with higher speed and less physical effort. Thus, it can be considered to land somewhere between the e-car and conventional bike. However, negative aspects can also be detected, like the vulnerability for weather conditions, the limitations for luggage and possible safety risks. (Wolf & Seebauer 2014; Fishman and Cherry 2015; Plazier et al. 2017).

This article examines the latest research about how the ownership of an e-bike effects on chosen travel behaviour indicators. Here, the reviewed indicators are travel time, modal share, travel distances and trip purposes. Even though the term e-bike concludes many types of motorized bike types, this article is focused on pedal-assisted e-bikes. In order to construct a comprehensive understanding of this topic, some complementary factors effecting the use of e-bikes will also be briefly described

after this; differences across age groups, barriers and benefits, and the reasons considered to purchase an e-bike. Despite their significance around the topic, in order to narrow down the scope of the article, the sustainability and health factors will be left out from this examination and the focus kept around the transportation related issues.

Studies from all over the world are reviewed, including China, U.S, Canada, Austria, Netherlands and Sweden in order to attain as comprehensive review as possible within the given limits. Due to the rapidly evolving nature of technology, the focus is on the latest research conducted within the last six years.

## ***2. Effects of e-bike ownership on travel behaviour***

### ***2.1 Travel time***

When examining the travel time of the journeys made by e-bikes, the shortest ones were usually the trips made for shopping purposes, and the longest ones to commute (Wolf & Seebauer 2014, 198). In the UK, the review group spent about 2-2,5 hours a week on cycling. The overall travel time rode with all types of bikes has increased considerably compared to travel times only made with conventional bikes. However, when comparing the total travel times of active modes, the increase has not been as significant. The reason for this is that despite the noticeable increase in cycling times, the time used for active modes is brought down by the decrease in walking. (Cairns et al. 2017, 340). Therefore, it can be questioned if the use of cycles and e-bikes are mainly a compensation for walking. This subject will be elaborated in the next section.

When using the e-bike for commuting purposes, the average travel time was found to be comparable with when choosing to travel by public transportation. When compared with other modes, the



period of travel with an e-bike was detected to be about twice as long as when done by car, and considerably shorter than when rode with a conventional bike. (Plazier 2017, 32; Campbell 2016, 411). However, the longer travel time was not found to be an impediment for the commuters to choose to travel by an e-bike. The positive aspects of commuting by e-bike were considered to be so favourable, that many participants told to be willing to extend their commuting times in order to ride by e-bike. It was found that the respondents were ready to increase their travel time by 19 minutes on average. (Plazier et. al. 2017, 30-32).

In China, e-bikes were found to in some cases even provide a faster option for commuting when switching from bus (Campbell et al. 2016, 411). When the travel speeds are comparable with these two modes, the absence of waiting times at the stops may offer a quicker way to get to work by e-bike.

## **2.2 *Modal share***

Clear answers to the question of which modes the e-bike trips tend to substitute could not be drawn from the different researches, due to the significant variation in the study results. In Austria e-bike trips were mostly substituting the conventional bike trip, but car rides were also replaced (52% responded to having otherwise travelled by a conventional bike and 35% by car) (Wolf & Seebauer 2014, 198). Similar results were found by Kroesen (2017, 385) in the Netherlands, where e-bike trips were mostly found to substitute conventional bike use. However, Plazier et. al. (2017, 32), a study made also in the Netherlands, found that the e-bike trips were to mostly alternate car usage, and thus found to be a compatible mode for trips made by cars and public transportation. Shorter trips were still found to be made with conventional bikes as before the research. Opposite findings were also made in Sweden, where the e-bikes mostly substituted car trips (47-67%).

The type of an errand had a big meaning of which mode was chosen for the trip. It was also noted that trips made in urban areas replaced the use of a conventional bike than those made in rural areas. (Hiselius & Svensson 2014, 4). In Jones et al.'s (2016, 44) research from the UK and Netherlands, the decrease in car and conventional bike use were about the same. However, Cairns et al. (2017, 340) reviewed literature from several European cities and concluded that if given an “opportunity to use an e-bike, a non-trivial proportion of the trips made are a replacement for car trips”. In the US, it seems to be quite clear that the main mode of substitution is car trips. (Popovich 2014, 41; MacArthur et al. 2014, 7).

The continental differences were clear when exploring the results of the different studies. In China and Europe, the trips made with e-bikes were mostly found to substitute other active modes of transportation like conventional cycling and walking. On the other hand, in the U.S. and Canada, these trips were found to mostly substitute trips formerly done by car. (Popovich et al. 2014, 41). Of course, this cannot be considered as a “truth” and generalized to apply in every city. However, the question of which modes are replaced is to be found highly dependable on the local context. It is not a surprise that in car-dominated countries such as the US, Canada and Australia, the share of replaced trips is the highest when it comes to car rides. In turn, the modal share of conventional bikes is relatively high in many bicycle oriented European cities (especially in Northern Europe), so it is natural that e-bikes will take a larger share from that mode. However, in addition with the high replacement of the conventional bike trips, a car and public transport trips are also replaced (to a lesser extent). (Kroesen 2017, 378).

Last interesting finding was the target group of the research, since its effects in the results. Basically, two types of groups were examined; first being the e-bike early adopters, who had bought the bike themselves. The second group was people who did not own an e-bike before and were given one for the purpose of the study. In their research, Wolf & Seebauer (2014, 202) especially focused on a group of early adopters in Austria and found an average owner to be a person over age 60, who had bought the bike for leisure purposes.

### **2.3    *Travel distances***

In the reviewed articles, the average e-bike trip distances varied from 0,5 to 9,7 km. The shortest trips were usually the trips made for shopping purposes, and the longest ones to commute. The estimates of weekly travel distances varied between 15 and 71 km. How these numbers were conducted from the study results were not described in detail, and therefore the reasons for such variation were not possible to further explore. However, in their study Berjisian and Bigazzi (2019, 2) had calculated average measures by combining findings from several studies, concluding the average single-trip distance being six km and weekly total distance 60 km. Clear evidence was found, that e-bikes often encourage people to cover longer distances with an e-bike that they would with a conventional bike (Cairns et al. 2017, 340; Fyhri & Fearnley 2015, 46; Kroesen 2017, 383; Plazier et al. 2017, 32).

When it comes to commuting with an e-bike, the shortest route was not the first choice in many occasions. Having an enjoyable route with a nice view was preferred over the fastest one (Plazier et al. 2017, 30). E-bikes were also mentioned to enable people to plan the journey without a need to evade hills that would have been avoided if riding a conventional bike (MacArthur et al. 2014, 9).

When the total travel distances, including all travel modes together were examined, the e-bike owners were found to travel less than non e-bike owners. In Kroesen's study (2017, 383) from the Netherlands, during the examination period the total mean distance travelled was found to be approximately 44km by the respondents who did not own an e-bike, and 30km by the e-bike owners. This proposes that e-bikes do not encourage for more travel. In fact, it does the opposite.

## **2.4 Trip purposes**

Wolf and Seebauer (2014, 206) divided the trip purposes made with an e-bike into commuting, errand and leisure related trips. Their finding was that leisure use of e-bikes was reliant on the user's attitudes towards the physical activity, whereas the commute and errand trips were more dependent on the supportive social environment and personal ecological norms. Popovich et al. (2014, 40), however, divided the trip purposes into two categories. First, transportation that includes all trips related to commuting, running errands or visiting people. The second category is recreation, covering exercise or leisure trips. In their research over three-quarters of the respondents declared transportation being the priority purpose of their trips.

What was noted in several studies, was that the most popular use for e-bikes was the purpose of commuting. (Cairns et al. 2017; Hiselius & Svensson 2017; Jones et. al. 2016; Fyhri & Fearnley 2015; Popovich et. al. 2014; MacArthur et al. 2014). However, among the older users, leisure purposes tended to be the most dominant purpose for trips (Plazier et al, 2017; Wolf & Seebauer, 2014). Also, in some cases, despite the e-bike originally being bought for recreational purposes, it was felt so convenient that the users had shifted to use it for transportation purposes as well (Popovich et al. 2014, 40).

Last, it was found that e-bikes were usually preferred on single-destination trips, when on the other hand a car was chosen for purposes of multi-destination trips. Reasons for this were relatively longer travel distances with several destinations, and the limited ability of the e-bike's battery. (Plazier et al. 2017, 29).

### ***3. Influencing factors behind the indicators***

In order to improve the understanding about the effects of e-bike ownership on indicators of travel behaviour reviewed above, some main factors influencing the results found in the examined researches are elaborated. These include the effects of age in the use of e-bike, the experienced barriers and benefits and the reasons why people claim to make a decision to invest in an e-bike.

#### ***3.1 Difference across age groups***

In some examined studies, the age of e-bike user groups was found to be relatively high. The perceived factors for decision to use an e-bike also varied significantly, where older people used them more for recreational purposes, and younger age groups for transportation. (Wolf & Seebauer 2014, 203; Plazier et al. 2017, 26).

The perceptions towards, and the reasons to use an e-bike varies considerably between different age groups. The perceived usefulness of e-bikes has a higher meaning for the older user groups, especially when it comes to shopping and leisure trips. This means that older age-groups choose to ride an e-bike only if it can be adjusted to their personal mobility needs. On the other hand, younger people are considered to be more adaptable with the possible practical issues that might emerge along with the technology of the e-bikes. In addition to this, the existing urban infrastructure has a bigger weight on the travel decisions among

the older user groups. Last, the older generations were found to be more active users of e-bikes in cases where the distance to leisure destinations increased, which indicates recreational use of e-bikes. In contrast, among young people the perceived usefulness was considered lower in case of a longer distance. This is probably due to the more hectic life of younger people with more restricted time budgets. (Wolf & Seebauer 2014, 207).

### **3.2 *Barriers and benefits***

One of the benefits perceived the most about e-bikes are the gains for health from the increased physical activity. The increased number of trips made by active travel modes indicates healthier lives. However, the conclusions about the actual benefits resulting from the modal shift are more difficult to draw, since the answer strongly depends on the choice of the substitutive mode of transport. Are the e-bike travels replacing trips formerly done by car, or possibly trips that were rode by conventional bike. (Kroesen 2017, 378; Cairns et al. 2017, 340). The more car distances are replaced with active modes, the more health benefits will occur. In any case, e-bikes offering the possibility for higher speeds and longer travel distances can be considered as a more likely option to replace the use of cars compared to conventional bikes, and in this sense to hold more potential replacing motorized travel modes (Fyhri & Fearnley 2015, 46).

In addition, with the ability to travel faster and further, the required physical effort is also lower when riding an e-bike compared to the conventional bike. An important factor brought up in some studies was the ability not to shower after cycling to work. The geographical barriers were also to overcome with the electric assistant, which permits the user to plan the shortest route instead of avoiding long uphill. (Popovich et al. 2014, 40-41; Fyhri and Fearnley 2015, 51; MacArthur et al. 2014, 9). E-bike, with its

capacities, lands somewhere between the car and the bike. These benefits together increase the possibility of e-bikes to substitute the use of private cars, providing an easy and less expensive option for the automobile. However, despite the long list of benefits, many concerns have been brought up about the safety of e-bikes. Some studies indicated evidence of how e-bike users are prone to injure themselves, and to get hospitalized due to traffic accidents. The higher speeds and cycling without protection are increasing this risk. (Fishman and Cherry 2015, 85).

Older-aged people, and people with disabilities often find it hard or impossible to ride a conventional bike. Many of the reviewed researches acknowledged the possibility for these limited groups to cycle again with e-bikes due to the electric assistance that reduced the need for physical effort. Some people with disabilities had also told that they rather use the e-bike to transport, due to the possibility of leaving the bike right next to the door instead of parking the car somewhere possibly far away. On the other hand, the e-bikes were considered to be too heavy. Even though the bikes can still be used if the battery runs out, there were some anxiety around the fact that it will be too heavy to pedal for them. (Popovich et al. 2014, 39-42).

From the urban perspective, what makes e-bikes so attractive is the impact on traffic and environmental pollution. If the use of e-bikes would become more popular, they would bring large relief into congestion problems when people are changing their mode of transportation from a car to an e-bike. For the same reason, the switch from cars that use fossil fuels to function, the e-bikes are believed to bring an ease into the pollution problems and emissions that cause climate change with other environmental problems. (Popovich et al. 2014; Hiselius & Svensson 2017; Campbell et al. 2016). Results indicate that the substitution of car trips indeed

enables considerable decrease in CO<sub>2</sub> emissions. According to findings of Hiselius and Svensson (2017, 823), the emissions caused by transportation could be reduced by “14-20% of the average total CO<sub>2</sub> emission per person” with the use of e-bikes.

With the benefits and barriers listed above, some additional concerns were still recognised, first being the batteries e-bikes use, and the disposal of them. At the turn of the 21st century, China faced an issue with insufficient production, disposal and recycling of the e-bike batteries and that caused negative impacts on the public health and environment (Plazier et al. 2017, 26). In relation to the concerns around the batteries, some articles mentioned range anxiety around the use of e-bike. The problem was not mentioned to be about the charging of the bike, but instead in the use of it. Since e-bikes are much heavier to pedal without the electric assistance, due to the heavy weight of them, users expressed a concern of the battery running out in the middle of the trip. As mentioned above, older people stated to be unable to pedal the bike without any assistance. Also, the use of the e-bike without the assistance was considered to be difficult, for example, when parking the bike. (Wolf & Seebauer 2014; Popovich et al. 2014; Jones et. al. 2016). Next, the price of e-bikes was considered to be too high in some studies compared to a conventional bike. (Plazier et al. 2017, 28; Jones et. al. 2016, 46; Popovich et al. 2014, 43). On the other hand, when functioning as a replacement of a car, e-bikes can be considered as a significantly cheaper option. Also, due to the high price of the e-bikes, a fear of the bike getting stolen was mentioned (Jones et. al. 2016, 42; Popovich et al. 2014, 42). Another finding from the reviewed articles was the frequently cited issue about the misperceptions around e-bikes by non-users. Study participants mentioned that the non-users often have confusion about what kind of trips e-bikes should be used for, and for who e-bikes are “meant for”. It was mentioned that other



people might maintain a stigma that e-bikers are “cheating”. Another common thought mentioned was that e-bikes are only meant for recreational purposes. (Popovich et al. 2014). These ways of thinking could indeed form a large barrier in wider adoption of e-bikes.

Barrier last mentioned was the weather issues. In case of rainy, windy or otherwise bad weather, the respondents would probably take a car, even though they might normally use an e-bike for the specific trip. (Wolf & Seebauer 2014; Plazier et. al. 2017). However, evidence was also found where the weather conditions had little effect on their choice of mode, and still travel certain trips by e-bike despite the weather conditions (Popovich et al. 2014, 41).

### ***3.3 Reasons to purchase an e-bike***

A common reason mentioned to decide to purchase an e-bike was a change in home or work location. Other such changes in home environment, like having children or them getting older were also a general cause. These alterations usually made respondents reconsider their commuting habits. (Plazier et al. 2017, 28). Another clear motivator was the benefits on physical activity and health. (Plazier et al. 2017; Popovich et al. 2014; Jones et al. 2016; Wolf & Seebauer 2014; Fyhri & Fearnley 2015). If the e-bikes were to be substituting trips that would have otherwise been travelled by car or public transportation, the benefits on health were expected. Speed was stated as a reason for the purchase decision as well. The higher speed allows the user to travel faster than by conventional bike, but not as fast as with a car. This was supported by the fact mentioned above that despite this, there was no need to shower after travelling with the e-bike. Respondents also felt that travelling by e-bike offered them more flexibility than public transportation. (Popovich et al. 2014).

Partial replacement of car trips was also a motivator for a purchase decision. In Kroesen's (2017, 378) study 60% of the respondents, and in MacArthur et al. 's (2014, 7) study 65% reported the displacement of some car trips as a reason to purchase an e-bike. It was found that people who owned a car were relatively more willing to substitute their trips with e-bikes than people travelling by conventional bike or public transportation. In addition to this, some respondents also told that they had decided to buy an e-bike to replace the need to purchase a second car in the family. (Kroesen, 2017, 378; Plazier et al. 2017, 28).

With the increasing concern about climate change, many studies found causes related to the environment often to inspire a purchase of an e-bike. E-bike was found to provide a great option for low-footprint-travel, and a way to reduce own transportation emissions (Popovich et al. 2014, 39). E-bike users were also found to hold more pro-environmental values in general, compared to other populations (Wolf & Seebauer 2014, 203). However, Plazier et al. (2017, 28) found in their study that the environmental factors did not actually effect on the purchase decision, and mainly happened as a "fortunate coincidence".

In Popovich et al. 's (2014, 39) research was found that encouragement by friends, family and/or respected community-member plays an important role in encouraging an e-bike purchase decision. This reflects, that at least in the US, social networks play an important role when it comes to adaption of e-bikes. Eager owners of e-bikes were also found to be "long-time bicycle enthusiasts", who had bought the bike as an extension for their conventional bike allowing them to travel even further (Popovich et al. 2014, 39). Some people were found to own an e-bike just because they were taking part in a research, and some people simply since they had been offered a substitute to buy one. Some

respondents had also been offered compensation from the employer side (Plazier et al. 2017).

As mentioned, some people had bought an e-bike because they were not able to use a conventional bike. The electric assistance had given them an opportunity to cycle again. An example of such groups were older people, or people with some disabilities limiting their physical abilities. (Popovich et al. 2014, 39-42). Last mentioned a simple reason for purchasing an e-bike; using it is simply fun and enjoyable (Popovich et al., 2014; Wolf & Seebauer, 2014; Plazier et al, 2017).

#### ***4. Discussion on missing knowledge***

In the Finnish context, an aspect that clearly needs more profound research is the influence of weather conditions, in the sense of spatial context. Few articles mentioned the effect of rainy weather in the use of e-bike, but only Popovich et al. (2014) considered the influence of cold winter weather, however very superficially as well. Hence, more research is needed about the consequences that cold weather and snowy winter conditions have in the adoption and use of e-bikes. In Popovich et al.'s study, the weather conditions were told not to have significant differences in the decisions about the chosen modes. People commuting to work, for example, told to use the e-bike despite windy or rainy weather. However, in the Nordic countries the snow and ice conditions would create a completely new scenario.

One self-evident factor of cycling in frosty weather is coldness. With speed comes the wind, that can feel freezing. In addition, the pedaling itself will not keep the driver as warm as with a conventional bike because of the smaller need of effort due to the electric assistance. So, using the e-bike in the wintertime would always require proper clothing for the purpose. This would

probably require a change of clothes in the destination. Another factor influencing is the snow. Winter cycling is highly dependent on the plowing of the cycling infrastructure. Even though cycling in the snow is probably easier with an e-bike compared to a conventional one due to the better power and heavier weight of the bike. There is also a risk that the snowplows will push the snow into bike lanes from the walk- or driveways, making it impossible to use the bike lanes and forcing the cyclists to jump off their bikes or find other modes to travel. This might have considerable consequences for the safety. Cycling in the wintertime would also require changing into studded tires during the snowy time.

Last, the largest question around the “e-bikeability” during the wintertime is the duration of the e-bike’s batteries. The cold weather effects the battery by reducing its performance. This will require a more frequent charging of the e-bike and enables it to only travel shorter distances than normal. It has not either been examined of how the cold weather and ice might affect the battery, or whether it might damage it or shorten the service life.

## **5. Conclusion**

The aim of this work has been to examine the latest literature published about e-bikes, and to reflect on how owning one effects on the travel behavior by reviewing a few specific indicators. In order not to just demonstrate the travel behaviors, some important factors were also elaborated that are expected to have a significant impact on these examined travel indicators.

Despite the fact that e-bike trips were often found to substitute for other active travel modes, it did prove to offer a viable alternative for a car. The substitution shares of different modes were found to be highly dependable on the local context, like the infrastructure, existing modal share and overall attitudes, and

varied significantly between the continents. Even though many people bought the e-bikes simply for recreational purposes, commuting was found to be the most common use for it. Here, a clear difference was found between generations, where older age groups mainly used it for leisure trips. When using e-bikes for commuting purposes, the positive aspects were considered to be so favourable that the respondents did not mind the extra travel time compared to a car travel, and in many cases even preferred a longer route if it offered a pleasant scenery. When reviewing the total distances of travel, the e-bike owners were found to travel less than non e-bike owners.

A limitation of this review was that it included results from researches that were executed with several different methods, and the findings can therefore be distorted by this. Therefore, in addition with the suggestion to study further the effects of snowy winter conditions presented in the previous paragraph, a literature review defining and separating different aspects should be conducted to understand the possibilities of e-bikes better. Concluded from the reviewed studies, the initial perceptions of the people taking part in the studies largely depend on which group they belong to, if they are already e-bike owners or at least already interested in, or whether they are just randomly picked people who were given the e-bike for a trial. Therefore, gaining a better understanding about this would be another interesting point where to continue from this paper and might provide more insight into how the spreading of e-bike could be effectively encouraged. Instead of just examining the target groups as one big “group”, they should be divided and examined separately based on whether they are early adopters or given the bike for trial, young or old, healthy or disabled, and take their local context into consideration. Examining such groups together ignores the influencing factors behind the indicators and might cause distortion in the results. Or

at least lead into wrong kinds of measures when thinking of ways to increase the modal share of electric vehicles. For example, all the former non-users of e-bikes taking part in the studies in the end turned out to have a relatively positive impression about e-bikes, which demonstrates the opportunities the “testing” possibility of e-bikes could have in changing the way of thinking and moving of people. When given the opportunity to test an e-bike (and fall in love with it), the role of importance of social networks comes to shore. As found in the studies, the recommendations and encouragement of friends and family members had a significant role in making a decision to purchase an e-bike. All these factors together could prompt the spreading of e-bikes.

Even though e-bikes were noted to provide an effective, healthy and environmentally friendly option for other modes that should possibly be somehow encouraged, more profound research is still needed about the specific effects on different target groups and the impacts of northern weather conditions in order to utilize these findings in the Finnish context.

### ***Acknowledgement***

The draft of this work has been written during the 2019 Transport Systems Planning course at Aalto University. Thanks to assistant professor Miloš Mladenović for guidance.

### ***References***

Berjisian E. & Bigazzi A. (2019). Summarizing the Impacts of Electric Bicycle Adoption on Vehicle Travel, Emissions, and Physical Activity. REACT (Research on Active Transportation) Lab, University of British Columbia. July 2019. <http://civil->

[reactlab.sites.olt.ubc.ca/files/2019/07/BerjisianBigazzi\\_ImpactsofE-bikes\\_Report\\_July2019.pdf](https://reactlab.sites.olt.ubc.ca/files/2019/07/BerjisianBigazzi_ImpactsofE-bikes_Report_July2019.pdf)

Cairns S., Behrendt F., Raffo D., Beaumontd C., Kiefer C. (2017). Electrically-assisted bikes: Potential impacts on travel behaviour. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* Volume 103, September 2017, Pages 327-342. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965856415301865#b0080>

Campbell A.A., Cherry C. R., Ryerson M., Yang X. (2016). Factors influencing the choice of shared bicycles and shared electric bikes in Beijing. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*. Volume 67, June 2016, Pages 399-414. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0968090X16000747>

Edge S., Goodfield J. (2017). Responses to electric bikes (e-bikes) amongst stakeholders and decision-makers with influence on transportation reform in Toronto, Canada. Ryerson University, Proceedings of the 52nd Annual Conference. Canadian Transportation Research Forum. <https://ctrf.ca/wp-content/uploads/2017/05/CTRF2017EdgeGoodfieldActiveandGreenTransportation.pdf>

Fishman, E., Cherry, C. (2015). E-bikes in the mainstream: reviewing a decade of research. *Transp. Rev.* 1–20. July 2015. Available at: <https://doi.org/10.1080/01441647.2015.1069907>

Fyhri A. & Fearnley N. (2015). Effects of e-bikes on bicycle use and mode share. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* Volume 36, May 2015, Pages 45-52 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361920915000140>

Hiselius L. W., Svensson Å. (2014). Could the Increased Use of E-Bikes (Pedelecs) in Sweden Contribute to a More Sustainable Transport System? *Environmental Engineering. Proceedings of the International Conference on Environmental Engineering. ICEE*, 9:1. Vilnius Gediminas Technical University, Department of Construction Economics & Property.  
[http://enviro2014.vgtu.lt/Articles/3/119\\_Hiselius.pdf](http://enviro2014.vgtu.lt/Articles/3/119_Hiselius.pdf)

Hiselius L. W., Svensson Å. (2017). E-bike use in Sweden – CO2 effects due to modal change and municipal promotion strategies. *Journal of Cleaner Production*. Volume 141, 10 January 2017, Pages 818-824.  
<https://www-sciencedirect-com.libproxy.aalto.fi/science/article/pii/S0959652616314822?via%3Dihub>

Jones T., Harms L., Heinen E. (2016). Motives, perceptions and experiences of electric bicycle owners and implications for health, wellbeing and mobility. *Journal of Transport Geography*. Volume 53, May 2016, Pages 41-49. <https://www-sciencedirect-com.libproxy.aalto.fi/science/article/pii/S0966692316301934?via%3Dihub>

Kroesen M. (2017). To what extent do e-bikes substitute travel by other modes? Evidence from the Netherlands. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. Volume 53, June 2017, Pages 377-387.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361920916304837>

MacArthur J., Dill J., Person M. (2014). E-Bikes in North America: Results from an online survey. 93rd Annual Meeting of the Transportation Research Board January 12-16, 2014.  
[https://ppms.trec.pdx.edu/media/project\\_files/E-bikes\\_in\\_North\\_America.pdf](https://ppms.trec.pdx.edu/media/project_files/E-bikes_in_North_America.pdf)



Plazier, P., Weitkamp, G., & Berg, van den, A. E. (2017). "Cycling was never so easy!" An analysis of e-bike commuters' motives, travel behaviour and experiences using GPS-tracking and interviews. *Journal of Transport Geography*, Volume 65, December 2017, Pages 25-34. <https://www.sciencedirect-com.libproxy.aalto.fi/science/article/pii/S0966692316307566?via%3Dihub>

Popovich N., Gordon E., Shao Z., Xing Y., Wang Y., Handy S. (2014). Experiences of electric bicycle users in the Sacramento, California area. *Travel Behaviour and Society* Volume 1, Issue 2, May 2014, Pages 37-44. <https://www.sciencedirect-com.libproxy.aalto.fi/science/article/pii/S2214367X13000185?via%3Dihub>

Wolf a., Seebauer S. (2014). Technology adoption of electric bicycles: A survey among early adopters. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* Volume 69, November 2014, Pages 196-211. <https://www-sciencedirect-com.libproxy.aalto.fi/science/article/pii/S0965856414001876?via%3Dihub#b0230>

## **Measuring the Impact of High-Speed Rail in China**

*Thomas Mantell, M.Sc, Aalto University, Spatial Planning and Transportation Engineering*

### ***Abstract***

Although one of the most recent countries to implement a high-speed rail (HSR) programme, China currently boasts the largest and most comprehensive network in the world. China's HSR network is not only the world's most extensive however, it is also the fastest, with design speeds ranging from 200-350 kph. Given the pace of development, the extent of the network and the unique characteristics and context of China and its current level of urbanisation, there have been many interesting studies carried out on the topic of Chinese HSR and the measurable impacts that the development of the network has had on the country since the programme began. This paper provides a brief overview of the effect of high-speed rail in China within the remit of some of the major themes studied by academics and professionals from the socio-economic and spatial perspective over the past 15 years. The results of this review indicate the scale and scope of impacts in China and serve as a useful tool for those looking to place HSR development goals outcomes within the context of a country adopting a strategy of intense high-speed infrastructure development.

### ***Introduction***

With a total length of approximately 26,869 km of completed high-speed lines crossing the country, China's high-speed network is the most extensive in the world with the network accounting for roughly 66 percent of global high-speed lines, more than twice the

total of all other countries combined (Lawrence, Bullock & Liu 2019). China was the first country with a GDP per capita below \$7000 to develop a HSR network and in the last 10 years, high-speed trains in the country have served 7 billion passengers to date (Ibid). The Japanese Shinkansen, by comparison, has carried 11 billion passengers over 50 years. While high-speed rail has existed in China in its nascent form as far back as 2003, the first fully high-speed line connecting Beijing and Tianjin was opened in 2008 to coincide with the Beijing Olympic Games of the same year. Perhaps what makes China’s accomplishments on this front all the more impressive however, is the staggering rate of HSR development in the country, which has largely taken place within the last decade and now sees the network operating 2,600 pairs of high-speed trains (HST) daily with current demand estimated at around 1.7 billion passengers per year.

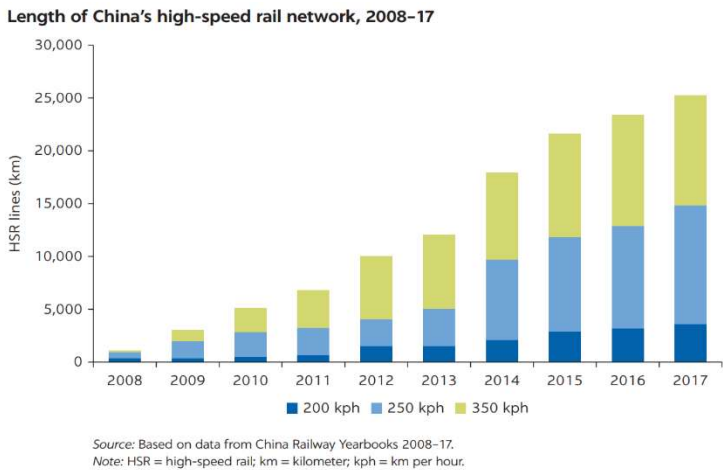


Figure 1. Length of China’s highspeed rail network 2008-17 (Source: Lawrence, Bullock & Liu, 2019,12)

Based upon the global experience of HSR development, this transport mode has been identified as one of the most competitive for journeys totalling distances of 200 - 800 km (Givoni 2006). It is perhaps unsurprising therefore that this efficient, modern and competitive evolution of conventional rail has been so enthusiastically embraced in China with intense development over the last 10 years occurring alongside the rapid urbanisation of a country with many highly populated cities (>500,000) and mega-regions.

Studies indicate that HSR journeys in China are primarily motivated by commuting and business purposes in metropolitan areas (Lin 2016). However, for journeys exceeding 500 km, travel on the Chinese HSR network has been shown to be undertaken mainly for leisure and non-business purposes, supporting earlier assertions by Givoni (2006) on the economic competitiveness of this transport mode for journeys within the short to medium range. More recent commentaries have further elaborated on the use patterns and passenger demographic of Chinese HSR services, stating that users come from multiple income brackets with this transport mode facilitating “labor mobility, family visits, tourism, and [the] expansion of social networks” while also highlighting the fact that “[n]early half of the passengers travel for business purposes” (Lawrence, Bullock & Liu 2019, 2).

The Medium and Long-Term Railway Plan (MLTRP) plays a key role in the development of China’s high-speed rail implementation and was initially approved in 2004 covering development up to 2020 in 5-year interval plans. The MLTRP was the first such plan to include the construction of an HSR network in the country and has subsequently been updated twice, with the latest revision

extending the development window for high-speed rail in China to 2030.

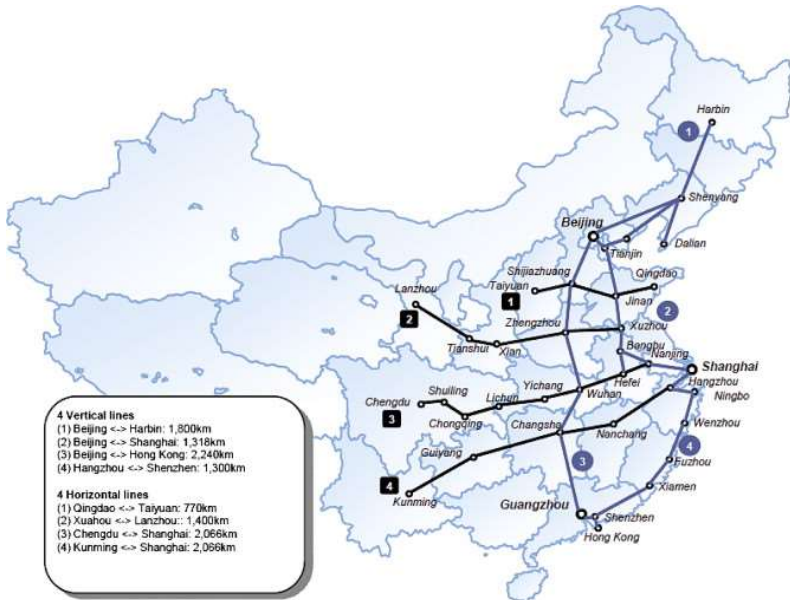


Figure 2: China's High-Speed Rail Network (Source: Fu, Zhang & Lei 2011, 15)

As earlier outlined by Givoni (2006), when it comes to the development of HSR, an infrastructure choice exists between steel wheel on steel rail (conventional) and magnetic levitation (maglev) track construction. Lawrence, Bullock and Liu (2019) highlight the case of Shanghai's 30km Airport-Pudong maglev route which went into operation in 2002 as one such example, representing a comparative benchmark trial of this technology over conventional rail alternatives in the country. While technically successful, this option ultimately came with a very high capital cost and was of course, incompatible with existing infrastructure. These

determining factors led to the country adapting conventional rail infrastructure for wider HSR use with proposed maglev track on the planned Beijing-Shanghai route rejected in favour of conventional steel wheel-on-steel rail infrastructure (People's Daily Online 2004).

Chinese developments in the areas of high-speed rail infrastructure construction and technological competency have intentionally been kept in-country since a “decision in 2008 to make China as self-sufficient as possible in HSR technology,” which has led some commentators to observe that “few countries outside China are large enough to have similar programs” (Lawrence, Bullock & Liu 2019, 10). Nevertheless, it is probable that a country such as the US, given the comparable nature of the two countries from an economic standpoint, could also be able to compete in the implementation of such a program at this scale. Indeed, within this context and given the current facts and statistics surrounding Chinese HSR development, it is interesting to note that with a total land area of 9.6 million km<sup>2</sup> and a population density of 145 people per km<sup>2</sup>, China (with 26,869 km of high-speed lines) is approximately comparable as a case study to the United States which has an area of 9.6 million km<sup>2</sup> and a population density of 34 people per km<sup>2</sup>, yet can only lay claim to 54 km of HSR infrastructure (EESI 2018). While demographic considerations and political landscape surely play a role in any such comparison between two countries, economic power and geographical similarities still represent an interesting baseline when looking to understand the disparity in the current level of high-speed rail development between each nation.

## *Accessibility*

One of the most closely studied aspects of HSR development in China has focussed on the degree of accessibility following the introduction of new high-speed lines in the country. As far back as 2009, some researchers had predicted that HSR development would inevitably “be the maker of some cities, but the breaker of others” (Hall 2009, 68) and subsequent analyses of HSR accessibility outcomes within China have shown these forecasts come to pass in what Wang (2018, 42) has called a “peripheralisation of the periphery”. Indeed, it has previously been noted that the nature of high-speed rail meant that services tend only to stop in high-population urban areas where the demand for time efficiency is greatest, naturally disadvantaging those in smaller cities and rural areas which may subsequently not benefit from any upgrade to HSR lines and the efficiencies they bring (Economist 2011).

In an assessment of the impacts of HSR on overall railroad network accessibility in China, Shaw et al. (2014) analysed the effect of high-speed rail on cities served by the entire passenger rail network in terms of accessibility measured by travel time, cost and distance for each city in the network. Through the use of timetable based computations the authors analysed accessibility changes, identifying that travel time accessibility exhibited a ‘corridor effect’ caused by the availability of specific HSR routes in a region. Similarly, while HSR routes ultimately did not have any major impact on travel distances connecting various cities in China, the findings of Shaw et al. (2014) did corroborate and build upon the earlier predictions of Hall (2009) in that both travel cost and travel distance accessibility tended to display a ‘radial’ pattern, with overall accessibility decreasing toward areas on the periphery.

A contemporary study carried out by Wang (2018) focused upon the regional accessibility impacts of HSR within the Yangtze River Delta (YRD), one of China's megaregions. The high population density and the need for increased connections between cities were cited as key drivers in HSR development in these regions and four years after research was conducted by Shaw et al. (2014), this longitudinal study assessed changes in regional accessibility and accessibility patterns across the YRD megaregion. Given its size, the YRD megaregion had been identified by the Chinese government as a key HSR project and the results of the 2018 research by Wang showed that HSR service development improved the regional accessibility of cities in the area while reducing regional inequality. The development of HSR also, however, increased the disparity of those cities that were served only by conventional rail. These findings further support arguments made in earlier studies which showed that HSR networks in China and Europe have historically increased disparity with respect to accessibility between central areas and those on the periphery of regions (Givoni 2006; Shaw et al. 2014) while marginalising cities served by conventional rail outside of the HSR network (Jiao et al. 2014).

It has been anticipated that the continued growth of HSR in China is likely to lead to a more pronounced substitution effect on conventional rail services (Wang 2018). While some conventional rail networks have already transitioned from a passenger carrying role into freight transportation, it is likely that the ever-increasing share of the network comprised of HSR services will play an important role in future policy regarding rail transport in China.



## *Economic Impacts*

Perhaps one of the clearest metrics which demonstrates the economic effects of the Chinese HSR network in comparison to conventional rail is outlined in the fact that while the total length of high-speed rail accounts for just one fifth of the total rail network in China, over 60% of rail passenger demand is fulfilled by HSR (Chong, Chen & Qin 2019, 288). Economic impact and ‘success’ is not, of course, only measured in terms of efficiency and in a similar way to accessibility, the distributional effect and subsequent economic outcomes of major infrastructure projects such as HSR development are rarely shared equally between stakeholders. In a study by Qin (2017), the author examined some of these economic outcomes on a sub-regional basis, assessing the distributional impact of high-speed rail alongside both upgraded HSR lines and ‘non-affected’ lines in the Chinese rail system. As a result of this study, Qin (2017, 489) found that “[High-speed rail upgrades in China] have improved passengers’ access to high-speed train services in the city nodes but have left the peripheral counties along the upgraded railway lines bypassed by the services” correlating with many of the findings of early and subsequent research work carried out on the periphery and corridor effects of HSR lines (Givoni 2006; Shaw et al. 2014; Wang 2018). Indeed, one of the most significant findings of the research was that the counties situated on upgraded railway lines but not within the urban core itself appeared to experience both reductions in GDP and GDP per capita following on from the development of HSR lines in the area. The author argues that this implies a diversion of economic activity is taking place, transferring such activity away from counties on the periphery and towards the urban core in instances “when the transport cost of people connecting between urban areas is reduced” (Qin 2017, 514).

In support of the economic benefits delivered by HSR (at least to some areas), recent research by Chong, Chen and Qin (2019) confirms that HSR delivers a connectivity improvement which plays a significant role as a facilitator of economic growth. This study found that while economic growth is stimulated by the development of high-speed rail, the contribution of HSR lines comes mainly “from a local effect rather than a spillover effect” (Chong, Chen & Qin 2019, 287). The research appears to show therefore that it is those areas within the immediate local vicinity of HSR infrastructure and the economic advantages it brings that benefit the most from the upgrade to high-speed rail lines. It is interesting to note that in a more recent study of HSR rail development between the areas of Guangdong-Guangxi-Guizhou, the resulting line was “unable to produce a significant ‘corridor effect’ within the short timeframe, nor did it significantly increase economic growth in areas along the route,” perhaps implying that there may be a temporal delay before the full extent of local and regional economic growth along the length of the route is realised (Liang et al. 2020, 8).

### ***Cost to Benefit of HSR***

The development of HSR in China initially emerged in response to the need for increased rail capacity driven by growing traffic volumes and the subsequent requirement to separate passenger services from freight traffic. In doing so, the objective was “to eliminate conflicts between the two and thus maximise capacity utilisation” (Wu, Nash & Wang 2014, 100). While this situation provided a seemingly natural opportunity for investment in new HSR lines to meet rising demand (as opposed to constructing additional conventional regional rail lines), it has been argued that

in the somewhat unique case of China, this may not necessarily have been the best course of action given that early high-speed lines in the country “led to the Ministry of Railways becoming very heavily in debt” and that, at the time of conducting the study, “to try to ease the problem, high speed rail fares have been set at three times those on conventional rail, reducing the relief to capacity problems by leaving substantial passenger traffic on the existing routes” (Ibid).

In assessing the cost-efficiency of HSR in the country, Wu, Nash and Wang (2014, 100) use as a basis for their analysis, not only the fact that China was at the time of writing a comparatively poor nation by global standards, but also that the “Chinese values of time...remain low by European standards.” Writing at approximately the halfway point between the start of the Chinese HSR development programme and today, the consensus of researchers at the time was that as a result of these economic considerations and for a nation so geographically large, conventional regional rail development would be considered preferable in many instances over upgrading to or constructing new HSR lines. With this in mind, the case was made that the cost-benefit analysis in the Chinese context ultimately “depends on the additional cost of HSR and the value of the time savings it brings” (Wu, Nash & Wang 2014, 101). As China’s HSR infrastructure has subsequently developed with uptake continuing to increase during expansion of the network and reductions in fares, the data and research of other authors suggest that such value has certainly now begun to be realised.

When evaluating the economic benefits of high-speed rail in China beyond increases in capacity, earlier research found that many of the potential benefits of the HSR network were forecast to come

from higher productivity and the diversion of traffic from air and road-based transport modes, as well as in the subsequent relief of “environmental and congestion problems” that HSR development would potentially bring (Wu, Nash & Wang 2014, 100).

### ***Impact on the Airline Industry***

While one of the key initial objectives of Chinese high-speed rail was to meet a projected shortfall in capacity from the existing conventional rail network, a major benefit of this mode has always been the efficiencies offered for short-medium distance journeys. Within this context, an obvious situation of competition inevitably arises between HSR and both domestic and international air travel. Given the scale of the existing HSR network and planned future lines which “will link the most important metropolitan areas which are also the most important aviation destinations,” the impact of high-speed rail on the Chinese domestic air travel market was always likely to be significant as the HSR network became more extensive with increased uptake by passengers (Fu, Zhang & Lei 2011, 16).

Writing almost a decade ago, Fu, Zhang and Lei (2011) carried out an analysis of the potential impacts of HSR on the Chinese domestic airline industry. At the time, while anticipating that Chinese domestic air carriers would ultimately survive the implementation of HSR “by exploiting their own competitive advantages” the authors predicted that HSR services would likely be competitive when it came to network connectivity, cost efficiency and total travel time for journeys (Ibid, 25). Similarly, it was expected that the arrival of HSR would exert a significant level of pressure on domestic air services, lowering yields and shifting passenger traffic toward rail for certain journeys. With this in mind,

it is unsurprising that the unparalleled pace of development and the increasing competitiveness of high-speed rail services in China has signalled a noticeable shift in passenger preferences toward this mode of transport given that “such aggressive expansion has been unseen in other markets, leaving a short time window for Chinese airlines to come up with effective planning and response strategies” (Fu, Zhang & Lei 2011, 13).

Following on from predictions made in earlier work on the likely impacts of HSR on domestic air travel, it is interesting to examine contemporary research carried out in the same area in order to retrospectively evaluate anticipated versus actual outcomes and impacts. One such study which provides an opportunity to do this is that of Yang et al. (2019) which analyses the current impact of Chinese HSR on domestic air travel demand in China based upon observed results some 8 years after the initial forecasts from the work of Fu, Zhang and Lei (2011). In many ways this later study by Yang et al. (2019) corroborates the main predictions that had been made regarding the likely impacts of HSR on domestic airlines in China, although with the benefit of ex-post data, this newer research highlights some interesting and nuanced findings that would perhaps have been difficult for earlier, anticipatory research to forecast with a degree of accuracy. For example, it appears that in instances where distances are shorter and HSR trains run frequently, HSR is competitive, and considered a preferential choice to airlines. In support of this fact, it was similarly found that high-speed rail can further improve on its competitiveness with respect to airlines in instances where the frequency of services on HSR routes is increased. Finally, when the temporal dimension (the duration of travel) was studied, high-speed rail appeared to be in a more competitive position, particularly on city pairs where a HSR route existed as a travel

option, again, making rail an attractive alternative to domestic air travel. Overall it can be ascertained that while domestic air travel in China has continued to increase year on year since the arrival and expansion of HSR services in the country, it has not done so at anywhere near the scale of high-speed rail which has seen continual and significant growth in passenger numbers with little sign of this trend slowing. Research on this particular impact of HSR during this timeframe has focussed largely on predictive and actual (ex-post) analyses of service preference and passenger growth, often in regards to the increased competition of this new transport mode on comparable legacy alternatives in the country, namely domestic airlines. It is surmisable given the research carried out to date that as the HSR network continues to expand and prices continue to become more competitive for a greater number of journey options, that over the coming years, domestic airline use may plateau and eventually decline as more users opt for high-speed rail journeys between Chinese cities and regions.

### ***Physical and Spatial Impact***

The spatial effects of high-speed rail development in China are perhaps one of the clearest indicators of the impact of HSR on the physical built environment. Given China's rate of urbanisation in recent decades, this makes for an interesting area of study when examining any correlations or causal relationships between these areas. Chong, Chen and Qin (2019) refer to China's 'Four Vertical and Four Horizontal' strategy to describe the overall pattern of the four north-south and four east-west trunk lines comprising HSR development in the country and in many ways, this shows the main strategic direction that the implementation of high-speed rail has taken in connecting the major population centres which are mostly located on China's eastern seaboard with those located further

inland on the nation's interior periphery. In the context of the government's overall strategy for rail development, the 13th (and current) Five-Year Plan for 2016-2020 expects the track length of HSR in China to total 30,000 km by the end of the plan, covering more than 80% of cities in the country. This figure appears to be close to the reality of current levels of development (around 27,000 km) but is interesting to compare to the Medium and Long Term Development Plan (MLTRP) originally implemented in 2008 which had initially planned for a HSR network of only 12,000 km by 2020. Given the actual level of subsequent development in the past decade, it is of little surprise that this estimate has undergone multiple revisions, the most recent of which took place in 2016. Estimates were revised from 30,000 km by 2020 to 38,000 km by 2025, and then 45,000 km by 2030. To put these figures into context, the eventual goal of the state is for the Chinese HSR network to connect all of the country's cities which have a population of over 500,000 inhabitants, representing approximately 90% of the entire mainland population (Fu, Zhang & Lei 2011).

In terms of the impact on urban growth, a study utilising satellite night-time light imagery sought to analyse the scale and progress of urban development in China over a span of 10 years, in order to assess the direct effects of HSR development on wider urban spatial expansion (Long, Zhenga & Song 2018). The results of this study are in some ways intuitive and unsurprising but they are nevertheless interesting given the visual methodology used to collect and evaluate the data. The researchers identified that within cities with high-speed rail connections, urban expansion occurred "0.12–0.13 faster than that in cities without HSR, when the cities otherwise have similar characteristics" (Ibid, 114). Similarly, the authors highlighted the fact that not only does HSR have a positive

effect on Chinese urban expansion, but that HSR stations also act as transportation hubs which have the effect of rapidly urbanising the surrounding area with subsequent expansion of the network from this point which then in turn leads to wider urban agglomerations. In practice, this observed impact highlights the effectiveness of strategic HSR line development in the future as a potential tool for use in accelerating regional urbanisation in China.

### *Discussion*

When looking at the impacts of HSR, China provides an interesting case study, particularly given the rapid growth of the country's network in a relatively short period of time and its ability to transition from a minor player in 2006 to having more than twice the global total of high-speed lines in 2020. Given government plans to further develop the HSR programme, it is likely that high-speed rail line development in China will continue to increase for at least the next decade, pushing it still further ahead of other nations. China's status as a HSR 'superpower' has led to a significant amount of research interest which has identified and uncovered key trends that support a dual narrative of HSR having both positive and negative impacts.

On the one hand, research into Chinese high-speed rail implementation has shown that the development of the network has played a vital role in promoting urban economic growth and that this appears to have had a quantifiably positive impact on urban expansion. The urbanisation factor of HSR development makes it a potentially effective tool for use by the government in further accelerating regional urbanisation, which is, in the case of China, a key strategic objective at the national level. Furthermore,



studies have shown that HSR is an effective method for accelerating other aspects of urban economic growth, often playing a vital role in stimulating economic activity on multiple levels. On the other hand, the benefits of HSR are not uniformly distributed and those further away from HSR connectivity, lines and ‘hubs’ are likely to experience minimal, and sometimes even negative, economic impacts as a result of HSR line upgrades. There is a risk that these realities will lead to poorer peripheral regions becoming further excluded from the rapid economic gains experienced by the increasingly connected urban core. With this in mind, it is important that planners consider the impacts of high-speed rail not only on those communities directly served (and directly benefiting) from the upgrade, but also on the transportation ecosystem as a whole in order to ensure that the gap between the ‘winners’ and ‘losers’ remains as small as possible.

Anyone interested in the potential benefits offered by high-speed rail as an alternative to conventional rail would be remiss to not examine how, and to what degree of success, China has implemented its strategy of aggressive HSR growth and the subsequent effects this has had on the country and its urbanisation programme. Due to this, it is possible that other countries looking to achieve similar results will learn from, and possibly even try to mimic, China’s performance. Of course, whether it is possible to achieve similar results in a different setting is up for debate given China’s unique political, socio-economic and geographic context. An obvious next step for comparison would be the USA which, as mentioned in the background section of this paper, is roughly analogous in terms of geographic size and yet has so far produced vastly different outcomes in its own high-speed rail experiment.

Ultimately, studies conducted on China's HSR programme provide crucial insight into how successfully high-speed rail may or may not function as an upgraded mode of transportation and a subsequent tool for urbanisation. In examining the economic, logistic and physical impacts of HSR, scholars, planners and policymakers alike have an opportunity to study a phenomenon that, due to its rapid development, can be applied to contemporary situations through the comparison of relatively constant variables.

### ***Acknowledgement***

This paper was part of the Transport Systems Planning course at Aalto University, Fall 2019.

### ***References***

Chong, Z. & Chen, Z. & Qin, C. 2019. Estimating the economic benefits of high-speed rail in China: A new perspective from the connectivity improvement. *The Journal of Transport and Land Use*. P. 287-302.

Economist 2011. The great train robbery. Available: <http://www.economist.com/node/21528263> (Accessed: 14 December 2019).

EESI 2018. High-speed rail development worldwide. Available: <https://www.eesi.org/papers/view/fact-sheet-high-speed-rail-development-worldwide> (Accessed: 14 December 2019).

Fu, X. & Zhang, A. & Lei, Z. 2011. Will China's airline industry survive the entry of high-speed rail? *Research in Transportation Economics*. Vol. 35. P. 13-25.

Givoni, M. 2006. Development and impact of the modern high-speed train: a review. *Transport Reviews*. Vol. 26:5. P. 593-611.

Hall, P. 2009. Magic carpets and seamless webs: opportunities and constraints for high-speed trains in Europe. *Built Environment*. Vol. 35. P. 59–69.

Jiao, J. & Wang, J. & Jin, F. & Dunford, M. 2014. Impacts on accessibility of China's present and future HSR network. *Journal of Transport Geography*. Vol. 40. P. 123–132.

Lawrence, M. & Bullock, R. & Liu, Z. 2019. China's high-speed rail development. World Bank Group. P. 7-20.

Liang, Y. & Zhou, K. & Li, X. & Zhou, Z. & Sun, W. & Zeng, J. 2020. Effectiveness of high-speed railway on regional economic growth for less developed areas. *Journal of Transport Geography*, Vol. 82: 102621. P. 1-10.

Lin, Y. 2016. Travel costs and urban specialization patterns: evidence from China's High Speed Railway System. *Journal of Urban Economics*, Vol. 98. P. 98-123.

Long, F. & Zhenga, L. & Song, Z. 2018. High-speed rail and urban expansion: An empirical study using a time series of nighttime light satellite data in China. *Journal of Transport Geography*. P. 106-118.

People's Daily Online 2004. Rail track beats MAGLEV in Beijing–Shanghai high-speed railway. People's Daily Online. Available: [http://en.people.cn/200401/16/eng20040116\\_132743.shtml](http://en.people.cn/200401/16/eng20040116_132743.shtml) (Accessed: 14 December 2019).

Qin, Y. 2017. No county left behind? The distributional impact of high-speed rail upgrades in China. *Journal of Economic Geography*. Vol. 17: 3. P. 489–520.

Shaw, S. & Fang, Z. & Lu, S. & Tao, R. 2014. Impacts of high speed rail on railroad network accessibility in China. *Journal of Transport Geography*. Vol. 40. P. 112-122.

Wang, L. 2018. High-speed rail services development and regional accessibility restructuring in megaregions: A case of the Yangtze River Delta, China. *Transport Policy*. Vol. 72. P. 34-44.

Wu, J. & Nash, C. & Wang, D. 2014. Is high speed rail an appropriate solution to China's rail capacity problems? *Journal of Transport Geography*. Vol. 40. P. 100–111.

Yang, H. & Burghouwt, G. & Wang, J. & Boonekamp, T. & Dijst, M. 2019. The implications of high-speed railways on air passenger flows in China. *Applied Geography*. Vol. 97. P. 1-9.

## Miten sähköpotkulautoja käytetään erilaisissa liikennenympäristöissä?

*Roni Utriainen, tohtorikoulutettava, Tampereen Yliopisto, Liikenteen tutkimuskeskus Verne*

### ***Tiivistelmä***

Vuokrattavat sähköpotkulaudat yleistyivät usean kaupungin kaduilla vuonna 2019. Suomessa vuonna 2019 käytössä olleiden vuokrattavien sähköpotkulautojen käyttöön sovellettiin pyöräilijöiden sääntöjä. Sähköpotkulautaa on siten käytettävä pyörätiellä, mikäli se on mahdollista. Tutkimuksessa selvitettiin havainnoimalla, kuinka suuri osuus sähköpotkulautojen käyttäjistä liikkui sääntöjen mukaisesti pyörätiellä tai ajoradalla. Lisäksi arvioitiin, onko pyöräilylle tarkoitettulla infrastruktuurilla vaikutusta sääntöjen noudattamiseen. Tutkimuksessa havainnoitiin 177 sähköpotkulaudan käyttäjää neljällä liittymäalueella Tampereella vuonna 2019. Tulosten mukaan suurin osa havaituista käytti jalkakäytävää vähintään osan aikaa havainnoinnista, jos alueella ei ollut pyöräteitä. Mikäli alueella oli pyöräteitä, jalkakäytävällä liikkuminen oli vähäisempää. Havaintojen mukaan pyöräilylle ja mikrol liikenteen kulkutavoille tarkoitettuna infrastruktuurin rakentaminen on suositeltavaa, sillä mahdollisuus käyttää pyörätietä vaikutti vähentävän sähköpotkulaudan käyttöä jalkakäytävällä tutkituilla alueilla. Tutkimus lisää tietoa sähköpotkulautojen käytöstä ja auttaa kaupunkia kehittämään toimivampaa infrastruktuuria sähköpotkulautojen käyttämistä varten.

## 1. Johdanto

Vuokrattavat sähköpotkulaudat ovat yleistyneet useissa maissa vuoden 2019 aikana. Suomessa vuokrattavia sähköpotkulautoja on saatavilla vähintään neljässä, Ruotsissa kuudessa ja Norjassa yhdessä kaupungissa (Voi 2019). Uusien liikkumispalveluiden nopea yleistyminen asettaa vaatimuksia kaupunkiympäristöille ja viranomaisille. Vuokrattavien ja asemattomien sähköpotkulautojen yhteydessä keskustelua on aiheuttanut esimerkiksi sähköpotkulautojen pysäköinti, käyttäjien sovellettavat liikennesäännöt, sähköpotkulaudan käyttäjän laillinen paikka katuympäristössä ja kypärän käyttö.

Tutkimustietoa vuokrattavien sähköpotkulautojen käyttämisestä ja vaikutuksista on toistaiseksi melko vähän saatavilla. Santacreu ym. (2020) tekemän kirjallisuuskatsauksen mukaan loukkaantumisriski on samalla tasolla kuin polkupyörillä, kun verrataan kuolemaan johtaneita onnettomuuksia ja lääkärikäyntejä tehtyjen matkojen määrään. Sairaalassa hoitoa saaneiden osuus on kuitenkin arvion mukaan suurempi sähköpotkulaudan käyttäjissä kuin pyöräilijöissä. Tilastotietoa on kuitenkin vielä vähän saatavilla ja kaikki tapaukset eivät tule tilastoiduksi. Trivedi ym. (2019) tutkivat sähköpotkulautatapaturmissa loukkaantuneita Los Angelesissa Yhdysvalloissa vuosina 2017-2018. Tutkimuksen mukaan 249 loukkaantuneesta 11% oli nuorempi kuin 18-vuotias ja loukkaantuneista 4% käytti kypärää. Päävammat ja luiden murtumat olivat tyypillisimpiä vammatyyppejä. Allem ja Majmundar (2019) tutkivat yksittäisen vuokrattavia sähköpotkulautoja tarjoavan yrityksen sosiaalisen median markkinointia liikkumisen turvallisuuden näkökulmasta. Tutkimuksen mukaan vain 7%:ssa yrityksen julkaisemista kuvista sähköpotkulautojen käyttäjistä oli näkyvissä suojaruste. Tutkimuksessa arvioitiin, että sähköpotkulautailijoiden

esittäminen ilman suojarusteita voi normalisoida suojarusteiden käyttämättömyyden.

Suomessa sähköpotkulautojen käyttäjiä on tutkittu Helsingin seudulla. HSL:n (2019) vuonna 2019 toteuttaman potkulautapilotin mukaan klo 16-23 välinen aika on vuokrattavien potkulautojen suosituin käyttöaika ja yhden matkan keskimääräinen kesto on 19 minuuttia. Vastaajista (n=178) 46% ilmoitti, että potkulaudan käyttö korvasi kävelymatkan ja 28%:lla bussimatkan. Pilotti sisälsi sähköisiä ja potkittavia potkulautoja.

Yksi keskeinen kysymys sähköpotkulautojen käytössä liittyy sähköpotkulaudan oikeaan käyttötapaan katu ympäristössä (esim. käytetäänkö sähköpotkulautaa jalkakäytävällä, pyörätiellä vai ajoradalla?). Aiemmin tehdyissä tutkimuksissa ei ole kuitenkaan selvitetty, käytetäänkö sähköpotkulautoja sääntöjen mukaisesti. Suomen lainsäädännön mukaan sähköpotkulautoihin, joiden maksinopeus on enemmän kuin 15 km/h ja enintään 25 km/h, sovelletaan pyöräilijöiden liikennesääntöjä (Traficom 2019). Tämä tarkoittaa sitä, että Suomessa vuonna 2019 käytössä olleilla vuokrattavilla sähköpotkulaudoilla oli sallittua liikkua pyörätiellä tai pyörätien puuttuessa ajoradalla. Sähköpotkulautoja ei saa lainsäädännön mukaan käyttää jalkakäytävällä.

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää sähköpotkulautojen käyttämistä erilaisissa katu ympäristöissä. Käyttöä selvitetään havainnoimalla sähköpotkulautojen käyttäjiä. Tutkimuksessa vastataan seuraaviin kysymyksiin:

- Kuinka suuri osuus sähköpotkulautojen käyttäjistä liikkuu jalkakäytävällä ja onko pyöräilylle tarkoitettulla infrastruktuurilla vaikutusta sähköpotkulautojen käyttämiseen jalkakäytävällä?

- Kuinka suuri osuus sähköpotkulaudalla liikkujista käyttää kypärää?
- Millä nopeudella sähköpotkulaudan käyttäjät liikkuvat?
- Minkälainen on ikäryhmä- ja sukupuolijakauma sähköpotkulaudan käyttäjissä?

Luvussa 2 esitellään tutkimuksen aineisto ja kuvataan tutkimusmenetelmä. Tutkimuksen tulokset raportoidaan luvussa 3. Luvussa 4 ja 5 keskustellaan tuloksista ja esitetään tutkimuksen johtopäätökset.

## ***2. Aineisto ja tutkimusmenetelmä***

Tutkimuksen aineisto perustuu vuokrattavien sähköpotkulautojen käyttäjistä tehtyihin havainnoiteihin. Tutkimusmenetelmänä käytettiin etnografista tutkimusta, jossa tutkija tekee havaintoja ihmisryhmän käyttäytymisestä jossakin tilanteessa osallistumalla ryhmän toimintaan (Sangasubana 2011). Tässä tutkimuksessa tutkija ainoastaan havainnoi sähköpotkulautojen käyttöä, jolloin käyttäjät eivät tiedäneet, että heidän liikkumistaan havainnoitiin. Käytössä olleet sähköpotkulaudat olivat Tier ja Voi -yhtiöiden vuokraamia. Havainnointia tehtiin Tampereella neljässä eri liittymässä (kuva 1), joiden ympäristössä pyöräilyn infrastruktuuri ja olosuhteet olivat keskenään vaihtelevia. Liittymien käyttö havainnointialueena mahdollistaa samalla kertaa kahden havainnon tekemisen samasta sähköpotkulaudan käyttäjästä, sillä joissain tapauksissa liittymän ohittamisen jälkeen esimerkiksi pyörätien käyttö tulee mahdolliseksi tai kävelykadun päättyessä on siirryttävä ajoradalle. Liittymäalueet valittiin siten, että ne olivat keskusta-alueella ja pyöräilyn olosuhteissa (esim. alueella oli tai ei ollut pyöräteitä) oli eroa alueiden välillä. Alueilla, joissa pyörätie oli käytettävissä, pyöräteitä oli useimpiin haarautuviin suuntiin

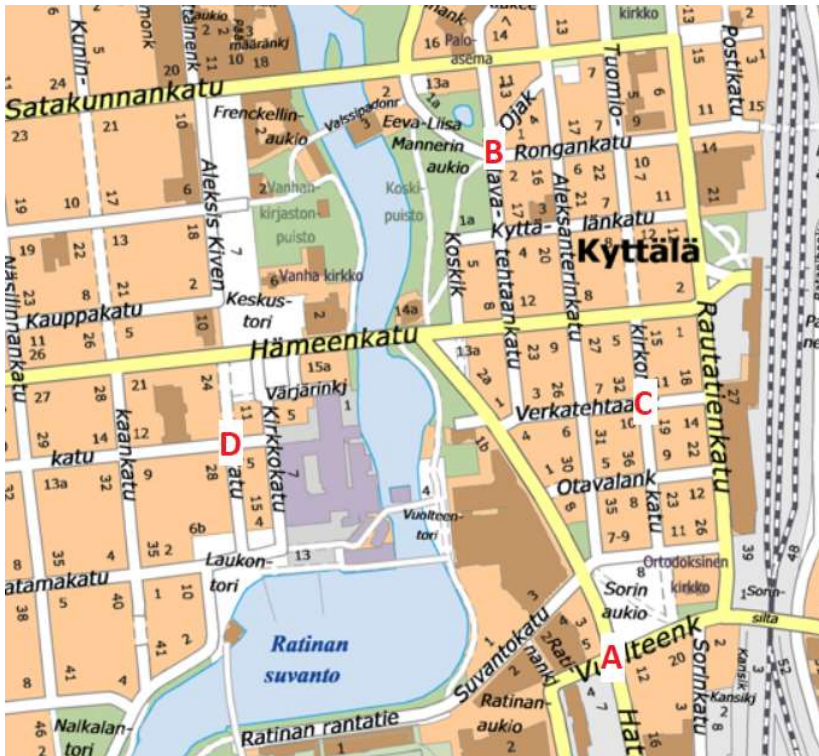


liittymästä, mutta pyöräteitä ei ollut jokaisessa suunnassa tai molemmilla puolilla katua. Alueilla, joissa pyörätie ei ollut käytettävissä, pyöräteitä ei ollut liittymäalueella lainkaan, mutta yhteen suuntaan liittymästä oli kävelykatu. Vuokrattavilla sähköpotkulaudalla liikkuminen on sallittua pyöräteillä, kävelykaduilla ja ajoradalla. Jalkakäytävillä sähköpotkulaudoilla ei ole sallittua liikkua.

Tutkimukseen valittiin Hatanpään valtatie ja Vuolteenkadun liittymä (A), Rongankadun ja Pellavatehtaankadun liittymä (B), Tuomiokirkonkadun ja Verkatehtaankadun liittymä (C), ja Hallituskadun ja Aleksis Kiven kadun liittymä (D). Liittymissä A ja B pyöräteitä on jokaiseen tai lähes jokaiseen lähtevään suuntaan (alueella pyöräteitä). Liittymien C ja D alueilla pyöräteitä ei ole. Liittymä A on nelihaarainen liittymä, jossa on jokaiseen lähtevään suuntaan pyörätie toisella puolella katua. Liittymä B on kolmihaarainen liittymä, jossa Rongankadulla on pyörätie toisella tai molemmilla puolilla katua, mutta yksisuuntaisella Pellavatehtaankadulla ei ole pyörätietä. Liittymässä B on lisäksi sisäänkäynti pysäköintilaitokseen. Liittymä C on nelihaarainen liittymä, jossa liittymän etelä- ja itäsuunnat ovat yksisuuntaisia katuja, ja pohjoisen suunta on kävelykatu. Liittymä D on nelihaarainen liittymä, jossa liittymän etelä- ja länsisuunnat ovat yksisuuntaisia katuja, ja pohjoisen suunta on kävelykatu.

Havainnot tehtiin neljänä päivänä heinäkuussa vuonna 2019 (ma 1.7., to 4.7., ke 17.7. ja ma 29.7.) yhden tutkijan toimesta. Jokaisessa liittymässä tehtiin havainnot vähintään kahtena eri päivänä. Havainnot tehtiin klo 10-16 välisenä aikana. Kokonaishavainnotaika oli yhteensä 11 tuntia 30 min. Jokaisessa liittymässä havainnointia tehtiin keskimäärin noin 3 tuntia. Liittymässä A havaittiin 54 sähköpotkulaudan käyttäjää, liittymässä B 60, liittymässä C 25 ja liittymässä D 38.

Jokaisesta havaitusta sähköpotkulaudan käyttäjästä kirjattiin tieto, käyttikö henkilö jalkakäytävää, pyörätietä, kävelykatua vai ajorataa. Kirjaus tehtiin ennen ja jälkeen liittymäalueen ohittamisen. Havainto raportoidaan sähköpotkulaudan käyttäjänä jalkakäytävällä, mikäli liikkuja havaittiin jalkakäytävällä ennen tai jälkeen liittymäalueen ohittamisen. Myös kypärän käyttäminen kirjattiin. Lisäksi arvioitiin silmämääräisesti



Kuva 1. Havaintoalueet (A-D) kartalla (Tampereen kaupunki 2020).

sähköpotkulaudan suurin nopeus havaintotilanteessa sekä liikkujan ikäryhmä ja sukupuoli. Nopeus arvioitiin tarkkuudella 5 km/h.

### **3. Tulokset**

Havaintoja sähköpotkulautojen käyttäjistä tehtiin yhteensä 177 (Taulukko 1). Sähköpotkulaudan käyttäjistä naisia oli 42%. Havaituista 65% arvioitiin iältään alle 30- vuotiaaksi. Havaituista 1% käytti kypärää. Sähköpotkulautaa käytettiin jalkakäytävällä osan aikaa tai koko havainnoinnin ajan 38%:ssa tapauksista. Jalkakäytävällä liikkuneiden osuus kuitenkin vaihteli eri liikenneympäristöissä. Mikäli liittymäalueella ei ollut pyöriteitä, 62% havaituista käytti jalkakäytävää. Jalkakäytävällä liikkuneiden osuus oli 25% niillä havaintoalueilla, joilla oli pyöriteitä. Sähköpotkulaudan käyttämisessä jalkakäytävällä oli tilastollisesti merkitsevä ero erilaisten ympäristöjen välillä Khiin neliö -testin mukaan ( $\chi^2(1) = 24,053$ ;  $p < 0,001$ ). Sähköpotkulaudan käyttämisessä jalkakäytävällä pyöriteitä sisältävien alueiden ja sisältämättömien alueiden keskuudessa oli myös vaihtelua. Alueella A jalkakäytävää käytti 9% ja alueella B 38%. Vastaavasti alueella C 48% ja D 71% havaituista käytti jalkakäytävää.

Suurimpien arvioitujen nopeuksien välillä oli myös tilastollisesti merkitsevä ero ( $\chi^2(2) = 12,587$ ;  $p = 0,002$ ). Alueilla, joissa oli pyöriteitä, sähköpotkulaudan käyttäjät olivat keskimäärin nuorempia ( $\chi^2(2) = 6,322$ ;  $p = 0,042$ ). Kypärän käytön osalta Khiin neliö -testiä ei voitu tehdä, koska sellaisten havaintojen määrä oli pieni, joissa henkilö käytti kypärää.

	Alueella pyöräiteitä (alueet A ja B)		Alueella ei ole pyöräiteitä (alueet C ja D)		Yhteensä (alueet A, B, C ja D)	
	n	%	n	%	n	%
<b>Sähköpotkulaudan käyttäjät</b>	114	100%	63	100%	177	100%
<b>Käytti kypärää (p-arvo ei saatavilla)</b>						
Ei	113	99%	62	98%	175	99%
Kyllä	1	1%	1	2%	2	1%
<b>Sähköpotkulaudan käyttäminen jalkakäytävällä (p-arvo &lt; 0,001)</b>						
Ei	86	75%	24	38%	110	62%
Kyllä	28	25%	39	62%	67	38%
<b>Arvioitu suurin nopeus (p-arvo = 0,002)</b>						
10 km/h tai pienempi	24	21%	25	40%	49	28%
15 km/h	53	46%	31	49%	84	47%
20 km/h	37	32%	7	11%	44	25%
<b>Sukupuoli (p-arvo = 0,392)</b>						
Nainen	51	45%	24	38%	75	42%
Mies	63	55%	39	62%	102	58%
<b>Ikä (p-arvo = 0,042)</b>						
Alle 20-vuotias	14	12%	1	2%	15	8%
20-29-vuotias	60	53%	40	63%	100	56%
Yli 29-vuotias	40	35%	22	35%	62	35%

*Taulukko 1 Havainnot sähköpotkulautojen käyttäjistä jaoteltuna pyöräilyinfrastruktuurin mukaisesti*

*Tuloksia vertailtaessa on huomioitava, että ikäryhmän ja sukupuolen määrittäminen perustuu tutkijan omaan arvioon henkilöistä.*

#### **4. Tulosten tarkastelu**

Vuokrattavat sähköpotkulaudat ovat uusi ilmiö, joten sähköpotkulautojen käyttämisestä on vielä vähän tutkittua tietoa saatavilla. Tässä tutkimuksessa havainnoitiin 177 sähköpotkulaudan käyttäjää neljällä eri liittymäalueella Tampereella. Havaintojen mukaan pyöräilyn infrastruktuurilla vaikuttaisi tutkituilla alueilla olleen vaikutusta siihen, kuinka suuri osuus sähköpotkulaudan käyttäjistä liikkui jalkakäytävällä. Mikäli pyörätie oli olemassa sähköpotkulaudan kulkusuunnassa, sitä useimmiten käytettiin. Jos pyörätietä ei ollut, ajoradan sijasta sähköpotkulaudataa käytettiin yleensä jalkakäytävällä.

Erityisesti alueella D jalkakäytävällä liikkuminen oli yleistä, sillä havaituista 71% liikkui jalkakäytävällä. Jalkakäytävällä liikkumiseen saattoi olla vaikutusta sillä, että alueen kaduista kaksi oli yksisuuntaisia, jolloin autoliikenteen ajosuuntaan nähden vastavirtaan liikkuneet halusivat mieluummin käyttää jalkakäytävää kuin ajorataa. Lisäksi kadunvarsipysäköinti oli sallittua etelä- ja länsisuunnan katujen toisella tai molemmilla reunoilla, mikä saattoi vähentää houkuttelevuutta sähköpotkulaudan käyttämiseen ajoradalla. Alueella A vain 9% havaituista käytti jalkakäytävää. Tämä saattoi johtua siitä, että lähes jokaisessa suunnassa kadun toisella puolella oli joko eroteltu tai yhdistetty jalkakäytävä ja pyörätie, jolloin sähköpotkulaudalle sallittua väylää oli helppo käyttää jokaisessa suunnassa. Lisäksi etelä- ja itäsuuntaisilla kaduilla toisen reunan jalkakäytävän käyttö oli estetty rakennustyömaan takia, mikä vähensi mahdollisuuksia liikkua jalkakäytävällä.

Havaintotutkimuksessa tehtyjen arvioiden mukaan sähköpotkulautojen suurimmat käytetyt nopeudet olivat useimmiten 15 km/h tai enemmän. Tyypilliset nopeudet olivat

kuitenkin alemmat alueilla (C ja D), joissa ei ollut pyöräteitä. Näillä alueilla liikuttiin useammin jalankulkijoiden kanssa yhteisessä tilassa jalkakäytävillä tai kävelykaduilla, mikä oletettavasti vaikutti alemman nopeuden valintaan. Tuloksiin on kuitenkin suhtauduttava varauksella, sillä nopeuksia ei mitattu nopeustutkalla. Matalien nopeuksien arvioinnin oletettiin kuitenkin olevan riittävällä tarkkuudella mahdollista ilman nopeustutkaa. Jatkossa nopeuksia on tarvittavaa mitata suuremmalla otoksella nopeustutkaa hyödyntäen, jotta käytetyistä nopeuksista saadaan luotettavampaa tietoa.

Vuokrattavien sähköpotkulautojen käyttäjistä kypärää käytti kaksi henkilöä (1%). Tulos on verrattavissa tutkimustuloksiin Yhdysvalloista. Trivedi ym. (2019) mukaan 193 sairaalassa hoidetutusta sähköpotkulaudan käyttäjän loukkaantumisesta 4%:lla oli ollut kypärä. Kobayashi ym. (2019) tutkimuksessa vastaava osuus oli 2% (n=103). Vuokrattavien polkupyörien ja sähköpotkulautojen yhteydessä ei ole yleensä saatavilla vuokrattavaa kypärää, joten kypärän vähäinen käyttö on odotettua. Kypärän käyttö lieventää esimerkiksi polkupyöraonnettomuuksissa saatuja päävammoja (Olivier ja Creighton 2017), joten vuokrattavien liikkumisvälineiden yleistyminen voi lisätä erityisesti vakavien päävammojen määrää, mikäli kypärän käyttö ei yleisty.

Tutkimuksessa tehdyn arvion mukaan suurin osa havaituista sähköpotkulaudan käyttäjistä oli iältään alle 30-vuotiaita ja miehiä. Alle 30-vuotiaiden osuus on myös ollut suurin käyttäjäryhmä aiemmissa tutkimuksissa, mutta osuudet eivät ole olleet yhtä suuria. HSL:n (2019) tekemän kyselytutkimuksen (n=178) mukaan 18-29-vuotiaiden osuus oli 42% ja miesten osuus 69%. Yhdysvalloissa city of Santa Monican (2019) vuokrattaville sähköpotkulautojen ja polkupyörien käyttäjille tekemän kyselyn (n=4668) mukaan, 42% palvelujen käyttäjistä oli iältään 25-34-vuotiaita ja miesten osuus

vastaajista oli 69%. Alle 18- vuotiaiden osuus oli 2%. Tässä tutkimuksessa alle 20-vuotiaiden osuuden arvioitiin olevan 8%. Tuloksia vertailtaessa on huomioitava, että ikäryhmän ja sukupuolen määrittäminen perustuu tutkijan omaan arvioon henkilöistä.

Havaintotutkimuksen tuloksia tarkasteltaessa on huomioitava, että tulokset perustuvat vain neljällä liittymäalueella tehtyihin havaintoihin. Tuloksia ei voida yleistää koskemaan kaikkia sähköpotkulaudan käyttäjiä ja liikkumisympäristöjä. Havainnot perustuvat noin kolmen tunnin aikana tehtyihin havaintoihin yksittäisessä liittymässä, joten pidempikestoisessa havainnointitutkimuksessa tulokset voisivat olla erilaiset. Tilastollinen testi kuitenkin lisää tulosten yleistettävyyttä havaintoalueilla. Testien mukaan erot jalkakäytävän käytössä ja tyyppillisissä liikkumisnopeuksissa erilaisten infrastruktuurien välillä ovat tilastollisesti merkitseviä. Sähköpotkulautojen käyttöä erilaisissa ympäristöissä on tutkittu vähän, joten jatkotutkimuksissa on tarpeellista selvittää esimerkiksi jalkakäytävän käytön yleisyyttä laajemmin.

## ***5. Päätelmät***

Mikroliikenteen kulkutapojen käytännöistä ja sopivasta infrastruktuurista on vielä rajoitetusti tietoa saatavilla (Kobayashi ym. 2019). Suomessa sähköpotkulautojen käyttöön, joiden suurin avustettu nopeus on enemmän kuin 15 km/h, sovelletaan pyöräilijöiden sääntöjä. Sähköpotkulaudalla täytyy näin ollen käyttää pyörätietä, mikäli sen käyttö on mahdollista. Tämä tutkimus on yksi ensimmäisistä tutkimuksista, joissa sähköpotkulaudan käyttäjiä on havainnoitu. Tulosten mukaan pyöräilylle tarkoitettun infrastruktuurin laadukkuudella (esim. alueella on pyöräteitä) näyttäisi olevan vaikutusta

sähköpotkulaudan käytön yleisyyteen jalkakäytävällä. Tämän tutkimuksen mukaan pyöräilylle tarkoitetun infrastruktuurin kehittäminen on kannatettavaa silläkin perustelulla, että mahdollisuus käyttää pyörätietä vaikuttaisi vähentävän sähköpotkulautojen käyttöä jalkakäytävällä tutkimuksessa tarkastelluilla alueilla. Sähköpotkulaudan käyttäminen muualla kuin jalkakäytävällä oletettavasti vähentää vaaratilanteita jalankulkijoiden kanssa, sillä pyöräilijöiden ja jalankulkijoiden välisiä vaaratilanteita ja törmäyksiä on todettu tapahtuvan vähemmän kulkutavat erottelevilla väylillä verrattuna yhdistettyihin jalkakäytäviin ja pyöräteihin (Mesimäki ja Luoma 2020). Tutkimuksen tulokset auttavat viranomaisia ja päättäjiä kehittämään toimivampaa infrastruktuuria ja sääntöjä sähköpotkulautojen ja muiden mikroliikenteen kulkuvälineiden käyttöä varten.

### ***Lähteet***

Allem, J-P& Majmundar, A. 2019. Are electric scooters promoted on social media with safety in mind? A case study on Bird's Instagram. Preventive Medicine Reports. [Verkkolehti]. Vol. 13. S. 62-63. ISSN 2211-3355.

City of Santa Monica. 2019. Shared Mobility Device Pilot Program. User Survey Results. Santa Monica, Yhdysvallat. 8.5.2019. S. 20.

Saatavissa:

[https://www.smgov.net/uploadedFiles/Departments/PCD/Transportation/SharedMobility\\_UserSurveySummary\\_20190509\\_FINAL.PDF](https://www.smgov.net/uploadedFiles/Departments/PCD/Transportation/SharedMobility_UserSurveySummary_20190509_FINAL.PDF)

HSL. 2019. HSL:n potkulautapilotin käyttäjät pitävät asemallista palvelua parempana kuin asematonta. [Viitattu 29.11.2019]. Saatavissa: <https://www.hsl.fi/uutiset/2019/hsln-potkulautapilotin-kayttajat-pitavat-asehallista-palvelua-parempana-kuin-asematonta>.



Kobayashi, L. M. & Williams, E. & Brown, C. V. & Emigh, B. J. & Bansal, V. & Badiee, J. & Checchi, K. D. & Castillo, E. M. & Doucet, J. 2019. The e-merging e-pidemic of e-scooters. *Trauma Surg Acute Care Open*. [Verkkolehti]. Vol. 4:1. e000337. ISSN 2397-5776.

Mesimäki, J. & Luoma, J. 2020. Jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden väliset onnettomuudet ja vaaratilanteet. Traficomin tutkimuksia ja selvityksiä. Helsinki, Suomi. 5.3.2020. S. 43. Saatavissa: <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Jalankulkijoiden%20ja%20py%C3%B6r%C3%A4ilij%C3%B6iden%20v%C3%A4liset%20onnettomuudet%20ja%20vaaratilanteet.pdf>.

Olivier, J. & Creighton, P. 2017. Bicycle injuries and helmet use: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Epidemiology*. [Verkkolehti]. Vol. 46:1. S. 278-292. ISSN 1464-3685.  
Sangasubana, N. 2011. How to Conduct Ethnographic Research. *The Qualitative Report*. [Verkkolehti]. Vol. 16:2. S. 567-573. ISSN 1052-0147.

Santacreu, A. & Yannis, G. & de Saint Léon, O. & Crist, P. 2020. Safe micromobility. *International Transport Forum*. Paris, France. 17.2.2020. S. 96. Saatavissa : [https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/safe-micromobility\\_1.pdf](https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/safe-micromobility_1.pdf).

Tampereen kaupunki. 2020. Karttapalvelu. [Viitattu 17.3.2020]. Saatavissa: [kartat.tampere.fi](http://kartat.tampere.fi).

Traficom. 2019. Sähköiset liikkumisvälineet. [Viitattu 29.11.2019]. Saatavissa: <https://www.traficom.fi/fi/liikenne/tieliikenne/sahkoiset-liikkumisvalineet>.

Trivedi, T.K. & Liu, C. & Antonio, A. L. M. & Wheaton, N. & Kreger, V. & Yap, A. & Schinger, D. & Elmore, J. G. 2019. Injuries associated with standing electric scooter use. *JAMA Network Open*. [Verkkolehti]. Vol. 2:1. e187381. ISSN 2574-3805. Voi. 2019.

Voi Technology, [Vuitattu 29.11.2019]. Saatavissa:  
<https://www.voiscooters.com/fi/voi-technology/>.

### **Liikenne 2018 ja 2019 vuosikirjoja saatavilla**

Liikenne 2018 ja 2019 vuosikirjoja on vielä saatavilla Liikennesuunnittelun Seura ry:n toimistolta.

Postitamme mielellämme näitä hintaan 15 euroa (2018) ja 25 euroa (2019) sisältäen kotimaan postimaksun. Yhteydenotot sähköpostitse: [toimisto@liikennesuunnittelunseura.fi](mailto:toimisto@liikennesuunnittelunseura.fi)

### **Liikenne 2018 and 2019 yearbooks still available**

Examples of the yearbooks of 2018 and 2019 are still available from the Associations office.

The prices are 10 euro + international shipping for 2018 and 15 euros + international shipping for 2019. Please contact us through email: [toimisto@liikennesuunnittelunseura.fi](mailto:toimisto@liikennesuunnittelunseura.fi)

## Suomen liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisestä

*Harri Kallberg, liikenne- ja kuljetustekniikan professori emeritus*

### ***Abstrakti***

Artikkelissa esitetään Suomen liikenteen kasvihuonekaasujen vähentämiseen liittyviä näkökohtia pyrkimättä kilpailemaan viranomaisten valmisteltavana olevan toimenpideohjelman kanssa. Tarkasteltavina ovat päästöjen määrät ja asetetut tavoitteet niiden vähentämisestä. Mahdollisia keinoja käsitellään ensisijaisesti periaatteellisella tasolla menemättä soveltamisen yksityiskohtiin tai vähennysmahdollisuuksien määrälliseen arviointiin.

### ***Päästöjen kokonaismäärä ja jakautuminen***

Kasvihuonekaasujen - erityisesti hiilidioksidin - päästöt ilmakehään ovat suurimmalta osalta seurausta luonnonilmiöistä. Luonnon osalta päästöt ja palautuminen biosfääriin ovat ainakin likimäärin tasapainossa. Ihmiskunnan toiminta aiheuttaa päästöjä, joiden katsotaan aiheuttavan kasvihuonekaasujen lisääntymistä ilmakehässä. Kasvihuonekaasujen kertymään vaikuttavat päästöjen ohella myös nielut, joiksi luetaan ihmiskunnan aiheuttamat lisäykset biosfääriin sitoutuneiden kaasujen määrässä. Kasvihuonekaasujen lisääntyminen on jo vuosikymmenten ajan ollut mittauksilla kiistattomasti havaittavissa. Teoria on osoittanut ja käytännön havainnot ovat vahvistaneet ilmakehän kasvihuonekaasujen lisääntymisen aiheuttavan ilmaston muuttumista, joka on luonteeltaan epätoivottavaa. Kansainvälinen yhteisö on pyrkinyt vähentämään näiden ilmastopäästöjen määrää. Tämä tapahtuu suurelta osin kansallisten tavoitteiden välityksellä.

Suomessa kasvihuonekaasujen vähentämistavoitteet on jaettu sektoreittain. Tässä tarkastellaan liikennesektoria.

Suomen kasvihuonekaasupäästöt olivat v. 2018 yhteensä noin 71 milj. ekvivalenttista hiilidioksiditonnia. Kun tästä vähennetään noin 14,2 milj. tonnin nielut, jää nettopäästöksi 56,5 milj.t CO<sub>2</sub> ekv. Sektoreittain tämä jakaantui Tilastokeskuksen (Suomen kasvihuonekaasupäästöt 2018, Tilastokeskus 2019) mukaan seuraavasti (milj. t CO<sub>2</sub> ekv):

Energiasektori	56,5
Teollisuuden prosessit	5,9
Maatalous	6,3
Jätesektori	1,8
Hiilinielu	-14,2
Yhteensä	56,5

*Taulukko 1. Suomen kasvihuonekaasupäästöt 2018*

Liikenne sisältyy tässä energiasektoriin. Liikennesektorin päästöt olivat v. 2018 noin 16 milj. t CO<sub>2</sub> ekv. Tämä on käytännössä kaikki hiilidioksidia. Muiden kasvihuonekaasujen liikenteen päästöistä osuus on noin 1 %. Eri liikennemuotojen osuudet olivat seuraavat (milj.t CO<sub>2</sub> ekv) (VTI Lipasto, liikenteen päästöt):

Tieliikenne	10,88
Rautatieliikenne	0,06
Vesiliikenne	2,98
Ilmaliikenne	2,16
Koko liikenne	16,07

*Taulukko 2. Liikennemuotojen CO<sub>2</sub> määrät*

Määrät perustuvat tie-, rautatie- ja vesiliikenteen osalta Lipasto-tietojärjestelmään.

Vesiliikenteen päästöt sisältävät kotimaan liikenteen ohella ulkomailta Suomeen suuntautuvan laivaliikenteen päästöt lähialueilla eli Suomen talousvyöhykkeellä. Näin kansainvälinen laivaliikenne jää suurelta osin tämän tilaston ja samalla tämän tarkastelun ulkopuolelle.

VTT:n Lipasto-tietojärjestelmä ei sisällä ilmaliikenteen päästötietoja. Tieto niistä on saatu Suomen Ympäristökeskuksen asiaa käsittelevästä raportista (Suomen Ympäristökeskuksen raportteja 2, 2019). Suomeen tai Suomesta suuntautuvien lentojen hiilidioksidipäästöjen kokonaismäärän ohella raportissa on arvioitu suomalaisten v. 2017 tekemien ulkomaille suuntautuvien vapaa-ajan matkojen päästö 1,09 milj. t CO<sub>2</sub>:ksi.

Rautatieliikenteen energialähde on pääosin sähkö, joka tässä lasketaan päästöttömäksi. Edellä mainittu päästö liittyy dieselkalustoon. Sähköä rautatieliikenne käytti v. 2018 noin 679000 MWh. Sähkön tuotannon kasvihuonekaasupäästöt olivat samana vuonna n. 98 g/kWh (Suomen sähköntuotannon, Energiateollisuus). Tällä perusteella laskien sähkön käyttö rautatieliikenteessä olisi aiheuttanut noin 0.07 milj. t CO<sub>2</sub> ekv. kasvihuonekaasupäästön. Tämän soveltaminen kaksinkertaistaisi rautatieliikenteeseen tilastoidun päästön, mutta ei oleellisesti muuttaisi liikennemuotokohtaisen jakauman kokonaiskuvaa.

Tieliikenteen päästöt on VTT:n Lipasto-järjestelmässä (VTT Lipasto) jaettu ajoneuvotyypin mukaan. Tulos vuodelle 2018 on seuraava (milj.t CO<sub>2</sub>):

Henkilöautot	5,83
Pakettiautot	0,9
Linja-autot	0,51
Kuorma-autot	3,53
Moottoripyörät ja mopedit	0,11
Yhteensä	10,88

*Taulukko 3. Vuoden CO<sub>2</sub>-tulos eri ajoneuvotyypeille*

### ***Politiikasta***

Pääministeri Antti Rinteen hallitus pyrki vähintään puolittamaan liikenteen päästöt vuoteen 2030 mennessä.

Pääministeri Sanna Marinin hallituksen ohjelmassa annetaan lupauksia politiikan uudistamisesta. Liikenteen päästöjen vähentämiseen liittyvät ainakin seuraavat lupaukset:

1. Lupaus hallinnon jatkuvasta oppimisesta: Jatkuvan muutoksen keskellä emme kuvittele tietävämme etukäteen, mikä toimii ja mikä ei. Sen sijaan etsimme tietoa ja kokeilemme, jotta osaamme toimia tavoilla, joista suomalaiset hyötyvät.

4. Lupaus tietopohjaisesta politiikasta. Laadukas lainvalmistelu on keskeistä politiikan uskottavuuden ja legitimitietin näkökulmasta. Sitoudumme tietopohjaisen politiikan tekoon sekä systemaattiseen vaikutusarviointiin kaikessa lainvalmistelussa. Syvennämme yhteistyötä tiedeyhteisön kanssa.

Vaikka julkinen keskustelu liikenteen päästöjen vähentämisestä painottuu vahvasti henkilöautoliikenteeseen, ei em. hallituksen

pyrkimys voi toteutua yksinomaan henkilöautoliikenteeseen puuttumalla.

### ***Liikenteen suoritteet***

Hiilidioksidipäästöjen mahdollisten vähentämiskohteiden arvioinnissa on kiinnitettävä huomiota päästömäärien ohessa myös matkustus- ja kuljetussuoritteisiin, joiden tuottamisesta päästöt koituvat. Liikennemuotojen työnjaon muutokset päästövähennyksiä tavoiteltaessa ovat mielekkäitä ensisijaisesti henkilöliikenteessä, jossa rautatieliikenne ja tieliikenteen ajoneuvotyypit voidaan nähdä edellytysten täytyessä vaihtokelpoisiksi.

Melko yksityiskohtaista tietoa Suomen henkilöliikenteen suoritteista on jo vuosikymmeniä tuotettu henkilöliikennetutkimuksella /Henkilöliikennetutkimus 2016/, jonka viimeisimmän painoksen tiedot on kerätty v. 2016. Sen mukaan kuusi vuotta täyttäneet henkilöt tekivät vuoden 2016 aikana 5,1 miljardia kotimaan matkaa. Matkojen yhteispituus eli matkasuorite vuodessa oli 76 miljardia kilometriä. Vuorokaudessa suomalaiset tekivät henkeä kohti 2,7 matkaa ja liikkuivat näillä matkoillaan 41 kilometriä. Matkustussuorite jakaantui kulkutavoille seuraavasti:

<b>Kulkutapa</b>	<b>km/hlö/vrk</b>
Jalankulku	0,96
Pyöräily	0,72
Muu liikunnallinen	0,05
Henkilöauto, kuljettaja	23,4
Henkilöauto, matkustaja	8,92
Muu yksityinen	1,03
Linja-auto	2,47
Juna, raitiovaunu, metro	2,02
Taksi	0,28
Lento	0,71
Lauttaliikenne ja muu julkinen	0,19

*Taulukko 4. Matkustussuorite eri kulkutavoille*

Kulkutavan ohella matkan tarkoitukset ovat kiinnostavia päästövähennysmahdollisuuksia tarkasteltaessa. Henkilöliikennetutkimus 2016:n mukaan, matkustussuoritteiden jakautuminen tarkoituksille esitetään taulukossa 5.

Tavaraliikenteen suoritteiden vertailu hiilidioksidipäästöihin ei näytä päästövähennysten etsinnän kannalta kiinnostavalta, koska eri liikennemuotojen kuljetuksilla on useimmiten erityisiä vaatimuksia tai kuljetusmahdollisuuksilla ominaisuuksia, jotka käytännössä estävät kuljetusmuotojen työnjaon tuntuvat ja nopeat muutokset.



	km / hlö / vrk						
	yhteensä	jalan- kulku	pyöräily	linja- auto	raide	henkilö- auto	muu
Työ	6,4	0,1	0,2	0,4	0,5	5,1	0,2
Työasia	3,8	0	0	0,1	0,2	2,8	0,6
Koulutus	1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,4	0
Vierailu	7,8	0,1	0,1	0,4	0,5	6,6	0,2
Ulkoilu, liikunta	1,5	0,5	0,2	0	0	0,7	0,1
Muu vapaa-aika	8,1	0,1	0,1	0,6	0,2	6,6	0,5
Kyyditse- minen	4,2	0	0	0,2	0,1	3,6	0,3
Ostos	3,7	0,1	0,1	0,2	0,1	3,1	0,1
Asiointi	2,1	0	0	0,1	0,1	1,7	0,1
Muu	2,1	0	0	0,1	0,3	1,4	0,3

*Taulukko 5. Matkustussuoritteiden jakautuminen tarkoituksille henkilöliikennetutkimus 2016:n mukaan*

### **Liikennemuotojen työnjako**

Kotimaan henkilöliikenteessä keskeinen merkitys hiilidioksidipäästöjen vähentämisessä on työnjaolla autoliikenteen eri muotojen kesken sekä tie- ja kiskoliikenteen kesken. Autoliikenteen muodoissa on keskeistä yksilöllisen liikenteen ja joukkoliikenteen työnjako. Joukkoliikenteen katsotaan usein olevan edullisempaa. Asiassa on kuitenkin ratkaisevaa se, kuinka tarjolla olevaa mittakaavaedun tuomaa mahdollisuutta voidaan käyttää hyväksi. Kysymys on ajoneuvojen kuormitusasteesta.

Energiatalouden ja päästöjen kannalta optimiratkaisu on periaatteeltaan sellainen, että mahdollisimman suuret ajoneuvot toimivat mahdollisimman korkealla kuormitusasteella. Joukkoliikenteen kuormitusaste ja palvelutaso ovat vähäisen kysynnän tilanteissa vaihtoehtoja. Heikko palvelutaso voi monopolin luontoisissa tilanteissa johtaa hyvään energiatalouteen ja vähentyviin päästöihin, mutta kilpailutilanteessa on uhkana asiakkaiden siirtyä muihin vaihtoehtoihin. Suuren kysynnän tilanteessa järjestelmän kapasiteetti voi asettaa tarjonnan mahdollisuuksien rajat. Taloudellisella ohjauksella (verotus ja subventiot) voidaan jossain määrin vaikuttaa henkilöliikenteen työnjakoon.

Henkilöliikennetutkimuksessa selvitettiin, näkivätkö eri liikkumismuotoja käyttäneet vastaajat vaihtoehtoa omille valinnoilleen. Keskimäärin 34 prosentille matkoista löytyi vaihtoehtoinen kulkutapa. Taulukossa 6 esitetään osuuksina (%) kulkutavoittain, miten käyttäjät kokivat vaihtoehtoisten kulkutapojen olemassaolon (Henkilöliikennetutkimus).

Käytetty kulkutapa	Vaihtoehtoinen kulkutapa			Linja- auto	Raide	Ha kulj.	Ha matk.	Muu
	ei ole	Jalan- kulku	Pyörä ily					
Jalankulku	73	0	11	4	2	6	3	1
Pyörä ily	30	44	0	9	1	11	4	0
Linja-auto	55	14	8	0	11	5	6	1
Raide	31	6	3	47	0	8	4	1
Henkilöauto kulj.	73	7	6	10	1	0	2	1
Henkilöauto matk.	64	9	6	12	2	7	0	1
Muu	76	5	4	5	1	4	4	0

*Taulukko 6. Vaihtoehtoiset kulkutavat käytetyille kulkutavoille henkilöliikennetutkimus 2016:n mukaan*

Linja-auto ilmoitettiin usein raideliikenteen vaihtoehdoksi, mutta raideliikenne harvoin linja-auton vaihtoehdoksi. Tämä viittaa siihen, että raideliikenne on joukkoliikenteessä ainakin lähes sellaisessa asemassa, joka nykyisellä rakenteella on mahdollista saavuttaa. Henkilöauton kuljettajat ilmoittivat vähänlaisesti vaihtoehtoja, mutta matkustajat selvästi enemmän. Jalankulku ilmoitettiin luonnollisesti useimmiten pyöräilyn vaihtoehdoksi. Toiseksi yleisin jalankulun vaihtoehto oli linja-auto. Ilmeisesti kyse on tässä taajamaliikenteestä.

Usein esitetty argumentti henkilöliikenteen työnjaon muuttamisen puolesta kohti kevyttä liikennettä on, että henkilöliikennetutkimuksen mukaan suuri osa henkilöautomatkoista on niin lyhyitä, että voidaan pitää kohtuullisena tehdä nämä matkat myös

kevyellä liikenteellä. Tässä argumentoinnissa ei ole muistettu, että matkaketjun osat ilmoitetaan henkilöliikennetutkimuksissa erillisinä matkoina. Liikennemuodon vaihtaminen kesken matkaketjun on usein käytännössä mahdotonta, jos jokin ketjun osa edellyttää oman ajoneuvon käyttöä.

Tieto- ja tietoliikennetekniikan mahdollisuuksia on jo hyödynnetty sekä joukko- että yksilöllisen liikenteen palvelutason turvaamisessa ja parantamisessa. On ilmeistä, että tällä sektorilla on vielä mahdollisuuksia käyttämättä sekä kilpailukyvyyn turvaamisessa että yhteistyön kehittämisessä.

Kotimaan tavarakuljetuksissa keskeiset toimijat ovat tie- ja rautatieliikenne. Näiden työnjako määräytyy suurelta osin kuljetusten vaatimusten ja ominaisuuksien mukaan. Ensisijaisena reunaehtona ovat liikenneverkkojen kattavuudet. Suurin osa kuorma-autoon kuormatusta tavarasta on perillä ennen kuin se kohtaa ensimmäisen rautatien. Rautatiekuljetusten ”leipälajina” ovat säännöllisesti toistuvat pitkämatkaiset sekä volyymiltaan suuret kuljetukset. Kuljetuksissa edellytetään tilanteen mukaan painottaen mm. kustannustehokkuutta, nopeutta ja joustavuutta. Näihin tavoitteisiin on vaikea ulkopuolelta puuttua vaarantamatta markkinakilpailua ja kansainvälistä kilpailukykyä.

Ulkomaille suuntautuvan henkilöliikenteen vaihtoehdot ovat lähinnä vesi- ja lentoliikenne.

Vesiliikenne tapahtuu suurelta osin tavaraliikenteen kanssa samoilla aluksilla. Näiden päästöjen kohdistaminen henkilö- ja tavaraliikenteelle on ainakin osin tahdonvallan asia. Alusten suuri

massa neutraloi ainakin suurelta osin vesiliikenteen verraten pienen kulkuvastuksen. Palvelutason parantaminen laivaliikenteen nopeuksia nostamalla on kallista kulkuvastuksen kasvaessa progressiivisesti.

Lentoliikenteessä edellä mainittu periaate - suuret alukset mahdollisimman täyteen – on aika pitkälle toteutunut. Kääntöpuolena on markkinakilpailun myötä alentunut kustannustaso, joka on ollut omiaan lisäämään kysyntää. Noin puolet Suomen kansainvälisen lentoliikenteen kasvihuonekaasupäästöistä koituu vapaa-ajan matkoista.

Ulkomaille suuntautuvan tavaraliikenteen pääkulkumuodot ovat vesi- ja rautatieliikenne. Vesiliikenteessä kulkee suuri määrä autoja ja perävaunuja, jotka jatkavat matkaa maanteitse. Ulkomaan tavaraliikenteen osalta ei näytä olevan olennaisia mahdollisuuksia vähentää kasvihuonepäästöjä liikennemuotojen työnjakoon puuttamalla. Toinen asia on, miten liikennemuotojen tekniikkaa voidaan kehittää.

### ***Henkilö- ja linja-autojen vertailu***

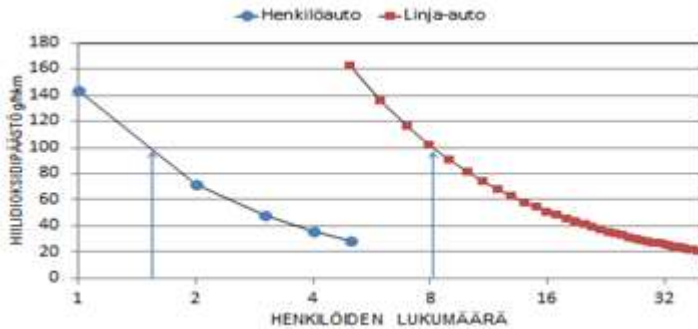
Henkilö- ja linja-autoliikenteen suoritteista on saatavissa tietoja ainakin em. henkilöliikennetutkimuksesta ja julkisen liikenteen suoritetilastosta (Julkisen liikenteen suoritetilasto 2017, Traficom). Jälkimmäisessä tiedot ovat vuodelta 2017. Sen mukaan linja-autojen matkustussuorite oli 5130 milj. hkm/a ja liikennesuorite 630,7 milj. ajon.km/a. Vastaavat luvut henkilöautoilla olivat 65799 milj.hkm/a ja 40614 milj.ajon.km/a. Näistä saadaan keskimääräisiksi henkilöluvuiksi linja-autoilla 8,1 ja henkilöautoilla 1,6. Kuljettaja ei sisälly linja-autolle ilmoitettuun henkilöluukuun. Henkilöliikenne-tutkimuksen perusteella laskettuina luvut olisivat

hieman erilaiset, mutta karkeaa vertailua – josta tässä on kysymys – varten eroilla ei ole oleellista merkitystä. Edellä olevista tiedoista voidaan laskea henkilöauton keskimääräiseksi hiilidioksidipäästöksi 88,5 g/hkm ja linja-autolle vastaavasti 99,6 g/hkm. Laskentatarkkuus huomioiden voidaan katsoa arvojen olevan samaa suuruusluokkaa. Ajoneuvokohtaiset keskimääräiset hiilidioksidipäästöt ovat laskelmassa linja-autolle 810 g/km ja henkilöautolle 144 g/km.

On selvää, että monet seikat vaikuttavat yksittäisellä matkalla toteutuvaan henkilökilometriä kohti laskettuun hiilidioksidipäästöön. Ilmeisesti keskeisin näistä seikoista on ajoneuvon matkustajaluku. Käytännössä matkustajaluvun merkitys ajoneuvon hiilidioksidipäästöön on niin vähäinen, että karkeassa tarkastelussa se jätetään tässä huomiotta. Toinen asia on, että paikallisuontoisessa linja-autoliikenteessä pysähdysten luku korreloi vahvasti henkilöluvun kanssa ja sillä on tuntuva vaikutus toteutuvaan hiilidioksidipäästöön (hybridi- ja sähkövoimalinjojen yleistymisen vähentäneenä tätä ilmiötä).

Suurten kaupunkien liikenteen liikevaihdon osuus on kolmanneksen luokkaa koko linja-autoliikenteestä. Kun subventioasteiden erot eri liikennelajien välillä eliminoidaan harkinnanvaraisesti, päädytään 40 %:n suuruusluokkaan suurten kaupunkien liikenteelle. Kun tähän lisätään muu paikallisliikenne, päästään tulokseen, että koko paikallisliikenteen osuus on yli puolet linja-autoliikenteestä.

Kuvassa 1 esitetään linja- ja henkilöautojen hiilidioksidipäästöjen karkea vertailu matkustajaluvun mukaan (henkilöautossa kuljettaja luetaan matkustajaksi).



Kuva 1. Henkilö- ja linja-autojen henkilökilometriä kohti laskettujen hiilidioksidipäästöjen vertailu henkilöluvun mukaan. Periaatekuva.

Kuvasta nähdään, että ollakseen matkustussuoritetta kohti hiilidioksidipäästöltään henkilöautoa edullisempi, on linja-auton matkustajaluvun ylitettävä linja-autojen nykyinen keskimääräinen matkustajaluku. Tämä lienee vain harvoin mahdollista lisäämällä tarjontaa alueille ja aikoihin, joilla sitä ei nyt ole. Toisin sanoen linja-autoliikenteen tarjonnan määrällä ei voitane tehdä paljoakaan hiilidioksidipäästöistä pääsemiseksi. Tarjonnan laatu voi tässä olla toimivampi kilpailuedun lähde. Henkilöautojen – samoin kuin linja-autojenkin - keskimääräisen kuormitusasteen nosto näyttää laskennallisesti tehokkaalta tavalta hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen. Kehittyvä tieto- ja tietoliikennetekniikka saattaa tarjota vielä uusiakin keinoja kuormitusasteiden nostamiseen. Mahdolliset asennemuutokset voinevat myös tukea tätä kehitystä.

### ***Henkilöautokanta***

Henkilöautokanta muuttuu jatkuvasti. Kanta täydentyy uusien autojen (ensirekisteröintien) ja käytettynä tuotavien autojen kautta. Toisaalta kannasta poistuvat loppuun käytetyt sekä ulkomaille pysyvästi viedyt autot. Uusien autojen hiilidioksidipäästöjä

säännellään Suomenkin osalta EU:n lainsäädäntöön sisältyvillä valmistajakohtaisilla tavoitteilla. Tavoitteiden saavuttamatta jättämisestä seuraa tuntuva rangaistusmaksu. Toisaalta hyvin vähäpäästöisistä (alle 50 g/km) autoista myönnetään laskennallista etua, joka kuitenkin myöhemmin poistuu (European Commission).

Hiilidioksidipäästön keskiarvon yläraja on vuodesta 2015 lähtien ollut 130 g/km. Se vastaa bensiininä n. 5,6 l/100 km ja dieselöljynä n. 4,9 l/100 km. Vuonna 2021 tämä raja on 95 g/km mikä vastaa bensiininä n. 4,1 l/100 km ja dieselöljynä n. 3,6 l/100 km. Hiilidioksidipäästöjen mittaustapa on vuoteen 2021 saakka muutosvaiheessa. Aiempi NEDC-mittaus korvautuu WLTP-mittauksella. Näistä jälkimmäinen tuottaa yleensä korkeampia lukemia. Tavoitteiden saavuttamisen tarkastelussa sovelletaan kuitenkin NEDC-mittausta tai WLTP-mittauksesta laskennallisesti tähän muunnettua arvoa (European Commission: Reducing...). Vuoden 2021 päästöraja on niin ankara, että siihen on normaalikokoisilla autoilla vaikea päästä pelkästään perinteisillä bensiiniä ja dieselöljyä käyttävillä moottoreilla. Apuna käytetään vaihtoehtoisia voimalinjoja, kuten hybridejä, ladattavia hybridejä ja pelkkää sähköä. Autojen kehittäminen käyttämään enemmän uusiutuvia polttoaineita, kuten biokaasua ja korkeaseosetanolia, ei tuo merkittävää helpotusta päästötavoitteiden saavuttamisessa.

Useimmissa EU:n jäsenmaissa on käytössä henkilöautokannan kehityksen taloudellista ohjausta kohti vähäpäästöisiä malleja. Tämä voi sisältyä käytön aikaiseen verotukseen tai käyttöönottovaiheen verotukseen tai molempiin. Suomessa ovat käytössä nämä molemmat verokohteet. V. 2018 tällaisia maita oli 19 kpl ja vuonna 2011 luku oli 17. Uusien henkilöautojen maakohtaisten keskimääräisten päästövähennysten keskiarvo vv. 2011–2018 oli 13,3 %. Suomen kohdalla se oli 17,9 %. Sen ylitti



vain Kreikka (19,5 %) (European Commission: Reducing...). Tästä voidaan päätellä, että Suomen nykyinen verojärjestelmä on verraten tehokas uusien henkilöautojen hiilidioksidipäästöjen ohjaaja.

Uusien henkilöautojen keskimääräinen CO<sub>2</sub>-päästö oli Suomessa 117,4 g/km v. 2018. Samaan aikaan EU:n keskiarvo oli 120,6 g/km. Uusien henkilöautojen hankinnan ohjailu on Suomessa hyvällä kansainvälisellä tasolla. Käytettyjen autojen tuonti kuitenkin hidastaa merkittävästi Suomen henkilöautokannan keskimääräisen CO<sub>2</sub>-päästön alenemista. Näitä autoja tuotiin v. 2018 37994 kpl ja niiden keskimääräinen CO<sub>2</sub>-päästö oli 160,8 g/km (VTT Lipasto). Kun samaan aikaan otettiin käyttöön 117881 uutta henkilöautoa, on käytettyjen autojen tuonnilla tuntuva merkitys Suomen autokannan keskimääräisen CO<sub>2</sub>-päästön kehitykseen (Verohallinto, Tilastot ja tietokanta). Kun globaali CO<sub>2</sub>-päästöjen alentamistavoite on ainakin pääosin jaettu kansallisiin tavoitteisiin, on käytettyjen henkilöautojen tuonnilla Suomen kansallisen tavoitteen kannalta suuri merkitys, kun Suomessa tavoitellaan liikenteen osalta muita sektoreita suurempia suhteellisia vähennyksiä. Ilmiö ei globaalisti ole niin haitallinen kuin kansallisesti, sillä tänne tuotavat autot ovat pois jostain muualta. Kuitenkin Suomen henkilöautokannalla on taipumus pysyä liikenteessä suhteellisen kauan ja samalla saavutetaan suuret ajoneuvokohtaiset ajomatkat. Näin ei suuripäästöisten autojen laajamittainen tuonti Suomeen ole myöskään globaali etu. Autokantaan hankittavien autojen ohella voidaan CO<sub>2</sub>-päästöjä pyrkiä hallitsemaan nopeuttamalla autokannan vanhimman osan poistumia tai ainakin vähentämällä näiden käyttöä. Auton vanhetessa sen vuotuisella ajosuoritteella on taipumus vähentyä. Tätä käytön vähentymistä voidaan tukea pitämällä näiden autojen vaihtoehtona olevien uudempien ja uusien autojen hintataso

kohtuullisena rasittamatta niitä pelkästään fiskaalisilla syillä perusteltavilla käyttöönottovaiheen veroilla.

Vanhojen autojen poistumien nopeuttamisesta romutuspalkkioilla on saatu myönteisiä kokemuksia. Käytäntöä on syytä jatkaa. Romutuspalkkio ei kuitenkaan voi olla pysyvä käytäntö tai ennustettava kampanja. Jos näin olisi, siirtyisi odotettavissa oleva palkkio vanhojen autojen hintoihin ja pidentäisi niiden käyttöikää.

Autokannan suunnitelmallisen hallinnan edellytyksenä on, että autokannan määrä ja rakenne tunnetaan. Nyt on mahdollista ja käytännössä varsin yleistä pitää autoa rekisterissä - mutta liikennekäytöstä poistettuna - määräämätön aika ilman kustannuksia. Rekisterissä olevan auton ei tarvitse olla Suomessa tai edes olemassa. Tähän pitäisi saada korjaus.

### ***Tieliikenteen verotus ja kustannusrakenne***

Taloudellisen ohjauksen periaate nojautuu siihen, että hinnan – tai laajemmin katsottuna yleistetyin kustannuksen – noustessa kysyntä vähenee tai ainakin siirtyy kohti vähemmän rasittavia vaihtoehtoja. Tässä merkityksessä välittömät ja käytön mukaan muuttuvat kustannukset ovat selvästi kiinteitä kustannuksia tehokkaampia kysynnän ohjaajia. Kiinteillä kustannuksilla saattaa olla jopa kysyntää lisäävä vaikutus, jos kuluttaja katsoo, että suoritetulle maksulle täytyy aina saada vastiketta. Näin pyrittäessä liikenteen tai jonkin sen sektorin kysynnän vähentämiseen, olisi kustannusrakennetta muokattava kiinteistä kustannuksista kohti muuttuvia kustannuksia.

Liikenteen tuotantokustannuksista huomattava osa on rakenteellisesti kiinteitä eli aikaan sidottuja. Näitä ovat suurelta

osaltaan mm. tienpito ja liikennekaluston arvon aleneminen. Valinnanvaraisesti käyttäjän kannalta kiinteiksi kustannuksiksi on tieliikenteessä säädetty ajoneuvo- ja autoverot. Polttoaineiden valmisteverot arvonlisäveroineen ovat muuttuvia kustannuksia. Ajoneuvojen arvonlisävero on ei-ammattimaisessa liikenteessä katsottava myös kiinteäksi kustannukseksi. Henkilöauton käyttäjän kustannuslaskelmassa keskimäärin noin puolet kustannuksista on kiinteitä.

Rakenteellisesti kiinteiden kustannusten muokkaaminen käyttäjän kannalta muuttuviksi ei aina ole perusteltua. Esimerkiksi ajoneuvojen maksaminen toteutuvan käytön määrän mukaan kasvattaisi toimitusketjun riskejä ja siten nostaisi kustannustasoa. Sen sijaan useimmiten julkisen vallan tehtävänä olevan tienpidon riskit ovat osoittautuneet siedettäväksi: turhia teitä ei ole kovin paljon ja Suomessakin käytetty jälkirahoitusmalli osoittautui toimivaksi. Näin tienpidon kustannukset voisi olla mielekästä muokata mieluummin muuttuviksi kuin kiinteiksi kustannuksiksi.

Jos käytön määrän mukaan toimiva verotusjärjestelmä saadaan toteutettua, olisi siitä ilmaisesti apua myös vakuutusmaksujen muokkaamisessa muuttuviksi nykyisen kiinteän rakenteen sijaan.

Tieliikenteen verotuksen uudistamista kohti ajosuoritteiden määrään ja laatuun perustuvaa kilometriveroa käsittelevä liikenne- ja viestintäministeriön työryhmä ”Ollilan ryhmä” raportissaan v. 2013 (Oikeudenmukaista ja älykästä liikennettä, LVM 2013). Ryhmä totesi mm:

*Liikennepolittisten tavoitteiden nykyistä parempi toteuttaminen edellyttäisi henkilöautojen verotuksen muuttamista entistä enemmän auton käyttöön perustuvaksi.*

*Kilometriversolla voitaisiin toteuttaa liikenne- ja ympäristöpoliittiset tavoitteet paremmin kuin nykyisellä veromallilla. Kilometrijärjestelmä ei olisi yhtä kustannustehokas verojärjestelmä kuin nykyinen.*

*Kilometriverso olisi nykyistä verojärjestelmää monipuolisempi liikennepoliittinen työkalu, koska se voidaan asettaa ajan, paikan ja auton tyyppin mukaiseksi kansalaisten yhdenvertaisen kohtelun edellyttämässä rajoissa.*

*Kilometriverson periminen edellyttäisi teknisesti paljon monimutkaisempaa ja kalliimpaa veronkeruujärjestelmää kuin nykyisin.*

*Työryhmä katsoo, että kilometriversotuksen arvioidut vaikutukset puoltaisivat sitä, että Suomessa voisi olla syytä edetä autoilun verotuksessa kohti kilometriverson käyttöönottoa.*

*Työryhmä katsoo, että yksityisyyden suoja on mahdollisen kilometriverson toteutuksessa keskeinen lähtökohta.*

VM:n edustaja työryhmässä huomautti, että veroja kannetaan ensi sijassa julkistaloudellisista syistä. Hyvän veropolitiikan tavoitteena on taloudellisesti tehokas, neutraali ja oikeudenmukainen verojärjestelmä. Verotulot on voitava kerätä tehokkaalla tavalla, joten verojen keräämisen ja verovalvonnan on tapahduttava mahdollisimman pienin kustannuksin.

On syytä olettaa, että verotuksen tehokkuuden painoarvo julkisen vallan tulonmuodostajana on ympäristötavoitteisiin verrattuna vähentynyt sekä verotuksessa tarvittavan tekniikan taso on noussut ja sen kustannukset alentuneet tämän työryhmän ajoista. Voi olla perusteltua palata harkitsemaan tieliikenteen verotuksen kehittämistä työryhmän ehdottamaan suuntaan.

Kiinteiden kustannusten muuttamista muuttuviksi tulisi yksilöllisen liikenteen ohella tarkastella myös joukkoliikenteessä. Kausiliput ovat joukkoliikenteessä yleisesti käytössä. Perusteena ovat ilmeisesti asiakkaalle helppo maksujärjestelmä ja paljousalennusten käyttömahdollisuus. Haittana on puuttuva asiakkaan muuttuva kustannus ja kuluttajan riski turhasta maksamisesta tapauksessa, jossa lippua ostettaessa vallinnut ennuste ei toteudu. Käytettävissä oleva tekniikka sallisi myös järjestelmän, jossa asiakasta laskutettaisiin jälkikäteen toteutuneen käytön mukaan ottaen huomioon myös mahdollinen paljousalennus.

Kausilippujen osuudeksi Helsingin Seudun Liikenteen lipputuloista on v. 2013 raportoitu 52 % (Joukkoliikenteen hinnoittelun). Osuus matkasuoritteesta lienee tätä suurempi. Henkilöliikenne-tutkimuksen 2016 (Henkilöliikennetutkimus) mukaan työ- ja opiskelumatkojen joilla kausiliput lienevät useimmiten käytössä osuus matkasuoritteesta linja-autoilla, oli noin kolmannes. Koko maassa kausilipuilla matkustavien osuus matkustajakilometreinä lienee suuruusluokaltaan puolet.

Joukkoliikenteen puuttuvaa asiakkaan muuttuvaa kustannusta voidaan perustella sillä, että mahdollinen lisäkysyntä nostaa liikennevälineiden kuormitusastetta aiheuttamatta merkittävää lisää tuotantokustannukseen ja on siten talouden ja ympäristön kannalta edullista. Laajemmin tarkasteltuna lisäkysynnällä on kuitenkin

myös liikennesuoritetta lisäävä vaikutus, kun kysyntä edellyttää liikkeellä olevan kaluston lisäämistä. Tämä voi ainakin osittain neutraloida em. edun.

## **WHIM**

WHIM on nettisovellus, jonka tarkoitus on helpottaa arjen liikkumista ilman omaa autoa. Sovelluksen avulla Julkinen (joukko)liikenne, kaupunkipyörät, sähköpotkulaudat, lauttaliput, taksit ja edulliset vuokra-autot) löytyvät samasta sovelluksesta samalta nettisivulta. WHIM kerää eri palvelimista olemassa olevaa dataa esimerkiksi joukkoliikenteestä, kaupunkipyöristä ja taksiliikenteestä ja tuo kaiken tiedon kuluttajalle yhdessä paketissa (WHIM-kotisivu).

WHIM sovelluksella voidaan maksaa julkinen liikenne, kaupunkipyörien, taksien sekä vuokra-autojen käyttöä. Näistä vaihtoehtoista on koottu kiinteähintaisia yhdistelmiä, joihin sisältyy eri ehdoin rajoitettuja tai rajoittamattomia oikeuksia käyttää näitä liikennemuotoja. Sovellusta voidaan käyttää myös yksittäisten matkojen tai käyttökertojen maksamiseen.

WHIM tukee sellaista toivottavaa liikennekäyttäytymistä, missä kulkumuoto valitaan kulloisenkin tarpeen mukaan tekemällä liikennemuotojen vaihto matkustajalle helpoksi. Lisäksi se suuntaa kysyntää omaksumiinsa liikennemuotoihin kiinteähintaisen yhdistelmiensä avulla. Nämä yhdistelmät tulee kuitenkin valita ja maksaa etukäteen. Järjestelmä, jossa laskutettavan yhdistelmän valinta tapahtuisi toteutuneen käytön mukaan, saattaisi sopia kehitystavoitteeksi.

## *Liikenteen käyttövoima*

Suomen liikenteen käyttövoimana ovat polttoaineet, sähkö ja kaasut. Näiden käytöstä koituvat CO<sub>2</sub>-päästöt jakautuvat eri tavoin elinkaaren eri vaiheisiin: tuotantoon, jakeluun ja käyttöön. Polttonesteille ja kaasuille on tyypillistä, että valtaosa päästöistä syntyy käytössä. Sähkön kohdalla käytöstä ei tule päästöjä, mutta tuotantovaiheesta voi tulla. Sähkön tuotannon päästöt riippuvat vahvasti energialähteestä. Tarjolla on mm. polttoaineita, kuten kivihiiltä, öljyä, kaasua, turvetta sekä vesi-, tuuli- ja ydinvoimaa. Tuontisähkö tilastoidaan kansallisessa tarkastelussa päästöttömäksi. Liikenteen käyttövoimien vertailussa on kokonaispäästöjä tarkasteltaessa tavoiteltava globaalia elinkaaritarkastelua.

Taulukossa 7 esitetään Tilastokeskuksen polttoaineluokituksen (Polttoaineluokitus 2020, Tilastokeskus) käytön-aikaisen CO<sub>2</sub>-päästön määrät polttoaineen lämpöarvoa kohti laskettuna. Esimerkiksi moottoribensiinin lämpöarvo on 41,9 GJ/t. Näistä saadaan laskettua, että 1 kg moottoribensiiniä tuottaa käytössä 2,8 kg hiilidioksidia.

<b>Polttoaine</b>	<b>CO<sub>2</sub>-päästö t / TJ</b>
Moottoribensiini	66,8
Dieselöljy	63,9
Lentopetroli	73,2
Raskas polttoöljy	79,2
Kivihiihi	93,1
Maakaasu	55,3
Jyrsinturve	107,6

*Taulukko 7. Polttoaineiden CO<sub>2</sub>-päästöjä suhteessa lämpöarvoihin Tilastokeskuksen polttoaineluokituksen 2020 mukaan (Tilastokeskus, Polttoaineluokitus 2020)*

Vety ei palaessaan tuota lainkaan hiilidioksidipäästöjä. Uusiutuvilla energialähteillä ja ydinvoimalla ei lasketa olevan käytönaikaisia päästöjä. Liikenteessä uusiutuvista energialähteistä yleisin on biokaasu, joka koostumukseltaan vastaa maakaasua lukuun ottamatta puhtausastetta. Molemmat ovat metaania. Muita uusiutuvia energialähteitä ja ydinvoimaa voidaan liikenteessä käyttää välillisesti, joko sähkön tuotannossa tai polttoaineiden jalostuksessa.

Vedyn käyttö liikenteen energialähteenä on nähty tavoitteellisenä tulevaisuudenkuvana. Siitä voidaan saada sähköä polttokennossa tai sitä voidaan käyttää polttomoottorissa maakaasun tapaan. Vedyn tuotanto ja varastointi sekä polttokennojen kustannustaso ovat keskeiset haasteet vedyn käytölle liikenteessä.

Taulukosta 7 nähdään, ettei ole CO<sub>2</sub>-päästöjen kannalta yhdentekevää, mitä polttoainetta käytetään. Maakaasu (metaani) on hiilivedyistä tässä suhteessa edullisin. Koska maakaasu on öljyntuotannossa yleinen sivutuote ja samalla vapaasti ilmaan



päästettynä hyvin haitallinen kasvihuonekaasu, on sen käyttö polttoaineena muuallakin kuin liikenteessä ympäristösyistä perusteltua.

Liikenteen ja erityisesti tieliikenteen energialähteet ovat monipuolistumassa siksikin, että tälle sektorille on asetettu vaativia kasvihuonekaasujen vähennystavoitteita. Jotkut tekniikat, kuten osin tai täysin sähkökäyttöiset henkilöautot ovat saavuttaneet massatuotantoasteen. Kaasukäyttöiset autot ovat jo aiemmin tunnettua tekniikkaa, mutta jakeluverkko on ainakin Suomessa rajoitteena – toki kehittymässä. Kehitys on mennyt verotusta soveltavalla markkinaohjauksena, missä lopputulos (päästöt) ratkaisevat riippumatta siitä, millä tekniikalla tulos saavutetaan. Mahdollisimman vahvasti mitattaviin tuloksiin perustuva ohjaus hillitsee myös mielipidevaikuttamisen mahdollisuuksia puuttua asiaan. Tällä periaatteella on hyvä jatkaa, sillä jonkin nimetyn tekniikan julistaminen ainoaksi vaihtoehdoksi voi lopulta johtaa huonoon tulokseen.

### ***Taloustieteellinen tarkastelu***

Aalto-yliopiston tutkijaryhmä (Liski Matti & al, AEI raportti: Kohti hiiletöntä liikennettä, Aalto-yliopisto 2019) esittää taloustieteellisessä tarkastelussa päästövähennyskeinoista polttoaineiden myyntilupajärjestelmää, joka asettaa kiintiöt polttoaineiden hiilisisällölle.

Tätä perustellaan muun muassa seuraavasti:

*Myyntilupajärjestelmä on kustannustehokas tapa saavuttaa päästövähennystavoitteet. Lisäksi järjestelmä luo varmuuden tavoitteeseen pääsemisestä, sillä kiintiöt voidaan asettaa halutulle tasolle. Kiintiöjärjestelmä mahdollistaa kuluttajille ja yrityksille mahdollisimman joustavan*

*sopentumisen päästövähennyksiin, minkä lisäksi järjestelmä on käytännöllinen toteuttaa säännöllisten huutokauppojen avulla. Siinä voidaan myös huomioida taloudelle aiheutuvaa polttoaineen hinnanvaihteluun liittyvää epävarmuutta hintalattian ja -katon avulla. Kintiöjärjestelmä ei edellytä muiden ohjauskeinojen alasajoa. Kuitenkin esimerkiksi EU:n energiaverodirektiivin velvoitteet tulee ottaa suunnittelussa huomioon.*

Esitetty – ilmeisesti tukkuportaaseen tarkoitettu – huutokauppaan perustuva myyntilupajärjestelmä saattaisi aiheuttaa polttoaineiden kauppaan tuntuvia markkinahäiriöitä. Samalla polttoainekaupan riskit lisääntyisivät ja olisivat omiaan nostamaan kustannustasoa. On myös huomattava, että nykyinen tieliikenteen polttoaineiden valmistevero sisältää hiilidioksidikomponentin, joka on bensiiniltä ja dieselöljyltä suuruudeltaan noin 80 € hiilidioksiditonnia kohti. Tästä verosta menee vielä arvonlisävero, jolloin taso on noin 100 €/tCO<sub>2</sub>. Tämä ylittää selvästi päästökauppasektorin hintatason.

Vaihtoehtona myyntilupien huutokaupalle voidaan nähdä polttoaineiden kysynnän säätely em. hiilidioksidikomponentin avulla. Tämä eroaa huutokaupasta siinä, että veroportaat voidaan laatia ennakoarvioiden pohjalta ja tarvittaessa korjata, jos asetettua tavoitetta ei saavuteta. Vuosikohtaisten tavoitteiden asettamisessa on otettava huomioon se, että useat tieliikenteen polttoaineiden hintamuutosten vaikutukset toteutuvat viiveellä.

Tieliikenteen polttoaineiden hinnan korotusten yhteydessä on huomattava, että tuntuva poikkeama kansainvälisestä hintatasosta voisi johtaa kuljetusintensiivisten teollisuudenalojen ja matkailun kilpailukyvyyn rapautumiseen.

1990-luvun keskusteluissa painotettiin ulkoisten kustannusten sisäistämistä. Se tarkoitti, että toiminnasta, kuten liikenteestä,

perittävien maksujen tulisi kattaa varsinaisten tuotantokustannusten ohella myös ulkopuolisille aiheutettujen haittojen arvo. Tämän johdosta laadittiin myös liikenteen eri muodoille kustannusvastaavuuslaskelmia, joissa liikenteen riskit ja päästöt pyrittiin arvottamaan. Teoria osoitti, että kysyntä ohjautuisi optimaaliselle tasolle ulkoisten kustannusten sisäistämisen seurauksena. Soveltaminen osoittautui Suomessa poliittisesti kiinnostavaksi ilmeisesti vain rataveron kohdalla. Muualla verojen tuottovaatimukset ja suoraan kysynnän määrään kohdistuvat tavoitteet jäivät etusijalle.

### ***Liikenneväylät***

Liikenteen haittojen vähentämispyrkimyksistä käydyissä keskusteluissa on noussut esille ehdotuksia tieliikenteen väylien välityskyvyn vähentämisestä tai lisäämättä jättämisestä huolimatta kysynnän kasvusta. Ajatuksena on ollut, että liikenneverkkojen kapasiteetti sellaisenaan luo liikenteelle kysyntää. Tilastollista pohjaa on saatu ruuhkautuneilta kaupunkialueilta. Näissä tapauksissa yhdyskuntarakenteesta ja taloudellisesti toimeliaisuudesta seuraava ”latentti” kysyntä on purkautuessaan lisännyt liikennettä. Vastaavaa ilmiötä ei tunneta, jossa riittävän välityskyvyn edelleen kasvattaminen olisi oleellisesti lisännyt liikennettä. Tieliikenteen määrän ohjaaminen kapasiteettirajoituksella ei ole kasvihuonekaasupäästöjen kannalta hyvää politiikkaa, sillä liikenteen ruuhkautuminen lisää tuntuvasti ajettua matkaa kohti tulevia päästöjä. Ruuhkautuneessa liikenteessä matka-aika on merkittävämpi tekijä päästöjen muodostajana kuin ajettu matka.

Pysäköintipolitiikka voi säännellä kaupunkialueiden autoliikenteen kysyntää tarkoituksenmukaisemmin kuin välityskyvyn rajoittaminen.

## *Lähteet*

ACEA: The Automobile Industry Pocket Guide 2019 - 2010  
<https://www.acea.be/publications/article/acea-pocket-guide>

European Commission: Reducing CO<sub>2</sub> emissions from passenger cars:  
[https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/cars\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/cars_en)

Henkilöliikennetutkimus 2016, suomalaisten liikkuminen, Liikenneviraston tilastoja 1/2018  
[https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lti\\_2018-01\\_henkilöliikennetutkimus\\_2016\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lti_2018-01_henkilöliikennetutkimus_2016_web.pdf)

Joukkoliikenteen hinnoittelun vaihtoehtoja Helsingin seudulla. Helsingin Seudun Liikenne 2013  
[https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/11\\_2013\\_tljhin\\_raportti.pdf](https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/11_2013_tljhin_raportti.pdf)

Julkisen liikenteen suoritetilasto 2017, Traficomin julkaisuja 18/2019  
[https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/julkisen\\_liikenteen\\_suuritetilasto2017-netti.pdf](https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/julkisen_liikenteen_suuritetilasto2017-netti.pdf)

Liski M., Nokso-Koivisto O., Nurmi E., Vehviläinen I., Aalto-yliopisto, AEI-raportti: Kohti hiiletöntä liikennettä, ehdotus mekanismiksi, Taloustieteellinen tarkastelu liikenteen päästövähennyskeinoista, ,  
[http://www.aaltoei.fi/wp-content/uploads/2019/10/AEI-raportti\\_Kohti-hiilet%C3%B6nt%C3%A4-liikennett%C3%A4.pdf](http://www.aaltoei.fi/wp-content/uploads/2019/10/AEI-raportti_Kohti-hiilet%C3%B6nt%C3%A4-liikennett%C3%A4.pdf)

Oikeudenmukaista ja älykästä liikennettä. Työryhmän loppuraportti. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 37/2013.  
<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/77940>

Suomen Ympäristökeskuksen raportteja 2 | 2019 ISBN 978-952-11-4993-1 (nid.) ISBN 978-952-11-4994-8 (PDF) ISSN 1796-1718 (pain.) ISSN 1796-1726 (verkkoj.)  
[https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/292417/SYKEra\\_2\\_2019.pdf?sequence=6](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/292417/SYKEra_2_2019.pdf?sequence=6)

Suomen sähköntuotannon polttoaineet ja CO<sub>2</sub> päästöt, 25.11.201,  
Energiateollisuus  
[https://energia.fi/files/1414/a\\_Sahkontuotannon\\_kk\\_polttoaineet\\_Lo\\_kakuu.pdf](https://energia.fi/files/1414/a_Sahkontuotannon_kk_polttoaineet_Lo_kakuu.pdf) (luettu 10.12.2019)

Tilastokeskus. Polttoaineluokitus 2020  
[https://www.stat.fi/tup/khkinv/khkaasut\\_polttoaineluokitus.html](https://www.stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus.html)

Tilastokeskus: Suomen kasvihuonekaasupäästöt 2018.  
Kokonaispäästöjen kehitys sektoreittain,  
[https://www.stat.fi/til/khki/2018/khki\\_2018\\_2019-05-23\\_kat\\_001\\_fi.html](https://www.stat.fi/til/khki/2018/khki_2018_2019-05-23_kat_001_fi.html)

Verohallinto, Tilastot ja tietokanta: Autoveropäätöksien tilastoja  
[https://www.vero.fi/tietoa-verohallinnosta/tilastot/tilastotietoa\\_ajoneuvojen\\_autoveropaato/](https://www.vero.fi/tietoa-verohallinnosta/tilastot/tilastotietoa_ajoneuvojen_autoveropaato/)

VTT Lipasto, liikenteen päästöt, inventaario,  
<http://lipasto.vtt.fi/inventaario.htm> (luettu 10.12.2019)  
WHIM kotisivu <https://whimapp.com/fi/>

## **Liikkuminen palveluna – vallankumous liiketoimintana?**

*Petteri Ojala, kauppatieteiden tohtori,  
Turun yliopiston kauppa korkeakoulu, Markkinoinnin laitos*

### ***Abstrakti***

Liikkuminen palveluna -konsepti on saanut runsaasti myönteistä julkisuutta. Maas Allianssin valkoisen paperin (2017) neljää pääargumentteja (avoimuus, käyttäjakeskeisyys, lakimuutokset ja IT-järjestelmä) lähilukien osoitetaan, että sinänsä kiinnostavalla konseptillä on lukuisia vaikeuksia toteutua yrityspohjaisesti nykyisessä markkinataloudessa. Konseptin argumentaatio on lähinnä sijoittajaviestintää, mikä onkin tuottanut osalle MaaS-yrityksistä huomattavat sijoitusvarat.

### ***Liikenteen murros murroksessa***

Suurkaupunkien ydinalueiden tiivistyminen ja nyttemmin ilmastonmuutoksesta käyty keskustelu ovat ajaneet yksityisautoilua yhä ahtaammalle. Auto on kuitenkin integroitunut yhteiskuntaan ja ihmisten arkeen niin monin tavoin, että nopea, rauhanomainen muutos on mahdollinen vain puuttamalla koko liikennejärjestelmään. Yhdeksi ratkaisuksi on esitetty yksityisautoilun korvaamista yhteenliitettyillä liikkumispalveluilla. Asettuminen yhteiskuntaan kesti yksityisautolta vuosikymmeniä ja muokkasi maailmaa radikaalisti. Liikkumisen palvelullistumisella voi olla edessään yhtä pitkä tie.

Yksityisautoilun varaan vahvasti perustuvan liikenteen systeminen muutos liikkumispalveluiksi olisi luonteeltaan sosiotekninen murros, vallankumous. Yksityisautojen sijaan ihmiset ja tavarat liikkui-

sivat lähitulevaisuudessa alan palveluja tarjoavien yritysten toimesta. Kuluttaja olisi vapautettu kulkuvälineen omistamisen huolista ja kustannuksista. Sen sijaan hän voisi vapaasti valita erilaisten liikkumispalvelujen kirjosta juuri haluamansa yksilöllisen kokonaisuuden. Matkan suunnittelu ja palvelujen ostaminen olisi tehty vaittomaksi ja sujuvaksi mobiilisovelluksen avulla. Liikkumispalvelujen kentälle ilmestyisi uusi toimija, joka erikoistuisi palvelujen integrointiin ja välittämiseen. Lopulta kohtuuhintainen liikkuminen olisi tasapuolisesti kaikkien ulottuvilla. Tällaiseen toimintamalliin ja visioon viitataan käsitteellä *liikkuvuus palveluna* eli *MaaS (Mobility as a Service)*.

MaaS on viime vuosina saanut runsaasti mediatilaa eri puolilla maailmaa, erityisesti Suomessa, sillä alan yhtenä uranuurtajana pidetty, Whim-sovelluksen kehittänyt MaaS Global on suomalainen startup-yritys. Nykyisen Maas Globalin toimitusjohtaja Sampo Hieta-nen on tehnyt ansiokasta ja merkittävää markkinointityötä ympäri maailman. Sonja Heikkilän diplomityötä (Heikkilä, 2014) pidetään keskeisenä MaaS-kehityksen käynnistäjänä. Julkinen sektori on Suomessa osallistunut aktiivisesti MaaS-keskusteluun ja tukenut alan kehitystä käytännön toimin. Esimerkiksi vuonna 2018 voimaan tulleessa Liikennepalvelulaissa (<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2017/20170320>) on huomioitu MaaS-toimintamallin erityistarpeet. MaaS ei ole kuitenkaan vain suomalainen ilmiö, sillä miljoonarahoituksia saaneita liikkumispalveluyrityksiä ja etenkin kaupunkiliikkumisen (esimerkiksi kaupunkipyörät, sähköpotkulaudat, skootterit, yhteiskäyttö- tai muut vuokra-autot, taksit ja joukkoliikenteen liput) palvelukokonaisuuksia on maailmalla muitakin, esimerkiksi Jelbi-sovellus Berliinissä tai Wunder Mobility Hampurissa.

Käsillä olevassa kirjoituksessa kuvataan ja arvioidaan MaaS-retoriikan taustalla olevia oletuksia ja argumentaatiota sekä haasteita, jotka MaaS-kehityksellä saattaa olla edessään. Teksti mukailee alan kehitystä edistävän MaaS-allianssin vuonna 2017 julkaistua White Paper -asiakirjaa (MaaS Alliance 2017). Kirjoitus nojautuu pääosin kirjoittajan liiketaloustieteelliseen arkiymmärrykseen ja pragmaattiseen pohdiskeluun. Se pyrkii täydentämään tähän asti korostuneen myönteistä MaaS-diskurssia kriittisin äänenpainoin. Myös vakintunut tiedeyhteisö on tarkastellut MaaSia kriittisesti (ks. esim. Mulley 2017; Pangbourne ym. 2018/2020; Smith ym. 2019; Mladenovic 2020).

### ***MaaS:n perusidea: Sovelluksessa sen salaisuus – ratkaisevan lisäarvon tuo helppous***

MaaS-konseptin ja liiketoimintamalli olettaa, että kuluttajat eivät halua omistaa kulkuvälineitään. Sen sijaan he suosivat mieluummin erilaisia liikkumispalveluja, kunhan ne ovat kattavasti ja luotettavasti tarjolla ja niiden ostamisesta sekä käyttämisestä on tehty tarpeeksi helppoa, joustavaa ja edullista. Tämä toteutuu, kun kaikki tarpeelliset liikkumispalvelut integroidaan mobiilisovellukseen, jonka avulla niiden kokoaminen reittisuunnitelmaksi sekä matkalippujen ja kulkuvälineiden varaaminen ja maksaminen on vaivatonta. Näin haluttu matka voi toteutua toisiaan täydentävien liikkumistapojen sujuvan vaihdon myötä *saumattomana liikkumiskokemuksena*. Nopeasti kasvavan MaaS-toiminnan odotetaan nostavan liikkumispalvelujen kysyntää radikaalisti jo lähivuosina. Tämän seurauksena yksityisautoilun odotetaan vähenevän merkittävästi ja lopulta muuttuvan ainakin taajama-alueilla marginaaliseksi. Muutoksen odotetaan vähentävän liikenteen ympäristökuormitusta ja helpottavan paikallisia, esimerkiksi ruuhka- ja pysäköintiongelmia. Lisäksi MaaS:n kerrotaan kohentavan eri väestöryhmien liikkumisen



tasa-arvoa, sillä palvelullistetussa liikkumisessa ajoneuvon omistamista ei tarvita.

MaaS esiintyy siis vahvasti sekä kuluttajien, palveluntuottajien että ympäristön etuja ajavana digitalouden innovatiivisena toimintamallina. MaaS kytkeytyy vallitsevan liikennejärjestelmän ja alan liiketoiminnan merkittävään uudelleen järjestelyyn seuraavasti:

1. MaaS tuo kokonaan uuden välittäjäkerroksen vakiintuneiden liikkumispalvelujen tuottajien ja palvelujen loppukäyttäjien väliin.
2. Palvelullistettu liikkuminen tulee olemaan nykyistä mukavampaa, joutuisampaa, turvallisempaa, tasa-arvoisempaa ja edullisempaa.
3. Parantamalla liikkumispalvelujen käytettävyyttä MaaS vähentää yksityisautoilua radikaalisti.
4. Edellisen seurauksena liikenteen aiheuttaman ympäristökuormituksen odotetaan laskevan huomattavasti nykyisestä.
5. Pääasiassa virtuaaliympäristössä tapahtuva MaaS-operointi tulee olemaan suuren volyymin liiketoimintaa, joka saa osansa siitä merkittävästä ostovoimasta, joka vapautuu kuluttajien luopuessa yksityisautoilusta.
6. Yhteiseen etuun pohjautuva MaaS-ekosysteemi tulee olemaan ainutlaatuinen liike-elämän, julkiset toimijat ja kuluttajat yhdistävä kokonaisuus, joka hyödyttää sen kaikkia osapuolia.

MaaSin tuleva menestys nähdään sen kaikkia sidosryhmiä hyödyttävän toimintaperiaatteen loogisena seurauksena. Monista tähänastisista disruptioista poiketen MaaSin ei kuitenkaan odoteta syntyvän ja kehittyvän orgaanisesti kuluttajien muuttuvien tarpeiden ja

toiveiden kautta, vaan sen vaatii merkittäviä panostuksia MaaS-operaattorien lisäksi myös julkisilta ja yksityisiltä palveluntuottajilta sekä poliitikoilta ja viranomaisilta.

### ***MaaS-ekosysteemi rakentaa tien menestykseen***

MaaS-ajattelun keskiössä on tuleva liiketoimintaekosysteemi, joka luo puitteet elinvoimaiselle MaaS-liiketoiminnalle. Tulevassa MaaS-ekosysteemissä yksityiset ja julkiset liikkumispalvelujen tuottajat, MaaS-operaattorit ja palvelujen käyttäjät ovat sidoksissa toisiinsa ja toimivat tiiviissä yhteistyössä yhteistä etua priorisoiden. Yksittäisen toimijan voiton maksimoinnille ei MaaS-ekosysteemissä ole sijaa, vaan koko ekosysteemin elinvoima perustuu avoimuuteen ja luottamukseen, kuten MaaS Globalin Hietanen on blogikirjoituksissaan useasti todennut.

White Paperissa MaaS-ekosysteemin einedot tai keskeiset toimintaperiaatteet jaetaan neljään kokonaisuuteen, joita tarkastellaan seuraavaksi.

#### ***1. Avoimet markkinat – ekosysteemin hedelmällinen maaperä***

Ensimmäiseksi MaaS-ekosysteemin edellytykseksi nimetään avoimet, yhtenäiset markkinat. Kukoistaakseen MaaS-ekosysteemin tulee olla avoin kaikille palveluntarjoajille. Yksittäiselle toimijalle ei tule myöntää yksinoikeuksia, eivätkä tuottajat tai välittäjät saa soveltaa pakottavia sopimusehtoja. Vapaan MaaS-markkinoille pääsyn vastapainoksi palveluntuottajien odotetaan avaavan tietojärjestelmänsä muille ekosysteemin toimijoille siten, että MaaS-toiminnan kannalta keskeinen informaatio on reaaliaikaisesti kaikkien saatavilla. Tämän edellytyksen luominen on mittava tehtävä. Se avaa

perinteisesti varsin säännellyn toimialan sekä uusille palvelun tuottajille että kokonaan uudelle, asiakkaiden ja tuottajien välillä toimivalle välittäjälle, MaaS-operaattorille. Avointen rajapintojen välittämä reaaliaikainen, ajoneuvokohtainen (ja ennemmin tai myöhemmin myös käyttäjäkohtainen) data on MaaSin ydin; se mahdollistaa liikkumispalvelujen tuotannon tehostamisen sekä käyttäjälähtöisen palvelujen kehitystyön. Tämä avoimuus nojaa vahvasti yhteisen edun argumenttiin, josta liike-elämässä on vain vähän esimerkkejä. On haastavaa saada palveluntuottajat avaamaan vapaaehtoisesti tietojärjestelmänsä, sillä kustannukset toimesta koituvat välittömästi, mutta luvatut hyödyt ovat vasta jälkikäteen todennettavissa.

MaaS-retoriikassa, esimerkiksi Sampo Hietasen blogiteksteissä, MaaS-ekosysteemin kriittiseksi voimavaraksi nimetään usein osapuolten välinen luottamus. Tämä pitää sikäli paikkansa, että ilman luottamusta ei ekosysteemi pääse alkua pidemmälle. Yritykset tarkastelevat kuitenkin kaikkea toimintaansa sen panos-tuotossuhteen näkökulmasta. Digiympäristön kautta välitettävissä liikkumispalveluissa vaihdannan välineeksi nousee tieto. Informaatio siitä, missä ja miten kulkuvälineet liikkuvat ja miten käyttäjät niitä hyödyntävät, on kriittinen tuotannontekijä ja varanto, jota MaaS-visio vaatii yhteisen hyvän ja avoimuuden nimissä kaikkien markkinoille tulijoiden saataville. On digiajan liiketoiminnan logiikan kannalta ongelmallista, että MaaS-ekosysteemissä digitalouden keskeinen varanto, informaatio, tehdään tavallaan arvottomaksi vaatimalla sen avointa jakamista. Tämä saattaa olla merkittävä hidaste MaaS-kehityksen tiellä. On epätodennäköistä, että esimerkiksi Lyftin ja Uberin kaltaiset suuret toimijat jakaisivat ajoneuvo- ja asiakastietonsa vapaasti muille toimijoille. Toistaiseksi ne haluavat ennemmin omistaa asiakkaansa ja rajata heidät ja palveluntuottajat tiukasti omaan suljetuun järjestelmäänsä (ks. esim. [www.fastcompany.com](http://www.fastcompany.com)).

Pienempiä, potentiaalisia haasteita ovat avointen markkinoiden edellyttämät muutokset lainsäädännössä sekä rajapintojen ja tietoliikenteen tekninen toteutus. Keskeiset tietoturvaan ja tietojen omistamiseen kytkeytyvät kysymykset eivät itsessään poikkea muiden toimialojen vastaavista. Ne ovat ratkaistavissa, mutta niitä koskevasta lainsäädäntötyöstä voi ennustaa työlästä ja päättäjiin kohdistuvasta vaikuttamisesta aktiivista.

Tiivistäen voi todeta, että niin yksityiset kuin julkisetkin liikkuvuuspalveluiden tuottajat ottanevat mielellään vastaan muiden tuottajien toimintaan liittyvää tietoa silloin, kun kokevat sen hyödylliseksi, mutta ovat todennäköisesti vastentahtoisia luopumaan omasta datastaan vastikkeetta. Palveluita yhteen kokoava toimija otetaan vastaan myönteisesti niiltä osin, kuin sen odotetaan ja luotetaan parantavan oman toiminnan tuottavuutta. Yhteiseen etuun nojautuva argumentointi vaatii kuitenkin lupauksen rinnalle konkretiaa. Lähivuodet näyttävät, osoittaako MaaS, että korporatiivinen altruismi on sittenkin mahdollista.

## **2. Katse kohti käyttäjää**

Toinen MaaS-ekosysteemin tekijä on *käyttäjäkeskeisyys*. MaaS-ekosysteemissä käyttäjäkeskeisyys (tai markkinointiopin mukainen *markkina- tai asiakasorientaatio*) tiivistyy missioon, jonka mukaan MaaS:in tulee tarjota käyttäjilleen *ylivertainen arvoehdotus*. Vaikka alkuvaiheessa MaaS-operaattorit kohdistavat toimensa etupäässä liikkumispalvelujen nykyiseen käyttäjäkuntaan, haluaa MaaS lopulta syrjäyttää yksityisautoilun, sillä MaaS-toimialan ennustettu radikaali kasvu ja liiketoiminnan tuleva volyymi edellyttävät sitä. MaaS aikoo järjestellä uudelleen koko globaalin henkilöliikenteen 10 biljoonan (euron tai dollarin) markkinat, kuten Hietanen on blo-

gikirjoituksissaan todennut. Tämän toteuttamiseksi MaaS-toimijoiden tulee hänen mukaansa ensin oppia ymmärtämään yksityisautoilua, ja sitten hankitun viisauden turvin päihittää se ylivoimaisen arvoehdotuksen avulla. Tässä työssä MaaS-advokaattien ensimmäinen johtopäätös on ollut, että joukkoliikenteen ja muiden liikkuvuuspalveluiden suosiota on rajoittanut matkan suunnittelun sekä matkalippujen hankkimisen hankaluus. Ratkaisuksi tarjotaan mobiilisovellusta, kuten MaaS Globalin kehittämä Whim. Sovelluksen uskotaan poistavan merkittävän osan siitä vaivasta ja epävarmuudesta, joka tähän asti on liikkumispalvelujen käyttöön liittynyt.

Hyvinkin toimiva sovellus on kuitenkin vain osa ratkaisua. Montaa eri liikkumismuotoa yhdistävän matkan vaihdot sisältävät edelleen odottelua ja epävarmuuksia ja voivat siten ylläpitää yksityisautoilun suosiota. Keskeiseksi kysymykseksi nousee se, voidaanko nykyisellä ajoneuvotekniikalla ja -kannalla toteuttaa suunniteltu saumaton MaaS-matkakokemus myös käytännössä. Todennäköisesti se edellyttäisi ennemmin koko liikkumispalvelujen isoa uudelleenjärjestelyä. Olisi tarkoituksenmukaista esittää käytännön esimerkkejä siitä, millaisten teknisten innovaatioiden kautta MaaS voi voittaa multimodaalisen matkaketjun viiveet ja epävarmuudet. Kysymys ei toki ole MaaS-toimijoille tuntematon, sillä sitä käsitellään esimerkiksi tuoreessa Pilvi Luukkaisen (2020) pro gradu -tutkielmassa, jonka valmistelussa on ollut mukana MaaS Global.

Liiketoiminnan näkökulmasta MaaS-operaattorien käyttäjakeskeisyys tarkoittanee, että ne haluavat päästä palveluntuottajien asiakaskohtaisiin, palvelujen käyttöä koskeviin tietoihin, jotta voivat kehittää palvelujaan käyttäjien yksilölliset tarpeet huomioiden ja tehostaa MaaS-ekosysteemin toimintaa. Odotettavissa on, että käyttäjien liikkumistottumuksista kertovia tietoja aletaan ennemmin tai myöhemmin myydä MaaS-ekosysteemin ulkopuolisten toimijoiden markkinointitarkoituksiin. Tähän ei tarvita edes lakimuutosta, vaan

se voidaan mahdollistaa sovelluksen käyttösovimuksen ehdoissa. Tällaista toimintaa säätelee lähinnä EU:n tietosuojasetus. Tarkasteltaessa MaaS-liiketoimintamallia nykyisen digitalouden logiikan näkökulmasta voidaan todeta, että käyttäjätietojen tallentamisessa, jalostamisessa ja edelleen myymisessä piilee todennäköisesti liikku- mispalvelujen välityspalkkioita paljon suurempi liiketoimintapoten- tiaali. MaaSin korostamalla käyttäjakeskeisyydellä on siis myös ikävämpi konnotaatio.

Henkilöautoilun merkittävä vähentäminen on MaaSin päämissio ja sen kaavaillun liiketoimintavolyymin edellytys. Tehtävä on kunnianhimoinen. Henkilöauto kuljettaa ihmisiä ja tavaroita, mikä on sen ydintehtävä. Mutta se tekee myös paljon muuta. Autoon kytkeyty- vän kulutuksen – kaikkine aistillisine, psykologisine, kulttuurisine ja sosiaalisine aspekteineen – pelkistäminen vain yksilöllisen liikku- mistarpeen tyydyttämiseksi on radikaali yksinkertaistus, jota tä- hänastinen autoilua käsitellyt tutkimus ei tue. Jos yksityisauto on vain keino liikkua paikasta toiseen, miksi kaikki henkilöautot eivät ole yksinkertaisia ja edullisia, pelkän liikkumis- ja kuljetustarpeen tyydyttäviä? Kuten MaaS-advokaatit esittävät, avain liikenteen murroksen toteuttamiseen piilee henkilöautoilun kokonaisvaltai- sessa ymmärtämisessä. Autoilun ymmärtäminen ei kuitenkaan au- tomaattisesti tuota sitä korvaavaa innovaatiota. Merkittävä yksityis- autoilun väheneminen edellyttäisi radikaalia kulutuskulttuurin ja - käytäntöjen muutosta, jonka vapaaehtoinen aikaansaaminen ei ole helppoa (ks.esim. Mulley 2017).

### **3. Lainsäädännön muutostarpeet – mahdollisuuksia uudelle liiketoiminnalle vai osallistumispaikko vastentahtoisille?**

Kolmas MaaS-ekosysteemin edellytys White Paperissa on lainsäädäntö, joka mahdollistaa toimijoiden välisen täysipainoisen yhteistyön ja resurssien jakamisen sekä ajoneuvojen yhteiskäytön. Ennen digimurrosta laadituissa laeissa ja asetuksissa ei luonnollisesti ole voitu huomioida multimodaalisten liikkumispalvelujen tuottajien erityispiirteitä ja toimintaedellytyksiä, jolloin ne voivat todella muodostaa esteitä ja hidasteita MaaSin polulla. Toisaalta monelle MaaS-keskustelussa kaavaillulle toimelle ei ole ollut juridisia esteitä. Esimerkiksi liikennepalvelujen tuottajat ovat olleet vapaita avaamaan tietojärjestelmänsä toisilleen avoimien rajapintojen kautta. Tällaisia hankkeita ei kuitenkaan yleensä ole katsottu tarkoituksenmukaisiksi. Toimijat eivät vaikuta vielä sisäistäneen yhteistoiminnan etuja. Siksi MaaS-diskurssi on halunnut edistää oikeansuuntaista kehitystä *velvoittamalla* toimijat omaksumaan toiminnassaan yleishyödyllisen MaaS-mallin periaatteet. Tämä on ymmärrettävästi herättänyt polemiikkia (esim. <https://www.hs.fi/talous/art-2000006175579.html>).

Suomessa MaaS-toimijat ovat menestyneet lainsäätäjien vakuuttamisessa. Taannoisen liikenne- ja viestintäministeri Anne Bernerin vahvasti kättilöimä, myös liikennekaareksi kutsuttu Liikennepalvelulaki (<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2017/20170320>) vuodelta 2017 on suorastaan räätälöity MaaS-konseptille. Julkisissa haastatteluissa Berner lähes aina muisti mainita suurimmat suomalaiset MaaS-yritykset nimeltä. Suomalainen mahdollistava lainsäädäntö onkin ollut edellä muita. Jopa harvemmin MaaS-yhteyksissä mainittu autojen kaupallinen pysäköinti on huomioitu lainsäädän-

nössä. Esimerkiksi pysäköintioperaattorien on annettava mille tahansa *liikkumispalveluyritykselle* omien pysäköintilaitostensa kapasiteettitietoja, myös reaaliaikaisia. Lähiajat näyttävät, onko Suomi ainoa, joka on saanut vietyä MaaS-vision näin vahvasti lainsäädäntöön.

MaaS-advokaattien peräänkuuluttama lainsäädäntö liittyy erityisesti tietojen mahdollisimman vaivattomaan jakamiseen avointen rajapintojen kautta. Ensi vaiheessa odotetaan, että kaikki palveluntuottajat määrätään tuomaan aikatauluihin, reittivaihtoehtoihin ja hintoihin liittyvät tiedot sekä lippujen varaamisen ja maksamisen vapaasti kaikkien toimijoiden saataville. Tämä käytännössä luo pohjan MaaS-operaattorien toiminnalle. Kypsässä vaiheessaan MaaS-toiminta edellyttää kuitenkin laajempaa tietovirtaa; vasta palveluntuottajien ajoneuvo kohtainen, reaaliaikainen data luo MaaS-ekosysteemille edellytykset tuottaa käyttäjille MaaS-periaatteen mukainen saumaton matkakokemus. Edellä kuvattu kehitys voi toki tapahtua vapaaehtoisesti, mutta todennäköisempää on, että se ei synny MaaS-mallin edellyttämässä laajuudessa ilman pakottavaa lainsäädäntöä. Toistaiseksi edes MaaSin rintamailla, Suomen pääkaupunkiseudulla, julkisen sektorin toimijat eivät ole sisäistäneet pyyteetöntä MaaS-argumentointia. Liikenne- ja viestintävirasto on määrätietoisesti muistuttanut VR:ää, HSL:ää ja Matkahuoltoa uuden lain vaatimuksista. Yhteistä hyvää korostava MaaS-konsensus on saanut pintaansa ensimmäiset kolhut.

Vero-ohjaukseen liittyy aina julkishallinnon fiskaalinen näkökulma. Valtiontaloudelle on ongelmallista, jos runsaasti verotuloja tuottava henkilöautoliikenne supistuu merkittävästi ja liikkumisen painopiste siirtyy kohti subventoitua joukkoliikennettä. Siitä, miten infrastruktuurin kustannukset laskevat yksityisautoilun vähentyessä, ei ole MaaS-keskustelussa esitetty laskelmia. Ei myöskään



siitä, tuleeko – ja jos, millä mekanismilla – toistaiseksi raskaasti tuettu julkinen liikenne muuttumaan MaaS-ekosysteemissä kannattavaksi. Vaikka tämä aspekti kytkeytyy MaaS-ajattelun liiketaloudellisiin ja käyttäjänäkökulmiin vain välillisesti, on se tarpeen huomioida. Mikäli nykyinen yksityisautoilun verorasitus joudutaan tulevaisuudessa kohdistamaan merkittävältä osin liikkuvuuspalveluihin, tulevat seuraukset olemaan radikaaleja.

#### **4. *Massiivinen IT-järjestelmä ekosysteemin ytimessä***

Neljäs White Paperin nimeämä MaaS-ekosysteemin toimintaedellytys on palveluntuottajien ja MaaS-operaattoreiden yhteistyön mahdollistava *MaaS-tietojärjestelmä*, erityisesti avoimet rajapinnat ja standardoidut käyttöliittymät. White Paperissa pidättäydytään määrittelemästä tarkemmin sitä, miten tuleva järjestelmä olisi mielekkäintä rakentaa. Yleisesti todetaan, että elinkelpoiset ratkaisut tulevat syntyään erilaisten kokeilujen ja pilottien kautta. Arvio on uskottava. Järjestelmän laite- ja ohjelmistoratkaisuista sopiminen ja niiden käyttöönotto eivät kuitenkaan ole yksinkertainen tehtävä. Useilla liikkumispalvelujen tuottajilla lienee tällä hetkellä käytössään omat räätälöidyt järjestelmänsä, joiden avaaminen ja yhteensovittaminen voi olla erittäin työlästä. Tulevilta järjestelmiltä on helppo edellyttää avoimuutta, mutta on ongelmallista, jos jo käytössä oleville järjestelmille vaaditaan toteuttamaan uusi avoimen standardin rajapinta. Tällaiseen velvoittavaa lakia voitaisiin pitää periaatteeltaan taannehtivana, jota yleensä pyritään välttämään. MaaS-ekosysteemiin kuuluvien IT-alan yritysten liiketoimintaa tällainen toki kasvattaisi. Tapahtuipa tietojärjestelmien avaaminen ja integrointi sitten vapaaehtoisesti tai lainsäädännön kautta, työ on mittava ja aiheuttaa merkittäviä kustannuksia, joiden kattaminen jäänee pääosin palvelun tuottajien sekä MaaS-operaattorin vas-

tuulle. Kustannusten jyvitys nykyisten sekä tulevaisuudessa järjestelmään liittyvien toimijoiden kesken tulee olemaan haastavaa. Hie- man helpotusta tuonee kuitenkin se, että julkinen sektori (kunnat, valtio, EU) kutsutaan varmasti tukemaan yleishyödyllistä MaaS-kehitystä osallistumalla sen tietojärjestelmän rahoitukseen. Erityisesti haastavaa tulee MaaS-periaatteen mukaisesti samanaikaisesti välttää toimittajaloukut ja yhden järjestelmätoimittajan yksinoikeudet ja samalla kuitenkin toteuttaa tietojärjestelmä hallitusti, koordi- noidusti ja joutuisasti.

MaaS-ekosysteemin tärkeäksi elementiksi nimetään myös *verkkovie- railu*, jota tulevan lainsäädännön ja toteutettavan tietojärjestelmän odotetaan tukevan. Tässä MaaS-ekosysteemi ylittää kaupunkien ja valtioiden rajat. Verkkovierailu todennäköisesti lisää MaaS-palve- lun suosiota, mutta samalla kohottaisi MaaS-tietojärjestelmän suunnittelun ja rakentamisen vaikeusastetta edelleen. Vaikka sen logiikka on sama kuin matkapuhelinpalveluissa, joissa periaate on toiminut hyvin jo vuosia, on liikkumispalvelut huomattavasti työ- läämpää paketoita vierailevien käyttäjien saataville. Samoin paikal- listen MaaS-järjestelmien integrointi jälkikäteen voi olla työlästä, jos rajapinnoista ei ole sovittu kattavasti ennen järjestelmien toteut- tamista. Tavoite on kuitenkin perusteltu, sillä vieraassa ympäris- tössä olevalle käyttäjälle MaaS-sovelluksen tarjoama reittisuunnit- telu ja integroitu maksukanava toisivat lisäarvoa.

Yhteenvetona MaaS-allianssin White Paper toteaa, että MaaS- ekosysteemin IT-ratkaisulle asetetaan mittavat tavoitteet. Sen odo- tetaan tukevan erilaisia liiketoimintamalleja ja mahdollistavan pie- nen mittakaavan kokeilujen ja pilottien kustannustehokas toteutta- minen. Sen pitää olla modulaarinen ja skaalautuva sekä tukea erilai- sia arvonluontimekanismeja sekä kaupallisessa että julkisen talou-

den toimintaympäristössä. Järjestelmällä tulee olla useita vaihtoehtoisia toimittajia ilman toimittajaloukkuja. Tietoturvan ja tietojen hallinnan tulee olla ajantasaisia ja vikakestoisia. Järjestelmän tulee toisaalta soveltaa jo standardoituja tiedostomuotoja ja käyttöliittymän komponentteja, mutta toisaalta mahdollistaa tulevaisuudessa kehitettävien uusien ominaisuuksien ja toimintojen sujuva käyttöönotto. Tehtävä on mittava, mutta ei teknisesti mahdoton. Kaikki tarvittava teknologia on olemassa. GPS-, WLAN-, Bluetooth- ja RFID-teknologiat yhdessä mahdollistavat sekä ajoneuvojen että käyttäjien reaaliaikaisen seurannan. Vauhdikkaasti yleistynyt 5G-arkkitehtuuri tarjoaa nopean väljän massiivisille tietoverroille. Mutta miten tämä IT-järjestelmä rahoitetaan ja miten teknisistä kysymyksistä saavutetaan yksimielisyys? Avoimen ja impliisittisesti maksuttoman (viittaukset avoimeen markkinoille pääsyyn) järjestelmän kustannukset tulisi voida jyvittää toimijoiden kesken, mikäli sitä ei rahoiteta kokonaan julkisista varoista. Kummassakin vaihtoehdossa on haasteensa.

### ***Voiko MaaS onnistua?***

MaaS:n perusajatus, digiteknologian valjastaminen tehostamaan liikkuvuuspalvelujen tuotantoa ja markkinointia, on looginen ja liiketaloudellisesti uskottava. On ehdottoman myönteistä, jos kuluttajat saavat nykyistä joustavammin ja sujuvammin käyttöönsä laajan kirjon erilaisia liikkumistapoja. On positiivista, jos voimme vapaaehtoisesti vähentää riippuvuuttamme yksityisautoilusta, koska sille on lopultakin tarjolla kilpailukykyinen vaihtoehto. Niin ikään on tervetullutta, jos liikkuvuuspalvelujen yksityiset ja julkiset tuottajat voivat tehostaa toimintaansa kasvaneen volyymin ja resurssien paremman tuottavuuden myötä. Kenties tärkein MaaS-toimintamallin puolesta esitetty argumentti on kuitenkin sen potentiaali vä-

hentää liikenteen ympäristökuormitusta. Mikäli MaaS-kehitys johdattaa suunnitelmien mukaan yksityisautoilun merkittävään väheneemiseen ja mikäli joukkoliikenne sekä muut MaaS-mallin kaavailut liikkumispalvelut ovat ympäristöhaitoiltaan yksityisautoa merkittävästi vähäisempiä, oikeuttaa MaaS olemassaolonsa jo tällä perusteella.

Tie MaaSin menestykseen on kuitenkin mutkainen. Vallalla olevassa retoriikassa MaaS esiintyy kaikkia osapuolia hyödyttävänä toimintamallina. On kuitenkin todettava, että toistaiseksi hyötyjä on tarkasteltu pääsääntöisesti tulevan MaaS-liiketoiminnan näkökulmasta. Palveluntuottajien ja käyttäjien tulevat edut on nimetty ja jäsennetty varsin laveasti. Pääomasijoittajille suunnattu viestintä, jollaisena MaaS-retoriikkaa on johdonmukaista tarkastella, korostaa loogisesti MaaS-toimialan liiketoimintapotentiaalia. Yksityisautoilun vähenemisen vapauttaman kuluttajien ostovoiman kerrotaan siirtyvän liikkuvuuspalvelujen markkinoille, ja tästä massiivisesta rahavirrasta merkittävä osuus tulee ohjautumaan MaaS-operaattoreille. Ovatko sitten MaaS-ekosysteemin positiiviset taloudelliset vaikutukset koko liikkumispalvelujen markkinoilla niin merkittäviä, että ne ylittävät MaaS-toiminnan kustannukset ja liiketoiminnan tuoton? Muussa tapauksessa MaaS-operaattori tulee elämään ekosysteemin muiden jäsenten (palveluntuottajat, käyttäjät, veronmaksajat) kustannuksella. Tämä ei ole ongelmatonta esimerkiksi pienten marginaalien taksimarkkinoilla tai raskaasti subventoidussa julkisessa liikenteessä. MaaSin taloudellisen yhtälön ratkaiseminen olisi kiehtova tehtävä. Toistaiseksi tätä yhtälöä ei kuitenkaan ole esitetty.

MaaS-periaatteessa keskeinen markkinoiden avoimuuden vaatimus on sopusoinnussa vallitsevien trendien kanssa. Johdonmukaisuuden vuoksi tämän avoimuuden voi odottaa koskevan myös MaaS-

tietojärjestelmän teknistä toteutusta ja itse MaaS-toimintaa. Ongelmaksi saattaa tässä muodostua se, miten MaaS-ekosysteemin päätoksenteko tullaan järjestämään. Koska yksinoikeudet ja toimittajaloukut on määritelty vältettäväksi, olisi MaaS-tietojärjestelmän toteutuksessa käytettävä sellaisia ohjelmistoja ja teknologioita, jotka ovat kohtuullisin kustannuksin kaikkien kiinnostuneiden toimijoiden saatavilla. Samoin itse MaaS-toiminnalle ei voitane asettaa rajoituksia, joten esimerkiksi kolmen kilpailevan MaaS-operaattorin toimimiselle samalla alueella ei olisi estettä. On odotettavissa, että MaaS-ekosysteemin tulevat toimijat pyrkivät todennäköisimmin liiketalouden periaatteen mukaisesti maksimoimaan oman taloudellisen tuloksensa, jolle abstrakti altruismi on aina alisteinen. Jos MaaS kehittyy merkittäväksi liiketoiminnaksi, MaaS-operaattorit tulevat varmasti kilpailemaan keskenään. On olemassa riski, että käytettävät kilpailukeinot ovat ristiriidassa MaaS-ihanteen kanssa ja ajavat avoimuuden ja luottamuksen varaan rakennetun ekosysteemin kriisiin, jollaista MaaS-diskurssi ei osaa ennakoida.

MaaS-ekosysteemin toinen keskeinen elementti, käyttäjäkeskeisyys, on toimintaa ohjaavana periaatteena looginen, mutta tällaisen markkinaorientaation toteuttaminen liikkumispalveluissa ei ole helppoa. MaaS-operaattori voi tarjota käyttäjille käyttökelpoisen mobiilisovelluksen, jota se voi kehittää edelleen käyttäjien kokemusten ja toiveiden perusteella. Varsinaisen matkakokemuksen tuottamisessa MaaS-operaattori on kuitenkin täysin riippuvainen palveluntuottajien tarjonnasta ja toiminnasta. Joukkoliikenne liikuttaa nimensä mukaisesti joukkoja, kun taas yksilöt liikkuvat matkansa ensimmäiset ja viimeiset metrit omaa, yksilöllistä reittiään. Juuri näiden matkan alku- ja loppuosien sujuvuus viime kädessä ratkaisee matkaketjun toimivuuden. Mitä useammasta liikenne muodosta matkaketju muodostuu, sitä alttiimpi se on viivästyksille

ja epävarmuudelle. Tässä on itse asiassa MaaS-operaattorin menestyksen avain; sillä on keskeisen välittäjän roolinsa ansiosta parhaat edellytykset ensinnäkin koota paras mahdollinen matkaketju ja toiseksi paikata katkennut matkaketju tehokkaasti korvaavalla palvelulla. Itse asiassa tällainen tehokas korjaus-/korvausvastuu saataisi olla keskeinen elementti MaaS-operaattorin arvoehdotuksessa. Käyttäjakeskeisyys nivoutuu myös toista kautta MaaSin liiketoimintamalliin. Digitaalisten palvelujen yksilöllisten käyttäjätietojen kerääminen, analysointi ja edelleen myynti markkinointitarkoituksiin on tällä vuosituhanella kasvanut miljardien liiketoiminnaksi. Liikkumispalveluja välittäville operaattorille ovat tarjolla samat mahdollisuudet. Tätä eivät MaaS-advokaatit ehkä mielellään sano ääneen, mutta digitalouden näkökulmasta liikkumispalvelujen käyttäjätietojen kauppaaminen voi osoittautua MaaS-operaattorin ydinpalvelua, palvelujen välitystoimintaa, merkittävämmäksi tulonlähteeksi.

Kolmannella MaaS-ekosysteemin keskeisellä edellytyksellä, positiivista MaaS-kehitystä tukevalla lainsäädännöllä, voidaan luontevasti edistää positiiviseksi katsottua kehitystä esimerkiksi kansanterveydessä, mutta uudentyypisen välittäjäliiketoiminnan tukeminen pakottavan lainsäädännön kautta ei ole ongelmatonta. Ei, vaikka argumenttina käytettäisiin yleistä etua, uutta, mahdollisesti kansainvälisesti skaalautuvaa menestyvää liiketoimintaa ja ympäristönsuojelua, semminkin, kun näitä ei ole perusteellisesti dokumentoitu.

MaaS on myös tekninen haaste. Neljäs MaaS-ekosysteemin peruspilari, kaikki tarpeelliset tietovirrat yhdistävä MaaS-tietojärjestelmä, olisi ideaalitapauksessa jopa suhteellisen nopeasti ja kohtuullisin kustannuksin toteutettavissa. Tällaisen massiivisen tietojärjestelmän suunnittelu ja toteutus on kuitenkin mittava tehtävä, joka vaatii koordinoitua. Ongelmaksi muodostuu se, miten tällainen hanke

rahoitetaan ja miten siihen liittyvät päätökset tehdään. IT-alan yritykset toimivat liiketaloudellisin periaattein, joten ne eivät tee ilmaista työtä yhteisen edun vuoksi. Mikäli avoimuus ja vapaa markkinoille pääsy tarkoittaa toimijoille myös vapaata pääsyä MaaS-tietojärjestelmään, ei tästä saa aiheutua näille merkittäviä kustannuksia. Julkinen sektori tultanee joka tapauksessa kutsumaan MaaS-tietojärjestelmän osarahoittajaksi. Sekä teknisiin ratkaisuihin liittyvään päätöksentekoon että kustannusten jakamisen periaatteisiin tulee löytää ratkaisu, ennen kuin MaaS-tietojärjestelmää aletaan rakentaa.

Lopulta tarkasteltaessa MaaS-retoriikan visioimaa liikenteen radikaalia uudelleen järjestelyä nousee esiin yksinkertainen, mutta radikaali systeemitason kysymys: Voisiko MaaS-malli toteutua luonnostaan, ilman erillistä MaaS-operaattoria? Ekosysteemin välttämättömät osat ovat periaatteessa jo olemassa. Tarvitseeko liikkumispalvelujen nykyinen arvoketju katkaista, jotta sen keskelle saadaan uusi lenkki? MaaS-filosofia, toimintaperiaatteet ja askeleet järjestelmän rakentamiseksi on nyt hyvin kattavasti dokumentoitu, ja MaaS:n hyödyt kerrottu valtamediassa useampaan otteeseen. Jokainen liikennepalvelujen tuottaja tietää, mikä on MaaS ja miten sen odotetaan vihdoinkin siirtävän henkilöautoilijat liikkumispalvelujen käyttäjiksi. Mikä siis estää julkisia ja yksityisiä palveluntuottajia rakentamasta julkisen sektorin tuella omaa MaaS-järjestelmäänsä? Mobiilisovelluksiin ja tietojärjestelmiin liittyvää osaamista on maassamme yllin kyllin. Itse liikkumispalvelujen osalta nykyiset palveluntuottajat ovat toimintansa parhaita asiantuntijoita. Eikö ylimääräisen välittäjäkerroksen jättäminen pois liikkumispalvelujen toimitusketjusta olisi omiaan tekemään kaikesta sujuvampaa, helpompaa ja edullisempaa – saumattomampaa? Eikö se juuri mukailisi MaaS-ihannetta?

Edellä on esitetty muutamia kysymyksiä, joihin MaaS-diskurssi ei ole toistaiseksi vastannut. Vain objektiivisen, kriittisen keskustelun kautta radikaali innovaatio, kuten MaaS-ekosysteemi, voi lopulta löytää sen suunnan ja polun, joka johtaa menestykseen. Se voi olla jotain vaatimattomampaa kuin nyt visioidut biljoonamarkkinat, mutta yhtä kaikki jokaisen osapuolen edun mukaista on, että MaaS-kortti katsotaan. Revoluution sijaan MaaS tuonee kuitenkin mukanaan maltillisen evoluution. Luovumme monesta muusta asiasta ennen kuin siitä vapaudesta, mukavuudesta, riippumattomuudesta ja turvallisuudesta, jonka yksityinen kulkuneuvo meille suo. MaaS voi täydentää yksityisautoilua hyvin, mutta annetut lupaukset autoilun syrjäyttämisestä ovat ensisijaisesti markkinointiviestintää, toki lajissaan sängen mallikasta.

### ***Lähteet***

Heikkilä, S. 2014. Mobility as a Service-A Proposal for Action for the Public Administration, Case Helsinki. Master's Thesis, Aalto University.

Luukkainen, P. 2020. Moving on a Whim – Customer value creation in MaaS. Master's Thesis, Aalto University.

MaaS Alliance 2017. White Paper – Guidelines & recommendations to create the foundations for a thriving MaaS Ecosystem

Mladenovic, M. 2020. Kriittistä pohdintaa liikkuvuudesta palveluna. Tie & Liikenne, 2020 (1), 19–25.

Mulley, C. 2017. Mobility as a Services (MaaS) – does it have critical mass? Transport Reviews, Vol. 37 (3), 247–251.

Pangbourne, K. & Stead, D. & Mladenović, M. & Milakis, D. 2018. The case of mobility as a service: A critical reflection on challenges for urban



transport and mobility governance. Teoksessa *Governance of the smart mobility transition*, 33–48. Marsden, G. & Reardon, L. (toim.) Bingley, UK.

Pangbourne, K. & Mladenović, M. & Stead, D. & Milakis, D. 2020 Questioning mobility as a service: Unanticipated implications for society and governance, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 131, 35–49.

Smith, G. & Sochor, J. & Karlsson, M. 2019. Public-private innovation: barriers in the case of mobility as a service in West Sweden, *Public Management Review*, Vol. 21 (1), 116–137.

### ***Sähköiset lähteet***

Helsingin Sanomat 17.7.2019: <https://www.hs.fi/talous/art-2000006175579.html>

Liikennepalvelulaki:  
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2017/20170320>

Sampo Hietasen blogi: <https://whimapp.com/category/blog/www.fastcompany.com/90261748/why-uber-and-lyft-want-to-create-walled-gardens-and-why-its-bad-for-urban-mobility>

## Kiitokset – Acknowledgements

Liikennesuunnittelun Seura ry kiittää **Liikennealan tukiyhdistys ry**:tä saamastaan avustuksesta, mikä on mahdollistanut tämän tieteellisen vuosikirjan julkaisun.

Julkaisu on kansallisessa JUFO-luokituksessa, luokka 1.

Tampereella, joulukuussa 2020  
Liikennesuunnittelun Seura ry

\* \* \* \*

The Finnish Traffic and Transportation Planning Association is grateful for the Funding we have got from **Liikennealan tukiyhdistys ry** (The Finnish Traffic Branch Funding Association), which have made possible the publishing of this scientific publication.

The publication is in the national academic classification system JUFO, in class 1.

In Tampere, December 2020  
The Finnish Traffic and Transportation Planning Association

## **Tilaukset – Orders**

Tämä vuosikirja on tilattavissa hintaan 40,00 euroa sisältäen kotimaisen postimaksun, toimistoltamme sähköpostitse osoitteesta [toimisto@liikennesuunnittelunseura.fi](mailto:toimisto@liikennesuunnittelunseura.fi)

This yearbook can be ordered for a price of 35 euros plus international shipping from our office, by email at address [toimisto@liikennesuunnittelunseura.fi](mailto:toimisto@liikennesuunnittelunseura.fi)

*Liikennesuunnittelun Seura on opetusministeriön alaisen Tieteellisten seurain valtuuskunnan jäsen.*

*Trafikplaneringsföreningen i Finland är medlem av Vetenskapliga samfundens delegation, som lyder under undervisningsministeriet.*

*The Finnish Traffic and Transportation Planning Association is a member of the Federation of Finnish Learned Societies, which is underlying the Ministry of Education.*

---

**Liikennesuunnittelun Seura ry**  
Trafikplaneringsföreningen i Finland rf  
The Finnish Traffic and Transportation Planning Association

*kotisivut - hemsidor - website:*  
**www.lssry.fi**

*sähköposti - epost - email:*  
**toimisto@liikennesuunnittelunseura.fi**

*osoite - adress - address:*  
**Haapalinnantori 4**  
**33270 TAMPERE**