

Liikenne 2022

Tieteellinen vuosikirja

Yearbook of the Finnish Traffic and
Transportation Planning Association

Julkaisija: Liikennesuunnittelun Seura ry, Tampere

Painopaikka: Eräsalon Kirjapaino Oy

Tampere, 2022

Painos: 250 kpl

ISSN 0359-9345 (painettu)

ISSN 2670-0379 (verkkójulkaisu)

ISBN 978-951-97334-9-4

Toimitus: Liikennesuunnittelun Seura ry, toimituskunta

Haapalinnantori 4, 33270 Tampere

Päätoimittaja: Kalle Toiskallio, valtiot.tri

Toimitus ja taitto: Tanja von Knorring, BTA

Kansi: Jussi Hirvi, Green Spot

Liikenne 2022

Sisällysluettelo – Table of Contents

Johdanto: Liikennesuunnittelijoiden pitäisi silloittaa siiloja.....4 <i>Toiskallio, Kalle, valtiotieteiden tohtori, Liikennesuunnittelun Seura ry</i>	4
Julkaisijasta – about the publisher.....10	10
Understanding the trip making characteristics of car deficient households in Finland; <i>Tiikkaja, Hanne, Licentiate of Science (Technology), Transport Research Centre Verne, Tampere University, & O'Hern, Steve, Monash University Accident Research Centre, Australia</i>11	11
Kaupungissa yksinasuvien autollisten ja autottomien liikkumiskokemuksia; <i>Tiikkaja, Hanne, tekniikan lisensiaatti, Liikenteen tutkimuskeskus Verne, Tampereen yliopisto</i>30	30
Built environment and self-selection of residential location in the context of US-American cities; <i>Harder, Nils & Junghanns, Lukas, candidates for Master of Science, Sustainable Urban Mobility Transitions, Aalto University</i>50	50
Taxi Regulation and Its Impact on User Experience in European Countries; <i>Astala, Niklas & Valtonen, Ville, candidates for Master of Science, Sustainable Urban Mobility Transitions, Aalto University</i>67	67
Impact of weather on bicycle use: Evidence from Helsinki in 2017-2021; <i>Juga, Jari, professor, Juntunen, Jouni, professor & Pohjosenperä, Timo, post doc researcher, University of Oulu, Oulu Business School</i>85	85
Katsaus: Liikenneinvestoinnit ja hyötykustannusanalyysi epävarmassa maailmassa; <i>Talvitie, Antti, Professori emeritus, Aalto-yliopisto, rakennetun ympäristön laitos</i>101	101
Kiitokset – Acknowledgements; Tilaukset – Orders.....119	119

Johdanto:

Liikennesuunnittelijoiden pitäisi silloittaa siloja

Toiskallio, Kalle, valtiotieteiden tohtori, Liikennesuunnittelun Seura ry

Liikennesuunnittelu tuli Pohjois-Amerikasta 1950-luvun lopulta lähtien Suomeen ylipäänsä tieteellisyyden, erityisesti taloustieteellisyyden kaavussa mahdollistamaan uuden vapauden symbolin, henkilöauton, ja raideliikennettä joustavamman tavaraliikenteen toimintaedellytyksiä. Tästä liikennesuunnittelu jatkoi insinööritieteellisyyden suojissa. Suomessa hyvin vahva insinööri-instituutio (teknisten seikkojen ensisijaisuus suurissa järjestelmissä) on suojannut insinöörivaltaisia ammattikuntia, kuten liikennesuunnittelua ulkopuolisilta vaikutteilta hyvin pitkään. Kun suojaisa asema ei ole myöskään tuottanut juurikaan jatko-opintotarpeita, puhumattakaan post-doc -tasoisesta tutkimuksesta liikennesuunnittelijoiden piirissä, on uusien ajatusten ja käsitteiden omaksuminen ollut hidasta tai sitten trenditietoisien sykäyksellistä.

Saadakseen tukea toimintansa mielekkyydelle, ihmiset pyrkivät hahmottamaan itsensä erilaisten ryhmien piiriin. Ryhmäidentiteettiä rakennetaan mm. korostamalla erottautumista lähiryhmistä. Tästä esimerkkinä ovat ammattikuntien epäviralliset sisäiset kunniajärjestelmät, jotka ovat tyypillisesti minimoivat yhteistyötä sillojen välillä. Tämä pätee myös konkreettisesti. Suunnittelukonsultti ei useinkaan voi juuri laskuttaa yhteistyöstä muiden ammattikuntien kanssa.

Kun kansainvälinen ympäristökeskustelu on saanut suomalaisessa pintajulkisuudessa nopeasti jalansijaa, on laajasti ottaen koko liikennesektori ollut sängen aseeton vaikkapa kansallisten

hiilidioksidiekvivalenttipäästöjen toimialakohtaisessa jakovastuukeskustelussa. Koska alalla on totuttu keskustelemaan lähinnä uusista liikenneinfra-hankkeista, ei ole osattu ajoissa tunnistaa relevantteja eurooppalaisia keskustelutahoja ja sitten käydä ennakoivaa kansallista keskustelua muiden toimialojen kanssa.

Liikennesuunnittelu on surkeasti erillään yhdyskuntasuunnittelusta. Vuonna 1974 Yhdyskuntasuunnittelun seurasta eriytyneellä Liikennesuunnittelun Seuralla ei enää näytä olevan paluuta seurojen alkuperäiseen ykseyteen, ei edes yhteyteen.

Yhdyskuntasuunnittelu-lehti ja siihen liittyvä informaatio on jo vuosia ollut saatavilla web-versiona Tieteellisten Seurain Valtuuskunnan journal.fi-palvelussa. Vuoden 2023 aikana myös Liikenne-vuosikirja siirtyy asteittain saataville samaan web-palveluun, mikä lisää vuosikirjan artikkeleiden globaalia saatavuutta huomattavasti ja keventää vuosikirjan tuotantokustannuksia. Huomioiden Liikennesuunnittelun Seuran perinteisen jäsenkunnan, vuosikirja on jatkossakin toki saatavilla halukkaille myös painettuna.

Artikkelit

Nykyään ei sentään oteta liikennekysyntää annettuna, kuten puoli vuosisataa sitten, vaan tutkitaan liikenteen syntyehdoja eli liikenteessä liikkumisen tarpeita ja mahdollisuuksia, liikkumistapojen saatavuutta. Taustalla on aina kysymys yksityisautoilun yhdyskunnallisten haittojen vähentämisestä. Liikennesuunnittelu elää yhtaikaa kahdessa maailmassa. Yhtäältä nuoret, autoilun ihanuudesta erkaantuneet kaupunkilaispolvet etsivät yhä enemmän autovapaita tai autoilua vähentäviä ratkaisuja. Toisaalta vanhat rakenteet, ammattikunnat, organisaatiot, päivittäistavarakauppa ja kansainvälinen tavaraliikenne

haluavat edelleen parantuvia tieliikenneyhteyksiä, joita pitää tietenkin suunnitella.

Viime vuosien Liikenne-vuosikirjoissa on laajasti kehitelty ns. liikenneköyhyyden käsitettä. Tämän jatkumon osana Tampereen yliopiston Liikenteen tutkimuskeskus Vernen tohtoriopiskelija Hanne Tiikkajan ja Australiasta sittemmin myös Tampereen yliopistoon apulaisprofessoriksi kotiutunut Steve O'Hernin artikkelin lähtökohtana ovat suomalaiset kotitaloudet, joissa on vähemmän autoja kuin ajo-oikeuden haltijoita. Tähän liittyy se, että naisilla, varsinkin iäkkäämmillä naisilla on usein miehiä vähäisempi pääsy auton rattiiin. Ehkä patriarkaaliset rakenteet näkyvät paitsi perheiden sisäisessä autoilun jakautumisessa, myös suomalaisen liikennetutkimuksen perinteessä.

Hanne Tiikkajan artikkeli ”Kaupungissa yksinasuvien autollisten ja autottomien liikkumiskokemuksia” tarkentaa kotitalouksien erityistapauksiin, joita on Suomessa määrällisesti paljon. Tuloksena on, että autottomuus ei välttämättä tuota ainakaan koettua liikenneköyhyyttä, jos joukkoliikennepalvelut ovat hyvin saatavilla. Kiinnostavinta artikkelissa onkin opinnäytämäisen huolellinen kvantitatiivisen aineistonkeruun ja analyysin sekä työn rajoitteiden kuvaus, mikä mahdollistaa hyvin tutkimuksen seurailtavuuden - ja käytön esimerkkinä kyselytutkimuksien menetelmäkurssien opiskelijoille.

Vakiintunut nykykäsitys on, että henkilön asuinpaikka yhdyskuntarakenteessa vaikuttaa suuresti hänen liikkuvuuteensa (travel behavior). Poikkeuksellisen laadukkaassa, 1990-luvun lopun ja 2000-luvun ensimmäisen vuosikymmenen aikana julkaistuun kirjallisuuteen perustuvassa englanninkielisessä opiskelijasseessään ”Built environment and self-selection of residential location in the

context of US-American cities” Aalto-yliopiston maisteriopiskelijat Nils Harder ja Lukas Junghanns käsittelevät rakennetun ympäristön, asuinpaikan tietoisien valinnan (self-selection) ja liikkuvuuden suhdetta Pohjois-Amerikassa. Viime vuosikymmenien Eurooppaa dynamisempi ja perustavampi muutostahti monilla USA:n kaupunkiseuduilla tarjoaa eurooppalaiselle lukijalle kiinnostavia laboratorioasetelmia vaikuttavien tekijöiden osalta, ei niinkään kokonaisia kaupunkisuunnittelun toteutusmalleja. Vaikka paikalliset maankäyttöpolitiikat eivät olleet kirjoittajien fokuksessa, he pääsevät silti huomauttamaan, että pelkkä asukastiheyden kasvattaminen ja sekoittuneen maankäytön suosiminen eivät välttämättä vähennä auton käyttöä, jos ei samalla huomioida mm. asukkaiden ympäristö- ja joukkoliikennemyönteisiä intressejä sekä erilaisia omaan kaupunkilaisuuteen, autoiluun, aikapaineisiin ja omaan työorientaatioon liittyvien arvostuksia. Euroopassa on totuttu, että USA:sta ei löydy Eurooppaan sopivia kokonaistoteutusmalleja, mutta tällaiset monen tekijän havainnot vaikuttavat kuitenkin sellaisenaan relevanteilta meilläkin, kun yhdyskuntarakenteen tiiviyyttä pyritään kaikin keinoin lisäämään. Jalankulun ja rakennetun ympäristön suhteen on myös hyvä erottaa vapaa-ajan, mahdollisesti jopa kohteeton, kävelyllä käynti ja arkinen asiointikävely. Ne edellyttävät täysin erilaista rakennettua ympäristöä.

Suomessa totutellaan edelleen yhtäältä liikennepalveluiden digitalisaation ja toisaalta uudenlaisen, mahdollistavan liikennepalvelulain ja sen alempien säädösten vaikutuksiin. Erityisesti taksiliikenteessä on näkynyt alustataloutta ja liikenne- ja saatavuustietojen reaaliaikaisuutta hyödyntävät suuret kansainväliset kyytien välityspalvelut, kuten ensimmäisenä Uber ja myöhemmin esim. Bolt. Ne ovat pakottaneet taksiliikenteen sääntelyn muutoksiin ja ennen kaikkea taksin tilaamiseen liittyvän informaation digitalisoitumiseen. Perinteisen taksialan kansallista vaikutusvaltaa ja

lainsäätäjän kyvyttömyyttä seurata aikaansa kuvaa hyvin, että digitaaliset taksipalvelut aluksi kiellettiin. Muutokset taksien sääntelyssä ovat herättäneet viime vuosina laajaa keskustelua, jopa vastikään tehdyn lainsäädännön muutoksia. Vuosikirjan toisessa opiskelijaesseessä Niklas Astala ja Ville Valtonen Aalto-yliopistosta vertaavat esimerkkeinä eurooppalaisista olosuhteista Dublinia ja Tukholmaa, joissa perinteisten taksien toiminnan sääntelyä on purettu karkeasti ottaen samalla tavalla, mutta tulokset ovat olleet erilaisia. Esseessään ”Taxi Regulation and Its Impact on User Experience in European Countries” kirjoittajat ehdottavat, että taksien sääntelyssä kannattaisi korostaa enemmänkin laadullisia kuin määrällisiä tai taloudellisia kriteerejä. Jäämme odottamaan uusien digitaalisten taksipalveluiden tutkimusta, sillä taksiasiakkaan kannalta muutos vanhaan (ennen automaattisia robottitakseja) on lähes samaa luokkaa kuin 1900-luvun alkupuolen muutos isvossikoista vuokra-auton kyytipalveluun.

Liikenne-vuosikirjan kirjoittajakunnassa poikkeuksellisen oppinut kirjoittajajoukko, professorit Jari Juga ja Jouni Juntunen sekä post-doc-tutkija Timo Pohjosenperä Oulun yliopiston kaupparakenteakoulusta kehittävät pyöräilymääriin vaikuttavien tekijöiden malliaan kolmella säämuuttujalla eli lämpötilalla, sateen määrällä ja lumen syvyydellä. Englanninkielisessä artikkelissaan ”Impact of weather on bicycle use: Evidence from Helsinki in 2017–2021” he ovat ottaneet kohteekseen Helsingin, jossa on Oulua suurempaa pyöräilymäärien kausivaihtelua. Stadilaisen intuitiota vasten yllättävä tulos oli, että lumensyvyys ei ollut tärkein pyöräilyn määrää selittävä tekijä. Ehkä malliin vielä otetaan mukaan jatkossa pyöräväylien talvikunnossapito.

Vaikka Suomessa jo aloitellaan systemaattista strategista liikennejärjestelmäsuunnittelua, ollaan keskusteluissa vielä kuitenkin kiinni paljolti yksittäisten tai toisiinsa liittyvien infrahankkeiden

resurssointikilpailussa. Hankkeita on arvioitu erilaisilla hyöty-kustannus- tai kustannus/hyötyanalyyseillä. Näitä on - työkaluina - käsitelty kriittisesti useissa aikaisempien Liikenne-vuosikirjojen artikkeleissa. Käsittely on ollut paljolti akateemisen yleisellä tasolla. Kirjoittajat eivät tyypillisesti ole itse tehneet vastaavia analyysejä.

Liikenne-vuosikirjan 2022 päättää akateemisten artikkelien ja opiskelijaesseiden jälkeen ammatilliset katsaus -osastossa prof. emeritus Antti P. Talvitien liikenteen taloustiedettä kosketteleva, avoimen poleeminen puheenvuoro siitä, miten kunnan taloudellinen ja yhteiskunnallinen hyöty-kustannusanalyysi (HKA) tehtiin ennen ja miten se tulisi nykyään(kin) tehdä. Se sopii tähän keskustelujatkumoon loistavasti. Omaelämäkerrallisestikin Talvitie toki huomioi, että nykyinen väyläsuunnittelun ja rakentamisen organisointi, sekä näiden tietoisuus ympäröivistä olosuhteista on radikaalisti muuttunut 50 vuoden takaisesta pysyvästä epävarmaan. Tässäkin vuosikirjassa näkyvä, nykyistä liikennesuunnittelukeskustelua suorastaan ohjaava liikenteen monenmoisen “kysynnän” syntyehtoien pohdinta tuntuu olevan kunnan hyöty-kustannusanalyysistä sulkeistettu. Vaikka meillä kaikenlaisten käyttäjämaksujen alueelliset tai toimialakohtaiset korvamerkinnät vaikuttavat anglo-amerikkalaiselta common law -maailmalta, ihan relevantilta kuulostaa, että matkan hinta ja käyttäjän maksamat maksut tulisi jotenkin huomioida laskelmissa. Talvitie muistuttaa vanhasta Dupuit'n (1844) argumentista, että ainoa hyöty on se, josta ihmiset ovat valmiita maksamaan. Niinpä esim. koettu aikahyöty täytyy olla yksilölle todella tuntuva, että siitä maksaisi. Talvitie haastaa nykyistä raideliikennepainottaista doktriinia huomauttamalla useaan otteeseen sen saaman subvention yhteiskuntaa köyhdyttävistä vaikutuksista. Argumentille löytynee helpostikin kaupunkitilankäytöllisiä perusteita, mutta olisi hyödyllistä, että pro-autoilu-kerettiläisargumentin sijaan todella laskettaisiin avoimesti läpi miten raskaan raideliikenteen subventiokustannukset

jakautuvat yhteiskunnan eri lohkoille - tai vaikka vain niiden vaikutus kaupunkiseutujen kehyskuntien bussiliikenteelle jääviin resursseihin.

Julkaisija - Liikennesuunnittelun Seura ry (LSS) on kansallinen tieteellisammattillinen liikennesuunnittelun ja liikennetieteiden yhdistys, joka on perustettu vuonna 1974 silloisen Teknillisen Korkeakoulun liikennetekniikan opiskelijoiden toimesta. LSS on Opetusministeriön alaisen Tieteellisten Seurain Valtuuskunnan (TSV) alainen, ja on ainoa sitoutumaton liikennealan yhdistys. Seura osallistuu aktiivisesti akateemiseen ja ammatilliseen strategiseen liikennesuunnittelun kehittämistä koskevaan keskusteluun. Järjestämme monenlaisia asiantuntijatilaisuuksia yksin tai yhdessä muiden tahojen kanssa. Ylläpidämme myös laajaa Liikennetieteiden historiallista kirjastoa.

Liikenne-vuosikirja kustannetaan valtion apurahalla. Muilta osin yhdistyksen rahoitus on hyvin paljolti riippuvainen jäsenmaksuista, **liity jäseneksi joko henkilökohtaisesti tai liitä työpaikkasi yhteisöjäseneksi.** Kerro myös kollegoillesi ja tuttavillesi seurasta. Ota yhteyttä sähköpostitse: toimisto@liikennesuunnittelunseura.fi

The publisher - The Finnish Traffic and Transportation Planning Association is the national technic-scientific society and member of the Federation of Finnish Learned Societies (under Ministry of Education). This yearbook is published by the society, and we are involved in the ongoing discussions on the development of traffic and transportation planning issues on both national and EU-level. We are arranging different scientific and professional seminars, and we maintain a large Scientific Historical Library.

This yearbook is financed by a state grant from the Federation of Finnish Learned Societies. Otherwise, our finances are dependable very much on membership fees. **Join our Society as a personal member or ask your workplace to join as an organizational member.** Please, take contact with us through email: toimisto@liikennesuunnittelunseura.fi.

Understanding the trip making characteristics of car deficient households in Finland

Tiikkaja, Hanne, , Licentiate of Science (Technology), Transport Research Centre Verne, Tampere University, Finland
O'Hern, Steve, Monash University Accident Research Centre, Australia

Abstract

In many households, there are more adults with a driving license than there are cars. These households can be considered car deficient. This research explores car deficient households in a Finnish context using data from the Finnish National Travel Survey. Using logistic regressions, the research sought to understand what variables predict if a respondent lives in a car deficient household and for respondents living in car deficient households, we sought to understand the variables the predict access to use a car as a driver. Gender, work status, age, family size, household income, and number of trips by mode and purpose were all found to predict who lives in a car deficient household. In car deficient households, gender was found to be the strongest predictor of having access to use the car. The findings support previous research and raise new topics for future study, including studying intra-household contracts and analysing the activities engaged in by car deficient households.

Key words: Car deficient households, sustainability, travel behaviour, transport equity, transport disadvantage

Introduction

Private motor vehicle travel plays a central role to mobility (Morris et al. 2020; Tiikkaja & Liimatainen 2021). Private motor vehicles offer a range of travel benefits that include facilitating access to destinations, reduced travel times, safety, and comfort for travellers (Dargay et al. 2007; Morris et al. 2020; Spinney et al. 2009). Research demonstrates that there are positive connections between car ownership and a range of quality-of-life outcomes including employment, earnings, and residential location (Delbosc & Currie 2012; Spinney et al. 2009). However, while there are numerous benefits associated with private motor vehicles, they are also responsible for many challenges to modern society, including congestion, pollution, and public health issues associated with living a sedentary lifestyle and road traffic crashes (Morris et al. 2020).

Globally, transport accounts for 24% of greenhouse gas (GHG) emissions (Wang & Ge 2019). Of these transport emissions 72% originate from road transport, of which 44% are from passenger cars (Wang & Ge 2019). Despite statistics on car usage and ownership showing that there have been consistent increases in both annual kilometres driven and rates of ownership (Dargay et al. 2007; Delbosc & Currie 2012), it is recognised that there is a need to reduce reliance on private vehicles, internal combustion engines, and fossil fuels to meet United Nations sustainable development goals and GHG emission targets (Griggs et al. 2013; United Nations 2018).

The Finnish government has set a target of carbon neutrality by 2035 (Särkijärvi et al. 2018). To reach this target, transport emissions need to be reduced by as much as 39%. In the first instance efforts should

be made to cater for peoples' travel needs through active and public transport. However, Finland remains a car dependent nation (Viri et al. 2021), and it is likely that private vehicle travel will continue to be a dominant mode of transport into the future (Viri et al. 2021), particularly in rural areas that are not well served by public transport and when travelling during adverse weather conditions in winter months. As such, understanding private motor vehicle access and use remain important research issues to help achieve required emission reductions while also ensuring an equitable transport system.

Background

Car access has important implications for mobility and accessibility (Spinney et al. 2009; Tiikkaja & Liimatainen 2021). Research in Finland and internationally has shown that age, gender, socio-economic status, and residential location can be associated with an increased risk of mobility and accessibility inequalities (Blumenberg et al. 2020; Delbosc & Currie 2012; Morris et al. 2020; Tiikkaja et al. 2021). With findings showing that car owners and main drivers in households are often the least mobility constrained (Anggraini et al. 2008; Tiikkaja & Liimatainen 2021).

While car ownership in general has been researched, fewer studies have explored the differences in car usage in households with fewer cars than drivers, particularly within a Finnish context (Tiikkaja & Liimatainen 2021). These households are often referred to as “car deficient” in the literature (Anggraini et al. 2008). However, the term “low car-ownership” is also used as some argue there are negative connotations with the former term (Delbosc & Currie 2012). Clearly, household decisions on the number of cars that they own and operate

can have important implications for travel behaviour (Delbosc & Currie 2012). Some car deficient households may choose to share vehicles, perhaps successfully combining car travel with travel by other modes (Tiikkaja & Liimatainen 2021). Other car deficient households may share vehicles because their income prevents them from owning as many cars as there are drivers. In these households, car deficiencies may limit the mobility of household members and, potentially, their access to opportunities, which raises issues of transport equity (Tiikkaja & Liimatainen 2021).

Delbosc and Currie (2012) explored this issue in Melbourne, Australia where they identified that there were two groups of low car ownership households. The first group live voluntarily in households with low car ownership. These households do not experience restrictions in their mobility and typically lived in areas with better public transport alternatives, higher urban densities, and the households had higher incomes. The second group of households were those who were involuntarily car deficient, these households were increasingly likely to report transport disadvantage, low social support, or low wellbeing. (Delbosc & Currie 2012)

In the U.S, Blumenberg et al. (2020) investigated car deficient households in California. They identified that on average car deficient households have lower incomes than non-car deficient households, that they travel less, make fewer trips and use more public transport (Blumenberg et al. 2020). They also noted the challenges of car sharing in households, and that sharing a vehicle can negatively affect the household location, employment outcomes and the ability of household members from engaging in activities. In complimentary research conducted by Morris et al. (2020), they identified that a lack

of access to a car can result in an increased reliance on walking and public transport, which can shrink the geographic region where activities can take place. Combined this results in households engaging in fewer out-of-home activities. Moreover, the activities most likely to be foregone are generally associated with high subjective wellbeing, suggesting that constrained mobility comes with significant emotional costs (Morris et al. 2020).

Numerous studies demonstrate the importance of gender in travel behaviour suggesting that it also plays a role in household-level decisions surrounding car access. The allocation of car resources is influenced by factors including the relative economic position of spouses, the costs associated with travel time, division of household labour, gender roles and personal preferences (Scheiner & Holz-Rau 2012; Tiikkaja & Liimatainen 2021). While much of the research investigating car deficient households has been undertaken at the household level (Scheiner & Holz-Rau 2012), when investigating car deficiency at an individual level, inequalities are also identified between household members (Tiikkaja & Liimatainen 2021). Scheiner & Holz-Rau (2012) investigated the importance of social roles and economic power in intra-household negotiations regarding car usage in car deficient households in Germany. They found that working as an employee outside household had a strong effect on car access, while suggesting that gender roles and patriarchal structures may also influence car access.

However, despite being twice as common as zero-vehicle households, car deficient households have received relatively limited attention from scholars, particularly within a Finnish context. As such, the aim of this research was to explore “car deficient” households or

households with “low car-ownership” in a Finnish context, and specifically exploring gender differences and differences in car access and usage by spouses. The research questions to be answered are:

- What variables predict if a respondent lives in a car deficient household? And,
- What variables predict access to use a car as a driver in car deficient households?

Methodology

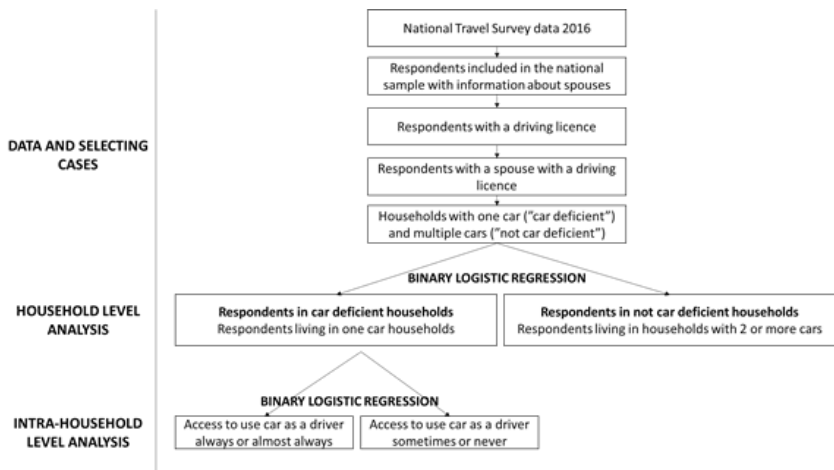
Data

The analysis presented in this manuscript is based on the results of the Finnish National Travel Survey 2016 (NTS) (Pastinen et al. 2018). The NTS is a one-day travel diary documenting all trips made by the participant that were under 100 km long (Pastinen et al. 2018). The NTS targets all Finns who were at least six years old, except for residents of Åland.

The NTS has been conducted since 1974, approximately once every six years. In 2016, the sample size for the national survey was 22,635 respondents and additional regional samples were also drawn. However, the analysis presented in this study only considers the national sample, as inclusion of the regional samples would result in uneven regional distribution of respondents (Pastinen et al. 2018). Furthermore, regional samples do not include information on the respondent’s spouse which was critical for the analysis in this manuscript. Altogether, 9,307 people responded to the national sample of the NTS in 2016, representing a response rate of 41.1% (Pastinen et al. 2018).

The respondents of interest from the 2016 NTS were selected as depicted in Figure 1. First, respondents with no spouse living in the same household were removed from the sample and only the respondents with a spouse were retained. Second, respondents with no driving licence were removed from the sample. Third, only respondents with a spouse with a driving licence were retained. Fourth, households with no car were excluded since the purpose was to study the effects of car use in car deficient and non-car deficient households.

Figure 1. Study design



Analysis

From the data two binary logistic regression models were developed (Figure 1). First, we studied car deficiency at a household level to determine what variables predict if the respondent lives in a car deficient household (N=1,927) or not (N=2,850). Independent

variables included both individual (age, travel behaviour etc) and household level (household income, family size etc.) level variables.

First, descriptive analyses were performed to see how each variable interacted with car deficiency. Variables of interest included number of trips (by car, walking and cycling and public transport), trips with the purpose of dropping someone off or picking them up, gender, family size, age, work status and household yearly income before taxes. Work status was collapsed into two groups, employed (full-time, part-time, or occasional workers) and not employed (laid-off, unemployed, not working at all and I don't know) to separate respondents by those needing to make commuter trips. Income was re-grouped into four even size categories. Summary descriptive statistics are presented in Table 1 and Table 2.

Table 1. Descriptive statistics for nominal and ordinal household level analysis variables.

Variables		Car deficient households (N =1,927)	Not car deficient households (N = 2,850)
Gender	Male	53.2%	53.6%
	Female	46.8%	46.4%
Household income (€)	0–39,999	33.6%	17.6%
	40–59,999	29.0%	28.1%
	60–79,999	20.1%	25.9%
	80,000 +	17.4%	28.3%
Work status	Not employed	36.5%	19.1%
	Employed	63.5%	80.9%

Table 2. Descriptive statistics for scale household level analysis variables.

Variables	Car deficient households (N = 1,927)		Not car deficient households (N = 2,850)	
	Mean	SD	Mean	SD
Age	50.5	15.36	48.1	12.09
Family size	2.76	1.16	3.18	1.35
Trip number by walking and cycling	0.75	1.33	0.44	0.91
Trip number by public transport	0.16	0.57	0.05	0.30
Trip number by car	2.02	2.14	2.55	2.27
Trip number of trips to drop off or pick up someone else	0.34	0.88	0.33	0.93

Next a series of logistic regressions were performed. Model fit was assessed using Cox-Snell R^2 , Nagelkerke R^2 and -2 Log Likelihood as well as the cases predicted correctly with the model. Variables were checked for multicollinearity by excluding the less significant variable from the model if risk for multicollinearity was detected.

The second model was constructed considering only respondents who lived in car deficient households. The aim of the second model was to study the effects of car deficiency on access to use a car as a driver at an intra-household level. The model was constructed to see what variables predict how the respondent assesses whether they have access to use a car as a driver for their trips. In this model, household level variables (household income and family size) were not considered since the model was used to predict intra-household issues regarding access to use a car with the focus instead placed on individual level variables.

The respondents were asked to assess whether they have access to use a car as a driver for their trips always or almost always (1,466), sometimes (368) or never (82). The respondents who answered that they had access to use a car as a driver sometimes or never were combined into one group to avoid uneven group sizes. The intra-household logistic regression was developed using the same process as the household level analysis. Statistical analyses were conducted using IBM SPSS 27-software.

Results

Predicting car deficient households

Binary logistic regression was performed to assess which variables predict if a respondent lives in a car deficient household (one car in the household). The final model predicted 66.8 percent of the cases correctly with Cox and Snell R^2 of 0.112, Nagelkerke R^2 of 0.151 and -2 Log Likelihood of 5458.252 (Table 3).

Being female was found to decrease the odds of living in a car deficient household with odds of 0.522. Being employed was also found to decrease the odds of living in a car deficient household with odds of 0.529. An increase in age decreased the odds of living in a car deficient household. As expected, larger family size decreases the odds of living in a car deficient household (odds 0.802). Income was also a significant predictor, with higher income groups having reduced odds of living in a car deficient household.

Undertaking more walking and cycling (OR 1.301) or public transport (OR 1.944) trips were significantly associated with living in a car

deficient household. As expected, households that made more car trips were less likely to be car deficient, while an increasing number of trips to drop off or pick up someone else was associated with living in a car deficient household.

Interaction variables were also checked in the model to assess if there were any interactions with gender and the other variables. A significant interaction was identified between age and gender, indicating that females are more likely to live in car deficient households as they get older compared to males (OR 1.010), no other significant interactions were identified between gender and the other independent variables in the model.

Table 3. Car deficient household, logistic regression.

Variables	B	STD. ERROR	WALD	SIG.	OR
Gender (female)	-0.651	0.248	6.901	0.009	0.522
Work status (employed)	-0.636	0.085	55.423	<0.001	0.529
Age	-0.010	0.004	7.947	0.005	0.990
Family size	-0.220	0.031	50.917	<0.001	0.802
Yearly household income before taxes (euros)					
0-39,999			90.808	<0.001	
40-59,999	-0.468	0.089	27.402	<0.001	0.626
60-79,999	-0.696	0.098	50.455	<0.001	0.499
80,000 +	-0.917	0.101	82.437	<0.001	0.400
Trip number by walking and cycling	0.263	0.031	72.455	<0.001	1.301
Trip number by public transport	0.665	0.083	63.548	<0.001	1.944
Trip number by car	-0.060	0.017	12.253	<0.001	0.942
Trip number of trips to drop off or pick up someone else	0.161	0.042	14.929	<0.001	1.174
Gender (female) * age	0.010	0.005	4.257	0.039	1.010
Constant	1.658	0.253	42.974	<0.001	5.249
Cox and Snell R ² 0.112					
Nagelkerke R ² 0.151					
-2LL 5458.252					

Predicting access to car amongst respondents living in car deficient households

The second binary logistic regression was developed to assess what factors predict access to use a car as a driver always or almost always in car deficient households.

Gender was found to be significant in predicting access to use a car as a driver in car deficient households. Females had a significantly lower probability (OR 0.242) of having access to the car as a driver for their trips. Increasing the number of trips by walking and cycling (OR 0.905) and by public transport (OR 0.670) were found to significantly decrease the odds of having access to use a car as a driver in car deficient households. Trip number by car was also significant with odds of 1.286, indicating those who make more trips by car increasingly report having better access to a car.

Surprisingly, being employed was found to decrease the odds of having access to use the household car in car deficient households (OR 0.711) The model predicted 78.0 percent of the cases correctly with Cox and Snell R^2 of 0.136, Nagelkerke R^2 of 0.205 and -2 Log Likelihood of 1808.733 (Table 4).

Table 4. Access to use car as a driver in car deficient households, logistic regression.

Variables	B	STD. ERROR	WALD	SIG.	EXP (B)
Gender (female)	-1.419	0.123	133.072	<0.001	0.242
Trip number by car	0.251	0.034	53.745	<0.001	1.286
Trip number by walking and cycling	-0.100	0.040	6.226	0.013	0.905
Trip number by public transport	-0.400	0.090	19.743	<0.001	0.670
Work status (employed)	-0.341	0.125	7.447	0.006	0.711
Constant	1.926	0.141	185.875	<0.001	6.864
Cox and Snell R ² 0.136					
Nagelkerke R ² 0.205					
-2LL 1808.733					

Discussion

Past studies indicate that car owners and main drivers in households are often the least mobility constrained (Anggraini et al. 2008; Tiikkaja & Liimatainen 2021). Lack of access to use a car may limit mobility and access to activities (Tiikkaja & Liimatainen 2021). This study explored car deficient households in a Finnish context using the findings from the Finnish National Travel survey (2016). Car deficient households were defined as households with fewer cars than drivers (Anggraini et al. 2008), and in this study analysis was limited to households with two spouses who both held a driving licence and shared at least one car in the household. The research questions in this paper were: What variables predict if a respondent lives in a car deficient household and what variables predict access to use a car as a driver in car deficient households?

Regarding the first research question, gender, work status, age, family size, household income, trip numbers with different modes, and trips with the purpose of dropping someone off or picking them up were all found to predict who lives in a car deficient household. An interaction variable between gender and age was also significant with

females being more likely to live in car deficient households as they get older, compared to males. The results support findings by Blumenberg et al. (2020), who state that on average car deficient households have lower incomes than non-car deficient households and that they use more public transport.

For the second research question, gender was found to be significant in predicting access to use a car in car deficient households with females having lower probability to have access to use the household car for their trips. Univariate analysis highlighted that gender alone predicted 76.5% of cases correctly (Cox and Snell R^2 of 0.079 and Nagelkerke R^2 of 0.118). When adding statistically significant variables, the model was able to increase the cases predicted correctly up to 78.0% (Cox and Snell R^2 of 0.136 and Nagelkerke R^2 of 0.205).

The results also indicated that travel habits and having access to use the car are dependent in car deficient households. According to research by Morris et al. (2020), a lack of access to a car can result in an increased reliance on walking and public transport. In this study, it was identified that making more trips by walking, cycling and public transport are significantly associated with the person living in a car deficient household. Furthermore, in car deficient households making more trips by walking and cycling as well as by public transport predicts that the resident has lower odds of having access to use the household car for their trips. Having to rely on walking, cycling and public transport can shrink the geographic activity space and result in engaging in fewer out-of-home activities (Morris et al. 2020), which can raise transport equity issues (Tiikkaja & Liimatainen 2021).

Being employed was found to decrease the odds of having access to use the household car in car deficient households, which is an indication that intra-household contracts as to who has access to use the car do not depend on work status of the family member but other issues. Being employed was found to increase the odds that there are more cars in the household, however in car deficient households, employment was negatively associated with car usage. This supports research by Scheiner and Holz-Rau (2012) who agree that in addition to economic power, gender roles and patriarchal structures may also influence car access in intra-household negotiations regarding car usage in car deficient households.

This research can be seen as a part of broader equity discussion in transport, even though it focuses on a narrow topic of car deficiency. Having a car in the household and having access to use the car can result in higher subjective wellbeing if car use enables a larger activity space with more daily activities reached (Morris et al. 2020). Relationships between out-of-home activities, wellbeing and satisfaction has been found in Sweden, USA and Germany (Scheiner & Holz-Rau 2012; Tiikkaja & Viri 2021). However, it is important to remember that households without access to a car might be satisfied with their daily travel and able to fulfill their mobility needs without a car (Bergstad et al. 2011). From policy perspective, it would be important to understand the implications of car deficiency on mobility and wellbeing in different regions. Policy measures to reduce car ownership and car use could have different effects on households and wellbeing in different travel environments. Studying car deficient households in more detail would also add understanding if political measures to reduce car use have unequal consequences by gender due to intra-household contracts.

There are limitations to this research. First, defining car deficient households can be done in different ways, if the guideline for the definition is that households with fewer cars than drivers are car deficient. In this research, we didn't include single driver households with no car, and we did not consider adult children in households that may have a driving licence. This was done since having no car at all is very different than having at least one car in the household, and the intra-household contracts to have access to the household car are likely to be different between spouses compared to relationships between parents and children. However, it is worth noting that different definitions of car deficient households may result in different results. Second, no regional differences were considered. Analysis in rural and urban areas might result in different outcomes regarding travel behaviour and access to public transport. Third, there are limitations with the NTS data, in particular there are no identification numbers provided for spouses, which raises the potential for double counting households and spouses when undertaking this analysis. Unfortunately, this can't be verified, however it is likely to be only a rare occurrence.

Future research on car deficiency should be conducted using regional analysis. Also, qualitative analysis on intra-household contracts would help researchers to understand gender equity issues better. A map-based analysis on activity spaces of those who live in car deficient households and not car deficient households would help researcher to understand the implications of car deficiency on out-of-home activities and possibly wellbeing.

Acknowledgements

The authors would like to thank Traficom for providing access to the data for this research. The research was partly funded by grant from Tamperelaisen tutkimustyön tukisäätiö (Tampere Research Support Foundation).

References

- Anggraini, R., Arentze, T. A., & Timmermans, H. J. P. (2008). Car allocation between household heads in car deficient households: a decision model. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 8(4).
- Bergstad, C. J., Gamble, A., Gärling, T., Hagman, O., Polk, M., Ettema, D., Friman, M., & Olsson, L. E. (2011). Subjective well-being related to satisfaction with daily travel. *Transportation*, 38(1), 1–15.
- Blumenberg, E., Brown, A., & Schouten, A. (2020). Car-deficit households: determinants and implications for household travel in the US. *Transportation*, 47(3), 1103–1125.
- Dargay, J., Gately, D., & Sommer, M. (2007). Vehicle ownership and income growth, worldwide: 1960-2030. *The Energy Journal*, 28(4).
- Delbosch, A., & Currie, G. (2012). Choice and disadvantage in low-car ownership households. *Transport Policy*, 23, 8–14.
- Griggs, D., Stafford-Smith, M., Gaffney, O., Rockström, J., Öhman, M. C., Shyamsundar, P., Steffen, W., Glaser, G., Kanie, N., & Noble, I. (2013). Sustainable development goals for people and planet. *Nature*, 495(7441), 305–307.

Morris, E. A., Blumenberg, E., & Guerra, E. (2020). Does lacking a car put the brakes on activity participation? Private vehicle access and access to opportunities among low-income adults. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 136, 375–397.

Pastinen, V., Rantala, A., & Lehto, H. (2018). *Henkilöliikennetutkimus 2016: Tekninen raportti. Liikenneviraston Tutkimuksia Ja Selvityksiä.*

Särkijärvi, J., Jääskeläinen, S., & Lohko-Soner, K. (2018). *Toimenpideohjelma hielettömään liikenteeseen 2045: Liikenteen ilmastopolitiikan työryhmän loppuraportti.*

Scheiner, J., & Holz-Rau, C. (2012). Gendered travel mode choice: a focus on car deficient households. *Journal of Transport Geography*, 24, 250–261.

Spinney, J. E. L., Scott, D. M., & Newbold, K. B. (2009). Transport mobility benefits and quality of life: A time-use perspective of elderly Canadians. *Transport Policy*, 16(1), 1–11.

Tiikkaja, H., & Liimatainen, H. (2021). Car access and travel behaviour among men and women in car deficient households with children. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 10, 100367.

Tiikkaja, H., O'Hern, S., & Viri, R. (2021). Perceptions of trip making and wellbeing. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 12, 100464.

Tiikkaja, H., & Viri, R. (2021). The effects of COVID-19 epidemic on public transport ridership and frequencies. A case study from Tampere, Finland. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 10, 100348.

United Nations. (2018). *The sustainable development goals report 2018.* United Nations.

Viri, R., Mäkinen, J., & Liimatainen, H. (2021). Modelling car fleet renewal in Finland: A model and development speed-based scenarios. *Transport Policy*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2021.08.012>

Wang, S., & Ge, M. (2019). Everything You Need to Know About the Fastest-Growing Source of Global Emissions: Transport.

Kaupungissa yksinasuvien autollisten ja autottomien liikkumiskokemuksia

Tiikkaja, Hanne, tekniikan lisensiaatti, Liikenteen tutkimuskeskus Verne, Tampereen yliopisto

Tiivistelmä

Suomessa asuu lähes 1,3 miljoonaa ihmistä yhden hengen kotitaloudessa. Liikenneköyhyyden kannalta yksinasuvat muodostavat kiinnostavan erityisryhmän. Liikenneköyhyyden kokemusta voidaan arvioida tarkastelemalla hyvinvoinnin kannalta tärkeitä matkoja. Tässä tutkimuksessa selvitettiin, miten autottomissa ja autollisissa kotitalouksissa yksinasuvat työkäiset kokevat hyvinvoinnin kannalta tärkeiden matkojen tekemisen ja millaisia esteitä he kokevat liikkumisessaan. Tutkimusaineistona toimi Tampereen Hervannan ja Kalevan asukkaille suunnatun kyselytutkimuksen (2020) aineisto. Tulosten perusteella autottomat yksinasuvat pystyivät tekemään hyvinvoinnin kannalta tärkeät matkat yhtä hyvin kuin autolliset. Liikkumisessa koetuista haasteista ainoastaan määränpäiden sijainti kaukana kotoa koettiin autottomien keskuudessa suuremmaksi haasteeksi kuin autollisten parissa. Tulokset tukevat kestäviin kulkutapoihin perustuvan liikennejärjestelmän kehittämistä.

Avainsanat: Yksinasuvat; autonomistus; liikenneköyhyys; hyvinvointi

Johdanto

Yhden hengen kotitalouksien osuuden kasvu on maailmalla havaittu trendi (Erola & Kilpi-Jakonen 2022; Deka 2014; Young & Lachapelle 2017). Vuonna 2021 Suomessa kotitalouksista 46 % ja Tampereella 54 % oli yhden hengen kotitalouksia, mikä tarkoittaa lähes 1,3 miljoonaa

yksinasuvaa henkilöä Suomessa. Suomessa yhden hengen kotitalouksista 63 % oli alle 65-vuotiaiden kotitalouksia. Tampereella vastaava osuus oli 74 %. (Tilastokeskus 2021.) Yksinasuvien osuuden kasvun myötä myös yksinasuvien liikkumismahdollisuuksista ja -kokemuksesta tulisi kerätä lisää tietoa, jotta voidaan ymmärtää yksinasuvien erityispiirteitä liikkujina sekä mahdollisia liikkumisympäristössä koettuja haasteita.

Yksinasuvien liikkumistottumukset poikkeavat muun väestön liikkumistottumuksista. Yksinasuvat liikkuvat usein muilla kulkutavoilla kuin autolla, omistavat auton harvemmin sekä käyttävät autoa vähemmän matkoillaan (Young & Lachapelle 2017). Yksin asumisella on myös vaikutuksia asuinpaikkaan ja sen kautta liikkumistottumuksiin. Yksinasuvat asuvat useammin keskusta-alueilla sekä lähempänä työpaikkoja. Näin ollen yksinasuvat käyttävät vähemmän aikaa työmatkoihin ja pystyvät valitsemaan matkoilleen toisen kulkutavan henkilöauton sijaan. (Deka 2014; Young & Lachapelle 2017.) Suomessa tehdyn tutkimuksen mukaan kävelyyn ja joukkoliikenteeseen perustuvan liikennejärjestelmän kehittäminen parantaa eniten tyytyväisyyttä matkojen toimivuuteen ja turvallisuuteen (Tökkaja et al. 2020). Tyytyväisyys liikkumiseen ja tiettyihin kulkutapoihin liittyy kuitenkin moniin tekijöihin, joita ovat muun muassa asenteet, halukkuus käyttää tiettyä kulkutapaa, aikomus käyttää tiettyä kulkutapaa sekä toteutunut liikkumiskäyttäytyminen (De Vos et al. 2022). Näin ollen ihmiset, jotka ovat tyytyväisiä käyttämiinsä kulkutapoihin ja liikkumiseensa saattavat olla lähtökohtaisesti asenteiltaan, haluiltaan, toiveiltaan ja tarpeiltaan erilaisia kuin ne, jotka ovat tyytymättömiä liikkumiseensa. Liikkumistyytyväisyys ja asuinpaikka ovat myös yhteydessä toisiinsa. Ihminen on saattanut valita asuinpaikan, joka tukee henkilölle mieluisan kulkutavan käyttöä ja matkustusmieltymyksiä (residential self-selection) (Schwanen & Mokhtarian 2005) tai vastaavasti asua paikassa, jossa hän joutuu tahtomattaan käyttämään itselleen vähemmän mieluisaa kulkutapaa, mikä johtaa tyytymättömyyteen

(residential neighbourhood type dissonance) (Schwanen & Mokhtarian 2005; De Vos 2018).

Tutkimusten mukaan yksinasuvat eivät tee vähemmän matkoja kuin useamman henkilön kotitaloudessa asuvat, vaan matkaluku saattaa olla jopa suurempi. Tämä voi johtua siitä, että yksinasuvien on tehtävä kaikki kotitalouden matkat itse, eikä esimerkiksi kauppamatkoja voida jakaa kumppanin kanssa. (Young & Lachapelle 2017.) Yksinasuvien liikkumispäätöksiin eivät siis vaikuta kotitalouksien sisäiset sopimukset tai perheenjäsenten liikkumistarpeet, jotka voisivat vaikuttaa liikkumiskäyttäytymiseen (Ho & Mulley 2015). Yksinasuvien osuuden kasvun myötä autonomistus henkeä kohden kuitenkin saattaa kasvaa, sillä yksinasuvat eivät voi jakaa henkilöautoa oman kotitaloutensa jäsenten kanssa (Young & Lachapelle 2017). Kuitenkin liikenteen palveluistuminen, MaaS ja yhteiskäyttöautot voivat yleistyessään muuttaa tilannetta siten, että auton omistaminen ei ole yhtä välttämätön edellytys auton käytölle kuin nykyään (Christensen et al. 2022).

Suomessa yksinasuvien matkaluku kasvaa tulotason kasvaessa (Tiikkaja et al. 2019; Tiikkaja & Liimatainen 2020). Myös matkustussuorite kasvaa tulotason myötä yksinasuvilla (Tiikkaja et al. 2019). Yksinasuvilla henkilöautoilun osuus kulkutapajakaumasta kasvaa tulotason kasvun myötä jalankulun ja pyöräilyn vähentyessä. Alle 20 000 euron vuosituloryhmässä henkilöautoilun osuus yksinasuvilla on 37 % matkoista, kun suurimmissa tuloluokissa henkilöautoilun osuus kasvaa jopa 61 prosenttiin. Myös monta päivittäistä henkilöautomatkaa tehneiden osuus kasvaa yksinasuvilla tulojen kasvaessa siten, että alimmassa tuloluokassa vain noin 3 % tekee vähintään 5 henkilöautomatkaa päivässä, kun suuremmissa tuloryhmissä vastaava osuus on jopa 20 %. Päivittäisen henkilöautomatkojen määrän kasvaessa myös vaihtoehtoinen kulkutapa matkalle kuitenkin tunnustetaan useammin. (Tiikkaja & Liimatainen 2020.)

Yksinasuvien osuuden kasvu on johtanut epätasa-arvoon kotitalouksien tulojen suhteen, ja parinmuodostus vaikuttaa taloudelliseen tasa-arvoon yksilöiden välillä (Erola & Kilpi-Jakonen 2022). Käytettävissä olevat tulot vaikuttavat myös liikkumiseen ja asumiseen käytettävissä oleviin tuloihin. Suomessa yksinasuvat alle 65-vuotiaat käyttävät kotitalouden kulutuksesta hieman alle 15 % liikenteeseen, kun keskimäärin liikenteeseen käytetään hieman runsas 15 % kotitalouden kulutuksesta. Asumiseen ja energiaan yksinasuvat alle 65-vuotiaat käyttävät noin 34 % tuloistaan, kun keskimäärin kotitaloudet käyttävät noin 31 % asumiseen ja energiaan. (Tilastokeskus 2016.)

Liikenneköyhyys on termi, jonka avulla voidaan tutkia liikkumisen sosiaalista tasa-arvoa. Mikäli henkilö ei kykene täyttämään liikkumistarpeitaan eikä henkilöllä ole mahdollisuutta liikkua kohtuullisella vaivalla, kohtuullisilla kustannuksilla, kohtuullisessa ajassa ja terveyttään tai turvallisuuttaan vaarantamatta niihin paikkoihin, joissa päivittäisiä tarpeita on mahdollista tyydyttää, voidaan puhua liikenneköyhyydestä. Liikenneköyhyyteen liittyy vahvasti olemassa olevat kulkutapavaihtoehdot sekä pakotettu autonomistus (forced car ownership). Suomessa liikenneköyhyyden pääasialliset syntymekanismit liittyvät liikkujan henkilökohtaisiin tekijöihin sekä asuinpaikkaan liittyviin tekijöihin. Suurilla kaupunkiseuduilla liikenneköyhyys liittyy usein joukkoliikennepalveluiden saatavuuteen ja palvelutasoon. (Tiikkaja et al. 2018.)

Liikenneköyhyys voidaan jakaa kahteen näkökulmaan: objektiiviseen ja subjektiiviseen liikenneköyhyyteen. Objektiivinen liikenneköyhyys tarkoittaa luotettavilla mittareilla mitattavissa olevaa liikenneköyhyyttä, kun taas subjektiivinen liikenneköyhyys viittaa henkilön kokemukseen perustuvaan liikenneköyhyyteen. (Tiikkaja et al. 2019.) Tässä tutkimuksessa tarkastellaan subjektiivista liikenneköyhyyden kokemusta arvioimalla hyvinvoinnin kannalta

tärkeiden matkojen tekemistä kohtuullisella vaivalla, kohtuullisessa ajassa, kohtuullisilla kustannuksilla sekä terveyttä ja turvallisuutta vaarantamatta. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, miten autottomissa ja autollisissa kotitalouksissa yksinasuvat kokevat hyvinvoinnin kannalta tärkeiden matkojen tekemisen. Lisäksi arvioidaan, millaisia esteitä tutkittavat kokevat hyvinvoinnin kannalta tärkeiden matkojen tekemisessä. Tutkimusaineistona toimii Tampereen Hervannan ja Kalevan asukkaille suunnatun kyselytutkimuksen (2020) aineisto, jonka otokseen valittiin kaikki suomea äidinkielenään puhuvat 18 vuotta täyttäneet alueen asukkaat. Tässä tutkimuksessa tutkittavina ovat työikäiset (18–64-vuotiaat) vastaajat. Tutkimuskysymykset ovat: 1) Miten tutkittavien taustatiedot ja liikkumistottumukset eroavat autollisissa ja autottomissa kotitalouksissa? 2) Miten tutkittavien kokemus hyvinvoinnin kannalta tärkeiden matkojen tekemisestä vaihtelee autottomissa ja autollisissa kotitalouksissa? ja 3) Miten tutkittavien liikkumisessa kokemat esteet vaihtelevat autottomissa ja autollisissa kotitalouksissa?

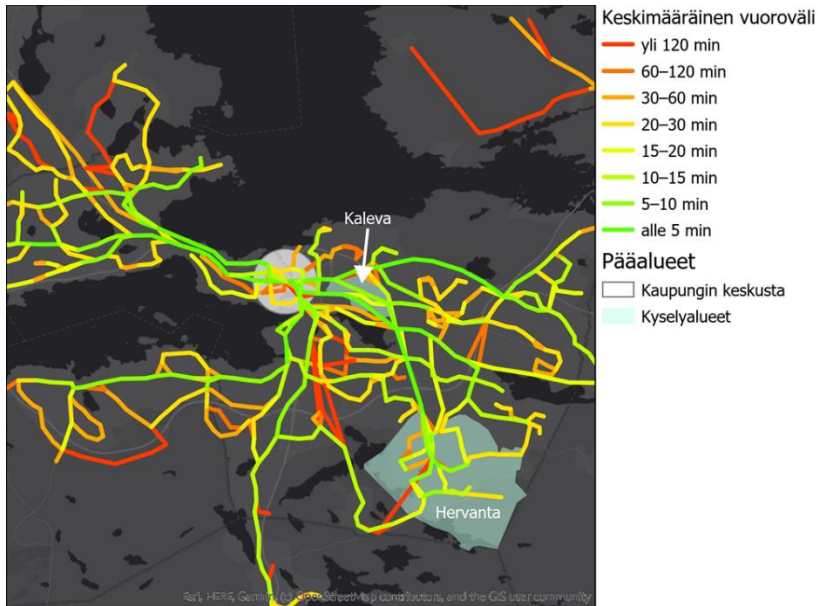
Seuraavassa luvussa kerrotaan tarkemmin tutkimusaineistosta ja -menetelmistä. Tämän jälkeen esitetään analyysien tulokset. Lopuksi tuloksista tehdään päätelmät sekä pohditaan tutkimuksen rajoitteita ja tulevaisuuden kannalta kiinnostavia tutkimusaiheita.

Aineisto, rajaukset ja menetelmät

Tutkimusaineisto kerättiin vuoden 2020 syksyllä Tampereen Hervannan ja Kalevan 18 vuotta täyttäneille suomea äidinkielenään puhuville asukkaille suunnatulla kyselytutkimuksella. Kyselyssä vastaajilla oli mahdollisuus kertoa liikkumismahdollisuuksista, liikkumisen esteistä sekä toimenpiteistä, jotka helpottaisivat liikkumista arjessa. Vastaajien oli mahdollista osallistua tutkimukseen internetlomakkeella tai postilomakkeella. Tutkimuksen otokseen valittiin satunnaisesti 2 000 henkilöä. Tutkimukseen vastasi yhteensä

484 vastaajaa kokonaisvastausprosentin ollessa 24,2 %. (Tiikkaja 2021.)

Tutkimusalueet on esitetty kuvassa 1. Tutkimusalueilla on erittäin hyvä joukkoliikennetarjonta, ja tutkimuksen toteutuksen jälkeen alueilla on alkanut myös raitiovaunuliikenne.



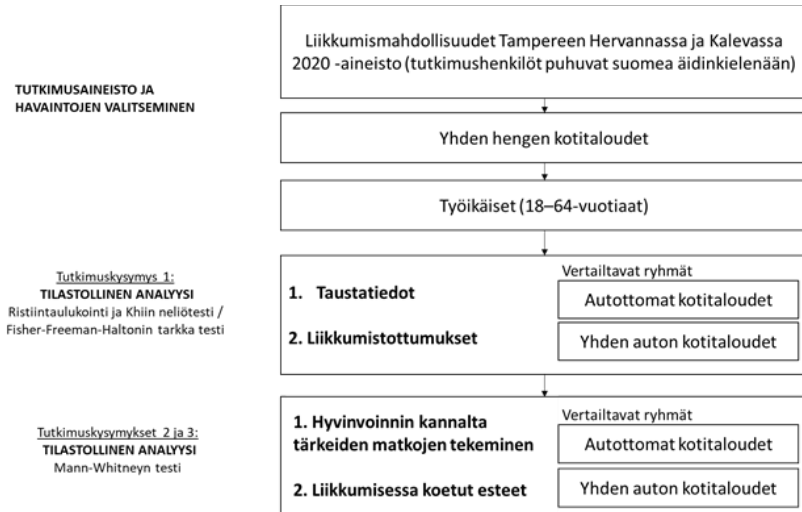
Kuva 1. Tutkimusalueet ja tutkimusajakobdan joukkoliikennetarjonta.

Tutkimusaineiston rajausta ja analyysien etenemistä on esitetty kuvassa 2. Tutkimukseen poimittiin mukaan ne tutkimushenkilöt, joiden kotitalouden koko oli yksi (yksinasuvat) ja joiden ikä oli alle 65 vuotta. Ikärajaus tehtiin, koska eläkeikäisten liikkumistottumukset ovat erilaisia työkäisiin verrattuna. Rajausten jälkeen havaintoja jäi aineistoon 152, joista 96 (63 %) asui autottomassa kotitaloudessa ja 56 (37 %) yhden auton kotitaloudessa. Tutkimuksessa vertailtavat ryhmät

olivat siis *autollisessa* ja *autottomassa* kotitaloudessa suomea äidinkielenään puhuvat yhden hengen kotitalouksissa asuvat työkäiset Tampereen Hervannassa ja Kalevassa.

Tutkimuskysymykseen 1 vastattiin ristiintaulukointien avulla vertailemalla tutkittavien taustatietoja sekä liikkumistottumuksia. Tilastollisia eroja vastaajaryhmien välillä arvioitiin Khiin neliötestin (χ^2) avulla. Khiin neliötestin avulla tarkastellaan, riippuvatko ristiintaulukoidut muuttujat toisistaan (Crawley 2007, s. 303). Testillä on kuitenkin odotettuihin frekvensseihin liittyviä edellytyksiä (Heikkilä 2014), ja niissä tapauksissa, joissa havaintomäärät eivät riittäneet täyttämään tilastollisen testin vaatimuksia, rajoitteesta on ilmoitettu taulukossa tai kuvassa kyseisen muuttujan kohdalla. Tapauksissa, joissa ehdot eivät täytyneet, muuttujien vertailuun käytettiin Fisher-Freeman-Haltonin tarkkaa testiä (Fisher-Freeman-Halton Exact Test) (Crawley 2007, s. 309), ja ryhmien välisten erojen tilastollisen merkitsevyyden vertailuun valittiin testin 2-suuntainen tarkka p-arvo.

Tutkimuskysymysten 2 ja 3 analysoimisessa hyödynnettiin järjestysasteikollisille muuttujille soveltuvaa Mann-Whitneyn U-testiä, jota käytetään kahden riippumattoman otoksen t-testin ei-parametrisena vastineena (Crawley 2007, s. 297). Tilastolliset testit suoritettiin IBM SPSS 28 -ohjelmistolla ja tilastollisen merkitsevyyden raja asetettiin p-arvoon 0,05.



Kuva 2. Tutkimuksen rajaukset ja analyysit.

Tulokset

Taustatiedot ja liikkumistottumukset

Vastaajien taustatietoja autollisissa ja autottomissa kotitalouksissa vertailtiin käyttämällä menetelmänä ristiintaulukointia ja Khiin neliötestiä, jonka tilastolliset tulokset esitetään taulukossa 1. Autottomissa kotitalouksissa asuvat olivat useammin naisia, kun taas autollisissa kotitalouksissa asuvista jopa 70 % oli miehiä. Erot ryhmien välillä olivat tilastollisesti merkitseviä. Autottomassa kotitaloudessa asuvat olivat myös useammin nuorempia kuin autollisissa kotitalouksissa asuvat, mutta tilastollisesti merkitsevää eroa ryhmien välillä ei havaittu. Autolliset olivat useammin työssäkäyviä, kun taas opiskelijat sekä työttömät, lomautetut ja sairauslomalla olevat korostuivat autottomissa kotitalouksissa. Ero ansiotyössäkäynnissä oli tilastollisesti merkitsevä. Autottomat kotitaloudet olivat myös pienituloisempia ja ero ryhmien välillä oli tilastollisesti merkitsevä.

Autottomassa kotitaloudessa asuvista kolmella neljästä oli ajokortti, kun taas autollisissa kotitalouksissa asuvilla kaikilla oli luonnollisesti ajokortti. Joukkoliikenteen matkakortti löytyi hieman useammin autottomassa kotitaloudessa asuvilta, mutta myös autollisissa kotitalouksissa suurella osalla oli joukkoliikenteen matkakortti. Ero oli kuitenkin tilastollisesti merkitsevä. Myös auton käyttömahdollisuudessa havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero, mikä oli oletettavaa verrattaessa autottomia ja autollisia kotitalouksia.

Taustatietoja		Autottomat		Autolliset	
Sukupuoli (N=152) *p = 0,002	Mies	40	42 %	39	70 %
	Nainen	52	54 %	17	30 %
	Muu/En halua sanoa	4	4 %	0	0 %
YHT		96	100 %	56	100 %
Ikäryhmä (N=152) $\chi^2(2)=3,881$, p = 0,144	18–29 vuotta	57	59 %	24	43 %
	30–44 vuotta	21	22 %	17	30 %
	45–64 vuotta	18	19 %	15	27 %
	YHT	96	100 %	56	100 %
Ansiotyössäkäynti (N=152) *p = 0,011	olen kokopäivätyössä	20	21 %	26	46 %
	olen osa-aikatyössä tai teen työtä satunnaisesti	5	5 %	1	2 %
	olen työttömän, lomautettu tai sairauslomalla	16	17 %	3	5 %
	olen kotiäiti tai koti-isä	0	0 %	0	0 %
	olen opiskelija	45	47 %	22	39 %
	olen osa-aikaeläkkeellä tai eläkkeellä	8	8 %	2	4 %
	muu	2	2 %	2	4 %
	YHT	96	100 %	56	100 %
Tulot (N=151) $\chi^2(4)=14,256$, p = 0,007	alle 10 000 e	46	48 %	14	26 %
	10 000–20 000 e	28	29 %	14	26 %
	20 001–40 000 e	16	17 %	15	27 %
	40 001–60 000 e	4	4 %	10	18 %
	60 001–80 000 e	2	2 %	2	4 %
	yli 80 000 e	0	0 %	0	0 %
	YHT	96	100 %	55	100 %
Ajokortti (N=152) $\chi^2(1)=16,625$, p < 0,001	kyllä	72	75 %	56	100 %
	ei	24	25 %	0	0 %
	YHT	96	100 %	56	100 %
Joukkoliikenteen matkakortti (N=152) $\chi^2(1)=4,316$, p = 0,038	kyllä	87	91 %	44	86 %
	ei	9	9 %	12	14 %
	YHT	96	100 %	56	100 %
Auton käyttömahdollisuus (N=152) $\chi^2(2)=114,735$, p < 0,001	aina tai melkein aina	2	2 %	48	86 %
	toisinaan	17	18 %	5	9 %
	harvoin tai ei koskaan	77	80 %	3	5 %
	YHT	96	100 %	56	100 %

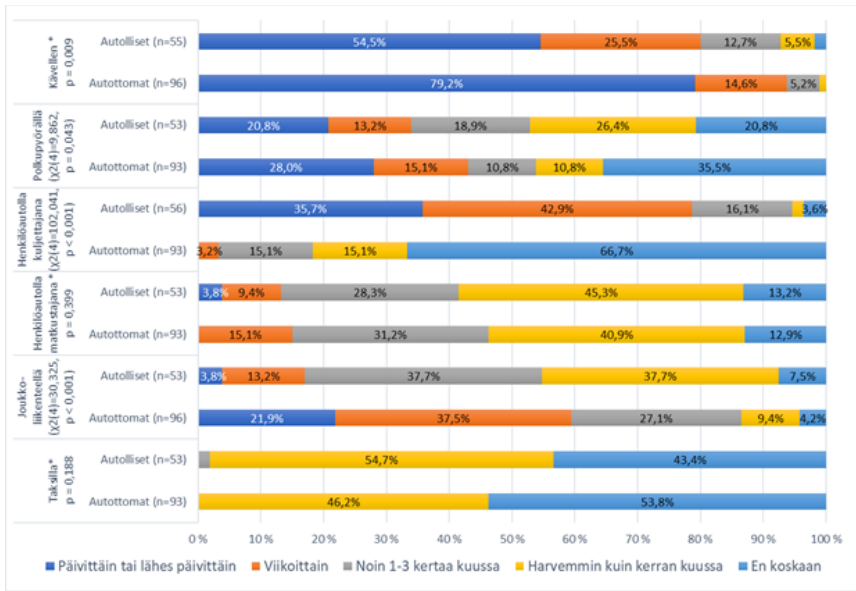
Taulukko 1. Vastaajien taustatiedot ja Kbiin neliötestin tulokset (= Kbiin neliötestin edellytykset eivät täyty ja p-arvo on Fisher-Freeman-Haltonin tarkan testin p-arvo).*

Taulukossa 2 esitetään vastaajien liikkumistottumuksiin liittyviä kuvailevia tietoja sekä Khiin neliötestin tulokset. Autollisissa kotitalouksissa asuvat tekivät hieman autottomia enemmän päivittäisiä matkoja ja käyttivät liikkumiseen hieman enemmän aikaa. Erot eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä. Autottomat käyttivät liikkumiseen selvästi vähemmän rahaa kuukaudessa kuin autollisissa kotitalouksissa asuvat vastaajat, ja ero oli myös tilastollisesti merkitsevä. Autollisissa kotitalouksissa asuvista runsas puolet oli sitä mieltä, että pystyisi tekemään hyvinvoinnin kannalta tärkeät matkat ilman autoa, kun taas autottomista tätä mieltä oli jopa 95 % vastaajista. Ero ryhmien välillä havaittiin tilastollisesti merkitseväksi. Autottomat suhtautuivat joukkoliikenteellä liikkumiseen myönteisemmin kuin autolliset, ja ero oli tilastollisesti merkitsevä.

Eri kulkutapojen käyttöuseus autottomissa ja autollisissa kotitalouksissa sekä Khiin neliötestin tulokset on esitetty kuvassa 3. Autottomat liikkuivat selvästi autollisia useammin kävellen ja ero oli tilastollisesti merkitsevä. Myös polkupyörällä usein liikkuvien osuus oli suurempi autottomien ryhmässä, mutta toisaalta useampi autoton myös ilmoitti, ettei liiku polkupyörällä lainkaan. Ero oli myös tilastollisesti merkitsevä. Autolliset liikkuivat henkilöautolla kuljettajana selvästi autottomia useammin, mutta henkilöautolla matkustajana liikkumisessa ei havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja ryhmien välillä. Autottomat liikkuivat myös joukkoliikenteellä autollisia selvästi useammin, mutta taksin käytössä ei havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja.

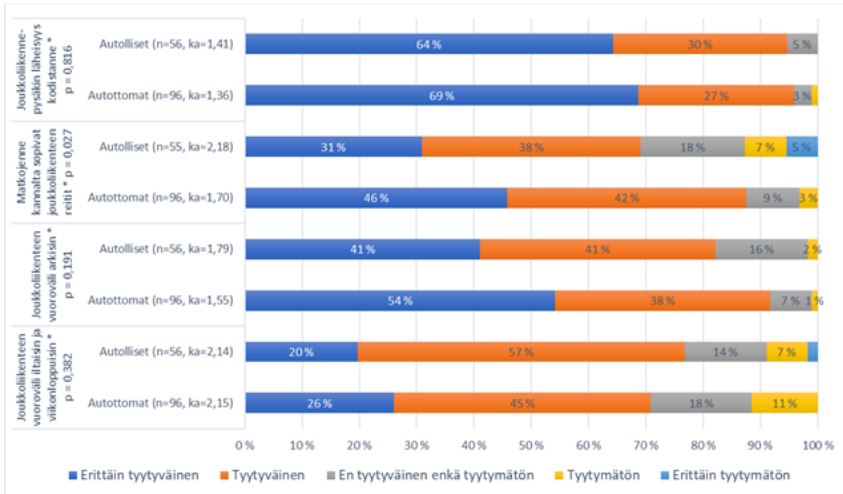
Taustatietoja		Autottomat		Autolliset	
Päivittäinen matkamäärä (N=152) * p = 0,331	en tee yleensä yhtään matkaa	8	8 %	3	5 %
	1 matka	13	14 %	7	13 %
	2–3 matkaa	57	59 %	29	52 %
	4–5 matkaa	16	17 %	12	21 %
	yli 5 matkaa	2	2 %	5	9 %
YHT		96	100 %	56	100 %
Päivittäinen matka-aika (N=152) * p = 0,215	alle 45 minuuttia	50	52 %	33	59 %
	45–60 minuuttia	30	31 %	9	16 %
	61–75 minuuttia	6	6 %	5	9 %
	76–89 minuuttia	2	2 %	4	7 %
	1,5–2 tuntia	5	5 %	2	4 %
	yli 2 tuntia	3	3 %	3	5 %
YHT		96	100 %	56	100 %
Kuukausittainen liikkumiskustannus (N=152) * p < 0,001	alle 50 euroa	75	78 %	15	27 %
	50–150 euroa	21	22 %	25	45 %
	151–250 euroa	0	0 %	9	16 %
	251–400 euroa	0	0 %	4	7 %
	401–600 euroa	0	0 %	3	5 %
	yli 600 euroa	0	0 %	0	0 %
YHT		96	100 %	56	100 %
Pystytekö tai pystyisittekö tekemään oman hyvinvointinne kannalta tärkeät matkat ilman omaa autoa? (N=152) $\chi^2(1)=34,720$, p < 0,001	Kyllä	91	95 %	31	55 %
	En	5	5 %	25	45 %
	YHT	96	100 %	55	100 %
Suhtautuminen joukkoliikenteellä liikkumiseen (N=150) * p < 0,001	matkustan joukkoliikenteellä mielelläni	65	68 %	16	29 %
	matkustan joukkoliikenteellä tarvittaessa, mutta valitsen mieluummin toisen kulkutavan	23	24 %	25	46 %
	matkustan joukkoliikenteellä vain pakon edessä	5	5 %	11	20 %
	en kykene matkustamaan joukkoliikenteellä esimerkiksi sairauden tai vamman vuoksi	0	0 %	0	0 %
	en matkusta joukkoliikenteellä lainkaan	2	2 %	3	6 %
	YHT	95	100 %	55	100 %

Taulukko 2. Vastaajien liikkumistottumukset ja Khiin neliötestin tulokset (=Khiin neliötestin edellytykset eivät täyty ja p-arvo on Fisher-Freeman-Haltonin tarkan testin p-arvo).*



Kuva 3. Eri kulkutapojen käyttösens ja Kbiin neliotestin tulokset autollisissa ja autottomissa kotitalouksissa (*= Kbiin neliotestin edellytykset eivät täyty ja p-arvo on Fisher-Freeman-Haltonin tarkan testin p-arvo).

Vastaajia pyydettiin arvioimaan tyytyväisyyttä joukkoliikenteen eri palvelutasotekijöihin (kuva 4) asteikolla 1 = erittäin tyytyväinen, 2 = tyytyväinen, 3 = en tyytyväinen enkä tyytymätön, 4 = tyytymätön, 5 = erittäin tyytymätön. Sekä autolliset että autottomat olivat tyytyväisiä joukkoliikennepysäkin läheisyyteen kodista. Autottomat kokivat hieman autollisia useammin, että joukkoliikenteen reitit sopivat heidän matkoilleensa. Autottomat olivat myös hieman tyytyväisempiä joukkoliikenteen vuoroväliin arkisin. Tyytyväisyydessä joukkoliikenteen vuoroväleihin iltaisin ja viikonloppuisin ei havaittu suurta eroa autottomien ja autollisten välillä. Kuitenkin ainoastaan matkojen kannalta sopivien reittien osalta erot ryhmien välillä olivat tilastollisesti merkitseviä.



Kuva 4. Tyytyväisyys joukkoliikenteen palvelutasoteikkijöihin. Keskiarvo (ka) sekä havaintomäärät (n) (*= *Khiin neliötestin edellytykset eivät täyty ja p-arvo on Fisher-Freeman-Haltonin tarkan testin p-arvo*).

Hyvinvoinnin kannalta tärkeiden matkojen tekeminen

Vastaajia pyydettiin arvioimaan asteikolla 1 = *täysin samaa mieltä*, 2 = *jokseenkin samaa mieltä*, 3 = *en samaa enkä eri mieltä*, 4 = *jokseenkin eri mieltä*, 5 = *täysin eri mieltä*, mitä mieltä he olivat hyvinvointinsa kannalta tärkeiden matkojen tekemiseen liittyvistä väittämistä. Väittämät sekä Mann-Whitneyn U-testin tulokset ryhmien vertailemiseksi on esitetty taulukossa 3. Tulosten perusteella havaitaan, että autottomissa ja autollisissa kotitalouksissa asuvien välillä ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa hyvinvoinnin kannalta tärkeiden matkojen tekemistä koskevissa väittämässä. Molemmissa ryhmissä vastaajat kokivat pystyvänsä tekemään kaikki hyvinvoinnin kannalta tärkeät matkat, eikä useampien matkojen tekemistä nähty merkittävänä keinona lisätä hyvinvointia. Hyvinvoinnin kannalta tärkeät matkat pystyttiin myös tekemään molemmissa ryhmissä kohtuullisessa ajassa, kohtuullisella

vaivalla, kohtuullisilla kustannuksilla sekä turvallisesti ja terveyttä vaarantamatta.

Väittäjä	Ryhmät	Mann-Whitneyn U-testin tulokset				Tilastolliset tunnusluvut	
		N	Järjestyslukujen keskiarvo	Järjestyslukusummien keskiarvo	p	Keskiarvo	Keskihajonta
Pystyn tekemään kaikki hyvinvointini kannalta tärkeät matkat (N=152)	Autottomat	96	77,78	7466,50	0,452	1,23	0,61
	Autolliset	56	74,31	4161,50		1,13	0,33
Hyvinvointini lisääntyisi, jos pystyisin tekemään enemmän matkoja (N=152)	Autottomat	96	71,95	6907,00	0,085	3,30	1,28
	Autolliset	56	84,30	4721,00		3,66	1,25
Pystyn kulkemaan kohtuullisessa ajassa hyvinvointini kannalta tärkeisiin kohteisiin (N=152)	Autottomat	96	77,93	7481,50	0,493	1,33	0,61
	Autolliset	56	74,04	4146,50		1,27	0,56
Pystyn kulkemaan kohtuullisella vaivalla hyvinvointini kannalta tärkeisiin kohteisiin (N=152)	Autottomat	96	78,58	7543,50	0,365	1,46	0,66
	Autolliset	56	72,94	4084,50		1,34	0,51
Pystyn kulkemaan kohtuullisilla kustannuksilla hyvinvointini kannalta tärkeisiin kohteisiin (N=151)	Autottomat	95	73,92	7022,50	0,351	1,38	0,72
	Autolliset	56	79,53	4453,50		1,55	0,97
Pystyn kulkemaan turvallisesti ja terveyttäni vaarantamatta hyvinvointini kannalta tärkeisiin kohteisiin (N=152)	Autottomat	96	79,78	7658,50	0,146	1,49	0,77
	Autolliset	56	70,88	3969,50		1,30	0,57

Taulukko 3. Mann-Whitneyn U-testin tulokset hyvinvoinnin kannalta tärkeiden matkojen tekemisessä.

Liikkumisen esteet

Vastaajia pyydettiin arvioimaan hyvinvoinnin kannalta tärkeiden matkojen tekemisessä koettuja esteitä asteikolla *1 = En koe esteeksi, 2 = Koen pieneksi esteeksi, 3 = Koen kohtalaiseksi esteeksi, 4 = Koen merkittäväksi esteeksi.* Arvioitavia esteitä olivat

1. liikkumisen hinta
2. määränpäätt sijaitsevat kaukana kotoani
3. matkaan kuluva aika
4. matkan esteettömyys
5. sairaus, vamma tai liikuntaeste

6. puutteelliset joukkoliikenneyhteydet
7. tiedon saaminen joukkoliikenteen aikatauluista ja reiteistä
8. taksin tilaamisen vaikeus
9. taksin saatavuus ja varmuus taksin saamisesta
10. liikkumisen turvattomuus
11. jalankulku- tai pyöräväylien vähäisyys tai kunnossapidon puutteet ja
12. puutteelliset pyörän säilytys- ja pysäköintimahdollisuudet.

Lisäksi autottomien osalta analysoitiin autottomuutta liikkumisen haasteena, autottomien ja ajokortittomien osalta ajokortittomuutta ja autollisten osalta puutteellisia auton pysäköintimahdollisuuksia.

Tulosten perusteella ainoastaan haasteessa ”määränpäät sijaitsevat kaukana kotoani” havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero autollisten ja autottomien kotitalouksien välillä siten, että autottomat kotitaloudet kokivat tämän suuremmaksi haasteeksi kuin autolliset kotitaloudet. Muiden haasteiden osalta autottomien ja autollisten kotitalouksien väliltä ei löydetty tilastollisesti merkitseviä eroja (taulukko 4). Autottomuutta tai ajokortittomuutta ei koettu keskiarvallisesti huomattavasti suuremmaksi esteeksi hyvinvoinnin kannalta tärkeiden matkojen tekemiselle kuin muitakaan haasteita. Autollisten osalta auton puutteelliset pysäköintimahdollisuudet puolestaan nousivat selkeästi havaituksi esteeksi hyvinvoinnin kannalta tärkeiden matkojen tekemiselle.

Este	Ryhmät	Mann-Whitneyn U-testin tulokset				Tilastolliset tunnusluvut	
		N	Järjestyslukujen keskiarvo	Järjestyslukusummien keskiarvo	p	Keskiarvo	Keskiahajonta
Liikkumisen hinta (N=152)	Autottomat	96	76,43	7337,50	0,976	1,47	0,81
	Autolliset	56	76,62	4290,50		1,46	0,81
Määränpäät sijaitsevat kaukana kotoani (N=152)	Autottomat	96	82,96	7964,00	0,008	1,73	0,81
	Autolliset	56	65,43	3664,00		1,41	0,71
Matkaan kuluva aika (N=152)	Autottomat	96	78,29	7515,50	0,468	1,68	0,81
	Autolliset	56	73,44	4112,50		1,55	0,69
Matkan esteettömyys (N=152)	Autottomat	96	76,29	7323,50	0,889	1,18	0,56
	Autolliset	56	76,87	4304,50		1,16	0,50
Sairaus, vamma tai liikuntaeste (N=152)	Autottomat	96	77,24	7415,00	0,637	1,23	0,66
	Autolliset	56	75,23	4213,00		1,20	0,62
Puutteelliset joukkoliikenneyhdytykset (N=151)	Autottomat	96	72,61	6970,50	0,147	1,48	0,77
	Autolliset	55	81,92	4505,50		1,64	0,80
Tiedon saaminen joukkoliikenteen aikatauluista ja reiteistä (N=152)	Autottomat	96	74,64	7165,00	0,371	1,37	0,80
	Autolliset	56	79,70	4463,00		1,43	0,74
Taksin tilaamisen vaikeus (N=151)	Autottomat	95	77,22	7336,00	0,457	1,20	0,52
	Autolliset	56	73,93	4140,00		1,18	0,54
Taksin saatavuus ja varmuus taksin saamisesta (N=151)	Autottomat	96	75,68	7265,00	0,855	1,25	0,63
	Autolliset	55	76,56	4211,00		1,24	0,54
Liikkumisen turvattomuus (N=152)	Autottomat	96	78,93	7577,00	0,230	1,33	0,61
	Autolliset	56	72,34	4051,00		1,25	0,61
Jalanalku- tai pyöräilyväylien vähäisyys tai kunnossapidon puutteet (N=152)	Autottomat	96	75,01	7201,00	0,536	1,61	0,91
	Autolliset	56	79,05	4427,00		1,68	0,90
Puutteelliset pyörän säilytys- ja pysäköintimahdollisuudet (N=152)	Autottomat	96	72,53	6962,50	0,093	1,50	0,81
	Autolliset	56	83,31	4665,50		1,01	1,60
Autottomuus (N=95)	Autottomat	95				1,72	0,86
Ajokortittomuus (N=24)	Autottomat ja ajokortittomat	24				1,50	0,51
Puutteelliset auton pysäköintimahdollisuudet (N=56)	Autolliset	56				2,32	0,97

Taulukko 4. Mann-Whitneyn U-testin tulokset hyvinvoinnin kannalta tärkeiden matkojen tekemisessä koetuissa esteissä.

Johtopäätökset

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten kaupungissa asuvat autottomissa ja autollisissa kotitalouksissa yksinasuvat kokevat hyvinvoinnin kannalta tärkeiden matkojen tekemisen ja siihen liittyvät esteet. Tutkimusasetelma pohjautuu subjektiivisen liikenneköyhyyden arvioimiseen tutkittavien oman kokemuksen perusteella (Tiikkaja et al. 2019).

Tulosten perusteella yksinasuvien kokemus hyvinvoinnin kannalta tärkeiden matkojen tekemisestä tai liikkumisesta koetuista esteistä ei riipu kotitalouden autonomistuksesta. Ainoastaan määränpäiden sijainti kaukana kodista koettiin tilastollisesti merkitsevästi suuremmaksi esteeksi liikkumiselle autottomissa kotitalouksissa. Kirjallisuuden perusteella yksinasuvat omistavat auton harvemmin kuin suuremmissa kotitalouksissa asuvat ja käyttävät autoa harvemmin matkoillaan (Young & Lachapelle 2017), mikä saattaa kertoa pienemmästä autoriippuvaisuudesta sekä pienemmästä tottumuksesta valita auto kulkutavaksi matkalle. Tulosten perusteella on perusteltua sanoa, että hyvien joukkoliikenneyhteyksien varrella asuvat yksinasuvat eivät pääasiassa koe merkittäviä esteitä liikkumisessaan, eikä liikenneköyhyyden ilmeneminen tässä ryhmässä näytä liittyvän autottomuuteen. Tulos vahvistaa aiempaa tutkimusta, jonka mukaan kävelyyn ja joukkoliikenteeseen perustuva liikennejärjestelmä tukee tyytyväisyyttä matkojen toimivuuteen ja turvallisuuteen (Tiikkaja et al. 2020). Vahvaan joukkoliikenteeseen ja kestäviin kulkutapoihin perustuvalla liikennesuunnittelulla on mahdollista ehkäistä autoriippuvuutta sekä autottomuudesta johtuvaa liikenneköyhyyttä. Tulos on merkityksellinen sekä liikennesuunnittelun että kaavoituksen näkökulmasta.

On kuitenkin tärkeää huomata, että autollisissa kotitalouksissa henkilöauton pysäköintipaikkojen puute koettiin selvästi merkittäväksi haasteeksi liikkumisessa. Kaikkien ei ole mahdollista tehdä hyvinvoinnin kannalta tärkeitä matkoja ilman autoa, joten myös auton käyttömahdollisuuksia on tärkeää ylläpitää liikkumisympäristössä.

Tällä tutkimuksella on rajoitteita, jotka on otettava huomioon tulosten tarkastelussa. Tutkimusalueilla on hyvä palvelutarjonta sekä toimivat joukkoliikenneyhteydet. Tuloksia ei siis voida yleistää koskemaan muun tyyppisiä alueita, mutta tuloksia voidaan käyttää kannustimena kehittää alueita palvelu- ja joukkoliikennetarjonnaltaan kattaviksi.

Tutkimusaineiston keruun aikana Tampereen raitiotie ei ollut vielä käytössä, joten joukkoliikennejärjestelmän muutokset ovat saattaneet vaikuttaa myös ihmisten kokemukseen joukkoliikenteen käytöstä. Keväällä 2022 toteutettiin vastaava tutkimus samoilla tutkimusalueilla, jolloin raitiotien vaikutuksia voidaan analysoida tarkemmin ja verrata tuloksia tässä tutkimuksessa hyödynnetyn kyselyn tuloksiin. Tutkimuksen perusjoukkoon kuuluivat myös ainoastaan suomea äidinkielenään puhuvat henkilöt, vaikka alueilla sijaitsee runsaasti muuta kuin suomea äidinkielenään puhuvia, joiden kokemus liikkumisesta saattaa poiketa kantaväestöstä. Havaintomäärien riittämättömyyden vuoksi tutkimuksessa ei myöskään tarkasteltu tutkittavia tuloryhmittäin, mikä olisi voinut paljastaa eroavaisuuksia ryhmien välillä. Tulevaisuudessa tuloryhmittäinen tarkastelu sekä tutkimusalueiden laajentaminen erityyppisille alueille saattaisi paljastaa uusia näkökulmia yksinasuvien liikkumistottumuksista ja -haasteista.

Kiitokset

Kirjoittaja haluaa kiittää Koneen Säätiötä kyselytutkimuksen rahoittamisesta sekä Tamperelaisen tutkimustyön tukisäätiötä tutkimuksen rahoituksesta. Kiitos myös Riku Virille (Liikenteen tutkimuskeskus Verne) kuvan 1 laatimisesta.

Lähteet

Christensen, T. H., Friis, F. & Nielsen, M.V. 2022. Shifting from ownership to access and the future for MaaS: Insights from car sharing practices in Copenhagen. *Case Studies on Transport Policy* 10 (2022) 841–850. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2022.02.011>

Crawley, M. J. 2007. *The R Book*. 1st ed. New York: Wiley. Web.

Deka, D. 2014. The Living, Moving and Travel Behaviour of the Growing American Solo: Implications for Cities. *Urban Studies* 51(4) 634–654, March 2014. <https://doi.org/10.1177%2F0042098013492233>

De Vos, J. 2018. Do people travel with their preferred travel mode? Analysing the extent of travel mode dissonance and its effect on travel satisfaction. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 117. 261–274. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.08.034>

De Vos, J., Singleton, P.A. & Gärling, T. 2022. From attitude to satisfaction: introducing the travel mode choice cycle, *Transport Reviews*, 42:2, 204–22. <https://doi.org/10.1080/01441647.2021.1958952>

Erola, J. & Kilpi-Jakonen, E. 2022. The role of partnering and assortative mating for income inequality: The case of Finland, 1991–2014. *Acta Sociologica* 2022, Vol. 65(2) 130–149. <https://doi.org/10.1177%2F00016993211004703>

Ho, C. & Mulley, C. 2015. Intra-household interactions in transport research: a review. *Transport Reviews*, 35:1, 33–55. <https://doi.org/10.1080/01441647.2014.993745>

Heikkilä, T. 2014. Tilastollinen tutkimus. Riippuvuudet 2. Edita Publishing Oy. Saantitapa: www.tilastollinentutkimus.fi/5.SPSS/Riippuvuudet.pdf, viitattu 6.5.2022

Schwanen, T. & Mokhtarian, P. L. 2005. What affects commute mode choice: neighborhood physical structure or preferences toward neighborhoods? *Journal of Transport Geography* 13. 83–99. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2004.11.001>

Tilastokeskus 2016. Helsinki: Kotitalouksien kulutus [verkojulkaisu]. Saantitapa: <https://www.stat.fi/tilasto/ktutk>, viitattu 5.5.2022

Tilastokeskus 2021. Helsinki: Asunnot ja asuinolot [verkojulkaisu]. Saantitapa: <https://www.stat.fi/tilasto/asas>, viitattu 5.5.2022

Tiikkaja, H., Liimatainen, H. & Pöllänen, M., 2018. Liikenneköyhyys Suomessa. *Liikenne* 2018. 52–62. <http://www.urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-202008196559>

Tiikkaja, H., Liimatainen, H. & Pöllänen, M., 2019. Miten voidaan tunnistaa liikenneköyhyydestä kärsivät? Liikenneköyhyyden tutkiminen objektiivisena ja subjektiivisena ilmiönä. *Liikenne* 2019. 34–60. <http://www.urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-202008196560>

Tiikkaja, H. & Liimatainen, H., 2020. Liikenteen ympäristövaikutusten vähentäminen kulkutapavalintojen muutosten avulla eri tulo- ja perheryhmissä. *Alue ja ympäristö Vol 49 Nro 2 (2020)*. 130–144. <https://doi.org/10.30663/ay.89074>

Tiikkaja, H., Liimatainen, H. & Pöllänen, M., 2020. Satisfaction with general functionality and safety of travel in relation to residential environment and satisfaction with transport modes. *European Transport Research Review* (2020) 12:32. <https://doi.org/10.1186/s12544-020-00423-9>

Tiikkaja, H. 2021. Liikkumismahdollisuudet Tampereen Hervannassa ja Kalevassa 2020. Yhteenvetoraportti kyselytutkimuksen päätuloksista. Tampereen yliopisto, Rakennetun ympäristön tiedekunta, Liikenteen tutkimuskeskus Verne. ISBN 978-952-03-1871-0. 12 s + liitteet.

Young, M. & Lachapelle, U. 2017. Transportation behaviours of the growing Canadian single-person households. *Transport Policy* 57 (2017) 41–50. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.03.022>

Student essay: Built environment and self-selection of residential location in the context of US-American cities

Harder, Nils & Junghanns, Lukas, candidates for Master of Science, Sustainable Urban Mobility Transitions, Aalto University

Abstract

Urban environments currently experience radical transformation processes – from the ones related to growing population to sustainable city transitions. Therefore, they are in the center of public attention in enabling more just and sustainable community spaces. Although research has been conducted for several decades, it remains unclear what constitutes systemic change. However, factors found to be some of those constitutional factors are self-selection of the living location and the surrounding built environment. Hence, this paper aims to explore the relationship between travel behavior, the built environment and self-selection. Considering available literature reviews and meta-analyses, the examination focuses on the living context in the US. It was found that all the influencing parameters are highly intertwined, thus making disaggregation difficult and showing the importance of multidimensional assessments of urban environments. Nonetheless, gaps remain regarding the elimination of research biases, and furthermore, considering the characteristics of various methodologies.

1. Introduction

When designing policies to address behavioral changes towards more sustainable travel patterns, systemic approaches are necessarily needed. To understand the interrelations, scientific research is evaluating the question whether people choose their living location according to their travel preferences, respectively called self-selection,

or whether the opposite is the case and the conditions in the built environment have a greater impact on how the travel behavior is shaped. This paper collects approaches pursued in a chronological overview on what the relationship between travel behavior, the built environment and self-selection is found to be in the US-American context.

The discussion around the role of self-selection and the built environment on travel behavior has originated in the late 20th century by the researchers Mokhtarian and Handy. The underlying research scope was analyzing to what extent attitudinal factors influence travel decisions and therefore, understanding the significance of land-use policies and changes in the built environment (Kitamura et al., 1997). The remainder of this paper aims at answering this research question and is structured as follows. Firstly, initial approaches are illustrated providing a starting point on the interaction between the built environment and travel patterns, suggesting the importance of other attitudinal factors (Kitamura et al., 1997). Secondly, the weaknesses of the initial research focusing on travel behavior are highlighted, addressed by a microeconomics approach (Boarnet & Crane, 2001), and the importance of causal inference is provided (Bagley & Mokhtarian, 2002; Handy et al., 2005; Handy et al., 2006). Thirdly, further aspects influencing the interrelations are added by elaborating on one hand, how well individual preferences match general residential location preferences and the effect on travel behavior (Schwanen & Mokhtarian, 2005); on the other hand, how there is a different significance for either utilitarian or strolling walking trips (Cao et al., 2006). Fourthly, a generalized view collects several foregone research to elaborate characteristics, strengths, and shortcomings of the various methodologies used (Cao et al., 2009; Ewing & Cervero, 2010). Lastly, a large-scale US neighborhoods structure analysis is provided, reevaluating and rounding off the debate on the effect of self-selection on travel behavior (Voulgaris et al., 2017).

2. *Discussing the impact of Self-selection*

2.1 *The first scientific approaches*

Self-selection in transportation describes the behavioral characteristics of people choosing their residential location according to their preferred travel mode choices and vice versa. However, this interrelation is not trivial and content of a vibrant scientific debate. Especially the debate in regard of interaction of land use planning decisions and individuals' travel behavior in regard of self-selection of residential location was mainly initiated by the researchers' team around Mokhtarian et al. (1997) – a leading character in this academic debate – in the US around the end of the 20th century. Their research is intended to examine the effectiveness and desirability of land use policy planning to manage travel choices.

However, a further distinction between the influence of self-selection or characteristics of the built environment have initially not been executed within this approach. Stated preference surveys in five neighborhoods in the San Francisco Bay area revealed a significant relevance of built environment on the modal split in a region when socio-economic neighborhood characteristics are also accounted for. Such factors comprised parking availability and the proximity to a bus stop, as being positively associated with automobile trips, and sidewalk availability and high-density urban structure that are positively associated with non-motorized trips.

The special characteristic of this initial paper is the two-folded methodological approach: on one hand, a linear regression between socio-economic and neighborhood characteristics and the number and proportion of trips was executed; on the other hand, 39 attitude statements, compiled in the categories “pro-environment, pro-transit, suburbanite, automotive mobility, time pressure, urban villager, TCM, and workaholic” (Kitamura et al, 1997). Relative assessments of the very same attitude statements revealed that they strongly impact on travel decisions, exceeding the influence of the built environment.

Therefore, the author team concludes that policies aiming for increased urban density and land use mixture might fail when attributional changes are not also accounted for. Indeed, this analysis lacks the influence of land use policies on travel attitudes which created the starting point for the upcoming and ongoing research activity about self-selection and the importance of the built environment. Also, it requires further elaboration how other influences form attitude, i.e., the choice of job location, residence, and vehicle ownership.

2.2 From economic examinations to the question of causality

The consecutive research (Boarnet & Crane, 2001) aimed to address the previously described weaknesses with an economic approach. As the absence of systematic examination of the travel behavior was identified to cause a structural bias of outcomes, this research paper used the microeconomic theory of demand to classify the correlation between land use, transportation, and behavior empirically. Therefore, the connection of design principles with perceived prices helps as a systemic framework. In addition to the examinations of Kitamura et al. (1997) they also emphasized the importance of geographical scales as they were found to majorly impact on the link between urban planning & design and travel behavior. The answer to the question whether the underlying correlation, i.e., the influence of design choices on individuals' travel decisions, also comprises a causal relationship cannot be clearly verified with the result of the given analyses.

Indeed, the complexity of interrelations and the fact that how a study is constructed severely prepossesses the outcomes obliterates the clarity of cause-effect-relationships. This perception inaugurated a continuing series of research studies that strived for elaborating the

correlation-causality distinction. Based on the findings and identified weaknesses of the forgone works (Kitamura, Mokhtarian, & Laidet, 1997; Boarnet & Crane, 2001), the influence of predisposed attitude settings on residential location, respectively the self-selection phenomenon, and on individual's travel behavior was aimed for to be analyzed by Bagley & Mokhtarian (2002). The question raised was explicitly whether the correlation that was determined in the previous research (Kitamura, Mokhtarian, & Laidet, 1997) is significantly based on a causal linkage. The authors (1997) therefore developed a structural equation model (SEM) featuring similar data from the San Francisco Bay area as the first research did (Kitamura, Mokhtarian, & Laidet, 1997). To account for various dimensions of the attitudinal prepositions, this model included measures regarding attitudes and lifestyle apart from measures of residential type, travel demand, and job location (Bagley & Mokhtarian, 2002).

It was found that the prepositional factors have the strongest impact on the travel demand whereas the impact of residential type was marginal. Thus, a direct causation between planning & design in land use and individuals' travel behavior couldn't be concluded. When attitudinal, socio-demographic and lifestyle variables are considered, neighborhood type is rarely affecting the travel decisions. Vice versa, there was some evidence for travel behavior affirming travel attitudes. The higher the vehicle-miles travelled (VMT) – a target variable of elaboration to evaluate the proportion of motorized trips – were determined, the more people developed a pro-driving attitude and the more they disfavored living in high density areas. Nevertheless, Bagley and Mokhtarian (2002) evaluated it as improbable that only attitude-based self-selection explains the findings; only the pace of behavioral adaptations could not be accounted for in the paper.

This is the result of a limited number of tested data, the focus on individual's instead of household data leading to missing account for interactions and system dynamics, as well as the systematic bias of the

study's methodology resulting in possible overlooking of explanatory variables; a setting as already described by Boarnet & Crane (2001).

Acknowledging the unclear role of the built environment, and whether there is solely a correlation between the built environment and travel behavior, a further study aimed at testing for a causal inference between these two dimensions was conducted. The aim was to see if self-selection is the dimension affecting the correlation between these; hence, examining a causal inference between the built environment and travel behavior, in this case referring to walking (Handy et al., 2005; Handy et al., 2006). Given a quasi-longitudinal study design within eight different neighborhoods in Northern California, the aim was to understand if a change in the built environment, having a positive effect on walking, leads to more walking.

The findings show the existence of a causation between these two dimensions; thus, it is argued that the built environment has a causal effect on walking. Changes in the built environment are clustered into five different dimensions, namely increasing (1) accessibility, (2) physical activity options, (3) safety, (4) attractiveness, and (5) socializing. Despite this clustering, it is not clear which of these dimensions should be emphasized more, or which distinct package of these dimensions has the greatest impact, given that all five dimensions are mostly integrated within an urban environment and data aggregation is difficult to achieve.

However, one clear recommendation is how these findings can be integrated in policies in promoting more walkability: thus, also increasing walking. The policies are divided into new development projects and into existing environments, given that creating change in the existing environment is increasingly challenging. On the one hand, for new development projects planners should ensure to increase accessibility through proximity-based zoning and to integrate efficient infrastructure for walking and biking. On the other hand, regarding

existing environments, planners should ensure to protect traditional neighborhood structures, increase their efforts to decrease the ridership of private vehicles on streets through traffic calming initiatives, and promote investments into walking and biking infrastructure. Additionally, the qualities of the built environment cannot be neglected, e.g., improving the safety within neighborhoods through improved street lighting, or establishing socializing events aiming at promoting walking.

Finally, it is vital to understand that the changes in the built environment need to be vast, as otherwise, no significant increase in and the benefits of walking can be reaped. Moreover, walking in general is in decline within the US and even if changes in the built environment may therefore not increase walking, they are important in moderating this decline, and as every resident being able to walk substantially increases the benefit of society, every investment in these policies is justified.

2.3 Residents' characteristics and the importance of trip purpose

Given the complex and adequately not easily definable role of self-selection and the built environment, moreover, given the difficulties in determining each individual significant contribution towards travel behavior, further research was conducted, trying to split these attributes into different parts. Schwanen & Mokhtarian (2005) aimed for determine to what extent peoples' travel behavior shapes according to the mobility conditions they find in their residential proximity – referred to as consonance – or whether they do not comply with the circumstances of their built environment – considered as dissonance.

Consonant residents are described as sharing the same travel attitudes as predominantly is the case within their area of residence. On the other hand, dissonant residents' travel attitudes are not in line with

other residents within their residential proximity, hence appearing mismatched when comparing their travel behavior and residential location. The area of study is San Francisco and its surrounding suburban communities, and this entails that within urban environments (referred to urbanites) there is a higher share of public transit and active mobility. On the contrary, in suburban environments (referred to as suburbanites) there is a different modal split consisting of higher private vehicle ridership (and vice versa).

The findings of this analysis show how the individual commute choice; hence, the focus of this study lies on work-related travel, differs between consonant and dissonant individuals. It is shown that consonant residents within an urban environment travel less by private vehicle, thus more by public transport and active mobility, compared to dissonant urban residents. In addition, consonant residents within a suburban environment travel more by private vehicle, thus less by public transport and active mobility, compared to dissonant suburban residents. Another important finding is, despite their being an effect of dissonance on both suburban and urban residents, the strength of this effect differs between the two residential forms. For suburban environments the effect of dissonance is much weaker, arguing that even if residents would prefer increasingly using public transport and/or reaching their destination by active mobility, the built environment is preventing these residents from taking this decision. It is therefore argued that for suburban environments the built environment is a more limiting factor for its residents to use more sustainable modes of transport and has a greater effect than their travel preferences. Regarding urban environments, the effect of dissonance on the travel behavior is greater, suggesting that the role of the built environment and travel preferences are more balanced. This means that residents in urban environments have more options to use a more sustainable mode of transport, however, the higher the degree of dissonance, so the ones who prefer to commute by private

vehicle within urban environments, are not constrained in their options and can rather freely do so.

Furthermore, Cao et al. (2006) focused on determining the relationship of self-selection and the built environment and the effect on walking for two different purposes, namely (1) for utilitarian trips, and (2) for strolling trips. Utilitarian walking trips are described as purpose-driven, which means that these types of trips could be based, e.g., on buying groceries. Strolling trips are described as leisure trips, so they do not have a clear purpose, e.g., taking a walk around the neighborhood. When taking a closer look at how self-selection affects both walking types, the evidence suggests that both are impacted, however, it is shown to have a greater effect on utilitarian trips. Given this finding, the degree of human change by redesigning the built environment for residential areas that prefer to use their private vehicle, might not have a significant influence in increasing walking for this purpose. Regarding the role of the built environment, again an effect on both walking types can be seen, nonetheless, different aspects are separately important to consider. For utilitarian trips, the aspects of the built environment at the destination, and for strolling trips, the perception of the built environment within their own neighborhood are more important.

This finding highlights the importance of the built environment not only at origin-level, with a greater focus on strolling trips, but also at destination-level, which holds to be especially true for utilitarian trips. In addition to these findings, another important aspect of the built environment, which affects the general frequency of walking trips for utilitarian purposes, is the distance to utilities, such as grocery stores, which is again influenced by how the built environment allows a walkable street grid. Thus, accessibility in general influences residents' decision in walking more frequently for utilitarian purposes.

Furthermore, another important factor for both walking purposes is perception and appearance of the built environment with a focus on

traffic related issues. The higher the degree of traffic-calmness, the higher the frequency of walking for both types. Thus, policies should aim at decreasing mobility to favor more walking within residential and commercial areas. Another important finding is how in general, more trips account for strolling purposes, despite the general assumption that trips tend to have a purpose.

2.4 *Connecting the dots*

All the forgone analyses were focusing on one special methodology and using various differing approaches to evaluate the land use transportation behavior linkage. As there was a growing base of academic findings, consecutive research was able to collect the different angles and to sustain the broad examination in reviews and meta-analyses (Cao et al., 2009; Ewing & Cervero, 2010). Cao et al. (2009) accomplished a review of 38 empirical papers, analyzed and structured their data and compared them, as well as methodologies, outcomes, and strength and shortcomings. Remarkable is the variety of nine methods including statistical control, joint discrete models, or SEM (Bagley & Mokhtarian, 2002) and (quasi-) longitudinal design (Handy et al., 2005) as in the earlier described sections. On this level, a thorough investigation whether built environment accounts for causal changes in travel behavior or is just an association could be executed.

Contrasting to the previous findings and according to some predictions (Bagley & Mokhtarian, 2002) there is a significant influence of land use configurations when self-selection is also considered as an affecting component. However, not all included studies showed a clear causality, and when it comes to quantification, only eight of the examined papers showed a stronger impact of built environment. Due to the wholistic approach, the review paper (Cao et al., 2009) could assess the suitability of various methodologies, too. Whereas statistical methods are found to fit best to the objective of verifying correlations, one method stood out by combining strength

adequately: Longitudinal structural equation modelling (SEM) can both account for attitudinal affection as well as various dimensions of causation. Furthermore, the scope of future research was defined as executing natural experiments and panel studies of residents that move from one neighborhood to another, or of observable adjustments in the built environment to study long term effects and adjustability of travel behavior attitudes.

A similar level of investigation was realized by the meta-analysis of Ewing & Cervero (2010). Apart from only collecting outcomes of the forgone papers, this work also updates the findings, elaborates weaknesses in methods and subjoins additional perceptions. This is done by developing elasticities for the individual results of the studies and aggregating them to weighted averages. This results in a vast overview of influences on the different travel modes walking, motorized travel, and transit use. Respectively, all the parameters influencing travel behavior have been identified to cohere inelastically. Confirming the results of Cao et al. (2009), the effect of built environment adjustments is severe, especially in combination of various variables.

Furthermore, the paper (Ewing & Cervero, 2010) features the 5-D principles of transit-oriented development comprising design, diversity in land-use, destination accessibility, density, and distance to transit. In detail, it was found that the factors that mostly affect the transport made by motorized vehicles include destination accessibility, followed by density – a parameter that usually, structurally accounts for higher land-use diversity and increased accessibility, too – and design parameters, such as intersection configuration and block size. Contrasting to commonly assumed perceptions, population and job density are not strongly involved in travel behavior choices.

Similar findings regarding the walking trips have been concluded: Land use diversity, i.e., a well balance between job and housing

locations, design factors regarding intersection configuration and the proximity of transit stops can foster active walking behavior. Finally, promoting good stop accessibility was also found to support transit ridership. According to common practices of transit operators, a quarter mile to most residents is critical. Subsequently, high intersection density as well as well-connected streets show another important factor on the choice towards transit travels. Despite assumed prospects, population and job densities are showing low elasticities.

In summary, this has been observed across all the travel modes. Generally, measures of density are often included in the other principles and therefore show a low discrete steering capacity. In reverse conclusion, developments in urban environments of whatever kind are probably more effective to address modal changes than well-designed land use configurations in remote areas. Eventually, destination accessibility is most influential on changes in travel behavior. These elaborations exceed the outcomes of the associated research and add a new perspective.

2.5 How free are Americans in terms of self-selection?

In the final paper by Voulgaris et al. (2017), which we have included in our essay is a large-scale analysis within the US, clustering different built environment variables, providing topological data on neighborhood structures, and enabling to evaluate travel behavior. It is found that there is generally little variation in the number of trips in different neighborhood structures, however, the variation in vehicle miles travelled and the mode choice is substantial. The variation is the most severe when comparing newly rural developed, where private vehicles account for more than 75% of the modal split, with old urban environments, as for rural areas there is the highest share in vehicle miles travelled and the lowest share in total transit trips.

However, solely old urban environments appear to significantly differ in terms of travel behavior and the built environment from all other urban environments, with the highest reliance on transit-based trips and the lowest reliance on private vehicle. Despite old urban environments accounting for only 4% of the total population, compared to 27% of the population living in newly rural developed environments, its residents account for 33% of all transit-based trips within the US and it is the only neighborhood structure with a public vehicle ridership lower than 75% of all trips. Given this low share of the population living in these kinds of environments, the question concerning the role of self-selection becomes gradually more unclear and foggier, as it becomes clear that there is a low opportunity in choosing to reside in these old urban environments.

In addition, recognizing again the low variation across all other neighborhood structures, it is evident that minor changes in the built environment, moreover, only touching across single dimensions, are not significant in changing human travel behavior, and that only positive change can be created, when increasing the number of old urban neighborhoods.

However, as concluded by the authors, “old urban neighborhoods, and the travel they engender, would seem to be outliers in every sense of the word.” (Voulgaris et al., 2017).

3.*Discussion*

From the initial intention to evaluate the influence of land-use policies and attitudinal perceptions on travel behavior, the importance of self-selection was elaborated. Indeed, it was unclear to what extent individual attitudes moderate the effect of the built environment on travel behavior. Whereas some research defined a direct causal inference between the built environment and travel behavior, other research highlights the significance of self-selection.

On one hand, the research comes across various dimensions within the built environment that need to be addressed to nudge people in decreasing their share of private motorized trips. On the other hand, self-selection, in terms of attitudinal preferences, also has a significant impact on different walking purposes and the share of private motorized trips and transit trips. Subsequently, deriving one generalized conclusion seems inadequate, as the urban structure is highly complex and will not fit into one model. Hence, it is unfeasible to derive one distinct answer with the aim of answering the given research question. From this, however, we can see how human behavior, known as not being fully rationale, is not easy to predict given the dynamic interaction of individuals in a complex system. Disaggregating parts of human behavior from sub-systems only successively allows confirming that, as is the case for urban transport, the system is highly integrated. Past clustering of expert knowledge in specialist silos is not suitable in addressing the challenges of the 21st century.

Nonetheless, given the focus on US neighborhood structures, it appears to be naïve to disregard the substantial supply and demand gap for other modes of transport besides one's own private motorized vehicle. Whilst people within the US would prefer active mobility or transit usage, the supply of these modes of transport is inadequate and it appears that only the smallest share of the population essentially has the opportunity choosing for themselves which mode of transport they want to rely on.

In addition, we believe that this raises additional concerns over justice in transportation, as these areas are not made accessible to all members of the society especially focusing on most vulnerable groups, e.g., children, elderly, or disabled persons. This accessibility is further diminished by the already high but still increasing real-estate prices leading to the requirement of a market intervention. One intervention aiming at establishing the deepest leverage point for

systemic change could address the neighborhood types with the most significant attitudinal factors promoting private motorized travel behavior. Nevertheless, intervening on the level of individual attitude formation can be perceived as a severe limitation of the personal right concerning the freedom of choices. Thus, individual freedom must be weighed against the higher goal of achieving societal benefits. The remaining question refers to the responsibility of a reflective urban planner also considering the role of local politicians balancing the public discussion of societal goals, individual rights, and the interest of various stakeholders.

Given the various research methodologies used, we still believe that this pool of knowledge would benefit greatly from additional studies. Given that most empirical studies relied on surveys, one highly recommended research topic is investigating actual change in the built environment and assessing the effects both from a short- and long-term perspective. This allows to better observe the change in human behavior, moreover, it will allow to experiment in building a possible right package regarding the dimensions of the built environment within that study area. Another way to observe these attitudinal adjustments is to focus on residents moving from one neighborhood type to another, most likely leading to an alignment of individual travel behavior. Nonetheless, even in these studies generalization will be difficult to achieve, and it should be acknowledged how also these study findings will only serve as snapshots for a distinct neighborhood structure, which again is dynamic in nature and highly integrated within its surrounding system.

Finally, considering the scope of this paper focusing on the US context, this examination fails to formulate generalized findings in other, respectively in a European context. This is based on fundamental differences in the built environment and attitudinal factors including the value of societal goals. Indeed, this can be the subject of an additional elaboration in the future.

Acknowledgement

The draft of this work has been written during the Integrated Urban Transport course at Aalto University in 2022. We want to thank assistant professor Miloš Mladenović for guidance.

References

Bagley, M. N., & Mokhtarian, P. L. (2002). The impact of residential neighborhood type on travel behavior: A structural equations modeling approach. *The Annals of regional science*, 279-297.

Boarnet, M., & Crane, R. (2001). The influence of land use on travel behavior: specification and estimation strategies. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 823-845.

Cao, X., Handy, S. L., & Mokhtarian, P. L. (2006). The influences of the built environment and residential self-selection on pedestrian behavior: evidence from Austin, TX. *Transportation*, 33(1), 1-20.

Cao, X., Mokhtarian, P. L., & Handy, S. L. (2009). Examining the impacts of residential self-selection on travel behavior: A focus on methodologies. *Transport reviews*, 359-395.

Ewing, R., & Cervero, R. (2010). Travel and the Built Environment – A meta-analysis. *Journal of the American planning association*, 265-294.

Handy, S., Cao, X., & Mokhtarian, P. (2005). Correlation or causality between the built environment and travel behavior? Evidence from Northern California. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 10(6), 427-444.

Handy, S., Cao, X., & Mokhtarian, P. L. (2006). Self-selection in the relationship between the built environment and walking: Empirical evidence from Northern California. *Journal of the American planning association*, 72(1), 55-74.

Kitamura, R., Mokhtarian, P. L., & Laidet, L. (1997). A micro-analysis of land use and travel in five neighborhoods in the San Francisco Bay Area. *Transportation*, 125-158.

Schwanen, T., & Mokhtarian, P. L. (2005). What affects commute mode choice: neighborhood physical structure or preferences toward neighborhoods? *Journal of transport geography*, 13(1), 83-99.

Vouglaris, C. T., Taylor, B. D., Blumenberg, E., Brown, A., & Ralph, K. (2017). Synergistic neighborhood relationships with travel behavior: An analysis of travel in 30,000 US neighborhoods. *Journal of Transport and Land Use*, 10(1), 437-461.

Student essay: Taxi Regulation and Its Impact on User Experience in European Countries

Astala, Niklas & Valtonen, Ville, candidates for Master of Science, Sustainable Urban Mobility Transitions, Aalto University

Abstract

The taxi industry is one of the few industries where quantities and maximum fare prices are still strictly controlled. However, even though large-scale shifts in regulatory structures are happening across the world, the impacts of these changes are still largely unknown. The aim of this article was to get a narrow picture of the potential effects of deregulation of the taxi industry in a European context by investigating and comparing the observed effects in two European capitals. When talking about the taxi industry, we refer to the “traditional” European taxis, meaning that digital taxi services such as Uber, Bolt etc. are excluded. The article provides an overview of the background to the regulation of the taxi industry and the most common justifications of regulation. According to the findings, deregulations of the taxi markets can have varied results even in cities with very similar regulatory structures and no specific framework for effects caused by deregulation could be made. However, the contention of whether taxi regulations are beneficial mainly focuses around quantitative and economic regulations.

Introduction

Traditionally, two different modes of transport have been distinguished from urban transportation: public transport and private transport. Both modes have their own characteristics. Private transport is known to offer convenience, flexibility, and door-to-door service, while public transport focuses on regular services, which are generally cheaper than private transport (Boutueil et al.

2019). However, there is a service that does not fit into the traditional framework of either public or private transport – taxis. Although taxis are classified as public transport, they are very close to private transport as they offer door-to-door service as well as plenty of flexibility. Taxis, therefore, provide a service that other modes of public transport cannot offer, and because of that, they are a significant supplement to the mass transit system.

The term ‘taxi’ is widely used in many services including physical mobility, however; this article only considers road vehicle services which are reservable both in advance and right away. Limousine-type services are, therefore, excluded. Taxis also have a significant role in the functions of welfare society, such as transporting children to school and the elderly to health care services, often with subsidised fare prices. These public sector contracts account for more than a quarter of all trips in several countries and in rural areas, their shares may be even higher. (Bekken, 2007; Gwilliam, 2005.)

Boutueil et al. (2019) introduce three distinct ways that conventional taxi markets can operate. The first one is called the “rank” which refers to designated places for taxi drivers and passengers to meet. These usually operate with a “first in, first out” principle (Gwilliam, 2005). Another way is the “hail” which refers to situations where drivers cruise on the streets looking for new customers. The rank and hail segments are unique and cannot be found anywhere else than in the taxi industry (Bekken, 2007). The third segment is called the “pre-booked”, where customers order the ride, for example, by phone or app from the company or a dispatch centre. The advantage of pre-booking is that the ride can be booked to start immediately or some specified time in the future.

However, the taxi industry is one of the few industries where quantities and maximum fare prices are still strictly controlled, mainly by limiting access to taxi licences. This article, therefore, looks at how

these regulations impact the operations of taxi industries in European settings as well as how they correlate with user experiences.

Background

There has been a long history of regulation in the taxi industry. Historical documents show that the number of hackney carriages in London and Westminster were regulated to avoid congestion as early as 1635 (Toner, 2010). However, the taxi regulations, which we focus on in this article, became more common in the early 20th century United States. The Great Depression in 1929 caused a global economic downturn, followed by mass unemployment. (Harding et al., 2015.) Because of that, several people began selling rides to make some money, resulting in fierce rivalry in high-demand locations. Many new drivers entered the taxi industry illegally and without regard to quality regulations. As a result, supply and demand did not match anymore. In some cases, the mismatch of supply and demand led to disputes – and even violence – between drivers. Customers were also not satisfied, and the taxi authorities received plenty of complaints about unqualified and dishonest drivers. (Cetin & Deakin, 2020.)

As a result of all these negative effects, cities began to regulate the taxi industry. The details of regulation varied from city to city but many of them were based on restrictions of price or the number and quality of taxis. It was also not uncommon for drivers to be required to have several years of driving experience, sufficient local knowledge of city streets, public buildings, and popular destinations. In some cases, the regulations were extended to cover even the driver's dress code, and personal behaviour regulations were also issued for the age, appearance, and equipment of taxis. A driver's photograph, name, and licence number must also be displayed prominently on the vehicle. (Cetin & Deakin, 2020.)

In the late 20th century, it became apparent to regulators and the public that the taxi industry was in some areas too tightly regulated, and the necessity of market entry and price regulation of the taxi industry began to be increasingly questioned. (Cetin & Deakin, 2020.) Often, the idea behind deregulation was that it could improve the quality of service and achieve more competitive fare prices (Boutueil et al. 2019). The objectives were, therefore, the same as with the regulations before. However, it cannot be said that regulations had failed, because the need for deregulation was more due to changes in the environment and policy in general.

There are a few different ways to divide the elements of taxi regulation. Harding et al. (2016) introduced the QQE (Quality, Quantity and Economic controls) framework that has become the standard regulation model for the taxi industry. Quality control includes all regulations related to quality, such as the regulation of the condition of the driver and the vehicle. The most common quality standards are criminal record check, requirements regarding professional competence, and financial requirements (Bekken, 2007). Quantity control, on the other hand, refers to methods for regulating the number of taxis on the road. Typically, quantity regulation is accomplished through a licensing system. Finally, economic controls cover fare price settings designed to provide fair compensation for operators and drivers, and stable fare prices for passengers. The differentiation of different regulatory methods can be seen in Table 1.

Regulatory type	Regulatory method
Qualitative	Driving qualifications of the driver Medical condition of the driver Geographical knowledge of the driver Criminal background check Mechanical condition of the vehicle Features/qualities of the vehicle Emissions regulations Financial competence of the service provider
Quantitative	Regulation of the number of taxi licences
Economic	Regulated fare price (minimum or maximum)

Table 1. Examples of differentiation of qualitative, quantitative, and economic regulatory methods.

Another well-known classification of taxi industry regulation was presented by Bekken (2007) where methods were divided into direct barriers to entry, indirect barriers to entry and fare price regulations. This classification differs from the QQE framework in the first two points. While quality and quantity controls were different points in the QQE framework, Bekken has classified them both in the same class as direct barriers to entry. According to Bekken, both a limit on the supply of services and a “cost of entry”, as he calls quality restrictions, are how states and cities directly regulate taxi market access. Therefore, before being licensed to practice as a taxi driver, both quality and quantity standards must be met. Because of several distinct regulations, there are also indirect barriers. The most common indirect barrier to entry is taxi driver requirements, such as driving skills and region knowledge. Those requirements are not directly related to the taxi industry, but you must have them to operate in the market. (Bekken, 2007.)

Regulatory justifications

Throughout the years there have been multiple arguments both for and against regulation and as with the regulatory methods mentioned above, the reasonings for those methods can be divided into quantitative, qualitative, and economic reasons. In the case of arguments for regulation, these reasons mainly revolve around congestion, income, quality, and safety of service, dealing with monopolies and other market failures as well as general socio-economic goals of the government. Surprisingly, a lot of the arguments for deregulation are based on similar reasons but mainly involve misconceptions in the arguments for regulation and the idea that similar results could be achieved with better, less intrusive methods.

Arguments for regulation

Congestion caused by the rapid increase in taxi vehicles due to deregulation is often cited as a reason to not deregulate an already regulated market. The congestion arguments are often divided into two distinct problems: congestion in the streets and congestion at the taxi ranks (Barrett, 2010; Cetin & Deakin, 2019). Proponents of the street congestion argument state that the influx of new vehicles into the system will cause increased congestion for everyone (Cetin & Deakin, 2019; Gwilliam, 2005). These arguments could be raised in places where the usage of the driver's own vehicle is prohibited, and new entrants would have to purchase currently non-existent vehicles. The argument of congestion at the taxi ranks is more of a market specific problem. Barrett (2010) notes that the influx in new taxis in the market will lead to congestion in the most popular areas to wait for customers, mainly airports.

Another argument involves the changes in the income of the drivers who already exist in the market. Barrett (2003, 2010) raises the

question of the new entrants saturating the market which leads to reduction in the overall income of the drivers. However, according to Harding et al. (2016), this is only an issue if the demand for taxi trips does not increase at the same rate as the supply for taxi trips. The reduction in income can be due to a couple of reasons. Firstly, if prices are not regulated, increased competition should theoretically lead to reduced fare prices and potentially lower income, while attempting to avoid the reduction in pay by increasing one's fare prices will lead to a reduction in demand. Secondly, if fare prices are regulated, then the increase in supply, if not accompanied with the increase in demand as Harding et al. (2016) mentioned, will lead to reduced number of trips per shift and a reduction in income.

While Barrett (2003) as well as Cetin and Deakin (2019) give the argument for a more general concept of increased safety due to regulation, Barrett (2010) elaborates in his later work by bringing up potential increases in accidents due to an increase in the number of taxis as well as potential altercations between the drivers due to heightened competition for scarce customers. In the end, the arguments based on safety can be generalised by attempts to improve both the safety of the drivers as well as safety of the passengers due to an influx of potentially unvetted drivers.

The quality concerns mainly focus on the qualifications of the driver and the physical and mechanical requirements of the vehicle (Barrett, 2003; Bekken, 2007; Bouteil et al., 2019; Cairns & Liston-Heyes, 1996). Barrett (2003) notes that governmental officials are required to regulate the market to make sure that the quality of service remains at a desirably high level. The arguments to why this is the case vary from “destructive competition” that will lead to reduction in quality due to incentives to reduce costs to maintain profits while fare prices drop, to driver performance declining automatically over time after deregulation (Cetin and Deakin, 2019; Gwilliam, 2005). Barrett (2010) mentions the age of the vehicle, size of the luggage capacity and

physical dimensions as potential aspects of the vehicle to be regulated. On top of these, potential reasons to regulate the quality of the vehicle is to ensure the safe operation of said vehicle and the cleanliness of the vehicles. The quality requirements can also be extended to entire taxi service providers. One of the reasons given why entire providers should be regulated instead of just individual drivers is due to previous experiences where financially unqualified providers were unable to pay compensation to victims of car crashes in their own vehicles leaving them to pay their medical costs themselves (Harding et al, 2016).

Of the market related reasons, avoiding monopolies is one of the most common arguments. Barnett (2010) warns about monopolistic dispatch companies taking over the taxi market while Cetin and Deakin (2019) point out arguments for natural monopolies rising due to deregulation. The idea is that dispatch companies, or large taxi companies, will have an advantage over the new entrants, especially if there are higher monetary requirements to enter the market. The dispatch company monopoly is further exacerbated by the fact that dispatch centres in many countries have regional monopolies (Lanamäki, 2020). Other market related reasons include the taxi market being an experience or credence good and the asymmetric information problem arising from it (Cetin and Deakin, 2019; Harding et al., 2016; Gwilliam, 2005). Experience goods are those where price, quality or some other attribute remains unknown until purchase. In the case of taxis, in foreign cities, a customer might not be able to estimate the quality of the consumed service even after the ride, making it a credence good.

In both cases, the driver does have knowledge of market prices and the optimal routes which the consumer might not have. This asymmetric information stifles the operation of free markets. Hence regulating the taxi market could protect customers from exploitation (Gwilliam, 2005). Another reason is taxi markets being a thin market

and its impact on competition (Harding et al., 2016). Thin markets are markets where there are a small number of buyers and sellers in a specific place at a specific time. As Cairns and Liston-Heyes (1996) point out, the lack of a large pool of supply and demand means that the market cannot be fully competitive, which might lead to problems down the line if left unregulated.

Of the socio-economic reasons, the most often cited one is coverage of service. In this context coverage refers to the spatial, temporal, and economic coverage of the service, meaning where, when and who the taxi market is willing to serve. Barrett (2010) as well as Cairns and Liston-Heyes (1996) point out the issue of getting service during off-peak hours. According to Cairns and Liston-Heyes (1996), in an unregulated market during off-peak hours the cost of refusing a taxi due to high fare prices is a high-cost decision for the customer, since there are no guarantees that a taxi will come by anytime soon. Barrett (2010) also points out the problem of lack of service in less popular areas. Similar problems will also rise in rural areas, however; the problems are not limited to off-peak hours. Finally, governments might want to ensure that the taxi services are available to every person in society, especially low-income and disabled people (Cetin and Deakin, 2019). Other similar reasons governments have used to justify taxi regulations involve environmental issues, such as air and noise pollution, and ensuring a good quality transportation system to improve tourism. (Cetin and Deakin, 2019.)

Arguments against regulation

Of the arguments against regulation, the most popular arguments relate to the functioning of the market. These include increasing the supply of taxis, innovation in the taxi industry as well as market efficiency (Harding et al., 2016; Bouteil et al., 2019). All the reasons pertain to increased competition. Increasing supply, especially if demand increases simultaneously, will move the taxi market from a

thin market more towards a thick market which in turn increases competition. According to Harding et al. (2016) policies to increase the thickness of the market would mitigate the need for quantitative regulations. Increased supply also improves the overall accessibility to taxi services. From a free market perspective, efficient and innovative markets are usually the most competitive ones. Traditionally, competition forces companies to innovate, to provide better quality products or service at the same price, or same quality at a lower price. This, in turn, would lead to markets efficiently finding themselves in a position where quality improves while costs decrease. Bouteil et al. (2019) bring up new entrants into the market as an anti-monopoly deregulatory method due to increased competition. Bekken (2007) also notes that regulations mainly protect incumbent drivers from competition. On top of this, while the proponents of regulation cite deregulation as a potential threat to the income of existing drivers, proponents of deregulation view the reduction in fare prices as a good thing from the point of view of the customer. Bouteil et al. (2019) and Harding et al. (2016) point to fare prices becoming more competitive and affordable so that more people can utilise the service.

Other reasons given for deregulation include improving the quality of service. The most often used argument for deregulation is a reduction in wait times (Harding et al, 2016). As the number of taxis increases, the number of available taxis increases. This means that customers should be able to get a taxi faster than previously. Deregulation would especially help the rural areas as Bekken (2007) notes, that currently with tightly regulated jurisdictions in the taxi market, drivers who end their last trip outside their jurisdiction often return to their jurisdiction as soon as possible. Since drivers are only allowed to start trips from their own jurisdictions, new drivers tend to sign up in the densest ones. This means that many of the taxis would have to decline trips in the less dense areas. (Gwilliam, 2005.) Some legal reasons for deregulation have also been mentioned. For example, according to Barrett (2003), a person's right to work in a market they're qualified

to work in as well as the public's right to service were brought up in support of deregulation in Ireland.

However, a lot of the arguments for deregulation stem from experiences of previous deregulations and the findings that the reasons given for regulation do not actually stand in the real world. For example, Cetin and Deakin (2019) found that taxi markets are not natural monopolies. This would indicate that deregulation itself should not lead to monopolies. Also, the arguments to regulate due to possible congestion might not be viable. Almost anywhere normal private motorised vehicles vastly outnumber taxis, so it is unlikely that an uptick in the number of taxis is going to greatly increase congestion on public roads (Barrett, 2010; Harding et al., 2016). Congestion at taxi ranks could, however, increase. Cetin and Deakin (2019) also argued, the effects of quantitative regulation could be achieved with less intrusive methods. For example, pollution can be reduced by reducing the number of taxis in the system, but pollution can also be reduced by regulating vehicle emissions.

State of taxi regulation in two European cities

Taxi regulation is applied differently in different countries. In addition, there are large regional differences within countries. Comparison between countries is not straightforward due to differences in social and political environments, however, the most significant differences can be identified. Therefore, we will consider experiences with regulatory changes in two European cities: Stockholm (Sweden) and Dublin (Ireland). Stockholm is considered to be a landmark case of taxi deregulation, and while Dublin is similar in many ways, it had a completely different outcome. Due to this difference, we examine the deregulation in these two cities. Differences in regulatory systems and results of deregulation can be seen in Table 2 and Table 3.

Stockholm, Sweden

Stockholm is the capital of Sweden and the largest urban area in Scandinavia. The city is home to about 975,000 people and the urban area has more than 1.6 million people. The Swedish taxi industry is characterised by many small operators, as 70% of taxi drivers are owner-drivers. In Stockholm, the proportion of owner-drivers is even higher. Taxis are widely used for public purposes in Sweden, and public sector contracts cover up to over than half of all taxi trips throughout the country. (Bekken, 2007.)

Sweden was one of the first countries to systematically deregulate the taxi industry. Previously, the country or city authorities had jurisdiction over taxi traffic. In July 1990, the entire taxi industry was liberated by deregulating, for example, operating areas, maximum fare prices, and the number of operating licences (Boutueil et al. 2019.) The main reasons for deregulation were the desire to make the taxi industry more efficient and to find a balance between supply and demand (Bekken, 2007).

Because of deregulation, more taxis entered the market but, at the same time, the efficiency of each vehicle decreased. This led to a reduction in drivers' salaries by up to 25% in Stockholm. Due to simultaneous economic recession, this decrease in income led to the bankruptcies of several taxi operators and the dominance of the sector by a few large players. Taxi fare prices also rose significantly. (Bekken, 2007.) Because of these negative effects, the taxi industry has again slowly started to be regulated. For example, in 1995, a special taxi driver licence was introduced to limit the number of taxis. Currently, Sweden has one of the world's strictest rules related to that licence. Regulations for reducing fare prices have also been introduced, such as requiring drivers to inform passengers before the journey if the ride should cost more than SEK 500. Fare prices must also be displayed both inside and outside of the taxi. (Boutueil et al. 2019.) Power flowed to a few key players who managed to dominate the taxi

industry of Stockholm. Again, the dominance had to be limited by regulation.

The case of Stockholm is one of the first and most important examples of deregulation. Decision-makers sought to make the taxi industry more efficient through deregulation, but the result was quite the opposite. Power flowed to a few key players who managed to dominate the taxi industry of Stockholm. Again, the dominance had to be limited by regulation. Afterwards, it could be argued that the regulations should have not been eliminated instantly but, instead, piece by piece.

Dublin, Ireland

Dublin is the capital and largest city of Ireland with a population of about half a million. Further, The Greater Dublin Area, which covers the Dublin urban area and nearby suburban towns, is home to almost two million people representing 40% of the population of the whole country. Ireland has an extremely high number of taxis per capita when compared to other European countries. Like in Sweden, there are very few hired drivers in Dublin, which means that most of the taxi operators are independent owner-drivers. The taxi market of Dublin is dominated by the hail segment. (Bekken, 2007.)

In Dublin, access to the market as well as fare prices were tightly regulated. For instance, the value of a taxi licence increased from 4,400 € in 1980 to 114,000 € in 2000. In Dublin, however, there was no such practice, meaning that every new entrant had to buy a licence, which made it practically impossible to enter the market. As a result of the mismatch between supply and demand, the government decided to increase the number of taxis by attaching extra vehicles to existing licences. However, the decision was not agreed by new entrants, and they took it to the High Courts, which completely deregulated market access in 2000. (Barrett, 2010; Bekken, 2007.)

Because of deregulation, the number of taxis increased significantly. During the first two years, the number of taxis more than tripled in Dublin (Barrett, 2003). Between 2002 and 2008 the number grew by further 70%. There was also a significant change in waiting times, as the proportion of passengers who had to wait for taxis only ten minutes or less rose from 58.3% to 85.7%. In addition, passengers were very satisfied with the level of service. (Barrett, 2010.) Due to the large increase in the number of taxis, there may be a risk that supply, and demand will not always match, but in general, the deregulation of the Dublin taxi industry has been successful. The biggest winners of deregulation have been passengers and new entrants. After deregulation, the taxi industry has become a major part of the public transport sector in Dublin.

	Regulations	
Location	Entry	Fare prices
Stockholm, Sweden	Deregulated	Deregulated
Dublin, Ireland	Deregulated	Regulated

Table 2. Differentiation of the deregulation methods in Stockholm and Dublin.

	Effects of deregulation		
Location	Number of taxis	Fare prices	Waiting time
Stockholm, Sweden	Increased at first, but no impacts in the long run	Increased	Decreased
Dublin, Ireland	Significantly increased	-	Significantly decreased

Table 3. Observed impacts of the methods of the deregulation in Stockholm and Dublin.

As can be seen, regulation and its impacts vary between different cities. The effects of regulatory changes depend on multiple factors, such as length of the regulatory period, how deregulation was implemented, and how close to market prices were the regulated prices. It is also important to consider different market characteristics and geographical differences. (Bekken, 2007.)

Bekken (2007) has identified some key factors that affect the functioning of regulation. Deregulation of market access will lead to an increase in supply. However, according to Bekken (2007), more supply is not necessarily better. It is more important to find a balance between fare prices, quality, and availability (Bekken, 2007). A balance between all these three elements would benefit both customers, drivers, and operators. As a rule, only customers benefit from a large supply and better availability.

Case studies show that, although deregulation often aims to decrease the fare prices, the result can be quite the opposite. According to Bekken (2007), this is since regulated fare prices are below the free-market price and deregulating the market will cause the prices to bridge this gap. However, the fare price being dictated by market forces will allow the price to fluctuate between peak and off-peak hours to incentivise using taxis throughout the day. Bekken (2007) has also noted that regulation of the quality of service does not in of itself have significant effects, but its importance seems to increase when entry and/or fare prices are deregulated. This is because even low-quality standards always reduce the effects of deregulation by erecting barriers to entry.

Bekken (2007) presents two suggestions that he believes will help to improve the effects of taxi regulation. The first step should be to tighten the quality requirements for both operators and drivers, while the quantitative regulations should be repealed. Second, fare prices should be always regulated by setting maximum fare prices. Because

the performance of the taxi industry is affected by several factors, the effects cannot be known with certainty under any circumstances.

Conclusion

Even though the taxi industry is one of the few industries where quantities and maximum fare prices are still strictly controlled, large scale shifts in regulatory structures are happening across the world. The impacts of these changes are still largely unknown. Therefore, the aim of this article was to get a narrow picture of the potential effects of the deregulation of the taxi industry by investigating and comparing the observed effects in two European capitals.

As can be seen from the arguments provided as well as the examples analysed, the question of taxi regulations is more complex than it might initially sound like. Not only are there multiple ways to regulate the market, but there are also multiple entities that can be regulated. And as was noticed in the examples of Sweden and Ireland, even similar regulation or deregulation strategies can lead to wildly different outcomes. The variables that affect the outcomes of the regulatory decisions are so varied that making clear distinctions of the effects of different deregulatory practices is near impossible. However, the government officials involved in the regulatory decisions agree that the emergence of ridesharing services, such as Uber and Bolt, means that decisions one way or the other must be made. Gwilliam (2005), in turn, points out that finding optimal regulations is a difficult task, mainly for the reasons mentioned above. This lack of information makes it hard for governments to take necessary action due to not wanting to upset the powerful taxi lobbying infrastructure. Lobbying groups can also control the markets themselves by aggressively controlling its members, negating the need for regulation by a governing body. However, if this was always the case, there would not be a need for governmental regulations in the first place. On top of these, there is also the question of how to deregulate, whether to do

it in one go or in stages. There are arguments for both and no clear answer on which would be better if either one.

However, the contention of whether taxi regulations are beneficial or not mainly focuses around quantitative and economic regulations. The qualitative regulations such as the competence of drivers, safety of the vehicles, and clearly visible fare prices do not seem to inhibit innovation, competition, or the ability to access services. However, there are certain qualitative regulations, such as knowledge of the area or the age of the vehicle, that could act as barriers to entry which could effectively undermine the desired result of the regulation. Therefore, to maximise the competitiveness of taxi markets without risking reductions in service safety and quality, a focus on the qualitative regulations over quantitative and economic regulations would be the correct thing to do.

References

Barrett, S.D. (2003). Regulatory Capture, Property Rights and Taxi Deregulation: A Case Study. *Economic Affairs*, 23(4), 34-40. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0270.2003.00441.x>

Barrett, S.D. (2010). The sustained impacts of taxi deregulation. *Economic Affairs*, 30(1), 61-65. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0270.2009.01975.x>

Bekken, J.T. (2007). Experiences with (de)regulation in the European taxi industry. (De)regulation of the Taxi Industry. OECD, Paris, pp. 31-58. <https://doi.org/10.1787/9789282101155-en>

Bouteil, V., Quillerier, T. & Voskoboynikova, A. (2019). Benefits and Pitfalls of Deregulating Taxi Markets: Can Contrasted Case Studies Help Inform the Debate? *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2673(11), 726-736. <https://doi.org/10.1177/0361198119847974>

Cairns, R.D. & Liston-Heyes, C. (1996). Competition and regulation in the taxi industry. *Journal of Public Economics*, 59(1), 1-15.

Cetin, T. & Deakin, E. (2019). Regulation of taxis and the rise of ridesharing. *Transport Policy*, 76, 149-158. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.09.002>

Gwilliam, K.M. (2005). Regulation of Taxi Markets in Developing Countries: Issues and Options. *Transport Notes Series*; No. TRN 3. World Bank, Washington, DC.

Harding, S., Kandlikar, M. & Gulati, S. (2016). Taxi apps, regulation, and the market for taxi journeys. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 88, 15-25. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.03.009>

Lanamäki, A., Väyrynen, K., Laari-Salmela S. & Kinnula, M. (2020). Examining relational digital transformation through the unfolding of local practices of the Finnish taxi industry. *The Journal of Strategic Information Systems*, 29(3), 101622.

Liston-Heyes, C. & Heyes, A. (2007). Regulation of the Taxi Industry: Some Economic Background. (De)regulation of the Taxi Industry. OECD, Paris, pp. 91-113. <https://doi.org/10.1787/9789282101155-en>

Toner, J.P. (2010). The Welfare Effects of Taxicab Regulations in English Towns. *Economic Analysis and Policy*, 40(3), 299-312. [https://doi.org/10.1016/S0313-5926\(10\)50031-6](https://doi.org/10.1016/S0313-5926(10)50031-6)

Impact of weather on bicycle use: Evidence from Helsinki in 2017-2021

Juga, Jari, professor, Juntunen, Jouni, professor & Pohjosenperä, Timo, post doc researcher, University of Oulu, Oulu Business School

Abstract

This study describes the seasonal variations of cycling in Helsinki and analyzes their association with the weather conditions. The empirical data was obtained from the open data of cyclist counting stations at three locations in Helsinki (Baana, Merikannontie, Huopalahti). Weather data (including average daily temperature, sum of precipitation and average snow depth at the Kaisaniemi weather station) was obtained from the Finnish Meteorological Institute. Results show that there is a very strong seasonal variation of cycling in Helsinki. When analyzed individually, all three weather variables showed a statistically significant relationship with the daily number of cyclists. However, when all three variables were entered into the model together, temperature was by far the most influential variable while precipitation was also statistically significant. Snow depth was not significant in the model, and it is obvious that its role is dependent on various other factors, for instance snow clearing, that was not considered in the analyses of the study.

1. Introduction

Interest in cycling has in recent times increased in many regions and cities around the world (Pucher et al., 2011; Agervig Carstensen & Ebert 2012; Fishman, 2016; Ton et al., 2019). Cycling is seen as a sustainable commuting mode especially in urban areas (Kaplan et al., 2015; Agarwal et al., 2020), and potentially also in rural areas (Dickinson et al., 2009; McAndrews et al., 2017). Many people regard

cycling as an attractive recreational and sporting activity (Lumsdon, 2000; Mullan, 2013) for advancing personal wellbeing and physical health (Oja et al., 2011; Ma et al., 2021). For urban planners, cycling offers a way to promote sustainability goals and increase the attractiveness of urban areas by substituting environmentally friendly personal transport modes for polluting and space-consuming cars (Meschik, 2012; Marquart & Schicketanz, 2022). Some of the recent projects (e.g. Style project in Finland, see <https://www.styletutkimus.fi/>) take a holistic view on sustainable growth by integrating transport policy and urban design issues with healthy lifestyle aspirations, cycling being one of the obvious areas where this can be accomplished.

Many factors determine a person's propensity for cycling (see e.g., Heinen et al., 2010; Ton et al., 2019; Piatkowski & Bopp, 2021). On an individual level, these factors include attitudes, age, habits, perceived effort, etc. Social norms and culture also determine the propensity to cycle – in some cultures, it is not common to use the bicycle. Among the environmental variables are the level of infrastructure (e.g., bicycle lanes and paths) and the quality of built and natural environment. The weather and climate play a crucial role in many regions, making cycling a highly seasonal activity especially in Northern countries such as Finland.

One problem for transport planning especially regarding cycling and its seasonal variations is the existence of reliable data. Studies related to bicycle use are typically based on survey data or travel diaries mapping the current travel behavior or intentions at certain time point or period. For instance, the national travel surveys in Finland are based on data obtained from a sample of respondents in different parts of the country at a few years' interval. These studies can give tentative indications of the seasonal variations, but more objective data sources are needed to show the true extent of variations and their associations with weather, for instance. In recent years, the improved

availability of traffic counting data in many cities has offered a useful data source for analyzing these variations.

This study describes the seasonal variations of cycling in Helsinki and analyzes their association with the weather conditions. The study is based on cycling data from three counting stations in Helsinki (Baana, Merikoskenkatu and Huopalahti) and weather data at the Kaisaniemi weather station over a period of five years (2017-2021). The data were collected from two sources: cycling data were obtained from the open database of Helsinki Region Transport (HRT), while the weather data were retrieved from the database of the Finnish Meteorological Institute (FMI). The data were obtained on hourly level (cycling data) and on daily level (weather data), yet some hourly data were also used for checking up on exceptional weather conditions. The data were converted into daily, monthly, and annual figures with Excel's Pivot functionality. Statistical analyses were conducted using Excel functions (e.g., trend) and statistical tools (e.g., regression analysis).

The study was limited to the period of 1.1.2017-31.12.2021. This selection resulted in a database with 1826 daily observations on three popular cycling locations in Helsinki and daily weather observations on temperature, precipitation (rain or snow) and snow depth. It was noted that many cyclist counting stations had some missing data (probably due to instrument malfunctions or pathway closures), but the selected locations (Baana, Merikoskenkatu and Huopalahti) showed consistent data throughout the study period and were thus selected for the study. The weather data were fully available for the entire study period; however, some modifications of the original data were needed to improve usability: average temperatures (°C) were computed from minimum and maximum daily values, daily precipitation and snow depth were converted with Excel Pivot functionality into summed and average values (mm per day), respectively.

2. Cycling in Helsinki

Helsinki, the capital of Finland, is located in Southern Finland, by the Baltic Sea. It has a population of approx. 659,000 and with the neighboring cities (Espoo, Vantaa, Kaunianen) forms the wider Helsinki Metropolitan Area with almost 1.5 million inhabitants. Helsinki has a humid continental climate, with an average daily temperature of +5.9 °C and an annual rainfall of 655 mm. The weather varies significantly through the year; in the winter months, the temperatures drop below freezing and normally there is also snow, but not necessarily every winter. The highest temperature ever recorded in Helsinki is +33.2 °C (2019) and the lowest -34.3 °C (1987).

Helsinki has an ambitious goal to make the city carbon neutral by the year 2035. To achieve this goal, the city promotes cycling since mobility is one of the main sources of greenhouse gas emissions in urban areas. The target has been set to raise the share of trips made by cycling from 9% (2018 and 2021) to 20% by the year 2035 and become the third best cycling city in the world after Amsterdam and Copenhagen. Currently there are some 35 kilometers of bicycle paths in central Helsinki and 1000 kilometers in the city area as a whole. As part of the cycling program, Helsinki is building the “Baana network”, involving designated roads for bicycles that allow cycling at steady speed on high-quality, straight routes. Other measures to promote cycling include, for instance, a journey planner for bicycle traffic, attitude campaigns, guidance in bicycle maintenance, and developing a feedback system to improve the maintenance of pathways.

On annual level (2017-2021) the total number of cyclists at three counting stations (Baana, Merikannontie, Huopalahti) in Helsinki is shown in Figure 1. The total number of cyclists at these cycling stations varies between 1.87 and 2.21 million cyclists (2017 and 2020, respectively). The weather data show that the year 2020 has been exceptionally warm (average temperature +8.1 °C) and, consequently,

there has been little snow (average snow depth 0.01 mm). The weather will naturally have contributed to the number of cyclists during the year. At the same time, the Covid-19 pandemic landed in Finland in March 2020, leading to a situation where many people during 2020-2021 worked at home and educational institutions utilized distance teaching. Also many recreational activities and hobbies were temporarily suspended which reduced people’s need for mobility.

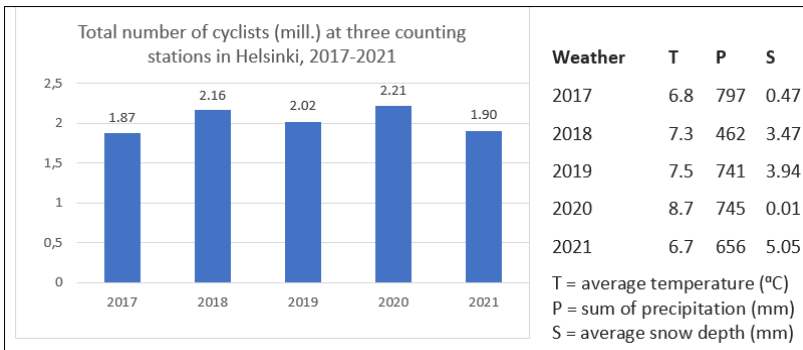


Figure 1. Total number of cyclists at three counting stations in 2017-2021

There is considerable seasonal variation in the level of cycling through the year (see Figure 2). The monthly figures show that 42.1 % of the total number of cyclists during the 5-year study period are registered in three summer months (June, July, August) while only 8.4 % of cyclists are registered in three winter months (January, February, March). It can be seen in Figure 2 that the seasonal pattern remains fairly stable over the study period. Besides the winter months, the number of cyclists goes down in July, which is the popular summer holiday month in Finland. In the summer of 2021, the numbers do not pick up in August, which is probably due to the Covid situation in fall 2021. Compared to other winters, the level of cycling in 2020 is quite high, maybe due to the warm winter mentioned above. It may also be that the pandemic has made many public transport users shift to the bicycle to avoid infection.

An exceptionally high number of cyclists can be observed in the summer of 2018. Again, this may be attributed to the weather; in May 2018 the average temperature was +13.8 °C, compared to the average of +10.8 °C during the entire 5-year period. However, also positive publicity may have affected people’s willingness to use the bicycle. In May 2018 Helsinki was selected as the Cycling City of the Year in recognition of the efforts to advance cycling conditions.

The percentage shares of monthly bicycle use (Figure 3) show that there is only little variation between the three counting stations in 2017-2021. This can be taken as an indicator of data reliability in the study - with evenly distributed percentages, it can be assumed that the data is comprehensive without noticeable occurrences of missing data due to instrument malfunctions or cycling path closures, for instance.

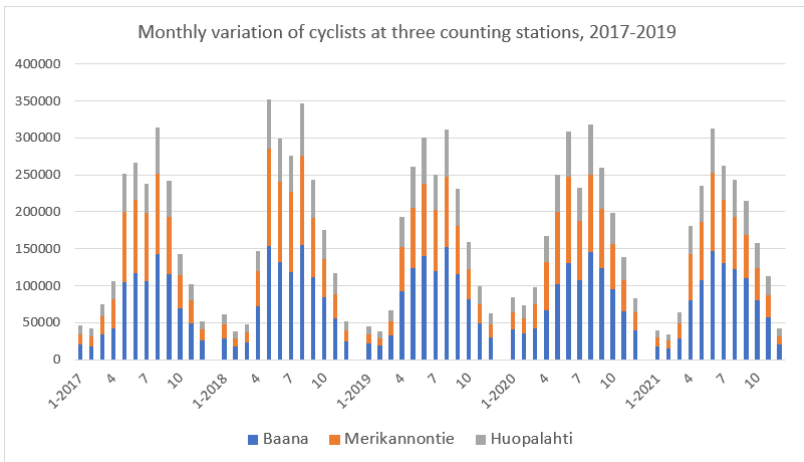


Figure 2. Monthly variation of cycling at the three counting stations in 2017-2021

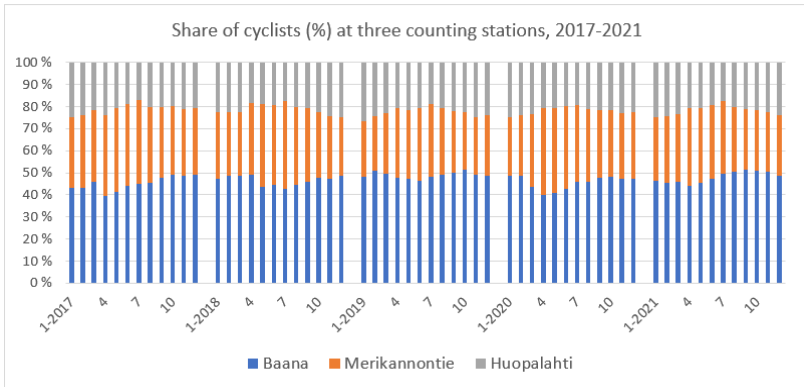


Figure 3. Monthly shares of cyclists between the three counting stations in 2017-2021

Besides monthly variations, there is also variability in cycling through the days of the week. Especially during the weekends, the number of cyclists goes down to approximately one half compared to other weekdays. To eliminate the impact of this variation, the following analyses are based on one weekday's figures only (Wednesday). After this change, the data set was reduced from 1826 days (all days) to 261 days (Wednesdays only). The total number of cyclists in the sample was reduced from the 10.16 million (all days) to 1.75 million (Wednesdays) during the entire 5-year observation period.

3. Impact of the weather

Using the new sample of Wednesdays in 2017-2021, it is possible to analyze the impact of different weather conditions on cycling. As already discussed above, there is an association between the temperature and the level of cycling, but also the impact of precipitation (notably rain) and depth of snow can be investigated in more detail. The Finnish Meteorological Institute also offers various other weather parameters (such as wind speed and direction), but these were not included in this study.

A visual comparison of Figure 4 (number of cyclists, Wednesdays 2017-2021) and Figure 5 (average daily temperature) confirms a strong association between weather conditions and cycling. The analysis can be continued with a scatterplot chart (Figure 6) between the two parameters. The regression equation shows an R^2 statistic (coefficient of determination) of 0.73, indicating very high goodness of fit of the model.

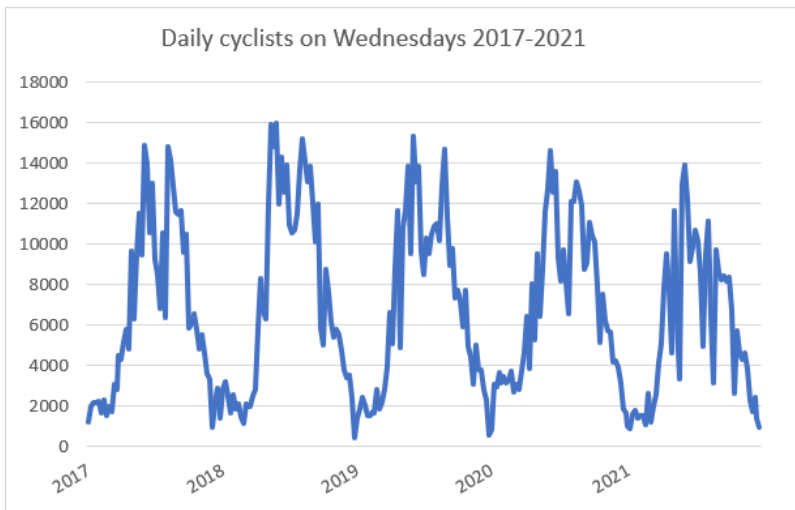


Figure 4. Number of cyclists on Wednesdays 2017-2021

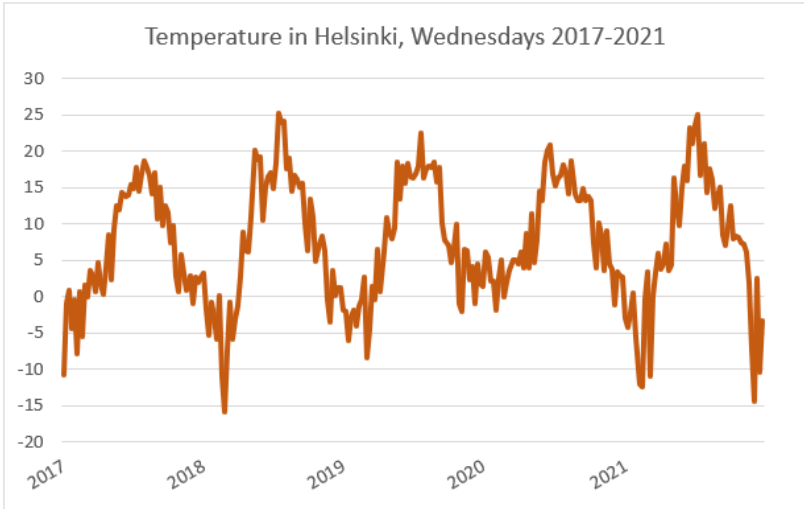


Figure 5. Average daily temperature on Wednesdays 2017-2021

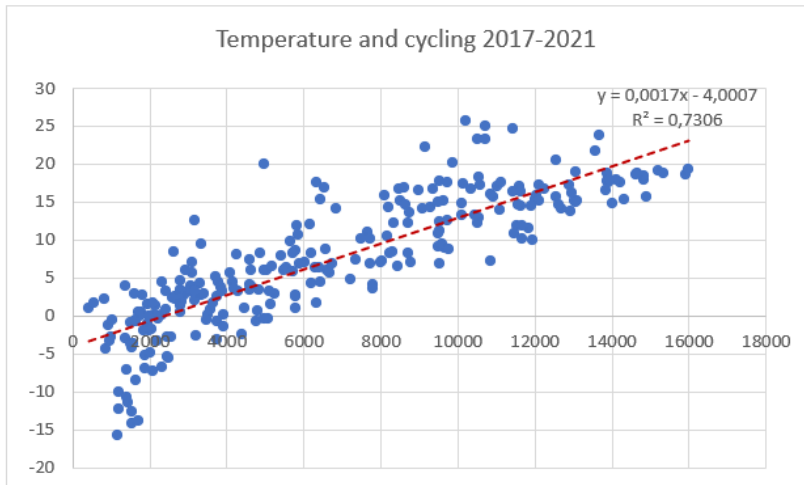


Figure 6. Association between daily temperature and cycling on Wednesdays 2017-2021

The association between the level of precipitation (mostly rain, sometimes snow) and cycling is far less obvious (Figure 7). The regression coefficient is negative and statistically significant, explaining 2.98 % of the total variation. As can be seen from the figure, there is a group of cyclists who use the bicycle even in harder rain; the data shows that 8.5 % of all cyclists use the bike when the daily rain exceeds the level of heavy rain (according to FMI, heavy rain means over 4.5 mm precipitation per day). An interesting case in the chart can be seen at 25 mm rain level when the daily number of cyclists exceeds 12,500 – it turned out from FMI’s statistics that on 17. June 2020 there was heavy rain in the night, but the weather had already cleared by the morning. By contrast, there are some days in 2021 (e.g., 26 May., 25. Aug., see Figure 4) when the number of cyclists is conspicuously low compared to other days – on these days, there has been persistent rain through the day clearly exceeding the precipitation level of adjacent days.

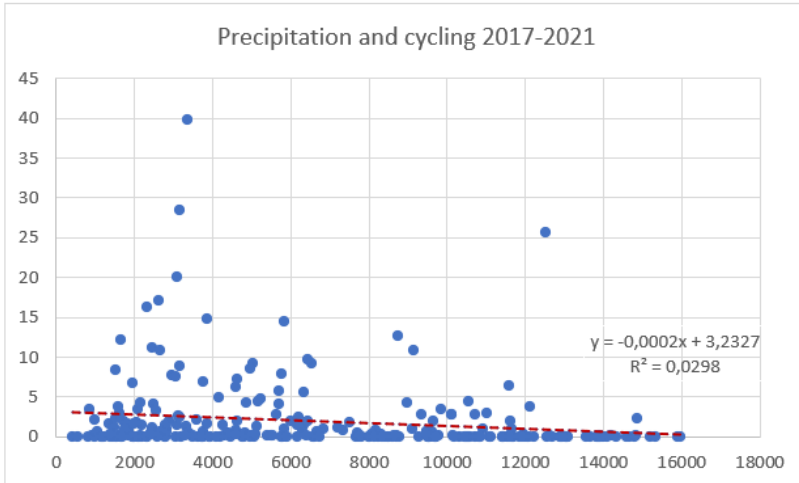


Figure 7. Level of precipitation (mm) and cycling, Wednesdays 2017-2021

Lastly, the association between snow depth and cycling is shown in Figure 8. Also, this variable is statistically significant and individually explains 18 % of the total variation. However, it is questionable whether the whole year’s data is a meaningful starting point for this analysis, instead of just winter months. While the great majority of cyclists only use the cycle in snow-free conditions, there is a group of winter-cyclists who cycle on year-round basis even when there is a lot of snow. Naturally, the figures do not say anything about the condition of roads or cycle paths during the snowy periods. Cycling on snow-cleared roads or cycle paths is quite different from uncleared routes.

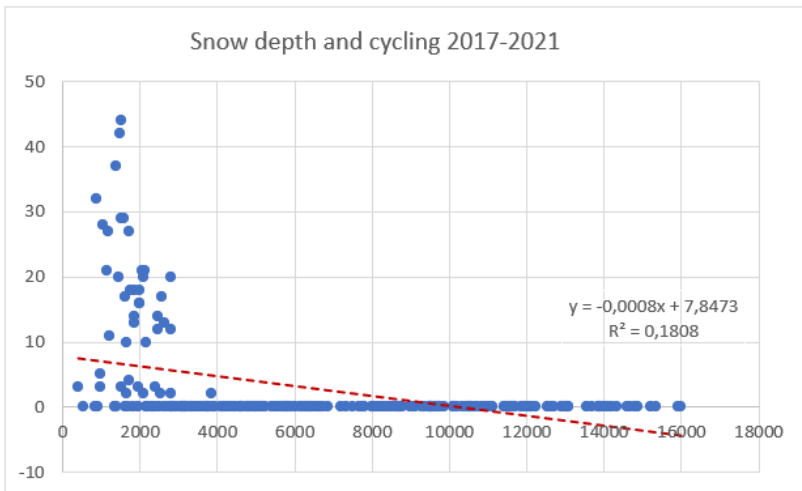


Figure 8. Snow depth and cycling, Wednesdays 2017-2021

Putting the three weather variables together, the relative impacts of each variable on cycling can be shown with multivariate regression equation. The resulting model shows that temperature and precipitation are statistically significant determinants of cycling whereas snow depth, in the presence of the other two variables, is not significant. Together, the two variables (temperature, precipitation)

explain 76.4 % of the variation in cycling. However, a very basic visual analysis is enough to show that temperature is the variable that has the strongest impact on cycling.

4. Discussion and conclusions

Bicycle use is known for its advantages both on societal and personal level: it is an environmentally friendly mode of personal transport that offers positive health impacts and infrastructure savings through reduced parking space requirements, for instance. Many cities and regions have implemented programs and projects to promote cycling for commuting and free-time activities. In Finland, for instance, also other cities besides Helsinki – notably Oulu in Northern Finland – have actively developed the conditions for cycling on a year-round basis.

All transport modes are affected by external conditions, such as the weather. For cycling, the dependence on external conditions including climate and weather, geography, level of cycling infrastructure, and culture is exceptionally high. However, also personal attitudes have a significant impact on cycling propensity. For these reasons, it is difficult to get reliable information on bicycle use and its variations. Some of the common methods such as surveys and diaries involve uncertainties, but also human and automated counts have their problems related to sampling and instrument malfunctions.

In this study, automated counter data of three counting stations along popular cycling routes in Helsinki were used to estimate the impact of weather on bicycle use. The data of the three counting stations was very consistent, signifying high reliability in terms of problems such as counter malfunctions or closures of cycle paths. Weather data was obtained from the open data base of the Finnish Meteorological Institute. The data was collected from a five-year period (2017-2021)

and the analyses were based on daily figures (number of cyclists, average temperature, amount of precipitation and snow depth).

As could be expected, there is a high seasonality in the level of cycling in Helsinki. The total count of cyclists during the three summer months (June, July, August) is on average 5.4 times greater than in winter months (January, February, March), even if there is a significant drop in the number of cyclists in July which is the summer holiday period in Finland. It would, in fact, be possible to create highly reliable forecasts of cycling activity by using advanced time-series methods alone without using any causal determinants.

The most important weather-related predictor of cycling is temperature, which explains 73.1 % of the total variation in the number of cyclists. As an individual variable, the amount of precipitation is also statistically significant, explaining 3 % of the total variation. The impact of snow depth was also tested individually and was found to be a highly significant predictor of cycling – but this is of course questionable because the analysis neglects the seasonality of snow; also, the impact of snow clearance on cycling paths should be considered if true association with cycling were to be measured.

When all three weather-related variables are included in the model, the coefficient of determination goes up to 76.4 % with two statistically significant variables in the model - temperature and precipitation. Although daily temperature is by far the most important predictor in the model, it is possible to detect the importance of precipitation by looking at individual rainy days in the summer. If the rain comes in only the nighttime, the number of cyclists is high, whereas rain in the daytime reduces the number of cyclists significantly.

The impact of the Covid-19 pandemic is not included in the analysis of this study. Finnish Cyclists' Federation has estimated the reduction

in cycling to be around 14 % during the time frame of 2016-2021, 2020 and 2021 being the years affected by the pandemic. However, the analysis is based on purely linear trends during the time period of the study – if the dependence on weather were included in the analysis, the impact of the pandemic would be significantly different (the average temperature in 2020 was 2.0 degrees higher than in 2021, and 2020 was practically free of snow).

The results of this study confirm the importance of weather-related variables (especially temperature) on cycling, as has also been demonstrated in many studies in previous cycling research. However, this study also shows the usability of automatic counting information in traffic studies – and with the increasing availability of counting data from various transport modes, that potential is growing. Transport planners can greatly benefit when the analysis is extended to multiple transport modes, especially the relationship between cycling and public transport in different conditions should be of interest. Therefore, future research should focus on the cross-impacts between transport modes, considering different contextual variables, such as the weather.

References

- Agarwal, A., Ziemke, D. & Nagel, K. 2020. Bicycle superhighway: An environmentally sustainable policy for urban transport. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 137, 519-540.
- Agervig Carstensen, T. & Ebert, A.K. 2012. Cycling cultures in Northern Europe: From 'golden age' to 'renaissance', in: Parkin, J. (ed.), *Transport and Sustainability*, Vol. 1, Emerald Group Publishing Limited, Bingley, 22-58.

- Dickinson, J.E., Robbins, D. & Fletcher, J. 2009. Representation of transport: A rural destination analysis. *Annals of Tourism Research*, 36, 103-123.
- Fishman, E. 2016. Cycling as transport. *Transport Reviews*, 36, (1), 1-8.
- Heinen, E., Van Wee, B. & Maat, K. 2010. Commuting by bicycle: An overview of the literature. *Transport Reviews*, 30(1), 59-96.
- Kaplan, S., Manca, F., Nielsen, T.A.S. & Prato, C.G. 2015. Intentions to use bike-sharing for holiday cycling: An application of the theory of planned behavior. *Tourism Management*, 47, 34-46.
- Lumsdon, L. 2000. Transport and tourism: Cycle tourism – a model for sustainable development? *Journal of Sustainable Tourism*, 8(5), 361-377.
- Ma, L. & Ye, R. & Wang, H. 2021. Exploring the causal effects of bicycling for transportation on mental health. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 93, 102773.
- Marquart, H. & Schicketanz, J. 2022. Experiences of safe and healthy walking and cycling in urban areas: The benefits of mobile methods for citizen-adapted urban planning. *Transportation Research Procedia*, 60, 290-297.
- McAndrews C., Okuyama K., Litt J.S. 2017. The reach of bicycling in rural, small, and low-density places. *Transportation Research Record*, 2662(1), 134-142.
- Meschik, M. 2012. Reshaping city traffic towards Sustainability: Why transport policy should favor the bicycle Instead of car traffic. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 48, 495-504.
- Mullan E. 2013. Exercise, weather, safety, and public attitudes: A qualitative exploration of leisure cyclists' views on cycling for transport. *SAGE Open* (July).

Oja, P., Bauman, T. A., de Gaus, B., Krenn, P., Reger-Nash, B. & Kohlberger, T. 2011. Health benefits of cycling: A systematic review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21(4), 496-509.

Piatkowski, D. & Bopp, M. 2021. Increasing bicycling for transportation: A systematic review of the literature. *Journal of Urban Planning and Development*, 147(2), 04021019

Pucher, J., Buehler, R. & Seinen, M. 2011. Bicycling renaissance in North America? An update and re-appraisal of cycling trends and policies. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 45, 451-475.

Ton, D., Duives, D.C., Cats, O., Hoogendoorn-Lanser, S., Hoogendoorn, S.P. 2019. Cycling or walking? Determinants of mode choice in the Netherlands. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 123, 7-23.

Data sources:

- <https://www.avoindata.fi/data/fi/dataset/helsingin-pyorailijamaarat>
- <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/havaintojen-lataus>

Katsaus

Liikenneinvestoinnit ja hyötykustannusanalyysi epävarmassa maailmassa

Talvitie, Antti, Professori emeritus, Aalto-yliopisto, rakennetun ympäristön laitos

Aluksi

Liikenneinsinööri on ruma sana. Se juontaa 1960–70-lukujen taitteeseen, Wilbur Smith-Polvinen liikennesuunnitelmaan – eikä syyttä — jossa moottoritie kiersi Kauppatorin ja Helsingin rantoja. Sanan negatiivinen kaiku kasvoi 80-luvun alussa – ilman syytä—kun ’monoa moottoritiele’ henki eteni 1970-luvun energiakriisin innoittamana. Silloin vallitsevaa henkistä väyläsuunnittelun ilmapiiriä kuvasi parhaiten raamatullinen ilmaisu ”murheen laakso”. Moottoritiesuunnitelmat pantiin hyllylle. Joukkoliikenteen suunnittelu sai puhtia mutta kohdistui sellaisiin harvoihin projekteihin, joilla oli julkista viehätystä. Tavoitettavuus ei ollut muotisana. Se oli tuntematon käsite ihmisille, paitsi liikenneennusteiden tekijöille. Itämetro oli suuri projekti, jolle haluttiin sekä poliittinen että yleinen tuki. Ohessa tapahtui sekä poliittisia että teknisiä lieveilmiöitä, negatiivisia ja positiivisia, joita puitiin oikeusasteita myöten. Kulussien takana kaavoitus ja maankäyttö olivat merkittäviä tekijöitä, myös rahoituslähteinä poliittisille intressipiireille. Amerikkalaisia eksperttejä kävi kutsusta kertomassa ja luennoimassa metron eduista moottoriväyliin verrattuna. Pääväylien ja -katujen joiden kehityshankkeita kutsutaan bulevardeiksi (ks. MacDonald 2006 ja Jacobs-Macdonald-Rofé 2002) merkitys maan arvolle ja tavoitettavuudelle ymmärrettiin vaieten, samalla kun niiden tarvitsemasta maa-alasta metroon verrattuna äänekkäästi valitettiin. Nykyhetken peilattuna, mitä enemmän muutosta on tapahtunut, sitä enemmän maailma on pysynyt samana.

Viisikymmentä vuotta sitten kokemamme maailma oli vakaa, liikenne- ja tuotantoteknologian kehitystä ei ajateltu, tai se oli tietoisuutemme ulkopuolella. Maailmanmeno oli ennustettavissa. Riskit olivat lueteltavissa ja jopa rahallisesti arvioitavissa. Ympäristöhaitoista ei puhuttu, koskivat ne sitten ihmisiä tai luontoa, vuoropuhelu vaikutusalueen asukkaiden kanssa oli harvinaista, kiinteistöjen arvonnousu ei ylittänyt julkisuuden kynnystä. Oli ilmiselvää, että projektit rahoitettiin ja maksettiin verovaroin. Eräs tuntemani vaikutusvaltainen Helsingin insinöörivirkamies puki asian sanoiksi: ”ei maalla ole mitään arvoa”. Nykyisin kiinteistöjen arvonnousu on yksi valtti kalliiden väyläinvestointien hyötyjä laskettaessa. Näiden asioiden arvostus -- ympäristö, sen ihmisille ja luonnolle aiheuttamat haitat, ihmisten kuuleminen, maankäyttö, ja tavoitettavuus – on perusteellisesti muuttunut ja ovat tärkeitä tekijöitä hankkeiden arvioinnissa, joita säännöllisesti kuvataan hyöty-kustannusanalyysin raameissa. Kaksi tekijää, matkojen hinta ja niiden maksaja, loistavat kuitenkin poissaolollaan.

Samoilla 1960- ja 70-luvuilla Suomi hankki Maailmanpankin lainan ja alkoi rakentaa kahta moottoritietä. Merkittävää oli, että hankkeista oli tehtävä hyöty-kustannusanalyysi (HKA) ja suunnittelu ja rakentaminen tuli kilpailuttaa ja tehdä yksityisten yritysten toimesta. Siihen asti suunnittelun, rakentamisen ja kunnossapidon olivat tehneet Tie- ja vesirakennushallitus ja sen piiriorganisaatiot. Myöhemmin tiesektorin julkisen ja yksityisen sektorin rooli ovat kehittyneet ja muuttuneet. Olin näissä mukana sekä läheltä että kaukaa. Tässä artikkelissa keskityn vain hyöty-kustannusanalyysiin ja sen käyttöön.

Ennen kuin sen teen, on syytä selventää pääotsikon sanavalintaa. Epävarmuus on tila, jossa tuleville tapahtumille ei voida antaa edes todennäköisyyttä: tulevaisuus on epävarma, eikä sen riskillä ole todennäköisyysnumeroa. Kuitenkin liikenneinvestointeja on tehtävä, vaikka ne kaikki ovat riski-investointeja, kokeita, jota sana 'experiment' kuvaa paremmin. Epävarmuus koskee lähes kaikkia HKA:n tekijöitä. Niiden arvoja en haarukoi, mutta monille tekijöille

nykytilanne ja nähtävissä olevan kehityksen suunta voidaan arvioida. Kokeiden tulos nähdään vasta ehkä vuosikymmenien kuluttua. Siitä huolimatta, ennen investointeja on hyödyllistä tehdä 'ajatuskokeita', *thought experiments*. Niihin HKA antaa hyödylliset raamit.

Taloudellinen (economic) ja yhteiskunnallinen (social) hyötykustannusanalyysi

Esimerkkien avulla kuvaan seuraavassa HKA:n taloudellista ja yhteiskuntataloudellista merkitystä. Käy ilmi matkan hinnan suuri merkitys liikenneinfrainvestoinneista tai liikennepalveluista saataville hyödyille ja niiden nykarvolle.

Sekä taloudellinen (HKA) että yhteiskuntataloudellinen (HKA) hyötykustannusanalyysi ovat tarpeellisia. Ero näiden kahden välillä mainitaan harvoin, hybridisovellukset ovat sääntö ja molempien käytössä on niin suuria puutteita, että niitä voisi sanoa jopa disinformaatioksi. Kaksi numeerista esimerkkiä selventää eroa näiden kahden HKA:n välillä. Niiden yksi tarkoitus on tuoda esille matkan hinnoittelun vaikutus liikenteen kysyntään, millä on puolestaan suuria seurauksia. Tämä tosiasia jätetään usein huomiotta. Suomalaisissa hankearvioinneissa tuskin edes mainitaan, mitä matkustaja maksaa matkastaan. Molemmat esimerkit tähdentävät tämän paperin päätelmää: matkan hinta on keskeinen liikenneinvestointien sekä taloudellisille että yhteiskunnallisille hyödyille. Niihin kuuluvat tavoitettavuus, maankäyttö, ympäristö, luonto, turvallisuus, tuottavuus, taloudellinen kestävyys ja kaupunkimaisema. Liikuntarajoitteisten, vanhusten, nuorten, pienituloisten ja muiden erityisryhmien tavoitettavuus, turvallisuus ja muut tarpeet on mahdollista hoitaa kohdistetusti alennetuilla maksuilla, joiden tarkempi sisältö ja käyttö on selvityksin tarkasti harkittava (World Bank, 2017, 2019, 2020, 2022). Hankeselvityksissä ja -arvioinneissa vuoropuheluissa matkan todennäköinen hinta tulisi aina tunnistaa ja avoimesti keskustella siitä

Taloudellinen (economic) hyöty-kustannusanalyysi, HKA.

Jules Dupuit'in (1844, Maneschi 1996, Mouter 2017) mukaan "ainoa hyöty on se, josta ihmiset ovat valmiita maksamaan" ja "subventio on aina sama kuin vero ... Vaurautta ei niillä luoda, vaan ... vaurautta menetetään". Suomessa ja useimmissa EU-maissa liikenteen subventointia perustellaan rajakustannushinnoittelulla. Subventioiteja suositellaan kulkumuodoille, joilla on laskeva keskimääräkustannus (declining average costs), ja joka ekonomisti Pigoun mukaan johtaisi yhteiskunnallisen hyödyn maksimiin. Tämä säännöllisesti tarkoittaa raideliikenteen subventointia. Taloustieteen Nobelisti Ronald Coase (1987) tyrmäsi rajakustannushinnoittelun vaikutusvaltaisessa kirjassaan, ja prof. Keeler (1974) kyseenalaisti junaliikenteen laskevan keskimääräkustannuksen (kts. myös Nash ja Smith 2007). Huomiota vaille jää, että liikenteen subventiot aiheuttavat ruuhkaa ja sitä kautta virheinvestioiteja.

Kirjoittaja ja Colin Gannon (silloin Maailmanpankissa) kehittivät numeerisen esimerkin HKA:stä tielainan yhteydessä kahteen esimerkkitapaukseen A ja B, jotka muuten olivat samanlaisia, paitsi että vaihtoehdossa A matkan hinta on subventoitu, kun taas B:ssä se kattaa kaikki kustannukset. Talvitie (2018) lisäsi myöhemmin tapauksen C, jossa matkan hinta on ylihinnoiteltu. Kuvassa 1 ja sitä seuraavassa taulussa ja sen selityksessä on tarkasti kuvattu näiden vaihtoehtojen seuraukset. Suomessa junaliikenteen matkustajat maksavat murto-osan aiheuttamistaan kustannuksista, raitininfrastruktuurin käytön kustannusvastaavuus on ollut yli 10 vuotta 10–12 % (Väylävirasto 2022). Bussien kaukoliikennettä subventoidaan teiden infrastruktuurin osalta (ehkä n. 40 %, Leviäkangas ja Talvitie, 2000) mutta bussimatkojen lippuhintaa ei subventoida. Auton käyttäjät Suomessa ja vanhoissa EU-maissa maksavat 2–3 kertaa enemmän kuin aiheuttamansa tiekustannukset (Talvitie et al. 2015). Rautatietariffit EU- maissa kattavat noin 10–50 % raitininfrastruktuurikustannuksista.

Matkan hinta kuvassa 1 on tarkoituksella rahaa. Lisäksi on oletettu, että tien käytöstä ei aiheudu muita kustannuksia tai vääristäviä veroja. Vaikka on yleistä sisällyttää matka-ajan säästöt ja monia ulkoisvaikutuksia yhteiskuntataloudellisiin hyötyihin, niitä ei HKA laiminlyö tai ”unohda”. Dupuit’in perustelu pätee: ”ainoa hyöty on se, josta ihmiset ovat valmiita maksamaan”. Matkoilla, kuten useimmilla tavaroilla ja palveluilla, on yksityisiä kustannuksia, jotka vaikuttavat kysyntään – polttoaine tai muu energian lähde, aika, vakuutus, ajoneuvo ja korjaukset; mutta sinänsä ne eivät ole hyötyjä tai kustannuksia HKA:ssä. Ne ovat henkilökohtaisia, tietoisia valintoja, ja sisältyvät kysyntäkäyrään, joka kuvaa matkan tekijän maksuhalukkuutta (ja sen alapuolinen alue hyötyä). Investointi, kunnossapito, ja monet haitat ja ulkoiset kustannukset (eksternalititeetit) voidaan tavallisesti sisällyttää matkan hintaan ja maksaa tiemaksuna.

Taulu 1, tapaus A, osoittaa, että jos syntyneen (generated) liikenteen aiheuttama hyödyn menetys (alue un_{wz} kuvassa 1) jätetään ottamatta huomioon subventoidun hinnan vuoksi, kuten lähes aina tehdään, hyödyt yliarvioidaan. Hyödyt ovat suurimmat tapauksessa B, jossa ei ole subventiota. Ylihinnoittelu-esimerkissä syntyneen liikenteen hyödyt on lisättävä taulun 1 alaviitteiden mukaisesti. Ellei käyttäjien tai veronmaksajien todellisuudessa maksamia hintoja, jotka kattavat kustannukset, käytetä hyöty-kustannusanalyyseissä ja oikaisuja (ylös tai alas) tehdä subventioiden osalta, valitaan ”väärä” hanke tai liikennepolitiikka. Tapauksessa A on veronmaksajilta siirretty hyötyä (rahallista tuloa) auton käyttäjille. Päinvastaisessa tilanteessa, tapaus C, ylihinnoittelu aiheuttaa (rahallisen) hyödyn siirtymisen auton käyttäjiltä kansantalouteen. Subventiot (ja lainat) maksavien ei-käyttäjien ylijäämä (consumer surplus) tappiot jätetään yksinkertaisesti huomiotta.

Normaali mutta virheellinen oletus HKA:ssa on, että käyttäjät maksavat todelliset kustannukset, eivät sitä hintaa, mikä määrää kysynnän. Subventoidut investoinnit ja liikenne näyttävät

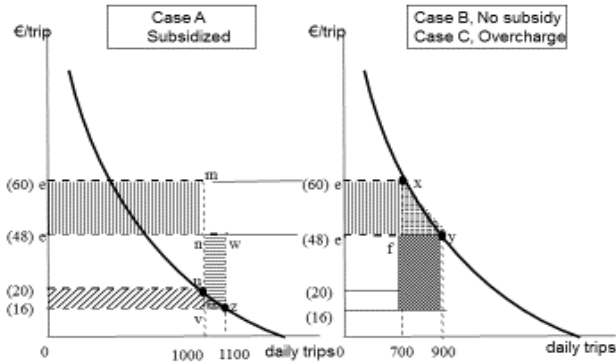
taloudellisemmalla kuin ne todellisuudessa ovat, kun ne ylihinnoitellussa ympäristössä ovat vähemmän taloudellisia kuin ne todellisuudessa ovat. Ulkoiset kustannukset tulee ottaa mukaan matkan hinnassa. Ne voidaan usein maksaa ruuhkamaksuina.

”Aikakustannussäästöt” ja maan arvon nousu ovat kumpikin melkoista humpuukia. Aikaa ei voi säästää kuten rahaa. Ajan arvottamisessa on suuria epävarmuuksia (Goodwin 2019, Daly & Hess 2019). Jos käyttäjä maksaa aiheuttamansa kustannukset rahana, niin aikasäästöhyödyt putoavat pois. Jos taas aikasäästöhyödyillä perustellaan muuten kannattamatonta investointia, joku muu kuin käyttäjä maksaa kustannukset, joten se on poissa ei-käyttäjien ja veronmaksajien ylijäämästä (tapaus A). Dupuitin perustelut pätevät. Kysymyksessä on siis tulonsiirto, ei hyöty. Sama pätee kiinteistöjen arvon nousuun. Se on vain kuntien kaavoituksen kautta keksimä rahan lähde, ei hyöty.

Kuva 1. Matkojen hyödyt kolmessa esimerkissä

Esimerkki viittaa tieyhteyteen, muuta se voisi olla myös rautatieyhteys. Tariffi, joka ei kata kustannuksia, johtaa tehottomaan investointiin ja liikennepolitiikkaan, Hintavääristymät leviävät kysynnästä tuotannon tekijöiden hintoihin ja muihin ”vääriin” investointeihin sekä maankäyttöön. Jopa kehitysmaissa, joissa polttoaineiden ja matkojen subventointi on yleistä, matka-ajan ”säästöt” ovat 65-80% HKAM:n hyödyistä ilman selvää rahallista näyttöä.

Figure 5: Traffic Benefits in Three Cases



Taulu 1. Matkojen hyödyt (€) tapauksissa A, B, ja C (per päivä) – (Talvitie, 2018)

	Tapaus A (subventoitu) ^a Hinta ennen/jälkeen 20/16 €		Tapaus B ^b Hinta ennen jälkeen 60/48 €		Tapaus C (ylibinnoiteltu) ^c Hinta ennen/jälkeen 60/48 €	
	Käyttäjät	Koko maa	Käyttäjät	Koko maa	Käyttäjät	Koko maa
Nykyinen liikenne	4,000	12,000	8,400	8,400	8,400	2,800
Syntynyt liikenne	200	(-3,000)	1,200	1,200	1,200	6,400
Yhteensä	4,200	9,000	9,600	9,600	9,600	9,200

^a Tapaus A, hinta subventoitu hinta. Nykykyisten käyttäjien hyödyt tulevat pienemmästä maksusta $\text{€}(20-16) \cdot 1000 = 4000 \text{ €}$. Syntyneen liikenteen hyöty on $\text{€}(20 - 16) \cdot 0,5 \cdot 100 = 200 \text{ €}$ (pinta-ala uvz kuvassa 1).

Käyttäjien kokonaishyöty on siten 4200 €. Koko maan liikennekustannukset laskevat $\text{€}((60-48)*1000 = 12\ 000\ \text{€})$, mutta syntyneestä liikenteestä aiheutuu tappiota $\text{€}(48*100 - 0,5*(20+16)*100) = 3\ 000\ \text{€}$ (alue nuzw kysyntäkäyrän yläpuolella). Koko maan kansantalouden hyöty on siis $\text{€}(12000-3000) = 9000\text{€}$. Tapauksessa A on tulon (hyödyn) siirto veronmaksajilta käyttäjille on $1000*40\text{€} = 40000\text{€}/\text{vrk}$ ja 32 200 € väylän parantamisinvestoinnin jälkeen.

^b *Tapaus B, ei subventiota.* Nykyisten käyttäjien ja koko maan hyödyt ovat yhtä suuret; $\text{€}((60-48) * 700 = 8400\ \text{€})$ ja generoitu liikenne antaa lisää hyötyä $\text{€}((60-48)*0,5*200 = 1200\ \text{€})$. Koko maan kansantalouden ja käyttäjien yhteissumma on sama 9600 €. Jos käyttäjät maksavat infrastruktuurikustannukset, tulonsiirtoja ei ole.

^c *Tapaus C, ylihinnottelu.* Hyötyihin on lisättävä syntyneen liikenteen hyöty kysyntäkäyrän alapuolella, josta pitää vähentää sitä vastaava kustannus. Nykyisen ja syntyneen liikenteen ovat samat kuin tapauksessa B, 9600 €. Kansantalouden hyödyt ovat erilaiset. Ne koostuvat nykyliikenteen maksuista $\text{€}(20-16)*700 = 2800\ \text{€}$, syntyneen liikenteen maksuista (hyödyistä) $\text{€}(48*200) = 9600\ \text{€}$ miinus sen maksut $\text{€}(16*200) = 3200\ \text{€}$. Koko maan kansantalouden saama hyöty on siis $\text{€}(2800+9600-3200) = 9200\ \text{€}$. Tapauksessa C on väylän parannuksen jälkeen tulonsiirto (hyödyn siirto) $\text{€}(60-20)*700 = 28\ 000\ \text{€}/\text{vrk}$ käyttäjiltä kansantaloudelle.

Yhteenvedo näistä esimerkitapauksista on se, että matkan hinnalla ja aikakustannussäästöillä on suuri merkitys investoinnin hyötyihin ja konstailu aikakustannussäästöillä ja kiinteistöjen arvon nousulla on harhaanjohtamista. Jos esimerkiksi Väyläviraston laskelmista Turun tunnin junan hyödyistä poistetaan aikasäästöhyödyt, on H/K-suhde 0,17. Jos sen lisäksi vähennetään radan jäännösarvo 30 vuoden jälkeen on H/K-suhde 0,07! HKA_c on siis erittäin vakuuttava ja vaikuttava tapa analysoida hankkeiden taloudellista kannattavuutta. Erityisen tärkeätä on, että vaihtoehdoissa on mukana ei vain fyysisiä vaan myös

matkan hintaan ja väylän käyttöön liittyviä vaihtoehtoja. Herkkyyksianalyysit eri tekijöiden vaikutuksista ovat myös tärkeitä. Juuri edesmennyt liikenneinsinööri Olav Smeds, joka hioi HKA-osaamistaan Maailmanpankin lainan toimistossa TVH:ssa, käytti aina saman väylähankkeen vaihtoehtoissa kolmea teknisesti eritasoista ja eri suurta vaihtoehtoa: mini, midi, maxi. Se on suositeltava tapa, sekä väylän laajuudessa että käytössä.

Yhteiskuntataloudellinen (social) hyöty-kustannusanalyysi HKA

Liikenneinvestoinneilla on yhteiskuntataloudellisia hyötyjä ja kustannuksia, jotka ovat suuremmat kuin HKA:ssa lasketut. Suomessa julkaistut yhteiskuntataloudelliset HKA:t ovat hybridejä. Hyödyt on rajattu sisältämään lähialueen käyttäjä-, maankäyttö- ja muut hyödyt, mutta haitat on suljettu pois kuin myös kuluttajan ylijäämän menetys niille, jotka eivät käyttäisi investoinnin tulosta. Selkeimmin tämä tapahtuu matka-ajan lyhentymisen hyödyissä, jotka ovat aina suurin hyötykomponentti, mutta niiden maksajina ovat muut kuin hyödyn saajat. Maan arvo saattaa myös laskea vaikutusalueen ulkopuolella. Molemmat ovat vaikeita ongelmia, jos käyttäjät eivät maksa. Ja vaikka käyttäjät maksaisivat, hyötykustannus suhteeltaan (HKA_c) hyvät liikenneinvestoinnit yleensä johtavat suuriin hyötyihin.

Yhteiskunnallisia hyöty-kustannusanalyysseja on harvassa. Tuoreessa artikkelissa Reginald Arkell (2021) käsittelee yhteiskuntataloudellisia hyötyjä ja kustannuksia laajasti. Siinä osoitetaan, että suuret yhteiskuntataloudelliset hyödyt tulevat pääasiassa "optimaalisen" *second best* -hinnoittelupolitiikan toteuttamisesta, jonka seurauksena olisi myös pidättäytytty moottoriteiden lisärakentamisesta suuren kaupunkiseudun urbaanisella alueella (Hypothetical Alternative Scenario (HAS)-vaihtoehto, joka on määritelty alempana). Tästä olisi siunaantunut paljon hyötyä, joka jäljitetään *second best* -hinnoittelun vaikutuksista liikennekysyntään (vähenemiseen), kaupunkialueen kehittämiseen, erityisesti sen tiivistymiseen, liikenneturvallisuuteen ja

tuottavuuteen. Tulokset ovat taulussa 2 ja herkkyysanalyysit taulussa 3.

Arkell'in Chicago Expressway (moottoritiet) analyysi on perusteellinen HKA_y. Se kattaa 50 vuoden ajanjakson vuodesta 1947 vuoteen 1996 eli moottoriteiden oletetun käyttöiän. Chicagon alueen moottoritie rakentaminen tapahtui vuosina 1947–1971. Ne vaikuttivat kaupunkikehitykseen ja kaupungin tiiveyteen, matkojen hintaan ja nopeuksiin sekä moniin muihin tekijöihin. Arkell rakensi kolme skenaariota: *viiteverrokki* (counterfactual), joka oli vertailuskenaario kahdelle muulle, *hypoteettinen vaihtoehtoskenaario* (HAS) ja toteutetulle liikenneverkolle, jonka nimi on *Projekti*.

- *Viiteverrokkissa* on jo toteutettu moottoritieverkko, 169 mailia (1014 kaistamailia), joka oli (melkein) valmistunut vuoteen 1970 mennessä ja lisäsi 314 mailia (628 kaistamailia) liikennepääkatuja (arterial streets), mutta ei uusia moottoriteitä Chicagon kaupungin sisällä.
- *Projekti* sisältää moottoritiet. 169 mailia (olemassa olevaa tai toteutukseltaan päätettyä) ja 92 mailia uusia moottoriteitä, jotka on rakennettu vuoteen 1996 mennessä tutkimusalueen sisällä, mukaan lukien Chicagon kaupunki (noin 65 mailia). Nämä 92 mailia (628 kaistamailia) korvasivat verrokkiverkon oletetut 628 mailia liikennekatuja.
- HAS-verkossa on toteutettu moottoritieverkko, mutta ei uusia moottoriteitä Chicagon kaupungissa. Mukana on joukkoliikenteen parantaminen. Mikä tärkeintä, HAS:issa on *second best* -automatkojen hinnoittelu.

KUSTANNUKSET	HAS 3%	Project 3%	HAS –5%	Project 5%
Melu – Transit	(\$3.7)		(\$2.1)	
Joukkoliikenne – Kapasiteetti ja Käyttö.	(\$878.2)		(\$509.8)	
Joukkoliikenne – Aikasäästöt	(\$1,066.3)		(\$661.8)	
Pääomakustannukset (Vält. kustannukset)	\$109.4	(\$625.9)	\$88.5	(\$503.4)
Käyttö ja kunnossapito (Vältetyt kust.)	\$10.0	(\$0.8)	\$6.2	(\$0.6)
YHTEENSÄ	(\$1,846.3)	(\$626.7)	(\$1,079.0)	(\$504.0)
HYÖDYT	HAS 3%	Project 3%	HAS – 5%	Project 5%
Maanviljelyn vähentynyt tuotto	343.7	(\$18.2)	\$204.3	(\$10.7)
Ajon-km – HA	\$4,543.2	\$404.2	\$2,746.5	\$221.0
Ajon.km – KA	\$75.6	\$18.2	\$42.8	\$9.3
Ajon-tunnit – HA	\$13,785.4	\$4474.0	\$8,249.3	\$2,511.4
Ajon-tunnit – KA	\$1,331.5	\$821.9	\$767.3	\$461.4
Melu – HA	\$45.7	(\$1.6)	\$28.0	(\$0.9)
Melu – KA	?	(\$1.3)	?	(\$0.7)
CO2	\$528.6	(\$22.0)	\$528.6	(\$22.0)
NOX	\$3.3	(\$7.6)	\$2.6	(\$4.4)
PM	\$862.8	(\$66.2)	\$532.8	(\$38.2)

Reurssien käyttö (e.g, öljyturvallisuus)	\$142.3	(\$5.6)	\$89.2	(\$3.3)
Pysäköinti	\$1,135.2	(\$40.3)	\$697.2	(\$23.3)
Terveys – vähentynyt liikunta	\$57.9	(\$2.4)	\$28.8	(\$1.2)
Estevaikutus	\$236.6	(\$9.3)	\$145.4	(\$5.4)
Tuottavuus	(\$540.8)	\$3669.4	(\$376.8)	\$2431.4
Kuolemaan johtaneet onnettomuudet	\$3,080.4	\$520.7	\$2,057.3	\$294.7
Henkilövahinko onnettomuudet	\$2,497.5	\$575.6	\$1,376.0	\$286.1
Omaisuuksivahinko-onnettomuudet	\$366.5	\$65.1	\$238.9	\$35.8
Jäännösarvo	\$8.7	\$47.3	\$3.3	\$17.8
DISKONTATUT HYÖDYT YHTEENSÄ	\$28,504.1	\$10,421.9	\$17,453.0	\$6,158.8
NYKYARVO (NET PRESENT VALUE)	\$26,657.8	\$9,795.2	\$16,275.9	\$5,654.8
H/K-SUHDE	15.43	16.63	14.83	12.22

Taulu2. Yhteiskuntataloudellinen HKA_a, HAS vs. Projektit^{a, b} (viiteverrokkeihin verrattuna; 1960 hinnat)

a. Jotkut kustannukset on muutettu “viivan alle” joka vaikutti vähän H/K-suhteeseen mutta ei vaikuttanut projektin nykyarvoon (Net Present Value, NPV))

b. Huomaa, että H/K-suhde on melkein sama HAS-vaihtoehdolle kuin Projektille, mutta NPV-arvot ovat huomattavasti eri suuruiset. Siksi

H/K ei ole yhtä hyvä ja paljon kertova tulosindikaattori kuin NPV, joka on parempi mitta hankeeseen tai verkkosuunnitelman tehokkuudelle ja vaikuttavuudelle.

Seuraavat taustatiedot taulun 2 HKA-numeroihin tulisi rohkaista lukijaa tutustumaan alkuperäiseen artikkeliin. *HAS:n second best* -autoliikenteen hinta ei ole rajakustannushinta (ruuhkautuneilla) välillä. Se on laskennallinen hinta eli kuinka paljon enemmän auton käytön tulisi maksaa kattamaan autoliikenneväylien todelliset kustannukset (paitsi asuntokadut). Tämä *second best* -hintapolitiikka vähensi liikennettä n. 20 %. Samanlaista *second best*-periaatetta ei käytetty joukkoliikenteen lipuille, vaan niiden subventointi jatkui vanhaan malliin. Tämä on puute, jonka hyväksyttävyydestä voidaan olla eri mieltä. Muut yksikköarvot on hankittu ja laskettu perusteellisesti.

Tutkimusalue oli maantieteellisesti niin laaja, että sen kokonaisuuskasuluku pysyi samana, vain sen sijoittuminen tutkimusalueelle vaihteli liikenneverkon mukaan. Moottoritie- ja bulevardipainotteiset tieverkot (Jacobs et al. 2002, MacDonald 2006) levittivät kaupunkialuetta ulospäin ja asukastiheydet pienenevät. Vastaavasti asukastiheys kasvoi, jos uusia moottoriteitä ei kaupunkiin rakennettu. *Urban sprawl* -suuntaus oli voimakkaampi *Projekti*-moottoritiepainotteisessa vaihtoehdossa kuin verrokin 'bulevardi'-verkossa. Projektiverkon kaikki tilastonumerot ovat vuodelle 1996. *HAS*-verkon ja verrokin numerot perustuvat tutkimuksiin ja muutoksiin USA:n kaupungeissa.

Tärkeimmät päätelmät (verrokkivaihtoehtoon verrattuna)

- "Optimaalinen" *second best* -hinnoittelu teki kaupunkialueesta tiiviimmän. Se vähensi paljon matka-aikaa, matkakustannuksia ja liikenneonnettomuuksia. Moottoritiet aikaansaivat suuria tuottavuushyötyjä.
- *Second best* -hinnoittelun yhteiskunnalliset hyödyt tulivat pienemmistä liikennemääristä (ajoneuvokilometreistä),

lyhyemmistä matka-ajoista (ajoneuvotunneista) ja pienemmistä liikennekustannuksista. Liikenneverkon ja liikenteen nykyarvo (NPV) *second best* -hinnoilla on noin kolme kertaa suurempi kuin ilman sitä.

- Noin puolet nettohyödyistä (NPV) tuli matka-ajan säästöistä. *Second best* -hinnoittelulla NPV on noin 70 prosenttia matka-ajan ja matkakustannusten summan hyödyistä; ilman *second best* -hinnoittelua tämä prosenttiosuus on pienempi, noin 55 prosenttia. (*Huom. Verrokkiin verrattuna*)
- *Second best* -hinnoittelulla viidennes NPV:stä tulee onnettomuuksien vähenemisestä, mutta liikenneonnettomuuksien hyödyt ovat vain kymmenesosa kokonaisuudesta ilman "optimaalista hinnoittelua".
- Moottoritieverkko tuotti merkittäviä tuottavuushyötyjä, lähes 40 % sen NPV:stä, mutta 80% enemmän kuin HAS-verkko.
- Päästöillä ja pysäköinnillä on havaittavia, mutta vähäisempiä vaikutuksia, *second best* -hinnoittelu lisäsi niistä tulevia hyötyjä ja *Projekti* moottoriteineen vähensi niitä hieman.
- Skenaarioiden hyöty-kustannussuhteet ovat huomattavan samanlaiset. NPV sisältää kuitenkin enemmän tietoa ja on hämmästyttävän erilainen HAS- ja *Projekti*-skenaarioissa ja osoittaa *second best* -hinnoittelun suuria yhteiskunnallisia hyötyjä.
- Julkisen liikenteen parannukset vaikuttivat negatiivisesti matka-ajan säästöihin, mutta vaikuttivat positiivisesti NPV:n arvoon. Joukkoliikenteen hinnoitteluoletus on todennäköisesti ollut se, että sen investoinnit maksettiin tienkäyttäjämaksuista voimassa olevien sääntöjen mukaan.
- Hyödyt pienenevät 40 prosenttia, jos korko nousee 3 prosentista 5 prosenttiin.

Herkkyyksanalyysien tuloksia

Arkell teki herkkyyksanalyysejä tutkiakseen HKA:n sisältyvien tekijöiden arvojen epävarmuuksien ja epätarkkuuksien vaikutuksia. Taulu 3 antaa otannan skenaarioiden tuloksista. Ne osoittavat, että NPV pysyy paljon suurempana HAS:n *second best* -hinnoittelun herkkyyksanalyyseissa. Mielenkiintoinen asia HAS-skenaariossa on se, että matka-aikasäästö hyötyjen poistamisella on suunnilleen sama vaikutus kuin 10 %:n liikenteen vähenemisellä (20 % sijasta), mikä viittaa siihen epäyllättävään seikkaan, että liikennekysyntä on hyötyjen tärkein tekijä ja syy.

	3%		5%	
Skenario	H/K Suhde	NPV	H/K Suhde	NPV
Projekti	16.63	\$9,795.1	12.22	\$5,654.7
HAS	15.43	\$26,657.8	14.83	\$16,275.9
<u>Poista henkilöliikenteen matka-aika säästöjen hyödyt (mutta ei k-autojen)</u>				
Projekti	9.49	\$5,321.2	7.24	\$3,647.4
HAS	7.97	\$12,872.4	8.53	\$8,124.7
<u>Poista ympäristö-eksternaliteettien hyödyt ja kustannukset</u>				
Projekti	16.84	\$9,929.4	12.39	\$5,741.6
HAS	14.26	\$24,433.2	14.76	\$14,814.2
<u>Liikenneonnettomuuksien väheneminen HAS-skenaariossa on puolet ennustetusta</u>				
HAS	13.89	\$23,674.6	14.38	\$14,439.8
<u>Second best -hinnoittelu vähentää liikennettä (ajon-km) vain 10% eikä 20%</u>				
HAS	7.82	\$13,355.9	7.85	\$8,067.9

Taulu 3. Herkekyysanalyysien tuloksia (muista: Projekti tarkoittaa toteutettua suunnitelmaa)

Lopuksi

Molemmat hyötykustannusanalyysit, taloudellinen ja yhteiskuntataloudellinen, ovat tarpeellisia liikennesuunnitelmien arvioinnissa. Ne kuvaavat suunnitelmien vaikutuksia eri näkökulmista.

Liikenteen infrastruktuurikustannukset kattava *second best* -hinnoittelu on paras keino vähentää epävarmuuksia ja liikenneinvestointien riskejä. Suomessa suunnitelmien arvioinneissa liikenteen hinnoittelu on kokonaan jätetty pois laskuista sen tärkeydestä huolimatta.

Nykyarvo (NPV) on huomattavasti parempi ja kertovampi arvioinnin yhteenveto kuin H/K-suhde. Siksi NPV pitää aina esittää. NPV kasvaa huomattavasti, jos *second best* -hinnoittelu otetaan käyttöön.

Suunnittelualan rajausten ja sen asukas- ja työpaikkaluvut ovat keskeisiä tekijöitä liikenteen kysynnälle ja muille NPV:n tekijöille, varsinkin jos investointia tai liikennettä aiotaan subventoida. Jos lisäksi suunnittelualan ulkopuolelle aiheutuu merkittäviä muuttotappioita ne vaikuttavat ylijäämän laskemiseen ja koko maan liikenneverkon NPV:n laskemiseen.

Liikenneinvestoinnit ovat kokeita, *experiments*, ne ovat aina riski-investointeja. Niiden ulkoisia vaikutuksia tulee avoimesti harkita ja puntaroida. Niihin kuuluvat innovointi ja innovaatioiden kokeilut, logistiikka, huoltovarmuus, teknologian kehitys (myös rakentamisessa), kilpailukyky, alan koulutus, ympäristö, ja kansantalous, vaikka ne ovat harvoin numeroin ilmaistavissa. Kaikkiin näihin tekijöihin vaikuttaa kansantalouden kasvun ja liikenteen ennustamisen skenaariot ja siksi ne ovat tärkeitä investointien epävarmuuksien arvioinnille.

References

- Arkell, Reginald (2021) “Chicago Expressway System Retrospective Social Benefits Minus Social Costs” *Analysis. Case Studies on Transport Policy* 9(5)
- Coase, Ronald H. (1987) *The Firm the Market and the Law*. The University of Chicago Press, Chicago
- Daly, Andrew & Hess, Stephane (2019) ”VTT or VTTS: a note on terminology for value of travel time work”. *Transportation*, 47(3).
- Dupuit, Jules (1844) “On the Measurement of the Utility of Public Works”. English translation by R.H. Barback. *International Economic Papers*, 2:43-110 (1952)
- Goodwin, Phil (2019) “The Influence of Technologies and Lifestyle on the Value of Time” Discussion paper. OECD, The International Transport Forum (ITF),
- Jacobs, Allan; Macdonald, Elizabeth and Rofé, Yodan (2002). *The Boulevard Book: History, Evolution, Design of Multi-Way Boulevards*. MIT Press.
- Keeler, Theodore E. (1974) “Railroad costs, returns to scale and excess capacity”, *Review of Economics and Statistics*, 56: 201–208.
- Leviäkangas, Pekka and Talvitie, Antti (2000)” Cost Recovery Ratios of Finnish Road Traffic on Public Roads”. Paper in the Transportation Research Board Meeting 2001.
- MacDonald, Elizabeth (2006) “Building a Boulevard” Access Number 28, University of California, Berkeley
- Maneschi, Andrea (1996) “Jules Dupuit: A sesquicentennial tribute to the founder of benefit-cost analysis” *The European Journal of the History of Economic Thought* 3:3 411-432
- Mouter, Niek (2017) “Dutch politicians’ use of benefit-cost analysis” *Transportation* 44(5): 1127-1146

Mouter, Niek (2015) “Value of Travel Time: To differentiate or not to differentiate”, Manuscript submitted to a Journal for Review

Nash, Chris and Smith, Andrew (2007) “Modelling Performance of Rail”, *Handbook of Transport Modelling*, Edited by David A. Hensher and Kenneth J. Button, Chapter 35, Elsevier Ltd

Talvitie, Antti (2018) “Jules Dupuit and benefit-cost Analysis: Making past to be the present”. *Transport Policy*, vol. 70, issue C, 14–21

Talvitie, Antti; Nieweglowska, Magda; and Czapski, Radek (2015) *Benchmarking Road Sector Infrastructure for Policy Guidance* (unpublished paper)

Väyläviraston tilinpäätös (2021) Väyläviraston Julkaisuja 16–2022. Verkojulkaisu (pdf) (www.vayla.fi)

World Bank (2017) Note 1: Operationalizing the Greater Cairo Transport Regulatory Authority (GCTRA) ja Note 2: Proposed Targeting Mechanisms for Public Transport Subsidies in Egypt

World Bank (2019) *Multimodal network planning, identification of big- capacity bus corridor and park and ride facilities*. UK Government World Bank, Mobility and Logistics Program

World Bank (2020) *Achieving Green, Inclusive, Safe, and Effective Transport for Egypt*.

World Bank (2022) *Sustainable Mobility in South Africa: Gender and Mobility Assessment and Roadmap for Action*.

Kiitokset – Acknowledgements

Liikennesuunnittelun Seura ry kiittää **Tieteellisten Seurain Valtuuskuntaa** saamastaan valtionavusta, joka on mahdollistanut tämän tieteellisen vuosikirjan julkaisun.

Julkaisu on kansallisessa JUFO-luokituksessa, luokka 1.

Tampereella, marraskuussa 2022

Liikennesuunnittelun Seura ry

* * * *

The Finnish Traffic and Transportation Planning Association is grateful for the State Aid Funding we have gotten through the **Federation of Finnish Learned Societies**, 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, November 2022

The Finnish Traffic and Transportation Planning Association

Tilaukset - Orders

Liikenne-vuosikirjan voi tilata jatkuvana tilauksena seuraavasti:

Vuosikerran hinta on 48,00 euroa sisältäen kotimaan postikulut.

Tilaukset osoitteeseen toimisto@liikennesuunnittelunseura.fi

Tilaus on ALV-vapaa.

Subscriptions for the **Liikenne** yearbook can be made as a continuous subscription as follows:

The price per year is 48,00 euros in Finland, 52,00 euros for EU/EEA - countries and 65,00 euros for other countries. The prices include postage.

Please send you subscription to the following address:
toimisto@liikennesuunnittelunseura.fi

The subscription price is excluded from VAT.