

VAASAN YLIOPISTO
JOHTAMISEN YKSIKKÖ

Jyri Lesojeff

MITÄ NÄKYÄÄ TUULILASIN TAKAA?

Henkilöautoilun ja aluerakenteen keskinäisriippuvuuden tarkastelua Helsingin seudulla

Aluetieteen
pro gradu -tutkielma

VAASA 2019

SISÄLLYSLUETTELO

	sivu
KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO	3
1. JOHDANTO	7
1.1. Tausta	7
1.2. Tutkimuksen tavoite ja tutkimuskysymykset	8
1.3. Käsitteet	10
2. YHDYSKUNTARAKENNE JA LIIKKUMINEN	12
2.1. Kuljetuskustannusten merkitys	12
2.2. Aikabudjetti, matkanopeus ja aluerakenne	13
2.3. Hajautuminen	14
2.4. Kolmen D:n teoria	15
2.5. Kaupunkikudos ja sen vyöhykkeet	18
3. HELSINGIN SEUDUN MATKASUORITTEET JA ALUERAKENNE	20
3.1. Tutkimusote ja aineisto	20
3.2. Matkasuoritteiden kehitys	21
3.3. Yhdyskuntarakenne ja autoilun selittäjät	25
3.3.1. Maankäytön monimuotoisuus	27
3.3.2. Väestölliset ja taloudelliset tekijät	33
3.3.3. Joukkoliikenteen ja palveluiden saavutettavuus	36
4. HENKILÖAUTOILUN SELITTÄJÄT	40
4.1. Menetelmä	40
4.2. Aineisto	41
4.3. Mallin muodostus ja tulokset	42
5. YHTEENVETO SEKÄ JOHTOPÄÄTÖKSET	47
LÄHDELUETTELO	50

LIITTEET

LIITE 1. Askeltavan mallin jäännösten normaalijakauma- ja hajontakuviot	55
---	----

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1. Helsingin seudun kunnat.	23
Kuvio 1. Keskimääräiset vuorokausittaiset henkilöautosuoritteet kilometreinä henkilöä kohden Helsingin seudulla.	24
Kuvio 2. Helsingin seudun väestötiheys kunnittain vuosina 2008 ja 2012.	26
Kuvio 3. Työpaikkojen määrä sataa työkäistä kohden Helsingin seudulla.	28
Kuvio 4. Autolla matkustavat ja työpaikkasuhde pääkaupunkiseudulla 2000–2015.	29
Kuvio 5. Simpsonin indeksi Helsingin seudulla.	32
Kuvio 6. 30–64-vuotiaiden osuus väestöstä Helsingin seudulla.	33
Kuvio 7. Lasten osuus väestöstä Helsingin seudulla.	34
Kuvio 8. Asuntojen neliöhinta Helsingin seudulla.	35
Kuvio 9. Kaupan saavutettavuus.	37
Kuvio 10. Pysäkin saavutettavuus.	38
Kuvio 11. Maanteiden osuus tie- ja katuverkosta.	39
Taulukko 1. Helsingin seudun kunnat.	22
Taulukko 2. Rakennustyyppien luokitukset.	31
Taulukko 3. Askeltavan mallin tulokset.	43
Taulukko 4. Poistavan mallin tulokset.	45

VAASAN YLIOPISTO**Johtamisen yksikkö**

Tekijä: Jyri Lesojeff
Pro gradu -tutkielma: Mitä näkyy tuulilasin takaa? Henkilöautoilun ja aluerakenteen keskinäisriippuvuuden tarkastelua Helsingin seudulla

Tutkinto: Hallintotieteiden maisteri

Oppiaine: Aluetiede

Työn ohjaaja: Seija Virkkala

Valmistumisvuosi: 2019

Sivumäärä: 55

TIIVISTELMÄ:

Henkilöautoilu on merkittävimpiä aluerakenteeseen vaikuttaneita muutoksia viime vuosisadalla. Se on mahdollistanut hajautumisen ilmiönä kasvattamalla kilometrimäärää, joka on mahdollista päivittäin kulkea ihmisten henkilökohtaisten aikabudjettien asettamissa rajoissa. Viime vuosina henkilöautoilua on kuitenkin alettu tarkastelemaan kriittisemmin muun muassa sen aiheuttamien terveydelle haitallisten pienhiukkas- päästöjen, hiilidioksidipäästöjen ja autottomaan, kompaktiin sekä tiheästi asutettuun aluerakenteeseen liitettyjen taloudellisten etujen takia. Henkilöautoilun ja rakennetun ympäristön suhde on monimutkainen, sillä henkilöautoilun määrää selittävät varsin moninaiset jo olemassa olevaan aluerakenteeseen ja infrastruktuuriin liittyvät seikat. Rakennetun ympäristön merkitys voi liittyä esimerkiksi sen monimuotoisuuteen, väestö- tai rakennustiheyteen tai infrastruktuurin suunnitteluun ja sijoitteluun. Lisäksi muillakin kuin aluerakenteeseen liittyvillä tekijöillä on merkitystä.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää keskimääräisiin henkilöautosuoritteisiin tutkimuskirjallisuuden perusteella vaikuttavia tekijöitä Helsingin seudun kunnissa. Tutkimus on luonteeltaan kvantitatiivinen eli se pyrkii kuvailemaan ja selittämään henkilöautoilun ja siihen vaikuttavien tekijöiden välisiä yhteyksiä enimmäkseen tilastollisin keinoin. Tutkimukseen sisältyy kuvaileva osuus, jossa henkilöautoilun ja selittäviksi oletettujen tekijöiden yhteyttä tarkastellaan korrelaatiokertoimien avulla. Lopullisessa analyysissä eli selittävässä osiossa henkilöautoilusta ja muista muuttujista muodostetaan regressiomalli, joka selittää keskimääräistä henkilöautolla kuljettua matkaa vuorokaudessa Helsingin seudun kunnissa.

Tutkimuksen tuloksena tilastollisesti merkitsevästi henkilöautoilun määrää Helsingin seudulla selittivät lasten osuus väestöstä, työpaikkasuhte, asukastiheys ja maanteiden osuus tie- ja katuverkostosta. Lisäksi 30–64-vuotiaiden osuus väestöstä oli tilastollisesti melkein merkitsevä ja paransi regressiomallin kokonaisellisuutta. Tilastollisesti merkitsevän mallin korjattu selitysaste oli 0.954. Melko suppean ja vain kuntatason kattavan aineiston johdosta tuloksiin saattaa sisältyä jonkin verran epätarkkuutta. Tulos oli kuitenkin sikäli yhdenmukainen aiemman tutkimuskirjallisuuden kanssa, että muillakin kuin rakennettuun ympäristöön liittyvillä tekijöillä oli huomattava merkitys selitettäessä ihmisten henkilöautosuoritteita. Jatkossa esimerkiksi ihmisten henkilöautoiluun liittyviä asenteita mittaavat muuttujat sekä laajempi ja yksityiskohtaisempi aineisto voivat tarkentaa tuloksia.

AVAINSANAT: aluerakenne, henkilöautoilu, Helsingin seutu

1. JOHDANTO

1.1. Tausta

Hajautuneen kaupunkirakenteen aiheuttamat ongelmat ovat nousseet viime vuosina tärkeäksi teemaksi kaupunki- ja liikennesuunnittelussa. Sen ongelmien katsotaan liittyvän muun muassa kasvaviin päästöihin ja aluetaloudellisen tehokkuuden vähenemiseen. (Esim. Euroopan Komissio 2011.) Hajautuminen, saastuminen ja ilmastonmuutos ovat kaikki houkuttelevia syitä autoriippuvuuden vähentämiseksi aluerakenteessa ja suunnittelussa niin valtioille kuin paikallisviranomaisille. (Ewing & Cervero 2010: 265.) Esimerkiksi Helsingin kaupunki on uudessa asemakaavassaan pyrkinyt eheyttämään ja tiivistämään kaupunkirakennettaan edellä mainituista syistä. Koska liikkumisen helppouden tai vaikeuden tiedetään olevan osa kaupunkirakenteen määräytymisen dynamiikkaa, on mielenkiintoista tutkia, mitkä tekijät ovat yhteydessä ja mahdollisesti selittävät henkilömatkasuorituksen määrää.

Liikkumisen tiedetään olevan merkittävä tekijä niin ihmisten asuinpaikkapäätöksissä kuin eheän kaupunkirakenteen mahdollistajana. Vaivaton liikkuminen mahdollistaa ihmisille enemmän vapaa-aikaa ja luo tehokkuutta esimerkiksi lyhyempien työ-, kauppa- ja vapaa-ajan matkojen muodossa. Se on kuitenkin kiinteästi sidoksissa moniin erilaisiin tekijöihin. Kirjallisuudessa esimerkiksi kaupunkirakenteen ja liikennejärjestelmän toimivuuden on katsottu vaikuttavan henkilöautoiluun. Toisaalta liikkumiseen vaikuttaa myös asutuksen ja työpaikkojen hajautuminen, joka taas on kaavoituspolitiikan ohella kytköksissä tonttimaan sekä matkakustannusten hintaan. (De Vox & Wilson 2013: 117–118.) Liikennejärjestelmän sujuvuuteen ja hajautumiseen puolestaan liittyy aikabudjetin käsite, joka kuvaa aikaa jonka ihmiset keskimäärin matkoihinsa käyttävät. Aikabudjetti on universaalisti suhteellisen vakio, jolloin esimerkiksi henkilöauton mahdollistama nopeampi liikkuminen johtaa todennäköisemmin hajautumiseen. Se saattaa jopa kasvattaa matka-aikaa pitkällä aikavälillä, vaikka lyhentäisi sitä lyhyellä aikavälillä. (Zahavi 1979.) Myös ihmisten henkilökohtaiset matkatapamieltymykset vaikuttavat matkustusvalintaan, joka taas voi vaikuttaa matkan pituuteen (Kamruzzaman, Baker, Washington & Turrell 2013: 12–14). Kaikkiaan liikkuminen, aluerakenne ja taloudelliset sekä sosiaaliset seikat

muodostavat kompleksisesti vuorovaikuttavan kokonaisuuden, jossa yhden osatekijän muutokset voivat vaikuttaa kaikkiin muihinkin.

Suomen pääkaupunkiseutua pidetään Euroopan mittakaavassa voimakkaasti hajautuneena eikä kaikkia hajautumiskehityksen seurauksia, kuten esimerkiksi teollisuusyritysten sijoittumista kehäteiden varsille ole luultavasti edes mielekästä yrittää palauttaa vuosikymmenien takaiseen tilaan.

1.2. Tutkimuksen tavoite ja tutkimuskysymykset

Tutkimuksen tavoitteena on kartoittaa tekijöitä, jotka ovat Helsingin seudulla yhteydessä henkilöauton käyttöön. Henkilöautoilun mittarina tutkimuksessa käytetään keskimääräistä vuorokausittaista henkilöautosuoritetta kilometreinä mitattuna. Henkilöautoiluun yhteydessä olevista tekijöistä toivotaan löytyvän hyviä matkasuoritusta selittäviä muuttujia, sillä liikkumisen ja siihen yhteydessä olevien tekijöiden välillä voi vallita molempisuuntaisia vaikutussuhteita. Kaikkia liikkumiseen vaikuttavia tekijöitä tutkimukseen ei kuitenkaan edes pyritä sisällyttämään, sillä ne ovat erittäin monilukuisia ja vaikeasti arvioitavia esimerkiksi kaavoitukseen tai henkilökohtaisiin liikkumistapamieltymyksiin liittyvien seikkojen osalta. Tarkoituksena on keskittyä varsinkin aluerakenteeseen liittyviin muuttujiin, kuten maankäytön monipuolisuuteen, väestötiheyteen tai julkisen liikenteen ja palveluiden saavutettavuuteen. Tutkimusotteeltaan tutkimus on kvantitatiivinen, ja kvantitatiivisia muuttujia analysoidaan tilastollisin menetelmin.

Teoriaosiossa tutustutaan kaupunkialueen hajautumiseen ilmiönä ja liikkumista ja sen muotoja selittäviin teorioihin sekä tutkimuskirjallisuudessa löydettyihin selittäviin tekijöihin. Etenkin niin kutsuttu 3D- malli nostetaan esiin. Mitään yhtä ainoa yhtenäistä teoriaa tutkimuksen taustalta ei kuitenkaan löydy, sillä ihmisten liikkuminen ja matkatapavalinnat on ilmiönä väljä ja moniulotteinen vaikeuttaen yhden täydellisen teorian muodostamista. Pikemminkin tarkoitus on tuoda esiin ilmiöön liittyviä yhteyksiä, malleja ja muuttujia sekä luoda niiden pohjalta tutkimuksen viitekehys. Tutkimuksessa jaotellaan Helsingin seutu sen 14 kunnan mukaan, erotuksena Helsingin seutukunnasta, johon

kuntia kuuluu 16. Tarkempikin, esimerkiksi postinumeron perusteella tapahtuva tarkastelu voisi osoittautua mielenkiintoiseksi, mutta useimmista tutkimukseen valikoituneista muuttujista on niukasti tietoa saatavissa vastaavalla tarkkuudella. Tarkastelun alueen valikoitumista Helsingin seutuun perustellaan paitsi aineiston saatavuudella myös seudun kuntien rakenteellisella erilaisuudella, jossa erojen voisi lähtökohtaisesti olettaa näkyvän selvästi. Siinä missä Helsinki on oma erillistapauksensa ovat pääkaupunkiseudun ulkopuoliset kunnat varsin erilaisia, ja Helsingin ulkopuolinen pääkaupunkiseutukin omanlaisensa toiminnallinen kokonaisuus. Näin ollen tutkimukseen pitäisi valikoitua profiililtaan sopivan erityyppisiä tarkastelun alueita. Samalla esitetään Helsingin seudun hajautuneisuuden luonne sekä eri alueiden tunnuslukuja tutkimukseen valittujen muuttujien osalta. Näitä lukuja verrataan keskenään ja henkilöautosuoritteisiin kokonaiskuvan muodostamisen helpottamiseksi. Varsinkin palveluiden, työpaikkojen ja asumisen keskittyminen pyritään huomioimaan. Mittayksikköinä käytetään muun muassa toimipaikkoja asukasta kohden, maankäytön monipuolisuutta eri rakennusluokitusten mukaan arvioituna, väestötiheyttä, asuntojen neliöhintaa, väestön osuutta kävelyetäisyyden päässä joukkoliikennepysäkillä ja päivittäistavarakaupasta sekä suurten teiden osuutta kaikista teistä. Lisäksi tutkimukseen sisällytetään joitakin alueen demografiaa kuvaavia muuttujia. Varsinkin kaupan ja joukkoliikennepysäkkien saavutettavuus pyrkivät huomioimaan alueiden suunnitteluun liittyvää liikkumisen osatekijää. Lopulta tehdään analyysi, jossa tarkastellaan kuinka hyvin valittujen alueiden ominaisuuksia kuvastavat muuttajat selittävät alueiden keskimääräisiä henkilömatkasuoritteita.

Tutkimuksessa esitettävät tutkimuskysymykset ovat seuraavat:

1. Millaisia eroja on Helsingin seudun kuntien henkilöautosuoritteissa ja niitä mahdollisesti selittävässä tekijöissä?
2. Kuinka hyvin selittäviksi oletetut tekijät tosiasiallisesti selittävät henkilöautosuoritteiden määrää?

Ensimmäiseen tutkimuskysymykseen vastataan luvussa 3 ja toiseen tutkimuskysymykseen luvussa 4. Koska matkasuoritteella on merkitystä niin taloudellisen kasautumisen kuin ympäristötavoitteiden kannalta, voi olla mielenkiintoista ja hyödyllistä tuntee eri

alueiden profiileja ja erilaisten asiaan vaikuttavien tekijöiden merkitystä. Tällaisen tiedon karttuessa voi olla mahdollista löytää uusia hyödyllisiä työkaluja ei-toivottuja seurauksia vastaan esimerkiksi kaavoitusta tai matkustamisen hintaa säätelemällä.

1.3 Käsitteet

Henkilöautosuorite

Henkilöautosuorite tarkoittaa henkilöä kohden kuljettua kilometrimäärää tiettyä aikayksikköä kohden, tässä tutkimuksessa vuorokautta. Matkasuoritteita luokitellaan usein myös esimerkiksi kuljutavan, kuten moottoriliikenteen tai yksityisautoilun perusteella (Liikennevirasto 2018). Suomessa matkasuoritteita arvioi yleensä Liikennevirasto henkilöliikennetutkimuksessa.

Hajautuminen

Vaikka hajautumiseen viittaavien käsitteiden sisällöt saattavat puheena olevasta tutkimuksesta riippuen hiukan vaihdella, viittaavat ne kuitenkin kaikki suurin piirtein samaan, tai ainakin samoja piirteitä sisältävään ilmiöön. Näitä hajautumiselle ominaisia piirteitä ovat esimerkiksi hyppäyksittäin etenevä rakentaminen, palvelujen keskittyminen suurten kokoojakatujen lähistölle, alhainen tiiviys, suuret yksitoimiset alueet ja heikko saavutettavuus. (esim. Ruokolainen & Kolehmainen 2010: 17–18.) Asutus ja työpaikkakeskittymät ovat tyypillisesti kaukana toisistaan myös keskustan ulkopuolella (Loo & Chow 2011: 522). Lisäksi väestönkasvu keskittyy lähiömäisille asuinalueille kaupungin tai metropolialueen ulkokehälle (Young, Tanguay & Lachapelle 2016: 1–2).

Yhdyskuntarakenne

Yhdyskuntarakenne tarkoittaa esimerkiksi ympäristöhallinnon mukaan työssäkäynti-, kaupunki- tai muun alueen sisäistä rakennetta sisältäen työn, asumisen ja palveluiden sijoittumisen. Myös eri alueita yhdistävät liikenneväylät ovat osa yhdyskuntarakennetta, ja

sitä pyritään ohjaamaan muun muassa kaavoituksella. (Ympäristöhallinto 2018.) Tässä tutkimuksessa yhdyskuntarakenteeseen viitataan lähinnä edellä mainitussa, sisällöltään konkreettisemmassa ja suppeammassa merkityksessä. Samaan asiaan viitataan myös aluerakenteen käsitteellä. Lampisen (2015: 21–23) mukaan Lahti (1985) esittää, että sillä voi kuitenkin olla toisistaan poikkeavia merkityksiä maantieteessä, sosiologiassa ja yhdyskuntasuunnittelussa. Esimerkiksi yhdyskuntasuunnittelun kohteena aluerakenne on lähinnä työ- ja asuinpaikoista koostuva fyysinen kokonaisuus, jonka sisäisiä sosiaalisia vuorovaikutussuhteita ei juuri huomioida. Maantieteilijät ja sosiologit voivat sen sijaan viitata yhdyskuntarakenteen käsitteellä myös vuorovaikutussuhteisiin.

2. YHDYSKUNTARAKENNE JA LIIKKUMINEN

Luvussa esitellään väljästi teoreettista viitekehystä yhdyskuntarakenteen ja liikkumisen välillä. Esiin nostetaan niin kuljetuskustannusten, aikabudjetin, hajautumisen kuin 3D-mallin merkitys. Koska ihmisten liikkumiseen ja kulkumuotoon vaikuttavien asioiden dynamiikka on monimuotoinen ja vaikeasti tulkittavissa, on teoreettinen tarkastelu luonteeltaan ennemminkin taustoittavaa kuin erityisen yksityiskohtaista.

2.1. Kuljetuskustannusten merkitys

Kuljetuskustannusten eli matkanteon kustannusten teoria lähtee huomiosta, että kaikkien toimijoiden on sovittava ihmisten, tavaroiden, informaation tai jonkin muun hyödykkeen kuljettamisesta liikenneverkostossa, jossa päämäärät, liikkumisen tavat ja energian hinta vaihtelevat jatkuvasti. Niinpä kuljetuskustannukset määräytyvätkin dynaamisesti riippuen kuljetettavien asioiden laadusta, käytettävissä olevasta infrastruktuurista, maantieteestä, matkan lähtö- ja loppupisteestä, teknologiasta ja paikkojen suhteellisesta etäisyydestä. Ne vaikuttavat merkittäväällä tavalla taloudelliseen rakenteeseen ja kaupanteon volyymiin. Taloustieteessä kuljetuskustannukset jaetaan usein terminaali-, linja- ja pääomakustannuksiin. Terminalikustannukset muodostuvat tavaroiden pakkaamisesta ja purkamisesta, linjakustannukset matkan pituudesta ja siihen vaadittavan energian hinnasta ja pääomakustannukset esimerkiksi fyysisen infrastruktuurin rakentamisesta ja ylläpidosta. (Rodrigue, Comtois & Slack 2006: 43–46.)

Rahallisen ulottuvuuden lisäksi kuljetuskustannuksiin liittyy likeisesti aika. Sitä voidaan tarkastella itse kuljetukseen käytettävän ajan, tilauksesta tilauksen saapumiseen menevän ajan, määräaikojen noudattamisen tai matkojen frekvenssin kannalta. (Woxenius 2006: 531–532.) Matkantekoon käytetty aika vaikuttaa liikkumisen rahallisiin kustannuksiin, mutta yksilön kannalta sillä on myös itsenäinen merkitys; ihmiset ovat harvoin halukkaita käyttämään esimerkiksi työmatkaan tiettyä aikaa enempää. Vaikka onkin todennäköistä, että useimmat ihmiset mieluusti lisäisivät vapaa-aikaansa matka-aikojen kustannuksella, on asian merkityksen liioittelemista yksilöiden hyvinvoinnin kannalta varottava.

Tutkimusten mukaan ihmisten matkustukseen käyttämän ajan ja henkilökohtaisen hyvinvoinnin välinen yhteys on ristitiriitainen. Joidenkin tulosten mukaan matka-ajan sijasta esimerkiksi asuinpaikan hyvällä saavutettavuudella vaikuttaa olevan elämänlaatua koventava merkitys varsinkin naisilla. (Choi, Coughlin & D'Ambrosio (2013; Sweet & Kanaroglou 2016.) Yhteiskunnallisesti lyhyemmät matka-ajat ja pienemmät kustannukset voivat kuitenkin edistää taloudellista kasautumista ja kasvua, ja sitä myöten myös hyvinvointia.

2.2. Aikabudjetti, matkanopeus ja aluerakenne

Matkustusnopeuden lisääntymisellä ja kuljetuskustannusten laskemisella on kuitenkin monimutkaisempi suhde kuljetun matkan määrään ja aikaan, mitä ensiksi saattaisi luulla. Tehokkaampi ja nopeampi liikkuminen tuo uusia alueita kohtuullisen saavutettavuuden piiriin, mikä luo olosuhteet työn ja asumisen hajautumiselle. Tämä koskee varsinkin henkilöautoiluun ja sen vaatimaan infrastruktuuriin liittyviä parannuksia. Näin ollen matka-ajan lyheneminen ja matkustusnopeuden kasvaminen voivat vaikuttaa ristiriitaisesti, eli ensin lyhentää ja sitten lisätä keskimääräistä matka-aikaa. Ilmiö liittyy henkilökohtaisen matkabudjetin käsitteeseen, jonka on arvioitu liikkuvan globaalisti lähellä 60 minuuttia. (esim. Zahavi 1979.) Aikabudjetin käsitteen soveltamista paikallisella tasolla on kritisoitu, sillä matkustamiseen käytettyyn aikaan vaikuttavat muutkin asiat. Lievemmissä muodossaan käsitteen mukaan matkustusajabudjetin ja sosioekonomisten tekijöiden kuten tulotason, iän, auton omistuksen tai väestötiheyden välillä vallitsee yleisiä säännönmukaisuuksia. (Joly 2004.)

Onkin näyttöä, että aluekohtainen kuljetusjärjestelmä sekä yksilöiden henkilökohtaiset ominaisuudet näyttävät vaikuttavan aikabudjettien kokoon ja aluerakenteellisiin vaikutuksiin (Joly 2004). Niin ikään väestö- ja työpaikkatiheydellä on vaikutusta aikabudjettiin. Myös autonomistajuus ja kuljettu matkan määrä kasvattavat sitä (Joly 2004b: 12–13). Yhteiskuntarakenteen ohjaamisen kannalta on mielenkiintoista, että aikabudjettianalyyseissa on löydetty kaksi rakenteeltaan eri tyyppistä kaupunkimuotoa, joissa muutokset aikabudjettia määrittäviin tekijöihin voivat vaikuttaa eri tavoilla. Ensimmäinen

kaupunkityyppi viittaa Yhdysvalloissa vallalla olevaan runsaasti tilallisia ja ajallisia resursseja kuluttavaan, auton käyttöön perustuvaan kaupunkirakenteeseen. Toinen taas on eurooppalainen malli, johon kuuluu korkeampi asukastiheys, pienempi ajan ja tilan kulu- tus sekä julkisen kuljetusjärjestelmän korostuneempi rooli. (Joly 2004b: 17–18.)

2.3. Kaupunkirakenteen hajautuminen

Kuten yhdysvaltalaisesta kaupunkirakenteesta on nähtävissä, liikkumisnopeuden kasvu on yhteiskuntarakenteen kannalta monimutkainen ja ristiriitainen asia. Sillä on potentiaalia lisätä sekä liikkumisen tehokkuutta että ihmisten henkilökohtaista vapaa-aikaa, mutta vain jos siihen liittyy yhteiskunnallista suunnittelua ja tietoisuutta taustalla vaikuttavista suhteista. Liikkumis- ja kuljetusnopeus on esimerkiksi nykyaikaisen taloudellisen toiminnan kannalta keskeisen tärkeää, mutta huomiota vaille jätettynä se voi johtaa epäselvään ja ongelmalliseen aluerakenteeseen. Hyvänä esimerkkinä tästä toimikoon auton ja suuri- nopeuksisten autoteiden yleistyminen 1950- ja 1960-luvuilla, mikä mullisti normaalina pidetyn liikkumisnopeuden (Baum-Snow 2007).

Todellinen mullistus kaupunkien tilallisessa rakenteessa oli siis henkilöauton yleistyminen, ja sen seurauksena varsinkin suurinopeuksisten kaupunkiin tai sen välittömään läheisyyteen johtavien moottori- ja kehäteiden rakentaminen. Ne tekivät kaupungin ulkopuolisista alueista saavutettavia autonomistajille ja tekivät samalla samoista alueista houkuttelevia kohteita rakennuttajille. Seurauksena työvoima alkoi siirtyä näille vastaraken- netuille alueille. Sen jälkeen saman tekivät yhä useammat palvelut ja työpaikat, tosin sillä erotuksella, että ne saattavat keskusta-alueelta lähtiessään sijoittua uudelleen kauas lähiö- alueiden asuinkeskittymistä. 1950-luvulta lähtien kaupungit ovat muuttuneet yhä suurem- miksi pinta-alaltaan, pikemmin kaupunkimaisiksi alueiksi, samalla kun keskustan asu- kastiheys ja merkitys on laskenut. (Baum-Snow 2007: 775–776, 784–785; Loo & Chow 2011: 552–553.) Nopeimmin autoistuneesta Yhdysvalloista ilmiö levisi eurooppalaisiin kaupunkiin ja suurten kehäteiden ja lähiörakentamisen myötä myös Suomeen esimer- kiksi pääkaupunkiseudulle. Nykyisin hajautuminen on vaikuttanut niin voimakkaasti kau- punkirakenteeseen, että jotkin kirjoittajat ovat jo alkaneet puhua metropolin jälkeisestä

ajasta, viitaten nykyisiin ja tulevaisuuden hajakaupunkeihin esimerkiksi metapoliksina. (Joutsiniemi 2010; Garcia-Lopez 2012.)

Samalla hajautumiseen vaikuttaa myös muuttopaineen kaupungin keskusta-alueille kasvaminen niin kovaksi, että sen on päästävä purkautumaan tavalla tai toisella, tyypillisesti juuri suuntaamalla muuttoliike kaupunkien kehäteiden ja suurien sisääntuloväylien varsille. Näin syntyvät uudet asutusalueet kasvavat sienimäisen kaottisesti kaikkialle moottori- ja rautateiden läheisyyteen, usein vieläpä sellaisille alueille, joilla asutusta ei ole ennestään. Edellä mainittu ilmiö johtunee suurelta osin tonttimaan arvonnousuun liittyvästä keinottelusta, osin myös kunnollisen yhdyskuntasuunnittelun puuttumisesta. (Baum-Snow 2007; Garcia-Lopez 2012: 182–186.)

Palveluiden ja niihin liittyvän infrastruktuurin liikkuminen pois kaupungin keskusta-alueilta johtunee niin työvoiman ja kuluttajien liikkumisesta kuin mainitusta tonttimaan hintakehityksestä. (Joutsiniemi 2010: 139; Loo & Chow 2011: 552–558.) Lisäksi vielä maankäytön tehokkuuteen vaikuttaa tonttimaan hinta, ja siihen puolestaan alueen saavutettavuus liikenteellisellä etäisyydellä mitattuna, sekä myös takaisinkytkentänä ympäröivän maankäytön tiheys. (Laakso, Kostiainen & Metsäranta 2016: 30–33). Tämä luonnollisesti lisää hajarakentamisen houkuttelevuutta moottoriteiden ja kehäratojen varsille keskusta-alueen ulkopuolelle.

2.4. Kolmen D:n teoria

Badoen ja Millerin (2000) mukaan ensimmäisissä tutkimuksissa, joissa maankäyttö ja liikkumisen tarve yhdistettiin toisiinsa keskityttiin lähinnä keskustan kokoon ja väestöntiheyteen (Esim. Pushkarev & Zupan 1977). Joidenkin ristiriitaisten tutkimusten jälkeen Cervero ja Kockelman (1997) löysivät siihen asti kokonaisvaltaisimman yhteyden alueellisen rakenteen ja ihmisten matkapituuksien- ja muotojen välillä. Tätä yhteyttä he kuivailivat myös ”kolmeksi D:ksi.”

Niin kutsuttu kolmen D:n teoria saa nimensä käsitteistä density, diversity ja design. Ajatuksen mukaan rakennetun ympäristön ajatellaan vaikuttavan liikkumiseen pääasiassa kolmen tekijän kautta eli nimensä mukaisesti tiheyden, monimuotoisuuden ja suunnittelun. Tyypillisesti matkasuoritteiden on arveltu määräytyvän ja jakautuvan matkojen tavoitteiden eli kysynnän perusteella, ja myös liikkumisen suhteellisen hinnan sekä matkustamukavuuden. Kolmen D:n teoria esittää, että näiden tekijöiden lisäksi matkojen alku- ja loppupään sijaintien ominaisuudet vaikuttavat myös matkojen pituuteen ja matkustustapaan. Esimerkiksi tiheyden, jolla tarkoitetaan varsinkin väestön- ja työpaikkatiheyttä, ajatellaan tuovan matkojen alku- ja loppupäitä lähemmäs toisiaan, vähentävän käytössä olevaa parkkitilaa, parantavan kuljetuspalveluiden laatua, lisäävän maankäytön monipuolisuutta ja lisäävän alhaisemman keskitulon ruokakuntien määrää, joilla on vähemmän mahdollisuutta käyttää autoa. Monimuotoisuuden osalta kattava lähikauppojen ketju asuinalueilla tai lounaspaikkojen ja muiden päivittäispalveluiden sijainti työn lähellä vähentää autoilun tarvetta. Samankaltainen seuraus saattaa olla päivittäistavara-kauppojen sijoittamisella työmatkareittien varrelle. Monimuotoisuutta mitataan yleensä eri maankäyttötyyppien esiintymisellä tietyllä alueella tai työpaikkojen määrällä suhteessa väestöön. Suunnittelulla taas voidaan huomioida paremmin esimerkiksi pyöräilijöitä, julkisten kulkuvälineiden käyttäjiä ja kävelijöitä ja tehdä autoilusta suhteellisesti vähemmän houkuttelevaa muun muassa parkkipaikkojen sijoittelulla. Se liittyy usein alueen katuverkoston ominaisuuksiin, esimerkiksi katujen muotoon, yhteenliittävyyteen, katuverkoston peittävyys tai muihin autosta riippumattomuutta ilmentäviin fyysisiin ominaisuuksiin. Vaikka näkökantaa on syytetty sosiaalisesta insinöörimentaliteetista, matkustamisen kysynnän määräytymisen kannalta matkan lähtöpisteen ja määränpään fyysisillä ominaisuuksilla on merkitystä. (Cervero & Kockelman 1997: 200–201; Ewing & Cervero 2010: 267).

Tutkimusnäyttö on osoittanut sekä asukastiheyden että rakennetun ympäristön monimuotoisuuden olevan yhteydessä kulkutapavalintaan ja matkojen pituuteen. Myös ristiriitaisia tuloksia on esiintynyt, joissa rakennetun ympäristön ominaisuuksilla on ollut vain hyvin lievä vaikutus esimerkiksi auton käyttöasteeseen tai ympäristöystävällisten kulkumuotojen osuuteen matkoista. Ristiriitaiset tulokset saattavat tosin olla osin seurausta käytetyn data-aineiston yhteensopimattomuudesta. (Badoe & Miller 2000). Ylipäätään rakennetun

ympäristön merkitystä ei kuitenkaan pidä käsittää siten, että 3D- malli olisi ristiriidassa matkustamista sosiaalisten ja taloudellisten tekijöiden avulla selittävien mallien kanssa. Monissa tutkimuksissa muiden tekijöiden on havaittu olevan merkittävämpiä kulkutapa- valinnan ja matkan pituuden selittäjiä kuin yksittäisten rakennetun ympäristön ominai- suuksiin liittyvien, mutta varsinkin kokonaisuutena rakennetun ympäristön vaikutus on tästä huolimatta todettu pääsääntöisesti merkittäväksi. (esim. Sarkar & Mallikarjuna 2013; Ewing & Cervero 2010; Kamruzzaman ym. 2013.)

Luonnollisesti rakennettu ympäristö ja sosio-demografiset tekijät vaikuttavat myös yh- dessä matkasuoritetta ennustaviin indikaattoreihin. Edellä on jo todettu, että rakennetun ympäristön ominaisuudet vaikuttavat esimerkiksi auton omistamisen houkuttelevuuteen. Lisäksi ne voivat vaikuttaa asukaskuntien tulotasojen jakaumaan tai alueen ikäja- kaumaan. Kaikki nämä tekijät taas ovat tärkeitä tekijöitä auton omistamisen todennäköi- syydelle, joka on hyvä indikaattori matkasuoritteelle. Rakennettu ympäristö ja maan- käyttö ennustavat itsenäisestikin matkasuoritteita, mutta käytännössä ne vaikuttavat yh- dessä monimutkaisen sosiaalisiin ja demografisiin muuttujiin liittyvän dynamiikan kautta (Feng, Dijst, Prillwitz & Wissink 2013: 2995–96; Stead 2001).

Korkealla väestötiheydellä ja monipuolisella maankäytöllä voidaan nähdä tiettyjä talou- dellisia hyötyjä. Niihin kuuluvat muun muassa taloudellisesti tehokas maankäyttö, pie- nentynyt teiden osuus, taloudellisesti kannattava julkinen liikenne ja heikommista auton- käyttömahdollisuuksista huolimatta parempi saavutettavuus asukkaille. (Tong & Wong 1997: 304).

Alhainen tiheys ja hajautunut kehitys luonnehtivat toimintojen uudelleensijoittumista uu- silla alueilla. Uudet sijainnit ovat kuitenkin usein tietyissä, keskittyneissä paikoissa. Tämä johtaa monikeskuksiseen kaupunkirakenteeseen, jonka liikenteen virrat muodostuvat niin ikään uudella tavalla. (Giuliano & Small 1999). Etäisyys keskustaan ei ole enää samalla tavoin tärkeä, vaan se rinnalle nousee läheisyys ylipäättään johonkin paikalliseen keskuk- seen (Filion, Bunting & Warriner 1999). Tällaisen uuden rakenteen vaikutus matkatapa- valintaan, matkasuoritteeseen ja päämäärään voi myös olla merkittävä (Cervero & Wu 1998; Schwanen, Dieleman & Dijst 2004).

Kaiken kaikkiaan maankäytön ja aluerakenteen, matkustusnopeuden, aikabudjetin ja matkasuoritteiden suhde on monimutkainen ja sen kaikkien ulottuvuuksien haltuunotto käytännössä erittäin vaikeaa, jos ei peräti mahdotonta. Koska kaikki tekijät kuitenkin ovat vahvasti suhteessa toisiinsa, on tekijöitä tarkastelemalla mahdollista muodostaa ainakin kohtuullisen hyviä alueellisia yleiskuvia eri selittäjistä ja niiden merkityksestä.

2.5. Kaupunkikudokset ja -vyöhykkeet

Vielä eräs tapa tarkastella yhdyskuntarakennetta on kolmen kaupunkikudoksen vyöhykkeen kautta. Näitä vyöhykkeitä voidaan ajatella historiallisina rakenteina, jotka heijastavat oman aikansa tyypillisiä matkanopeuksia ja teknologisia murroksia. Vaikka tämän tutkimuksen tarkoituksena ei olekaan kaupunkivyöhykkeiden tutkiminen sinänsä, voidaan eri vyöhykkeiden määritelmistä havaita yhteys rakennetun ympäristön merkitykseen. Siksi ne voivat olla eri kaupunkialueita suuripiirteisesti tarkasteltaessa havainnollistavia. (Syke 2017:16–18)

Tyypillisesti jalan liikkuvat kaupunkilaiset, heidän toiminta- ja elintapansa ja asuinalueensa muodostavat jalankulkukaupungin kudoksen. Tavallisesti tällainen väestö sijoittuu keskustoihin, alakeskuksiin ja niiden lähiympäristöön. Leimallista kudostyypille ovat vähäinen autoistumisaste, suuri asukastiheys, elintavat jotka perustuvat jalankulkuun ja pyöräilyyn sekä hyvät lähipalvelut ja keskustan läheisyys. Jalankulkukaupungin kaupunkikudos on paikkasidonnaista, sillä sitä voi yleensä olla vain alueilla, joilla on riittävästi asuntoja, palveluja ja työpaikkoja jalan saavutettavissa. (Syke 2017:20.)

Joukkoliikennekaupungille tyypilliset piirteet ovat korkea asukastiheys ja autottomuus niin ikään sekä joukkoliikenteeseen ja keskustan läheisyyteen tukeutuvien elintapojen yleisyys. Myös joukkoliikennekaupungin kudos on siten paikkasidonnaista, että se voi levitä vain alueille, joille sen liikennejärjestelmien on mahdollista levitä. Tyypillistä on kävelyetäisyys palveluihin ja joukkoliikennepysäkeille. Kudostyyppien tunnistamiseen

voidaan käyttää kynnyksarvoja, joita ovat esimerkiksi joukkoliikennetarjonta, asukas- ja työpaikkatiheys sekä lähikaupan saavutettavuus. (Syke 2017:20; 25).

Autokaupungin kudosis on verkostomaista, ja se voi levitä mille tahansa alueelle, jolle rakentaminen ylipäättään on mahdollista ja tarkoituksenmukaista. Kudostyyppien toiminnot ja rakenteet voivat vaihtaa paikkaa lähes rajoituksetta liittyen verkoston tai sen toimintojen muutoksiin. Tyypillisiä piirteitä ovat vahva autoistuminen, pientaloasutuksen suuri osuus, kaupan ja työpaikkakeskittymien suuri autopaikkaosuus sekä suuret väylät ja eritasoliittymät. Autokaupungin asukkaat nojaavat oman kudoksensa ohella myös muiden kudostyyppien työpaikkoihin ja palveluihin. Rajatuilla alueilla liikkuminen voi tapahtua jalan, mutta tyypillisesti autolla. (Syke 2017:20).

3. HELSINGIN SEUDUN MATKASUORITTEET JA ALUERAKENNE

Luvussa tutkitaan pääkaupunkiseudun eri alueiden matkasuoritteiden jakaumaa ja määrää sekä joitakin niihin tutkimuskirjallisuudessa yhdistettyjä tekijöitä. Osa valikoituneista selittäjistä on poimittu ja jaoteltu edellä esitetyn teoreettisen viitekehyksen mukaisesti. Näin ollen mukana on esimerkiksi aluerakenteen tiheyttä, monimuotoisuutta, suunnittelua ja hajautumisen taloudellista ja liikenneverkollista toimintaa huomioiva muuttujia. Lisäksi mukana on demografisia muuttujia mallia täydentämässä. Selittäviä tekijöitä on operaatio-naalistettu seuraaviin tilastollisiin muuttujiin: väestötiheys, työpaikat asukasta kohden, maankäytön monipuolisuus, kaupan saavutettavuus, asuntojen hinta, lasten ja 30–64-vuotiaiden osuus sekä linja-autopysäkin saavutettavuus. Katsannon valossa tarkasteltavista alueista pyritään muodostamaan yleiskuvat ja vertailemaan niitä keskenään.

3.1. Tutkimusote ja aineisto

Tutkimusotteena käytetään kvantitatiivista tutkimusta, jolla pyritään kuvaamaan ja selittämään tutkimuskohdetta numeraalisen aineiston avulla. Käsillä olevassa luvussa numeraalisen aineiston tarkastelu on lähinnä kuvailevaa eli deskriptiivistä, jossa esitetään tutkimuskohteen tunnuslukuja keskeisiä niiden välisiä suhteita. Tutkimuksen myöhemässä vaiheessa luvussa 4 aineiston ja tutkimuskohteen käsittely muuttuu selittäväksi, jolloin selittävien ja selitettävän muuttujan välistä suhdetta tutkitaan regressioanalyysin avulla.

Käsiteltävät aineistot kuvaavat Helsingin seudun liikennettä, asumista, palveluita, väestörakennetta, rakennuskantaa ja työssäkäyntiä kuntatasolla. Ne ovat peräisin Tilastokeskuksen asumisen hintaa kuvaavista avoimesta StatFin-arkistokannasta (Tilastokeskus 2019), Suomen ympäristökeskuksen tietopalvelu Liiteristä (Liiteri 2019), Liikkumistotumukset Helsingin seudulla 2012- raportista (LHS 2013) sekä Helsingin seudun aluesarjoista (Aluesarjat 2019). Kaikissa tarkasteluissa muuttujat on poimittu vuosilta 2008 ja 2012, jotta aineistot ovat keskenään yhteensopivia.

3.2. Matkasuoritteiden kehitys

Helsingin seutu valikoitui tarkastelualueeksi paitsi henkilöauton suoritteita koskevan tiedon saatavuuden vuoksi, myös siksi että sen 14 kuntaa edustavat rakenteeltaan monipuolisesti erilaisia alueita niin työpaikkojen jakautumisen, väestötiheyden kuin rakennuskannan monimuotoisuuden suhteen. Seudun 14 kunnan keskinäinen erilaisuus havainnollistuu esimerkiksi verrattaessa Pornaisia Helsinkiin; vuonna 2012 Pornaisissa oli Helsingin seudun alhaisin työpaikkojen määrä työikäistä asukasta kohden, 0,32, sekä alhaisin väestötiheys neliökilometriä kohden, 35 asukasta. Helsingissä vastaavat luvut ovat täysin eri mittakaavaa: työpaikkasuhde on 0,91 ja väestötiheys neliökilometrillä 2826. Loput kunnat jakautuvat suhteellisen tasaisesti näiden ääripäiden väliin eikä asia mainittavasti muutu tarkasteluvuotta vaihtamalla. Toisin sanoen henkilöautolla kuljetun matkan ja selittäjiksi valittujen muuttujien välisen suhteen pitäisi Helsingin seudulla nousta hyvin näkyviin, mikäli sellainen on olemassa.

Liikkumistottumukset Helsingin seudulla 2012- raportti (LHS 2013) kartoitti seudun asukkaiden liikkumista monipuolisesti haastattelututkimuksen avulla. Tarkoitus oli muodostaa alueelliset yleiskuvat liikkumisen muodosta ja kestosta sekä siihen vaikuttavista taustatekijöistä. Tämän tutkimuksen aineistot koskien Helsingin seudun henkilöautoilun suoritetta on poimittu Liikkumistottumukset Helsingin seudulla 2012- tutkimuksen tiedoista.

Yleiskuva Helsingin seudusta

Vuonna 2012 Helsingin seudun väkiluku oli noin 1,4 miljoonaa ihmistä, joista noin 78 prosenttia asui pääkaupunkiseudulla eli Espoossa, Helsingissä, Vantaalla tai Kauniaisissa. Tästä huolimatta väestönkasvu on ollut voimakkainta kehyskunnissa pääkaupunkiseudun ulkopuolella vuoteen 2008 saakka, jonka jälkeen kasvun painopiste siirtyi pääkaupunkiseudulle. Väestörakenteeltaan pääkaupunkiseutu erottuu muusta Helsingin seudusta ainakin pienemmän kotitalouden koon osalta. (LHS 2013: 20–34) Vastaavasti myös tarkasteltaessa työpaikkojen suhdetta työikäiseen väestöön pääkaupunkiseutu erottuu

muusta seudusta. Varsinkin Helsingin kantakaupunki on yhä tärkeä työpaikkakeskittymä, vaikka sen osuus pääkaupunkiseudun työpaikoista on jonkin verran laskenut. Pääkaupunkiseudun ulkopuolisen alueen merkitys työn sijainteina on 2000-luvun aikana hieman noussut, ollen vuonna 2010 noin 14 prosenttia. (LHS 2013: 21–23).

Taulukko 1. Helsingin seudun kunnat.

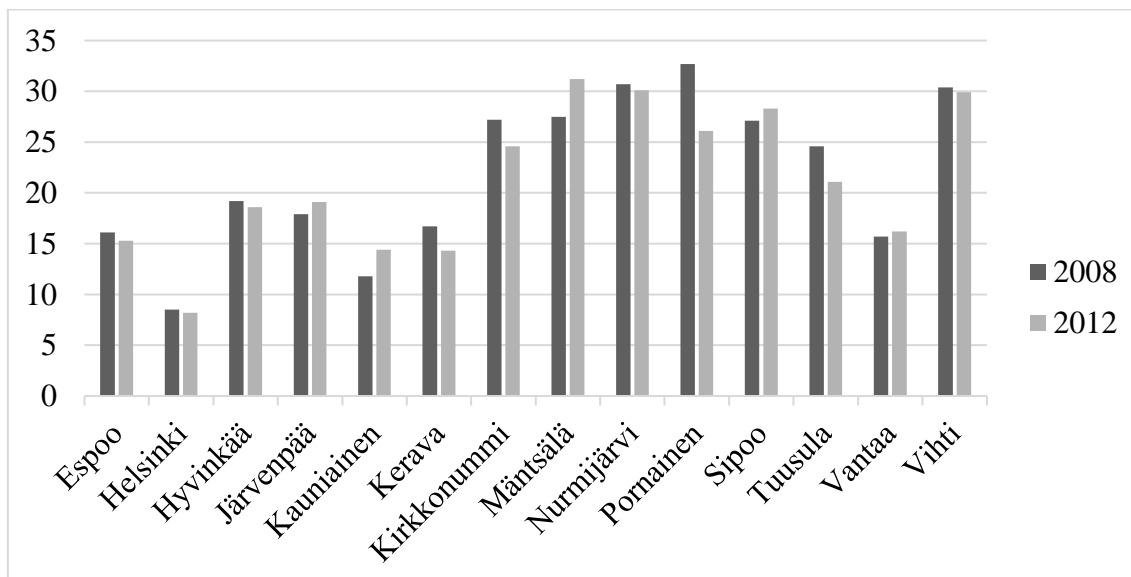
Helsinki Espoo Vantaa Kauniainen	Pääkaupunki- seutu
Hyvinkää Järvenpää Kerava Kirkkonummi Mäntsälä Nurmijärvi Pornainen Sipoo Tuusula Vihti	Muu Helsingin seutu



Kuva 1. Helsingin seudun kunnat (Kuntatekniikka 2017).

Myös auton yleistymisen merkitys näkyy hyvin esimerkiksi pääkaupunkiseudun historiassa, jossa autonomistus väkilukuun suhteutettuna kasvoi tasaisesti 1960- luvulta 2000-luvulle. Vuonna 2008 autojen omistusaste kääntyi kuitenkin lievään laskuun, mikä kuvastaa yleistä trendiä matkojen kulkutapaosuuksien muutoksissa. Autonomistusasteen kanssa vastakkaiseen suuntaan kehittyi koko tutkimushistorian ajan joukkoliikenteen osuus tehdyistä matkoista, joka vastaavasti kääntyi nousuun vuonna 2008 ensimmäistä kertaa tutkimushistoriassa. Pääkaupunkiseudun asukasluvun kasvun johdosta autolla tehtyjen matkojen absoluuttinen määrä on kuitenkin kasvanut yhdessä joukkoliikenteen kanssa. Voimakkainta joukkoliikenteen osuuden kasvu on ollut kantakaupungin alueella. (LHS 2013:63–67).

Vuorokausittaisen henkilöä kohden lasketun henkilöautolla matkatun kilometrimäärän osalta Helsingin seudun kunnissa on suurta vaihtelua; esimerkiksi Helsingissä lukema oli vuonna 2012 vain 8,2 kilometriä, kun taas Mäntsälässä ja Nurmijärvellä vuorokausittainen lukema ylittää 30 kilometriä. Vastaavasti joukkoliikenteen osuus kaikista matkoista oli vain 6 prosenttia Mäntsälän ja Vihdin kunnissa, kun taas Helsingissä vastaava prosenttiluku oli 34. Asuinpaikan mukaan tehty kulkutapatarkastelu näyttää, että kävelyn ja pyöräilyn osalta Helsinki ja muu Helsingin seutu eroavat toisistaan vain vähän niin matkojen osuuden kuin pituuden osalta. Eniten pyöräillään radanvarsikunnissa, kävely on suosituinta Helsingissä. (LHS 2013:74–75, 94).



Kuvio 1. Keskimääräiset vuorokausittaiset henkilöautosuoritteet kilometreinä henkilöä kohden Helsingin seudulla (LHS 2013: 94).

Yhteenvetona voitaisiin siis todeta, että kulkutapaosuuksien ja matkasuoritteiden perusteella esiin nousee kuntatasolla kaksi erilaisiin liikkumismuotoihin nojaavaa aluetyyppiä, joista toisessa päässä on joukkoliikenteeseen nojaava Helsinki ja toisessa voimakkaasti yksityisautoiluun nojaavat reunakaupungit. Pääkaupunkiseutua ilman Helsinkiä voidaan pitää kahden tyyppin sekoituksena. Samanlaiseen tulokseen päästään myös matka-aikojen

tarkastelulla. Kokonaismatka-ajat eivät aikabudjettiteorian mukaisesti vaihtelee kovinkaan paljon, vaan ero tulee henkilöauto- ja joukkoliikennematkojen välillä (LHS 2013: 91). Tuloksia voi verrata esimerkiksi kaupunkikudosten vyöhyketeoriaan, jossa Helsinki kuuluisi jalankulku- ja joukkoliikennekaupunkiin, pääkaupunkiseudun muut kunnat olisivat sekoitus kaikkia kolmea vyöhykettä kenties eniten joukkoliikennekaupunkiin painottuen ja loput Helsingin seudun kunnat selvästi autokaupunkia.

Tietyinä ongelmana tarkastelussa on kuitenkin sen yleispiirteisyys. Vaikka esimerkiksi Espoo, Kauniainen ja Vantaa yleisesti ottaen nojaavatkin enemmän autolla tapahtuviin kilometrimääräisesti pidempiin matkoihin Helsinkiin verrattuna, ei tuloksista nouse esiin paikallisten keskusten vaikutus lähialueilleen. Voidaan odottaa, että sellaisten metropoli-alueen alakeskusten kuin Leppävaara, Matinkylä, Espoon keskus tai Myyrmäki sisältämät työpaikkamäärät, palvelutarjonta ja aluetiheys vaikuttavat matkojen määränpäihin ja kulkutapajakaumaan niiden lähialueilla. Periaatteessa sama koskee Helsingin esikaupunki-alueitakin, mutta niiden osalta alakeskusten tiheys on suurempi, joten luultavasti niiden lähialueet eivät poikkea koko alueen keskiarvoista yhtä paljon. (Syke 2014: 70–92)

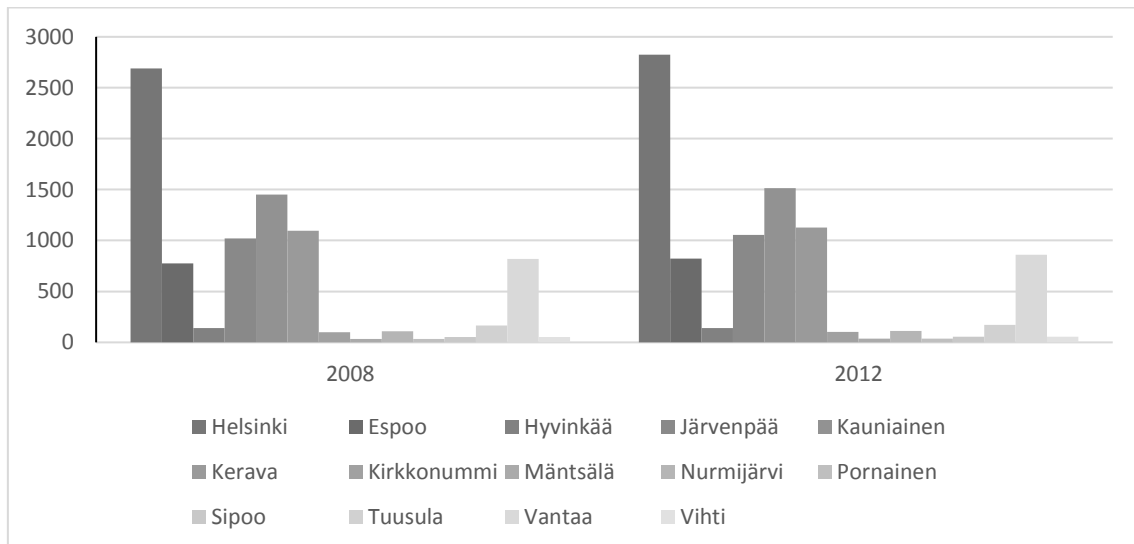
3.3. Yhdyskuntarakenne ja autoilun selittäjät

Yhdyskuntarakennetta voidaan tämän tutkimuksen kannalta tarkastella usealla eri tavalla. Yksikään niistä tuskin on itsessään täydellinen, mutta ne muodostavat tutkimuskirjallisuuden perusteella kuitenkin vahvan indikaattorin tietynlaiseen rakenteeseen liitetyille ominaisuuksille. Tapoja tarkastella yhdyskuntarakennetta ovat esimerkiksi alueen väestötiheys, työpaikkojen määrä asukasta kohden, maankäytön monipuolisuus entropia-arvolla mitattuna, asuntojen keskimääräinen neliöhinta sekä väestörakenteeseen liittyvät tekijät.

Väestötiheys

Väestötiheyttä on perinteisesti pidetty hyvänä selittäjänä (Badoe & Miller 2000; Ewing & Cervero 2010) matkasuoritteelle ja henkilöauton käytölle. Sen edut liittyvät varsinkin

palveluiden läheisyyteen ja joukkoliikenteen parempiin järjestämismahdollisuuksiin (Newman & Kenworthy 1989). Myös lisääntynyt ruuhkaisuus tai autopaikkojen puute voivat selittää henkilöautoilun vähentymistä tiheyden kasvaessa. Kuvio 2 esittää Helsingin seudun asukastiheyden neliökilometrillä vuosina 2008 ja 2012. Pylväät luetaan vasemmalta oikealle samassa järjestyksessä kuin kuntien nimet niiden alla. Hajontakuvion avulla tehty tarkastelu paljastaa, että Helsingin seudulta Helsinki on luonnollisesti aivan omilla luvuillaan, mutta muuten kunnat vaikuttaisivat jakautuvan hyvin selvästi kahteen eri ryhmään. Ensimmäiseen kuuluvat hyvin alhaisen väestötiheyden ja korkean henkilöauton käytön alueet, jälkimmäiseen molempien mittareiden ääripäiden väliin sijoittuvat alueet kuten Espoo ja Vantaa.



Kuvio 2. Helsingin seudun väestötiheys kunnittain vuosina 2008 ja 2012. (Liiteri 2019)

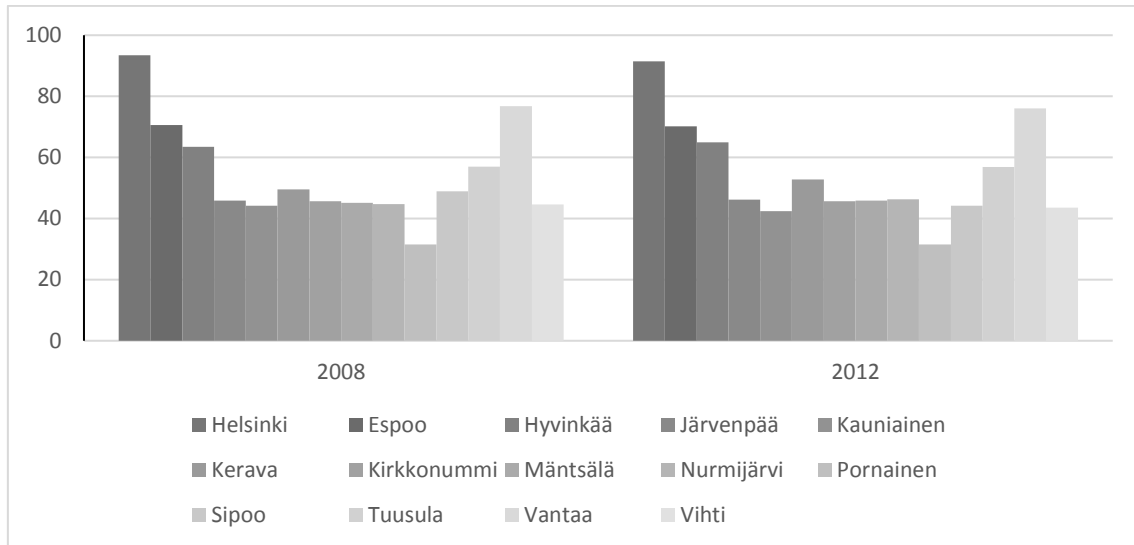
Yhteys vaikuttaa olevan suhteellisen helposti havaittava, ja jo varsin kohtuullinen tiheyden kasvu näyttää liittyvän alhaisempaan henkilöautosuoritteeseen. Muuttujien välillä mitattu Pearsonin korrelaatiokerroin -0.86 viittaa samaan suuntaan. Myöskään Helsingin korkea väestötiheys ei näytä vääristävän tuloksia liikaa, sillä sen henkilöautosuoritteet jäävät hajontakuviota tarkasteltaessa trendilinjan olettamaa korkeammiksi.

3.3.1. Maankäytön monimuotoisuus

Eräs keino tarkastella rakennettua ympäristöä on tutkia sitä, mihin maata on käytetty. Tyypillisesti maankäytön tiiviyyden lisäksi sen monipuolisuus on yhdistetty kaupunkimaiseen ympäristöön, kun taas väljemmin rakennetuilla seuduilla maankäyttö on usein yksipuolisempaa. (esim. Bordoloi, Mote, Sarkar & Mallikarjuna 2013). Tyypillisesti monimuotoisuutta tarkastellaan entropia-arvolla tai väestön ja työpaikkojen välisellä suhdelluulla. Maankäytön monipuolisuuden mittarit tavoittavat parhaimmillaan muitakin sosiaalisen elämän ulottuvuuksia kuin esimerkiksi työn sijainnin ja sinne suuntautuvat matkat. Esimerkiksi etäisyydet palveluihin kuten kouluun ja kauppoihin voidaan huomioida maankäytön monipuolisuutta tarkastellessa (Cervero & Kockelman 1997: 21).

Työpaikkasuhde

Työmatkoja pidetään kaikkein merkittävimpänä matkasuoritteisiin vaikuttavana matkasyötyypinä, jonka pituudesta ihmiset ovat eniten valmiita tinkimään. Tästä syystä ei ole yllättävää, että alueen työpaikkojen lukumäärällä on pääsääntöisesti todettu alentava vaikutus henkilömatkasuoritteisiin. Työpaikkojen määrää on mahdollista tarkastella esimerkiksi suhteessa kokonaisväestöön tai työssäkäyvään väestöön, sillä työttömien matkasuoritteet ovat pääsääntöisesti pienemmät. Voidaan myös tarkastella työlle tarkoitettua kerrosalaa suhteessa rakennettuun kerrosalaan. Työpaikkojen määrä suhteessa väestöön liittyy alueen monimuotoisuuteen, sillä suhteen kasvaessa asumisen ja työn sijainnit ovat tyypillisesti sekoittuneita ja monimuotoisia. Sen sijaan hieman samantapainen tunnusluku eli työpaikkatiheys ei pyri mittamaan alueen monimuotoisuutta. (Cervero & Kockelman 1997; Ewing & Cervero 2010: 267)

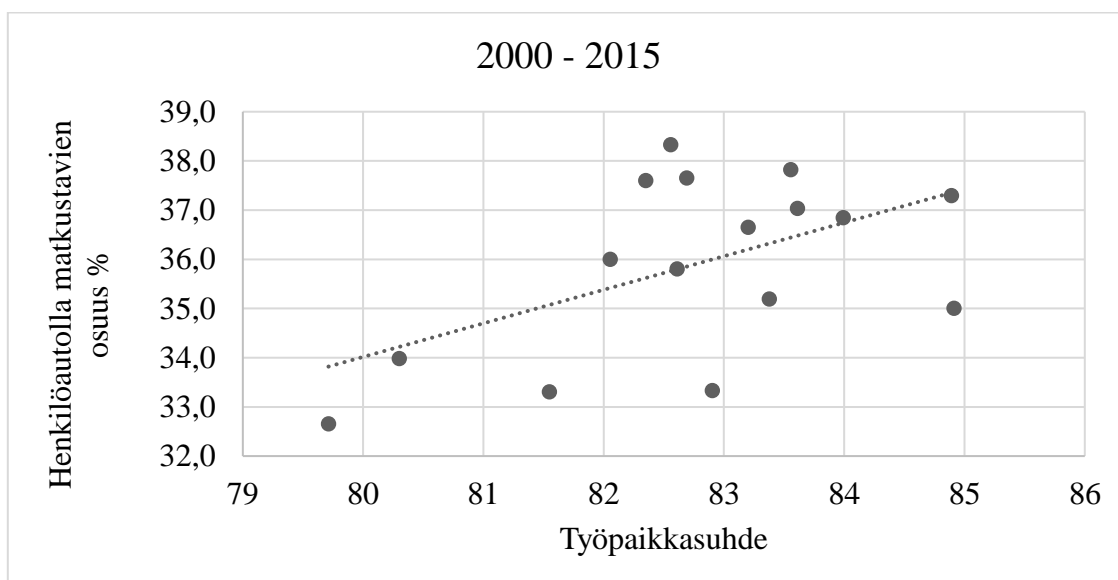


Kuvio 3. Työpaikkojen määrä sataa työikäistä kohden Helsingin seudulla (Aluesarjat 2019).

Kuvio 3 esittää Helsingin seudun kunnat niiden työpaikkojen määrän sataa 15–64-vuotiaasta kohden laskettuna vuosina 2008 ja 2012. Lisäksi hajontakuvion avulla tarkasteltuna työpaikkasuhteen ja henkilöautosuoritteiden välillä vaikuttaa olevan melko selvä yhteys. Myös Pearsonin korrelaatiokerroin -0.71 vahvistaa huomion. Tulos on tutkimuskirjallisuuden mukainen ja sikäli vähemmän yllättävä, mutta vahvistaa työpaikkasuhteen sopivan tunnusluvuksi lopulliseen analyysiin. Lisäksi se on lukuna sellainen, ettei Helsingin ja pienien ympäröivien kuntien välille synny yhtä suurta eroa kuin esimerkiksi asukastiheyden tapauksessa.

Samanaikaisesti on kuitenkin sivuhuomiona todettava, että kantakaupungin työpaikkasuhteen lasku ei näytä ennustavan henkilöauton ja julkisen liikenteen käyttöä teorian ennustamalla tavalla aikasarjana tarkasteltuna. Henkilöautojen kilometrisuoritteista pääkaupunkiseudulla ei ole riittävästi tietoa pidemmän ajanjakson tarkastelua varten, mutta sen pitäisi myös Helsingin seudulla olla vahvasti yhteydessä henkilöauton osuuteen kulkumuotojakaumassa (esim. LHS 2013). Kaikki saatavilla olevat liikennelaskennat ovat havainneet julkisen liikenteen osuuden kasvaneen ja autoliikenteen vähentyneen niin kantakaupunkilaisten liikkumista asuinpaikkakohtaisesti tarkasteltaessa kuin Helsingin

niemen tai kantakaupungin rajan matkustajaliikennettä laskettaessa. Voisi olla mahdollista, että kantakaupungin ulkopuolisen pääkaupunkiseudun työpaikkasuhteen parantuminen selittäisi muutosta kohdistamalla autolla tapahtuvia työmatkoja muualle kuin kantakaupunkiin, mutta sekään ei vaikuta olevan asian laita. Sekä Helsingin esikaupunkialueita, Espoota että Vantaata erikseen tarkasteltaessa havaitaan, että niiden työpaikkasuhte on niin ikään laskenut. Samankaltaisen tuloksen voi nähdä alla olevasta hajontaparvesta kuviossa 4. Sen poikkiakseli esittää Helsingin, Espoon ja Vantaan työpaikkasuhdetta vuosien 2000 ja 2015 välillä. Pystyakselilla on henkilöautolla matkustavien prosentuaalinen osuus moottoriliikenteen matkustajista lokakuun arkivuorokautena Helsingin niemen rajalla samalla aikavälillä.



Kuvio 4. Autolla matkustavat ja työpaikkasuhte pääkaupunkiseudulla 2000 – 2015 (Helsingin kaupunki; Aluesarjat 2019).

Kuten kuviosta on helppo havaita, pisteet ovat jonkin verran hajallaan ja mahdollinen yhteys kulkee väärään suuntaan: työpaikkasuhteen kasvaessa henkilöauton osuuden tulisi laskea. On todennäköistä, tarkasteluvälille sattuneet talousongelmat eli vuoden 2008 tienoilla alkanut taantuma vähensi työpaikkoja pääkaupunkiseudulla ja siten jonkin verran vääristää tilastoa. Työttömillä on lisäksi vähemmän mahdollisuuksia auton käyttöön,

mikä lisää julkisen liikenteen osuutta. Lisäksi samalla tarkasteluvälillä väestötiheys on kasvanut, joka ennustaa itsessään henkilöauton käytön vähentymistä. Yhtäkaikki ajallisesti tarkasteltuna kulkutapajakaumaan näyttää vaikuttavan niin monia muitakin asioita kuin työpaikkasuhde, että sen muutoksien mahdollinen merkitys ei nouse esiin. Alueita keskenään verrattaessa erot ovat suurempia, ja siten mahdollinen vaikutuskin on havaittavampi.

Simpsonin indeksi

Tässä tutkimuksessa maankäytön entropian tarkasteluun maankäyttötyyppittäin käytetään Simpsonin monimuotoisuuden indeksiä, jota pidetään liikkumisen ja maankäytön tutkimuksen piirissä yleisesti hyväksyttynä maankäytön monipuolisuuden mittarina (esim. Kamruzzamn & Hine 2013: 80). Myös monia muita samankaltaisia monimuotoisuuden mittareita on kehitetty (esim. Keller & Vance 2013; Boroloi ym. 2013). Simpsonin indeksin yhtälö on muodoltaan seuraava:

$$1 - \sum_{i=0}^n (a/A)^2$$

Yhtälössä a merkitsee tietyn maankäyttötyyppin pinta-alaa ja A puolestaan kaikkien maankäyttötyyppien pinta-alaa yhteensä. Simpsonin monimuotoisuuden indeksi kykenee huomioimaan sekä tutkittavan asian rikkauden että jakauman tasaisuuden. Rikkaus viittaa siihen, kuinka montaa eri kategoriaa tutkittavaan asiaan sisältyy ja tasaisuus nimensä mukaisesti sitä, kuinka tasaisesti ne ovat jakautuneet keskenään. Indeksien arvon lähestyessä lukua 1 kategoriaita on runsaasti ja ne ovat tasaisesti jakautuneet, kun taas luku 0 edustaisi tilannetta, jossa kaikki havainnot olisivat keskittyneet vain yhteen kategoriaan. (Kamruzzaman & Hine 2013: 80.)

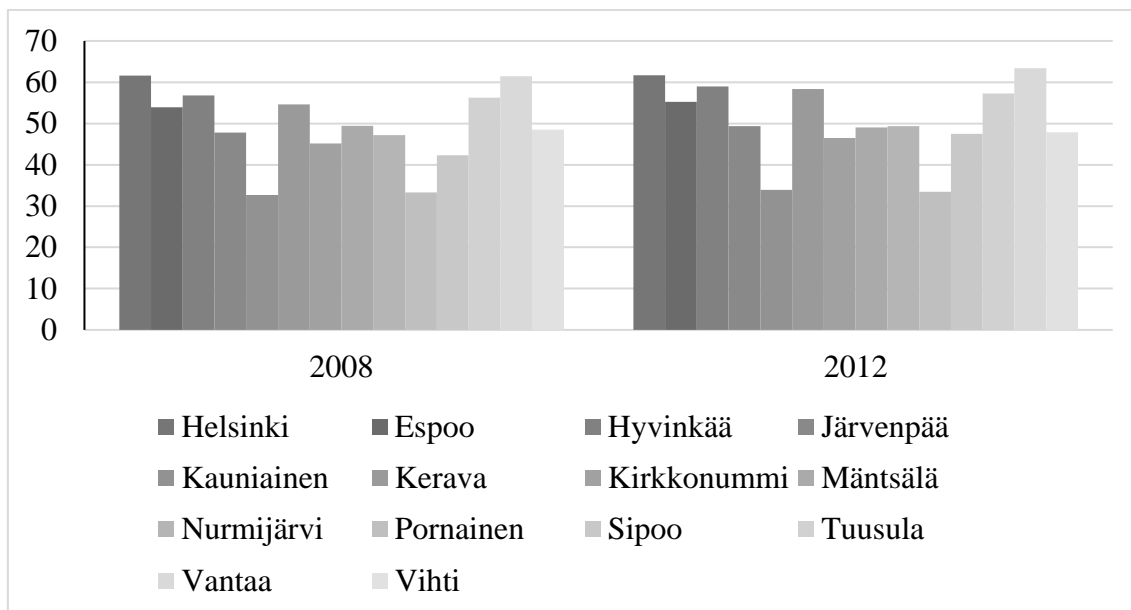
Helsingin seudun osalta kategorioina on käytetty taulukon 2 mukaisia rakennustyyppien luokituksia, mittayksikkönä kunkin rakennustyyppin kattama kerrosala. Myös maankäyttötyyppisiin perustuvaa vastaavaa mittaria kokeiltiin, mutta rakennuskannan

monimuotoisuus oli vahvemmin yhteydessä autonkäyttöön. Havaintoyksikköinä ovat Helsingin seudun 14 kuntaa.

Taulukko 2. Rakennustyyppien luokitukset (Aluesarjat 2019).

Asuinrakennukset
Liikerakennukset
Toimistorakennukset
Liikenteen rakennukset
Hoitoalan rakennukset
Kokoontumisrakennukset
Opetusrakennukset
Teollisuusrakennukset
Varastorakennukset
Muu tai tuntematon käyttötarkoitus

Kuviossa 5 on esitetty yllä olevan taulukon 2 mukaan muodostettu Simpsonin indeksi vuosilta 2008 ja 2012. Lukutapa on sama kuin aiemmissa kuvioissa. Indeksien arvot on kerrottu sadalla eli muunnettu asteikolle 0–100, jotta se olisi yhteensopivampi muiden muuttujien kanssa.



Kuvio 5. Simpsonin indeksi Helsingin seudulla (Aluesarjat 2019).

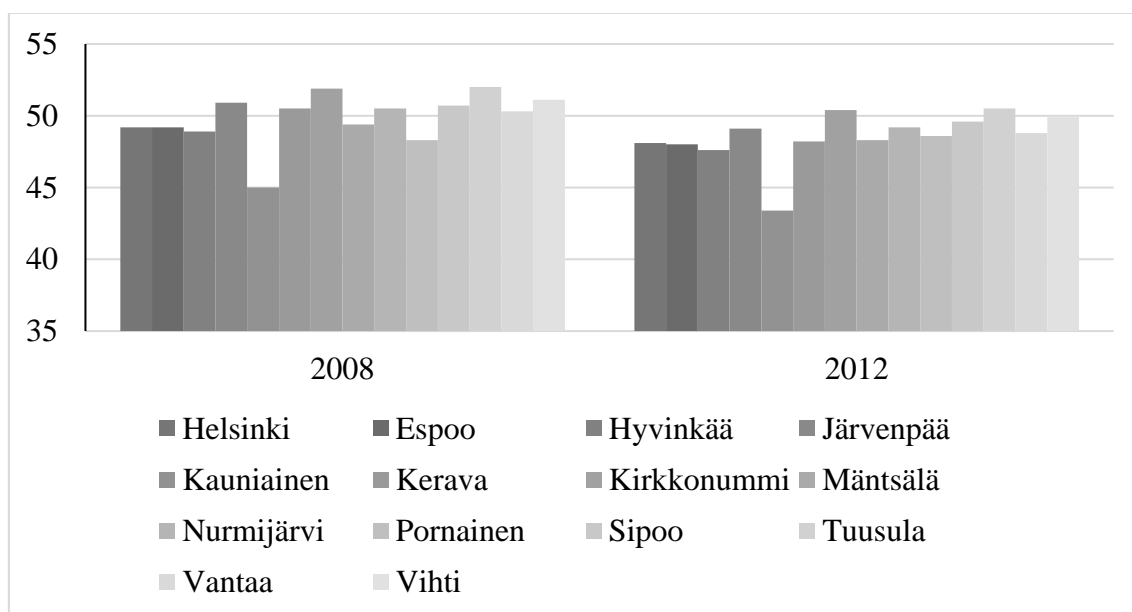
Hajontakuvion perusteella maankäytön monimuotoisuudella saattaisi olla jonkin verran yhteyttä henkilöautosuoritteeseen. Tämä olisi sopusoinnussa aiempien tutkimustulosten kanssa, joiden mukaan maankäytön monimuotoisuudella ja henkilöauton käytöllä on yhteys, mutta joihinkin muihin muuttujiin verrattuna suhteellisen maltillinen sellainen. Pearsonin korrelaatiokerroin kuvion 5 aineistossa vuosina 2008 ja 2012 on -0.42. Muihin muuttujiin nähden hieman heikompi korrelaatio selittynee sillä, että indeksin arvojen muutokset aineistossa ovat kohtuullisen maltillisia kuntien välillä ollen pääsääntöisesti välillä 40–60.

Aikasarjana Helsingin tai pääkaupunkiseudun osalta eri rakennustyyppien kerrosalaa tarkastellen Simpsonin indeksiä ei vaikuta olevan mielekäästä analysoida. Tilanne vaikuttaa olevan sama kuin työpaikkatiheyden kanssa; muutokset lienevät liian pieniä ja muiden tekijöiden vaikutus peittää ne alleen. Itse asiassa asuinrakennuksien osuuden kasvu pienentää maltillisesti indeksin arvoa koko pääkaupunkiseudulla.

3.3.2. Väestölliset ja taloudelliset tekijät

30–64-vuotiaat

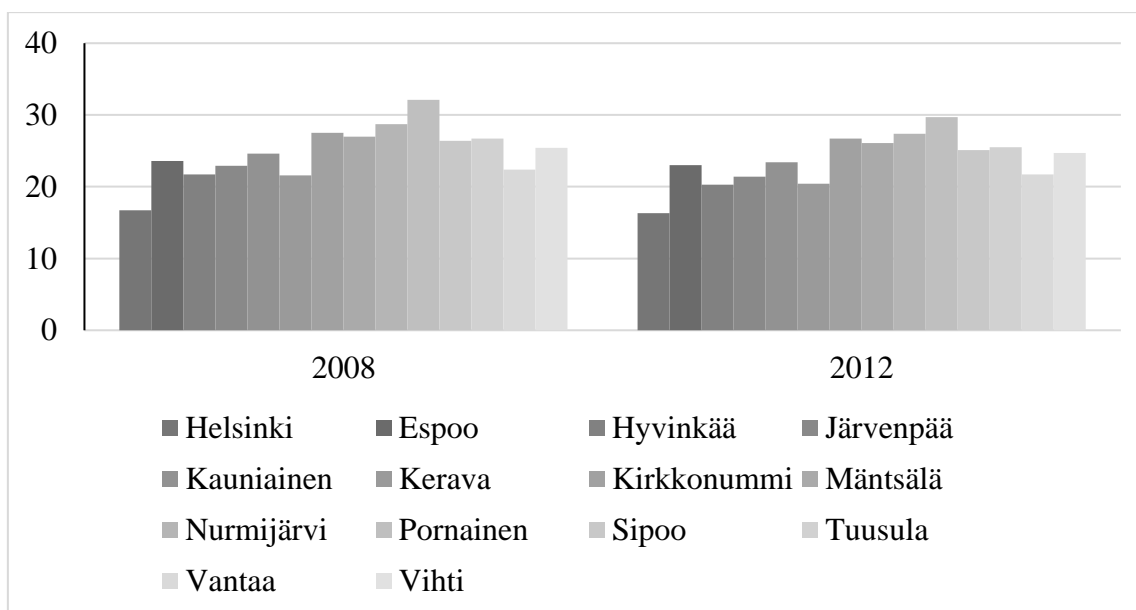
Autonkäyttöä koskevissa tutkimuksissa monesti toistettu havainto on, että tietyt ikäryhmät nojaavat enemmän kävelyyn ja julkiseen liikenteeseen, kun taas etenkin tyypillisessä työiässä eli noin 30–64 ikävuoden välillä ihmisillä on korostunut taipumus henkilöautoiluun (LHS 2013; Stead 2001). Ilmiö saattaa liittyä työmatkoihin, tulotason parantumiseen, perheen perustamiseen tai kaikkiin näihin yhdessä. Alla olevassa kuviossa 6 on esitetty 30–64-vuotiaiden osuus väestössä Helsingin seudun kunnissa. Korrelaatiokerroin 0.42 ikäryhmän osuuden ja henkilöauton käytön välillä ei ole muuhun aineistoon verrattuna erityisen vahva, mutta kuitenkin havaittavissa.



Kuvio 6. 30–64-vuotiaiden osuus väestöstä Helsingin seudulla (Liiteri 2019).

Lasten osuus

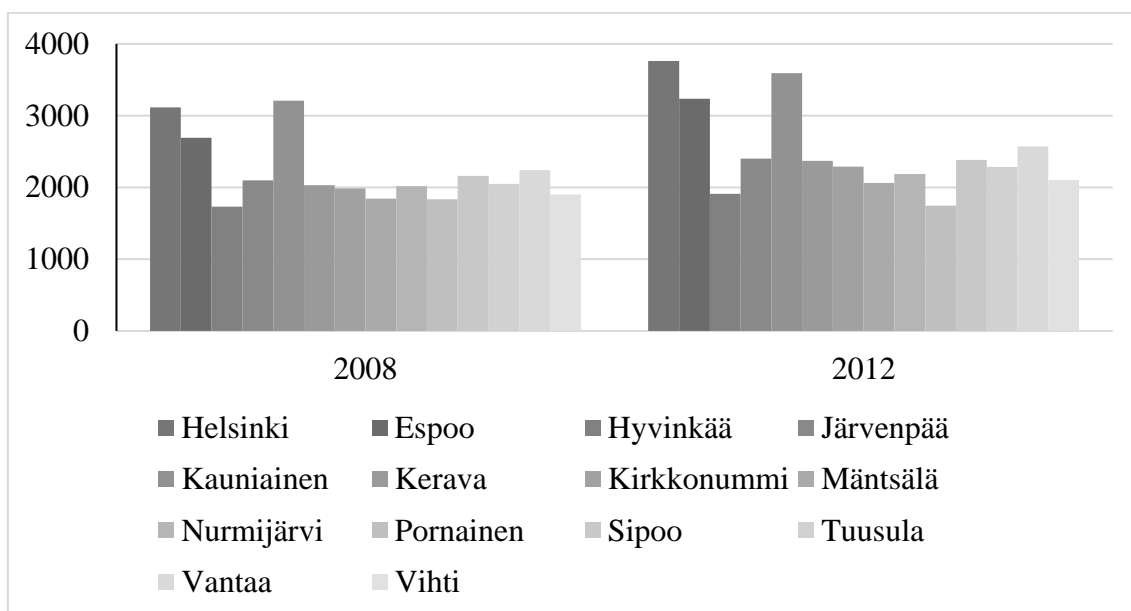
Tiedetään, että asutokunnan koko on vahvasti yhteydessä lapsien määrään ja muista riippuvaisten ihmisten kuten lasten läsnäolo kasvattaa helposti päivittäisten matkojen tarvetta (Esim. Borgoni, Ewert & Fürnkranz-Prskawetz 2002: 11–12). Henkilöauton käytön ja alueellisen rakenteen ja asumismuodon välinen yhteys on, kuten todettua, kaksisuuntainen. On näyttöä siitä, että mitä suurempi on asutokunnan koko, sitä positiivisemmin ihmiset suhtautuvat esimerkiksi autolla tehdyn työmatkan pituuteen. Ilmiö saattaa liittyä henkilöautoilun kokemukseen ”omaksi ajaksi.” (Lyons & Chatterjee 2008: 21–23). Näin ollen suurikokoiset asutokunnat hakeutuisivat henkilöautoiluun nojaaville asuinalueille osin omien mieltymystensä johdosta, osin halvemmän neliöhinnan ja suuremman tilantarpeen takia. Alla olevassa kuviossa 7 näytetään alle 18-vuotiaiden prosentuaalinen osuus väestöstä vuosina 2008 ja 2012. Lasten osuuden ohella kokeiltiin myös asutokunnan kokoa, mutta ensimmäinen sopia lopulta malliin paremmin. Korrelaatio muuttujien välillä on 0.83, eli lasten osuuden väestössä kasvaessa kasvaa myös henkilöauton käyttö.



Kuvio 7. Lasten osuus väestöstä Helsingin seudulla (Liiteri 2019).

Asuntojen neliöhinta

Asuntojen neliöhinta on kytköksissä hajautumiseen ja siten henkilöauton käyttöön keskeisellä tavalla. Oikeastaan asuntojen neliöhintaa voi pitää liikkumiskustannuksiin keskeisesti liittyvänä tekijänä, sillä aikabudjettiteorian mukaan suurin osa liikkumisen nopeutumisesta kanavoituu uusille, pidemmän etäisyyden päässä sijaitseville alueille (ks. sivut 12–13). Perinteisen hajautumisen teorian mukaan (ks. luku 2.3) saavutettavuuden parantuminen johtaa asukkaat ja työnantajat etsimään halvempaa tonttimaata kauempaa keskustasta. Niin ikään Liikenteellisen köyhyyden (Tiikkaja, Pöllänen & Liimatainen 2018: 11–12) tutkimuksessa on huomattu, että liikkumisen ja asumisen osuus tuloista pysyy eri alueilla suhteellisen samana, mutta niiden keskinäinen jakautuminen vaihtelee. Kaikki edellä mainittu viittaa siihen, että asuntojen neliöhinnan tulisi olla vahvasti yhteydessä henkilöautosuoritteeseen, ja lisäksi mahdollisesti selittää sitä. Oheisessa kuviossa 8 on esitetty vanhojen asuntojen neliöhintojen kehitys Helsingin seudun kunnissa vuosina 2008 ja 2012. Vanhat asunnot tarkoittavat muita kuin tilastovuonna ja sitä edeltävänä vuonna valmistuneita asuntoja, joiden valmistumisvuosi tunnetaan. (Tilastokeskus 2019b). Korrelaatiota tarkastellessa yhteys näyttää olevan negatiivinen kuten oletuksena olikin, kertoimen ollessa -0.72 .



Kuvio 8. Asuntojen neliöhinta Helsingin seudulla (Tilastokeskus 2019).

3.3.3. Joukkoliikenteen ja palveluiden saavutettavuus

Joukkoliikennepysäkillä on kävelen pidetty yleisesti sopivana matkana asuinalueista ja liikennemuodosta riippuen noin 200–800 metrin etäisyyttä. Tyypillisesti matkat kasvavat alhaisen väestötiheyden alueilla ja metromaisten raideyhteyksien pysäkeille ollaan valmiit kävelemään hieman pidempiä etäisyyksiä. (Kosonen 2007: 87; Joensuu 2011: 16; Suomalainen 2014: 19–21). Niin ikään Helsingin seudun liikenteen vuoden 2016 suunniteluohjeessa sanotaan, että päiväliikenteen tavoitteellisena kävelymatkana lähimmälle pysäkillä pidetään noin 300–700 metriä palvelutasoluokituksesta riippuen (Manninen, Peura, Rinta & Suomalainen 2016: 17–21).

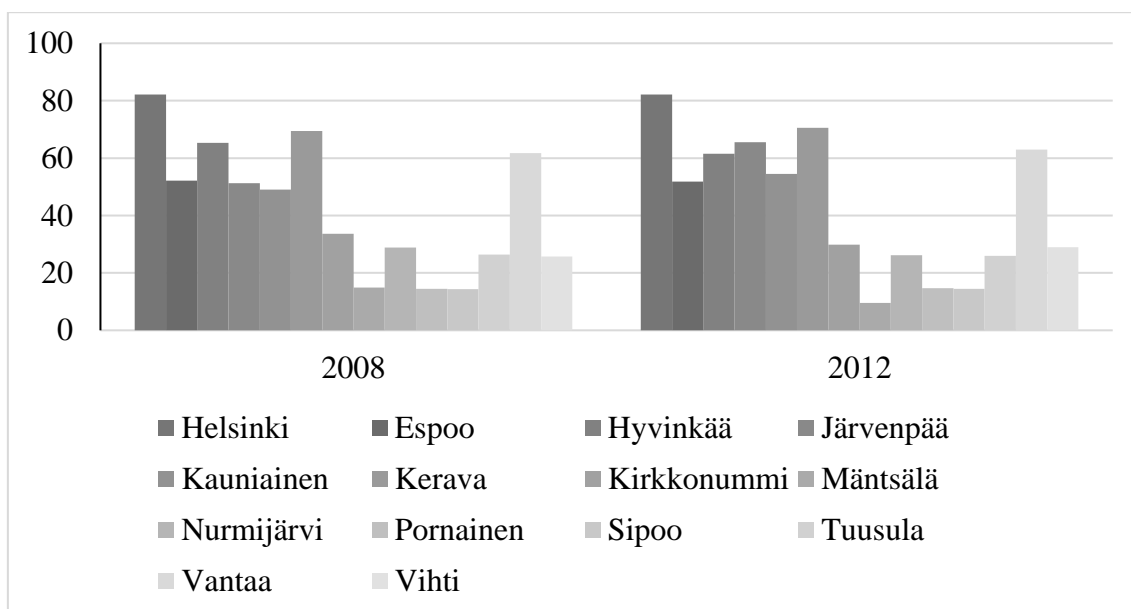
Joukkoliikenteen saavutettavuus on luonnollisesti vahvasti yhteydessä henkilöauton käytön houkuttelevuuteen. Joukkoliikennepysäkkien sijoittelu liittyy kuitenkin aiemmin mainitun jaottelun mukaisesti (Cervero & Kockelman 1997: 200–201) ennemminkin alueen suunnittelun ominaisuuksiin kuin kiinteään rakennettuun ympäristöön itseensä, joskin esimerkiksi väestötiheys luo taloudellisia raameja joukkoliikenteen järjestämiselle (Newman ja Kenworthy 1989). Näin ollen pysäkkien sijoittelu on alttiimpi muutoksille tai esimerkiksi eri kulkumuotoja arvottaville poliittisille päätöksille, ja on siten mielenkiintoinen vertailukohde henkilöautosuoritteelle suhteessa väestötiheyteen.

Toinen suunnittelunäkökulmaa huomioiva tekijä on palveluiden saavutettavuus. Palveluina huomioidaan tässä tutkimuksessa päivittäistavarakauppa ja ala-aste, joiden saavutettavuudesta on eniten tietoa tarjolla. Osaltaan esimerkiksi päivittäistavarakaupan on havaittu hajautuvan kaupunkirakenteen mukana. Toinen kaupan hajautumiseen vaikuttava tekijä on autoistuminen, joka on luonnollisesti yhteydessä aluerakenteen hajautumiseen. (Kohijoki 2013: 32–35.) Lopputuloksena kaupan suuryksiköt eli hyper- ja supermarketit ovat yleistyneet selvästi. Pelkästään vuodesta 2001 vuoteen 2011 hypermarkettien määrä kasvoi miltei 80 prosenttia (Kohijoki 2013: 36–38). Koistinen ja Väliniemi (2007: 24–33) taas osoittavat, että ainakin Turussa, Lahdessa ja Mikkelissä kaupan keskimääräinen fyysinen saavutettavuus tieverkkoa pitkin on heikentynyt vuosien 1995–2003 välillä. Varsinkin suurten päivittäistavarakauppojen lähialueille ja taajamien asuinalueille oli muodostumassa seutuja, joita he kuvaavat palvelutyhjiöiksi. Kohijoki (2013: 92, 100–101) toteaa omassa tutkimuksessaan, että ainakin Turun seudulla fyysisten saavutettavuusalueiden ulkopuolella asuvilla on

useammin auto käytössään. Vastaavasti kansainvälinen tutkimusnäyttö viittaa kaupan läheisyyden lisäävän kävelyä, mikä saattaa vähentää autoilua (Cao, Handy & Mokhtarian 2006: 11–12). Vaikka kaupat yksityisinä toimijoina ovatkin eri asia kuin julkisesti rahoitettu joukkoliikenne, voisi edellä mainitun perusteella siis myös kauppojen järkevällä kaavoittamisella ja sijoittamisella mahdollisesti vaikuttaa auton käyttämisen houkuttelevuuteen.

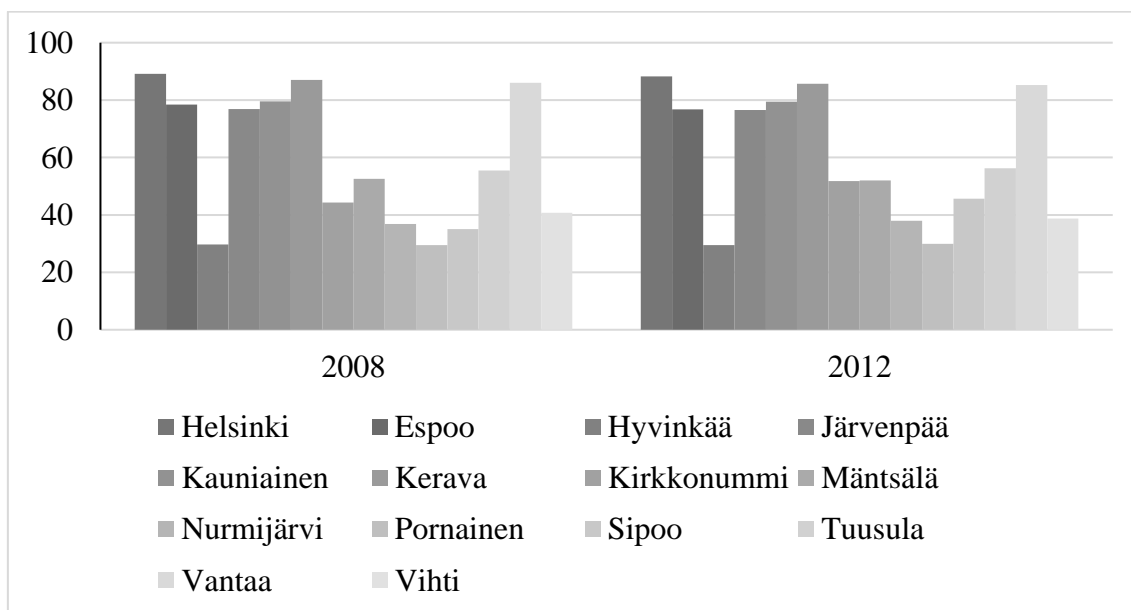
Kolmantena saavutettavuuteen ja suunnitteluun liittyvänä tekijänä tarkastellaan maanteiden osuutta katu- ja tieverkosta; katuverkoston laajuus ja yhteenkytkeytyvyys on sidoksissa kävelyn houkuttelevuuteen (Esim. Boulangea, Gunn, Giles-Corti, Mavoia, Pettit, & Badland 2017: 164–165), kun taas suurten teiden kuten esimerkiksi valtateiden, seututeiden tai kaikkien maanteiden suuremman osuuden tulisi hajautumisen logiikan perusteella todennäköisesti (ks. luku 2.3) olla sidoksissa lisääntyneeseen auton käyttöön. Sekä katuverkoston että maanteiden osuutta tarkasteltaessa maanteiden osuus oli lopulta vahvemmin yhteydessä henkilöauton käyttöön.

Alla olevissa kuvioissa 9 ja 10 on kuvattu 500 metrin etäisyydellä päivittäistavarakaupasta ja 250 metrin etäisyydellä joukkoliikennepysäkiltä asuvan väestön osuus Helsingin seudun kunnissa vuosina 2008 ja 2012.



Kuvio 9. Kaupan saavutettavuus (Liiteri 2019).

Pearsonin korrelaatio on vahva, -0.89. Päivittäistavarakaupan kohdalla on kuitenkin vaikea sanoa missä määrin yhteys on seurausta hajautumisesta ja missä määrin itsessään se liittyy autonkäyttöön, sillä kuten luvussa 3.3.3 jo aiemmin viitataan, kaupan sijainti sekä seurailee muuta aluerakennetta että saattaa olla aiheuttamassa sitä.

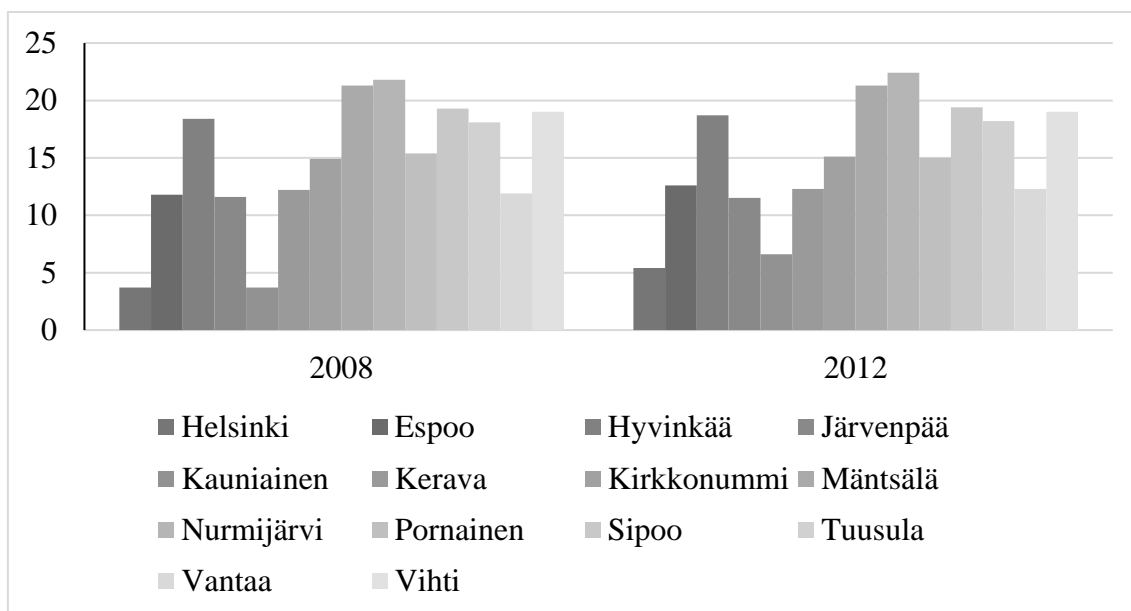


Kuvio 10. Pysäkin saavutettavuus (Liiteri 2019).

Yllä olevassa kuviossa 10 esitetään 250 metrin säteellä linja-autopysäkeistä asuvien prosentuaalinen osuus. Yhteys auton käyttöön on selkeä, Pearsonin korrelaatiolla mitattuna -0.82.

Kuten aiemmin on todettu, maantiet lisäävät mahdollisuuksia asua kauempana työn ja palveluiden alueista ja liittyvät siten autoistumiseen ja aluerakenteen hajautumiseen. Kuviossa 11 on esitetty maanteiden prosentuaalinen osuus tie- ja katuverkosta Helsingin seudun kunnissa. Maanteiksi on luokiteltu Digiroad-aineiston perusteella valtatie, kantatie, seututie ja yhdystie. Muita luokituksia tieluokituksia maanteiden lisäksi ovat kadut

ja yksityiset tiet (Liiteri 2019). Pearsonin korrelaatio kyseisen muuttujan ja henkilöauto-suoritteiden välillä on vaihteeksi positiivinen 0.85, eli odotetusti maanteiden osuuden kasvaessa myös henkilöauton käyttö näyttää kasvavan.



Kuvio 11. Maanteiden osuus tie- ja katuverkosta (Liiteri 2019).

Yllä olevan tarkastelun perusteella myös kaikki alueen suunnitteluun ja savutettavuuteen liittyvät henkilöautoilun selittäjiksi valitut tekijät eli kaupan ja joukkoliikennepysäkin läheisyys sekä maanteiden osuus näyttäisivät kelpaavan mukaan lopulliseen analyysiin.

4. HENKILÖAUTOILUN SELITTÄJÄT

Tämän luvun tarkoituksena on suorittaa lopullinen analyysi, jossa tarkastellaan kuinka hyvin tutkimukseen valitut muuttujat todellisuudessa selittävät henkilöauton käyttöä. Tarkasteltavat selittävät muuttujat ja niiden korrelaatiot henkilöautoiluun on jo esitelty aikaisemmassa luvussa, eikä lopullisessa analyysissä enää lisätä uusia muuttujia. Selittävät muuttujat pyrkivät huomioimaan yhdyskuntarakenteen tiheyden, monimuotoisuuden sekä suunnittelun. Lisäksi joitakin muita muuttujia on valittu mukaan, esimerkiksi lasten osuus väestöstä ja asuntojen keskimääräinen neliöhinta huomioimaan tärkeimpiä väestöllisiä sekä taloudellisia tekijöitä. Lopullisena päämääränä on siis selvittää, mikä on valittujen muuttujien tärkeys keskimääräisen henkilöauton käytön vuorokaudessa selittäjinä Helsingin seudulla.

4.1. Menetelmä

Tutkimusmenetelmänä tullaan käyttämään regressioanalyysiä. Regressioanalyysin päämääränä on löytää muuttujien välillä mahdollisesti vallitseva yhteys ja kuvata sitä matemaattisten mallien avulla. Sen tuottama regressioyhtälö kuvaa siis yhden selitettävän muuttujan ja yhden tai useamman selittävän muuttujan välillä olevaa tilastollista yhteyttä. Yksinkertaisimmillaan regressiomalli voi olla lineaarinen, jolloin selittäviä muuttujia on vain yksi. Ennen regressioanalyysin suorittamista on kuitenkin hajontakuvioiden ja korrelaatiokertoimien avulla ratkaistava, onko yhteyden kuvaaminen viivalla ylipäättään mielekästä. Lisäksi selitettävän muuttujan tulee olla vähintään välimatka-asteikolla mitattu. (Holopainen & Pulkkinen 2002; Tilastokeskus 2019c.; KvantiMOTV 2008) Menetelmän etuna voidaan pitää sitä, että se kykenee huomioimaan usean selittävän muuttujan vaikutuksen selitettävään muuttujaan. Se onkin yleisimpiä riippuvuussuhteita selittäviä monimuuttujamenetelmiä. ((Holopainen & Pulkkinen 2002; Tilastokeskus 2019c.; KvantiMOTV 2008). Tässä tutkimuksessa selittävinä muuttujina on useita, ja niistä muodostetaan koko Helsingin seutua koskeva regressiomalli. Yksittäisten kuntien kohdalla ei joidenkin tilastomuuttujia koskevien aineistojen suppeuden vuoksi suoriteta regressioanalyysijä.

Regressioanalyysin ehtoihin kuuluu välimatka-asteikollisen minimivaatimuksen ohella joitakin muitakin seikkoja, joita tulee huomioida ennen analyysin tekemistä. On melko yleistä, että usean selittäjän regressiossa selittäjät korreloivat keskenään jonkin verran. Liian vahvat korrelaatiot kuitenkin aiheuttavat multikollinearisuutta. Tällaisessa tapauksessa on vaikea tulkita, mikä on minkin selittävän muuttujan vaikutus. Tältä varalta muuttujille määritellään VIF-arvo, jonka avulla pyritään poistamaan sellaiset selittävät muuttujat, joiden avulla on multikollinearisuutta. Mikäli usealla selittävällä muuttujalla VIF-arvo on yli kriittisen rajan 5, poistetaan ensiksi se muuttuja, jonka arvo on suurin kunnes kaikki arvot ovat lukeman alle. Lisäksi yhtälön jäännöstermien tulisi olla homoskedastiset eli varianssin olla vakio, ja jakautua ainakin melkein normaalijakauman mukaisesti keskiarvon lähennellessä nollaa. (Holopainen & Pulkkinen 2002: 232–234).

4.2. Aineisto

Luvun analyysissä käytetään aineistona Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämää elinympäristön tietopalvelu Liiteriä, tilastokeskuksen ylläpitämää StatFin-tietokantaa, Helsingin seudun aluesarjoja ja henkilöautoilun suoritteiden osalta Helsingin seudun liikenteen Liikkumistottumukset Helsingin seudulla 2012 (2013) -tutkimusraportista. Etenkin ympäristön tietopalvelu Liiteri on ollut oleellinen aineiston keräämisessä. Liiteri on ympäristön analyysi- ja tietopalvelu, joka kokoaa yhteen useita erilaisia rakennettua ympäristöä ja kaavoitusta koskevia tilastoja ja paikkatietoja. Palvelu sisältääkin satoja karttatasoja ja yli tuhat tilastoa esimerkiksi Väestörekisterikeskukselta, Maanmittauslaitokselta, Liikennevirastolta ja Tilastokeskukselta. Sen aineistot koskevat muun muassa rakentamisen suunnitelmallisuutta, yhdyskuntarakenteen eheyttä ja kaupan alueita. Aineistoja on useimmiten saatavissa vuosittain 2000-luvulta useilla eri karttatasoilla, joista tarkin on yleensä kunta. Tarkasteltavaan aineistoon lukeutuu siis Helsingin seudun 14 kunnan tunnusluvut kaikkien tarkasteltavien selittävien muuttujien sekä selitettävän muuttujan osalta.

Selittävien muuttujien osalta on käytetty vuosien 2008 ja 2012 aineistoja eri kuntien osalta. Analyysiin on päätyttyä vain sellaisia muuttujia, jotka eivät saa nolla-arvoja yhdenkään kunnan osalta. Etupäässä muuttujien kohdalla on pyritty käyttämään suhdelukuja kuten prosentiosuuksia, jotta kuntien eri kokoluokat eivät vääristäisi liikaa analyysin tuloksia. Muuttujat kuvaavat siis kuntia kokonaisuutena, eivätkä huomioi esimerkiksi paikallisia alakeskuksia. Kokonaisuutena 14 kunnan muodostama aineisto kuitenkin muodostaa varsin monimuotoisen kuvan eri muuttujien osalta.

4.3. Mallin muodostus ja tulokset

Tässä tutkimuksessa muodostettiin yksi selittävä regressiomalli, jonka kaikkien muuttujien arvot olivat peräisin vuosilta 2008 ja 2012. Koska kaikilta muuttujilta otettiin vain kaksi arvoa, joiden välillä oli useampi vuosi, tyypilliset aikasarja-analyysin ongelmat kuten kausi- tai suhdannevaihtelut eivät aineistossa nouse esiin. Mahdollisen trendin vaikutuksen poistamiseksi sekä selitysteorian parantamiseksi muuttujat kuitenkin logaritmoitiin. Tilastollisesti merkitsevä malli olisi ollut mahdollista muodostaa myös ilman logaritmoitua, joskin selitysteoria olisi jäänyt pienemmäksi. Eri mittayksiköitä käytettäessä muuttujien osalta logaritmoitua myös helpottaa regressiomallin tulkintaa. (Pere 2009; Metsämuuronen 2001: 31; Holopainen & Pulkkinen 2002).

Analyysissä käytettiin niin kutsuttua askeltavaa valintaa, jota voi käyttää hyödyksi usean muuttujan regressiossa, jos kaikki selittäjät eivät saa tilastollista merkitsevyyttä. Myös pakotettua kaikkien muuttujien mallia kokeiltiin, mutta kokonaismallin hyvästä selitysteoriasta ja tilastollisesta merkitsevyydestä huolimatta yksittäisten muuttujien merkityksen arviointi osoittautui vaikeaksi. Askeltavan valinnan ideana taas on, että pienimmän t-arvon saanut selittäjä poistetaan ja malli ajetaan uudelleen niin kauan, että löytyy selitysteoriastaan paras malli jossa kaikki jäljelle jääneet selittäjät ovat tilastollisesti merkitseviä. Näin malliin jäävät vain parhaat selittäjät. (Taanila 2010: 23) Tämä ei kuitenkaan tarkoita, että ulos jääneet muuttujat eivät saattaisi todellisuudessa osallistua ilmiön selittämiseen tai ettei niiden merkitys varsinkin yhdessä saattaisi olla suhteellisen merkittäväkin, vaan ainoastaan tilastollisen merkitsevyyden puutetta yksittäin tarkasteltuina. Lopuksi

esitetään myös poistavan mallin tulokset, jossa selittäjiin on jätetty tilastollisesti merkitsevä 30–64-vuotiaiden osuus. Muut selittäjät ovat samoja, joskin niiden painoarvo saattaa hienoisesti vaihdella mallien välillä.

Multikollinearisuuongelmien takia ala-asteiden saavutettavuus poistettiin aineistosta ja saavutettavuutta jäi mittaamaan päivittäistavarakaupan saavutettavuus. Monimuotoisuuden osalta kokeiltiin sekä maankäyttöluokkiin että rakennetun ympäristön luokitteluun perustuvaa mallia, mutta kumpikaan ei saanut tilastollista merkitsevyyttä. Tieverkoston merkitystä kokeiltiin katuverkoston ja maanteiden osuudella tie- ja katuverkostossa, joista lopulliseen analyysiin valikoitui maanteiden osuus.

Taulukko 3 kuvaa poistavan regressiomallin tuloksia vuosina 2008 ja 2012 Helsingin seudun kunnissa muuttujien osalta. Regressiokerroin ilmoittaa prosentuaalisen luvun, jonka selitettävä muuttuja liikkuu selittäjän kasvaessa yhdellä prosentilla. Beta-kerroin sopii muuttujien osuuden keskinäiseen vertailuun, kun niillä on eri mittayksiköt. Vakio taas kuvaa selitettävän muuttujan arvoa muiden arvon ollessa 0. Lisäksi taulukossa on ilmoitettu kunkin muuttujan t-arvo ja sitä vastaava Sig-arvo, joka ilmentää muuttujan tilastollista merkitsevyyttä.

Taulukko 3. Askeltavan mallin tulokset.

R ² : .960		Adj. R ² : .954				
Selittäjä	Regressiokerroin	Keskivirhe	Beta	t	Sig	VIF
Vakio	1,683	0,986		1,708	0,101	
Asukastiheys	-0,067	0,022	-0,262	-2,993	0,006	4,468
Lasten osuus	0,581	0,21	0,234	2,764	0,011	4,183
Maanteiden osuus	0,345	0,056	0,444	6,191	0	2,993
Työpaikkasuhde	-0,265	0,099	-0,189	-2,688	0,013	2,882

Kuten kuviosta on mahdollista nähdä, selitysaste R² on koko mallin osalta varsin hyvä, 0,96. Tämä tarkoittaa, että malli kykenee siihen sisällytettyjen selittäjien avulla

selittämään 96 prosenttia henkilöautosuoritteiden vaihtelusta havaintoaineistosta. Monimuuttujaregressiossa adjustoitu eli korjattu selityskerroin saattaa usein kuitenkin olla parempi selityksasteen kuvaaja, sillä siinä selityksaste on korjattu otoskoolla ja selittäjien määrällä (Metsämuuronen 2001: 34). Normaalilla selityksasteella on taipumus nousta lisättäessä muuttujia malliin, joten korjattu selityksaste 0,954 vahvistaa mallin olevan kokonaisuudessaan hyvä selittäjä henkilöautosuoritteille. Tämä voidaan varmistaa vielä F-testillä, jonka antama arvo 0 on merkitsevä. Samoin jokaisen malliin askeleittain lisätyn muuttujan parannus F-testin arvoon on tilastollisesti merkitsevä selityksasteen samalla kasvaessa, eli kaikkien mallin lopullisten muuttujien sisällyttäminen on perusteltua.

Tässä mallissa regressiokerroin ilmoittaa, kuinka monta prosenttia selitettävä muuttuja liikkuu selittävän muuttujan kasvaessa yhden prosentin, kun muut tekijät pidetään vakiona. Muuttujien eri mittayksiköiden takia regressiokerroin sinällään ei ole kovin havainnollistava selittäjän merkityksen suhteen. Tätä varten on syytä tarkastella standardoitua beta-kerrointa, jossa muuttujat on standardoitu samalle asteikolle (KvantiMot 2014). Tarkempi tulkinta beta-kertoimelle on, että selittäjän kasvaessa yhden keskihajonnan verran selitettävä muuttuu beta-kertoimen esittämän prosenttiluvun verran muiden tekijöiden pysytellessä vakiona (Taanila 2010: 10). Niinpä mallin mukaan lasten osuuden kasvaessa prosentilla henkilöautosuorite kasvaa reilut puoli prosenttia, mikä on mallin suurin regressiokerroin, mutta beta-kertointa tarkasteltaessa keskihajonnan kokoinen kasvu lasten määrässä kasvattaa suoritetta vain 0,23 prosenttia. Suhteellisesti suurin osuus on maanteiden osuudella tie- ja katuverkostosta, pienin työpaikkasuhteella.

Sig-sarakkeesta käy ilmi, että mallin kaikki selittäjät ovat tilastollisesti merkitseviä 95 prosentin luottamustasolla. Mallin vakio sen sijaan ei ole tilastollisesti merkitsevä, mutta toisaalta vakiolla ei tässä mallissa ole itsessään mitään mielekästä tulkintaa. Mallin ulkopuolelle jätetyistä muuttujista mainittakoon kuitenkin vielä 30–64 -vuotiaiden osuus väestöstä, joka oli tilastollisesti melkein merkitsevä eli ennusti autosuoritteita yli 90 prosentin todennäköisyydellä regressiokertoimella 0,949 ja beta-kertoimella 0,095. Sama tulos saadaan myöhemmin poistavassa mallissa. Mallin residuaalit ovat keskiarvoltaan 0 ja sekä hajontakuvion että normaalijakaumakuvion perusteella suunnilleen normaalisti jakautuneet.

Taulukon VIF -arvot kuvaavat muuttujien multikollinearisuutta, kuten edellä on todettu. Multikollinearisuus vaikeuttaa regressiokertointen tulkintaa. Se kuvaa osuutta selitettävän muuttujan vaihtelusta, jota mallin muut selittäjät eivät selitä. Kaikkien muuttujien osalta arvot ovat alle viiden, eli huolestuttavaa multikollinearisuutta ei esiinny. Multikollinearisuudella on kuitenkin merkitystä vain, jos halutaan tarkastella yksittäisten muuttujien merkitystä. Koko mallin luotettavuudelle tai ennusteiden laatimiselle sen pohjalta sillä ei ole merkitystä. (Taanila 2010: 21.)

Taulukossa 4 on esitetty kaikkien alkujaan tarkasteltujen muuttujien poistava regressiomalli. Mallin tulkinta on samankaltainen kuin yllä. Sen yksittäisistä muuttujista 30–64 -vuotiaiden osuudella ei aivan ole tilastollista merkitsevyyttä, mutta kokonaisuutena mallin selitysaste on askeltavassa menettelyssä saatua mallia parempi. Toisin sanoen mallia voisi käyttää ennusteiden tekoon, vaikka yksittäisten muuttujien merkityksen analysointi ei välttämättä ole yhtä mielekästä kuin askeltavassa mallissa. Koska mallin korjattu selitysaste kasvaa uuden muuttujan lisäyksestä ja on kyseisessä mallissa korkein kaikista mahdollisista malleista, on todennäköistä että myös lisätyllä selittävällä muuttujalla eli 30–64-vuotiaiden osuudella on jotakin tekemistä henkilöautosuoritteiden kanssa. Tätä tukee myös sig- arvo 0,065, joka on hyvin lähellä tilastollisen merkitsevyyden rajaa. Laajemmassa aineistossa muuttujan merkitys saattaisi tulla paremmin esiin. F-testin tulos on mallissa tilastollisesti merkitsevä.

Taulukko 4. Poistavan mallin tulokset.

Adj. R ² : .959	Regressiokerroin	Keskivirhe	Beta	t	Sig	VIF
Vakio	-1,547	1,906		-0,811	0,426	
Lasten osuus	0,537	0,2	0,217	2,686	0,013	4,238
Työpaikka-suhde	-0,319	0,097	-0,228	-3,283	0,003	3,141
Asukastiheys	-0,067	0,021	-0,263	-3,171	0,004	4,468
30-64-vuotiaat	0,949	0,488	0,095	1,942	0,065	1,559
maanteiden osuus	0,302	0,057	0,39	5,308	0	3,509

Mallista tippuneista muuttujista ehkä mielenkiintoisin on linja-autopysäkin saavutettavuus. Intuitiivisesti ajatellen tuntuisi luontevalta, että hyvät julkisen liikenteen yhteydet vähentäisivät autoilua. Selittäjän putoamiseen voi kuitenkin olla järkeviä selityksiä; ensinnäkin melko suppean aineiston kunnista lähinnä pääkaupunkiseudulla on kohtuullisen hyvin järjestetty julkinen liikenne. Toiseksi pääkaupunkiseudun ulkopuolella matkojen keskipituus on ylipäätään paljon pidempi (LHS 2013: 94), jolloin julkisen liikenteen matka-ajat kasvavat helpommin kohtuuttomiksi. Kolmanneksi tässä tutkimuksessa ei huomioitu lainkaan asukkaiden itsensä matkatapamieltymyksiä, jotka voivat vaikuttaa tuloksiin. Kehyskunnissa voi hyvinkin asua enemmän sellaisia henkilöitä, jotka suosivat henkilöauton käyttöä ja kaihtavat julkista liikennettä henkilökohtaisista syistä.

Ylipäätään mallien regressiosuorat näyttävät ennustavan hyvin havaittuja arvoja. Mallien mahdolliset rajoitteet liittyvät ennen kaikkea havaintoaineiston kokoon, joka on melko suppea. Esimerkiksi Helsingin kokoisen havaintoyksikön poiketessa merkittävästi muista kunnista tavalla, jota malli ei huomioi, voisi mallin ennusteiden luotettavuus häiriintyä. Näin voisi tapahtua vaikkapa jonkin muuttujan kasvun vaikutuksen ollessa tietyn pisteen jälkeen lähempänä eksponentiaalista kuin lineaarista, joka luonnollisesti koskisi lähinnä Helsingin arvoja. Toisaalta logaritmuunnoksen pitäisi ehkäistä kuvatun kaltaista ongelmaa (Holopainen & Pulkkinen 2002). On toki siltikin mahdollista, että havaintoaineiston laajentaminen tai nykyisen mallin ulkopuolelle jääneen muuttujan lisääminen tarkentaisi mallia. Tämä on mahdollista muun muassa ihmisten matkatapamieltymysten tapauksessa. Toinen mahdollinen ongelma liittyy aineiston tarkkuuteen, sillä se kuvaa vain kuntatason muutoksia. Tällainen tarkastelu antaa toki yleiskuvan asiasta, mutta vaikkapa nelökilometrin ruuduissa tarkasteltuna uusia vaikutukseltaan todennäköisesti pienehköjä selittäjiä voisi nousta malliin mukaan.

5. YHTEENVETO SEKÄ JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, kuinka hyvin tutkimuskirjallisuuden perusteella valikoitunut joukko selittäviä muuttujia selittää keskimääräistä asukaskohtaista henkilöautosuoritetta Helsingin seudun kunnissa. Tarkemmin muotoiltuna ensimmäinen tutkimuskysymys kysyi, millaisia eroja on Helsingin seudun kuntien henkilöautosuoritteissa ja niitä mahdollisesti selittävissä tekijöissä. Toinen tutkimuskysymys puolestaan etsi vastausta siihen, kuinka hyvin selittäviksi oletetut tekijät tosiasiasa selittävät henkilöautosuoritteen määrää. Ensimmäiseen kysymykseen vastatessa esiteltiin valitut muuttujat, niiden mahdollinen vaikutus ja niiden välinen lineaarinen yhteys henkilöautosuoritteisiin. Muuttujia olivat asukastiheys, työpaikkasuhde, rakennuskannan entropia, lasten osuus, 30–64-vuotiaiden osuus, asuntojen neliöhinta, päivittäistavarakaupan ja bussipysäkin savutettavuus sekä maanteiden osuus kokonaistieverkostosta. Lopuksi logaritmoitujen muuttujien välistä yhteyttä selvitettiin regressioanalyysillä vastauksena toiseen tutkimuskysymykseen. Tulokseksi saatiin, että tilastollisesti merkitsevästi henkilöautoilun määrää Helsingin seudulla selittivät lasten osuus väestöstä, työpaikkasuhde, asukastiheys ja maanteiden osuus tie- ja katuverkostosta. Myös tilastollisesti melkein merkitsevän 30–64-vuotiaiden osuuden väestöstä sisällyttäminen kokonaismalliin paransi sen selitysasetta. Muut muuttujat eivät olleet merkitseviä eikä niiden mukaan ottaminen lopulliseen malliin olisi kasvattanut korjattua selitysasetta.

Analyysin puutteita ovat aineiston suppeus, joka ei välttämättä tuo riittävän hyvin esiin kaikkia henkilöauton käytön dynamiikkaan vaikuttavia tekijöitä. Myös ainoastaan kuntatasolla tapahtuva eli varsin suuripiirteinen tarkastelu on omiaan luomaan mahdollista epätarkkuutta tuloksiin. Tarkemmin sanoen vaikkapa neliökilometrin ruuduissa tapahtuva tarkastelu voisi lisätä uusia selittäjiä malliin. Vastaavasti useamman havaintoyksikön kattava analyysi voisi vaikuttaa selittäjiin tai selitysaseteeseen. Niin ikään eräänä puutteena on nähtävä ihmisten henkilökohtaisten asuin- ja matkustusmieltymysten puuttuminen mallista, sillä sellaisilla tekijöillä voi olla merkittävä vaikutus kokonaisuuteen. Vaikka näiden puutteiden korjaaminen – mikäli se olisi ollut tässä tutkimuksessa mahdollista – olisi todennäköisesti tehnyt mallista paremman, lienee sen antama yleiskuva kuitenkin paikkansa pitävä.

Tutkimuksen teoriaosiossa esiteltiin sekä niin kutsuttua kolmen D:n mallia että perinteistä hajautumiseen liittyvää teoriaa esimerkiksi aikabudjetteihin ja asuntojen hintaan liittyen. Kolmen D:n malli kuvaa matkasuoritteita maankäytön tiheyden, monimuotoisuuden ja suunnittelun näkökulmia huomioiden. Aikabudjettien ajatuksen mukaan matkustamiseen käytettävä aika on suunnilleen vakio, ja matkustamisnopeuden kasvaessa esimerkiksi henkilöauton myötä myös matkojen etäisyydet kasvavat. Lähellä samankaltaista ajatusta on perinteinen näkemys hajautumisesta, jossa autoilu ja nopeat tiet vievät ihmiset halvemman asumisen alueille. Niinpä muuttujiin sisällytettiin niin tiheyttä, monimuotoisuutta kuin suunnittelua huomioivia muuttujia. Lisäksi mukaan otettiin asuntojen neliöhinta ja maanteiden osuus kuvaamaan asumisen hinnan ja tieverkoston ominaisuuksia. Mallin mahdollisimman hyvän selitysasteen takaamiseksi valittiin myös demografiaa kuvaavia selittäjiä. Kyseessä oli siis eräänlainen 3D- mallin sovellus, jolla pyrittiin tarkoituksella laajentamaan tarkastelua kattamaan henkilöautoilun muitakin kuin vain rakennettua ympäristöä koskevia ulottuvuuksia liittyen väestörakenteeseen, asumisen hintaan ja saavutettavuuteen. Tämän menettelyn etuna on ainakin se, että luonteeltaan varsin erilaisia asioita kuvaavia selittäjiä voidaan merkitykseltään yrittää verrata toisiinsa. Samalla mallin kokonaisselitysaste paranee. Valitettavasti erästä mielenkiintoista selittäjää eli ihmisten henkilökohtaisia matkatapamielityksiä ei aineiston puutteen vuoksi saatu sisällytettyä tähän tutkimukseen. Jo mainitun laajemman ja tarkemman havaintoaineiston ohella matkatapamielitysten sisällyttämisellä uuteen malliin on potentiaalia parantaa mallia merkittävästi.

Tuloksista voidaan sanoa, että lähes kaikki huomioidut ulottuvuudet nousivat jollakin tapaa esiin. Tiheys, monimuotoisuutta kuvaava työpaikkasuhde, demografiset tekijät ja suurinopeuksisten teiden varrelle keskittyvä hajautuminen näyttävät kaikki osaltaan selittävän henkilöauton käyttöä. Kenties mielenkiintoisinta tuloksissa on, että yksikään selittäjä ei nouse aineistossa merkitykseltään kovin paljoa suuremmaksi kuin muut. Esimerkiksi paljon julkisessa keskustelussa ollut asukastiheys ei näytä selittävän henkilöautoilua juuri paremmin kuin väestörakenne. Niinpä ainakin henkilöautoiluun liittyvät tekijät näyttävät olevan moniulotteisempia kuin vain tiheyteen ja asutuksen tiivistämiseen liittyvät. Maanteiden kohtuullisen merkittävän selittävän vaikutuksen huomioiminen voi olla

paikallaan vaikkapa uusia teitä ja asuinalueita suunniteltaessa, mutta toisaalta Helsingin seudun tieverkosto on suurimmilta osin jo valmis, jolloin asiaan puuttuminen jälkikäteen lienee vaikeaa tai mahdotonta.

Viime vuosina on puhuttu paljon henkilöautoilun tarpeen vähentämisestä osana ilmastonmuutoksen torjuntaa tai yleensä terveellisempää elämäntapaa koskien esimerkiksi kävelyn lisäämistä ja pienhiukkaspäästöjen vähentämistä (esim. Yle 2016; Behzad, King & Jacobson 2013; Stone 2008) Tämän tutkimuksen tarkoituksena ei ole sinällään arvioida tällaisten tavoitteiden saavuttamisen tai siihen käytettävien keinojen realistisuutta, vaan ainoastaan luoda yleiskuvaa henkilöautoiluun vaikuttavista tekijöistä. Yhtä kaikki tulokset voisivat antaa tukea sellaiselle näkökulmalle, jossa henkilöautoilun vähentämissä huomioidaan laajasti erilaisia tekijöitä ja alueellisia kokonaisuuksia vain yhteen asiaan keskittymisen sijasta. On nimittäin selvää, että yhden alueen toimiessa työpaikka-keskittymänä saattaa toisen alueen asukkaiden henkilöauton käyttö lähinnä kasvaa siinä missä toisen laskea. Samoin seudullinen maantieverkosto on yleensä kiinteästi yhteydessä, ja usein se palvelee jotakin todellista tarvetta tai ainakin jo vakiintunutta aluerakennetta. Lapsiperheiden määrää voidaan kaikesti pitää positiivisena alueen tai kunnan tulevaisuudennäkymille, mutta samalla tarve autoilulle näyttää kasvavan. Toisin sanoen yhden alueen väestötiheyden – esimerkiksi Helsingin – kasvattaminen tuskin itsessään vähentää autoilua yhtä tehokkaasti kuin sellainen menettely, jossa Helsingin seutua tarkastellaan yhtenä tai useampana demografisten tekijöiden, infrastruktuurin sekä asumisen ja työn kokonaisuutena.

LÄHDELUETTELO

- Aluesarjat (2019). Saatavissa 26.2.2019: <http://www.aluesarjat.fi/>.
- Badoe, Daniel & Eric Miller (2000). Transportation-land-use interaction: empirical findings in North America, and their implications for modelling. *Transportation Research: osa D* 5, 235–263.
- Baum-Snow, Nathaniel (2007). Did highways cause suburbanization? *The Quarterly Journal of Economics* 122: 2, 775–805.
- Behzad, Banafsheh, Douglas M. King & Sheldon H. Jacobson (2013). Quantifying the association between obesity, automobile travel, and caloric intake. *Preventive Medicine* 56: 2, 103–106.
- Bordoloi, Rupjyoti, Amit Motea, Partha Pratim Sarkar & C.Mallikarjuna (2013). Quantification of Land Use Diversity in The Context of Mixed Land Use. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 104, 563 – 572.
- Borgoni, Riccardo, Ulf-Christian Ewert & Alexia Fürnkranz-Prskawetz (2002). How important are household demographic characteristics to explain private car use patterns? A multilevel approach to Austrian data. Max Planck Institute for Demographic Research, working paper 6.
- Boulangé, Claire, Lucy Gunn, Billie Giles-Corti, Suzanne Mavoa, Chris Pettit, Hannah Badland (2017). Examining associations between urban design attributes and transport mode choice for walking, cycling, public transport and private motor vehicle trips. *Journal of Transport & Health* 6, 155–166.
- Cao, Xinyu, S. L Handy, Patricia Mokhtarian (2006). The influences of the built environment and residential self-selection on pedestrian behavior: Evidence from Austin, TX. *Transportation* 33:1.
- Cervero, Robert & K. L. Wu (1998). Sub-centring and commuting: evidence from the San Francisco bay area. *Urban Studies* 35: 7, 1059–1076.
- Cervero, Robert & Kara Kockelman (1997). Travel demand and the 3Ds: Density, Diversity and design. *Transportation Research* 2; Nro. 3, osa D, 199-219.
- Choi, Janet, Joseph F. Coughlin & Lisa D’Ambrosio (2013). Travel Time and Subjective Well-Being. *Transportation Research Record* 2357, 100–108.
- Ewing, Reid & Robert Cervero (2010). Travel and the Built Environment. *Journal of the American Planning Association* 76: 3265-294.

- Feng, Jianxi, Martin Dijst, Jan Prillwitz & Bart Wissink (2013). Travel Time and Distance in International Perspective: A Comparison between Nanjing (China) and the Randstad (The Netherlands). *Urban Studies* 50: 14, 2993–3010.
- Filion, B., T. Bunting & K. Warriner (1999). The entrenchment of urban dispersion: residential preferences and location patterns in the dispersed city. *Urban Studies* 36: 8, 1317–1347.
- Garcia-Lopez, Miguel-Angel (2012). Urban spatial structure, suburbanization and transportation in Barcelona. *Journal of Urban Economics* 72: 2–3, 176–190.
- Giuliano, Genevieve & K. A. Small (1999). The determinants of growth of employment subcenters. *Journal of Transport Geography* 7: 3, 189–201.
- Helsingin kaupunki. Liikennetutkimus ja tilastot (2019). Saatavissa 4.3.2019: <https://www.hel.fi/helsinki/fi/kartat-ja-liikenne/kadut-ja-liikennesuunnittelu/tutkimus-ja-tilastot/henkiloliikenne-kulikutavoittain/>.
- Holopainen, Martti & Pekka Pulkkinen (2002). Tilastolliset menetelmät. Porvoo. WSOY.
- Joensuu, Toni (2011). Joukkoliikenteen ja maankäytön suunnittelun integrointi kaupunkiseuduilla. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä, nro. 27.
- Joly, Iragaël (2004). Travel Time Budget – Decomposition of the Worldwide Mean. IATUR, ISTAT. Italian National Statistical Institute. Time Use: What's New in Methodology and Application Fields?
- Joly, Iragaël (2004b). The link between travel Time Budget and Speed: a Key relationship for urban space-time dynamics. AET. European Transport Conference 2004.
- Joutsiniemi, Anssi (2010). *Becoming Metapolis: A configurational approach*. Tampere. Tampere University of Technology.
- Kamruzzaman, Md, Douglas Baker, Simon Washington & Gavin Turrell (2013). Residential dissonance and mode choice. *Journal of Transport Geography* 33: 12–28.
- Kamruzzaman, Md & Julian Hine (2013). Self-proxy agreement and weekly school travel behaviour in a sectarian divided society. *Journal of Transport Geography* 29, 74–85.
- Keller, Rose & Colin Vance (2013). Landscape pattern and car use: Linking household data with satellite imagery. *Journal of Transport Geography* 33, 250–257.

- Kohijoki, Anna-Maija (2013). Onko kauppa kaukana? Päivittäistavarakaupan palvelujen saavutettavuus Turun seudulla – ikääntyvien kuluttajien näkökulma. Turun kaupporkeakoulu, sarja A-15.
- Koistinen, Katri & Jenni Väliniemi (2007). Onko lähikauppa lähellä? Päivittäistavarakaupan saavutettavuus Turun, Lahden ja Mikkelin kaupunkiseuduilla 1995–2003. Kuluttajatutkimuskeskuksen julkaisuja, nro. 4.
- Kosonen, Leo (2007). Kuopio 2015. Jalankulku-, joukkoliikenne ja autokaupunki. Ympäristöministeriö, nro. 36.
- Kuntatekniikka (2017). Saatavissa 26.2.2019: <https://kuntatekniikka.fi/2017/01/02/suomalaiskaupungit-kestavan-kehityksen-karjessa/kartta-v2/>.
- KvantiMOTV (2008). Regressioanalyysi. Saatavissa 28.2.2019: <https://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/regressio/analyysi.html>.
- KvantiMOTV (2014). Saatavissa 28.2.2019: <https://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/regressio/harjoitus1.html>.
- Laakso, Seppo, Eeva Kostiainen & Heikki Metsäranta (2016). Liikennehankkeiden laajemmat taloudelliset vaikutukset: Esiselvitys. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä, nro. 38.
- Lampinen, Seppo (2015). Tässä tie, missä kaupunki? Liikennesuunnittelu ja yhdyskuntarakenteen hajautuminen. Tampere. Tampere University Press.
- Liikkumistottumukset Helsingin seudulla 2012 (2013). HLJ 2015. Helsingin seudun liikenne.
- Liikennevirasto 2018. Saatavissa 25.2.2019: www.hlt.fi/maaritelmat
- Liiteri (2019). Ympäristön tietopalvelu Liiteri. Saatavissa 26.2.2019: <https://liiteri.ymparisto.fi/>.
- Loo, Becky & Alice Chow (2011). Jobs-housing balance in an era of population decentralization: An analytical framework and case study. *Journal of Transport Geography* 19, 552–562.
- Lyons, Glenn & Kiron Chatterjee (2008). A human perspective on the daily commute: Costs, benefits and trade-offs. *Transport Reviews* 28:2, 181-198.
- Manninen, Aleks, Miska Peura, Eeva Rinta, Anni Suomalainen (2016). Joukkoliikenteen suunnitteluohje HSL-liikenteessä 2016. HSL:n julkaisuja, nro. 13.

- Metsämuuronen, Jari (2001). Monimuuttujamenetelmien perusteet SPSS-ympäristössä. Helsinki. International Methelp.
- Newman, Peter & Jeffrey Kenworthy (1989). Cities and automobile dependence: An international sourcebook. Gower: Gower Publishing.
- Pere, Pekka (2009). Tilastotiede käytännön tutkimuksessa. Saatavissa 28.2.2019: <https://wiki.helsinki.fi/pages/viewpage.action?pageId=48308122&pre-view=/48308122/52332255/TTKT09L23.pdf>.
- Pushkarev, Boris & Jeffrey Zupan (1977). Public Transportation and Land Use Policy. Bloomington. Indiana University Press.
- Rodrigue, Jean-Paul, Claude Comtois & Brian Slack (2006). The Geography of Transport Systems.
- Ruokolainen, Olli & Jari Kolehmainen (2010). Strategisesti eheytyvä kaupunkiseutu? Näkökulmia Tampereen seudun rakennesuunnitelmatyöhön. Sente-julkaisu, nro. 31.
- Sarkar, Pratha Pratim & C. Mallikarjuna (2013). Effect of Land Use on Travel Behaviour: A Case Study of Agartala City. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 104: 533–542.
- Schwanen, Tim, Frans Dieleman & Martin Dijst (2004). The impact of metropolitan structure on commute behaviour in the Netherlands: a multilevel approach. *Growth and Change* 35(3): 304–333.
- Stead, Dominic (2001). Relationships between land use, socioeconomic factors, and travel patterns in Britain. *Environment and Planning B: Planning and Design* 28(4): 499–528.
- Stone, Brian jr. (2008). Urban sprawl and air quality in large US cities. *Journal of Environmental Management* 86(4): 688–698.
- Suomalainen, Anni (2014). Kävelyetäisyys metroasemalle. Aalto-yliopisto, insinööritieteiden korkeakoulu.
- Sweet, Matthias & Pavlos Kanaroglou (2016). Gender differences: The role of travel and time use in subjective well-being. *Transportation Research* 40: osa F, 23–34.
- Syke (2014). Helsingin metropolialueen yhdyskuntarakenne. Alakeskukset ja liikkuminen. Suomen ympäristökeskuksen raportteja, nro. 18.
- Syke (2017). Yhdyskuntarakenteen tulevaisuus kaupunkiseuduilla. Kaupunkikudokset ja vyöhykkeet. Suomen ympäristökeskuksen raportteja, nro 4.

- Taanila, Aki (2010). Lineaariset regressiomallit. Saatavissa 28.2.2019: <http://myy.haagahelia.fi/~taaak/m/regressio.pdf>.
- Tiikkaja, Hanne, Markus Pöllänen & Heikki Liimatainen (2018). Liikenneköyhyys Suomessa –näkökulmia liikkumisen sosiaaliseen kestävyYTEEN. Tampereen teknillinen yliopisto. Liikenteen tutkimuskeskus Verne. Tutkimusraportti nro. 94.
- Tilastokeskus (2019). StatFin-arkistokanta. Saatavissa 26.2.2019 osoitteessa: http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin_Passiivi/StatFin_Passiivi__asu__ashi/.
- Tilastokeskus (2019b). Saatavissa 28.2.2019: <https://www.stat.fi/til/ashi/kas.html>.
- Tilastokeskus (2019c). Saatavissa 28.2.2019: <https://www.stat.fi/meta/kas/regressioanalyy.html>.
- Tong, C.O. & C. Wong (1997). The advantages of a high density, mixed land use, linear urban development. *Transportation* 24: 295–307.
- Woxenius, Johan (2006). Temporal Elements in the Spatial Extension of Production Networks. *Growth and Change* 37: 4, 526–549.
- Yle (2016). Päästövähennysten urakka ei ole toivoton – henkilöautoilun vähentäminen on väistämätöntä. 21.7.2016. Saatavissa 28.2.2019: <https://yle.fi/uutiset/3-9039870>.
- Ympäristöhallinto (2018). saatavissa 25.2.2019: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Elinymparisto_ja_kaavoitus/Yhdyskuntarakenne.
- Young, Mischa, Georges Tanguay & Ugo Lachapelle (2016). Transportation costs and urban sprawl in Canadian metropolitan areas. *Research in Transportation Economics* 60: 1, 25–34.
- Zahavi, Yacov (1979). The UMOT Project. US Department of Transportation. Research and Special Programs Administration. Washington D.C.

LIITE 1. Askeltavan mallin jäännösten normaalijakauma- ja hajontakuviot.

