

Pro gradu -tutkielma

Aluetiede

Suunnittelumaantiede

PYÖRÄILY OSANA JOUKKOLIIKENNETÄ – KAUPUNKIPYÖRIEN VAIKUTUS  
ALUEIDEN SAAVUTETTAVUUTEEN PÄÄKAUPUNKISEUDULLA

Sakari Jäppinen

2012

Ohjaaja(t):  
Tuuli Toivonen  
Maria Salonen  
Harry Schulman

HELSINGIN YLIOPISTO  
GEOTIETEIDEN JA MAANTIETEEN LAITOS  
MAANTIETEEN OSASTO

PL 64 (Gustaf Hällströmin katu 2)  
00014 Helsingin yliopisto

HELSINGIN YLIOPISTO – HELSINGFORS UNIVERSITET – UNIVERSITY OF HELSINKI

Tiedekunta/Osasto – Fakultet/Sektion – Faculty/Section Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta		Laitos – Institution – Department Geotieteiden ja maantieteen laitos	
Tekijä – Författare – Author Jäppinen Juho Sakari			
Työn nimi – Arbetets titel – Title Pyöräily osana joukkoliikennettä – Kaupunkipyöräiden vaikutus alueiden saavutettavuuteen pääkaupunkiseudulla			
Oppiaine – Läroämne – Subject Suunnittelumaantiede			
Työn laji – Arbetets art – Level Pro Gradu -tutkielma		Aika – Datum – Month and year Huhtikuu 2012	
		Sivumäärä – Sidoantal – Number of pages 81 + 1 liite	
Tiivistelmä – Referat – Abstract			
<p>Kaupungit pyrkivät vähentämään liikenteen negatiivisia ulkoisvaikutuksia ympäri maailmaa. Pyöräily on liikennemuotona kilpailukykyinen etenkin kaupunkiliikenteessä: Se on hiljainen, nopea, vähän tilaa vievä eikä sen käytöstä aiheudu haitallisia päästöjä. Lisäksi sen käytöstä koituu niin terveydellisiä kuin taloudellisiakin hyötyjä. Moderneissa suurkaupungeissa etäisyydet muodostuvat kuitenkin helposti liian pitkiksi pyöräilyyn, jolloin haluttujen toimintojen saavutettavuus pyörällä on huono. Lisäksi pyöräilyn yhdistäminen matkaketjuun on usein haastavaa, etenkin matkan loppupäässä. Eräiksi pyöräilyn menestystekijäksi ovat kansainvälisesti osoittautuneet nykyaikaiset kaupunkipyöräjärjestelmät, jollaista suunnitellaan parhaillaan myös pääkaupunkiseudulle. Kaupunkipyörät mahdollistavat pyörän joustavan käytön myös yksisuuntaisilla matkoilla sekä matkaketjujen osana. Ne tarjoavat asukkaiden käyttöön puolijulkisen liikennevälineen, jonka liittyminen osaksi joukkoliikennejärjestelmää voi laajentaa julkisen liikenteen tehokkaita saavutettavuusalueita ja tukea kestävästä liikkumisesta kaupunkiseuduilla.</p> <p>Tämän työn tarkoituksena on mallintaa kaupunkipyöräjärjestelmän vaikutusta alueiden saavutettavuuteen pääkaupunkiseudulla. Kiinnostuksen kohteena on erityisesti hyödyt, jotka kaupunkipyörästä koituisivat joukkoliikenteen käyttäjille, sekä kaupunkipyöräjärjestelmän alueellisen rakenteen muotoutuminen. Tutkimuksessa vertaillaan matka-aikoja pääkaupunkiseudun asutuilta alueilta 16 kantakaupungin kohteeseen nykyisellä joukkoliikennetarjonnalla sekä kaupunkipyörillä laajennetulla joukkoliikenneverkostolla. Joukkoliikenteen matka-aikalaskennoissa sekä kaupunkipyöräjärjestelmän toiminnan mallintamisessa hyödynnetään rajapintojen kautta HSL:n reitti- ja aikataulutietokantoja sekä paikkatietomenetelmiä. Mallinnuksen parametrit on asetettu olemassa olevien suunnitelmien sekä kenttähavainnoinnin perusteella.</p> <p>Tulokset osoittavat että kaupunkipyöräjärjestelmästä koituisi merkittäviä hyötyjä pääkaupunkiseudun asukkaille. Kaupunkipyöräiden tiivis liittyminen osaksi muuta joukkoliikennejärjestelmää voisi lyhentää kantakaupunkiin suuntautuvien joukkoliikennematkojen matka-aikoja jopa yli 10 %, absoluuttisen säästön ollessa keskimäärin 6 minuutin luokkaa. Paikoittain matka-ajat voisivat pienentyä jopa yli 40 %. Matkan päätepisteen sijainnilla suhteessa olemassa olevaan joukkoliikenneverkostoon on suuri vaikutus kaupunkipyörästä koituvien hyötyihin. Lähellä joukkoliikenteen solmukohtia sijaitsevien kohteiden saavutettavuus parantuisi vain hieman, saavutettavuusmuutosten ollessa suuria kantakaupungin syrjäisemmillä alueilla. Kaupunkipyörillä tehtävien matkojen keskipituus jäisi mallinnuksen mukaan alle kahden kilometrin, joten ne olisivat varsin hyvin poljettavissa. Viikkaimmat kaupunkipyöräasemat sijaitsisivat kantakaupungin juna- ja metroasemien yhteydessä sekä suurten bussivirtojen risteyskohdissa.</p> <p>Pyörä on pääkaupunkiseudulla jo nykyisellään kilpailukykyinen liikkumismuoto, jonka paremman hyödyntämisen kaupunkipyörät mahdollistaisivat, niin erikseen kuin yhdessä joukkoliikenteen kanssa. Tässä tutkimuksessa hyödynnetty avoin data ja reitilaskenta tarjoavat mahdollisuuden arvioida hyötyjä kvantitatiivisesti ja objektiivisesti. Tutkimuksen perusteella kaupunkipyöräjärjestelmän avulla on mahdollista paikata nykyisen joukkoliikennejärjestelmän aukkoja sekä parantaa alueiden kestävästä saavutettavuutta etenkin kantakaupungin reuna-alueilla. Tulosten perusteella käyttäjille koituvien hyötyjen arvo olisi todennäköisesti huomattava. Kaupungit puolestaan hyötyisivät kaupunkipyöräjärjestelmän käyttöönoton parantaessa joukkoliikenteen kilpailukykyä suhteessa henkilöautoiluun, mikä saattaisi kasvattaa kestävien liikkumismuotojen kulkumuoto-osuutta.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords Kaupunkipyörät, saavutettavuus, pyöräily, Reittiopas API, joukkoliikenne, paikkatieto, pääkaupunkiseutu			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited Helsingin yliopisto, Kumpulan tiedekirjasto			
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information			

HELSINGIN YLIOPISTO – HELSINGFORS UNIVERSITET – UNIVERSITY OF HELSINKI

Tiedekunta/Osasto – Fakultet/Sektion – Faculty/Section Faculty of Science		Laitos – Institution – Department Department of Geosciences and Geography	
Tekijä – Författare – Author Jäppinen Juho Sakari			
Työn nimi – Arbetets titel – Title Cycling as a Part of Public Transportation – Effect of Shared Bicycles on Accessibility in Helsinki Region			
Oppiaine – Läroämne – Subject Planning Geography			
Työn laji – Arbetets art – Level Master's Thesis		Aika – Datum – Month and year April 2012	Sivumäärä – Sidoantal – Number of pages 81 + 1 appendix
Tiivistelmä – Referat – Abstract <p>Cities around the globe are trying to reduce negative externalities related to traffic. The bicycle is a competitive mode of transport especially in urban transportation. It is quiet, fast, doesn't require a lot of space and its usage doesn't cause harmful emissions. In addition there are several economical and health benefits related to its use. In major cities distances are often long for cycling which causes low accessibility of services by bike in many places. Furthermore combining bicycles to other means of transport in complete journey chains is often challenging particularly in the egress trips. Modern bicycle sharing systems have turned out to be a factor in increasing bicycle usage and such system is also being planned in Helsinki Region. Shared bikes enable flexible use of bicycle in one-way trips as well as in conjunction with public transportation. They offer a semi-public mode of transport which could extend the areas of good accessibility by public transportation and support sustainable mobility in city regions.</p> <p>The aim of this study is to model the effect of bicycle sharing system on accessibility in Helsinki Region. The focus of interest is divided into two main components; benefits from the shared bikes to the citizens and the spatial layout of the system. Travel times from the inhabited areas of Helsinki Region to 16 destinations in inner city area with current public transport are compared to the travel times with public transport system extended by shared bicycles. Travel time calculations and modeling of a shared bike system are done by using an application programming interface (API) to HRT's route and timetable databases and with GIS methods. Parameters of the modeling were gathered from the current planning documents and during the field work period.</p> <p>The results show bicycle sharing system would bring significant profits to the citizens of Helsinki Region. If the system would be well connected with the rest of the public transport, route times to inner city would be shortened by 10 %, average absolute time savings being around 6 minutes. In some areas time savings could be as high as 40 %. Location of destination has critical effect on the intensity of the benefits. Accessibility of locations close to the most efficient part of the public transport network would not change dramatically whereas changes would be grand in more remote areas of the inner city. According to the results, trips made by shared bikes would be convenient for cycling, average distance travelled being under 2 kilometers. Busiest shared bike stations would be located in connection with the train and subway stations as well as in intersections of the busiest bus routes.</p> <p>Even now the bicycle is a competitive means of transport in Helsinki Region Launching a shared bike system would improve the utilization of bicycles both independently and in conjunction with other transportation. The open data and travel time calculations used in this study enable evaluation of benefits quantitatively and objectively. According to the results, it is possible to bridge gaps in current public transportation network with a bicycle sharing system and enhance sustainable accessibility particularly in the periphery of inner city area. Profits gained by the citizens as time savings would most likely be notable. Also the municipalities of the region would benefit from the increase of competitiveness of public transport compared to the private car, possibly leading to the increased use of sustainable means of transport.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords Shared bicycles, accessibility, cycling, Journey planner API, public transportation, GIS, Helsinki Region			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited University of Helsinki, Kumpula Science Library			
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information			

## **Esipuhe**

*Sekuntipeliä taas. Juokset rullaportaat ylös Pasilan asemalle, kiroat henkilöautoja jotka estävät suojatien ylityksen ja myöhästyvät bussista samat 20 sekuntia kuin muinakin aamuina. Työpaikallasi Teollisuuskadulle on matkaa vain vajaa kilometri, mutta käveleminen on silti hitaampaa kuin seuraavan täyteen pakatun bussin odotus. Kunpa saisit pyörän allesi!*

*Usein kaupungissa liikkeessä huomaa kaipaavansa joustavaa liikkumismuotoa lyhyehköille matkoille tai antaa joukkoliikennelinjaston jäykkyyden määrätellä liikkumiskäyttäytymistään. Joukkoliikenteen joustavuus on edelleen 1900-luvun ensimmäisten vuosikymmenten luokkaa. Yhä edelleen bussit ja junat kulkevat ennalta määrättyjä reittejä pysähtyen ennalta määrätyillä pysäkeillä ennalta määrättyinä aikoina. Jos sattuvat kulkemaan aikataulussa. Vasta aivan viime vuosina joukkoliikenteen uusia muotoja on lähdetty kokeilemaan. Pääkaupunkiseudullakin alkaa kokeilu, jossa pyritään risteyttämään taksi- ja bussiliikennettä. Tällöin tekstiviestillä voisi tilata bussin haluamallensa reitille, reittien muuttuessa reaaliaikaisesti uusien tilausten mukaan. Joustavampaan joukkoliikenteeseen löytyy kuitenkin jo nyt valmiita ratkaisuja, kuten kaupunkipyörät.*

*Kaupunkipyörät tarjoavat mahdollisuuden joustavaan joukkoliikenteeseen ainakin joissain kohdin matkakettuja. Kun pyörän voi lainata tarpeen mukaan heti käyttöönsä, on mahdollista pienentää pysäkeillä odotteluun kuluva aikaa ja sadattelun määrää. Jos toimistolla on oltava tasan kello yhdeksän kokouksen alkaessa, voivat kaupunkipyörät mahdollistaa myöhäisemmän junan ottamisen kun jatkoyhteyksien aikatauluista ei tarvitse välittää. Sen kuin nappaa asemalta kaupunkipyörän käyttöönsä. Näin aamuisin voi olla mahdollista torkuttaa ylimääräiset 20 minuuttia, tai vaikkapa lukea Hesarin loppuosa A:n ja B:n lisäksi. Päätä itse kuinka ylimääräisen aikasi käytät!*

*Polkiessasi Teollisuuskadun ja Pasilan aseman väliä muutaman kerran viikossa saatat huomaamattasi olla myös luomassa kaupunkiin pyöräilykulttuuria ja kestävämpää liikennejärjestelmää. Taistelua ilmastonmuutosta vastaan pakarilihaksien voimin. Välillä ei haittaa vaikka pyörän keksisikin uudestaan.*

# Sisältö

1. Johdanto .....	7
2. Tutkimuksen tausta.....	11
2.1. Saavutettavuus .....	11
2.1.1. Määritelmiä .....	11
2.1.2. Kaupunkirakenteen muutosvoima .....	12
2.1.3. Mittaaminen.....	13
2.1.3.1. Paikkatietomenetelmät saavutettavuuden mittaamisessa .....	15
2.2. Kulkumuotona pyöräily .....	17
2.2.1. Pyöräily suhteessa muihin kulkumuotoihin .....	17
2.2.2. Käyttö ja siihen vaikuttavat tekijät .....	19
2.2.3. Motiivit ja kilpailukyky .....	21
2.2.4. Pyöräilyn nopeuteen vaikuttavat tekijät.....	21
2.2.5. Kaupunkipyöräjärjestelmät .....	22
2.2.5.1. Kaupunkipyörien kolme sukupolvea.....	22
2.2.5.2. Tavoitteet & vaikutukset .....	24
2.2.5.3. Järjestelmätyypit ja toteuttajat .....	25
2.2.5.4. Tunnusluvut .....	26
2.2.5.5. Kaupunkipyörät osana joukkoliikennejärjestelmää .....	28
2.2.5.6. Nykyaikaiset kaupunkipyöräjärjestelmät käytännössä: Lyon .....	30
3. Tutkimusalue.....	34
4. Aineisto ja menetelmät.....	39
4.1. Aineistot .....	40
4.2. Menetelmät.....	40
4.2.1. Reittiopas API ja työkalut .....	40
4.2.2. Kohteet.....	43
4.2.3. Joukkoliikennesaavutettavuuden mallintaminen.....	44
4.2.4. Joukkoliikenteen ja kaupunkipyörien muodostaman yhdistelmän saavutettavuuden mallintaminen.....	45
5. Tulokset .....	50
5.1. Kaupunkipyöräjärjestelmän alueellinen rakenne.....	50
5.1.1. Suurimmat kaupunkipyörähubit .....	50
5.1.2. Kaupunkipyörämatkojen pituudet .....	52
5.1.3. Pyöräilyn kilpailukyky suhteessa joukkoliikenteeseen.....	53

5.2. Kaupunkipyöräjärjestelmän vaikutus joukkoliikenteen saavutettavuuteen pääkaupunkiseudulla .....	56
5.2.1. Keskimääräisen matka-ajan muutos .....	56
5.2.2. Suhteellisen matka-ajan muutos .....	61
5.2.3. ”Torkkuindeksi” .....	64
5.2.4. Tavoitettavan väestömäärän muutos.....	67
<b>6. Keskustelu</b> .....	<b>69</b>
6.1. Pyöräily ja kaupunkipyörät osana liikennejärjestelmää.....	69
6.2. Kaupunkipyöräjärjestelmän vaikutus saavutettavuuteen pääkaupunkiseudulla.....	71
6.3. Käytetyn menetelmän arviointi .....	72
6.4. Yhteenveto.....	73
<b>Kirjallisuus</b> .....	<b>75</b>
<b>LIITTEET</b> .....	<b>82</b>

# 1. Johdanto

Maailman hiilidioksidipäästöt kasvoivat ennätysvauhtia vuonna 2010 (Maailman... 2011), vaikka ilmastonmuutosta vastaan on taisteltu jo ainakin 20 vuoden ajan Rio de Janeiron ilmastokokouksesta asti. Viime vuonna käydyissä Durbanin ilmastoneuvotteluissa onnistuttiin sopimaan aikataulusta maailmanlaajuiselle ilmastopöytäkirjalle, jonka pitäisi astua voimaan vuonna 2020. Sopimusaikataulusta huolimatta päästövähennysten tasosta ei ole minkäänlaista päätöstä. Aikataulu saattaa myös muodostua liian löysäksi, jotta kansainvälisen ilmastopaneelin vaaralliseksi määrittämä yli kahden asteen lämpeneminen voitaisiin estää (Virtanen 2011).

Liikenne tuottaa maailman hiilidioksidipäästöistä noin kolmanneksen ja Suomessakin sen osuus kokonaispäästöistä on 20 prosentin luokkaa (Vaismaa et al. 2011). Liikenteestä aiheutuu myös useita muita negatiivisia ulkoisvaikutuksia. Nämä ongelmat keskittyvät etenkin suuriin kaupunkiin, joissa haitalliset pienhiukkaset, kallis tieinfrastruktuuri, onnettomuudet ja ruuhkat ovat arkipäivää. Suurten kaupunkiseutujen aluerakenteen viimeaikainen hajautumiskehitys (Heikkilä 2003; Ristimäki & Helminen 2007) sekä kaupunkirakenteen muotoutuminen verkostomaiseksi (Alppi & Ylä-Anttila 2007) asettavat lisähaasteen kestävä liikennejärjestelmän luomiselle. Kestävämmät liikkumismuodot kun menettävät kilpailukykyään henkilöautoiluun nähden haja-asutusalueiden yleistyessä kaupunkiseutujen reuna-alueilla ja monimutkaisemman kaupunkirakenteen vaatiessa monipuolisempaa joukkoliikennejärjestelmää.

Kestävä liikenteen näkökulmasta joukkoliikenne, pyöräily ja kävely nousevat keskeiseen asemaan liikennesuunnittelussa. Samaan aikaan liikennesuunnittelun keskeiseksi tavoitteeksi on jälleen nousemassa myös saavutettavuuden parantaminen (Iacono et al. 2010; Curl et al. 2011). Maankäytön ja saavutettavuuden keskinäinen side on hyvin vahva, saavutettavuuden määrittellessä maankäyttöä ja päinvastoin. Perinteinen liikennesuunnittelu, kuten myös saavutettavuustutkimukset, ovat Iaconon et al. (2010) mukaan kuitenkin keskittyneet saavutettavuuden sijaan liikkuvuuden ja välityskyvyn kasvattamiseen, etenkin henkilöautolla. Kestävä liikennejärjestelmä ei kuitenkaan välttämättä tule perustumaan autoiluun.

Pyöräily on nähty kilpailukykyiseksi liikkumismuodoksi etenkin kaupunkiliikenteessä (Dekoster & Schollaert 1999). Se on kulkumuotona hiljainen, halpa, vähän tilaa vievä ja sen

käytöstä ei aiheudu haitallisia päästöjä. Kävelyyn verrattuna pyöräily on nopeaa ja se ei joukkoliikenteen tavoin kärsi joustamattomuudesta tai merkittävästä ruuhkista. Pyöräilyn kasvupotentiaali on lisäksi valtava, sillä kaikista suomalaisten tekemistä henkilöautomatkoista peräti 43 % on alle viisi kilometriä pitkiä (LVM 2006).

Helsingin kaupunki pyrkii kehittämään liikennejärjestelmäänsä kestävämpiä liikennemuotoja suosivaksi (KSV 2011) ja pyöräilyn osalta tavoitteena on ollut kulkumuoto-osuuden kaksinkertaistaminen 6 prosentista 12 prosenttiin vuoteen 2012 mennessä. Nyt tavoitetta on edelleen nostettu siten, että vuonna 2020 jo 15 % matkoista tehtäisiin pyöräillen. Tähän pyritään muun muassa kehittämällä pyöräilyn pääverkkoa, erottamalla pyöräily selkeästi omaksi kulkumuodokseen liikenneväylillä, parantamalla infrastruktuuria sekä panostamalla markkinointiin ja valistukseen (Silfverberg 2011). Saksassa (Goetzke & Rave 2011) ja Hollannissa (Rietveld & Daniel 2004) tehdyt tutkimukset osoittavatkin että pyöräilyn kulkumuoto-osuuteen vaikuttaa useampia tekijöitä aina pyöräteiden laadusta toimintojen sijoittumiseen.

Yhdeksi merkittäväksi pyöräilyn menestystekijäksi ovat maailmalla osoittautuneet myös nykyaikaiset kaupunkipyöräjärjestelmät (Bührmann 2007; Romero 2008). Vaikka kaupunkipyörien historia ulottuu aina viime vuosisadan puoliväliin saakka, ovat ne lyöneet itsensä läpi vasta hiljattain paljolti teknologian kehityksen johdosta. Modernit kaupunkipyöräjärjestelmät hyödyntävät viimeistä teknologiaa GPS-paikannuksesta luottokorttirekisteröintiin ja älypuhelinsovelluksiin. Viimeisen vuosikymmenen aikana kaupunkipyöräjärjestelmiä on lanseerattu jo kymmenissä kaupungeissa eri puolilla maailmaa kuten Barcelonassa, Lyonissa sekä Tukholmassa (HKL 2008; Lin & Yang 2011). Nykyaikaiset järjestelmät on suunniteltu kiinteäksi osaksi urbaania joukkoliikennejärjestelmää, matkaketjun ensimmäiseksi ja viimeiseksi osaksi. Parhaimmillaan ne voivat paikata olemassa olevan joukkoliikennejärjestelmän aukkoja (Shaheen et al. 2010) ja näin laajentaa joukkoliikennejärjestelmien tehokkaita saavutettavuusalueita (Lin & Yang 2011).

Helsingissä oli 2000-luvulla käytössä vanhanaikainen kaupunkipyöräjärjestelmä jonka ongelmiksi koituivat kuitenkin ilkeä ja pyörien huono ajettavuus (Kauhanen & Moisio 2011). Kaupunkipyöräverkko oli myös hyvin suppea (HKL 2008), joka esti kaupunkipyörien kehittymisen osaksi joukkoliikennejärjestelmää. Nyt Helsinkiin ollaan perustamassa nykyaikaista kaupunkipyöräjärjestelmää (Kauhanen & Moisio 2011, Moisio 2011). Sen



liittyminen osaksi olemassa olevaa joukkoliikennejärjestelmää voisi parhaimmillaan parantaa kestäväää saavutettavuutta koko kaupunkiseudulla.

Kaupunkipyöräjärjestelmien hyödyntämä moderni teknologia on mahdollistanut niin itse järjestelmien, kuin urbaanien liikkumiskuvioidenkin tutkimisen. Kaupunkipyörien lainaus- ja palautustietojen avulla onkin tunnistettu kaupunkipyöräjärjestelmien käyttöä sekä kaupungin toimintaa ilmentäviä spatiotemporaalisia kuvioita (Froehlich et al. 2009; Borgnat et al. 2011; Kaltenbrunner et al. 2010; Vogel et al. 2011). Jensen et al. (2010) ovat puolestaan arvioineet kaupunkipyörien kilpailukykyä suhteessa henkilöautoiluun, Lin & Yang:in (2011) tunnistaa teoreettisesti parhaita asemien sijainteja sekä pyöräväylien paikkoja. Useassa tutkimuksessa (Froehlich et al. 2009; Kaltenbrunner et al. 2010; Vogel et al. 2011) on myös tarkasteltu aseman sijainnin vaikutusta pyörien lainaus- ja palautusmääriin ja osoitettu tämän vaikuttavan järjestelmän käyttömukavuuteen, kustannuksiin sekä häiriöihin.

Kaupunkipyöräjärjestelmien toimintaa osana olemassa olevaa joukkoliikennejärjestelmää ei sen sijaan ole juurikaan tutkittu. Joukkoliikenteen tietokantojen avautuminen käyttöön sallii kaupunkipyöräjärjestelmän vaikutuksen laskennallisen arvioinnin osana todellista joukkoliikennejärjestelmää. Näin on mahdollista tuottaa uutta tietoa seudulliseen ja kansainväliseen keskusteluun kaupunkipyörien potentiaalista kaupunkiliikenteessä sekä pohtia syitä nykyisiin käyttökuvioihin.

Tässä tutkimuksessa pyritään mallintamaan kaupunkipyöräjärjestelmän vaikutuksia matkaiikoihin pääkaupunkiseudulla hyödyntäen rajapintojen kautta Helsingin seudun liikenteen (HSL) aikataulutietokantoja sekä paikkatietomenetelmiä. Lähtökohdan mallinnukselle muodostavat pääkaupunkiseudun väestö (asukkaat 250 metrin tilastoruuduissa) sekä 16 ennalta tunnistettua keskeistä kohdetta kantakaupungissa, joissa alueen asukkaiden oletetaan asioivan. Tutkimuksessa verrataan asiointia nykyisellä joukkoliikennetarjonnalla sekä kaupunkipyöräjärjestelmällä laajennetulla joukkoliikenneverkostolla. Mallinnuksen perusteella pyritään vastaamaan seuraaviin kysymyksiin kahden eri teeman alla:

1. Kaupunkipyöräjärjestelmän alueellinen rakenne pääkaupunkiseudulla
  - Mitkä joukkoliikenteen pysäkit muodostuisivat suurimmiksi kaupunkipyöräasemiksi?
  - Kuinka pitkiä kaupunkipyörillä tehtävät matkat laskennallisesti ovat?
  - Minkälaisella alueella pyöräily muodostuu joukkoliikennettä nopeammaksi kulkumuodoksi?

2. Kaupunkipyöräjärjestelmän hyödyt joukkoliikenteen käyttäjälle

- Vaikuttaisiko kaupunkipyöräjärjestelmä joukkoliikenteen matka-aikoihin pääkaupunkiseudulla?
- Olisiko kaupunkipyörien ansiosta mahdollista lähteä myöhemmin matkaan ja keritä silti ajoissa perille?
- Miten kaupunkipyöristä saatava hyöty vaihtelee kohteen kaupunkirakenteellisen sijainnin mukaan?

## 2. Tutkimuksen tausta

### 2.1.Saavutettavuus

#### 2.1.1. Määritelmiä

”Saavutettavuus... on vaikeasti määriteltävä käsite... se on yksi niistä yleisesti käytettävistä termeistä, joita kaikki käyttävät kunnes joutuvat määrittämään tai mittaamaan sitä” (Gould 1969). Gouldin toteamus yli 40 vuoden takaa pitää yhä hyvin paikkansa, sillä saavutettavuuden määrittäminen on edelleen haastavaa (esimerkiksi Geurs & Wee 2004; Chang & Lee 2008; Joutsiniemi 2010). Se on kuitenkin hyvin yleisesti käytetty käsite eri tutkimusaloilla, vaikka sen määritelmät ovat usein puutteellisia ja mittaukset heikkolaatuisia (Geurs & Wee 2004).

Tunnetuimpia saavutettavuuden määritelmiä lienevät Hansenin (1959) *mahdollisuuksien määrä vuorovaikutukseen*, Burnsian (1979) *yksilöiden vapaus päättää osallistuako vaiko ei eri toimintoihin*, sekä Ingramin (1971) suhteellinen saavutettavuus, eli *määrä, jona kaksi pistettä ovat kytköksissä toisiinsa samalla pinnalla*. Geurs & Wee (2004) painottavat saavutettavuuden henkilöliikennenäkökulmaa ja määrittelevät saavutettavuuden *maankäytön ja liikennejärjestelmien tarjoamien mahdollisuuksien laajuudeksi, joiden avulla yksilö voi saavuttaa tietyt toiminnot tai kohteet*.

Tyypillisesti saavutettavuuden määritelmissä nouseekin esiin kaksi komponenttia, tekijä jota saavutetaan sekä tekijä, joka säätelee saavuttamisen mahdollisuutta (Handy 2002). Weber (2006) toteaaakin, että saavutettavuuden maantieteellinen käsite on mielekäs vain kahden ehdon toteutuessa. Ensinnäkin lähtö- ja kohdepisteiden välillä on oltava alueellista eroa, jotta ihmiset haluavat liikkua niiden välillä. Toisaalta tällä liikkumisella on oltava impedanssi, liikkumisen vastus, joka estää rajattoman liikkuvuuden. Kahden komponentin sijaan, Geurs & Wee (2004) tunnistavat saavutettavuuden määritelmistä neljä erillistä komponenttia:

- 1) *Maankäyttö* kuvastaa maankäytön systeemiä, joka koostuu kohteessa tarjottujen mahdollisuuksien laadusta, määrästä ja alueellisesta jakautumisesta, tämän tarjonnan kysynnästä lähtöpisteissä (missä asukkaat asuvat) sekä kysynnän ja tarjonnan epäsymmetrisyydestä, joka voi johtaa kilpailuun.
- 2) *Liikenne* kuvastaa yksilön ”vaikeutta” saavuttaa kohde lähtöpisteestä tietyllä kulkumuodolla. Tämä vaikeus koostuu matka-ajasta, -kustannuksesta sekä vaivannäöstä (onnettomuusriski, mukavuus, luotettavuus jne.).

- 3) *Aika* kuvaa ajan säättämiä rajoitteita, kuten mahdollisuuksien määrää eri kellonaikoina.
- 4) *Yksilö* kuvastaa yksilön tarpeita, kykyjä ja mahdollisuuksia, jotka vaihtelevat muun muassa iän, tulotason, fyysisen kunnon sekä koulutustason mukaan.

Nämä neljä komponenttia ovat keskenään jatkuvassa vuorovaikutuksessa. Myös itse saavutettavuus voi vaikuttaa komponentteihin takaisinkytkennän avulla, kun se yritysten ja asukkaiden sijoittumistekijänä säätelee liikenteen kysyntää, ihmisten taloudellisia ja sosiaalisia mahdollisuuksia, sekä aikaa, jota tarvitaan näiden toimintojen suorittamiseen (Geurs & Wee 2004). Näin alueen hyvä saavutettavuus saattaa houkutella työpaikkoja, lisäten lähistöllä asuvien työmahdollisuuksia. Samanaikaisesti työpaikkojen siirtyminen kuitenkin todennäköisesti heikentää työmahdollisuuksia työpaikan aiemman sijainnin lähistöllä.

On syytä myös erottaa saavutettavuuden käsite liikkuvuudesta (mobility). O'Sullivanin et al. (2000) ja Handyn (2002) mukaan liikkuvuus kuvaa potentiaalia tai kykyä liikkua paikasta toiseen. Näin käsite liittyy vahvasti saavutettavuuden liikenne- ja yksilökomponentteihin. Kyky liikkua ei kuitenkaan tarkoita kykyä saavuttaa. Toki tavallisesti liikkuvuuden kasvaessa myös saavutettavuus kasvaa, mutta ei aina. Toisaalta myöskään huono liikkuvuus ei yksiselitteisesti johda huonoon saavutettavuuteen (Handy 2002), jos kaikki tarvittavat toiminnot sijaitsevat vaikkapa kävelyetäisyydellä.

### **2.1.2. Kaupunkirakenteen muutosvoima**

Tavallisesti saavutettavuus nähdään positiivisena asiana ja usein alueiden saavutettavuutta pyritään kasvattamaan. Yksiselitteisesti näin ei kuitenkaan ole. Tyypillisesti saavutettavuuden parantaminen vaatii infrastruktuuri-investointeja, joilla väistämättä on myös negatiivisia ulkoisvaikutuksia esimerkiksi ekosysteemien, luonnonsuojelun, alueen yhteisöjen ja kaupunkitilan näkökulmasta (Weber 2006). Yhtä kaikki, saavutettavuus näyttäisi olevan keskeinen maankäyttöön ja aluerakenteeseen vaikuttava tekijä (Geurs & Wee 2004; Moilanen 2009).

Yksi ensimmäisestä saavutettavuuden ja maankäytön välistä vuorovaikutusta käsittelevistä sovelluksista lienee ollut von Thünenin (1966) teos *Isolated state*. Kuuluisassa teoksessaan von Thünen käsittelee maanviljelysalueiden määräytymistä kaupungin ympärille markkinaläheisyypriorisoinnin mukaan. Saavutettavuuden ollessa parempi lähempänä markkinapaikkaa, tuotetaan sen läheisyydessä painavia ja helposti pilaantuvia tuotteita sillä niiden tuottajat ovat valmiita maksamaan hyvästä sijainnista eniten. Huolimatta von Thünenin

mallin yksinkertaisuudesta, tai juuri sen takia, sitä hyödynnetään edelleen esimerkiksi kaupunkitaloustieteessä kaupunkirakenteen kuvaamisessa (Laakso & Loikkanen 2004).

Saavutettavuuden ja maankäytön, joka siis on myös saavutettavuuden komponentti, kytkös on vahva myös tunnetuimmissa kaupunkisuunnittelun utopioissa sekä kaupunkimorfologian tutkimusperinteessä (Kwan & Weber 2003). Ebenezer Howardin puutarhakaupunkien oli tarkoitus nousta riittävän kauas suurkaupungeista, jotta suurkaupungin heikon saavutettavuuden johdosta työssäkäynti olisi mahdollista vain oman kaupungin sisällä. Henkilöautoilun yleistymisen mahdollistama saavutettavuuden kasvu puolestaan mahdollisti Frank Lloyd Wrightin unelmoimaan kaupunkirakenteen täydellisesti desentralisoimisesta (Hall 2002). Saavutettavuus nousi keskeiseen asemaan myös kaupunkitutkijoiden keskuudessa, heidän kiinnostuttuaan 1900-luvun alussa kaupunkirakenteen muodostumisperiaatteista. Sekä kehä-, sektori-, että monikeskuksisen kaupungin teorioissa alueiden saavutettavuus on tärkeä kaupunkirakennetta ja maankäyttöä muokkaava tekijä (Kwan & Weber 2003).

Saavutettavuus on keskeinen kaupunkirakenteen muutosvoima myös verkottuneen aluerakenteen aikakaudella. Verkostokaupungille tyypillistä on maankäytön tiivistyminen keskusten välisiin yhdyskäytäviin, saavutettavuuden ollessa sijoittumista määräävä tekijä (Moilanen 2009). Yhdyskuntasuunnittelun tutkijat Alppi & Ylä-Anttila (2007) ovat havainneet tämän suuntaista kehitystä erityisesti yksityisten palveluiden kohdalla, kun kaupan sijoittuminen on noudatellut liikenneverkossa tapahtuneita suhteellisen saavutettavuuden muutoksia. Viime kädessä saavutettavuusmuutoksien vaikutus kaupunkirakenteeseen johtuu kuitenkin yksittäisten toimijoiden toiminnassa ja päätöksissä tapahtuneista muutoksista (Somerpalo 2006).

### **2.1.3. Mittaaminen**

Ihanteelliset saavutettavuuden mittarit ottaisivat huomioon kaikki saavutettavuuden komponentit, mutta todellisuudessa tämä on vaikeaa, jopa mahdotonta. Käytännössä saavutettavuuden mittaukset keskittyvätkin yhteen tai kahteen komponenttiin riippuen valitusta näkökulmasta (Geurs & Wee 2004).

Weberin (2006) mukaan yritykset mitata saavutettavuutta voidaan jakaa kahteen ryhmään. Toinen puoli mittauksista tarkastelee saavutettavuutta alueiden, toinen taas yksilöiden ominaisuutena. Aluenäkökulmasta tarkasteltuna saavutettavuus on alueen ja siihen liittyvän

liikennejärjestelmän ominaisuus, kun taas yksilönäkökulma lähestyy saavutettavuutta yksilöiden ja yritysten helppoutena saavuttaa tavoittelemiansa hyödykkeitä tai toimintoja (Somerpalo 2006). Geurs & Wee (2004) sekä Curl et al. (2011) tunnistavat saavutettavuuden mittaamiseen useampia näkökulmia:

- 1) *Infrastruktuuriperustaiset* mittarit analysoivat liikenneinfrastruktuurin palvelutasoa. Mittarina voi toimia esimerkiksi matka-aika tai joukkoliikennevuorojen tiheys.
- 2) *Sijaintiperustaiset* mittarit analysoivat sijaintien saavutettavuutta, tyypillisesti makrotasolla. Tämän tyyppisenä mittarina voi toimia vaikkapa jalkapallokenttien määrä 15 minuutin etäisyydellä sijainnista.
- 3) *Yksilöperustaiset* mittarit analysoivat yksilön mahdollisuuksia ja rajoituksia toimintoihin osallistumiseen. Mittarina voisi toimia esimerkiksi toimintojen määrä jonka eri yksilöt voivat saavuttaa päivittäisten velvoitteiden ohessa.
- 4) *Hyötyperustaiset* mittarit analysoivat hyötyä, jonka ihmiset saavuttavat pääsystä alueellisesti jakautuneisiin toimintoihin. Yksinkertainen hyötyperustainen saavutettavuusmittari on rahallinen arvo, joka koituu saavutettavuusmuutoksesta.

Eräs perinteisimmistä tavoista mitata saavutettavuutta ovat niin kutsutut potentiaalisen saavutettavuuden mittarit, joita kutsutaan myös painovoimaperustaisiksi mittareiksi. Ne ovat sijaintiperustaisia mittareita, joita on hyödynnetty kaupunkitutkimuksessa ainakin Hansenista (1959) lähtien. Iacono et al. (2010) kuvaavat painovoimamallia yleisessä muodossaan seuraavasti:

$$A_i = \sum_j a_j f(t_{ij})$$

jossa  $A_i$  kuvaa vyöhykkeen  $i$  saavutettavuutta,  $a_j$  kuvaa attraktioiden määrää alueella  $j$  ja  $(t_{ij})$  kuvaa impedanssia alueiden  $i$  ja  $j$  välillä. Attraktiolla tarkoitetaan toimintojen määrää, kun taas impedanssi kuvaa liikkumisen vastusta. Tätä vastusta voidaan ilmaista esimerkiksi aikana, etäisyytenä, kustannuksena tai vaikkapa kulutettuina kaloreina.  $F(t_{ij})$  on funktio, joka kuvaa vuorovaikutuksen vaimentumista etäisyyden kasvaessa (Iacono et al. 2010). Suurempi attraktion määrä ja pienempi matkavastus johtavat siis saavutettavuuden kasvuun ja päinvastoin.

Tässä tutkimuksessa saavutettavuuden mittarina käytetään joukkoliikenteen matka-aikaan perustuvaa mittaria. Koska tutkimus perustuu todellisiin joukkoliikennereitteihin ja -aikatauluihin, ottaa mittari huomioon matka-ajan lisäksi myös vuorotiheyden sekä näiden temporaaliset vaihtelut. Sen sijaan mittari ei juurikaan huomioi attraktiomäärää, jota on pyritty huomioimaan valitsemalla kohteiksi selkeitä attraktiokeskittymiä. Käytetty mittari on hyvin vahvasti infrastruktuuri- ja aluesaavutettavuusperustainen. Toisaalta, koska tutkimuksen tarkoituksena on analysoida erityisesti saavutettavuusmuutoksia, on mittari selkeästi myös hyötyperustainen, sen kuvatessa asukkaiden saavuttamaa aikahyötyä. Käytetty mittari huomioi hyvin saavutettavuuden liikenne- ja aikakomponentteja, mutta maankäyttö-, ja etenkin yksilökomponentin huomioiminen on heikompaa.

### **2.1.3.1. Paikkatietomenetelmät saavutettavuuden mittaamisessa**

Paikkatietomenetelmät ovat osoittautuneet hyödyllisiksi saavutettavuusanalyseissa jo parin vuosikymmenen ajan (esimerkiksi Kwan & Weber 2003; Liu & Zhu 2004; Määttä-Juntunen & Rusanen 2010; Li et al. 2011). GIS-menetelmien soveltuvuus on luontevaa, sillä koko saavutettavuuden käsite on luonteeltaan spatiaalinen (Liu & Zhu 2004). Erityisesti paikkatietomenetelmissä arvostetaan niiden kykyä käsitellä suuria tietomassoja sekä mallintaa reaali maailman kompleksisuutta (Kwan & Weber 2003). Paikkatietomenetelmiä onkin hyödynnetty menestyksekkäästi esimerkiksi liikennesuunnitteluun (O'Sullivan et al. 2000; Chang & Lee 2008), Amazonian jokilaivaliikenteeseen (Salonen et al. 2012), terveydenhoitoon (Kalogirou & Foley 2006), väestötutkimukseen (Kotavaara & al. 2011) sekä liikenteen hiilidioksidipäästöihin (Määttä-Juntunen & Rusanen 2010) liittyvissä saavutettavuustutkimuksissa.

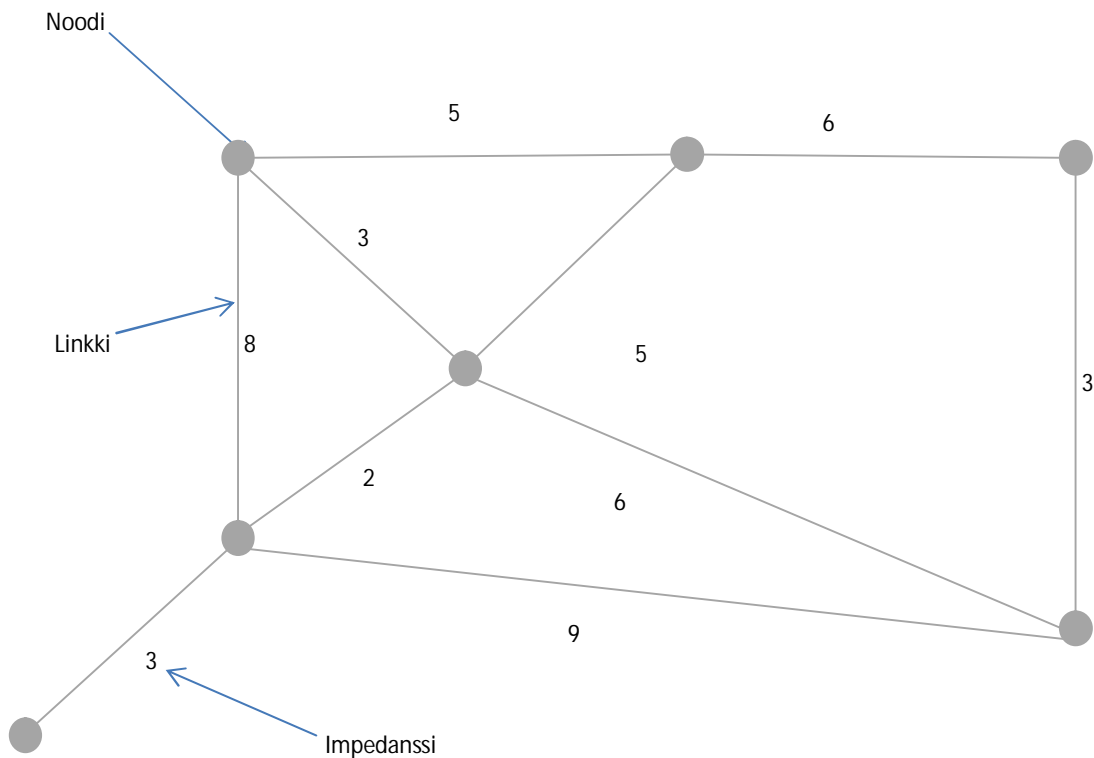
Saavutettavuuden mittaamiseen paikkatietojärjestelmissä on kaksi pääasiallista lähestymistapaa, vektori- ja rasterianalyysit. Niiden väliset erot liittyvät ennen kaikkea erilaisiin spatiaalisen datan tietomalleihin. Rasterimallissa alue on jaettu, tyypillisesti neliönmuotoisiin, soluihin, jotka muodostavat yhdessä rasteritason. Kullakin solulla on vain yksi arvo, joten eri attribuuttitiedot on tallennettu eri tasoihin. Vektorimuotoinen data esittää kohteet puolestaan pisteinä, viivoina ja alueina (Aronoff 1991). Jokaisella kohteella voi olla useita attribuuttitietoja, joita voidaan hyödyntää myös saavutettavuusanalyseissa. Rasterimaailmassa saavutettavuusanalyysit perustuvat kustannuspinta-analyyseihin vektoripohjaisen lähestymistavan hyödyntäessä graafiteoriaan pohjautuvaa verkkoanalyysia (Tokola & Kalliovirta 2003).

Kustannuspinta-analyysien suorittamiseksi tarvitaan tieto lähtö- ja kohdepisteiden sijainneista sekä itse kustannuspinta. Kustannuspinta muodostetaan tyypillisesti yhdistelemällä tietoja useammasta rasteritasosta. Valmis kustannuspinta kuvaa kunkin solun ylittämisen kustannusta, jota voidaan ilmaista esimerkiksi aikana tai hintana. Itse analyysi perustuu halvimman reitin menetelmään, jossa kustannuspintaa pitkin etsitään reitti, jonka kustannuskertymä on pienin (Tokola & Kalliovirta 2003). Näin muodostunut reitti ei siis välttämättä ole fyysiseltä etäisyydeltään lyhin, vaan se minimoi käytettyjen solujen summan lähtöpisteen ja kohteen välillä (Steinberg & Steinberg 2006).

Verkkoanalyysien pohjaksi tarvitaan jokin verkko, kuten katu- tai putkiverkko. Verkot koostuvat noodeista sekä niitä yhdistävistä linkeistä (kuva 1) ja ominaista niille on se, että ne voivat sisältää läpivirtauskustannuksia (Miller & Shaw 2001). Tätä läpivirtauskustannusta kutsutaan yleisesti myös impedanssiksi, joka vastaa kustannuspinta-analyysin solun ylittämisen kustannusta. Kuten solun ylittämisen kustannusta, myös impedanssia voidaan ilmaista usealla eri mittayksiköllä. Esimerkkinä reaali maailman verkosta käy tieverkko, jossa risteykset ovat sen noodeja ja risteyksiä yhdistävät tiet linkkejä. Impedanssit vaihtelevat verkon eri osissa esimerkiksi nopeusrajoitusten ja risteystiheyksien mukaan. Erillisistä verkoista voidaan muodostaa verkostoja, joissa liikkuminen verkkojen välillä on mahdollista määriteltyjen sääntöjen mukaan. Esimerkkinä tämän kaltaisesta verkostosta on suurkaupungin liikennejärjestelmä, jossa bussiverkosta on mahdollisuus siirtyä jalankulkuverkon kautta metroverkkoon.

Saavutettavuusanalyysien suorittamiseksi paikkatietojärjestelmissä vektoriverkosta muodostetaan analysointiin sopiva tietokanta (Tokola & Kalliovirta 2003). Riippumatta tietokannan tietomallista sisältää se aina tiedon nooiden ja linkkien liittymistä toisiinsa (Curtin 2007). Itse analyysit perustuvat pääosin edullisimman reitin etsimisen menetelmiin, jotka pohjautuvat usein Dijkstran (1959) algoritmiin (Curtin 2007). Algoritmi etsii edullisimman reitin verkossa annettujen pisteiden välillä ja sen tulos on impedanssikertymältään edullisin reitti.





Kuva 1. Verkon osat.

On mahdotonta sanoa toisen lähestymistavan olevan toista parempi saavutettavuuden mittaamiseen, sillä käytettävän menetelmän valinta riippuu pitkälti tutkittavasta ilmiöstä sekä käytettävissä olevista aineistoista. Rasterilähestymistapa soveltuu kuitenkin erityisen hyvin tapauksiin, jossa liike on mahdollista kaikkialla tilassa. Vektoripohjainen lähestymistapa on puolestaan tyypillisempää tarkasteltaessa ilmiöitä jotka tapahtuvat olemassa olevia verkostoja pitkin (Steinberg & Steinberg 2006).

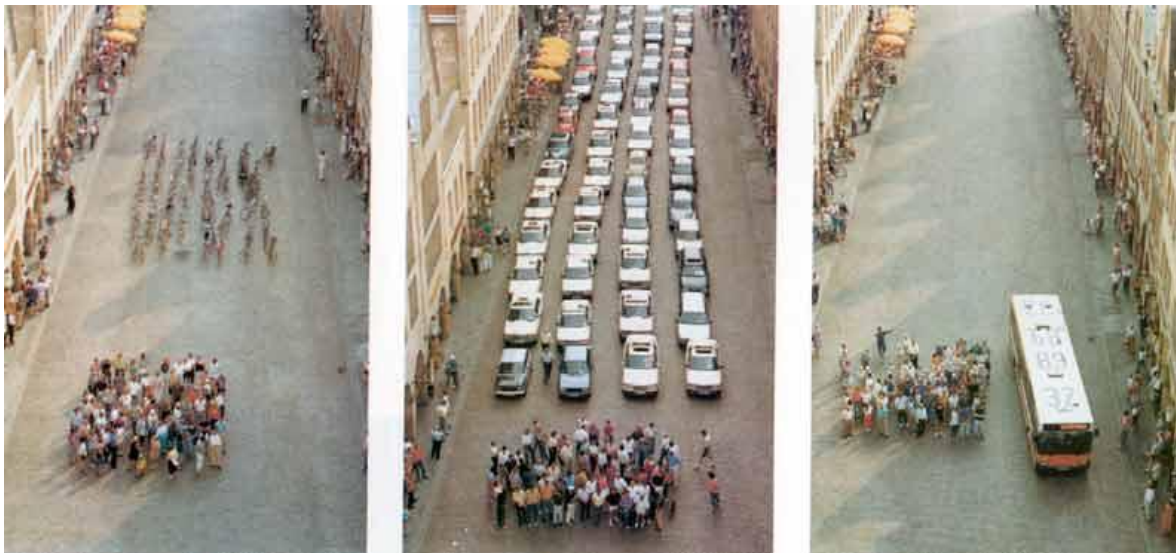
## 2.2. Kulkumuotona pyöräily

### 2.2.1. Pyöräily suhteessa muihin kulkumuotoihin

Pyöräily eroaa kulkumuotona selvästi henkilöautoilusta ja joukkoliikenteestä, mutta myös kävelystä. Pyöräilijä on kävelijän tapaan välittömässä yhteydessä ympäristöönsä ja aistii sitä kokonaisvaltaisesti. Kun moottoriliikenteessä liikennekäyttäytyminen perustuu ennen kaikkea matka-aikoihin, vaikuttaa pyöräilyyn myös joukko kvalitatiivisia tekijöitä kuten pyörätien laatu tai reitin esteettisyys (Iacono et al. 2010). Tämä ei kuitenkaan tarkoita ettekö matka-ajan merkitys olisi suuri myös pyöräilyssä (Iacono et al. 2010; Menghini et al. 2010). Perustavanlaatuisen kulkumuotoja erottava tekijä on myös maksiminopeus, minkä johdosta kulkumuodot on usein eroteltu toisistaan. Joukkoliikenteellä ja autolla on mahdollista

saavuttaa kaupunkialueellakin jopa 80 kilometrin tuntinopeuksia, kun pyörällä jäädään tavallisesti alle 30 km/h nopeuksiin. Kuitenkin paikoin, etenkin tiiviillä keskusta-alueilla, voi pyöräily muodostua moottoriliikennettä nopeammaksi kulkumuodoksi (Dekoster & Schollaert 1999; YTV 2006; Jensen et al. 2010; Ellison & Greaves 2011). Pyöräilyllä on liikennemuotona myös useita positiivisia vaikutuksia joukkoliikenteeseen ja etenkin henkilöautoiluun verrattuna.

Liikenne aiheuttaa noin kolmanneksen maailman hiilidioksidipäästöistä ja Suomessakin sen osuus päästöistä on viidesosan luokkaa. Pelkästään henkilöautoilun osuus tästä on noin 60 % (Vaismaa et al. 2011). Kasvihuonekaasujen lisäksi moottoriliikenteestä aiheutuu muita ilmanlaatua heikentäviä päästöjä sekä haitallisia pienhiukkasia. Pyöräilyn edistäminen onkin eräs helpoimmista ja edullisimmista keinoista vähentää edellä mainittuja haittoja, sillä kulkumuotona se on päästötön. Samalla kun moottoriliikenteellä tehtävien matkojen osuus vähenee, pienentyvät myös ruuhkat sekä liikenteestä aiheutuva melu (HSL 2010a; Vaismaa et al. 2011). Pyöräilyn vaatima tilantarve on myös selkeästi pienempi kuin henkilöautojen (kuva 2). Pyörävyöly pystyy välittämään saman verran pyöriä kuin melkein kaksi kertaa leveämpi autovyöly autoja (Vaismaa et al. 2011). Lisäksi yhden auton pysäköimiseen vaadittavaan tilaan saa helposti pysäköityä lähemmäs kymmenen polkupyörää.



Kuva 2. Eri liikennemuotojen vaatima tilantarve (City of Muenster 2009).

Pyöräily on myös verrattain tasa-arvoinen kulkumuoto, sillä se on halpaa ja soveltuu heikommankin kunnan omaavalle lapsesta vaariin (City of Copenhagen 2009; HSL 2010a). Tämän lisäksi pyöräilystä koituu selkeitä kansanterveydellisiä ja -taloudellisia hyötyjä.

Hendriksenin (1996 cit. HKL 2008) mukaan jo kolmen kilometrin pyöräily neljästi viikossa riittää kasvattamaan fyysistä suorituskykyä.

Jokainen pyöräilty kilometri tuottaa kansantaloudelle hyötyä terveystalouden käytön ja sairauspoissaolojen vähentyessä. Tanskassa pyöräilyn arvioidaan tuottavan yhteiskunnalle noin 0,15, ja yksilölle 0,5 euroa jokaista poljettua kilometriä kohden. Vastaavasti jokainen autoiltu kilometri aiheuttaa yhteiskunnalle kustannuksia noin 0,1 euron edestä (City of Copenhagen 2009, 2011).

Pyöräilyn negatiivisiksi vaikutuksiksi voidaan laskea onnettomuuksista syntyneet kulut, jotka jäävät kuitenkin moninkertaisesti terveyshyötyjä pienemmiksi (City of Copenhagen 2009). Lisäksi pyöräilyn turvallisuus näyttäisi lisääntyvän pyöräilijämäärien kasvaessa. Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että muu liikenne huomioi pyöräilijät paremmin volyymin kasvaessa (Bührmann 2007; Ministerie van Werkeer en Waterstaat 2009; City of Copenhagen 2011).

Pyöräilyllä on vaikutuksensa myös kaupunkitilan laatuun. Pyöräilyn lisääntyessä kaduilla kulkee enemmän ihmisiä, sekä hitaampia ja hiljaisempia kulkumuotoja. Kun katutilasta muodostuu miellyttävämpää moottoriliikenteen vähentyessä, voi sillä olla vaikutus myös palveluiden ja toimintojen määrään. Kävelyalueiksi muutettujen keskustojen liikkeiden liikevaihdossa on Saksassa ja Englannissa havaittu jopa kymmenien prosenttien kasvua aikaisempaan verrattuna. Lisääntynyt ihmismäärä lisää tyypillisesti myös turvallisuuden tunnetta katutilassa (Vaismaa et al. 2011).

### **2.2.2. Käyttö ja siihen vaikuttavat tekijät**

Pyöräilyn suosio vaihtelee huomattavasti niin valtioiden sisällä kuin niiden välillä. Pyöräilyn suurmaissa Tanskassa ja Hollannissa pyörällä tehtävien matkojen osuudet ovat 20 - 25 % luokkaa, mutta joissain kaupungeissa jopa lähes 40 % matkoista tehdään pyöräillen (Ministerie van Werkeer en Waterstaat 2009). Useassa Euroopan maassa, kuten myös Suomessa, pyörällä tehtävien matkojen osuus on noin 5 - 10 % (LVM 2006; Ministerie van Werkeer en Waterstaat 2009). Sen sijaan esimerkiksi Isossa-Britanniassa (Ministerie van Werkeer en Waterstaat 2009) ja Australiassa (Pucher et al. 2011) pyörän kulkumuoto-osuus jää pariin prosenttiyksikköön.

Pyöräilyn kulkumuoto-osuuden vaihtelua maittain ja alueittain on selitetty lukuisilla tekijöillä (esimerkiksi Rietveld & Daniel 2004; Pucher & Buehler 2006; Goetzke & Rave 2011; HSL

2010a). Goetzke & Raven (2011) jakavat selittävät tekijät kolmeen kategoriaan; yksilö-, matka- ja aluesidonnaisiin tekijöihin.

Yksilösidonnaisista tekijöistä parhaiten pyöräilyn suosiota selittävät ikä ja sukupuoli. Lapset ja nuoret pyöräilevät keskimääräisesti muuta väestöä enemmän (Rietveld & Daniel 2004; Ministerie van Werkeer en Waterstaat 2009; HSL 2010a), miesten tarttuessa pyörän sarviin naisia useammin (LVM 2006; Goetzke & Rave 2011). Goetzke & Raven (2011) mukaan pienituloiset pyöräilevät varakkaita enemmän, mutta tulotason vaikutus näyttää kiistanalaiselta (LVM 2006; Ministerie van Werkeer en Waterstaat 2009).

Matkasidonnaiset tekijät liittyvät kuljettavan matkan ominaispiirteisiin. Näyttää selvältä, että kuljettavan matkan pituuden kasvaessa pyöräilyn kulkumuoto-osuus pienenee (Keijer & Rietveld 2000; Rietveld & Daniel 2004; Pucher & Buehler 2006; Goetzke & Rave 2011; HSL 2010a). Hollannissa rautateiden liityntäliikenteessä pyöräily ohittaa jalankulun suosituimpana liityntämuotona reilun kilometrin jälkeen, joukkoliikenteen syrjäyttäessä pyöräilyn 3,5 kilometrin kohdalla (Keijer & Rietveld 2000). Suomessa pyöräilymatkan keskipituus on noin kolme kilometriä ja lähes kolme neljäsosaa pyörämatkoista on tätä lyhyempiä (LVM 2006). Myös säällä on vaikutus pyöräilyaktiivisuuteen, sillä mitä huonompi keli, sitä suuremmalla todennäköisyydellä pyöräilylle etsitään korvaavia kulkumuotoja (Rietveld & Daniel 2004; City of Copenhagen 2007; Goetzke & Rave 2011). Pyörällä tehdään etenkin koulu- ja opiskelumatkoja, mutta runsaasti myös ostos-, työ-, vierailu- ja ulkoilumatkoja (Ministerie van Werkeer en Waterstaat 2009; HSL 2010a; Pucher et al. 2011).

Topografia lienee tärkeimpiä pyöräilyn kulkumuoto-osuutta selittäviä aluesidonnaisia tekijöitä. Useiden tutkimusten (Rietveld & Daniel 2004; Goetzke & Rave 2011; Pucher et al. 2011) mukaan pyöräily vähenee mäkisyyden lisääntyessä ja Menghinin et al. (2010) mukaan pyöräilijät välttelevät suuria mäkiä myös reittivalinnoissaan. Rietveld & Danielin (2004) mukaan pyöräily on suosituinta keskisuurien paikkakuntien keskuksissa ja tulokset ovat samansuuntaisia myös Suomessa (LVM 2006; HSL 2010a). Tämä voi johtua siitä, että suurissa kaupungeissa etäisyydet ovat pitempiä ja joukkoliikenneverkosto on kattavampi. Rietveld & Daniel (2004) myös väittävät että kaupunki voi toimillaan merkittävästi kasvattaa pyöräilyn kulkumuoto-osuutta. Heidän mukaansa tehokkaimpia toimenpiteitä ovat pyöräilyn kilpailukyvyyn kasvattaminen suhteessa autoon, pysähdysten vähentäminen sekä pysäköintimaksujen nostaminen.

### **2.2.3. Motiivit ja kilpailukyky**

Vaikka pyörä on kestävän kehityksen mukainen kulkumuoto, liittyvät tärkeimmät syyt sen käyttöön muihin tekijöihin. Pyöräilyn pääkaupungissa Kööpenhaminassa vain joka sadas pyöräilijä ilmoitti tärkeimmäksi pyöräilymotiivikseen ympäristöystävällisyyden. Myös taloudellisuus, mukavuus ja liikunta olivat sitä merkittävämpiä motiiveita, mutta ylivoimaisesti (54%) tärkein syy pyöräilyyn näyttäisi olevan kuitenkin sen nopeus sekä helppous (City of Copenhagen 2007). Pääkaupunkiseudulla tärkeimmät motiivit pyöräilyyn ovat liikuntaan ja ulkoiluun liittyvät tekijät, mikä saattaa kertoa pyöräilyn roolista ennemminkin harrastuksena kuin kulkumuotona. Kuitenkin myös pääkaupunkiseudulla arvostetaan Kööpenhaminan tapaan pyöräilyn helppoutta sekä nopeutta suhteessa muihin kulkumuotoihin (YTV 2006).

Usein pyöräily myös todella on nopea vaihtoehto kaupunkiliikenteessä. Dekosterin & Schollaertin (1999) mukaan autoilu muuttuu pyöräilyä nopeammaksi vasta yli 5 kilometrin matkoilla, joukkoliikenteen ohittaessa pyöräilyn vasta kahdeksan kilometrin jälkeen. Ellison & Greaves (2011) puolestaan toteavat autoilun olevan pääasiallisesti pyöräilyä nopeampaa Sydneyssä. He kuitenkin jatkavat, että yli 90 % alle viiden kilometrin automatkoista olisi tehtävissä pyöräillen alle 10 minuutin erotuksella autoiluaikoihin. Sen sijaan joukkoliikenteeseen verrattuna pyöräily näyttäytyy kilpailukykyisenä aina kahteenkymmeneen kilometriin asti.

### **2.2.4. Pyöräilynopeuteen vaikuttavat tekijät**

Tutkimusten mukaan keskimääräinen pyöräilynopeus näyttäisi sijoittuvan jonnekin 15 ja 21 km/h välille (Allen et al. 1998; Hellman 2002; Krizek et al. 2007; City of Copenhagen 2011). Useammassa tutkimuksessa jää kuitenkin epäselväksi onko kyse matkan keskinopeudesta, vai keskimääräisestä liikenopeudesta. Tämä on oleellista, sillä etenkin keskusta-alueilla liikennevalot ja ruuhkat hidastavat pyöräilijän matkantekoa muun liikenteen tapaan.

Pyöräilynopeuden vaihtelua ja siihen vaikuttavia tekijöitä on tutkittu huomattavasti autoliikennettä vähemmän. Harvoista lähteistä ilmenee, että etenkin pyöräilijän henkilökohtaisilla ominaisuuksilla kuten iällä, sukupuolella ja pyöräilykokemuksella on merkittävä vaikutus pyöräilynopeuksiin (Krizek et al. 2007). Krizekin et al. (2007) mukaan nopeudet pyöräteillä ovat keskimäärin suurempia kuin muilla väylätyypeillä (pyöräkaista tai ajorata) ja nopeuksia kasvattaa myös se, mitä pidempään pyöräilijä pyöräilee samalla

väylätyypillä. Alueen topografia vaikuttaa pyöräilyn suosion ja reittivalintojen lisäksi myös pyöräilyn nopeuksiin. Ylämäissä energiaa kuluu enemmän kuin tasaisessa maastossa ja nopeudet putoavat, kun taas alamäessä vauhti kiihtyy, joskaan ei ylämäen aiheuttamaa hidastuvuutta vastaavassa mittakaavassa (Parkin & Rotherham 2010).

## **2.2.5. Kaupunkipyöräjärjestelmät**

### **2.2.5.1. Kaupunkipyörien kolme sukupolvea**

Kaupunkipyörät ovat polkupyöriä, jotka ovat yleisesti lainattavissa kaupunkialueella, usein pientä panttia tai korvausta vastaan (HKL 2008). Niiden ideana on, ettei käyttäjän tarvitse sitoutua polkupyörän käyttöön pitkäksi ajaksi kerrallaan. Näin pyörän voi ottaa käyttöönsä sitä tarvitessaan ja palauttaa sen muiden käyttöön kohteeseen saavuttuaan (Lin & Yang 2011).

Kaupunkipyörien idea jaetuista pyöristä ei ole uusi, vaan se kehitettiin jo 1960-luvun Hollannissa. Nykyisin kaupunkipyörien evoluutio jaetaan kolmeen vaiheeseen käytetyn teknologian kehittyneisyyden perusteella, mutta neljännen sukupolven järjestelmiäkin on jo visioitu (DeMaio 2009). Kuusikymmentäluvulla Amsterdamissa lanseerattu *Valkoiset pyörät* (Witte Fietsen) oli käytännössä maailman ensimmäinen kaupunkipyöräjärjestelmä. Hankkeessa mukana olleet tavalliset pyörät maalattiin valkoisiksi, joita kuka tahansa sai käyttää vapaasti. Ideana oli, että kohteeseen saapumisen jälkeen pyörä jätettäisiin seuraavan henkilön käyttöön. *Valkoiset pyörät* ei kuitenkaan osoittautunut menestykseksi, vaan se jouduttiin lopettamaan jo muutaman päivän kuluessa kun pyöriä heiteltiin kanaaleihin ja otettiin henkilökohtaiseen käyttöön (DeMaio 2009). Positiivisempiäkin kokemuksia ensimmäisen sukupolven kaupunkipyöräjärjestelmistä löytyy. La Rochellen kaupungissa Ranskassa, *Keltaiset pyörät* olivat kaupunkilaisten käytössä aina 1970-luvun puolivälistä 2000-luvulle, jolloin ne korvattiin modernimmalla kaupunkipyöräjärjestelmällä (Midgley 2009). Ensimmäisen sukupolven kaupunkipyöräjärjestelmien yleiseksi ongelmaksi muodostui utopia kaupunkilaisten vastuullisuudesta (Beroud 2007), mutta myös se, etteivät ne olleet luotettavia ja tehokkaita, sillä käyttäjä ei koskaan voinut luottaa löytävänsä varmasti pyörää tietystä sijainnista (Bonnette 2007). Näin pyörien suunnitelmallinen käyttö oli käytännössä mahdotonta.

Kului lähes 30 vuotta ennen kuin toisen sukupolven kaupunkipyörät otettiin käyttöön toisessa pyöräilyn suurmaassa, Tanskassa. Järjestelmistä suurin, *Bycyklen*, näki päivänvalonsa Kööpenhaminassa vuonna 1995 merkittävin parannuksin edelliseen sukupolveen verrattuna.

Pyörät oli varta vasten suunniteltu intensiiviseen käyttöön täyskumirenkaineen ja mainospaikkoineen. Pyörät noudettiin sekä palautettiin kaupunkipyöräasemille, joita oli tasaisesti eri puolilla keskustaa. Hävikin pienentämiseksi kaupunkipyöriin oli myös suunniteltu kolikkopanttijärjestelmä (DeMaio 2009). Järjestelmä ei kuitenkaan pystynyt identifioimaan käyttäjää, jonka johdosta pyörien hävikki oli yhä suurta, sillä neljän dollarin arvoinen pantti oli todella vähäinen uuden pyörän ostoon verrattuna (Bonnette 2007). Hävikki myös heikensi järjestelmän tehokkuutta, sillä sen kasvaessa väheni todennäköisyys löytää toimiva pyörä asemalta. Myös Helsingissä oli pitkään 2000-luvulla käytössä ”kolikkopanttikaupunkipyöräjärjestelmä”, mutta muiden toisen sukupolven järjestelmien tapaan sen kohtaloksi koituivat ilkivalta sekä tehottomuus ja ohjelma lopetettiin 2000-luvun lopussa.

Nopeasti *Bycycklenin* jälkeen vuonna 1996 Englannin Portsmouthissa kehitettiin ensimmäinen kolmannen sukupolven kaupunkipyöräjärjestelmä, *BikeAbout*. Järjestelmä oli kehitetty yliopisto-opiskelijoille, jotka pystyivät magneetikortin avulla vuokraamaan pyörän käyttöönsä erillisestä telineestä. Tärkein parannus *Bycyckleniin* verrattuna oli magneetikortin kehitys, joka mahdollisti käyttäjän tunnistamisen. Teknologian kehittyessä kaupunkipyöräjärjestelmissä on otettu uusia elementtejä käyttöön, kuten elektronisesti lukittuvat pyörätelineet, ajotietokoneet sekä matkapuhelimen käyttö pyörän vuokraamisessa (DeMaio 2009). Tärkeimmät teknologiset parannukset ovat liittyneet vastuullisuuden lisäämiseen sekä varkauksien ja ilkivallan ehkäisyyn. Lähes kaikki kolmannen sukupolven järjestelmät vaativatkin käyttäjältä rekisteröitymistä tai esimerkiksi luottokorttitietoja (Bonnette 2007).

Järjestelmien kehitys ja leviäminen oli kuitenkin verrattain hidasta aina vuoteen 2005 asti, jolloin Lyonissa otettiin käyttöön ensimmäinen laajamittainen kolmannen sukupolven kaupunkipyöräjärjestelmä, *Velo’v*. Järjestelmä osoittautui menestykseksi, jonka seurauksena Pariisissa otettiin vuonna 2008 käyttöön siihen aikaan maailman suurin kaupunkipyöräjärjestelmä, *Veli’b*. Alkuun pariisilaisten käytössä oli reilut 10 000 kaupunkipyörää, mutta suuren suosion johdosta määrä kaksinkertaistettiin nopeasti. *Velo’v*:n ja *Veli’b*:n jälkeen kaupunkipyöräjärjestelmien leviäminen on ollut nopeaa (DeMaio 2009) ja moderni kaupunkipyöräjärjestelmä on otettu käyttöön jo reilusti yli sadassa kaupungissa, muun muassa Tukholmassa, Osllossa, Barcelonassa, Melbournessa ja Valenciassa (kuva 3). Hangzhoussa Kiinassa, kaupunkipyörien määrä on ylittänyt jo 50 000 pyörän rajan (MetroBike 2011).



Kuva 3. Kaupunkipyöräasema Valenciassa.

#### **2.2.5.2. Tavoitteet & vaikutukset**

Kaupunkipyöräjärjestelmien ensisijaisena tavoitteena on tyypillisesti kestävämmän ja tehokkaamman liikennejärjestelmän muodostaminen, jossa kaupunkipyörien ja joukkoliikenteen yhdistäminen matkaketjuksi on mahdollista (esimerkiksi Bührmann 2007; HKL 2008; Midgley 2009; Shaheen et al. 2010). Ensimmäisten tutkimustulosten mukaan tavoite on myös toteutunut käytännössä (Bührmann 2007; Nadal 2008; Midgley 2009; Shaheen et al. 2010; Jensen et al. 2010).

Kaupunkipyörät tarjoavat mahdollisuuden ”viimeisen mailin ongelman” ratkaisuun. Viimeinen maili viittaa lyhyehkään matkaan kodin ja joukkoliikennepysäkin, tai joukkoliikennepysäkin ja lopullisen kohteen välillä, joka on lyhyehkö, mutta liian pitkä käveltäväksi. Näin kaupunkipyörien avulla on mahdollista täydentää perinteisen joukkoliikenteen aukkoja (Shaheen et al. 2010) ja laajentaa joukkoliikenteen tehokkaita palvelualueita. Kaupunkipyörät mahdollistavatkin ovelta ovelle matkat joukkoliikenteellä, mikä saattaa jopa vaikuttaa päätökseen siirtyä joukkoliikenteen käyttäjäksi. Kaupunkipyöräjärjestelmä on myös kohtuullisen halpa vaihtoehto joukkoliikenneverkon täydentämiseksi verrattuna perinteisen joukkoliikenteen vaatimiin investointeihin (Bührmann 2007).



Kaupunkipyöräjärjestelmien globaalina tavoitteena on myös ilmastonmuutoksen torjuminen sekä kestävä kehityksen edistäminen kasvattamalla pyörällä tehtävien matkojen osuutta (Bührmann 2007; Midgley 2009). Tavoitteen toteutuminen vaihtelee kaupungeittain, mutta yleisesti ottaen henkilöauton käyttö on vähentynyt kaupunkipyöräkäyttäjien keskuudessa kaupunkipyöräjärjestelmien lanseeraamisen jälkeen ja pyöräilyn kulkutapaosuudet ovat kasvaneet paikoin jopa räjähdysmäisesti (Bührmann 2007; Romero 2008; DeMaio 2009). On kuitenkin huomioitava että useissa kaupungeissa pyöräilyn rooli on ollut vähäinen ennen kaupunkipyöräjärjestelmää, eikä tuloksia luonnollisesti voida yleistää esimerkiksi vahvan pyöräilykulttuuriin omaavaan kaupunkiin.

Kaupunkipyörätoivotaan myös nostavan pyöräilyn statusta (Midgley 2009) sekä innostamaan uusia ihmisiä pyörän selkään (Kauhanen & Moisio 2011). Bührmann (2007) kirjoittaa, että kaupungeissa joissa pyöräilyn rooli on vähäinen, kaupunkipyöräjärjestelmä voi toimia eräänlaisena päänavaajana pyöräilyn tunnistamiseksi osaksi liikennejärjestelmää.

### **2.2.5.3. Järjestelmätyypit ja toteuttajat**

Kaupunkipyöräjärjestelmien suurimmat erot liittyvät pyörän vuokraamisen helppouteen sekä nouto- ja jättöpaikkoihin. Erot vuokrauksen yksinkertaisuudessa noudattelevat pitkälti järjestelmien sukupolvien rajoja. Ensimmäisen sukupolven kaupunkipyörät ovat täysin vapaasti käytettävissä, uusimpien järjestelmien vaatiessa lähes poikkeuksetta rekisteröitymisen sekä maksun. Vapaasti kaikkien käytössä olevissa järjestelmissä kaupunkipyörän voi jättää minne tahansa ympäri kaupunkia. Osassa järjestelmiä, pyörä tulee jättää suurten väylien risteyskohtiin, josta seuraava poimii pyörän käyttöönsä soittamalla pyörän kyljessä näkyvään puhelinnumeroon ja saamalla puhelinautomaatista lukon avaukseen vaadittavan koodin. Ylivoimaisesti suosituimmassa kaupunkipyöräjärjestelmän muodossa pyörät kuitenkin vuokrataan ja palautetaan ennalta määrätuille kaupunkipyöräasemille (Antoniades & Chrysanthou 2009).

Kaupunkipyöräjärjestelmien toteuttamisesta vastaavia tahoja on kaupungeista yksityisiin yrityksiin ja yliopistoista julkisiin liikelaitoksiin. Tyypillisimmiksi toteuttamisesta ja ylläpidosta vastaavaksi tahoksi etenkin Euroopassa ovat nousseet suuret mainosyhtiöt. Vastineeksi järjestelmän rakentamisesta ja ylläpidosta ne saavat tavallisesti oikeuden kadunvarsimainontaan (DeMaio 2009).

#### 2.2.5.4. Tunnusluvut

Kuten itse kaupunkipyöräjärjestelmissä, myös siinä miten järjestelmiä käytetään, on eroja kaupungeittain. Erot johtuvat osittain järjestelmiin liittyvistä säännöistä, mutta myös esimerkiksi kaupungin topografiasta, kulttuurista ja temporaalisista rajoitteista kuten järjestelmän aukioloajoista. Kokonaisuudessaan eri järjestelmien väliset erot ovat kuitenkin vähäisiä. Seuraavissa kappaleissa pyritään kuvaamaan muun muassa sitä, kuka, miksi, miten, milloin ja minkä sijaan kaupunkipyöriä käytetään.

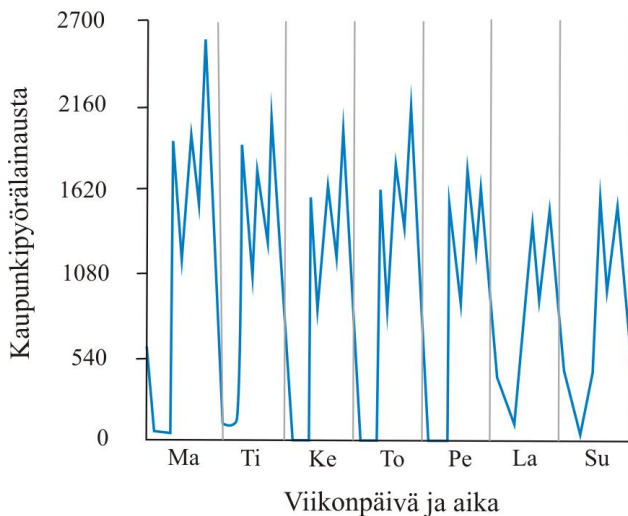
Helsingin kaupunkipyöräjärjestelmän uudistamista pohtineessa raportissa kaupunkipyörien tyypillisiksi käyttäjiksi määriteltiin kyselyn perusteella 20–50-vuotiaat pääkaupunkiseutulaiset (HKL 2008). Kansainväliset kokemukset tukevat olettamusta, sillä käyttäjien sukupuolijakauma on tasainen, tyypillisen käyttäjän ollessa paikallinen työssä käyvä tai opiskeleva nuori aikuinen (Bonnette 2007; Anaya & Bea 2009; Midgley 2009; Fuller et al. 2011). Osassa kaupunkipyöräjärjestelmiä kaupunkipyörien käyttöoikeus on rajattu paikallisiin, jolloin turisteilla ei edes ole mahdollisuutta vuokrata pyörää käyttöönsä (HKL 2008).

Kaupunkipyörillä tehtävät matkat ovat pääosin lyhyitä, johon järjestelmien suunnittelussa usein pyritäänkin. Näin pyörien kierto on nopeaa ja niitä on tasaisesti saatavilla. Keskimääräinen kaupunkipyörämatka näyttäisikin olevan kahdesta kolmeen kilometriin pitkä ja kestoltaan vajaasta 15 minuutista reiluun 20 minuuttiin (HKL 2008; Anaya & Bea 2009; Jensen et al. 2010). Valtaosa lainauksista jää kestoltaan alle 30 minuutin, mikä on tyypillinen ilmainen lainausaika eurooppalaisissa järjestelmissä. Matkojen lyhyydestä huolimatta kaupunkipyörät ovat intensiivisessä käytössä, sillä kutakin pyörää käytetään keskimäärin 4-15 kertaa vuorokaudessa (Bührmann 2007; Nadal 2008; Anaya & Bea 2009; Jensen et al. 2010). Tukholmassa pyöriä käytetään jopa tätäkin tiiviimmin, vaikka järjestelmä ei edes ole toiminnassa yöaikaan (HKL 2008). Jos jokaisella pyörällä ajetaan päivittäin kymmenen 2,5 km matkaa, tekee se vuodessa yli 9000 kilometriä pyörää kohden.

Kaupunkipyörillä tehtävät matkat korvaavat pääosin joukkoliikenteellä ja kävellen tehtyjä matkoja. Silti noin joka kymmenes matka olisi tehty henkilöautolla ilman kaupunkipyöräjärjestelmää (Bührmann 2007; Midgley 2009; Shaheen et al. 2010). Vaikka kaupunkipyörät korvaavat joukkoliikenteellä tehtyjä matkoja, sen vaikutus joukkoliikenteen kannattavuuteen on vähäistä, sillä valtaosalla käyttäjistä on myös voimassa oleva joukkoliikenteen lippu (Bührmann 2007; HKL 2008).

Barcelonassa kaupunkipyöriä käytetään ennen kaikkea työ- ja opiskelumatkoihin (Anaya & Bea 2009), tärkeimpien motiivien ollessa oletettuja ja käytännöllisiä. *Bicingin* käyttäjistä 30 % sanoo käyttävänsä kaupunkipyöriä koska ne ovat muita kulkumuotoja nopeampi vaihtoehto, 37 % arvostaessa liikuntaa ja 20 % pyöräilyn ympäristöystävällisyyttä (Midgley 2009).

Kaupunkipyörien käyttö heijastaa hyvin kaupunkien elämänrytmiä, tai Froehlichin et al. (2008) sanoin, kaupungin pulssia. Arki-aamuisin kaupunkipyörien käyttö on vähäistä kunnes niiden kysyntä äkillisesti kasvaa työmatkalaisten johdosta (kuva 4). Tällöin pyörät alkavat keskittyä keskustaan, työpaikkojen ja koulujen läheisyyteen. Tämän aamuisen piikin jälkeen käyttö vähenee selkeästi kunnes se taas lounasaikaan nousee. Päivän suurin käyttöpiikki ilmenee illan suussa opiskelijoiden ja työntekijöiden suunnatessa takaisin koteihinsa. Viikonloppuisin kuvio hieman muuttuu ja kolmen piikin sijaan iltapäivään ajoittuu kaksi piikkiä puolen päivän ja iltakuuden välille (Froehlich et al. 2008; Borgnat et al. 2010; Kaltenbrunner et al. 2010).



Kuva 4. Kuinka paljon ja milloin pyöriä vuokrataan (mukaiillen Froehlich et al. 2008)

Osa asemista vastaanottaa enemmän pyöriä kuin sieltä lainataan, toisten dynamiikan ollessa päinvastaista. Lähes poikkeuksetta kaupungin topografia aiheuttaa ”häiriön” järjestelmään, sillä mäen päältä lainataan selkeästi enemmän pyöriä kuin sinne palautetaan (Froehlich 2008; Nadal 2008; Borgnat et al. 2010). Tämän johdosta esimerkiksi Pariisissa on mahdollista polkea ilmaiseksi kauemmin, jos pyörän palauttaa mäen päällä sijaitsevalle asemalle. Asemat jotka sijaitsevat suurten rautatieasemien, ostoskeskusten ja yliopistojen vieressä imevät tyypillisesti sisäänsä enemmän pyöriä kuin sieltä vuokrataan (Froehlich et al. 2008; Borgnat

et al. 2010). Tämä epätasapaino pyörien palauttamisen ja lainaamisen välillä aiheuttaa myös kaupunkipyöräjärjestelmien suurimman ongelman (Kaltenbrunner et al. 2010). Kun asemalla ei ole yhtään pyörää jäljellä, on pyörän lainaaminen mahdotonta, tyhjiä palautuspaikkojen puutteen johtaessa päinvastaiseen ongelmaan. Tämä aiheuttaa harmaita hiuksia niin käyttäjille kuin ylläpitäjälle, joka joutuu siirtämään pyöriä asemilta toisille (kuva 5).



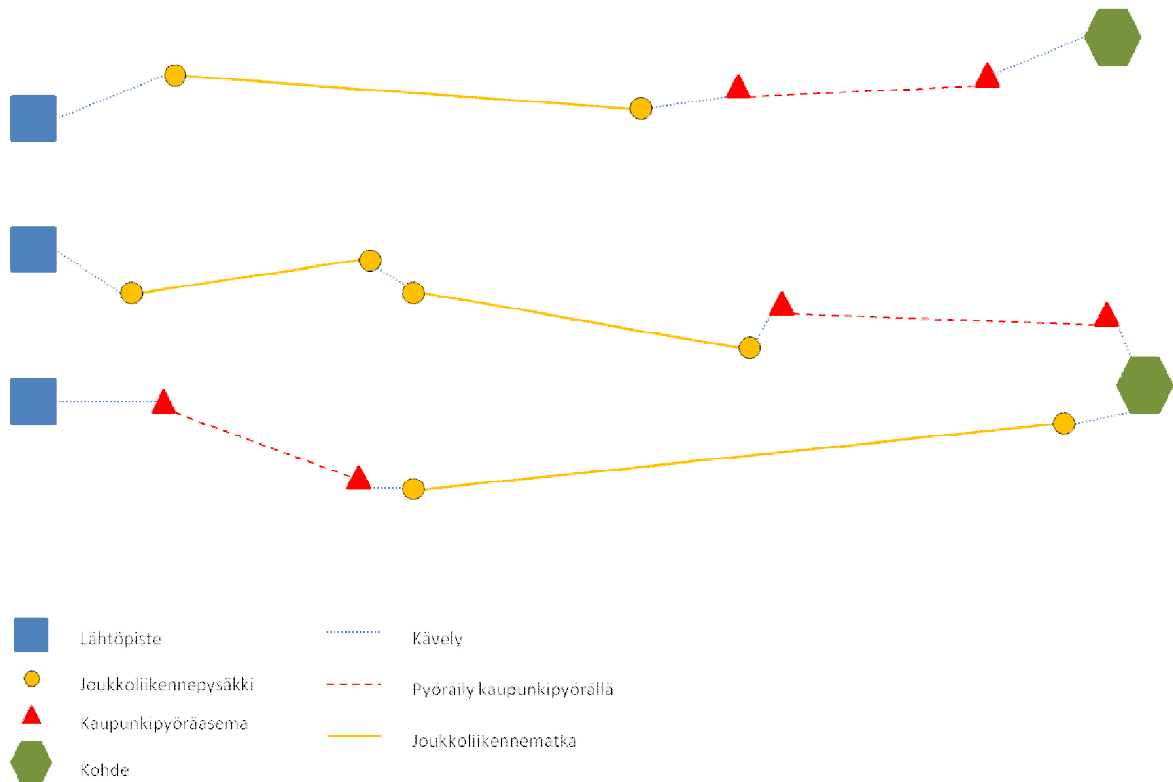
Kuva 5. Kaupunkipyörien siirtoa asemalta toiselle Valenciassa.

#### **2.2.5.5. Kaupunkipyörät osana joukkoliikennejärjestelmää**

Perinteisesti pyöräily on nähty joukkoliikenteen kilpailijana eikä niiden synergiamahdollisuuksiin ole juuri syvennytty (Martens 2004). Kaupunkipyöräjärjestelmät ja julkinen liikenne eivät kuitenkaan kilpaile keskenään, vaan niiden suhde on pikemminkin komplementaarinen. Kaupunkipyörien johdosta matkustajilla vain on enemmän vaihtoehtoja käytettävissään (Holzman 2008). Rietveldin (2000) mukaan pyöräilyn osuus joukkoliikennematkojen liityntämuotona on jo suuri matkan alkupäässä, mutta suhteellisen pieni matkan attraktiopäädysssä johtuen pyörien heikosta saatavuudesta. Nykyaikaiset kaupunkipyöräjärjestelmät onkin suunniteltu juuri tätä silmällä pitäen joukkoliikennematkaketjujen ensimmäiseksi ja viimeiseksi osaksi. Kejer & Rietveldin (2000) mukaan eri liikennevälineiden ketjuttaminen on houkuttelevinta silloin kun kuljettavat matkat

ovat pitkiä ja vaihtoajat lyhyitä. Kaupunkipyörien hyödyt nousevatkin esiin juuri tämän kaltaisilla matkoilla, sillä vaikka vaihtoaika kävelyyn on olematon, on se kulkumuotona vääjäämättä hidas. Perinteinen joukkoliikenne puolestaan häviää vaihtoajoissa selkeästi kaupunkipyörille, jos pyörien tarjonta pystytään varmistamaan.

Kaupunkipyörien liittyminen osaksi joukkoliikennejärjestelmää on esitetty kuvassa 6. Yksinkertaisimmassa muodossaan henkilö saapuu joukkoliikennepysäkille kävellen, matkustaa joukkoliikenteellä kohdettaan lähimmälle pysäkille ja jää pois. Joukkoliikennepysäkiltä hän kävelee kaupunkipyöraasemalle ja vuokraa pyörän käyttöönsä. Tämän jälkeen hän pyöräilee lopullista kohdetta lähimpänä olevalle kaupunkipyöraasemalle, jättää kaupunkipyörän asemalle sekä kävelee viimeisen etapin kaupunkipyöraasemalta kohteeseen.



Kuva 6. Kaupunkipyöräjärjestelmä osana joukkoliikennejärjestelmää.

Joukkoliikenteen ja kaupunkipyörien yhdistäminen matkaketjuksi vaihtelee huomattavasti kaupungeittain. Pariisissa jopa 2/3 kaupunkipyörillä tehdyistä matkoista on osa pidempää matkaketjua (Nadal 2008), kun taas Barcelonassa *Bicingillä* tehdyt matkat yhdistyvät muihin kulkumuotoihin noin kolmasosassa matkoja (Anaya & Bea 2009). Lyonissa vain 10 % *Velo'v*:lla tehdyistä matkoista yhdistyy muuhun joukkoliikenteeseen (Bührmann 2007). Erot

kaupunkien välillä voivat liittyä itse kaupunkipyöräjärjestelmään kuten asemien sijoitteluun ja määrään tai kaupunkipyöräalueen laajuuteen. Yhtä hyvin syyt voivat löytyä kaupunkirakenteesta, kaupungin koosta sekä joukkoliikennejärjestelmästä kokonaisuutena. Pääkaupunkiseudulla suhtautuminen kaupunkipyörän liittämiseksi osaksi matkaketjua on positiivista, sillä Helsingin kaupunkipyörän uudistamiseen liittyneessä kyselytutkimuksessa noin 80 % vastaajista uskoi voivansa käyttää kaupunkipyöriä joukkoliikennematkan osana (HKL 2008).

#### **2.2.5.6. Nykyaikaiset kaupunkipyöräjärjestelmät käytännössä: Lyon**

Lyonin metropolialueella asuu likimain 1,7 miljoonaa asukasta, mikä tekee siitä Ranskan toiseksi isoimman kaupungin ja hieman Helsingin metropolialuetta suuremman. Lyonin kaupunkipyöräjärjestelmä, *Velo'v*, ei ollut maailman ensimmäinen kolmannen sukupolven kaupunkipyörähanke, mutta siellä se toteutettiin ensimmäisenä suuressa mittakaavassa (DeMaio 2009). Tavoitteena oli kehittää liikennejärjestelmää kestävämpään suuntaan tarjoamalla vaihtoehtoja liikkumiseen lyhyillä matkoilla. *Velo'v* nähtiin myös työkaluna saavuttaa maankäytön ja liikenteen suunnittelun tavoitteita päästöjen vähennyksestä, ruuhkien pienentämisestä, energian säästästä sekä kansanterveyden parantamisesta (Midgley 2009).

*Velo'v* näki päivänvalonsa keväällä 2005, kun Lyonin kaupunki yhteistyössä mainosyhtiö JCDecaux:n kanssa marssitti kaupungin kaduille 1500 kaupunkipyörän armeijan. Vastineeksi järjestelmän tarjoamisesta kaupunkilaisille, JCDecaux sai kaupungilta oikeuden ulkomainontaan strategisesti tärkeillä paikoilla. Jo muutamassa kuukaudessa järjestelmällä oli 15 000 rekisteröitynyttä jäsentä ja jokaista pyörää käytettiin keskimäärin 6,5 kertaa päivässä (Henley 2005). Jo vuoden sisällä järjestelmän lanseeraamisesta, pyörällä tehtävien matkojen määrä oli kasvanut peräti 44 % (Bührmann 2007).

Suuren suosion johdosta järjestelmää on laajennettu useaan otteeseen ja nykyisellään noin 4000 kaupunkipyörää on lainattavissa yli 340 asemalta (Jensen et al. 2010). Keskimäärin kullakin asemalla on 10 - 15 pyöräpaikkaa, mutta tärkeiden kohteiden vieressä niitä saattaa olla jopa 30. Asemat sijaitsevat toisistaan noin 300 metrin etäisyydellä, mutta kaupungin keskustassa niitä on jopa huomattavasti tiheämmässä (Borgnat et al. 2010). Suuren tiheyden johdosta kokematonkaan käyttäjä ei joudu etsimään kaupunkipyöräasemaa kauaa ja siellä missä telineet sijaitsevat harvemmassa, on telineille usein selkeät opasteet. Telineet sijaitsevat valtaosin hyvillä paikoilla aukoiden laidoilla, toimintojen vieressä ja kadunkulmissa, sen sijaan että ne olisi sijoitettu sinne, missä ne häiritsevät muuta elämää mahdollisimman vähän.

Usein teline on sijoitettu jopa ajoradalta vallatulle kaistaleelle, mikä korostaa vahvaa sitoumusta pyöräilyn edistämiseen liikkumismuotona.

Päivittäin kaupunkipyörillä tehdään noin 16 000 matkaa, jotka ovat keskimäärin 2,5 kilometrin pituisia ja kestävät noin 15 minuuttia (Jensen et al. 2010). Osaltansa tehtävien matkojen kestoon vaikuttaa Lyonissakin se, että ensimmäiset 30 minuuttia kaupunkipyörän käyttö on rekisteröityneille käyttäjille ilmaista. Järjestelmän kuormitus on suurimmillaan arkisin, aamu-, lounas- ja iltaruuhkassa. Viikonloppuisin eniten käyttäjiä on puolestaan iltapäivisin. Myös Lyonissa korkealla sijaitsevat asemat kärsivät kroonisesta pyöräpulaista ihmisten suosissa alamäkiajoa. Vilkkaimmin käytettyjä pysäkkejä ovat erityisesti yliopiston läheisyydessä sijaitsevat ”kampuspysäkit” sekä joukkoliikenneasemien lähistön ”hub-pysäkit” (Borgnat et al. 2010).

Pyöräilynopeudet vaihtelevat Lyonissa hieman vuodenajan, viikonpäivän ja kellonajan mukaan, keskimääräisen pyöräilynopeuden ollessa hieman alle 15 km/h. Borgnat et al. (2010) sekä Jensen et al. (2010) esittävät hieman eriävät mielipiteet pyöräilynopeuksista suhteessa autoiluun, mutta yhteenvetona voidaan todeta pyöräilyn tarjoavan kilpailukykyisen vaihtoehdon autolle myös nopeudessa. *Velo*'v:lla tehtävät matkat korvaavat pääosin kävellen ja joukkoliikenteellä tehtyjä matkoja, mutta kaupunkipyörillä on ollut myös selkeä vaikutus henkilöautoilun vähenemiseen kantakaupungissa. 7 % *Velo*'v:n käyttäjistä olisi tehnyt matkan autolla, jos kaupunkipyöriä ei olisi ollut tarjolla. Näin kaupunkipyöräjärjestelmän ansiosta kaupungin keskustassa tehdään vuositasolla noin 365 000 automatkaa vähemmän kuin ennen (Bührmann 2007).

*Velo*'v:lla on ollut siis itsessään selkeä vaikutus Lyonin kulkumuotojakaumaan, mutta vielä suurempi sen vaikutus on todennäköisesti ollut katukuvaan. Kaupungilla liikkuesssa on käytännössä mahdotonta olla törmäämättä punaharmaisiin kulkupeleihin niiden kuuluessa jo pysyvästi Lyonin kaupunkikuvaan (kuva 7).



Kuva 7. Kaupunkipyöräilyä Lyonissa.

Kaupunkipyörät ovat käytettävissä 7 päivänä viikossa kellon ympäri ja niiden vuokraus on hyvin yksinkertaista. Pyörien saamiseksi käyttöön tarvitaan joko pitkäaikaisemmille käyttäjille tarkoitettu kortti tai luottokortilla hankittu lyhytaikainen tunnusluku, joka sopii esimerkiksi turisteille. Päivän käytön mahdollistava kortti maksaa euron, kun 7 päivän kortin hinta on 3 euroa. Pysyvän kortin saa omakseen 15 eurolla.

Kyseisillä korteilla tunnistaudutaan aseman päätteellä (kuva 8) ja valitaan jäljellä olevista pyöristä mieluisin. Tämän jälkeen käyttäjällä on minuutti aikaa noutaa pyörä telineestä. Palautettaessa pyörä vain työnnetään vapaana olevaan telineeseen, joka ilmoittaa piippauksilla onko pyörä oikein palautettu. Jos asemalla ei ole vapaita pysäköintipaikkoja, saa käyttäjä ilmaiset 15 minuuttia ajoaikaa jonka lisäksi pääte kertoo lähimpien vapaita paikkoja omaavien asemien sijainnit. Kokonaisuudessaan pyörän noutoon kuuluu maksimissaan 30 sekuntia, kun taas palautus hoituu sekunneissa. Jokaisen vuokrauksen ensimmäiset 30 minuuttia ovat ilmaisia, jonka jälkeen järjestelmä veloittaa pikkusummia jokaisesta alkavasta 30 minuuttisesta. Tämän tarkoituksena on pitää pyörät tehokkaasti kierrossa, mutta halutessaan käyttäjä voi kuitenkin lainata saman pyörän uudelleen heti palautukseen jälkeen.





Kuva 8. Kaupunkipyöräaseman päätte Lyonissa.

Pyöräilyn suosion kasvu Lyonissa ei johdu vain kaupunkipyöräjärjestelmästä, vaan myös muista jalankulkua ja pyöräilyä edistävästä toimenpiteistä kuten autoilun rajoitusten lisäämisestä sekä eri kulkumuotojen selkeämmästä erottelusta. Tapahtunut pyöräilymäärien kasvu ei kuitenkaan todennäköisesti olisi ollut mahdollista ilman *Velo'v*:ta (Antoniades & Chrysanthou 2009).

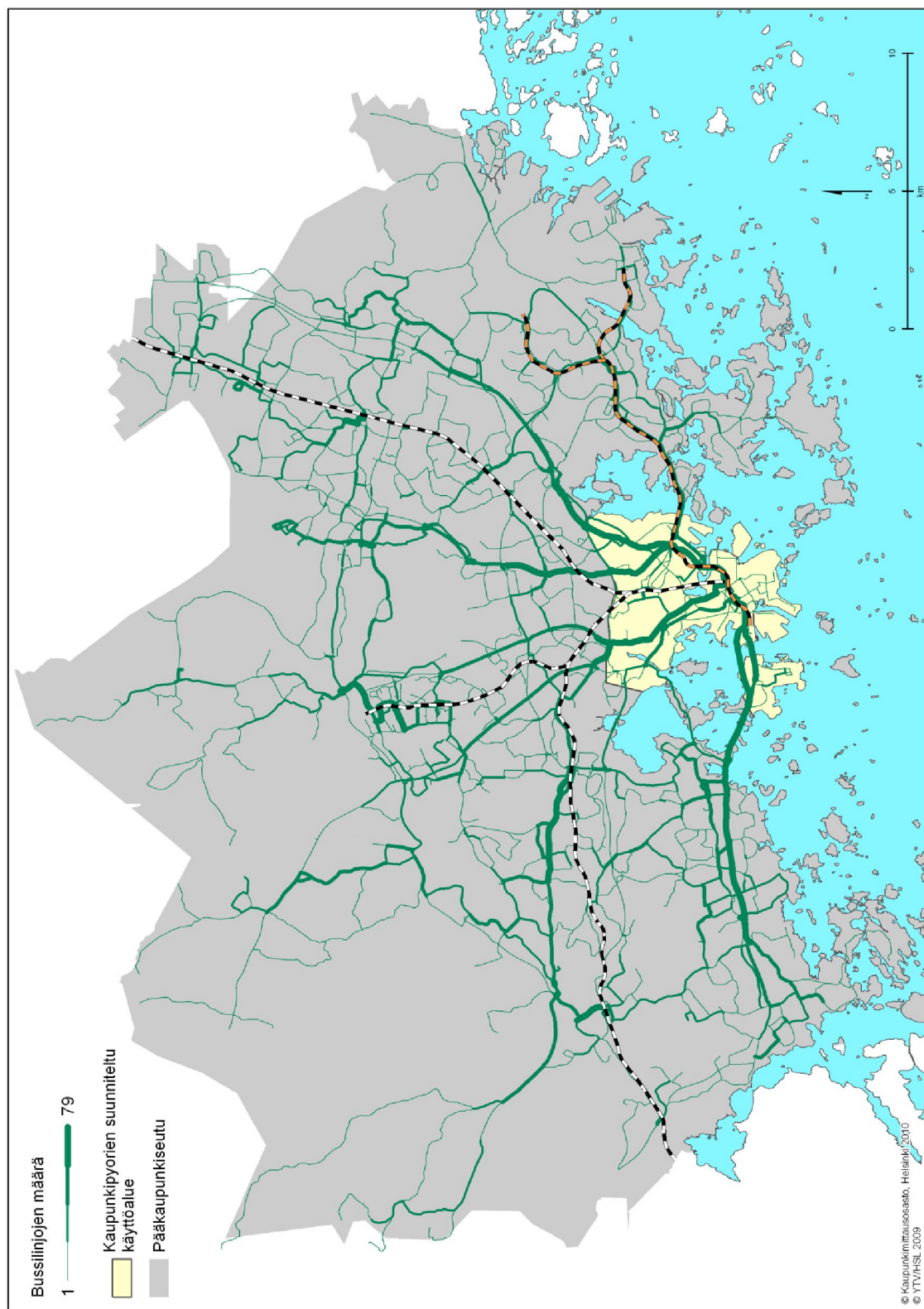
Modernien kaupunkipyöräjärjestelmien hyödyntämä GPS-teknologia on mahdollistanut järjestelmien tutkimisen useasta eri näkökulmasta, mutta perustavanlaatuisia kysymyksiä niiden vaikutuksesta joukkoliikenteen saavutettavuuteen ei ole tämän tutkimuksen tekijän tietojen mukaan tutkittu. Seuraavissa kappaleissa mallinnetaan kaupunkipyöräjärjestelmän vaikutusta saavutettavuuteen käyttäen pääkaupunkiseutua esimerkkialueena.

### 3. Tutkimusalue

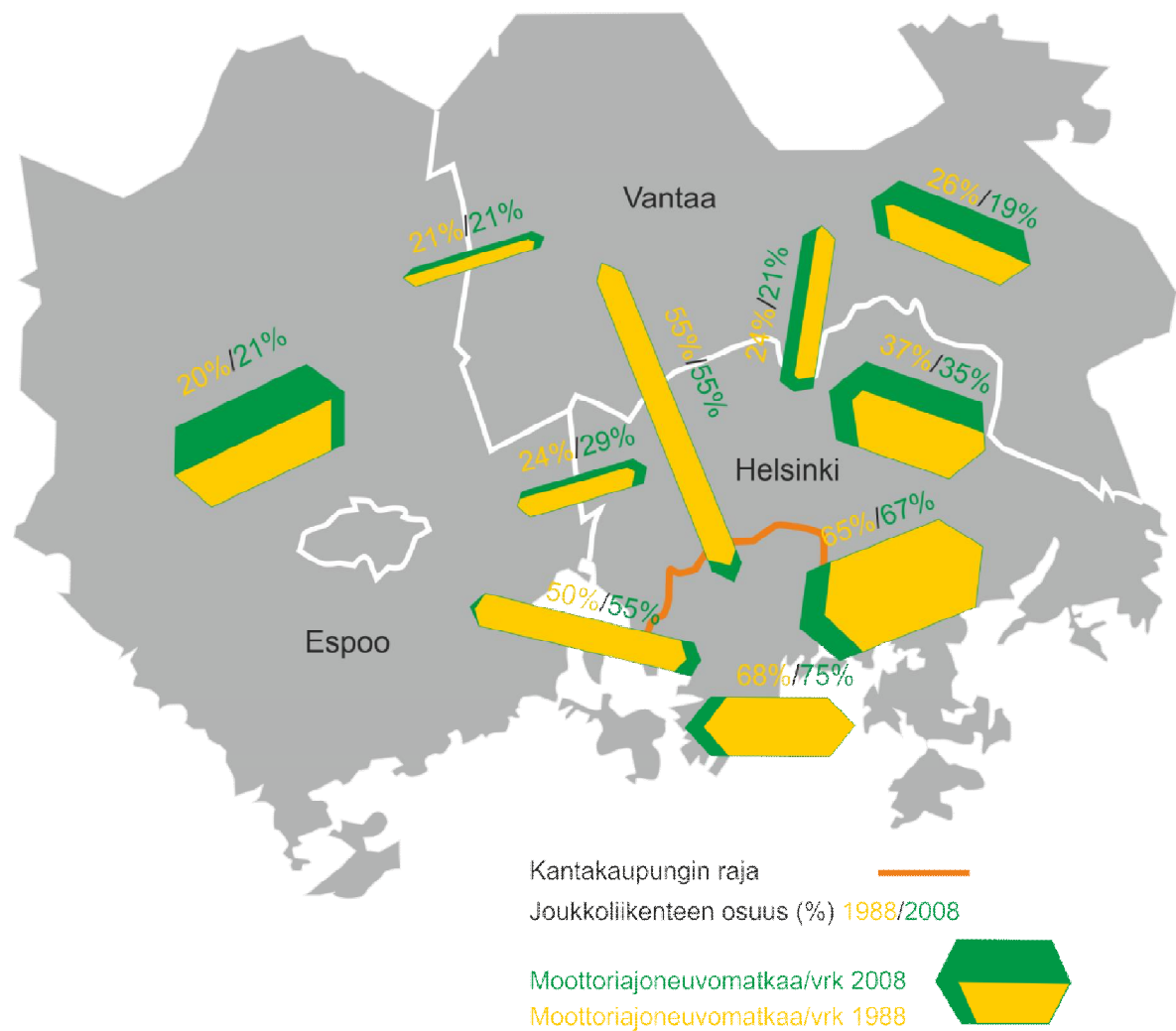
Tämän työn tutkimusalueena on pääkaupunkiseutu, jonka muodostavat Espoon, Helsingin, Kauniaisten ja Vantaan kaupungit (kuva 9). Se on osaa laajempaa Helsingin seutua, joka on niin väestömäärältään kuin bruttokansantuotteeltaan Suomen ylivoimaisesti suurin kaupunkiseutu; Syyskuun 2011 lopussa pääkaupunkiseudulla asui reilut miljoona asukasta (Helsingin kaupungin tietokeskus 2011) ja ennusteiden mukaan väestömäärä jatkaa kasvuaan pitkälle tulevaisuuteen (Helsingin kaupungin tietokeskus 2010). Pääkaupunkiseudun ydin muodostuu Helsingin kantakaupungista, joka on toiminnoiltaan monipuolinen keskusta-alue sekä maamme suurin työpaikkakeskittymä (HSY 2011). Sinne saavutaankin töihin, ostoksille ja vapaa-ajan viettoon laajalti koko Helsingin seudulta, jopa kauempaa (HSL 2010b, Sukkulointi... 2011).

Pääkaupunkiseudun joukkoliikennejärjestelmä koostuu metro-, juna-, bussi-, raitiovaunu- ja lauttaverkoista. Sen selkäranka muodostuu itä-länsisuuntaisista metro- ja rantaradasta, etelä-pohjoissuuntaisesta pääradasta ja Martinlaakson radasta sekä säteittäisistä pääbussiväylistä. Kuten kuvasta 9 ilmenee, on joukkoliikenneverkosto hyvin Helsingin keskustakeskeinen. Tämä ilmenee myös joukkoliikenteen suurina matkaosuuksina keskustaan suuntautuvilla matkoilla, kun osuudet poikittaisilla matkoilla jäävät huomattavasti pienemmiksi (kuva 10).

Pyöräilyn kulkutapaosuus pääkaupunkiseudulla on noin 7 % (HSL 2010b) ja Helsingissä 9 % luokkaa (Silfverberg 2011). Helsingin seudulla pyöräily on suosituinta alle 18-vuotiaiden parissa, pyöräiltävien matkojen osuuden laskiessa täysi-ikäisten kohdalla merkittävästi. Vaikka suosio laskeekin 18-ikävuoden rajapyykin jälkeen, pysyy se tämän jälkeen tasaisena yli 65-vuotiaisiin asti. Pyörällä tehdään keskimäärin 5 - 10 % matkoista riippumatta matkan tarkoituksesta, joskin koulu- ja opiskelumatkoilla pyörä on tätäkin yleisempi kulkuväline (HSL 2010a). Pääosin matkat ovat lyhyitä, mediaanipituuden ollessa noin 2 kilometriä (YTV 2006). Myös ympäristöllä on vaikutus pyörämatkojen syntymiseen. Lyhyet etäisyydet ja lähipalveluiden hyvä pyöräilysaavutettavuus kannustavat pyöräilemään (HSL 2010a).



Kuva 9. Pääkaupunkiseudun joukkoliikennejärjestelmä.



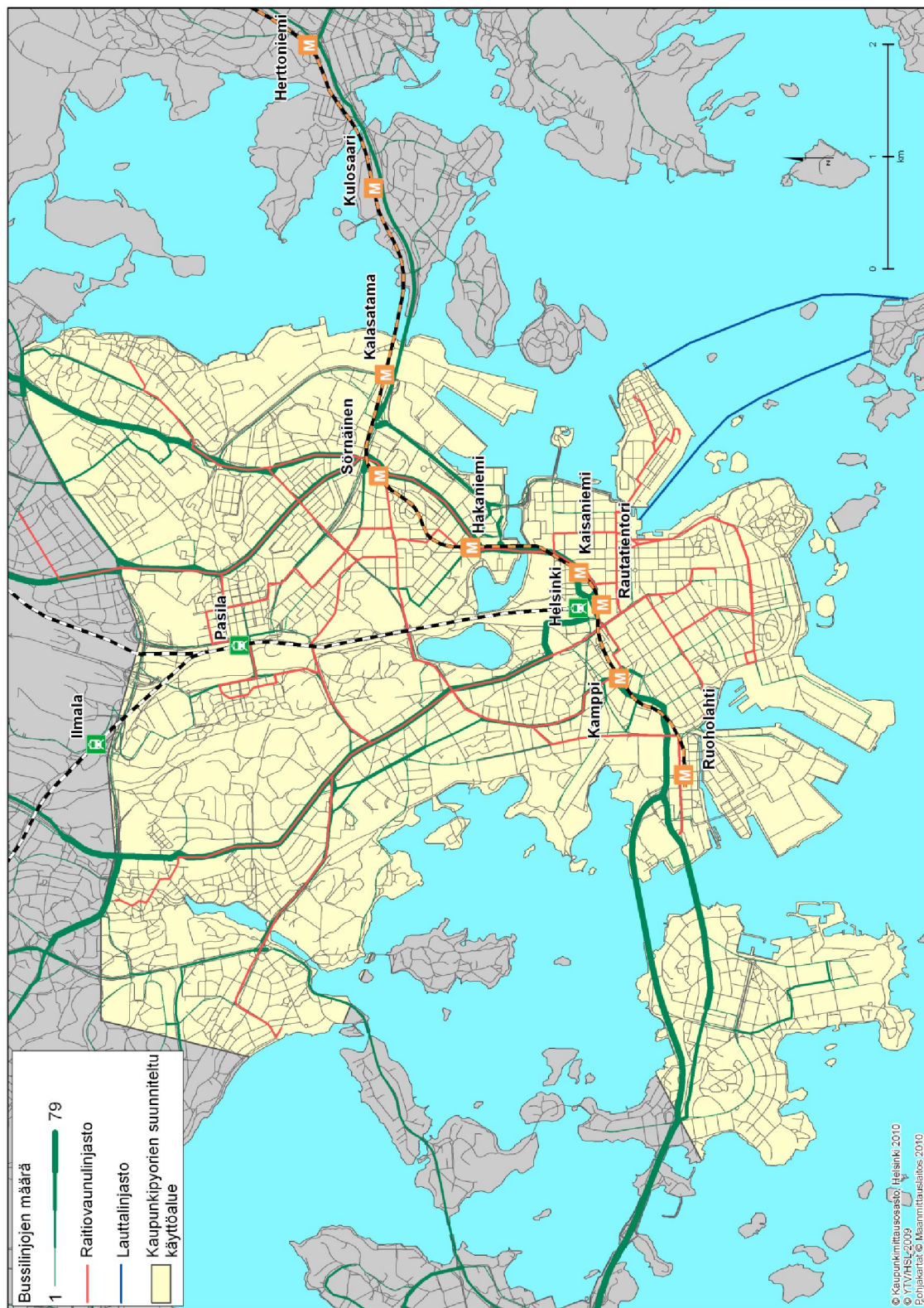
Kuva 10. Pääkaupunkiseudun asukkaiden moottoriajoneuvomatkojen määrä, suuntautuminen ja joukkoliikennematkojen osuus vuosina 1988 ja 2008. Yhden arkivuorokauden matkat (HSL 2010b).

Kaupunkipyörien suunniteltu käyttöalue vastaa rajaukseltaan hyvin pitkälti Helsingin kantakaupungin aluetta HKL:n (2008) suunnitelmassa vuodelta 2008 (kuva 11). Kantakaupungin lisäksi alueeseen lukeutuu sisimpiä esikaupunkialueita ja kooltaan se on noin 32 km<sup>2</sup>. Joukkoliikenneyhteydet alueelle ovat hyvät, sillä kaikki joukkoliikenteen valtaväylät johtavat sinne. Jokainen pääkaupunkiseutulainen tekeekin keskimäärin yhden joukkoliikennematkan kahdessa päivässä alueelle tai sieltä pois (HSL 2010c).

Alueella sijaitsee kaksi rautatieasemaa, Pasila ja Päärautatieasema, joiden kautta kulkee koko Suomen junaliikenne. Bussiliikenne kerääntyy puolestaan Länsiväylän suunnasta Kampin bussiterminaaliin, pohjoisesta Kamppiin, Elielinaukiolle ja Rautatientorille sekä idästä Vilhonkatua pitkin Rautatientorille. Metroasemia alueella on useampia, Ruoholahdesta

Kalatatamaan yhteensä seitsemän kappaletta. Joukkoliikenne alueelle on siis tehokasta, mutta se rajoittuu pääosin Kamppi – Rautatieasema – Kaisaniemi akselin pohjoispuolelle. Joukkoliikenteen päävirtojen lisäksi kaupunkipyörien käyttöalueella toimii kattava raitiovaunuliikenne sekä muutamia bussilinjoja jotka poikkeavat pääväyliltä. Niiden ongelmana on kuitenkin hitaus, joka johtuu sekä keskustan ruuhkaisuudesta että tiheästä pysäkkivälistä.

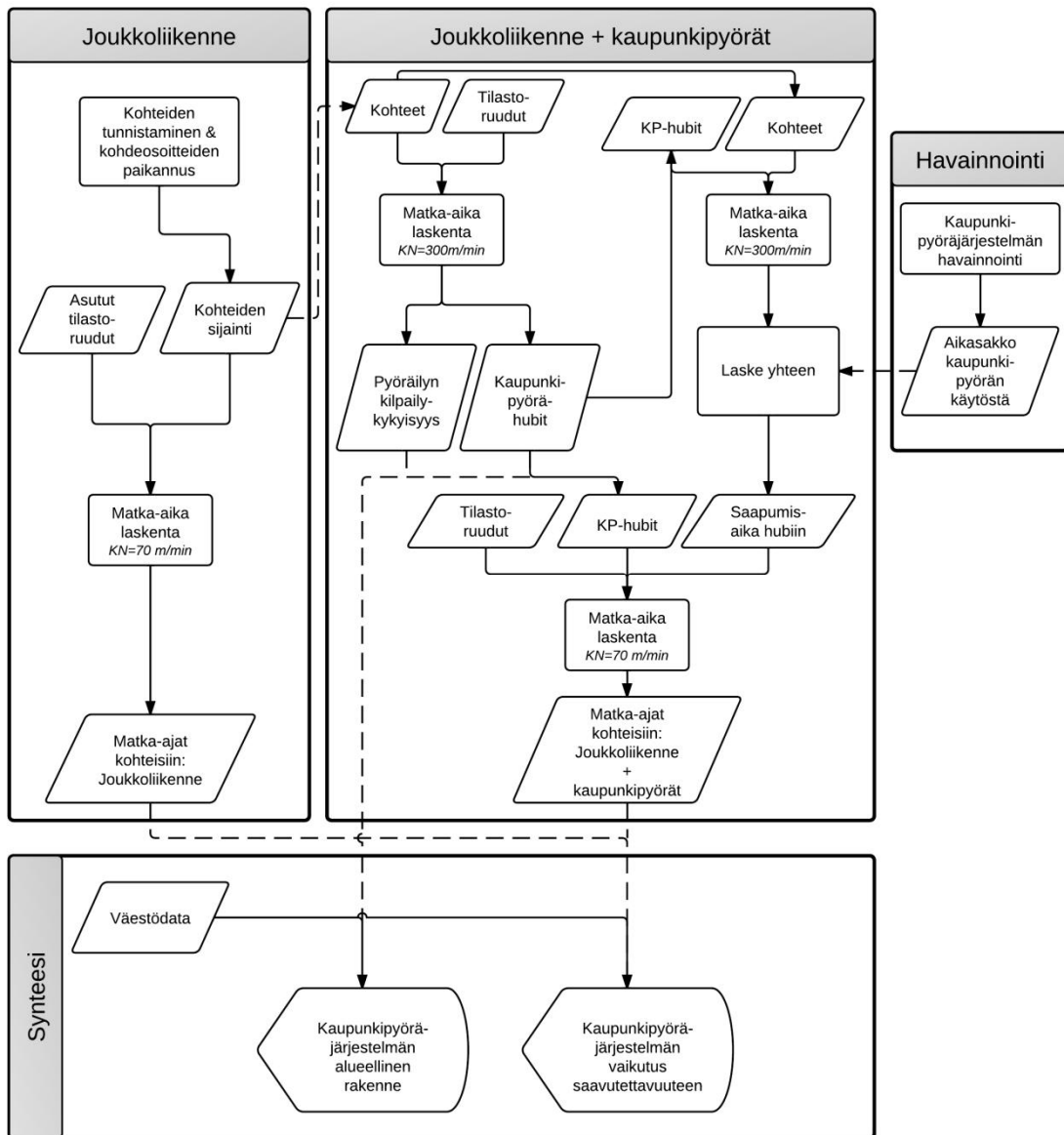
Pyöräilyolosuhteet kaupunkipyörien käyttöalueella ovat pääosin hyvät, vaikka Helsingin pyörätieverkko harvenee keskustaa kohti (Silfverberg 2011). Myös pyöräilyn kulkutapaosuus on kantakaupungissa (8 %) esikaupunkialueita (10 %) pienempi. Pyörätiekilometrejä alueella on silti kansainvälisestikin tarkasteltuna runsaasti (City of Copenhagen 2011), yhteensä yli 180 kilometriä, mikä vastaa noin 15 % koko Helsingin pyöräteistä. Vaikka pyöräteiden määrä toimii hyvänä kvantitatiivisena mittarina, ei se yksinään ole laadukkaiden pyöräilyolosuhteiden tausta. Kantakaupungin ongelmina nähdään muun muassa verkon hahmottamisvaikeus, ovelta ovelle-yhteyksien puute, pyöräteiden jatkumattomuus sekä jalankulun ja pyöräilyn yhdistäminen. Pitkään vallalla ollut suunnitteluperiaate pyöräilyn erottamisesta ajoneuvoliikenteestä on kuitenkin murtumassa ja pyöräily tunnistetaan yhä vahvemmin itsenäiseksi kulkumuodoksi (Silfverberg 2011). Suuriin pyöräilykaupunkeihin, Kööpenhaminaan ja Amsterdamiin, verrattuna myös Helsingin topografia ja ilmasto asettavat haasteen pyöräilylle. Sijainti meren rannalla 60° leveyspiirillä tarkoittaa kylmiä ja lumisia talvia ja paikoin mäkinen topografia hikistä selkää.



Kuva 11. Pääkaupunkiseudun joukkoliikennejärjestelmä.

## 4. Aineisto ja menetelmät

Tutkimuksen tekeminen jakautuu neljään osioon, joiden eteneminen on esitetty kuvassa 12. Jotta kaupunkipyöräjärjestelmän vaikutusta joukkoliikennejärjestelmään voitiin arvioida, tuli ensimmäiseksi selvittää joukkoliikenteen nykyiset matka-ajat. Tämän jälkeen selvitettiin samojen pisteparien väliset matka-ajat, jos joukkoliikennejärjestelmän lisäksi käytössä olisi kaupunkipyöräjärjestelmä. Tässä osiossa hyödynnettiin kenttähavainnoinnin aikana kerättyjä tietoja Lyonin ja Valencian kaupunkipyöräjärjestelmästä. Viimeisessä vaiheessa kahden joukkoliikennejärjestelmän matka-aikatietoja verrattiin toisiinsa.



Kuva 12. Tutkimuksen eteneminen (KN = kävelynopeus).

## 4.1. Aineistot

Tutkimusaineistot koostuvat julkisen sektorin tuottamista paikkatietoaineistoista sekä keräämistäni, eurooppalaisia kaupunkipyöräjärjestelmiä koskevasta materiaalista (taulukko 1). Pääkaupunkiseudun joukkoliikenteen ja kävelyn verkosto- ja aikataulutietokantaan päästiin käsiksi Helsingin seudun liikenteen reittihakupalvelu Reittioppaan ohjelmointirajapinnan (API) avulla. Alueen väestötietojen lähteenä oli uusien Helsingin seudun ympäristöpalveluiden tuottama SeutuCD. Vuoden 2009 SeutuCD:tä hyödynnettiin visualisoitaessa pääkaupunkiseudun joukkoliikennejärjestelmää ja etenkin suurimpia bussivirtoja. Kaupunkipyöräjärjestelmien toimintaa, kuten asemien sijoittelua ja lainaamiseen kuluva-aikaa, havainnointiin ja mitattiin Lyonissa sekä Valenciassa 26.9 – 8.10.2011. Näitä mittaustuloksia hyödynnettiin mallinnusparametrien asetuksessa.

Taulukko 1. Tutkimusaineistot

Aineisto	Alkuperä	Hyödyntäminen
Joukkoliikenteen & kävelyn verkostotietokanta	Reittiopas API/HSL	Matka-aikalaskennat
Väestötiedot	SeutuCD 2010/HSY	Väestö saavutettavuusvyöhykkeillä, matka-aikalaskennan lähtöpisteet
Joukkoliikennelinjasto	SeutuCD/2009	Joukkoliikennejärjestelmän visualisointi
Kaupunkipyöräjärjestelmän toimintaan liittyvät havainnot	Kenttämittaukset Lyonissa & Valenciassa	Mallinnusparametrien asetus
Seutukartta	SeutuCD 2010/HSY	Tulosten visualisointi

## 4.2. Menetelmät

### 4.2.1. Reittiopas API ja työkalut

Saavutettavuusanalyseissä hyödynnettiin reittihakupalvelu Reittioppaan reitti- ja aikataulutietokantoja. Reittiopas on Helsingin seudun liikenne -kuntayhtymän (HSL) tarjoama reittineuvontapalvelu Espoon, Helsingin, Kauniaisten, Keravan, Kirkkonummen sekä Vantaan alueella. Palvelun tarjoaja, HSL, vastaa joukkoliikenteen järjestämisestä, suunnittelusta sekä matkustajainformaatiosta jäsenkuntiensa alueella (Reittiopas käyttöohje 2012).

Reittiopas hakee optimaalisen joukkoliikennereitin lähtö- ja kohdepisteiden välillä käyttäjän valitsemana ajankohtana. Halutessaan käyttäjä voi asettaa myös tarkempia asetuksia tarkennetun reittihaun puolella (kuva 13). Tarkennetussa haussa käyttäjä voi vaikuttaa reitin



kauttakulkupisteeseen, kauttakulkupisteessä vietettävään aikaan, vaihtomarginaaliin, kävelynopeuteen, reittityyppiin, näytettävien reittien lukumäärään sekä käytettäviin lippuvyöhykkeisiin ja liikennevälinetyyppeihin (Reittiopas käyttöohje 2012, Reittiopas Tarkennettu haku 2011).

The screenshot shows the 'Tarkennettu haku' (Detailed search) interface of the Reittiopas application. It includes fields for origin ('Mistä'), destination ('Kautta'), and departure time ('Kello'). A calendar is visible for selecting the date. Below these are options for transfer margin ('Vaihtomarginaali'), walking speed ('Kävelynopeus'), and route type ('Reittityyppi'). There are also radio buttons for ticket types ('Lippuvyöhykkeet') and checkboxes for transport modes ('Käytettävät liikennevälineet'). At the bottom, there are options for the number of routes to show ('Näytä') and a search button ('Hae').

Kuva 13. Reittioppaan tarkennetun haun valintaikkuna.

HSL on mahdollistanut halukkaiden hyödyntää joukkoliikenne- ja kävelyaineistoja avaamalla ohjelmointirajapinnan Reittioppaan käyttämiin tietokantoihin (Reittiopas API 2011). Tässä tutkimuksessa hyödynnettiin paikannus- ja reittihakutyökaluja, jotka oli suunniteltu tekemään hakuja Reittioppaan tietokantoihin rajapinnan kautta (MetropAccess. 2012). Työkaluissa hyödynnettiin avoimen kehittäjäyhteisön ylläpitämiä tietokantoja sekä heidän laatimiaan koodinpätkiä (Raneksi/reittiopas 2012). Tämän lisäksi käytössä oli keskiarvotyökalu, joka laski reittitietojen keskiarvoja saaduista matkatiedoista. Reittioppaan rajapinnan toimintaa on esitetty tarkemmin kuvassa 14.

Rajapintaan tehtävät reittihaut ovat identtisiä Internetissä tehtäviin hakuihin. Niissä määritellään samaan tapaan lähtö- ja kohdepisteet, haluttu ajankohta sekä hakuasetukset. Hakutyökalujen avulla on kuitenkin mahdollista tehdä kymmeniä tuhansia reittihakuja vuorokaudessa ja saada tulokset analysointiin sopivassa muodossa. Kokonaisuudessaan tutkimuksessa tehtiin rajapintaa vasten yli miljoona reittihakua sekä muutama paikannushaku.



Kuva 14. Pääkaupunkiseudun reittihakupalvelu Reittioppaan tietokantojen hyödyntäminen rajapinnan avulla.

Paikannushaut toteutettiin siihen kehitetyllä työkalulla. Työkalun lähtötiedoiksi syötettiin tekstitiedosto, joka sisälsi paikannettavien kohteiden osoitteet (katuosoite + kaupunki). Haun seurauksena syntynyt tulostiedosto sisälsi osoitteiden koordinaatit KKK2 koordinaatistossa. Näitä koordinaatteja hyödynnettiin reittihakujen kohdepisteinä. Reittihakutyökalun lähtötiedoiksi syötettiin kaksi tekstitiedostoa, toisen sisältäessä tiedot lähtö-, ja toisen kohdekoordinaateista. Tämän jälkeen säädettiin reittihaun asetukset mieleiseksi. Tuloksena syntynyt tekstitiedosto sisälsi tiedot muun muassa lähtö- ja kohdekoordinaateista, reitin kestosta ja pituudesta, kävelymatkojen kokonais- ja osapituuksista, käytettyjen liikennevälineiden määrästä, ensimmäisestä ja viimeisestä pysäkestä sekä lähtö- ja saapumisajankohdasta. Keskiarvotyökalu hyödynsi edellä mainittuja reittihaun tulostiedostoja laskien yhdelle OD-parille tarjotuista reittivaihtoehdoista matkatietojen keskiarvot (MetropAccess 2012).

Tutkimuksen ajankohdaksi valittiin tavallinen arkipäivä, joksi tällä kertaa valikoitui keskiviikko 23.11.2011. Arkipäivien ja viikonlopun välistä vaihtelua ei näin tutkittu, vaikka se toki mielenkiintoista onkin joukkoliikennetarjonnan supistuessa lauantaisin ja etenkin sunnuntaisin. Tarkasteluajankohtia oli kaksi, aamuruuhka sekä alkuilt. Saavutettavuusanalyysit tehtiin siten, että perillä kohteissa tuli olla viimeistään kello 9:00 ja 20:00. Aineistokäsittelyn helpottamiseksi kellonaikoja käsiteltiin erillisinä tapauksina, joten kaikki seuraavissa kappaleissa esitetyt toimenpiteet tehtiin kummankin tarkasteluajankohdan osalta erikseen.

#### 4.2.2. Kohteet

Saavutettavuusmuutoksien tutkimiseksi kaupunkipyörien suunnitellulta käyttöalueelta valittiin yhteensä 16 kohdetta (taulukko 2, kuva 15). Kohteet valittiin pääasiallisesti siten että ne olisivat selkeitä palvelu- tai työpaikkakeskittymiä, jotta asukkaat todella haluaisivat saavuttaa kyseiset paikat sekä siellä sijaitsevat toiminnot. Näin kohteiksi valikoitui työpaikka-, opiskelu-, virkistys- ja keskusta-alueita sekä yksi kohde maantieteellisen kattavuuden vuoksi. Kohteille etsittiin mahdollisimman hyvin sijaintia kuvaavat osoitteet, jotka syötettiin lähtötiedoiksi paikannushakuun. Tulokseksi saatiin kohteiden sijainnit KKJ2 koordinaatistossa, joita hyödynnettiin reittihauissa.

Taulukko 2. Kohteet, paikannusosoitteet ja kohteen valintaperusteet

Kohde	Paikannuksessa käytetty osoite	Kohteen valintaperusteet
Fredrikintori	Fredrikintori	Monipuolinen keskusta-alue
Iso-Paja	Radiokatu 5	Työpaikka-alue
Itä-Pasila	Opastinsilta 12	Työpaikka-alue
Kaivopuisto	Iso Puistotie1	Virkistysalue
Kamppi	Fredrikinkatu 44	Ydinkeskusta
Kasarmitori	Kasarmikatu 19	Monipuolinen keskusta-alue
Kruununhaka	Liisankatu 4	Monipuolinen keskusta-alue
Kumpulankampus	Gustaf Hällströmin katu 2	Yliopistokampus
Linnanmäki	Sturenkatu 2	Suomen suurin matkailukohde
Meilahden kampus	Tukholmankatu 8	Yliopistokampus
Stockmann	Aleksanterinkatu 52	Ydinkeskusta
Sörnäisten tukkualue	Verkkosaarenkatu 1	Työpaikka-alue
Töölö	Mechelininkatu 34	Maantieteellinen kattavuus
Uimastadion	Uimastadion	Virkistyskohde
Vallilan työpaikka-alue	Teollisuuskatu 15	Työpaikka-alue
Vattuniemi	Melkonkatu 27	Työpaikka-alue



Kuva 15. Saavutettavuusanalyseissä käytetyt kohteet.

### 4.2.3. Joukkoliikennesaavutettavuuden mallintaminen

Joukkoliikenteen matka-aikojen mallintamiseen hyödynnettiin edellä kuvattua reittihakutyökalua. Reittihaun kohteiksi asetettiin edellisessä vaiheessa selvitetty kohdekoordinaatit. Lähtöpisteiksi valittiin kaikki pääkaupunkiseudun asutut 250 m x 250 m tilastoruudut, joita oli yhteensä 6906 kappaletta. Reittihaussa käytettiin Reittioppaan oletusasetuksia, jolloin kävelynopeus oli 70 m/min, haku antoi kolme reittivaihtoehtoa, kaikki liikennevälineet olivat käytettävissä, vaihdon marginaali oli 3 minuuttia ja kävelyn aikakustannus suhteessa joukkoliikenteeseen oli 1,2 (minuutin kävely valitaan yhtä herkästi

kuin 1,2 minuutin istuminen joukkoliikennevälineessä). Reittihaun tuloksena syntyi ehdotetuista reiteistä koostuva tekstitiedosto. Tätä tiedostoa käytettiin syöttötietona laskettaessa keskiarvotyökalulla jokaiselle lähtöpiste-kohdepisteparille (OD-pari) matka-ajan keskiarvo kolmesta tarjotusta reittivaihtoehdosta. Myös keskiarvotyökalun tuloksena syntyi uusi tekstitiedosto. Molemmat tekstitiedostot tuotiin MapInfoon, jossa yhdistettiin kaikki samaa OD-paria koskevat reittitiedot.

#### **4.2.4. Joukkoliikenteen ja kaupunkipyörien muodostaman yhdistelmän saavutettavuuden mallintaminen**

Joukkoliikenteen ja kaupunkipyörien yhdistelmän saavutettavuuden mallintamiseksi haluttiin ensimmäiseksi selvittää, missä kohtaa joukkoliikennematkaa pyöräily muuttuu joukkoliikennettä nopeammaksi vaihtoehdoksi. Tässä kohtaa matkaa matkustajan kannattaisi siis hypätä kulkuneuvosta pois ja pyöräillä loppumatka kohteeseen kaupunkipyörällä. Tämän selvittämiseksi reittihaun (reittihaku 1, kuva 16) lähtöpisteiksi valittiin samat 6906 tilastoruutua ja kohteiksi samat 16 kohdetta kuin edellisessä reittihaussa. Asetuksia sen sijaan viilattiin siten, että kävelynopeudeksi asetettiin pyöräilynopeus (300 m/min) ja Reittioppaan haluttiin tarjoavan vain yhden reittiehdotuksen. Näin kävelyt tapahtuivat pyöräilynopeudella, mikä muutti huomattavasti reittioppaan tarjoamia reittivaihtoehtoja. Muuten reittihaun asetukset jätettiin oletusarvoisiksi, joten kävelyn (pyöräilyn) aikakustannus oli edelleen 1,2 suhteessa joukkoliikenteen aikakustannukseen, mikä hillitsi hieman pyöräilyyn vaihtamisen innokkuutta. Tässä reittihaussa oltiin kiinnostuneita siitä, mikä muodostuisi joukkoliikennematkan viimeiseksi pysäkiksi, eli siksi pysäkiksi, jolta matkustaja lainaisi kaupunkipyörän käyttöönsä jos hän haluaisi optimoida matka-aikaansa. Näitä pysäkkejä kutsutaan tästä eteenpäin nimellä kaupunkipyörähubi.

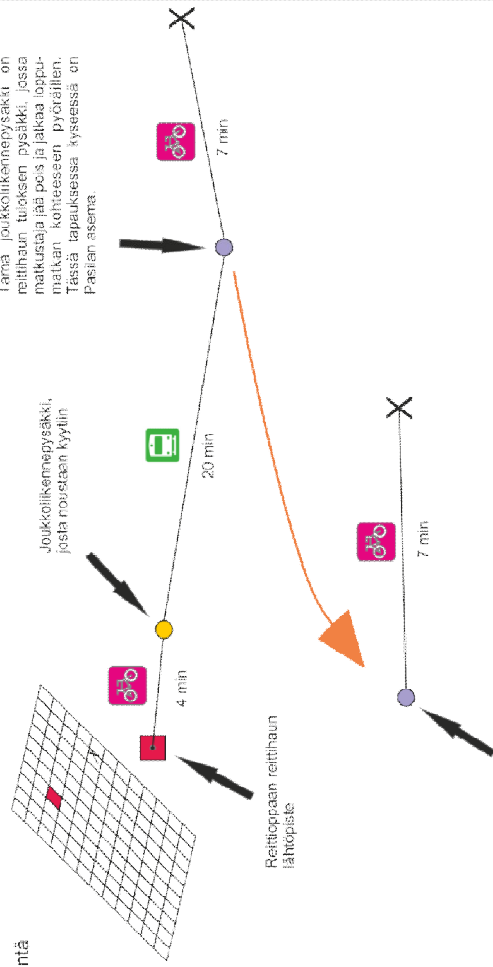
Matka-aikalaskennassa syntynyt yli 100 000 (6906 \* 16) rivin tekstitiedosto tuotiin MapInfoon, jossa se lajiteltiin kohteittain 16 osaan. Nämä 16 tietokantaa tallennettiin taulukoiksi ja tuotiin Exceliin. Excelissä kukin 16 taulukosta jaettiin edelleen osiin viimeisen pysäkin nimen mukaan ja tallennettiin omaksi tauluksi. Näin ollen tiedossa oli kunkin tilastoruutu-kohde OD-parin optimaalisen reitin viimeinen joukkoliikennepysäkki, kaupunkipyörähubi.

Tässä esimerkissä kuvataan miten joukkoliikenteen matka-aika on laskettu yksittäisessä tilastoruudusta Kumpulian kampukselle tilanteessa, jossa pääkaupunkiseudulla olisi käytössä kattava kaupunkipyöräjärjestelmä. Perillä Kumpulian kampuksella tuli olla klo 9:00.

### Reittihaku 1:

Kaupunkipyörähubiin etsintä

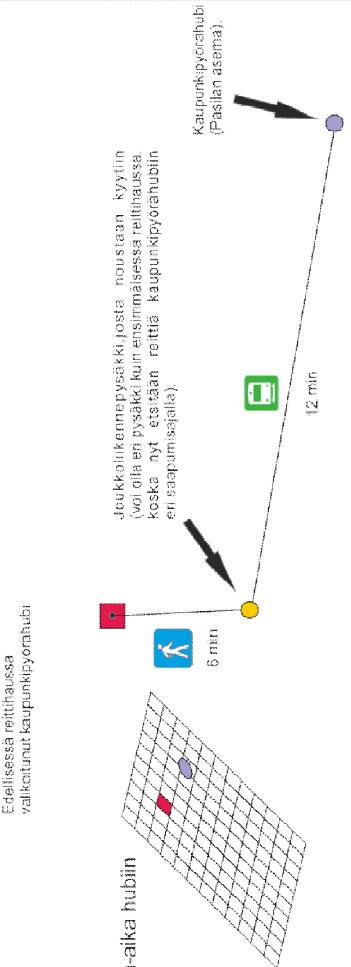
- Mäsiä: Tilastoruutu 4071
- Mihin: Kumpulian kampus
- Perillä kohteessa: 09:00
- Kävelynopeus: Pyöräilynopeus



### Reittihaku 2:

Saapumisaika hubiin

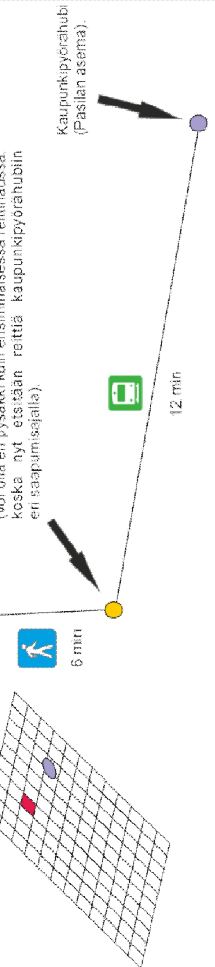
- Mäsiä: Pasilan asema
- Mihin: Kumpulian kampus
- Perillä kohteessa: 08:00
- Kävelynopeus: Pyöräilynopeus



### Reittihaku 3:

Joukkoliikenteen matka-aika hubiin

- Mäsiä: Tilastoruutu 4071
- Mihin: Pasilan asema
- Perillä kohteessa: 08:49
- Kävelynopeus: Kävelynopeus



Tämä reittiin perustella tiedetään, missä kokoa matkaa pyörällä muodostuu joukkoliikennettä nopeammaksi kulkumuodoksi. Tämä joukkoliikennepysäkki, Pasilan asema, muodostuu näin tilastoruutu 4071:n kaupunkipyörähubiin; matkaa Kumpulian kampukselle klo 9:00. Tämä pysäkki toimii seuraavien reittihakujen syöttötilana. Tulos ei sisällyseän koko matkan matka-aikaa sillä kävelynopeusasetuksen olemassa pyöräilynopeus, myös kävelymatka ensimmäiselle pysäkillä tehdään virheellisesti pyöräilynopeudella.

Pyöräilynopeus Pasilan asemalla Kumpulian kampukselle kestää 7 minuuttia. Kaupunkipyöräasemalla kävelyn, pyörän nostamiseen ja palautamiseen sekä palautus-asemalla lopulliseen kohteeseen kävelyn kulu yhteensä 3,7 minuuttia. Näin ollen Pasilan asemalla tulee olla klo 8:49, jotta Kumpulian kampukselle ehtii kello yhdeksäksi perille. Tämä kellonaika toimii syöttötilana seuraavassa reittihakussa.

Lisääntä reittihaku 3:n matka-aikaan (6 min + 12 min = 18 min) kaupunkipyörähubiin kohteeseen kuluu ajan (9:00 - 8:49 = 11 min) saatuaan kokonaismatka-aika (18 min + 11 min = 29 min) joukkoliikenteellä tilastoruudusta 4071 Kumpulian kampukselle klo 9 tilanteessa, jossa pääkaupunkiseudulla olisi käytössä kattava kaupunkipyöräjärjestelmä.

Kuva 16. Kaupunkipyöräjärjestelmän mallintamisessa tehdyt reittihakut.

Jokaisesta kohteen ja viimeisen pysäkin mukaan lajitellusta taulusta kopioitiin tilastoruutujen ID sekä tilastoruudun koordinaatit Microsoft Wordiin, jossa ne tallennettiin uudeksi tekstitiedostoksi. Näitä tekstitiedostoja hyödynnettiin myöhemmässä reittihaussa (reittihaku 3, kuva 16). Esimerkiksi Kumpulan kampukselle kuljettiin 24 kaupunkipyörähubin kautta kello yhdeksän tarkastelussa. Näin Kumpulaan suuntautuneiden matkojen (6906 kpl) tietokanta jaettiin 24 osaan. Kukin näistä 24 taulukosta sisälsi siis tiedot minkä kaupunkipyörähubin kautta mistäkin tilastoruudusta kuljettiin Kumpulan kampukselle. Osassa OD-pareja ei joukkoliikennettä käytetty lainkaan, jos koko matkan pyöräily ruudun keskipisteestä kohteeseen oli nopeampaa.

Jotta oli mahdollista mallintaa joukkoliikenteen ja kaupunkipyörien yhdistelmää kuvaavaa tilannetta, tarvittiin tietoja käytettävän hubin lisäksi siitä, mitkä olivat tämän hubin koordinaatit sekä mihin aikaan kyseisessä hubissa tuli olla, jotta perille kohteeseen ehtisi ajoissa. Hubien koordinaatit saatiin SeutuCD:ltä. Jokaisen käytetyn kaupunkipyörähubin koordinaattitiedot tallennettiin omiksi tekstitiedostoiksi, jotka toimivat myöhemmissä reittihauissa (reittihaut 2 ja 3, kuva 16) lähtö- ja kohdepisteinä.

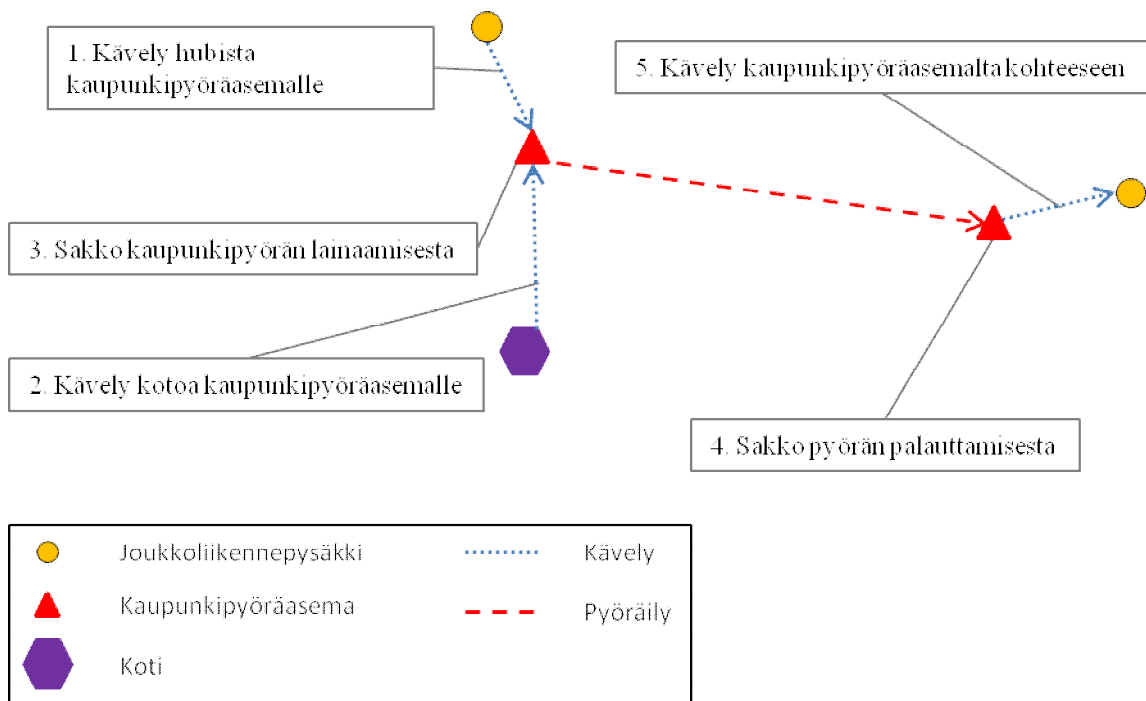
Seuraavaksi selvitettiin mihin aikaan hubissa piti olla keritäkseen kohteeseen ajoissa. Näin tehtiin reittihaku (reittihaku 2, kuva 16) hubeista kohteisiin asettaen kävely ainoaksi sallituksi kulkumuodoksi sekä asettamalla kävelynopeudeksi pyöräilynopeus. Tuloksiksi saatuihin matka-aikoihin lisättiin Lyonin ja Valencian havainnoinnin perusteella ”sakko” kaupunkipyörän noutamisesta ja palauttamisesta. Havainnoinnin perusteella voitiin todeta että vain ani harvassa tapauksessa kaupunkipyörän nouto kesti yli 30 sekuntia tai palautus yli 5 sekuntia, joten kyseiset arvot päätyivät mallinnuksen sakoiksi.

Aikaisempien selvitysten (HKL 2008; Jääskeläinen 2011a; Kauhanen & Moisio 2011) pohjalta tehtiin oletus että jokainen kohde sijaitsisi 150 metrin päässä lähimmästä kaupunkipyöräasemasta. Samoin oletettiin, että matkustaja joutuisi kävelemään ylimääräiset 100 metriä viimeiseltä joukkoliikennepysäkiltä kaupunkipyöräasemalle. Näin reittihaun (reittihaku 2, kuva 16) tuloksiin lisättiin ”sakkoa” vielä yhteensä 185 sekuntia. Jos koko matka tehtiin kaupunkipyörillä, sakkoa lisättiin vielä 86 sekuntia (100 m kävely nopeudella 70 m/min), sillä todennäköisesti kaupunkipyöräasema olisi kauempana asunnoista kuin joukkoliikennepysäkeistä tai toimintokeskittymistä. Vähentämällä viimeisimmästä mahdollisesta perillä oloajasta (klo 9 tai klo 20) hubista kohteeseen kuluneen pyöräilyajan sekä kaupunkipyörän käytöstä aiheutuneet sakot, saatiin tietää mihin aikaan hubissa tulisi olla.

Tämä asetettiin seuraavan reittihaun (reittihaku 3, kuva 16) saapumisajaksi. Sakkojen muodostuminen on kuvattu vielä taulukossa 3 sekä kuvassa 17.

Taulukko 3. Aikasakot kaupunkipyörien käytöstä

Toimenpide	Sakko sekunneissa
Matka viimeiseltä joukkoliikennepysäkillä kaupunkipyöraasemalle (1.)	86
Ylimääräinen kävelymatka kotoa kaupunkipyöraasemalle kun matka tehdään pelkästään pyöräillen (2.)	86
Kaupunkipyörän vuokraaminen asemalta (3.)	30
Kaupunkipyörän palauttaminen asemalle (4.)	5
150 m kävely kaupunkipyöraasemalta kohteeseen (5.)	99



Kuva 17. Aikasakkojen syntyminen mallinnuksessa suhteessa suoraan pyöräilymatkaan



Viimeinen reittihaku (reittihaku 3, kuva 16) tehtiin jälleen oletusasetuksilla, jossa lähtöpisteinä olivat tilastoruutujen keskipisteet ja kohteena kunkin ruudun oma kaupunkipyörähubi (joka siis vaihteli kohteen mukaan). Saapumisajaksi asetettiin se kellonaika, jolloin kyseisen ruutu-kohde OD-parin hubissa tuli olla, jotta kohteeseen kerkiäisi ajoissa perille. Tuloksena syntyneestä tekstitiedostosta laskettiin vielä keskiarvotyökalun avulla reittitietojen keskiarvot. Nämä kaksi tekstitiedosto yhdistettiin MapInfossa yhdeksi taulukoksi.

Tämän jälkeen olemassa olevan joukkoliikenteen ja joukkoliikenteen ja kaupunkipyöräyrien yhdistelmän reittitiedot yhdistettiin kohteittain yhteen taulukkoon MapInfossa. Näin syntyneet taulukot (32 kpl) tuotiin Exceliin, jossa niitä järjesteltiin uudelleen sekä laskettiin reittitietojen eroja vaihtoehtojen välillä. Lopuksi tulostaulukot tuotiin ArcMap-paikkatieto-ohjelmaan, jossa tuloksia visualisoitiin interpoloimalla ne IDW-menetelmällä matka-aika- ja matka-aikaeropinnoiksi. Tämän lisäksi ArcMapissa yhdistettiin matka- sekä kaupunkipyörähubitietoihin väestötietoja, jolloin oli mahdollista laskea suurimmat kaupunkipyörähubit, väestöpainotettu hyöty alueittain sekä väestön määrä eri saavutettavuusvyöhykkeillä.

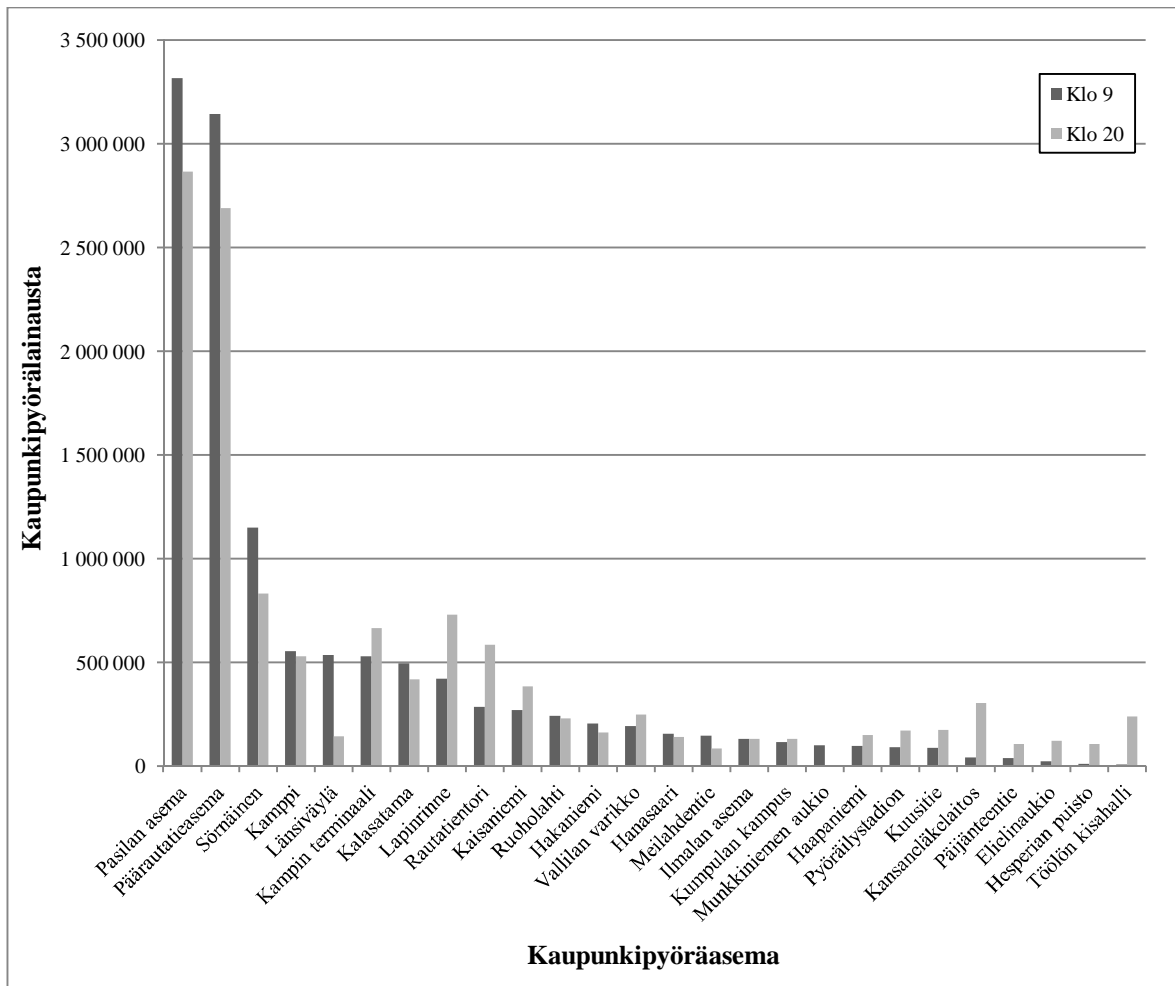
## **5. Tulokset**

### **5.1. Kaupunkipyöräjärjestelmän alueellinen rakenne**

#### **5.1.1. Suurimmat kaupunkipyörähubit**

Kuvissa 18 ja 19 on esitetty suurimmat kaupunkipyörähubit mallinnettujen lainauksien perusteella. Yksi lainaus tarkoittaa sitä, että yksi asukas on yhteen kohteeseen matkatessaan lainannut kyseiseltä joukkoliikennepysäkiltä kaupunkipyörän käyttöönsä. Mallinnettujen kaupunkipyörälainauksien kokonaismäärä on siis yli 32 000 000 (pääkaupunkiseudun väestö \* 16 kohdetta \* 2 kellonaikaa). Tulokseen vaikuttaa hienoisesti se, että mukana ovat myös ne matkat, joilla pelkkä joukkoliikenteen käyttö olisi ollut nopeampaa.

Ylivoimaisesti suurimmiksi kaupunkipyörähubeiksi nousevat kantakaupungin juna-asetat, Pasila ja Päärautatieasema. Pelkästään näistä kahdesta hubista tehdään yli kolmannes kaikista kaupunkipyörälainauksista, mikä kertoo osaltansa väestön sijoittumisesta ja tutkimuskohteiden sijainnista, mutta myös junaliikenteen tehokkuudesta. Yli miljoonan lainauksen kaupunkipyörähubejä ovat lisäksi suuret joukkoliikenteen solmukohtat Sörnäinen, Kampin terminaali, Lapinrinne sekä Kampin maan päällä sijaitseva bussiasema. Käytännössä kolme viimeistä voi käsittää myös yhdeksi Kampin kokonaisuudeksi. Suuria kaupunkipyörähubejä keskustan alueella ovat myös Rautatientori ja Kaisaniemi, kun ydinkeskustan ulkopuolella etenkin Kalasataman ja Ruoholahden metroasemat, sekä Länsiväylän bussipysäkki Länsiväylän ja Porkkalankadun risteyksessä näyttävät vilkkaina kaupunkipyörärien lainauspaikkoina.

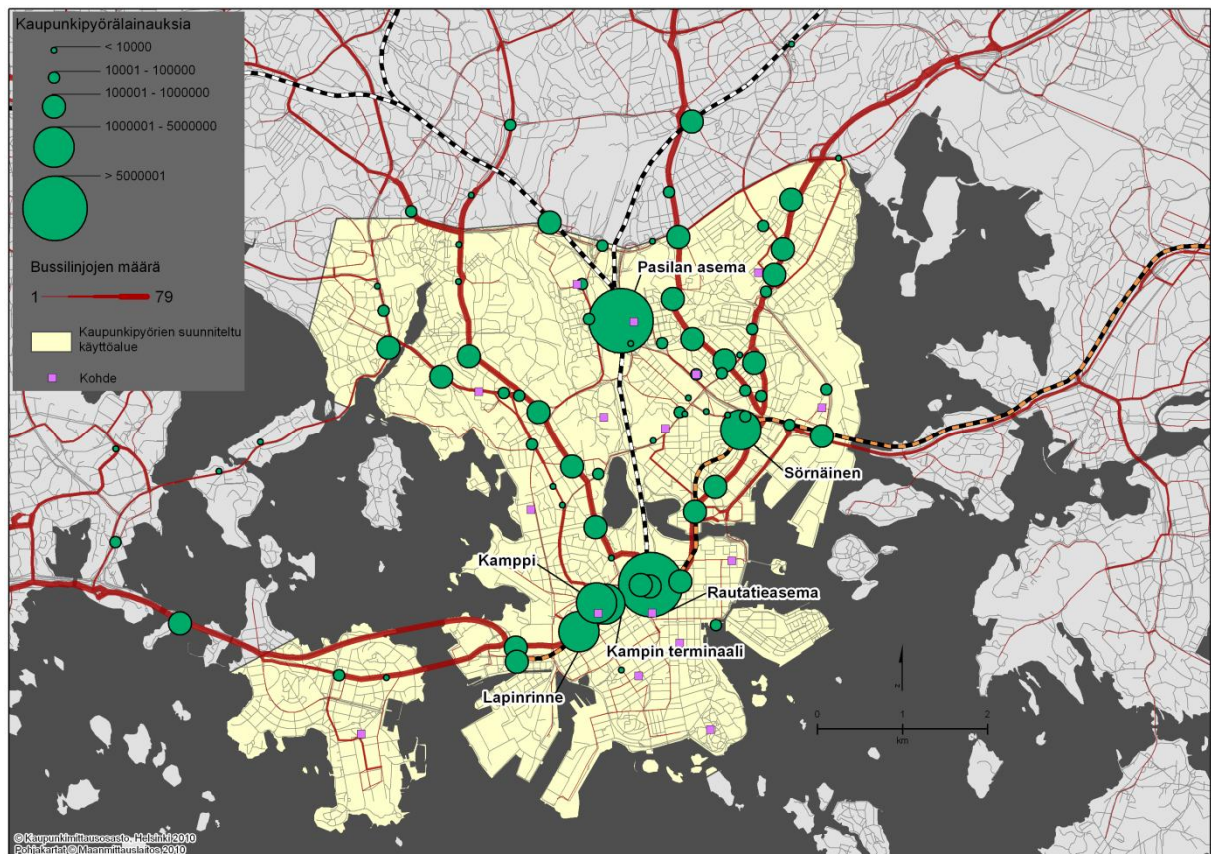


Kuva 18. Suurimmat kaupunkipyörähubit.

Jos kaupunkipyörän käyttö on mahdollista, saavutaan ydinkeskustaan siis käytännössä kahden pisteen, Kampin ja Päärautatieaseman, kautta. Keskustan ulkopuolella matkustajat vaihtavat kaupunkipyörään etenkin metroasemien ja parin suuren bussipysäkin yhteydessä. Tulos on suurelta osin hyvin looginen, sillä juna- ja metrolinjat kykenevät kuljettamaan suuria ihmismääriä nopeasti paikasta toiseen. Nopeudesta johtuen niiden pysäkkiväli on kuitenkin suuri, minkä johdosta etäisyydet lähimmälle asemalle saattavat muodostua suuriksi. Kaupunkipyörät näyttäisivätkin tarjoavan hyödyllisen vaihtoehdon matkan jatkamiseen lopulliseen määränpäähän. Tulos kuvaa kantakaupungin joukkoliikennejärjestelmää myös laajemmin. Jos Kalasadaman ja Ruoholahden metroasemien välille vetää suoran viivan, ei linjan eteläpuolelta nouse esiin ainoatakaan suurta kaupunkipyörähubia, vaikka mallinnuksen kohteitakin sijaitsee siellä peräti viisi kappaletta. Joukkoliikennejärjestelmän tehokkain osa ei siis ulotu tätä linjaa etelämmäs. Joukkoliikenteen päävirtojen ulkopuolelta esiin nousee vain yksittäisiä ja pieniä kaupunkipyörähubia. Näin voidaan todeta että valtaosa

joukkoliikenne-kaupunkipyörä vaihdoista tehtäisiin noin parillakymmenellä kaupunkipyörähubilla, 5 - 7 joukkoliikennesuonen varrella.

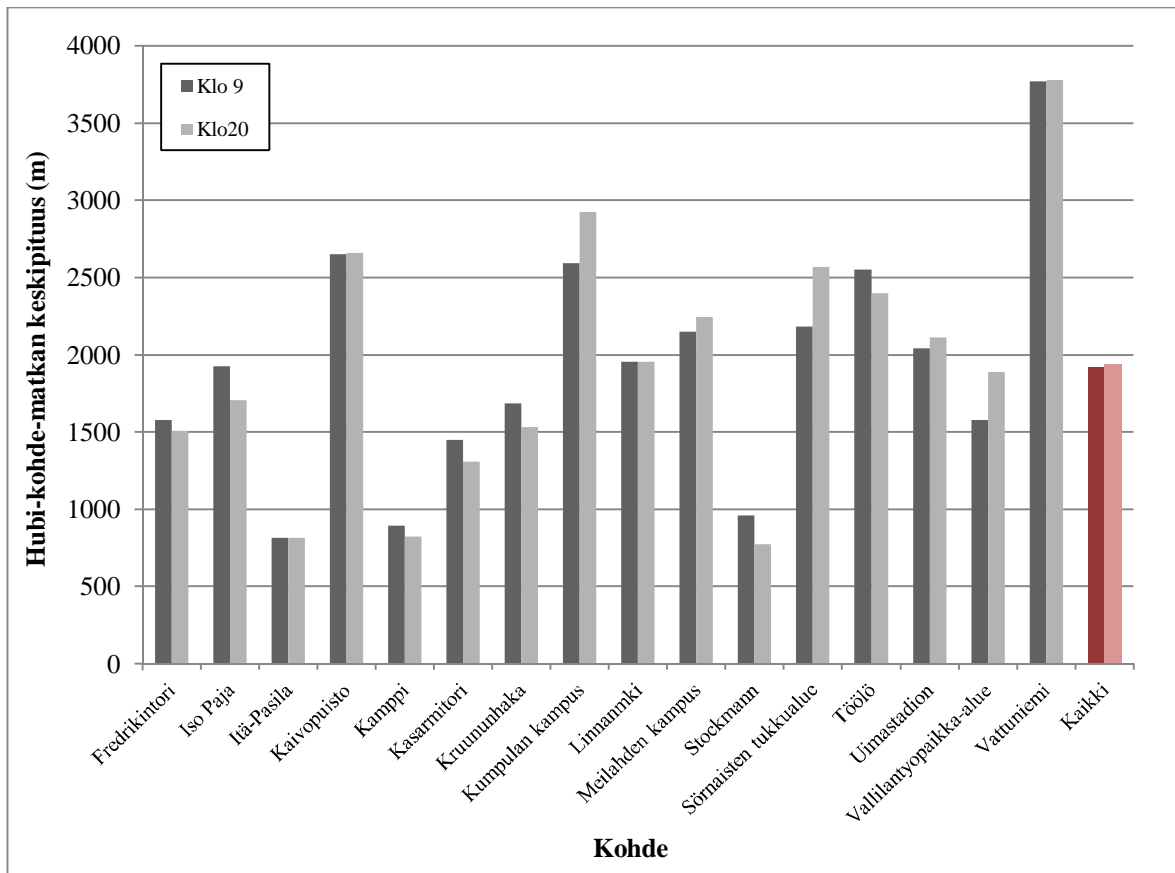
Kellonaikojen väliset erot ovat paikoin hyvin selkeitä, mutta suurimpien kaupunkipyörähubien järjestykseen se ei juurikaan vaikuta. Lainausten väheneminen juna- ja metroasemilla saattaa johtua muun joukkoliikenteen kilpailukyvyn kasvusta iltaa kohti.



Kuva 19. Kaupunkipyörähubit ja lainausmäärät yhteensä.

### 5.1.2. Kaupunkipyörämatkojen pituudet

Hypättyään pois julkisesta liikenteestä jää matkustajalle keskimäärin vajaan kahden kilometrin matka kuljettavaksi (kuva 20). Pääosin tämä matka taitetaan kaupunkipyörällä, mutta mukaan on laskettu myös kävelyt pyörän noudon ja palautuksen yhteydessä. Näin *pyöräiltävän* matkan pituudeksi tulee reilut 1,5 kilometriä, jota voidaan pitää varsin ”poljettavana” etäisyytenä. Matkojen keskipituuden vaihteluväli on huomattavan suuri, keskipituuden vaihdellessa Itä-Pasilan 800 metristä Vattuniemen vajaan 4 kilometriin. Vattuniemeä lukuun ottamatta pyörämatkojen keskipituudet jäävät kuitenkin selkeästi alle kolmen kilometrin.



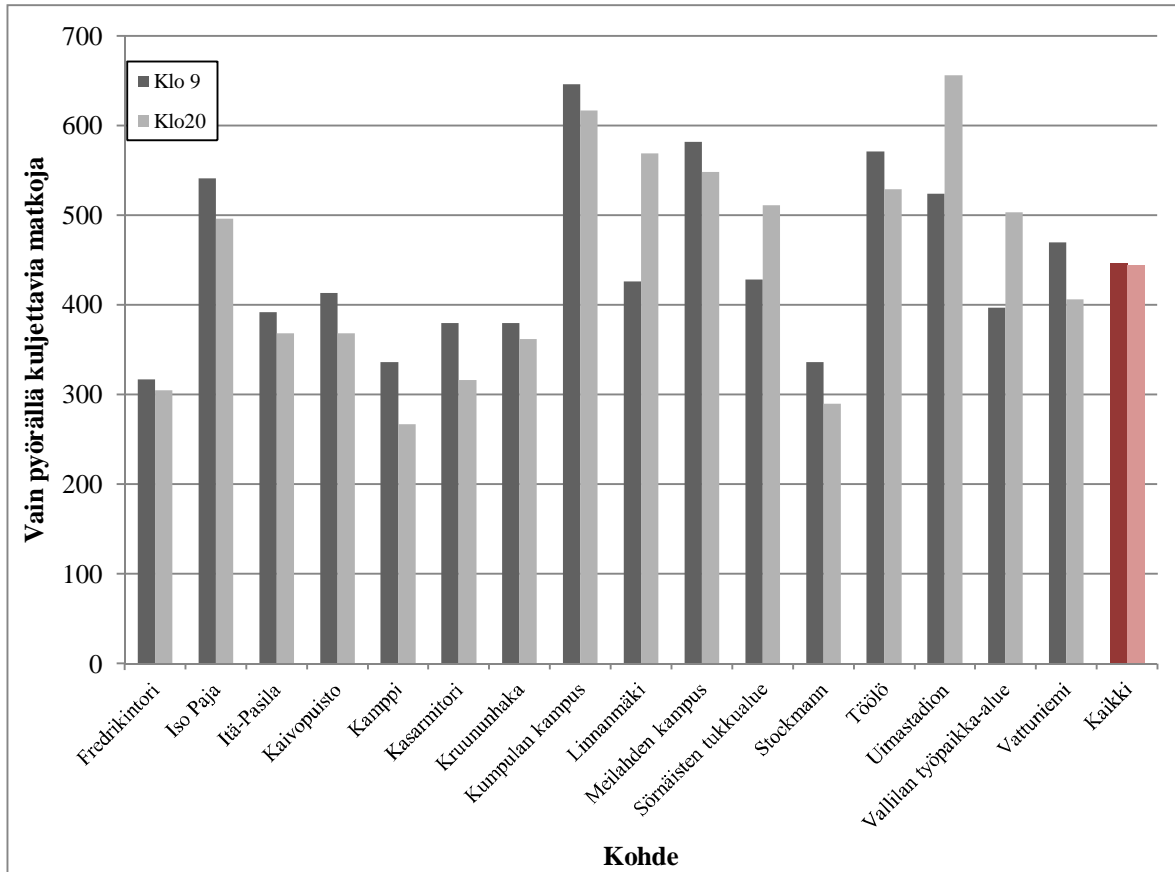
Kuva 20. Keskimääräisten matkojen pituudet kaupunkipyörähubista kohteisiin kellonajoittain ja kohteittain.

Poljettavan matkan pituus näyttää riippuvan pitkälti kohteen sijainnista suhteessa joukkoliikennejärjestelmään. Pyöräilymatkat joukkoliikennejärjestelmän ”hot spoteissa” sijaitseviin Kamppiin, Stockmannille ja Itä-Pasilaan ovat selkeästi lyhyempiä kuin muihin kohteisiin. Kun etäisyys suurimpiin kaupunkipyörähubeihin kasvaa, kasvaa myös poljettavan matkan keskipituus. Keskimääräisten pyöräilymatkojen pituudet ovat lähes yhteneviä aamuruuhkassa ja alkuillassa. Tulokseen vaikuttaa hienoisesti se, että mukana tarkastelussa ovat myös ne matkat, joilla kaupunkipyörän käyttö ei tuo aikasäästöä. Lisäksi mallinnuksessa kaupunkipyörällä tehdään runsaasti lyhyitä matkoja, joilla kaupunkipyörän käyttö ei olisi mielekästä, kuten matka Pasilan asemalta Itä-Pasilaan.

### 5.1.3. Pyöräilyn kilpailukyky suhteessa joukkoliikenteeseen

Pyöräily on kantakaupungin alueella usein joukkoliikennettä nopeampi kulkumuoto (kuvat 21 ja 22). Kuvassa 21 on esitetty tilastoruutujen määrä kohteittain, joista matkan tekeminen pyöräillen on joukkoliikennettä nopeampaa. Aluepohjaisessa tarkastelussa pyöräily näyttyy joukkoliikennettä kilpailukykyisempänä keskimäärin noin 450 tilastoruudun kohdalla. Näin ollen pyöräily on joukkoliikennettä nopeampi kulkumuoto keskimäärin 28 km<sup>2</sup> suuruisella

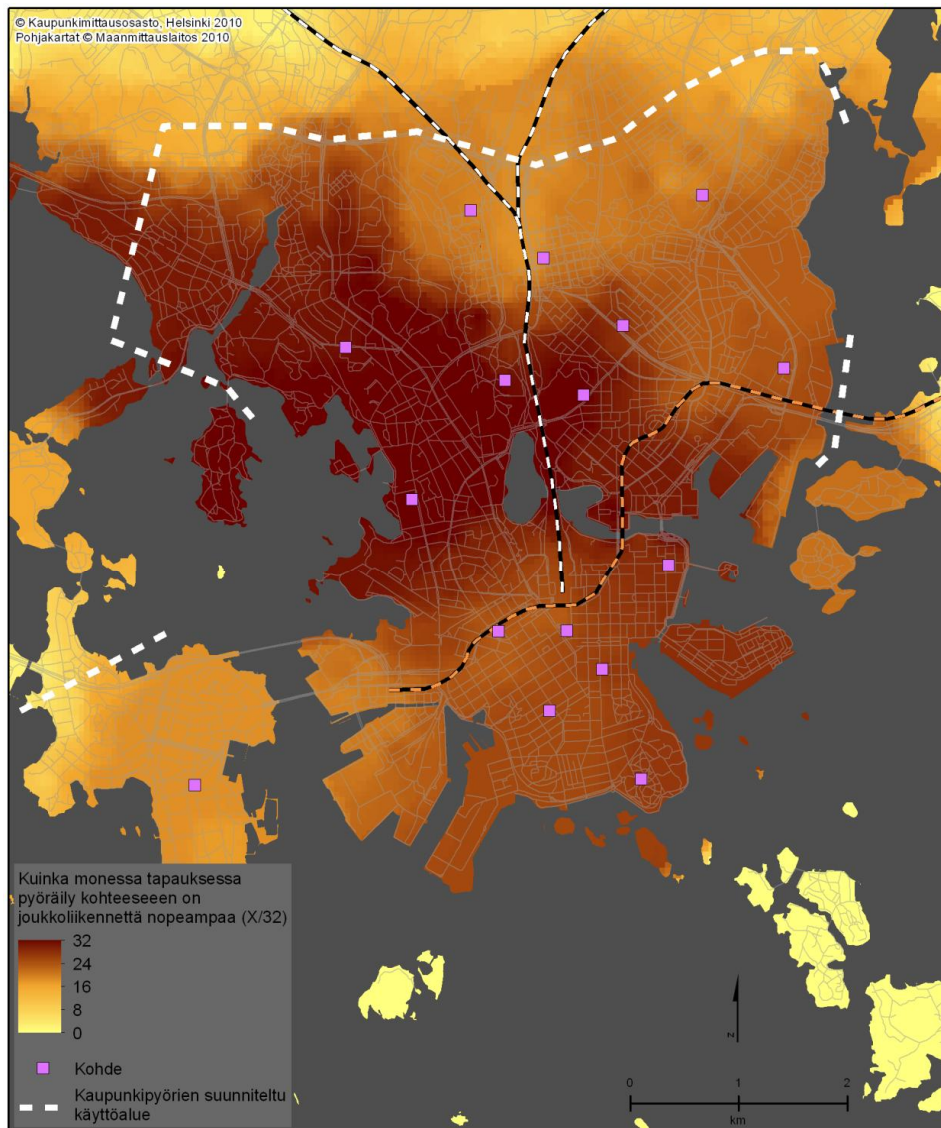
alueella kohteen ympäristössä. Jos tämä alue kuvitellaan neliön muotoiseksi, olisi sen sivun pituus reilut viisi kilometriä. Alueen koon hahmottaa helposti vertailemalla sitä esimerkiksi kaupunkipyörien suunniteluun käyttöalueeseen, joka on kooltaan noin 32 km<sup>2</sup> (esimerkiksi kuva 19).



Kuva 21. Tilastoruutujen määrä kohteittain ja kellonajoittain, joista pyöräily kohteeseen on nopeampaa kuin joukkoliikenne.

Kohteiden keskinäisiin suhteisiin vaikuttaa merkittävästi kohteen sijainti suhteessa mereen, sillä esimerkiksi kaikki Kaivopuistoon suuntautuvat matkat tulevat väkisinkin pohjoisesta eivätkä tasaisesti kohteen ympäriltä. Myös tarkasteltavan kohteen kaupunkirakenteellisella sijainnilla näyttäisi olevan vaikutus alueen kokoon, josta pyöräily on joukkoliikennettä nopeampi vaihtoehto. Lähellä ydinkeskustaa tai suurta joukkoliikennekeskittymää sijaitsevien kohteiden osalta tämä alue on pienempi, alueen kasvaessa ”syrjemmässä” sijaitsevien kohteiden kohdalla. Pyöräilyn kilpailukyky on 75 % kohteita heikompia illalla kuin aamulla, mikä saattaa johtua ruuhkien vähentymisestä iltaa kohti. Väestöllisesti tarkasteltuna keskimäärin noin 175 000 asukkaan on aina nopeampaa käyttää pyörää kuin joukkoliikennettä kantakaupungin alueella liikkuessa.

Kuvassa 22 on tarkasteltu pyöräilyn kilpailukykyä suhteessa joukkoliikenteeseen alueellisesti. Se kuvaa kuinka moneen kohteeseen (kahtena kellonaikana) alueelta on nopeampaa pyöräillä kuin käyttää joukkoliikennettä. Pyöräilyn kilpailukyky näyttyy hyvin suurena etenkin Töölön, Meilahden, Ruskeasuon ja Munkkiniemen alueella. Näiltä alueilta pyöräily kohteisiin on joukkoliikennettä nopeampaa ainakin kolmessa tapauksessa neljästä. Lähes koko kantakaupungin alueella pyöräily on joukkoliikennettä nopeampi kulkumuoto vähintäänkin kahtenkymmeneen kohteeseen 32:sta matkustettaessa. Luonnollisesti alueen sijainnilla suhteessa kohteisiin on merkittävä vaikutus tulokseen.



Kuva 22. Pyöräilyn kilpailukyky suhteessa joukkoliikenteeseen.

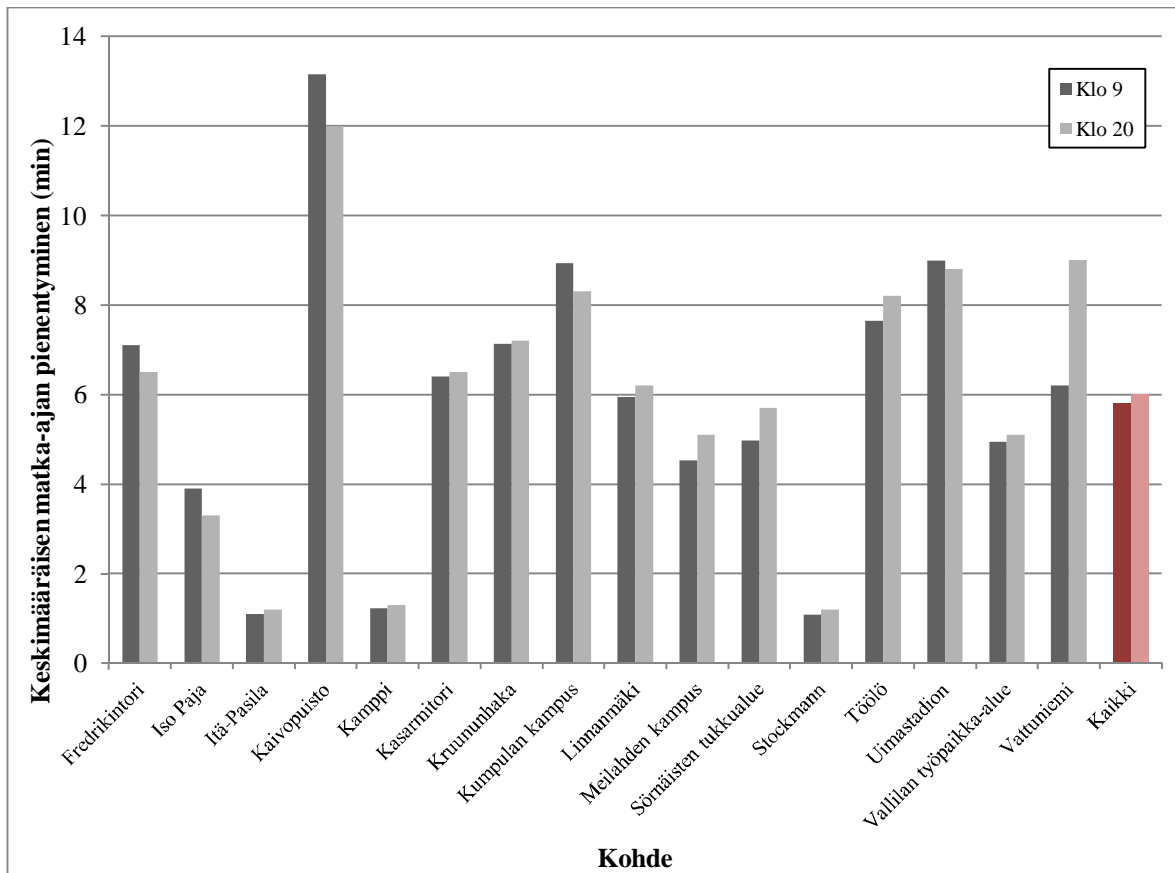
## **5.2. Kaupunkipyöräjärjestelmän vaikutus joukkoliikenteen saavutettavuuteen pääkaupunkiseudulla**

Kaupunkipyöräjärjestelmän vaikutusta saavutettavuuteen tarkastellaan tässä osiossa ajallisesti, väestöllisesti sekä alueellisesti. Matka-aika- ja torkkuindeksitarkastelut on tehty tilastoruuutopohjaisesti, joten tuloksia ei ole painotettu ruudussa asuvan väestön perusteella. Alueellisia vaikutuksia kuvataan kolmen kohteen, Stockmannin, Vallilan työpaikka-alueen ja Kumpulan kampuksen, kautta. Nämä kolme kohdetta edustavat hyvin tuloksissa esiin nousseita kolmea kaupunkirakenteellisen sijainnin kategoriaa. Stockmann edustaa joukkoliikenteen ”hot spotissa” sijaitsevaa aluetta, jonka saavutettavuus muuttuisi kaupunkipyöräjärjestelmän myötä vain hieman. Vallilan työpaikka-alue edustaa kantakaupungin semiperiferiaa, jonka saavutettavuus muuttuisi kohtalaisesti ja Kumpulan kampus reuna-alueita, joiden kohdalla saavutettavuusmuutokset olisivat suuria. Näiden kolmen kohteen saavutettavuus olemassa olevalla joukkoliikennejärjestelmällä ja kaupunkipyörin täydennetyllä järjestelmällä on kuvattu liitteessä 1.

### **5.2.1. Keskimääräisen matka-ajan muutos**

Kantakaupungin saavutettavuus julkisella liikenteellä parantuisi selkeästi laajamittaisen kaupunkipyöräjärjestelmän myötä. Keskimäärin matka-ajat kohteisiin pienenisivät noin kuudella minuutilla (kuva 23). Erityisesti hieman joukkoliikenteen solmukohdista syrjässä sijaitsevien kohteiden kuten Kaivopuiston, Uimastadionin, Kumpulan kampuksen ja Töölön saavutettavuus paransi huomattavasti. Esimerkiksi matka-aika Kaivopuistoon lyhenisi jokaisesta tilastoruuudusta keskimäärin yli 12 minuutilla. Sen sijaan lähellä suuria joukkoliikennevirtoja sijaitsevien kohteiden saavutettavuus ei juurikaan muuttuisi. Matka-ajat Stockmannille, Kamppiin ja Itä-Pasilaan pienenisivät vain noin minuutilla. Erot aamuruuhkan ja alkuillan välillä ovat hyvin pieniä, suurimmillaankin vain minuutin luokkaa.

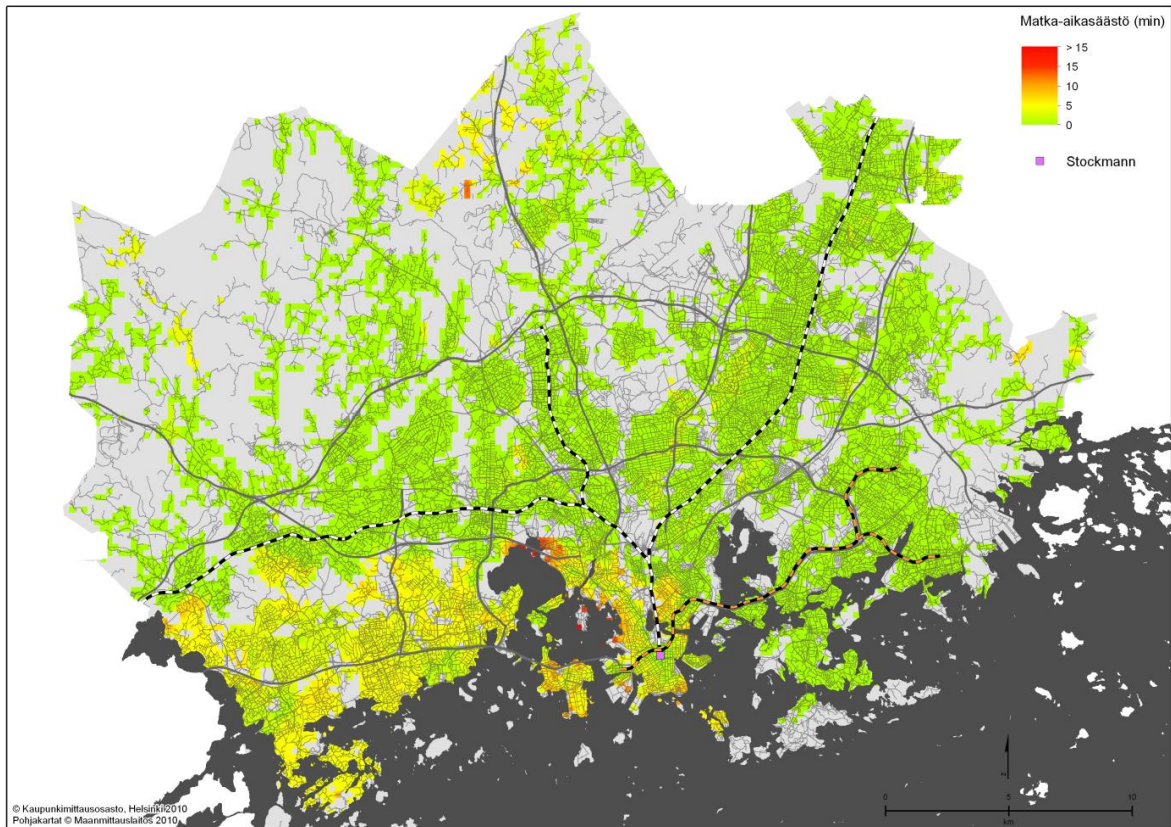




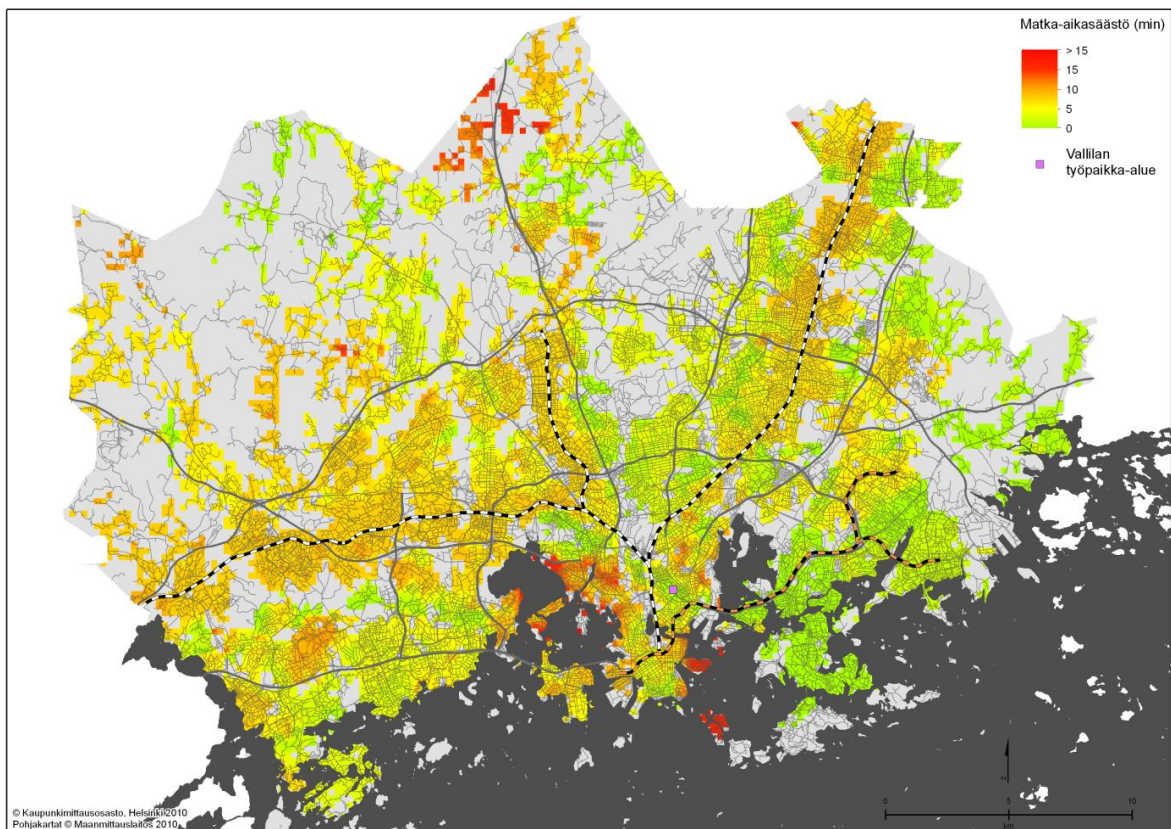
Kuva 23. Kaupunkipyöräjärjestelmän vaikutus saavutettavuuteen: Keskimääräisen matka-ajan muutos kohteittain ja kellonajoittain.

Alueellisesti tarkasteltuna matka-ajan muutokset vaihtelevat voimakkuudeltaan sekä laajuudeltaan huomattavasti kohteittain. Raideliikenteen vaikutusalueilta Stockmannille kuljettaessa matka-aika ei juurikaan pienene, mikä johtuu todennäköisesti Stockmannin hyvästä sijainnista suhteessa juna- ja metroasemiin (kuva 24). Sen sijaan matka-ajat pienenevät Stockmannin lähialueilla sekä Etelä-Espoossa, joskin vain hienoisesti. Lähialueilla kaupunkipyörä on todennäköisesti kilpailukykyinen hitaisiin raitiovaunuihin ja ruuhkassa kulkeviin busseihin verrattuna, kun taas valtaosa Espoon busseista saapuu Kamppiin, josta matkan jatkaminen kaupunkipyörällä on kävelyä nopeampaa.

Vallilan työpaikka-alueelle matkustettaessa kaupunkipyöräjärjestelmästä hyötyisivät etenkin rautateiden varsien asukkaat (kuva 25). Matka-ajat pienentyisivät noin 7,5 minuuttia suuresta osaa Ranta-, ja Päärataa sekä Martinlaakson rataa. Vielä suuremmat säästöt koituisivat Suomenlinnan, Katajanokan, Munkkiniemen ja Pohjois-Vantaan asukkaille. Sen sijaan esimerkiksi metroradan varressa matka-aikasäästöt olisivat huomattavasti pienempiä.

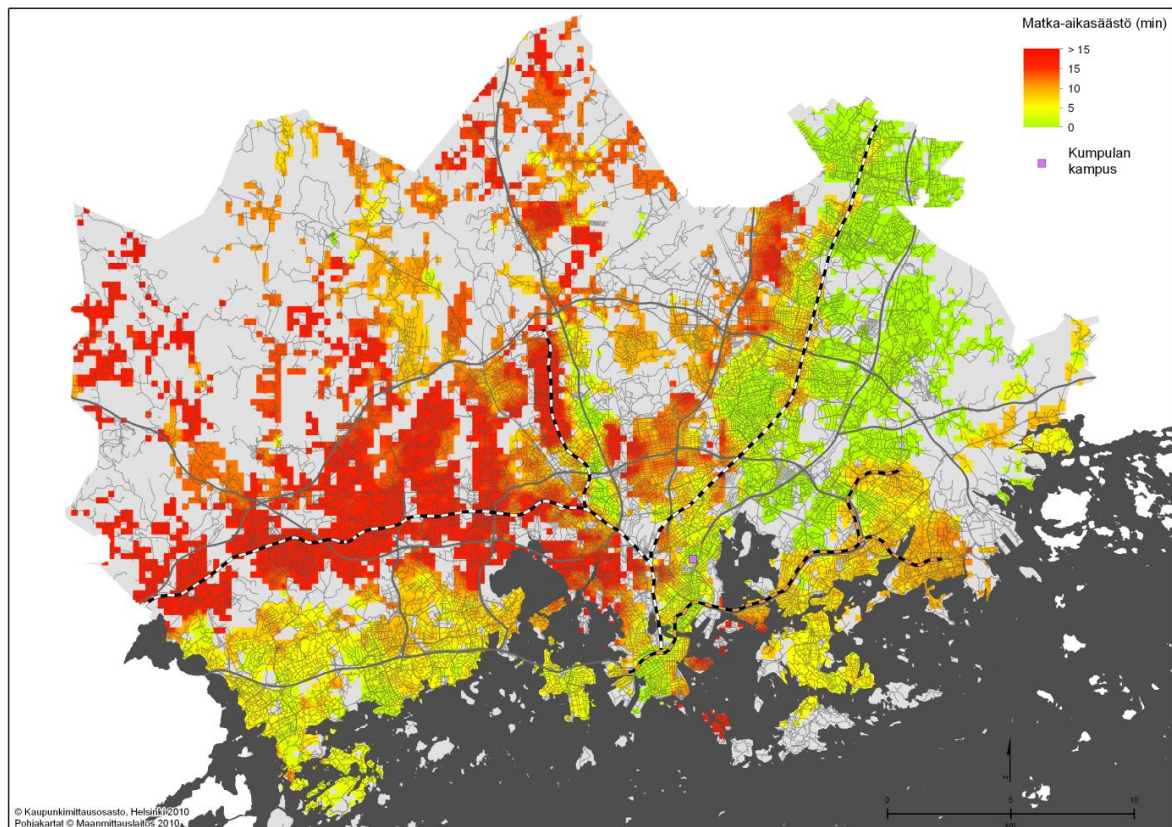


Kuva 24. Keskimääräinen matka-aikasäästö Stockmannille aamuruuhkassa.



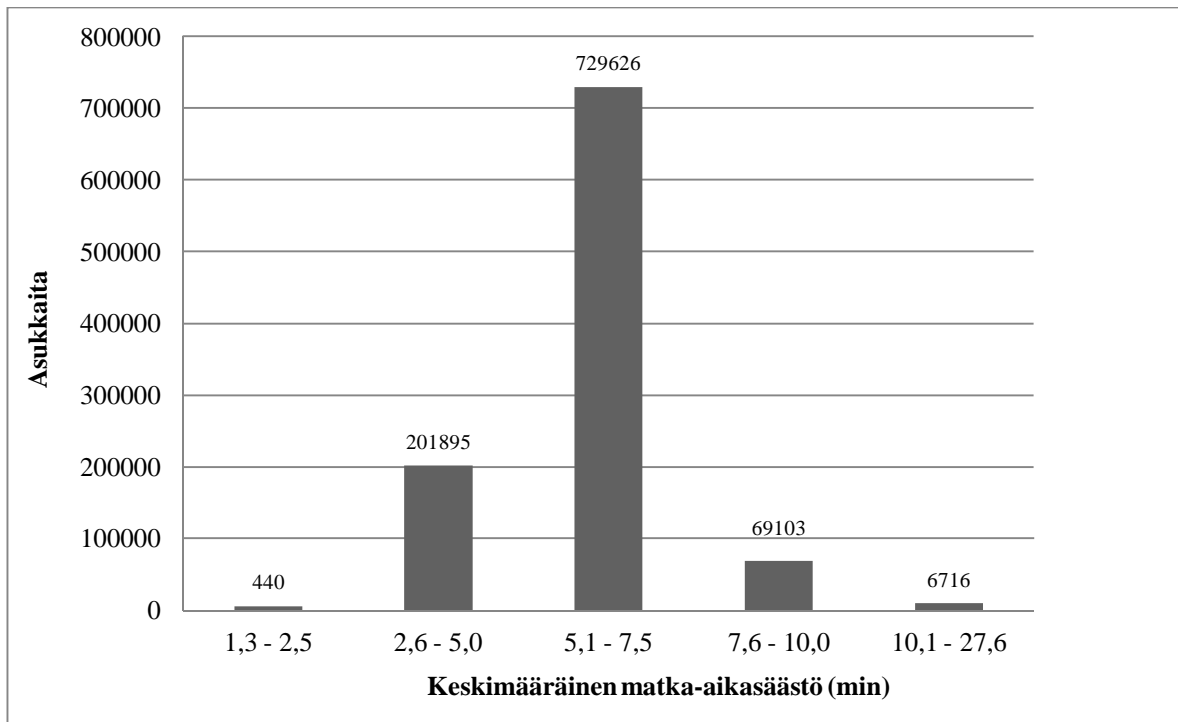
Kuva 25. Keskimääräinen matka-aikasäästö Vallilan työpaikka-alueelle aamuruuhkassa.

Matka-ajat Kumpulan kampukselle aamuruuhkassa pienenisivät kaupunkipyöräjärjestelmän myötä keskimäärin noin 9 minuuttia (kuva 26). Erityisesti hyötyjä koituisi Rantaradan ja Martinlaakson rataa hyödyntäville asukkaille sekä Vantaan ja Espoon syrjäseuduille. Näiltä alueilta joukkoliikenteen matka-ajat pienentyisivät monin paikoin yli 15 minuuttia, kun Pasilan asemalta matkaa voisi jatkaa pyöräillen. Myös itäisestä Helsingistä ja Eteläisestä Espoosta saavuttaisi Kumpulan aiempaa paremmin, mutta Pääradan ja Lahdenväylän suunnista matka-aikaerot olisivat pääosin pieniä.

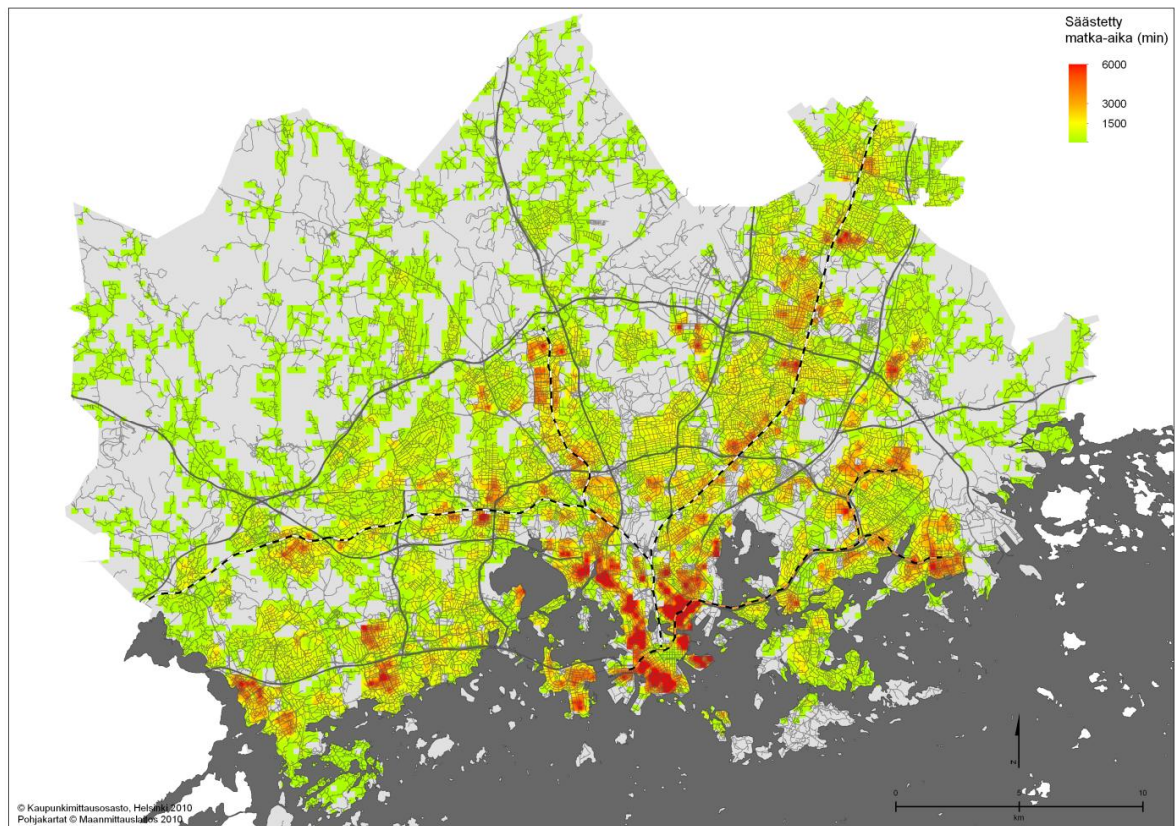


Kuva 26. Keskimääräinen matka-aikasäästö Kumpulan kampukselle aamuruuhkassa.

Valtaosalle pääkaupunkiseudun asukkaita kaupunkipyöräjärjestelmä tarkoittaisi matka-aikojen lyhenemistä kantakaupunkiin noin 6 minuutilla, kun tarkastellaan kantakaupungin saavutettavuutta kaikkien 16 kohteen avulla. (kuva 27). Yli kymmenen minuutin matka-aikasäästöjä koituisi vain noin puolelle prosentille pääkaupunkiseudun asukkaita. Väestöpainotetussa aluetarkastelussa suurimmat hyödyt kohdistuisivat kantakaupungin ja raideliikenteen varsien tiiville alueille (kuva 28).



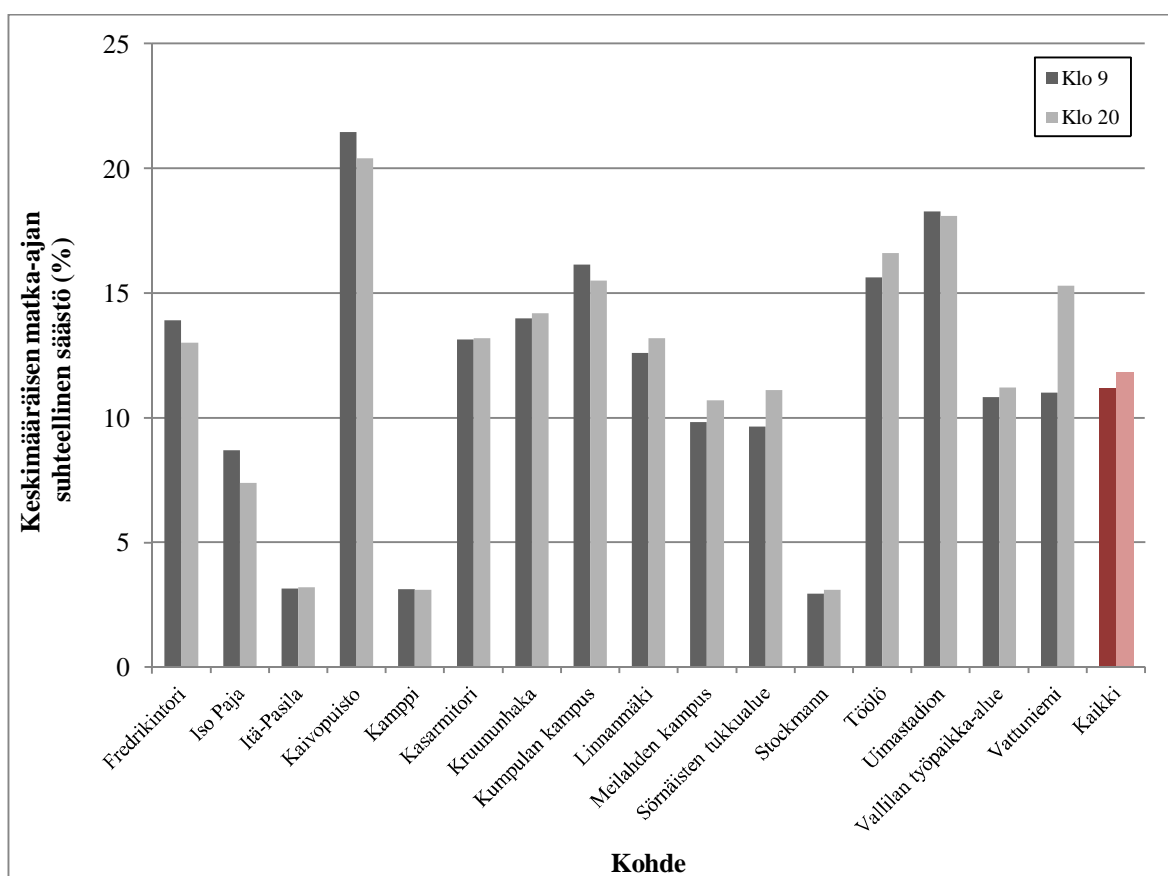
Kuva 27. Asukkaiden määrä eri keskimääräisen matka-aikasäästön alueilla.



Kuva 28. Säästetty matka-aika alueittain (matka-aikasäästö \* väestö).

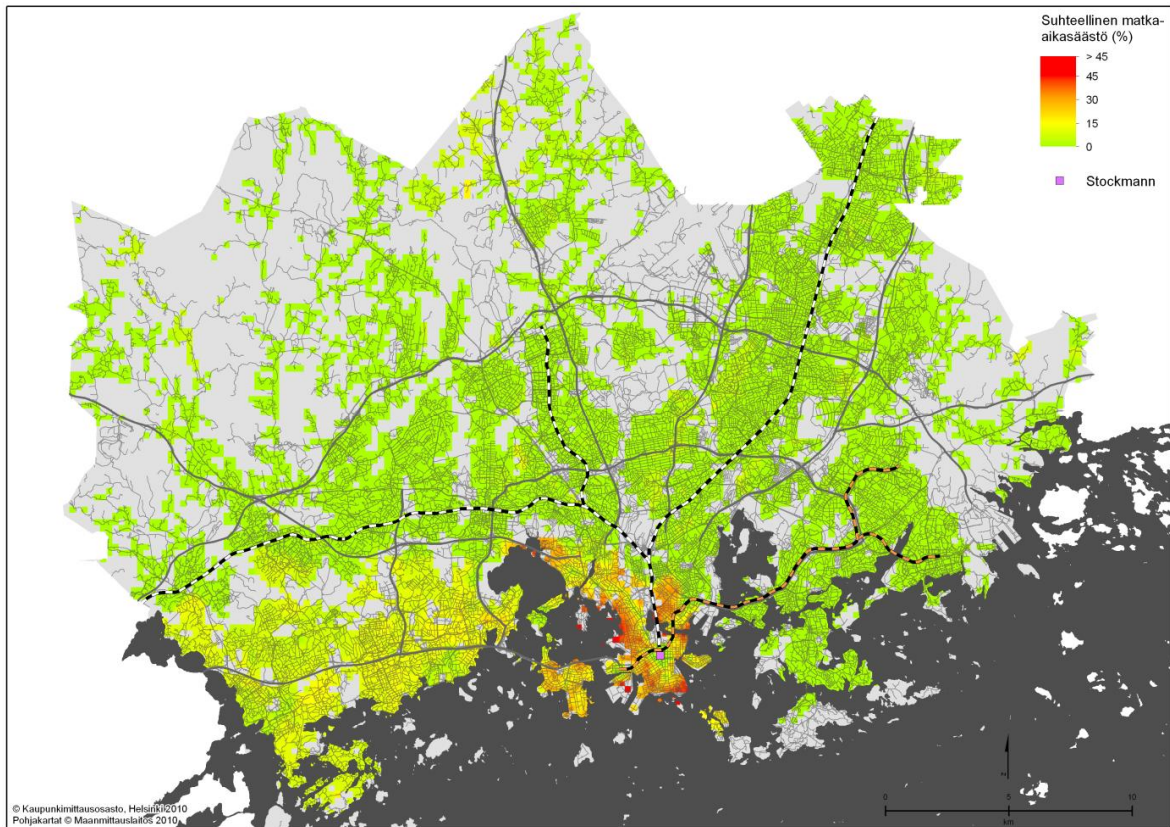
### 5.2.2. Suhteellisen matka-ajan muutos

Joukkoliikenteen matka-ajat kantakaupunkiin pienenisivät kaupunkipyöräjärjestelmän myötä noin 10 prosentilla, mitä voidaan pitää merkittävänä parannuksena (kuva 29). Kuten absoluuttisten muutosten kohdalla, suurimmat matka-ajan säästöt syntyisivät matkoilla Kaivopuistoon, Uimastadionille, Töölöön ja Kumpulan kampukselle, toisin sanoen suurimpien joukkoliikennevirtojen ulkopuolella sijaitseviin kohteisiin. Stockmannin, Kampin ja Itä-Pasilan kohdalla säästöt olisivat puolestaan olemattomia.



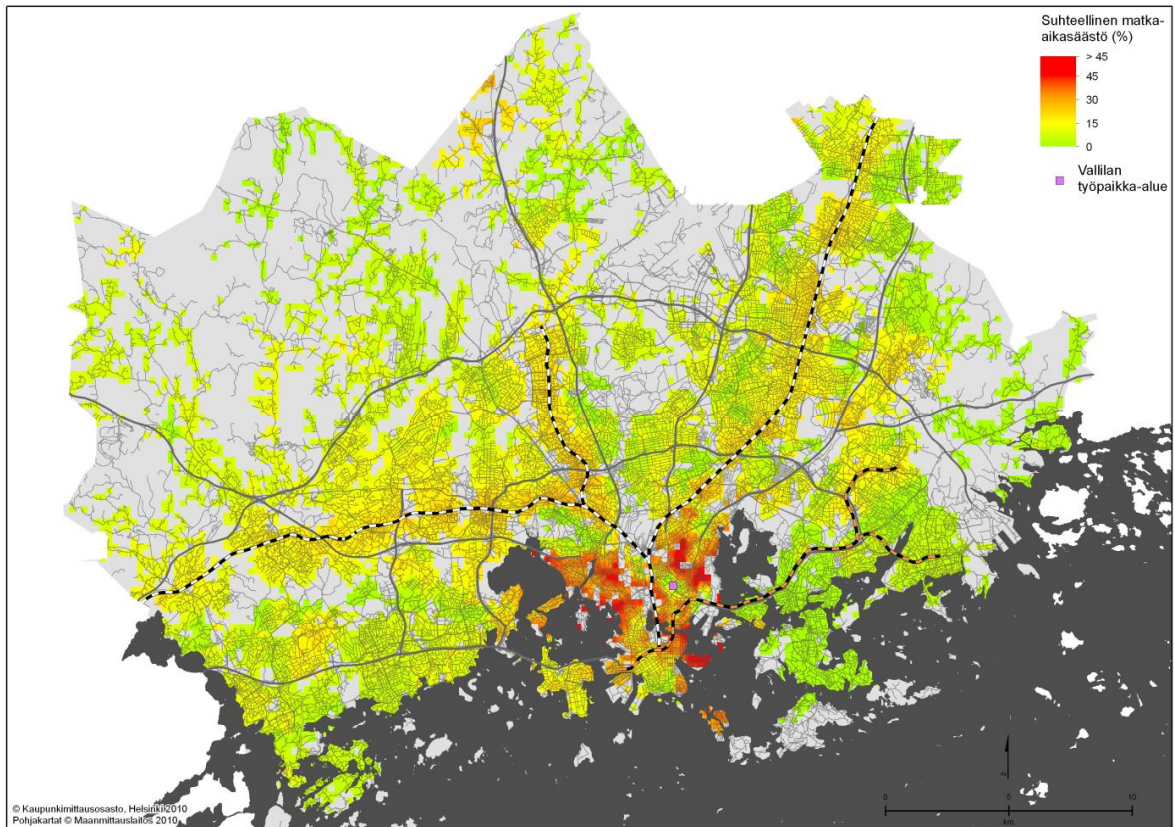
Kuva 29. Kaupunkipyöräjärjestelmän vaikutus saavutettavuuteen: Keskimääräisen matka-ajan suhteellinen säästö kohteittain ja kellonajoittain.

Alueellisesti tarkasteltuna suhteelliset säästöt ovat suurimmillaan kohteiden läheisyydessä, joissa pyöräily on todella kilpailukykyinen vaihtoehto suhteessa joukkoliikenteeseen. Stockmannin kohdalla säästöt ovat suurehkoja kantakaupungin alueella sekä paikoin Lauttasaassa. Muualla suhteellisen matka-ajan säästöt jäävät alle 15 prosentin.

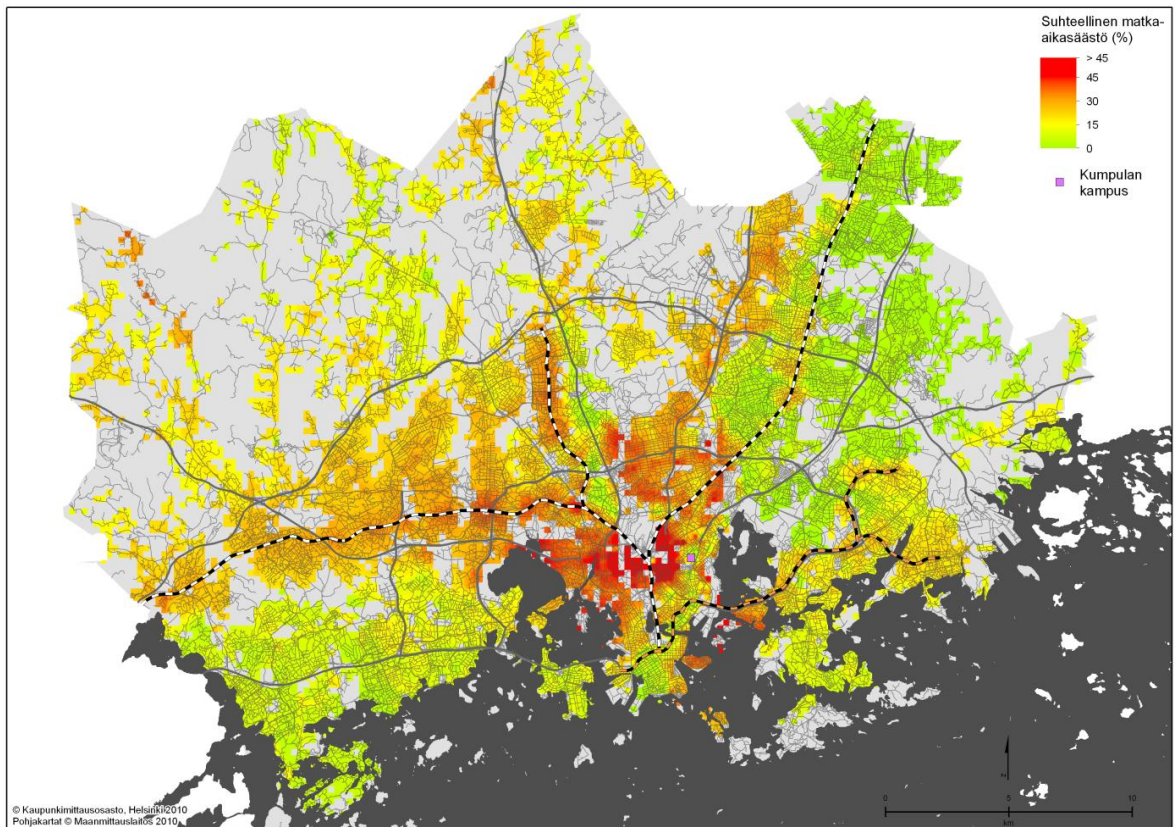


Kuva 30. Suhteellinen matka-aikasäästö Stockmannille aamuruuhkassa.

Myös Vallilan työpaikka-alueelle suuntautuviissa matkoissa suhteelliset matka-aikasäästöt ovat suurimmillaan muutaman kilometrin säteellä kohteesta (kuva 31). Tämän lisäksi yli 15 % säästöjä syntyy lähinnä rautateiden varsilla sekä Suomenlinnassa. Matka-ajat Kumpulan kampukselle pienenevät suhteellisesti etenkin muutaman kilometrin säteellä lännessä sekä pohjoisessa (kuva 32). Jälleen kerran muutos on suuri myös raideliikenteen lähistöillä päärataa lukuun ottamatta. Eteläisen Espoon sekä Lahdenväylän varren osalta suhteellisen matka-ajan säästöt jäävät pääosin alle 10 %.



Kuva 31. Suhteellinen matka-aikasäästö Vallilan työpaikka-alueelle aamuruuhkassa.



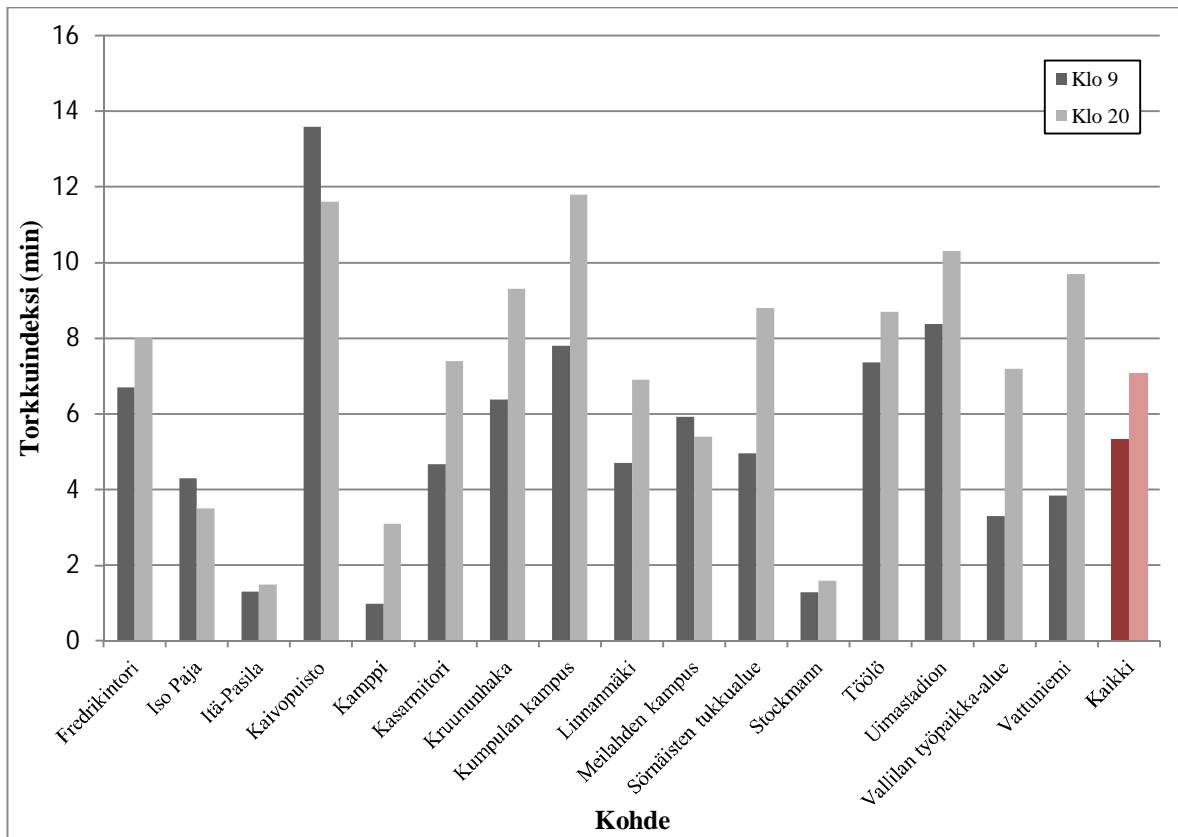
Kuva 32. Suhteellinen matka-aikasäästö Kumpulan kampukselle aamuruuhkassa.

### 5.2.3. ”Torkkuindeksi”

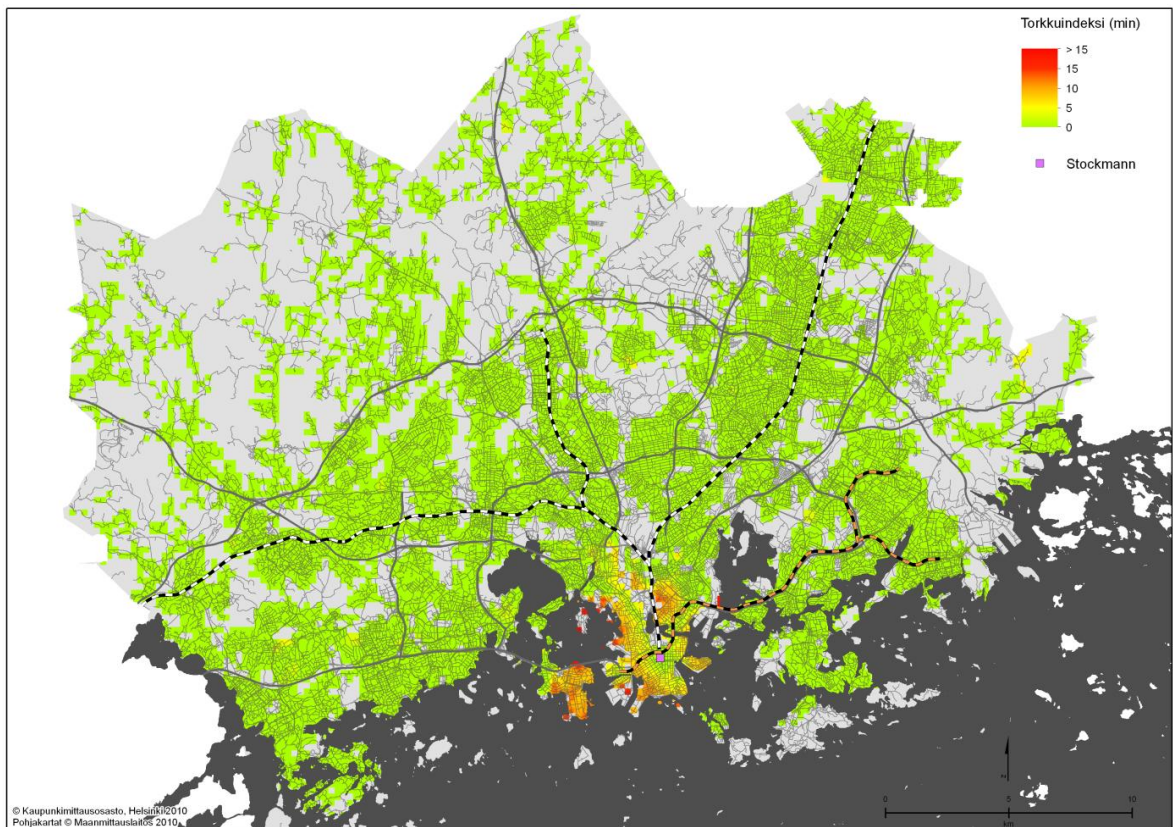
Saavutettavuudessa tapahtunutta muutosta voidaan tutkia matka-ajan lisäksi myös mittarilla, joka kertoo kuinka paljon myöhemmin on mahdollista lähteä matkaan ehtiäkseen perille ajoissa. Paikoin tämä mittari, jota tässä tutkimuksessa kutsutaan torkkuindeksiksi, on jopa matka-aikaan perustuvaa mittaria parempi, sillä usein ennen määräaikaan kohteeseen saapumisesta ei koidu hyötyä. Kuvasta 33 käy ilmi, että kaupunkipyöräjärjestelmän johdosta matkaan voisi lähteä keskimäärin noin 6 minuuttia myöhemmin, joka vastaa hyvin pitkälti keskimääräisen matka-ajan keskimääräistä säästöä. Kohteiden väliset erot ovat jälleen suuria. Kaivopuistoon matkaava voisi aamuisin nukkua keskimäärin yli 13 minuuttia pidempään, kun Stockmannille ostoksille suuntaavan täytyisi lähteä liikkeelle käytännössä samaan aikaan kuin ilman kaupunkipyöräjärjestelmää. Myös tässä saavutettavuuden mittarissa sijainti suhteessa nykyiseen joukkoliikennejärjestelmään selittää tulosta merkittävästi. Nyt myös kellonaikojen väliset erot muodostuvat suurehkoiksi. Isoa Pajaa, Kaivopuistoa sekä Meilahden kampusta lukuun ottamatta torkkuindeksi on suurempi iltaisin kuin aamuisin. Osaltansa kellonaikojen ja kohteiden välistä eroa selittää se, ettei kyseessä ole keskimääräinen torkkuindeksi, vaan mittari on laskettu Reittioppaan ehdottaman parhaan reittivaihtoehdon pohjalta. Näin ollen joukkoliikenneaikataulun suosiollisuus vaikuttaa tulokseen positiivisesti ja päinvastoin. Toisaalta tämä indeksi ei keskiarvoista suuria eroja, jotka kuitenkin koituisivat käyttäjille juuri näin suurina.

Kuten oletettua, torkkuindeksi ei ole järin suuri missään päin pääkaupunkiseutua Stockmannille matkustettaessa (kuva 34). Sen sijaan Vallilan työpaikka-alueen kohdalla torkkuindeksi on illalla paikoin huomattavan suuri. Espoossa, kantakaupungissa sekä Itä-Vantaalla säästöt ovat parhaimmillaan yli 15 minuuttia. Pääkaupunkiseudulta löytyy myös runsaasti alueita, joilta olisi mahdollista lähteä Kumpulan kampukselle 15 minuuttia nykyistä myöhemmin jos käytössä olisi kaupunkipyöräjärjestelmä. Vaikutukset olisivat suuria etenkin Rantaradan varressa, Munkkiniemi-Meilahdessa, Pohjois-Espoossa ja –Vantaalla sekä eteläisimmässä Helsingissä.

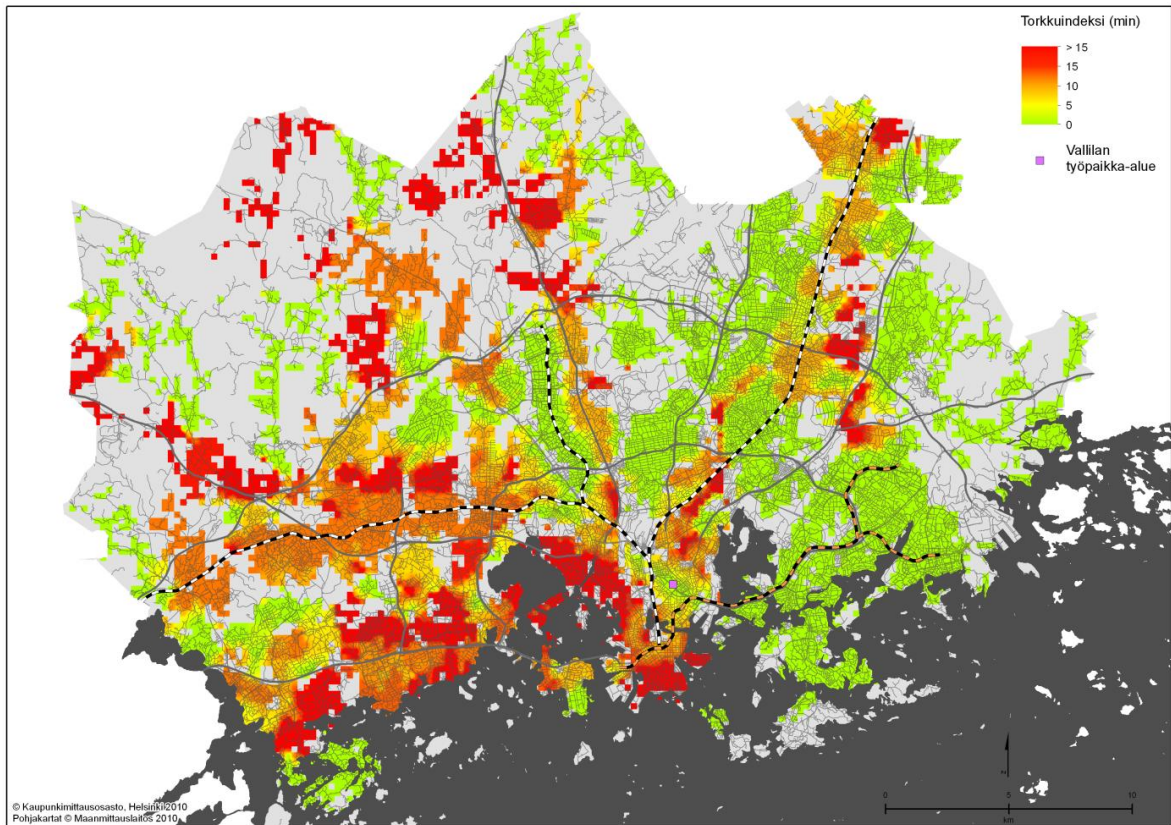




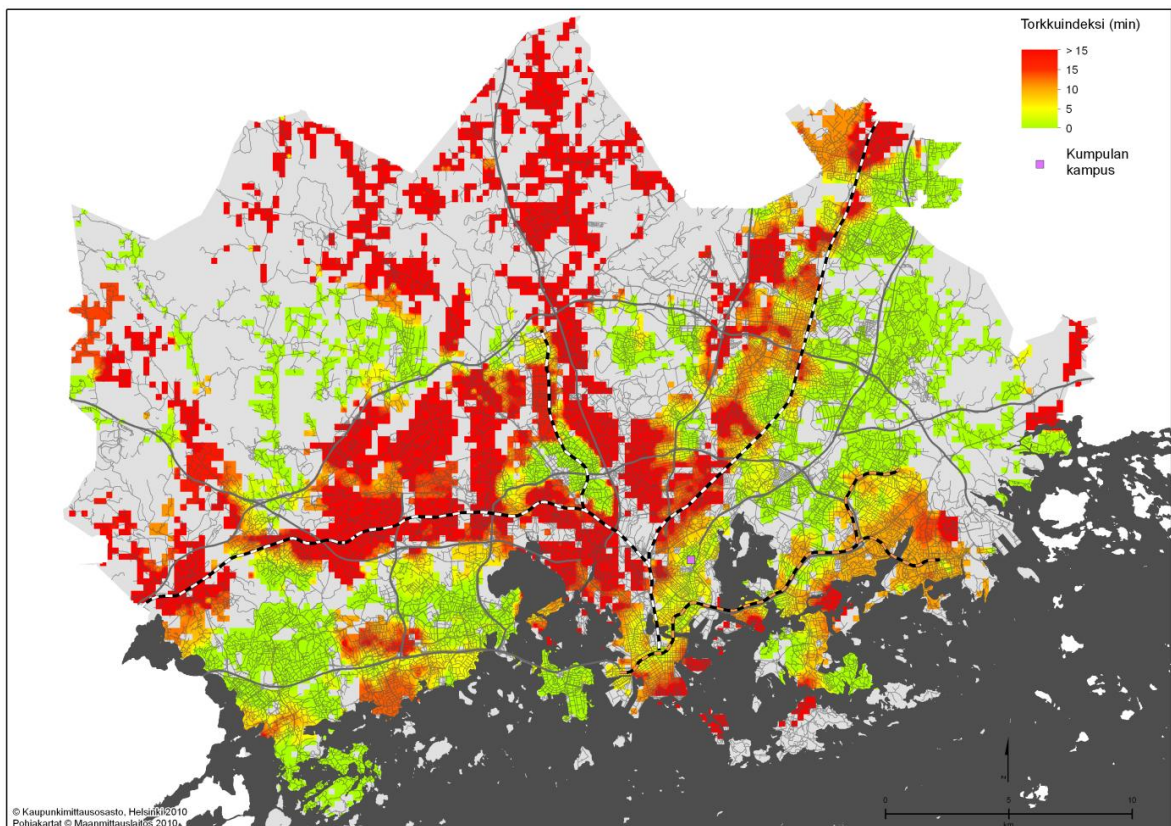
Kuva 33. Torkkuindeksi kohteittain ja kellonajoittain.



Kuva 34. Torkkuindeksi Stockmannille suuntautuvien matkojen osalta.



Kuva 35. Torkkuindeksi Vallilan työpaikka-alueelle suuntautuvien matkojen osalta.

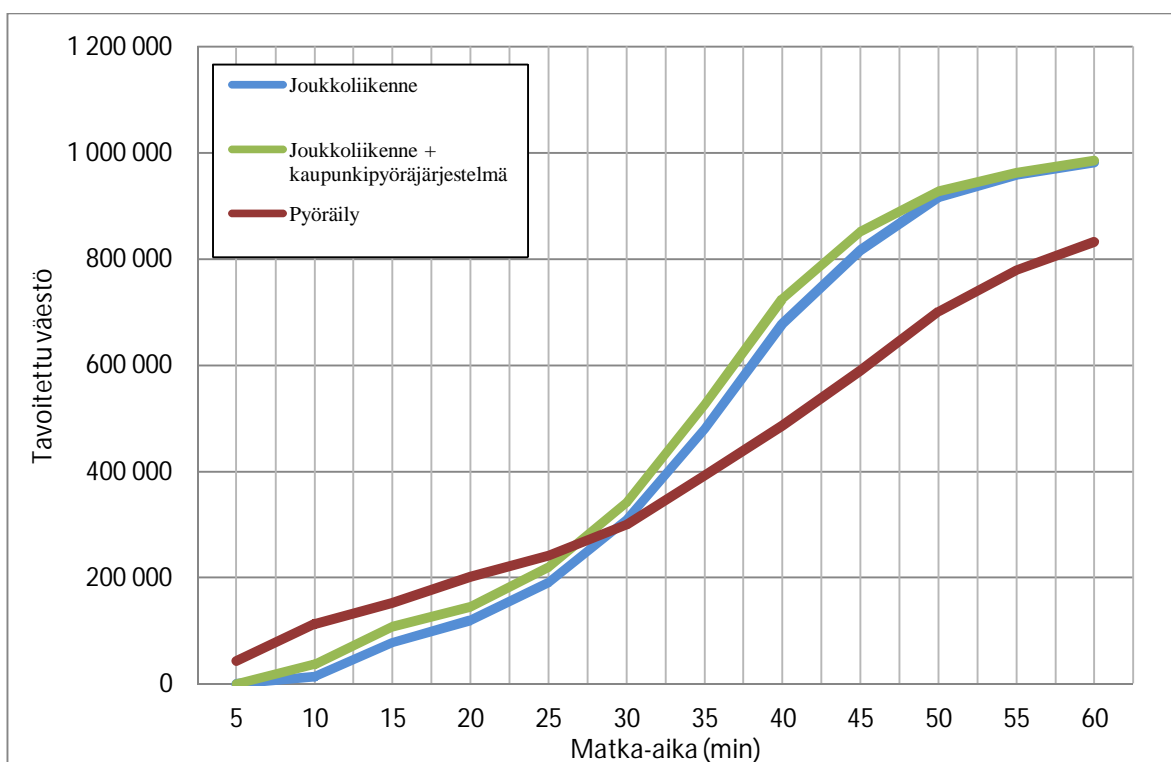


Kuva 36. Torkkuindeksi Kumpulan kampukselle suuntautuvien matkojen osalta.

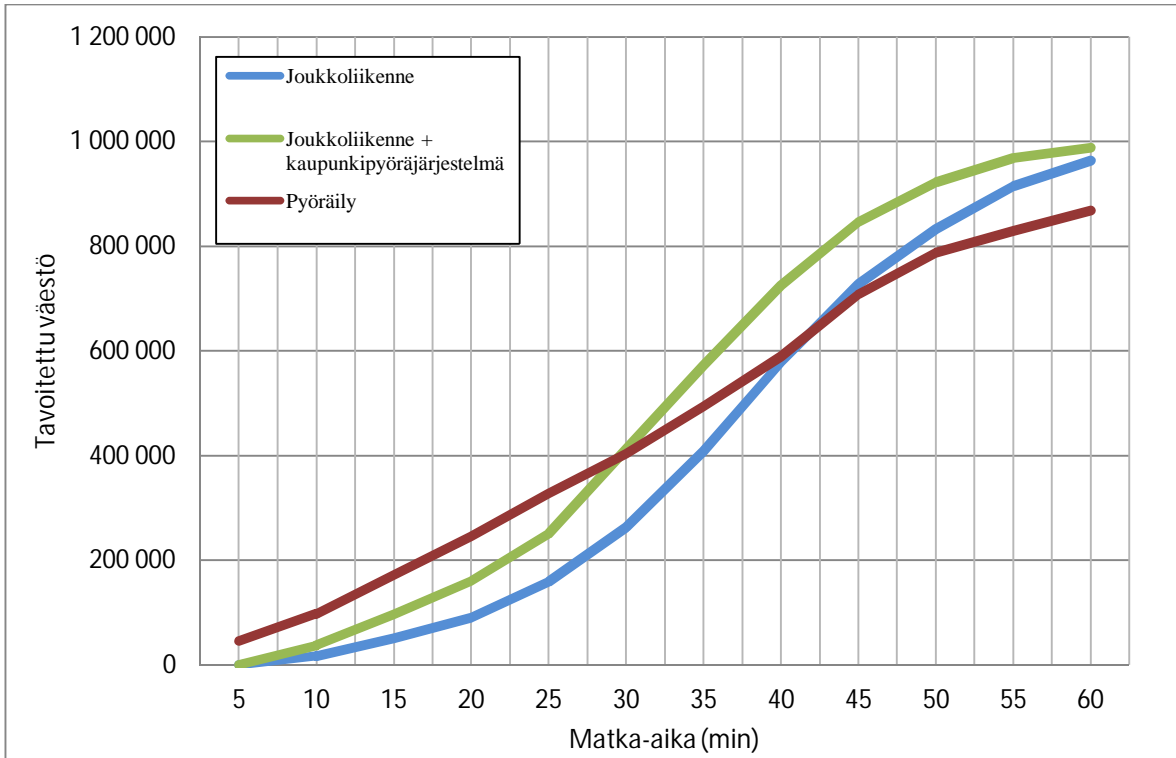
#### 5.2.4. Tavoitettavan väestömäärän muutos

Kuvissa 37 - 39 on vertailtu väestön määrää eri aikaetäisyysvyöhykkeillä nykyisen joukkoliikennejärjestelmän ja kaupunkipyörillä täydennetyin järjestelmän välillä (katso myös liite 1). Vertailukohtaa näille tarjoaa pyöräillen tavoitetun väestön määrä. Jälleen kerran kaupunkipyöräjärjestelmän vaikutus on vähäinen lähellä juna- ja metroasemia sijaitsevan Stockmannin kohdalla. Tavoitetun väestömäärän ero aikavyöhykkeittäin vaihtelee pääosin 20 000 – 40 000 asukkaan välillä. Kumpulan kampuksen ja Vallilan työpaikka-alueen osalta erot ovat huomattavasti suurempia. Niiden kohdalla erot järjestelmien välillä kasvavat 35 minuuttiin asti, josta eteenpäin ero supistuu. Suurimmillaan ero on Kumpulan kampuksen tapauksessa yli 200 000 asukasta ja Vallilan työpaikka-alueen osaltakin yli 160 000 asukasta. Tälläkin mittarilla tarkasteltuna kaupunkipyöräjärjestelmän vaikutus näyttää suurehkolta kantakaupungin semiperiferisillä alueilla.

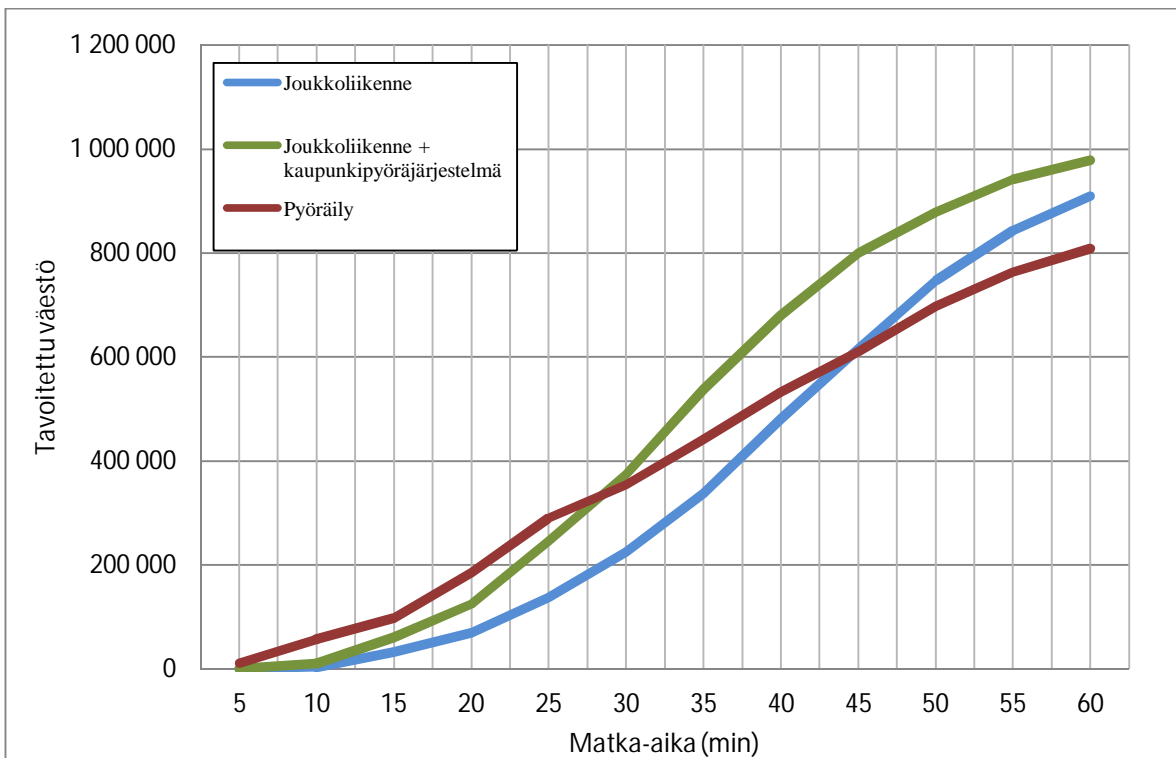
Pyöräily näyttäytyy kilpailukykyisenä kaupunkipyörillä täydennettyyn järjestelmään verrattuna puolen tunnin tietämille. Olemassa olevaan joukkoliikennejärjestelmään verrattuna pyöräily on nopeampi vaihtoehto hieman pidempään, Kumpulan kampuksen tapauksessa jopa 45 minuuttiin asti. Käytännössä pyöräily on siis aina joukkoliikennettä nopeampaa alle 9 kilometrin matkoilla.



Kuva 37. Stockmannin tavoittama väestö eri kulkumuodoilla.



Kuva 38. Vallilan työpaikka-alueen tavoittama väestö eri kulkumuodoilla.



Kuva 39. Kumpulan kampuksen tavoittama väestö eri kulkumuodoilla.

## 6. Keskustelu

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli mallintaa laajamittaisen kaupunkipyöräjärjestelmän käyttöönoton vaikutuksia pääkaupunkiseudulla. Aihe on ajankohtainen, sillä muutaman kuukauden päästä myös Helsingin kaduilla voi todennäköisesti tavata Manner-Euroopasta tuttuja kaksipyöräisiä. Koko tutkimuksen teon ajan kaupunkipyörät ovat olleet säännöllisesti esillä eri medioissa, vuoroin myötä-, vuoroin vastatulessa. Tällä hetkellä keskustelua käydään erityisesti kaupunkipyöräasemien sijoittelusta, koosta sekä määrästä. Toivon tämän tutkimuksen tuovan tuohon keskusteluun uusia näkökulmia, parhaassa tapauksessa jopa valmiita ratkaisuja.

### 6.1. Pyöräily ja kaupunkipyörät osana liikennejärjestelmää

Pyöräily näyttäytyy tutkimustulosten mukaan hyvin kilpailukykyisenä liikennemuotona Helsingin kantakaupungissa suhteessa joukkoliikenteeseen, mikä on linjassa kansainvälisten tutkimusten kanssa (Dekoster & Schollaert 1999; Ellison & Greaves 2011). Väestöllisesti tarkasteltuna joukkoliikenne muuttuu pyöräilyä nopeammaksi vasta yli 30 minuutin matkoilla. Erityisen kilpailukykyiseltä pyöräily vaikuttaa junaradan ylitse kulkevilla matkoilla, sillä Kallion ja Töölön kaupunginosien välillä ei kulje yhtään joukkoliikenteen runkolinjaa.

Pyöräily on siis jo nykyisellään nopea kulkumuoto kantakaupungin alueella. Ongelmaksi muodostuu kuitenkin pyörien heikko saatavuus, mikä on Kejer & Rietveldin (2000) tyypillistä etenkin matkan loppupäässä. Laajamittaisen kaupunkipyöräjärjestelmän myötä pääkaupunkiseudun asukkaat saisivat pyörän nopeuden käyttöönsä myös matkaketjujen loppupäässä. Pyörät hyödyttäisivät myös pelkästään kantakaupungin alueella liikkuvia, jotka saisivat käyttää pyörän käyttöönsä myös yksisuuntaisille matkoille. Kyse ei kuitenkaan ole vain pyörien tarjoamasta nopeudesta, vaan myös vaihtoehtojen ja yhteyksien määrän kasvusta. Kansainvälisten kokemusten (Bührmann 2007; Nadal 2008) perusteella voidaan myös olettaa että joitakin autoilumatkoja jätettäisiin tekemättä, joukkoliikenteen kilpailukyvyyn kasvaessa suhteessa henkilöautoiluun kaupunkipyörien myötä.

Mallinnuksen perusteella keskimääräisen kaupunkipyörämatkan pituus olisi vajaan kahden kilometrin luokkaa. Euroopassa keskimääräisen kaupunkipyörämatkan pituus on yli kaksi kilometriä (HKL 2008; Anaya & Bea, Jensen et al. 2010), joten matkaa on pidettävä hyvin kaupunkipyöräilyyn soveltuvana. Näin myös Shaheenin et al. (2010) oletta-

kaupunkipyörästä viimeisen mailin ongelman ratkaisijana vaikuttaa perustellulta. Pyöräilyn houkuttelevuuteen vaikuttaa kuitenkin monia muitakin tekijöitä. Poljettavan matkan pituuden ohella pyöräilyn houkuttelevuuteen vaikuttaa kuitenkin monia muitakin tekijöitä. Kuten muualla, (Froechlich et al. 2008; Borgnat et al. 2010) myös Helsingissä mäet todennäköisesti aiheuttaisivat häiriöitä järjestelmän toimintaan. Pasilan asemalta on mukavaa lasketella alamäkeen kohti Kumpulan kampusta, mutta toiseen suuntaan kuljettaessa edessä on kilometrin pituinen ylämäki, mikä saattaa hillitä suurimpia pyöräilyhaluja.

Tulosten perusteella näyttää selvältä että ylivoimaisesti vilkkaimmat kaupunkipyöräasemat sijoittuisivat Pasilan aseman, Kampin keskuksen, Päärautatieaseman sekä Sörnäisten ympäristöön. Nämä neljä kohtaa ovat käytännössä joukkoliikenteen portit Helsingin kantakaupunkiin. Lähes jokainen kantakaupunkiin suuntautuva joukkoliikennelinja kulkeekin vähintään yhden ”portin” kautta. Tulos ei ole yllättävä, sillä suuret raideliikenneasemat ovat myös muualla vilkkaimpia kaupunkipyöräasemia (Froechlich et al. 2008; Borgnat et al. 2010). Osaltansa syynä on varmasti myös se, että kaupunkipyörät ja raideliikenne täydentävät toisiaan erinomaisesti. Raideliikenne pystyy kuljettamaan suuren määrän ihmisiä harvoihin kohteisiin nopeasti, johtuen suuresta nopeudesta ja pitkästä pysäkkivälisestä. Suuren pysäkkivälin johdosta lähimmältä asemalta lopulliseen kohteeseen saattaa kuitenkin olla vielä kohtuullinen matka. Tällöin kaupunkipyörät voivat täydentää joukkoliikenteen matkaketjun ovelta ovelle tyypiseksi. Oleellinen ero perinteiseen joukkoliikenteeseen on se, ettei kaupunkipyörää tarvitse odottaa kuten muuta joukkoliikennettä. Juuri ”odottamattomuus” on Kejer & Rietveldin (2000) mukaan oleellista eri kulkumuotoja ja vuoroja ketjutettaessa.

Vaikka tutkimuksessa käytettyjen kohteiden sijainnit vaikuttavat tuloksiin, voidaan perustellusti todeta että laajamittaista kaupunkipyöräjärjestelmää perustettaessa tulee kaupunkipyöräasemia sijoittaa etenkin kantakaupungin juna-asemille sekä kaikille metroasemille Kalasatamasta Ruoholahteen. Jos tämän lisäksi sijoitetaan muutamia asemia tärkeimpiin bussivirtojen risteämiskohtiin kuten Länsiväylän ja Porkkalantien risteykseen, Mannerheimintien ja Reijolankadun risteykseen sekä Hämeentien ja Sturenkadun risteykseen voidaan vain muutaman kaupunkipyöräaseman voimin varmistaa kaupunkipyöräjärjestelmän liittyminen osaksi muuta joukkoliikennejärjestelmää. Suurin osa muista asemista voisi näin sijoittua toimintojen välittömään läheisyyteen ja keskittyä palvelemaan kantakaupungin sisällä tehtäviä matkaketjuja.

## **6.2. Kaupunkipyöräjärjestelmän vaikutus saavutettavuuteen pääkaupunkiseudulla**

Tulosten perusteella näyttää selvältä, että kaupunkipyöräjärjestelmällä olisi vähintäänkin kohtuullinen vaikutus pääkaupunkiseudun saavutettavuuteen. Kaupunkirakenteellisella sijainnilla näyttää olevan merkittävä vaikutus kaupunkipyöräjärjestelmästä koituihin hyötyihin. Jo nykyisellään tehokkaimman joukkoliikenteen vaikutusalueella sijaitsevien alueiden saavutettavuus ei juuri muuttuisi, mutta keskustan semiperiferisillä alueilla saavutettavuusmuutokset olisivat jopa merkittäviä. Nämä semiperiferiset keskusta-alueet ovat niitä alueita, joille joukkoliikenneverkon tehokkain osa ei ulotu. Näin näyttää siltä että eräs tärkeimmistä kaupunkipyöräjärjestelmän tavoitteista (Shaheen et al.2010; Lin & Yang 2011) on saavutettavissa myös käytännössä. Kaupunkipyöräjärjestelmä voisi siis tukea nykyisellään hieman ”syrjässä” sijaitsevien alueiden kaupunkirakenteellista asemaa parantamalla niiden saavutettavuutta joukkoliikenteellä.

Jos kantakaupunkiin suuntautuvista joukkoliikenteen matka-ajoista on mahdollista nipistää yli 10 % pois muutaman miljoonan investoinnilla, kuulostaa yhtälö kannattavalta. Luonnollisesti hyötyjä kertyy myös kantakaupungista pois päin suuntautuvilla matkoilla, kun joukkoliikennepysäkillä on mahdollista olla minuutilleen oikealla hetkellä. Tulosten perusteella kaupunkipyöräjärjestelmästä koituisi siis ajallisia säästöjä, todennäköisesti myös terveydellisiä ja ympäristöllisiä hyötyjä. Jälkimmäisten hyötyjen kvantifioiminen ei ole kuitenkaan mahdollista tämän tutkimuksen puitteissa, mutta arvioita voi tarvittaessa hakea vaikkapa pyöräilyn hyötyihin liittyvistä tutkimuksista (HKL 2008; City of Copenhagen 2011).

Koska kaupunkipyörärien tulevaisuus Helsingissä on vielä epävarmaa (Moisio 2011), voisi päätöksentekoa helpottaa kaupunkipyöräjärjestelmän altistaminen samanlaiseen arviointimenettelyyn kuin muutkin liikennehankkeet. Tyypillisesti liikennehankkeita arvioidaan hyöty-kustannuslaskelmilla, joissa saatavia hyötyjä verrataan hankkeesta koituihin kustannuksiin. Tämän tutkimuksen puitteissa voidaan varovaisesti arvioida matka-aikasäästöistä koituvaa rahallista hyötyä. Pääkaupunkiseudulla yhden säästetyn tunnin arvona käytetään yleisesti noin 9 euroa (Jääskeläinen 2011b; Kangas 2012). Pääkaupunkiseudun asukkaat tekevät puolestaan noin 0,48 kantakaupunkiin tai kantakaupungista pois päin suuntautuvaa joukkoliikennematkaa päivässä (HSL 2010c). Hyöty-kustannusarvio saadaan kun kerrotaan yksittäiselle tilastoruudulle kaupunkipyöräjärjestelmästä koitua hyöty ruudun väestöllä. Kun tämä luku kerrotaan vielä kaupunkipyöräjärjestelmän oletetulla käyttöajalla (6

kk), saadaan kaupunkipyöräjärjestelmästä koituviksi vuosittaisiksi hyödyiksi pelkästään yhteiskunnallisina aikasäästöinä noin 78 miljoonaa euroa. Vaikka kaupunkipyöräjärjestelmän tarkoista kustannuksista ei ole tietoa, on vaikea kuvitella niiden ylittävän tätä lukua.

### **6.3. Käytetyn menetelmän arviointi**

Julkisen sektorin aineistojen vapautuminen tarjoaa uusia mahdollisuuksia yksityisille yrityksille ja julkisille virastoille, mutta myös tutkimustyöskentelyyn. Rajapintojen hyödyntäminen aineistojakelussa mahdollistaa pääsyn ajantasaisiin aineistoihin nopeasti, ”tarvittaessa”-periaatteella. Rajapintojen etuna on myös joustavuus, sillä ne sallivat aineistojen hyödyntämisen esimerkiksi mobiililaitteissa ilman raskaiden aineistojen lataamista pysyvästi. Tässä tutkimuksessa hyödynnettyjen joukkoliikennetietokantojen avaaminen onkin jo lyhyessä ajassa poikanut lukuisia pääkaupunkiseudun ihmisten arkea helpottavia sovelluksia kuten kehittyneempiä reittihakupalveluita.

Saavutettavuutta on perinteisesti tarkasteltu henkilöautoilun näkökulmasta (Iacono et al. 2010). Osasyynä tähän on todennäköisesti autoiluanalyysien yksinkertaisuus. Joukkoliikenteen moninaisten ominaispiirteiden kuten odotusaikojen, vuorovälien ja matkaketjujen huomioiminen on huomattavasti yksityisautoilun piirteitä vaikeampaa. HSL:n avaamat joukkoliikenteen tietokannat mahdollistavatkin nyt kuitenkin realistiset saavutettavuusanalyysit myös joukkoliikenteen osalta. Kuten tutkimus osoittaa, aineistojen avautuminen voi mahdollistaa vastausten hakemisen myös sellaisiin kysymyksiin, joita aineiston tuottaja ei ole tullut edes ajatelleeksi.

Saavutettavuuden määritelmän vaihdellessa tutkijakohtaisesti, on yhden mittarin löytäminen sen mittaamiseksi haastavaa. Koska saavutettavuus myös koostuu useasta hyvin erilaisesta komponentista (Geurs & Wee 2004), ei kaikkien ominaisuuksien puristaminen yhteen mittariin ole mielekäästä. Näin tutkimuksessa käytetty usean mittarin lähestymistapa tuntuukin saavutettavuuden tutkimuskenttään sopivalta. Usean mittarin ongelmaksi jää kuitenkin tulosten heikko vertailtavuus.

Tutkimuksessa käytetty menetelmä ei ole optimaalinen, mutta se on ensimmäisiä yrityksiä mallintaa kaupunkipyöräjärjestelmän saavutettavuutta todelliseen joukkoliikenne- ja kävelyverkostoon perustuen. Jos kaupunkipyöräjärjestelmän tiedot olisivat osa Reittioppaassa käytettävää julkisen liikenteen verkostoa, päästäisiin luonnollisesti huomattavasti



realistisempaan lopputulokseen. Käytännössä kaikki edellytykset tähän olisivat jo nykyisellään olemassa, jos ja kun kaupunkipyörät Helsinkiin perustetaan kaupunkipyöräjärjestelmä. Mallinnuksen puutteista huolimatta kaupunkipyöräjärjestelmän vaikutus näyttää lukuina tarkasteltuna suurelta.

Käytetyn menetelmän suurimpia puutteita on todellisen pyöräilyverkoston puuttuminen sekä ajoittain todennäköisesti liian suuri pyöräilynopeus. Mallinnuksessa pyöräily tapahtuu kävelyverkkoa pitkin, jossa pyöräily on tosiasiaa suurelta osin kiellettyä. Toisaalta Helsingissä jalkakäytävien vieressä kulkee lähes aina pyöräiltävä väylä, jolloin tuloksen voidaan olettaa olevan hyvinkin luotettava. Virhettä voi olla myös toiseen suuntaan, sillä pyöräilijän on mahdollista käyttää lähes kaikkia moottoriliikenneväyliä, jotka taasen eivät ole osa kävelyverkostoa. Tiukkojen rajalinjojen vetäminen ei välttämättä edes ole mielekästä, sillä Jensenin et al. (2010) mukaan pyöräilijöillä on tapana hyödyntää väylää kuin väylää. Pyöräilynopeuden suhteen valittavana oli joko 12 tai 18 km/h. Koska jälkimmäinen on lähempänä kansainvälisiä tutkimustuloksia (Hellman 2002; Krizek et al. 2007; City of Copenhagen 2011), valikoitui se tutkimuksessa käytettäväksi nopeudeksi. Nopeus tuntuu kuitenkin hieman liian suurelta etenkin ydinkeskustan alueella, jossa pyöräilijä joutuu pysähtelemään jatkuvasti. Jensenin et al. (2010) mukaan keskimääräinen nopeus kaupunkipyörillä näyttäisikin jäävän alle 15 km/h, joskin on syytä muistaa kaupunkien väliset erot esimerkiksi pyöräilyinfrastruktuurin suhteen.

## **6.4. Yhteenveto**

Pyöräilyn ja joukkoliikenteen edistäminen on tärkeää muun muassa ympäristöllisistä, taloudellisista ja terveydellisistä syistä. Sen kulkumuoto-osuuteen on mahdollista vaikuttaa muun muassa infrastruktuurin, kaupunkirakenteen sekä asennekasvatuksen avulla. Oleellista on myös toimintojen ja palveluiden saavutettavuus. Jos palvelut ovat hyvin saavutettavissa pyöräillen ja joukkoliikenteellä, on todennäköistä että näitä kulkumuotoja myös todella käytetään. Suurissa kaupungeissa kaikki toiminnot ja palvelut eivät kuitenkaan voi sijaita pyöräilyetäisyydellä. Tällöin on varmistettava pyöräilyn ja joukkoliikenteen sujuva yhdistäminen esimerkiksi pyöräpysäköinnin ja kaupunkipyörrien avulla.

Tutkimustulosten mukaan kaupunkipyöräjärjestelmä voisi osaltaan vaikuttaa positiivisesti sekä joukkoliikenteen että pyöräilyn kulkumuoto-osuuksiin. Tulosten valossa näyttää myös selvältä, että laajamittainen kaupunkipyöräjärjestelmä voi täydentää joukkoliikenneverkostoa

ja parantaa näin alueiden saavutettavuutta, ainakin paikoin. Suoria johtopäätöksiä muutoksen voimakkuudesta on kuitenkin mahdotonta esittää matka-ajan ollessa vain eräs saavutettavuuteen vaikuttavista tekijöistä.

Kaupunkipyörät ovat yhteiskäyttöautojen ohella eräs ensimmäisistä esimerkeistä ”puolijulkisesta” liikenteestä. Lyonin apulaiskaupunginjohtaja Gilles Vesco pukeekin kaupunkipyörien idean hyvin sanoiksi toteamalla: ”*jokainen saa itse päättää määränpänsä, reittinsä ja aikataulunsa käyttäessään kuitenkin kollektiivista kulkuvälinettä*” (Henley 2005). Puolijulkinen liikenne ei kuitenkaan vielä ole juurtunut osaksi suomalaista yhteiskuntaa, vaan kaupunkipyörät nähdään hyvin pitkälti vapaa-ajan liikkumisena, paikasta toiseen siirtymisen sijaan. Modernit kaupunkipyöräjärjestelmät tarjoavat kuitenkin jo nyt luotettavan mahdollisuuden suunnitella liikkumisen niiden varaan. Lentäviä autoja odotetaan edelleen, pyörä on yhä täällä.

## Kirjallisuus

- Allen, P. D., N. Roupail, J. E. Hummer & J. S. Milazzo II (1998). Operational analysis of uninterrupted bicycle facilities. *Transportation Research Record* 1636, 29–36.
- Alppi, S. & K. Ylä-Anttila (2007). Verkostourbanismi. *Yhdyskuntasuunnittelu* 45: 2, 10–26.
- Anaya, E. & M. Bea (2009). Cost – benefit evaluation of biking. Presentation in ECOMM conference 2009 in San Sebastian/Donostia 14.5.2009. 12.9.2011. <[http://www.epomm.eu/ecomm2009/6\\_bea.pdf](http://www.epomm.eu/ecomm2009/6_bea.pdf)>.
- Antoniades, P. & A. Chrysanthou (2009). European Best Practices in Bike Sharing Systems. 55s. 4.9.2011. <[http://www.tat-project.eu/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=266&Itemid=80](http://www.tat-project.eu/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=266&Itemid=80)>.
- Aronoff, S. (1989). *Geographic information systems: a management perspective*. 294 s. WDL publications, Ottawa, Canada.
- Beroud, B. (2007). Vélo'v: un service de mobilité de personnes à transférer?. Väitöskirja, Faculty of Economics and Management, Lyon 2 Lumière University.
- Bonnette, B. (2007). The implementation of a public-use bicycle program in Philadelphia. Senior thesis in urban studies, University of Philadelphia. 52 s. 15.5.2011. <<http://bikesharephiladelphia.org/PDF%20DOC/PUBBonnetteThesis.pdf>>.
- Borgnatt, P., P. Abry, P. Flandrin, C. Robardet, J.-B. Rouquier & E. Fleury (2011). Shared bicycles in a city: a signal processing and data analysis perspective. *Advances in Complex Systems* 14: 3, 415–438.
- Bührmann, S. (2007). *New seamless mobility services: public bicycles*. 11 s. 16.5.2011. <[http://www.niches-transport.org/fileadmin/archive/Deliverables/D4.3b\\_5.8\\_b\\_PolicyNotes/14397\\_pn4\\_public\\_bikes\\_ok\\_low.pdf](http://www.niches-transport.org/fileadmin/archive/Deliverables/D4.3b_5.8_b_PolicyNotes/14397_pn4_public_bikes_ok_low.pdf)>.
- Burns, L.D. (1979). *Transportation, temporal and spatial components of accessibility*. 152 s. Lexington Books, Lexington.
- Chang J. S. & J.-H. Lee (2008). Accessibility analysis of Korean high-speed rail: A case study of the Seoul metropolitan area. *Transport Reviews* 28: 1, 87–103.
- City of Copenhagen (2007). *Bicycle account 2006*. City of Copenhagen, the technical and environmental administration, traffic department. 19 s. 4.11.2011. <[http://kk.sites.itera.dk/apps/kk\\_publicationer/pdf/464\\_Cykelregnskab\\_UK.%202006.pdf](http://kk.sites.itera.dk/apps/kk_publicationer/pdf/464_Cykelregnskab_UK.%202006.pdf)>.

- City of Copenhagen (2009). *Bicycle account 2008*. City of Copenhagen, technical and environmental administration, traffic department. 10 s. 4.11.2011. <<http://ebookbrowse.com/bicycle-account-2008-pdf-d108766413>>.
- City of Copenhagen (2011). *Bicycle account 2010*. City of Copenhagen, technical and environmental administration, traffic department. 12 s. 4.11.2011. <<http://velotraffic.com/wp-content/uploads/2011/07/bicycle-account-2010-copenhagen.pdf>>.
- City of Muenster (2009). Program fahrradfreundliche, stadt Muenster. 15.11.2011. <<http://www.geo.sunysb.edu/bicycle-muenster/traffic.jpg>>.
- Curl, A. , J. Nelson & J. Anable (2011). Does accessibility planning address what matters? A review of current practice and practitioner perspective. *Research in Transportation Business & Management* 2, 3–11.
- Curtin, K. (2007). Network Analysis in Geographic Information Science: Review, Assesment, and Projections. *Cartography and Geographic Information Science* 34: 2, 103–111.
- Dekoster, J. & U. Schollaert (1999). *Cycling: the way ahead for towns and cities*. 61 s. Office for official publications of the European Communities, Luxembourg. 12.11.2011. <[http://ec.europa.eu/environment/archives/cycling/cycling\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/environment/archives/cycling/cycling_en.pdf)>.
- DeMaio, P. (2009). Bike sharing: history, impacts, models of provision, and future. *Journal of Public Transportation* 12: 4, 41–56.
- Dijkstra, E.W. (1959). A note on two problems in connexion with graphs. *Numerische Mathematik* 1, 269–271.
- Ellison, R. B. & S. Greaves (2011). Travel time competitiveness of cycling in Sydney. Working paper. Institute of Transport and Logistics Studies, University of Sydney. <[http://sydney.edu.au/business/\\_data/assets/pdf\\_file/0003/94926/ITLS-WP-11-06.pdf](http://sydney.edu.au/business/_data/assets/pdf_file/0003/94926/ITLS-WP-11-06.pdf)>.
- Froehlich, J., J. Neumann & N. Oliver (2008). Sensing and predicting the pulse of the city through shared bicycling. 21<sup>st</sup> International joint conference on artificial intelligence (ICJAI-09), proceedings, 1420–1426.
- Geurs, K.T. & B. Wee (2004). Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. *Journal of Transport Geography* 12: 2, 127–140.
- Goezke, F. & T. Rave (2011). Bicycle use in Germany: explaining differences between municipalities with social network effects. *Urban Studies* 48: 2, 427–437.
- Gould, P. (1969). *Spatial diffusion, resource paper no. 4*. Commission on college geography, Association of American Geographers, Washington D. C.
- Hall, P. (2002). *Urban and regional planning*. 237 s. Routledge, London.

- Handy, S. (2002). *Accessibility- vs. mobility-enhancing strategies for addressing automobile dependence in the U.S.* A report prepared for the European Conference of Ministers of Transport. 20.10.2011.  
<[http://www.des.ucdavis.edu/faculty/handy/ECMT\\_report.pdf](http://www.des.ucdavis.edu/faculty/handy/ECMT_report.pdf)>
- Hansen, W. G. (1959). How accessibility shapes land use. *Journal of American Institute of Planners* 25: 2, 73–76.
- Heikkilä, E. (2003). Differential urbanisation in Finland. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie* 94: 1, 49–63.
- Hellman, T. (2002). *Polkupyörälaskennat 2002 Helsingissä*. Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto, Liikennesuunnitteluosasto.
- Helsingin kaupungin tietokeskus (2010). Helsingin väestöennuste 2011-2050. *Tilastoja* 31. 88 s.
- Helsingin kaupungin tietokeskus (2011). Väestön ja väestönmuutosten ennakkotietoja Helsingin seudun kunnista tammi-syyskuussa 2011. *Tilastoja* 36. 12.1.2012.  
<[http://www.hel2.fi/tietokeskus/julkaisut/pdf/11\\_11\\_07\\_Tilasto\\_36\\_Peuranen.pdf](http://www.hel2.fi/tietokeskus/julkaisut/pdf/11_11_07_Tilasto_36_Peuranen.pdf)>.
- Hendriksen, I. (1996). *The effect of commuter cycling on physical performance and on coronary heart disease risk factors*. Free university, Amsterdam.
- Henley, J. (2005). Rentabike moves up a gear from curiosity to runaway success. *The Guardian* 12.8.2005. 14.3.2012. <<http://www.guardian.co.uk/world/2005/aug/12/france.jonhenley>>.
- HKL (2008). Kaupunkipyöräjärjestelmän uudistaminen – hankesuunnitelma. *Helsingin kaupungin liikennelaitoksen julkaisusarja C* 3/2008. 58 s.
- Holzman, D. (2008). Share-a-bike. *Planning* 74: 5, 20–23.
- HSL (2010a). Kävelyn ja pyöräilyn osaselvitys. *HSL:n julkaisuja* 24/2010. 44 s. 20.11.2011.  
<[http://www.hsl.fi/FI/mikaonhsl/julkaisut/Documents/2010/24\\_2010\\_K%C3%A4vely\\_ja\\_py%C3%B6r%C3%A4ily\\_Helsingin\\_seudulla.pdf](http://www.hsl.fi/FI/mikaonhsl/julkaisut/Documents/2010/24_2010_K%C3%A4vely_ja_py%C3%B6r%C3%A4ily_Helsingin_seudulla.pdf)>
- HSL (2010b). Helsingin seudun työssäkäyntialueen laajan liikennetutkimuksen (LITU 2008) yhteenveto. *HSL:n julkaisuja* 33/2010. 20 s. 14.12.2011.  
<<http://www.hsl.fi/FI/mikaonhsl/julkaisut/Documents/2010/Hgin%20seudun%20laajan%20liiktutk%20LITU%202008%20yhteenveto.pdf>>.
- HSL (2010c). Liikkumistottumukset Helsingin seudun työssäkäyntialueella vuonna 2008. *HSL:n julkaisuja* 32/2010. 90 s. 14.12.2011.  
<[http://www.hsl.fi/FI/mikaonhsl/julkaisut/Documents/2010/32\\_2010\\_Liikkumistottumukset\\_Helsingin\\_seudun\\_ty%C3%B6ss%C3%A4k%C3%A4yntialueella\\_vuonna\\_2008.pdf](http://www.hsl.fi/FI/mikaonhsl/julkaisut/Documents/2010/32_2010_Liikkumistottumukset_Helsingin_seudun_ty%C3%B6ss%C3%A4k%C3%A4yntialueella_vuonna_2008.pdf)>.
- HSY (2011). *Helsingin seudun yrityskatsaus*. 32 s. 12.1.2012.  
<[http://www.hsy.fi/seututieto/Documents/Yritystoiminta/Yrityskatsaus2011\\_toimipaikat2009.PDF](http://www.hsy.fi/seututieto/Documents/Yritystoiminta/Yrityskatsaus2011_toimipaikat2009.PDF)>.

- Iacono, M. , K. Krizek, & A. El-Geneidy (2010). Measuring non-motorized accessibility: issues, alternatives, and execution. *Journal of Transport Geography* 18: 1, 133–140.
- Ingram, D. R. (1971). The concept of accessibility: a search for an operational form. *Regional Studies* 5: 2, 101–107.
- Jensen, P., J.-B. Rouquier, N. Ovtracht & C. Robardet (2010). Characterizing the speed and paths of shared bicycle use in Lyon. *Transportation Research Part D* 15, 522–524.
- Joutsiniemi, A. (2010). *Becoming Metapolis – A Configurational Approach*. 349 s. School of Architecture, Tampere University of Technology, Tampere.
- Jääskeläinen, T. <tarja.jaaskelainen@hsl.fi> (2011a). VS:Kaupunkipyörien sijoittaminen & pro gradu tutkielma. Henkilökohtainen sähköposti. 8.2.2011.
- Jääskeläinen, T. <tarja.jaaskelainen@hsl.fi> (2011b). VS: Helsingin kaupunkipyörät. Henkilökohtainen sähköposti. 21.12.2012.
- Kalogirou, S. & R. Foley (2006). Health, place and hanly: modelling accessibility to hospitals in Ireland. *Irish Geography* 39: 1, 52–68.
- Kaltenbrunner, A., R. Meza, J. Grivolla, J. Codina & R. Banchs (2010). Urban cycles and mobility patterns: exploring and predicting trends in a bicycle-based public transport system. *Pervasive and Mobile Computing* 6: 4, 455–466.
- Kangas, L. (2012). Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston liikennesuunnittelija. Henkilökohtainen puhelinkeskustelu 8.2.2012.
- Kauhanen, A.-L. & T. Moisio (2011). Kaupunkipyörä tekee paluuta. *Helsingin sanomat* 26.9.2011.
- Keijer, M. J. N. & P. Rietveld (2000). How do people get to the railway station? The Dutch experience. *Transportation Planning and Technology* 23: 3, 215–235.
- Kotavaara, O., H. Antikainen & J. Rusanen (2011). Population change and accessibility by road and rail networks: GIS and statistical approach to Finland. *Journal of Transport Geography* 19: 4, 926–935.
- Krizek, K., A. M. El-Geneidy, M. Iacono & J. Horning (2007). *Refining Methods for Calculating Non-Auto Travel Times*. Access to Destinations Study MnDOT 2007-24. 144 s.
- KSV (2011). *Kaavoituskatsaus 2011*. 47 s. Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto.
- Kwan, M.-P. & J. Weber (2003). Individual accessibility revisited: implications for geographical analysis in the twenty-first century. *Geographical Analysis* 35: 4, 341–353.
- Laakso, S. & H. A. Loikkanen (2004). *Kaupunkitalos*. 472 s. Gaudeamus, Helsinki.

- Li, Q., T. Zhang, H. Wang & Z. Zeng (2011). Dynamic accessibility mapping using floating car data: a network-constrained density estimation approach. *Journal of Transport Geography* 19: 3, 379–393.
- Lin, J.-R. & T.-H. Yang (2011). Strategic design of public bicycle sharing systems with service level constraints. *Transportation Research Part E* 47, 284–294.
- Liu, S. & X. Zhu (2004). An integrated GIS Approach to accessibility analysis. *Transactions in GIS*. 8: 1, 45–62.
- LVM (2006). *Henkilöliikennetutkimus 2004-2005*. 82 s. Liikenne- ja viestintäministeriö, Tiehallinto & Ratahallintokeskus. 15.11.2011. <[http://www.hlt.fi/HTL04\\_loppuraportti.pdf](http://www.hlt.fi/HTL04_loppuraportti.pdf)>.
- Maailman hiilidioksidipäästöt lisääntyivät ennätysvauhtia (2011). *Helsingin sanomat* 4.11.2011. 21.12.2011. <<http://www.hs.fi/ulkomaat/Maailman+hiilidioksidip%C3%A4%C3%A4st%C3%B6t+lis%C3%A4%C3%A4ntyiv%C3%A4t+enn%C3%A4tysvauhtia/a1305548711069>>.
- Martens, K. (2004). The bicycle as a feeding mode: experiences from three European countries. *Transportation Research Part D* 9: 4, 281–294.
- Menghini, G., N. Carrasco, N. Schüssler & K.W. Axhausen (2010). Route choice of cyclists in Zurich. *Transportation Research Part A* 44: 9, 754–765.
- Metrobike (2011). The Bike-sharing World Map. 12.1.2012. <<http://maps.google.com/maps/ms?ie=UTF8&hl=en&om=1&msa=0&msid=104227318304000014160.00043d80f9456b3416ced&ll=43.580391,-42.890625&spn=143.80149,154.6875&z=1&source=embed>>.
- MetropAccess (2012). *MetropAccess-hankkeen saavutettavuustyökalujen dokumentaatio*. 12 s.
- Midgley, P. (2009). The role of smart bike-sharing systems in urban mobility. *Journeys* 2, 23–31.
- Miller, H. & S.-L. Shaw (2001). *Geographic information systems for transportation*. 458 s. Oxford University Press, Inc, New York.
- Ministerie van Werkeer en Waterstaat (2009). *Cycling in the Netherlands*. Ministry of Transport, Public Works and Water Management Directorate-General for Passenger Transport. 74 s.
- Moilanen, P. (2009). Saavutettavuus, liikenne ja kommunikaatio aluerakenteessa. *Teoksessa* Sektoritutkimuksen neuvottelukunta (toim.): *Verkottuneen aluerakenteen ominaisuudet – analyysikatsausraportti Osa I*, 31–43. 15.5.2011. <[http://www.minedu.fi/export/sites/default/OPM/Tiede/setu/liitteet/Setu\\_14-2009.pdf](http://www.minedu.fi/export/sites/default/OPM/Tiede/setu/liitteet/Setu_14-2009.pdf)>
- Moisio, T. (2011). Helsinki ei ehkä saakaan kaupunkipyöriä. *Helsingin sanomat* 21.12.2012.
- Määttä-Juntunen, H. & J. Rusanen (2010). GIS-menetelmiä kaupan suuryksiköiden saavutettavuuteen liittyvien hiilidioksidipäästöjen arviointiin. ”Kaupan suuryksiköiden saavutettavuus ja liikennepäästöt Oulun seudulla (CO2)”-hankkeen loppuraportti. *Nordia Tiedonantoja* 2010: 2. Oulun yliopiston Maantieteen laitos, Oulu.
- Nadal, L. (2008). Vélib one year later. *Sustainable Transport* 20, 8–9.

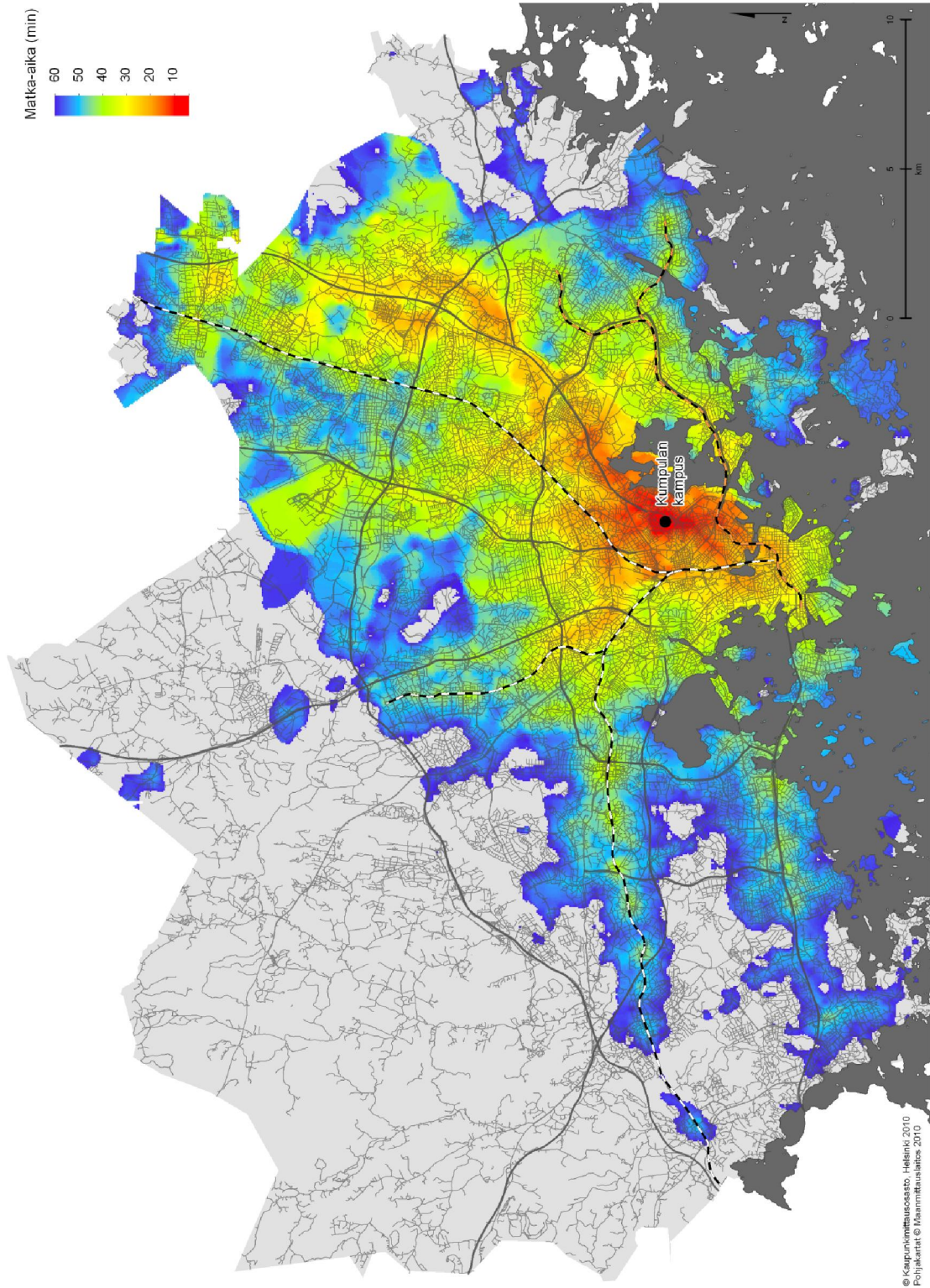
- O'Sullivan, D., A. Morrison & J. Shearer (2000). Using desktop GIS for the investigation of accessibility by public transport: an isochrone approach. *International Journal of Geographical Information Science* 14: 1, 85–104.
- Parkin, J. & J. Rotheram (2010). Design speeds and acceleration characteristics of bicycle traffic for use in planning, design and appraisal. *Transport Policy* 17: 15, 335–341.
- Pucher, J. & R. Buehler (2006). Why Canadians cycle more than Americans: a comparative analysis of bicycling trends and policies. *Transport Policy* 13: 3, 265–279.
- Pucher, J., J. Garrard & S. Greaves (2011). Cycling down under: a comparative analysis of bicycling trends and policies in Sydney and Melbourne. *Journal of Transport Geography* 19: 2, 332–345.
- Raneksi/reittiopas (2012). Github. 14.3.2012. <<https://github.com/raneksi/reittiopas>>.
- Reittiopas API (2011). HSL. 14.12.2011. <<http://developer.reittiopas.fi/pages/fi/reittiopas-api.php>>.
- Reittiopas käyttöohje (2012). HSL. 15.1.2012. <<http://www.reittiopas.fi/instructions/>>.
- Reittiopas Tarkennettu haku (2011). HSL. 14.12.2011. <[http://www.reittiopas.fi/?searchformtype=advanced&from\\_in=&to\\_in=&from\\_in=&to\\_in=](http://www.reittiopas.fi/?searchformtype=advanced&from_in=&to_in=&from_in=&to_in=)>.
- Rietveld, P. (2000). The accessibility of railway stations: the role of the bicycle in the Netherlands. *Transportation Research Part D* 5: 1, 71–75.
- Rietveld, P. & V. Daniel (2004). Determinants of bicycle use: do municipal policies matter? *Transportation Research Part A* 38, 531–550.
- Ristimäki, M. & V. Helminen (2007). Tuusula, Nurmijärvi ja Mäntsälä hajarakentavat. *Helsingin sanomat* 13.3.2007.
- Romero, C. (2008). SpiCycles in Barcelona. Presentation in final conference, Bucharest 19.12.2008. 22.3.2011. <<http://www.slideshare.net/JOANGVBCN/barcelona-final-report>>.
- Salonen, M., T. Toivonen, J.-M. Cohalan & O. Coomes (2012). Critical distances: comparing measures of spatial accessibility in the riverine landscapes of Peruvian Amazonia. *Applied Geography* 32: 2, 501–513.
- Shaheen, S., S. Guzman & H. Zhang (2010). Bikesharing in Europe, the Americas, and Asia: past, present, and future. Transportation research board annual meeting 15.3.2010. 22.9.2011. <<http://escholarship.org/uc/item/79v822k5#page-4>>.
- Silfverberg, L. (2011). Helsingin pyöräilyprojekti oppii Euroopasta. Esitys Helsinki pyöräilykaupungiksi – oppia Euroopasta –seminaarissa 16.2.2011.
- Somerpalo, S. (2006). Saavutettavuuden mittarit. Alueiden saavutettavuus liikenneyhteyksien tason ja aluekehityksen edellytyksen mittarina. *Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja* 13/2006. 92 s.



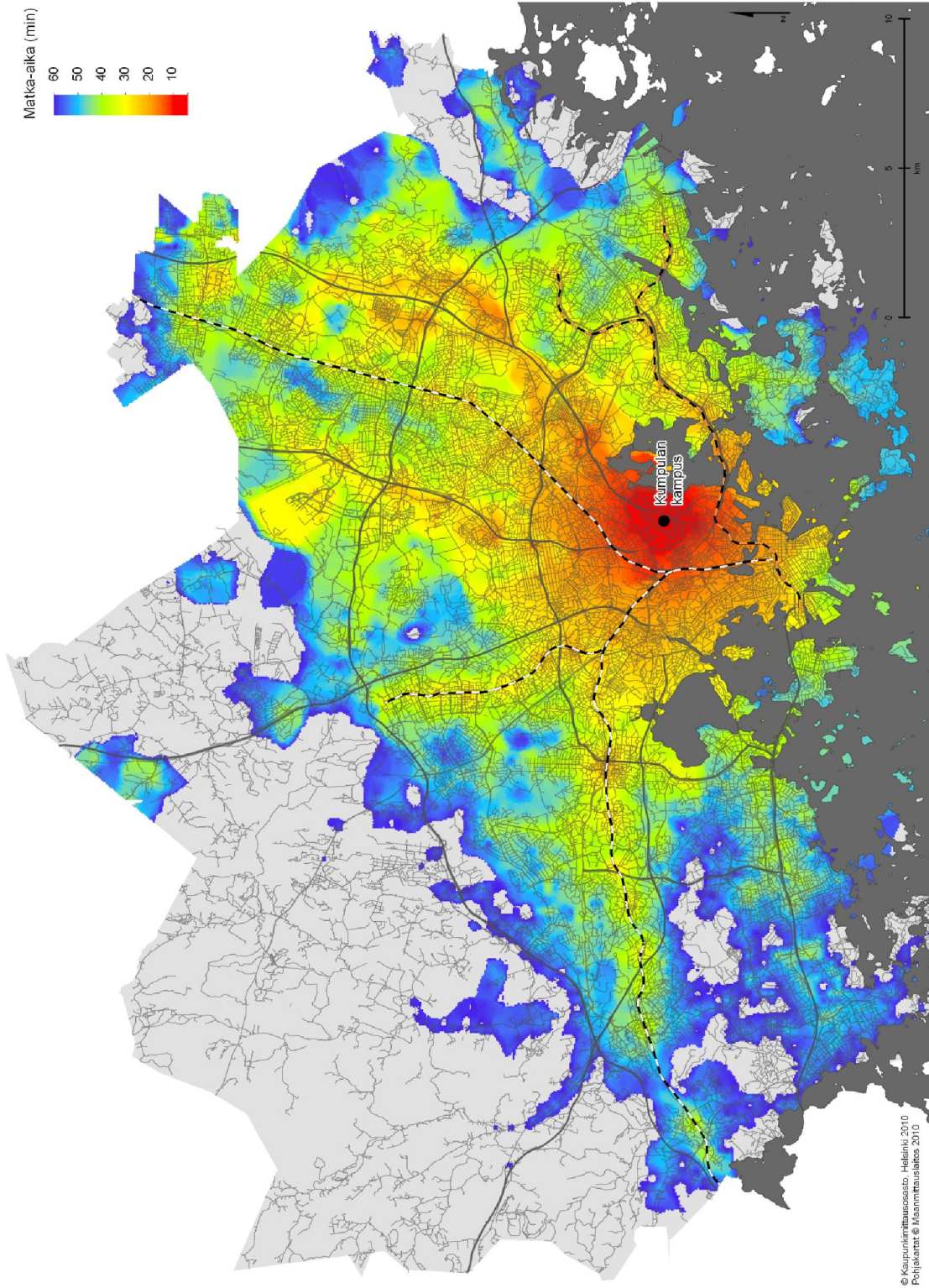
- Steinberg, S. & S. Steinberg (2006). *GIS Geographic information systems for the social sciences: investigating space and place*. 252 s. Sage Publications, Inc, California.
- Sukkulointi Helsinkiin 31.12.2008 (2011). HSY. 23.11.2011.  
<[http://www.hsy.fi/seututieto/Kartat/Sukkulointi/SukkulointiHKI\\_2008.pdf](http://www.hsy.fi/seututieto/Kartat/Sukkulointi/SukkulointiHKI_2008.pdf)>.
- von Thünen, J. H. (1966). Von Thünen's isolated state. 304 s. Pergamon Press Ltd, London.
- Tokola, T. & J. Kalliovirta (2003). Paikkatietoanalyysi. *Helsingin yliopiston metsävarojen käytön laitoksen julkaisuja* 34. 185 s.
- Vaismaa, K., J. Mäntynen, P. Metsäpuro, T. Luukkonen, T. Rantala & K. Karhula (2011). *Parhaat eurooppalaiset käytännöt pyöräilyn ja kävelyn edistämiseksi*. 269 s. Tampereen teknillinen yliopisto, Tampere.
- Virtanen, J. (2011). Päästösopu sai vihdoinkin takarajan. *Helsingin sanomat* 12.12.2011.
- Vogel, P., T. Greiser & D. C. Mattfeld (2011). Understanding bike-sharing systems using data mining: exploring activity patterns. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 20, 514–523.
- Weber, J. (2006). Reflections on the future of accessibility. *Journal of Transport Geography* 14: 5, 399–400.
- YTV (2006). Pääkaupunkiseudun jalankulun ja pyöräilyn strategiasuunnitelma. *Pääkaupunkiseudun julkaisusarja PJS B* 2006: 23. 66 s. 14.12.2011  
<[http://www.hsl.fi/FI/mikaonhsl/julkaisut/Documents/2006/Jkpp\\_strategia\\_B2006\\_23.pdf](http://www.hsl.fi/FI/mikaonhsl/julkaisut/Documents/2006/Jkpp_strategia_B2006_23.pdf)>.

# LIITTEET

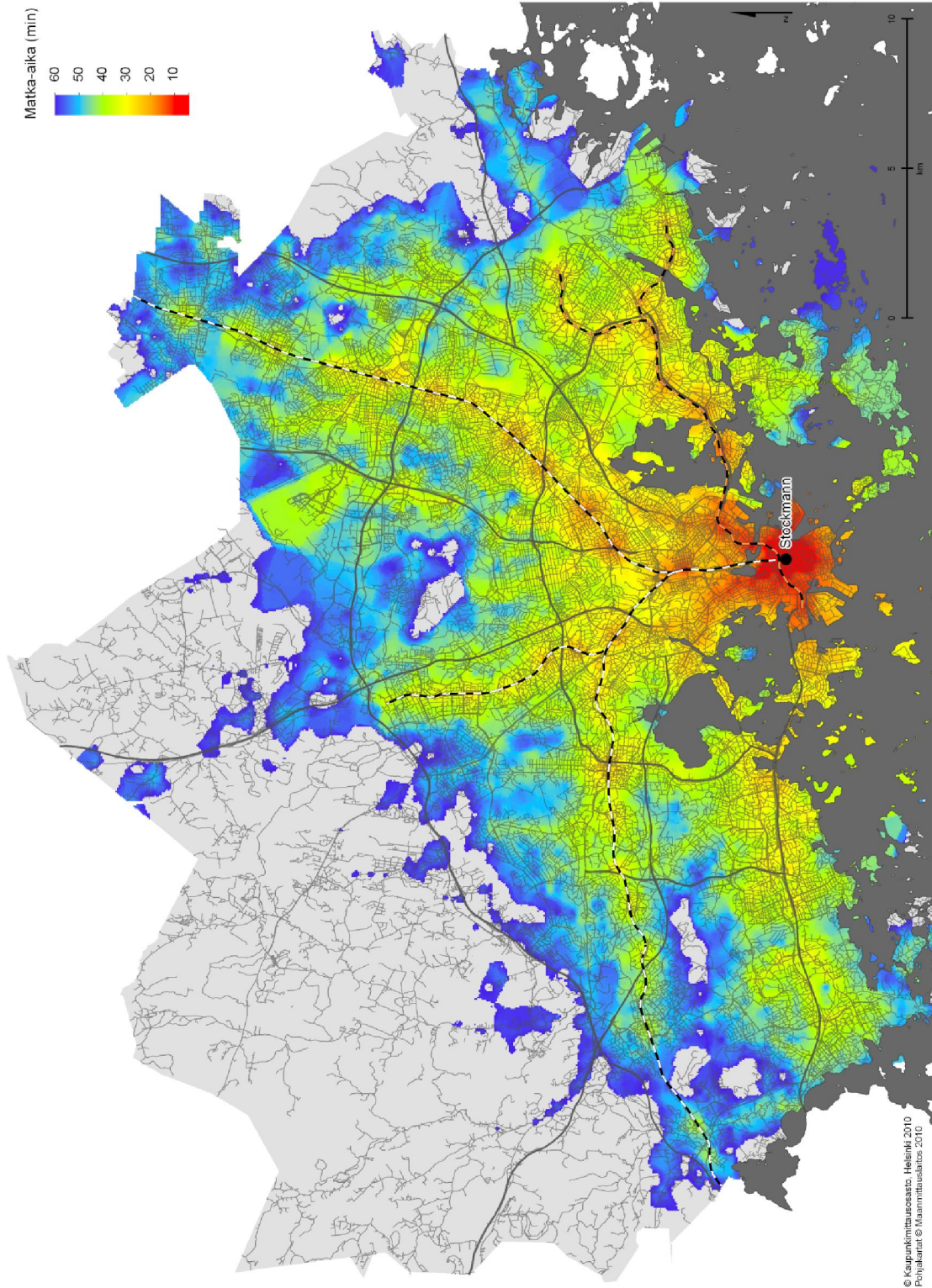
## Kumpulan kampuksen saavutettavuus klo 9: Joukkoliikenne



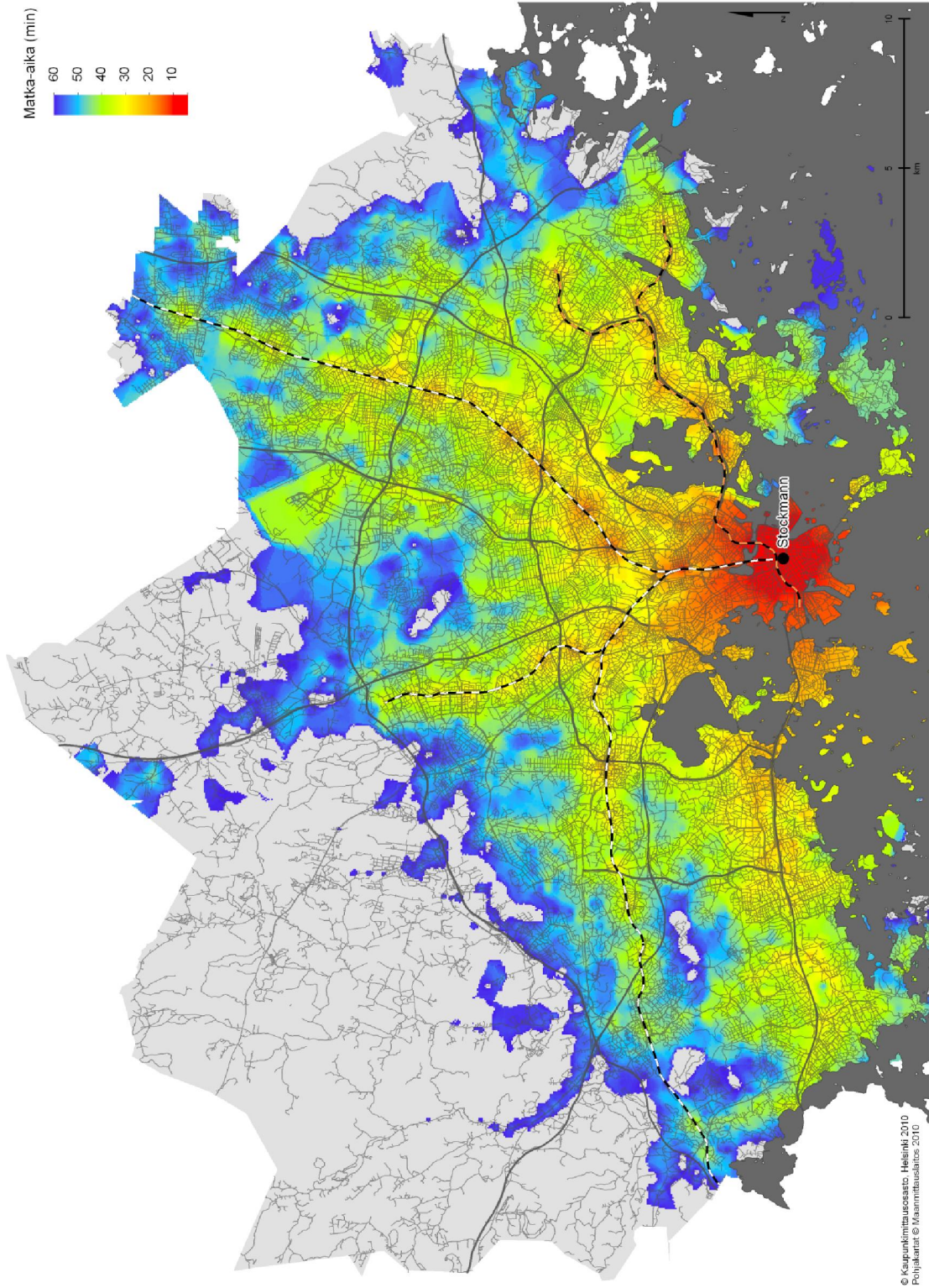
## Kumpulan kampuksen saavutettavuus klo 9: Joukkoliikenne + kaupunkipyörät



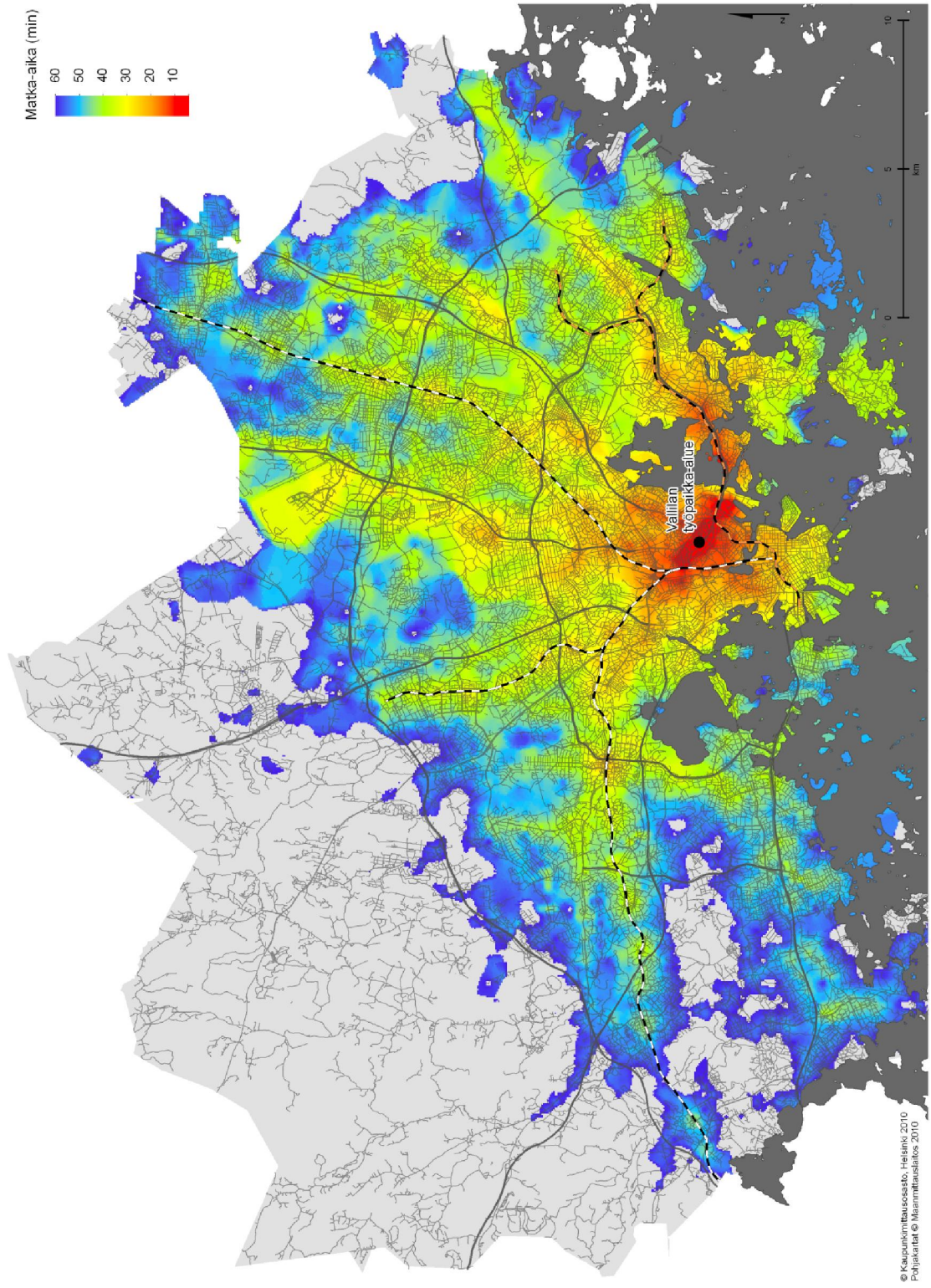
# Stockmannin saavutettavuus klo 9: Joukkoliikenne



# Stockmannin saavutettavuus klo 9: Joukkoliikenne + kaupunkipyörät



Vallilan työpaikka-alueen saavutettavuus klo 9: Joukkoliikenne



## Vallilan työpaikka-alueen saavutettavuus klo 9: Joukkoliikenne + kaupunkipyörät

