

34

.....

28.12.2011

Helsingin seudun liikenne-ennustejärjestelmän yksilömallit

Helsingin seudun liikenne-ennustejärjestelmän yksilömallit

HSL Helsingin seudun liikenne
Opastinsilta 6 A
PL 100, 00077 HSL00520 Helsinki
puhelin (09) 4766 4444
www.hsl.fi

Lisätietoja: Timo Elolähde, (09) 4766 4269
Pekka Räty, (09) 4766 4259
etunimi.sukunimi@hsl.fi

Kansikuva: HSL / Lauri Eriksson

Helsinki 2011

Esipuhe

Helsingin seudun yksilömallit (HESY) on toteutettu HSL:n laajan liikennetutkimuksen (LITU 2008) tulosten perusteella kehityshankkeena, jossa on laadittu yksilöllisiin valintoihin perustuvat liikenteen kysyntämallit. Tehtävä on ollut haasteellinen. HESY-mallit toimivat Helsingin seudun 14 kunnan alueella ja tämän alueen ulkopuolelle menevä liikenne mallinnetaan HELMET-malleilla.

Tavoitteena oli laatia mallit ja käyttöliittymä siten, että ne voisivat toimia käytännön päätöksenteon tukena. Kyse ei siis ollut pelkästään akateemisesti kiinnostavasta mallintamistyöstä. HESY-mallit ovat ensiaskel vakavasti otettavien yksilömallien polulla Suomessa.

Yksilömallien konkreettinen etu on, että mallit ottavat huomioon HELMET-malleja paremmin erilaisten liikkujien preferenssit. Siten matkojen määrää ja liikkumisvalintoja voidaan ennustaa aiempaa luotettavammin. Yksilömallit vaativat myös käyttäjää paneutumaan siihen, millaiseen ympäristöön ja erityisesti keille tulevaisuuden liikennejärjestelmää luodaan.

Hanketta ohjasi työryhmä, johon osallistuivat HSL:stä Marko Vihervuori, Nina Karasmaa, Timo Elolähde, Hannu Kangas ja Pekka Räty.

Helsingin seudun yksilömallien laadintaan osallistuivat WSP Finland Oy:ssä Virpi Pastinen (projektipäällikkö), Annika Rantala ja Hannu Lehto.

Tämän julkaisun toisen version tekstiä kohdan 1.2 osiossa matkaryhmät (sivut 23–24) on hiukan muutettu ensimmäiseen versioon verrattuna, sillä siinä raja koulu- ja opiskelumatkojen välillä ei täysin vastannut todellisuutta.

Tiivistelmäsiivu

Julkaisija: HSL Helsingin seudun liikenne			
Tekijät: Virpi Pastinen, Annika Rantala ja Hannu Lehto			Päivämäärä 28.12.2011
Julkaisun nimi: Helsingin seudun liikenne-ennustejärjestelmän yksilömallit			
Rahoittaja / Toimeksiantaja: Helsingin seudun liikenne, Liikennevirasto, Uudenmaan ELY-keskus, Liikenne- ja viestintä-ministeriö			
Tiivistelmä:			
Helsingin seudun yksilömallit eli HESY-mallit on estimoitu Helsingin seudun työssäkäyntialueella vuosina 2007–2008 tehdyn liikkumistutkimuksen aineistosta. Työ on jatkoa Helsingin seudun työssäkäyntialueen henkilöliikennemalleille eli HELMET-malleille. Kyseessä on yksilömallien periaatteita noudattava mallijärjestelmä ja käyttöliittymä, jolla voidaan arvioida 14 kuntaa kattavan Helsingin seudun liikennejärjestelmän kehittämisen ja maankäytön muutosten vaikutuksia. Liikennejärjestelmän kehittämisellä tarkoitetaan tässä mm. seuraavia toimenpiteitä: joukkoliikenteen linjastosuunnitelmat, väylämuutokset, liikenteen hinnoittelu ja liikennejärjestelmäsuunnitelmat. Yksilömallien etuna pidetään mahdollisuutta mallintaa eri väestöryhmien käyttäytymisen eroja yksityiskohtaisemmin kuin aluekeskiarvoihin perustuvilla väestöryhmämalleilla. Parhaimmillaan tästä seuraa, että mallit ennustavat tavanomaista luotettavammin erilaisten liikkujien valintoja: miksi, kuinka paljon ja millä kulkutavoilla Helsingin seudulla tulevaisuudessa liikutaan ja miten erilaiset päättäjien tekemät liikennepoliittiset valinnat vaikuttavat matkustuskäyttäytymiseen. HESY-mallit ovat 14 kunnan osalta rakenteeltaan samankaltaisia kuin HELMET-mallit, mutta matkaryhmiä on kuuden ryhmän asemesta kahdeksan ja alue- ja liikennejärjestelmämuuttujien lisäksi malleihin on selittäjiksi otettu myös yksilökohtaisia muuttujia. Toisaalta HESY-malleissa ei kuitenkaan ole Helsingin seudun ulkopuolista työssäkäyntialuetta, mutta siltä osin arviot liikkumisesta saadaan HELMET-malleista. HESY-malleihin kuuluvat henkilöauton omistuksen, auton käyttömahdollisuuden, matkatuotosten, matkojen suuntautumisen ja kulkutavan valinnan mallit. HESY-mallien käyttöliittymä on rakennettu yhteensopivaksi HELMET-mallien kanssa. HESY-mallien tuloksia on verrattu Helsingin seudun työssäkäyntialueen liikkumistutkimukseen 2007–2008 ja HELMET-malleihin. Vertailujen perusteella tulokset ovat hyvin linjassa sekä toteutuneen liikennekäyttäytymisen että HELMET-mallien tulosten kanssa. HESY-mallit pystyvät kuitenkin kuvaamaan tapahtuvia muutoksia moniulotteisemmin kuin HELMET-mallit. Mallien käyttäjiä suositellaan silti tutustumaan myös HELMET-malleihin ennen HESY-mallien käyttöönottoa. Näin uuden käyttöliittymän omaksuminen sujuu helpommin. HESY-mallien käyttö vaatii tehokkaan työaseman.			
Avainsanat: liikenne-ennuste, kysyntämalli, yksilömalli, neliporrasmalli, logittimalli, matkaryhmä, kulkutapa			
Sarjan nimi ja numero: HSL:n julkaisuja 34/2011			
ISSN 1798-6176 (nid.)	ISBN (nid.)	Kieli: suomi	Sivuja: 126
ISSN 1798-6184 (pdf)	ISBN 978-952-253-126-1 (pdf)		
HSL Helsingin seudun liikenne, PL 100, 00077 HSL, puhelin (09) 4766 4444			

Sammandragssida

Utgivare: HRT Helsingforsregionens trafik			
Författare: Virpi Pastinen, Annika Rantala och Hannu Lehto			Datum 28.12.2011
Publikationens titel: Disaggregerade modeller i trafikprognossystemet för Helsingforsregionen			
Finansiär / Uppdragsgivare: Helsingforsregionens Trafik, Trafikverket, ELY-centralen i Nyland, Kommunikationsministeriet			
Sammandrag:			
De disaggregerade modellerna för Helsingforsregionen (de sk. HESY-modellerna) är estimerade med hjälp av resultaten från Resvaneundersökningen för Helsingforsregionens pendlingsområde (2007–2008). Modellarbetet är en fortsättning på utarbetandet av persontrafikmodellerna för Helsingforsregionens pendlingsområde (de sk. HELMET-modellerna). Modellsystemet följer principerna för disaggregerade modeller. Med hjälp av användargränssnittet skall man kunna utvärdera effekter av utvecklingsåtgärder i trafiksystemet och markanvändningen i Helsingforsregionens 14 kommuner. Med utvecklingsåtgärder i trafiksystemet avses b.l.a. följande åtgärder: linjenätsplaner för kollektivtrafiken, utveckling av trafikleder, prissättning av trafiken samt trafiksystemplaner. Som en fördel hos disaggregerade modellerna anses möjligheten att modellera skillnaden i resvanor mellan olika befolkningskategorier på ett mer detaljerat sätt än med modellerna som baserar sig på regionala medelvärden. I bästa fall innebär detta att man med modellerna mer tillförlitligt än vanligt kan utarbeta prognoser över hur olika resenärer gör sina val: varför, hur ofta och med vilka färdmedel man reser i Helsingforsregionen i framtiden och hur de av beslutsfattarna gjorda trafikpolitiska besluten styr resmönstrets utveckling. HESY-modellsystemet liknar till sin struktur HELMET-modellsystemet i Helsingforsregionens 14 kommuner, men resegrupperna har utökats från sex till åtta och förutom områdes- och trafiksystemvariabler har man som förklarande variabler tillagt även individuella variabler. HELMET-modellerna omfattar pendlingsområden även utanför Helsingforsregionen. Dessa områden finns inte i HESY-modellerna. I HESY-modellsystemet ingår modeller för personbilsinnehav, personbilstillgänglighet, resealstring, trafikfördelning och färdmedelsval. Användargränssnittet är kompatibelt med användargränssnittet för HELMET-modellsystemet. Resultat uträknade med HESY-modellsystemet har jämförts med resultat från resvaneundersökningen för Helsingforsregionens arbetspendlingsområde 2007–2008 samt med resultat uträknade med HELMET-modellsystemet. Jämförelsen visade att resultaten är väl i linje med den faktiska utvecklingen av resandet och med resultat uträknade med HELMET-modellsystemet. HESY-modellsystemet erbjuder dock möjligheter att mera mångdimensionellt beskriva förändringar i resandet. Man rekommenderar att de som kommer att använda det nya HESY-modellsystemet, först bekantar sig med HELMET-modellsystemet. Detta underlättar även inlärningen av det nya användargränssnittet. HESY-modellsystemet förutsätter en kapacitetsstark arbetsstation.			
Nyckelord: trafikprognos, efterfrågemodell, disaggregerad modell, fyrstegsmodell, logitmodell, resegrupp, färdmedel			
Publikationsseriens titel och nummer: HRT publikationer 34/2011			
ISSN 1798-6176 (häft.)	ISBN (häft.)	Språk: Finska	Sidantal: 126
ISSN 1798-6184 (pdf)	ISBN 978-952-253-126-1 (pdf)		
HRT Helsingforsregionens trafik, PB 100, 00077 HRT, tfn. (09) 4766 4444			

Abstract page

Published by: HSL Helsinki Region Transport			
Author: Virpi Pastinen, Annika Rantala and Hannu Lehto			Date of publication 28.12.2011
Title of publication: Helsinki Region Traffic Forecast System Disaggregate Choice Models			
Financed by / Commissioned by: HSL Helsinki Region Transport, Finnish Transport Agency, Centre for Economic Development, Transport and the Environment for Uusimaa, Ministry of Transport and Communications			
Abstract:			
Helsinki region disaggregate choice models, or HESY models have been estimated using data obtained from a traffic survey conducted in the Helsinki region commuting area in 2007–2008. The work is a continuation of the so called HELMET models, i.e. models developed for the Helsinki region commuting area passenger traffic. The models form a model system and user interface based on the principles of disaggregate choice models. They can be used to assess the impacts of the development of the Helsinki region transport system covering 14 municipalities and the impacts of changes in land use. In this study, development of the transport system includes, among others, the following: public transport route network plans, changes to roads, transport pricing, and transport system plans. The advantage of disaggregate choice models is that they enable modeling of the behavioral variation across different population groups in a more detailed manner than population group models based on areal averages. At best, the models provide more reliable data on people's mobility choices than conventional models. The models can predict why, how much and by which modes of transport people travel in the Helsinki region in the future, and how different transport policy decisions affect people's travel behaviour. In terms of structure, the HESY models for the 14 Helsinki region municipalities are mainly similar to the HELMET models but instead of six trip groups there are eight trip groups. In addition to the zone specific and transport system variables used in the HELMET models, there are variables describing the characteristics of individuals. The HESY models do not, however, cover the commuting area outside the Helsinki region, but travel estimates for this area are obtained using the HELMET models. The HESY models include models for car ownership, possibility to use car, trip generation, trip distribution and modal split. The HESY user interface is compatible with HELMET models. The results of the HESY models have been compared to the Helsinki Region Commuting Area Travel Behavior Survey (2007–2008) and to the results of the HELMET models. The HESY results seem to be in line with both actual travel behavior and the results of the HELMET models. However, the HESY models are able to describe the changes in travel behavior in a more multidimensional way than the HELMET models. Nevertheless, the users of the HESY models are advised to acquaint themselves with the HELMET models before using the HESY models to make it easier to learn to use the new interface. The use of the HESY models requires an effective computer.			
Keywords: Traffic forecast, demand model, disaggregate choice model, four-step model, logit model, trip group, mode of travel			
Publication series title and number: HSL Publications 34/2011			
ISSN 1798-6176 (Print)	ISBN (Print)	Language: Finnish	Pages: 126
ISSN 1798-6184 (pdf)	ISBN 978-952-253-126-1 (pdf)		
HSL Helsinki Region Transport, PO Box 100, 00077 HSL, Tel. +358 (0) 9 4766 4444			

Sisällysluettelo

1	Johdanto.....	17
1.1	Lähtökohdat	17
1.2	Pohditut vaihtoehdot ja perusteet valinnoille	17
1.3	Mallijärjestelmän yleiskuvaus	28
2	Väestömallit	31
2.1	Väestörakenne	31
2.2	Autonomistusmalli	31
2.3	Henkilöauton käyttömahdollisuutta kuvaava malli	34
3	Matkamallit	38
3.1	Matkatuotosmallit	38
3.2	Matkojen suuntautumismallit	39
3.3	Kulikutapamallit.....	45
4	Ennustetestit.....	57
4.1	Tavoite	57
4.2	Nykytilanteen ennuste.....	57
4.3	HESY- ja HELMET-mallien vertailu politiikkatesteillä	59
4.3.1	Joukkoliikenteen lipun hintaa nostetaan 20 prosenttia	59
4.3.2	Itämetro 2050	62
5	Ennusteiden laadinta ja ajoikatestit.....	66
5.1	Ennusteprosessi	66
5.1.1	Yleistä	66
5.1.2	Ennusteen iterointitarve	67
5.1.3	Helsingin seudun mallien ennusteprosessi.....	67
5.1.4	Muun liikenteen ennustaminen	69
5.2	Eräiden lähtötietojen muodostamisesta.....	69
5.2.1	Uudet muuttajat.....	69
5.2.2	Joukkoliikennelipun tai autoilun hintamuutokset.....	69
5.2.3	Joukkoliikenteen nopeuttaminen	69
5.2.4	Ruuhkamaksu	69
5.2.5	Väestö- ja maankäyttötiedot	70
5.3	Väestön kokonaismäärä ja väestörakenne.....	70
5.4	Ajoikatestit.....	70
5.5	Käyttöliittymä.....	71

Kuvaluettelo

Kuva 1.	HESY-malleissa kutakin väestöryhmää edustaa yksi keskivertokansalainen.....	19
Kuva 2.	Helsingin seudun väestö iän, sukupuolen ja kotitaloustyyppin mukaan.	20
Kuva 3.	Esimerkki kahden yksittäisen ennustealueen väestöjakaumista.....	20
Kuva 4.	Helsingin seudun asukkaiden matkamäärät syksyn arkivuorokautena, matkaryhmittäin ja kulkutavoittain	22
Kuva 5.	Helsingin seudun asukkaiden tekemien matkamäärien jakautuminen eri matkaryhmiin syksyn arkivuorokautena	23
Kuva 6.	Pääkaupunkiseudun ja kehyskuntien asukkaiden matkojen määrät ryhmiteltynä ennustealueiden sisäisiin matkoihin, muihin kuntien sisäisiin matkoihin ja kuntien välisiin matkoihin eri matkaryhmissä.	27
Kuva 7.	HESY-mallien tarkastelualue (Kuntajako 2007).	28
Kuva 8.	Autonomistus. Mallin tulosten (2009) ja liikkumistutkimuksen HEHA 2007–2008 vertailu.	34
Kuva 9.	Henkilöauton käyttömahdollisuus. Mallin tulosten (2009) ja liikkumistutkimuksen HEHA 2007–2008 vertailu.	36
Kuva 10.	Väestö. Mallin tulosten (2009) ja liikkumistutkimuksen HEHA 2007–2008 vertailu.	36
Kuva 11.	Väestö ikäryhmittäin. Mallin tulosten (2009) ja liikkumistutkimuksen HEHA 2007–2008 vertailu.	37
Kuva 12.	Matkatuotoslukuihin vaikuttavat tekijät ja matkaryhmät.	38
Kuva 13.	Henkilöauton pääasiallisten käyttäjien (HAP) ja muiden henkilöiden (EHAP) matkojen kumulatiiviset pituusjakaumat	40
Kuva 14.	HESY-suuntautumismallit.	42
Kuva 15.	Kulkutapojen käyttösuudet pääkaupunkiseudun ja kehyskuntien asukkaille kaikilla Helsingin seudun matkoilla.	45
Kuva 16.	Pääkaupunkiseudun ja kehyskuntien asukkaiden käyttämät kulkutavat arkivuorokauden matkojen määrinä ilmaistuna	45
Kuva 17.	Kulkutapojen käyttö eripituisilla matkoilla.	46
Kuva 18.	Kolmen esimerkkihenkilön kulkutavan valintatodennäköisyyden erot määrätyllä ostosmatkalla pääkaupunkiseudulla ja kehyskunnassa. Yksittäinen mallilla laskettu esimerkki.....	47
Kuva 19.	Kulkutavan valintamallin muuttujat ja malliryhmät.....	48
Kuva 20.	Ajoneuvoliikenne, HELMET-nykytila, aamuhuipputunti.....	57
Kuva 21.	Ajoneuvoliikenne, HESY-nykytila, aamuhuipputunti.	58
Kuva 22.	Joukkoliikenne, HESY-nykytila, aamuhuipputunti.	58
Kuva 23.	Väestö 2009 ja ruokakuntien keskitulot 2007 lopussa.	62
Kuva 24.	Väestö 2050 ja ruokakunnan keskitulot vuoden 2007 lopun tasossa.	63
Kuva 25.	Joukkoliikenne, HESY-2050, aamuhuipputunti.	64
Kuva 26.	Itämetrokäytävä, muu Helsinki ja Sipoo.	65
Kuva 27.	Ennusteprosessin pääkohdat.	66
Kuva 28.	Helsingin seudun ennusteiden laadinnan pääkohdat.....	68
Kuva 29.	Kantakaupunki ja siihen kuuluvat ennustealueet.	77
Kuva 30.	Kotiperäisten työmatkojen matkatuotoskertoimet ja matkojen määrä Helsingin seudulla	88
Kuva 31.	Kotiperäisten opiskelumatkojen matkatuotoskertoimet ja matkojen määrä Helsingin seudulla	89
Kuva 32.	Kotiperäisten koulumatkojen matkatuotoskertoimet ja matkojen määrä Helsingin seudulla.	90

Kuva 33.	Kotiperäisten ostos- ja asiointimatkojen matkatuotoskertoimet ja matkojen määrä Helsingin seudulla	91
Kuva 34.	Kotiperäisten liikunta- ja ulkoilumatkojen matkatuotoskertoimet ja matkojen määrä Helsingin seudulla	92
Kuva 35.	Kotiperäisten muiden matkojen matkatuotoskertoimet ja matkojen määrä Helsingin seudulla	93
Kuva 36.	Työperäisten matkojen matkatuotoskertoimet ja matkojen määrä Helsingin seudulla..	94
Kuva 37.	Muiden kuin työ- tai kotiperäisten matkojen matkatuotoskertoimet ja matkojen määrä Helsingin seudulla	95
Kuva 38.	Kotiperäisten työmatkojen suuntautuminen – EHAP. Vertailu ennustettujen ja havaittujen suuntautumisten välillä	112
Kuva 39.	Kotiperäisten työmatkojen suuntautuminen – HAP. Vertailu ennustettujen ja havaittujen suuntautumisten välillä	112
Kuva 40.	Kotiperäisten opiskelumatkojen suuntautuminen – EHAP. Vertailu ennustettujen ja havaittujen suuntautumisten välillä	113
Kuva 41.	Kotiperäisten opiskelumatkojen suuntautuminen – HAP. Vertailu ennustettujen ja havaittujen suuntautumisten välillä	113
Kuva 42.	Kotiperäisten koulumatkojen suuntautuminen – EHAP. Vertailu ennustettujen ja havaittujen suuntautumisten välillä	114
Kuva 43.	Kotiperäisten ostos- ja asiointimatkojen suuntautuminen – EHAP ja HAP. Vertailu ennustettujen ja havaittujen suuntautumisten välillä	114
Kuva 44.	Kotiperäisten liikunta- ja ulkoilumatkojen suuntautuminen – EHAP ja HAP. Vertailu ennustettujen ja havaittujen suuntautumisten välillä	115
Kuva 45.	Kotiperäisten muiden matkojen suuntautuminen – EHAP. Vertailu ennustettujen ja havaittujen suuntautumisten välillä	115
Kuva 46.	Kotiperäisten muiden matkojen suuntautuminen – HAP. Vertailu ennustettujen ja havaittujen suuntautumisten välillä	116
Kuva 47.	Työperäisten matkojen suuntautuminen – EHAP. Vertailu ennustettujen ja havaittujen suuntautumisten välillä	116
Kuva 48.	Työperäisten matkojen suuntautuminen – HAP. Vertailu ennustettujen ja havaittujen suuntautumisten välillä	117
Kuva 49.	Muiden kuin työ- tai kotiperäisten matkojen suuntautuminen – EHAP ja HAP. Vertailu ennustettujen ja havaittujen suuntautumisten välillä	117
Kuva 50.	Ennustettujen ja havaittujen matkamäärien vertailu, pääkaupunkiseudun asukkaiden kotiperäiset työmatkat vuorokaudessa	118
Kuva 51.	Ennustettujen ja havaittujen matkamäärien vertailu, kehyskuntien asukkaiden kotiperäiset työmatkat vuorokaudessa	118
Kuva 52.	Ennustettujen ja havaittujen matkamäärien vertailu, pääkaupunkiseudun asukkaiden kotiperäiset opiskelumatkat vuorokaudessa	119
Kuva 53.	Ennustettujen ja havaittujen matkamäärien vertailu, kehyskuntien asukkaiden kotiperäiset opiskelumatkat vuorokaudessa	119
Kuva 54.	Ennustettujen ja havaittujen matkamäärien vertailu, pääkaupunkiseudun asukkaiden kotiperäiset koulumatkat vuorokaudessa	120
Kuva 55.	Ennustettujen ja havaittujen matkamäärien vertailu, kehyskuntien asukkaiden kotiperäiset koulumatkat vuorokaudessa	120
Kuva 56.	Ennustettujen ja havaittujen matkamäärien vertailu, pääkaupunkiseudun asukkaiden kotiperäiset ostos- ja asiointimatkat vuorokaudessa	121
Kuva 57.	Mallin ennustamien ja HEHA 2007–2008 -aineistossa havaittujen matkamäärien vertailu, kehyskuntien asukkaiden kotiperäiset ostos- ja asiointimatkat vuorokaudessa	121
Kuva 58.	Ennustettujen ja havaittujen matkamäärien vertailu, pääkaupunkiseudun asukkaiden kotiperäiset liikunta- ja ulkoilumatkat vuorokaudessa	122

Kuva 59.	Ennustettujen ja havaittujen matkamäärien vertailu, kehyskuntien asukkaiden kotiperäiset liikunta- ja ulkoilumatkat vuorokaudessa.	122
Kuva 60.	Ennustettujen ja havaittujen matkamäärien vertailu, pääkaupunkiseudun asukkaiden kotiperäiset muut matkat vuorokaudessa.	123
Kuva 61.	Ennustettujen ja havaittujen matkamäärien vertailu, kehyskuntien asukkaiden kotiperäiset muut matkat vuorokaudessa.	123
Kuva 62.	Ennustettujen ja havaittujen matkamäärien vertailu, pääkaupunkiseudun asukkaiden työperäiset matkat vuorokaudessa.	124
Kuva 63.	Ennustettujen ja havaittujen matkamäärien vertailu, kehyskuntien asukkaiden työperäiset matkat vuorokaudessa.	124
Kuva 64.	Ennustettujen ja havaittujen matkamäärien vertailu, pääkaupunkiseudun asukkaiden muut kuin työ- tai kotiperäiset matkat vuorokaudessa.	125
Kuva 65.	Ennustettujen ja havaittujen matkamäärien vertailu, kehyskuntien asukkaiden muut kuin työ- tai kotiperäiset matkat vuorokaudessa.	125

Taulukkuuettelo

Taulukko 1.	Keskeisimmät eroavuudet HESY:n ja HELMET-mallien Helsingin seutua koskevien osien välillä.	16
Taulukko 2.	Kotiperäisten ostos- ja asiointimatkojen matkakohteet.	24
Taulukko 3.	Kotiperäisten muiden matkojen matkakohteet.	25
Taulukko 4.	Työperäisten matkojen matkakohteet.	25
Taulukko 5.	Matkakohteet muilla kuin työ- tai kotiperäisillä matkoilla	26
Taulukko 6.	Muiden kuin työ- tai kotiperäisten matkojen lähtö- ja määräpaikat.	26
Taulukko 7.	Helsingin seudun työssäkäyntialueen henkilöliikennemallien osat.	29
Taulukko 8.	Autonomistusmalli.	33
Taulukko 9.	Eräitä autonomistusmalliin liittyviä lähtötietoja alueittain.	34
Taulukko 10.	Henkilöauton käyttömahdollisuutta kuvaavan malli.	35
Taulukko 11.	Kotiperäisten työmatkojen kulkutavan valintamallit.	49
Taulukko 12.	Kotiperäisten opiskelumatkojen kulkutavan valintamallit.	50
Taulukko 13.	Kotiperäisten koulumatkojen kulkutavan valintamallit.	51
Taulukko 14.	Kotiperäisten ostos- ja asiointimatkojen kulkutavan valintamallit.	52
Taulukko 15.	Kotiperäisten liikunta- ja ulkoilumatkojen kulkutavan valintamallit.	53
Taulukko 16.	Kotiperäisten muiden matkojen kulkutavan valintamallit.	54
Taulukko 17.	Työperäisten matkojen kulkutavan valintamallit.	55
Taulukko 18.	Muiden kuin työ- tai kotiperäisten matkojen kulkutavan valintamallit.	56
Taulukko 19.	Nykytilanteen ennuste, HELMET- ja HESY-mallien vertailu.	59
Taulukko 20.	Eroja HELMET- ja HESY -malleilla tehdyissä ennusteissa.	60
Taulukko 21.	Joukkoliikenteen hinnankorotuksen vaikutus vuorokauden matkoihin Helsingin seudun eri alueilla.	60
Taulukko 22.	Joukkoliikenteen hinnankorotuksen vaikutus vuorokauden matkoihin koko Helsingin seudulla.	61
Taulukko 23.	Joukkoliikenteen hinnankorotuksen vaikutus vuorokauden matkoihin Helsingin seudulla, matkojen määrän muutos, moottoroidut kulkuvälineet.	61
Taulukko 24.	Joukkoliikenteen hinnankorotuksen vaikutus vuorokauden matkoihin Helsingin seudulla, matkojen määrän muutos matkaryhmittäin, moottoroidut kulkuvälineet. ..	61
Taulukko 25.	Liikenne vuonna 2050, kun Itämetro on rakennettu. HELMET- ja HESY-mallien tulosten vertailu.	65
Taulukko 26.	Sijoittelu- ja ennustepankin sisältö pääpiirteittäin.	67
Taulukko 27.	Arkivuorokausiliikenteen ja koko vuoden keskimääräisen vuorokausiliikenteen suhteet.	73
Taulukko 28.	Pääkaupunkiseudulla tehtyjen kotiperäisten työmatkojen suuntautumis- ja saavutettavuusmalli.	96
Taulukko 29.	Kehyskunnissa tehtyjen kotiperäisten työmatkojen suuntautumis- ja saavutettavuusmalli.	97
Taulukko 30.	Pääkaupunkiseudulla tehtyjen kotiperäisten opiskelumatkojen suuntautumis- ja saavutettavuusmalli.	98
Taulukko 31.	Kehyskunnissa tehtyjen kotiperäisten opiskelumatkojen suuntautumis- ja saavutettavuusmalli.	99
Taulukko 32.	Pääkaupunkiseudulla tehtyjen kotiperäisten koulumatkojen suuntautumis- ja saavutettavuusmalli.	100
Taulukko 33.	Kehyskunnissa tehtyjen kotiperäisten koulumatkojen suuntautumis- ja saavutettavuusmalli.	101
Taulukko 34.	Pääkaupunkiseudulla tehtyjen kotiperäisten ostos- ja asiointimatkojen suuntautumis- ja saavutettavuusmalli.	102

Taulukko 35.	Kehyskunnissa tehtyjen kotiperäisten ostos- ja asiointimatkojen suuntautumis- ja saavutettavuusmalli.	103
Taulukko 36.	Pääkaupunkiseudulla tehtyjen kotiperäisten liikunta- ja ulkoilumatkojen suuntautumis- ja saavutettavuusmalli.	104
Taulukko 37.	Kehyskunnissa tehtyjen kotiperäisten liikunta- ja ulkoilumatkojen suuntautumis- ja saavutettavuusmalli.	105
Taulukko 38.	Pääkaupunkiseudulla tehtyjen kotiperäisten muiden matkojen suuntautumis- ja saavutettavuusmalli.	106
Taulukko 39.	Kehyskunnissa tehtyjen kotiperäisten muiden matkojen suuntautumis- ja saavutettavuusmalli.	107
Taulukko 40.	Pääkaupunkiseudulla tehtyjen työperäisten matkojen suuntautumis- ja saavutettavuusmalli.	108
Taulukko 41.	Kehyskunnissa tehtyjen työperäisten matkojen suuntautumis- ja saavutettavuusmalli.	109
Taulukko 42.	Muiden kuin työ- tai kotiperäisten matkojen suuntautumis- ja saavutettavuusmalli pääkaupunkiseudulla.	110
Taulukko 43.	Muiden kuin työ- tai kotiperäisten matkojen suuntautumis- ja saavutettavuusmalli kehyskunnissa.	111

Liiteluettelo

- Liite 1. Käsitteet
- Liite 2. Lyhenteet
- Liite 3. Matkatuotoslukujen ja matkojen määrien tarkasteluja matkaryhmittäin ja väestöryhmittäin.
- Liite 4. Suuntautumismallien muuttujat ja kertoimet.
- Liite 5. Suuntautumismallien ja HEHA 2007–2008 aineistojen vertailua.
- Liite 6. Mallin ennustamien ja HEHA 2007–2008-aineistossa havaittujen matkamäärien vertailu matkaryhmittäin ja suunnittain sekä kulkutavan mukaan.

1 Johdanto

1.1 Lähtökohdat

Helsingin seudun yksilömallit eli HESY-mallit on estimoitu Helsingin seudun työssäkäyntialueella 2007–2008 tehdyn liikkumistutkimuksen¹ aineistosta. Yksilömallien laadinta on jatkoa aiemmin laadituille Helsingin seudun työssäkäyntialueen henkilöliikennemalleille eli HELMET-malleille². Tarkoituksena oli laatia yksilömallien periaatteita noudattava mallijärjestelmä, jolla voidaan arvioida 14 kuntaa kattavan Helsingin seudun liikennejärjestelmän kehittämisen ja maankäytön muutosten vaikutuksia. Liikennejärjestelmän kehittämisellä tarkoitetaan mm. seuraavia toimenpiteitä: joukkoliikenteen linjastosuunnitelmat, väylämuutokset, liikenteen hinnoittelu ja liikennejärjestelmäsuunnitelmat.

Helsingin seudun yksilömallit perustuvat Helsingin seudun työssäkäyntialueella tehtyyn liikkumistutkimukseen. Kyseessä oli otantatutkimus, johon osallistui n. 20 000 vastaajaa, kun koko Helsingin seudun työssäkäyntialueella asuu 1,38 miljoonaa³ seitsemän vuotta täyttäneitä asukasta. Näistä n. 15 000 vastaajaa asui pääkaupunkiseudulla ja kehyskunnissa, kun niiden seitsemän vuotta täyttäneiden asukkaiden määrä on 1,18 miljoonaa⁴. Otoksen perusteella voidaan tilastotieteellisiä menetelmiä hyväksikäyttäen estimoida eli arvioida koko kohdejoukon eli Helsingin seudun asukkaiden liikkumista määrättyissä virhe-
rajoissa.

Yksilömallien etuna pidetään mahdollisuutta mallintaa eri väestöryhmien eroja yksityiskoh-
taisemmin kuin aluekeskiarvoihin perustuvilla väestöryhmämalleilla. Parhaimmillaan tästä seuraa, että mallit ennustavat tavanomaista luotettavammin erilaisten liikkujien valintoja: miksi, kuinka paljon ja millä kulkutavoilla Helsingin seudulla tulevaisuudessa liikutaan ja miten erilaiset päättäjien tekemät liikennepoliittiset valinnat (esim. hinnoittelu) vaikuttavat matkustuskäyttäytymiseen. Perhetilanne, ikä ja työssäkäynti ovat eräitä liikkumisvalintoihin merkittävällä tavalla vaikuttavia tekijöitä. Yksilömalleilla näiden tekijöiden vaikutukset saadaan esille.

Eräänä lähtökohtana työlle on ollut, että monissa muissa maissa yksilömalleja on jo pitkään käytetty liikennejärjestelmäsuunnitelmien yhteydessä vaikutusarviointien tukena. Nyt myös Helsingin seudulla haluttiin edetä tähän suuntaan. Yksilömallit antavat parhaimmillaan luotettavampia vastauksia politiikkatesteihin kuin perinteiset mallit, ja ne myös kertovat tarkemmin, miten erilaisten liikennejärjestelmän muutosten vaikutukset kohdentuvat eri väestöryhmiin.

Jako yksilömalleihin ja väestöryhmämallien on jossain määrin veteen piirretty viiva. Molemmissa mallityypeissä käytetään kuitenkin logittimalleja, jotka perustuvat yksilöllisten valintojen teoriaan. Eroavaisuudet tulevat esille lähinnä siinä, miten malleja sovelletaan. Esimerkiksi HELMET-malleissa pääkaupunkiseudun ja kehyskuntien asukkaat jaettiin yhteensä 9 väestöryhmään, kun otettiin huomioon ikä ja henkilöauton käyttömahdollisuus. Ruotsalaisten SAMPERS-malleissa taas väestöryhmiä on yli kaksisataa. Ääritapauksena voitaisiin ajatella tilannetta, jossa jokaisen yksilön käyttäytyminen simuloitaisiin erikseen yksittäiselle päivälle tai vaikkapa vuoden jokaiselle päivälle erikseen. Ryhmittelyn hienoja-

¹ Helsingin seudun työssäkäyntialueen liikkumistutkimus 2007–2008 (32/2010).

² Helsingin seudun työssäkäyntialueen liikenne-ennustemallit 2010 (HSL:n julkaisuja 33/2011)

³ Perustuu laajennetusta Helsingin seudun työssäkäyntialueen liikkumistutkimuksesta 2007–2008 laskettuun väestömäärään. YKR:n vuoden 2005 aineistossa väestömäärä oli 1,34 miljoonaa.

⁴ Perustuu laajennetusta Helsingin seudun työssäkäyntialueen liikkumistutkimuksesta 2007–2008 laskettuun väestömäärään. YKR:n vuoden 2005 aineistossa vastaava väestömäärä oli 1,01 miljoonaa.

koisuus riippuu siitä, mikä on mallintamisen tavoite. Väestöryhmien lisääminen malliin ei siis ole itsetarkoitus, vaan sillä pyritään parantamaan mallien selittävyttä eli kykyä kuvata liikkumista nykytilanteessa ja tulevaisuudessa.

Helsingin seudun yksilömallien (eli HESY-mallien) tavoitteiksi tulivat lopulta seuraavat näkökohdat:

- mallit antavat realistisen kuvan seudun liikenteestä nykytilanteessa
- malleilla voidaan laatia uskottavia ennusteita
- ennusteen laadinnassa tarvittava laskentakapasiteetti pysyy kohtuullisena
- mallien käyttöliittymä on sellainen, että mahdollisimman monet tahot voivat sitä käyttää
- liikenteen tarjontamallin ja HELMET-mallien yhteydessä tehtyä työtä hyödynnetään mahdollisimman tehokkaasti.

Taulukko 1. Keskeisimmät eroavuudet HESY:n ja HELMET-mallien Helsingin seutua koskevien osien välillä.

HESY	HELMET
Mallit ottavat kantaa eri väestöryhmien liikkumiseen ja osoittavat, että eri väestöryhmät liikkuvat eri tavalla ja että toimenpiteet vaikuttavat eri tavalla eri väestöryhmien valintoihin.	Malli kuvaa väestöä keskimäärin. Väestöryhmien eroavuuksia ei tuoda esille paitsi tuotosmallissa.
Tuotokset lasketaan 86 väestöryhmälle, jotka on muodostettu ikäryhmän, sukupuolen, lapsiperheellisyyden (onko alle 7-vuotiaita), autonomistuksen (0, 1, 2+) ja autonkäyttömahdollisuuden (HAP/EHAP) mukaan	Tuotokset lasketaan 9 väestöryhmälle, jotka on muodostettu ikäryhmän ja autonkäyttömahdollisuuden (HAP/EHAP) mukaan
Kulikutapavaihtoehtoja on kolme ja alueita 266.	Kulikutapavaihtoehtoja on kolme ja alueita 266.
Matkaryhmiä on kahdeksan	Matkaryhmiä on kuusi
Suuntautumismallissa on erotettu HAP- ja EHAP-henkilöiden erilaiset matkakohteiden valinnat.	Suuntautumismalleissa ei ole tehty jakoa HAP- ja EHAP-ryhmien välille.
Kulikutapamallit ja suuntautumismallit ovat erilliset.	Kulikutapamallit ja suuntautuminen kytkeytyvät toisiinsa logsumin kautta.
Suuntautumismallissa on kokotekijän lisäksi logsum, joka lasketaan saavutettavuusmallin muuttujista.	Suuntautumismallissa on kokotekijän lisäksi logsum, joka lasketaan kulutavanvalintamallin kaikista muuttujista.
Kulutavan valintaa selittävät matkaryhmän ja liikennejärjestelmämuuttujien lisäksi yksilöä kuvaavat ominaisuudet. Viimeksi mainitut eivät ole mukana saavutettavuusmuuttujassa.	Kulutavan valintaan vaikuttavat matkaryhmä ja liikennejärjestelmämuuttujat.
Autonomistumismallissa on otettu huomioon henkilöautoilun ja joukkoliikenteellä matkustamisen hintasuhte ja matka-aikasuhte. Ne vaikuttavat päätökseen hankkia ja käyttää autoa.	Hintasuhteella ei ole merkitystä autonomistuksen tai käyttöön.
Henkilöauton pääasiallista käyttöä selittävät yksilöä kuvaavat muuttujat: ikäryhmä sukupuoli, lapsiperheellisyys, henkilöautoilun ja joukkoliikenteellä matkustamisen hintasuhte sekä autonomistus.	Henkilöauton pääasiallista käyttöä selittää autonomistus.

1.2 Pohditut vaihtoehdot ja perusteet valinnoille

Lähtökohta liikenteen tarjontamallissa

Yksilömallien laadinnan yhteydessä pohdittiin, miten liikenteen tarjontamallin kanssa meneteltäisiin tässä työssä. Osana Helsingin seudun laajaa liikennetutkimusta oli laadittu Emme-pohjainen liikennejärjestelmäkuvaus, joka kattoi henkilö- ja tavara-ajoneuvojen verkot, joukkoliikenteen linjat ja yleispiirteisesti kevytliikenteen. Samaa kuvausta päätettiin käyttää myös HESY-malleissa.

Jalankulku ja pyöräily

HESY-malleja laadittaessa houkutusena oli tarkastella jalankulkua ja pyöräilyä erillisinä kulkutapoina. Kevytliikenteen verkon kuvaustarkkuus ei kuitenkaan sallinut kulkutapojen erottelua ja siksi malleissa päädyttiin pitämään kulkutavat vielä toistaiseksi yhdessä kuten HELMET-malleissakin. Jalankulun ja pyöräilyn olosuhteet olisi kuvattava huomattavasti nykyistä tarkemmin, jos näiden kulkutapojen käyttöä haluttaisiin ennustaa erillään toisistaan.

Joukkoliikenne

Raideliikenteen ja bussiliikenteen erottelua omiksi kulkutavoikseen tarkasteltiin jo HELMET-mallien laadinnan yhteydessä. Sopivimmaksi menettelytavaksi osoittautui, että kulkutavan valintamallissa eri joukkoliikennemuodot käsitellään yhtenä kulkutapakokonaisuutena, mutta sijoittelussa raideliikenteen nousuvastukset oletetaan pienemmiksi kuin bussiliikenteen. Joukkoliikenteen käsittely yhtenä kulkutapana mahdollistaa raideliikenteen ominaisuuksien erityiskäsittelyn ja tuo kuitenkin samalla esille matkaketjuajattelun: alueelta toiselle suuntautuvaan joukkoliikennematkaan voi sisältyä sekä bussi- että raideliikenneosuuksia ja yleensä myös liityntämatkaosuuksia jalan, pyörällä tai henkilöautolla. HESY-malleissa hyödynnettiin tätä parhaaksi todettua menettelyä.

Liityntäpysäköinti

Liityntäpysäköintiä ei ole tarkasteltu omana liikkumismuotonaan. Liikkumistutkimuksen mukaan vain noin kahteen prosenttiin joukkoliikennematkoista sisältyy liityntäpysäköinti, joten mallinnettavien matkamäärien näkökulmasta sillä ei ole kovin oleellista merkitystä. Lisäksi liityntäpysäköintimatkoja on vaikea määritellä omaksi kulkutavakseen pitkälti samoista syistä kuin edellä todettiin raide- ja bussiliikenteen erottelusta. Niinpä perusteita liityntäpysäköinnin käsittelylle omana erillisenä kulkutapanaan on vaikea löytää. Laajan liikennetutkimuksen aineistosta on kuitenkin laadittu myös liityntäpysäköintimalli⁵ ja näiden käyttö on mahdollista HESY-mallien yhteydessä samalla tavalla kuin HELMET-malleissa. Liityntäpysäköintimallien käyttöä on kuvattu tarkemmin viitteenä mainitussa diplomityössä.

Koordinaattipohjainen tarkastelu

Emmen sijoittelualgoritmit sallivat nykyisin koordinaattipohjaisen sijoittelun, jossa on mahdollista sijoitella määrättyllä kulkutavalla tehty matka jokaisesta lähtökoordinaatista jokaiseen määräkoordinaattiin. Ominaisuus koskee joukkoliikennettä, mutta on tehty makrot, joiden avulla sitä voidaan soveltaa myös autoliikenteelle. Siten esimerkiksi liikkumistutkimuksen jokainen matka olisi mahdollista sijoitella liikenneverkolle erikseen. Koordinaattipohjaista sijoittelua harkittiin hyödynnettäväksi myös yksilömallien estimoinnissa ja ennusteen laadinnassa. Koordinaattipohjaisesta sijoittelusta luovuttiin kuitenkin seuraavista syistä:

- Koordinaattipohjainen sijoittelu on vain näennäisesti tarkka. Todellisuudessa samankin matkan matka-ajat vaihtelevat päivittäin, joten alueiden välistä keskimää-

⁵ Rahiala Antti, Pääkaupunkiseudun työssäkäyntialueen liityntäpysäköinnin mallintaminen, Diplomityö, TKK 2009.

räistä matka-aikaa pidettiin riittävän hyvänä estimaattina. Tavoitteena on kuitenkin laatia ennusteita useimmiten vuosiksi, jollei vuosikymmeniksi eteenpäin.

- Vaikka nykytilanteessa matkojen lähtö- ja määräpaikat tunnetaankin liikkumistutkimukseen osallistuneiden henkilöiden osalta, tietoa ei ole kaikista nykyisistä saati sitten ennustetilanteen asukkaista. Täytyisi olla siis jokin menettely, jolla lähtö- ja määräpaikkojen koordinaatit ennustettaisiin kaikille matkoille. Se on toki mahdollista simuloimalla, mutta simulointi ei tuo lisäarvoa ennusteen tarkkuudelle, vaan todennäköisesti jopa heikentää sitä ja toisaalta vaatii vain turhaa laskenta-aikaa. Oltiin siis mahdollista, että eri simulointikerroilla matkojen suuntautuminen olisikin erilainen, jolloin vaikutusarviointien laatiminen muuttuisi vaikeammaksi.

Aluejako

HELMET-mallien laadinnan yhteydessä todettiin, että aluejako oli paikoin karkea kehyskunnissa lyhyiden (lähinnä ennustealueiden sisäisten) matkojen arviointiin. Uusien mallien laadinnan yhteydessä harkittiin siirtymistä homogeeniseen ruutualuejakoon, jolloin jokainen alue olisi samankokoinen ruutu ja sisäisen vastusten käsittely olisi siten helpompaa. Ruutujakoon siirtyminen olisi kuitenkin vaatinut alueiden määrän merkittävää lisäämistä, jotta kehyskunnissa päästäisiin samaan tarkkuuteen kuin pääkaupunkiseudulla. Yhdenkin alueen lisääminen kasvattaa kuitenkin ennusteajojen kestoa merkittävästi, joten ajatuksesta luovuttiin.

Havaintojen simulointi

Alkuperäisenä ajatuksena oli, että yksilömallien ennusteet laadittaisiin jokaiselle seudun asukkaalle erikseen käyttämällä simulointia hieman samaan tapaan kuin TKK:n laitimissa PÄÄSKY-malleissa⁶ ja aikoinaan valtakunnallisissa liikennevirtamalleissa eli HELVI-malleissa⁷ oli tehty. Yksilömallissa on kuitenkin vain rajallinen määrä tekijöitä, jotka vaikuttavat simuloitavien yksilöiden valintoihin. Havaittiin, että simulointi ei tuo lisäarvoa ennusteen tarkkuuteen, vaan pahimmillaan jopa heikentää tätä. Logittimallien teorian todennäköisyysajattelu vastaa simulointia, mutta on vakaa eikä vaihtelee simulointikerrasta toiseen. Oleellista on, että mallilla lasketaan valintatodennäköisyydet jokaiselle väestöryhmälle erikseen. Tarkasteltavat väestöryhmät määräytyvät muuttujista, joita malleissa käytetään.

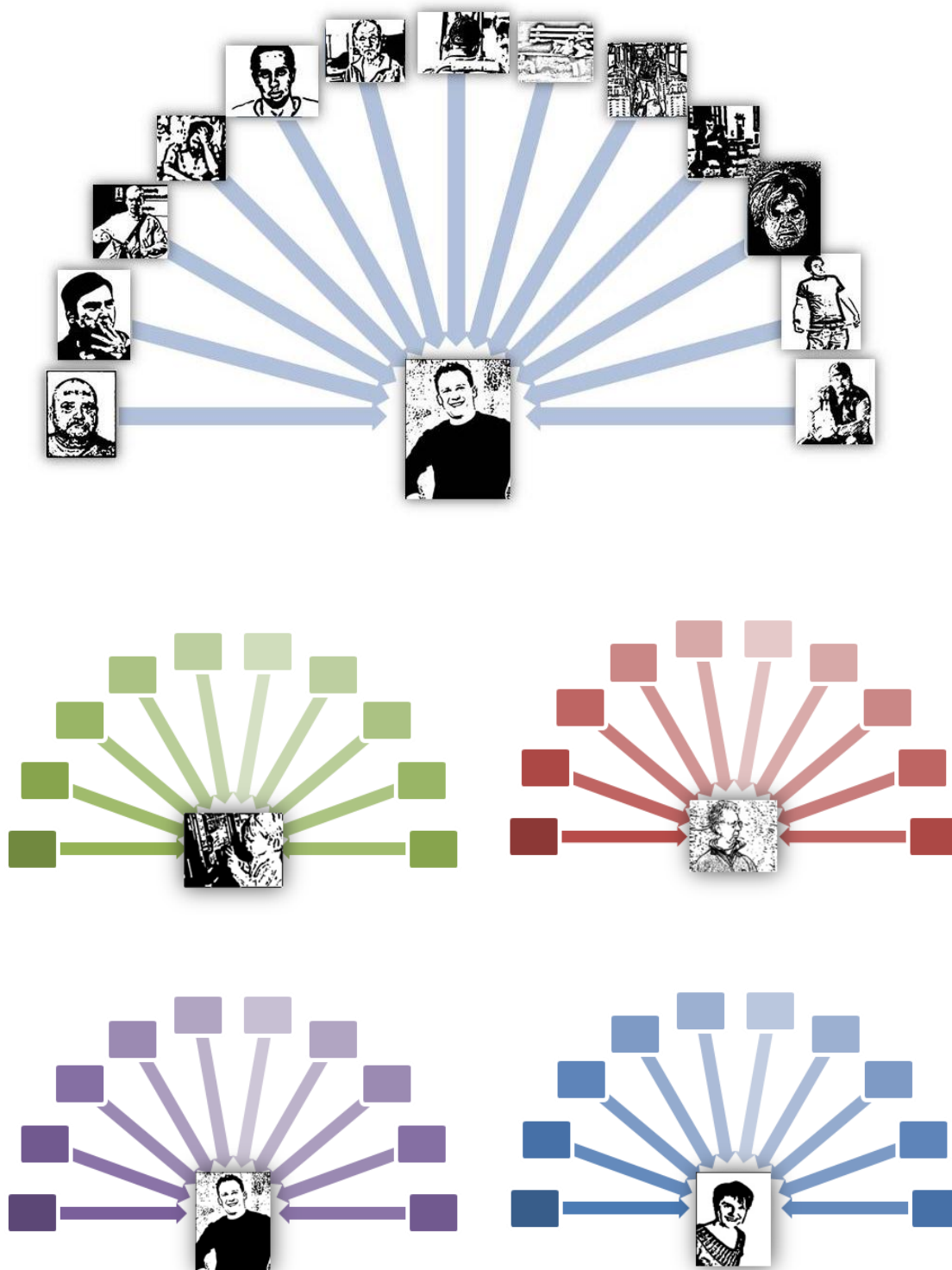
Yksilömallien etu ja toisaalta käytön vaikeus onkin juuri siinä, että se ohjaa ennusteiden laatijoita kiinnittämään huomiota, keille liikennejärjestelmää oikein suunnitellaan eli millaisia kuluttajia ja matkapäästösten tekijöitä meillä tulevaisuudessa on.

Väestöryhmät

HESY-malleja voi tarkkaan ottaen kutsua ryhmämalleiksi, joissa väestö segmentoidaan hienojakoisesti eri ryhmiin. Väestöryhmät on valittu sen mukaan, mitkä tekijät ovat kaikkein oleellisimpia matkapäästökseen teon kannalta. Nämä tekijät selvitettiin mallien estimoinnin yhteydessä tilastollisin testein. Mallit on estimoitu liikkumistutkimuksesta käytännössä siten, että kussakin osamallissa tutkimukseen osallistuneet on jaettu vastaaviin väestöryhmiin binäärimuuttujien avulla, minkä jälkeen mallin parametrit on estimoitu koko havaintoaineistolle. Tärkeimmiksi väestöryhmiä erotteleviksi tekijöiksi osoittautuivat ikä, sukupuoli, lapsiperheellisyys, henkilöauton käyttömahdollisuus ja autojen määrä perheessä. Tuloilla oli merkitystä henkilöauton omistukseen mutta ei pääsääntöisesti muuten matkapäästökseen. Lisäksi mallit on laadittu erikseen pääkaupunkiseudun ja kehyskuntien asukkaille.

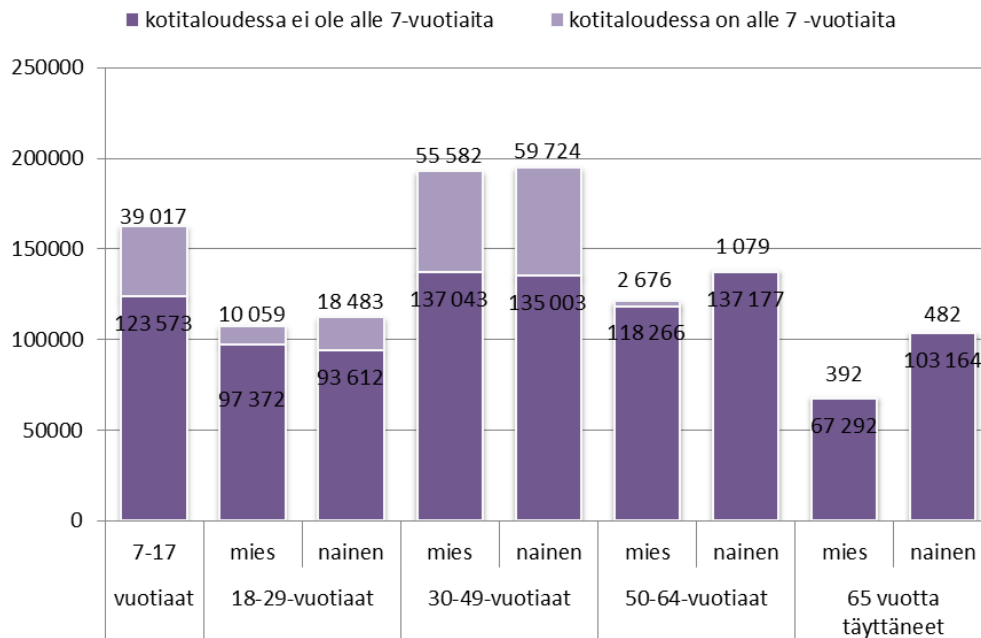
⁶ Jari Kurri, Pääkaupunkiseudun liikennejärjestelmän kehittäminen: keskiarvomuuuttujista aitoihin yksilömallihin, Pääkaupunkiseudun julkaisusarja C 2004:1.

⁷ Virpi Pastinen, Valtakunnalliset liikennevirtamallit: HELVI-mallit, Liikenneministeriön julkaisuja L 19/96.



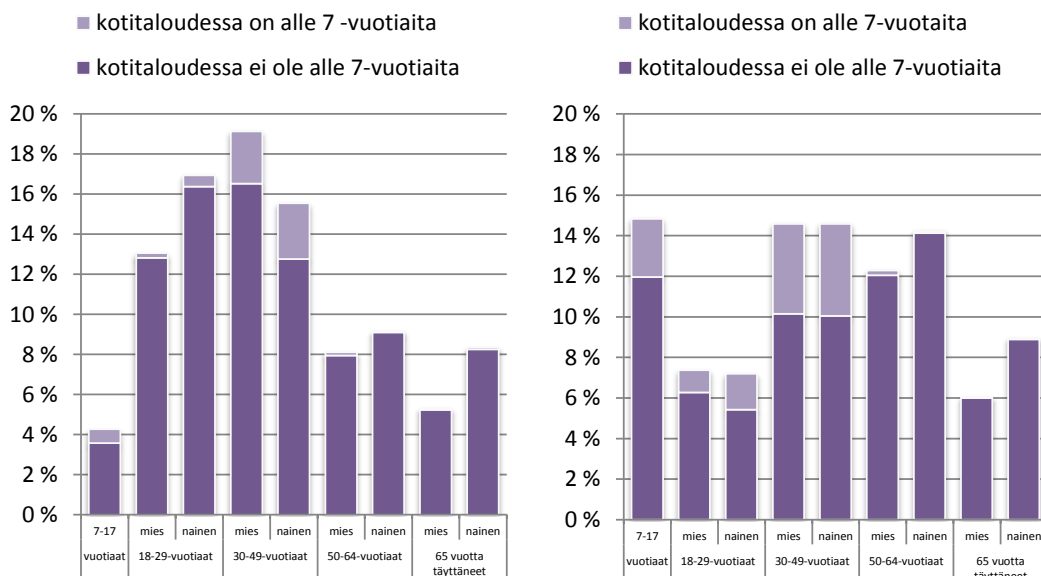
Kuva 1. HESY-malleissa kutakin väestöryhmää edustaa yksi keskivertokansalainen. Keskivertokansalaisten liikkumiseen liittyvä arvostukset vastaavat hänen edustamansa väestöryhmän keskiarvoa. Mallissa eri väestöryhmiä on 18, matkatuotosmallissa lisämuuttujien kautta jopa 86.

Käytännössä lähtötietoina tarvittavia väestöryhmiä on 18 kappaletta. Seuraavassa kuvasa on esitetty Helsingin seudun väestön jakautuminen näihin kaikkiin ryhmiin. Mallintamisvaiheessa tiedot eri väestöryhmiin kuuluneiden henkilöiden lukumääristä saatiin Tilastokeskuksesta.



Kuva 2. Helsingin seudun väestö iän, sukupuolen ja kotitaloustyyppin mukaan⁸.

Väestörakenteelliset erot ovat varsin suuria eri alueilla Helsingin seudulla. Seuraavassa kuvassa on esitetty kahden sattumanvaraisesti valitun alueen väestörakenteet. Vasemmanpuoleinen on kantakaupungista ja oikeanpuoleinen erästä kehyskunnasta.



Kuva 3. Esimerkki kahden yksittäisen ennustealueen väestöjakaumista (kummassakin väestö yhteensä on sata prosenttia)

⁸ Tilastokeskus, väestö 2009 lopussa, yhteensä 1,2 miljoonaa henkeä.

Matkatuotosmalleissa tarvitaan edellisten tietojen lisäksi tiedot henkilöautojen määrästä ja henkilöauton käyttömahdollisuudesta. Matkatuotososiossa väestöryhmiä onkin 86 kappaletta. Henkilöautojen omistusta ja käyttöä koskevia tietoja ennusteiden laatijan ei kuitenkaan tarvitse itse arvioida, sillä työn aikana laadittiin myös henkilöauton omistuksen ja käytön mallit helpottamaan väestöennusteiden laatimista.

Matkaryhmät

HESY-malleissa erotellaan toisistaan seuraavat matkaryhmät:

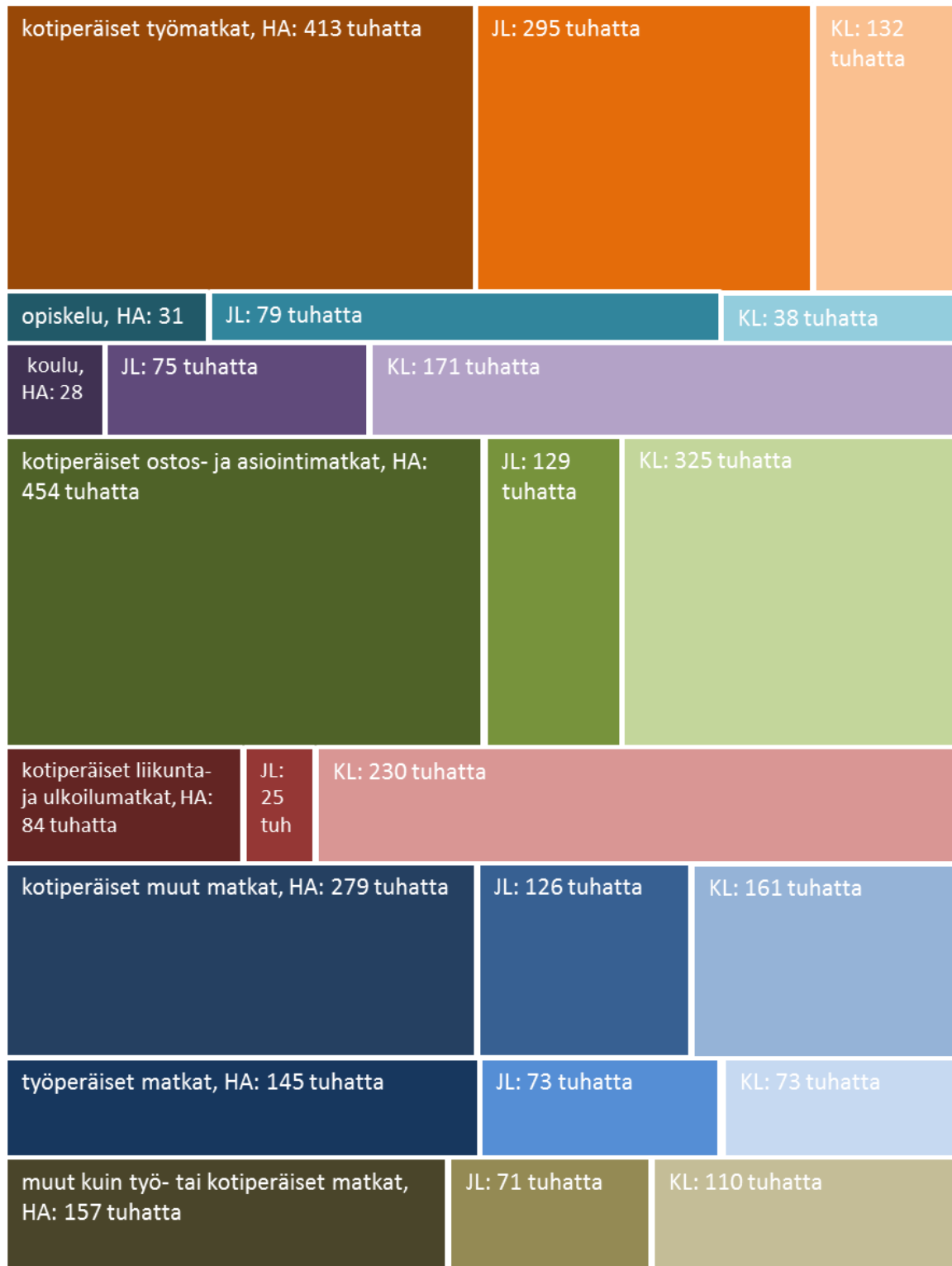
1. kotiperäiset työmatkat
2. kotiperäiset opiskelumatkat
3. kotiperäiset koulumatkat
4. kotiperäiset ostos- ja asiointimatkat
5. kotiperäiset liikunta- ja ulkoilumatkat
6. kotiperäiset muut matkat
7. työperäiset matkat (jotka eivät ala kotoa tai pääty sinne)
8. muut kuin työ- tai kotiperäiset matkat (jotka eivät ala kotoa tai töistä eivätkä pääty näihin paikkoihin).

Matkaryhmiä on kaksi enemmän kuin HELMET-malleissa. Syynä on, että opiskelumatkojen suuntautumisen todettiin haastatteluaineiston perusteella poikkeavan työmatkoista, joihin opiskelumatkat oli HELMET-malleissa liitetty. Liikunta- ja ulkoilumatkojen luonne taas poikkeaa muista vapaa-ajan matkoista, joten myös ne haluttiin erotella kotiperäisistä muista matkoista omaksi matkaryhmäkseen.

Kaikkiaan Helsingin seudun asukkaat tekevät päivittäin noin 3,5–3,7 miljoonaa matkaa⁹. Näistä pääkaupunkiseudun asukkaiden matkoja on 2,8 miljoonaa ja kehyskuntien asukkaiden matkoja 0,8 miljoonaa.

Mallinnettavan kokonaisuuden hahmottamiseksi kuvassa 4 on esitetty matkojen syyt ja käytetyt kulkutavat. Kunkin lohkon pinta-ala kuvaa ko. matkaryhmän ko. kulkutavalla syksyn arkivuorokauden aikana tehtyjen matkojen osuutta kaikista matkoista. Kuvassa eri kulkutavat on esitetty värien tummuusasteina: tummimpana henkilöauto, keskimmäisenä joukkoliikenne ja vaaleimmalla sävyllä jalankulku ja pyöräily yhdessä.

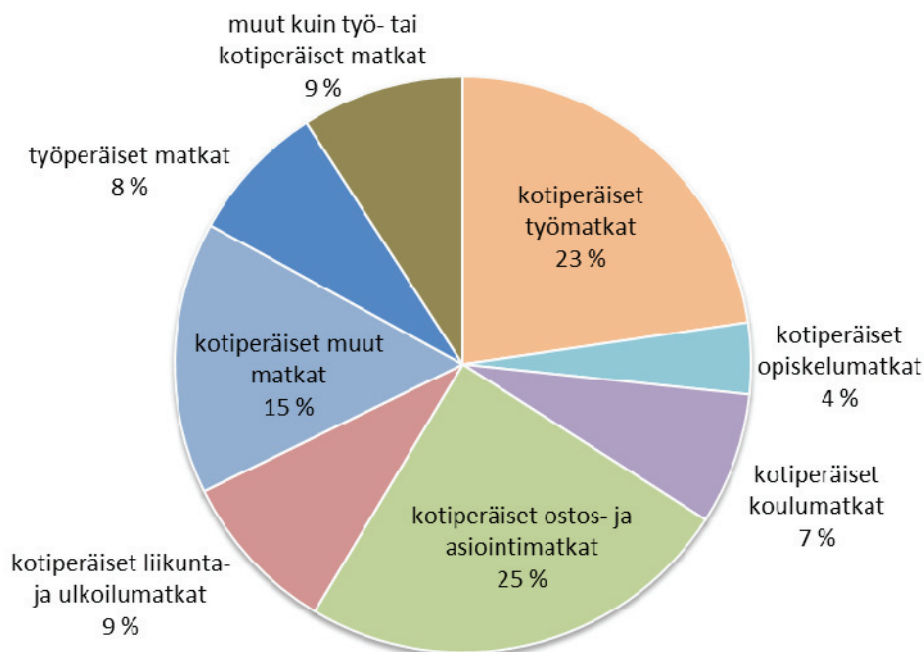
⁹ Arvio on laskettu laajennetusta Liikkumistutkimuksen (HEHA 2007–2008) aineistosta. Arvioitu matkojen määrä riippuu hieman aineiston laajennustavasta ja liikkumistutkimuksessa puutteelliseksi jääneiden tietojen täydennystavasta.



Kuva 4. Helsingin seudun asukkaiden matkamäärät¹⁰ syksyn arkivuorokautena, matkaryhmittäin ja kulkutavoittain (tummimpana henkilöautoliikenne, keskisävy kuvaa joukkoliikennettä ja vaalein sävy jalankulkua ja pyöräilyä).

¹⁰ Lähde: Helsingin työssäkäyntialueen liikkumistutkimus 2007–2008.

Kokonaisuudessaan Helsingin seudun asukkaat tekevät liikkumistutkimuksen perusteella nykyään arkisin keskimäärin noin kolme matkaa henkeä kohden. Asukkaiden matkat ja-
kautuvat eri matkaryhmiin kuvan 5 osoittamalla tavalla. Myös taulukoiden 2–6 ja kuvan 6
tiedot perustuvat aiemmin mainitun liikkumistutkimuksen laajennettuun haastatteluaineis-
toon.



Kuva 5. Helsingin seudun asukkaiden tekemien matkamäärien jakautuminen eri matkaryhmiin syksyn arkivuorokautena.

Helsingin seudun asukkaiden matkoista 23 prosenttia on kotiperäisiä työmatkoja. Tämä matkaryhmä on toiseksi suurin mallinnettava matkaryhmä heti kotiperäisten osto- ja asiointimatkojen jälkeen. Vantaalta kotiperäisiä työmatkoja tehdään hieman vähemmän kuin väestö rakenne antaisi olettaa. Vastaavasti Espoosta ja Kauniaisista kotiperäisiä työmatkoja tehdään väestörakenteeseen nähden keskimääräistä enemmän. Mikäli matkatuotomalleja haluttaisiin jatkossa vielä tarkentaa hieman nyt laadituista, voitaisiin malleissa ottaa huomioon esimerkiksi koulutustausta, työllistyminen tai vaikkapa yksinkertaisesti kuntakohtaiset matkatuotosten korjauskertoimet.

Jotta ennusteista saataisiin mahdollisimman realistisia, on kotiperäisten työmatkojen ennusteiden lähtötiedoissa tärkeää tarkastella työikäisten määrän suhdetta muuhun väestöön (huoltosuhte), työpaikkojen ja asumisen alueellista keskittymistä toisiinsa nähden ja liikennepalvelujen tarjontaa asumisen ja työssäkäynnin alueiden välillä. Viimeksi mainittu seikka on myös liikenne- ja maankäyttöpolitiikan ydintä.

Kotiperäisten opiskelumatkojen osuus Helsingin seudun asukkaiden matkoista on vain noin neljä prosenttia. Opiskelumatkat päätettiin kuitenkin mallintaa omana matkaryhmänä, sillä niiden suuntautumisen ja kulkutavan valinnan todettiin poikkeavan merkittävästi kotiperäisistä työmatkoista, joihin ne on liitetty HELMET-malleissa. Opiskelumatkoihin luetaan kaikki täysi-ikäisten koulunkäyntiin ja opiskeluun liittyvät matkat.

Kotiperäisiä koulumatkoja on noin seitsemän prosenttia Helsingin seudun asukkaiden matkoista. Koulumatkoilla tarkoitetaan alle 18-vuotiaiden kodin ja koulun/opiskelupaikan välisiä matkoja. Siten esimerkiksi 18 vuotta täyttäneiden lukiolaisten matkat ovat opiskelumatkoja eivätkä kuulu tähän matkaryhmään.¹¹

Kotiperäiset ostos- ja asiointimatkat on suurin yksittäinen matkaryhmä arkena. Neljännes kaikista matkoista on ostos- ja asiointimatkoja.

Taulukko 2. Kotiperäisten ostos- ja asiointimatkojen matkakohteet.

Matkakohteet kotiperäisillä ostos- ja asiointimatkoilla	
päivittäisostos	307 082
kauppakeskus	191 882
asiointipaikka	153 756
muu ostospaikka	71 055
nouto/jättö	66 137
päivähoito	39 594
liikunta- ja ulkoilupaikka	17 653
muu vapaa-ajan kohde	8 051
vierailupaikka	4 771
muu kohde	5 156
kotoa-kotiin lenkki	1 799

Kotiperäisiä liikunta- ja ulkoilumatkoja on noin yhdeksän prosenttia Helsingin seudun asukkaiden matkoista. Kotiperäisistä liikunta- ja ulkoilumatkoista pääosa (78 prosenttia) on kotoa alkavia tai sinne päättyviä liikunta- ja koiranulkoilutuslenkkejä. Noin viidenNES (18 prosenttia) matkoista kohdistuu johonkin mainittuun ulkoilu- tai liikuntakohteeseen. Loput noin kolme prosenttia suuntautuvat muihin sekalaisiin kohteisiin. Liikunta- ja ulkoilumatkojen tarkoitus on määritelty haastatteluaineistossa ilmoitetun matkan tarkoituksen mukaan. Määräävänä tekijänä ei siis ole ollut matkakohde. Näin itse matka kuvaa liikuntaa tai ulkoilua.

Kotiperäisiä muita matkoja on 15 prosenttia kaikista Helsingin seudun asukkaiden matkoista. Pääsääntöisesti matkat ovat vierailumatkoja ja muita vapaa-ajan matkoja. Matkakohteena on usein myös liikunta- tai ulkoilukohde (esimerkiksi meno/paluu kohteesta), jossa itse liikunta tai ulkoilu on tapahtunut. Määrävä tekijä määrittelyssä on, minkä tarkoituksen vastaaja on antanut matkalleen haastattelututkimuksessa.

¹¹ Tekstiä on hiukan muutettu tämän julkaisun ensimmäiseen versioon verrattuna, sillä siinä raja koulu- ja opiskelumatkojen välillä ei täysin vastannut todellisuutta.

Taulukko 3. Kotiperäisten muiden matkojen matkakohteet.

Matkakohteet kotiperäisillä muilla matkoilla	
vierailupaikka	157 440
muu vapaa-aika	87 416
liikunta- ja ulkoilupaikka	68 763
muu kohde	45 369
ravintola	39 817
kulttuuripaikka	39 223
työasiointi	34 964
nouto/jätö	25 566
päivähoito	20 274
oma koti	17 218
muu asuinpaikka	11 255
oma koulu, oppilaitos, yliopisto	4 955
mökki	2 197
hotelli tms.	1 116

Helsingin seudun asukkaiden matkoista noin kahdeksan prosenttia on työperäisiä matkoja. Työperäisillä matkoilla tarkoitetaan matkoja, jotka alkavat tai päättyvät omaan työpaikkaan ja joiden toinen pää ei ole kotona. Tyypillisiä työperäisiä matkoja ovat työasiointiin liittyvät matkat, matkat lounaspaikkaan ja erilaiset yksityiset asiointit, joita voi olla kesken työpäivän, sitä ennen tai sen jälkeen. Monet useamman matkan matkaketjut saattavat myös alkaa työpaikasta tai päättyä sinne. Seuraavassa taulukossa on esitetty työperäisten matkojen matkakohteet.

Taulukko 4. Työperäisten matkojen matkakohteet.

Matkakohteet työperäisillä matkoilla			
työasiointi	40 822	muu ostospaikka	8 967
ravintola	34 203	muu kohde	6 351
päivittäisostos	29 534	oma koulu, oppilaitos,	6 066
päivähoito	28 568	muu asuinpaikka	5 514
asiointipaikka	24 598	oma työpaikka	4 784
kauppakeskus	20 779	muu vapaa-aika	4 687
nouto/jätö	17 525	kulttuuripaikka	2 675
liikunta- ja ulkoilupaikka	16 476	mökki	450
toinen oma työpaikka	13 379	hotelli tms.	413
vierailupaikka	9 064		

Matkoja, joiden kumpikin pää on jokin muu kuin koti tai työpaikka, kutsutaan nimellä muut kuin työ- tai kotiperäiset matkat. Näitä matkoja on noin yhdeksän prosenttia Helsingin seudun asukkaiden matkoista. Todellinen lähtö- ja määräpaikkojen joukko on varsin suuri. Useimmiten matkakohteena on asiointipaikka, vierailupaikka, jokin ostospaikka taikka koulu tai muu oppilaitos. Eniten muita matkoja tehdään 1) työasiointipaikkojen välillä, 2) asiointipaikkojen välillä ja 3) vierailupaikkojen välillä.

Mathematiktest: Nullhypothese H_0 ist richtig, weil die Nullhypothese

[illegible]

Kokonaisuuden hahmottamiseksi seuraavassa kuvassa on esitetty, miten pääkaupunkiseudun ja kehyskuntien asukkaiden matkat jakautuvat ennustealueiden sisäisiin matkoihin (lyhyet matkat), muihin kunnan sisäisiin matkoihin ja kuntien välisiin matkoihin Helsingin seudulla. Kunkin neliön koko havainnollistaa matkojen kokonaisvolyymien suhteita.



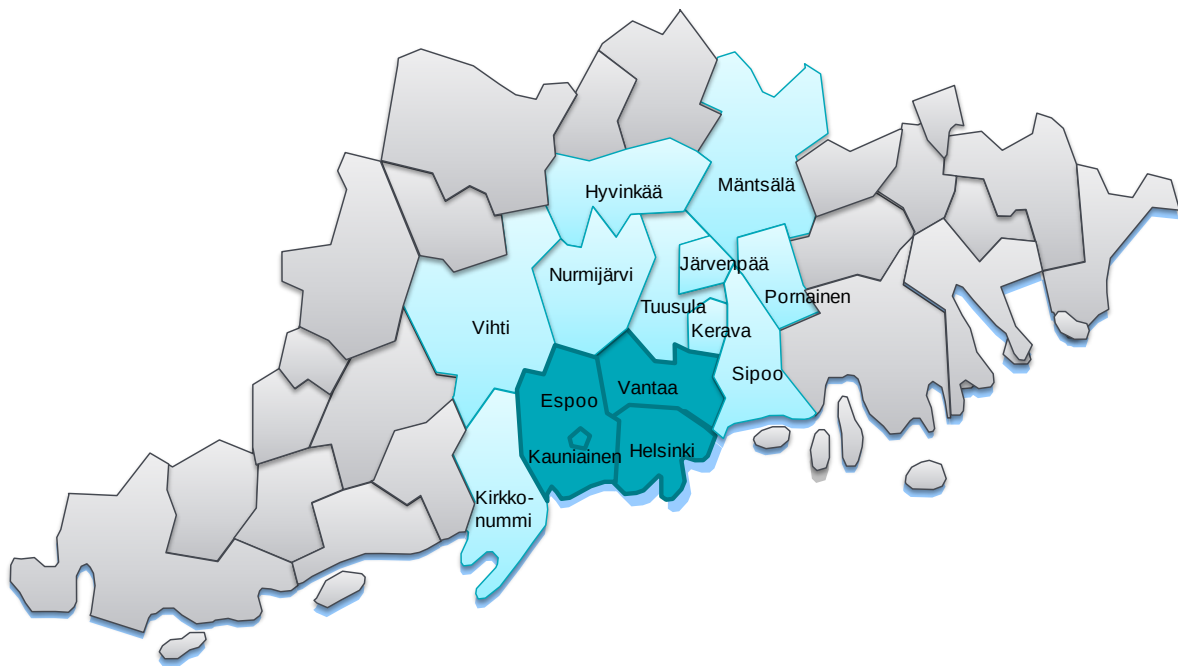
Kuva 6. Pääkaupunkiseudun (PKS) ja kehyskuntien (KK) asukkaiden matkojen määrät ryhmiteltynä ennustealueiden sisäisiin matkoihin (tummin värisävy), muihin kuntien sisäisiin matkoihin (keskisävy) ja kuntien välisiin matkoihin (vaalea sävy) eri matkaryhmissä.

Käyttöliittymä

Alkuperäisenä ajatuksena oli, että yksilömallien käyttöliittymä laadittaisiin ORACLE/SQL+-pohjaisena. Tällaisen käyttöliittymän omaksuminen olisi kuitenkin ollut monille tahoille hankalaa. Lisäksi tietojen siirto Emmen ja Oraclen välillä koettiin monimutkaiseksi. Lopulta osoittautuikin, että ennusteiden laadinta olisi mutkattominta toteuttaa Emmen makroina. Ratkaisua pidettiin hyvänä sekä käytettävyyden että mallien mahdollisen jatkokehittelyn kannalta. Emmen matriisioperaatiot ovat myös suhteellisen tehokkaita, joten laskenta-aikakin tulisi olemaan kohtuullinen. Laskenta-aika onkin merkittävä tekijä yksilömallien rakennetta ja käyttöliittymää suunniteltaessa. Maailmalla on rakennettu akateemisesti kiinnostavia yksilömallijärjestelmiä, joiden täydet tietokoneajot eivät ole missään järjellisesti ajassa mahdollisia.

1.3 Mallijärjestelmän yleiskuvaus

HESY-mallit kattavat kaikki vähintään 7-vuotiaiden Helsingin seudun asukkaiden tekemät matkat. Lisäksi HESY-mallien käyttöliittymä on yhteensopiva HELMET-käyttöliittymän kanssa, joten mukana ovat myös ympäryskuntien asukkaiden matkat ja ulkoiset matkat. Näin ennusteita on mahdollista tarkastella yksityiskohtaisesti Helsingin seudulla ja HELMET-mallien tarkkuutta vastaavasti muualla. Käyttöliittymän kattama mallialue ja matkamäärät on esitetty kuvassa 7 ja taulukossa 7. HELMET-malleihin sisältyvä ympäryskuntien ja ulkoisen liikenteen ennustemenettely on esitetty tarkemmin malliraportissa¹².



Kuva 7. HESY-mallien tarkastelualue (Kuntajako 2007).

¹² Helsingin seudun työssäkäyntialueen liikenne-ennustemallit 2010, HSL:n julkaisuja 33/2011.

Taulukko 7. Helsingin seudun työssäkäyntialueen henkilöliikennemallien osat.

Malli	Matkamäärä nykytilanteessa arkena	Kulkutavat	Matkaryhmät
Helsingin seudun (eli pääkaupunkiseudun ja kehyskuntien) asuk- kaiden matkat seudun sisällä (HESY-mallit)	3,6 milj. matkaa ¹³	☒ kevyt liikenne ☒ bussi ja raide ☒ henkilöauto	• kotiperäiset työmatkat • kotiperäiset opiskelu- matkat • kotiperäiset koulumatkat • kotiperäiset ostos- ja asiointimatkat • kotiperäiset liikunta- ja ulkoilumatkat • kotiperäiset muut matkat • työperäiset matkat • muut kuin työ- tai kotipe- räiset matkat
Ympäryskuntien asuk- kaiden matkat Helsin- gin seudulla (HELMET-mallit)	2430 matkaa henkilö- autolla ja joukkoliiken- teellä	☐ kevyt liikenne ☒ bussi ja raide ☒ henkilöauto	• muut kuin kotiperäiset työmatkat
Helsingin seudun ja ympäryskuntien väliset matkat (HELMET-mallit)	110 000 matkaa henki- löautolla ja joukkolii- kenteellä	☐ kevyt liikenne ☒ bussi ja raide ☒ henkilöauto	• kotiperäiset työmatkat • muut matkat
Ympäryskuntien alu- een sisäinen liikenne (HELMET-mallit)	309 000 matkaa henki- löautolla	☐ kevyt liikenne ☐ bussi ja raide ☒ henkilöauto	• kotiperäiset työmatkat • muut matkat
Ulkoinen liikenne (HELMET-mallit)	180 000 matkaa ¹⁴ Helsingin seudun työssäkäyntialueen ja muun Suomen välillä + läpikulkuliikenne ¹⁵ 2 300 ajoneuvomatkaa	☐ kevyt liikenne ☒ raideliikenne ☐ bussiliikenne ¹⁶ ☒ henkilöauto	• kaikki yhteensä

¹³ Lähde: Helsingin seudun työssäkäyntialueen liikkumistutkimus 2007–2008, puuttuvien tietojen korjaus otettu huomioon.

¹⁴ Lähde: Valtakunnallinen henkilöliikennetutkimus 2004–2005, matkat arkena ma–to.

¹⁵ Lähde: Tiehallinnon määräpaikkatutkimusten yhdistelmä 2001 ja Helsingin seudun työssäkäyntialueen liikennetutkimus 2007–2008.

¹⁶ Ei ole sisällytetty malliin käytettävissä olevan laskentatiedon puuttumisen vuoksi.

HESY-mallit on laadittu erikseen pääkaupunkiseudun ja kehyskuntien asukkaille. Alkuperäisenä ajatuksena oli laatia mallit vain matkatuotoksille, suuntautumiselle ja kulkutavan valinnalle. Työn aikana kuitenkin osoittautui, että mallit oli laadittava myös henkilöauton omistuksesta ja henkilöauton käyttömahdollisuudesta. HELMET-malleja ei tässä voitu hyödyntää, sillä yksilömalleja varten tarvittiin mallit, joilla voitiin ennustaa väestöryhmien muutoksia.

Kaikkiaan malliperheeseen kuuluvat siis henkilöauton omistusta ja käyttömahdollisuutta arvioivat väestömallit sekä matkojen määrää, suuntautumista ja kulkutavan valintaa arvioivat matkamallit. Lisäksi käyttöliittymään kuuluu kaksi HELMET-malleista lainattua apumallia, joista toisella käännetään kotiperäisten ja työperäisten matkojen suunta (meno kotoa tai paluu kotiin ja meno töistä tai paluu töihin) vastaamaan kutakin ajankohtaa ja toisella taas arvioidaan huipputuntiosuudet, jotta matkat voidaan sijoitella verkolle. Nämä apumallit on kuvattu tarkemmin malliraportissa¹⁷.

¹⁷ Helsingin seudun työssäkäyntialueen liikenne-ennustemallit, HSL:n julkaisu 33/2011

2 Väestömallit

2.1 Väestörakenne

Liikenteen kysyntäennusteiden laadinta käynnistyy väestön määrän ja rakenteen arvioinnilla. Ennusteet laaditaan kaikille ennustealueille, joita on 224 Helsingin seudulla ja 42 sen ulkopuolisella työssäkäyntialueella. Väestöennusteiden laatimista on helpotettu siten, että käyttäjä voi tarvitsemastaan tarkkuudesta riippuen päättää, haluaako hän antaa väestömäärät

- vain kokonaisuudessaan ennustealueille
- jaoteltuna ikäryhmittäin
- jaoteltuna iän ja sukupuolen mukaan vai
- jaoteltuna kaikkiin tarvittaviin ryhmiin eli iän, sukupuolen ja kotitaloustyyppin mukaan.

Malli tuottaa aina väestömääräennusteet kullekin ikäryhmän, sukupuolen ja kotitaloustyyppin mukaiselle ryhmälle nykyisiä jakaumia vastaavasti, ellei käyttäjä ole antanut muuta tietoa. Mallin lähtötiedot annetaan mielellään erikseen jokaiselle ennustealueelle. Halutesaan käyttäjä voi toki antaa tiedot karkeammallakin aluejaolla (esimerkiksi kunnittain), mutta tätä ei suositella, sillä tällöin menetetään tieto eri asuinalueiden väestörakenteista. Väestöennusteen laadinta voidaankin nähdä omana asiantuntijatyönään, jossa ei kannata oikaista. Asiantuntijan tehtävänä on arvioida asuinalueiden ikä- ja kotitalousrakenteen kehitystä.

2.2 Autonomistusmalli

HESY-autonomistusmalli arvioi, miten eri henkilöt jakautuvat autottomiin, yhden auton ja kahden tai useamman auton talouksiin.

HELMET-malleissa jaettiin ruokakunnat autottomiin, yhden auton sekä kahden tai useamman auton talouksiin, mutta HESY-malleissa tarkastelu on siis viety yksittäisen henkilön tasolle.

Autonomistuksella on vaikutusta mm. tehtyjen matkojen määrään ja kulkutavan valintaan. Autonomistusmalli on tyypiltään yksitasoinen logittimalli. Mallissa on sekä väestöryhmäkohtaisia muuttujia että aluekeskiarvomuuttujia. Väestöryhmämuuttujat ovat sellaisia, joita tarvitaan myös HESY-mallien muissa osissa. Aluekeskiarvomuuttujat taas tuovat esille alueellisia eroja henkilöauton omistuksessa. Autonomistusmallin muuttujat ja mallin hyvyttä kuvaavat tunnusluvut on esitetty taulukossa 8.

Mallissa esiintyvät alueittaiset muuttujat joukkoliikenne- ja henkilöautomatkojen hintasuhte (JL/HA-hintasuhte) sekä joukkoliikenne- ja henkilöautomatkojen matka-aikasuhde (JL/HA-matka-aikasuhde) on määritelty seuraavasti:

$$\text{matka} - \text{aikasuhte}_i(JL / HA) = \frac{\sum_j \frac{t_{ij}^{JL}}{t_{ij}^{HA}} f_{ij}}{\sum_j f_{ij}}$$

$$\text{hintasuhte}_i(JL / HA) = \frac{\sum_j \frac{c_{ij}^{JL}}{c_{ij}^{HA}} f_{ij}}{\sum_j f_{ij}}$$

missä

i, j = pääkaupunkiseudun ja kehyskuntien ennustealueet

t_{ij}^{JL} = painotettu kokonaismatka-aika joukkoliikenteellä alueelta i alueelle j aamuruuhkassa

t_{ij}^{HA} = kokonaismatka-aika henkilöautolla alueelta i alueelle j aamuruuhkassa

c_{ij}^{JL} = alueiden i ja j välinen matkan hinta joukkoliikenteellä

c_{ij}^{HA} = alueiden i ja j välinen matkan hinta henkilöautolla aamuruuhkassa

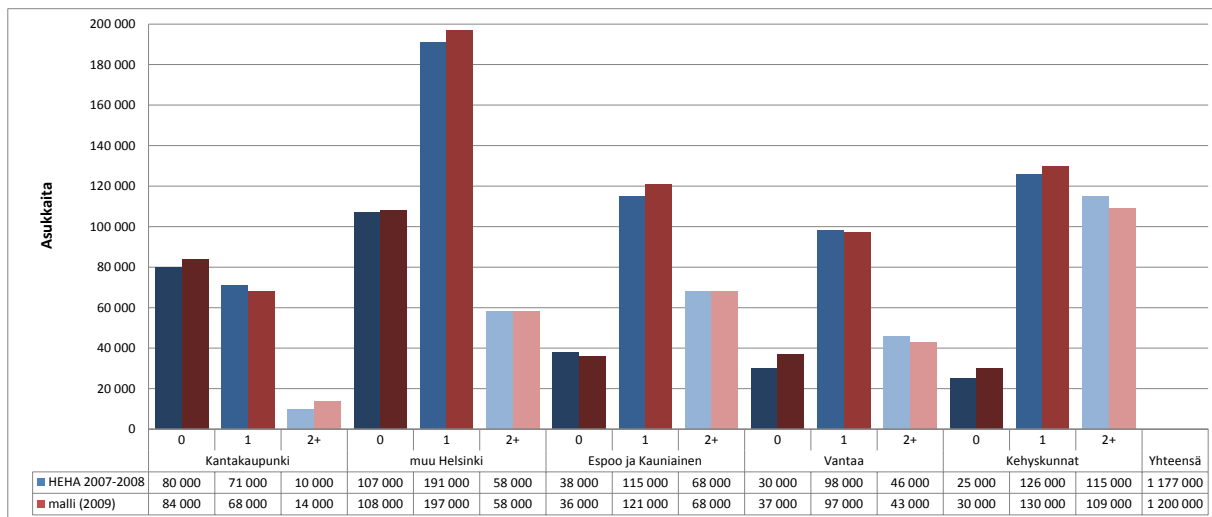
f_{ij} = liikennevirta alueelta i alueelle j .

Lapsiperhe-muuttujalla tarkoitetaan täsmällisesti ilmaistuna, että muuttuja saa arvon yksi, jos henkilö kuuluu kotitalouteen, jossa on yksi tai useampi alle 7-vuotias lapsi, ja nolla muulloin. Rajaus juuri alle 7-vuotiaisiin lapsiin johtuu siitä, että liikkumistutkimus koski vain 7 vuotta täyttäneitä.

Autonomistumallin toimivuutta on tarkasteltu kantakaupungissa, muualla Helsingissä, Espoossa ja Kauniaisissa, Vantaalla ja kehyskunnissa. Kuva 8 sisältää vertailun henkilöiden kuulumisesta autottomiin, yhden auton ja kahden auton talouksiin liikkumistutkimuksen (HEHA 2007–2008) ja mallin antamien tulosten (malli 2009) mukaan. Mallintamisprosessin yhteydessä havaittiin, että Tilastokeskuksen aineistojen mukaan Helsingin seudulla on suhteessa vähemmän pienten lasten perheitä kuin -liikkumistutkimuksen aineistossa. Nähtävästi pienten lasten perheet ovat osallistuneet tutkimukseen muita aktiivisemmin. Pienten lasten perheiden autonomistus on erilaista kuin lapsettomien perheiden. Muun muassa tämä ja tutkimusajankohdan ja mallin lähtötietojen välinen ero selittävät eroja myös edellä mainituissa vertailutuloksissa. Erot selittyvät pikemminkin lähtötietoeroilla kuin mallin epätarkkuudella.

Taulukko 8. Autonomistusmalli.

Yksilöllinen autonomistusmalli		
henkilön taloudessa:	kerroin (alla t-arvo)	
	roo ² (c)	0,144
0 autoa	Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (0 autoa)	-0,7952 -1,2
	Kerrostalojen osuus alueella (0 autoa)	1,307 7,5
	$1/[(jl/ha-matka-aikasuhde)^2]$ (0 autoa)	-1,075 -0,7
	Ruokakunnan keskikoko alueella (0 autoa)	-0,4068 -2,5
	$1/(\text{ruokakunnan keskim. tulot alueella})$ (0 autoa)	28500 5,6
	Jl/ha-hintasuhte (aamuruuhkassa) (0 autoa)	-1,309 -3,2
	Kantakaupunki-binäärimuuttuja (0 autoa)	0,4856 6,6
	Lapsiperhe-binäärimuuttuja (0 autoa)	-0,5384 -7,6
	Aikuinen mies, binäärimuuttuja (0 autoa)	-0,4348 -8,8
	Lapsi-binäärimuuttuja (0 autoa)	-0,6304 -7,3
	Yli 64-v nainen, binäärimuuttuja (0 autoa)	0,8437 11,4
1 auto	Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (1 auto)	0,05995 0,1
	18–29-v lapsiperheetön, binäärimuuttuja (1 auto)	-0,529 -10,5
	50–64-v nainen, binäärimuuttuja (1 auto)	0,1471 2,6
2 autoa tai enemmän	Erillispientalojen osuus alueella (2+ autoa)	0,912 4,2
	$\ln(\text{asukastiheys asutuissa ruuduissa} + 1)$ (2+ autoa)	-0,3116 -8,2
	Ruokakunnan keskikoko alueella (2+ autoa)	0,1689 1,1
	Ruokakunnan keskimääräiset tulot alueella (2+ autoa)	0,00001094 6,7
	Jl/ha-hintasuhte (aamuruuhkassa) (2+ autoa)	0,7659 3,2
	Lapsiperhe-binäärimuuttuja (2+ autoa)	0,2686 5,0
	Lapsi-binäärimuuttuja (2+ autoa)	0,5051 9,0
	Yli 64-v mies, binäärimuuttuja (2+ autoa)	-1,191 -9,7
	Yli 64-v nainen, binäärimuuttuja (2+ autoa)	-1,277 -9,8



Kuva 8. Autonomistus. Mallin tulosten (2009) ja liikkumistutkimuksen HEHA 2007–2008 vertailu.

Taulukko 9. Eräitä autonomistumalliin liittyviä lähtötietoja alueittain¹⁸.

	Kantakaupunki	muu Helsinki	Espoo ja Kauniainen	Vantaa	Kehyskunnat	Helsingin seutu
ruokakunnan keskikoko	1,62	1,99	2,27	2,17	2,35	2,07
ruokakunnan keskitulo (2007 loppu)	47 526	46 766	63 636	46 575	49 190	50 272
asunkerrostalojen kerrosalaosuus	78 %	23 %	8 %	9 %	4 %	11 %
erillispientalojen kerrosalaosuus	20 %	63 %	80 %	80 %	89 %	79 %
alle 7 vuotiaat	7 605	28 809	22 870	16 588	27 022	102 894
7-17 -vuotiaat	10 709	47 988	34 546	26 356	45 430	165 029
18-29 -vuotiaat	43 260	62 510	39 878	29 129	34 354	209 131
30-49 -vuotiaat	51 052	111 072	72 374	56 580	85 649	376 727
50-64 -vuotiaat	31 333	76 464	44 224	37 409	57 753	247 183
65 vuotta täyttäneet	22 455	55 054	23 248	18 366	31 035	150 158

2.3 Henkilöauton käyttömahdollisuutta kuvaava malli

Henkilöauton käyttömahdollisuutta kuvaava malli jakaa eri väestöryhmät henkilöauton pääasiallisiin käyttäjiin ja muihin henkilöihin. Mallia sovelletaan vain aikuisille, jotka elävät yhden tai useamman auton talouksissa.

HELMET-malleissa henkilöauton pääasialliset käyttäjät¹⁹ (HAP) ja muut henkilöt (EHAP) jaettiin liikkumistutkimusaineiston prosenttiosuuksilla kahteen ryhmään riippuen siitä, onko taloudessa nolla, yksi tai useampi auto. HESY-malleissa henkilöauton käyttömahdollisuutta puolestaan kuvataan yksitasoisella logittimallilla, jossa on otettu autonomistuksen lisäksi huomioon yksilöä kuvaavia muuttujia.

¹⁸ YKR vuodelta 2005.

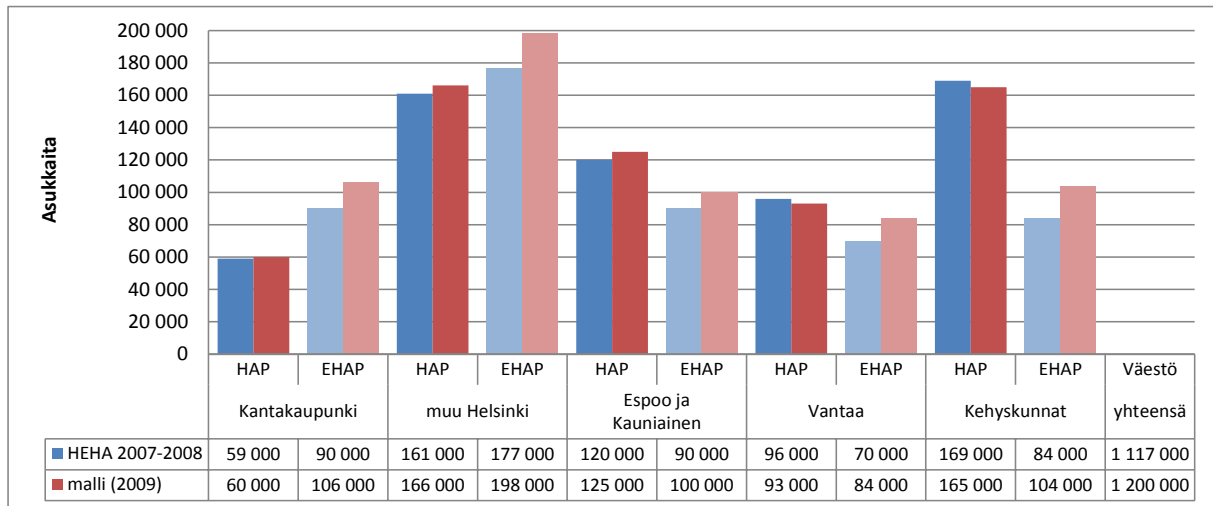
¹⁹ Henkilöauton pääasiallisiin käyttäjiin luetaan täysi-ikäiset henkilöt, joiden kotitaloudella on vähintään yksi oma auto tai työsuhdeauto ja joilla on ajokortti ja jotka ovat liikkumistutkimuksessa ilmoittaneet, että heillä on henkilöauto käytössään aina tai lähes aina. Pakettiautoja ei ole sisällytetty tähän määritelmään.

Parhaiksi henkilöauton käyttömahdollisuutta kuvaaviksi muuttujiksi osoittautuivat sukupuoli ja ikäryhmä, lapsiperheellisyys, joukkoliikenteen ja henkilöauton hintasuhde aamuruuhkassa ja autojen määrä henkilön taloudessa. Mallin muuttujat ja mallin hyvyttä kuvaavat tunnusluvut on esitetty seuraavassa taulukossa.

Taulukko 10. Henkilöauton käyttömahdollisuutta kuvaavan malli (sovelletaan vain aikuisille, jotka elävät yhden tai useamman auton talouksissa).

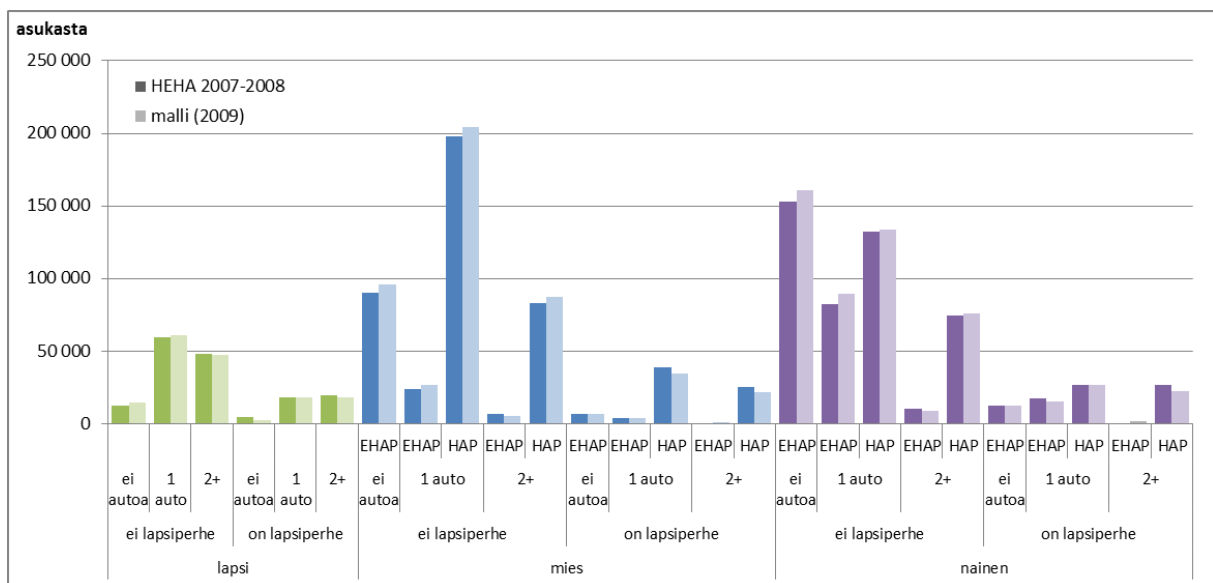
HAP/EHAP -malli		
henkilö on:	kerroin (alla t-arvo)	
	roo ² (c)	0,1649
EHAP	Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (EHAP)	0,3848
		2,8
HAP	lapsiperhe-binäärimuuttuja (HAP)	0,1399
		1,7
	18–29-vuotias mies, binäärimuuttuja (HAP)	0,9238
		8,1
	18–29-vuotias, binäärimuuttuja (HAP)	-0,3323
		-3,0
	30–49-vuotias mies, binäärimuuttuja (HAP)	1,885
		16,4
	30–49-vuotias, binäärimuuttuja (HAP)	0,3432
		3,3
	50–64-vuotias mies, binäärimuuttuja (HAP)	2,071
		15,5
	50–64-vuotias, binäärimuuttuja (HAP)	0,258
		2,5
	yli 64-vuotias mies, binäärimuuttuja (HAP)	2,273
		13,0
	Jl/ha-hintasuhde (aamuruuhkassa) (HAP)	2,127
		6,6
	2 tai enemmän autoa taloudessa ja aikuinen nainen, binäärimuuttuja (HAP)	1,764
		18,1
	2 tai enemmän autoa taloudessa ja aikuinen mies, binäärimuuttuja (HAP)	0,8893
		6,7

Muuttujanimissä esitetyllä käsitteellä ”aikuinen” tarkoitetaan, että henkilö itse on täyttänyt 18 vuotta.



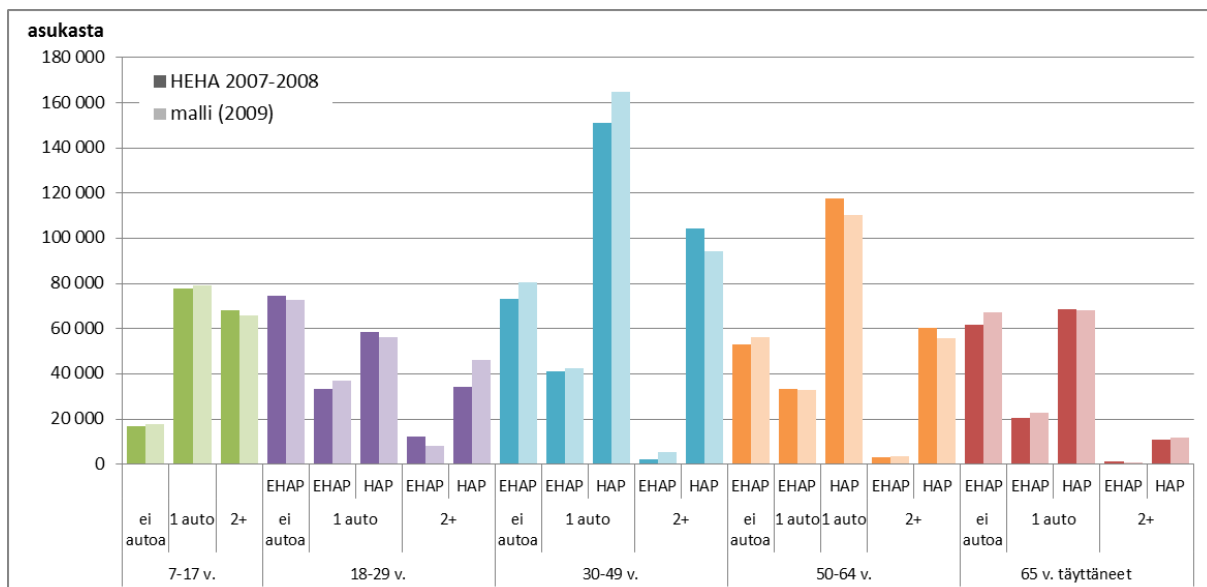
Kuva 9. Henkilöauton käyttömahdollisuus. Mallin tulosten (2009) ja liikkumistutkimuksen HEHA 2007–2008 vertailu.

Seuraavissa kuvissa on vielä esitetty, miten väestö jakautuu eri väestöryhmiin liikkumistutkimuksen aineiston ja mallin (2009) mukaan. Mallin nykytilaennusteessa lapsiperheiden osuus tunnetaan tarkasti, koska aineisto on saatu Tilastokeskukselta. Liikkumistutkimuksen aineistossa tässä on pientä poikkeamaa.



Kuva 10. Väestö. Mallin tulosten (2009) ja liikkumistutkimuksen HEHA 2007–2008 vertailu.

Kuvassa esiintyvällä käsitteellä ”lapsi” tarkoitetaan tässä alle 18-vuotiasta, kun taas ”lapsiperhe” tarkoittaa henkilöä, joka kuuluu talouteen, jossa on yksi tai useampi alle 7-vuotias lapsi.



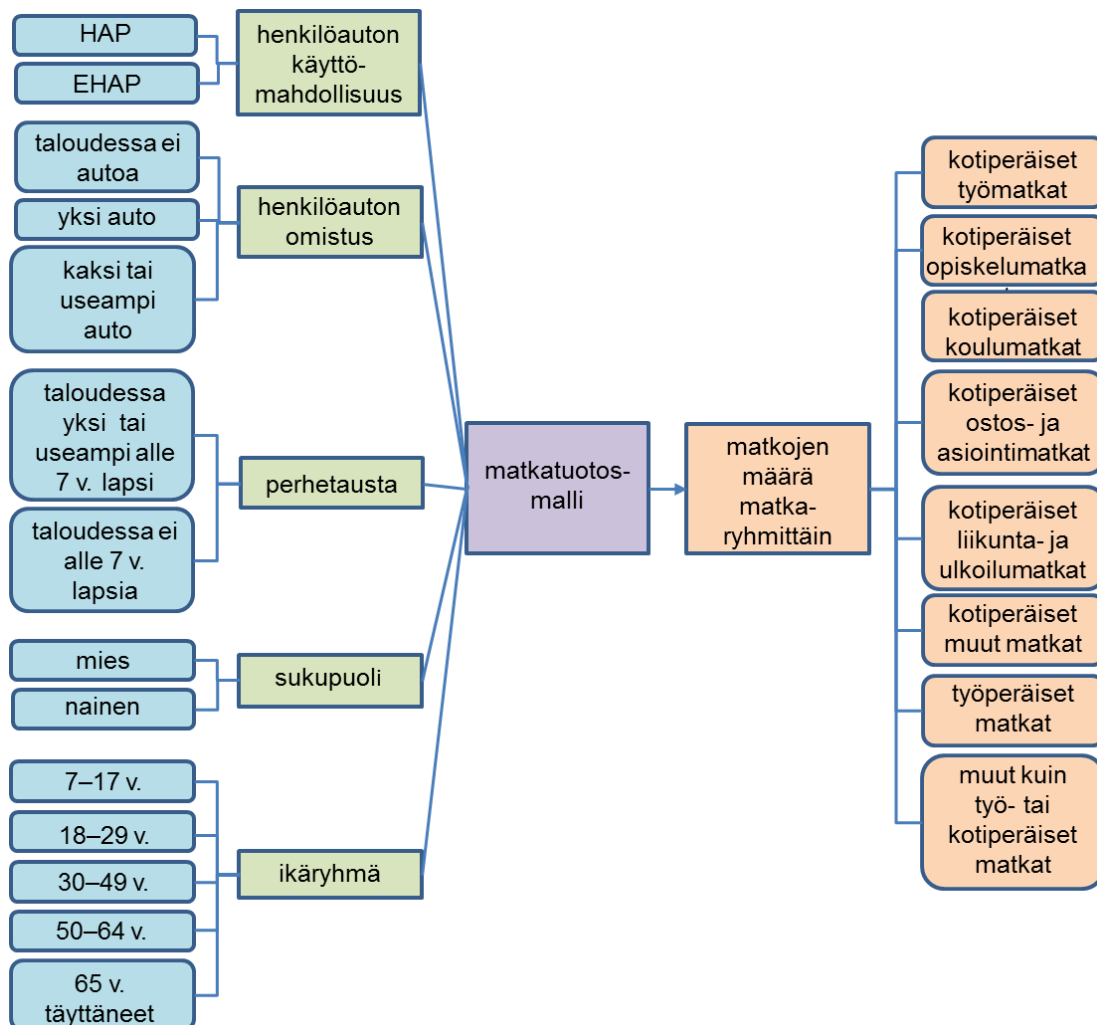
Kuva 11. Väestö ikäryhmittäin. Mallin tulosten (2009) ja liikkumistutkimuksen HEHA 2007–2008 vertailu.

3 Matkamallit

Matkamalleilla tarkoitetaan tässä matkojen määrää, suuntautumista ja kulkutavan valintaa kuvaavia malleja Helsingin seudulla.

3.1 Matkatuotosmallit

Matkatuotosmalleissa matkatuotoksia kuvataan tuotoskertoimilla, joissa jokaiselle väestöryhmälle ja matkaryhmälle on laskettu vuorokauden keskimääräinen matkatuotosluku (matkaa/henkilö/vrk). Kaikkiaan tuotoslukuja on 688 kpl (8 matkaryhmää x 86 väestöryhmää²⁰ = 688 matkatuotoslukua). Eri väestöryhmiä erottelevia tekijöitä ovat ikä, sukupuoli, lapsiperheellisyys, henkilöauton käyttömahdollisuus ja henkilöautojen määrä taloudessa. Henkilön katsotaan kuuluvan (pienien lasten) lapsiperheeseen, jos kotitaloudessa on yksi tai useampi alle seitsemänvuotias lapsi. Seuraavassa kuvassa on esitetty matkatuotoslukuihin vaikuttavat tekijät vasemmalla, ja oikealla on tulosmuuttujat eli mille matkaryhmille tuotoskertoimet on laadittu.



Kuva 12. Matkatuotoslukuihin vaikuttavat tekijät ja matkaryhmät.

²⁰ Lukuun päästään, kun otetaan huomioon, että alaikäiset ja autottomiin talouksiin kuuluvat henkilöt eivät voi kuulua HAP-ryhmään. Lisäksi alle 18-vuotiaita ei ole sukupuolijakoa. HELMET-malleissa vastaavia väestöryhmiä on vain 9.

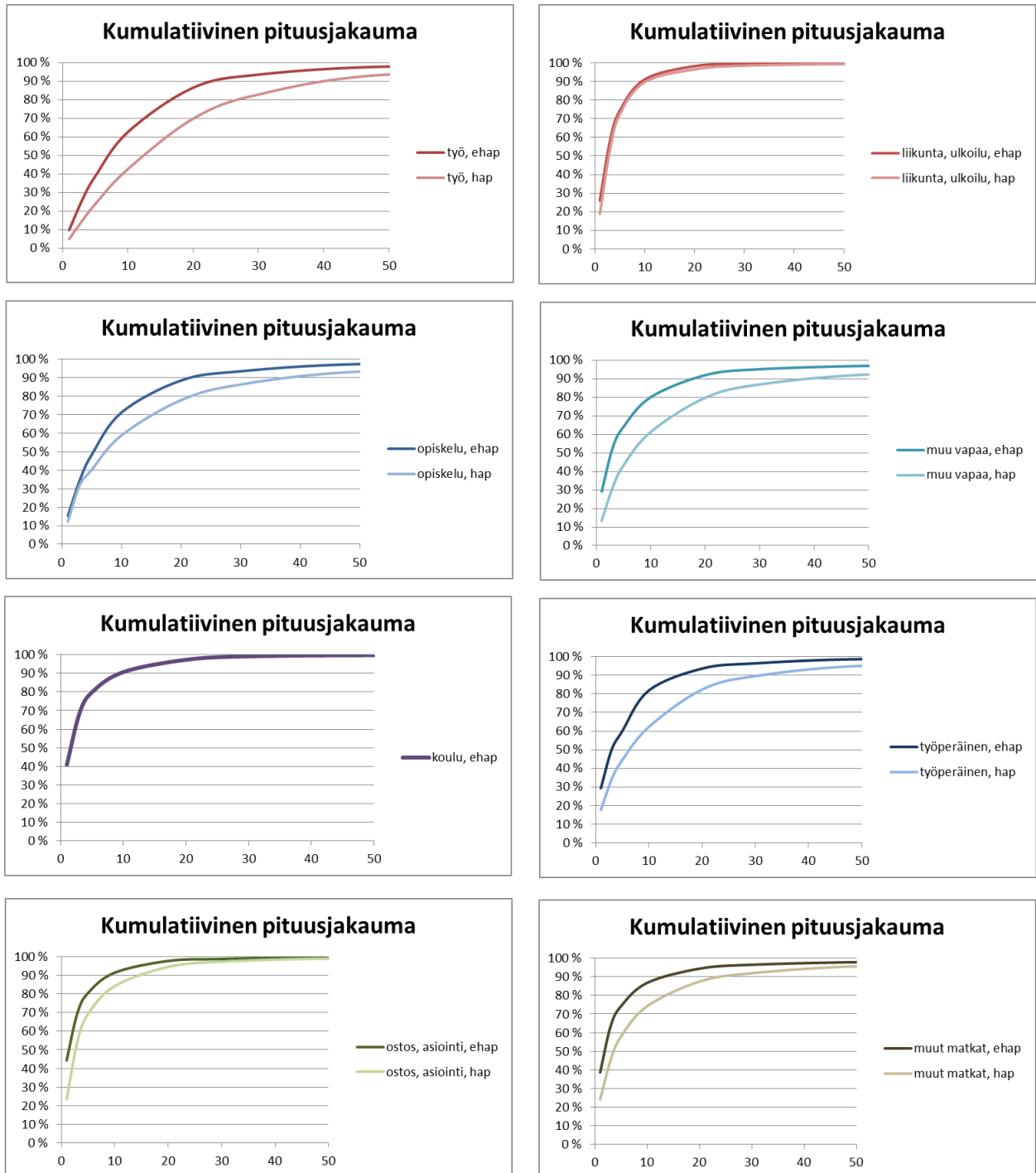
HESY-mallien käyttäjälle matkatuotosluvut eivät välttämättä näy päällepäin lainkaan. Malli huolehtii siitä, että eri matkoja tehdään väestörakenteen mukaisesti kullakin alueella. Koska kaikki väestöryhmät eivät tee kaikenlaisia matkoja, on osa matkatuotosluvuista nollia tai hyvin pieniä. Liikkumistutkimuksessa on kaikkiaan noin 68 000 matkaa. Pääsääntöisesti aineisto riittää hyvin matkatuotoslukujen arviointiin. Jotkin yksittäiset väestöryhmät ovat kuitenkin niin harvinaisia, että matkatuotosluvun arvioinnin pohjana oleva väestömäärä on hyvin pieni. Näin myös matkatuotosluvut jäävät epätarkoiksi yksittäisissä tapauksissa. Tällä ei kuitenkaan ole kokonaisuuden kannalta merkitystä, sillä tällaisten väestöryhmien merkitys jää vähäiseksi myös kokonaisuennusteessa. Asialla on siis lähinnä merkitystä sellaisissa erikoistapauksissa kuten, että käyttäjä etsii mallin avulla tietoa vaikkapa yli kuusikymmenvuotiaiden lapsiperheellisten opiskelumatkoista (täysin mahdollinen tilanne, mutta nykyoloissa jokseenkin harvinainen).

Ennustetilanteessa matkojen määrä ja matkaryhmien osuudet tulevat kehittymään eri tavoin eri alueilla. Tähän vaihteluun vaikuttavat

- väestön määrän kehitys eri alueilla Helsingin seudulla
- väestörakenteen kehitys eri alueilla
- kotitalouksien varallisuuden kehitys ja edelleen autonomistuksen kehittyminen ja miten henkilöautoliikennettä ja joukkoliikennettä kehitetään suhteessa toisiinsa (vaikuttavina tekijöinä matka-aikasuhteet ja hintasuhteet)
- autolliset myös yleensä liikkuvat enemmän.

3.2 Matkojen suuntautumismallit

Matkojen suuntautumista kuvaavat mallit ovat logittimalleja, joissa suuntautumiseen vaikuttaa liikennejärjestelmän ominaisuuksien lisäksi kunkin alueen houkuttelevuus. Mallintamisen yhteydessä havaittiin, että pääasiallisesti henkilöautoa käyttävien henkilöiden matkojen suuntautuminen poikkesi selvästi muista henkilöistä. Tämä ilmiö tuotiin malleihin mukaan. Näin matkojen suuntautumiseen vaikuttaa myös se, kuinka monella on tulevaisuudessa henkilöauto käytettävissään. Henkilöauton pääasiallisten käyttäjien matkat ovat lähes matkaryhmästä riippumatta muita pidempiä. Seuraavassa liikkumistutkimukseen perustuvassa kuvasarjassa on esitetty, miten matkojen kumulatiiviset pituusjakaumat poikkeavat toisistaan. Mitä alempana käyrä on, sitä hitaammin matkoja kertyy summattaessa lyhyistä pidempiin. Tämä tarkoittaa, että matkat ovat keskimäärin pitkäkököjä.



Kuva 13. Henkilöauton pääasiallisten käyttäjien (HAP) ja muiden henkilöiden (EHAP) matkojen kumulatiiviset pituusjakaumat.

Vaikka yleisesti ottaen yksittäisten henkilöiden matkojen suuntautumisesta ei ole saatavalla sellaisia tietoja, joilla voitaisiin selvittää suuntautumista yksilöllisesti, on malleissa haluttu ottaa huomioon henkilöauton käyttömahdollisuus yksilömuuttujana, koska tällä selvästi näytti olevan vaikutusta suuntautumiseen.

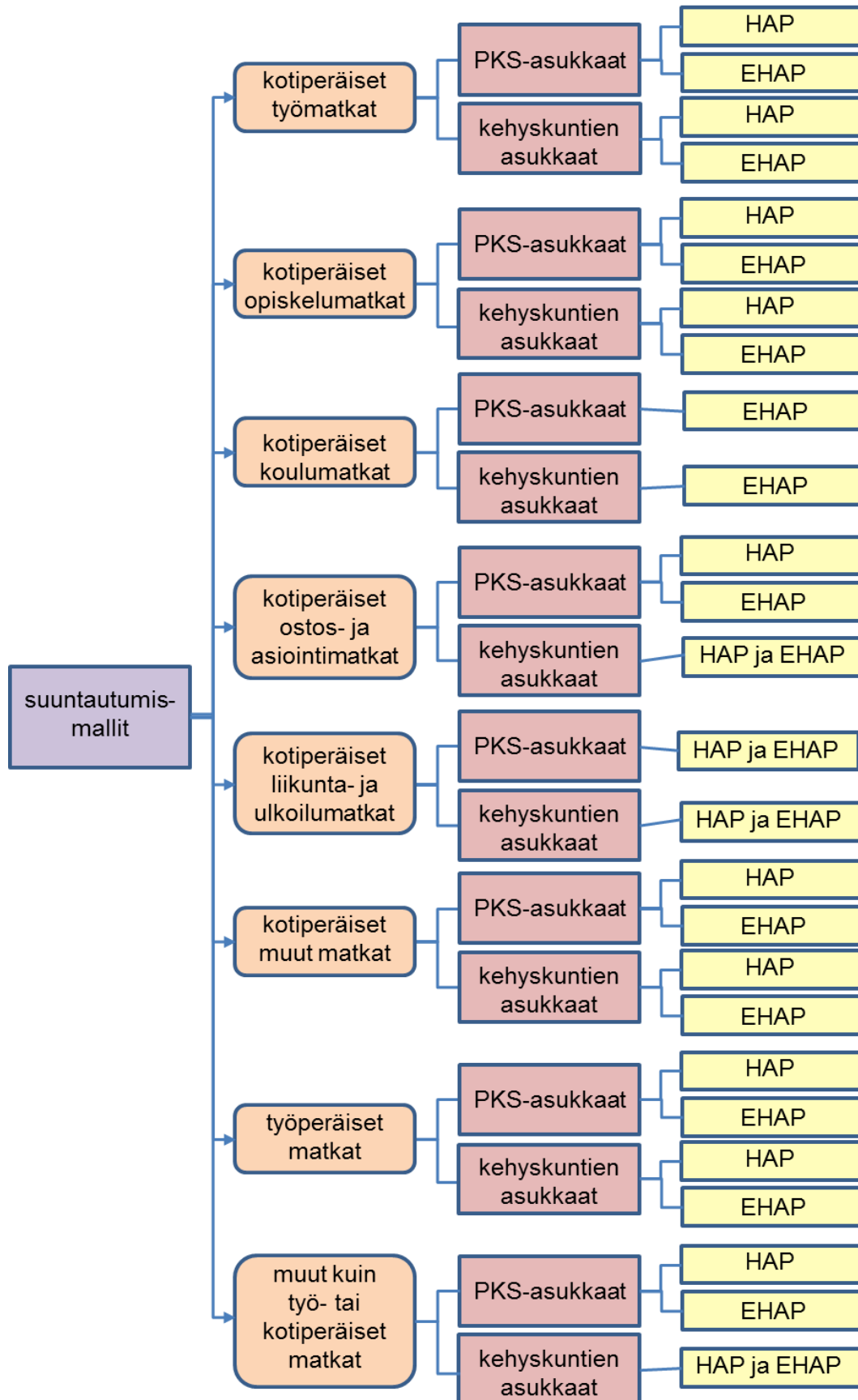
Matkojen suuntautumiseen vaikuttavat kokonaisuudessaan ennusteissa

- maankäyttö ja tässä erityisesti asumisen ja muiden toimintojen sijoittuminen suhteessa toisiinsa
- väestö rakenne, koska sillä on vaikutusta matkojen määrään ja syihin sekä matkojen kohteiden valintaan
- autonomistus, joka vaikuttaa myös matkojen suuntautumiseen
- liikennepalvelujen tarjonta liikennemuodoittain.

Kaikkiaan mallijärjestelmään kuuluu 26 erilaista²¹ suuntautumismallia, joiden luokitteluperusteet on esitetty kuvassa 14. Suuntautumismallien muuttujat ja kertoimet on puolestaan esitetty liitteessä 4.

Suuntautumismallit koostuvat kahdesta osasta: liikennejärjestelmää kuvaavasta osiosta (saavutettavuus) ja alueiden houkuttelevuutta kuvaavasta osasta (maankäytön kokotekijä), joista myös saavutettavuuteen liittyvä osa tuotetaan logittimallilla. Saavutettavuusosiossa ovat mukana liikkumisen helppoutta tai vaikeutta kuvaavat muuttujat henkilöautolla, joukkoliikenteellä ja kevytliikenteellä. Niitä ovat mm. matka-aika, etäisyys ja matkan hinta. Maankäytön kokotekijässä muuttujina ovat mm. väestömäärä, työpaikkojen määrä yhteensä, palvelutyöpaikkojen määrä (sisältyvät toimialat lueteltu tarkemmin luvussa 5.2.5), oppilaspaiikkojen määrä (koulu- ja opiskelumatkoilla) ja myymälärakennusten kerrosala.

²¹ HELMET-malleissa suuntautumismalleja oli kaksitoista, erikseen pääkaupunkiseudun ja kehyskuntien asukkaille ja yksi kullekin kuudelle matkaryhmälle.



Kuva 14. HESY-suuntautumismallit.

Mallit on laadittu erikseen pääkaupunkiseudun ja kehyskuntien asukkaille. Useimmat mallit on laadittu myös erikseen henkilöauton pääasiallisille käyttäjille ja muille henkilöille.

Yleensä suuntautumismalleissa liikennejärjestelmämuuttujat otetaan huomioon logittimalien teorian mukaisesti kulkutavan valintamallin logsumin avulla. Yksilömalleja laadittaessa kuitenkin huomattiin, että parhaat kulkutavan valintamallit eivät aina sopineetkaan parhaalla mahdollisella tavalla matkojen suuntautumisen arviointiin. Yhtenä syynä saattoi olla, että kulkutavanvalintamalleissa oli liikennejärjestelmää kuvaavien muuttujien lisäksi myös yksilöitä kuvaavia muuttujia (esimerkiksi binäärimuuttuja ”aikuinen mies”), joiden sisällyttäminen logsumiin ei tuntunut mielekkäältä.

Niinpä parhaat yksilölliset kulkutavan valintamallit päätettiin pitää suuntautumismalleista erillisinä ja estimoida suuntautumisen valintaa varten siihen paremmin soveltuvat erilliset, ainoastaan liikennejärjestelmämuuttujia sisältävät kulkutavan valintamallit, jotka tässä yhteydessä nimettiin saavutettavuusmalleiksi. Logsum laskettiin vain saavutettavuusmallin muuttujista.

Suuntautumismallit estimoitiin ALOGIT-ohjelmistolla ja ne kalibroitiin liikkumistutkimuksen aineistoon. Kalibrointi on tehty iteratiivisesti sovittamalla matkojen pituusjakaumat ja suuntautuminen viisialuejakoilla²² vastaamaan mahdollisimman hyvin liikkumistutkimuksen aineistoa. Suuntautumismallien lopulliset muuttujat ja mallien kertoimet on esitetty liitteessä 4. Mikäli kerroin on muuttunut estimoinnin jälkeen kalibroinnin yhteydessä, on kalibroitu kerroin merkitty tähdellä. Kalibroinnilla on erityisesti pyritty varmistamaan, että matkojen pituusjakauma vastaisi mahdollisimman hyvin liikkumistutkimuksen aineistoa.

Suuntautumismallien estimoinnin yhteydessä havaittiin, että oman asuinkunnan matkakohteita suosittiin yleensä enemmän kuin muita matkakohteita. Samoin erityisesti muut kuin henkilöauton pääasialliset käyttäjät suosivat kantakaupunkia jopa enemmän kuin liikennepalvelut tai kantakaupungin maankäyttöä kuvaavat muuttujat antoivat olettaa. Myös nämä erityispiirteet on otettu malleissa huomioon. Seuraavassa on tarkemmin kuvattu matkaryhmittäin joitakin mallien erityispiirteitä.

Pääkaupunkiseudun asukkaat suosivat kotiperäisillä työmatkoilla erityisesti oman kuntansa työpaikkoja. Erot eivät selittyneet pelkästään matkojen lyhyydellä. Siksi malliin lisättiin kokotekijään erilliset kertoimet oman ja muiden kuntien työpaikkojen määrille.

Henkilöauton pääasialliset käyttäjät kartoivat kotiperäisillä työmatkoillaan kantakaupunkia. Mallissa esiintykin henkilöauton käytön kohdalla liikennejärjestelmämuuttujana matkajan ja pysäköintikustannusten lisäksi negatiivinen kantakaupunkierroin. Kantakaupunkiin ei mielellään mennä töihin henkilöautolla. Henkilöautoilua kantakaupunkiin karteetaan jopa enemmän kuin mitä ruuhkautuminen ja pysäköintikustannukset antaisivat olettaa.

Myös kehyskunnissa omaa kuntaa suosittiin työpaikka-alueena jopa enemmän kuin mitä liikennejärjestelmän toimivuus antaisi olettaa. Toisaalta muut kuin henkilöauton pääasialliset käyttäjät suosivat työpaikkakohteenaan kantakaupunkia. Joukkoliikennepalvelut ovat hyvät kantakaupunkiin, mutta ilmiö ei selittynyt pelkästään sillä. Mahdollisia muita syitä ovat kantakaupungin palvelujen erityisluonne tai, että joukkoliikennepalvelujen tunnettuus mm. raideyhteyksien ansiosta on parempi juuri säteittäisillä matkoilla. Malliin onkin näillä matkoilla lisätty joukkoliikenteen suosiota korostava muuttuja (kantakaupunki-binäärimuuttuja).

²² Viisialuejako: Kantakaupunki, muu Helsinki, Espoo ja Kauniainen, Vantaa, kehyskunnat.

Kotiperäisien opiskelumatkojen suuntautumista selittäväksi maankäyttömuuttujaksi valittiin opiskelupaikkojen määrä. Mallien testauksen yhteydessä osoittautui kuitenkin, että kanta-kaupunkiin suuntautui vähemmän opiskelumatkoja kuin mitä oppilaspaikkojen määrä olisi antanut olettaa. Tilastokeskuksen tietojen mukaan huomattava määrä opiskelupaikoista keskittyi kantakaupunkiin. Epäselväksi jäi, onko osa näistä oppilaspaikoista todellisuudessa jossain muualla tai onko oppilaspaikkojen luonne muista alueista poikkeava siten, että näissä käytäisiin muuta harvemmin. Samoin kuin työmatkoilla oman kunnan opiskelupaikkoja suosittiin muita enemmän.

Kotiperäisten koulumatkojen suuntautumista kuvattiin liikennejärjestelmämuuttujien lisäksi koulujen oppilaspaikkojen määrällä. Myös koulumatkoilla omaa kuntaa suosittiin muita enemmän.

Kotiperäisten ostos- ja asiointimatkojen luonne ja suuntautuminen riippuvat merkittävästi siitä, onko henkilö henkilöauton pääasiallinen käyttäjä vai ei. Joukkoliikenteen käyttäjät suosivat ostos- ja asiointimatkojensa kohteena kantakaupunkia ja henkilöautoilijat oman kuntansa palveluja. Kaikkiaan suuntautumiseen vaikuttavat asukasmäärä, palvelutyöpaikkojen määrä ja myymäläkerrosala.

Kotiperäiset liikunta- ja ulkoilumatkat ovat pääsääntöisesti erilaisia kodin ympäristössä tehtyjä lyhyehköjä lenkkejä. Siten käytössä olleista muuttujista parhaiten näiden matkojen matkakohteita kuvasi asukasmäärä.

Arkena kotiperäiset muut matkat ovat luonteeltaan vierailumatkoja ja matkoja esimerkiksi elokuviin, ravintolaan tai muihin vapaa-ajan kohteisiin. Suuntautumista kuvaavia maankäyttömuuttujia olivat asukasmäärä ja palvelutyöpaikkojen määrä. Myös myymälärakennusten kerrosalan määrällä oli vaikutusta matkojen suuntautumiseen. Kantakaupunkiin vapaa-ajanmatkoja lisäsivät hyviksi koetut joukkoliikenneyhteydet.

Työperäiset matkat suuntautuvat usein työasiointipaikkoihin ja lounaspaikkoihin tai ne voivat olla osa monimutkaisempaa matkojen yhdistelmää, jossa käydään useammassa asiointipaikassa ennen kotiin saapumista tai kotoa lähdön jälkeen. Kehyskuntien asukkaiden työperäisille matkoille oli tyypillistä, että matkakohteet sijaitsivat pääsääntöisesti kehyskuntien alueella, vaikka työpaikka olisikin ollut pääkaupunkiseudulla.

Muut kuin työ- tai kotiperäiset matkat ovat luonteeltaan matkoja, joissa sekä lähtö- että määräpaikka ovat muualla kuin kotona tai työpaikalla. Näillä matkoilla esimerkiksi vierailaan, asioidaan tai käydään ostoksilla useammassa paikassa peräkkäin. Matkoja selittävät siis useat eri tekijät ja siksi suuntautumismallien muuttujinakin ovat asukkaat, palvelutyöpaikat ja myymälöiden kerrosalat. Pääkaupunkiseudun asukkaat, jotka eivät ole henkilöauton pääasiallisia käyttäjiä, tekivät muita matkoja erityisesti kantakaupungin sisällä. Kehyskuntalaiset taas suosivat omien kuntiensä palveluja.

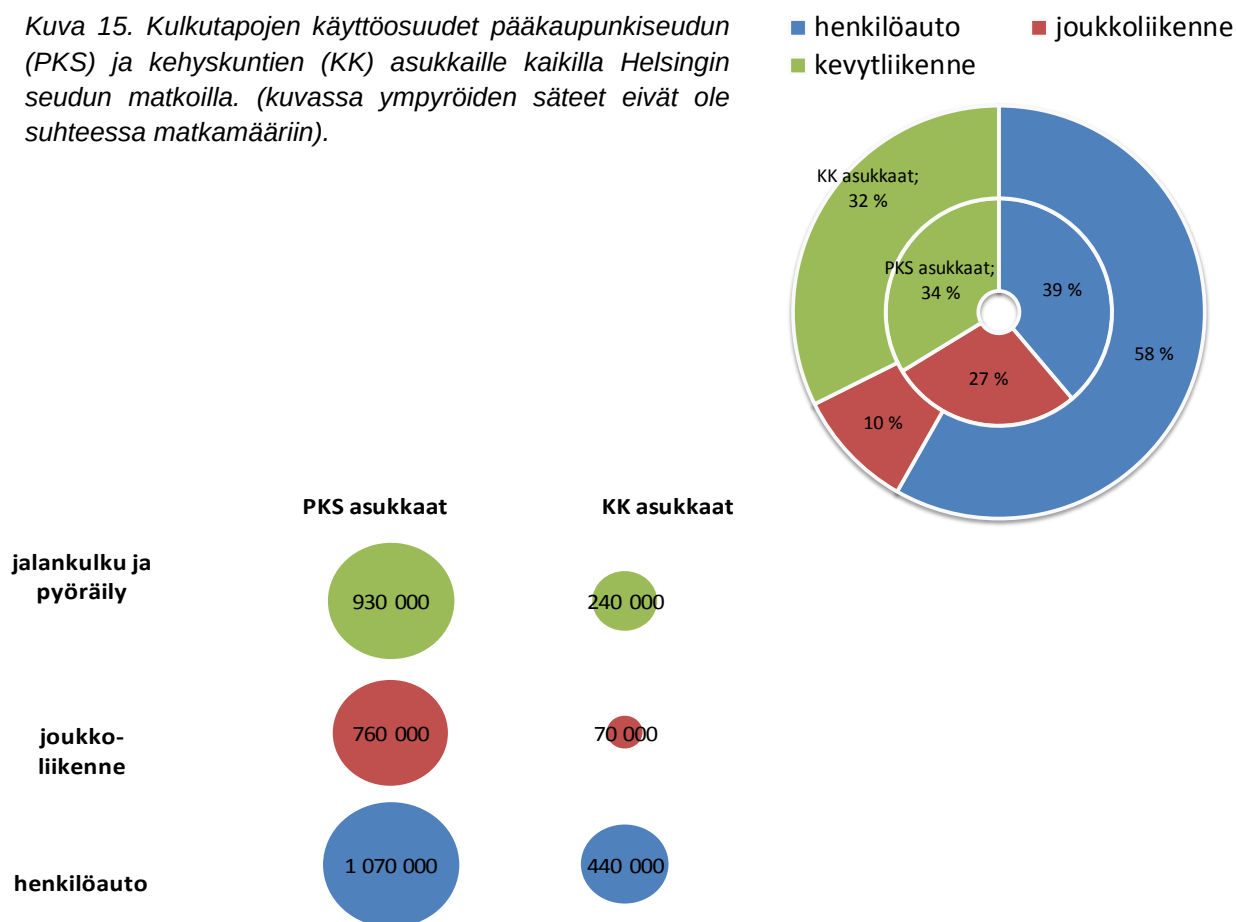
Suuntautumismallien nykytilanteen ennusteen tulokset ja vertailu liikkumistutkimusaineistoon on esitetty liitteessä 5 matkaryhmittäin. Vertailuja varten eri alueiden tuotokset on skaalattu yhtä suuriksi (mallissa ja liikkumistutkimuksessa), jotta näkyville saataisiin nimienomaan suuntautumismallien aiheuttamat poikkeamat eikä muiden edeltävien mallivaiheiden poikkeamia.

3.3 Kulikutapamallit

HESY-mallien kulikutapamallit ovat logittimalleja. Mallit laskevat kullekin yksilölle (tai tarkemmin kullekin väestöryhmälle) kuljutavan valinnan todennäköisyyden. Kulikutapavaihtoehtoja ovat joukkoliikenne, henkilöauto ja kevytliikenne. Valintatodennäköisyys riippuu kunkin lähtö- ja määräpaikan välisistä liikenneyhteyksistä ja matkan syystä sekä lukuisista kunkin yksilön preferensseihin vaikuttavista tekijöistä. Näitä tekijöitä malleissa ovat autojen määrä taloudessa, henkilöauton käyttömahdollisuus, sukupuoli ja onko kotitaloudessa pieniä lapsia (alle 7-vuotiaita). Se, miten nämä tekijät lopulta vaikuttavat kuljutavan valintaan, riippuu siitä, millaisesta matkasta on kyse. Esimerkiksi ostosmatkoilla pienet lapset perheessä voivat olla merkittävämpi syy henkilöauton valintaan kuin vaikkapa työmatkoilla. Kulikutapamallit eivät yksilömalleina ole kytkettyjä suuntautumismalleihin. Ne ajetaan vasta suuntautumismallien jälkeen.

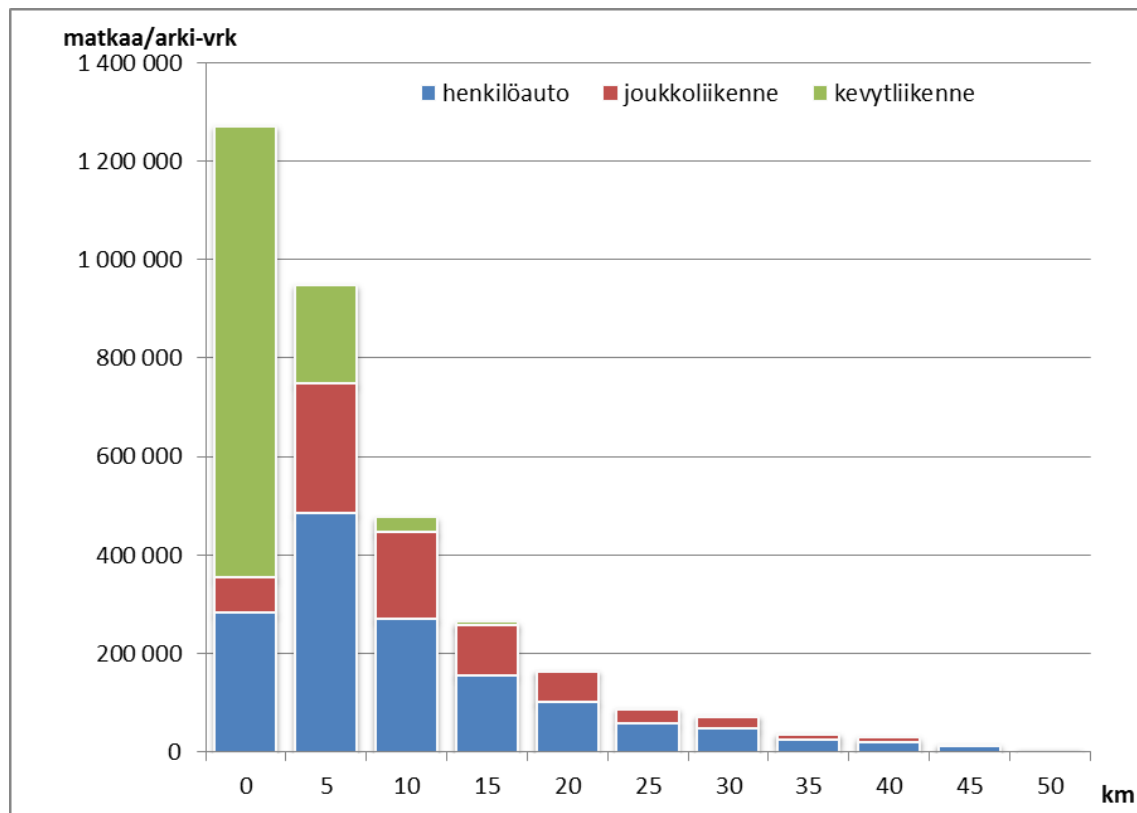
Yksilöllisesti erottelevien kulikutapamallien etuna on, että matka-ajan ja matkakustannusten merkitys suhteessa yksilöllisiin tarpeisiin ja preferensseihin eri matkoilla saadaan esille. Parhaimmillaan yksilömalleilla voidaan tämän ansiosta arvioida tavanomaista luotettavammin, miten esimerkiksi liikennejärjestelmän kehittäminen, ruuhkamaksut ja muu liikenteen hinnoittelu näkyvät ihmisten valinnoissa ja edelleen kulkutapaosuuksissa lähtö-määräpaikka-pareittain ja koko seudulla keskimäärin.

Kuva 15. Kulikutapojen käyttöosuudet pääkaupunkiseudun (PKS) ja kehyskuntien (KK) asukkaille kaikilla Helsingin seudun matkoilla. (kuvassa ympyröiden säteet eivät ole suhteessa matkamääriin).



Kuva 16. Pääkaupunkiseudun (PKS) ja kehyskuntien (KK) asukkaiden käyttämät kuljutavat arki-vuorokauden matkojen määrinä ilmaistuna (ympyröiden pinta-alat ovat suhteessa matkamääriin).

Kulikutavan valintaa eripituisilla matkoilla Helsingin seudulla on havainnollistettu kuvassa 17.



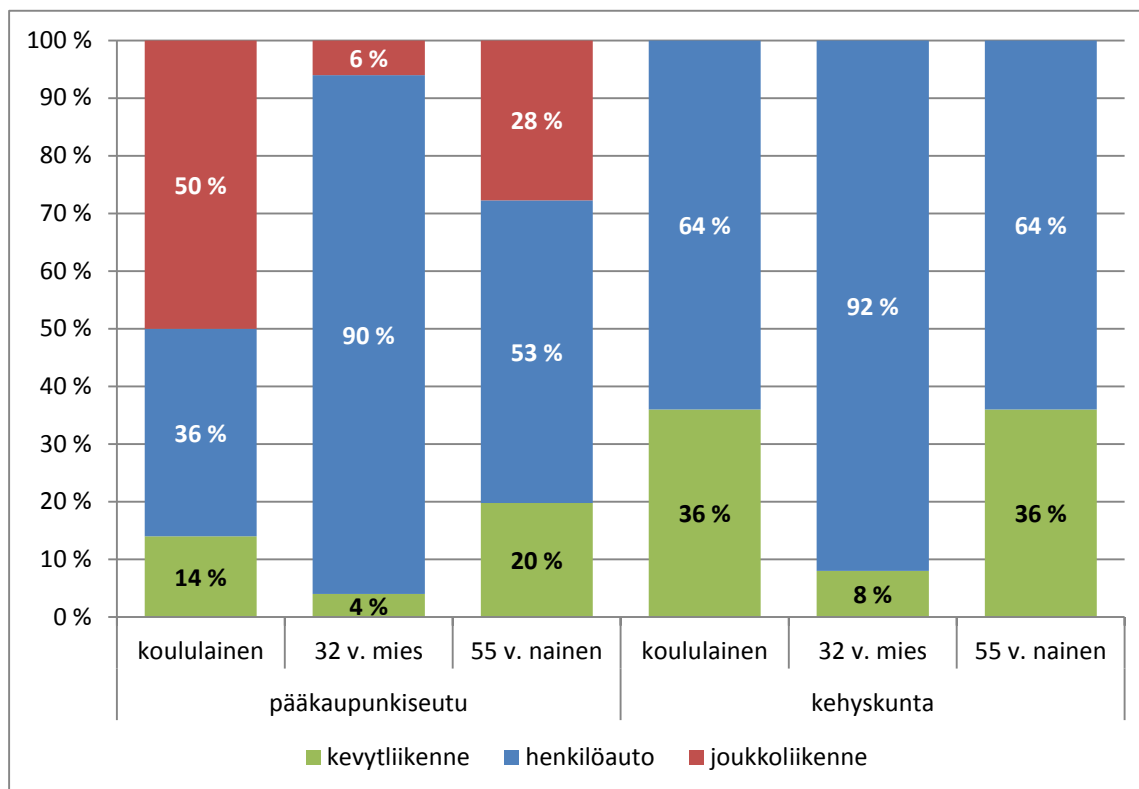
Kuva 17. Kulikutapojen käyttö eripituisilla matkoilla.

Kulikutapaosuudet vaihtelevat merkittävästi matkaryhmittäin, yhteysväleittäin ja riippuen siitä, kuka matkan tekee ja miksi matka tehdään. Seuraavassa on laskettu, miten kulkutavan valinta vaihtelee kolmen esimerkkihenkilön (ja heitä vastaavan väestöryhmän) välillä. Kyseessä on kuvitteellinen ostosmatka. Esimerkkihenkilöt sekä pääkaupunkiseudulla että kehyskunnissa ovat:

- kouluikäinen nuori, perheessä ei ole alle seitsemänvuotiaita lapsia ja perheellä on yksi henkilöauto
- pienen lapsen 32-vuotias isä, perheessä on yksi henkilöauto, jota isä käyttää pääsääntöisesti
- 55 -vuotias nainen, perheessä ei ole pieniä lapsia ja auto on pääsääntöisesti puolison käytössä.

Henkilöiden matkojen ei oleteta suuntautuvan kantakaupunkiin tai alueille, joilla pysäköinti on maksullista. Matkojen tiedot kulkutavoittain ovat seuraavat:

- matkan pituus henkilöautolla ja kävellen neljä kilometriä
- joukkoliikennelipun hinta aikuiselta kaksi euroa, lapselta euron
- joukkoliikenteen painotettu kokonaismatka-aika pääkaupunkiseudulla 25 minuuttia ja kehyskunnissa 50 minuuttia
- henkilöauton matka-aika kahdeksan minuuttia.



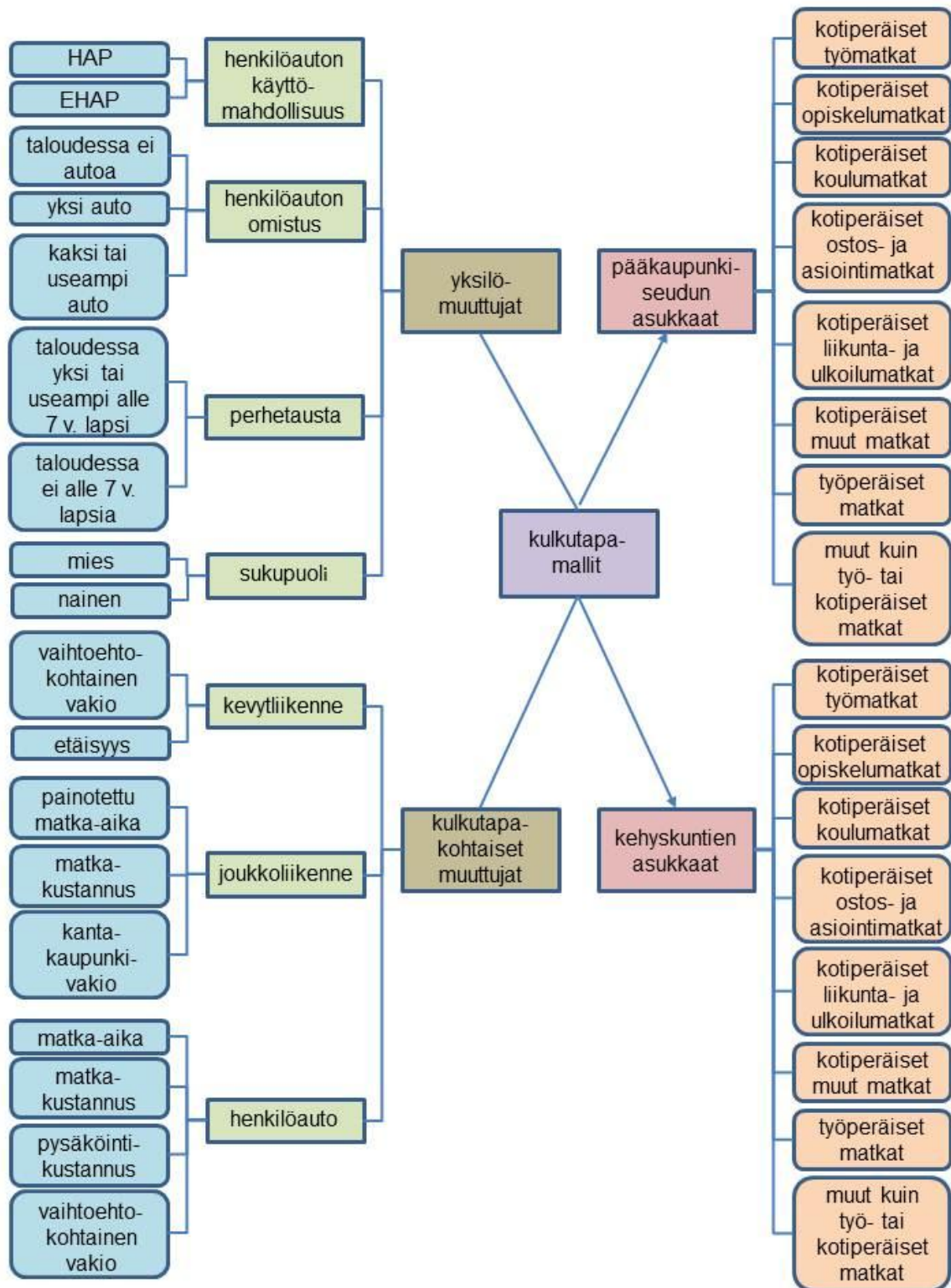
Kuva 18. Kolmen esimerkkihenkilön kulkutavan valintatodennäköisyyden erot määrättyllä ostosmatkalla pääkaupunkiseudulla ja kehyskunnassa. Yksittäinen mallilla laskettu esimerkki.

Jos joukkoliikennelipun hintaa laskettaisiin kaksikymmentä prosenttia, olisivat vaikutukset eri väestöryhmiin erilaisia. Pääkaupunkiseudulla esimerkissä mainitun koululaisen joukkoliikenteen valintatodennäköisyys kasvaisi viisi prosenttiyksikköä, perheellisen miehen vain yhden prosenttiyksikön ja keski-ikäisen naisen jopa seitsemän prosenttiyksikköä. Kehyskunnassa vastaavaa muutosta ei olisi nähtävissä. Siellä kynnyksysymys on pikemminkin tarjonnan kehittämisessä.

Yleisesti kulkutapojen käyttösuhteeseen ennusteissa vaikuttavat

- liikennepalvelujen tarjonta liikennemuodoittain
- väestö rakenne, koska sillä on vaikutusta matkojen määrään ja syihin ja edelleen kulkutapojen erilaiseen preferointiin
- autonomistuksen kehittyminen ja siihen liittyvä kotitalouksien varallisuuden kehitys ja se, miten henkilöautoliikennettä ja joukkoliikennettä kehitetään suhteessa toisiinsa (vaikuttavina tekijöinä matka-aikasuhteet ja hintasuhteet).
- maankäyttö (välillisesti, sillä eri matkakohteisiin liikutaan eri tavalla).

Kaiken kaikkiaan kulkutavan valintaan suoraan vaikuttavia mallimuuttujia on merkitty kuvassa 19 vasemmalle ja kulkutavan valintamallien malliryhmät oikealle.



Kuva 19. Kulkutavan valintamallin muuttujat (vasemmalla) ja malliryhmät (oikealla).

Seuraavissa taulukoissa 11–18 tarkastellaan kutakin yksittäistä matkaryhmää ja siihen liittyviä malleja erikseen. Tähdellä merkityt vaihtoehtokohtaiset vakiot on saatu kalibroimalla malli vastaamaan liikkumistutkimuksen aineistoa. Kalibrointimenettely on samanlainen kuin HELMET-mallien yhteydessä ja on kuvattu tarkemmin malliraportissa²³.

Kantakaupunki-binäärimuuttuja saa arvon yksi, jos generaatio–attraktio-suunnatun matkan attrahointipää on kantakaupungissa. Muuten arvo on nolla. Yleistetyn matkavastuksen laskentaa on kuvattu liitteessä 1 ”Käsitteet”.

Taulukko 11. Kotiperäisten työmatkojen kulkutavan valintamallit.

Kotiperäiset työmatkat			
		kerroin (alla t-arvo)	
		PKS	KEHYS
Kulkutavanvalintamalli	roo2(c)	0,4026	0,4536
	Ln (etäisyys + 1) (KL)	-3,056	-2,092
		-36,5	-17,3
	Matka-aika (HA)	-0,03551	-0,04625
		-4,4	-4,7
	Painotettu kokonaismatka-aika [min] (JL)	-0,04261	-0,01889
		-12,5	-4,6
	Taloudessa yksi auto, binäärimuuttuja (HA)	1,436	1,54
		8,7	4,2
	Taloudessa kaksi tai useampi auto, binäärimuuttuja (HA)	2,655	2,77
		14,7	7,2
	Aikuinen mies, binäärimuuttuja (HA)	0,6283	0,9506
		9,6	7,0
	Ajo- ja pysäköintikustannus (HA)	-0,6395	-0,2159
		-11,4	-2,8
	Matkakustannus (JL)	-0,6395	-0,2159
		-11,4	-2,8
	Kantakaupunki-binäärimuuttuja (JL)	0,7084	1,384
		10,5	6,0
Joustopot	HAP-binäärimuuttuja (HA)	2,351	2,01
		22,2	10,1
	Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (KL)	3,018*	3,941*
		21,2	10,3
	Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (HA)	-2,651*	-0,279*
		-22,0	-4,6
	Hintajousto (HA) (HA-kust 110%)	-0,327	-0,118
Joustopot	Hintajousto (JL) (JL-kust 90 %)	-0,179	-0,204
	Aikajousto (HA) (HA-aika 110 %)	-0,202	-0,267

* Vaihtoehtokohtaiset vakiot on korjattu vastaamaan HEHA 2007–2008 -aineistoa.

yhteiset kertoimet violetilla taustalla

²³ Helsingin seudun työssäkäyntialueen liikenne-ennustemallit 2010, HSL:n julkaisu 33/2011.

Taulukko 12. Kotiperäisten opiskelumatkojen kulkutavan valintamallit.

Kotiperäiset opiskelumatkat			
		kerroin (alla t-arvo)	
		PKS	KEHYS
Kulkutavanvalintamalli	roo2(c)	0,4019	0,3989
	Ln (etäisyys + 1) (KL)	-3,038	-1,833
		-16,4	-6,9
	Taloudessa yksi auto, binäärimuuttuja (HA)	1,454	
		4,5	
	Taloudessa kaksi tai useampi auto, binäärimuuttuja (HA)	1,766	
		5,2	
	Henkilöautojen määrä (arvo 0,1 tai 2) (HA)		0,5156
			1,6
	Matka-aika (HA,JL)	-0,02283	
		-3,0	
	Ajo- ja pysäköintikustannus (HA)	-0,6456	
		-5,3	
	Matkakustannus (JL)	-0,6456	
		-5,3	
	Yleistetty matkavastus, pysäköintikustannus mukana [€] (HA)		-0,4224
			-5,4
	Yleistetty matkavastus [€] (JL)		-0,07164
			-1,2
	Kantakaupunki-binäärimuuttuja (JL)	0,948	
		5,8	
Joustot	HAP-binäärimuuttuja (HA)	1,824	2,847
		9,4	7,2
	Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (KL)	3,077*	4,576*
		9,1	5,8
	Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (HA)	-2,125*	1,521*
		-8,0	-0,5
	Hintajousto (HA) (HA-kust 110%)	-0,456	-0,257
	Hintajousto (JL) (JL-kust 90 %)	-0,166	-0,364
	Aikajousto (HA) (HA-aika 110 %)	-0,148	-0,065

* Vaihtoehtokohtaiset vakiot on korjattu vastaamaan HEHA 2007–2008 -aineistoa.

yhteiset kertoimet violetilla taustalla

Taulukko 13. Kotiperäisten koulumatkojen kulkutavan valintamallit.

Kotiperäiset koulumatkat			
		kerroin (alla t-arvo)	
		PKS	KEHYS
Kulkutavanvalintamalli	roo2(c)	0,3862	0,2048
	Ln (etäisyys + 1) (KL)	-3,266	-1,814
		-20,6	-17,1
	Taloudessa yksi auto, binäärimuuttuja (HA)	1,202	
		2,8	
	Taloudessa kaksi tai useampi auto, binäärimuuttuja (HA)	2,267	
		5,3	
	Ajokustannus (HA)	-1,122	-0,5083
		-4,0	-4,3
	Painotettu kokonaismatka aika [min] (JL)	-0,005082	
		-0,6	
	Kantakaupunki-binäärimuuttuja (JL)	1,422	
		8,7	
	Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (KL)	4,269*	2,526*
		20,6	18,1
	Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (HA)	-0,898*	
		-4,1	
	Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (JL)		-1,546*
			-2,1
Joustot	Hintajousto (HA) (HA-kust 110%)	-0,574	-0,422
	Hintajousto (JL) (JL-kust 90 %)	-	-
	Aikajousto (HA) (HA-aika 110 %)	-	-

* Vaihtoehtokohtaiset vakiot on korjattu vastaamaan HEHA 2007–2008 -aineistoa.

Taulukko 14. Kotiperäisten ostos- ja asiointimatkojen kulkutavan valintamallit.

Kotiperäiset ostos- ja asiointimatkat			
		kerroin (alla t-arvo)	
		PKS	KEHYS
Kulkutavanvalintamalli	roo2(c)	0,4261	0,3129
	Ln (etäisyys + 1) (KL)	-3,219	-1,535
		-38,1	-22,4
	Taloudessa yksi auto, binäärimuuttuja (HA)	1,815	1,687
		15,8	9,6
	Taloudessa kaksi tai useampi auto, binäärimuuttuja (HA)	2,949	2,361
		21,8	12,5
	Aikuinen mies, binäärimuuttuja (HA)	0,2145	0,3451
		3,2	3,9
	Perheessä pieniä lapsia, binäärimuuttuja (HA)	0,3493	
		4,7	
	Ajokustannus (HA)	-0,7829	
		-2,8	
	Pysäköintikustannus (HA)	-2,707	-1,183
		-14,7	-2,2
	Yleistetty matkavastus [€] (HA)		-0,2227
			-4,1
	Matka-aika (HA)	-0,04963	
		-1,7	
	Painotettu kokonaismatka aika [min] (JL)	-0,04845	
		-8,8	
	Kantakaupunki-binäärimuuttuja (JL)	0,5003	2,978
		5,9	8,6
	Yleistetty matkavastus [€] (JL)		-0,1198
			-4,3
	Matkakustannus (JL)	-0,9688	
		-8,2	
	HAP-binäärimuuttuja (HA)	1,523	1,457
		18,5	13,8
	Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (KL)	1,725*	3,922*
		8,5	24,4
	Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (HA)	-2,895*	0,984*
		-15,1	3,0
Joustopot	Hintajousto (HA) (HA-kust 110%)	-0,172	-0,044
	Hintajousto (JL) (JL-kust 90 %)	-0,098	-0,365
	Aikajousto (HA) (HA-aika 110 %)	-0,785	-0,229

* Vaihtoehtokohtaiset vakiot on korjattu vastaamaan HEHA 2007–2008 -aineistoa.

Taulukko 15. Kotiperäisten liikunta- ja ulkoilumatkojen kulkutavan valintamallit.

Kotiperäiset liikunta- ja ulkoilumatkat			
		kerroin (alla t-arvo)	
		PKS	KEHYS
Kulkutavanvalintamalli	roo2(c)	0,5665	0,3453
	Ln (etäisyys + 1) (KL)	-4,466	-2,953
		-25,7	-13,5
	Henkilöautojen määrä (arvo 0,1 tai 2) (HA)	1,109	0,4738
		9,6	2,7
	Aikuinen mies, binäärimuuttuja (HA)	0,4221	
		3,0	
	Alle 18-vuotias, binäärimuuttuja (KL)	-1,181	-0,7274
		-5,6	-2,1
	Pysäköintikustannus (HA)	-3,685	
		-4,9	
	Kantakaupunki-binäärimuuttuja (JL)	0,8723	
		4,8	
	Yleistetty matkavastus [€] (HA)	-0,4462	-0,521
		-3,3	-4,4
Joustot	Yleistetty matkavastus [€] (JL)	-0,4294	-0,195
		-5,1	-2,3
	HAP-binäärimuuttuja (HA)	1,261	0,5112
		7,8	1,7
	Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (KL)	4,950*	6,650*
		12,9	7,1
	Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (HA)	-1,867*	3,105*
		-5,7	2,4
Joustot	Hintajousto (HA) (HA-kust 110%)	-0,140	-0,172
	Hintajousto (JL) (JL-kust 90 %)	-0,143	-0,221
	Aikajousto (HA) (HA-aika 110 %)	-0,376	-0,515

* Vaihtoehtokohtaiset vakiot on korjattu vastaamaan HEHA 2007–2008 -aineistoa.

Taulukko 16. Kotiperäisten muiden matkojen kulkutavan valintamallit.

Kotiperäiset muut matkat			
		kerroin (alla t-arvo)	
		PKS	KEHYS
Kulkutavanvalintamalli	roo2(c)	0,413	0,3463
	Ln (etäisyys + 1) (KL)	-2,994	-1,975
		-31,3	-14,2
	Henkilöautojen määrä (arvo 0,1 tai 2) (HA)	0,9395	0,7593
		14,8	6,2
	Aikuinen mies, binäärimuuttuja (HA)	0,2472	0,4979
		3,0	2,8
	Perheessä pieniä lapsia, binäärimuuttuja (HA)	0,3967	0,4537
		4,4	2,8
	Alle 18-vuotias, binäärimuuttuja (KL)	0,2457	0,6018
		2,2	2,7
	Pysäköintikustannus (HA)	-1,687	
		-10,6	
	Kantakaupunki-binäärimuuttuja (JL)	1,038	2,143
		11,5	5,7
	Yleistetty matkavastus [€] (HA)	-0,1955	
		-3,8	
	Yleistetty matkavastus, pysäköintikustannus mukana [€] (HA)		-0,2457
			-4,1
	Matkakustannus (JL)	-0,2953	
		-3,9	
Joustot	Matkakustannus ² (JL)		-0,009557
			-1,1
	Painotettu kokonaismatka-aika [min] (JL)	-0,01997	-0,00756
		-4,1	-1,5
	HAP-binäärimuuttuja (HA)	1,547	1,544
		17,6	7,4
	Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (KL)	3,357*	5,217*
		18,0	10,9
	Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (HA)	-1,298*	2,683*
		-8,1	3,1
Joustot	Hintajousto (HA) (HA-kust 110%)	-0,112	-0,075
	Hintajousto (JL) (JL-kust 90 %)	-0,08	-0,084
	Aikajousto (HA) (HA-aika 110 %)	-0,273	-0,271

* Vaihtoehtokohtaiset vakiot on korjattu vastaamaan HEHA 2007–2008 -aineistoa.

Taulukko 17. Työperäisten matkojen kulkutavan valintamallit.

Työperäiset matkat			
		kerroin (alla t-arvo)	
		PKS	KEHYS
Kulkutavanvalintamalli	roo2(c)	0,4601	0,4726
	Ln (etäisyys + 1) (KL)	-3,441	-3,649
		-22,4	-8,8
	Henkilöautojen määrä (arvo 0,1 tai 2) (HA)	1,181	1,161
		10,4	4,6
	Aikuinen mies, binäärimuuttuja (HA)	0,8545	0,5343
		7,5	2,0
	Pysäköintikustannus (HA)	-1,479	-1,262
		-7,3	-2,7
	Ajokustannus (HA)	-0,4271	
		-3,5	
	Kantakaupunki-binäärimuuttuja (JL)	1,041	1,42
		7,4	3,7
	Yleistetty matkavastus [€] (HA)		-0,4146
			-3,8
	Yleistetty matkavastus [€] (JL)		-0,236
			-3,1
	Matkakustannus (JL)	-0,4692	
		-3,2	
	Matka-aika (HA, JL)	-0,02755	
		-3,4	
Joustot	HAP-binäärimuuttuja (HA)	1,89	2,727
		11,8	5,8
	Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (KL)	3,763*	5,056*
		11,5	6,5
	Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (HA)	-2,044*	-0,499*
		-8,6	-3,0
	Hintajousto (HA) (HA-kust 110%)	-0,162	-0,128
	Hintajousto (JL) (JL-kust 90 %)	-0,078	-0,116
	Aikajousto (HA) (HA-aika 110 %)	-0,344	-0,399

* Vaihtoehtokohtaiset vakiot on korjattu vastaamaan HEHA 2007–2008 -aineistoa.

Taulukko 18. Muiden kuin työ- tai kotiperäisten matkojen kulkutavan valintamallit.

Muut kuin työ- tai kotiperäiset matkat			
		kerroin (alla t-arvo)	
		PKS	KEHYS
Kulkutavanvalintamalli	roo2(c)	0,4544	0,3799
	Ln (etäisyys + 1) (KL)	-3,474	-2,102
		-25,0	-8,6
	Henkilöautojen määrä (arvo 0,1 tai 2) (HA)	1,043	0,7357
		10,2	3,9
	Aikuinen mies, binäärimuuttuja (HA)	0,7053	0,762
		6,2	3,1
	Perheessä pieniä lapsia, binäärimuuttuja (HA)	0,6548	
		5,2	
	Alle 18-vuotias, binäärimuuttuja (HA)	-1,009	-1,453
		-5,0	-3,6
	Pysäköintikustannus (HA)	-3,105	-2,827
		-10,9	-4,0
	Kantakaupunki-binäärimuuttuja (JL)	0,9451	2,107
		7,2	3,5
	Yleistetty matkavastus [€] (HA)	-0,5868	-0,3341
		-7,3	-2,9
	Yleistetty matkavastus [€] (JL)		-0,1402
			-1,7
	Matkakustannus (JL)	-0,9407	
		-5,9	
Joustot	Painotettu kokonaismatka-aika (JL)	-0,03533	
		-4,8	
	HAP-binäärimuuttuja (HA)	1,612	1,343
		11,3	4,6
	Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (KL)	2,754*	3,985*
		8,4	6,6
	Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (HA)	-1,649*	1,566*
		-7,6	2,8
	Hintajousto (HA) (HA-kust 110%)	-0,182	-0,078
Joustot	Hintajousto (JL) (JL-kust 90 %)	-0,166	-0,076
	Aikajousto (HA) (HA-aika 110 %)	-0,697	-0,258

* Vaihtoehtokohtaiset vakiot on korjattu vastaamaan HEHA 2007–2008 -aineistoa.

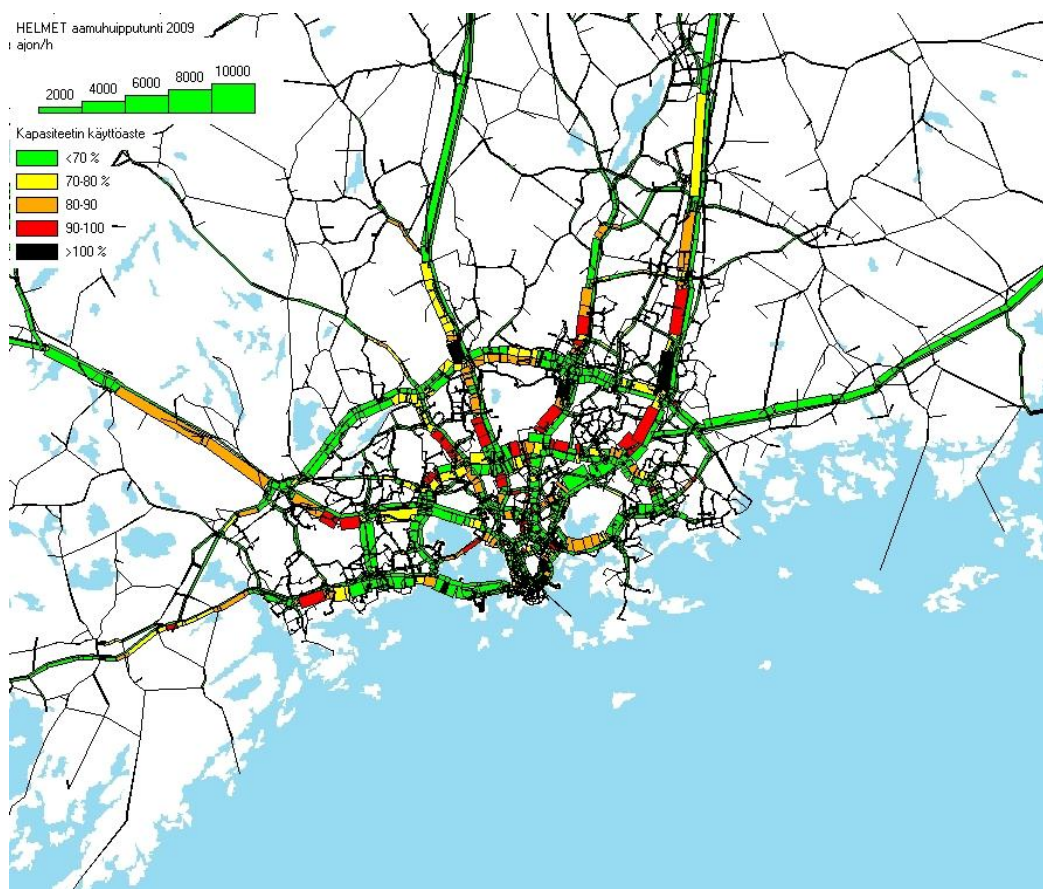
4 Ennustetestit

4.1 Tavoite

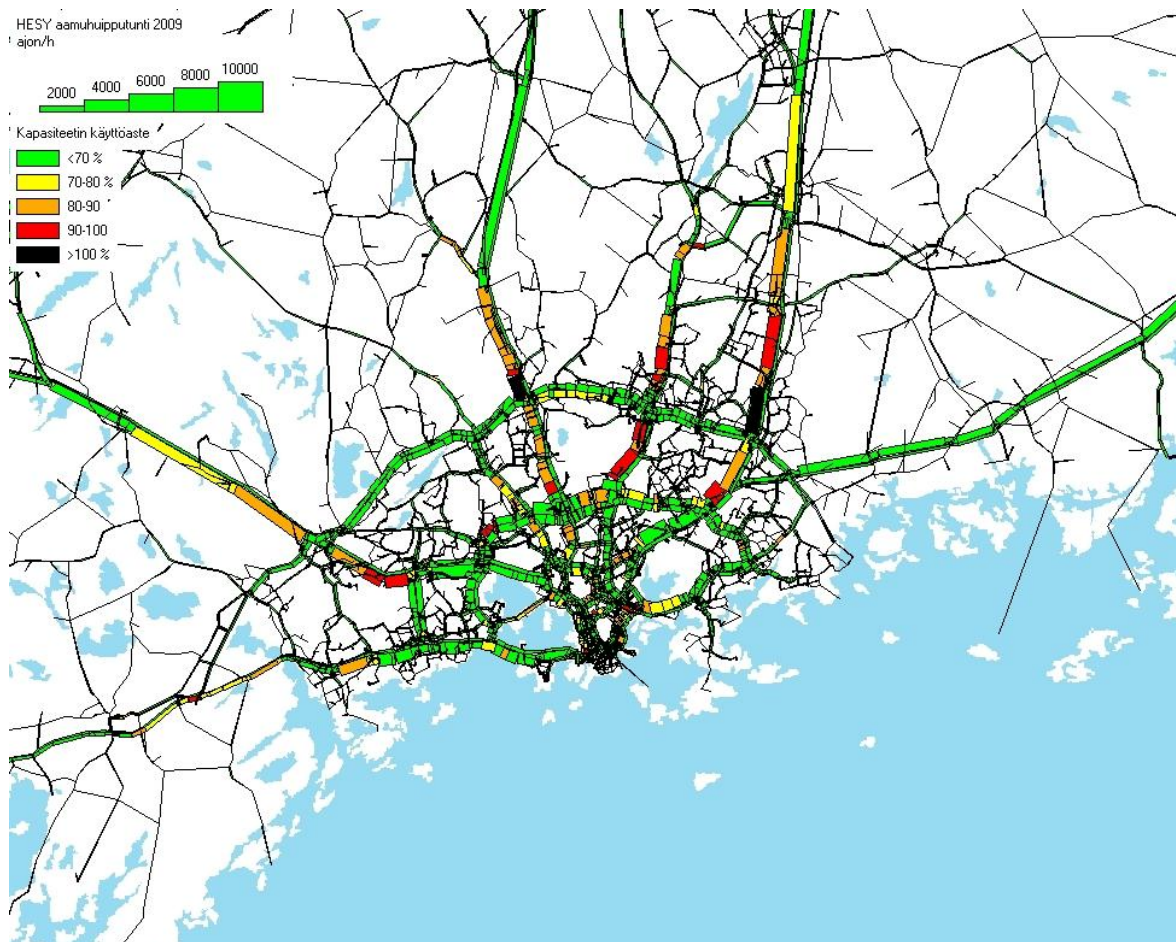
Tässä luvussa on vertailtu HESY-mallien tuloksia liikkumistutkimuksen aineistoon ja HELMET-mallien tuloksiin. Nyt on hyvä vaihe kerätä käyttökokemuksia HESY-malleista, kun samanaikaisesti ei ole käynnissä liikennejärjestelmäsunnitteluprosessin vaikutusarviointien tuomia aikataulupaineita. Tässä raportissa esitettyjen ja tulevien käyttökokemusten perusteella saadaan kuva siitä, miten HESY-mallit toimivat. HESY-malleissa on uusia piirteitä, joita ei vielä HELMET-malleissa ollut. Tilanne on hieman sama kuin, että tietokoneista, matkapuhelimista ja ohjelmistoista tulee uusia versioita. Joskus uudistukset palvelevat käyttäjää hyvin, joskus taas vanha on tuttu ja toimivampi. Näiden ensimmäisten testien valossa näyttäisi siltä, että HESY-mallien käyttöönottoon ei olisi mitään erityisiä esteitä. Lisätestit ovat kuitenkin tarpeen.

4.2 Nykytilanteen ennuste

HESY-mallien toimintaa testattiin laatimalla malleilla ennuste vuodelle 2009. Tuloksia verrattiin sekä liikkumistutkimuksen aineistoon että HELMET-mallien tuloksiin. Seuraavissa kuvissa on esitetty aamuhuipputunnin liikenne tieverkolla HESY- ja HELMET-mallien tuottaman kysynnän mukaan. Tulokset ovat pääpiirteittäin hyvin samankaltaiset tieverkkotasolla.

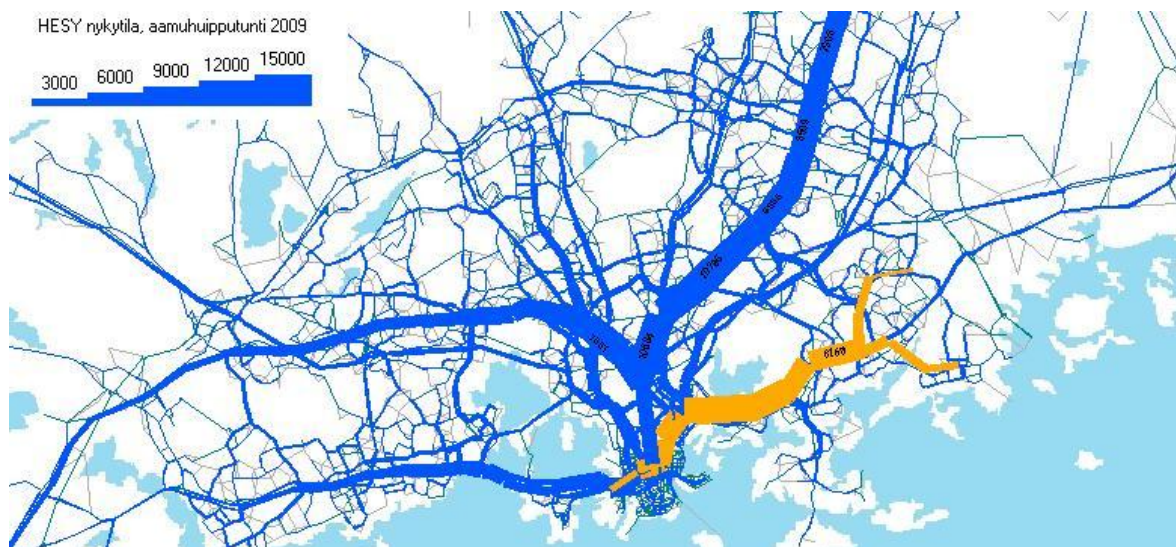


Kuva 20. Ajoneuvoliikenne, HELMET-nykytila, aamuhuipputunti.



Kuva 21. Ajoneuvoliikenne, HESY-nykytila, aamuhuipputunti.

Alla on esitetty vielä joukkoliikenteen määrä HESY-malleilla laskettuna aamuhuipputuntina.



Kuva 22. Joukkoliikenne, HESY-nykytila, aamuhuipputunti.

Päätuloksia on vertailtu myös seuraavassa taulukossa. Matkojen kokonaismäärissä vuorokausitasolla on noin 100 000 matkan ero. Kun HELMET-mallit ennustavat vuorokauden matkamääräksi 3,7 miljoonaa, tulee HESY-mallien matkamääräksi 3,6 miljoonaa. Aikoi-naan HELMET-malleja testattaessa 3,7 miljoonaa matkaa pidettiin hieman korkeana. Tuotosero HESY- ja HELMET-mallien välillä johtuu siitä, että liikkumistutkimuksen aineis-tossa on väestörakenteellista vinoumaa, joka on voitu HESY-malleissa korjata ikäryhmien, sukupuolen ja lapsiperheeseen kuulumisen osalta.

Taulukko 19. Nykytilanteen ennuste, HELMET- ja HESY-mallien vertailu.

	Ennuste 2009					
	HELMET			HESY		
	AHT	IHT	VRK	AHT	IHT	VRK
Matkamäärät, Helsingin seutu (14 kuntaa)	372 565	398 073	3 726 739	364 262	384 692	3 625 409
- kevyt liikenne	109 437	112 548	1 200 007	113 823	110 178	1 209 813
- joukkoliikenne	121 117	100 647	892 503	112 483	95 615	845 867
- henkilöautomatkat (hlö)	142 011	184 878	1 634 229	137 957	178 899	1 569 729
- henkilöautomatkat (ajon)	118 154	154 122	1 291 240	115 522	148 816	1 241 262
- joukkoliikenteen os. jl+ha-matkoista	46,0 %	35,2 %	35,3 %	44,9 %	34,8 %	35,0 %
Matkamäärät, PKS sis. (4 kunnan sis.)	281 744	306 164	2 871 967	278 232	297 569	2 792 220
- kevyt liikenne	80 867	88 119	931 859	86 928	87 127	945 116
- joukkoliikenne	106 622	91 347	809 429	97 788	86 397	760 782
- henkilöautomatkat (hlö)	94 254	126 698	1 130 679	93 516	124 045	1 086 322
- henkilöautomatkat (ajon)	78 661	105 619	893 836	78 742	103 306	861 107
- joukkoliikenteen os. jl+ha-matkoista	53,1 %	41,9 %	41,7 %	51,1 %	41,1 %	41,2 %
Matkamäärät, muut Hgin seudun matkat	90 821	91 908	854 772	86 030	87 123	833 189
- kevyt liikenne	28 570	24 429	268 148	26 894	23 052	264 697
- joukkoliikenne	14 495	9 300	83 074	14 695	9 217	85 085
- henkilöautomatkat (hlö)	47 756	58 180	503 550	44 441	54 854	483 407
- henkilöautomatkat (ajon)	39 494	48 503	397 404	36 780	45 510	380 155
- joukkoliikenteen os. jl+ha-matkoista	23,3 %	13,8 %	14,2 %	24,8 %	14,4 %	15,0 %
Huipputuntiosuudet, Helsingin seutu						
- kevyt liikenne	9,1 %	9,4 %		9,4 %	9,1 %	
- joukkoliikenne	13,6 %	11,3 %		13,3 %	11,3 %	
- henkilöautomatkat (hlö)	8,7 %	11,3 %		8,8 %	11,4 %	
- henkilöautomatkat (ajon)	9,2 %	11,9 %		9,3 %	12,0 %	

Liitteessä 6 on esitetty matkaryhmäkohtaisia vertailuja HESY-mallilla ennustetun nykyti-lanennusteen ja liikkumistutkimuksessa havaitun välillä.

4.3 HESY- ja HELMET-mallien vertailu politiikkatesteillä

HESY- ja HELMET-mallien toimintaa vertailtiin kahdella politiikkatestillä. Toisessa joukko-liikenteen lipun hintaa nostettiin koko seudulla 20 prosenttia, mutta henkilöautoilun hinta pidettiin muuttumattomana. Toisessa testissä metroa laajennettiin Helsingin liitosalueelle. Seuraavassa on esitetty testien tulokset.

4.3.1 Joukkoliikenteen lipun hintaa nostetaan 20 prosenttia

Joukkoliikenteen lipun hintaa nostettiin tasaisesti 20 prosenttia koko seudulla. Lipunhin-tamuutokset koskivat sekä kuntien sisäisiä matkoja että seutulikkennettä. Korotukset olivat siis euromääräisesti sitä suurempia mitä pidempiä joukkoliikennematkat ovat. Sekä HESY-

että HELMET-mallit arvioivat joukkoliikenteen vähenevän koko seudulla vajaat kymmenen prosenttia. Eniten hinnankorotus vaikuttaa seudun pitkiin matkoihin ja matkaryhmittäin tarkasteltuna ostos- ja asiointimatkoihin sekä muihin kuin työ- tai kotiperäisiin matkoihin. Kun tuloksia tarkastelee lähemmin, esille tulee mielenkiintoisia seikkoja. Esimerkiksi joukkoliikenteen hintaa korotettaessa HELMET-mallit siirtävät matkoja enemmän jalankulkuun ja pyöräilyyn. HELMET-mallit antavat optimistisemmän kuvan kuin HESY-mallit, sillä HESY-mallien mukaan joukkoliikenteen hinnankorotus taas johtaisi HELMET-malleja selvemmin henkilöautoilun kasvuun.

Taulukko 20. Eroja HELMET- ja HESY-malleilla tehdyissä ennusteissa.

HELMET	HESY
Merkittävä osa aiemmin joukkoliikennettä käytävistä siirtyisi kulkemaan jalan ja pyörällä hinnankorotuksen jälkeen.	Joukkoliikenteen hinnankorotus lisää enemmän henkilöautoilua kuin jalankulkua ja pyöräilyä.
Eniten joukkoliikennematkat vähenisivät kehyskuntien ja pääkaupunkiseudun välillä, koska nämä matkat ovat jo nyt kalleimpia.	Eniten joukkoliikennematkat vähenisivät kehyskuntien ja pääkaupunkiseudun välillä, koska nämä matkat ovat jo nyt kalleimpia.
Henkilöautoa pääasiallisesti käyttävien (HAP) määrä ei muutu.	Joukkoliikenteen hinnankorotus johtaa siihen, että seudulla noin 27 000 asukasta siirtyy henkilöauton pääasialliseksi käyttäjäksi.
Matkojen kokonaismäärä ei muutu.	Koska henkilöautoilijat tekevät muita enemmän matkoja, syntyy seudulle samalla yli kolme miljoonaa lisämatkaa vuodessa (12 000 matkaa päivässä)

Edellä mainitut tulokset on esitetty taulukoissa 21–24 lukuarvoina.

Taulukko 21. Joukkoliikenteen hinnankorotuksen vaikutus vuorokauden matkoihin Helsingin seudun eri alueilla.

	HELMET			HESY		
	nykytila	jkl-hinta +20%	ero %	nykytila	jkl-hinta +20%	ero %
PK-seudun sisällä tehdyt matkat	2 871 967	2 870 948	0,0 %	2 792 220	2 803 300	0,4 %
- kevyt liikenne (VRK)	931 859	972 514	4,4 %	945 116	968 252	2,4 %
- joukkoliikenne (VRK)	809 429	728 547	-10,0 %	760 782	687 068	-9,7 %
- henkilöautomatkat (hlö) (VRK)	1 130 679	1 169 887	3,5 %	1 086 322	1 147 980	5,7 %
Kehyskuntien sisällä tehdyt matkat	601 871	606 423	0,8 %	626 730	633 684	1,1 %
- kevyt liikenne (VRK)	260 966	262 868	0,7 %	257 135	254 636	-1,0 %
- joukkoliikenne (VRK)	30 631	29 633	-3,3 %	20 037	18 995	-5,2 %
- henkilöautomatkat (hlö) (VRK)	310 274	313 922	1,2 %	349 558	360 053	3,0 %
PK-seudun ja kehyskuntien väliset matkat	252 901	249 260	-1,4 %	206 459	201 110	-2,6 %
- kevyt liikenne (VRK)	7 182	7 320	1,9 %	7 562	7 544	-0,2 %
- joukkoliikenne (VRK)	52 443	45 795	-12,7 %	65 048	56 279	-13,5 %
- henkilöautomatkat (hlö) (VRK)	193 276	196 145	1,5 %	133 849	137 288	2,6 %

Taulukko 22. Joukkoliikenteen hinnankorotuksen vaikutus vuorokauden matkoihin koko Helsingin seudulla.

	HELMET				HESY			
	nykytila	jkl-hinta +20%	ero matkoina	ero %	nykytila	jkl-hinta +20%	ero matkoina	ero %
Koko Helsingin seutu (14 kuntaa)	3 726 739	3 726 630	-108	0,0 %	3 625 409	3 638 094	12 685	0,3 %
- kevyt liikenne (VRK)	1 200 007	1 242 702	42 695	3,6 %	1 209 813	1 230 432	20 619	1,7 %
- joukkoliikenne (VRK)	892 503	803 975	-88 528	-9,9 %	845 867	762 342	-83 525	-9,9 %
- henkilöautomatkat (hlö) (VRK)	1 634 229	1 679 954	45 725	2,8 %	1 569 729	1 645 321	75 591	4,8 %

Taulukko 23. Joukkoliikenteen hinnankorotuksen vaikutus vuorokauden matkoihin Helsingin seudulla, matkojen määrän muutos, moottoroidut kulkuvälineet.

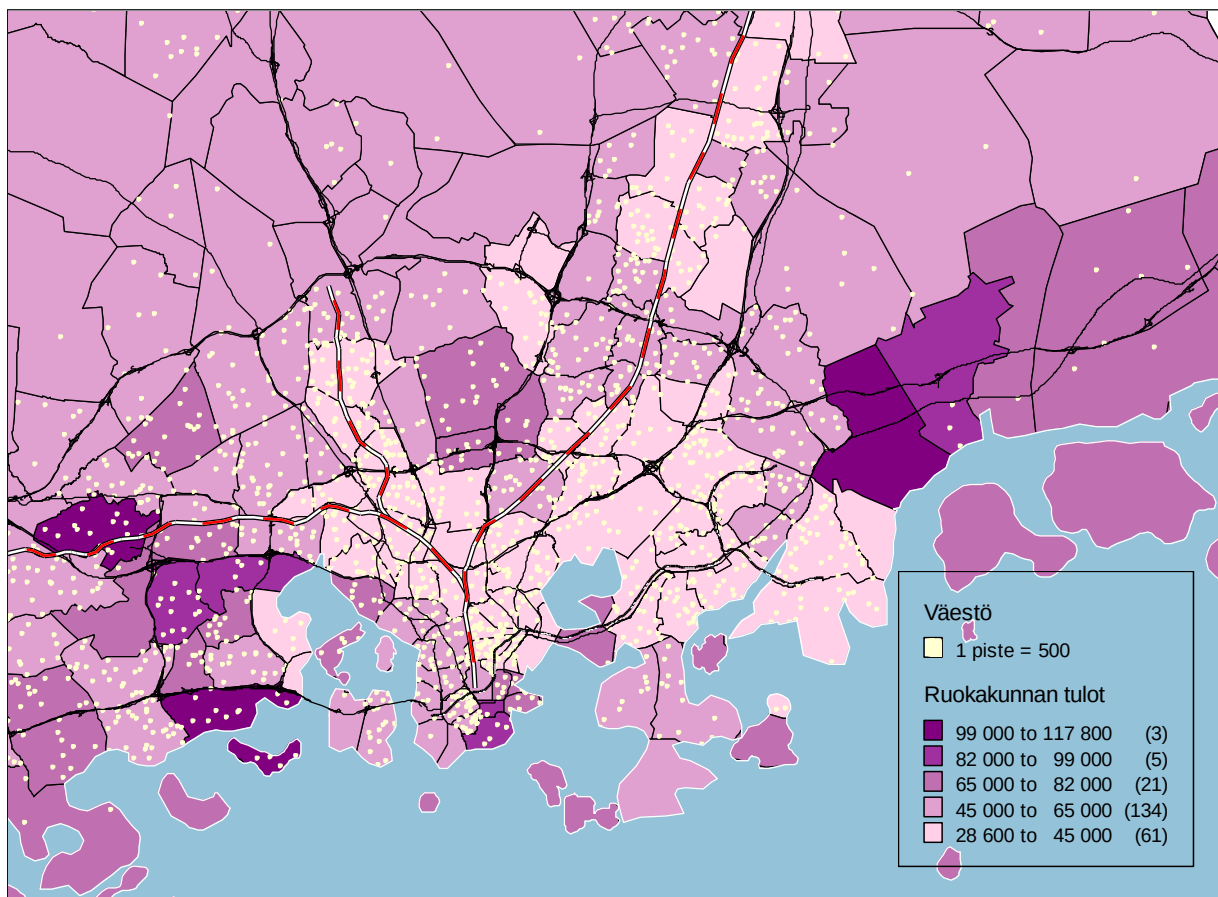
Joukkoliikenteen lipun hinta +20 % (2009)			
Matkaryhmä		HELMET	HESY
Kaikki matkaryhmät yhteensä	Henkilöautomatkat (hlö), AH	3 %	5 %
	Henkilöautomatkat (hlö), VRK	3 %	5 %
	Joukkoliikennematkot, AH	-6 %	-7 %
	Joukkoliikennematkot, VRK	-10 %	-10 %

Taulukko 24. Joukkoliikenteen hinnankorotuksen vaikutus vuorokauden matkoihin Helsingin seudulla, matkojen määrän muutos matkaryhmittäin, moottoroidut kulkuvälineet.

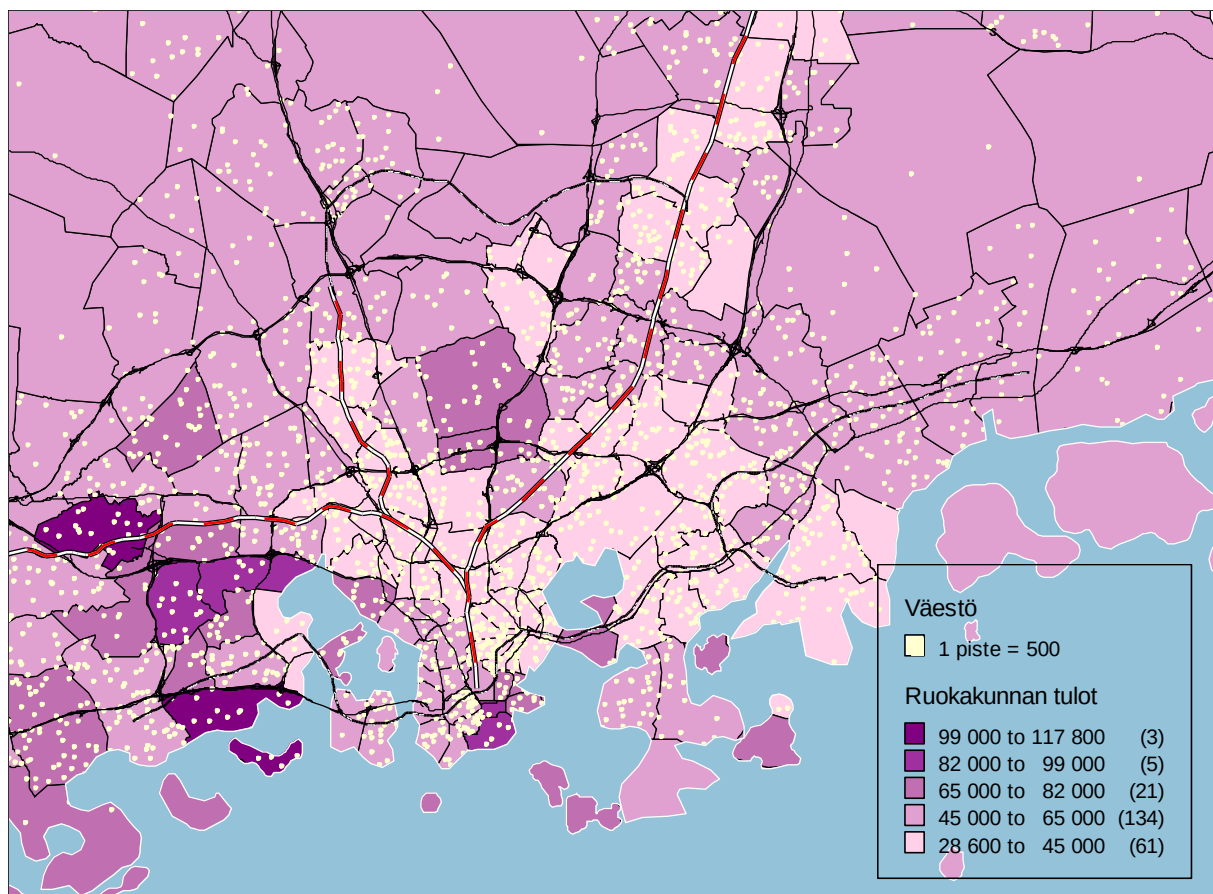
Joukkoliikenteen lipun hinta +20 % (2009)			
Matkaryhmä		HELMET	HESY
Kotiperäiset työ- ja opiskelumatkat	Henkilöautomatkat (hlö), VRK	3 %	6 %
	Joukkoliikennematkot, VRK	-5 %	-7 %
Kotiperäiset koulumatkat	Henkilöautomatkat (hlö), VRK	0 %	1 %
	Joukkoliikennematkot, VRK	0 %	-1 %
Kotiperäiset ostos- ja asiointimatkat	Henkilöautomatkat (hlö), VRK	2 %	5 %
	Joukkoliikennematkot, VRK	-16 %	-18 %
Kotiperäiset muut matkat	Henkilöautomatkat (hlö), VRK	2 %	3 %
	Joukkoliikennematkot, VRK	-16 %	-9 %
Työperäiset matkat	Henkilöautomatkat (hlö), VRK	5 %	5 %
	Joukkoliikennematkot, VRK	-15 %	-10 %
Muut kuin työ- tai kotiperäiset matkat	Henkilöautomatkat (hlö), VRK	5 %	5 %
	Joukkoliikennematkot, VRK	-20 %	-19 %

4.3.2 Itämetro 2050

HESY- ja HELMET-mallien toimintaa testattiin myös Itämetrohankkeella. Lähtötiedot saatiin Helsingin kaupunkisuunnitteluvirastolta ja ne olivat samat kummallekin mallille. HESY-mallit tarvitsevat kuitenkin lisätietona ruokakuntien keskitulot alueittain. Tätä tietoa tarvitaan autonomistuksen arvioimiseen. Muuttujassa kyse ei ole todellisesta ruokakuntien tulokehityksestä, vaan tarvittava muuttuja peilaa ruokakuntien tuloja siitä näkökulmasta, kuinka paljon tuloja on käytettävissä liikennevälineiden hankintaan. Koska kyse oli vain mallin testaamisesta, oletettiin, että tulotaso ei tässä suhteessa erityisesti muutu. Helsingin liitosalueilla ja Sipoossa tulevan väestökasvun oletetaan olevan merkittävää. Nykyään tällä alueella asuu keskimäärin huomattavan varakasta väkeä ja väkimäärä on pienenkö. Kun väestö kasvaa merkittävästi, on epätodennäköistä, että keskimääräinen tulotaso säilyisi edelleen yhtä korkealla. Testiennusteessa oletettiin, että Helsingin liitosalueelle ja Sipooseen muuttava väestö olisi tuloiltaan Helsingin seudun keskiarvoa vastaavaa. Näin keskituloiksi oletettiin nykyväestön ja uuden väestön painotettu keskiarvo. Kuvissa 23–24 on esitetty ruokakuntien keskimääräinen tulotaso ja väestömäärät (pistetiheytenä) ennustealueittain nykytilanteessa ja vuonna 2050.

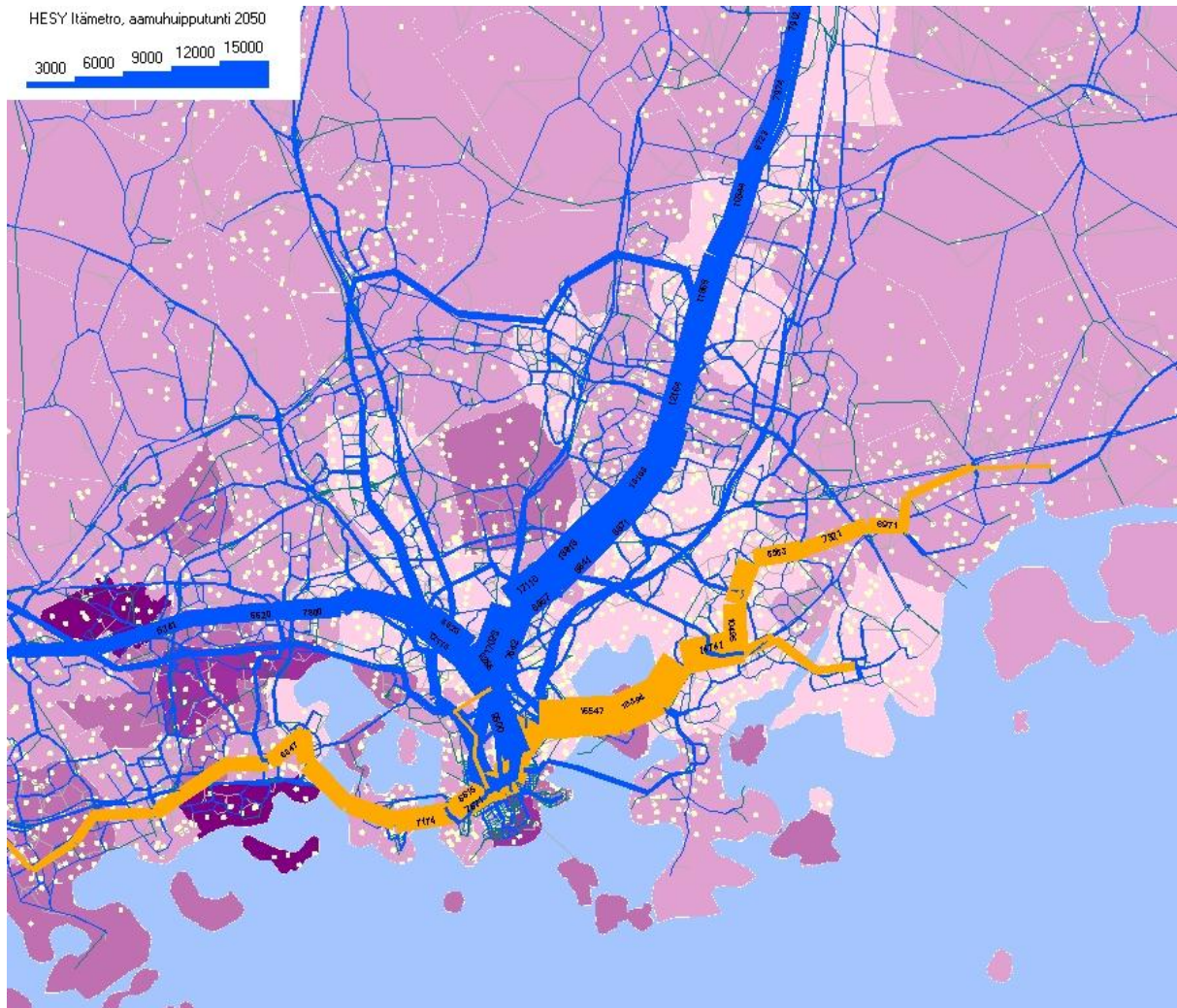


Kuva 23. Väestö 2009 (pisteet) ja ruokakuntien keskitulot 2007 lopussa.



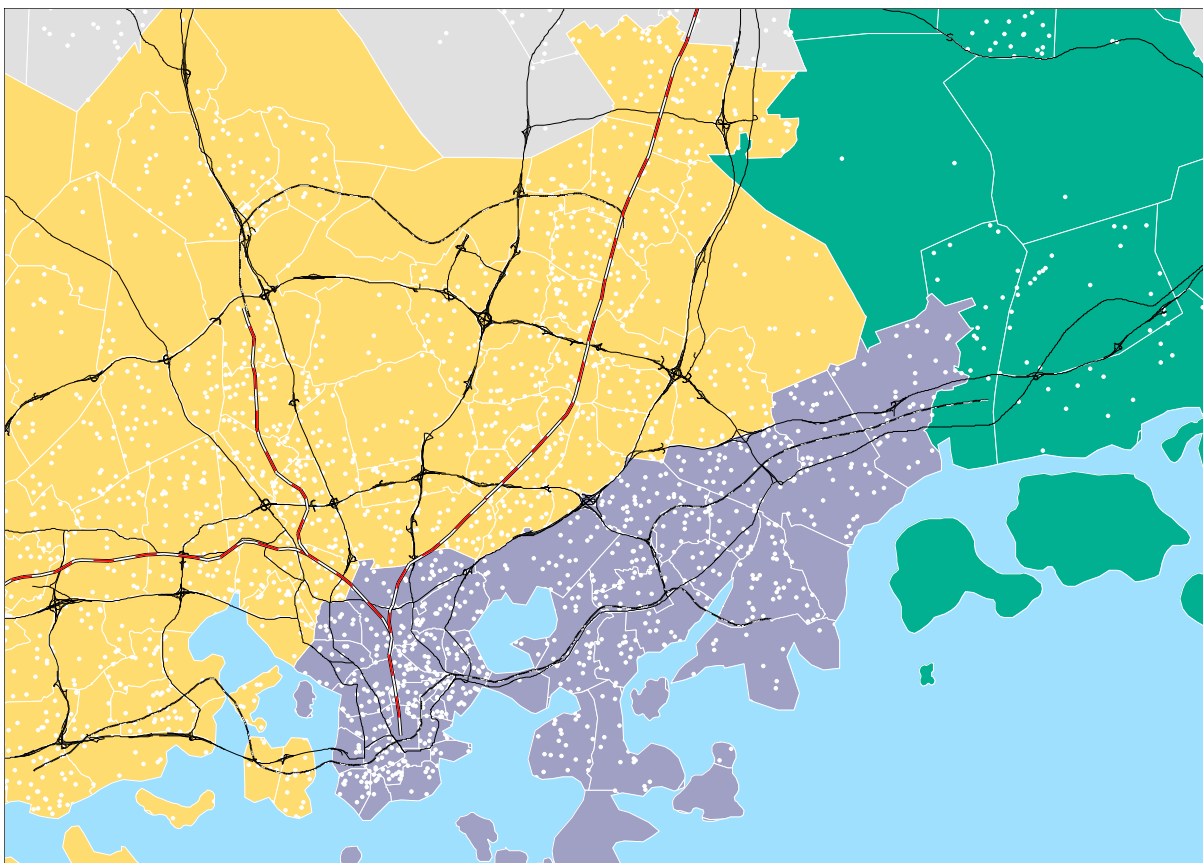
Kuva 24. Väestö 2050 ja ruokakunnan keskitulot vuoden 2007 lopun tasossa (kaikki vuonna 2050 toteutetuiksi oletetut joukkoliikennehankkeet eivät näy kuvassa).

Joukkoliikenteen matkustajamäärät on esitetty kuvassa 25 aamuhuipputunnin aikana.



Kuva 25. Joukkoliikenne, HESY-2050, aamuhuipputunti. Taustalla ruokakuntien keskitulokartta ja asukastiheys (pisteinä).

Liikennemääriä on tarkasteltu vielä Itämetrokäytävällä, Sipoossa ja muualla pääkaupunki-seudulla. Itämetron käytävä on rajattu kuvan 26 osoittamalla tavalla.



Kuva 26. Itämetrokäytävä, muu Helsinki ja Sipoo.

Taulukko 25. Liikenne vuonna 2050, kun Itämetro on rakennettu. HELMET- ja HESY-mallien tulosten vertailu.

	HELMET				HESY			
	nykytila 2009	Itämetro 2050	kasvu abs.	kulku- tapa- osuudet 2050	nykytila 2009	Itämetro 2050	kasvu abs.	kulku- tapa- osuudet 2050
Itämetron käytävällä tehdyt matkat	841 684	1 059 605	217 921		842 941	1 038 823	195 882	
- kevyt liikenne (VRK)	390 007	439 524	49 517	41 %	365 795	424 342	58 547	41 %
- joukkoliikenne (VRK)	247 444	295 836	48 392	28 %	243 050	307 660	64 610	30 %
- henkilöautomatkat (hlö) (VRK)	204 233	324 245	120 012	31 %	234 096	306 821	72 725	30 %
Itämetron käytävän ja Sipoon väliset matkat	9 705	38 964	29 259		8 342	27 475	19 133	
- kevyt liikenne (VRK)	303	1 861	1 558	5 %	371	1 692	1 321	6 %
- joukkoliikenne (VRK)	1 460	5 274	3 814	14 %	2 406	6 101	3 695	22 %
- henkilöautomatkat (hlö) (VRK)	7 943	31 829	23 886	82 %	5 565	19 682	14 117	72 %
Itämetron käytävän ja muun PK-seudun väliset matkat	614 497	808 232	193 735		575 405	716 591	141 186	
- kevyt liikenne (VRK)	37 125	41 201	4 076	5 %	34 909	40 897	5 988	6 %
- joukkoliikenne (VRK)	278 584	323 277	44 693	40 %	314 276	380 073	65 797	53 %
- henkilöautomatkat (hlö) (VRK)	298 788	443 754	144 966	55 %	226 220	295 621	69 401	41 %

5 Ennusteiden laadinta ja ajoaikatestit

5.1 Ennusteprosessi

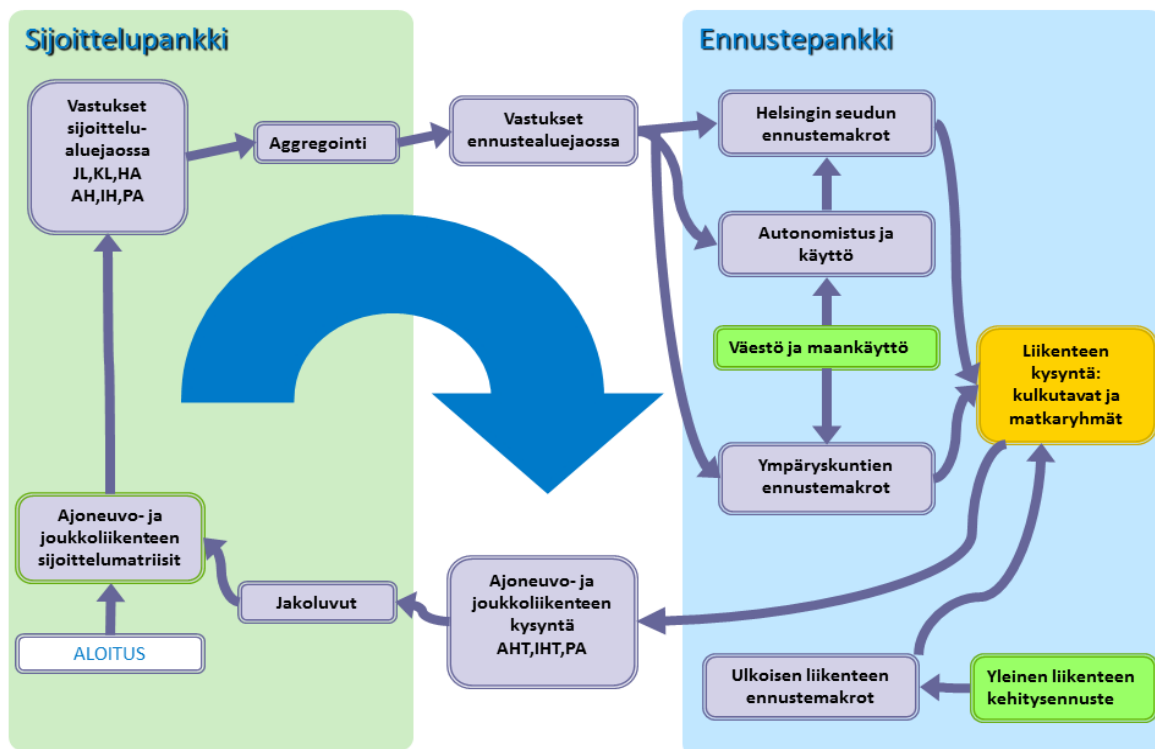
5.1.1 Yleistä

Helsingin seudun työssäkäyntialueen ennusteiden laadinta on prosessina hyvin HELMET-mallien kaltainen. Kysyntäennuste muodostuu vähitellen, kun liikenteen kysynnän ja liikennejärjestelmän tarjonnan välille haetaan tasapainoa. Liikennejärjestelmän tarjonta on kuvattu niin kutsutussa sijoittelupankissa. Kysynnän ennustaminen tapahtuu taas ennustepankissa.

Yhden iteraatiokierroksen tapahtumat ovat pääpiirteittäin seuraavat:

1. Lasketaan liikennejärjestelmää kuvaavat matka-ajat ja etäisyydet sijoittelupankissa ja siirretään tiedot ennustepankkiin.
2. Lasketaan keskimääräinen autonomistus (autoa/ruokakunta) ennustealueittain.
3. Lasketaan autonomistus (todennäköisyys, jolla määrätty henkilö kuuluu 0, 1, 2+ auton talouteen) ja henkilöauton käyttömahdollisuus (todennäköisyys, jolla määrätty henkilö kuuluu HAP/EHAP-ryhmään).
4. Lasketaan kysyntäennusteet Helsingin seudun asukkaille.
5. Lasketaan kysyntäennusteen ympäryskunnille (HELMET-malleilla).
6. Lasketaan ulkoisen liikenteen ennusteet (HELMET-malleilla).
7. Siirretään eri ajankohtien (aamuhuipputunnin, päiväliikenteen ja iltahuipputunnin) kysyntäennusteet sijoittelupankkiin seuraavaa iteraatiokierrosta varten.

Iteraatiokierroksia toistetaan niin monta kertaa, että kysyntäennuste voidaan todeta riittävän stabiiliksi tarkasteltavaan ilmiöön nähden.



Kuva 27. Ennusteprosessin pääkohdat.

Sijoittelupankin ja ennustepankin sisältöä on kuvattu pääpiirteittäin seuraavassa taulukossa.

Taulukko 26. Sijoittelu- ja ennustepankin sisältö pääpiirteittäin.

Sijoittelupankki	Ennustepankki
1. liikennejärjestelmäkuvaus - joukkoliikenneverkko ja linjastot - henkilöautoverkko - karkeahko kevytliikenneverkon kuvaus	1. väestömäärät segmenteittain
2. sijoittelumakrot	2. työpaikkamäärät toimialoittain ja kaupan kerrosalat, ruokakuntien keskitulo
3. sijoittelufunktiot	3. Helsingin seudun ennustemakrot
4. jakoluvut ja vastusten painokertoimet	4. ympäryskuntien ennustemakrot
5. aluevastaavuudet ja aggregaatiot	5. ulkoisen liikenteen ennustemenettelyn makrot
	6. autonomistuksen ja auton käyttömahdollisuuden makrot

5.1.2 Ennusteen iterointitarve

Iterointikierrosten määrä sijoittelu- ja ennustepankin välillä riippuu tarkasteltavasta ilmiöstä. Tarkkaa ennustekierrosten määrää ei voida antaa, vaan kierroksia tehdään niin monta kertaa, että ennuste on konvergoitunut. Konvergoitumisen tarkkuusvaatimukset riippuvat tarkasteltavasta ilmiöstä. Jos tarkasteltavana on jokin yhteysväli, tulee ennusteita laadittaessa varmistaa, että matka-ajat tarkasteltavalla yhteysvälillä ovat tasaantuneet peräkkäisten kierrosten välillä riittävästi.

Konvergoitumisen ehtoja voivat olla esimerkiksi:

- kulikutapakohtaiset matriisien nurkkasummat eri ajankohtina ovat tasaantuneet (ero kierrosten välillä alle puoli prosenttia) ja
- yksittäisten alueparien väliset matka-ajat henkilöautolla ja joukkoliikenteellä ovat tasaantuneet (ero kierrosten välillä alle yksi prosenttia).

Ennustemakrot laskevat muutamien etukäteen valittujen alueparien välille matka-aikoja. Samoin nurkkasummatiedot tulostuvat valmiiksi. Näiden perusteella voidaan arvioida ennusteen tasaantumista. Lisäksi kannattaa tarkastella itse valitsemiaan yhteysvälejä tai osamatriiseja sen mukaan, millaista ennustetta on laatimassa.

On myös mahdollista, että ennuste ei lainkaan tasaannu, vaan alkaa heittelehtiä. Todennäköisin syy lienee tällöin virhe lähtötiedoissa tai muu inhimillinen virhe. Jos mitään virhetä ei löydy, on mahdollista, että annettu liikenne- ja maankäyttöjärjestelmä ei ole sisäisesti yhteensopiva, vaan liikennejärjestelmä ylikuormittuu. Tällöin järjestelmä on palautettava suunnittelupöydälle.

5.1.3 Helsingin seudun mallien ennusteprosessi

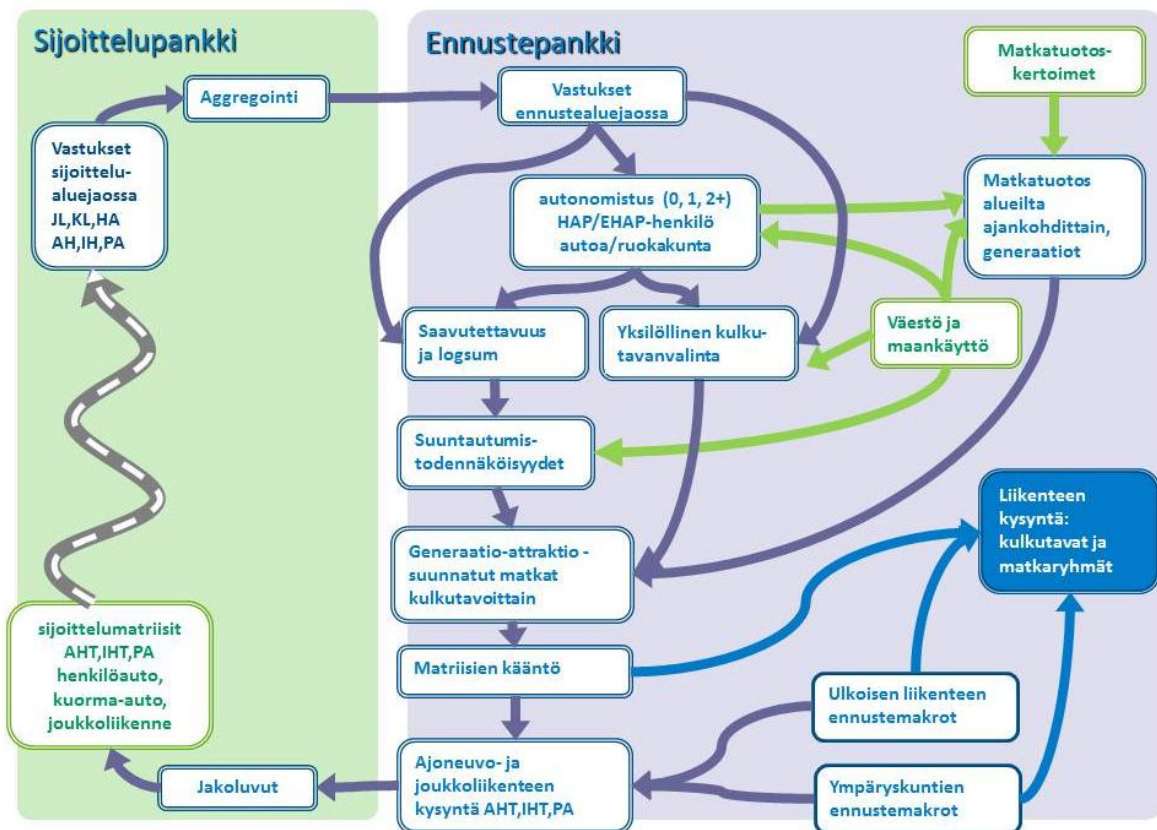
Helsingin seudun, ympäryskuntien ja ulkoisen liikenteen ennusteiden laadinta muodostaa koko prosessissa kukin oman kokonaisuutensa.

Helsingin seudun ennusteiden laadinta etenee pääpiirteittäin seuraavasti ennustepankissa:

- Kun väestö-, maankäyttö- ja kustannustiedot on annettu ja vastukset (eli matka-ajat ja etäisyydet) laskettu sijoittelupankissa, lasketaan henkilöauton omistus ja väestö jaetaan henkilöauton pääasiallisiin käyttäjiin ja muihin henkilöihin.

2. Väestötietojen, henkilöauton käyttömahdollisuuden ja matkatuotuskertoimien avulla lasketaan matkatuotokset ennustealueilla matkaryhmittäin ja eri ajankohtille: aamuruuhka, iltaruuhka sekä päivä-, iltä- ja yöliikenne.
3. Liikennejärjestelmää kuvaavien vastusten avulla lasketaan matkaryhmittäin suuntautumismalleissa tarvittava saavutettavuus erikseen HAP- ja EHAP-henkilöille ja erikseen pääkaupunkiseudun ja kehyskuntien asukkaille. Saavutettavuus on tässä käsitteenä suunnilleen sama kuin kulkutavanvalinnan logsum, mutta ilman yksilömuuttujia.
4. Liikennejärjestelmän saavutettavuuden ja väestö- ja maankäyttötietojen perusteella lasketaan todennäköisyys, jolla kukin määräpaikka valitaan Helsingin seudulla. Todennäköisyydet vaihtelevat lähtöpaikan mukaan eri vuorokaudenaikoina, matkaryhmittäin ja sen mukaan, onko kyseessä pääkaupunkiseudun vai kehyskuntien asukas. Suuntautumistodennäköisyydet lasketaan aina kotiperäisillä matkoilla kotoa muualle ja työperäisillä matkoilla töistä muualle.
5. Lasketaan yksilökulutusmalleilla kulkutavan valintatodennäköisyys kullekin yksittäiselle väestöryhmälle ja matkaryhmälle.
6. Suuntautumistodennäköisyydet kerrotaan kulkutavan valintatodennäköisyyksillä ja matkatuotoksilla, jolloin saadaan generaatio-atraktio-suunnatut matkat kulkutavoittain.
7. Kotiperäiset ja työperäiset matkat käännetään eri ajankohtina oikeisiin suuntiin eli paluumatkat käännetään määräpaikasta kotiin tai työpaikalle. Tuloksena saadaan lähtöpaikka-määräpaikka-suunnatut matkat kulkutavoittain eri ajankohtina.
8. Eri ajankohtien matkoista lasketaan aamuhuipputunnin, iltahuipputunnin ja päivätunnin liikennemäärät.

Prosessia on havainnollistettu seuraavassa kaaviossa.



Kuva 28. Helsingin seudun ennusteiden laadinnan pääkohdat.

5.1.4 Muun liikenteen ennustaminen

Ympäryskuntien ja ulkoisen liikenteen ennusteiden laadinta etenee samoin kuin HELMET-malleissa, joten sitä ei tässä kuvata. Tarkempi kuvaus löytyy malliraportista²⁴.

5.2 Eräiden lähtötietojen muodostamisesta

5.2.1 Uudet muuttajat

HESY-malleissa käytettävät lähtötiedot ovat pitkälti samoja kuin HELMET-malleissa. Uusia tarvittavia muuttujia on vain yksittäisiä. Näitä uusia muuttujia ovat:

- sukupuoli, lapsiperheisiin kuuluvat
- oppilaspaikat (koulut, opiskelupaikat)
- ennustealueiden keskitulot.

Ennustetilanteessa nämä muuttujat kannattaa muodostaa lähtien liikkeelle nykytilanteesta ja arvioida niiden tulevia muutoksia suhteessa nykytilanteeseen. Esimerkiksi Itämetro-testissä oletettiin, että liitosalueilla väestö keskiarvoistuisi. Nykyään alueella asuu poikkeuksellisen suuria ja varakkaita perheitä. Kun väkimäärä moninkertaistuu, arvioitiin, että myös väestörakenne keskiarvoistuisi ja tuloerot tasoittuisivat.

Koulujen oppilaspaikkojen määrät seurannevat väestörakenteellisia muutoksia ja palvelurakennemuutosten suuntaviivoja. Opiskelupaikkojen määrissä taas kannattaa ottaa huomioon ainakin tiedossa olevat uudistukset.

5.2.2 Joukkoliikennelipun tai autoilun hintamuutokset

Joukkoliikenteen lipun ja autoilun hintamuutostarkasteluissa kannattaa ottaa huomioon, että malleissa käytettävä hinta on suhteutettava aina vuoden 2007/2008 hintatasoon, jolloin liikkumistutkimus tehtiin. Siten esimerkiksi inflaatiota ei oteta huomioon hintamuutoksissa. Ratkaisevaa on, mikä hintataso on kulloinkin suhteessa käytettävissä oleviin tuloihin nähden.

5.2.3 Joukkoliikenteen nopeuttaminen

Joukkoliikenteen nopeutuksen yhteydessä kannattaa ottaa huomioon, että malleissa käytetty matka-aika on painotettu kokonaismatka-aika ennustealueelta ennustealueelle, siis odotus ja kävely mukaan lukien. Siten esimerkiksi 10 prosentin nopeutus joukkoliikenteen ajoajoissa tarkoittaa tätä selvästi pienempää prosenttiosuutta painotetussa kokonaismatka-ajassa, elleivät odotus- ja kävelymatkat samalla muutu.

5.2.4 Ruuhkamaksu

Ruuhkamaksu näkyy liikennemalleissa kulkutavan valinnassa, matkojen suuntautumisessa (logsumin kautta), autonomistuksessa ja tätä kautta edelleen matkatuotoksissa.

Kulikutapamallissa ruuhkamaksu voidaan sijoittaa joko matkakustannukseen tai pysäköintikustannukseen. Periaatteessa valintaan vaikuttaa ruuhkamaksun toteutustapa. Kilometripohjainen maksu kuuluu luontevasti osaksi matkakustannuksia. Jos se taas on tyypiltään jokaisella tulliportilla erikseen maksettava, voisi pysäköintikustannus olla luonteva paikka. Turvallisempaa on kuitenkin liittää ruuhkamaksu silloinkin linkin matkakustannukseen, koska pysäköintimuuttuja ei ole yhtä luotettavasti estimoitu (sillä pysäköintimaksu on määri-

²⁴ Helsingin seudun työssäkäyntialueen liikenne-ennustemallit 2010, HSL:n julkaisu 33/2011.

tetty vain alle 30 ennustealueelle). Mikäli tästä menettelystä perustellusti poiketaan, kannattaa asia mainita ennusteiden tulosten kuvauksen yhteydessä.

Koska ruuhkamaksu vaikuttaa myös reitinvalintaan, on tärkeää, että myös sijoitteluissa otetaan huomioon ruuhkamaksun vaikutus.

5.2.5 Väestö- ja maankäyttötiedot

Matkojen suuntautumismalleissa käytetyt väestö- ja työpaikkatiedot perustuvat vuoden 2005 YKR-aineistoon. Tästä aineistosta puuttuu joitakin aluekohtaisia tietoja ja taso on muutenkin alempi kuin vuoden 2008 tilanteessa. Ero on Helsingin seudulla muutaman prosenttiyksikön luokkaa lähtötiedosta riippuen.

Ennusteita laadittaessa on suositeltavaa käyttää malleja siten, että ennustetilanteen luvut skaalataan seuraavasti suuntautumismalleja käytettäessä:

Malliin vietävä ennustejankohdan maankäyttötieto

*= ennustejankohdan maankäyttötieto * YKR-tieto 2005/ maankäyttötieto 2008.*

Palvelutyöpaikoilla tarkoitetaan seuraavia TOL-luokituksen mukaisia luokkia (TOL 2002):

- majoitus- ja ravitsemistoiminta (TOL H)
- kuljetus, varastointi ja tietoliikenne (TOL I)
- rahoitustoiminta (TOL J)
- kiinteistö-, vuokraus- ja tutkimuspalvelut; liike-elämän palvelut (TOL K)
- julkinen hallinto ja maanpuolustus; pakollinen sosiaalivakuutus (TOL L)
- koulutus (TOL M)
- terveydenhuolto- ja sosiaalipalvelut (TOL N)
- muut yhteiskunnalliset ja henkilökohtaiset palvelut (TOL O).

5.3 Väestön kokonaismäärä ja väestörakenne

Väestöennusteiden laadinta on HESY-malleissa jossain määrin tavanomaista vaativampi tehtävä. Väestörakenteen arviointi on kuitenkin oleellista, jotta liikennejärjestelmään kohdistuvia kehittämistarpeita voidaan luotettavasti arvioida. Käyttäjiä varten on laadittu erilliset Excel-tiedostot, joita hän voi hyödyntää arvioidessaan väestömääriä väestöryhmittäin ennustetilanteessa. Excel-makrot tulostavat väestötiedot suoraan Emme-formaatissa. Käyttäjä voi päättää, haluaako hän antaa lähtötietoina vain väestön kokonaismäärän vai täydentäviä tietoja kuten ikäryhmän, sukupuolijaon ja lapsiperheiden määrän. Mikäli käyttäjä ei pysty antamaan jotain tarvittavista tiedoista, lasketaan puuttuvat tiedot noudattaen vuoden 2009 väestörakenneoletuksia ennustealueittain.

5.4 Ajoaikatestit

HESY-mallien ajoajat ovat mallien monimutkaisuuden takia pidempiä kuin HELMET-mallien, mutta kuitenkin kohtuullisia. Ennustetestien yhteydessä on samalla testattu, miten mallien ajoajat poikkeavat toisistaan, kun niitä käytetään samalla laitteistolla. Tässä kohdassa on syytä muistaa, että kokonaisuudessaan ennustejärjestelmä sisältää ennustevaiheen ja sijoitteluvaiheen. Sijoitteluvaihe on samanlainen molemmissa malleissa, minkä takia ennusteen monimutkaistuminen kasvattaa kokonaisajoaikaa melko vähän.

Testien perusteella HESY-mallien ennustevaiheen ajoaika on noin viisin–kuusinkertainen HELMET-mallien ennustevaiheeseen verrattuna. Koska sijoittelut vievät suuren osan kokonaisajoajasta, on HESY-mallien kokonaisajoaika kuitenkin vain noin puolitoistakaksinkertainen HELMET-mallien verrattuna. Ajoajat vaihtelevat samallakin laitteistolla muun muassa sen mukaan, miten nopeasti malli stabiloituu ja kuinka monta iterointikierrosta kussakin sijoitteluvaiheessa tarvitaan.

HESY-malleja on suositeltavaa käyttää riittävän tehokkaalla laitteistolla. Erilaiset laitteistot, verkkolevyllä sijaitsevat tiedostot ja muut olosuhteet vaikuttavat ajoaikoihin. Ennustetestit on tehty niin, että tiedostot ovat olleet sen tietokoneen levyllä, jolla Emmeä on käytetty. HELMET-mallien ajaminen verkkolevyllä sijaitsevilta tiedostoilta kaksinkertaisti ajoajan, ja jos verkossa on paljon liikennettä, voivat ajoajat pidentyä vieläkin enemmän.

5.5 Käyttöliittymä

HESY-mallien Emme-käyttöliittymästä ja -matriiseista on laadittu erillinen julkaisematon tekninen muistio.

Lähdeluettelo

- Ben-Akiva, Moshe & Lerman Steven R.(1991), *Discrete Choice Analysis*, The MIT Press.
- HSL (2010). *Liikkumistottumukset Helsingin seudun työssäkäyntialueella 2008*, HSL:n julkaisu 32/2010.
- HSL (2011). *Helsingin seudun työssäkäyntialueen liikenne-ennustemallit 2010*, HSL:n julkaisu 33/2011.
- Kurri, Jari (2004), *Pääkaupunkiseudun liikennejärjestelmän kehittäminen: keskiarvomuuttujista aitoihin yksilömalleihin*, Pääkaupunkiseudun julkaisusarja C 2004:1.
- Pastinen, Virpi (1996), *Valtakunnalliset liikennevirtamallit: HELVI-mallit*, Liikenneministeriön julkaisu L 19/96.
- Rahiala Antti (2009), *Pääkaupunkiseudun työssäkäyntialueen liityntäpysäköinnin mallintaminen*, Diplomityö, Teknillinen korkeakoulu.

Liite 1. Käsitteet

Aamuhuipputunti (AHT)

Aamuhuipputunnilla tarkoitetaan tässä klo 7:15–8:14 (minuutin tarkkuudella) alkavia matkoja. Tänä ajankohtana liikennemäärien on perinteisesti ajateltu olevan korkeimmillaan arki-aamuina. Käytännössä liikenteen huipun ajankohdat vaihtelevat kuitenkin kulkutavoittain ja liittymä- tai asemaväleittäin.

Aamuruuhka

Aamuruuhkalla tarkoitetaan tässä kolmen tunnin ajanjaksolla klo 6:00–8:59 (minuutin tarkkuudella) alkavia matkoja.

Aggregoida

Sana aggregoida on synonyymi sanalle yhdistää. Ennustejärjestelmässä tätä tarvitaan muutettaessa tiheässä sijoittelualuejaossa olevia matriiseja karkeampaan ennustealuejakoon. Matkamäärät aggregoidaan summaamalla, vastukset laskemalla niistä painotettu keskiarvo.

Ajankohdan liikenne

Määrätyn ajankohdan liikenteellä tarkoitetaan tänä ajankohtana alkavien matkojen määrää.

Arkivuorokausiliikenne

Helsingin seudun yksilömallit on laadittu keskimääräiselle maanantain ja torstain väliselle arkivuorokausiliikenteelle. Täsmällisesti arkivuorokaudella tarkoitetaan keskimääräistä klo 04.00 – klo 03.59 välistä 24 tunnin jakson liikennettä maanantai aamuyön ja perjantai aamuyön välillä syys–marraskuussa. Kellonajat ovat matkan alkamisaikoja minuutin tarkkuudella.

Seuraavassa taulukossa on esitetty, miten syksyn arkivuorokausiliikenne poikkeaa koko vuoden keskimääräisestä liikenteestä Valtakunnallisen henkilöliikennetutkimuksen (HLT) 2004–2005 mukaan Helsingin seudun työssäkäyntialueella.

Taulukko 27. Arkivuorokausiliikenteen ja koko vuoden keskimääräisen vuorokausiliikenteen suhteet.

	kevyt- liikenne	joukko- liikenne	henkilö- auto	muut
kerroin syksyn keskivuorokausiliikenteelle (KVL)	0,98	0,80	0,93	0,89
kerroin koko vuoden keskivuorokausiliikenteelle (KVL)	0,90	0,72	0,83	1,11

Aseman vaikutusalue

Aseman vaikutusalueella tarkoitetaan ennustealuetta, jolla asema sijaitsee. Tietoa on käytetty kehyskunnissa HSL:n alueen ulkopuolella joukkoliikennekustannusten arviointiin. Mikäli lähtö- tai määräpaikka on sijainnut samalla ennustealueella kuin juna-asema, on oletettu, että liittymämatkaan liittyviä kustannuksia ei matkan kyseiseltä osalta tule.

Attraktio

Attraktiolla tarkoitetaan matkojen suuntautumismallien yhteydessä määrätyn alueen houkuttelevuutta määräpaikkana.

Autoistumisaste

Autoistumisasteella tarkoitetaan tässä autojen määrää tuhatta asukasta kohti. Käytetään myös termiä autotiheys.

Autonomistus

Autonomistuksella tarkoitetaan henkilöiden jakautumista autottomiin, yhden auton ja useamman auton talouksiin.

Auton käyttömahdollisuus

Henkilö luetaan henkilöauton pääasiallinen käyttäjäksi (HAP), jos kotitaloudella on oma tai työsuhdeauto, henkilöllä on ajokortti, hän on täysi-ikäinen ja hän on ilmoittanut liikkumistutkimuksessa, että hänellä on henkilöauto käytössään aina tai lähes aina. Muista henkilöistä käytetään lyhennettä EHAP eli Ei-HenkilöAuton-Pääasiallinen käyttäjä. Pakettiautoja ei ole sisällytetty tähän määritelmään.

Binäärimuuttuja

Binäärimuuttujalla tarkoitetaan muuttujaa, joka voi saada arvon nolla tai yksi. Binäärimuuttujista käytetään usein muissa yhteyksissä myös nimitystä 0/1-muuttuja tai dummy-muuttuja. Binäärimuuttujat ovat luonteeltaan luokittelumuuttujia, joilla halutaan testata jonkin ilmiön olemassaoloa. Tässä työssä binäärimuuttujia käytetään ilmaisemaan esimerkiksi, onko henkilö aikuinen mies (arvo yksi) vai ei (arvo nolla).

Ei-kotiperäinen matka

Matka, jonka kumpikaan pää ei ole oma koti. Tässä työssä on nämä matkat jaettu kahdeksi matkaryhmäksi: työperäiset matkat sekä muut kuin työ- tai kotiperäiset matkat.

Ennustealue

Ennustealueilla tarkoitetaan maantieteellisesti rajattuja alueita, joiden välille Helsingin seudun työssäkäyntialueen liikennemalleilla lasketaan liikennevirrat. Ennustealueet on numeroitu Helsingin seudulla seuraavasti:

- 100–499: pääkaupunkiseutu
- 500–1499: kehyskunnat.

Kaikki numerot eivät ole käytössä.

Ennustejärjestelmä

Liikenne-ennustejärjestelmään (tai lyhyemmin ennustejärjestelmään) kuuluvat mallijärjestelmän lisäksi tarvittavat lähtötiedot, joita ovat mm. liikenneverkot, joukkoliikennejärjestelmän kuvaus sekä maankäyttötiedot. Tässä ennustejärjestelmä on toteutettu Emme-liikennesuunnitteluohjelmiston koodikielellä (makroilla).

Ennustemakro

Ennustemakro on makro, jota käytetään ennusteen teossa (ks. makro).

Epälineaarinen

Epälineaarinen tarkoittaa matematiikassa systeemiä, jonka käyttäytyminen ei ole ilmaistavissa kuvailijoidensa summana.

Alla on esimerkki muuttujan x suhteen lineaarisesta mallista, jossa y on selitettävä ilmiö, x on selittävä muuttuja sekä b ja c mallin kertoimia:

$$y = bx + c.$$

Alla on esimerkki muuttujan x suhteen epälineaarisesta mallista, jossa y on selitettävä ilmiö, x on selittävä muuttuja sekä a , b ja c mallin kertoimia:

$$y = ax^2 + bx + c.$$

Esikaupunki

Aluetta, joka on liitetty Helsinkiin vuoden 1.1.1946 jälkeen, kutsutaan esikaupungiksi (vertaa kantakaupunki). Esikaupunki koostuu ennustealueista 127–171 ja 173–174.

Estimoida

Estimoida on matemaattisessa mielessä synonyymi käsitteelle arvioida. Termiä käytetään usein merkityksessä määrittää mallikaavan parametrit.

Muodostetut mallit ovat tyypiltään pääosin logittimalleja. Logittimallien²⁵ estimoinnin lähtökohdana on niin kutsuttu suurimman uskottavuuden menetelmä²⁶ (maximum likelihood).

Generaatio-atraktio-suunnattu matka

Matka generaatioalueelta attraktioalueelle. Jos esimerkiksi asuinalue generoi keskimäärin 0,4 kotiperäistä työmatkaa yhtä työikäistä kohden vuorokaudessa ja asuinalueella on sata työikäistä asukasta, matkamatriisiin muodostuu 40 matkaa kyseiseltä asuinalueelta eri työpaikka-alueille mutta ei yhtään vastakkaiseen suuntaan, vaikka osa matkoista todellisuudessa tehdäänkin työpaikalta kotiin. Vertaa lähtöpaikka-määräpaikka-suunnattu matka.

Generoida

Generoida on synonyymi sanalle tuottaa. Käsitettä käytetään usein matkatuotosten yhteydessä, kun puhutaan alueen (yleensä asuinalueen) generoimista eli tuottamista matkoista.

Helsingin seudun työssäkäyntialue

Helsingin seudun työssäkäyntialueella tarkoitetaan tässä raportissa laajaa aluetta, johon kuuluvat pääkaupunkiseudun lisäksi koko muu Uusimaa (ml. entinen Itä-Uusimaa) ja Riihimäen seutukunta. Työssäkäyntialueella ei viitata tässä Tilastokeskuksen käyttämään työssäkäyntialueen määritelmään.

Helsingin seutu

Helsingin seudulla tarkoitetaan tässä raportissa pääkaupunkiseutua ja kehyskuntia. Helsingin seutu kattaa kaikkiaan 14 kuntaa, jotka ovat Helsinki, Vantaa, Espoo, Kauniainen, Kirkkonummi, Vihti, Nurmijärvi, Hyvinkää, Tuusula, Kerava, Järvenpää, Mäntsälä, Pornainen ja Sipoo.

Henkilöauton pääasiallinen käyttäjä (HAP)

Ks. auton käyttömahdollisuus

Hyötyfunktio

Hyödyllä tarkoitetaan tässä yhteydessä kulkutavan tai matkakohteen valinnalla saavutettavaa hyötyä tai haittaa. Hyötyfunktio ilmaisee hyödyn matemaattisesti. Hyötyfunktio on yksikötön ilmaisu hyödyille. Hyötyteoriassa hyötyfunktion arvo yksi ilmaisee suurinta mahdollista saavutettavaa hyötyä ja arvo nolla huonointa mahdollista arvoa.

Logittimallien yhteydessä normeerausta ei kuitenkaan tehdä edellä kuvatulla tavalla välille 0–1, vaan hyötyfunktio voi periaatteessa saada minkä tahansa positiivisen tai negatiivisen reaali-lukuarvon. Normeeraavana tekijänä on oletus, että vaihtoehtojen valinnan kokonaistodennäköisyys on yksi, eli jokin valinta tehdään varmasti ja että muita vaihtoehtoja tarkastelun ulkopuolella ei ole. Logittimalleissa hyötyfunktiot oletetaan myös lineaarisiksi kertoimien suhteen, jolloin tyypillinen hyötyfunktio näyttää seuraavalta (esimerkkinä henkilöauton hyötyfunktio):

$$U_{HA,i} = \beta_1 * \text{matka} - \text{aika} + \beta_2 * \log(\text{ajokustannus}) + \beta_3 * \text{pysäköintikustannus} + \beta_{HA} + \varepsilon_i$$

Esimerkissä $\beta_1 \dots \beta_3$ ovat muuttujien kertoimia, jotka suhteuttavat matka-ajan ja kustannukset hyötyarvoltaan samanarvoisiksi, ja kerroin β_{HA} on vaihtoehtokohtainen vakio (joka tässä tapa-

²⁵ Ben-Akiva M., Lerman S.R. 1991, Discrete Choice Analysis, The MIT Press.

²⁶ Suurimman uskottavuuden menetelmästä lisätietoja saa optimointiopin teorioista.

uksessa on myös kulkutapakohtainen vakio), joka kuvaa henkilöauton käytön mukavuutta tai epämukavuutta suhteessa muihin vaihtoehtoihin kulkutapoihin. Sitä voidaan pitää myös binaärimuuttujan kertoimena. Virhetermi ε_i kuvaa yksilöllisiä tunnistamattomia eroja kulkutavan valinnassa. Huomaa, että vaikka hyötyfunktio onkin lineaarinen kertoimien suhteen, se ei välttämättä ole lineaarinen muuttujien suhteen (esimerkiksi muuttuja $\ln(\text{ajokustannus})$ on epälineaarinen).

Iltahuipputunti

Iltahuipputunnilla tarkoitetaan tässä klo 16:00–16:59 (minuutin tarkkuudella) alkavia matkoja. Tänä ajankohtana liikennemäärien on perinteisesti ajateltu olevan korkeimmillaan arki-iltoina. Käytännössä liikenteen huipun ajankohdat vaihtelevat kuitenkin kulkutavoittain ja liittymä- tai asemaväleittäin.

Iltaruuhka

Iltaruuhkalla tarkoitetaan tässä kolmen tunnin ajanjaksolla klo 15:00–17:59 (minuutin tarkkuudella) alkavia matkoja.

Iterointi

Ks. konvergoida.

Jakoluku

Suhdeluku, jolla suuren alueen tieto (esimerkiksi asukasmäärä) voidaan jakaa sen pienemmillä osa-alueilla. Jakolukuja tarvitaan myös, kun kahden suuren alueen välinen matkamäärä pitää jakaa niiden osa-alueiden välisiksi matkoiksi (ns. matriisin hajotus). Jakoluvut perustuvat yleensä asukas- ja työpaikkamääristä laskettuihin suhteisiin, mutta tilanteen mukaan jakopuusteina voidaan käyttää myös muita muuttujia.

Jousto

Jousto²⁷ tai elastisuus tarkoittaa taloustieteissä hieman asiaa yksinkertaistaen yhden muuttujan prosenttimuutosta toisen muuttujan prosenttimuutokseen nähden. Yleisemmin tarkasteltu jousto on hyödykkeen kysynnän hintajousto, mutta tarkasteltavana muuttujana voi olla vastaa-vasti myös esimerkiksi aika. Kysynnän hintajousto tarkoittaa prosentuaalista muutosta kulutuksen määrässä, kun hinta muuttuu yhden prosentin. Kulkutapamalleissa kulutuksella tarkoitetaan eri kulkutapojen käytön osuutta.

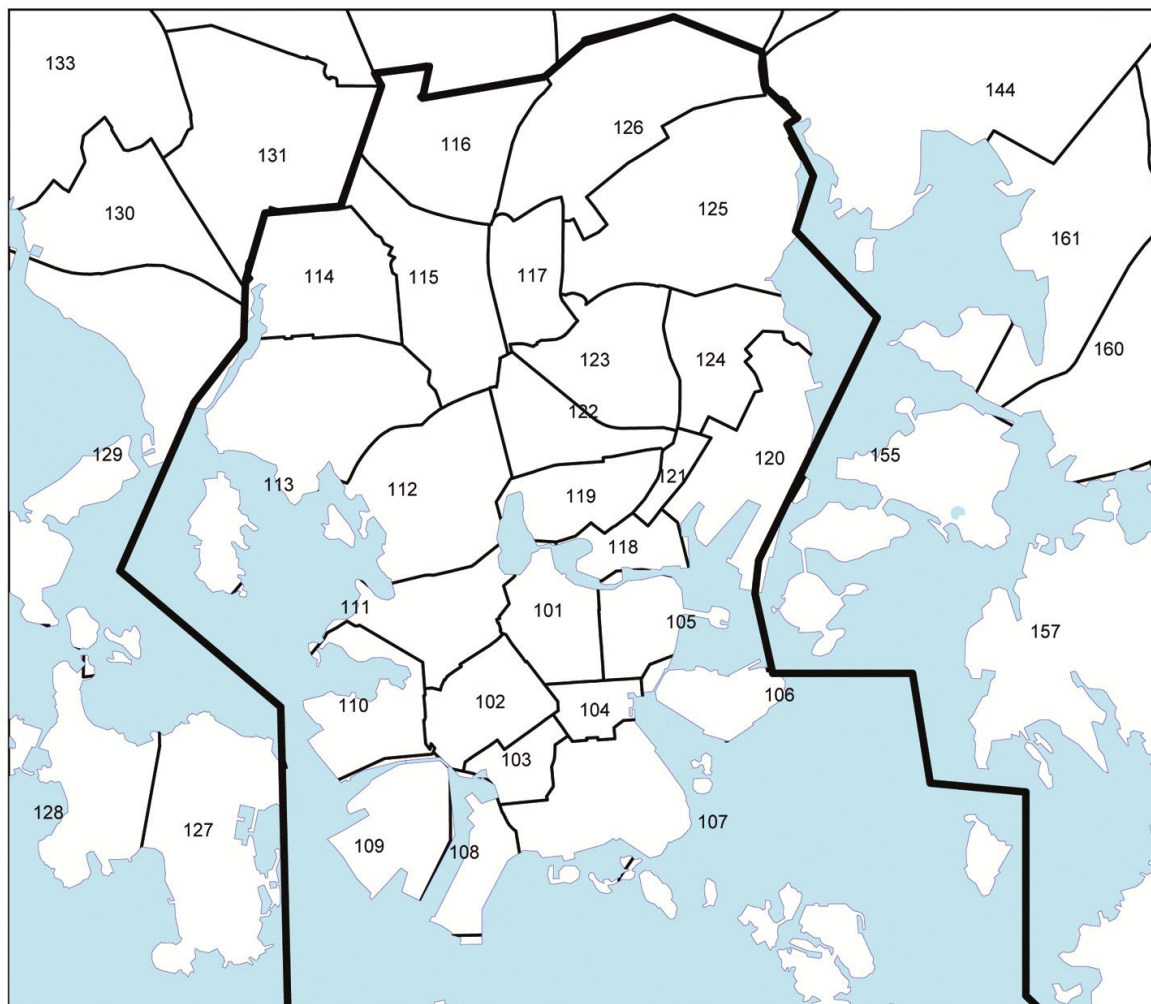
Suora hintajousto tarkoittaa prosentuaalista muutosta hyödykkeen kulutuksen määrässä, kun hyödykkeen hinta muuttuu yhden prosentin. Siten esimerkiksi joukkoliikenteen suora hintajousto tarkoittaa joukkoliikenteen kysynnän prosenttimuutosta, kun joukkoliikenteen hinta muuttuu yhden prosentin verran. Riippumatta muutoksen suunnasta suoran jouston etumerkki on sama kuin tarkasteltavan muuttujan eli mm. ajalle ja kustannuksille negatiivinen.

Hinnan ristijousto tarkoittaa prosentuaalista muutosta vaihtoehtoisen hyödykkeen kulutuksen määrässä, kun jonkin muun hyödykkeen hinta muuttuu yhden prosentin. Siten esimerkiksi joukkoliikenteen hinnan ristijousto henkilöautoiluun nähden tarkoittaa henkilöautoilun kysynnän prosenttimuutosta, kun joukkoliikenteen hinta muuttuu yhden prosentin verran. Riippumatta muutoksen suunnasta ristijouston etumerkki on vastakkainen kuin tarkasteltavan muuttujan eli mm. ajalle ja kustannuksille positiivinen.

²⁷ Joustokäsitteen matemaattista taustaa on kuvattu tarkemmin differentiaalilaskentaa ja differentiaaliyhtälöitä koskevissa teorioissa.

Kantakaupunki

Kantakaupungilla tarkoitetaan aluetta, joka kuului Helsinkiin jo ennen 1.1.1946 tehtyä suurta alueliitosta (vertaa esikaupunki). Kantakaupunki koostuu ennustealueista 101–126 ja 172



Kuva 29. Kantakaupunki ja siihen kuuluvat ennustealueet (© Kaupunkimittausosasto, Helsinki 131/2010).

Kehyskunnat

Kehyskuntia ovat Kirkkonummi, Vihti, Nurmijärvi, Hyvinkää, Tuusula, Kerava, Järvenpää, Mäntsälä, Pornainen ja Sipoo. Ennustealueet on numeroitu kunnittain kehyskuntien alueella seuraavasti:

- 500-alkuiset: Kirkkonummi
- 600-alkuiset: Vihti
- 700-alkuiset: Nurmijärvi
- 800-alkuiset: Tuusula
- 900-alkuiset: Kerava
- 1000-alkuiset: Järvenpää
- 1100-alkuiset: Sipoo
- 1200-alkuiset: Mäntsälä
- 1300-alkuiset: Hyvinkää
- 1400-alkuiset: Pornainen.

Kokotekijä

Kokotekijää²⁸ käytetään matkojen suuntautumisen mallissa kuvaamaan alueen houkuttelevuutta. Maankäytön kokotekijä on eri maankäyttötyyppien houkuttelevuutta kuvaavien muuttujien painotettu summa. Muuttujia voivat olla esimerkiksi väestömäärä, työpaikkamäärät toimitusaloittain eri painoarvoilla ja vaikkapa kaupan ja palveluiden kerrospinta-alat.

Konvergoida

Kun mallia iteroidaan eli sovelletaan peräkkäin siten, että uuden sovelluskierroksen lähtökohdaksi otetaan aina edellisen kierroksen tulos, malli suppenee eli konvergoi, jos lopputulos alkaa vakiintua kohti jotakin raja-arvoa. Muussa tapauksessa puhutaan mallin hajaantumisesta eli divergoinnista.

Kotiperäinen matka

Kotiperäisellä matkalla tarkoitetaan kotoa alkavaa tai sinne päättyvää matkaa.

Kulikutapa

Kulikutavalla tarkoitetaan tässä jotakin seuraavista vaihtoehtoista: Kevytliikenne, joukkoliikenne, henkilöauto tai muu kulikutapa. Luokittelu perustuu tietoon, jonka liikkumistutkimuksen vastaajat ovat itse ilmoittaneet.

Yhdellä matkalla voidaan käyttää useita kulikutapoja, joista yksi on valittu pääasialliseksi kulikutavaksi.

Kevytliikenteeseen kuuluvat jalankulku (kävely, juoksu, potkukelkka, pyörätuoli, rollaattori, rullaluistimet, rullasukset ym.) ja pyöräily.

Joukkoliikenteen kulikutavat ovat linja-auto, raitiovaunu, juna, metro ja pikaraitiotie. Myös kaukoliikenteen linja-autot ja junat on otettu mukaan, samoin koulukuljetus, palvelulinjat ja kutsubussi, esimerkiksi Sampo-kuljetus.

Henkilöautoon kuuluvat sekä kuljettajana että matkustajana tehdyt matkat henkilöautolla (mukaan lukien taksi tai invataksi).

Muu kulikutapa sisältää paketti- tai kuorma-auton kuljettajana tai matkustajana tehdyt matkat sekä lentokoneella, helikopterilla, moottoripyörällä, mopedilla, mopoputolla, moottorikelkalla, mönkijällä, traktorilla tai työkonella ja vesiliikenteessä tai muulla tarkemmin määrittämättömällä kulikutavalla tehdyt matkat. Tätä ryhmää ei kuitenkaan ole tarkemmin käsitelty tässä työssä.

Kysyntämallit

Mallit, joilla tuotetaan kysyntämatriisit. Niihin kuuluvat mm. matkatuotosta, suuntautumista ja kulikutavanvalintaa kuvaavat mallit. Työn tuloksena syntyneet kysyntämatriisit sijoitellaan verkolle reitinvalintamalleja käyttäen.

Liikenne-ennuste

Yleisesti ennusteella tarkoitetaan johonkin määrättyyn ajankohtaan, esimerkiksi vuoteen 2020, sijoittuvaa arviota sen hetkisistä matkamääristä. Tässä raportissa liikenne-ennusteella tarkoitetaan Helsingin seudun yksilömalleilla (HESY) laadittuja ennusteita. Ennusteella viitataan keskimääräiseen maanantain ja torstain väliseen arvioon matkamääristä joko koko vuorokauden aikana tai jonakin määrättyinä vuorokaudenaikana.

Liikennevirta

Liikennevirralla tarkoitetaan tässä raportissa kahden ennustealueen välistä matkamäärää määrättyä ajankohtana. Kyseinen virta voi käyttää eri reittejä ja kulikutapoja.

²⁸ Matemaattista taustaa on tarkemmin kuvattu logittimalleista kertovassa kirjallisuudessa.

Liityntämatka

Jos matkan pääasiallisena kulkutapana on joukkoliikenne, liityntämatkalla tarkoitetaan sitä matkan osaa, jolla saavutaan asemalle tai pysäkille tai vastaavasti poistutaan asemalta tai pysäkiltä.

Liityntäkulkutapa

Liityntäkulkutavalla tarkoitetaan liityntämatkalla käytettyä kulkutapaa.

LITU 2008

Helsingin seudun työssäkäyntialueen laaja liikennetutkimus, joka tehtiin vuosina 2007–2008. Sen tärkeimmät osat olivat liikkumistutkimus (käytetään myös nimiä liikkumistottumustutkimus ja henkilöhaastattelututkimus sekä lyhennettä HEHA), sitä täydentävä joukkoliikenteen valintaperusteinen otos (choice based) sekä ajoneuvoliikenteen määräpaikkatutkimus (AMP), joukkoliikenteen määräpaikkatutkimus (JMP) ja liityntäpysäköintitutkimus. Tässä raportissa kuvattu liikennemallien estimointi perustui pääasiallisesti kahteen ensin mainittuun aineistoon, jotka kumpikin toteutettiin matkapäiväkirjakselyinä.

Logittimalli

Logittimallilla²⁹ tarkoitetaan tässä raportissa henkilöiden tekemiä valintoja kuvaavaa matemaattista mallia. Logittimallin mukainen vaihtoehdon i valintatodennäköisyys saadaan lausekkeesta

$$P_i = \frac{e^{U_i}}{\sum_{j=1}^J e^{U_j}}.$$

missä U_j on vaihtoehdon j hyötyfunktio.

Kulkutavan logittimalli laskee todennäköisyyden, jolla matkustaja valitsee käytettävän kulkutavan (esimerkiksi Helsingin seudun sisäisillä matkoilla kevytliikenteen, joukkoliikenteen tai henkilöauton) sen hetkisissä liikenneoloissa ja matkan tarkoituksesta riippuen. Kunkin vaihtoehdon valintatodennäköisyyteen vaikuttaa matkustajan kokema hyöty tai haitta. Kulkutapakohtaisia häirtatekijöitä ovat esimerkiksi matkan hinta ja matkaan kuluva aika. Valintaan vaikuttavat myös kunkin väestöryhmän preferenssit.

Matkojen suuntautumisen malli laskee todennäköisyyden, jolla matkustaja valitsee kunkin ennustealueen määräpaikakseen sen hetkisissä liikenneoloissa ja matkan tarkoituksesta ja henkilöauton käyttömahdollisuudesta riippuen. Määrätyn ennustealueen valintatodennäköisyyteen vaikuttaa, kuinka helppoa tai vaikeaa paikka on saavuttaa eri liikennevälineillä tai jalan. Lisäksi valintatodennäköisyys riippuu siitä, kuinka paljon alueella on kiinnostavia matkakohteita. Alueen matkakohteiden määrää kuvataan yleensä sen väestömäärällä ja työpaikkamäärällä.

Logsum

Logsumilla tarkoitetaan tässä raportissa liikennejärjestelmän saavutettavuuden matemaattista ilmaisua. Matkojen suuntautumismallissa sen avulla kuvataan, miten hyvin eri määräpaikka-vaihtoehdot ovat saavutettavissa eri kulkutavoilla.

Logsum on matemaattisesti ilmaistuna kulkutavan valintamallin (tässä tapauksessa kuitenkin saavutettavuusmallin) nimittäjän logaritmi. Mainittu nimittäjä on puolestaan summa eksponenttifunktioista, joiden argumentteina on kunkin kulkutavan hyötyfunktio³⁰.

²⁹ Logittimallin matemaattinen tausta johtaa juurensa peliteoriaan, hyötyteoriaan ja optimointioppiin. Logittimalleista enemmän kiinnostuneille suositellaan kyseisiin aihealueisiin tutustumista. Mainitut aihealueet ovat hyödyllisiä myös yhteiskuntataloudellisten laskelmien perusteiden ymmärtämisessä.

³⁰ Ben-Akiva M., Lerman S.R., 1991, Discrete Choice Analysis, The MIT Press.

Logsum lasketaan siis kaavalla $\ln \left(\sum_{j=1}^J e^{U_j} \right)$, missä U_j on vaihtoehdon j hyötyfunktio.

Lähtöpaikka–määräpaikka-suunnattu matka

Matka lähtöpaikasta määräpaikkaan. Generaatio–attraktio-suunnatut matkat käännetään tarvittaessa oikean suuntaisiksi virroiksi. Esimerkiksi jonkin asuinalueen generoimista matkoista osa suuntautuu asuinalueelta työpaikka-alueille ja osa vastakkaiseen suuntaan.

Läpikulkuliikenne

Koko mallialueen läpi ulkosityöstä toiseen ulkosityöttöön kulkeva liikenne.

Makro

Makrolla tarkoitetaan tässä raportissa Emme-liikennesuunnitteluohjelmiston koodikieltä, jolla voidaan laskea jokin liikenne-ennusteen laadintaan liittyvä kokonaisuus, esimerkiksi matkatuotos, tai vaikkapa tulostaa yhteenvetoja.

Makromalli

Makromalli on malli, jossa ilmiötä tarkastellaan kokonaistaloudellisten muuttujien tasolla, kuten bruttokansantuotteeseen nähden.

Malli

Mallilla tarkoitetaan tässä yksittäistä matkaryhmää koskevaa matemaattista kaavaa, jolla lasketaan esimerkiksi matkatuotos, kulkutavan valintatodennäköisyys tai suuntautumistodennäköisyys. Muita malleja ovat esimerkiksi autonomistusta tai henkilöauton pääasiallisten käyttäjien osuutta kuvaavat mallit.

Mallialue

Mallialue on tässä synonyymi käsitteelle Helsingin seudun työssäkäyntialue.

Mallijärjestelmä

Mallijärjestelmällä tarkoitetaan kaikkien matemaattisten mallien (kaavat ja muuttujat) kokonaisuutta. Mallijärjestelmään eivät sisälly makrot eivätkä selittävien muuttujien arvot.

Matka

Matka on siirtymistä kävellen tai jollakin kulkuneuvolla paikasta toiseen. Matkoja ovat siten esimerkiksi meno kotoa töihin, paluumatka töistä kotiin, kauppaan meno, paluumatka kaupasta kotiin, työpaikalta kokoukseen meno. Pienet poikkeamiset esimerkiksi kioskille eivät katkaise matkaa. Ammattimaisesti liikkuvien työssään työajalla tekemiä matkoja ei tässä lueta matkoiksi.

Matkaryhmät

Matkaryhmät erottelevat eri syystä tehdyt matkat toisistaan.

HESY-malleissa matkaryhmiä ovat

- kotiperäiset työmatkat
- kotiperäiset opiskelumatkat
- kotiperäiset koulumatkat, jotka ovat 7–17-vuotiaiden tekemiä
- kotiperäiset ostos- ja asiointimatkat
- kotiperäiset liikunta- ja ulkoilumatkat
- kotiperäiset muut matkat
- työperäiset matkat (matkan toinen pää työpaikka, mutta toinen ei ole koti)
- muut kuin työ- tai kotiperäiset matkat.

Matkatuotos

Matkatuotoksella tarkoitetaan tässä määrättyä ennustealueelta lähtevien matkojen määrää määrättyä ajankohtana, kuten koko vuorokautena tai aamuruuhkan aikaan. Matkatuotos on yleensä tuotosluvun (eli tuotoskertoinen matkaa/asukas) ja jonkin alueen (tässä ennustealueen) väestömäärän tulo.

Matkavastus

Ks. vastus

Matriisi

Matriisit ovat ennustejärjestelmässä käytettäviä taulukkomuotoisia esityksiä ennuste- tai sijoittelualueiden välisistä matkavastuksista tai matkojen määristä. Neliömatriisissa vaakarivejä on yhtä monta kuin pystyrivejäkin. Matriisien erikoistapauksia ovat vektorit (yksi vaakarivi ja monta pystyriviä tai päinvastoin), joilla voidaan kuvata esimerkiksi alueiden ominaisuuksia, ja skalaarit (vain yksi luku), joita käytetään mm. mallikertoimien ja matkamatriisien nurkkasummien (matriisin kaikki matkat yhteensä) tallettamiseen.

Matriisin hajotus

Ennustejärjestelmässä tätä tarvitaan muutettaessa karkeammassa ennustealuejaossa olevia matriiseja tiheämpään sijoittelualuejakoon. Matkamatriisit hajotetaan jakoluvuilla, vastusmatriisit kopioimalla ennustealuejaossa oleva arvo kaikille siihen kuuluville sijoittelualueille.

Muuttuja

Muuttujalla tarkoitetaan liikennemallien yhteydessä tekijää, jonka arvo muuttuu tilanteesta toiseen. Esimerkki muuttujasta on vaikkapa matka-aika. Liikennemallissa matka-aika muuttuu sen mukaan, minkä alueiden välillä liikutaan, mitä kulkutapaa käytetään ja minä ajankohtana liikutaan.

Neliporrasmalli

Ennustemenetelmä, jossa on neljä peräkkäistä vaihetta: matkatuotosten, matkojen suuntautumisen ja kulkutapajakautaman määrittäminen sekä liikennevirtojen sijoittelu.

Nykytilan liikenne-ennuste

Nykytilan liikenne-ennusteella tarkoitetaan tässä raportissa HESY-malleilla laadittua ennustetta, jossa mallien lähtötiedot ajoittuvat laajan liikennetutkimuksen (LITU 2008) tekoajankohtaan eli vuosiin 2007–2008. Mallien lähtötietoja ovat muun muassa väestö- ja työpaikkamäärät ennustealueilla ja nykyistä liikennejärjestelmää kuvaavat matka-ajat ja matkakustannukset ennustealueiden välillä. Mallijärjestelmän hyvyttä voidaan mitata sillä, kuinka lähellä nykytilan ennuste on havaittua käyttäytymistä.

Painotettu kokonaismatka-aika

Painotetulla kokonaismatka-ajalla tarkoitetaan joukkoliikenteen alueelta–alueelle-matka-aikaa, jossa matkan eri osat, liityntäkävelyt, odotusajat ja kulkuvälineessä oloajat, saavat omat painoarvonsa. Painoarvojen eroilla on pyritty kuvaamaan matkustusmukavuuden eroja joukkoliikennematkan aikana.

Parametri

Parametri on mallin kaavassa oleva kerroin, eksponentti tai muu vakiona pysyvä tekijä. Esimerkiksi kaavassa $y = a + bx^c$ on yksi selittävä muuttuja (x) ja kolme parametria (a , b ja c), joilla selitetään ilmiötä y . Parametreista a ja b ovat kertoimia ja c on eksponentti.

Päivä-, ilta- ja yöaika

Päiväajalla tarkoitetaan klo 9:00–14:59 (minuutin tarkkuudella) alkavia matkoja. Ilta- ja yöajalla tarkoitetaan klo 18:00–5:59 (minuutin tarkkuudella) alkavia matkoja. Termillä päivä-, ilta- ja yöaika tarkoitetaan näitä ajankohtia yhteensä.

Päivätunnin liikenne (PT)

Päivätunnin liikenteellä tarkoitetaan keskimääräistä arkipäivän tuntiliikennettä klo 9:00–14:59 välillä eli yhtä kuudesosaa klo 9:00–14:59 (minuutin tarkkuudella) alkavista matkoista.

Pääkaupunkiseutu

Pääkaupunkiseudulla tarkoitetaan Helsingin, Vantaan, Espoon ja Kauniaisen muodostamaa aluekokonaisuutta. Lounais-Sipoon liitosalueet kuuluvat Helsinkiin ja siten pääkaupunkiseutuun. Ennustealueet on numeroitu kunnittain pääkaupunkiseudulla seuraavasti:

- 100-alkuiset: Helsinki
- 200-alkuiset: Espoo
- 300-alkuiset: Kauniainen
- 400-alkuiset: Vantaa

Regressioanalyysi

Regressioanalyysi on tilastotieteen menetelmä, jonka avulla tarkastellaan vastemuuttujan eli selitettävän muuttujan riippuvuutta valituista selittävästä muuttujista.

Ruokakunta

Ruokakunnilla tarkoitetaan tässä yhteydessä samaa kuin asuntokunta YKR-aineistossa. Liikenteen kysyntämalleissa esiintyy muuttuja autoja/ruokakunta. YKR-aineistossa ei ole esitetty tarkkaa asuntokunnan määritelmää, mutta Tilastokeskus määrittelee käsitteen seuraavasti³¹:

”Asuntokunnan muodostavat kaikki samassa asuinhuoneistossa vakinaisesti asuvat henkilöt. Väestön keskusrekisterin mukaan vakinaisesti laitoksissa kirjoilla olevat, asunnottomat, ulkomailla ja tietyntoimissa olevat henkilöt eivät väestölaskennassa muodosta asuntokuntia. Asuntolarakennuksiksi luokitelluissa rakennuksissa asuvat henkilöt, joiden asunto ei täytä asuinhuoneiston määritelmää, eivät muodosta asuntokuntia. Vuoden 1980 väestölaskennassa myös näistä henkilöistä muodostettiin asuntokuntia.

Asuntokuntakäsite otettiin käyttöön vuoden 1980 väestölaskennassa. Sitä aikaisemmissa laskennoissa käytettiin ruokakuntakäsitettä. Ruokakunnan katsottiin muodostuvan yhdessä asuvista perheenjäsenistä ja muista henkilöistä, joilla oli yhteinen ruokatalous. Alivuokralainen, jolla oli oma ruokatalous, muodosti oman ruokakuntansa. Vuodesta 1980 alivuokralainen kuului samaan asuntokuntaan muiden asunnossa asuvien kanssa.”

Saavutettavuusmalli

Mallia, joka selittää kulkutavanvalintaa liikennejärjestelmämuuttujilla, mutta ilman yksilöllisiä muuttujia, kutsutaan tässä raportissa saavutettavuusmalliksi. Saavutettavuusmallin muuttujista saatua logsumia käytetään suuntautumismallin selittäjänä.

Selitysaste³²

Mallin selityskykyä kuvaa selitysaste, joka kertoo, kuinka suuren osan ilmiön kokonaisvaihtelusta malli selittää. Selitysaste esitetään usein prosentteina: $100 \cdot \text{selitysaste}$. Selitysaste on sata prosenttia, jos malli kuvaa tarkasteltavaa ilmiötä täydellisesti.

Tavallisissa regressiomalleissa selitysasteessa voidaan hyvinkin päästä 90–100 prosenttiin tarkasteltavasta ilmiöstä riippuen. Logitti-tyyppisillä kulkutapamalleilla selitysaste (suhteessa vakioihin) on kuitenkin ollut aiemmissa nyt laadittuja malleja vastaavissa tilanteissa parhaimmillaan tyypillisesti 40 prosenttia, suuntautumismalleilla 20 prosenttia. Erot johtuvat selitettävi-

³¹ <http://www.stat.fi/til/asuolo/kas.html>

³² Selitysasteen matemaattisesta taustasta kiinnostuneille suositellaan regressioanalyysiin tutustumista. Logittimallien selitysasteen ymmärtämisessä auttaa perehtyminen regressioanalyysin lisäksi peliteoriaan, hyötyteoriaan ja optimointioppiin.

en ilmiöiden erilaisuudesta. On luonnollista, että yksittäisten ihmisten liikkumistottumukset poikkeavat toisistaan.

Logittimallien yhteydessä esiintyy yleensä kaksi selitystasoon käsitettä: logittimallin selitystaso $\rho^2(0)$ ja logittimallin selitystaso vakiomalliin nähden $\rho^2(c)$. Taulukoissa näistä on käytetty merkintöjä $\rho^2(0)$ ja $\rho^2(c)$.

Matemaattiset määritelmät ovat seuraavat:

$$\rho^2(0) = 1 - \frac{L(\hat{\beta})}{L(0)}, \quad \rho^2(c) = 1 - \frac{L(\hat{\beta})}{L(c)}$$

missä

$L(\hat{\beta})$ = Uskottavuusfunktion arvo estimoiduilla muuttujilla

$L(0)$ = Uskottavuusfunktion lähtöarvo ilman mitään muuttujia. Kaikki vaihtoehdot ovat yhtä todennäköisiä. $\rho^2(0)$ kuvaa selitystasoon paranemista, kun selittäjiksi lisätään valintaa kuvaavia muuttujia (esimerkiksi matka-aika, kustannus) ja mahdolliset vaihtoehtokohtaiset vakiot.

$L(c)$ = Uskottavuusfunktion arvo, kun hyötyfunktioissa on mukana vain vaihtoehtokohtaiset vakiot. $\rho^2(c)$ kuvaa selitystasoon paranemista, joka saavutetaan lisäämällä malliin vaihtoehtokohtaisten vakioiden lisäksi muita valintaa selittäviä muuttujia.

Sijoittelu

Liikennejärjestelmän kuvauksen (tie- ja katuverkko, joukkoliikennelinjasto) kuormittamista kysyntämatriisilla (matkamäärät alueilta toisille) kutsutaan sijoitteluksi. Tässä ennustejärjestelmässä se tehdään Emme-liikennesuunnitteluohjelmistolla. Tuloksena saadaan väylien liikennemäärät, joukkoliikennelinjojen matkustajamäärät ja alueiden väliset vastukset (mm. matka-ajat).

Sijoittelualue

Sijoittelualueilla tarkoitetaan alueita, joiden välille lasketaan vastuksia (matka-aikoja, etäisyyksiä ja kustannuksia). Yleensä sijoittelualueita on useita yhden ennustealueen sisällä. Poikkeuksena tästä on mm. Pornainen, jossa ennuste- ja sijoittelualueet ovat samat.

Sijoittelualuejakoa käytetään, jotta sijoittelutulos liikenneverkolla olisi riittävän tarkka. Ennen sijoittelua matkamatriisi hajotetaan eli ennustealueiden välinen liikenne jaetaan jakoluvuilla sijoittelualueiden välille. Näin muodostuva sijoittelualuejaon matriisi voidaan edelleen sijoitella liikenneverkolle. Ennusteajojen varten tuloksena saadut vastukset yhdistetään eli aggregoidaan ennustealueiden välisiksi vastuksiksi, joita voidaan käyttää mallien muuttujina.

Sijoittelufunktio

Liikenteen, tavallisesti autoliikenteen, sijoittelussa käytettävä nopeus-liikennemäärä-funktio, joka määrittelee linkin ajonopeuden (tai Emmessä oikeastaan matka-ajan) liikennemäärän perusteella.

Joukkoliikenteen sijoittelussa käytetään funktioita, joissa joukkoliikennevälineen matka-aikaa kullakin linkillä voidaan kuvata esimerkiksi vakiolla (tyypillisesti juna ja metro) tai riippuvaisuudella autoliikenteen matka-ajoista samalla linkillä (bussit kaduilla, joilla ei ole bussikaistaa).

T-arvo ja t-testi³³

Tilastollisilla testeillä testataan mallin kertoimille asetettuja olettamuksia. T-testi on eräs tilastollinen testi. T-testillä arvioidaan, onko mallin kerroin oleellinen tekijä kuvaamaan tarkasteltavaa ilmiötä. Mallin kerroin voi esimerkiksi olla vaikkapa matka-ajan kerroin. Ilmiö voi taas esimerkiksi olla todennäköisyys valita määrätty kulkutapa. Mitä suurempi itseisarvoltaan t-testin antama t-arvo on, sitä todennäköisemmin kerroin on oleellinen tekijä kuvaamaan tarkasteltavaa ilmiötä. Käytännön sääntö on, että t-arvon tulee olla itseisarvoltaan vähintään mielellään kaksi ja mitä suurempi se on, sen parempi. T-arvon täsmällinen vaatimustaso riippuu siitä, kuinka suurella todennäköisyydellä kertoimen vaaditaan olevan merkityksellinen eli nollasta poikkeava.

Tarjontamallit

Mallit, jotka kuvaavat mm. liikenneverkkoa, joukkoliikennelinjastoa ja niiden toimintaa. Käytetään myös nimeä liikennejärjestelmämallit. Kun verkkoa kuormitetaan kysyntämatriisilla, tuloksena saadaan mm. vastusmatriiseja eli matka-aikoja, kustannuksia tai etäisyyksiä alueelta alueelle.

Tuotosluku

Tuotosluvulla eli tuotoskertomella tarkoitetaan lukua, joka kertoo, kuinka monta matkaa määrättyyn väestöryhmään kuuluva henkilö tekee keskimäärin määrättynä ajankohtana. Tässä ajankohta voi olla 1) aamuruuhka, 2) iltaruuhka tai 3) päivä-, iltaja yöaika.

Työperäinen matka

Työperäisellä matkalla tarkoitetaan työpaikalta alkavaa tai sinne päättyvää matkaa, jonka toinen pää ei kuitenkaan ole koti.

Ulkoinen liikenne

Ulkoinen liikenne on koko mallinnetun alueen rajan ylittävä liikenne ja läpikulkuliikenne.

Ulkosyöttö

Ulkosyöttö on mallialueen ulkorajalla oleva ulkoisen liikenteen syöttöpiste. Tässä työssä mallialueen ulkopuolisille sijoittelualueille on käytetty numeroita 39001–39036 (autoliikenne) ja 39300–39302 (kaukojunaliiikenne).

Vaihtoehtokohtainen vakio

Logittimallin hyötyfunktiossa olevan vaihtoehtokohtaisen binäärimuuttujan kerroin, jota usein käytetään kulkutapamalleissa (kulkutapakohtainen vakio), mutta harvemmin suuntautumismalleissa.

Vastemuuttuja

Vastemuuttujalla tarkoitetaan tutkittavaa ilmiötä kuvaavaa muuttujaa. Toinen nimitys vastemuuttujalle on selitettävä muuttuja. Liikennemalleissa tyypillisiä vastemuuttujia ovat

- matkojen lukumäärä henkilöä kohti
- henkilöautojen määrä ruokakuntaa kohti
- todennäköisyys valita määrätty kulkutapa
- todennäköisyys valita määrätty alue matkan määräpaikaksi.

Vastus, matkavastus

Vastus on yleisnimitys matkustamisesta koituville haitoille matkustajan näkökulmasta. Liikennemalleissa yleisimpiä vastuksia ovat matka-ajat ja etäisyydet eri kulkutavoilla sekä vaihdot joukkoliikenteessä ja matkan hinta.

³³ T-testin matemaattisesta taustasta laajemmin kiinnostuneille suositellaan tilastotieteen perusteisiin ja tilastolliseen testaukseen perehtymistä.

Vuorokausiliikenne

Vuorokausiliikenteellä tarkoitetaan maanantain ja torstain välistä keskimääräistä vuorokauden liikennemäärää ellei erikseen muuta mainita.

Väestöryhmä

Alueiden väestö jaetaan väestöryhmiin mm. ikäluokan, sukupuolen, perhetaustan (onko alle 7-vuotiaita lapsia), autonomistuksen (0, 1, 2+) ja autonkäyttömahdollisuuden (HAP/EHAP) mukaan.

Yleistetty matkavastus

Yleistetyllä matkavastuksella tarkoitetaan yhdistelmämuuttujaa, jossa matka-aika ja kustannus ovat muunnettu yhdeksi muuttujaksi.

Yleistetty henkilöauton matkavastus = $0,1203 \cdot \text{kokonaismatka-aika} + \text{kustannukset [euroina]}$

Yleistetty joukkoliikenteen matkavastus = $0,1203 \cdot \text{painotettu kokonaismatka-aika}^{34} + \text{kustannukset [euroina]}$

Tässä matka-aikaa kerrotaan yhteiskuntataloudellisissa kannattavuuslaskelmissa määritellyllä ajan arvolla. Käytetty matka-ajan kerroin on 7,22 euroa tuntia kohti (eli 0,1203 euroa minuuttia kohden). Arvoa on käytetty muunnettaessa matka-aika euroiksi. Yleistettyä matkavastusta on käytetty vain silloin, kun muuttujia ei ole muuten saatu malliin estimoinneissa. Syynä estimointivaikeuksiin on yleensä muuttujien vahva keskinäinen korrelaatio.

YKR

YKR on yhdyskuntarakenteen seurannan tietojärjestelmä, johon on koottu tilastoruuduittain aikasarjatietoa maankäytön kehittymisestä. Tilastoruudut ovat kooltaan 250x250 metriä.

Se sisältää tilastoruuduittain koko maasta seuraavat muuttujat vuodesta 1980 lähtien:

- väestö sukupuolittain ja ikäryhmittäin
- työvoima toimialoittain
- työpaikat toimialoittain
- rakennusten kerrosala ja lukumäärä käyttötarkoitukseluokittain
- asuinhuoneistoala ja lukumäärä
- toimitilojen ala ja lukumäärä käyttötarkoitukseluokittain
- työmatkan pituus asuinpaikan ja työpaikan mukaan toimialoittain
- asuinhuoneistoväestö, asutokunnan koko ja autonomistus
- lomarakennukset valmistumisajankohdan mukaan.

Ympäryskunnat

Ympäryskuntia ovat vuoden 2010 kunta-aluejaossa Hanko, Raasepori, Inkoo, Siuntio, Lohja, Karjalohja, Nummi-Pusula, Karkkila, Loppi, Riihimäki, Hausjärvi, Pukkila, Askola, Porvoo, Myrskylä, Loviisa ja Lapinjärvi. Ympäryskuntien liikennettä ei ole mallinnettu HESY-yksilömalleilla, vaan HELMET-aluekeskiarvomallilla. Ympäryskuntien matkat ovat kuitenkin osana HESY-mallien käyttöliittymää.

Ennustealueet on numeroitu kunnittain ympäryskuntien alueella seuraavasti:

- 1500-alkuiset: Hanko
- 1600-alkuiset: Raasepori (entinen Tammisaari)
- 1700-alkuiset: Raasepori (entinen Pohja)

³⁴ Ajan arvo ei ole täsmällisesti yhteiskuntataloudellisen laskelman ohjearvon mukainen, sillä käytetty matka-aika on painotettu kokonaismatka-aika. Yhteiskuntataloudellisissa laskelmissa käytetään ainakin periaatetasolla todellista matka-aikaa.

- 1800-alkuiset Raasepori (entinen Karjaa)
- 1900-alkuiset: Karjalohja
- 2000-alkuiset Inkoo
- 2100-alkuiset Lohja
- 2200-alkuiset Lohja (entinen Sammatti)
- 2300-alkuiset Nummi-Pusula
- 2400-alkuiset Siuntio
- 2500-alkuiset Karkkila
- 2600-alkuiset Loppi
- 2700-alkuiset Riihimäki
- 2800-alkuiset Hausjärvi
- 2900-alkuiset Pukkila
- 3000-alkuiset Askola
- 3100-alkuiset Porvoo
- 3200-alkuiset Myrskylä
- 3300-alkuiset Loviisa (entinen Pernaja)
- 3400-alkuiset Loviisa (entinen Liljendal)
- 3500-alkuiset Lapinjärvi
- 3600-alkuiset Loviisa (entinen Ruotsinpyhtää)
- 3700-alkuiset Loviisa.

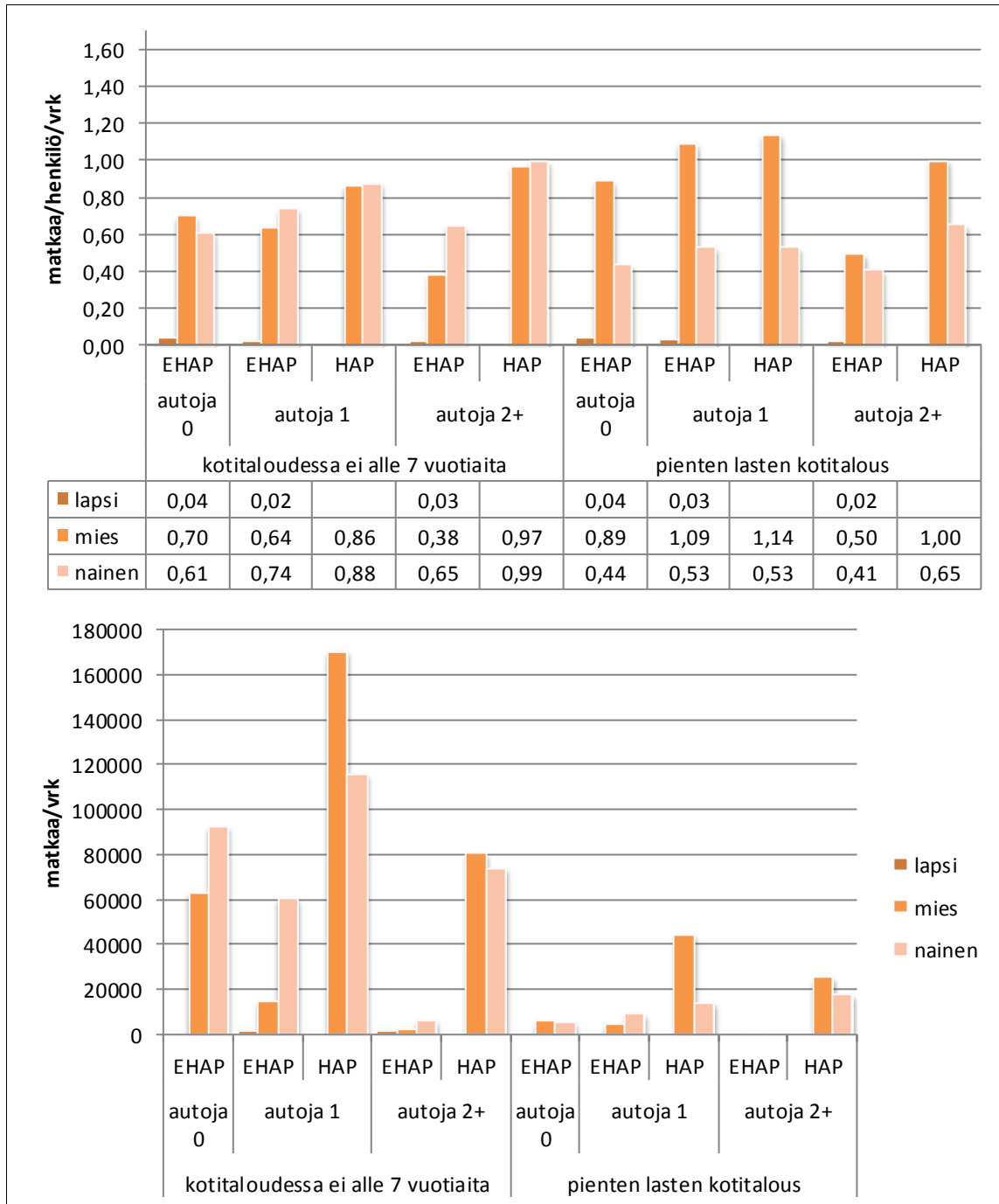
14 kuntaa

14 kunnalla tarkoitetaan kehyskuntia ja pääkaupunkiseutua yhdessä. Se on synonyymi käsitteelle Helsingin seutu.

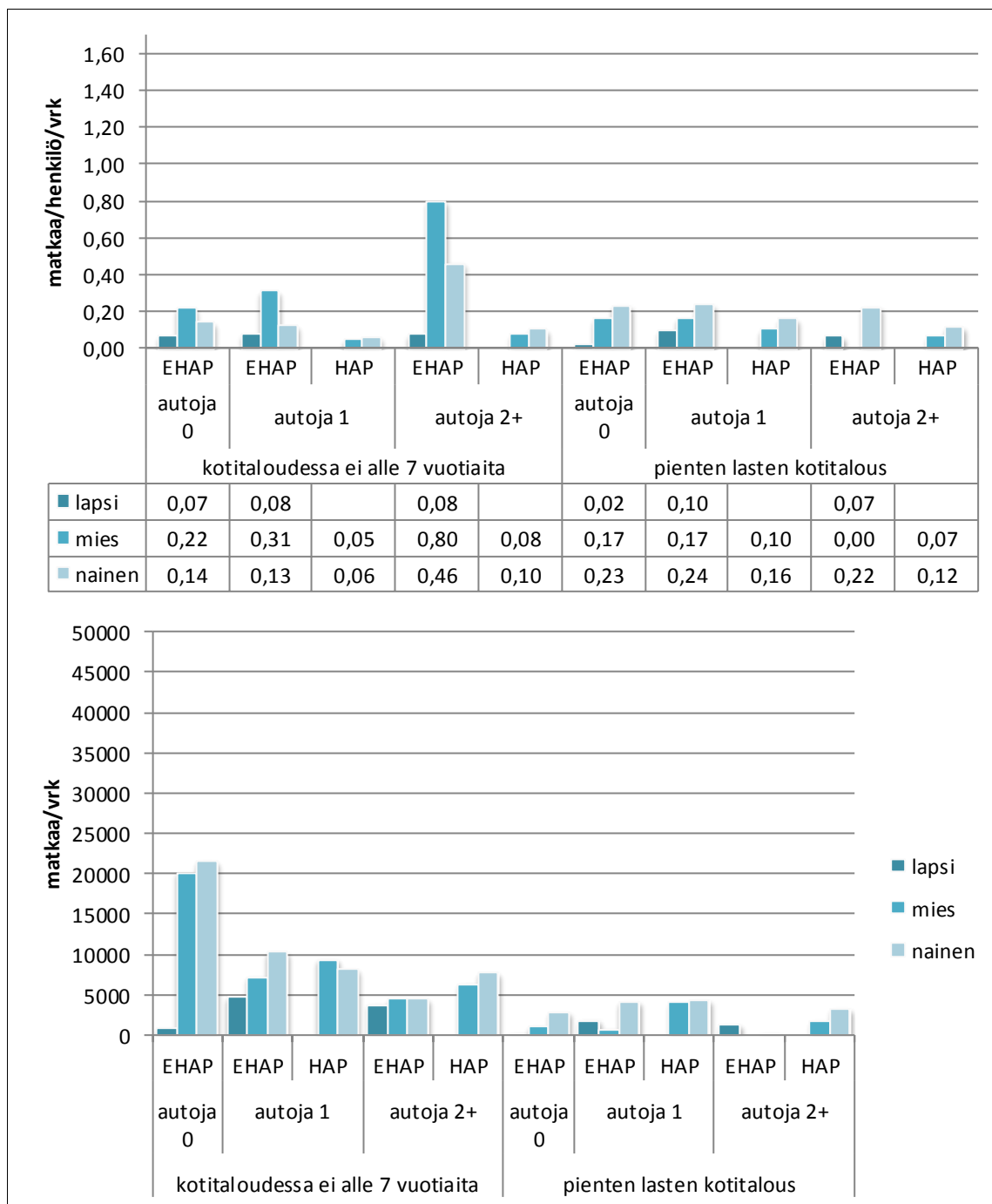
Liite 2. Lyhenteet

Lyhenne	Merkitys
PKS	pääkaupunkiseutu
KEHYS	kehyskunnat
HEHA 2007–2008	Helsingin seudun työssäkäyntialueen liikkumistutkimus, joka toteutettiin vuosien 2007–2008 syksyinä arkipäivisin maanantain ja torstain välillä.
HELMET HESY	Helsingin seudun työssäkäyntialueen ennustemallit Helsingin seudun yksilömallit
HAP EHAP	Henkilöauton pääasiallinen käyttäjä (ks. auton käyttömahdollisuus) muut kuin henkilöauton pääasialliset käyttäjät.
YKR	Yhdyskuntarakenteen seurannan tietojärjestelmä
HSL	Helsingin seudun liikenne -kuntayhtymä, jonka jäsenkuntia ovat Helsinki, Espoo, Vantaa, Kauniainen, Kerava ja Kirkkonummi. HSL aloitti toimintansa 1.1.2010.
YTV	Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta oli vuosina 1970–2009 toiminut lakisääteinen yhteistyöelin, jonka jäsenkuntia olivat Helsinki, Espoo, Vantaa ja Kauniainen.
KL	kevytliikenne (jalankulku tai pyöräily)
JL	joukkoliikenne
HA	henkilöautoliikenne
AHT	aamuhuipputunti
IHT	iltahuipputunti
PT	päivätunti

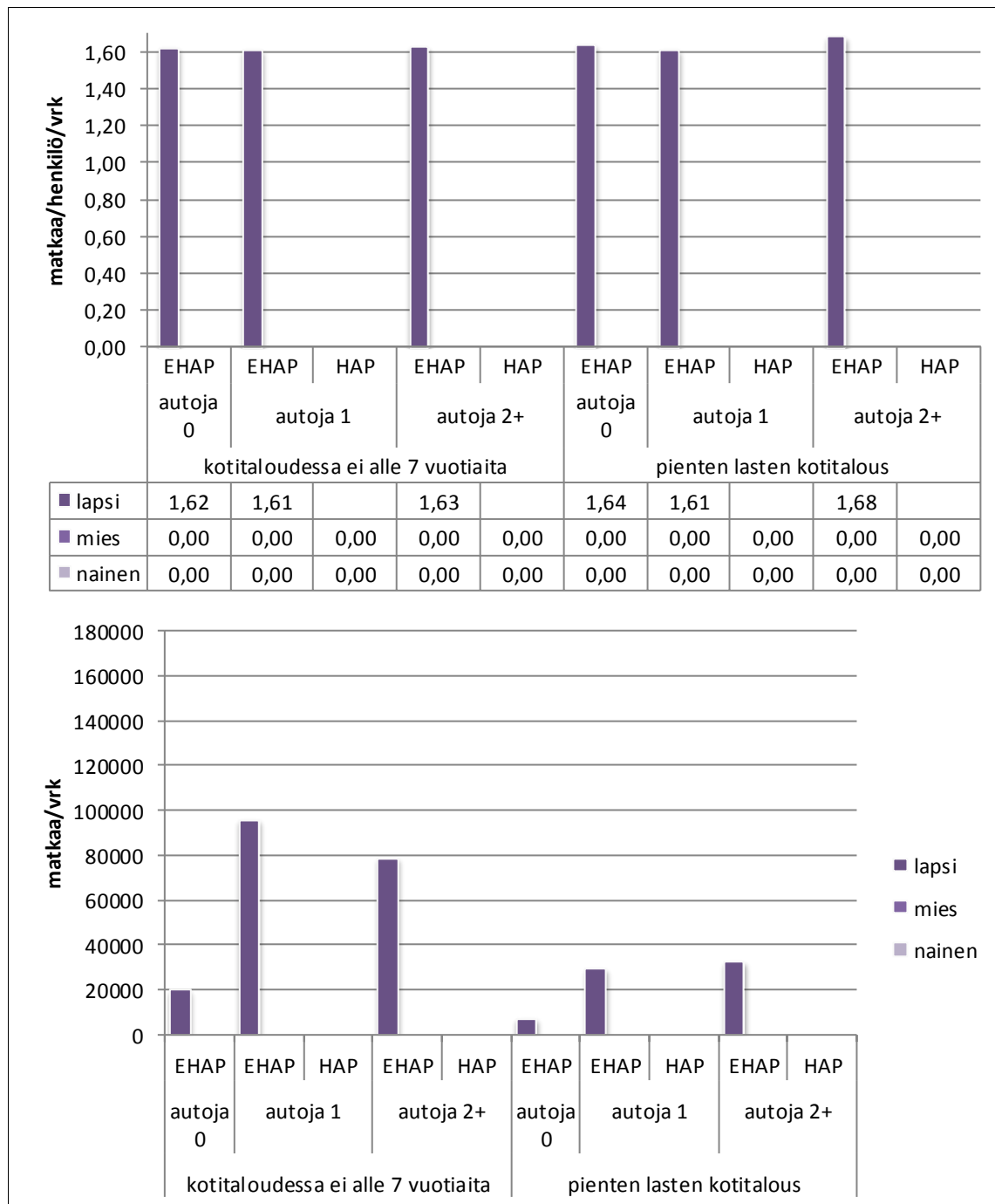
Liite 3. Matkatuotoslukujen ja matkojen määrien tarkasteluja matkaryhmittäin ja väestöryhmittäin.



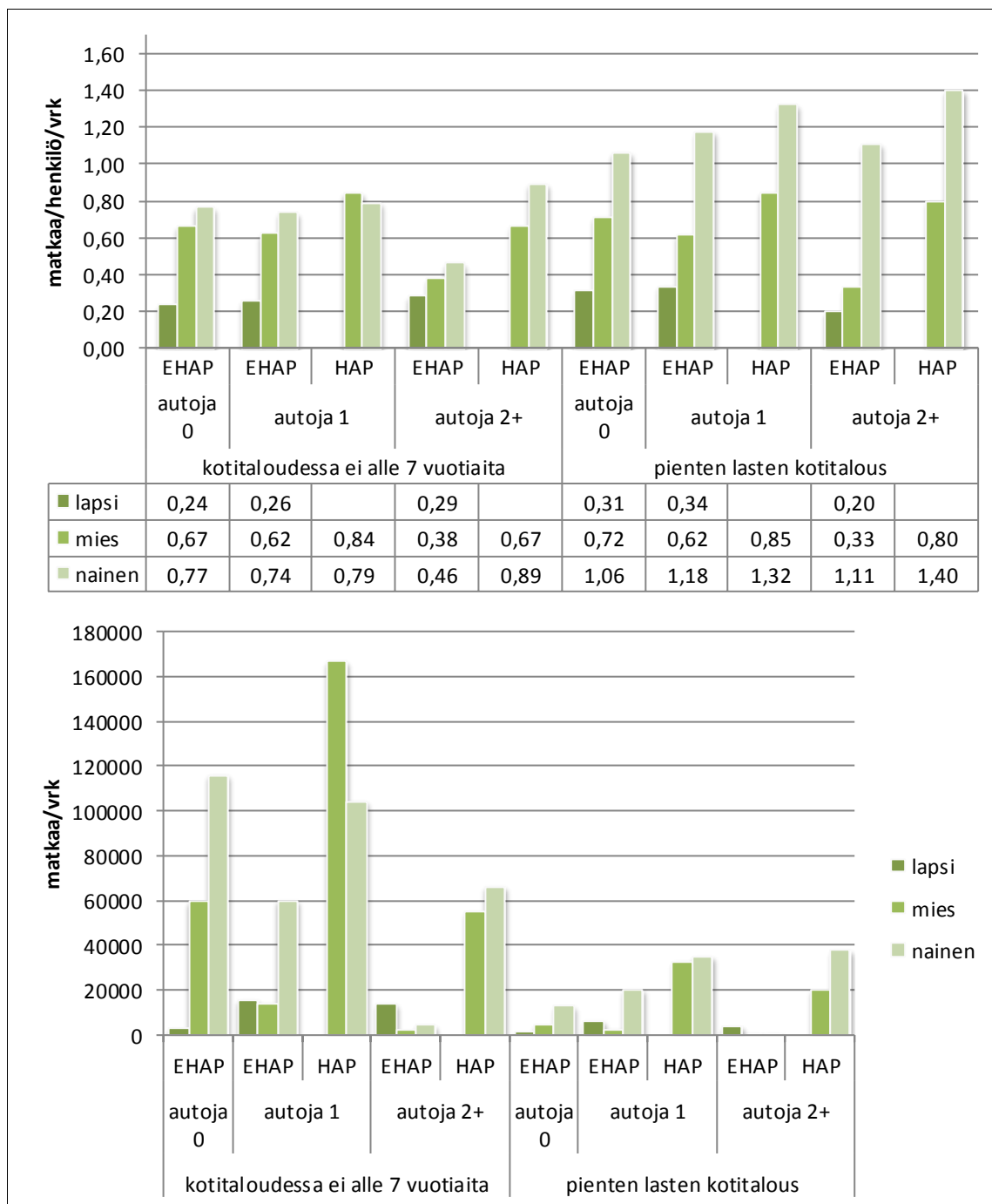
Kuva 30. Kotiperäisten työmatkojen matkatuotoskertoimet (yllä) ja matkojen määrä Helsingin seudulla (alla) (HEHA 2007–2008).



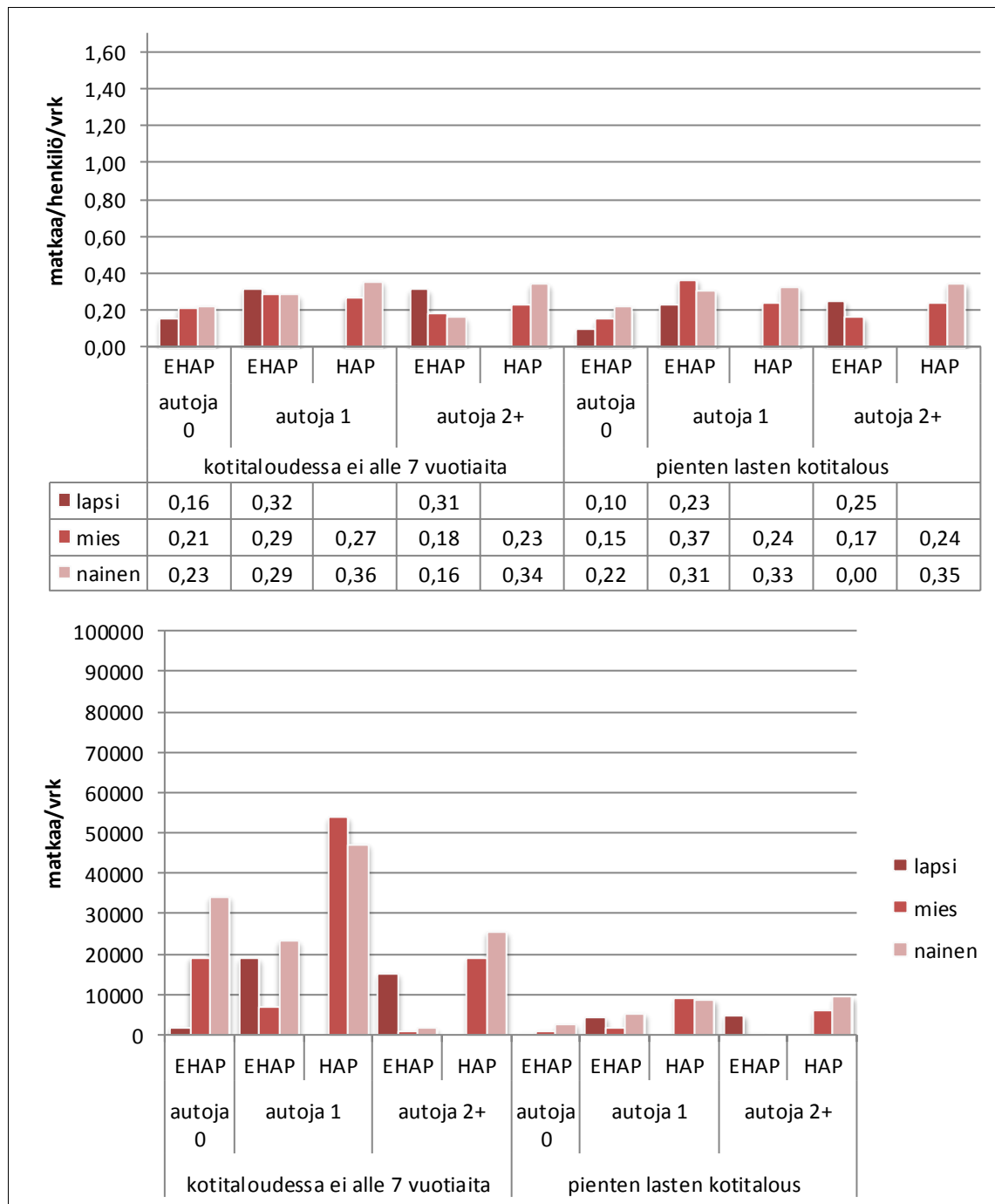
Kuva 31. Kotiperäisten opiskelumatkojen matkatuotoskertoimet (yllä) ja matkojen määrä Helsingin seudulla (alla) (HEHA 2007–2008).



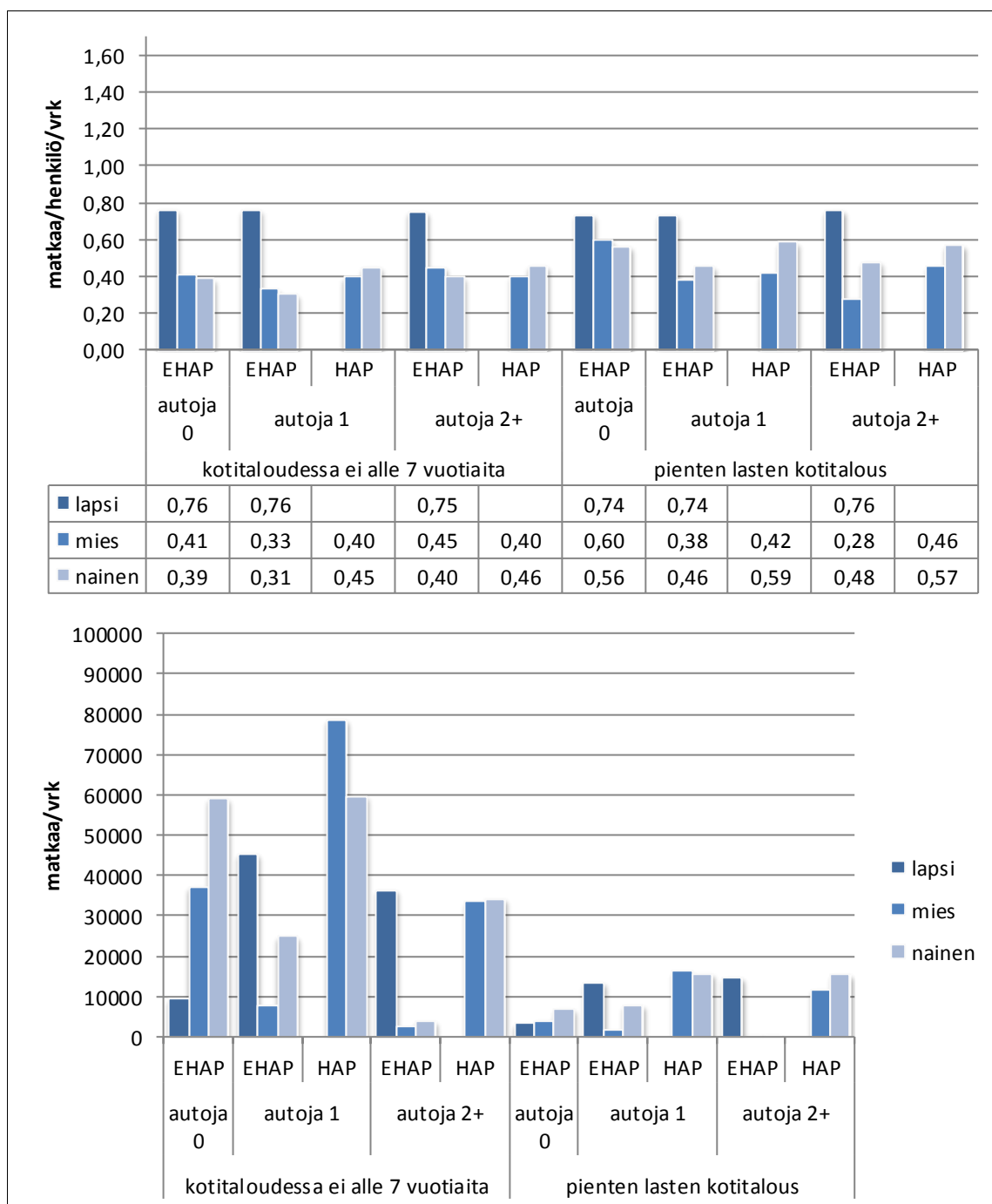
Kuva 32. Kotiperäisten koulumatkojen matkatuotoskertoimet (yllä) ja matkojen määrä Helsingin seudulla (alla) (HEHA 2007–2008).



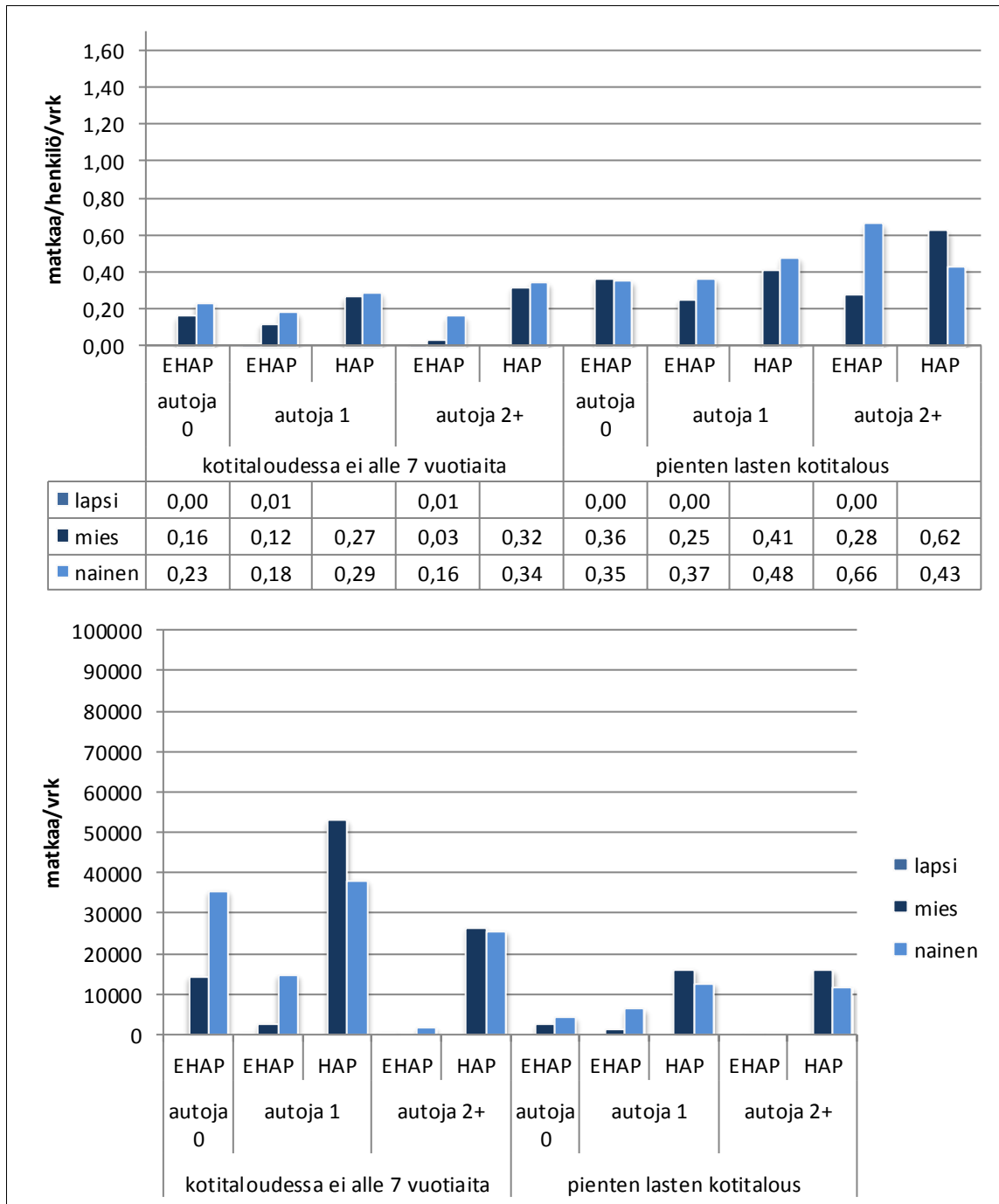
Kuva 33. Kotiperäisten ostos- ja asiointimatkojen matkatuotuskertoimet (yllä) ja matkojen määrä Helsingin seudulla (alla) (HEHA 2007–2008).



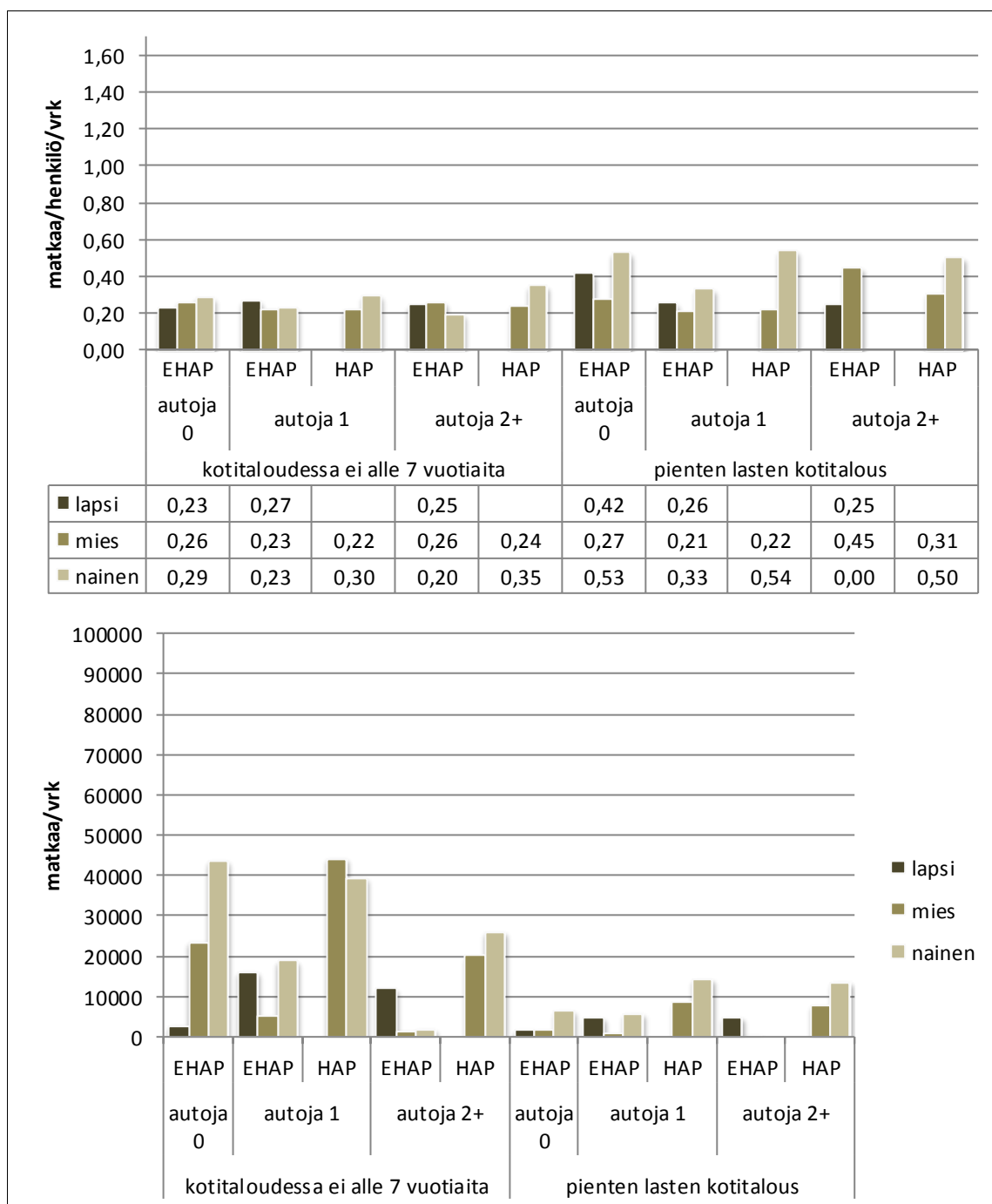
Kuva 34. Kotiperäisten liikunta- ja ulkoilumatkojen matkatuotoskertoimet (yllä) ja matkojen määrä Helsingin seudulla (alla) (HEHA 2007–2008).



Kuva 35. Kotiperäisten muiden matkojen matkatuotoskertoimet (yllä) ja matkojen määrä Helsingin seudulla (alla) (HEHA 2007–2008).



Kuva 36. Työperäisten matkojen matkatuotokset (yllä) ja matkojen määrä Helsingin seudulla (alla) (HEHA 2007–2008).



Kuva 37. Muiden kuin työ- tai kotiperäisten matkojen matkatuotoskertoimet (yllä) ja matkojen määrä Helsingin seudulla (alla) (HEHA 2007–2008).

Liite 4. Suuntautumismallien muuttujat ja kertoimet.

Taulukko 28. Pääkaupunkiseudulla tehtyjen kotiperäisten työmatkojen suuntautumis- ja saavutettavuusmalli.

Kotiperäiset työmatkat			
		kerroin (alla t-arvo)	
		PKS	
		EHAP	HAP
Saavutettavuusmalli	roo²(c)	0,2561	0,2415
	<i>Ln (etäisyys + 1) (KL)</i>	-2,648	-3,169
		-17,1	-26,5
	<i>Yleistetty matkavastus [€] (HA)</i>	-0,2172	
		-3,3	
	<i>Ln (matka-aika + 1) (HA)</i>		-1,121
			-6,5
	<i>Painotettu kokonaismatka-aika [min] (JL)</i>	-0,01566	-0,05233
		-2,3	-10,9
	<i>Ajokustannus (HA)</i>		-0,450
			-4,2
	<i>Matkakustannus (JL)</i>	-0,445	-0,3668
		-2,4	-2,9
	<i>Pysäköintikustannus (HA)</i>	-0,4987	-0,7645
		-2,6	-10,6
	<i>Autoa per ruokakunta (HA)</i>	2,127	0,6223
		6,0	3,5
	<i>Kantakaupunki-binäärimuuttuja (JL)</i>	0,548	
		5,1	
	<i>Kantakaupunki-binäärimuuttuja (HA)</i>		-0,7382
			-8,1
	<i>Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (KL)</i>	2,874	2,918
		13,8	15,2
	<i>Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (HA)</i>	-3,813	2,076
		-11,3	5,8
Suuntautumismalli	roo²(0)	0,3672	0,2875
	<i>Logsum saavutettavuusmallista</i>	0,9405	0,4181*
		28,8	32
	<i>Kokotekijä</i>	1	1
	<i>Asuinkunnan työpaikat</i>	1,842	
		9,9	
	<i>Asuinkunnan työpaikat Helsinki</i>		1,220
			3,8
	<i>Asuinkunnan työpaikat Espoo, Vantaa, Kauniainen</i>		1,784
			11,3
	<i>Muut työpaikat + 1</i>	1	1

* Kerroin on korjattu vastaamaan HEHA 2007–2008 -aineiston etäisyysjakaumia.

Taulukko 29. Kehyskunnissa tehtyjen kotiperäisten työmatkojen suuntautumis- ja saavutettavuusmalli.

Kotiperäiset työmatkat			
		kerroin (alla t-arvo)	
		KEHYS	
		EHAP	HAP
Saavutettavuusmalli	roo2(c)	0,3351	0,3107
	<i>Ln (etäisyys + 1) (KL)</i>	-1,827	-2,265
		-8,1	-22,1
	<i>Yleistetty matkavastus [€] (HA, JL)</i>	-0,0678	
		-1,2	
	<i>Matka-aika (HA)</i>		-0,04923
			-7,9
	<i>Painotettu kokonaismatka-aika [min] (JL)</i>		-0,01636
			-5,4
	<i>Ajo- ja pysäköintikustannus (HA)</i>		-0,2965
			-6,7
	<i>Matkakustannus (JL)</i>		-0,2965
			-6,7
	<i>Pysäköintikustannus (HA)</i>	-1,351	
		-1,8	
	<i>Autoa per ruokakunta (HA)</i>	1,016	0,7115
		1,3	2,6
	<i>Kantakaupunki-binäärimuuttuja (HA)</i>		-1,333
			-10,4
	<i>Kantakaupunki-binäärimuuttuja (JL)</i>	1,2	
		2,7	
Suuntautumismalli	roo2(0)	0,481	0,3586
	<i>Logsum saavutettavuusmallista</i>	0,81825*	0,4907*
		8,6	26,9
	<i>Kokotekijä</i>	1	1
	<i>Työpaikat asuinkunnan alueella (myös oma asuin-alue)</i>	14,34	4,522
		11,9	15,6
	<i>Työpaikat muualla + 1</i>	1	1

* Kerroin on korjattu vastaamaan HEHA 2007–2008 -aineiston etäisyysjakaumia.

yhteiset kertoimet violetilla taustalla

Taulukko 30. Pääkaupunkiseudulla tehtyjen kotiperäisten opiskelumatkojen suuntautumis- ja saavutettavuusmalli.

Kotiperäiset opiskelumatkat			
		kerroin (alla t-arvo)	
		PKS	
		EHAP	HAP
Saavutettavuusmalli	roo2(c)	0,3714	0,2315
	<i>Ln (etäisyys + 1) (KL)</i>	-3,48	-2,495
		-14,5	-8,8
	<i>Yleistetty matkavastus [€] (HA)</i>	-0,5972	-0,3462
		-4,1	-2,6
	<i>Yleistetty matkavastus [€] (JL)</i>	-0,3008	-0,249
		-3,4	-2,4
	<i>Pysäköintikustannus (HA)</i>	-3,624	-1,952
		-1,9	-2,3
	<i>Kantakaupunki-binäärimuuttuja (HA)</i>		-0,5964
			-2,1
	<i>Autoa per ruokakunta (HA)</i>	1,437	2,13
		2,7	3,7
Suuntautumismalli	roo2(0)	0,4965	0,4256
	<i>Logsum saavutettavuusmallista</i>	1,0820*	1,0110*
		16,3	8,1
	<i>Kokotekijä</i>	1	1
	<i>Oppilaspaikat kantakaupungissa</i>	1	
	<i>Oppilaspaikat muun Helsingin sisäisillä matkoilla</i>	3,127*	4,614*
		5,5	2,7
	<i>Oppilaspaikat asuinkunnassa (ei kanta- kaupunkiin eikä muun Helsingin sisäiset matkat)</i>	5,160	
		7,3	
	<i>Oppilaspaikat asuinkunnassa (ei muun Helsingin sisäiset matkat)</i>		1,986
			3,4
	<i>Oppilaspaikat muualla kuin edellä (HAP)</i>		1
	<i>Oppilaspaikat muualla kuin edellä (EHAP)</i>	1,375	
		1,7	

* Kerroin on korjattu vastaamaan HEHA 2007–2008 -aineiston etäisyysjakaumia.

Taulukko 31. Kehyskunnissa tehtyjen kotiperäisten opiskelumatkojen suuntautumis- ja saavutettavuusmalli.

Kotiperäiset opiskelumatkat			
		kerroin (alla t-arvo)	
		KEHYS	
		EHAP	HAP
Saavutettavuusmalli	roo2(c)	0,3641	0,252
	<i>Ln (etäisyys + 1) (KL)</i>	-2,387	-1,853
		-7,6	-5,0
	<i>Ajo- ja pysäköintikustannus (HA)</i>	-0,4423	-2,575
		-1,9	-1,2
	<i>Matkakustannus (JL)</i>	-0,4423	-2,575
		-1,9	-1,2
	<i>Kantakaupunki-binäärimuuttuja (JL)</i>	1,371	1,659
		1,6	3,1
	<i>Ln (matka-aika + 1) (HA, JL)</i>	-0,8286	-1,094
		-1,4	-1,7
	<i>Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (KL)</i>	1,156	-1,256
		3,6	-3,3
	<i>Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (HA)</i>	-1,731	0,5595
		-5,1	1,9
Suuntautumis-malli	roo2(0)	0,7082	0,5969
	<i>Logsum saavutettavuusmallista</i>	0,7772*	0,4472*
		4,7	4,0
	<i>Kokotekijä</i>	1	1
	<i>Oppilaspaikat asuinkunnassa</i>	13,71	13,20
	<i>Oppilaspaikat muualla</i>	1	1

* Kerroin on korjattu vastaamaan HEHA 2007–2008 -aineiston etäisyysjakaumia.

yhteiset kertoimet violetilla taustalla

Taulukko 32. Pääkaupunkiseudulla tehtyjen kotiperäisten koulumatkojen suuntautumis- ja saavutettavuusmalli.

Kotiperäiset koulumatkat		
	kerroin (alla t-arvo)	
		PKS
Saavutettavuusmalli	roo2(c)	0,3598
	<i>Ln (etäisyys + 1) (KL)</i>	-3,635
		-23,8
	<i>(Painotettu kokonaismatka-aika)² [min²] (JL)</i>	-0,0003956
		-5,1
	<i>Ajokustannus (HA)</i>	-2,180
		-8,4
	<i>Autoa per ruokakunta (HA)</i>	1,556
		5,3
	<i>Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (KL)</i>	4,358
		31,6
	<i>Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (HA)</i>	-1,591
		-6,1
Suuntautumis-malli	roo2(0)	0,3907
	<i>Logsum saavutettavuusmallista</i>	1,2275*
		28,8
	<i>Kokotekijä</i>	1
	<i>Koulupaikat asuinkunnan alueella</i>	1
	<i>Koulupaikat muun kunnan alueella</i>	0,2231*
		-7,7

* Kerroin on korjattu vastaamaan HEHA 2007–2008 -aineiston etäisyysjakaumia.

Taulukko 33. Kehyskunnissa tehtyjen kotiperäisten koulumatkojen suuntautumis- ja saavutettavuusmalli.

Kotiperäiset koulumatkat		
	kerroin (alla t-arvo)	
		KEHYS
Saavutettavuusmalli	roo2(c)	0,2019
	<i>Ln (etäisyys + 1) (KL)</i>	-1,745
		-20,6
	<i>Ajo- ja pysäköintikustannus (HA)</i>	-0,1752
		-2,6
	<i>Matkakustannus (JL)</i>	-0,1752
		-2,6
	<i>Autoa per ruokakunta (HA)</i>	0,5777*
		1,8
	<i>Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (KL)</i>	3,119
Suuntautumis-malli		35,2
	<i>Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (HA)</i>	-1,014
		-9,9
	roo2(0)	0,5730
	<i>Logsum saavutettavuusmallista</i>	1,378*
		6,6
	<i>Kokotekijä</i>	1
	<i>Koulupaikat asuinkunnan alueella</i>	45,97*
		6,5
	<i>Koulupaikat muun kunnan alueella</i>	1

* Kerroin on korjattu vastaamaan HEHA 2007–2008 -aineiston etäisyysjakaumia.

Taulukko 34. Pääkaupunkiseudulla tehtyjen kotiperäisten ostos- ja asiointimatkojen suuntautumis- ja saavutettavuusmalli.

Kotiperäiset ostos- ja asiointimatkat			
		kerroin (alla t-arvo)	
		PKS	
		EHAP	HAP
Saavutettavuusmalli	roo2(c)	0,3285	0,3028
	<i>Ln (etäisyys + 1) (KL)</i>	-3,319	-3,143
		29,3	-31
	<i>Matka-aika² (HA, JL)</i>	0	-0,0006814
			-8,2
	<i>Matka-aika (HA, JL)</i>	-0,4982*	
		-7,5	
	<i>Ajokustannus (HA)</i>	-0,8809	-1,564
		-7,2	-13,1
	<i>Matkakustannus (JL)</i>	-1,017	-0,9738
		-7,2	-5,1
	<i>Autoa per ruokakunta (HA)</i>	2,495	2,245
		10	12,2
	<i>Pysäköintikustannus (HA)</i>	-2,541	-3,0173*
		-6,7	-13,6
Suuntautumismalli	roo2(0)	0,713	0,6356
	<i>Logsum saavutettavuusmallista</i>	0,85*	1,108*
		61,4	52,2
	<i>Kokotekijä</i>	1	1
	<i>Asukkaat+1</i>	1	1
		-	-
	<i>Palvelutyöpaikat, kantakaupunki</i>	9,738*	2,658
		6,1	3,7
	<i>Palvelutyöpaikat, muun Helsingin sisäisillä matkoilla</i>	14,44*	
		7,8	
	<i>Palvelutyöpaikat asuinkunnassa, ei edellisissä</i>	2,918*	6,869*
		1,4	6,3
	<i>Palvelutyöpaikat muussa kunnassa, pois lukien edelliset ja asuinkunnassa olevat</i>	2,918*	3,463*
		1,4	3,4
	<i>Myymlärakennusten kerrosala</i>	3,037*	1,384
		3,9	3,4

* Kerroin on korjattu vastaamaan HEHA 2007–2008 -aineiston etäisyysjakaumia.

Taulukko 35. Kehyskunnissa tehtyjen kotiperäisten ostos- ja asiointimatkojen suuntautumis- ja saavutettavuusmalli.

Kotiperäiset ostos- ja asiointimatkat		
	kerroin (alla t-arvo)	
		KEHYS
Saavutettavuusmalli	roo2(c)	0,1608
	<i>Ln (etäisyys + 1) (KL)</i>	-1,392
		-14,2
	<i>Yleistetty matkavastus [€] (HA)</i>	-0,221
		-4,9
	<i>Yleistetty matkavastus [€] (JL)</i>	-0,067
		-2,3
	<i>Pysäköintikustannus (HA)</i>	-0,9578
		-3,5
	<i>Autoa per ruokakunta (HA)</i>	3,288
Suuntautumismalli		11,9
	<i>Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (KL)</i>	2,684
		12,6
	<i>Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (HA)</i>	-0,8299
		-2,7
	roo2(0)	0,8268
	<i>Logsum saavutettavuusmallista</i>	1,7908*
		30,0
	<i>Kokotekijä</i>	1
	<i>asuinkunnan asukkaat</i>	44,57*
		2,6
	<i>Muun kunnan asukkaat + 1</i>	1
	<i>Palvelutyöpaikat</i>	7,178*
		2,2
	<i>Myymälärakennusten kerrosala</i>	3,031*
		1,3
	<i>Helsingin ydinkeskustan myymäläkerrosalalisä **</i>	3,070*
		3,1

* Kerroin on korjattu vastaamaan HEHA 2007–2008 -aineiston etäisyysjakaumia.

** Kaikille alueille käytetään edellä olevaa muuttujaa Myymälärakennusten kerrosala, mutta tällä muuttujalla otetaan ydinkeskustan myymälät huomioon vielä toisenkin kerran. Ts. ydinkeskustassa olevat myymäläneliöt ovat kaksi kertaa niin houkuttelevia kuin muilla alueilla olevat.

Taulukko 36. Pääkaupunkiseudulla tehtyjen kotiperäisten liikunta- ja ulkoilumatkojen suuntautumis- ja saavutettavuusmalli.

Kotiperäiset liikunta- ja ulkoilumatkat		
	kerroin (alla t-arvo)	
		PKS
Saavutettavuusmalli	roo2(c)	0,5118
	<i>Ln (etäisyys + 1) (KL)</i>	-4,337
		-27,1
	<i>Matka-aika (HA)</i>	-0,07532
		-2,6
	<i>Matka-aika (JL)</i>	-0,05125
		-5,1
	<i>Ajokustannus (HA)</i>	-0,4211
		-2,4
	<i>Matkakustannus (JL)</i>	-0,4211
		-2,4
	<i>Pysäköintikustannus (HA)</i>	-3,699
		-5,2
	<i>Autoa per ruokakunta (HA)</i>	1,356
		5,0
	<i>Kantakaupunki-binäärimuuttuja (JL)</i>	0,7986
		4,7
Suuntautumis- malli	<i>Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (KL)</i>	4,711
		12,8
	<i>Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (HA)</i>	-1,16
		-2,9
	roo2(0)	0,7246
	<i>Logsum saavutettavuusmallista</i>	1,105*
		60,6
	<i>Kokotekijä</i>	1
	<i>Aukkaat + 1</i>	1

* Kerroin on korjattu vastaamaan HEHA 2007–2008 -aineiston etäisyysjakaumia.

yhteiset kertoimet violetilla taustalla

Taulukko 37. Kehyskunnissa tehtyjen kotiperäisten liikunta- ja ulkoilumatkojen suuntautumis- ja saavutettavuusmalli.

Kotiperäiset liikunta- ja ulkoilumatkat		
	kerroin (alla t-arvo)	
		KEHYS
Saavutettavuusmalli	roo2(c)	0,3204
	<i>Ln (etäisyys + 1) (KL)</i>	-2,849
		-18,8
	<i>Yleistetty matkavastus [€] (HA)</i>	-0,4508
		-5,9
	<i>Yleistetty matkavastus [€] (JL)</i>	-0,1217
		-2,7
	<i>Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (KL)</i>	6,421
		19,5
	<i>Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (HA)</i>	3,507
		10,8
Suuntautumis-malli	roo2(0)	0,9112
	<i>Logsum saavutettavuusmallista</i>	0,8432*
		15,9
	<i>Aukkaat (oma kunta)</i>	33,72
		12,9
	<i>Aukkaat + 1 (muut kunnat)</i>	1

* Kerroin on korjattu vastaamaan HEHA 2007–2008 -aineiston etäisyysjakaumia.

Taulukko 38. Pääkaupunkiseudulla tehtyjen kotiperäisten muiden matkojen suuntautumis- ja saavutettavuusmalli.

Kotiperäiset muut matkat			
		kerroin (alla t-arvo)	
		PKS	
		EHAP	HAP
Saavutettavuusmalli	roo2(c)	0,3395	0,3103
	<i>Ln (etäisyys + 1) (KL)</i>	-3,046	-2,741
		-26,8	-19,2
	<i>Matka-aika (HA, JL)</i>	-0,0177	
		-3,8	
	<i>Matka-aika (HA)</i>		-0,0449
			-2,5
	<i>Matka-aika (JL)</i>		-0,0225
			-3,2
	<i>Ajokustannus (HA)</i>	-0,2812	-0,1605
		-3,3	-1,3
	<i>Matkakustannus (JL)</i>	-0,2812	-0,1605
		-3,3	-1,3
	<i>Pysäköintikustannus (HA)</i>	-1,383	-1,678
		-5,3	-8,9
	<i>Autoa per ruokakunta (HA)</i>	1,840	1,154
Suuntautumismalli		8,2	4,8
	<i>Kantakaupunki-binäärimuuttuja (JL)</i>	0,833	1,515
		8,0	9,0
	<i>Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (KL)</i>	3,250	3,688
		14,9	12,4
	<i>Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (HA)</i>	-1,864	1,466
		-7,3	4,6
	roo2(0)	0,5221	0,3184
	<i>Logsum saavutettavuusmallista</i>	1,306*	1,709
		46,7	48
	<i>Kokotekijä</i>	1	1
	<i>Asukkaat oma kunta</i>	79,44*	
		9,6	
	<i>Asukkaat + 1</i>		1
	<i>Asukkaat + 1, muut kunnat</i>	1	
	<i>Palvelutyöpaikat kantakaupungin sisäisillä matkoilla</i>	21,43*	
		6,1	
	<i>Palvelutyöpaikat muualla</i>	0,6516*	
		4,4	
	<i>Palvelutyöpaikat</i>		2,133
			7,9
	<i>Myymälärakennusten kerrosala</i>	0,5611*	0,0935
		-1,5	-12,1

* Kerroin on korjattu vastaamaan HEHA 2007–2008 -aineiston etäisyysjakaumia.

yhteiset kertoimet violetilla taustalla

Taulukko 39. Kehyskunnissa tehtyjen kotiperäisten muiden matkojen suuntautumis- ja saavutettavuusmalli.

Kotiperäiset muut matkat			
		kerroin (alla t-arvo)	
		KEHYS	
		EHAP	HAP
Saavutettavuusmalli	roo2(c)	0,2651	0,2729
	<i>Ln (etäisyys + 1) (KL)</i>	-1,93	-1,913
		-16,8	-10,9
	<i>Yleistetty matkavastus, pysäköintikustannus mukana [€] (HA)</i>	-0,2558	-0,2705
		-5,3	-4,9
	<i>Yleistetty matkavastus [€] (JL)</i>	-0,05819	-0,07336
		-2,2	-2
	<i>Autoa per ruokakunta (HA)</i>		0,5685
			1,7
	<i>Kantakaupunki-binäärimuuttuja (JL)</i>	2,283	2,618
		4,8	9,1
	<i>Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (KL)</i>	4,484	4,553
Suuntautumismalli		14,6	19,9
	<i>Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (HA)</i>	22,5	4,025
		12,3	19,6
	roo2(0)	0,7899	0,5648
	<i>Logsum saavutettavuusmallista</i>	1*	1,945*
		14,3	36,7
	<i>Kokotekijä</i>	1	1
	<i>Asuinkunnan asukkaat</i>	42,65*	
		8,6	
	<i>Asukkaat + 1</i>		1
	<i>Muun kunnan asukkaat + 1</i>	1	
	<i>Palvelutyöpaikat</i>	0,07230*	2,178*
		1,5	3,4
	<i>Myymälärakennusten kerrosala</i>	0,2903*	0,003735
		-2,4	-1

* Kerroin on korjattu vastaamaan HEHA 2007–2008 -aineiston etäisyysjakauksia.

Taulukko 40. Pääkaupunkiseudulla tehtyjen työperäisten matkojen suuntautumis- ja saavutettavuusmalli.

Työperäiset matkat			
		kerroin (alla t-arvo)	
		PKS	
		EHAP	HAP
Saavutettavuusmalli	roo2(c)	0,3254	0,3568
	<i>Ln (etäisyys + 1) (KL)</i>	-2,947	-3,324
		-11,4	-18,2
	<i>Matka-aika² (JL)</i>		-0,0004052
			-3,4
	<i>Yleistetty matkavastus [€] (HA)</i>	-0,3537	-0,3635
		-2,3	-3,7
	<i>Yleistetty matkavastus [€] (JL)</i>	-0,1096	
		-1,0	
	<i>Matkakustannus (JL)</i>		-0,4336
			-2,1
	<i>Pysäköintikustannus (HA)</i>	-0,7921	-1,443
		-1,8	-6,7
	<i>Autoa per ruokakunta (HA)</i>	1,75	1,413
		3,4	5,1
Suuntautumismalli	roo2(0)	0,405	0,3601
	<i>Logsum saavutettavuusmallista</i>	1,238	1,0394*
		21,2	39,1
	<i>Kokotekijä</i>	1	1
	<i>Asukkaat, sama kunta</i>	40,00	
		2,7	
	<i>Asukkaat, muu kunta + 1</i>	1	
	<i>Asukkaat + 1</i>		1
	<i>Palvelutyöpaikat, jos matka kantakaupungin sisäin</i>	59,32	
		2,9	
	<i>Palvelutyöpaikat muuten</i>	22,13	
		2,1	
	<i>Palvelutyöpaikat</i>		2,648*
			4,1
	<i>Myymälärakennusten kerrosala</i>	4,759	0,4535*
		2,7	-9,7

* Kerroin on korjattu vastaamaan HEHA 2007–2008 -aineiston etäisyysjakaumia.

Taulukko 41. Kehyskunnissa tehtyjen työperäisten matkojen suuntautumis- ja saavutettavuusmalli.

Työperäiset matkat			
		kerroin (alla t-arvo)	
		KEHYS	
		EHAP	HAP
Saavutettavuusmalli	roo2(c)	0,5991	0,3479
	<i>Ln (etäisyys + 1) (KL)</i>	-6,292	-3,771
		-6,0	-9,9
	<i>Yleistetty matkavastus [€] (HA)</i>		-0,3856
			-5,1
	<i>Yleistetty matkavastus [€] (JL)</i>	-0,3833	
		3,2	
	<i>Yleistetty matkavastus, pysäköintikustannus mukana [€] (HA)</i>	-0,7888	
		-2,6	
	<i>Painotettu kokonaismatka-aika [min] (JL)</i>		-0,03523
			-4,4
	<i>Matkakustannus (JL)</i>		-0,1286
			-1,1
	<i>Pysäköintikustannus (HA)</i>		-0,1987
			-0,6
	<i>Autoa per ruokakunta (HA)</i>	4,996	1,513
Suuntautumismalli		-3,0	3,5
	<i>Kantakaupunki-binäärimuuttuja (JL)</i>	2,245	
		3,2	
	<i>Kantakaupunki-binäärimuuttuja (HA)</i>		-1,845
			-8,3
	<i>Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (KL)</i>	7,253	3,633
		14,2	15,0
	<i>Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (HA)</i>	-5,722	0,82
		-11,8	4,5
	roo2(0)	0,5904	0,4275
	<i>Logsum saavutettavuusmallista</i>	0,5664	0,7048
		10,7	18,3
	<i>Kokotekijä</i>	1	1
	<i>Asukkaat + 1</i>	1	1
		-	-
	<i>Palvelutyöpaikat pääkaupunkiseudulla</i>	11,76	35,98
		1,5	2,6
	<i>Palvelutyöpaikat kehyskunnissa</i>	974,6	1230
		4,8	5,4
	<i>Myymläarakennusten kerrosala</i>	1,045	3,287
		0	0,9

* Kerroin on korjattu vastaamaan HEHA 2007–2008 -aineiston etäisyysjakauksia.

Taulukko 42. Muiden kuin työ- tai kotiperäisten matkojen suuntautumis- ja saavutettavuusmalli pääkaupunkiseudulla.

Muut kuin työ- tai kotiperäiset matkat			
		kerroin (alla t-arvo)	
		PKS	
		EHAP	HAP
Saavutettavuusmalli	roo2(c)	0,3385	0,3455
	<i>Ln (etäisyys + 1) (KL)</i>	-3,217	-3,381
		-21,3	-15,7
	<i>Matka-aika² (HA)</i>	-0,00269	-0,002349
		-2,9	-2,9
	<i>Matka-aika² (JL)</i>	-0,0003127	-0,000614
		-4,3	-4,8
	<i>Ajokustannus (HA)</i>	-0,3979	-0,8505
		-1,5	-2,6
	<i>Matkakustannus (JL)</i>	-0,8444	-1,033
		-4,5	-3,4
	<i>Pysäköintikustannus (HA)</i>	-3,076	-3,180
		-5,2	-10,1
	<i>Autoa per ruokakunta (HA)</i>	1,405	2,106
		4,4	6,8
	<i>Kantakaupunki-binäärimuuttuja (JL)</i>	0,6630	
		4,7	
Suuntautumismalli	<i>Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (KL)</i>	2,706	2,088
		8,9	4,8
	<i>Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (HA)</i>	-2,221	-0,7562
		-5,9	-1,7
	roo2(0)	0,5788	0,4668
	<i>Logsum saavutettavuusmallista</i>	1,349	1,002
		33,9	34,4
	<i>Kokotekijä</i>	1	1
	<i>Saman kunnan asukkaat</i>	2,199	2,422
		3,1	4,9
	<i>Muun kunnan asukkaat + 1</i>	1	1
	<i>Palvelutyöpaikat, jos matka kantakaupungin sisäinen</i>	3,174*	
		3,1	
	<i>Palvelutyöpaikat muuten</i>	1,668	
		1,3	
	<i>Palvelutyöpaikat</i>		1,673
			1,8
	<i>Myymälärakennusten kerrosala</i>	0,6716*	0,7172
		-1,7	-1,7

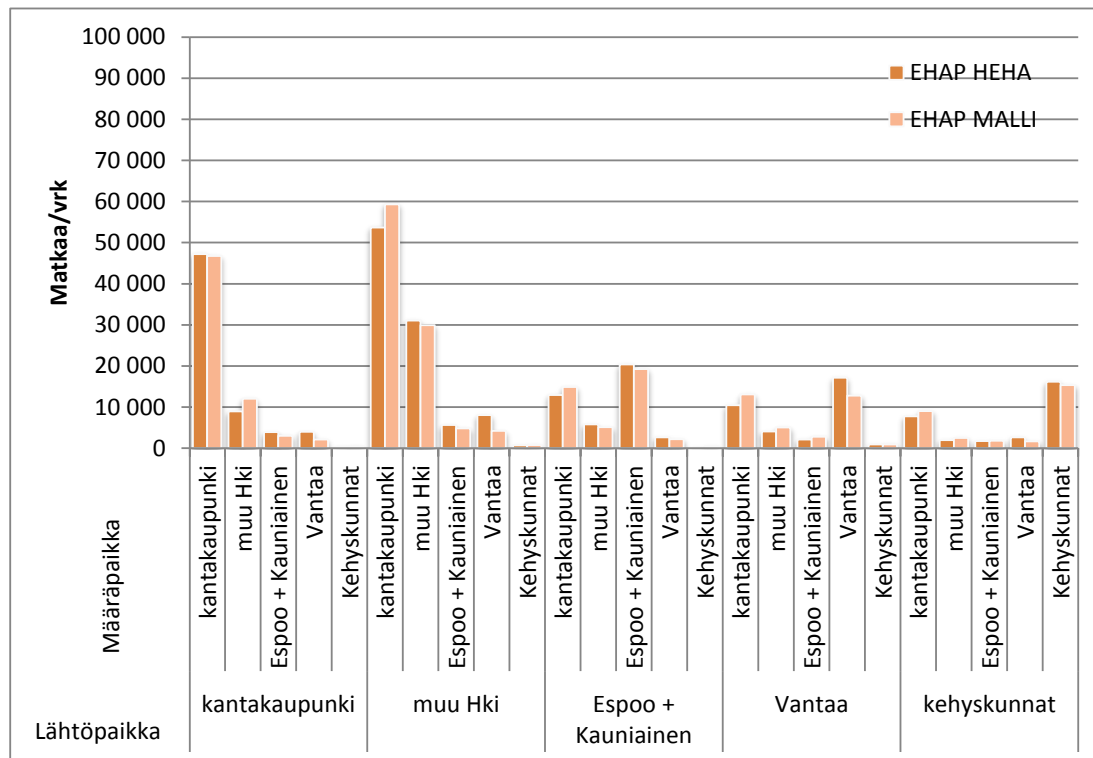
* Kerroin on korjattu vastaamaan HEHA 2007–2008 -aineiston etäisyysjakaumia.

Taulukko 43. Muiden kuin työ- tai kotiperäisten matkojen suuntautumis- ja saavutettavuusmalli kehyskunnissa.

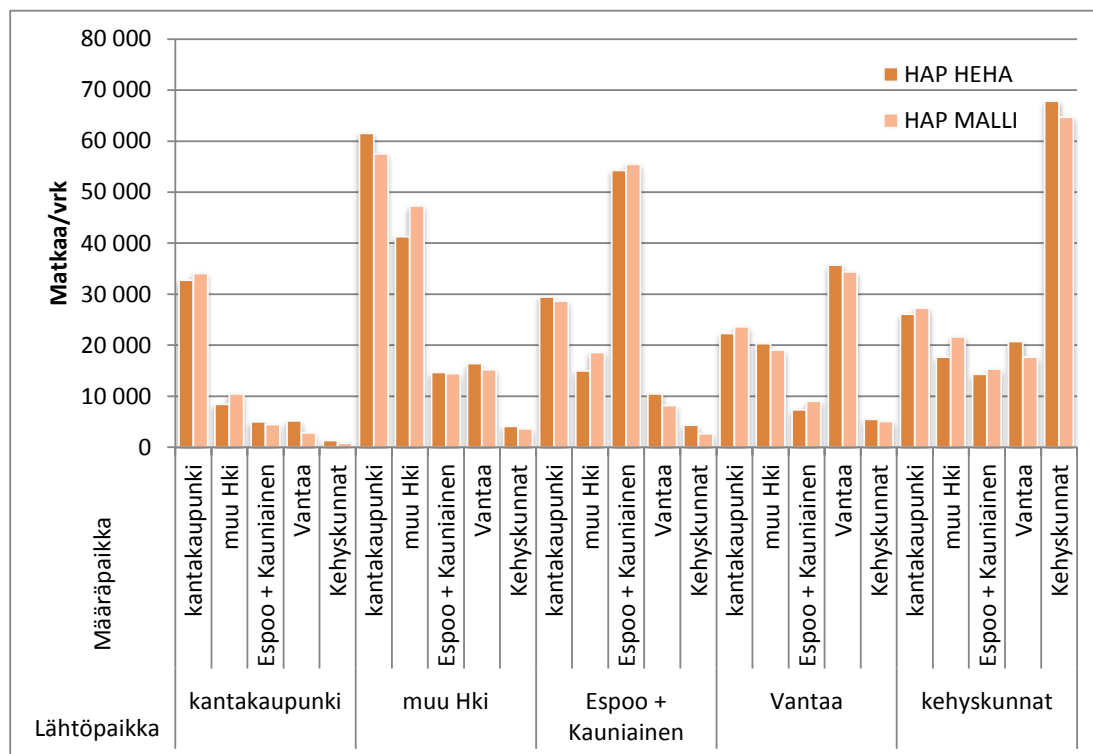
Muut kuin työ- tai kotiperäiset matkat		
	kerroin (alla t-arvo)	
		KEHYS
Saavutettavuusmalli	roo2(c)	0,1784
	<i>Ln (etäisyys + 1) (KL)</i>	-3,961
		-3,2
	<i>Yleistetty matkavastus [€] (HA)</i>	-0,2931
		-3,1
	<i>Yleistetty matkavastus [€] (JL)</i>	-0,1897
		-3,0
	<i>Pysäköintikustannus (HA)</i>	-1,578
		-2,4
	<i>Kantakaupunki-binäärimuuttuja (JL)</i>	1,019
		3,1
	<i>Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (KL)</i>	3,998
Suuntautumismalli		23,8
	<i>Vaihtoehtokohtainen binäärimuuttuja (HA)</i>	1,738
		11,5
	roo2(0)	0,6707
	<i>Logsum saavutettavuusmallista</i>	1,385*
		21,9
	<i>Kokotekijä</i>	1
	<i>Saman kunnan asukkaat</i>	3,781
		2,5
	<i>Muun kunnan asukkaat + 1</i>	1
	<i>Palvelutyöpaikat pääkaupunkiseudulla</i>	5,68
		3
	<i>Palvelutyöpaikat kehyskunnissa</i>	386,4*
		11,6
	<i>Myymälärakennusten kerrosala</i>	0,6105*
		-1,1

* Kerroin on korjattu vastaamaan HEHA 2007–2008 -aineiston etäisyysjakaumia.

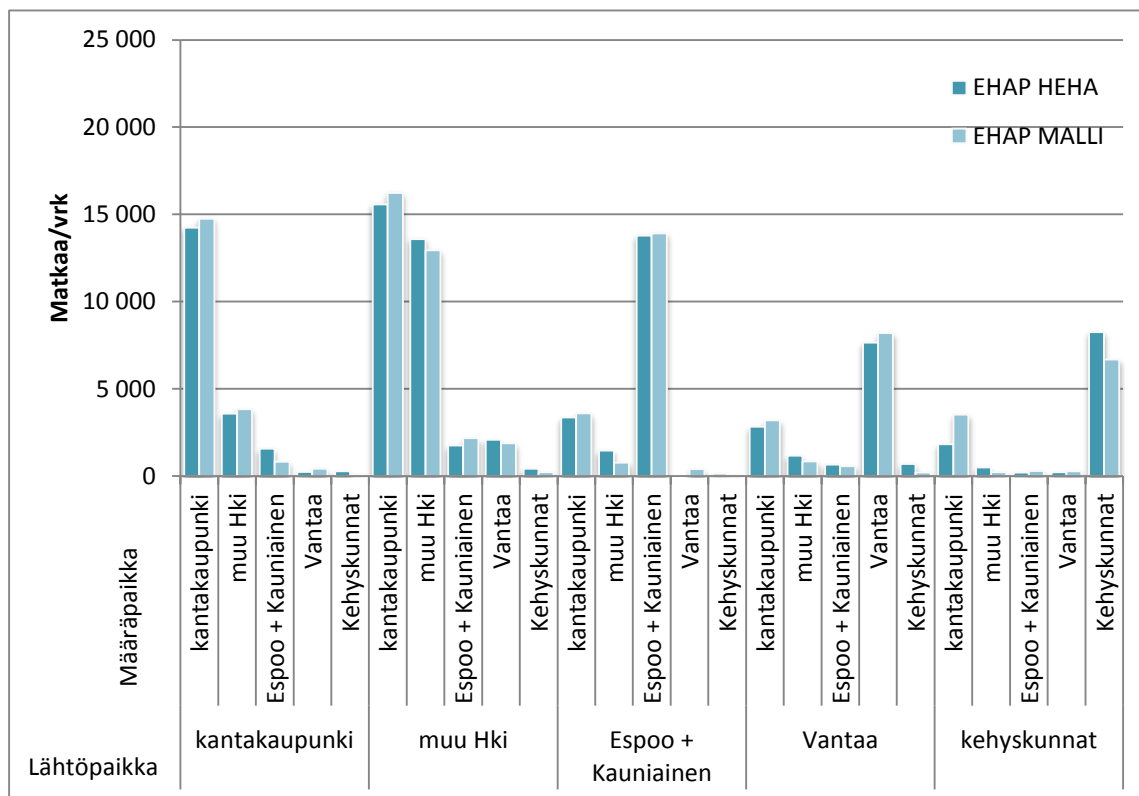
Liite 5. Suuntautumismallien ja HEHA 2007–2008:n aineistojen vertailua.



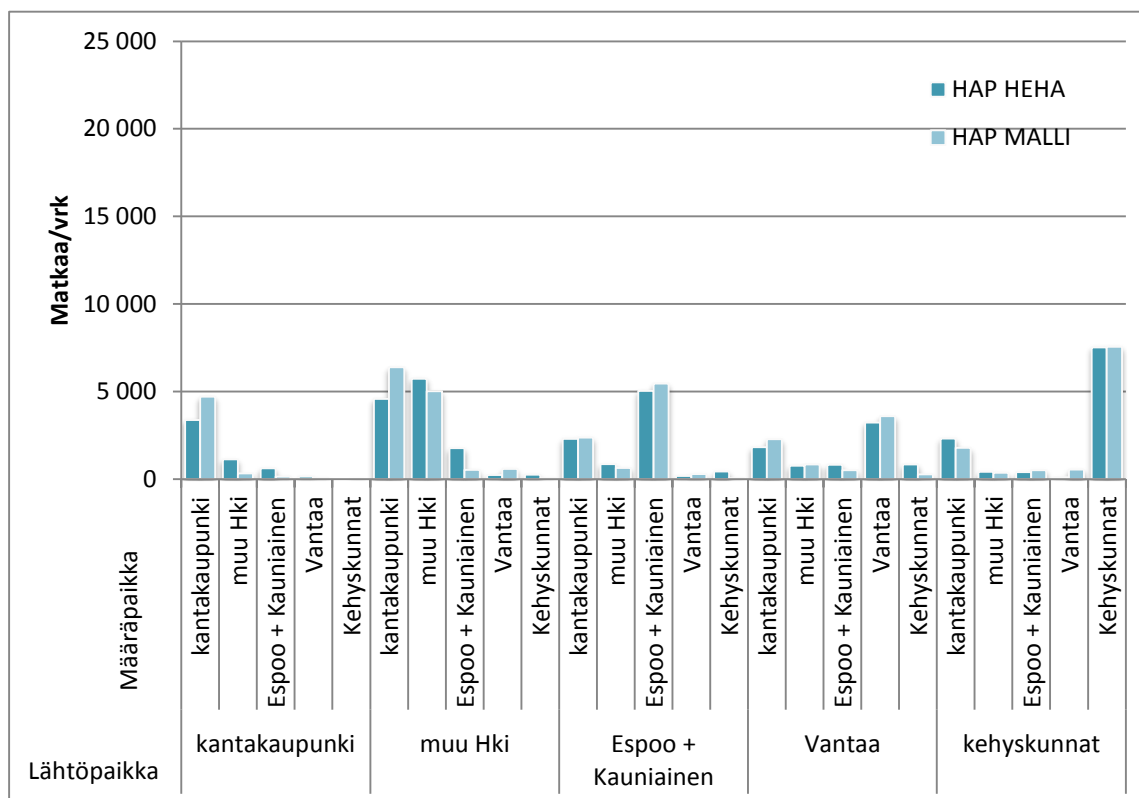
Kuva 38. Kotiperäisten työmatkojen suuntautuminen – EHP. Vertailtu HEHA 2007–2008:ssa havaittujen ja mallin ennustamien suuntautumisten välillä nykytilanteessa.



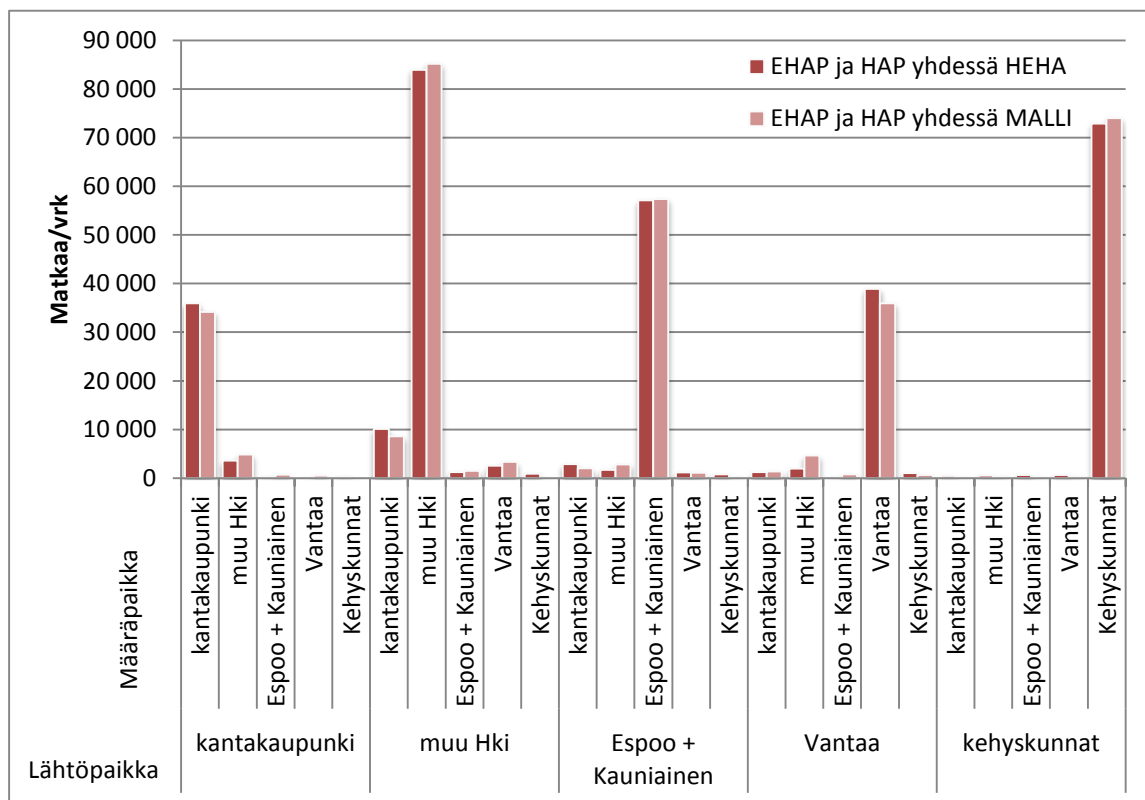
Kuva 39. Kotiperäisten työmatkojen suuntautuminen – HAP. Vertailtu HEHA 2007–2008:ssa havaittujen ja mallin ennustamien suuntautumisten välillä nykytilanteessa.



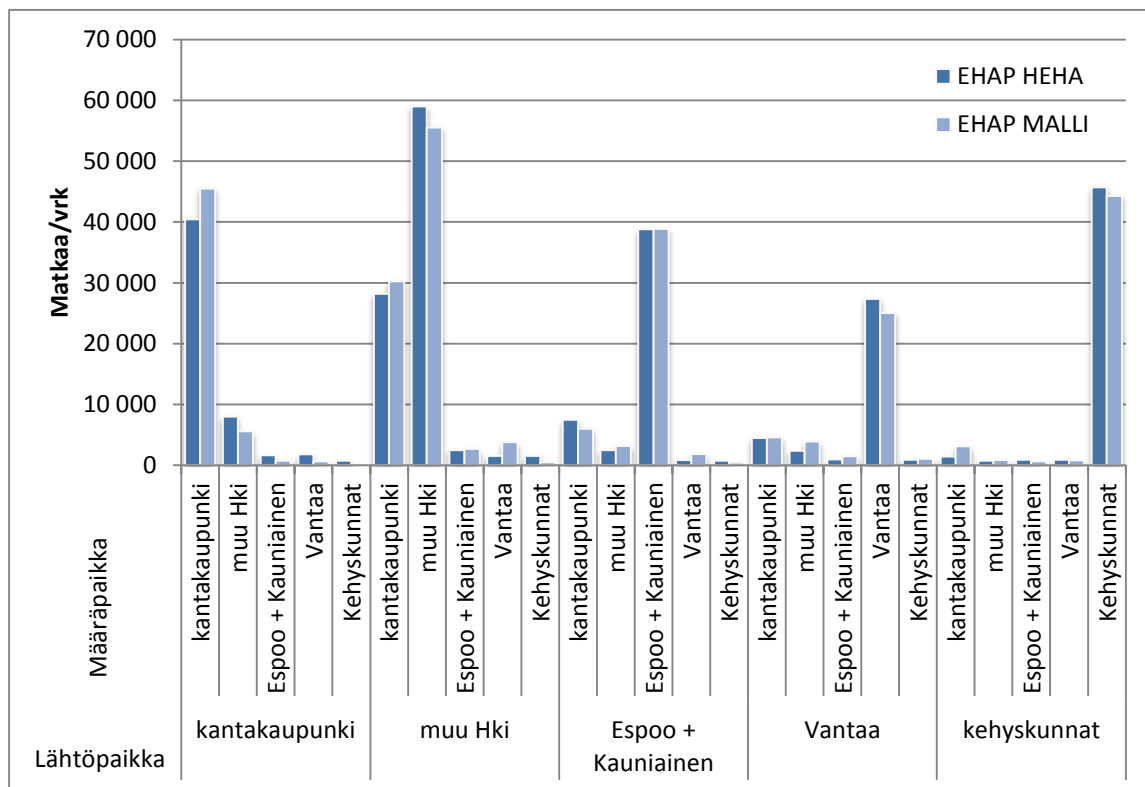
Kuva 40. Kotiperäisten opiskelumatkojen suuntautuminen – EHAP. Vertailtu HEHA 2007–2008:ssa havaittujen ja mallin ennustamien suuntautumisten välillä nykytilanteessa.



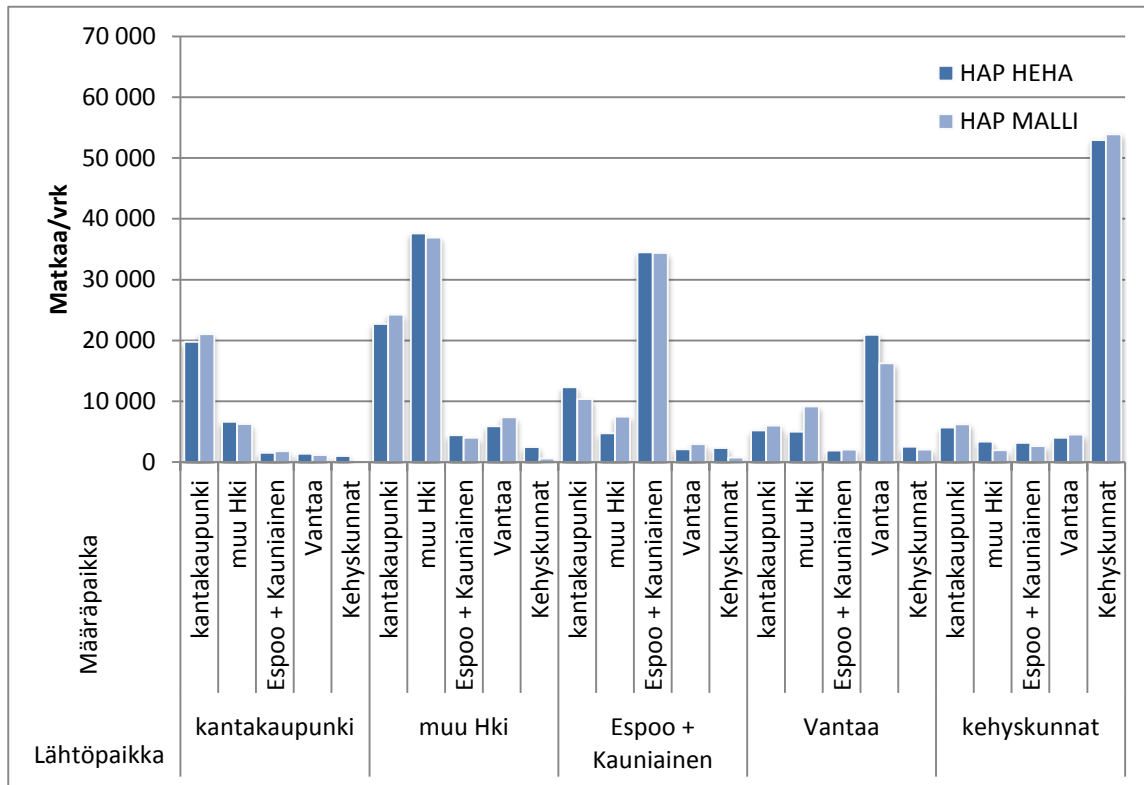
Kuva 41. Kotiperäisten opiskelumatkojen suuntautuminen – HAP. Vertailtu HEHA 2007–2008:ssa havaittujen ja mallin ennustamien suuntautumisten välillä nykytilanteessa.



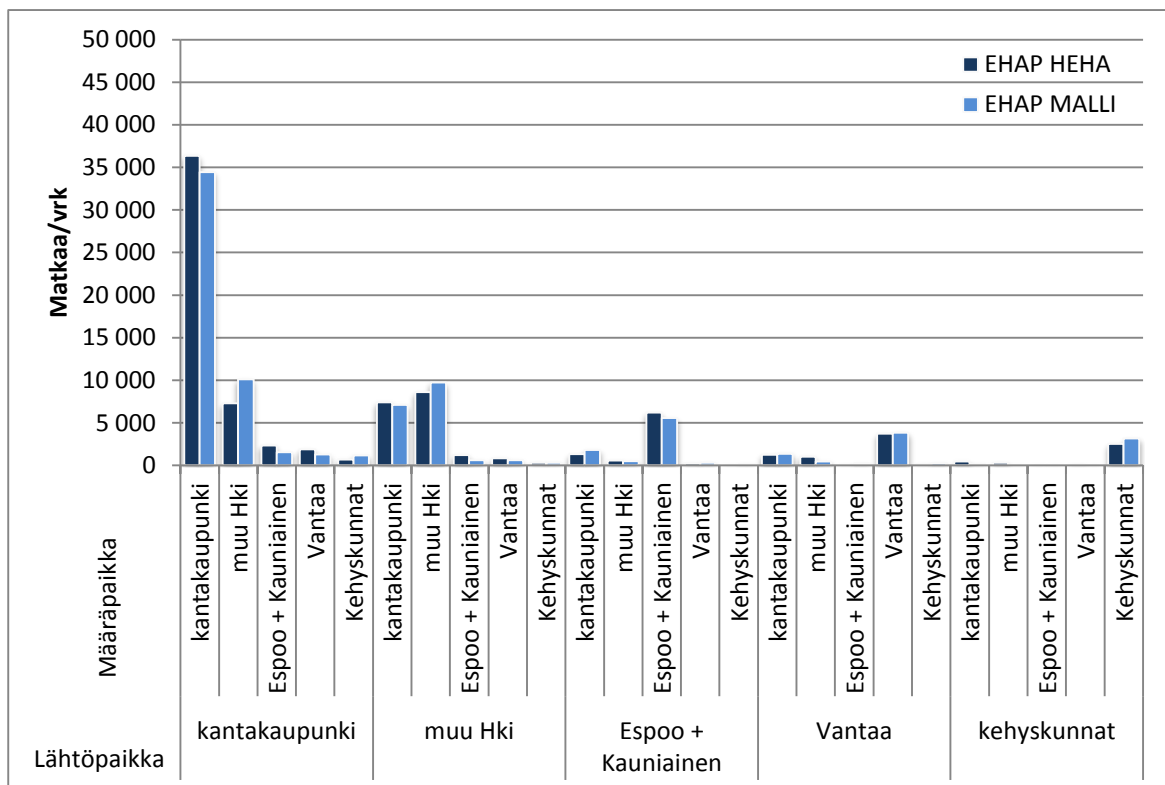
Kuva 44. Kotiperäisten liikunta- ja ulkoilumatkojen suuntautuminen – EHAP ja HAP. Vertailtu HEHA 2007–2008:ssa havaittujen ja mallin ennustamien suuntautumisten välillä nykytilanteessa.



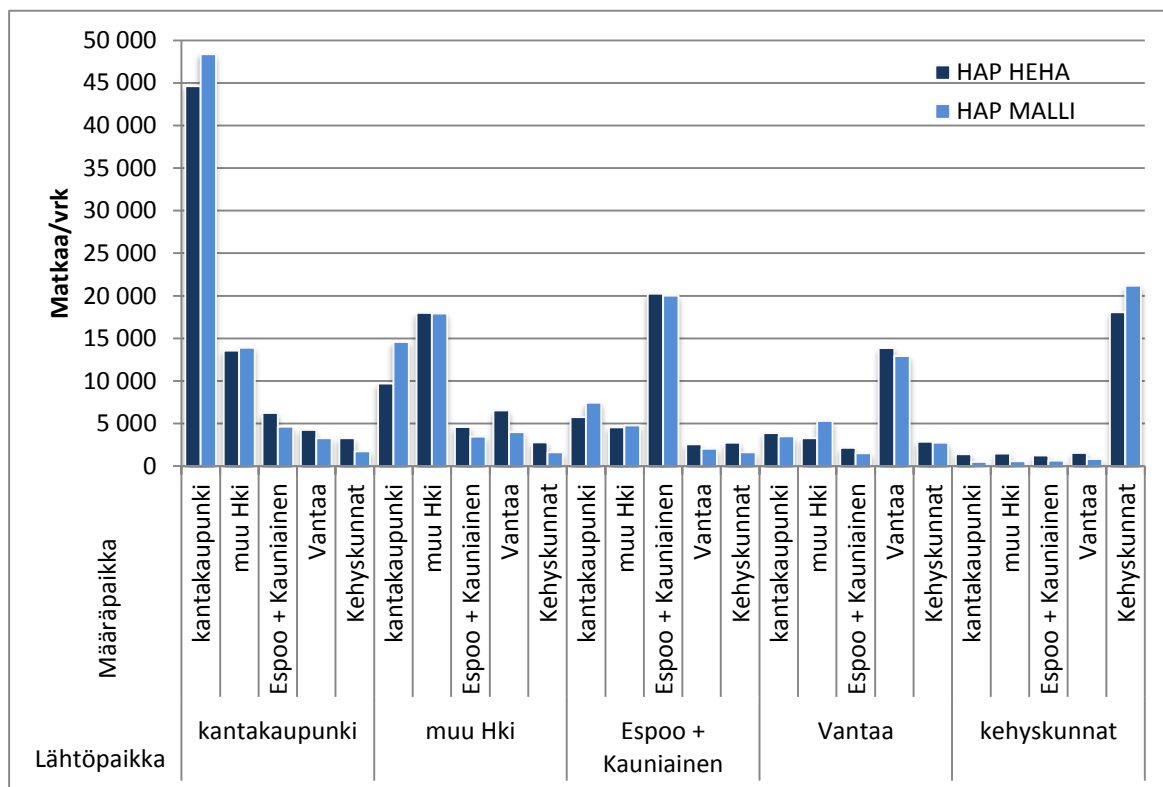
Kuva 45. Kotiperäisten muiden matkojen suuntautuminen – EHAP. Vertailtu HEHA 2007–2008:ssa havaittujen ja mallin ennustamien suuntautumisten välillä nykytilanteessa.



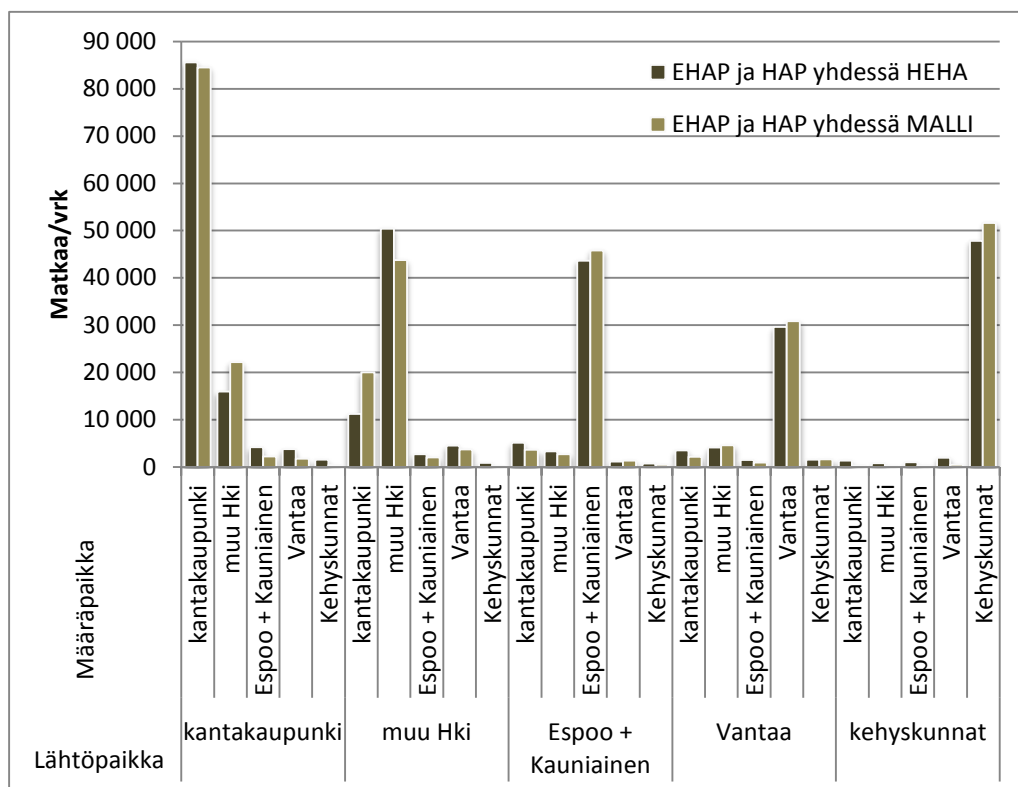
Kuva 46. Kotiperäisten muiden matkojen suuntautuminen – HAP. Vertailtu HEHA 2007–2008:ssa havaittujen ja mallin ennustamien suuntautumisten välillä nykytilanteessa.



Kuva 47. Työperäisten matkojen suuntautuminen – EHAP. Vertailtu HEHA 2007–2008:ssa havaittujen ja mallin ennustamien suuntautumisten välillä nykytilanteessa.

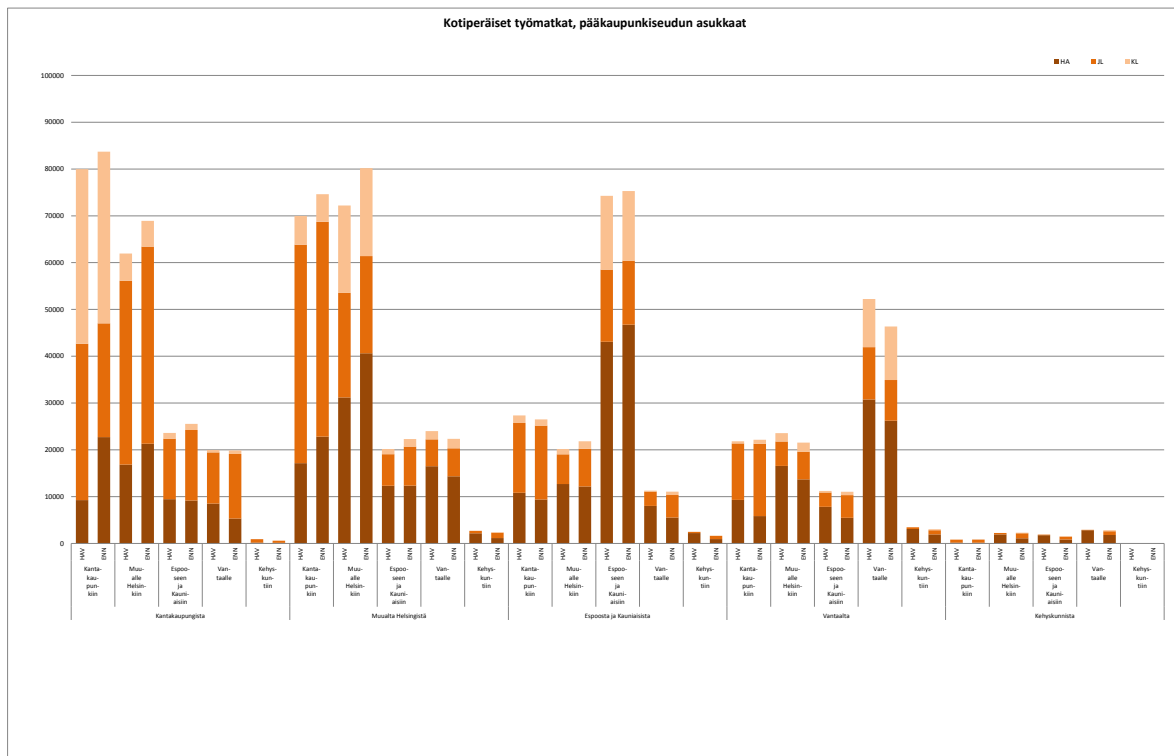


Kuva 48. Työperäisten matkojen suuntautuminen – HAP. Vertailtu HEHA 2007–2008:ssa havaittujen ja mallin ennustamien suuntautumisten välillä nykytilanteessa.

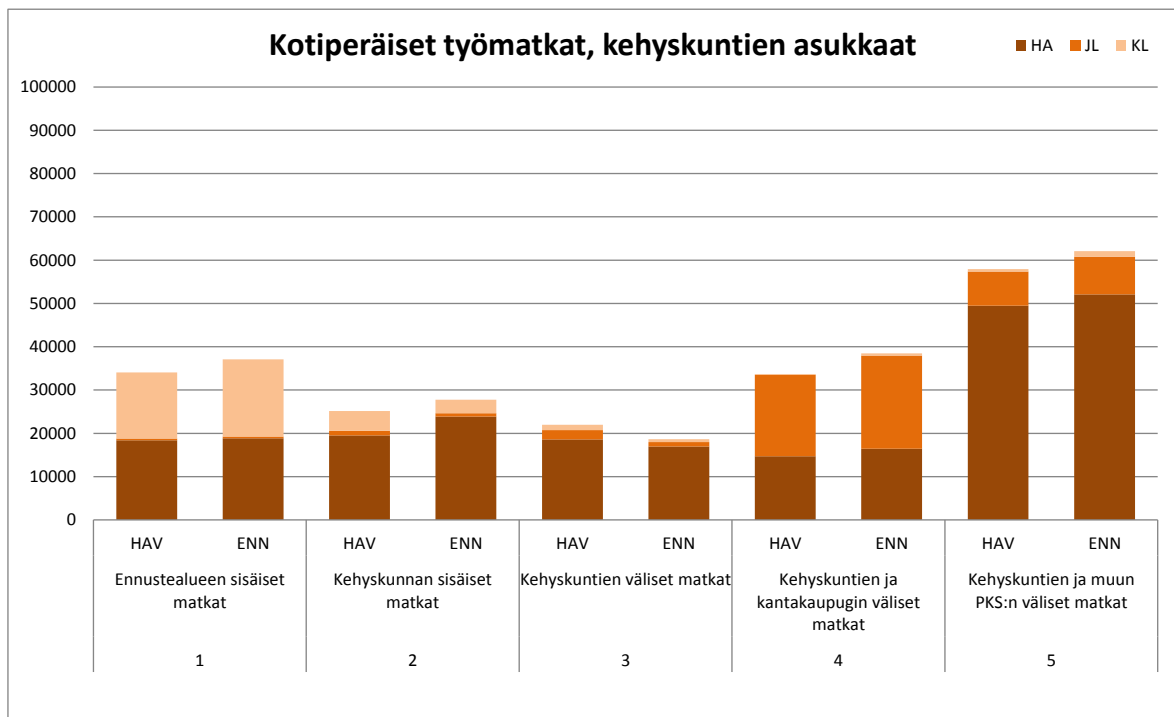


Kuva 49. Muiden kuin työ- tai kotiperäisten matkojen suuntautuminen – EHAP ja HAP. Vertailtu HEHA 2007–2008:ssa havaittujen ja mallin ennustamien suuntautumisten välillä nykytilanteessa.

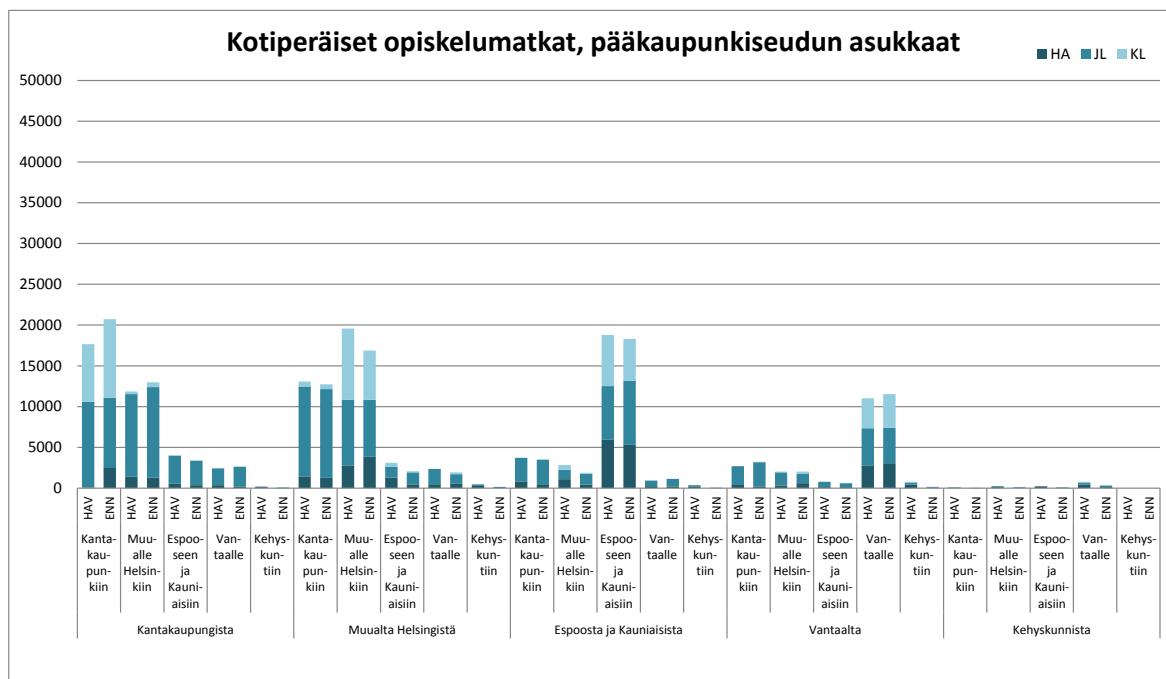
Liite 6. Mallin ennustamien ja HEHA 2007–2008 –aineistossa havaittujen matkamäärien vertailu matkaryhmittäin ja suunnittain sekä kulkutavan mukaan.



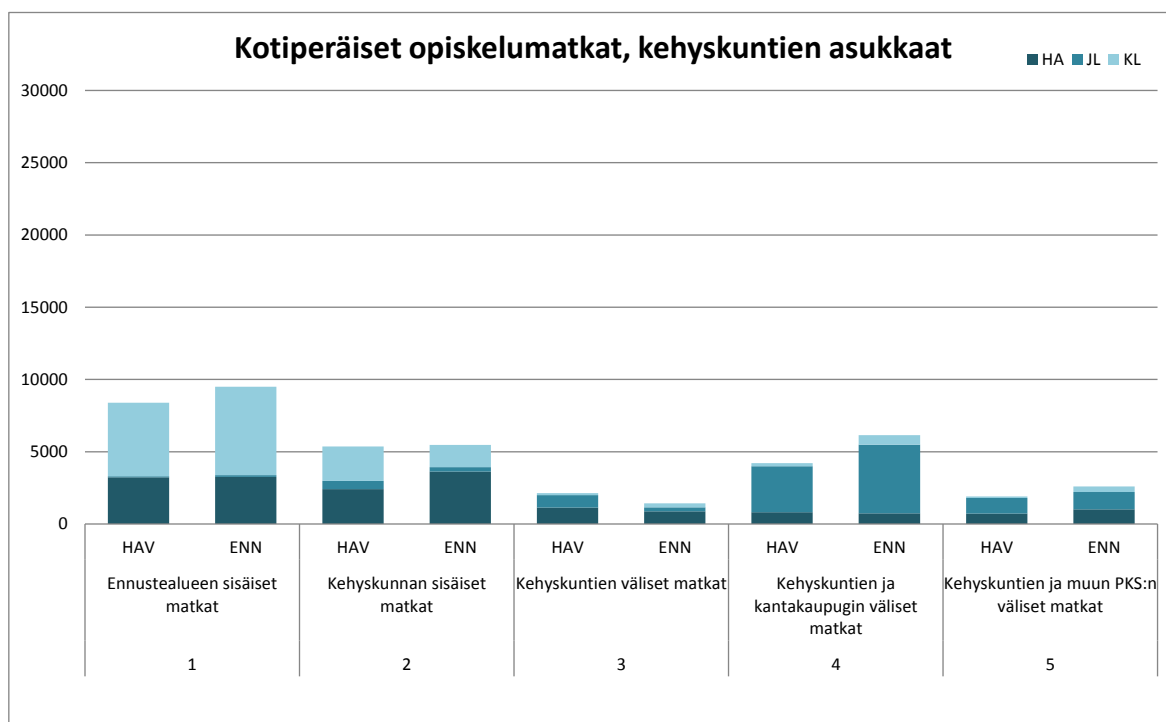
Kuva 50. Mallin ennustamien ja HEHA 2007–2008 –aineistossa havaittujen matkamäärien vertailu, pääkaupunkiseudun asukkaiden kotiperäiset työmatkat vuorokaudessa.



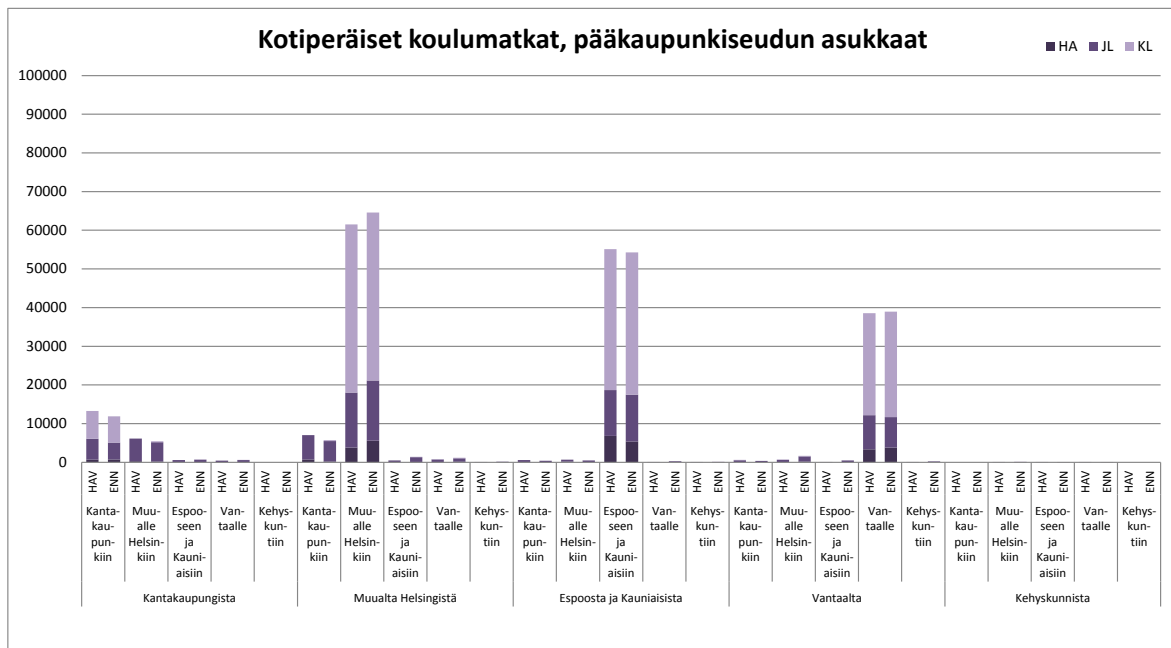
Kuva 51. Mallin ennustamien ja HEHA 2007–2008 -aineistossa havaittujen matkamäärien vertailu, kehyskuntien asukkaiden kotiperäiset työmatkat vuorokaudessa.



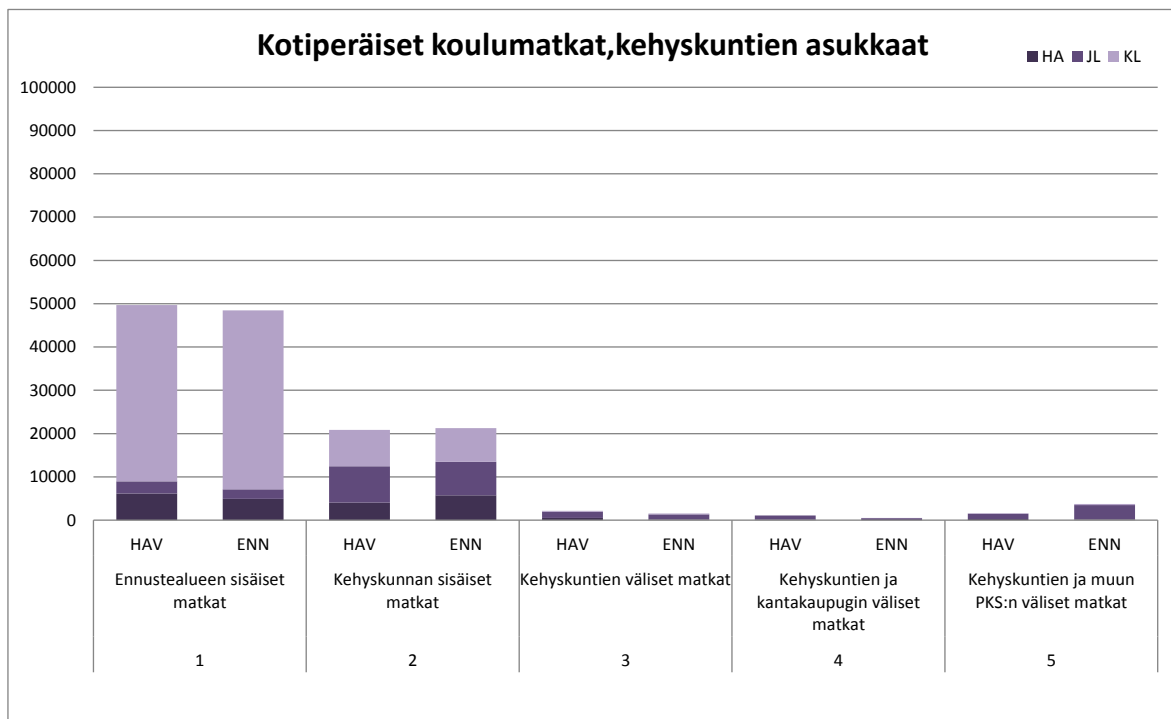
Kuva 52. Mallin ennustamien ja HEHA 2007–2008 -aineistossa havaittujen matkamäärien vertailu, pääkaupunkiseudun asukkaiden kotiperäiset opiskelumatkat vuorokaudessa.



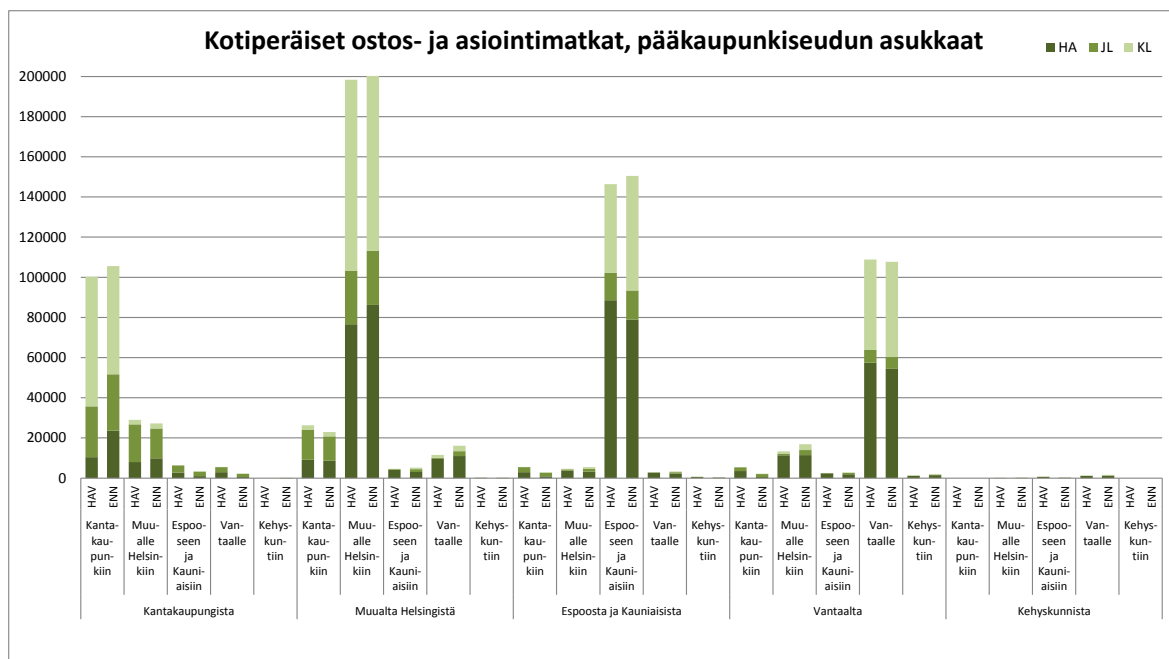
Kuva 53. Mallin ennustamien ja HEHA 2007–2008 -aineistossa havaittujen matkamäärien vertailu, kehyskuntien asukkaiden kotiperäiset opiskelumatkat vuorokaudessa.



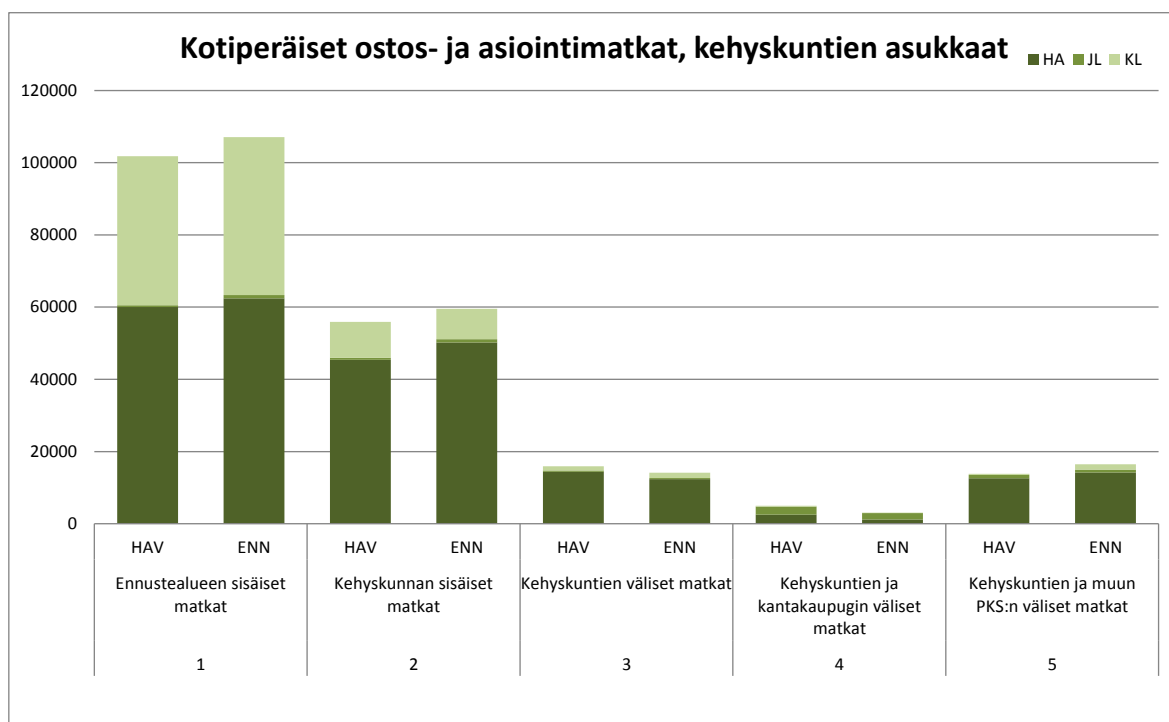
Kuva 54. Mallin ennustamien ja HEHA 2007–2008 -aineistossa havaittujen matkamäärien vertailu, pääkaupunkiseudun asukkaiden kotiperäiset koulumatkat vuorokaudessa.



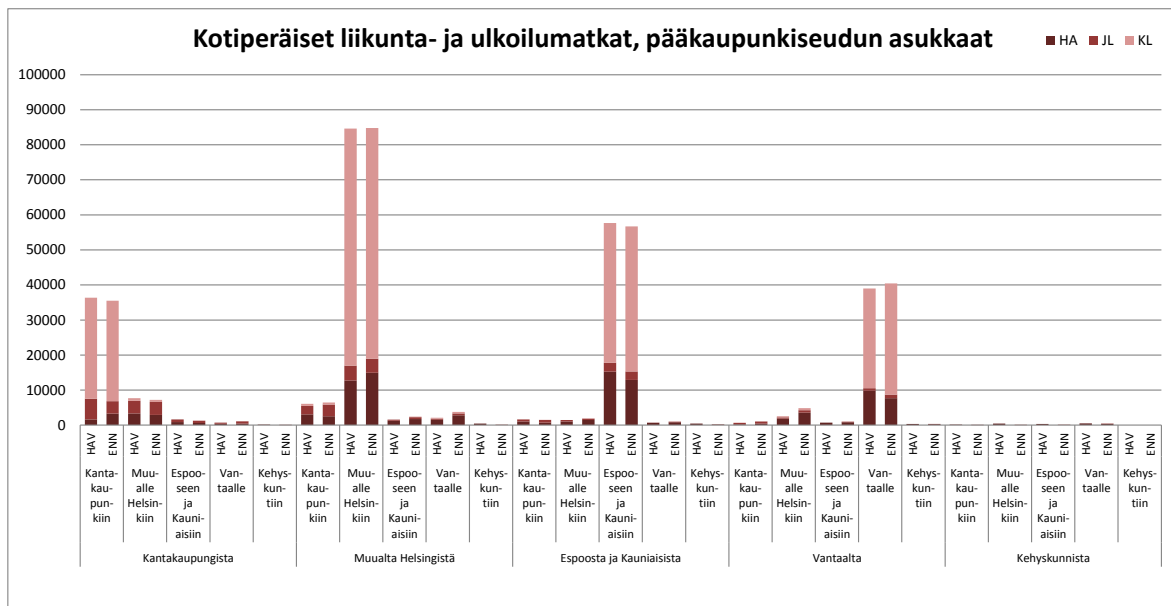
Kuva 55. Mallin ennustamien ja HEHA 2007–2008 -aineistossa havaittujen matkamäärien vertailu, kehyskuntien asukkaiden kotiperäiset koulumatkat vuorokaudessa.



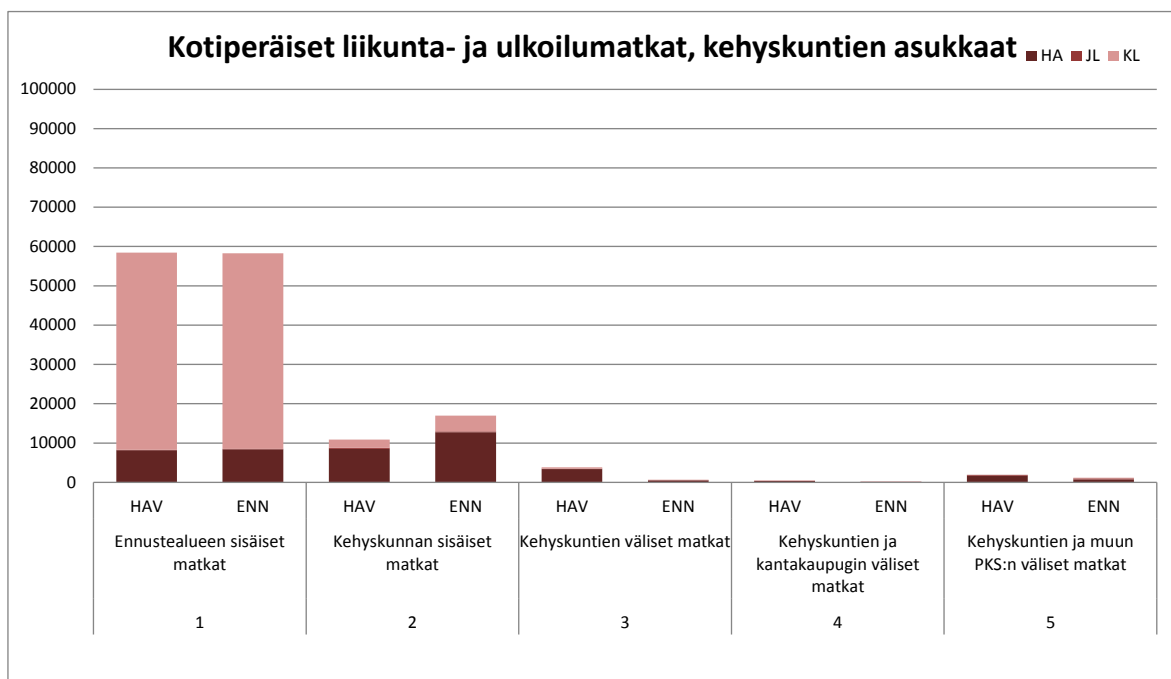
Kuva 56. Mallin ennustamien ja HEHA 2007–2008 -aineistossa havaittujen matkamäärien vertailu, pääkaupunkiseudun asukkaiden kotiperäiset ostos- ja asiointimatkat vuorokaudessa.



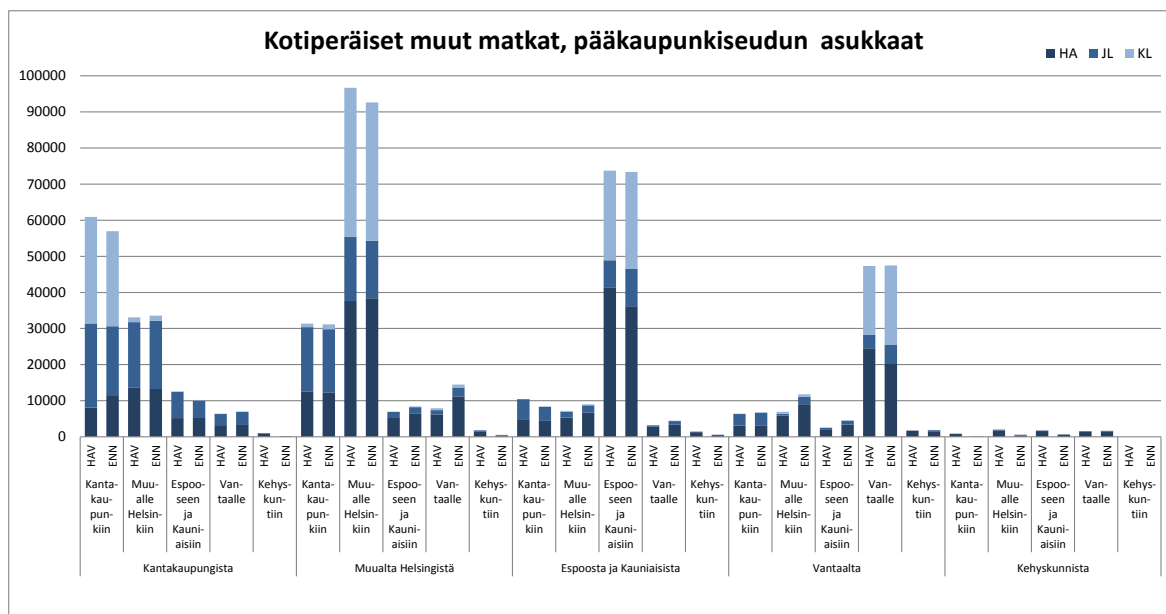
Kuva 57. Mallin ennustamien ja HEHA 2007–2008 -aineistossa havaittujen matkamäärien vertailu, kehyskuntien asukkaiden kotiperäiset ostos- ja asiointimatkat vuorokaudessa.



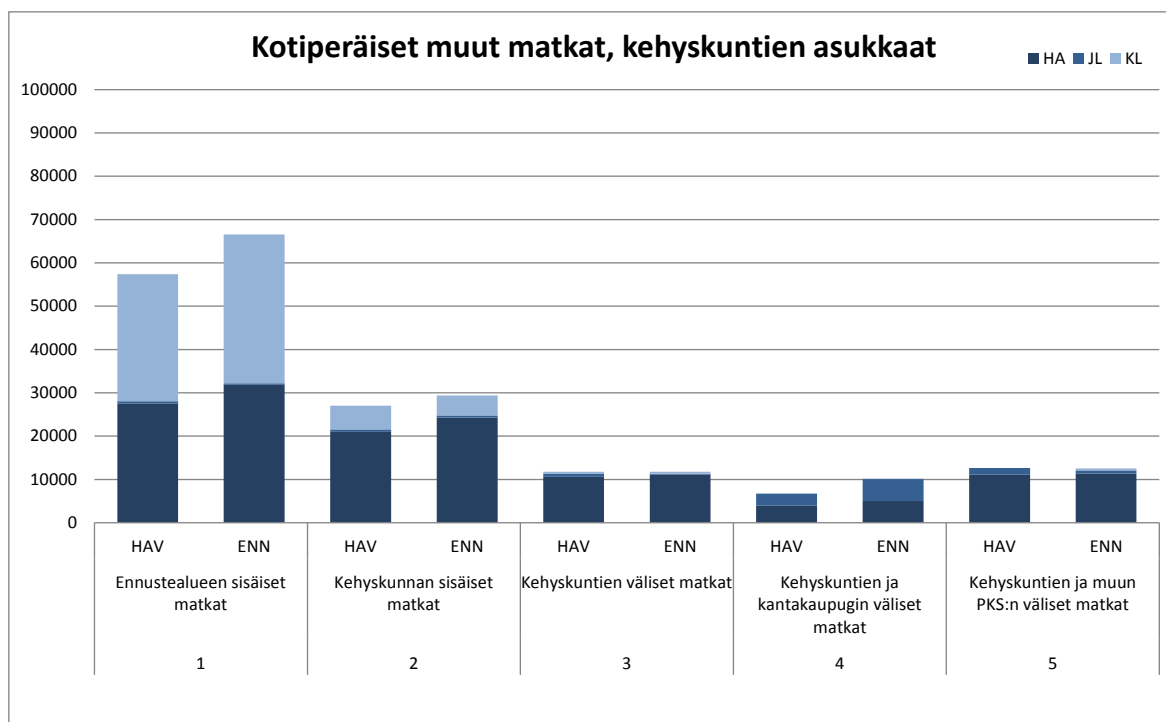
Kuva 58. Mallin ennustamien ja HEHA 2007–2008 -aineistossa havaittujen matkamäärien vertailu, pääkaupunkiseudun asukkaiden kotiperäiset liikunta- ja ulkoilumatkat vuorokaudessa.



Kuva 59. Mallin ennustamien ja HEHA 2007–2008 -aineistossa havaittujen matkamäärien vertailu, kehyskuntien asukkaiden kotiperäiset liikunta- ja ulkoilumatkat vuorokaudessa.



Kuva 60. Mallin ennustamien ja HEHA 2007–2008 -aineistossa havaittujen matkamäärien vertailu, pääkaupunkiseudun asukkaiden kotiperäiset muut matkat vuorokaudessa.

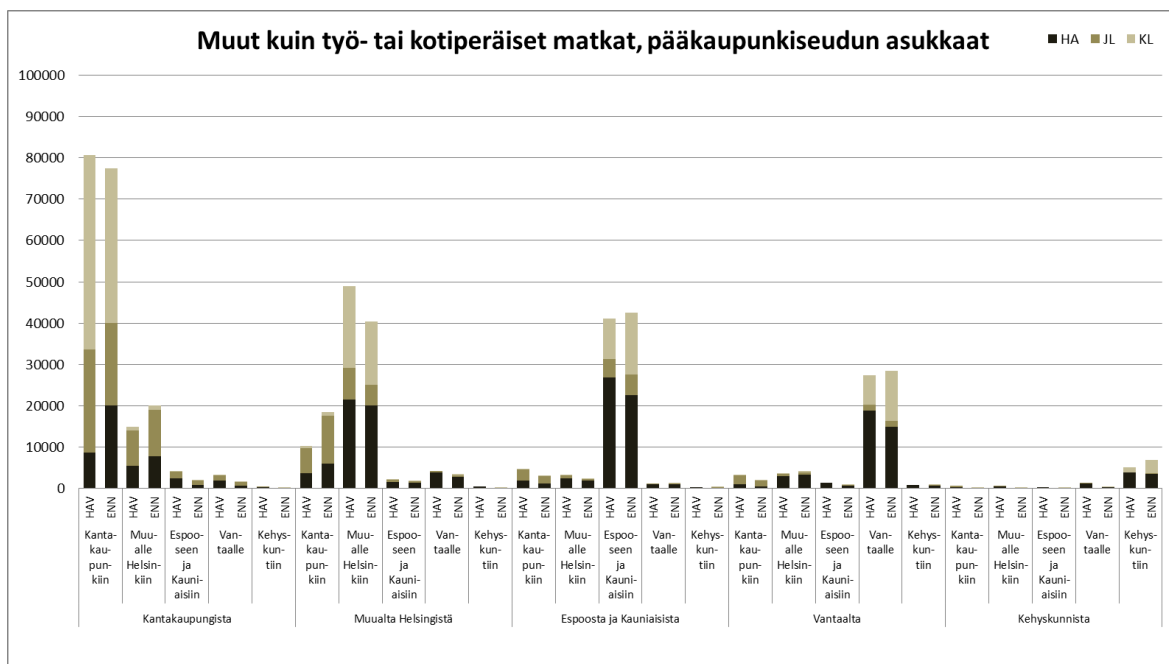


Kuva 61. Mallin ennustamien ja HEHA 2007–2008 -aineistossa havaittujen matkamäärien vertailu, kehyskuntien asukkaiden kotiperäiset muut matkat vuorokaudessa.

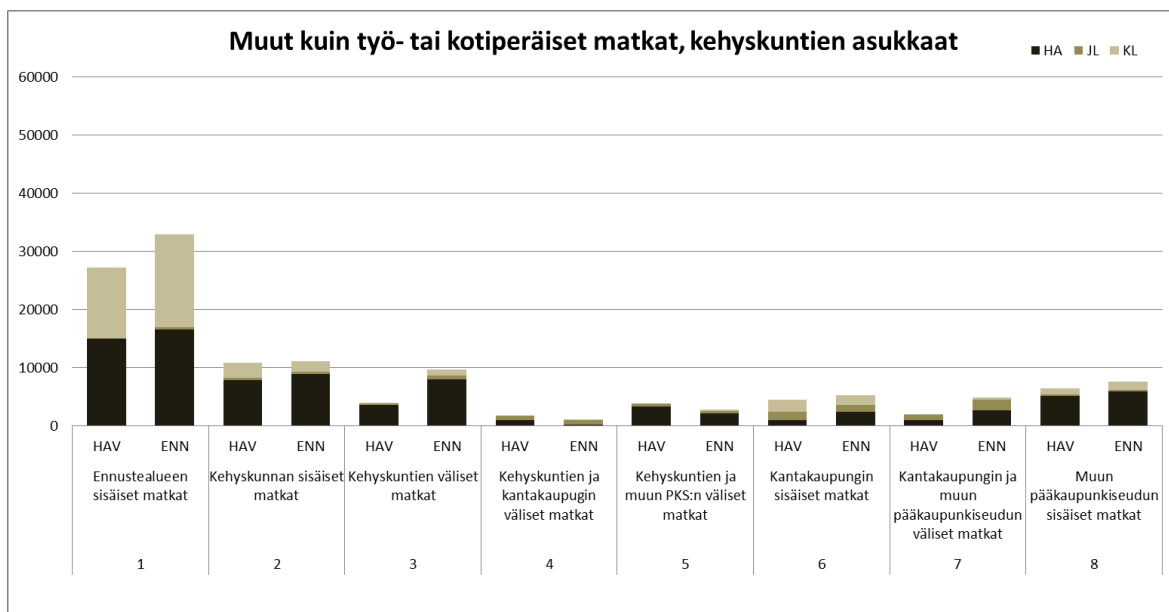
Työperäiset matkat, kehyskuntien asukkaat

Kategoria	HA	JL	KL
1 Ennustealueen sisäiset matkat	5500	3500	0
2 Kehyskunnan sisäiset matkat	4800	500	0
3 Kehyskuntien väliset matkat	3500	0	0
4 Kehyskuntien ja kantakaupungin väliset matkat	2500	1500	0
5 Kehyskuntien ja muun PKS:n väliset matkat	7500	1000	0
6 Kantakaupungin sisäiset matkat	1000	1000	2500
7 Kantakaupungin ja muun pääkaupunkiseudun väliset matkat	4000	1000	0
8 Muun pääkaupunkiseudun sisäiset matkat	11000	1500	0

Kuva 63. Mallin ennustamien ja HEHA 2007–2008 -aineistossa havaittujen matkamäärien vertailu, kehyskuntien asukkaiden työperäiset matkat vuorokaudessa.



Kuva 64. Mallin ennustamien ja HEHA 2007–2008 -aineistossa havaittujen matkamäärien vertailu, pääkaupunkiseudun asukkaiden muut kuin työ- tai kotiperäiset matkat vuorokaudessa.



Kuva 65. Mallin ennustamien ja HEHA 2007–2008 -aineistossa havaittujen matkamäärien vertailu, kehyskuntien asukkaiden muut kuin työ- tai kotiperäiset matkat vuorokaudessa.

ISSN 1798-6184 (pdf)
ISBN 978-952-253-126-1 (pdf)

.....

Opastinsilta 6A, Helsinki
PL 100, 00077 HSL
puh. (09) 4766 4444
etunimi.sukunimi@hsl.fi

.....

Semaforbron 6 A, Helsingfors
PB 100, 00077 HRT
tfn (09) 4766 4444
fornamn.efternamn@hsl.fi

www.hsl.fi