

3

.....  
2014

Saavutettavuustarkastelut ja  
joukkoliikenteen matka-aikasaavutettavuus,  
SAVU&MASA





# Saavutettavuustarkastelut ja joukkoliikenteen matka-aikasaavutettavuus, SAVU&MASA

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

Lisätietoja: Liikennetutkija Pekka Rätty  
Projekti-insinööri Ville Lepistö  
etunimi.sukunimi@hsl.fi

Kansikuva: HSL / Heli Skippari

Helsinki 2014

## Esipuhe

Helsingin seudun liikennejärjestelmäsuunnitelman HLJ 2011 jatkotyönä tehtiin seudun MAL-aiesopimuksen valmistelua varten koko seutua koskeneita saavutettavuustarkasteluja (SAVU) ja muodostettiin niitä varten saavutettavuusmalli (RUUTI2), jotka raportoitiin HSL:n julkaisussa 18/2012. Tehdyt saavutettavuustarkastelut kuvaavat hyvin liikennejärjestelmän ja maankäytön yhteisvaikutusta. Sen vuoksi niitä käytetään myös HLJ 2011 -suunnitelman ja MAL-aiesopimuksen toteutumisen seurannoissa.

Kun edellisessä vaiheessa saavutettavuustarkastelut tehtiin HLJ 2011:n perusvuodelle 2008 sekä sen tavoitevuosille 2020 ja 2035, tässä julkaisussa raportoidussa työssä aikasarjaa täydennettiin vuoden 2012 kuvauksella. Se antaa mahdollisuuden arvioida neljän vuoden aikana tapahtunutta muutosta, minkä lisäksi muodostettu kuvaus toimii aikanaan vertailukohtana myös HLJ 2015 -suunnitelman tavoitevuosille. Tässä julkaisussa dokumentoidaan vuoden 2012 tilannetta koskevat perustulokset sekä työn yhteydessä malliin tehdyt pienet tekniset tarkistukset. Syvällisemmät analyysit tapahtuneista lyhyen aikavälin muutoksista ja niiden syistä esitetään HLJ 2011:n ja MAL-aiesopimuksen seurantaraporteissa keväällä 2014.

SAVU:ssa tarkastelut rajattiin koskemaan kestäviä liikkumismuotoja eli kävelyä, pyöräilyä ja joukkoliikennettä, mutta HSL:llä on tarve seurata saavutettavuutta HSL-alueella myös pelkän joukkoliikenteen kannalta. Sitä varten SAVU:sta jalostettiin tässä työssä myös erillinen joukkoliikenteen matka-aikasaavutettavuustarkastelu MASA, jossa kulkutavan rajauksen lisäksi myös matka-ajan käsittelyä on muokattu joukkoliikenteen tarkasteluihin sopivammaksi. Lisäksi MASA-kuvausten värimaailma suunniteltiin SAVU-kuvauksista poikkeavaksi. HSL:n toiminta- ja taloussuunnitelmaa varten joukkoliikenteen saavutettavuustarkastelut tehtiin syyskausille 2012 ja 2013. Tarkoituksena on, että tarkastelut uusitaan jatkossa vuosittain.

Saavutettavuustarkastelujen päivitys ja joukkoliikenteen saavutettavuustarkastelut tilattiin Strafica Oy:tä, jossa työn toteuttivat Paavo Moilanen ja Osmo Salomaa. HSL:n yhdyshenkilöinä työssä toimivat Pekka Rätty ja Ville Lepistö.



## Tiivistelmäsiivu

Julkaisija: HSL Helsingin seudun liikenne		Päivämäärä 22.1.2014	
Tekijät: HSL Liikennejärjestelmäosasto ja Strafica Oy			
Julkaisun nimi: Saavutettavuustarkastelut ja joukkoliikenteen matka-aikasaavutettavuus, SAVU&MASA			
Rahoittaja / Toimeksiantaja: HSL Helsingin seudun liikenne			
Tiivistelmä:			
<p>Helsingin seudun liikennejärjestelmäsuunnitelman HLJ 2011 jatkotyönä tehtiin seudun MAL-aiesopimuksen valmistelua varten saavutettavuustarkasteluja (SAVU) ja niitä varten erillinen saavutettavuusmalli (RUUTI2), jotka raportoitiin HSL:n julkaisussa 18/2012.</p> <p>Tässä työssä saavutettavuusmalliin tehtiin kevyt päivitys ja tuotettiin kuvaus Helsingin seudun sisäisestä saavutettavuudesta vuonna 2012 HLJ 2011 -suunnitelman ja MAL-aiesopimuksen seuranta varten. Päivityksessä ajantasaistettiin malliin sisältyvät liikennejärjestelmän, maankäytön ja liikkumistottumusten kuvaukset vuoden 2012 mukaisiksi sekä vaihdettiin koordinaatistoksi ETRS-TM35, jota käytetään myös Yhdyskuntarakenteen seurantajärjestelmässä, YKR:ssä. Samalla ostosmatkojen matkakohteiksi vaihdettiin kaupan alan työpaikkojen sijaan vähittäiskaupan alan työpaikat, jolloin kaupan logistiikkakeskukset saatiin rajattua ostosmatkakohteiden ulkopuolelle. Myös työpaikkoja koskeva toimialaluokitus oli vaihtunut TOL 2002:sta TOL 2008:aan nyt ja aiemmin tehtyjen tarkastelujen välillä.</p> <p>Tehtyjen päivitysten takia vuoden 2012 saavutettavuuskuvauks ei ole enää vertailukelpoinen aiemmin muodostetun vuoden 2008 saavutettavuuskuvauksen kanssa. Sen takia myös vuoden 2008 tilanteesta laadittiin uusi kuvaus vuoden 2012 suhteen vertailukelpoisilla aineistoilla. Sen sijaan aiemmin laaditut HLJ 2011:n tavoitevuosien kuvaukset ovat edelleen vertailukelpoisia uusien nykytilakuvauksen kanssa.</p> <p>SAVU-päivitysten lisäksi tarkasteltiin erikseen pelkkää joukkoliikennesaavutettavuutta (MASA). Tarkastelut tehtiin HSL:n toiminta- ja taloussuunnittelua varten siitä liikenteestä, jossa HSL:n liput kelpaavat. Tarkastelujen pohjaksi otettiin SAVU:ssa käytetty saavutettavuusmalli, mutta painotetun matka-ajan sijasta käytettiin puhdasta kokonaismatka-aikaa, johon ei ole sekoitettu koettuun palvelutasoon liittyviä laatutekijöitä. Tarkastelut tehtiin vuosille 2012 ja 2013, joita myös verrattiin keskenään. Lähtöaineistoina käytettiin joukkoliikennerekisteri JORE:n syyskauden kuvauksia kyseisiltä vuosilta. Tulosten esittämistä varten MASA-tarkasteluihin suunniteltiin SAVU-tarkasteluista poikkeava värimaailma. Samoin MASA:n vyöhykemäärittelyt poikkeavat SAVU:sta siten, että MASA:ssa vyöhykeraja asetetaan saavutettavuutta kuvaavan liukuväripinnan suurimpien muutospaikkien mukaan, kun taas SAVU:ssa vyöhykerajat perustuvat perusvuoden asukaslukuun eri vyöhykkeillä.</p>			
Avainsanat: Saavutettavuusvyöhykkeet, kestävä liikkuminen, toimintojen sijoittuminen, joukkoliikenne			
Sarjan nimi ja numero: HSL:n julkaisuja 3/2014			
ISSN (nid.)	ISBN (nid.)	Kieli: Suomi	Sivuja: 50
ISSN 1798-6184 (pdf)	ISBN 978-952-253-222-0 (pdf)		
HSL Helsingin seudun liikenne, PL 100, 00077 HSL, puhelin (09) 4766 4444			

## Sammandragssida

Utgivare: HRT Helsingforsregionens trafik			
Författare: HRT Trafiksystem och Strafica Oy			Datum 22.1.2014
Publikationens titel: Åtkomlighetsundersökningar och kollektivtrafikens restidsåtkomlighet, SAVU & MASA			
Finansiär / Uppdragsgivare: HRT Helsingforsregionens trafik			
Sammandrag:			
<p>Som ett fortsättningsarbete i anslutning till trafiksystemplan för Helsingforsregionen HLJ 2011 gjordes åtkomlighetsundersökningar (SAVU) för förberedning av MAL-intentionsavtalet, och för dem et separat åtkomlighetsmodell (RUUTI2), som rapporterades i HRT publikationer 18/2012.</p> <p>I detta arbete gjordes en lätt uppdatering för åtkomlighetsmodellen och producerades en beskrivning av Helsingforsregionens interna åtkomlighet år 2012 för uppföljning av HLJ 2011-planen och MAL-intentionsavtalet. I modellen ingångna beskrivningarna för trafiksystemplan, markanvändning och resvanor uppdaterades enligt år 2012 i samband med uppdateringen och ETRS-TM35 byttes som koordinatssystem som används också i uppföljningssystem för samhällsstruktur (YKR). Samtidigt byttes resemål för inköpsresor från handelsbranschens arbetsplatser till detaljhandelsbranschens arbetsplatser, då handelsbranschens logistikcentraler kunde begränsas utanför inköpsresemål. Branschindelningen gällande arbetsplatser hade bytts från TOL 2002 till TOL 2008 mellan nutid och de tidigare granskningarna.</p> <p>På grund av uppdateringar är årets 2012 åtkomlighetsbeskrivning inte jämförbar med årets 2008 åtkomlighetsbeskrivning. Därför utarbetades en ny beskrivning också av årets 2008 situation med jämförbart material angående år 2012. Däremot är tidigare utarbetade målsättningsårens beskrivningar för HLJ 2011 fortfarande jämförbara med de nya nutidsbeskrivningarna.</p> <p>Utöver SAVU-uppdateringar granskades separat enbart kollektivtrafikåtkomlighet (MASA). Granskningarna utfördes för HRT:s verksamhet- ekonomiplanering av den trafik där HRT:s biljetter gäller. Som grund för granskningarna togs åtkomlighetsmodell som användes i SAVU, men i stället för betonad restid användes totalrestid, som inte innehåller kvalitetsfaktorer anknutna till den upplevda servicenivån. Granskningarna utfördes för år 2012 och 2013 och de också jämfördes med varandra. Som förberedningsmaterial användes höstsäsongens beskrivningar i kollektivtrafikregistret (JORE) från respektive år. För framförande av resultat designades för MASA-granskningarna en egen färgvärld som avviker från SAVU-granskningarna. Också zondefinitioner i MASA avviker från SAVU på så sätt att i MASA placeras zongränsen enligt de största ändringspunkterna i glidfärgsyta som beskriver åtkomligheten, medan i SAVU baserar sig zongränserna på basårets invånarantalandelar i olika zoner.</p>			
Nyckelord: Åtkomlighetszoner, hållbar mobilitet, lokalisering av verksamheter, kollektivtrafik			
Publikationsseriens titel och nummer: HRT publikationer 3/2014			
ISSN (häft.)	ISBN (häft.)	Språk: Finska	Sidantal: 50
ISSN 1798-6184 (pdf)	ISBN 978-952-253-222-0 (pdf)		
HRT Helsingforsregionens trafik, PB 100, 00077 HRT, tfn. (09) 4766 4444			



## Abstract page

Published by: HSL Helsinki Region Transport			
Author: HSL Transport System and Strafica Oy		Date of publication 22.1.2014	
Title of publication: Accessibility studies and travel time accessibility by public transport, SAVU&MASA			
Financed by / Commissioned by: HSL Helsinki Region Transport			
Abstract:			
<p>As a follow to the Helsinki Region Transport System Plan HLJ 2011, accessibility studies (SAVU) were conducted for the purposes of the preparation of the Letter of Intent on Housing, Land Use and Transport (MAL). A separate accessibility model (RUUTI2) was developed for the purposes of the studies reported in the HSL Publication 18/2012.</p> <p>In this work, the accessibility model was slightly revised and accessibility within the Helsinki region in 2012 was described for the purposes of the monitoring of HLJ 2011 and the MAL Letter of Intent. The descriptions of the transport system, land use and travel behavior were updated to 2012 and the co-ordinate system was changed to ETRS-TM35 used also in the urban structure monitoring system YKR. At the same time, the destinations of shopping trips were revised so that jobs in the trade sector were replaced by retail jobs in order that trade logistics centers could be excluded from the shopping destinations. Also the industrial classification of jobs had changed from TOL 2002 to TOL 2008 between the earlier and present studies.</p> <p>Because of the revisions made, the description of accessibility in 2012 is no longer comparable with the previous description of accessibility in 2008. Consequently, a new description was developed also for 2008 using data comparable with the 2012 description. The descriptions of the HLJ 2011 target years are still comparable with the new current state descriptions.</p> <p>In addition to the updates made to SAVU, accessibility by public transport (MASA) was studied separately. The studies were conducted for the purposes of HSL's operational and financial planning on transport services on which HSL's tickets are accepted. The accessibility model used in SAVU was adopted as the basis of the studies but instead of weighted travel time, total travel time without quality factors related to the perceived service level was used. Studies were conducted for 2012 and 2013 and the two were compared. Descriptions of the autumn period for the years in question available in the JORE public transport register were used as input data. For the purposes of presenting the results, a color scheme different from the one used in SAVU studies was developed for the MASA studies. Also, the zone definitions of MASA differ from SAVU in that in MASA, zone boundaries are set according to the most significant change points in the gradient depicting accessibility while in SAVU, the zone boundaries are based on the base year population in different zones.</p>			
Keywords: Accessibility zones; sustainable mobility; location of functions; public transport			
Publication series title and number: HSL Publications 3/2014			
ISSN (Print)	ISBN (Print)	Language: Finnish	Pages:50
ISSN 1798-6184 (PDF)	ISBN 978-952-253-222-0 (PDF)		
HSL Helsinki Region Transport, PO Box 100, 00077 HSL, Tel.+358 9 4766 4444			



## Sisällysluettelo

1	Johdanto .....	11
2	SAVU-menetelmäkuvauksen päivitys .....	12
2.1	Menetelmän rakenne, lähtökohdat ja aineistot .....	12
2.2	RUUTI2-malli .....	12
2.3	Saavutettavuusvyöhykkeiden muodostaminen.....	14
2.4	Karttojen tulkinta ja hyödyntäminen analyysissä .....	17
3	SAVU-päivityksen toteutus ja vaikutukset.....	18
3.1	Päivityksen toteuttamisen vaiheet ja prosessin aikana ilmenneet seikat .....	18
3.2	Aineistojen päivitys .....	18
3.3	Liikkumistutkimuksen päivitys.....	19
3.4	Päivityksen vaikutukset SAVU-vyöhykkeiden luonnehdintaan ja nimeämiseen.....	20
3.5	Vuosien 2008 ja 2012 väliset SAVU-vyöhykkeiden muutokset .....	24
4	MASA-karttojen menetelmän kuvaus.....	28
4.1	Työvaiheet ja prosessissa eteen tulleet seikat .....	28
4.2	Määrittelyt.....	28
4.3	Joukkoliikenteen kuvaus JOREn pohjalta.....	30
4.4	Vuoden 2012 vyöhykkeiden määrittely .....	30
4.5	Vuoden 2013 vyöhykkeet.....	38

## Liiteluettelo

Liite 1. Menetelmän matemaattinen kuvaus.....	47
---	----



## 1 Johdanto

Tässä muistiossa raportoidaan SAVU-karttojen tuottamismenetelmän päivitys ja menetelmän variaationa joukkoliikenteen matka-aikasaavutettavuuden MASA-analyysi.

Helsingin seudun liikennejärjestelmäsuunnitelman HLJ 2011 kehittämisohjelman keskeisenä toimenpidetasona oli kestävän kehityksen mukainen yhdyskuntarakenne ja maankäyttö. HSL on tuottanut 2012 maankäytön ja liikennejärjestelmän analyysia varten ns. SAVU-kuvien tuottamismenetelmän, joka on raportoitu HSL:n julkaisussa 18/2012. Analyysia hyödynnetään myös HLJ 2011:n toteutuksen edistämiseksi ja seurannassa sekä seuraavan liikennejärjestelmäsuunnitelman valmistelussa.

Saavutettavuustarkasteluissa (SAVU) seudullista saavutettavuutta kuvataan vyöhykkeiden avulla joukkoliikenteen, kävelyn ja pyöräilyn näkökulmasta Helsingin seudulla. Tavoitteena on osoittaa Helsingin seudulla sellaiset alueet, jotka ovat kestävien kulkumuotojen kannalta parhaita maankäytön kehittämiskohteita. Lähtökohtana ovat tiedot seudun väestön liikkumistottumuksista sekä maankäytön ja koko liikennejärjestelmän muodostama kokonaisuus ja vuorovaikutus.

HSL-alueen joukkoliikenteen saavutettavuuden tarkasteluun on kehitetty tässä työssä SAVU-karttoja vastaava MASA-menetelmä, kuitenkin joukkoliikenteen suunnittelun näkökulmasta. Erot ovat seuraavat:

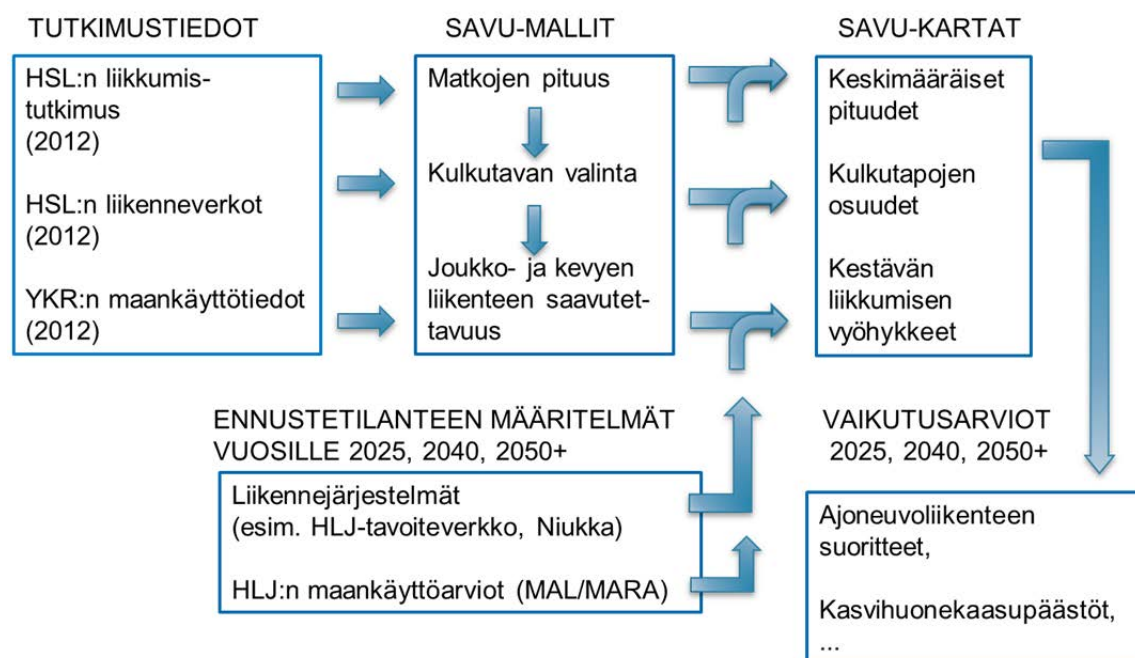
- Etäisyydet lasketaan vain joukkoliikenteen verkoilta, mukaan lukien siirtyminen kävellen pysäkeille ja niiden välillä vaihtojen yhteydessä.
- Palvelutason komponentit (SAVUssa matka-ajan lisäksi vuoroväli ja ns. nousuvastukset) on sovitettu joukkoliikenteen suunnittelun tarpeisiin siten, että nousuvastukset on jätetty pois.
- Joukkoliikenteen saavutettavuudelle on määritelty SAVU-kuvista poikkeavat saavutettavuusluokkarajat, jotka sopivat nimenomaan joukkoliikenteen koetun/liikkumisen palvelutason tarkasteluun. Esim. säteittäinen ja poikittainen joukkoliikenne on otettu huomioon luokkarajojen määrittelyssä.
- Palvelutasokuvaukselle on määritelty oma kuvaustapa, joka erottuu HLJ- ja MAL-töissä käytetystä värimaailmasta.

## 2 SAVU-menetelmäkuvausten päivitys

SAVU-menetelmässä muodostetaan liikennejärjestelmän ja maankäytön nykyrakennetta ja tulevaisuuden kehittämisskenaariota tarkastelemalla seitsemää saavutettavuusvyöhykettä, joilla on liikumistarpeiden ja liikkumisen näkökulmasta keskimäärin samankaltaiset olosuhteet, vaikka vyöhykkeiden sisältä löytyykin paikallisia eroja. Vyöhykkeiden avulla tulevaisuuden toimenpiteiden vaikutuksia alueiden palvelujen ja työpaikkojen saavutettavuuteen voidaan kuvata vertaamalla niitä nykyisiin olosuhteisiin.

### 2.1 Menetelmän rakenne, lähtökohdat ja aineistot

Saavutettavuustarkastelujen avulla arvioidaan maankäytöllisiä ja liikenteellisiä vaikutuksia koko seudun tasolla, mutta myös pienemmillä alueilla yhtenäisin seudullisin kriteerein. Menetelmän keskiössä ovat ns. RUUTI2-mallit (RUUtutIeto). Malli perustuu liikennetutkimuksessa 2012 saatuun tietoon seudun väestön liikkumistottumuksista sekä HLJ-töissä tuotettuihin liikennejärjestelmäkuvauksiin ja maankäyttöarvioihin. Menetelmän koko rakenne on hahmoteltu kuvassa 1.



Kuva 1. SAVU-menetelmän rakenne.

### 2.2 RUUTI2-malli

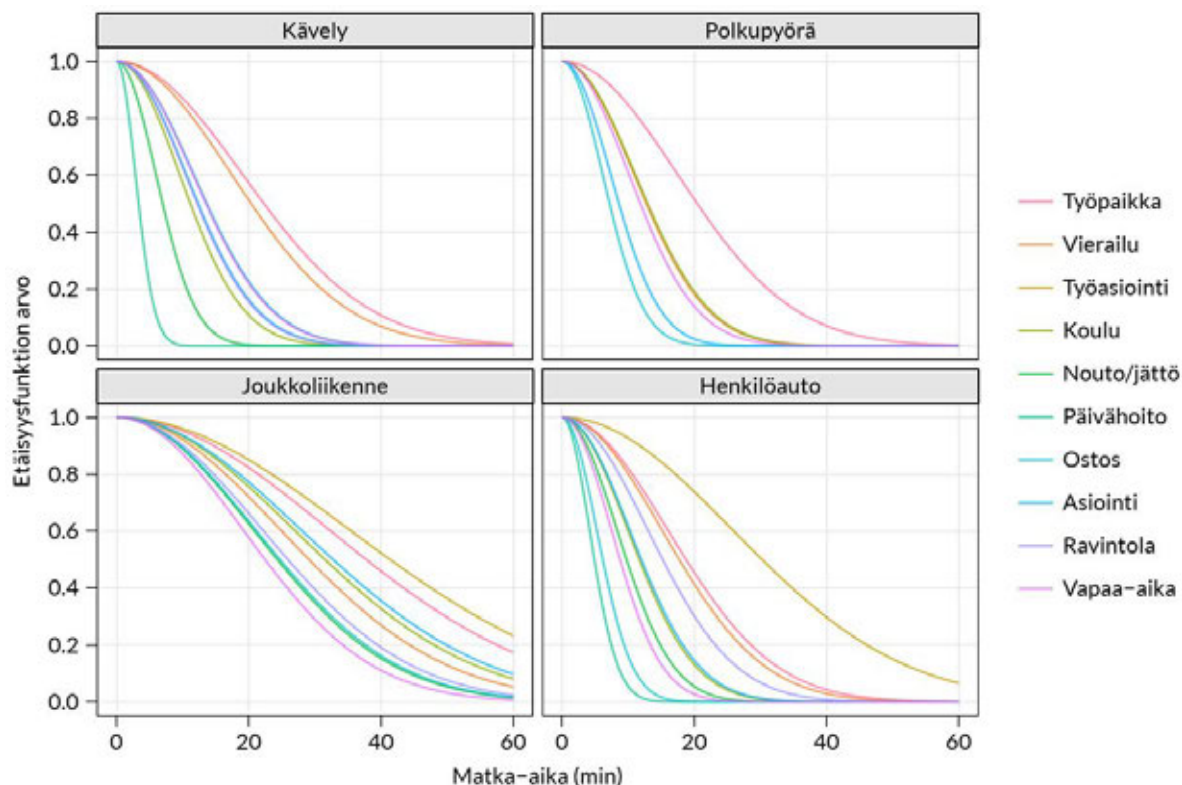
RUUTI2-mallit kuvaavat asukkaiden liikkumista tavallisena syysarkepäivänä kotiperäisillä matkoilla siten, että mallin tulokset kohdistuvat 250 x 250 metrin ruutuihin. Mallit perustuvat liikennejärjestelmän ja maankäytön määrittämään saavutettavuuteen, jolla kuvataan liikkumismahdollisuuksia ja liikkumishalukkuutta. Seudun ja koko liikennemallialueen (Uusimaa + Riihimäen seutukunta) jokaisen (nykyisin tai tulevaisuudessa oletetun) asutun ruudun saavutettavuutta mallinnetaan suhteessa kaikkiin liikennemallialueen toisiin ruutuihin ottaen huomioon kulkumahdollisuudet ruutujen välillä, erilaisten toimintojen tarve, houkuttelevuus ja etäisyys sekä kulutavan valinta erityyppisillä ja eripituisilla matkoilla.

Liikenneverkot on muodostettu HSL:n Emme-verkkokuvausten pohjalta käyttäen aamuhuipputunnin joukkoliikennetarjontaa ja aamuhuipputunnin kysynnän sijoittelun tuloksena saatuja linkkikohtaisia matka-aikoja. Emme-verkkoja on täydennetty keinotekoisella 250 metrin ruutuverkolla, jota pitkin voidaan siirtyä lähellä toisiaan sijaitsevien ruutujen välillä tai Emme:stä saadulle liikenneverkolle. Kävelyverkolla nopeutena on käytetty 4.2 km/h, pyöräverkolla 17 km/h ja autoliikenteen ruutuverkolla 20 km/h. Joukkoliikenteen matkavastukseen on matka-ajan lisäksi lisätty 30 % linjan vuorovälistä ja Emme-kuvauksen linjakohtainen nousuaika.

Mallit on estimoitu HSL:n liikkumistutkimuksen 2012 tietojen pohjalta. Mallit perustuvat Helsingin seudun 14 kunnan noin 5000 asukaan tekemiin noin 18000 matkaan Uudenmaan ja Riihimäen seudun alueella. Mallit käsittelevät neljää kulkutapaa: kävely, polkupyörä, joukkoliikenne ja henkilöauto. Matkaryhmiä on kymmenen — niitä vastaavat matkakohteiden maankäytön kokotekijät on esitetty taulukossa 1 ja etäisyyden vaikutus maankäytön saavutettavuuteen kuvassa 2.

*Taulukko 1. Matkaryhmiä vastaavat matkakohteet ja niiden kokotekijät YKR-aineistossa (ko. vuoden viimeisen päivän tilanteen mukaan).*

Matkakohde	Maankäyttö
Oma työpaikka	Työpaikat 2010
Muu asuin-/vierailupaikka	Asukkaat 2012
Työ-/työasiointipaikka	Työpaikat 2010
Oma koulu	Koulutusalan työpaikat 2010
Nouto/jätto	Asukkaat 2012+ työpaikat 2010
Päivähoito	Asukkaat 2012
Ostospaikka	Vähittäiskaupan alan työpaikat 2010
Asiointipaikka	Työpaikat 2010
Ravintola	Työpaikat 2010
Liikunta/kulttuuri/muu vapaa-ajan paikka	Kokoontumisrakennusten kerrosala 2012



Kuva 2. Etäisyyden vaikutus maankäytön (liikkumistarpeiden kohteiden) saavutettavuuteen eri matkaryhmillä ja kulkumuodoilla.

Jokaisen matkaryhmän suuntautuminen ja kulkumuodon valinta lasketaan liitteessä 1 kuvattujen matemaattisten funktioiden ja niiden liikkumistutkimuksen perusteella estimoitujen parametrien avulla. Jokaiselle ruudulle annetaan saavutettavuuden pisteluku, joka on käytännössä edellä matemaattisesti kuvattujen liikkumistarpeiden suuntautumismahdollisuuksien ja kestävien kulkumuotojen (joukkoliikenne, pyöräily ja kävely) valintamahdollisuuksien hyötyjen (logsum) painotettu keskiarvo.

Matkaryhmäkohtaiset tulokset yhteismitallistetaan ja yhdistetään kokonaistulokseksi matkamäärillä painotettuna. Keskimääräinen matkasuorite (henkilökilometriä vuorokaudessa per asukas) laskeaan matkatuotoksen, kulkutapaosuuden ja keskimääräisen matkan pituuden tulona. Kulkutapakohmainen kokonaissuorite saadaan tästä edelleen summaamalla kaikki matkaryhmät yhteen. Henkilöauton suorite jaetaan keskiuormituksella 1.27, jotta saadaan ajosuorite.

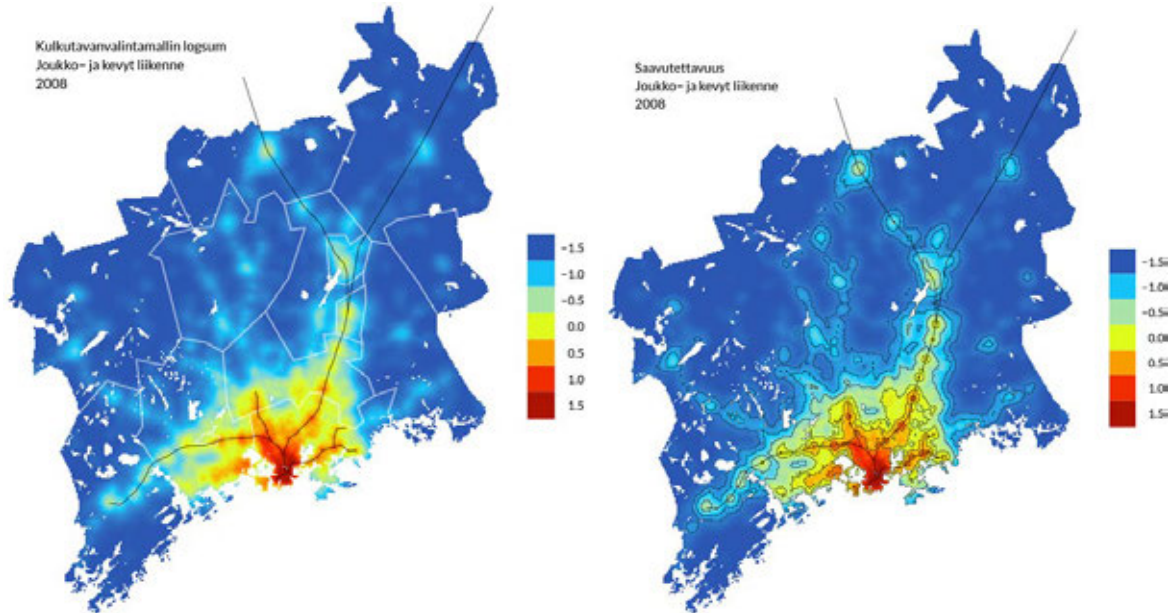
Suoritteesta saadaan edelleen joukkoliikenne- ja henkilöautomatkojen kasvihuonekaasupäästöt ( $\text{CO}_2$ -ekvivalenttia grammaa vuorokaudessa per asukas) kertomalla joukkoliikenne- ja henkilöautosuoritteet kulkutapa- ja vuosikohtaisilla keskimääräisillä päästökertoimilla. Liikkumisen kokonaispäästöt saadaan näiden kahden kulkutavan päästöjen summana.

### 2.3 Saavutettavuusvyöhykkeiden muodostaminen

Karttakuvana saavutettavuuden pisteluvut muodostavat vähitellen muuttuvan pinnan, kun lähekkäisten ruutujen saavutettavuudet eroavat vain hiukan toisistaan (ks. vasemmanpuoleinen kuva



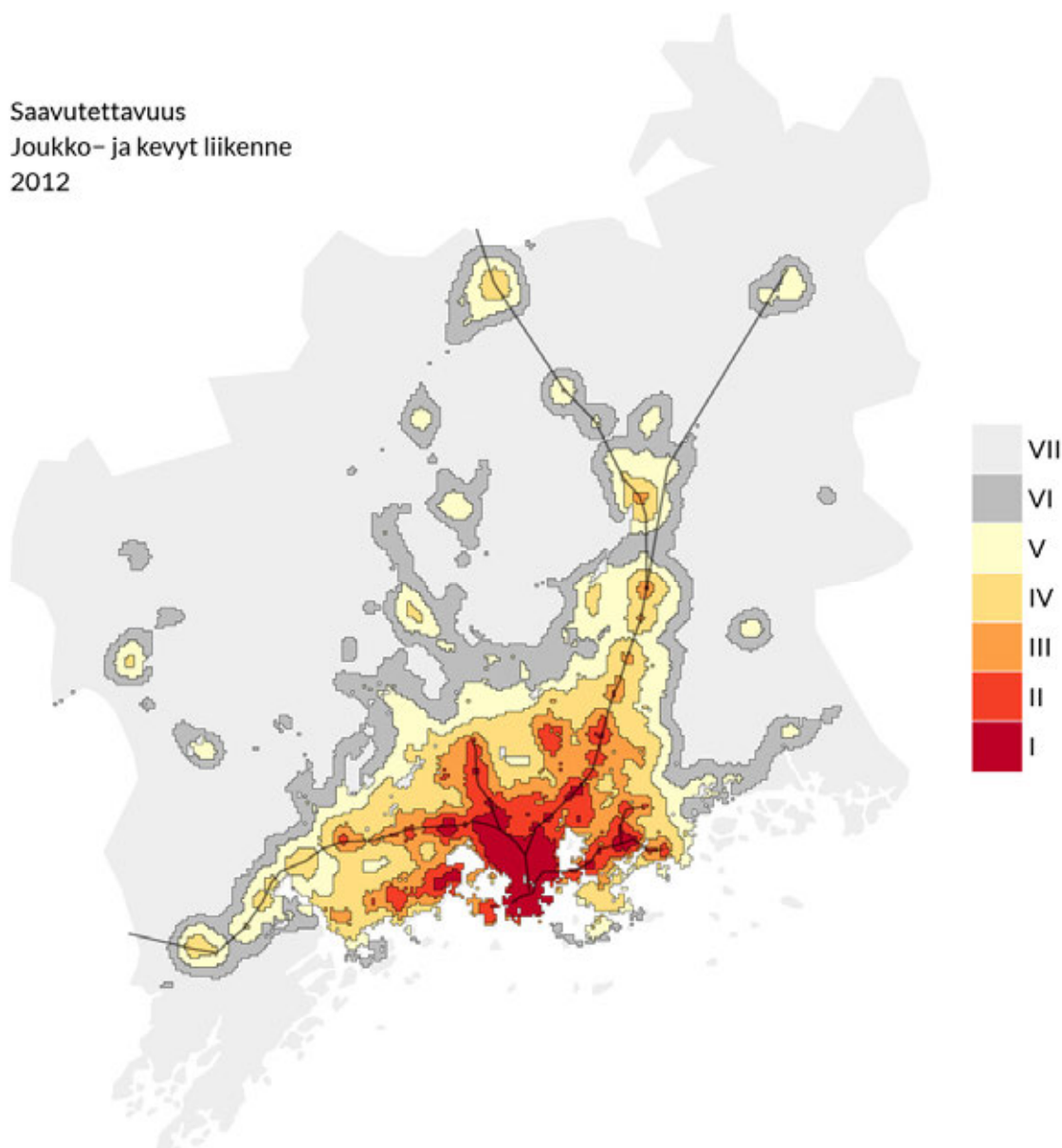
alla), jolloin tarkastelujen tulkinnan helpottamiseksi ruudut voidaan järjestää pistelukujen mukaan suuruusjärjestykseen, liukuvärjätä ruudut tässä järjestyksessä ja piirtää kuvaan myös ”korkeuskäyrät” (oikeanpuoleinen kuva alla).



Kuva 3. Yhdistetyt saavutettavuusluvut ruuduittain. Asteikko ja väri kuvaavat ruutujen keskinäistä saavutettavuuden järjestystä. Oikeassa kuvassa kuvaan on lisätty ”korkeuskäyrät”, jotka on piirretty ”yhtä saavutettavien” ruutujen välille. Niiden sisällä liikkumisen mahdollisuudet ovat suhteellisen yhtenäiset.

Korkeuskäyrät on määritetty kuvassa 6 siten, että vyöhykkeet jakavat kartan tasaisesti ruutujen asukasmäärien mukaan (20%–20%–20%–20%–10%–5%–5%). Sen jälkeen kuvassa 4 on samaan luokkaan kuuluville ruuduille annettu yhtenäinen väri, jolloin kartalle on muodostunut vyöhykemäisiä alueita eli saavutettavuusvyöhykkeitä.

Saavutettavuus  
Joukko- ja kevyt liikenne  
2012



Kuva 4. Saavutettavuusvyöhykkeet 2012 asukkaiden mukaan määriteltynä. Vyöhykkeillä I–IV asuu kussakin 20 % väestöstä, vyöhykkeellä V 10 % ja VI–VII 5 %.

Saavutettavuutta kuvaavalla pisteluvulla ei ole yksikköä, mutta suurempi luku kuvaa isompaa hyötyä. Pistelukuja vertailemalla voidaan siis vastata kysymykseen ”ovatko seudulliset liikkumistarpeet tyydytettävissä tässä ruudussa kestäville kulkumuodoilla paremmin vai huonommin kuin toisissa ruudussa”. Saavutettavuusluvun avulla ei voida kuitenkaan (helposti) päätellä, *kuinka paljon* huonommin tai paremmin. Koska vyöhykkeet on muodostettu näistä pisteluvuista, ei ole myöskään relevanttia käyttää niitä sellaisenaan järjestelmän ”hyvyyssasteen” mittaamiseen. SAVU-kuvien vyöhykkeet on siksi numeroitu roomalaisilla numeroilla, eikä niitä ole loogista suhteuttaa keskenään näiden numeroiden avulla. Voidaan siis sanoa, että vyöhykkeet ovat erilaisia, joista toiset ovat seudullisesti saavutettavampia kuin muut, mutta ei esimerkiksi sitä, että vyöhyke II on kaksi kertaa saavutettavampi kuin vyöhyke IV.

## 2.4 Karttojen tulkinta ja hyödyntäminen analyysissä

Vyöhykkeet muodostavat edellä kuvatun määrittelyn mukaisen saavutettavuuden kannalta yhtenäisiä alueita, joiden tyypillisiä piirteitä voidaan luonnehtia myös sanallisesti esimerkiksi nykyisen yhdyskuntarakenteen ja liikennejärjestelmän toimivuuden suhteen. Kun joko maankäyttö tai liikennejärjestelmä muuttuvat, muuttuu myös saavutettavuusvyöhykkeen sijainti. Voidaan ajatella, että vyöhykkeiden luonne ei kuitenkaan muutu, jolloin

- mahdollisten uusien alueiden ominaisuuksia voidaan luonnehtia käyttämällä nykyisiä saman vyöhykkeen alueiden ominaisuuksia ja
- tulevaisuudessa suunniteltujen toimenpiteiden aiheuttamia muutoksia nykyisten alueiden yhdyskuntarakenteeseen ja liikennejärjestelmän ominaisuuksiin voidaan arvioida vertaamalla alueen vanhan ja uuden saavutettavuusluokkien eroja toistensa suhteen.

Saavutettavuusvyöhykkeiden laskenta perustuu kattavasti nykyisen yhdyskuntarakenteen, liikku- mistarpeiden ja liikennejärjestelmän palvelutason ominaisuuksiin, joten tällaisen analogian hyödyntäminen on perusteltua. On kuitenkin huomattava, että

- saavutettavuusvyöhykkeiden sisällä on paikallisia eroja,
- tutkittavien suunnitelmien kaikkia yksityiskohtia ei tiedetä ja
- saavutettavuusvyöhykkeiden määritelmät perustuvat matemaattisten funktioiden arvioihin ja niiden jakamiseen asukasmäärien suhteessa melko abstraktilla tavalla.

Tekemällä siis oletus, että maankäytössä ja järjestelmissä tehtävät saavutettavuuteen vaikuttavat muutokset saavat aikaan samantyyppistä yhdyskuntarakennetta kuin aikaisemmin, saman saavutettavuuden omaavia tulevaisuuden alueita voidaan luonnehtia kuten nykyisiä. Saavutettavuusluokkien raja-arvoja ei tällöin muuteta, eivätkä asukasmäärät tulevaisuudessa noudattele nykyistä jakoa, vaan asukasmäärien kehittymistä vyöhykkeillä voidaan seurata tulevaisuudessa – koska aina käytetään samoja saavutettavuusluokkia.

### 3 SAVU-päivityksen toteutus ja vaikutukset

#### 3.1 Päivityksen toteuttamisen vaiheet ja prosessin aikana ilmenneet seikat

Päivityksessä on tehty seuraavat toimenpiteet:

- korvattu liikennejärjestelmäkuvaus uusilla nykytilanteen (2012) verkoilla
- korvattu maankäytön ruututiedot uusilla aineistoilla
- kalibroitu RUUTI-mallit uudella syksyn 2012 liikkumistutkimuksella
- tuotettu uudet SAVU-kartat vuodesta 2012 ja tarkasteltu uusien parametrien vaikutusta SAVU-vyöhykkeisiin.

Yhtenä työvaiheena oli tarkoitus testata uusien lähtöaineistojen vaikutusta alkuperäisellä RUUTI/SAVU-menetelmällä. Tämä ei kuitenkaan onnistunut, sillä erot eivät selity vain liikenteen ja maankäytön aiheuttamilla maankäytön muutoksilla, vaan myös aineistojen erot, erityisesti koordinaation ja siten ruutujaon muuttuminen näkyvät analyyseissä.

Kun uudella maankäyttö- ja liikenneverkkoaineistolla tuotettua kuvaa verrattiin vanhaan, kuvat erosivat jonkin verran toisistaan, koska 2012-kuvassa YKR-aineisto oli osittain tietosuojattua. Tietoja ei saa julkaista tapauksissa, joissa:

- ruudussa on alle kymmenen työpaikkaa
- ruudussa on alle kymmenen työvoimaan kuuluvaa
- jos ruudussa on vain yksi asuinrakennus, vain lukumäärätiedot.

Ruuti-menetelmässä näitä tietoja kuitenkin käytetään. Tästä syystä ydinalueen maankäyttö näytti kasvavan reuna-alueisiin verrattuna enemmän kuin on todellisuudessa tapahtunut. Muodostuneet erilaiset saavutettavuuden vaihteluvälit aiheuttivat herkkyyseroja, koska saavutettavuusluokat oli laskettu saavutettavuuden asukaskvantiilien pohjalta. Reuna-alueiden orastavat käytävät hävisivät, koska aineiston tietosuojaus koski näitä alueita pahimmin.

Ratkaisuvaihtoehtoina oli pitäytyä tietosuojatussa aineistossa tai selvittää HSL:n paikkatietovastavien kanssa tietosuojaamattoman YKR:n hakemista tilastokeskuksesta. Ensimmäisessä tapauksessa olisi ollut tarve selittää harvaan asutun alueen tietojen puuttumista uusista kuvista. Ongelmana on, että alkuperäiset kuvat ovat levinneet jo laajalle, eikä esim. kehysalueen kunnille, jossa tietosuojattuja ruutuja on runsaasti, olisi ollut helppoa perustella uuden kuvan epärealistisuutta. Hankaluutena tietosuojaamattomalle aineistolle saattaa olla tarve tehdä hakemus jatkuvasti, kun seuranta tulee tehdä joka vuosi. Tulosten analyysin jälkeen päätettiin hakea Tilastokeskuksesta lupaa tietosuojaamattomalle aineistolle, joka myös saatiin. Tämä hidastutti prosessia.

RUUTI-mallit päivitettiin uuden liikkumistutkimusaineiston pohjalta. Tässä ei havaittu ongelmia.

#### 3.2 Aineistojen päivitys

Menetelmän pohjalla olevat HELMET-liikenne-ennustejärjestelmän verkkokuvaukset vaihdettiin keväällä 2013 päivitettyihin kuvauksiin.

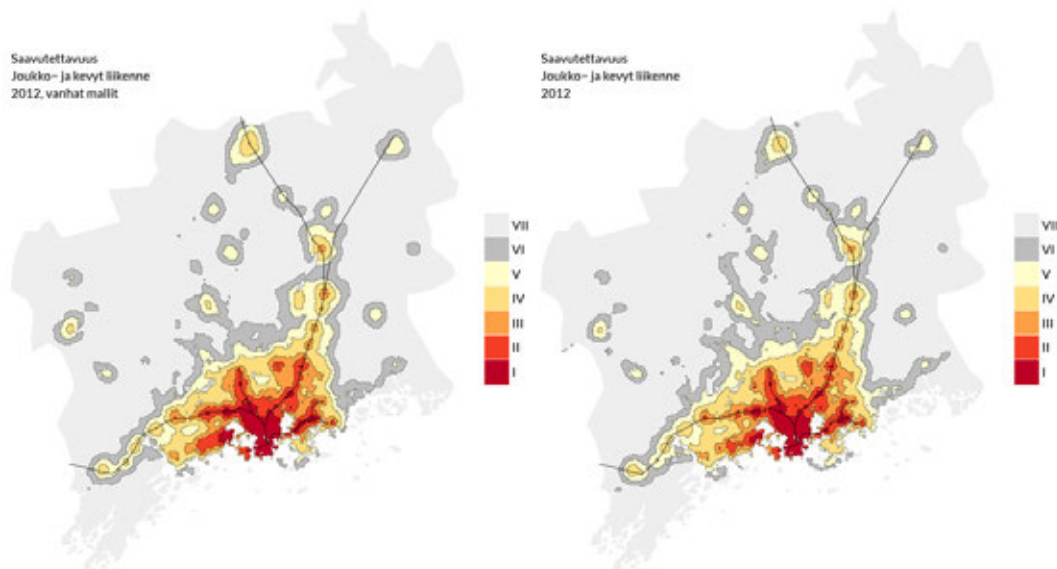
YKR-aineisto päivitettiin tuoreimpiin saatavilla oleviin (asukkaat 2012, työpaikat 2010 ja rakennukset 2012, vuoden viimeisen päivän tilanteen mukaan). Verrattuna aiempaan, YKR:n koordinaatisto ja siten myös ruutujako on vaihtunut KJ3:sta ETRS-TM35:een ja työpaikkojen toimialaluokitus on päivittynyt TOL2002:sta TOL2008:aan. Näillä päivityksillä ei ole muuten suurta merkitystä, mutta aineistot eivät enää ole suoraan vertailukelpoisia vanhempaan aineistoon.

Matkaryhmäkohtaisten maankäyttöjen osalta tehtiin yksi muutos: ostosmatkojen matkakohteeksi vaihdettiin kaupan alan työpaikkojen sijaan vähittäiskaupan alan työpaikat. Tällä saatiin korjattua aiemmin havaittu ongelma, että kaupan logistiikkakeskukset ja niitä vastaavat kohteet näyttäytyivät ostospaikkoina ja nostivat saavutettavuutta paikoin liikaa.

### 3.3 Liikkumistutkimuksen päivitys

Mallien estimointia varten otettiin käyttöön vuoden 2012 liikkumistutkimusaineisto, joka on pääosin hyvin yhtenevää aiemman aineiston kanssa, mutta sisältää vähemmän havaintoja. Malleja estimoidessa vähäisemmän aineistomäärän ei kuitenkaan havaittu vaikuttavan negatiivisesti mallien estimointiin ja mallien selittäjien kertoimet olivat samaa suuruusluokkaa vuoden 2008 estimointitulosten kanssa.

Kuvassa 5 on esitetty vuoden 2012 maankäytöllä ja liikennejärjestelmällä, vanhoilla ja uusilla malleilla lasketut SAVU-vyöhykkeet. Huomataan, että vyöhykkeet ovat hyvin samanlaisia, mutta pieniä paikallisia eroja näkyy. Kaupan alan työpaikkojen vaihtaminen vähittäiskaupan alan työpaikkoihin näkyy selvästi heikentyneenä saavutettavuutena Kerassa. Muut erot johtunevat pääasiallisesti eroista mallien kertoimissa. Mallien kertoimiin vaikuttaa se, että minkälaisia ihmisiä otokseen on sattunut osumaan eli käytännössä minkälainen hajonta yksittäisen matkaryhmän ja kulkutavan havainnoista löytyy. Lisäksi on mahdollista, että ihmisten asenteet ja liikkumistottumukset ovat hieman muuttuneet neljässä vuodessa tai että matkaryhmäkohtainen matkatuotos on muuttunut tai että tutkimuksen olosuhteet ovat olleet jollain tavalla erilaiset (esim. sää tutkimusviikkoina). Käytännössä mallien erilaisuus tarkoittaa, että vanhoilla ja uusilla malleilla laskettuja tuloksia ei voi verrata keskenään.



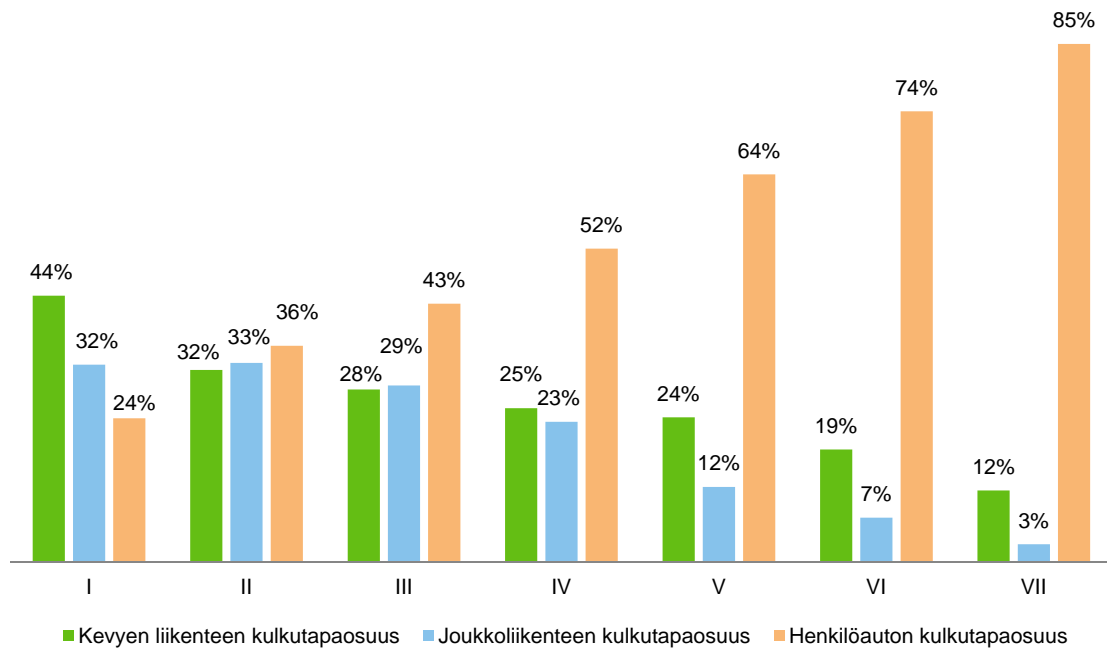
Kuva 5. Vuoden 2012 maankäytöllä ja liikennejärjestelmällä lasketut SAVU-vyöhykkeet: vasemmalla vanhoilla vuoden 2007–2008 liikkumistutkimukseen perustuvilla malleilla ja oikealla uusilla vuoden 2012 liikkumistutkimukseen perustuvilla malleilla.

### 3.4 Päivityksen vaikutukset SAVU-vyöhykkeiden luonnehdintaan ja nimeämiseen

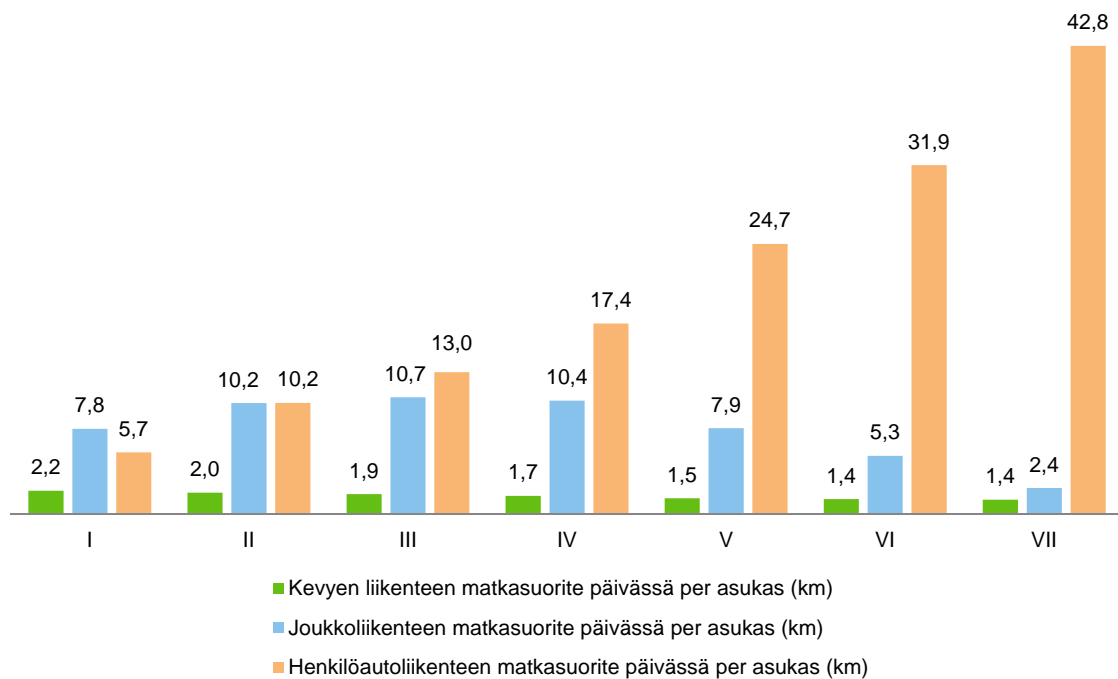
Vyöhykkeiden välillä on selkeitä eroja muun muassa kulkutapojen valinnassa, matkojen pituudessa ja liikkumisesta aiheutuvien päästöjen määrässä. RUUTI2-malleilla voidaan laskea kunkin vyöhykkeen keskimääräiset tunnusluvut eli ”tyyppiasukkaan” liikkuminen ja sen vaikutukset taulukon 2 ja kuvien 6–8 tapaan. Päivitys uudempiin aineistoihin on joiltain osin hieman vaikuttanut vyöhykekohtaisiin tunnuslukujen lukuarvoihin, mutta ei vyöhykkeiden luonteeseen eikä niiden keskinäisiin eroihin.

Taulukko 2. Saavutettavuusvyöhykkeiden tunnusluvut v. 2012.

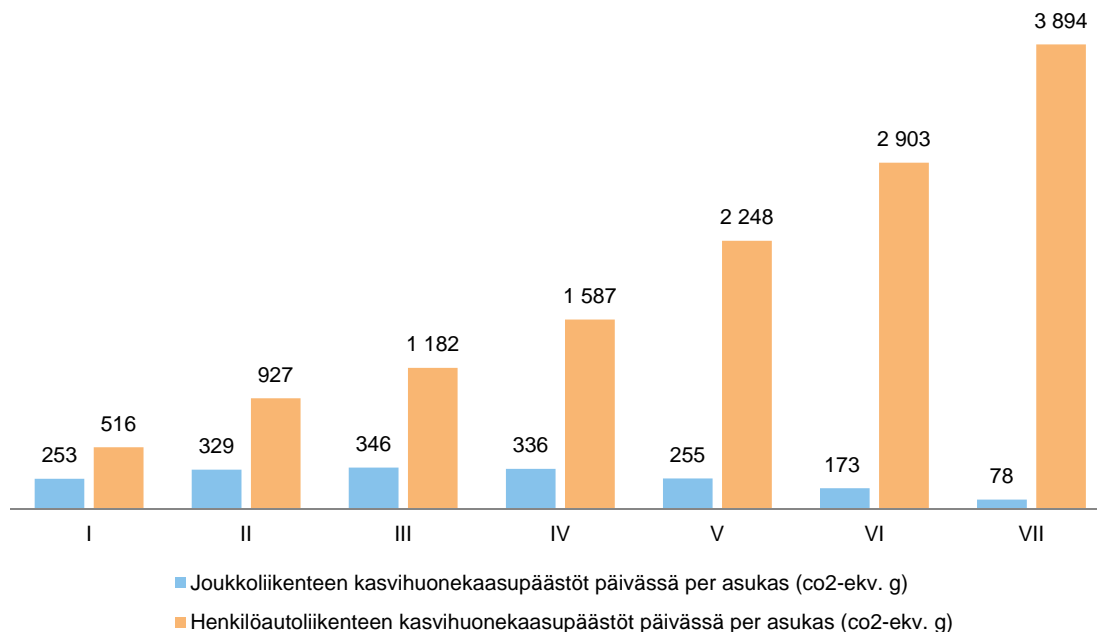
Vuosi	2012	2012	2012	2012	2012	2012	2012
Kestävien kulkutapojen saavutettavuusluokka	I	II	III	IV	V	VI	VII
Asukasmäärä	268 847	268 663	268 859	268 600	134 428	67 189	67 192
Keskimääräinen matkan pituus joukkoliikenteellä (km)	7,4	9,5	11,2	13,9	19,7	22,3	28,2
Keskimääräinen matkan pituus henkilöautolla (km)	6,5	8,5	9,2	10,3	11,8	13,2	15,4
Kevyen liikenteen kulkutapaosuus	43,9 %	31,6 %	28,4 %	25,3 %	23,8 %	18,5 %	11,8 %
1)Joukkoliikenteen kulkutapaosuus	32,5 %	32,8 %	29,1 %	23,1 %	12,3 %	7,3 %	2,9 %
Henkilöauton kulkutapaosuus	23,7 %	35,6 %	42,5 %	51,6 %	63,8 %	74,2 %	85,3 %
Kevyen liikenteen matkasuorite päivässä per asukas (km)	2,2	2,0	1,9	1,7	1,5	1,4	1,4
Joukkoliikenteen matkasuorite päivässä per asukas (km)	7,8	10,2	10,7	10,4	7,9	5,3	2,4
Henkilöautoliikenteen matkasuorite päivässä per asukas (km)	5,7	10,2	13,0	17,4	24,7	31,9	42,8
Joukkoliikenteen kasvihuonekaasupäästöt päivässä per asukas (co2-ekv. g)	253	329	346	336	255	173	78
Henkilöautoliikenteen kasvihuonekaasupäästöt päivässä per asukas (co2-ekv. g)	516	927	1 182	1 587	2 248	2 903	3 894
Kasvihuonekaasupäästöt päivässä per asukas (co2-ekv. g)	769	1 256	1 528	1 923	2 502	3 076	3 973



Kuva 6. Laskennallinen kulkutapaosuus vyöhykkeittäin v. 2012.



Kuva 7. Laskennallinen matkasuorite päivässä asukasta kohti vyöhykkeittäin vuonna 2012.



Kuva 8. Liikkumisen kasvihuonekaasupäästöt päivässä asukasta kohti vyöhykkeittäin vuonna 2012.

Vyöhykkeellä I on seuraavat ominaisuudet liikkumisen kannalta:

- Vyöhykkeellä asuvan on mahdollista saavuttaa tarvitsemansa palvelut ja työpaikat tyypillisesti kävellen, pyöräillen tai hyvin tiheällä vaihdottomalla joukkoliikenneyhteydellä.
- Matkoista tehdään keskimäärin 3/4 kestävillä kulkumuodoilla.
- Asukas matkustaa päivässä keskimäärin 8 km joukkoliikenteellä ja 6 km autolla.
- Asukas tuottaa liikkumisellaan noin 800 g kasvihuonekaasupäästöjä päivässä.

Vyöhykkeellä II on seuraavat ominaisuudet liikkumisen kannalta:

- Vyöhykkeellä asuvan on mahdollista saavuttaa tarvitsemansa palvelut ja työpaikat tyypillisesti kävellen, pyöräillen tai tiheällä vaihdottomalla tai tiheällä vaihdollisella joukkoliikenneyhteydellä.
- Matkoista tehdään keskimäärin 2/3 kestävillä kulkumuodoilla. Autottomat matkat jakautuvat tasan joukkoliikenteen ja kevyen liikenteen kesken.
- Asukas matkustaa päivässä keskimäärin 10 km joukkoliikenteellä ja autolla.
- Asukas tuottaa liikkumisellaan 1,6 kertaa enemmän kasvihuonekaasupäästöjä kuin vyöhykkeellä I.

Vyöhykkeellä III on seuraavat ominaisuudet liikkumisen kannalta:

- Vyöhykkeellä asuvan on mahdollista saavuttaa tarvitsemansa palvelut ja työpaikat tyypillisesti melko tiheällä vaihdollisella joukkoliikenneyhteydellä tai autolla.



- Asukas tekee keskimäärin yli puolet matkoistaan kestäville kulkumuodoilla. Autottomat matkat jakautuvat tasan joukkoliikenteen ja kevyen liikenteen kesken.
- Asukas matkustaa päivässä keskimäärin 10 km joukkoliikenteellä ja 13 km autolla.
- Asukas tuottaa liikkumisellaan 2 kertaa enemmän kasvihuonekaasupäästöjä kuin vyöhykkeellä I.

Vyöhykkeellä IV on seuraavat ominaisuudet liikkumisen kannalta:

- Vyöhykkeellä asuvan on mahdollista saavuttaa tarvitsemansa palvelut ja työpaikat tyypillisesti autolla tai vaihdollisella joukkoliikenneyhteydellä.
- Asukas tekee keskimäärin puolet matkoista kestäville kulkumuodoilla. Autottomat matkat jakautuvat tasan joukkoliikenteen ja kevyen liikenteen kesken.
- Asukas matkustaa päivässä keskimäärin 10 km joukkoliikenteellä ja 17 km autolla.
- Asukas tuottaa liikkumisellaan 2,5 kertaa enemmän kasvihuonekaasupäästöjä kuin vyöhykkeellä I.

Vyöhykkeellä V on seuraavat ominaisuudet liikkumisen kannalta:

- Vyöhykkeellä asuvan on mahdollista saavuttaa tarvitsemansa palvelut ja työpaikat tyypillisesti autolla ja joillakin matkoilla joukkoliikenteellä.
- Asukas tekee matkoistaan keskimäärin vähän yli 1/3 kestäville kulkumuodoilla. Autottomista matkoista tehdään 1/3 joukkoliikenteellä.
- Asukas matkustaa päivässä keskimäärin 8 km joukkoliikenteellä ja 25 km autolla.
- Asukas tuottaa liikkumisellaan 3 kertaa enemmän kasvihuonekaasupäästöjä kuin vyöhykkeellä I.

Vyöhykkeellä VI on seuraavat ominaisuudet liikkumisen kannalta:

- Vyöhykkeellä asuvan on mahdollista saavuttaa tarvitsemansa palvelut ja työpaikat tyypillisesti pääosin autolla.
- Asukas tekee keskimäärin 1/4 matkoistaan kestäville kulkumuodoilla. Autottomista matkoista 1/4 tehdään joukkoliikenteellä.
- Asukas matkustaa päivässä keskimäärin 5 km joukkoliikenteellä ja 32 km autolla.
- Asukas tuottaa liikkumisellaan 4 kertaa enemmän kasvihuonekaasupäästöjä kuin vyöhykkeellä I.

Vyöhykkeellä VII on seuraavat ominaisuudet liikkumisen kannalta:

- Alueella asuvan on mahdollista saavuttaa tarvitsemansa palvelut ja työpaikat tyypillisesti autolla.
- Asukas tekee keskimäärin vajaan 1/6 matkoistaan kestäville kulkumuodoilla. Autottomista matkoista 1/5 tehdään joukkoliikenteellä.
- Asukas matkustaa päivässä keskimäärin 2 km joukkoliikenteellä ja 43 km autolla.
- Asukas tuottaa liikkumisellaan 5 kertaa enemmän kasvihuonekaasupäästöjä kuin vyöhykkeellä I.

Yllä kuvatun analyysin perusteella SAVU-vyöhykkeet voidaan otsikoida sen mukaan, miten vyöhykkeellä asuvan on tyypillisesti mahdollista saavuttaa tarvitsemansa palvelut ja työpaikat (kävely ja pyöräily ovat perusliikkumismuotoja kaikilla vyöhykkeillä):

- I Kävelen, pyöräillen tai hyvin tiheällä vaihdottomalla joukkoliikenneyhteydellä
- II Kävelen, pyöräillen tai tiheällä vaihdottomalla tai tiheällä vaihdollisella joukkoliikenneyhteydellä
- III Melko tiheällä vaihdollisella joukkoliikenneyhteydellä tai autolla
- IV Autolla tai vaihdollisella joukkoliikenneyhteydellä
- V Autolla ja joillakin matkoilla joukkoliikenteellä
- VI Pääosin autolla
- VII Autolla

### 3.5 Vuosien 2008 ja 2012 väliset SAVU-vyöhykkeiden muutokset

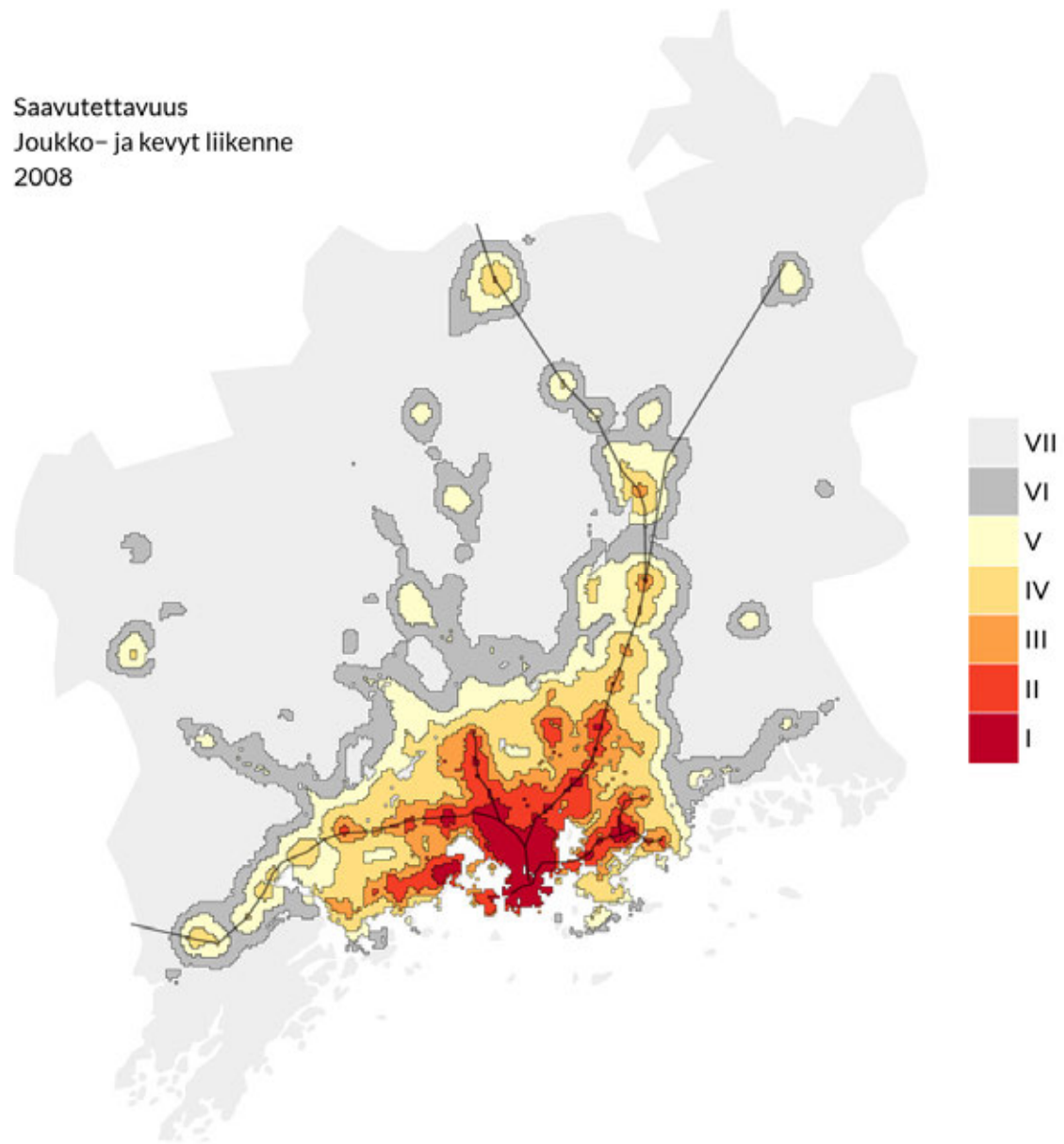
Vuoden 2012 SAVU-kuva eroaa teknisesti aikaisemmista vuoden 2008 ja sen pohjalta tehdyistä ennustekuvista (2020 ja 2035). Tämä johtuu

- YKR-paikkatietoaineiston päivittämisestä uuteen koordinaatistoon ja muista mahdollisista aineiston muutoksista. Myös TOL-luokkien muutokset ja kaupan käsittely on hieman muutunut aikaisemmasta.
- Liikenneverkkojen ”käsiala” on erilainen.
- Vuosien 2008 ja 2012 liikkumistutkimusten otosten virhemarginaalien eroista.
- Uudet RUUTI-mallit mallintavat liikkujien käyttäytymistä kuvaavat parametrit eri tavalla.

Näin ollen vuoden 2008 ja 2012 kuvia ei voi suoraan verrata toisiinsa esimerkiksi HLJ:n seurannan tarpeita ajatellen, vaikka ne eivät olekaan tilastollisessa mielessä erilaisia. HLJ:n seurannan tarpeena on kuitenkin analysoida liikennejärjestelmän ja maankäytön muutosten vaikutusta saavutettavuusvyöhykkeisiin, mikä ei aineistojen eroista johtuen ole mahdollista. Ratkaisuna on taaksepäin ennustaminen, eli vuoden 2008 kartta tulostetaan uudestaan ao. vuoden aineistoilla, jotka ovat yhdenmukaisia vuoden 2012 päivitysaineistojen kanssa (kuva 9). Yhtenevyydet ja erot ovat seuraavat:

- vuoden 2008 liikenneverkko kuvattu samalla käsialalla kuin vuoden 2012 verkko
- vuoden 2008 maankäyttö kuvattu vuoden 2012 koordinaatistossa
- vuoden 2008 kuvauksessa vuoden 2012 liikkumiskäyttäytyminen
- vuoden 2008 saavutettavuusvyöhykkeiden rajojen määrittely vuoden 2012 mukaisesti.

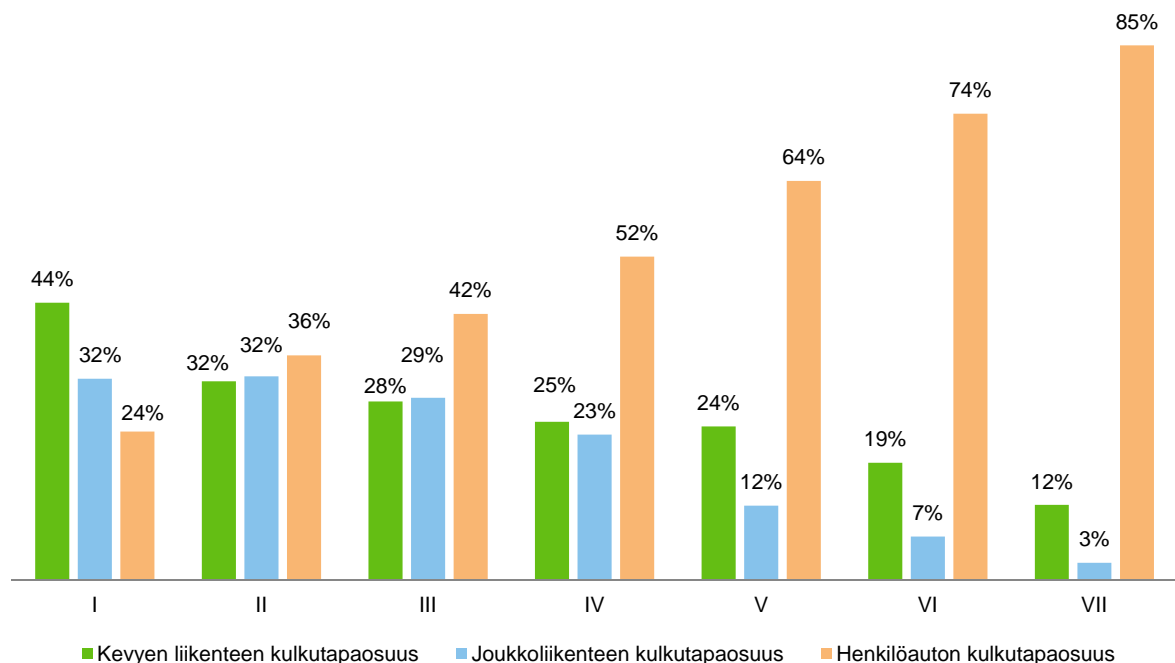
Saavutettavuus  
Joukko- ja kevyt liikenne  
2008



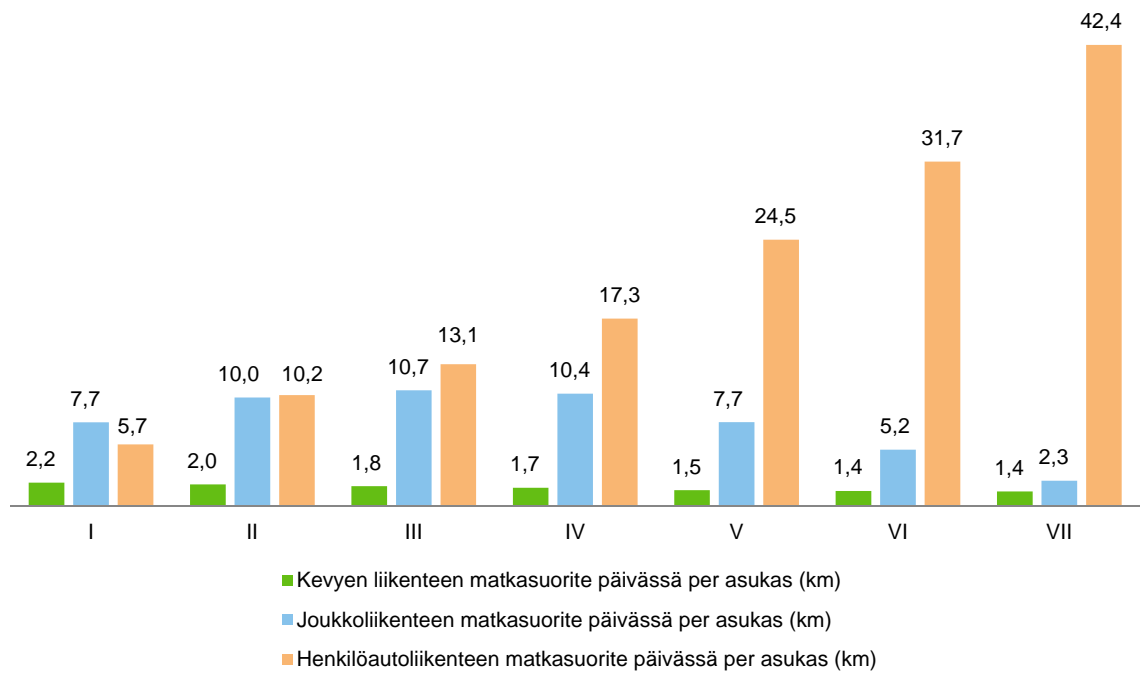
Kuva 9. Vuoden 2008 päivitetyt saavutettavuusvyöhykkeet vuoden 2012 asukkaiden mukaan määriteltynä. Vyöhykkeillä I–IV asuu vuonna 2012 kussakin 20 % väestöstä, vyöhykkeellä V 10 % ja VI–VII 5 %.

*Taulukko 3. Vuoden 2012 mukaan määriteltujen saavutettavuusvyöhykkeiden tunnusluvut v. 2008. Laskenta eroaa aikaisemmista vuoden 2008 vyöhykkeistä useista eri syistä (katso teksti).*

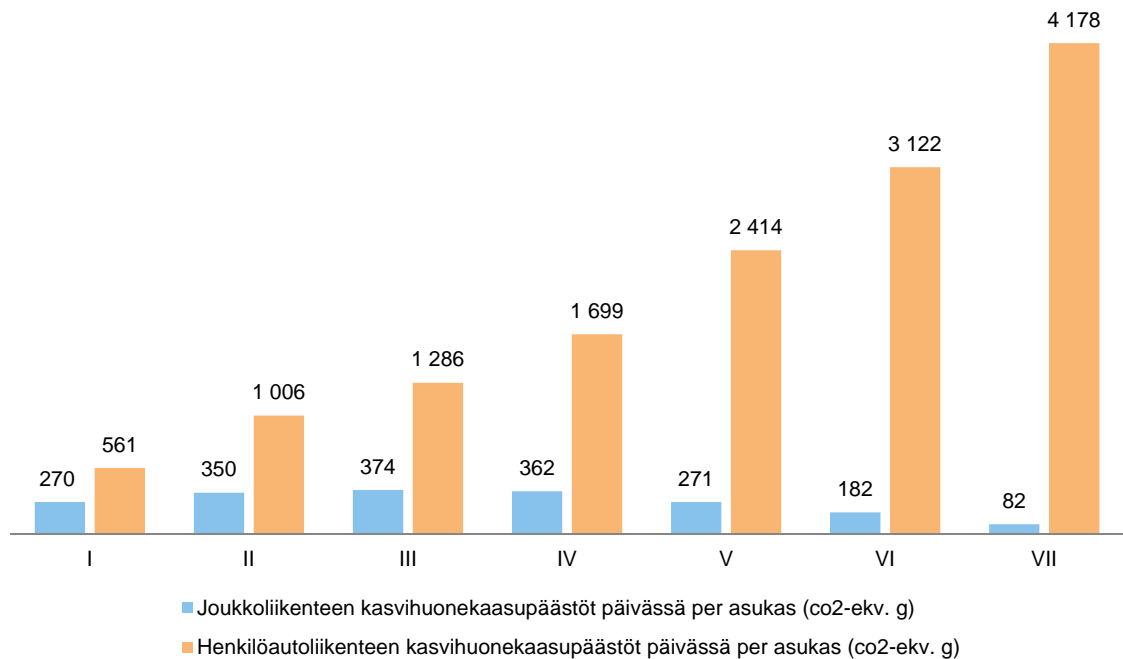
Vuosi	2008	2008	2008	2008	2008	2008	2008
Kestävien kulkutapojen saavutettavuusluokka	I	II	III	IV	V	VI	VII
Asukasmäärä	251 029	260 795	256 292	254 125	127 285	65 399	68 240
Keskimääräinen matkan pituus joukkoliikenteellä (km)	7,4	9,5	11,2	13,8	20,3	22,9	29,7
Keskimääräinen matkan pituus henkilöautolla (km)	6,5	8,4	9,3	10,3	11,7	13,0	15,3
Kevyen liikenteen kulkutapaosuus	44,2 %	31,7 %	28,5 %	25,2 %	24,5 %	18,7 %	12,0 %
Joukkoliikenteen kulkutapaosuus	32,1 %	32,5 %	29,1 %	23,2 %	11,9 %	6,9 %	2,7 %
Henkilöauton kulkutapaosuus	23,7 %	35,8 %	42,5 %	51,6 %	63,7 %	74,4 %	85,3 %
Kevyen liikenteen matkasuorite päivässä per asukas (km)	2,2	2,0	1,8	1,7	1,5	1,4	1,4
Joukkoliikenteen matkasuorite päivässä per asukas (km)	7,7	10,0	10,7	10,4	7,7	5,2	2,3
Henkilöautoliikenteen matkasuorite päivässä per asukas (km)	5,7	10,2	13,1	17,3	24,5	31,7	42,4
Joukkoliikenteen kasvihuonekaasupäästöt päivässä per asukas (co2-ekv. g)	270	350	374	362	271	182	82
Henkilöautoliikenteen kasvihuonekaasupäästöt päivässä per asukas (co2-ekv. g)	561	1 006	1 286	1 699	2 414	3 122	4 178
Kasvihuonekaasupäästöt päivässä per asukas (co2-ekv. g)	831	1 356	1 659	2 061	2 685	3 304	4 260



*Kuva 10. Laskennallinen kulkutapaosuus vyöhykkeittäin v. 2008.*



Kuva 11. Laskennallinen matkasuorite päivässä asukasta kohti vyöhykkeittäin vuonna 2008.



Kuva 12. Liikumisen kasvihuonekaasupäästöt päivässä asukasta kohti vyöhykkeittäin vuonna 2008.

## 4 MASA-karttojen menetelmän kuvaus

MASA-menetelmä laskee kunkin YKR-paikkatietoruudun saavutettavuuden ”järjestysluvun”. Järjestys arvioidaan joukkoliikenteen matka-ajoilla painottamalla niitä liikkumistarpeiden kohteiden määrällä. Saavutettavuusluvut ovat näin ollen suhteellisia muihin sijainteihin verrattuna ilman selvää yksikköä tai ”arvoa”. Analyysi perustuu linjojen vuorotiheyteen sekä alueiden maankäyttöön. Menetelmä on suunniteltu siten, että voidaan varautua joukkoliikenteen kuvauksen vuosittaisen kevyeen päivittämiseen (kuvauksen taustalla oleva joukkoliikenneverkon ja maankäytön kuvaus päivitetään vuosittain, laajemmin taustatiedot päivitetään 4 vuoden välein). Päivitysprosessia ei vielä tässä vaiheessa kuitenkaan ohjelmoida.

### 4.1 Työvaiheet ja prosessissa eteen tulleet seikat

Joukkoliikenteen MASA-analysien tuottamistyökalun työvaiheet ovat olleet:

- työn määrittely ja valmistelu
- joukkoliikenteen palveluiden kuvaus joukkoliikennerekisteri JOREn pohjalta (SAVU perustuu HSL:n Ennustemallin verkkoihin)
- vyöhykkeiden määrittely ja tarkastelu kiinteässä yhteistyössä tilaajan kanssa
- matka-aikasaavutettavuuskarttojen visuaalisen ilmeen suunnittelu ja toteuttaminen
- joukkoliikenteen matka-aikasaavutettavuuskarttojen tuottaminen syksystä 2012
- joukkoliikenteen saavutettavuuden karttojen tuottaminen myös syksystä 2013 ja erojen analysointi.

Työtä aloitettaessa lähdettiin siitä, että matka-aikasaavutettavuus kuvaisi joukkoliikenteen palvelutasoa. Palvelutaso-termi ei erityisesti tarjonnan laatuun liittyvänä käsitteenä ole kuitenkaan kovin looginen tässä yhteydessä, sillä kehitettyyn menetelmään sisältyy myös maankäytön määrät matkojen määränpäissä eli liikenteen kysynnän tekijöitä. Siksi palvelutason käsitettä ei käytetä tässä dokumentaatioissa väärinkäsitysten välttämiseksi.

Toinen pohdintaa vaatinut seikka oli se, mitä joukkoliikennejärjestelmän JORE-kuvauksen tietoja tulisi käyttää matka-ajan kuvauksessa. SAVU-menetelmä ottaa esimerkiksi huomioon nousut ja 30 % vuorovälistä yleistettynä aikana. Sovittiin, että menetelmä kehitetään ensiksi vastaamaan SAVU-kuvausta, mutta siten, että otetaan huomioon vain joukkoliikennejärjestelmän yhdistävyys. Tämän jälkeen pohdittiin, mitä tekijöitä esimerkiksi suunnitteluohjeistuksesta kannattaisi lisätä matka-aikoihin ns. yleistettynä vastuksena eli koettuna matka-aikana. Suunnitteluohjeissa on kuitenkin tehty sellaisia palvelutason määritelmiä, joita ei kannattanut noudattaa sellaisenaan, vaan säilyttää menetelmän omat vahvuudet. Tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että saavutettavuus lasketaan kaikkien liikkumisen määräpäiden suhteen eikä pelkästään aluekeskuksiin, mikä on suunnitteluohjeissa palvelutason perusteena.

### 4.2 Määrittelyt

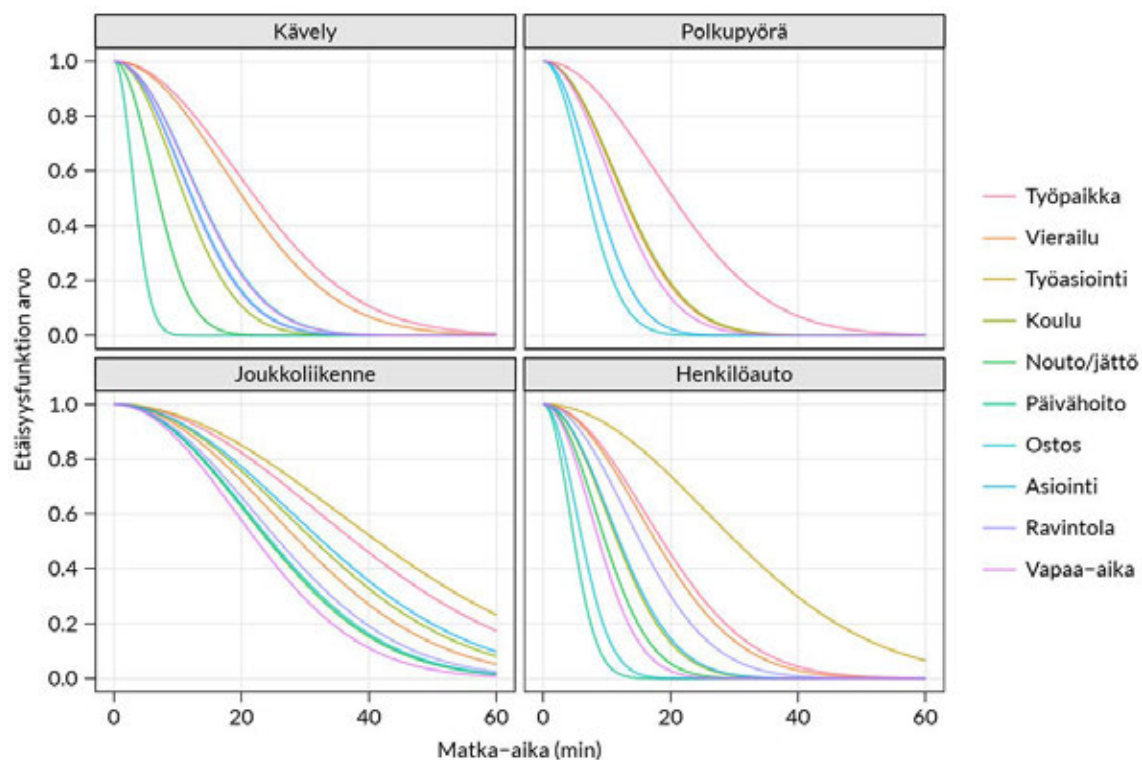
Tulosten esitys rajattiin koskemaan vain HSL-kuntia. MASA-analyyseihin sisällytettiin HSL:n liput kelpuuttavat linjat. VALLU-kuvauksia ei hyödynnetty tässä vaiheessa, vaan aineistona käytettiin

vain joukkoliikennerekisterin (JORE) infopoimintaa. Menetelmässä tarkasteltiin arkisin kolme ajanjaksoa:

- aamuruuhka klo 7–9
- päiväliikenne klo 9–15
- iltaruuhka klo 15–18.

Muita ajanjaksoja ei tässä vaiheessa otettu mukaan.

Saavutettavuuden kohteet ovat samat aamu-, ilta- ja päiväliikenteelle. Kohteille on määritelty kuvan 13 mukaiset etäisyysfunktiot matkojen tyyppin mukaan.



Kuva 13. Etäisyyksien painot eri liikumistarpeiden kohteille.

Menetelmän matka-ajassa on mukana kävelyajat, odotusajat ja vaihtoon kuluva aika, jotka esiintyvät myös joukkoliikenteen suunnitteluohjeessa, mutta ei niiden painokertoimia eikä nousuvastusta, jotka liittyvät koetun palvelutason kuvaamiseen (kuten raideliikenteen ja bussiliikenteen erojen kuvaamiseen). Saavutettavuutta pelkästään joukkoliikenteen kannalta kuvattaessa on mielekästä käyttää puhdasta kokonaismatka-aikaa painotetun matka-ajan sijaan, jotta saavutettavuus säilyy suoraan ajassa mitattuna. Saavutettavuutta liikennejärjestelmätasolla kuvattaessa on perusteltua käyttää painotettuja matka-aikoja, jotta tarkastelu on linjassa HELMET-kulikutapamallien kanssa.

Matka-aikaan ei ole yhdistetty muita, koettuun palvelutasoon liittyviä laatutekijöitä. MASA-menetelmä eroaa näin selkeästi palvelutason käsitteestä. Jos palvelutasotekijöitä halutaan lisätä mukaan, pitäisi ”päättää”, miten niitä painotetaan, mitä ei tässä vaiheessa koettu ajankohtaiseksi.

#### 4.3 Joukkoliikenteen kuvaus JOREn pohjalta

Joukkoliikenteen matka-ajat on laskettu joukkoliikennerekisteri JOREsta. JOREn kannassa on aikataulujen ja reitinsuuntien kombinaatioita (7 eri aikataulua, joilla voimaanastumis- ja viimeiset voimassaolopäivät). Näistä on muodostettu aineisto, jossa kunkin linjan suunnan ja aikajakson (aamu, iltä, päivä) yksittäiset lähdöt on yhdistetty laskemalla liikennöintitiheys, vuoroväli ja aikataulutiedosta pysäkkivälien matka-ajat. Matka-ajat on edelleen jaettu pysäkkivälien yksittäisille linkeille.

MASA kuvauksessa JOREsta on

- laskettu matka-aikaa lisäävät odotusajat aamu-, iltä- ja päiväliikenteelle (30 % vuorovälistä)
- laskettu kävely-yhteydet pysäkeille, jotka on otettu mukaan matka-aikoihin
- mukana vain HSL:n linjastot, kaikki pysäkit (kuva 14).

Suurin ero HSL:n ennustemallin linjastoon on, että laskennassa ovat kaikki pysäkit mukana. Ennustemallin verkko on yksinkertaistettu esitys, jossa merkittävä osa pysäkeistä puuttuu. Toinen olennainen ero on, että ennustemallissa matka-ajat lasketaan nopeusfunktioista liikenteen sijoittelun aikana, kun taas JOREsta voidaan käyttää suoraan aikataulutietoa.



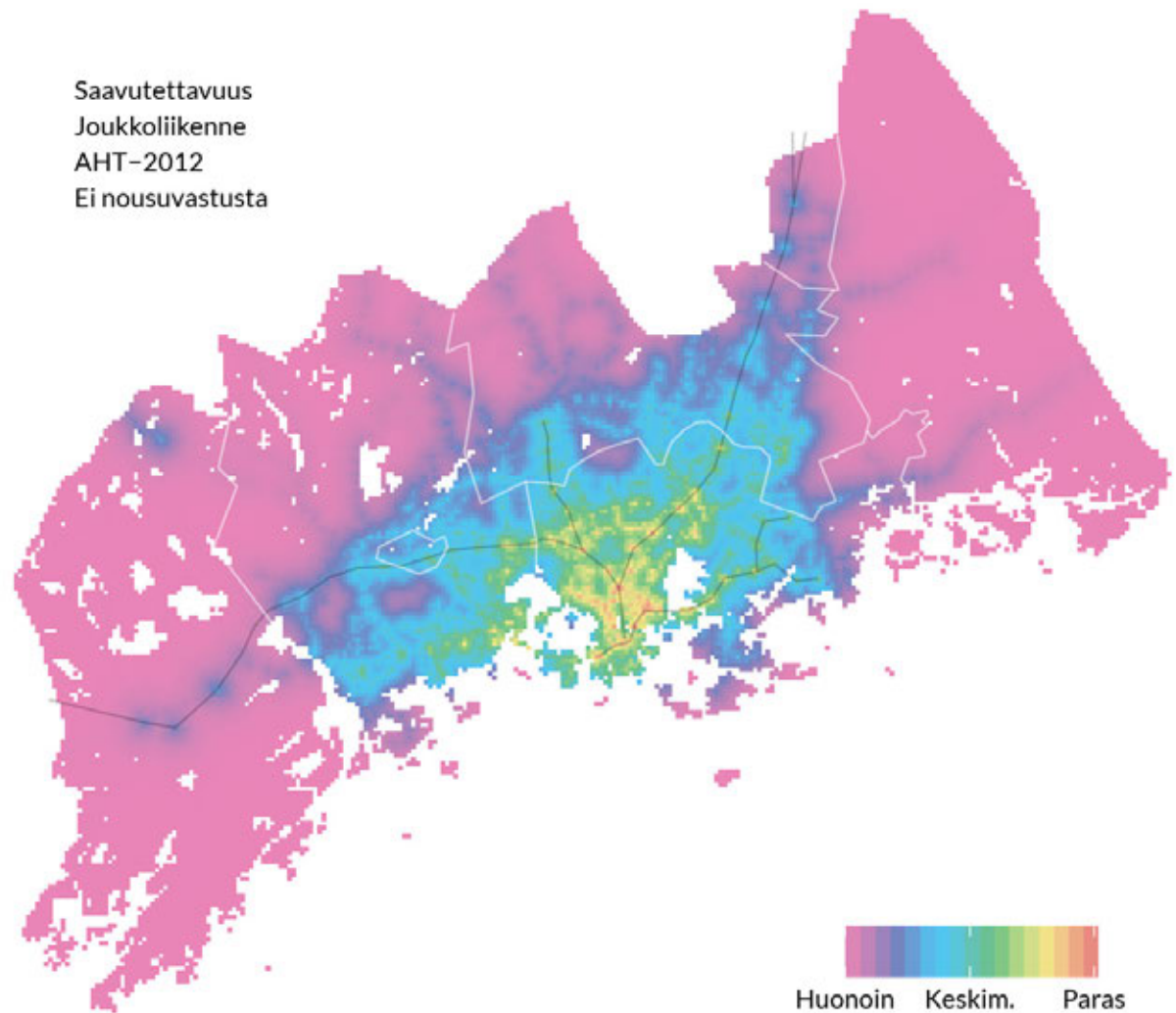
Kuva 14. JORE-linjaston kattavuus ja kuvaustapa.

#### 4.4 Vuoden 2012 vyöhykkeiden määrittely

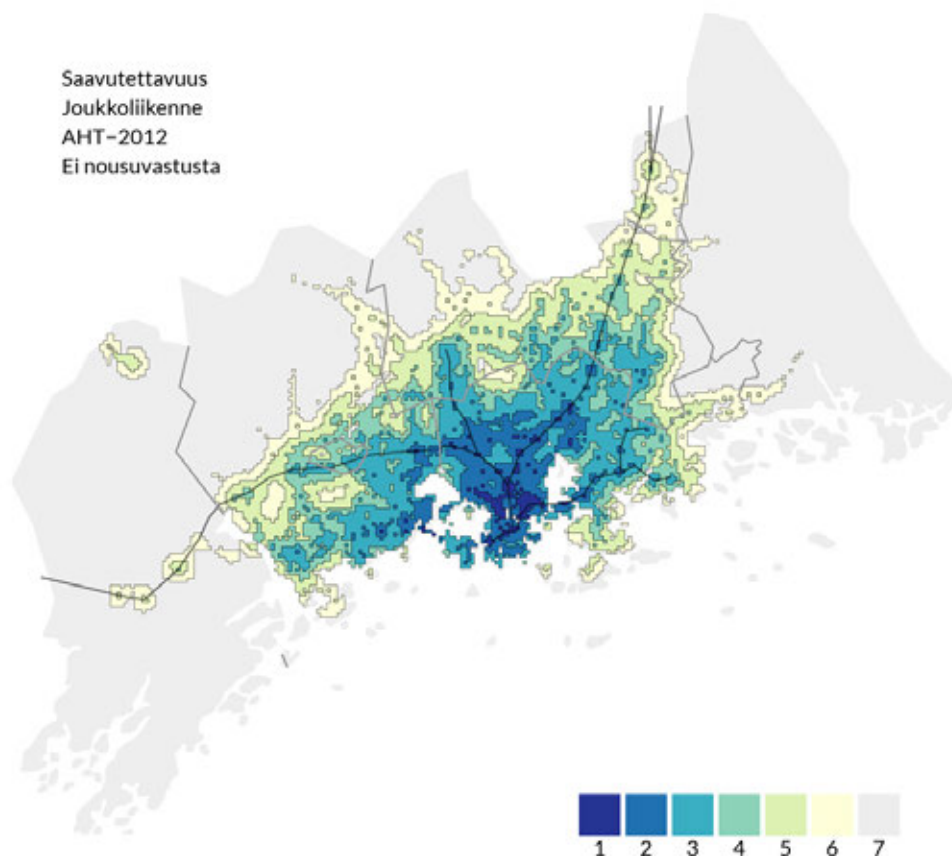
MASA-vyöhykkeitä ei tehdä SAVU-kuvista poiketen asukasmääräosuuden mukaan, vaan saavutettavuusluvun (järjestyksen) mukaan siten, että matka-aikasaavutettavuuksien järjestyksen mukaan tasaisesti väritetyn "liukupinnan" suurimpien muutosten paikka - eli kuvan muoto – näkyy vyöhyk-



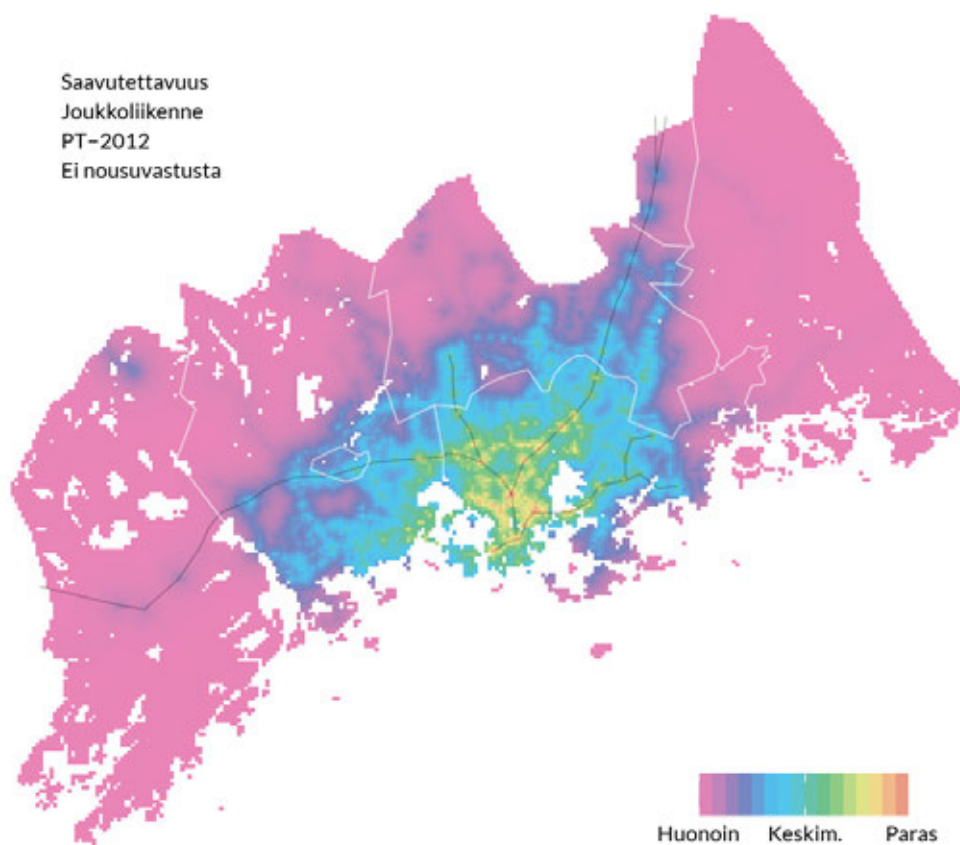
keiden rajoina. Näin saadaan analyttisempi kuva sekä reuna-alueilla että kantakaupungissa. Tämä on selkeä menetelmällinen ero HLJ-SAVUun. Lisäksi erona on ns. nousuvastuksien puuttuminen matka-ajoista, joiden pois jättämisen todettiin selkeyttävän vyöhykkeiden muodostumista entisestään.



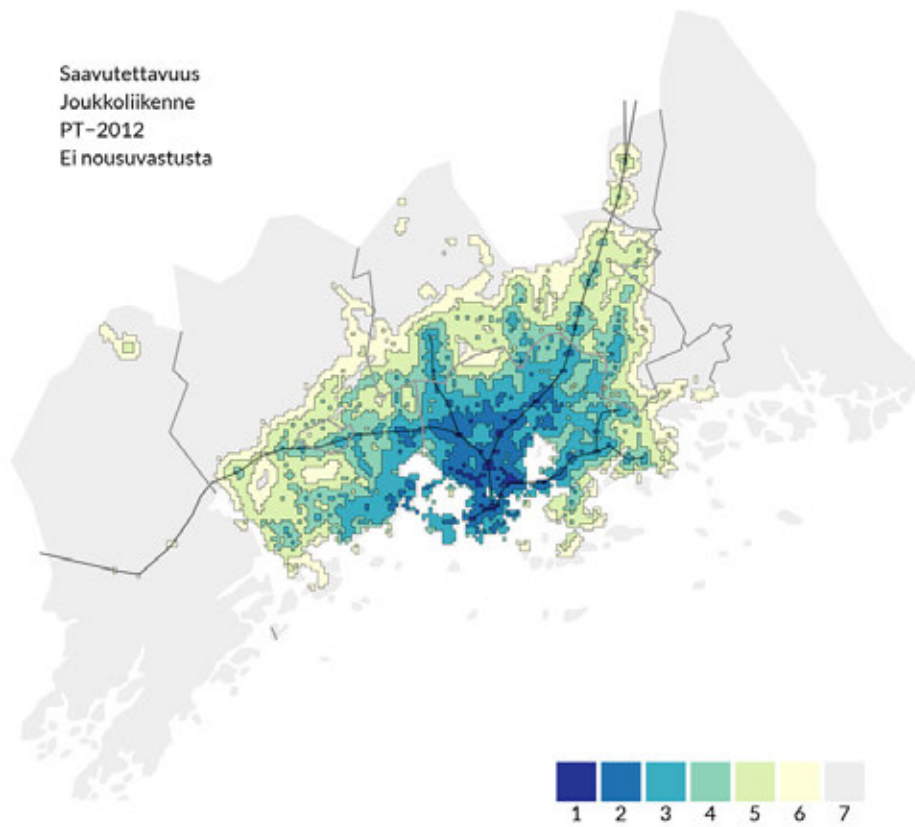
Kuva 15. Joukkoliikenteen matka-aikasaavutettavuudet, aamuhuippu 2012.



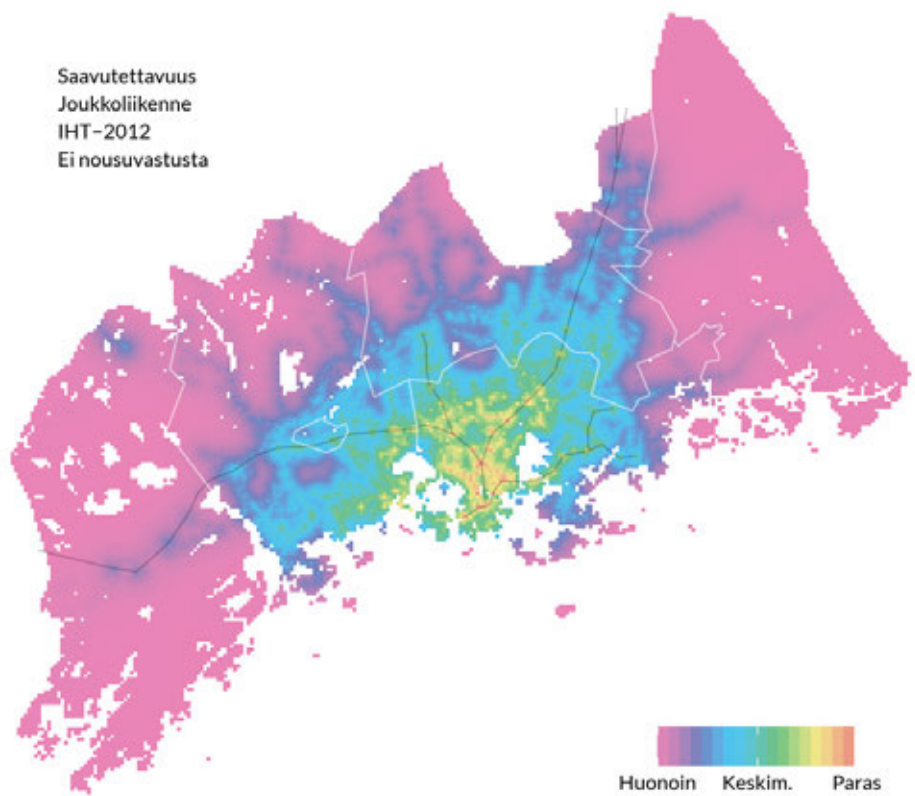
Kuva 16. Joukkoliikenteen matka-aikasaavutettavuuden (MASA) vyöhykkeet, aamuhuippu 2012



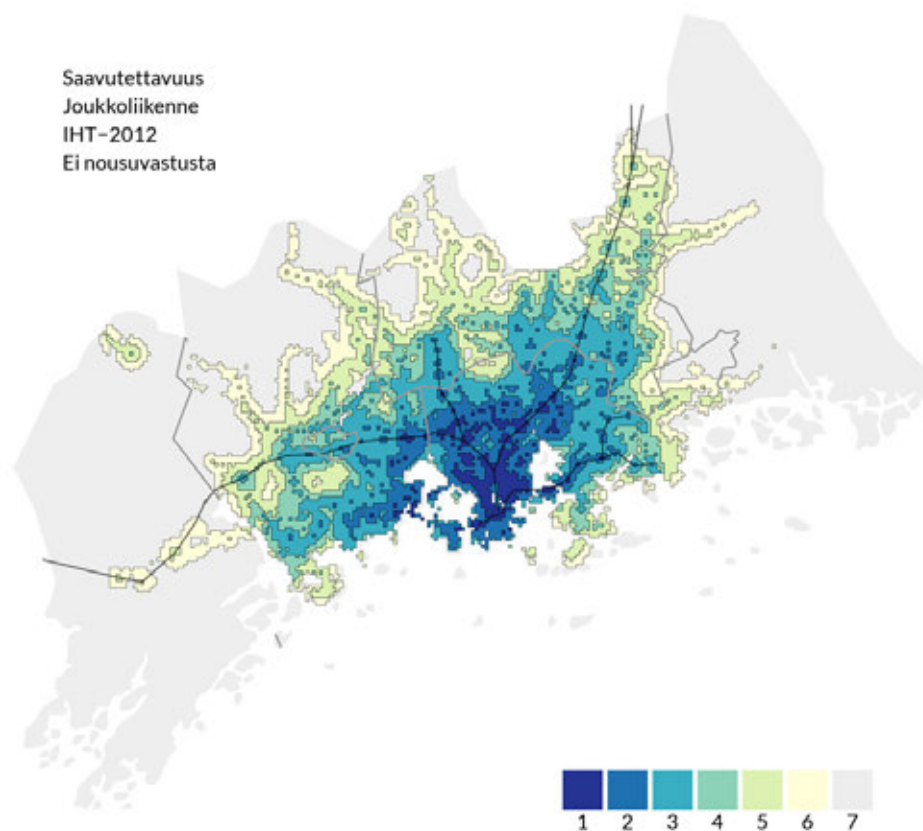
Kuva 17. Joukkoliikenteen matka-aikasaavutettavuudet, päiväliikenne 2012.



Kuva 18. Joukkoliikenteen matka-aikasaavutettavuuden (MASA) vyöhykkeet, päiväliikenne 2012.



Kuva 19. Joukkoliikenteen matka-aikasaavutettavuudet, iltahuippu 2012.



Kuva 20. Joukkoliikenteen matka-aikasaavutettavuuden (MASA) vyöhykkeet, iltahuippu 2012.

Vuoden 2012 aikaryhmien MASA-vyöhykkeiden tunnusluvut näkyvät taulukoissa 4–6.

*Taulukko 4. Vuoden 2012 aamuruuhkan tarjonnan mukaan määritettyjen joukkoliikenteen matka-aika saavutettavuusvyöhykkeiden asukas- ja työpaikkamäärät sekä tunnusluvut.*

Malli	AHT-2012	AHT-2012	AHT-2012	AHT-2012	AHT-2012	AHT-2012	AHT-2012
MASA-vyöhyke	1	2	3	4	5	6	7
Asukasmäärä	139 278	136 521	394 975	219 910	124 372	50 742	63 323
Työpaikkojen määrä	155 289	86 509	104 246	39 970	18 749	8 599	8 626
Keskimääräinen matkan pituus joukkoliikenteellä (km)	5,9	6,8	8,2	9,6	11,2	13,6	19,2
Keskimääräinen matkan pituus henkilöautolla (km)	5,7	7,3	8,6	9,6	10,6	11,8	13,9
Kevyen liikenteen kulkutapaosuus	48,1 %	34,2 %	27,7 %	24,0 %	20,2 %	18,1 %	14,3 %
Joukkoliikenteen kulkutapaosuus	34,8 %	38,2 %	38,1 %	34,9 %	31,0 %	25,1 %	13,9 %
Henkilöauton kulkutapaosuus	17,2 %	27,5 %	34,2 %	41,1 %	48,8 %	56,8 %	71,8 %
Kevyen liikenteen matkasuorite päivässä per asukas (km)	2,1	1,9	1,8	1,6	1,5	1,3	1,2
Joukkoliikenteen matkasuorite päivässä per asukas (km)	6,7	8,4	10,1	11,0	11,4	11,4	8,3
Henkilöautoliikenteen matkasuorite päivässä per asukas (km)	3,7	6,9	9,8	12,7	16,3	20,8	32,1
Joukkoliikenteen kasvihuonekaasupäästöt päivässä per asukas (co2-ekv. g)	216	273	327	356	370	370	268
Henkilöautoliikenteen kasvihuonekaasupäästöt päivässä per asukas (co2-ekv. g)	336	630	888	1 161	1 487	1 893	2 924
Kasvihuonekaasupäästöt päivässä per asukas (co2-ekv. g)	552	903	1 215	1 517	1 856	2 263	3 193
Väestöllä painotettu suhteellinen saavutettavuus	2,079	1,395	1,040	0,800	0,603	0,426	0,214

*Taulukko 5. Vuoden 2012 iltaruuhkan tarjonnan mukaan määriteltujen joukkoliikenteen matka-aika saavutettavuusvyöhykkeiden asukas- ja työpaikkamäärät sekä tunnusluvut.*

Malli	IHT-2012	IHT-2012	IHT-2012	IHT-2012	IHT-2012	IHT-2012	IHT-2012
MASA-vyöhyke	1	2	3	4	5	6	7
Asukasmäärä	156 257	170 210	425 277	181 513	108 472	36 986	50 406
Työpaikkojen määrä	171 175	83 741	108 157	29 535	16 806	6 046	6 528
Keskimääräinen matkan pituus joukkoliikenteellä (km)	5,7	6,6	8,0	9,4	11,1	13,6	19,8
Keskimääräinen matkan pituus henkilöautolla (km)	5,3	6,7	7,9	9,2	10,3	11,9	14,0
Kevyen liikenteen kulkutapaosuus	46,0 %	31,4 %	25,8 %	21,8 %	18,0 %	16,6 %	13,1 %
Joukkoliikenteen kulkutapaosuus	36,3 %	39,7 %	38,2 %	34,7 %	30,0 %	23,6 %	12,7 %
Henkilöauton kulkutapaosuus	17,7 %	28,9 %	36,0 %	43,5 %	52,1 %	59,8 %	74,2 %
Kevyen liikenteen matkasuorite päivässä per asukas (km)	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,1	1,1
Joukkoliikenteen matkasuorite päivässä per asukas (km)	6,7	8,5	9,9	10,7	10,9	10,7	7,6
Henkilöautoliikenteen matkasuorite päivässä per asukas (km)	3,5	6,6	9,5	12,9	17,2	22,6	33,9
Joukkoliikenteen kasvihuonekaasupäästöt päivässä per asukas (co2-ekv. g)	216	275	321	346	353	347	244
Henkilöautoliikenteen kasvihuonekaasupäästöt päivässä per asukas (co2-ekv. g)	320	604	865	1 179	1 569	2 057	3 091
Kasvihuonekaasupäästöt päivässä per asukas (co2-ekv. g)	536	879	1 186	1 525	1 922	2 404	3 336
Väestöllä painotettu suhteellinen saavutettavuus	2,086	1,382	1,048	0,801	0,600	0,426	0,210

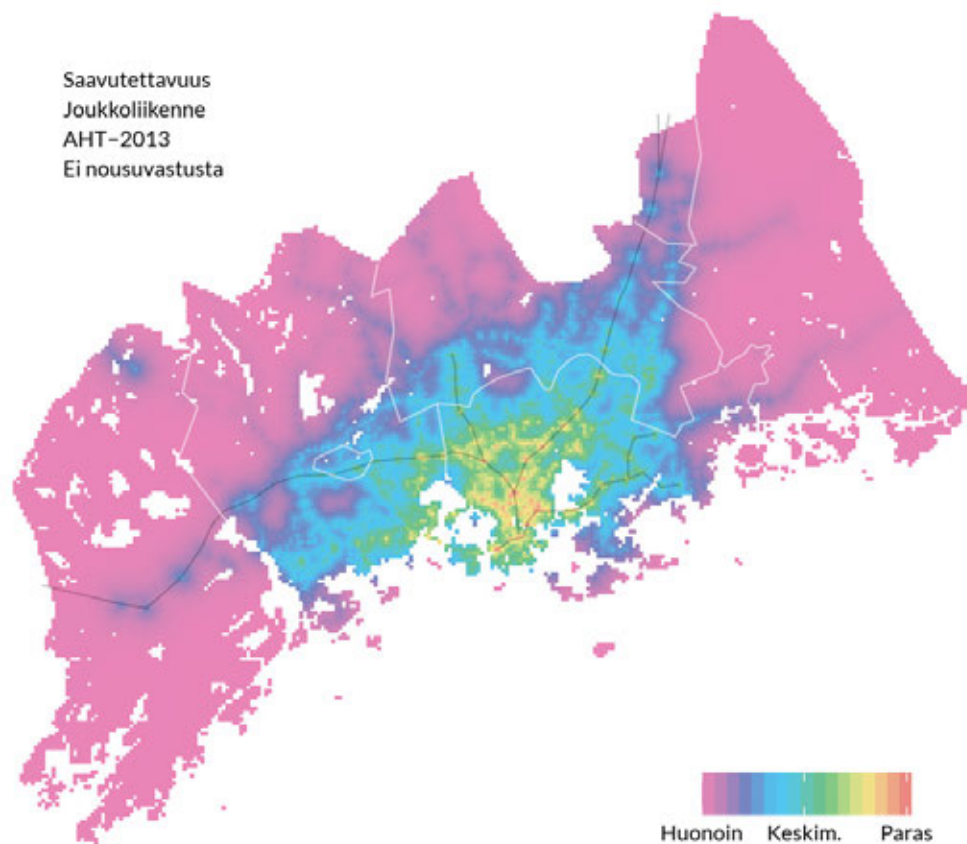
*Taulukko 6. Vuoden 2012 päiväliikenteen tarjonnan mukaan määriteltyjen joukkoliikenteen matka-aika saavutettavuusvyöhykkeiden asukas- ja työpaikkamäärät sekä tunnusluvut.*

Malli	PT-2012	PT-2012	PT-2012	PT-2012	PT-2012	PT-2012	PT-2012
MASA-vyöhyke	1	2	3	4	5	6	7
Asukasmäärä	136 385	117 632	344 063	247 756	151 186	50 549	81 550
Työpaikkojen määrä	149 755	82 564	95 113	49 336	24 719	7 987	12 514
Keskimääräinen matkan pituus joukkoliikenteellä (km)	6,2	6,9	8,3	9,8	11,3	13,7	20,2
Keskimääräinen matkan pituus henkilöautolla (km)	5,9	7,1	8,1	9,0	10,0	11,0	13,3
Kevyen liikenteen kulkutapaosuus	49,2 %	35,5 %	28,9 %	25,3 %	21,5 %	18,5 %	15,6 %
Joukkoliikenteen kulkutapaosuus	34,1 %	37,2 %	36,7 %	33,0 %	29,0 %	22,7 %	11,4 %
Henkilöauton kulkutapaosuus	16,7 %	27,4 %	34,4 %	41,7 %	49,5 %	58,8 %	73,0 %
Kevyen liikenteen matkasuorite päivässä per asukas (km)	2,2	2,0	1,8	1,6	1,5	1,4	1,2
Joukkoliikenteen matkasuorite päivässä per asukas (km)	6,8	8,4	9,9	10,6	10,7	10,3	6,9
Henkilöautoliikenteen matkasuorite päivässä per asukas (km)	3,8	6,7	9,3	12,3	15,9	20,7	32,0
Joukkoliikenteen kasvihuonekaasupäästöt päivässä per asukas (co2-ekv. g)	220	271	321	343	348	332	222
Henkilöautoliikenteen kasvihuonekaasupäästöt päivässä per asukas (co2-ekv. g)	346	606	849	1 121	1 450	1 883	2 917
Kasvihuonekaasupäästöt päivässä per asukas (co2-ekv. g)	566	877	1 170	1 463	1 798	2 215	3 139
Väestöllä painotettu suhteellinen saavutettavuus	2,047	1,392	1,040	0,799	0,607	0,428	0,208



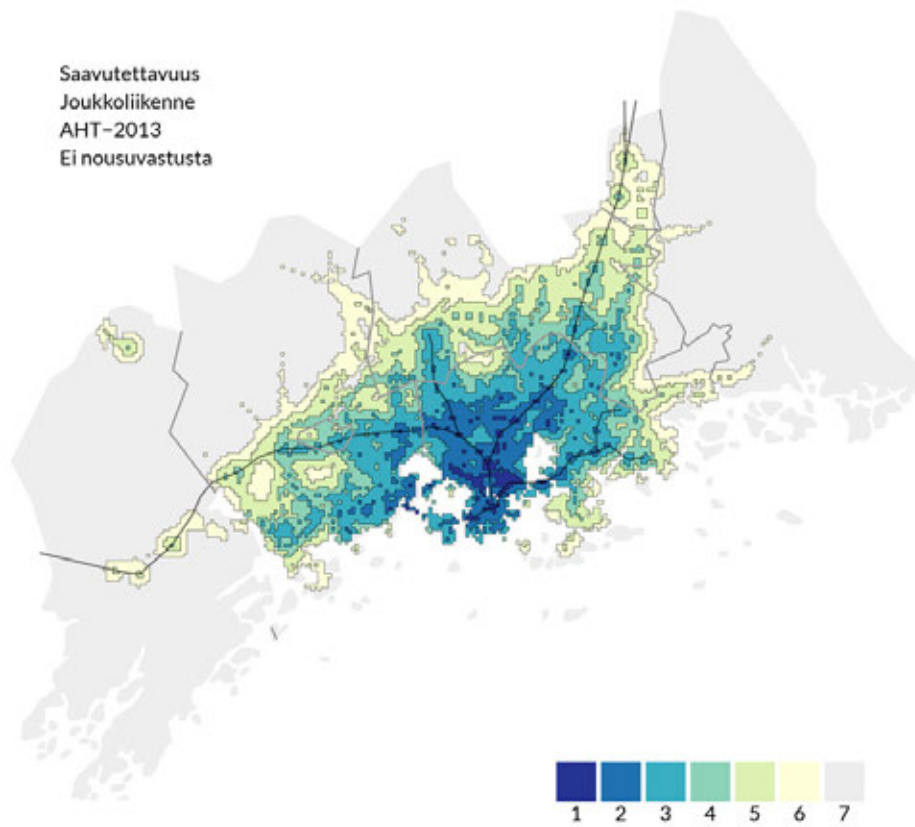
#### 4.5 Vuoden 2013 vyöhykkeet

Kuvien 21–26 joukkoliikenteen saavutettavuuden kartat tuotettiin myös syksystä 2013 päivitettyillä JORE-aineistoilla käyttäen samoja viimeisimpiä vuoden 2010/2012 maankäyttötietoja ja vyöhykemäärittelyitä. Kuvissa 27–29 näkyy vuosien 2012 ja 2013 väliset erot saavutettavuudessa. Kuvissa on erotettavissa selkeitä yksittäisiä paikallisia eroja, jotka johtuvat aikatauluihin tehdyistä muutoksista. Parannus Lahdenväylän ja Kehä I:n risteyksessä johtuu esimerkiksi siitä, että kehälle on lisätty pysäkki kyseiseen risteykseen länteen päin ajettaessa. Huononnuks Kruununhaassa johtuu siitä, että 2012 syksyllä Kruununhaassa liikennöi linja 55 viidentoista minuutin välein (ruuhka-aikana tiheämminkin) ja syksyllä 2013 linja 16 kahdenkymmenen minuutin välein. Huononnuks Tapiolassa johtuu metroasematyömaan aiheuttamista kiertoreiteistä.

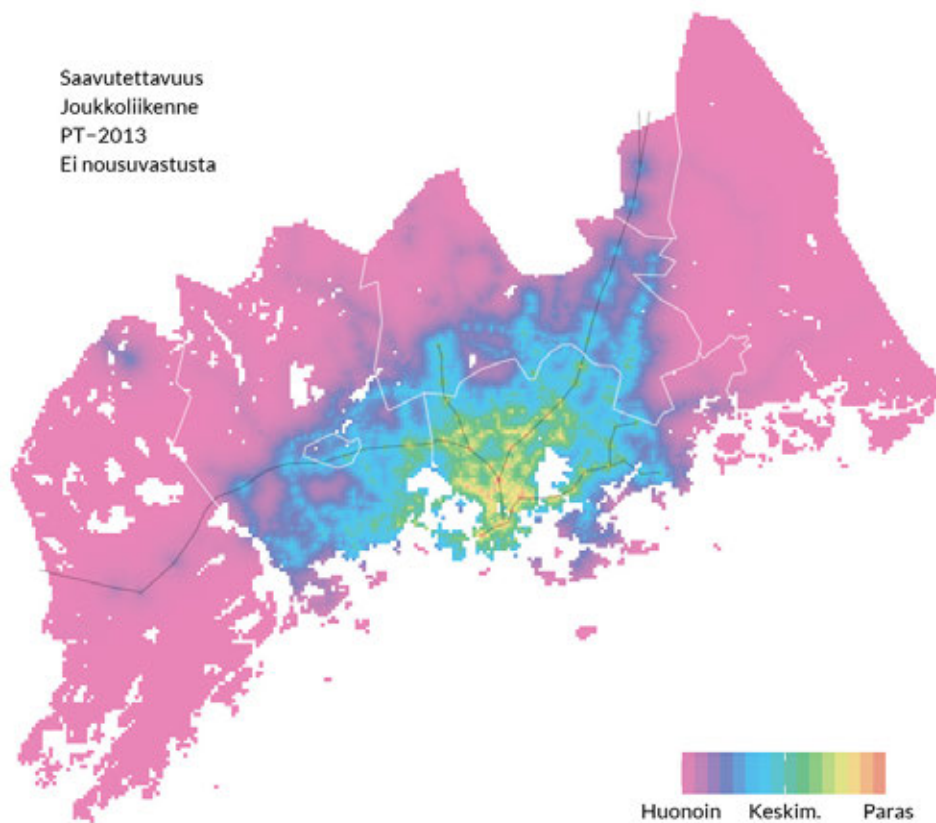


Kuva 21. Joukkoliikenteen matka-aikasaavutettavuudet, aamuhuippu 2013.

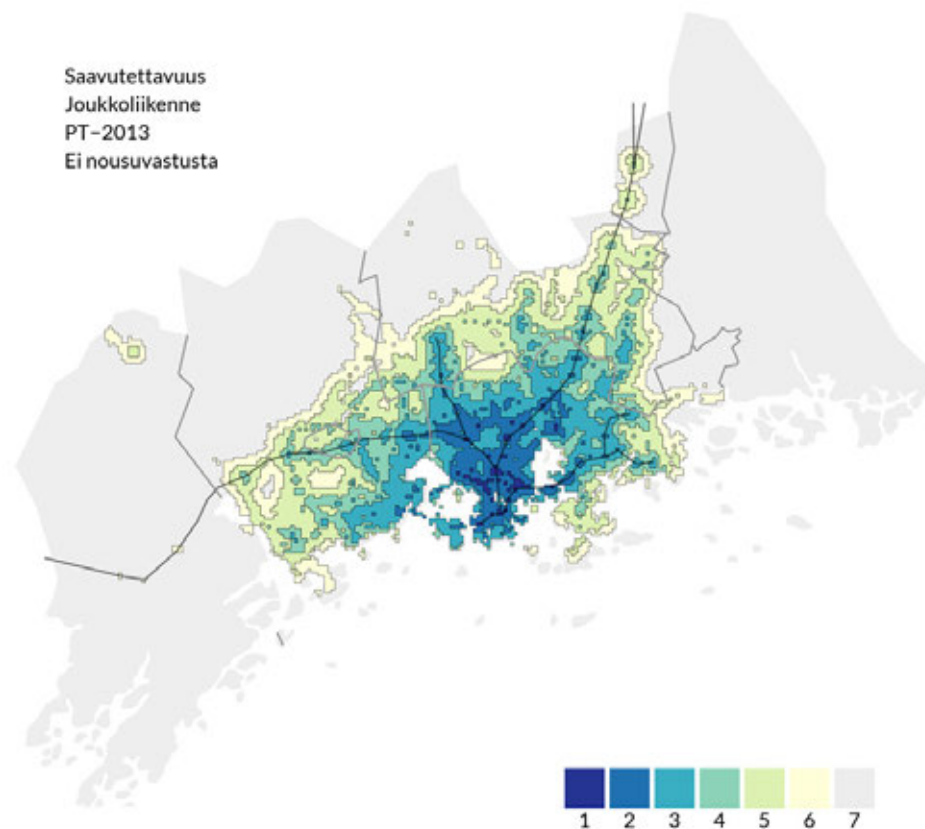




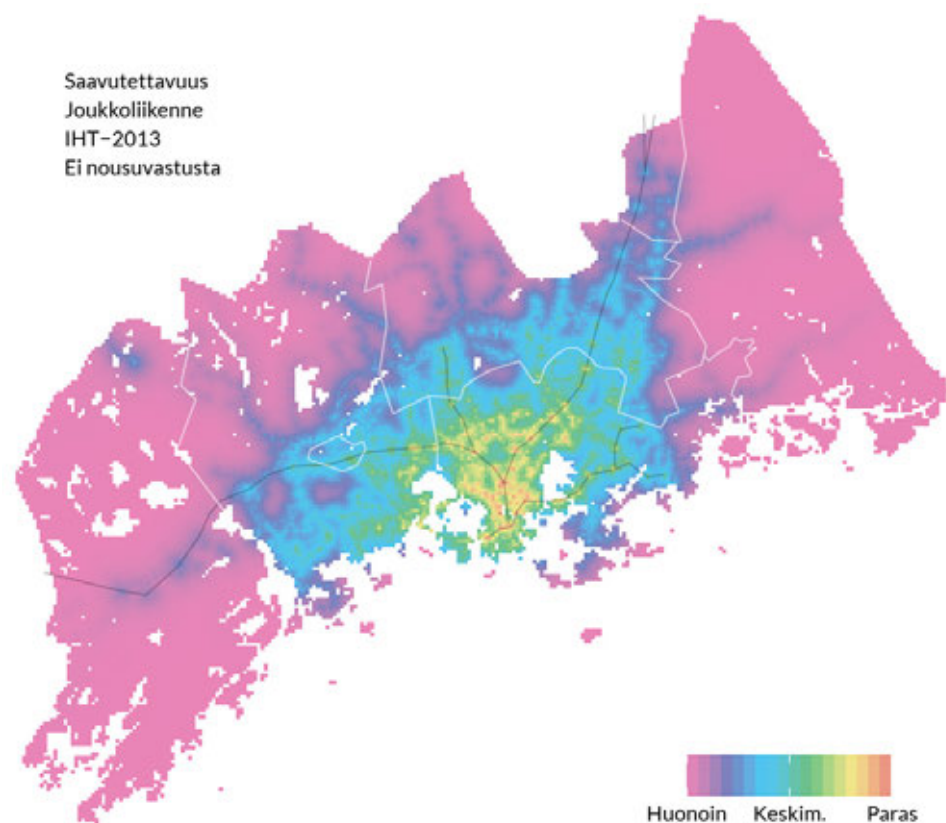
Kuva 22. Joukkoliikenteen matka-aikasaavutettavuuden (MASA) vyöhykkeet, aamuhuippu 2013.



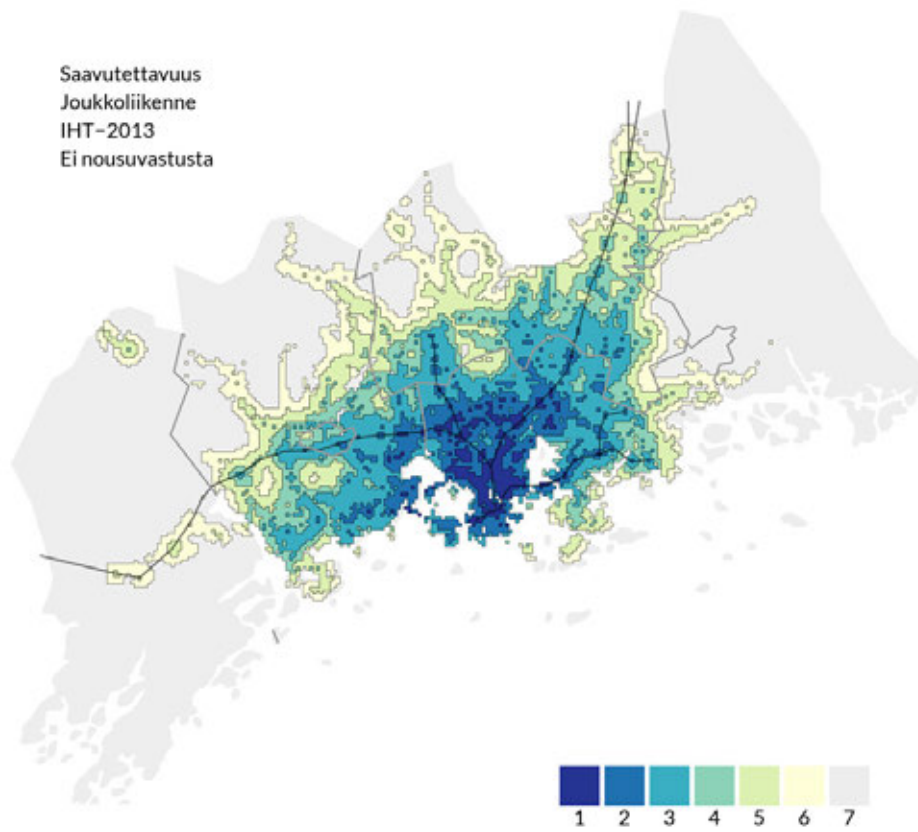
Kuva 23. Joukkoliikenteen matka-aikasaavutettavuudet, päiväliikenne 2013.



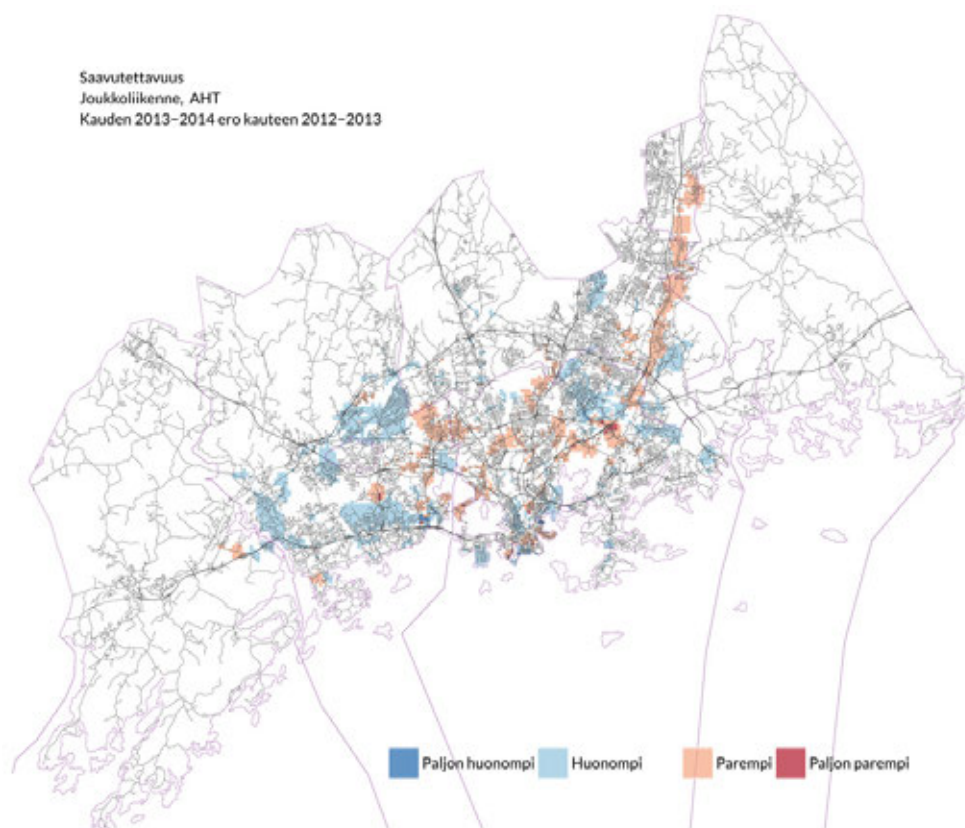
Kuva 24. Joukkoliikenteen matka-aikasaavutettavuuden (MASA) vyöhykkeet, päiväliikenne 2013.



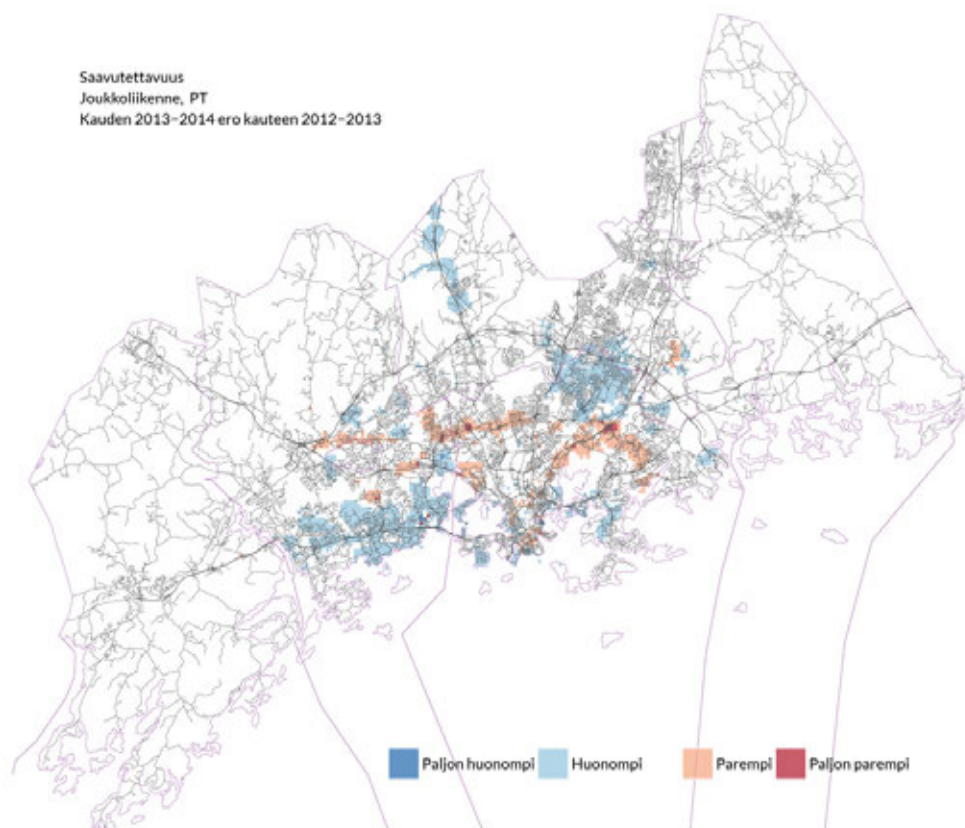
Kuva 25. Joukkoliikenteen matka-aikasaavutettavuudet, iltahuippu 2013.



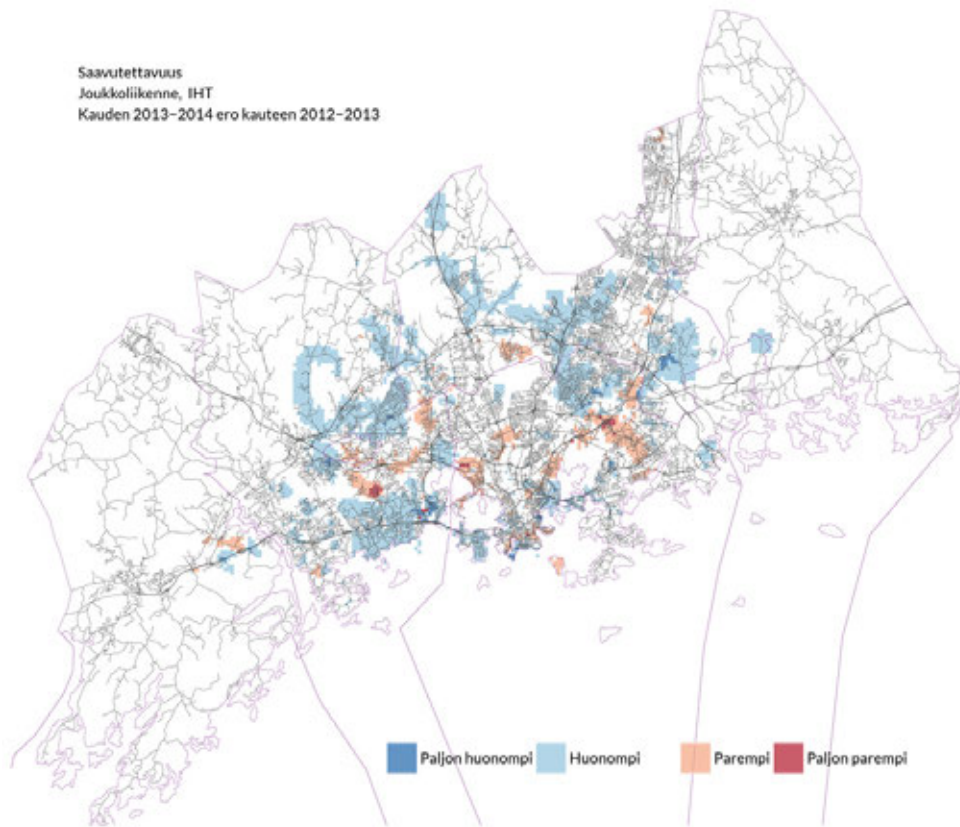
Kuva 26. Joukkoliikenteen matka-aikasaavutettavuuden (MASA) vyöhykkeet, iltahuippu 2013.



Kuva 27. Joukkoliikenteen matka-aikasaavutettavuuksien muutokset, aamuhuippu 2012–2013.



Kuva 28. Joukkoliikenteen matka-aikasaavutettavuuksien muutokset, päiväliikenne 2012–2013.



Kuva 29. Joukkoliikenteen matka-aikasaavutettavuuksien muutokset, iltahuippu 2012–2013.



Vuoden 2013 aikaryhmien MASA-vyöhykkeiden tunnusluvut näkyvät taulukoissa 7–9.

*Taulukko 7. Vuoden 2013 aamuruuhkan tarjonnan mukaan määriteltujen joukkoliikenteen matka-aika saavutettavuusvyöhykkeiden asukas- ja työpaikkamäärät sekä tunnusluvut.*

Malli	AHT-2013	AHT-2013	AHT-2013	AHT-2013	AHT-2013	AHT-2013	AHT-2013
MASA-vyöhyke	1	2	3	4	5	6	7
Asukasmäärä	139 281	134 752	391 706	221 069	127 674	51 008	63 631
Työpaikkojen määrä	156 107	85 908	102 427	40 975	18 961	8 754	8 856
Keskimääräinen matkan pituus joukkoliikenteellä (km)	6,0	6,8	8,2	9,7	11,3	13,7	19,8
Keskimääräinen matkan pituus henkilöautolla (km)	5,7	7,3	8,6	9,6	10,6	11,7	13,9
Kevyen liikenteen kulkutapaosuus	48,1 %	34,3 %	27,8 %	24,2 %	20,3 %	18,2 %	14,1 %
Joukkoliikenteen kulkutapaosuus	34,7 %	38,2 %	38,0 %	34,8 %	30,8 %	25,2 %	14,0 %
Henkilöauton kulkutapaosuus	17,2 %	27,5 %	34,2 %	41,0 %	48,9 %	56,6 %	71,9 %
Kevyen liikenteen matkasuorite päivässä per asukas (km)	2,1	1,9	1,8	1,6	1,5	1,3	1,2
Joukkoliikenteen matkasuorite päivässä per asukas (km)	6,7	8,5	10,2	11,1	11,4	11,5	8,3
Henkilöautoliikenteen matkasuorite päivässä per asukas (km)	3,7	6,9	9,7	12,7	16,4	20,6	32,1
Joukkoliikenteen kasvihuonekaasupäästöt päivässä per asukas (co2-ekv. g)	212	268	322	350	362	364	264
Henkilöautoliikenteen kasvihuonekaasupäästöt päivässä per asukas (co2-ekv. g)	330	616	869	1 133	1 459	1 840	2 867
Kasvihuonekaasupäästöt päivässä per asukas (co2-ekv. g)	541	884	1 190	1 483	1 821	2 204	3 130
Väestöllä painotettu suhteellinen saavutettavuus	2,077	1,397	1,041	0,799	0,601	0,428	0,215

*Taulukko 8. Vuoden 2013 iltaruuhkan tarjonnan mukaan määriteltujen joukkoliikenteen matka-aika saavutettavuusvyöhykkeiden asukas- ja työpaikkamäärät sekä tunnusluvut.*

Malli	IHT-2013	IHT-2013	IHT-2013	IHT-2013	IHT-2013	IHT-2013	IHT-2013
MASA-vyöhyke	1	2	3	4	5	6	7
Asukasmäärä	156 560	166 966	417 361	185 454	112 299	40 551	49 930
Työpaikkojen määrä	170 149	83 330	107 731	30 360	17 643	6 267	6 508
Keskimääräinen matkan pituus joukkoliikenteellä (km)	5,7	6,6	8,0	9,5	11,1	13,6	20,3
Keskimääräinen matkan pituus henkilöautolla (km)	5,3	6,7	7,9	9,1	10,3	11,8	14,1
Kevyen liikenteen kulkutapaosuus	46,0 %	31,4 %	25,9 %	22,2 %	18,2 %	16,6 %	12,9 %
Joukkoliikenteen kulkutapaosuus	36,3 %	39,7 %	38,1 %	34,6 %	29,8 %	23,6 %	12,6 %
Henkilöauton kulkutapaosuus	17,7 %	28,9 %	36,0 %	43,2 %	52,0 %	59,7 %	74,5 %
Kevyen liikenteen matkasuorite päivässä per asukas (km)	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,1	1,1
Joukkoliikenteen matkasuorite päivässä per asukas (km)	6,7	8,5	9,9	10,7	10,9	10,7	7,5
Henkilöautoliikenteen matkasuorite päivässä per asukas (km)	3,5	6,6	9,5	12,9	17,1	22,4	34,1
Joukkoliikenteen kasvihuonekaasupäästöt päivässä per asukas (co2-ekv. g)	212	271	315	340	345	338	238
Henkilöautoliikenteen kasvihuonekaasupäästöt päivässä per asukas (co2-ekv. g)	314	590	845	1 147	1 526	1 996	3 047
Kasvihuonekaasupäästöt päivässä per asukas (co2-ekv. g)	526	861	1 160	1 486	1 871	2 335	3 284
Väestöllä painotettu suhteellinen saavutettavuus	2,083	1,382	1,047	0,800	0,601	0,427	0,207

*Taulukko 9. Vuoden 2013 päiviliikenteen tarjonnan mukaan määriteltujen joukkoliikenteen matka-aika saavutettavuusvyöhykkeiden asukas- ja työpaikkamäärät sekä tunnusluvut.*

Malli	PT-2013	PT-2013	PT-2013	PT-2013	PT-2013	PT-2013	PT-2013
MASA-vyöhyke	1	2	3	4	5	6	7
Asukasmäärä	136 667	116 581	337 721	249 574	155 987	49 776	82 815
Työpaikkojen määrä	150 713	79 716	97 349	47 828	25 699	7 729	12 954
Keskimääräinen matkan pituus joukkoliikenteellä (km)	6,2	7,0	8,4	9,9	11,3	13,7	20,3
Keskimääräinen matkan pituus henkilöautolla (km)	5,9	7,1	8,1	9,0	9,9	10,9	13,3
Kevyen liikenteen kulkutapaosuus	49,2 %	35,5 %	29,0 %	25,5 %	21,5 %	18,6 %	15,6 %
Joukkoliikenteen kulkutapaosuus	34,1 %	37,1 %	36,7 %	32,8 %	28,9 %	22,7 %	11,5 %
Henkilöauton kulkutapaosuus	16,7 %	27,4 %	34,3 %	41,7 %	49,6 %	58,8 %	72,9 %
Kevyen liikenteen matkasuorite päivässä per asukas (km)	2,2	2,0	1,8	1,7	1,5	1,4	1,2
Joukkoliikenteen matkasuorite päivässä per asukas (km)	6,8	8,4	10,0	10,6	10,7	10,2	6,9
Henkilöautoliikenteen matkasuorite päivässä per asukas (km)	3,8	6,6	9,3	12,3	15,9	20,6	31,9
Joukkoliikenteen kasvihuonekaasupäästöt päivässä per asukas (co2-ekv. g)	216	266	316	336	340	324	219
Henkilöautoliikenteen kasvihuonekaasupäästöt päivässä per asukas (co2-ekv. g)	339	593	830	1 096	1 419	1 838	2 848
Kasvihuonekaasupäästöt päivässä per asukas (co2-ekv. g)	555	859	1 146	1 432	1 759	2 162	3 067
Väestöllä painotettu suhteellinen saavutettavuus	2,047	1,392	1,041	0,797	0,605	0,429	0,209



### Liite 1. Menetelmän matemaattinen kuvaus

RUUTI2-mallit kuvaavat asukkaiden liikkumista tavallisena syysarkipäivänä kotiperäisillä matkoilla, niin että mallin tulokset kohdistuvat asuinruutuihin. Mallit perustuvat liikennejärjestelmän ja maankäytön määrittämään saavutettavuuteen, jolla kuvataan liikkumismahdollisuuksia. Mallit on estimoitu HSL:n liikkumistutkimuksen 2012 pohjalta. Mallit perustuvat Helsingin seudun 14 kunnan noin 5000 asukaan tekemiin noin 18000 matkaan Uudenmaan ja Riihimäen seudun alueella.

#### Liikenneverkot

Liikenneverkot on muodostettu HSL:n Emme-verkkojen pohjalta käyttäen aamuhuipputunnin joukkoliikennetarjontaa ja aamuhuipputunnin kysynnän sijoittelun tuloksena saatavia linkkikohtaisia matka-aikoja. Aamuhuipputunnin lisäksi MASA:ssa tarkasteluja tehdään erikseen myös päivätunnin ja iltahuipputunnin matka-aikojen avulla. Emme-verkkoja on täydennetty keinotekoisella 250 metrin ruutuverkolla. Kävelyverkolla nopeutena on käytetty 4.2 km/h, pyöräverkolla 17 km/h ja autoliikenteen ruutuverkolla 20 km/h. Joukkoliikenteen matkavastukseen on matka-ajan lisäksi lisätty 30 % linjan vuorovälistä ja Emme-kuvauksen linjakohtainen nousuaika.

#### Kulkevat ja matkaryhmät

Mallit käsittelevät neljää kulkutapaa: kävely, polkupyörä, joukkoliikenne ja henkilöauto. Matkaryhmiä on kymmenen — niitä vastaavat matkakohteiden maankäytön kokotekijät on esitetty taulukossa 10. Maankäyttötiedot ovat YKR-aineistosta 250 metrin ruutujen tietoja.

*Taulukko 10. Matkaryhmiä vastaavat matkakohteet ja niiden kokotekijät.*

Matkakohde	Maankäyttö
Oma työpaikka	Työpaikat
Muu asuin-/vierailupaikka	Asukkaat
Työ-/työasiointipaikka	Työpaikat
Oma koulu	Koulutusalan työpaikat
Nouto/jättö	Asukkaat + työpaikat
Päivähoito	Asukkaat
Ostospaikka	Vähittäiskaupan alan työpaikat
Asiointipaikka	Työpaikat
Ravintola	Työpaikat
Liikunta/kulttuuri/muu vapaa-ajan paikka	Kokoontumisrakennusten kerrosala

Merkitään matkojen päätepisteruutuja, matkaryhmiä ja kulkutapoja

Kotiruutu	$p$
Määräpaikan ruutu	$q$
Matkaryhmä	$j$
Kulkutapa	$k$ .

### Etäisyysfunktiot

Liikkumistottumustutkimuksen pohjalta on estimoitu etäisyysfunktiot matkaryhmittäin ja kulkutavoittain (40 kpl) arpomalla tutkimuksessa havaituille matkoille satunnaisia ruutuja, joihin matkat olisivat vaihtoehtoisesti voineet suuntautua, ja estimoimalla näiden vaihtoehtojen joukosta suuntautumisle logittimallit, joiden hyötyfunktiot  $V$  ovat muotoa

$$V_{jk}(p, q) = -\beta_{jk} t_{pqk}^2 + \log m_q,$$

missä  $\beta_{jk}$  on matkaryhmä- ja kulkutapakohtainen estimoitava parametri,  $t_{pqk}$  on matka-aika ruudusta  $p$  ruutuun  $q$  kulkutavalla  $k$  ja  $m_q$  on matkakohteena olevan ruudun  $q$  maankäyttö. Logittimalleja vastaavien etäisyysfunktioiden  $f$  muoto on

$$f_{jk}(t) = e^{-\beta_{jk} t^2}.$$

### Keskimääräinen matkan pituus

Etäisyysfunktion ja maankäytön avulla saadaan kullekin asuinruudulle  $p$  laskettua todennäköisyys  $P_{pqjk}$ , jolla matkaryhmän  $j$ , kulkutavan  $k$  matka suuntautuu ruutuun  $q$   $n$ :n vaihtoehdon joukosta

$$P_{pqjk} = \frac{f_{jk}(t_{pqk}) \times m_q}{\sum_{i=1}^n [f_{jk}(t_{pik}) \times m_i]}.$$

Tästä edelleen saadaan matkaryhmittäin ja kulkutavoittain (40 kpl) keskimääräinen asuinruudusta  $p$  lähtevän matkan pituus liikenneverkkoa pitkin kunkin ruutuparin välisten matkojen pituuksien  $l_{pqjk}$  näillä todennäköisyyksillä painotettuna keskiarvona

$$l_{pjk} = \sum_{q=1}^n (P_{pqjk} \times l_{pqjk}).$$

Pituuksia ei laskennallisista syistä tarkastella suoraan vaan ne lasketaan matka-aikojen ja vakionopeuksien tai nopeusfunktioiden avulla. Kävelyllä käytetään vakionopeutta 4.2 km/h ja polkupyörälle 17 km/h. Joukkoliikenteelle käytetään nopeusfunktiota

$$v_{jL}(t) = 0.0320\sqrt{t}$$

ja henkilöautolle

$$v_{HA}(t) = -0.527 + 0.399 \log t$$

molemmissa yksikkönä km/min. Nämä nopeusfunktiot on estimoitu liikkumistottumustutkimuksessa havaittujen matkojen ja niiden liikenneverkolta laskettujen matka-aikojen ja pituuksien pohjalta. Funktiot pätevät vain realistisille matkoille, eivät esimerkiksi joukkoliikennematkoille alueilla, joissa ei joukkoliikennetarjontaa ole (jolloin kävelyliitynnästä tulee ylipitkä). Pituudesta riippuvia tunnuslukuja laskettaessa tästä ei muodostune ongelmaa, mikäli käytetään kulkutapaosuutta yhtenä painokertoimenä.

### Kulcutavan valinta

Kulcutavan valintamalleissa selittäjinä ovat tiheys ja saavutettavuus. Tiheys määritellään kullekin ruudulle sen asukas- ja työpaikkamäärän summana. Saavutettavuus tässä yhteydessä määritellään kaikkien kohderuutujen saavutettavuuksien summana muodossa

$$A_{pjk} = \sum_{q=1}^n [f_{jk}(t_{pq}) \times m_q].$$

Näillä selittäjillä on estimoitu kullekin matkaryhmälle (10 kpl) logittimallit, joiden hyötyfunktio  $V$  ovat muotoa

$$V_{jk}(p) = \beta_{0jk} + \beta_{Ajk} \log(A_{pjk} + 1) + \beta_{djk} \log(d_p + 1),$$

missä  $d_p$  on tarkasteltavan asuinruudun tiheys. Tiheyttä käytetään ainoastaan henkilöauton kulkutavalle (muilla kulkutavoilla  $\beta_{djk}$  on nolla) ja sillä pyritään kuvaamaan autonomistuksen ja tiheyden käänteistä suhdetta eli mallin kannalta tiheyden kasvu vähentää auton käytön hyötyä. Kulcutapausuudet  $\sigma$  saadaan logittimallin valintatodennäköisyyksinä näiden hyötyfunktioiden avulla muodossa

$$\sigma_{pjk} = \frac{e^{V_{jk}(p)}}{\sum_{i=1}^4 e^{V_{ji}(p)}}.$$

Kulcutavan valintamallista voidaan edelleen määritellä joukko- ja kevyen liikenteen hyötyjen eksponentiaalinen summa

$$\sigma_{pj} = \sum_{k \in \Psi} e^{V_{jk}(p)},$$

missä  $\Psi$  on joukko {kävely, polkupyörä, joukkoliikenne}. Tämä summa kuvaa jotakuinkin kestävästä liikkumisen edellytyksiä, muistuttaen logittimallin logsum-termiä, mutta ilman henkilöauton hyötyä ja ilman logaritmia, jotta tulos muodoltaan muistuttaa aiemmin määriteltyä saavutettavuutta  $A$ , joka esiintyy logaritmituna kulcutavan valintamallin hyötyfunktiossa. Tarkasteltaessa vain yhtä kulkutapaa (MASA: joukkoliikenne) käytetään suoraan saavutettavuutta  $A$

$$\sigma_{pj} = A_{pj}.$$

### Matkaryhmien yhdistäminen

Matkaryhmäkohtaiset tulokset yhdistetään kokonaistulokseksi matkatuotosten perusteella. Ensin kuitenkin eri maankäytöstä johtuen saavutettavuus ja siitä johdetut eri asteikoilla olevat suuret täytyy normalisoida, esim. mediaanin ja IQR-mitan<sup>1</sup> avulla

$$\sigma'_{pj} = \frac{\sigma_{pj} - \text{weighted.median}(\sigma_j, \mathbf{w})}{\text{weighted.iqr}(\sigma_j, \mathbf{w})},$$

missä  $\sigma_j$  ja  $\mathbf{w}$  ovat vektoreita kaikkien ruutujen  $(1, 2, 3, \dots, n)$  yli

$$\sigma_j = (\sigma_{1j}, \sigma_{2j}, \sigma_{3j}, \dots, \sigma_{nj}), \quad \mathbf{w} = (w_1, w_2, w_3, \dots, w_n).$$

<sup>1</sup> Interquartile range, katso esim. <http://mathworld.wolfram.com/InterquartileRange.html>.

Painokertoimina  $w$  käytetään nykytilanteen ruutukohtaisia asukasmääriä. Vertailtaessa useita vaihtoehtoja, lasketaan mediaani ja IQR aina perusvaihtoehdon (nykytilanne tai 0+) jakaumasta.

Normalisoinnin jälkeen kaikki matkaryhmät voidaan laskea yhteen liikkumistottumustutkimuksessa koko seudulla havaituilla matkaryhmäkohtaisilla matkamäärillä painotettuna. Tätä matkaryhmien yli yhteenlaskettua ruutukohtaista suuretta  $\sigma_p$  kutsumme ”saavutettavuudeksi” tai joukolla  $\Psi$  ”saavutettavuudeksi kestävillä kulkutavoilla”.

### Suoritteet, päästöt

Keskimääräinen matkasuorite  $r$  (henkilökilometriä vuorokaudessa per asukas) saadaan laskettua tutkimustiedosta saatavan matkatuotoksen, kulkutavan valintamallista saatavan kulkutapaosuuden  $o$  ja keskimääräisen matkan pituuden  $l$  tulona

$$r_{pjk} = 3.3 \times w_j \times o_{pjk} \times l_{pjk},$$

missä 3.3 on keskimääräinen kokonaismatkatuotos koko seudulla (matkaa vuorokaudessa per asukas) ja  $w_j$  on matkaryhmän  $j$  osuus tästä tuotoksesta koko seudulla. Kulkutapakohtainen kokonaissuorite saadaan tästä edelleen summaamalla kaikkien matkaryhmien yli. Henkilöauton tapauksessa matkasuoritteesta voidaan edelleen laskea ajosuorite jakamalla henkilöauton keskikuormituksella 1.27 henkilöä/auto.

Suoritteesta saadaan edelleen joukkoliikenne- ja henkilöautomatkojen kasvihuonekaasupäästöt ( $\text{CO}_2$ -ekvivalenttia grammaa vuorokaudessa per asukas) kertomalla kulkutapa- ja vuosikohtaisilla keskimääräisillä päästökertoimilla. Liikkumisen kokonaispäästöt saadaan näiden kahden kulkutavan päästöjen summana.



HSL:n julkaisuja 3/2014

ISSN 1798-6184

ISBN 978-952-253-222-0 (pdf)

HSL Helsingin seudun liikenne

Opastinsilta 6A, Helsinki

PL 100, 00077 HSL

puh. (09) 4766 4444

etunimi.sukunimi@hsl.fi

HRT Helsingforsregionens trafik

Semaforbron 6 A, Helsingfors

PB 100 • 00077 HRT

tfn (09) 4766 4444

fornamn.efternam@hsl.fi

[www.hsl.fi](http://www.hsl.fi)