

18  
.....  
2012



## HLJ 2011 Saavutettavuustarkastelut, SAVU



HLJ 2011

**Saavutettavuustarkastelut, SAVU**

HSL Helsingin seudun liikenne

HSL Helsingin seudun liikenne

Opastinsilta 6 A, Helsinki

PL 100, 00077 HSL

puhelin (09) 4766 4444

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

Lisätietoja: Liikennetutkija Pekka Räty

HLJ-hankepäällikkö Johanna Vilkuna

[etunimi.sukunimi@hsl.fi](mailto:etunimi.sukunimi@hsl.fi)

Kansikuva: HSL / Lauri Eriksson

Helsinki 2012

## **Esipuhe**

Tässä julkaisussa esitellään Helsingin seudun liikennejärjestelmäsuunnitelman HLJ 2011 jatkotyönä muodostettu saavutettavuusmalli (RUUTI2) ja sen avulla tehdyt saavutettavuustarkastelut (SAVU). Tarkastelujen avulla voidaan seurata maankäyttöratkaisujen liikennejärjestelmävaikutuksia sekä maankäytön ja liikennejärjestelmän kehitystä, kuten liikennejärjestelmäsuunnitelmassa on sovittu.

Työ on tehty huhti-joulukuussa 2011 ja julkaisu on valmistunut huhtikuussa 2012. Mallia on sovellettu syksyn 2011 ja talven 2012 aikana esim. Helsingin seudun maankäytön, asumisen ja liikenteen MAL-ainesopimuksen valmistelussa ja pienien kustannustehokkaiden hankkeiden eli KUHAn kohdentamisessa. Jatkossa mallia on tarkoitus käyttää mm. HLJ 2011:n toteutumisen seurannassa ja HLJ 2015:n valmistelussa.

Konsulttina mallin kehittämisesä ja tähän mennessä tehdyissä tarkasteluissa on toiminut Strafica Oy, jossa työn kokonaisuudesta ja tulosten analysoinnista on vastannut Paavo Moilanen ja mallin muodostamisesta ja malliajoista Osmo Salomaa. Hannu Pesonen on osallistunut työhön asiantuntijana. Yhdyshenkilöinä HSL:ssä ovat toimineet Pekka Räty, Johanna Vilkuna ja Tuire Valkonen. Lisäksi ohjaukseen ovat HSL:stä keskeisesti osallistuneet Suoma Sihto ja Outi Janhunen.



## Tiivistelmäsiivu

Julkaisija: HSL Helsingin seudun liikenne	Päivämäärä 2.5.2012
Tekijät: HSL Liikennejärjestelmäosasto ja Strafica Oy	
Julkaisun nimi: HLJ 2011 Saavutettavuustarkastelut, SAVU	
Rahoittaja / Toimeksiantaja: HSL Helsingin seudun liikenne	

### Tiivistelmä:

Helsingin seudun liikennejärjestelmäsuunnitelman HLJ 2011 jatkotöönä tehdynissä saavutettavuustarkasteluisissa (SAVU) on kuvattu kunkin 250 x 250 metrin ruudun seudullista saavutettavuutta Helsingin seudulla yhtenäisin kriteerein. Muodostetut saavutettavuuskartat ovat palvelleet mm. maankäytön, asumisen ja liikenteen aiesopimuksen (MAL) valmistelua sekä pienien kustannustehokkaiden hankkeiden kohdentamista (KUHA) ja jatkossa niitä hyödynnetään esimerkiksi HLJ 2011 -päätöksen ja MAL-ainesopimuksen toteutumisen seurannassa sekä HLJ 2015:n valmistelussa.

SAVU-menetelmässä tarkasteltavana on ollut 4 vaihtoehtoista kulkutapaa: kävely, pyöräily, joukkoliikenne ja henkilöauto. Kunkin tarkastellun ruudun saavutettavuuden kertymää suhteessa jokaiseen muuhun ruutuun on mallinnettu varta vasten muodostetulla matemaattisella mallilla (RUUTI2), jossa kulkutavan lisäksi on otettu huomioon myös eri toimintojen läheisyys ja liikennejärjestelmän tarjoamat kulkumahdollisuudet ruutujen välillä eri tarkoituksiin tehdyllä matkoilla. Tarkasteltuja matkaryhmiä on 10, ja ihmisten halukkuudet hakea erityyppisiä asioita eri kulkutavoilla eri etäisyyksillä olevista paikoista on kuvattu malliin vuosina 2007–2008 tehdyn laajan liikenneturkimuksen perusteella. Liikennejärjestelmän palvelutason ja eri ruutujen maankäytön kuvaussissa lähtökohtina ovat puolestaan olleet HLJ 2011 -päätöksen mukaiset liikenneverkkokuvaukset sekä nykytilanteessa että vuosien 2020 ja 2035 ennustetilanteissa.

Analyyseissä saavutettavuutta on tarkasteltu erityisesti kestävän liikkumisen eli kävelyn, pyöräilyn ja joukkoliikenteen kannalta. Kun jokaisen ruudun saavutettavuus kestävillä kulkumuodoilla eri tarkoituksiin tehdyllä matkoilla on määritetty, eri asteikoilla olevat saavutettavuusluvut on yhteismallistettu ja kunkin ruudun kokonaissaavutettavuus on saatu laskemalla sen matkaryhmäkohtaiset saavutettavuusluvut vastaavilla matkamäärellä painotettuna yhteen. Sitten ruudut on järjestetty kokonaissaavutettavuuksien perusteella suuruusjärjestykseen ja jaettu 7 luokkaan siten, että kuhunkin luokkaan on nykytilanteessa summautunut ennakolta määritelty määrä asukkaita. Tarkastelussa luokkarajat on asetettu siten, että parhaimman saavutettavuuden luokkiin I–IV on kuhunkin sijoittunut 20 % seudun väestöstä, luokkaan V 10 % ja luokkiin VI–VII kumpaankin 5 % väestöstä. Sen jälkeen kussakin luokassa ruudut on väritetty yhtenäisellä väriillä, jolloin kartalle on muodostunut yhtenäisiä alueita, saavutettavuusvyöhykkeitä. Kun sitten maankäyttöä ja liikennejärjestelmää kehitetään, mutta mainitut luokkarajat pidetään ennallaan, ruutuja alkaa siirtyä saavutettavuusluokasta toiseen, jolloin myös saavutettavuusvyöhykkeiden rajat alkavat kartalla muuttua. Tällä tavalla saadaan visuaalinen kuva liikennejärjestelmän ja maankäytön muutosten vaikutuksista eri alueiden saavutettavuuteen.

Eri vyöhykkeiden välillä on huomattavia eroja seudullisessa liikkumisessa, ja eri vyöhykkeitä voidaankin luonnehtia sanallisesti sen mukaan, millä tavalla niillä asuvat ihmiset tyypillisimmin liikkuvat. Esim. vyöhykkeellä I (kantakaupunki, liikutaan tyypillisesti kävelien, pyöräillen tai hyvin tiheällä vaihdottomalla joukkoliikenneyhteydellä) asukas tekee nykyisin keskimäärin 3/4 matkoistaan kestävillä kulkumuodoilla ja tuottaa liikkumisellaan noin kilon kasvihuonekaasuja päivässä. Vyöhykkeellä V (kaupungin reuna-alueet ja maaseudun keskustaajamat, liikutaan tyypillisesti autolla tai joillakin matkoilla joukkoliikenteellä) ja VII (haja-asutus, liikutaan tyypillisesti autolla) asukas tekee enää vain noin 1/3 ja vastaavasti 1/5 matkoistaan kestävillä kulkumuodoilla ja tuottaa liikkumisellaan jo 3 ja vastaavasti 5 kertaisesti kasvihuonekaasupäästöjä kuin vyöhykkeellä I.

Avainsanat: Saavutettavuusvyöhykkeet, kestävä liikkuminen, toimintojen sijoittuminen, liikennemalli

Sarjan nimi ja numero: HSL:n julkaisuja 18/2012

ISSN (nid.)	ISBN (nid.)	Kieli: Suomi	Sivuja: 58
ISSN 1798-6184 (pdf)	ISBN 978-952-253-158-2 (pdf)		
HSL Helsingin seudun liikenne, PL 100, 00077 HSL, puhelin (09) 4766 4444			

## Sammandragssida

Utgivare: HRT Helsingforsregionens trafik	
Författare: HRT Trafiksystemavdelning och Strafica Oy	Datum 2.5.2012
Publikationens titel: : Åtkomlighetsundersökningar (SAVU)	
Finansiär / Uppdragsgivare: HRT Helsingforsregionens trafik	
Sammandrag:	

Utdredningarna om åtkomligheten (SAVU), som är ett fortsättningsarbete i anslutning till Helsingforsregionens trafiksysteplan (HLJ 2011), beskriver enligt enhetliga kriterier den regionala åtkomligheten av enskilda rutor om 250 x 250 meter. Utgående från rutorna skapades åtkomlighetskortor som betjänade bl.a. beredningen av avsiktsförklaringen för markanvändning, boende och trafik (MAL-avtalet) samt allokeringen av de små kostnadseffektiva projekten som ingår i KUHA-projektet. I fortsättningen kommer de att utnyttjas bl.a. vid uppföljningen av genomförandet av HLJ 2011-beslutet och MAL-avtalet samt vid beredningen av HLJ 2015.

Fyra alternativa färdsätt har granskats med SAVU-metoden: Gång, cykling, kollektivtrafik och privatbil. En för ändamålet skapad matematisk modell (RUUTI2) användes för granskningen av den kumulativa åtkomligheten av varje granskad ruta i relation till alla andra rutor. Utöver färdsättet togs hänsyn även till närheten av olika verksamheter samt de färdmöjligheter som trafiksystemet erbjöd för resor av olika slag mellan rutorna. De granskade resegrupperna var 10. De resandes beredskap att med olika slags färdsätt företa resor av olika orsaker till stället på olika avstånd togs med i modellen på basis av den stora trafikundersökningen som utfördes åren 2007–2008. Utgångspunkten för beskrivningarna av trafiksystemets servicenivå och markanvändningen i de olika rutorna var beskrivningarna av trafiknätet i enlighet med HLJ 2011-beslutet såväl i nuläget som i prognoslägena åren 2020 och 2035.

Vid analysen har åtkomligheten granskats särskilt med tanke på hållbar mobilitet, alltså gång, cykling och kollektivtrafik. Efter att åtkomligheten av varje ruta hade definierats (åtkomlighet med hållbara färdsätt för resor för olika ändamål), gjordes åtkomlighetstalen kommensurabla. Därefter beräknades totalåtkomligheten av varje ruta genom att addera rutans resegruppvisa åtkomlighetstal, viktade efter respektive antal resor. Sedan ordnades rutorna i storleksordning enligt totalåtkomligheterna och delades i 7 klasser så att ett på förhand, enligt nuläget bestämt antal invånare föll inom varje klass. Vid analysen sattes gränserna för klasserna så att i var och en av de bästa åtkomlighetsklasserna I–IV placerades 20 % av befolkningen i regionen, i klass V 10 % och i vardera av klasserna VI–VII 5 % av befolkningen. Därefter färgades rutorna i var och en av klasserna med en enhetlig färg. På så sätt uppkom enhetliga områden, alltså åtkomlighetszoner, på en karta. Vid en utveckling av markanvändningen och trafiksystemet med de nämnda klassgränserna intakta, börjar rutor flytta sig från en åtkomlighetsklass till en annan. Då börjar även gränserna för åtkomlighetszonerna att ändra sig på kartan. Det ger en visuell bild av hur ändringar i trafiksystemet och markanvändningen påverkar åtkomligheten av olika områden.

Det existerar avsevärda skillnader mellan de olika zonerna i fråga om regional mobilitet. De olika zonerna kan därför karakteriseras verbalt efter på vilket sätt invånarna i dem huvudsakligen reser. Exempelvis gör en invånare i zon I (stadskärnan, typiska sätt att färdas är gång, cykling eller med omstigningsfri kollektivtrafikförbindelse med stor turtfäthet) i dag 3/4 av sina resor med hållbara färdsätt och producerar med sitt sätt att färdas cirka ett kilo växthusgaser per dag. I zon V (stadskärnans randområden och centralorter på landsbygden, typiskt sätt att färdas: bil eller på vissa slag av resor kollektivt) och zon VII (glesbygd, typiskt sätt att färdas: bil) gör en invånare endast cirka 1/3 respektive 1/5 av sina resor med hållbara färdsätt och producerar med sitt sätt att färdas redan 3 eller respektive 5 gånger mera växthusgaser än i zon I.

Nyckelord: Åtkomlighetszoner, hållbar mobilitet, lokalisering av verksamheter, trafikmodell			
Publikationsseriens titel och nummer: HRT publikationer 18/2012			
ISSN (häft.)	ISBN (häft.)	Språk: Finska	Sidantal: 58
ISSN 1798-6184 (pdf)	ISBN 978-952-253-158-2 (pdf)		
HRT Helsingforsregionens trafik, PB 100, 00077 HRT, tfn. (09) 4766 4444			

## Abstract page

Published by: HSL Helsinki Region Transport										
Author: HSL Transport System Department and Strafica Oy	Date of publication 2.5.2012									
Title of publication: Accessibility studies - SAVU										
Financed by / Commissioned by: HSL Helsinki Region Transport										
Abstract:										
<p>The accessibility studies (SAVU) conducted as a follow up of the Helsinki Region Transport System Plan HLJ 2011 describe the regional accessibility of each square of the 250 x 250 meter grid in the Helsinki region using consistent criteria. The accessibility maps created have served, for example, the preparation of the Letter of Intent on Land Use, Housing and Transport (MAL), as well as allocation of small cost-effective projects (KUHA). In future, they will be utilized, for example, for the purposes of monitoring the implementation of the HLJ 2011 decision and MAL Letter of Intent, and the preparation of HLJ 2015.</p> <p>In the SAVU method, four alternative modes of transport are examined: walking, cycling, public transport and private car. The overall accessibility of each studied square relative to all other squares is modeled using a purpose-built mathematical model (RUUTI2), which takes into account not only the mode of transport used but also the proximity of different functions as well as the transport options provided by the transport system for trips made for different purposes between the squares. The number of trip groups studied is ten, and people's willingness to get different types of things from places at different distances using different modes of transport are described on the basis of the Extensive Traffic Survey carried out in 2007-2008. Descriptions of the transport network at present as well as in 2020 and 2035 that are in line with the HLJ 2011 decision served as starting points for the descriptions of the level of service of the transport system and land use in different squares.</p> <p>Accessibility is analyzed in particular from the point of view of sustainable mobility, i.e. walking, cycling and public transport. After determining the accessibility of each square on different types of trips made by sustainable modes of transport, the accessibility figures measured on different scales are made commensurable and the overall accessibility of each square is determined by combining the trip group-specific accessibility figures of the square weighted by the corresponding number of journeys. Next, the squares are arranged in order of magnitude on the basis of the overall accessibility, and divided into seven categories so that each category has a predetermined number of residents. The category boundaries are set so that categories I-IV (the best accessibility) each contains 20% of the region's population, category V contains 10%, and categories VI-VII each contains 5% of the population. Subsequently, the squares in each category are colored with the same color to form continuous areas or so called accessibility zones on the map. When land use and the transport system are developed maintaining the above mentioned category boundaries, the squares start to move from one accessibility category to another and consequently, the boundaries of the accessibility zones begin to change. In this way, we get a visual image of the impacts of the changes in the transport system and land use on the accessibility of different areas.</p> <p>There is significant variation between different zones in regional travel, and the zones can be verbally described according to the way in which the residents of each zone typically travel. For example, in zone I (inner city, typical modes of transport are walking, cycling or very frequent direct public transport services) residents nowadays make 3/4 of their trips by sustainable modes of transport thus producing about one kilo of greenhouse gas emissions per day. In zones V (outskirts of the city and major population centers in the country side, trips are typically made by car, some of the trips by public transport) and VII, (scattered settlement, trips typically made by car) residents make only some 1/3 and correspondingly 1/5 of their trips by sustainable modes of transport producing 3 and 5 times as much greenhouse gas emissions than in zone I.</p> <tr><td colspan="2">Keywords: Accessibility zones, sustainable mobility, location of functions, traffic model</td></tr> <tr><td colspan="2">Publication series title and number: HSL publications 18/2012</td></tr> <tr><td>ISSN (Print)</td><td>ISBN (Print)</td></tr> <tr><td>ISSN 1798-6184 (pdf)</td><td>ISBN 978-952-253-158-2 (pdf)</td></tr> <tr><td colspan="2">HSL Helsinki Region Transport, PO Box 100, 00077 HSL, Tel. +358 9 4766 4444</td></tr>	Keywords: Accessibility zones, sustainable mobility, location of functions, traffic model		Publication series title and number: HSL publications 18/2012		ISSN (Print)	ISBN (Print)	ISSN 1798-6184 (pdf)	ISBN 978-952-253-158-2 (pdf)	HSL Helsinki Region Transport, PO Box 100, 00077 HSL, Tel. +358 9 4766 4444	
Keywords: Accessibility zones, sustainable mobility, location of functions, traffic model										
Publication series title and number: HSL publications 18/2012										
ISSN (Print)	ISBN (Print)									
ISSN 1798-6184 (pdf)	ISBN 978-952-253-158-2 (pdf)									
HSL Helsinki Region Transport, PO Box 100, 00077 HSL, Tel. +358 9 4766 4444										



## Sisällysluettelo

1	Johdanto .....	11
2	SAVU-menetelmä .....	12
2.1	Menetelmän rakenne, lähtökohdat ja aineistot .....	12
2.2	RUUTI2-mallit .....	13
2.3	Saavutettavuusvyöhykkeiden muodostaminen.....	17
3	SAVU-karttojen tarkastelut.....	19
3.1	Karttojen tulkinta ja hyödyntäminen analyysissä .....	19
3.2	SAVU-vyöhykkeiden luonnehdinta ja nimeäminen.....	19
3.3	HLJ-päätöksen mukaisia skenaarioita vastaavat vyöhykkeet .....	23
4	Vyöhykkeiden ominaisuudet eri skenaarioissa .....	27
4.1	Saavutettavuus kestävillä kulkumuodoilla .....	27
4.2	Saavutettavuus henkilöautolla .....	33
4.3	Vaikutukset kasvihuonekaasupäästöihin .....	37
5	Päätelmiä .....	40
5.1	Menetelmän hyödyntämisestä .....	40
5.2	Saavutettavuusvyöhykkeiden määrittelystä.....	40
5.3	Seudullisen saavutettavuuden luonteesta .....	42
5.4	Vertailu Urban Zoneen.....	43
5.5	Jatkokehitysmahdollisuksista.....	45
	Liite 1. Menetelmän matemaattinen kuvaus.....	47
	Liite 2. Liikennejärjestelmien kuvaus.....	52



## 1 Johdanto

Helsingin seudun liikennejärjestelmäsuunnitelman HLJ 2011 kehittämisohjelman ensimmäisenä tasona on kestävän kehityksen mukainen yhdyskuntarakenne ja maankäyttö, jonka toimenpidekokonaisuuksien (kuva 1) mukaisesti HSL on tuottanut HLJ 2011:n jatkotyönä maankäytön ja liikennejärjestelmän analyyseja hyödynnettäväksi MAL-ainesopimuksen valmistelussa. Analyysejä hyödynnetään myös HLJ 2011:n toteutuksen edistämisessä ja seurannassa sekä seuraavan liikennejärjestelmäsuunnitelman valmistelussa.

### 1. Kestävän kehityksen mukainen yhdyskuntarakenne ja maankäyttö

#### Toimenpidekokonaisuudet

- Täydennysrakennetaan olemassa olevaa yhdyskuntarakennetta ja sijoitetaan uusi asuminen ja työpaikat olemassa oleviin keskuksiin sekä joukkoliikenteen, erityisesti raiteliikenteen, palveluihin tukeutuen. Kehitetään seudun raide-liikenneverkkoa ja bussiliikenteen runkoverkkoa ja tuetaan näin yhdyskuntarakenteen eheyttämistä. Ohjataan toimipaikkojen ja palveluiden sijoittumista joukkoliikenteen solmukohtiin. Täydennysrakennetaan erityisesti asemanseutuja.
- Kehitetään liikennekäytäviä maankäytön ja liikenteen yhteensovittamiseen perustuvina toiminnallisina kokonaisuuksina siten, että tuetaan yhdyskuntarakenteen eheyttämistä.
- Kytketään pysäköintipoliitikka kiinteämmiin maankäytön suunnittelun ja sovitaan yhteiset seudulliset pysäköintipoliikan periaatteet.
- Solmitaan seudun kuntien ja valtion kesken aiesopimus liikennejärjestelmän ja maankäytön sekä seudun muiden kehittämistoimien toteutuksesta ja ajoituksesta.
- Arvioidaan maankäyttöratkaisujen liikennejärjestelmävaikutukset ja seurataan maankäytön ja liikennejärjestelmän kehitystä. Kehitetään tätä varten seudullisena yhteistyönä joukkoliikennekaupunki- ja muita liikkumisyöhyketarkasteluja.

*Kuva 1 Kestävän kehityksen mukaisen yhdyskuntarakenteen ja maankäytön kehittämistason keskeiset toimenpidekokonaisuudet HLJ 2011:ssä.*

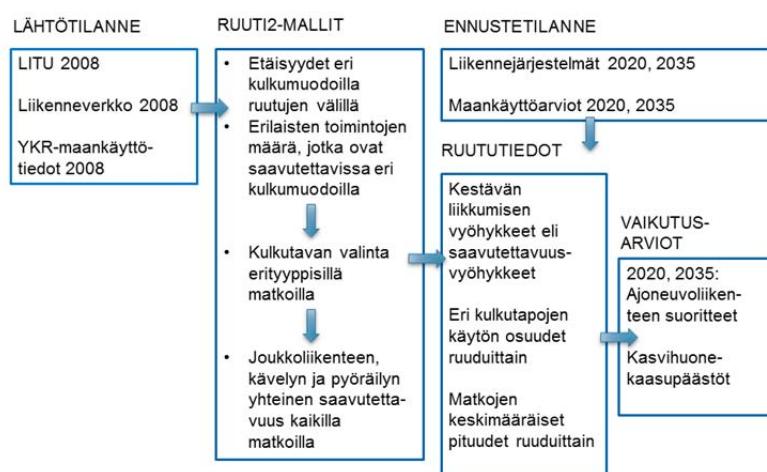
Tässä julkaisussa esitetyissä saavutettavuustarkasteluisissa (SAVU) kuvataan seudullista saavutettavuutta vyöhykkeiden avulla joukkoliikenteen, kävelyn ja pyöräilyn näkökulmasta Helsingin seudulla. Lähtökohtana ovat tiedot seudun väestön liikkumistottumuksista sekä maankäytön ja koko liikennejärjestelmän muodostama kokonaisuus ja vuorovaikutus.

## 2 SAVU-menetelmä

SAVU-tarkasteluissa Helsingin seudulle on muodostettu liikennejärjestelmän ja maankäytön nykyrakennetta ja tulevaisuuden skenaarioita kuvaavia saavutettavuusvyöhykeitä. Kullakin vyöhykkeellä on liikkumistarpeiden ja liikkumisen näkökulmasta sisäisesti keskimäärin saamankaltaiset olosuhteet, vaikka paikallisia eroja löytyykin. Vyöhykkeiden avulla tulevaisuuden toimenpiteiden vaikutuksia palvelujen ja työpaikkojen saavutettavuuteen voidaan kuvertaa vertaamalla niitä nykytilan (2008) SAVU-vyöhykkeisiin.

### 2.1 Menetelmän rakenne, lähtökohdat ja aineistot

Saavutettavuustarkastelujen avulla arvioidaan maankäytöllisiä ja liikenteellisiä vaikutuksia sekä koko seudun tasolla että myös pienemmillä alueilla yhtenäisin seudullisin kriteerein. Menetelmän keskiössä ovat ns. RUUTI2-mallit (RUUTuTleto). Mallit perustuvat Laajassa liikennetutkimuksessa (LITU 2008) saatuun tietoon seudun väestön liikkumistottumuksista sekä HLJ 2011 -työssä tuotettuihin liikennejärjestelmäkuvauksiin ja maankäyttöarvioihin (2008, 2020, 2035). Menetelmän koko rakenne on hahmoteltu kuvassa 2.



Kuva 2 SAVU-menetelmän rakenne.

SAVU-analyysit perustuvat HLJ 2011 -selvityksiin ja niiden taustalla oleviin tutkimuksiin ja liikennejärjestelmämalliin, esimerkiksi:

- Helsingin työssäkäyntialueen liikennemallijärjestelmän ja HLJ-skenaarioiden laadinta
- HLJ 2011, Maankäyttö- ja raideverkkoselvitys MARA
- HLJ 2011, Ajoneuvoliikenteen verkkoselvitys
- HLJ 2011, Joukkoliikenteen strategiatyö
- HLJ 2011 -luonnonkosen laadinta.

Näissä selvityksissä on tuotettu HLJ-luonnoksen ennusteiden lähtökohdiksi maankäytön kehittymisen, joukkoliikennejärjestelmän ja tie- ja pääkatuverkon kuvaukset sekä erilaisten liikenteen ja maankäytön tulevaisuusskenaarioiden liikenne-ennusteet ja vaikutustarkastelut. Niiden pohjalta on edelleen muodostettu vuosien 2020 ja 2035 osalta analysoidut liikennemallijärjestelmän skenaariot.

Työssä käytettyjen ennusteskenaarioiden muodostaminen (liikennejärjestelmien ja maankäytön kehittymisen kuvaukset tulevaisuuden erilaisissa poikkileikkaustilanteissa sekä arviot toimintaympäristön kehittymisestä) on kuvattu vielä julkaisemattomassa raportissa "HLJ 2011 Skenaariot ja liikenne-ennusteet". Verkkoihin sisältyvät hankkeet ja maankäytön luvut on esitetty myös tämän raportin liitteissä.

## 2.2 RUUTI2-mallit

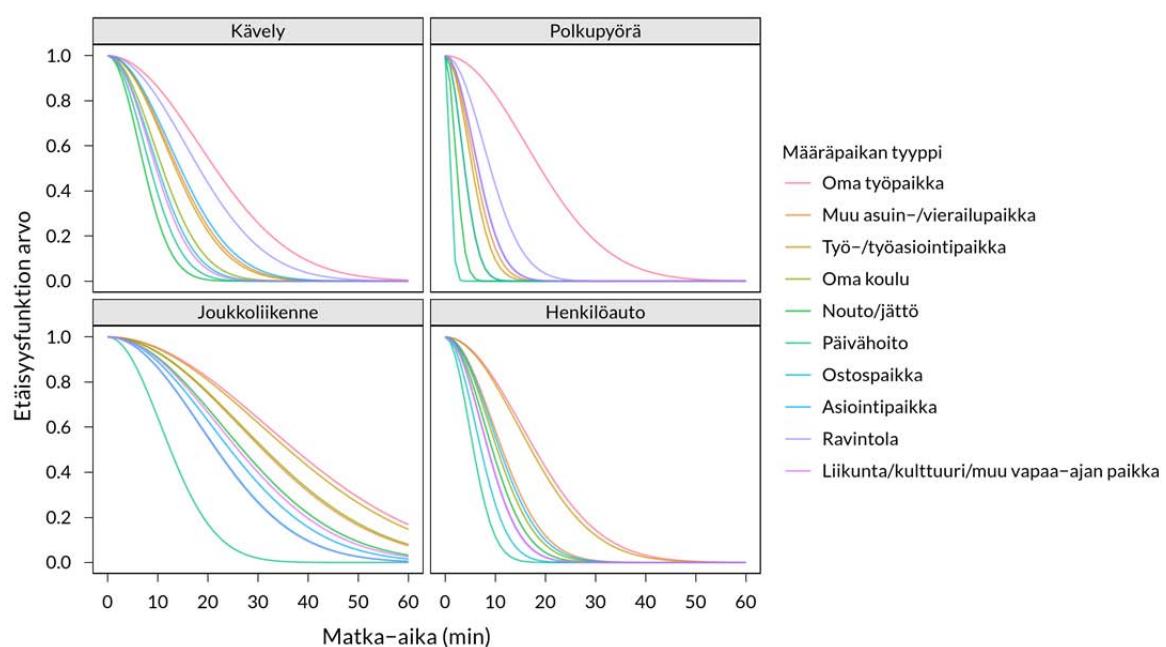
RUUTI2-mallit kuvaavat asukkaiden liikkumista tavallisena syysarkkipäivänä kotiperäisillä matkoilla siten, että mallin tulokset kohdistuvat 250 x 250 metrin ruutuihin. Mallit perustuvat liikennejärjestelmän ja maankäytön määrittämään saavutettavuuteen, jolla kuvataan liikkumismahdollisuuksia ja liikkumishalukkuutta. 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 kulkutavan valinta erityyppisillä ja eripituisilla matkoilla.

Liikenneverkot on muodostettu HSL:n Emme-verkkokuvausten pohjalta käyttäen aamu-huipputunnin joukkoliikennetarjontaa ja aamahuipputunnin kysynnän sijoittelun tuloksena saatavia linkkikohtaisia matka-aikoja. 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 sekä Emme-kuvauksen linjakohtainen nousuaika.

Mallit on estimoitu HSL:n Laajan liikennetutkimuksen (LITU 2008) tietojen pohjalta. Mallit perustuvat Helsingin seudun 14 kunnan noin 16 000 asukkaan tekemiin noin 52 000 matkaan Uudenmaan ja Riihimäen seudun alueilla. 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 3.

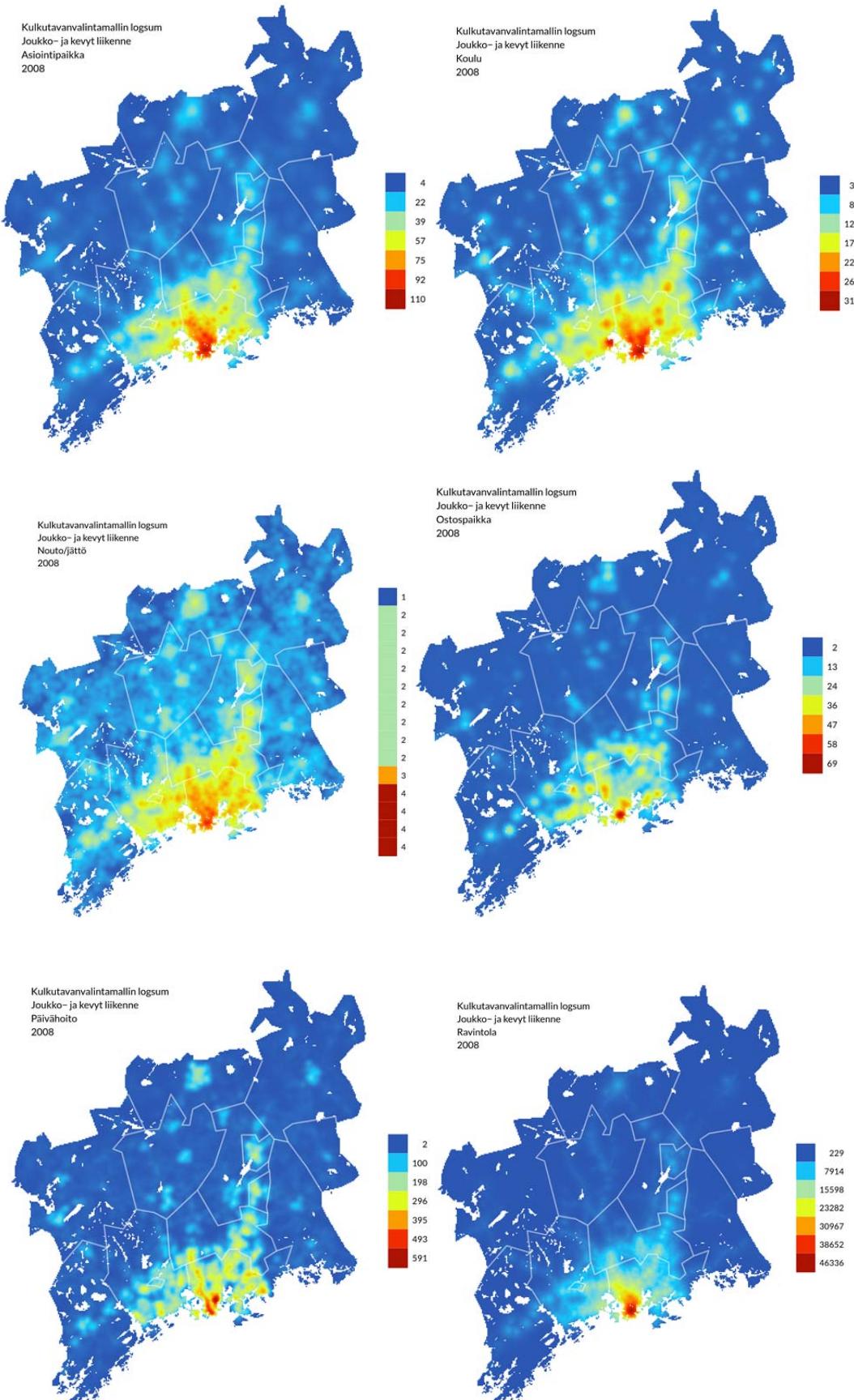
Taulukko 1 Matkaryhmiä vastaavat matkakohteet ja niiden kokotekijät.

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

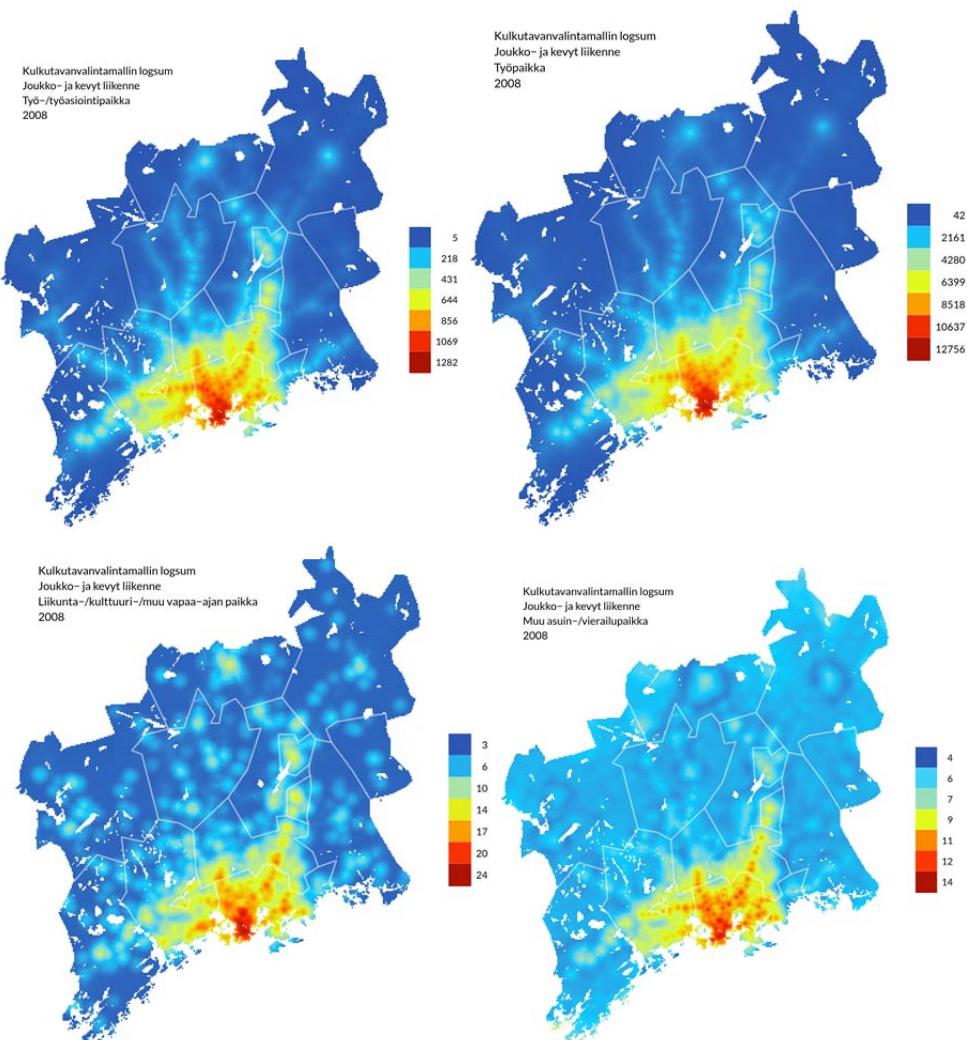


Kuva 3 Etäisyden vaikutus maankäytön (liikkumistarpeiden kohteiden) saavutettavuuteen eri matkaryhmillä ja kulkumuodoilla.

Jokaisen matkaryhmän suuntautuminen ja kulkumuodon valinta lasketaan liitteessä 1 kuvausten matemaattisten funktioiden ja niiden liikennetutkimusten perusteella estimoitujen parametreiden avulla. Jokaiselle ruudulle annetaan saavutettavuuden pisteluku, joka on käytännössä edellä matemaatisesti kuvattujen liikkumistarpeiden suuntautumismahdollisuksien ja kestävien kulkumuotojen (joukkoliikenne, pyöräily ja kävely) valintamahdollisuksien hyötyjen (logsum) painotettu keskiarvo. Saavutettavuudet näkyvät kuvissa 4 ja 5 (huomaa, että tässä vaiheessa mitta-asteikkoja ei ole vielä yhdenmukaistettu).



Kuva 4 Eri matkaryhmien saavutettavuusluvut ruuduittain (ostos-, asiointi-, koulu-, päivähoido- ja ravintolamatkat sekä saatto- ja noutomatkat.



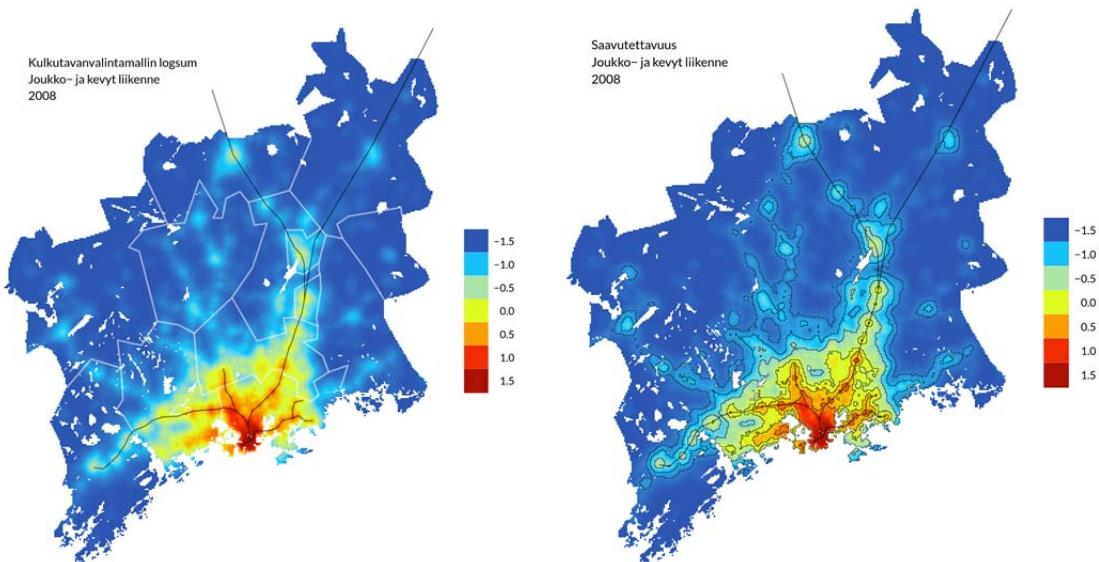
Kuva 5 Eri matkaryhmien saavutettavuusluvut ruuduittain (työ-, työasointi-, vierailu- ja vapaa-ajanmatkat).

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

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

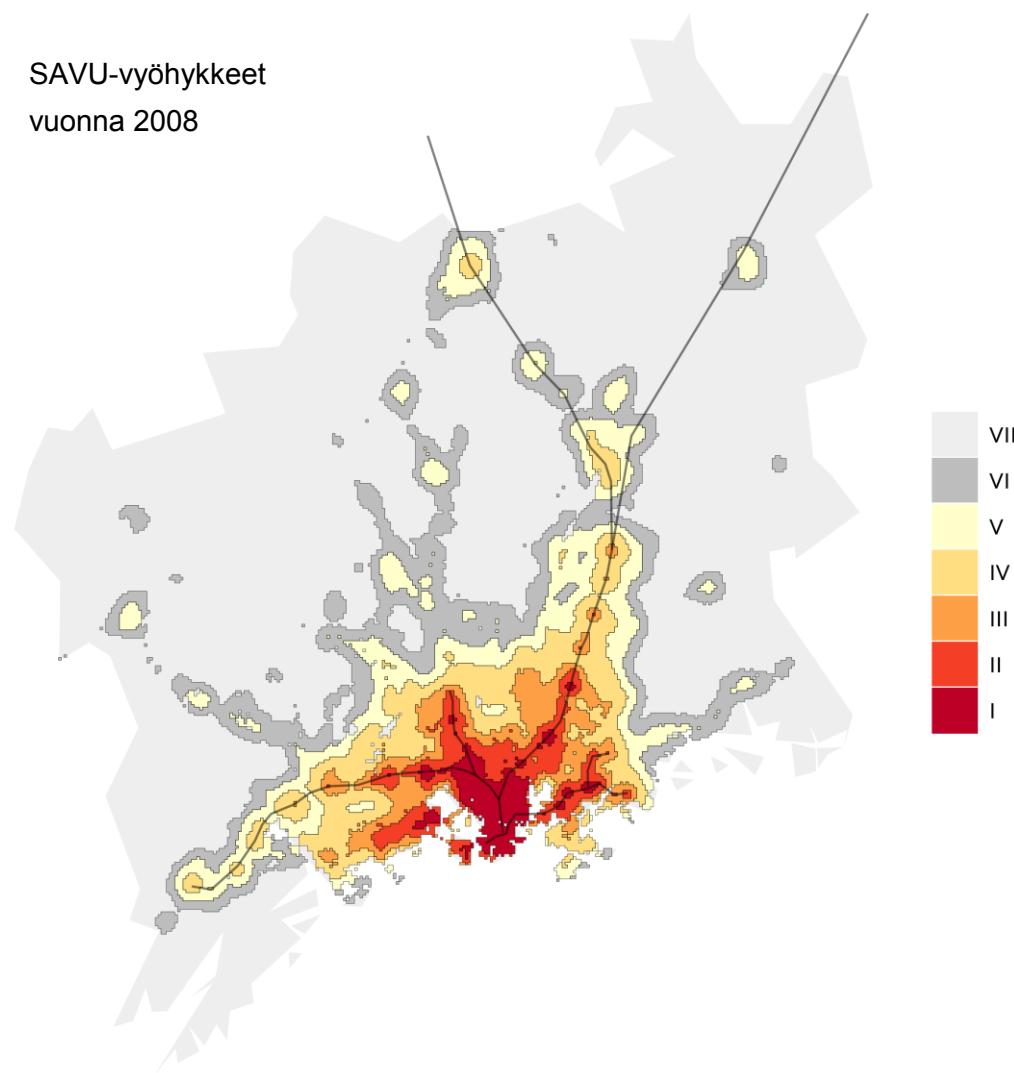
## 2.3 Saavutettavuusvyöhykkeiden muodostaminen

Karttakuvana saavutettavuuden pisteluvut muodostavat vähitellen muuttuvan pinnan, kun lähekkäisten ruutujen saavutettavuudet eroavat vain hiukan toisistaan (ks. vasemmanpuoleinen kuva alla). Tarkastelujen tulkinnan helpottamiseksi ruudut voidaan järjestää pistelukujen mukaan suuruusjärjestykseen, liukuvärjätä ruudut tässä järjestyksessä ja piirtää kuvaan myös samanlaista saavutettavuutta kuvaavat "korkeuskäyrät" (oikeanpuoleinen kuva alla).



*Kuva 6 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%). Tämän taustaa on pohdittu tarkemmin luvussa 5.2. Sen jälkeen kuvassa 7 on samaan luokkaan kuuluville ruuduille annettu yhtenäinen väri, jolloin kartalle on muodostunut vyöhykemäisiä alueita eli saavutettavuusvyöhykkeitä.



Kuva 7 Saavutettavuusvyöhykkeet asukkaiden (vuonna 2008) mukaan määriteltyä. Vyöhykkeissä I–IV asuu kussakin 20 % väestöstä, vyöhykkeessä V 10 % ja VI–VII kummassakin erikseen 5 %.

Saavutettavuutta kuvaavalla pisteluvulla ei ole yksikköä, mutta suurempi luku kuvaaa isompaan hyötyä. Pistelukuja vertailemalla voidaan siis vastata kysymykseen "ovatko seudulliset liikkumistarpeet tyydytettävissä tässä ruudussa kestävillä kulkumuodoilla paremmin vai huonommin kuin toisissa ruudussa". Saavutettavuusluvun avulla ei voida kuitenkaan (helpposti) päätellä, *kuinka paljon* huonommin tai paremmin. Koska vyöhykkeet on muodostettu näistä pisteluvuista, ei ole myöskään relevanttia käyttää niitä sellaisenaan järjestelmän "hyväysasteen" mittamiseen. SAVU-kuvien vyöhykkeet on siksi numeroitu roomalaisilla numeroilla, eikä niitä ole loogista suhteuttaa keskenään näiden numeroiden avulla. Voidaan siis sanoa, että vyöhykkeet ovat erilaisia – toiset ovat seudullisesti saavutettavampia kuin muut – mutta ei esimerkiksi sitä, että vyöhyke II on kaksi kertaa saavutettavampi kuin vyöhyke IV. Tästä enemmän luvussa 5.

### 3 SAVU-karttojen tarkastelut

#### 3.1 Karttojen tulkinta ja hyödyntäminen analysissä

Vyöhykkeet muodostavat edellä kuvatun määrittelyn mukaisesti saavutettavuuden kannalta yhtenäisiä alueita, joiden tyypillisiä piirteitä voidaan luonnehtia myös sanallisesti, esimerkiksi nykyisen yhdyskuntarakenteen ja liikennejärjestelmän toimivuuden kannalta. Kun joko maankäyttö tai liikennejärjestelmä muuttuvat, muuttuu myös saavutettavuusvyöhykkeen sijainti. Samalla voidaan kuitenkin ajatella, että vyöhykkeiden luonteet eivät silti muutu, jolloin

- mahdollisten uusien alueiden ominaisuuksia voidaan luonnehtia käytämällä nykyisiä saman vyöhykkeen alueiden ominaisuuksia ja
- tulevaisuudessa suunniteltujen toimenpiteiden aiheuttamia muutoksia voidaan arvioida vertaamalla alueen vanhan ja uuden saavutettavuusluokan eroja keskenään.

Saavutettavuusvyöhykkeiden laskennassa on otettu huomioon kattavasti nykyisen yhdyskuntarakenteen, liikkumistarpeiden ja liikennejärjestelmän palvelutason ominaisuudet, joten tällaisen analogian hyödyntäminen on perusteltua. Analysejä tehtäessä on kuitenkin muisittava, 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 (ks. kappaleen 5.1 pohdinta).

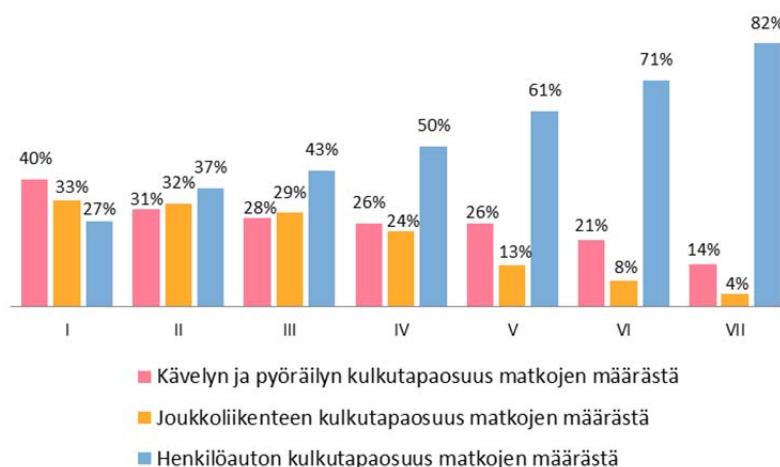
Tekemällä siis oletus, että maankäytössä ja järjestelmissä tehtävät saavutettavuuteen vaukkutavat muutokset saavat aikaan samantyyppistä yhdyskuntarakennetta kuin aikaisemmin, saman saavutettavuuden omaavia tulevaisuuden alueita voidaan luonnehtia kuten nykyisiä. Koska saavutettavuusluokkien raja-arvoja ei tällöin muuteta, asukasmäärät eivät tulevaisuudessa noudata nykyistä jakoa, vaan niiden kehittyminen vyöhykeillä alkaa siirtää ruutuja saavutettavuusluokasta toiseen, jolloin vyöhykkeiden rajat kartalla alkavat muuttua.

#### 3.2 SAVU-vyöhykkeiden luonnehdinta ja nimeäminen

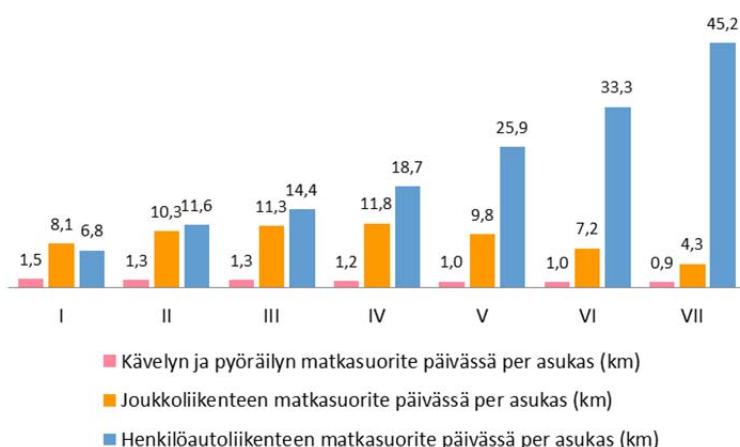
Vyöhykkeiden välillä on selkeitä eroja muun muassa kulkutapojen valinnassa, matkojen pituudessa ja liikkumisesta aiheutuvien päästöjen määrässä. RUUTI2-malleilla voidaan laskea kunkin vyöhykkeen keskimääräiset tunnusluvut eli "tyyppiasukkaan" liikkuminen ja sen vaikutukset taulukon 2 ja kuvien 8–10 tapaan.

Taulukko 2: Saavutettavuusvyöhykkeiden tunnusluvut vuonna 2008 (kunkin vyöhykkeen keskiarvot, tunnusluvut vaihtelevat ruuduittain).

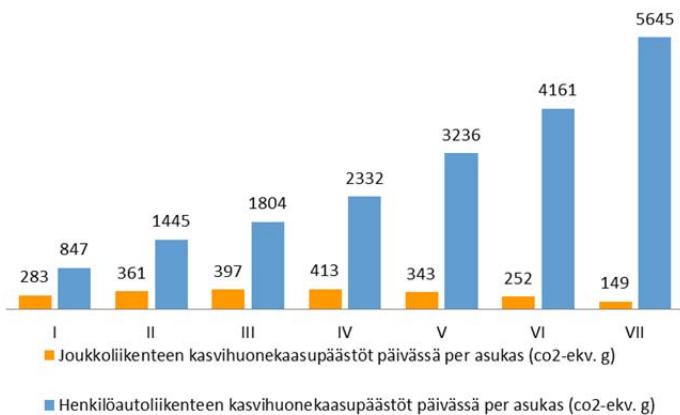
Vuosi 2008	I	II	III	IV	V	VI	VII
Saavutettavuusvyöhyke							
Asukasmäärä yhteensä	262 607	262 518	262 353	262 654	131 171	65 627	65 673
Keskimääräinen matkan pituus joukkoliikenteellä (km)	7,5	9,8	11,8	15,3	23,3	26,7	33,8
Keskimääräinen matkan pituus henkilöautolla (km)	7,3	9,4	10,3	11,4	12,7	14,1	16,6
Kevyen liikenteen kulkutapaosuuus	39,9 %	30,7 %	27,9 %	26,2 %	25,9 %	21,0 %	13,5 %
Joukkoliikenteen kulkutapaosuuus	33,3 %	32,2 %	29,4 %	23,8 %	12,9 %	8,2 %	4,2 %
Henkilöauton kulkutapaosuuus	26,8 %	37,1 %	42,7 %	50,0 %	61,2 %	70,8 %	82,3 %
Kevyen liikenteen matkasuorite päivässä per asukas (km)	1,5	1,3	1,3	1,2	1,0	1,0	0,9
Joukkoliikenteen matkasuorite päivässä per asukas (km)	8,1	10,3	11,3	11,8	9,8	7,2	4,3
Henkilöautoliikenteen matkasuorite päivässä per asukas (km)	6,8	11,6	14,4	18,7	25,9	33,3	45,2
Joukkoliikenteen kasvihuonekaasupäästöt päivässä per asukas (co2-ekv. g)	283	361	397	413	343	252	149
Henkilöautoliikenteen kasvihuonekaasupäästöt päivässä per asukas (co2-ekv. g)	847	1 445	1 804	2 332	3 236	4 161	5 645
Kasvihuonekaasupäästöt päivässä per asukas (co2-ekv. g)	1 129	1 805	2 201	2 746	3 580	4 413	5 795



Kuva 8 Laskennallinen kulkutapaosuuus vyöhykkeittäin vuonna 2008.



Kuva 9 Laskennallinen matkasuorite päivässä asukasta kohti vyöhykkeittäin vuonna 2008.



Kuva 10 Liikkumisen kasvihuonekaasupäästöt päivässä asukasta kohti vyöhykkeittäin vuonna 2008.

Vyöhykkeellä I on seuraavat ominaisuudet liikkumisen kannalta:

- Vyöhykkeellä asuvan on mahdollista saavuttaa tarvitsemansa palvelut ja työpaikat tyypillisesti kävelien, pyöräillen tai hyvin tiheällä vaihdottomalla joukkoliikenneyhteydellä.
- Matkoista tehdään keskimäärin 3/4 kestävillä kulkumuodoilla. Autottomat matkat jatkuvat tasan joukkoliikenteen ja kevyen liikenteen kesken.
- Asukas matkustaa päivässä keskimäärin 8 km joukkoliikenteellä ja 7 km autolla.
- Asukas tuottaa liikkumisellaan noin kilon kasvihuonekaasupäästöjä päivässä.

Vyöhykkeellä II on seuraavat ominaisuudet liikkumisen kannalta:

- Vyöhykkeellä asuvan on mahdollista saavuttaa tarvitsemansa palvelut ja työpaikat tyypillisesti kävelien, pyöräillen tai tiheällä vaihdottomalla tai tiheällä vaihdollisella joukkoliikenneyhteydellä.
- Matkoista tehdään keskimäärin 2/3 kestävillä kulkumuodoilla. Autottomat matkat jatkuvat tasan joukkoliikenteen ja kevyen liikenteen kesken.
- Asukas matkustaa päivässä keskimäärin 10 km joukkoliikenteellä ja 12 km autolla.
- Asukas tuottaa liikkumisellaan 1,5 kertaa niin paljon 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 kestävillä kulkumuodoilla. Autottomat matkat jakautuvat tasan joukkoliikenteen ja kevyen liikenteen kesken.
- Asukas matkustaa päivässä keskimäärin 11 km joukkoliikenteellä ja 14 km autolla.
- Asukas tuottaa liikkumisellaan 2 kertaa niin paljon 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 kestävillä kulkumuodoilla. Autottomat matkat jakautuvat tasan joukkoliikenteen ja kevyen liikenteen kesken.
- Asukas matkustaa päivässä keskimäärin 12 km joukkoliikenteellä ja 19 km autolla.
- Asukas tuottaa liikkumisellaan 2,5 kertaa niin paljon 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 kestävillä kulkumuodoilla. Autottomista matkoista tehdään 1/3 joukkoliikenteellä.
- Asukas matkustaa päivässä keskimäärin 10 km joukkoliikenteellä ja 26 km autolla.
- Asukas tuottaa liikkumisellaan 3 kertaa niin paljon 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 kestävillä kulkumuodoilla. Autottomista matkoista 1/4 tehdään joukkoliikenteellä.
- Asukas matkustaa päivässä keskimäärin 7 km joukkoliikenteellä ja 33 km autolla.
- Asukas tuottaa liikkumisellaan 4 kertaa niin paljon 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 1/5 matkoistaan kestävillä kulkumuodoilla. Autottomista matkoista 1/5 tehdään joukkoliikenteellä.
- Asukas matkustaa päivässä keskimäärin 4 km joukkoliikenteellä ja 45 km autolla.
- Asukas tuottaa liikkumisellaan 5 kertaa niin paljon kasvihuonekaasupäästöjä kuin vyöhykkeellä I.

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

- I Kävelien, pyöräillen tai hyvin tiheällä vaihdottomalla joukkoliikenneyhteydellä
- II Kävelien, 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

### 3.3 HLJ-päätöksen mukaisia skenaarioita vastaavat vyöhykkeet

Työssä tehtiin vyöhyketarkastelut seuraavien HLJ 2011 -päätöksen mukaisten liikennejärjestelmäskenaarioiden pohjalta:

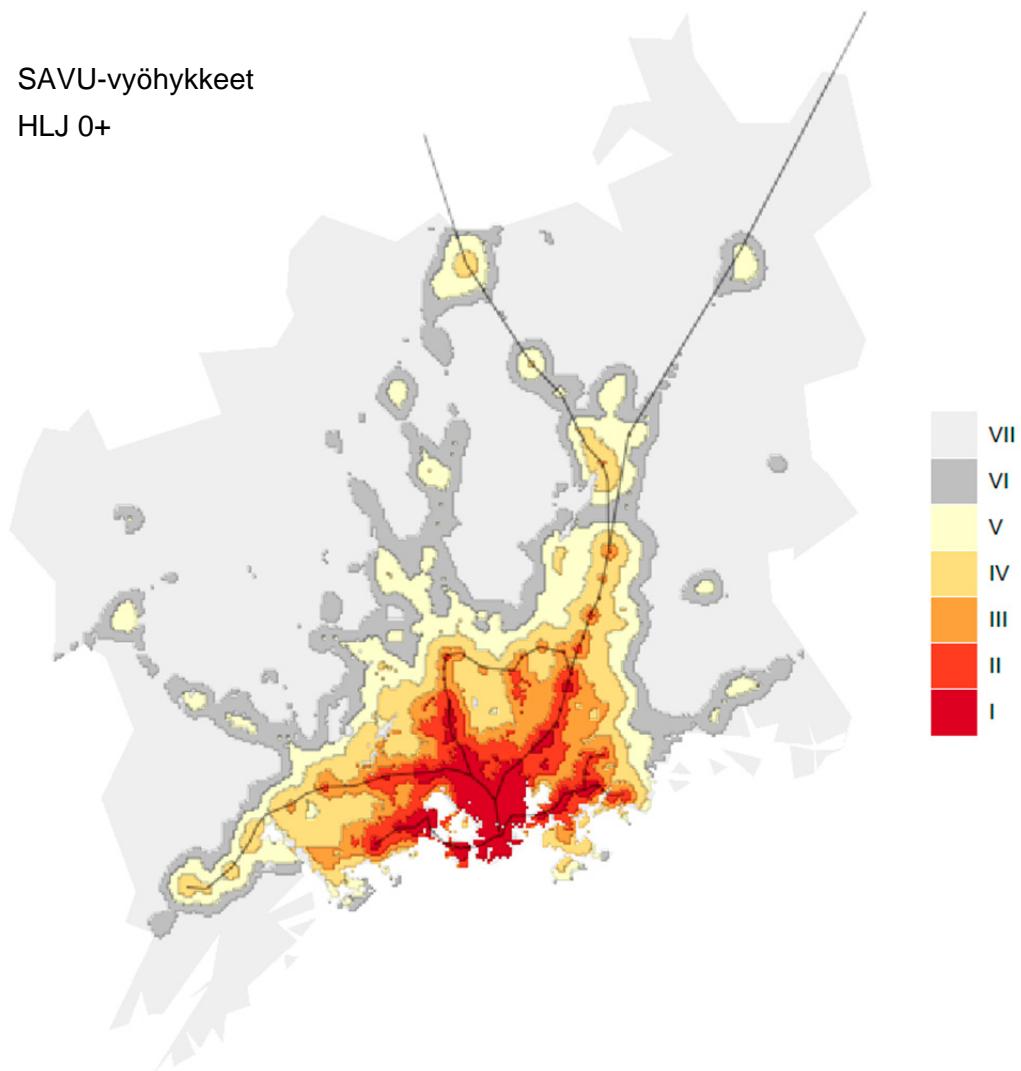
1. Vuoden **2008** tilannetta kuvaava ns. nykytilanne
2. **HLJ 0+**: vuoden 2020 perusennuste, jossa ovat jo rakenteilla olevat hankkeet ja ns. KUHA-hankkeet (SOVA:n 0+-verkko)
3. **HLJ 2020**: Vuoden 2020 perusennuste, jossa ovat kaikki vuoden 2020 liikennejärjestelmäsuunnitelman infrahankkeet (tavoiteverkko)
4. **HLJ 2035**: Vuoden 2035 perusennuste, jossa ovat kaikki vuoden 2035 liikennejärjestelmäsuunnitelman infrahankkeet (tavoiteverkko)

Skenaarioiden kaikki määritelmät ja ominaisuudet (liikennejärjestelmien ja maankäytön kehittymisen kuvaukset tulevaisuuden erilaisissa poikkileikkaustilanteissa sekä toimintaympäristön kehitysennusteet) on kuvattu vielä julkaisemattomassa raportissa "HLJ 2011 Skenaariot ja liikenne-ennusteet". Verkkoihin sisältyvät hankkeet ja maankäytön luvut on esitetty myös tämän raportin liitteessä 2.

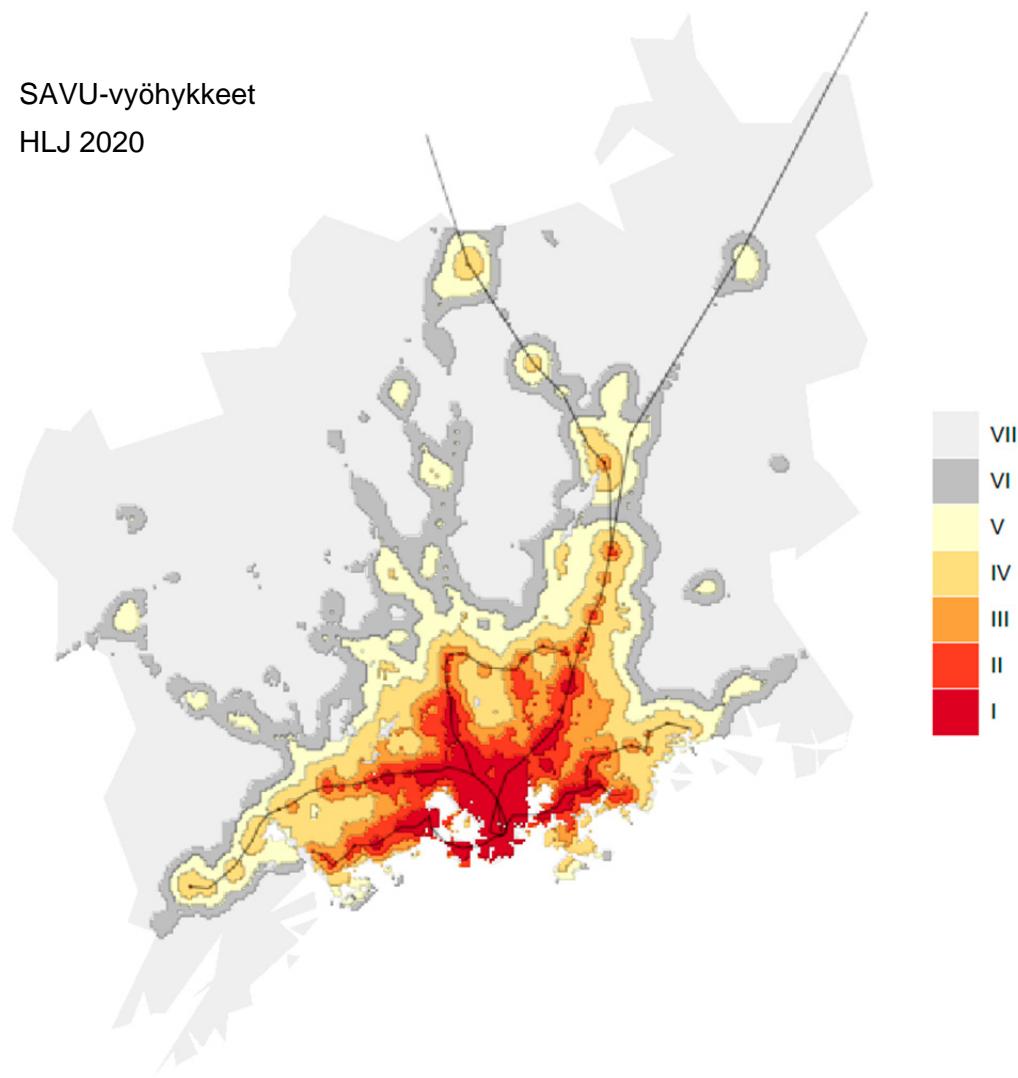
Kuvan 7 kartassa nähdään siis edellä luonnehditut vyöhykkeet, joita käytetään liikennejärjestelmän palvelutason ja liikkumisolosuhteiden typpittelyyn vuoden 2008 liikennejärjestelmän ja maankäytön tilanteessa. Skenaarioista HLJ 0+ ja HLJ 2020 muodostettuja vyöhykeitä voidaan luonnehtia samalla tavalla liikennejärjestelmän palvelutason kannalta vuonna 2020, jos liikennejärjestelmä kehitty kuten HLJ-suunnitelmassa on oletettu ja maankäyttö toteutuu kuten kunnat ovat suunnitelleet (Seppo Laakson selvitysten mukaan mm. MARA-

työn yhteydessä, ks HSL:n julkaisuja 9/2010). On huomattava edelleen, että luonnehdinnat vyöhykkeiden sisällä eivät ole ehdottomia vaan muuttuvat koko ajan siirryttääessä kohti "seuraavaa" luokkaa. Skenaariota HLJ 2035 vastaavat SAVU-vyöhykkeet kuvaavat puolestaan liikennejärjestelmän palvelutasoa vuonna 2035, jos liikennejärjestelmä ja maankäyttö kehittyvät "pitäytyvästi" kuten HLJ-suunnitelmassa on oletettu. Sen maankäyttö puolestaan perustuu seudun yleiskaavoihin ja väestöarvioihin.

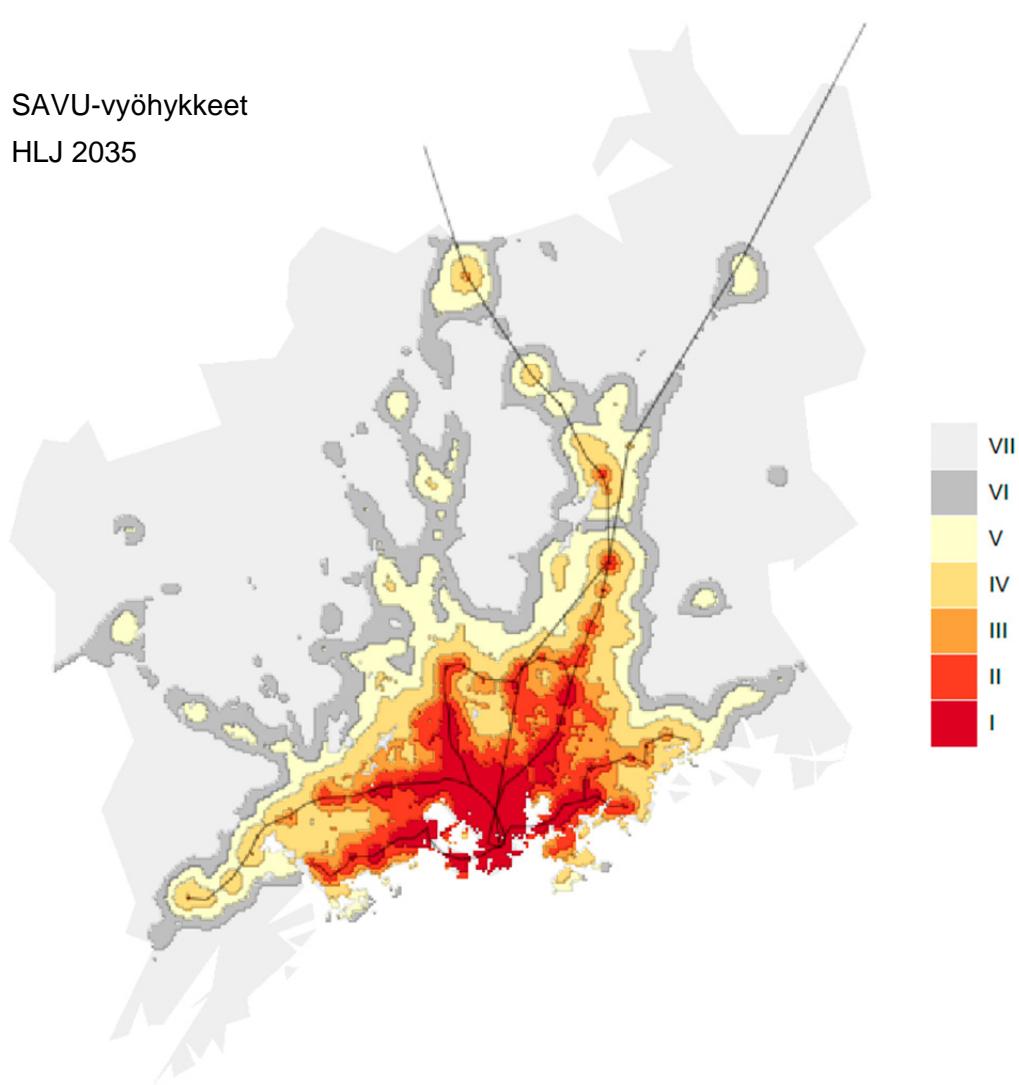
Tässä yhteydessä on todettava, että saavutettavuuspiirit eivät ole "tavoite" vaan "ennuste" sen mukaan, mitä liikennejärjestelmän ja maankäytön kehittämisessä oletetaan. Saavutettavuuspiirtoja ja -vyöhykeitä ei myöskään määritetä käsin, vaan ne tehdään edelleen laskennallisesti liikennejärjestelmän ja maankäytön muutoksista.



Kuva 11 SAVU-vyöhykkeet HLJ 0+ -skenaariossa.



Kuva 12 SAVU-vyöhykkeet HLJ 2020 -skenaariossa.



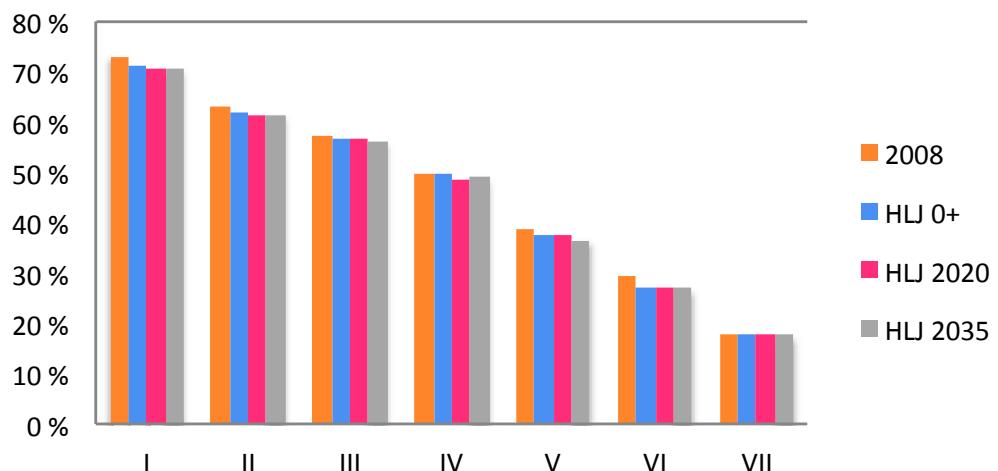
Kuva 13 SAVU-vyöhykkeet HLJ 2035 -skenaariossa.

## 4 Vyöhykkeiden ominaisuudet eri skenaarioissa

Vyöhykkeiden välillä on selkeitä eroja muun muassa kulkutapojen valinnassa, matkojen pituudessa ja liikkumisesta aiheutuvien päästöjen määrässä. Esimerkiksi vyöhykkeellä I asukas tekee nykyisin keskimäärin 75 % matkoistaan kestävällä kulkumuodoilla, matkustaa joukkoliikenteellä 8 km ja autolla 7 km päivässä ja tuottaa liikkumisellaan noin kilon kasvi-huonekaasupäästöjä päivässä. Vyöhykkeellä V asukas tekee puolestaan nykyisin keskimäärin 40 % matkoistaan kestävällä kulkumuodoilla, matkustaa joukkoliikenteellä 10 km ja autolla 26 km päivässä ja tuottaa liikkumisellaan yli kolminkertaisesti kasvi-huonekaasupäästöjä kuin vyöhykkeen I asukas.

Seuraavissa kuvissa on esitetty vyöhyketarkastelujen keskeisimpiä liikennemallijärjestelmän avulla tuotettuja tunnuslukuja nykytilanteessa ja tarkastelluissa tulevaisuusskenarioissa. Kuvien alla on esitetty toteamuksia sekä arvioita tunnuslukujen taustalla olevista muutoksista ja mekanismeista.

### 4.1 Saavutettavuus kestävällä kulkumuodoilla



Kuva 14 Kestävien kulkumuotojen laskennallinen kulkutapaosuuus vyöhykkeittäin eri skenaarioissa.

SAVU-vyöhykkeet kuvaavat määritelmänsä mukaan hyvin kestävien kulkumuotojen roolin erilaisissa yhdyskuntarakenteissa. Vertaamalla kuvia 14–16 vyöhykkeiden pinta-aloihin nähdään, minkälaisesta ongelmasta joukkoliikenteen kustannustehokkaassa järjestämisessä on kysymys. 10 % väestöstä on sijoittunut erittäin laajalle alueelle, jonka joukkoliikenteen järjestämisestä tulee sen skaalaetujen (suuret matkustajamäärät laskevat kiinteiden kustannusten keskimääräisiä vaikuttuksia) puuttumisen takia hankalaa, jolloin palvelutaso heikkenee ja osuus matkoista pienenee vastaavasti. Kevyen liikenteen osalta kysymys on

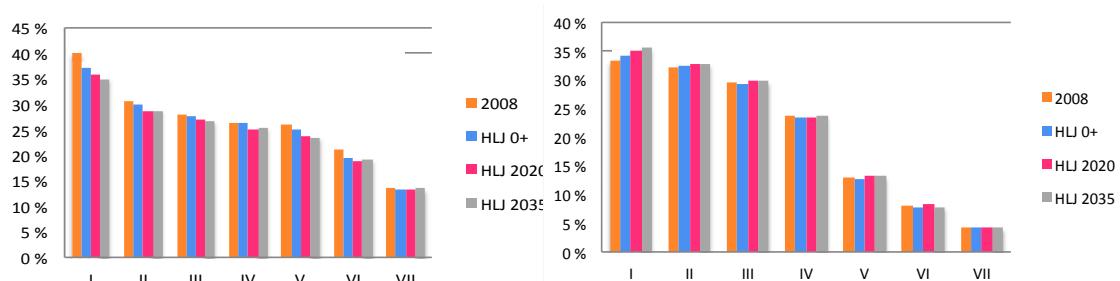
taas siitä, että palveluverkko on harva ja etäisyydet tulevat sen takia liian pitkiksi kävelyn ja pyöräilyn kannalta.

Kestävien kulkumuotojen saavutettavuutta edistäävät erityisesti seuraavat seikat:

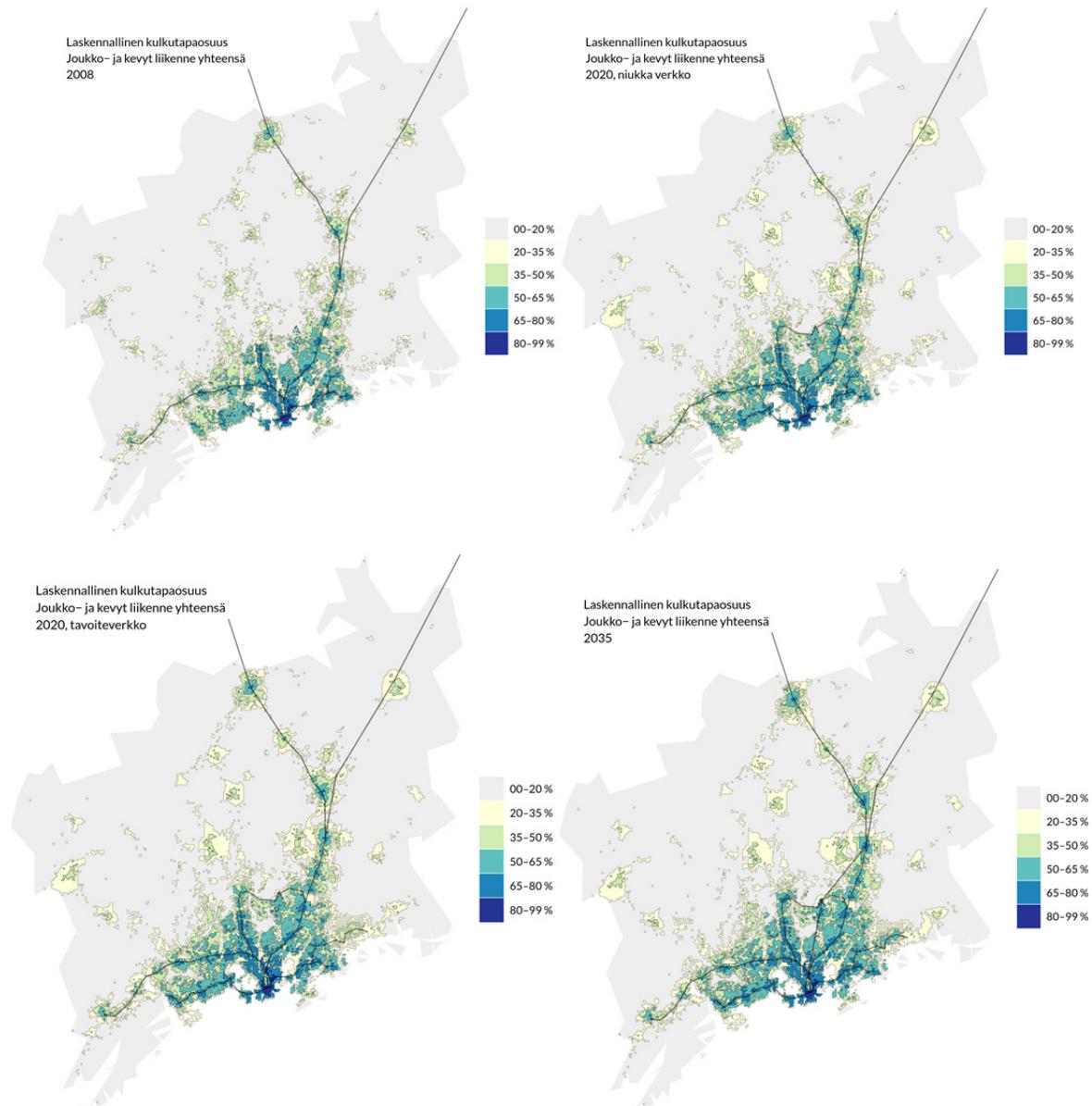
- Palvelut, työpaikat ja muut matkojen määränpääät ovat niin lähellä, että matkustustarve voidaan hoitaa kävelyn tai pyöräilyn avulla.
- Keskeisille työpaikka-alueille ja muille seudullisesti tärkeille kohteille on hyvät (nopeat, säännölliset, vuoroväliltään tiheät, vaihdottomat ja täsmälliset) joukkoliikenneyhteydet.

Joukkoliikenteen tarjoamisessa ja saavutettavuuden lisäämisessä pätevät erityisesti liikenteen ja maankäytön synergiaedut. Kun maankäytön käytävät ulottuvat seudullisista keskitymistä tiiviinä ja väkirikkaina, sitä enemmän tarjolla on myös monipuolisia, suorempia ja nopeampia joukkoliikennelinjoja. Nopeat ja tiheästi liikennöivät junat täydentävät tätä ja tarjoavat maankäytölle monipuoliset yhteydet sekä lähelle että kauempana sijaitseviin keskuksiin. Tämä näkyy esimerkiksi saavutettavuuskartoissa pääradan "moniraidekäytävän" ulottumisena kauemaksi kuin tiheästi pysähtyvään metroon perustuva käytävä mahdollis-taisi.

Koska joukkoliikenne ja erityisesti raideliikenne on luonteeltaan laskevien rajakustannusten kulkumuoto (uusien lisäyksiköiden tarjoaminen on halvempaa) ja joukkoliikennelinjan palvelutaso kasvaa myös muiden linjastojen ansiosta (ns. Mohring-ilmiö), maankäytön tiivistymisen käytäväksi on erityisen tehokasta ja "itseään ruokkivaa". Toisaalta raideliikenteen perustamiskustannukset ovat korkeita ja kynnys uusien tehokkaiden raideliikenteeseen perustuvien maankäytön keskittymien muodostuminen ei ole itsestään selvyys vaan vaatii määrätietoista suunnittelua ja pitkäjänteistä päätöksentekoa.

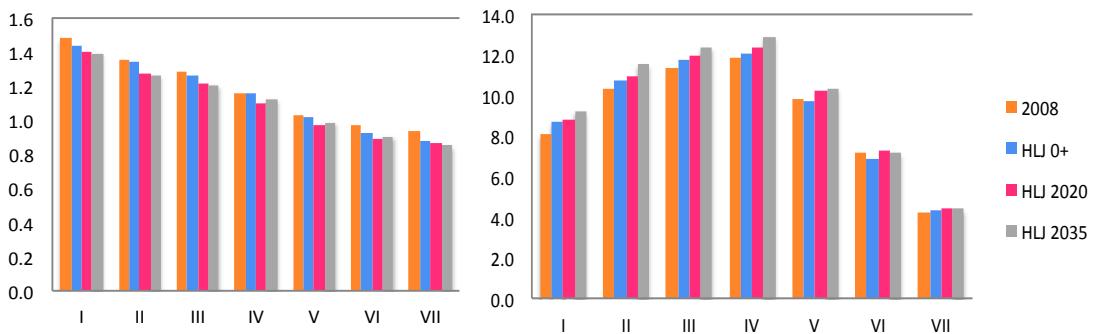


Kuva 15 Pyöräilyn ja kävelyn (vasemmalla) sekä joukkoliikenteen (oikealla) laskennallinen kulkutapaosuus vyöhykkeittäin eri skenaarioissa.

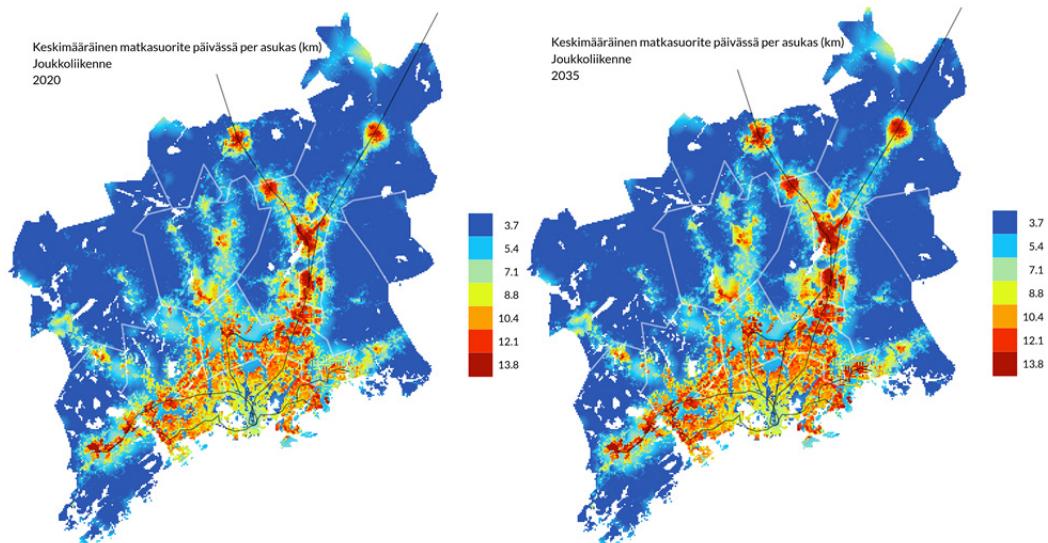


Kuva 16 Kestävien kulkumuotojen laskennallinen kulkutapaosuus seudulla eri skenaarioissa.

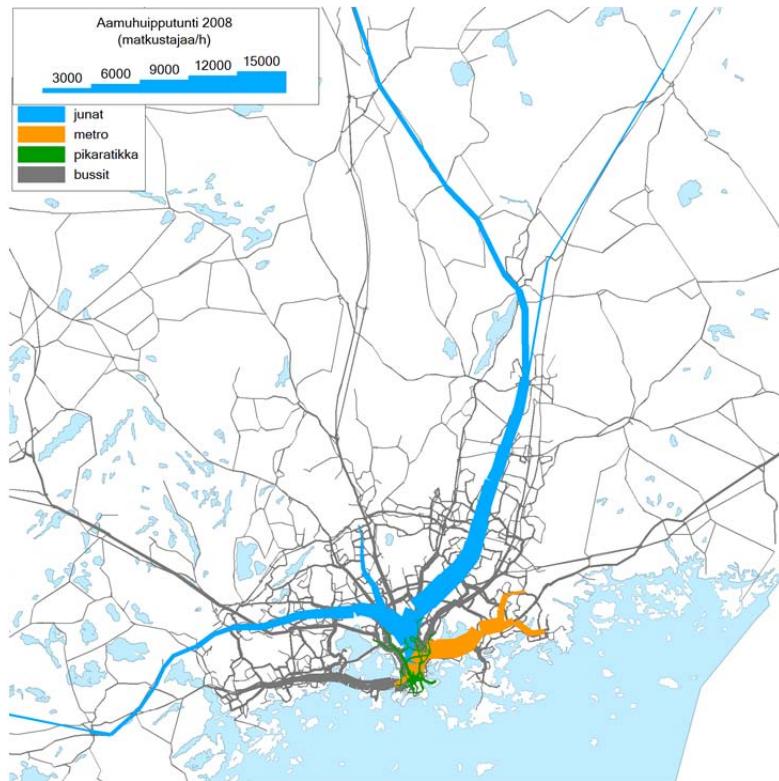
Liikkumistarpeista (matkatuotosluvuista), kulkumuoto-osuuksista ja liikenteen suuntautumisesta voidaan johtaa myös suoritteet (kuvat 17 ja 18) sekä sijoitteluoohjelmiston avulla myös verkon kuormitukset (kuvat 19–22).



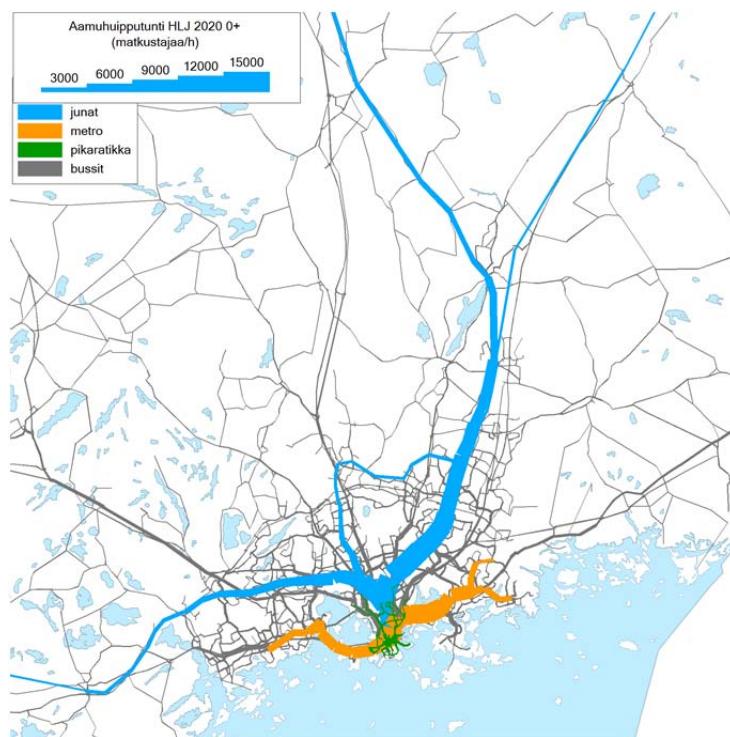
Kuva 17 Pyöräilyn ja kävelyn (vasemmalla) sekä joukkoliikenteen (oikealla) laskennallinen matkasuorite per asukas vyöhykkeittäin eri skenaarioissa.



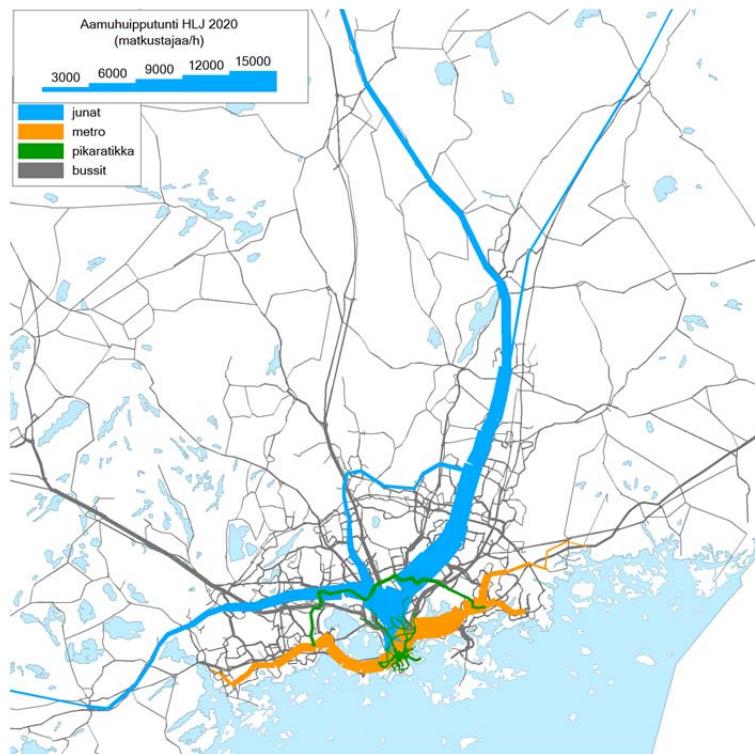
Kuva 18 Pyöräilyn ja kävelyn (vasemmalla) sekä joukkoliikenteen (oikealla) laskennallinen matkasuorite seudulla HLJ 2020- ja HLJ 2035 -skenaarioissa.



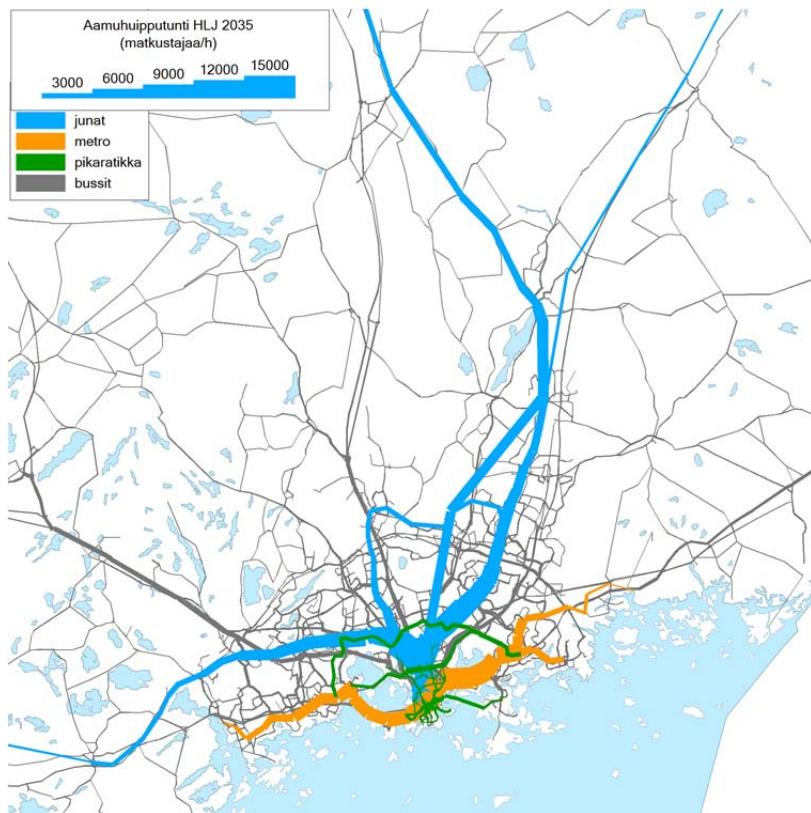
Kuva 19 Laskennalliset matkustajamäärit joukkoliikenteen verkolla vuonna 2008.



Kuva 20 Laskennalliset matkustajamäärit joukkoliikenteen verkolla vuonna 2020 HLJ 0+-skenaariossa.



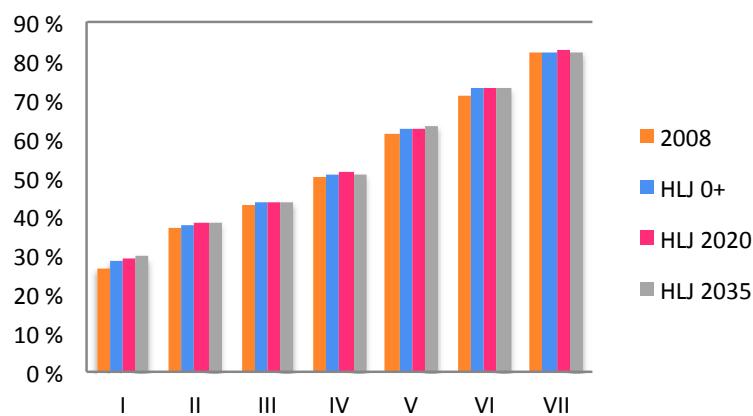
Kuva 21 Laskennalliset matkustajamäärät joukkoliikenteen verkolla HLJ 2020 -skenaariossa.



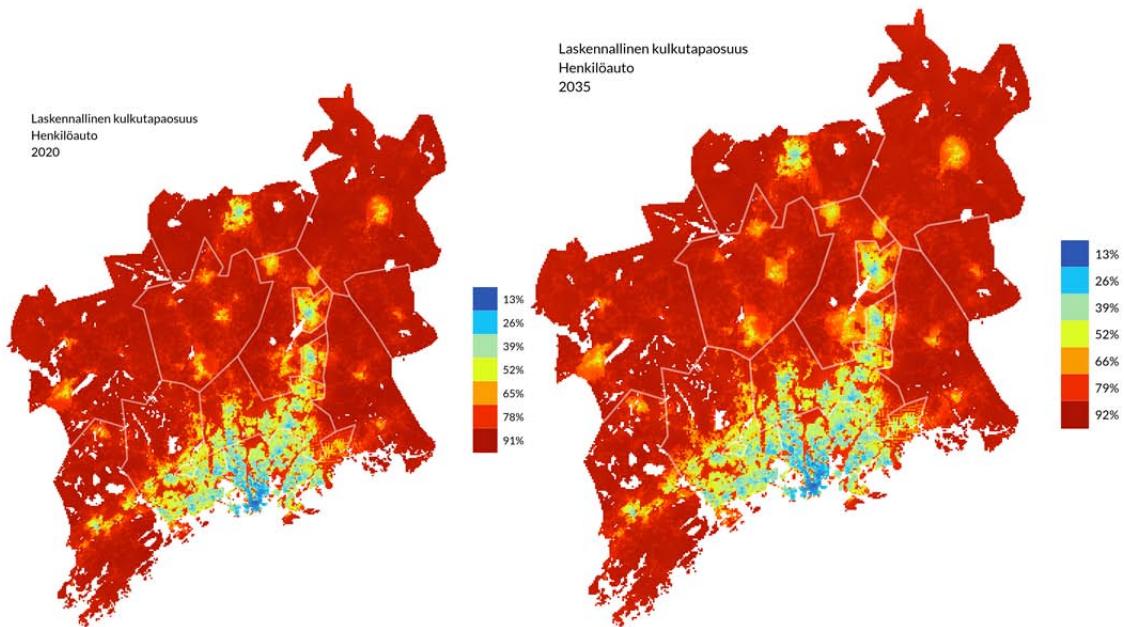
Kuva 22 Laskennalliset matkustajamäärät joukkoliikenteen verkolla HLJ 2035 -skenaariossa.

#### 4.2 Saavutettavuus henkilöautolla

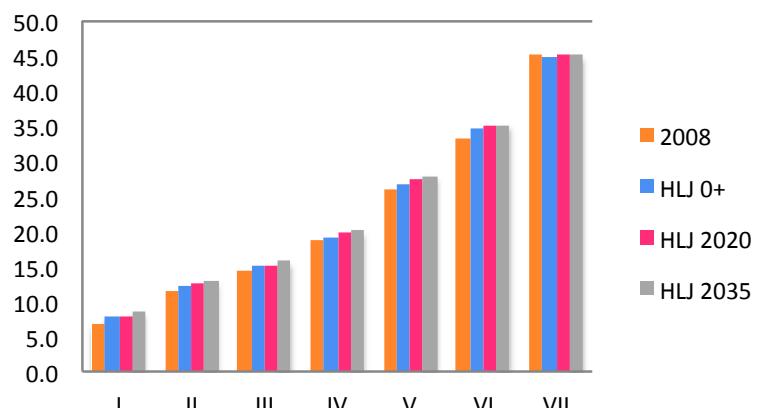
Henkilöauton osuus matkoista (kuvat 23 ja 24) ja niiden pituus johtavat matkasuoritteiden jyrkkään kasvuun keskusten ulkopuolisilla vyöhykkeillä (kuvat 25 ja 26). Henkilöautosaavutettavuuteen vaikutetaan lähinnä väylien tarjonnan ja niiden nopeuden avulla. Maankäytön saavutettavuus autolla on nykyoloissa luonnostaan korkea moneen suuntaan – kunhan väylästö on olemassa ja autoa on mahdollista käyttää. Siksi auton käyttö kasvaa jyrkästi siellä, missä kestävien kulkumuotojen olosuhteet heikkenevät ja maankäytön tiheys (tilan puute ja ruuhkautuminen) eivät sitä estä. Henkilöautosaavutettavuuden muutoksiin vaikuttavat tulevaisuudessa lähinnä talouden ja kulutuksen kasvusta johtuva liikenteen kasvu ja pysäköintipaikkojen puute kantakaupungissa sekä käyttökustannusten muutokset. Saavutettavuuskäsitteeseen tulisi sisällyttää myös kustannukset, jotta niiden vaikutus maankäytön sijoittumiseen tulisi otetuksi huomioon, mutta SAVU-kartoissa kustannusten muutosten vaikeutuksia saavutettavuuden muutoksiin ei ole kuitenkaan toistaiseksi ollut tarpeen mallintaa. Liikennesijoitteluiden avulla nähdään vaikutukset tieverkon kuormittumiseen (kuvat 27–30).



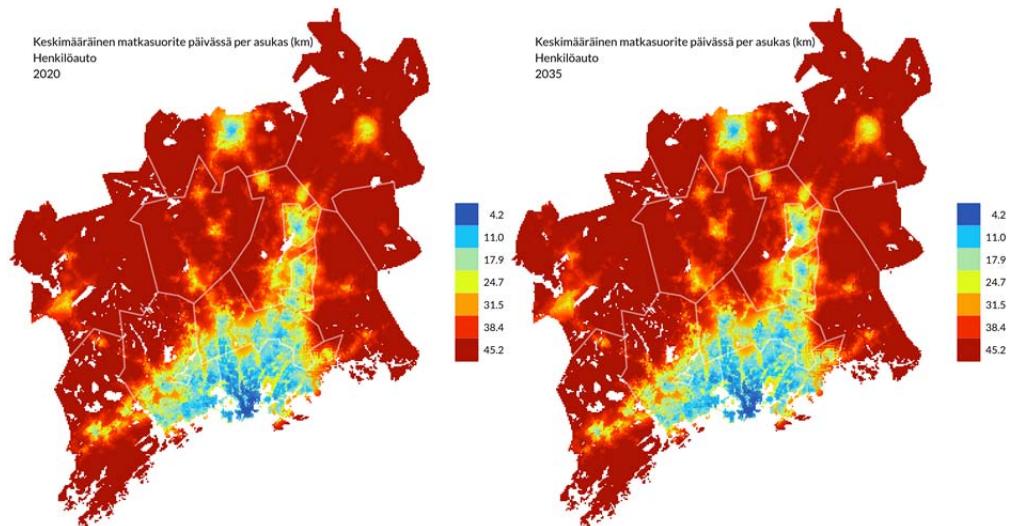
Kuva 23 SAVU-vyöhykkeiden laskennalliset henkilöautoliikenteen kulkutapaosuudet eri skenaarioissa.



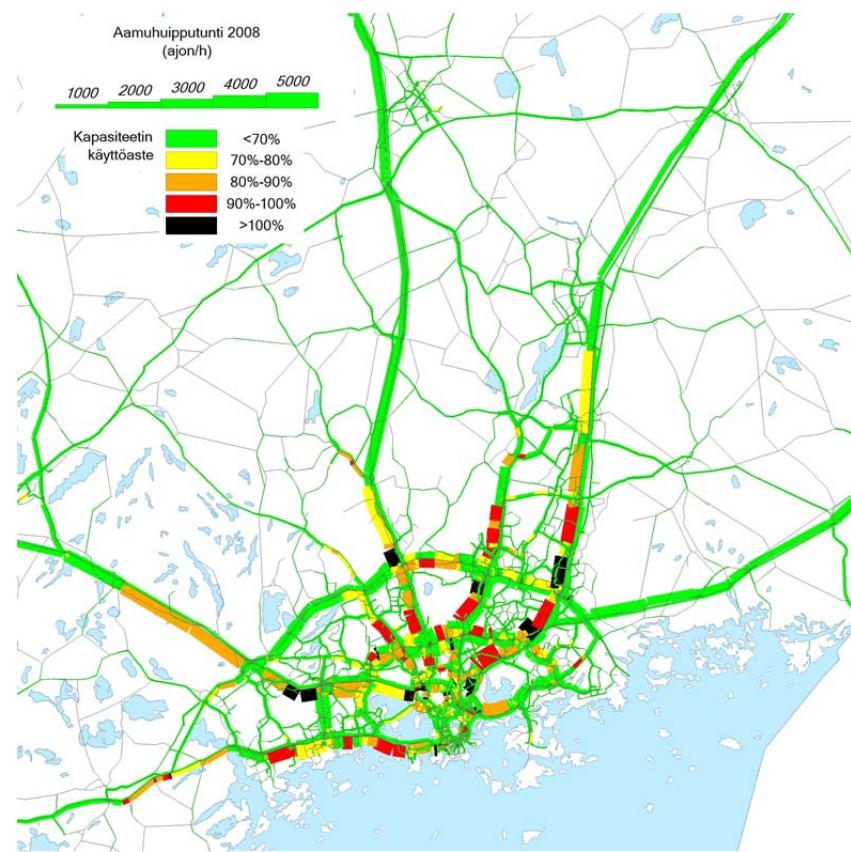
Kuva 24 SAVU-vyöhykkeiden laskennalliset henkilöautoliikenteen kulkutapaosuudet HLJ 2020- ja HLJ 2035 -skenaarioissa.



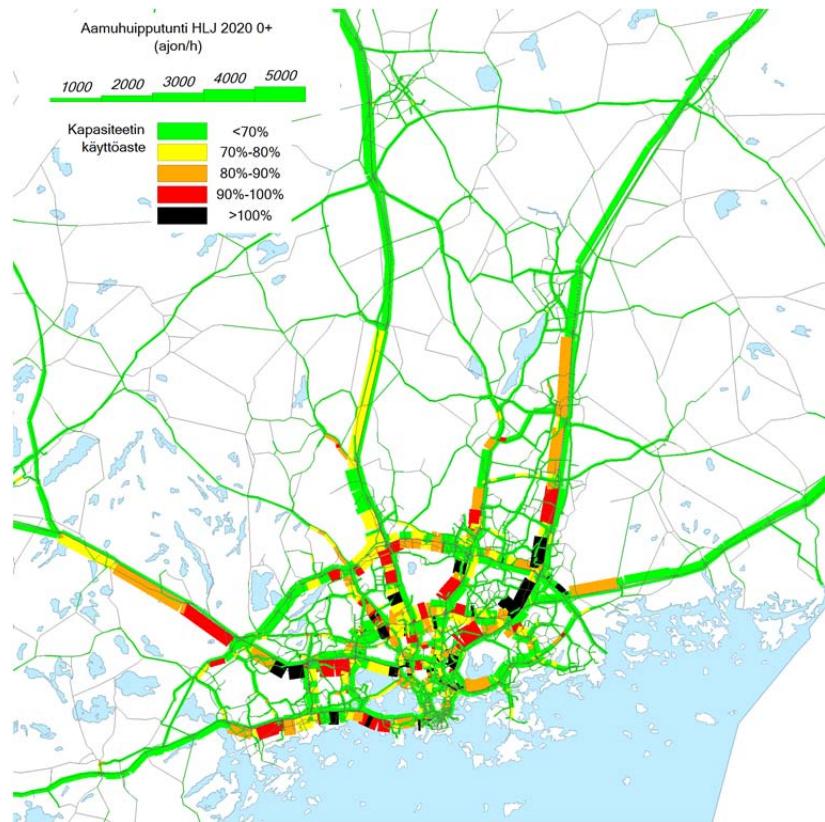
Kuva 25 SAVU-vyöhykkeiden laskennalliset henkilöautoliikenteen matkasuoritukset päivässä per asukas eri skenaarioissa.



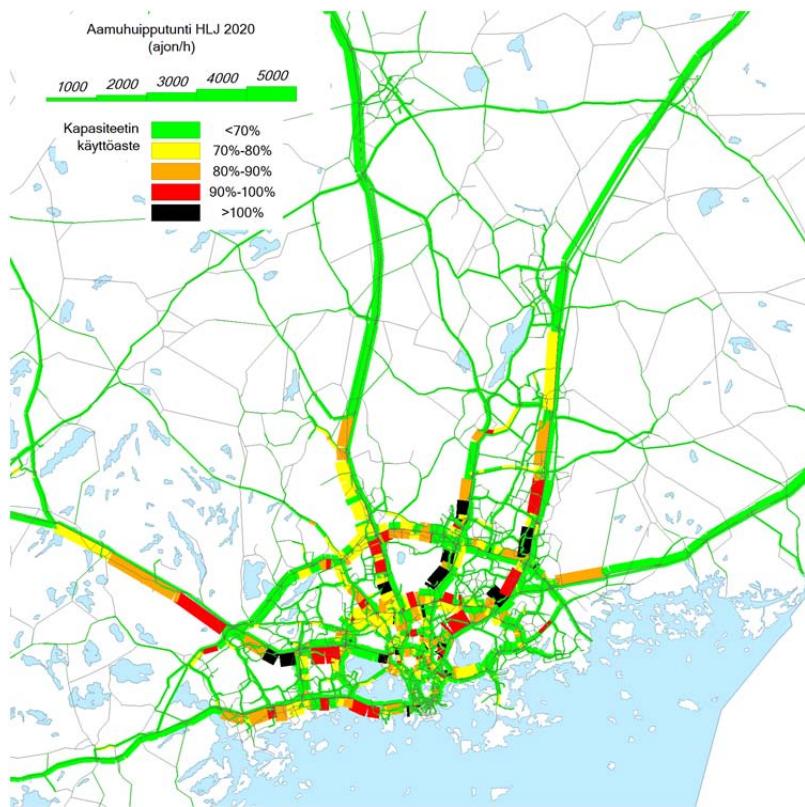
Kuva 26 Laskennalliset matkasuoritteet päivässä per asukas tieliikenteen verkolla skenaarioissa HLJ 2020 ja HLJ 2035.



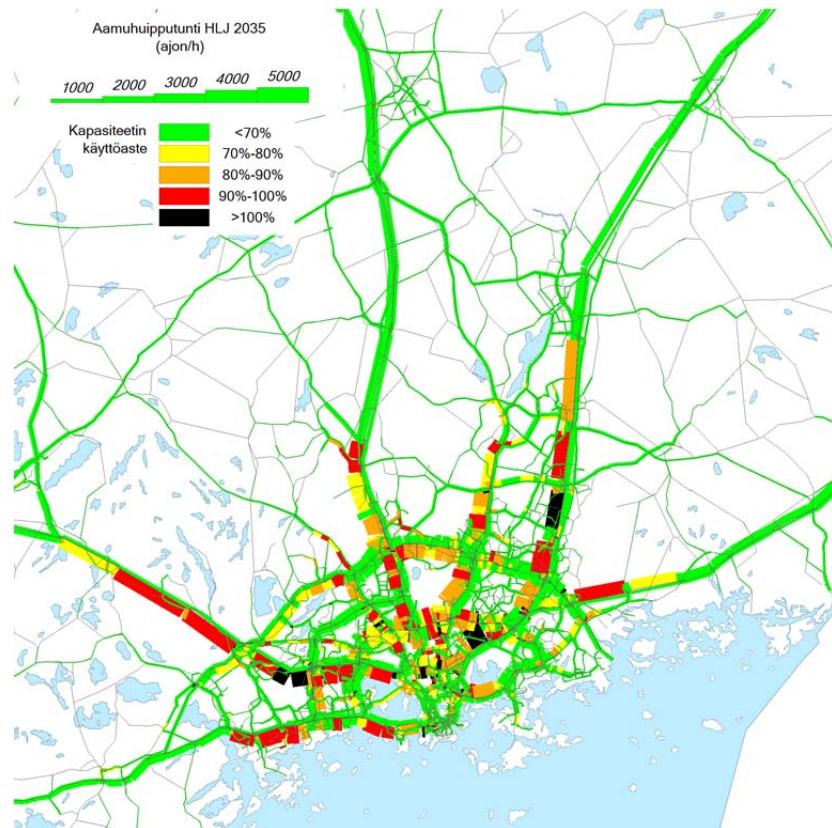
Kuva 27 Laskennalliset ajoneuvomäärit tieliikenteen verkolla vuonna 2008.



Kuva 28 Laskennalliset ajoneuvomäärit tieliikenteen verkolla HLJ 0+ -skenaariossa (2020).



Kuva 29 Laskennalliset ajoneuvomäärit tieliikenteen verkolla HLJ 2020 -skenaariossa.



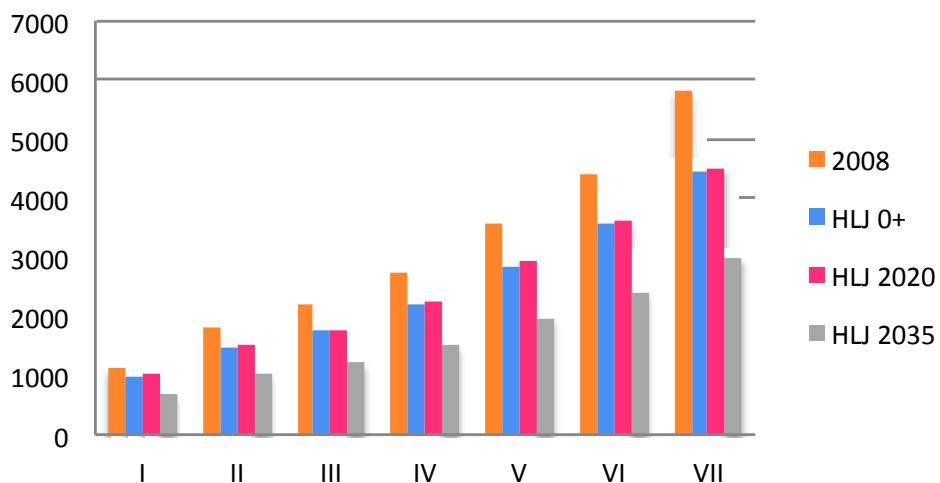
Kuva 30 Laskennalliset ajoneuvomäärät tieliikenteen verkolla HLJ 2035 -skenaariossa.

#### 4.3 Vaikutukset kasvihuonekaasupäästöihin

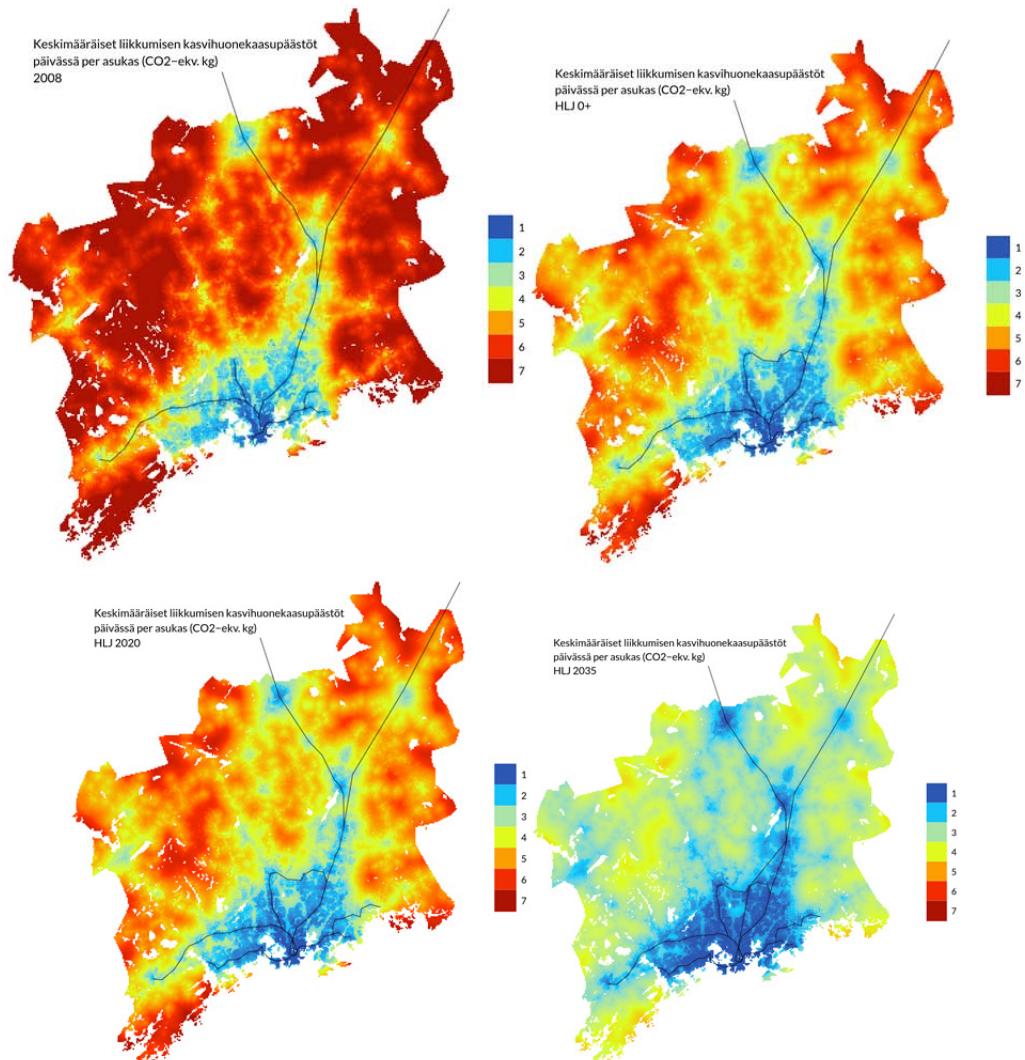
Päästöt lasketaan RUUTI2-mallin kussakin ruudussa sen mukaan, miten eri toiminnot ovat saavutettavissa eri kulkumuodoilla, miten matkat jakautuvat eri kulkumuotoihin, kuinka pitkiä matkoista eri kulkumuodoilla muodostuu ja kuinka paljon ajoneuvokanta tuottaa kasvihuonekaasupäästöjä. Päästöjen oletetaan vähenevän tulevaisuudessa HLJ:n valmistelussa määritetyjen hitaan ja nopean kehityksen skenaarioiden keskiarvona (taulukko 3). Kuvat 31 ja 32 kertovat yhdyskuntarakenteen merkittävästä vaikutuksesta asukaskohtaisten kasvihuonekaasupäästöjen muodostumisessa. Ilmastotavoitteiden saavuttamisen kannalta merkittäväksi tekijäksi nousee kuitenkin ajoneuvoteknologian merkitys ja se, kuinka asukasmäärää saadaan sijoitettua tehokkaasti alhaisten päästöjen vyöhykkeille. Päästöjen väheneminen korreloii vahvasti myös muiden liikennejärjestelmän kehittämistavoitteiden kanssa nykytilanteessa, mutta ajoneuvoteknologian kehitys sumentaa kuvaa jatkossa.

Taulukko 3 Kasvuhuonekaasupäästöjen laskennassa käytetyt kertoimet.

	2008	2020	2035	2050
HA g/ajon.km				
-nopea	163	143	95	28
-hidas	163	110	73	22
-keskinopea	163	127	84	25
<b>HA g/hlö-km (keskinopea)</b>	<b>125</b>	<b>97</b>	<b>65</b>	<b>19</b>
LA (hidas) g/hlö-km	49	39	27	23
RL g/hlö-km	22	20	10	5
LA-osuuus hlö-km suoritteesta	0.49	0.39	0.38	0.35
<b>LA+RL painotettu ka. g/hlö-km</b>	<b>35</b>	<b>27</b>	<b>16</b>	<b>11</b>



Kuva 31 Laskennalliset liikenteen kasvuhuonekaasupäästöt päivässä per asukas (CO2-ekv.g) eri skenaarioissa.



Kuva 32 Laskennalliset liikenteen kasvihuonekaasupäästöt seudulla (CO<sub>2</sub>-ekv.kg päävässä per asukas) eri skenaariossa.

## 5 Päätelmiä

### 5.1 Menetelmän hyödyntämisestä

Tässä raportoitu vyöhykemenetelmä kehitettiin paitsi liikennejärjestelmän yhdyskuntarakenteelliseen analyysiin, erityisesti myös liikenteen ja maankäytön vuorovaikuttelista suunnittelua silmälläpitäen. Menetelmän avulla voidaan vertailla eri alueiden yhdyskuntarakenteellista sijaintia toistensa suhteen ottaen huomioon sekä maankäytön tiheydet että liikennejärjestelmän ominaisuudet ja niiden muodostama monimutkainen kokonaisuus. Samalla voidaan arvioida eri sijaintien merkitystä liikkumisen kannalta ja vaikutuksia esimerkiksi eri kulkumuotojen käyttöön tai päästöihin. Seudun kuntien ja valtion välisessä MAL-ainesopimuksen neuvotteluprosessissa on käsitelty ns. projektialueita, joiden toteuttamista linjataan myös samassa prosessissa. SAVUn avulla maankäytöllisiä ja liikenteellisiä vaikutuksia voidaan arvioida koko seudulla ja myös aiesopimuksen projektialueittain yhtenäisin kriteerein. Lisäksi tulevaisuudessa voidaan seurata samoin kriteerein, miten hyvin yhdyskuntarakenteen kehittyminen on noudattanut asetettuja tavoitteita.

Tehdyt saavutettavuusanalyysit perustuvat kattaviin HSL:n liikennemallijärjestelmän tietoihin ja Laajaan liikennetutkimukseen (LITU 2008), joten SAVU-tulokset ovat mainittua mallijärjestelmää täydentäviä ja tuottavat osin samoja indikaattoreita esimerkiksi kulkumuotojen osuuksista. Tuloksilla on kuitenkin erilaiset näkökulmat ja ne perustuvat osin eri muuttuihin. SAVU-vyöhykkeet ovat maantieteellisesti tarkempia kuin HLJ-mallijärjestelmän osa-alueet, mutta liikenne-ennustemallissa on puolestaan useampia osamalleja, muuttujia, ja skenaarioita kuvaamassa esimerkiksi auton käyttömahdollisuksia ja -kustannuksia. Tuloksia verrattaessa on otettava huomioon esimerkiksi se, miten muut tekijät kuin yhdyskuntarakenteen muutos vaikuttavat tulevaisuudessa kulkutapaosuuksien muuttumiseen.

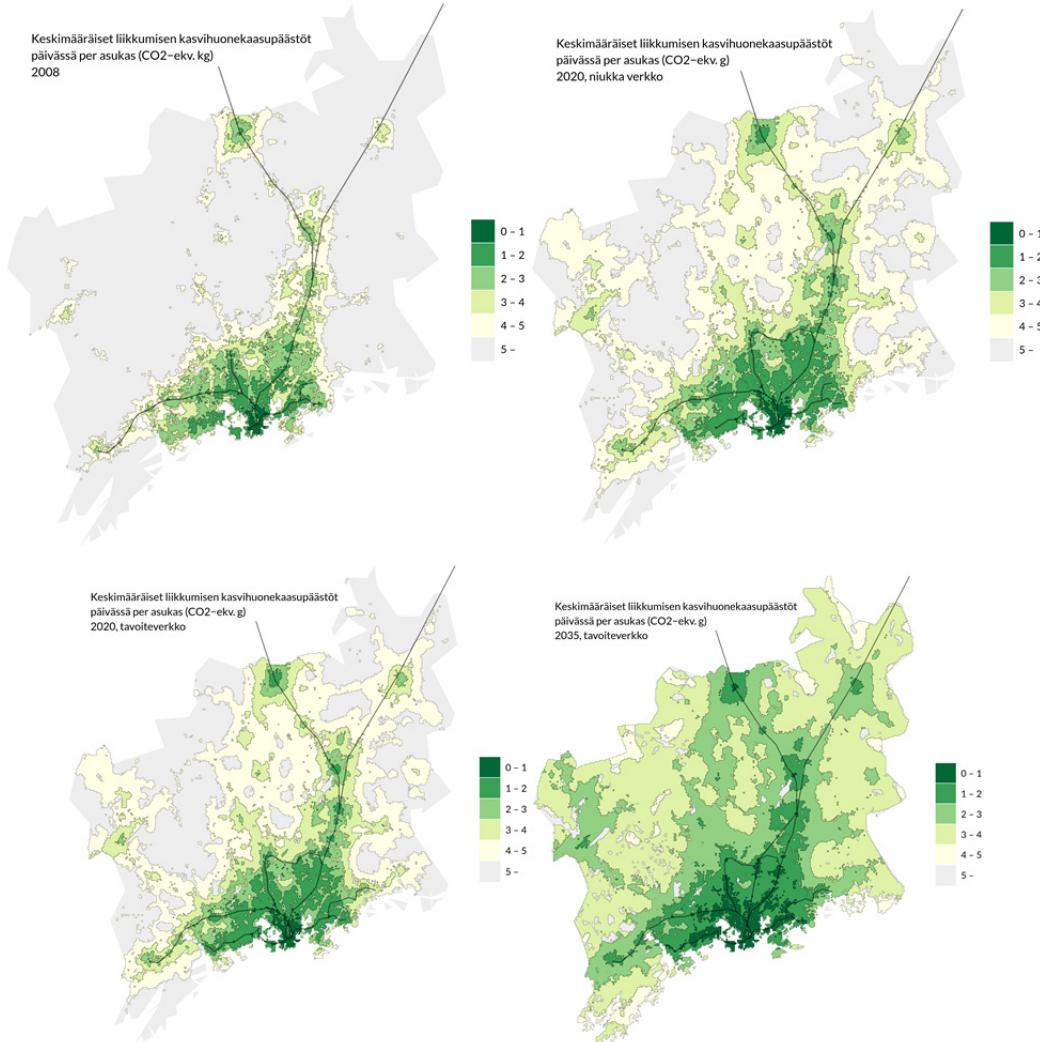
### 5.2 Saavutettavuusvyöhykkeiden määrittelystä

Saavutettavuusvyöhykkeet eivät ole tavoitteellisia siinä mielessä, että seudun eri sijainteja tietoisesti ohjattaisiin määrittelemällä niille ”parempi” saavutettavuusluokka, sillä vyöhyke on seurausta tehdystä liikennejärjestelmäpäätöksistä ja maankäytön sijoittumisesta tulevaisuudessa. Määritetyt vyöhykkeet ovat kuitenkin tavoitteellisia siinä mielessä, että saavutettavuuden pistelukuun sisällytetään vain kestävät kulkumuodot HLJ 2011:n vision ja tavoitteiden mukaisesti. Tiehankkeet eivät siis vaikuta vyöhykkeiden muotoon elleivät ne muuta bussiliikenteen toimintaedellytyksiä.

RUUTI2-malleissa kunkin ruudun saavutettavuus (työpaikkojen, palveluiden ja muiden matkojen määränpäiden läheisyys ja määrä) on vertailuluku ja "liukuva" käsite, jonka yksikkö on "paremmuus" - ei luokka tai vyöhyke. Alueiden saavutettavuus voidaan luokitella esim. yhtä suurien pinta-alojen mukaan, mutta tarkoituksenmukaisempaa saavutettavuus on määritellä asukasmääärän mukaan, jolloin kuva jakautuu enemmän maankäytön suhteessa. Saavutettavuuspinta eli ruutujen saavutettavuuden järjestys on siis luokiteltu periaatteella: "Saavutettavimmat ruudut, joissa on nykytilanteessa viidesosa asukkaista, seuraavaksi saavutettavimmat ruudut, joissa on viidesosa, seuraavaksi saavutettavimmat ...". Näin syntyviä vyöhykkeitä voidaan luonnehtia liikennejärjestelmän toimivuuden tai vaikutusten kannalta.

Luokitteluperusteena voitaisiin myös käyttää enemmän yhdyskuntarakenteen informaatiota kuten keskus- tai kuntaluokitusta, etäisyyttä Helsingin keskustasta, nykyisen tai suunnitellun maankäytön tyyppiä, toimiala- tai palvelurakennetta yms. (vrt. Urban Zone -tutkimus), mutta tästä seuraisi määrittelyongelmia erityisesti tulevaisuuden skenaarioiden näkökulmasta, eikä luokittelu olisi tarkoituksenmukainen seudullisen liikkumisen analysoinnin kannalta.

Myös vaikutuksia voidaan vyöhykkeistää eli muodostaa teemat, joissa luokkien raja-arvot vakioidaan samoihin luokkiin, jolloin vaikutuskuvista tulee visuaalisesti SAVU-vyöhykkeiden kaltaisia (kuva 33). Vaikutusluokittain määritellyissä kuvissa vaikutukset ovat kuitenkin vyöhykkeiden sisällä erilaisia riippuen vaikutuksen typistä. Saavutettavuusvyöhykkeet ovat eräänlainen kaikkien (laskennassa mukana olevien mekanismien) vaikutusten "hyötyjen summa".



Kuva 33 Vyöhykkeistetyt laskennalliset liikenteen kasvihuonekaasupäästöt seudulla (CO<sub>2</sub>-ekv.kg päivässä per asukas) eri skenaarioissa.

### 5.3 Seudullisen saavutettavuuden luonteesta

Koska tarkastelu kattaa koko seudun liikennejärjestelmän ja palveluiden sijoittumisen, SA-VU-menetelmässä painottuu seudullinen saavutettavuus. Esimerkiksi paikallisten työpaikojen saavutettavuus suhteutetaan koko seudun työpaikkojen "merkittävyyteen" koko seudun vertailussa, joka sisältää esimerkiksi Helsingin niemen suuren työpaikkamäärän. Kun saavutettavuusluvut kuvaavat eri sijaintien suhteellista saavutettavuutta, pienempien keskusten ympäristöissä saavutettavuuslувut ovat pienemmät, vaikka liikkuminen rajoittuisikin pääosin paikalliskeskukseen ja liikkuminen olisi samanlaista kuin pääkeskuksessa. Tästä syystä Helsingin seudun laskentoihin on sisällytetty myös koko Uudenmaan ja Riihimäen alueet, jotta Helsingin seudun reuna-alueiden saavutettavuus ei jäisi liian pieneksi.

Mitä "omavaraisempi" liikkumistarpeiltaan paikalliskeskus on, eli mitä suurempi osa esimerkiksi työmatkaliikenteestä suuntautuu omaan keskukseen, sen riippumattomampi seudullisen saavutettavuuden karakterisoima kuva liikkumisesta kyseiseen paikalliskeskukseen liittyen on. Esimerkiksi Hyvinkää on tiivis paikkakunta, eikä paikallinen liikkuminen siellä välittämättä juurikaan eroa esimerkiksi Järvenpäästä tai Keravasta. Saavutettavuuslukujen keskinäiset tasot riippuvat toisin sanoen erityisesti keskuksien ja niitä ympäröimien taajamien koosta ja keskinäisistä sijainneista, eivätkä niinkään liikkumisen luontesta paikallisesti. Seudullisia saavutettavuusvyöhykkeitä ei niin ollen voi käyttää mittamaan sitä, kuinka "hyvä" liikennejärjestelmä paikallisen liikkumisen kannalta on. Sen sijaan seudulliset vyöhykeet karakterisoivat alueiden sijaintia koko seudun yhdyskuntarakenteen ja liikennejärjestelmän tasolla.

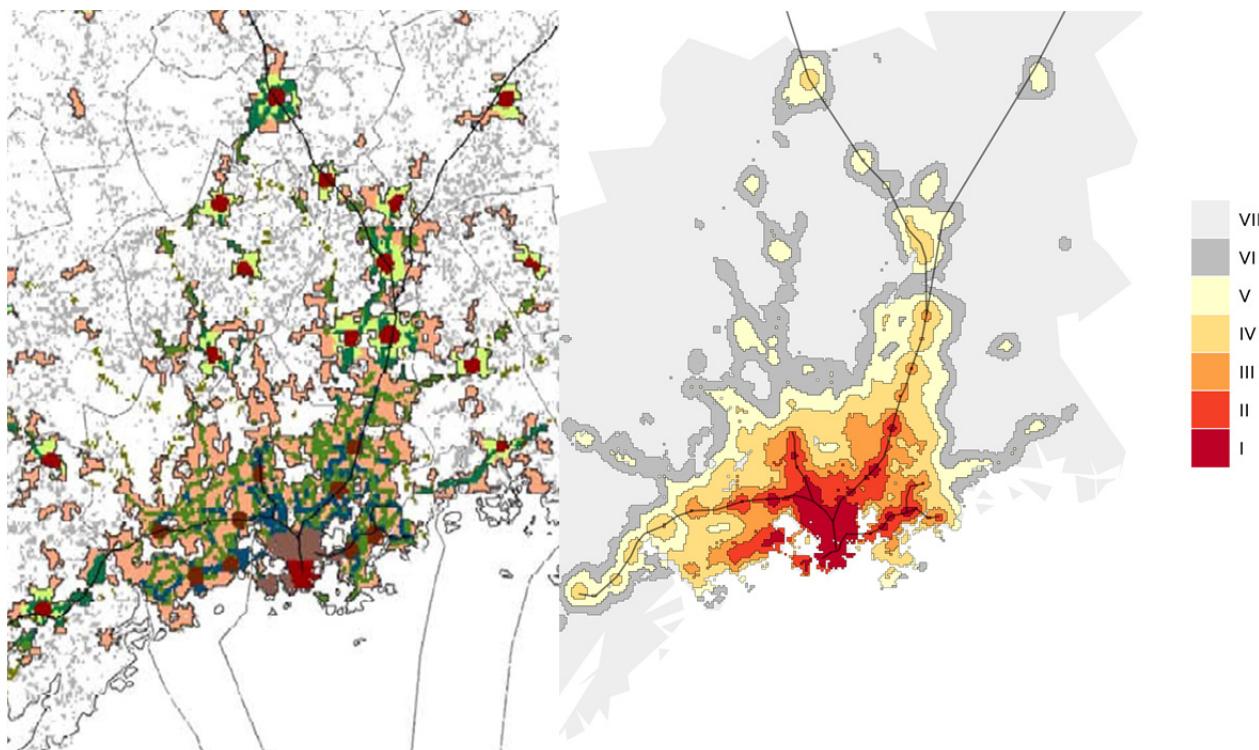
Ääritapauksessa ajateltuna esimerkiksi samoilla vyöhykkeillä analysoitujen Helsingin ja Rovaniemen saavutettavuusluvuilla ei olisi mitään tekemistä toistensa kanssa, koska ne eivät ole päivittäisen liikkumisen ja vuorovaikutusten kannalta missään tekemisissä toistensa kanssa. Helsingin seutu on kuitenkin sisäisesti melko yhtenäinen työssäkäynnin ja liikkumisen suuntautumisen suhteen, ja tarkasteluiden tavoitteena onkin paikallisten ominaispiirteiden sijaan ollut osoittaa potentiaalisia maankäytön ja liikennejärjestelmän kehittämисsuuntia seudullisen tason päätöksenteossa. Seudulliset saavutettavuusvyöhykkeet sopivat huonosti eri keskusten sisäisen toimivuuden keskinäiseen "hyvyyden" vertailuun, ja siihen tulisi käyttää esimerkiksi todellisia vaikutuksia (tehokkuus, joukkoliikenteen osuus, kasvi-huonekaasupäästöjen määrä jne.). Paikallisia kehittämistarpeita varten voidaan lisäksi laskea jokaiselle alueelle oma vyöhykejako.

#### 5.4 Vertailu Urban Zoneen

Helsingin seudulle on kehitetty SAVU-vyöhykkeiden lisäksi myös valtakunnallista Urban Zone-vyöhykeistön sovellusta (ks. LVM:n julkaisu 15/2011), mikä on herättänyt kysymyksiä niiden vastaavuudesta. Urban Zone- ja SAVU-vyöhykeistöt on kuitenkin kehitetty eri lähtökohdista ja eri tarkoitusta varten. Liikkumisen ja liikennejärjestelmän analysoinnin kannalta merkittävin ero on se, että SAVU-analyysit ottavat huomioon paitsi asuinpaikan etäisyden liikennejärjestelmästä myös liikennejärjestelmän yhteydet ja palvelutason sekä liikkumistarpeiden suuntautumisen, johon vaikuttaa puolestaan maankäytön määrä ja etäisyys tarkasteltavasta paikasta. Urban Zone painottaa enemmän yhdyskuntarakenteen paikallisia ominaisuuksia varsinaisen saavutettavuuden sijaan ja tulkitsee liikennejärjestelmän merkitystä pysäkkietäisyyden ja pysäkin ohittavien linjojen määrän avulla, mutta ei esimerkiksi sen suhteen, minne niistä pääsee.

Vyöhykkeiden vastaavuudesta voi todeta kuvan 34 avulla seuraavaa (Urban Zone-vyöhykkeiden sijainnit ja nimet LVM:n julkaisun 15/2011 kuvista 2.4 ja 2.5):

- SAVU-vyöhyke I koostuu Urban Zone -jalankulkuvyöhykkeestä, sen reunavyöhykkeestä sekä alakeskuksien kävelyvyöhykkeistä ja intensiivisistä joukkoliikenneyöhykkeistä lähellä keskustaa.
- SAVU-vyöhyke II kattaa muut alakesukset ja niitä pääkeskukseen kytkevät Urban Zonen joukkoliikenneyöhykkeet.
- SAVU-vyöhykkeet III ja IV kattavat muut pääkaupunkiseudun Urban Zone -joukkoliikenneyöhykkeet ja raiteilla kytketyt muun Uudenmaan (ala-)keskusten jalankulkuvyöhykkeet sekä sellaiset pääkaupunkiseudun Urban Zone -autovyöhykkeet, joilla on parempi joukkoliikennesaavutettavuus kuin muun Uudenmaan ei-raidekeskuksilla
- SAVU-vyöhyke V kattaa muut Uudenmaan ei-raidekesukset ja niiden joukkoliikennesaavutettavuutta vastaavat seudun Urban Zone -vyöhykkeet.
- SAVU-vyöhykkeet VI ja VII kattavat muun Uudenmaan Urban Zone -autovyöhykkeet ja sellaiset joukkoliikenneyöhykkeet, joiden saavutettavuus ei vastaa SAVUn vyöhykettä V.



Kuva 34 Nykytilan Urban Zone -vyöhykkeet (LVM:n julkaisu 15/2011) ja SAVU-vyöhykkeet (2008).

Johtopäätöksenä vastaavuudesta voidaan todeta että

- SAVU-vyöhykkeiden rajat vastaavat kohtuullisen hyvin UZ-vyöhykkeiden rajoja.

- SAVU-vyöhykkeet ”nipputtavat” UZ-vyöhykkeitä ottaen huomioon niiden sijainnin seudun pääkeskukseen nähdien.
- SAVU-vyöhykkeet yksinkertaistavat pääkaupunkiseudun ja kehysalueiden välillä eri perustein määritettyjen (vuoroväliin ja pysäkkietäisyyteen perustuvien) intensiivisten ja ei-intensiivisten UZ-joukkoliikenneyöhykkeiden kirjoa, mutta osuvat niiden kanssa koko lailla yksiin riippuen niiden sijainnista pääkeskuksen suhteesta.

Johtopäätöksenä vyöhykejärjestelmien vertailusta voidaan todeta että:

- SAVU-vyöhykeitä on vähemmän (6 vs. 42).
- SAVU-vyöhykkeet eivät määrittele kävely-, joukkoliikenne- ja autokaupunkia eri tavalla pääkaupunkiseudun ja muun seudun välillä.
- Vaikutukset ovat keskimäärin samoja (onhan seutu ja tutkimusaineisto sama), joten SAVU-vyöhykkeen keskiarvotulosta voi ”tarkentaa ruutuun” Urban Zone-vyöhykkeiden avulla.
- SAVU-vaikeutukset voi laskea myös yksilöllisesti vaikutuspintojen avulla jokaiselle projektialueelle erikseen.
- Urban Zonen luonnehdintöja voi hyödyntää SAVU-vyöhykkeiden luonnehdinnassa, koska reunat ”osuvat” melko hyvin toisiinsa.

## 5.5 Jatkokehitysmahdollisuudesta

Saavutettavuusanalyysista on jo kehitetty jatkosovellus, jolla on pohdittu liikenteellisiä perusteita kuntarakenteen järkeistämiseksi. Yksi kuntajaon peruste on työssäkäytialue, mutta tässä dokumentissa kuvattua saavutettavuusmenetelmää voidaan hyödyntää myös tutkittavassa yhdyskuntarakenteessa tapahtuvien toimintojen vuorovaikutuksia laajemmin. Pidentyvät työmatkat kertovat taloudellisen vuorovaikutuksen lisääntymisestä yhä laajemmalta työssäkäytialueella, mutta myös muiden maankäytön toimintojen alueellisten vuorovaikutusten vahvuus näkyy esimerkiksi asiointiliikkumisen määrässä ja suuntautumisessa. Saavutettavuus kuvailee sekä maankäytön että liikkumismahdollisuuksien määrää ja suuntautumista, jolloin tutkittavia alueita voidaan ryhmitellä yhdyskuntarakenteen ja liikkumisen kannalta yhteneväisiksi kokonaisuuksiksi, mikä voi puolestaan olla esimerkiksi kuntajaon yksi peruste. Tutkimusalue jaetaan tällöin haluttuun määrään yhtenäisiä saavutettavuusaluetta, joiden maankäytön toimintojen vuorovaikutukset ja matkojen suuntautuminen on mahdollisimman yhteneväistä.

Saavutettavuusanalyysit perustuvat tällä hetkellä aikaan, mukaan lukien esimerkiksi joukkoliikenteen odotusajat, mutta myös matkan kustannustekijät voitaisiin ottaa osaksi etäisyyskäsitettä. Auton käyttömahdollisuutta kuvataan tällä hetkellä kulkumuotomallissa yhdyskun-

tarakenteen tiiveyden avulla. Jos auton omistuksen ja käytön mallinnus tehtäisiin omassa osamallissaan, saataisiin liikennejärjestelmän palvelutaso selkeämmin erotettua olosuhteesta.

Maankäytön lukujen osalta mallia ja sen käyttämiä lähtötietoja voitaisiin kehittää muun muassa siten, että esimerkiksi palveluiden saavutettavuuteen vaikuttaisivat suoraan koulut, lastentarhat, terveyskeskukset ja muut relevantit matkojen määränpääät tiettyjen karkeiden työpaikkaryhmien sijainnin siasta. Tällöin analyysit kuvaisivat paremmin todellisia liikkumistarpeita ja palvelisivat paremmin palveluverkkojen analyysiä. Tällaisia aineistoja kehitetään mm. HSY:ssä. Nyt lähtökohtana on ollut yksi tietoaineisto, yhdyskuntarakenteen seuranta-järjestelmä YKR, joka ei tätä mahdollista.

Saavutettavuusanalyysi on sukua mm. MARA-työssä käytetyn MYLLY-menetelmän kanssa, joka käyttää saavutettavuuskäsitettä maankäytön sijoittamiseen, mitä RUUTI2 ei vaikutusarvointityökaluna tee. MYLLY on myös ohjelointiteknisesti eri toteutus. RUUTI2-malli voitaisiin kuitenkin täydentää melko suoraviivaisesti ”MYLLYksi” lisäämällä siihen maankäytön sijoittamismekanismi saavutettavuuspintojen mukaan ja ottamalla huomioon myös kaavoituksen ja muun maankäytön ohjauksen rajoitteet.

## 6 Liite 1. Menetelmän matemaattinen kuvaus

RUUTI2-mallit kuvaavat asukkaiden liikkumista tavallisena syysarkkipäivänä kotiperäisillä matkoilla, niin että mallin tulokset kohdistuvat asuinruutuihin. Mallit perustuvat liikennejärjestelmän ja maankäytön määrittämään saavutettavuuteen, jolla kuvataan liikkumismahdilisuuksia. Mallit on estimoitu HSL:n liikkumistottumustutkimuksen 2007–2008 pohjalta. Mallit perustuvat Helsingin seudun 14 kunnan noin 16 000 asukkaan tekemiin noin 52 000 matkaan Uudenmaan ja Riihimäen seudun alueilla.

### Liikenneverkot

Liikenneverkot on muodostettu HSL:n Emme-verkkojen pohjalta käyttäen aamahuipputunin joukkoliikennetarjontaa ja aamahuipputunnin kysynnän sijoittelun tuloksena saatavia linkkikohtaisia matka-aikoja. 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.

### Kulkutavat ja matkaryhmät

Mallit käsittelevät neljää kulkutapaa: kävely, polkupyörä, joukkoliikenne ja henkilöauto. Matkaryhmiä on kymmenen – niitä vastaavat matkakohteiden maankäytön kokotekijät on esitetty taulukossa 1. Maankäyttötiedot ovat YKR-aineistosta 250 metrin ruutujen tietoja.

Taulukko 1 Matkaryhmiä vastaavat matkakohteet ja niiden kokotekijät.

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

Merkitään matkojen päätepisteruuta, 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 havaittuille matkoille satunnaisia ruutuja, joihin matkat olisivat vaihtoehtoisesti voineet suuntautua, ja estimoimalla näiden vaihtoehtojen joukosta suuntautumiselle 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 matkakohdeena 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 vaihtoeodon 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 välisen matkojen pituksien  $l_{pqjk}$  näillä todennäköisyksillä painotettuna keskiarvona

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

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

$$v_{\text{JL}}(t) = 0.0386626\sqrt{t}$$

ja henkilöautolle

$$v_{\text{HA}}(t) = -0.34401 + 0.363515 \log t$$

molemissa 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 lasketaessa tästä ei muodostune ongelmaa, mikäli käytetään kulkutapaosuutta yhtenä painokertoimena.

### Kulkutavan valinta

Kulkutavan valintamalleissa selittäjinä ovat tiheys ja saavutettavuus. Tiheys määritellään kullekin ruudulle sen asukas- ja työpaikkamäärän summana. Saavutettavuus tässä yhteydessä määritellään kaikkien kohderuutujen saavutettavuksien 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 hyötyfunktiot 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. Kulkutapaosuudet o saadaan logittimallin valintatodennäköisyyksinä näiden hyötyfunktioiden avulla muodossa

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

Kulkutavan 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 kestävän liikkumisen edellytyksiä, muistuttaen logittimallin logsum-termiä, mutta ilman henkilöauton hyötyä ja ilman logaritmia, jotta tulos muodoltaan muistuttaa aiemmin määriteltyä saavutettavuutta  $A$ , joka esiintyy logaritmoituna kulkutavan valintamallin hyötyfunktiossa.

### Matkaryhmien yhdistäminen

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

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

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

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

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 matkamäärellä painotettuna. Tätä matkaryhmien yli yhteenlaskettua ruutukohtaista suuretta  $\sigma_p'$  kutsumme "saavutettavuudeksi kestävillä kulkutavoilla".

---

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

### 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. Kulkutapakohainen 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 ( $\text{CO}_2$ -ekivalenttia grammaa vuorokaudessa per asukas) kertomalla kulkutapa- ja vuosikohtaisilla keskimääräisillä päästökertoimilla. Liikkumisen kokonaispäästöt saadaan näiden kahden kulkutavan päästöjen summana.

## 7 Liikennejärjestelmien kuvaus

### Eri skenaarioverkkojen määritelmät

Saavutettavuusvyöhykkeiden kehitymistä tarkasteltiin eri ennustetilanteessa. Skenaariot muodostettiin yhdistelemällä seuraavia komponentteja.

Tarkastellut skenaariot olivat seuraavat:

HLJ 0+ : SOVAn vertailuvaihtoehtona käytetty niukka verkko (2020)

HLJ 2020: 2020 HLJ-tavoiteverkko

HLJ 2035: 2035 HLJ-tavoiteverkko

Verkkojen investoinnit ja maankäytöt on kuvattu alla:

#### Niukka verkko (2020)

Niukka verkko sisältää ns. KUHA-hankepaketin, HLJ 2011-luonnoksen hanke numero 1, (n. 40 Meur/v), jossa on mm. bussi- ja tavaraliikenteen sujuvuuden edistämistoimia, joilla on pieni vaikutus myös henkilöautoliikenteen kapasiteettiin. KUHA-hankkeiden määrittely oli kesken SAVU-analyysien tekemisen aikaan, ja osa KUHA-hankepaketin toimista on sellaisia, jotka ovat vaikeasti kuvattavissa liikennemalleihin. Tästä syystä esimerkiksi liityntäpysäköinnin sekä kävelyn ja pyöräilyn kehittämistoimia on ennusteajoissa kuvattu siten, että keskustoihin suuntautuvien joukko-, kävely- ja pyöräilymatkojen matkavastusta henkilöautoon verrattuna on alempaa. Tämä on malliajossa kuvattu siten, että keskustojen henkilöauton pysäköintivastusta (hintaa) on lisätty 25 %. KUHA-hankepaketti näissä SAVU-kuvissa sisältää seuraavat toimet (jotka siis eroavat vielä julkaisemattomassa raportissa "HLJ 2011 Skenaariot ja liikenne-ennusteet" esitetyistä):

- Itäväylän (mt 170) parantaminen Itäkeskuksen ja Kehä III:n välillä (2+2-kaistaiseksi)
- Vt 25:n parantaminen välillä vt 3–Hyvinkään itäinen ohikulku (2+2-kaistaiseksi)
- Pysäkit seuraaviin risteyskiin tai liittymiin: vt4/Jokiniementie, vt4/mt148, Kehä I/vt4.
- Lisäkaistat vt3 välille Kannelmäki-Kaivoksela (nämä on kuvattu bussi- ja tavaraliikenteen lisäkaistoina)
- Vt3 Kuninkaantammen eritasoliittymä
- Kt 51 (Länsiväylä) Suomenojan eritasoliittymän parantaminen (risteyssillan ja sen liittymien kapasiteettia lisätty)
- Kt 51 Piispansillan itärampit (ilman Kehä II:n eteläpään isompaa remonttia)
- Vt1 Kehä II-Kehä III bussi- ja tavaraliikenteen lisäkaistat
- Vihdintien (mt 120) parantaminen Haaga-Kehä III, 1. vaihe, bussikaistat
- Keravantien (mt148) parantaminen (Lahdentien ja Saviontien väli 2+2-kaistaiseksi)

- Poikkitien (mt 145) parantaminen (sujuvuutta parannettu).

Lisäksi vuoden 2020 verkot sisältävät seuraavat hankkeet, joiden on ajateltu ajoittuvan vuosille 2016-2020:

- Turuntien (mt 110) parantamistoimia Leppävaaran ja Bembölen välillä (liittymä- ja kaistajärjestelyjä)
- Vihdintien (mt 120) parantaminen Kehä III ja Lahnuksen välillä, 1. vaihe (lähinnä pienehköä liittymien parantelua tms, ei sisällä 2+2-kaistaiseksi parantamista)
- Hämeenlinnanväylän (vt 3) bussikaistat Kehä I:n ja rantaradan välillä
- Vallilanlaakson joukkoliikennekatu Tiedelinjalla.

### [2020 HLJ-tavoiteverkko](#)

Vuoden 2020 HLJ-verkko sisältää edellä kuvattujen niukkojen investointien skenaarion lisäksi seuraavat toimet:

Jokeri 2 -linjan vaativat järjestelyt (50 M€)

Kehä I pullonkaulojen poistaminen, 1. vaihe (150 M€)

Länsimetro ja Kehäradan liityntäliikenteen järjestelyt

- Länsiväylällä ja katuverkossa (40 M€)
- Ruskeasannan asema (40 M€)

Kehä III:n parantaminen (E18), 2. vaihe (250 M€)

Pasila - Riihimäki -rataosuuden välytskyvyn nostaminen, 1. vaihe (160 M€)

Kaupunkirata Leppävaara - Espoo (190 M€)

Klaukkalan ohikulkutie (45 M€)

Hyrylän itäinen ohikulkutie (40 M€)

Pisara-rata (500 M€) ja kaupunkirataliikenteen vuorovälin tihentäminen (10->6 min)

Metro Matinkylä - Kivenlahti (400 M€)

Metro Mellunmäki - Majvik (700 M€)

Raide-Jokeri (230 M€)

### [2035 HLJ-tavoiteverkko](#)

Vuoden 2035 tavoiteverkko sisältää vuoden 2020 tavoiteverkon lisäksi seuraavat hankkeet:

Seudulliset raidehankkeet:

- Kehäradan puuttuvat asemat
- Tiederatikka
- Lentorata
- Pasila - Riihimäki -rataosuuden välytskyvyn parantaminen, 2. vaihe.

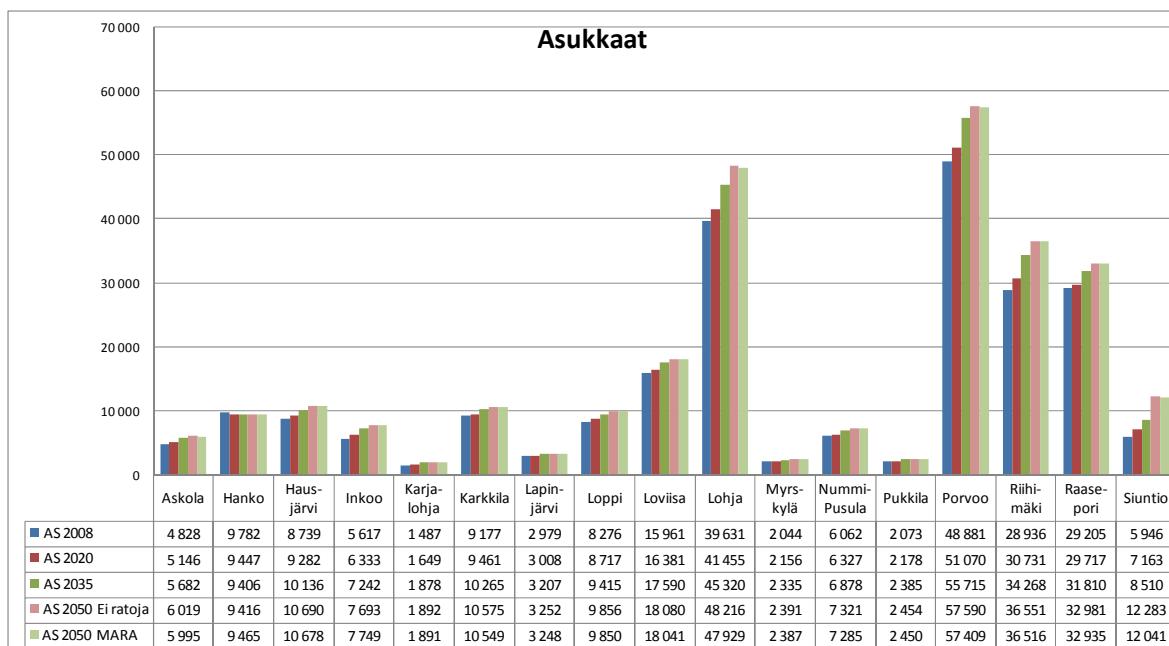
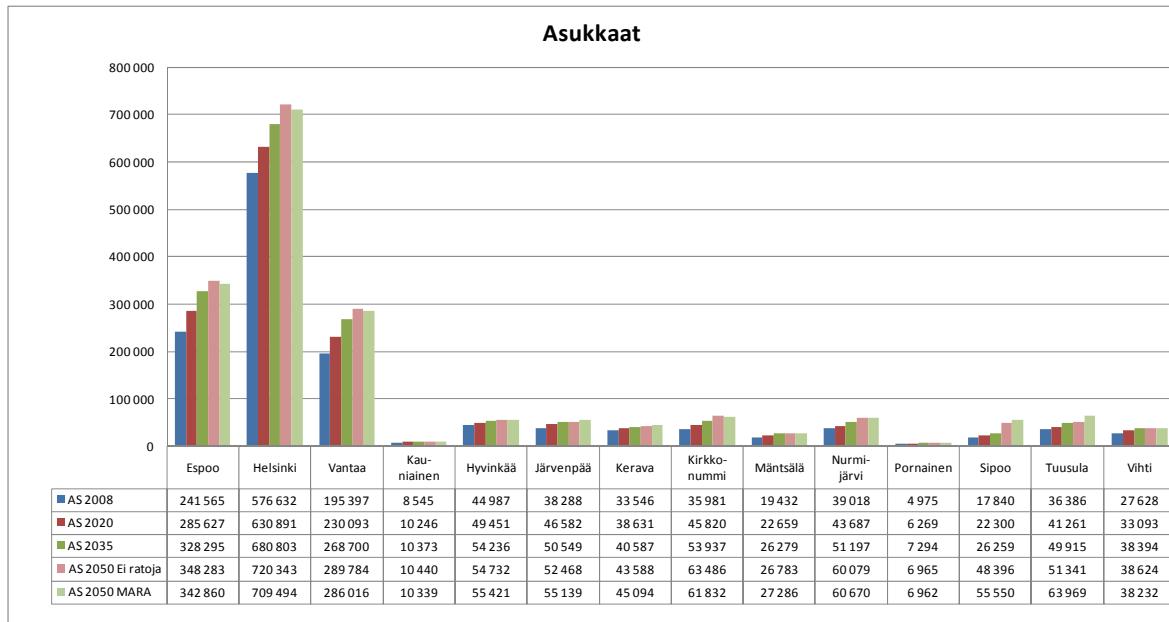
## Seudulliset isot tiehankkeet

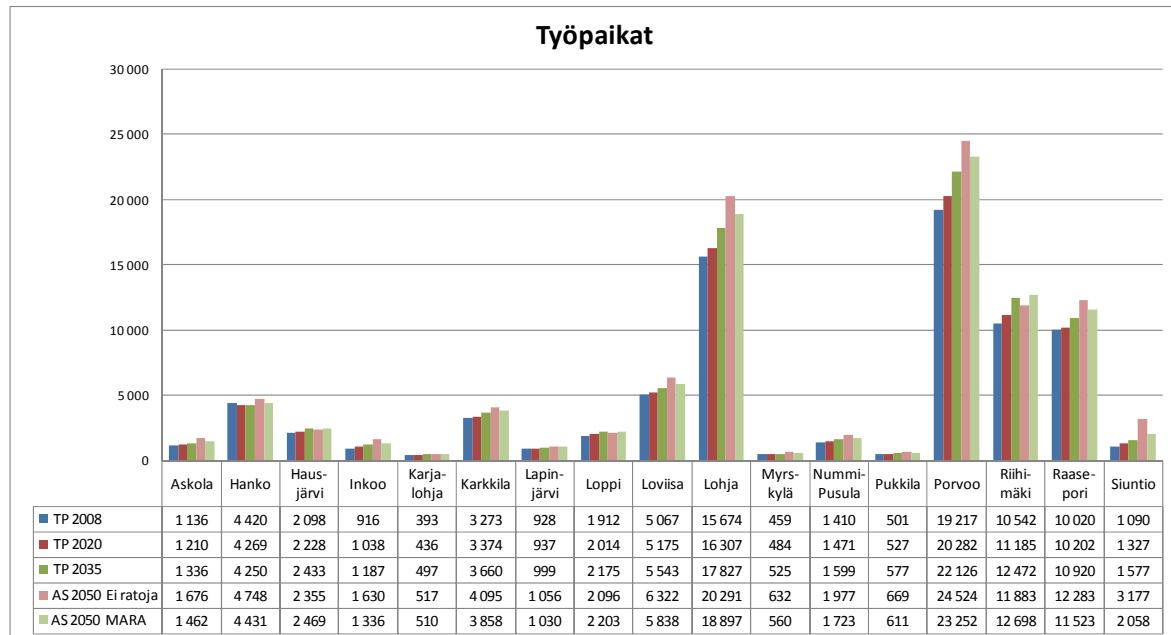
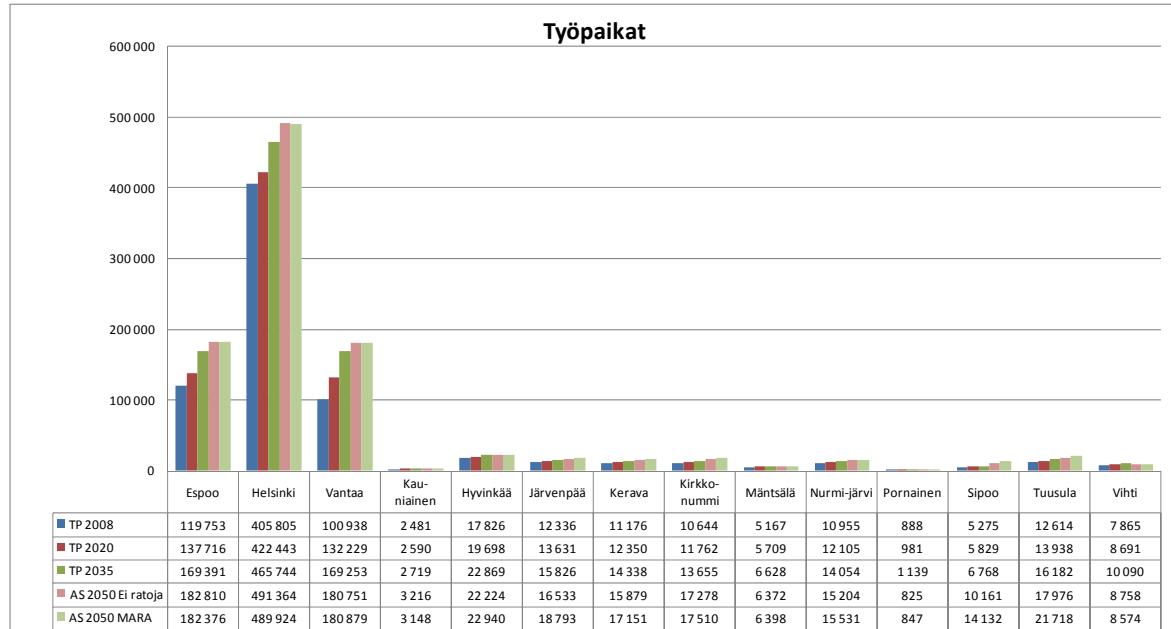
- Hämeenlinnanväylä (Vt 3) Kaivoksela - Kehä III
- Hämeenlinnanväylä (Vt 3) Kehä III - Luhtaanmäki
- Kehä I pullonkaulojen poistaminen, 2. vaihe
- Kehä I (Mt 101) Länsiväylä - Turunväylä
- Östersundomin tie- ja katuyhteydet
- Vihdintie (Mt 120) Haaga - Kehä III, 2. vaihe
- Tuusulanväylä (Kt 45) Käpylä - Kulomäentie
- Lahdenväylä (Vt 4) Koskela - Kehä III
- Lahdenväylä (Vt 4) Kehä III - Koivukylä
- Pasilanväylä (Hakamäentien täydentäminen)
- Tuusulanväylän käänäminen Hakamäentielle
- Kehä II (Mt 102) Turunväylä - Hämeenlinnanväylä
- Vt 25 Mustio - Mäntsälä, vaihe 2
- Turunväylä Kehä III - Hista
- Nupurintien parantaminen
- Mt 290 Hyvinkäään itäinen ohikulku
- Mt 290 Kellokosken ohikulku
- Kehä III (Kt 50) Mankki - Muurala
- Kehä III (Kt 50) Kt 51 - Mankki
- Kehä IV
- Kt 55 Porvoo - Mäntsälä, keskikaiteelliset ohituskaistat

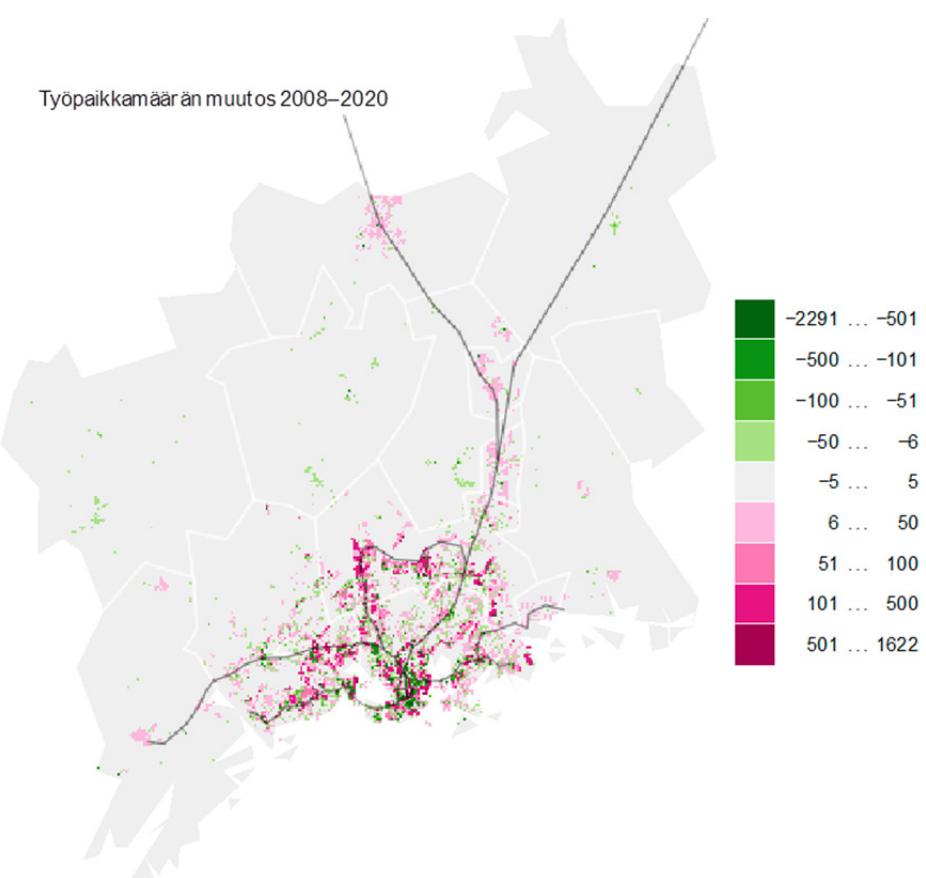
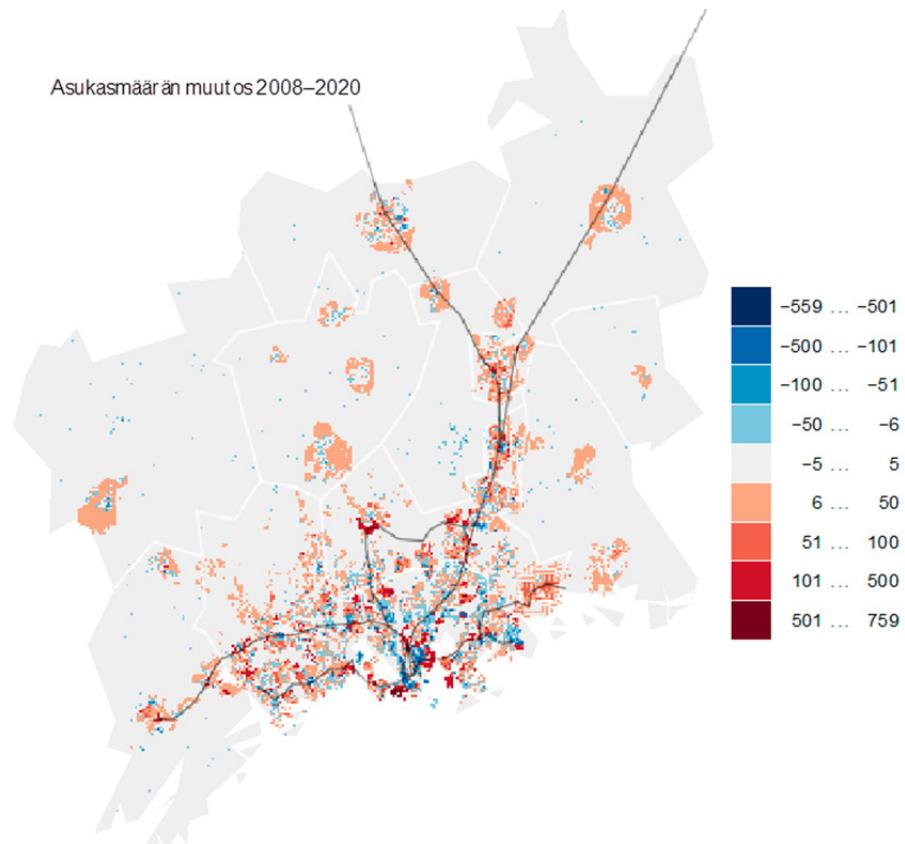
Lisäksi tavoiteverkko sisältää mm. kuntien omia katu- ja raitiotiehankkeita.

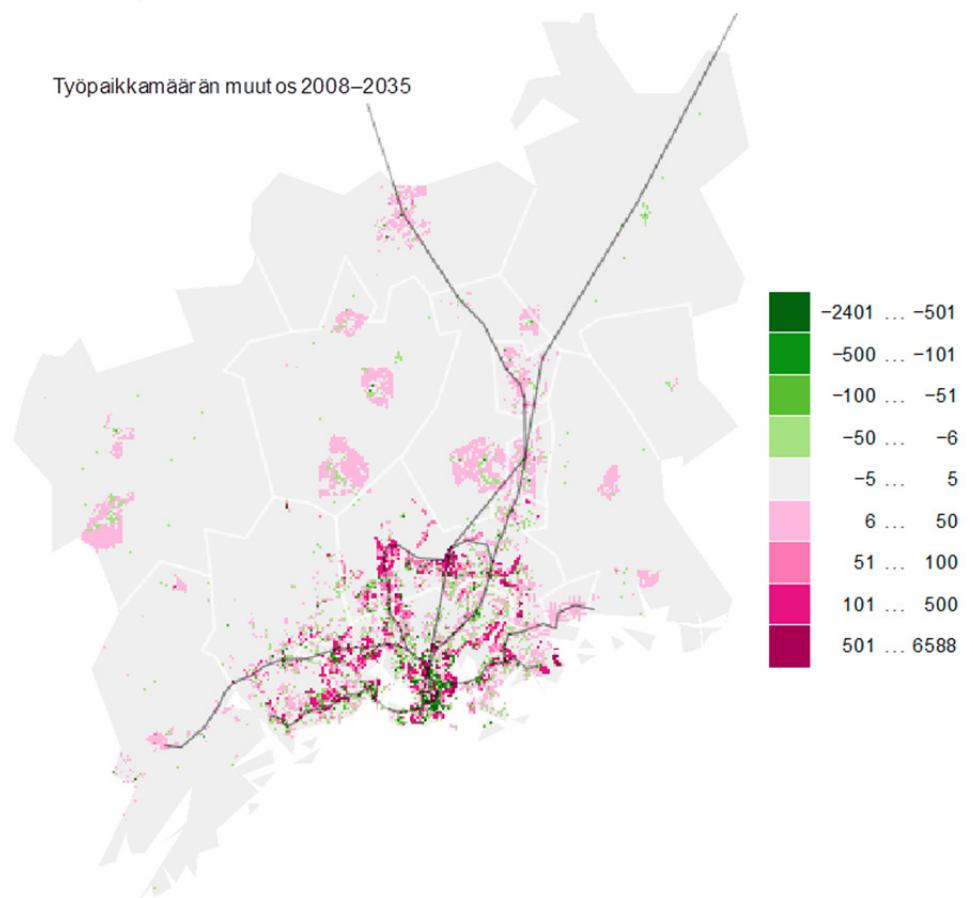
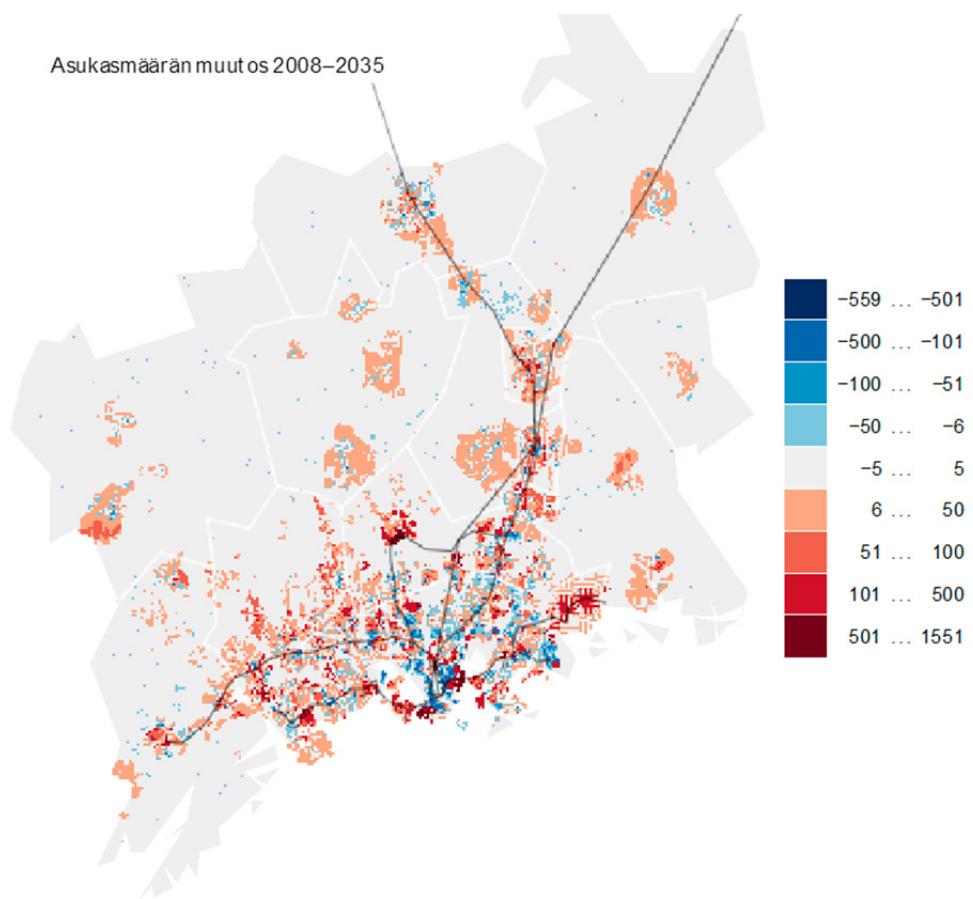
## **Asukas- ja työpaikkaluvut**

Poikkileikkausten maakäytön luvuissa on oletettu alla näkyvät vuosiluvut. Skenarioiden HLJ 0+ ja HLJ 2020 välillä ei ole eroa maakäytön luvuissa. Vuoden 2050 lukuja ei ole tässä raportissa käytetty.











**HSL:n julkaisuja 18/2012**  
ISSN 1798-6184  
ISBN 978-952-253-158-2 (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