



Joukkoliikenteen nopeuttaminen keskeisenä kilpailutekijänä



Tekijät		Julkaisun laji	
Virpi Kuukka-Ruotsalainen, Simo Airaksinen, Mikko Lehmuskoski, Maija Musto ja Pentti Murole (WSP Finland Oy)		Raportti	
		Toimeksiantaja	
		Liikenne- ja viestintäministeriö, HKL, Tiehallinto ja YTV	
Julkaisun nimi			
Joukkoliikenteen nopeuttaminen keskeisenä kilpailutekijänä			
Tiivistelmä			
<p>Työn tavoitteena oli arvioida joukkoliikenteen nopeuttamisen vaikutuksia joukkoliikenteen kilpailukykyyn ja muodostaa kokonaiskuva nopeuttamiskeinoista. Lisäksi työssä kerättiin pääkaupunkiseudulta keskeisiä nopeuttamiskohteita, arvioitiin kiihtyvyyden ja ovitoimintojen vaikutusta nopeuteen sekä tarkasteltiin nopeuttamista liikenne- ja liiketaloudellisesta näkökulmasta. Nopeuttamistoimenpiteet parantavat pääsääntöisesti myös täsmällisyyttä, säännöllisyyttä ja luotettavuutta. Työssä on keskitytty pääkaupunkiseudun bussiliikenteeseen.</p> <p>Joukkoliikenteen käyttäjälle luotettavuus, täsmällisyys ja säännöllisyys ovat usein tärkeämpiä tekijöitä kuin matka-aika. Lippujen hintojen muutoksella on vähäisempi vaikutus matkustajamääriin kuin matkajan muutoksella. Joukkoliikennematkan ja vastaavan henkilöautomatkan aikojen suhde on keskeinen tekijä. Nopeuttaminen on useiden keskeisten toimijoiden tavoitteena.</p> <p>Ruuhkamaksut ja bussikaistojen valvonnan lisääminen ovat kuljettajakeskustelujen perusteella keskeisimmät nopeuttamiskeinot. Kiihtyvyyden ja ovitoimintojen vaikutuksia arvioitiin kenttäkokein. Ero nopeimman ja hitaimman bussin välillä teoreettisella keskimääräisellä Helsingin sisäisellä bussilinjalla on kiihtyvyydessä viisi prosenttia ja ovitoiminnoissa 12 prosenttia.</p> <p>Bussikaistat nopeuttavat ja parantavat bussiliikenteen säännöllisyyttä 15–20 prosenttia. Liikennevaloetuuudet vähentävät valoista aiheutuvia viiveitä 40–48 prosenttia. Vuorovälin ja aikataulun huomioivat etuudet parantavat myös säännöllisyyttä ja täsmällisyyttä. Jokeri-valojen rakentamiskustannukset ovat noin kolmasosan ns. tavallisten valojen kustannuksista. Myös liikennevaloista muulle liikenteelle aiheutuvat viiveet ovat pienemmät. Ennakkovalot nopeuttavat liikennettä esimerkiksi joukkoliikennekaijatojen päissä. Kaistajärjestelyt ovat valo-ohituksia edullisempia toteuttaa. Joukkoliikennekaduilla voidaan sopivissa tilanteissa saavuttaa merkittäviä säästöjä. Hidasteista bussiliikenteelle myönteisimpiä ovat tyynyt. Joukkoliikenteen laatuikäytävien toimenpiteet koostuvat useista eri yksittäistoimenpiteistä. Mallinnus toimii toimenpiteiden vaikutusarvioinnin työkaluna parhaiten yksittäisen linjan toimenpide- ja vaikutusarvioissa.</p> <p>Case-kohteista Mannerheimintieellä aikasäästöt olisivat 370 sekuntia bussia kohden, jolloin paikallisliikenteen aikakustannussäästöt ovat 6,5 miljoonaa euroa ja liikennöintikustannussäästöt yli 1,2 miljoonaa euroa vuodessa.</p>			
Avainsanat (asiasanat)			
joukkoliikenne, liikenneuhkat, liikennesuunnittelu, linja-autoliikenne, linja-autot, liikennevalot, nopeus, pääkaupunkiseutu			
Muut tiedot			
Yhteyshenkilö/LVM Katariina Myllärniemi			
Sarjan nimi ja numero		ISSN	ISBN
Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 53/2007		1457-7488 (painotuote) 1795-4045 (verkkajulkaisu)	978-952-201-934-9 (painotuote) 978-952-201-935-6 (verkkajulkaisu)
Sivumäärä (painotuote)	Kieli	Hinta	Luottamuksellisuus
176	suomi		julkinen
Jakaja		Kustantaja	
Liikenne- ja viestintäministeriö		Liikenne- ja viestintäministeriö	

Författare		Typ av publikation	
Virpi Kuukka-Ruotsalainen, Simo Airaksinen, Mikko Lehmuskoski, Maija Musto, Pentti Murole och Björn Silfverberg (WSP Finland Oy)		Rapport	
		Uppdragsgivare	
		Kommunikationsministeriet, HST, Vägförvaltningen och SAD	
Publikation			
Försnabbandet av kollektivtrafiken som en central konkurrensfaktor			
Referat			
<p>Målet med utredningen var att uppskatta effekterna av en försnabbning av kollektivtrafiken på kollektivtrafikens konkurrensförmåga samt att gestalta en helhetsbild av åtgärderna anknutna till försnabbningen. I utredningen identifierades centrala lägen för försnabbningsåtgärder, gjordes uppskattningar om accelerationens och dörrfunktionernas effekter på hastigheten samt gjordes utvärderingar ur ett trafikekonomiskt perspektiv. Försnabbningsåtgärderna har i regel även en positiv effekt på punktligheten, regelbundenheten samt tillförlitligheten. Arbetet fokuserade huvudstadsregionens busstrafik.</p> <p>För kollektivtrafik resenären är tillförlitligheten, punktligheten samt regelbundenheten viktigare faktorer än restiden. Biljettprisförändringarna har en mindre effekt på resandet än en ändring av restiden. En central faktor utgörs av restidsförhållandet mellan personbil och kollektivtrafik. En försnabbning av kollektivtrafiken utgör ett gemensamt mål för flera centrala aktörer.</p> <p>Trängselskatt och övervakning av busskörfälten utgör de centralaste försnabbningsåtgärderna på basen av diskussionerna med busschaufförerna. Effekterna av accelerationen och dörrfunktionerna uppskattades i fältförsök. Skillnaderna i acceleration och dörrfunktion mellan den snabbaste och den långsammaste bussen för en i teorin medelvärdesbuss i Helsingfors interna trafik var 5% respektive 12%.</p> <p>Buskörfälten försnabbas och förbättrar busstrafikens regularitet med 15-20%. Prioritering i trafikljusen minskar fördröjningarna i trafikljusen med 40-48%. En prioritering som även tar i beaktande turtätheten och tidtabellen förbättrar även punktligheten och regulariteten. Byggekostnaderna för Joker-trafikljusen är en tredjedel av kostnaderna för så kallade traditionella trafikljus. Även fördröjningarna för den övriga trafiken blir kortare. Förhands-trafikljus försnabbas trafiken till exempel i ändan på bussfilerna. Filarrangemangen är fördelaktigare att förverkliga än förbipasserandet av trafikljus. Kollektivtrafikgator kan i vissa situationer medföra betydande inbesparingar. Av farddämpande åtgärder är de så kallade dynorna bäst anpassade efter busstrafikens krav. Kollektivtrafikens kvalitetskorridorer omfattar ett stort antal enskilda åtgärder. En modellering tjänar bäst som verktyg för att uppskatta effekterna av åtgärder som berör en enskild linje. Tidsvinsterna i det studerade exemplet på Mannerheimvägen skulle uppgå till 370 sekunder per buss vilket skulle ge sammanlagda årliga inbesparingar i tids- och körkostnader på 6,5 miljoner respektive drygt 1,2 miljoner euro för lokaltrafiken.</p>			
Nyckelord			
kollektivtrafik, trafikstockningar, trafikplanering, busstrafik, bussar, trafikljus, hastighet, huvudstadsregionen			
Övriga uppgifter			
Kontaktperson vid ministeriet är Katariina Myllärniemi			
Seriens namn och nummer		ISSN	ISBN
Kommunikationsministeriets publikationer 53/2007		1457-7488 (trycksak) 1795-4045 (nätpublikation)	978-952-201-394-9 (trycksak) 978-952-201-395-6 (nätpublikation)
Sidoantal (trycksak)	Språk	Pris	Sekretessgrad
176	finska		offentlig
Distribution		Förlag	
Kommunikationsministeriet		Kommunikationsministeriet	



Authors Virpi Kuukka-Ruotsalainen, Simo Airaksinen, Maija Musto, Mikko Lehmuskoski and Pentti Murole (WSP Finland Ltd)		Type of publication Report	
		Assigned by Ministry of Transport and Communication, HKL, YTV and Finnish Road Administration	
Name of the publication Speeding up public transportation as a central competitive factor			
Abstract <p>The objective of the study was to gather examples, best practices and experiences on speeding up public transport and to evaluate the effects on competitiveness and transportation economics. Field tests were conducted to evaluate and time door functions and vehicle acceleration. Study concentrated on Helsinki metropolitan area. As a general conclusion, actions taken to speed up traffic also improve punctuality, regularity and reliability.</p> <p>Passengers appreciate reliability, punctuality and regularity more than travel time. Changes on travel time have a bigger effect on travel mode selection than changes in ticket prices. On the other hand, travel time ratio between public transport and private car is essential. For these reasons speeding up public transport is a strategic goal for several main actors.</p> <p>According to themed interviews and discussion sessions held for bus drivers, congestion charging and improved bus lane control are essential. Field tests were used to analyze acceleration and door functions on different bus models. Acceleration on busses varies by 5 % and door functions by 12 % on an average bus line in Helsinki.</p> <p>Bus lanes increase speed and improve punctuality by 15-20%. Traffic signal priority reduces delays caused by traffic lights by 40-50 %. If timetable and service frequency are included/integrated punctuality and regularity will improve even more. The construction costs of Jokeri traffic signals are only one third of regular traffic signals. Delays are also shorter. Pre-signals increase speed at the end of bus lanes. Bus bypasses at junctions are often expensive to build. Lane organization at junctions is generally cheaper. In some cases, the bus-only streets show operation cost-savings. If speed bumps are introduced, they should be narrower than busses' axle spacing. Several different actions are often combined at quality bus corridors. Micro-simulation is best suitable for evaluating measures and their combined effects on a single route.</p> <p>Examples were studied further in two Case studies. Time savings for a single bus could add up to 370 seconds in Mannerheimintie. This would lead to time savings of 6.5 million euros and operating cost savings of 1.2 million euros per year for local public transportation.</p>			
Keywords public transportation, congestion, traffic planning, bus traffic, bus, traffic signal, speed, Helsinki metropolitan area			
Miscellaneous Contact person at the Ministry: Ms Katariina Myllärniemi			
Serial name and number Publications of the Ministry of Transport and Communications 53/2007		ISSN 1457-7488 (printed version) 1795-4045 (electronic version)	ISBN 978-952-201-934-9 (printed version) 978-952-201-935-6 (electronic version)
Pages, total (printed version) 176	Language Finnish	Price	Confidence status Public
Published and distributed by Ministry of Transport and Communications			

ESIPUHE

Joukkoliikenteen nopeus on tutkimuksesta riippuen tärkein tai yksi tärkeimmistä joukkoliikenteen palvelutasoon vaikuttavista tekijöistä. Joukkoliikenteen nopeuttaminen lyhentää matka-aikaa, mutta yleensä myös parantaa joukkoliikenteen luotettavuutta ja sujuvuuden tunnetta. Useiden liikennealan vaikuttajaorganisaatioiden tärkeimpiin tavoitteisiin kuuluukin joukkoliikenteen nopeuttaminen.

Tässä selvityksessä on pyritty arvioimaan joukkoliikenteen nopeuttamiskeinoja monipuolisesti. Työhön on sisällynyt mm. kirjallisuustutkimusta, linja-autonkuljettajien haastatteluja, mallinnuksia ja kenttäkokeita. Erityisesti kenttäkokeiden avulla on tuotettu paljon kokonaan uutta, arvokasta ja konkreettista tietoa bussiliikenteen nopeuteen vaikuttavista tekijöistä. Esimerkkinä vaihtelu bussien ovitoimintojen nopeudessa voi vaikuttaa linjan ajoaikaan jopa yhtä paljon kuin liikennevaloetuedet. Mikäli tämä havainto johtaa Suomeen hankittavien bussien ovitoimintojen nopeutumiseen, on tämä selvitys jo pelkästään sillä maksanut hintansa moninkertaisesti takaisin.

Tämän selvityksen ovat rahoittaneet liikenne- ja viestintäministeriön JOTU-ohjelma, Tiehallinto, YTV ja HKL. Työn ohjausryhmätoimintaan ovat osallistuneet Katariina Myllärniemi (LVM), Ville Lehmuskoski (puheenjohtaja) ja Markku Granholm (HKL), Reijo Mäkinen ja Kimmo Sinisalo (YTV), Matti Holopainen ja Sini Puntanen (Tiehallinto), Timo Ernvall (TKK), Mikko Saavola (LAL), Pekka Aalto (PLL) ja Tero Anttila (HelB). Ohjausryhmä kokoontui työn aikana viisi kertaa.

Konsulttina on toiminut WSP Finland Oy, jossa työhön ovat osallistuneet Virpi Kuukka-Ruotsalainen, Pentti Murole, Simo Airaksinen, Maija Musto, Mikko Lehmuskoski ja Reetta Jokinen.

Työn keskeisimmät osat on raportoitu DI Simo Airaksisen samannimisessä diplomityössä.

Helsingissä, 12.6.2007

Katariina Myllärniemi

Ville Lehmuskoski

SISÄLLYSLUETTELO

1	TAVOITTEET JA TUTKIMUSMENETELMÄT	3
1.1	Yleistä	3
1.2	Työn tavoitteet	3
1.3	Työvaiheet	4
1.4	Tutkimusmenetelmät ja rajaukset.....	5
2	NOPEUTTAMISEN TAUSTAA	5
2.1	Näkökulmia joukkoliikenteen nopeuteen.....	5
2.2	Toimintaympäristön muutokset pääkaupunkiseudulla.....	7
2.2.1	Väestön, työpaikkojen ja henkilöautoliikenteen kehittyminen	7
2.2.2	Joukkoliikenteen kulkumuoto-osuuden ja toimintaolosuhteiden kehittyminen.....	7
2.3	Joukkoliikenteen kilpailukyky ja nopeuttamisen vaikutukset.....	8
2.3.1	Joukkoliikenteen kilpailukyky	8
2.3.2	Nopeuttamisen vaikutukset matkustajamääriin.....	10
2.4	Nopeuttamistavoitteet	13
2.4.1	Hallitusohjelma ja liikenne- ja viestintäministeriö.....	13
2.4.2	YTV, HKL, Tiehallinto, KUUMA-kunnat ja Tampere	13
3	BUSSILIIKENTEEN NOPEUKSIEN KEHITTYMINEN	14
4	JOUKKOLIIKENTEEN NOPEUTTAMISEN KEINOT JA VAIKUTUKSET	16
4.1	Bussiliikenteen nopeuttamistasot ja aiemmin toteutettuja nopeuttamistarkasteluita	16
4.2	Joukkoliikennekaistat	17
4.2.1	Joukkoliikennekaistojen järjestäminen	17
	Suosituksen perustelu	18
4.2.2	Tavoitteet ja vaikutukset	21
4.2.3	Joukkoliikennekaistojen väärinkäyttö ja valvonta	24
4.3	Liikennevaloetudet.....	26
4.3.1	Valoetuuksien yleinen jako	26
4.3.2	Kiinteät valoetudet	27
4.3.3	Telemaattiset valoetudet.....	27
4.3.3.1	Telemaattisten valoetuuksien järjestäminen.....	27
4.3.4	Telemaattisten valoetuuksien vaikutukset.....	32
4.3.5	Jokeri-valot.....	34
4.3.6	Ennakkovalot.....	35
4.4	Etuisuusjärjestelyt liittymissä	37
4.4.1	Valo-ohitukset	37
4.4.2	Kaistajärjestelyt risteysalueilla.....	38
4.5	Pysäkit	40
4.6	Joukkoliikennekadut.....	43
4.7	Urabussi.....	47
4.8	Hidasteet.....	48
4.8.1	Hidastevaihtoehdot.....	48
4.8.2	Hidasteiden vaikutukset	49
4.9	Talvihoito	50
4.10	Avoin rahastus	51
4.11	Tienkäyttömaksut.....	52

4.12	Joukkoliikenteen laatukäytävät	54
5	BUSSIEN KIIHTYVYYDEN JA OVITOIMINTOJEN KENTTÄKOKEET	57
5.1	Yleistä	57
5.2	Kiihtyvyys	57
5.3	Ovitoiminnot	60
6	MIKROSIMULOINTI VAIKUTUSTEN ARVIOINNIN APUVÄLINEENÄ.....	62
6.1	Simuloinnin teoriaa	62
6.2	Simulointimallin toteutus	62
6.3	Case 1: Hämeenlinnanväylän (Hakamäentie-Kehä III) simulointi	63
6.3.1	Mallinnusalueen kuvaus	63
6.3.2	Vertailtavat vaihtoehdot	65
6.3.3	Tulokset	66
6.3.4	Herkkyystarkastelu	69
6.4	Case 2: Pasilan simulointi.....	70
6.4.1	Mallinnusalueen kuvaus ja vertailtavat vaihtoehdot	70
6.4.2	Tulokset: Pasilan mallin pohjois- ja itäosa.....	71
6.4.3	Tulokset: Pasilan mallin keskiosa	75
6.4.4	Tulokset:Pasilan mallin eteläosa	81
6.4.5	Liikennevalo-ohitus ja pysäkin siirto	84
6.4.6	Tiedelinjan reittimuutos	85
6.5	Simuloinnin johtopäätökset Case 1 ja Case 2.....	86
7	NOPEUTTAMISKOHTEET PÄÄKAUPUNKISEUDULLA	87
7.1	Kohteiden kartoitus kuljettajakyselyjen ja asiantuntijakeskustelujen avulla	87
7.1.1	Kyselyjen ja keskustelujen toteutus	87
7.1.2	Kyselylomake ja kyselyn soveltuvuus kartoitukseen.....	88
7.1.3	Kartoituksen tulokset ja kehittämiskohteet	89
7.1.4	Esitettyjen toimenpiteiden toteutettavuuden arviointi.....	93
7.2	Nopeuttamistoimenpiteiden soveltaminen esimerkkitapauksissa	94
7.2.1	Case: Joukkoliikennekaistojen käytön laajentaminen.....	94
7.2.2	Case: Elienlinaukio / Kamppi – Hämeenlinnanväylä	97
7.2.3	Case: Poikittaisliikenne Pasilassa.....	101
8	VAIKUTTAVUUDEN ARVIOINTI	103
9	JOHTOPÄÄTÖKSET	115
9.1	Nopeuttamisen vaikuttavuus	115
9.2	Nopeuttamisella parempi kilpailukyky	115
9.3	Tehokkaimmat nopeuttamistoimenpiteet	117
9.4	Nopeuttamistoimenpiteiden soveltaminen	119
10	LÄHTEET	120
11	LIITTEET.....	129

1 TAVOITTEET JA TUTKIMUSMENETELMÄT

1.1 Yleistä

Joukkoliikenteen nopeus on tärkeimpiä joukkoliikenteen kilpailukykyyn vaikuttavia yksittäisiä tekijöitä. Lisäksi nopeuteen liittyvät täsmällisyys, säännöllisyys ja luotettavuus ovat tärkeitä kilpailukykytekijöitä. Matkustajista suuri osa kokee nopeuden kaikista tärkeimmäksi laatutekijäksi. Liikennemäärien kasvaessa suurissa kaupungeissa, erityisesti pääkaupunkiseudulla, joukkoliikenteen nopeuden merkitys kasvaa entisestään. Ruuhkien vuoksi joukkoliikenteen nopeus laskee, täsmällisyys heikkenee ja liikennöintikustannukset kasvavat. Joukkoliikenteen nopeuttaminen kuuluukin keskeisten toimijatahojen, kuten Tiehallinnon, HKL:n ja YTV:n strategiaan tavoitteisiin tai kärkikeinoihin.

Joukkoliikenteen houkuttelevuus ja kulkumuoto-osuus on pitkään heikentynyt tai pysynyt samana. Joukkoliikenteen nopeuttaminen kuuluu tärkeimpiin keinoihin joukkoliikenteen kääntämiseksi uudelleen nousuun. Haasteena on löytää keinot, joilla joukkoliikennettä voidaan eri olosuhteissa nopeuttaa kustannustehokkaasti ja tarkoituksenmukaisesti.

Tässä tutkimushankkeessa pilottikohteet on valittu pääkaupunkiseudulta. Joukkoliikenteen nopeuteen liittyvät ongelmat ovat siellä pahimmat ja tarve ratkaisujen löytämiseksi suurin. Tutkimustulokset ovat kuitenkin sovellettavissa myös muilla suurilla kaupunkiseuduilla.

Tässä työssä termiä joukkoliikenteen nopeuttaminen käytetään pääosin sen laajassa merkityksessä kattaen nopeuden ja sujuvuuden sekä niiden ansiosta parantuvan täsmällisyyden.

1.2 Työn tavoitteet

Joukkoliikenteen nopeudessa ja sujuvuudessa keskeisimmät ongelmat ovat tällä hetkellä bussiliikenteessä, joka kärsii muun ajoneuvoliikenteen aiheuttamista ruuhkista. Pääkatujen pysäkeillä bussiliikenne kärsii myös bussiliikenteen suuressa määrästä. Raitiovaunuliikenteessä keskeisimpänä nopeuttamistoimenpiteenä on kuljettajarahastuksen poistaminen. Muu raide-liikenne kulkee omilla väylillään, joilla ei ole yhtä paljon nopeus- ja sujuvuusongelmia. Tämän vuoksi tässä työssä painotutaan erityisesti bussiliikenteen sujuvuuden kehittämiseen.

Tutkimuksen tavoitteina on ollut:

- Selvittää kansainvälisiä ja kotimaisia parhaita käytäntöjä ja kokemuksia joukkoliikenteen nopeuttamisesta ja sujuvoittamisesta sekä täsmällisyyttä, säännöllisyyttä ja luotettavuutta parantavista toimenpiteistä.
- Muodostaa kattava kuva nopeuttamistoimenpiteistä ja niiden keskinäisestä suhteesta.

- Tutkia ja arvioida keinojen vaikutuksia. Hyötyjä on arvioitu liikenne- ja liiketaloudellisesta näkökulmasta.
- Selvittää keinojen toteuttamiskustannuksia
- Arvioida, millaisin edellytyksin ja millä tarkoituksenmukaisella keinovalikoimalla joukkoliikenteen nopeuttamiselle asetetut konkreettiset tavoitteet voidaan saavuttaa.
- Analysoida mikrosimulointia joukkoliikenteen nopeuttamisen ja laajemmin joukkoliikenteen kehittämisen tutkimus- ja suunnittelumenetelmänä työssä simuloitavien pilottikohteiden avulla. Arvioida menetelmän vahvuudet, heikkoudet ja sovellettavuus.
- Arvioida joukkoliikenteen nopeuttamisen tarpeita ja keinojen toteuttavuutta pääkaupunkiseudulla.
- Arvioida joukkoliikenteen nopeuttamisen eri keinojen toteutettavuutta suurilla ja keskisuurilla kaupunkiseuduilla.

Joitain alustavassa työohjelmassa esitettyjä tavoitteita rajattiin työn ulkopuolelle työohjelman tarkentamisen yhteydessä. Esimerkiksi ruuhkatilanteiden muuttuvaa ohjausta nopeuttamiskeinona ja joitain yksittäisiä sovelluskohteita ei tarkasteltu. Työn aikana hanketta on rajattu edelleen alkuperäisten tavoitteiden laajuuden vuoksi. Päätökset rajauksista tehtiin yhdessä hankkeen ohjausryhmän kanssa.

1.3 Työvaiheet

Työ käynnistettiin tavoitteiden ja rajausten tarkistamisella. Tämän jälkeen käynnistyivät sekä kirjallisuusselvitys, että matka-aikatietojen keräys ja käsittely.

Kirjallisuusselvityksessä kerättiin bussiliikenteen nopeuttamisen keinoja ja parhaita toimintatapoja sekä Suomesta, että muista maista. Nopeuttamisen keinot jaettiin liikennesuunnittelun, telematiikan sekä ajoneuvotekniikan keinoihin.

Työssä tarkasteltiin ajoaikatietoja, jotka kerättiin pääkaupunkiseudun matkakorttijärjestelmästä. Työssä valittiin edustava tarkasteluviikko ja poimittiin linjoja, joilla ruuhka-ajan matka-aikojen suhde hiljaisemman ajan matka-aikoihin on suuri. Hidastumista aiheutuvia tekijöitä analysoitiin yhdessä kuljettajakyselyjen ja -keskustelujen avulla.

Työn aikana kerättiin linja-autonkuljettajilta tietoja pahimmista ruuhka-kohteista ja ehdotuksia joukkoliikenteen sujuvuuden parantamiseksi. Tietoja kerättiin suurimpien liikennöitsijöiden kuljettajilta kyselylomakkeiden avulla sekä varikoilla pidettyjen keskustelutilaisuuksien yhteydessä.

Osana työtä suoritettiin bussien kenttäkokeita, joissa selvitettiin eräiden ajoneuvotekniikoiden vaikutusta bussiliikenteen nopeuteen. Erityisesti tarkasteltiin ovien avautumis- ja sulkeutumiskohteita sekä bussien kiihtyvyyttä.

Yksittäisten toimenpiteiden arvioinnin lisäksi työssä arvioitiin kahta erilaisten nopeuttamistoimenpiteiden kokonaisuutta. Tarkasteltaviksi kohteiksi valittiin Hämeenlinnanväylän suunta Kehä III:lta Kamppiin ja Elielinaukiolle sekä tiedelinjan käyttämä poikittaisyhteys Munkkiniemen ja Kumpulan välillä. Yhteysvälit valittiin laaditun tutkimussuunnitelman perusteella useista vaihtoehdoista yhteistyössä tilaajan kanssa.

Yhteysväleiltä laadittiin mikrosimulointimalli. Työssä hahmoteltiin useita mallinnettavia vaihtoehtoja erillisen tutkimussuunnitelman mukaisesti. Simulointimalliin kuvattiin yksityiskohtaisesti liikenneinfrastruktuuri (kaistat, liittymät, liikennevalot ym.), säännöt (väistämisvelvollisuudet ym.), ajoneuvot ja liikennekysyntä. Kukin ajoneuvo (kuljettaja) toimi mallissa omana itsenäisenä yksikönä, joka on vuorovaikutuksessa ympäristönsä kanssa.

1.4 Tutkimusmenetelmät ja rajaukset

Joukkoliikenteen nopeuttamistoimenpiteet soveltuvat ensisijaisesti suuriin kaupunkeihin, joissa ruuhkat aiheuttavat liikenteelle ongelmia ja joukkoliikenteen nopeus sen vuoksi olennaisesti alenee. Muilla kaupunkiseuduilla ruuhkautuminen ei ole ongelma ja sen vuoksi monilla toimenpiteillä ei ole vastaavaa liikennetaloudellista hyötyä. Muilla kaupunki-seuduilla kalustosäästöstä koituvia hyötyjä on vähäisempien nopeushyötyjen ja harvempien vuorovälien vuoksi vähemmän saavutettavissa.

Joukkoliikennevälineistä työ on rajattu ensisijaisesti bussiliikennettä koskeväksi. Metro- ja rautatieliikenteen toimintaympäristöt ovat erilaiset ja nopeuttamistoimenpiteet pääasiassa erityyppisiä. Raitioliikenteeseen soveltuvat pääsääntöisesti samat nopeuttamistoimenpiteet kuin busseillekin. HKL on tehnyt vuonna 2006 erillisen selvityksen raitioliikenteen nopeuttamismahdollisuuksista (Pitkänen 2006). Sen vuoksi tässä työssä keskitytään bussiliikenteen näkökulmaan.

Tässä työssä tutkimusmenetelminä olivat kirjallisuustutkimus, matka-aikanalyysit, kuljettajakyselyt ja -keskustelut ja asiantuntijakeskustelut sekä bussien kenttäkokeet. Matka-aika-analyyseja varten on kerätty aineisto pääkaupunkiseudun matkakorttijärjestelmän infokannasta. Kuljettajakyselyt, -keskustelut ja tehtiin pääkaupunkiseudun suurimpien liikennöitsijöiden kuljettajille. Bussien kenttäkokeissa keskitytään erityisesti kiihtyvyyden ja ovitoimintojen tarkastelemiseen.

Simulointeja lukuun ottamatta työ muodostaa Simo Airaksisen opinnäytetyön Teknilliselle Korkeakoululle.

2 NOPEUTTAMISEN TAUSTAA

2.1 Näkökulmia joukkoliikenteen nopeuteen

Joukkoliikenteen nopeutta voidaan tarkastella asiakkaan ja tarjoajan (liikenteen järjestäjän ja tuottajan) näkökannalta. Asiakkaan näkökannalta nopeuteen liittyy

kokonaismatka-aika, joka koostuu odotteluajasta, kävelyajasta, odotusajasta, matka-ajasta ja mahdollisesta vaihtoajasta (Ojala ja Pursula 1994). Odotteluai- kaan sisältyy lähtöpaikassa seuraavan lähdön odottelu ja määräpaikassa saapu- misajan ja toivotun saapumisajan erotus. Yleensä odotteluaikaa voidaan hyödyn- tää, jonka vuoksi sitä ei koeta kovin rasittavaksi. Odotusajalla puolestaan tarkoi- tetaan aikaa, joka odotetaan pysäkillä saapuvaa vaunua. Jos liikenne hoidetaan täsmällisesti ja säännöllisesti, matkustajan tarvitsee varata vähemmän odotusai- kaa. Vaihtoaika käsittää kävelyajan jatkoyhteyden pysäkille ja jatkoyhteyden odotusajan. Matkan kannalta rasittavimmiksi koetaan odotusaika ja vaihtoaika, kun taas kävelyaika ja varsinkin matka-aika koetaan vähemmän rasittavimmiksi. Siten voidaan ymmärtää:

- Miksi matkustajat arvostavat enemmän tiheää vuoroväliä kuin lyhyttä kävelymatkaa
- Liikenteen täsmällisyys ja säännöllisyys on matka-aikaa tärkeämpi tekijä
- Vuorovälillä on vähemmän merkitystä, jos matka on vaihdoton, koska odotteluaikaa ei koeta rasittavaksi ja
- Vuorovälillä on merkitystä, jos matka on vaihdollinen, koska vaihtoaika koetaan rasittavaksi.

Näin ollen matkustajan kannalta palvelua parantavia tekijöitä ovat täsmällisyy- den ja usein myös vuorovälin lyhentäminen.

Tarjoajien kannalta keskeistä on esimerkiksi vaunujen keskinopeuksien ja lii- kenteen tehokkuuden seuraaminen. Keskinopeuksien alentuminen merkitsee te- hokkuuden alentumisesta. Jos keskinopeutta kyetään nopeuttamistoimenpiteillä nostamaan, liikenne voidaan hoitaa tehokkaammin ja edullisemmin. Koituneilla liikennöintikustannusten säästöillä voidaan parantaa matkustajien palvelutasoa lyhentämällä vuorovälejä ja tarjoamalla enemmän linjoja ja siten enemmän suo- ria yhteyksiä.

Joukkoliikenteen nopeuttamistoimenpiteet voivat olla erittäin kustannustehok- kaita. Nopeuttaminen alentaa liikennöintikustannuksia varsinkin ruuhka-aikoina, jolloin tiheämpien vuorovälien vuoksi kalustoa voidaan helpommin vähentää. Nopeuttamistoimenpiteet parantavat myös joukkoliikenteen täsmällisyyttä, säännöllisyyttä ja luotettavuutta.

Joukkoliikenteen hidastuminen lisää negatiivista syöksykierrettä. Liikennöinti- kustannukset nousevat, matkustajamäärät laskevat ja lippujen hintoja joudutaan korottamaan. Tämä edelleen vähentää joukkoliikenteen kilpailukykyä. Joukko- liikenteen nopeuttaminen aiheuttaa puolestaan myönteisen kierteen. Liikenne- ja liiketaloudellista lähestymistä käsitellään tarkemmin luvussa 7.2.1.

2.2 Toimintaympäristön muutokset pääkaupunkiseudulla

2.2.1 Väestön, työpaikkojen ja henkilöautoliikenteen kehittyminen

Pääkaupunkiseudulla asui vuoden 2004 lopussa 980 300 asukasta (YTV 2005). 1960-luvulta väestö on siten kasvanut noin 50 prosenttia (Sihto ym. 2003). Eniten väestö on kasvanut Espoossa ja Vantaalla. Työpaikkoja oli 1960-luvulla 320 000 ja vuonna 2004 570 000. Helsingin kantakaupungissa työpaikkojen määrä on pysynyt melko vakaana. Sen sijaan Espoon, Vantaan ja Kauniaisten työpaikkojen määrä on kasvanut yli viisinkertaiseksi.

Henkilöautojen määrä on noin nelinkertaistunut 1960-luvulta (Sihto ym. 2003). Vuonna 2004 seudulla on rekisteröitynä 435 000 henkilöautoa. Henkilöautotiheys on 440 henkilöautoa 1 000 asukasta kohden (YTV 2005). Suhteessa eniten henkilöautoja on Vantaalla, jossa vuonna 2004 oli 510 henkilöautoa 1 000 asukasta kohden. Autolliset taloudet ovat keskimääräistä suurempia, koska 59 prosentilla talouksista on ainakin yksi henkilöauto ja toisaalta 72 prosenttia asuu taloudessa, jossa on henkilöauto. Tulotason kasvaessa autonomistus on lisääntynyt ja asumisväljyys kasvanut. Kun väestö on lisäksi kasvanut seudulla, on kaupunkirakenne levinnyt ja henkilöauton käyttö yleistynyt (Penttilä ym. 2004). Henkilöautolla tehtyjen matkojen määrä on nelinkertaistunut 1960-luvun puolivälistä vuoteen 2002.

2.2.2 Joukkoliikenteen kulkumuoto-osuuden ja toimintaolosuhteiden kehittyminen

Joukkoliikenteen osuus kaikista pääkaupunkiseudulla moottoriajoneuvoilla tehdyistä matkoista oli 66 prosenttia 1960-luvulla ja 39 prosenttia vuonna 2002 (Sihto ym. 2003). Vastaavassa ajassa joukkoliikennematkojen määrä on kasvanut 1,4-kertaiseksi eli väestön kasvua hitaammin. Maankäyttö ja liikkuminen ovat lisääntyneet eniten Espoossa ja Vantaalla, joissa noin 25 prosenttia matkoista tehdään joukkoliikenteellä. Pääkaupunkiseudulla on hyvä säteittäisten runkoyhteyksien verkosto ja näillä suunnilla joukkoliikenteen osuus on hyvä. Helsingin nimen rajan ylittävistä matkoista lähes 60 prosenttia tehdään joukkoliikenteellä, ruuhka-aikoina jopa 70 prosenttia (Lahdenranta 2005). Poikittaisessa joukkoliikenteessä joukkoliikenteen osuus on selvästi vähäisempi, noin 13 prosenttia. Bussiliikenne on yleisin joukkoliikennemuoto, sillä kaikista joukkoliikenteen nousuista yli 50 prosenttia tehdään bussilla.

Lyhyillä matkoilla ja pienissä kaupungeissa joukkoliikenteen ja kevyen liikenteen välisellä matka-aikasuhteella on olennainen merkitys joukkoliikenteen kilpailukykyyn. Ympäristönäkökulmasta korkeaa kevyen liikenteen osuutta voidaan pitää hyvänä asiana, vaikka se vähentäisikin joukkoliikennettä.

Pääkaupunkiseudulla pääväylien ja -katujen ruuhkautuminen ja häiriöalttius heikentävät koko liikenteen sujuvuutta ja haittaavat merkittävästi myös bussiliikennettä (Saari ja Puntanen 2005). Liikenteen ruuhkautuminen heikentää joukkoliikenteen tehokkuutta ja houkuttelevuutta (Eichler ja Daganzo 2005). Myös liikenteen hoitaminen on kalliimpaa. Ongelmat korostuvat Kehä III:n sisäpuolella,

jossa nopeudet hidastuvat selvästi. Ruuhka-aikoina matka-aika Kehä III:n ja Helsingin keskustan välillä on henkilöautolla väylästä riippuen noin 25–55 minuuttia. Matkan pituus on eri tulosuunnasta riippuen noin 20–30 kilometriä. Puutteellisten pysäkkijärjestelyjen vuoksi bussien liittyminen liikennevirtaan on pääväylillä vaikeaa. Ruuhkat aiheuttavat myös ongelmia liikenteen hoitamisessa, jos työvuoroja joudutaan muokkaamaan päivittäin uudestaan. Matkustajan kokema palvelutaso heikkenee täsmällisyyden ja säännöllisyyden heikentyessä ja pahimmillaan kaikkia vuoroja ei ehditä ajamaan kohtuuttomien ruuhkahaittojen vuoksi.

Seuraavan 20 vuoden aikana liikenteen ennustetaan kasvavan varsinkin pääkaupunkiseudun poikkitaaliikenteessä (20–90 prosentin kasvu yhteydestä riippuen) ja liikenteen sujuvuuden on arvioitu heikkenevän monin osin huomattavasti (Lehmuskoski 2004). Jos joukkoliikenteen nopeuttamistoimenpiteitä ei tehdä, matka-ajat kasvavat edelleen ja häiriöalttius kasvaa. Vaikutukset ulottuvat paikallisliikenteen lisäksi myös voimakkaasti kaukoliikenteeseen. Esimerkiksi Turun ja Helsingin -välin pikavuorojen uudesta moottoritiestä saama aikasäästö hupenee Helsingin seudun kasvaviin ruuhkiin. Matka-aikojen lyhentämisen kannalta Helsingin katuverkko on avainasemassa ja tarpeita toimenpiteisiin on runsaasti (Puurunen ym. 2003 ja Tuominen ym. 2005b).

2.3 Joukkoliikenteen kilpailukyky ja nopeuttamisen vaikutukset

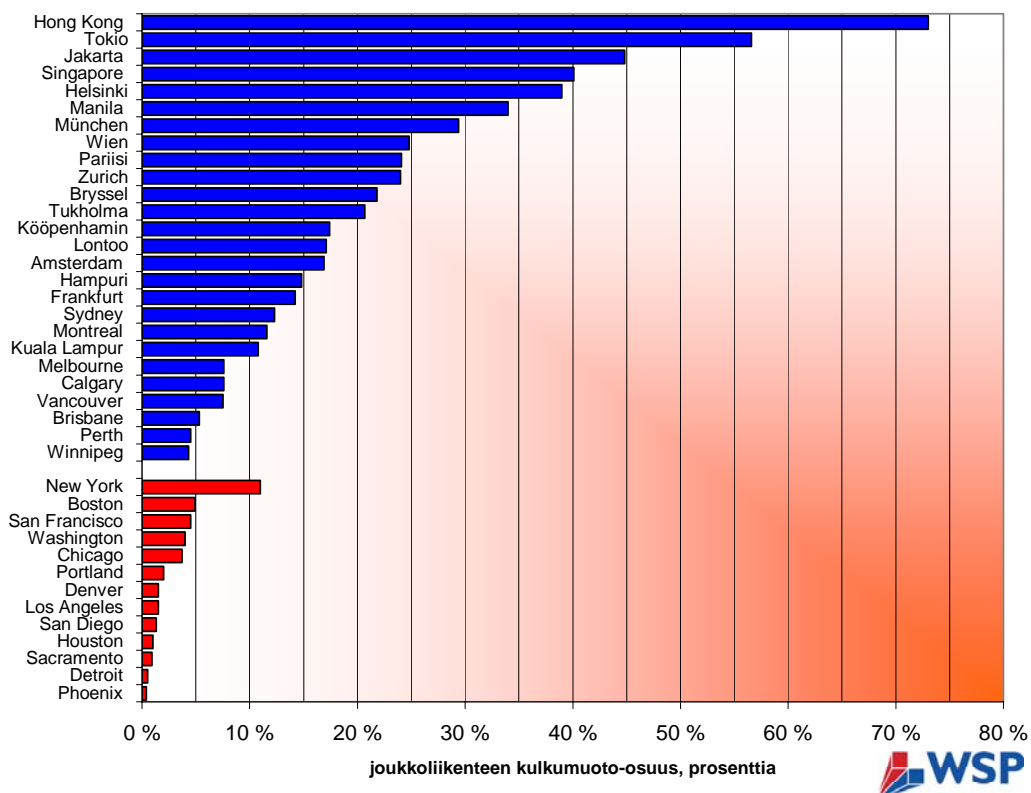
2.3.1 Joukkoliikenteen kilpailukyky

Joukkoliikenteen kilpailukyvyllä kuvataan joukkoliikenteen kysyntää tai tarjontaa suhteessa muihin liikennemuotoihin. Tarjontaan liittyviä tekijöitä ovat esimerkiksi matka-aika, vuorotarjonta ja hinta. Kilpailukykyä voidaan mitata esimerkiksi hintakilpailukyvyllä, kulkumuoto-osuudella tai nopeudella suhteessa henkilöautoon. Kysyntää voidaan puolestaan tarkastella esimerkiksi nousu- ja matkamäärien avulla. Tarkasteltaessa on syytä huomata, että yhteen matkaan voi sisältyä useampi nousu.

Joukkoliikenteen kilpailukyvyllä on myös vaikutusta kaupunkialueiden kilpailukykyyn liikennejärjestelmän kokonaistuottavuuden kautta. Tällä perusteella voitaisiin päätellä henkilöautoliikenteen vaikuttaneen myönteisesti talouskasvuun.

Kuvassa 1 on esitetty joukkoliikenteen kulkumuoto-osuuksia eri kaupungeissa vuosina 1995 tai 2001. Joukkoliikenteen kulkumuoto-osuus on suurin Aasian vauraiden maiden kaupungeissa ja pienin USA:n kaupungeissa. Helsingin seudun eli pääkaupunkiseudun kulkumuoto-osuus on korkea. Eroihin kaupunkien välillä vaikuttavat muun muassa kaupunkirakenne, arvostukset ja eri kulkumuotojen hinnoittelu (Laakso ja Loikkanen 2004). Joukkoliikenteen osuus on poikkeuksetta suuri alueilla, joiden bruttokansantuote on pieni (Cox 2004). Näissä maissa myös bruttokansantuotteen kasvu on voimakkainta. Korkean tulotason maista erityisesti Aasiassa on joukkoliikenteen osuus korkea, kun taas Pohjois-Amerikassa osuus on pienempi Länsi-Eurooppaakin pienempi. Siten joukkoliikenteen korkealla osuudella ei voida kovin suoraan sanoa olevan vaikutusta

kaupunkiseudun kilpailukykyyn. Voidaan kuitenkin todeta, että mahdollisesti Aasian maiden taloudelliseen menestykseen on vaikuttanut hyvä liikennejärjestelmä, jossa joukkoliikenteellä on keskeinen osuus.



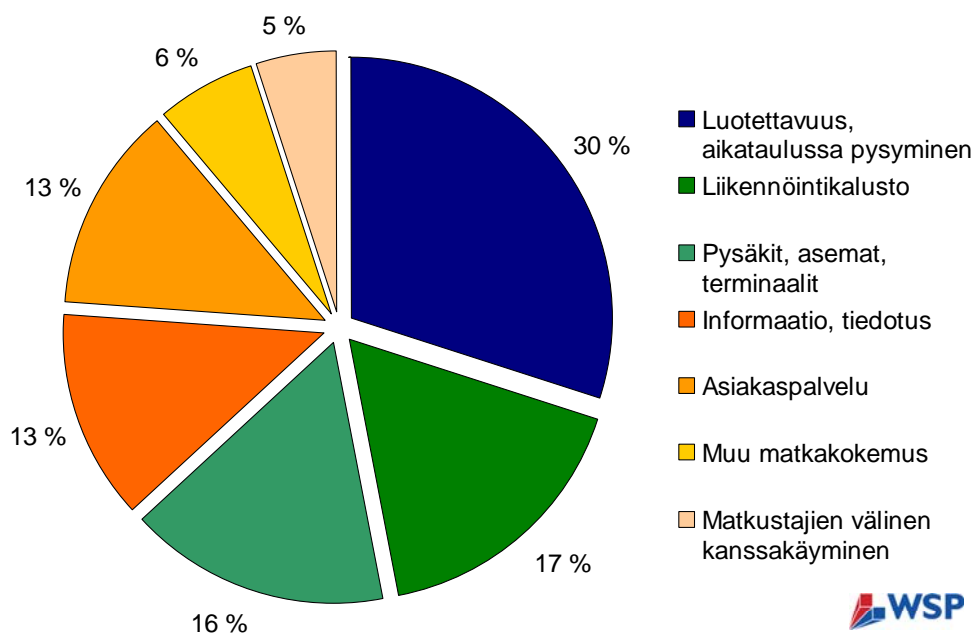
Kuva 1. Joukkoliikenteen kulkumuoto-osuuksia joissakin kaupungeissa. Sinisellä olevat luvut ovat vuodelta 1995 ja punaisella olevat luvut vuodelta 2001. (Wendell Cox Consultancy 2007.)

Kansantalouden aktiivisuudella on vaikutusta liikennesuoritteeseen (Laakso ja Loikkanen 2004). Joukkoliikenteen tukemiselle kaupungeissa on monia syitä. Tukea voidaan perustella esimerkiksi oikeudenmukaisuudella ja tasa-arvolla, jolloin kaikilla on mahdollisuus liikkua, vaikka ei olisi esimerkiksi ajokorttia. Työmarkkinoiden toimivuus ja koulutuksen järjestäminen edellyttävät kaupunkialueilla hyvää joukkoliikennettä. Huonot joukkoliikenneyhteydet vaikeuttavat yritysten työvoiman saatavuutta. Esimerkiksi HOK-Elannolla on ollut tämän vuoksi vaikeuksia saada työntekijöitä Espoon toimipisteisiin (Tammilehto 2007). Kaupunkikoon kasvaessa ja liikenteen lisääntyessä ruuhkautumisen hallinta joukkoliikennettä edistämällä nousee tärkeäksi seikaksi. Muun muassa Dublinissa tavoitteena on parantaa elämän laatua siten, että liikenne on vähemmän ruuhkautunutta, matka-ajoiltaan luotettavampaa ja liikenne vähemmän saastuttavaa (McCarthy ym. 2001). Keskeisenä keinona on joukkoliikenteen parantaminen.

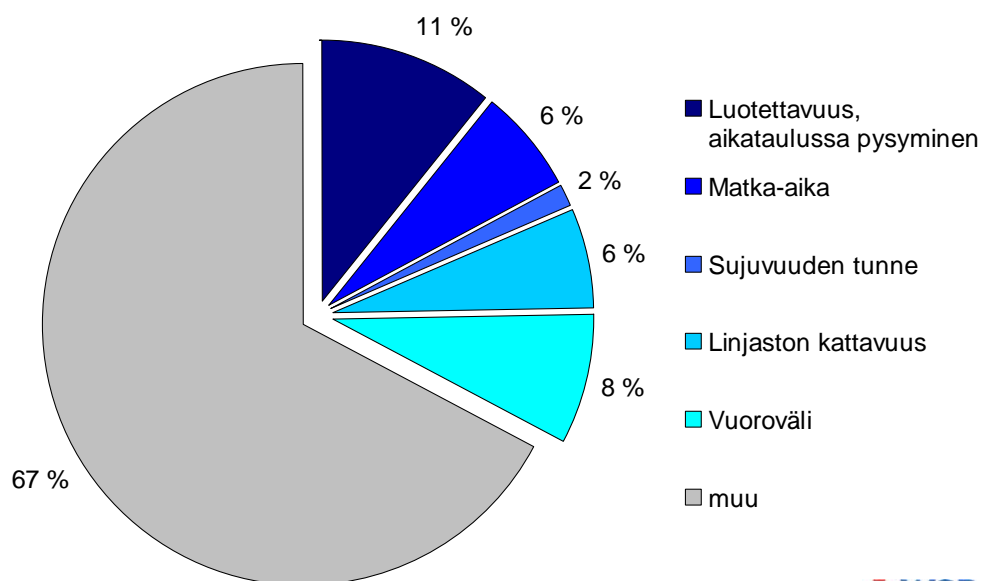
2.3.2 Nopeuttamisen vaikutukset matkustajamääriin

Matka-ajan ja vuorovälien vaikutus käyttäjämääriin on suhteellisen suuri. Vuoroväli vaikuttaa asiakkaan kokonaismatka-aikaan, koska odottelu- ja odotusajat ovat lyhyempiä tiheästi liikennöivillä linjoilla. Ojala ja Pursula (1994) mainitsevat matka-ajan ja vuorovälien yhteiseksi joustokertoimeksi $-0,6$, kun se esimerkiksi matkalippujen hintojen suhteen on $-0,3$. Näin ollen esimerkiksi 10 prosentin matka-ajan lyheneminen synnyttäisi kuuden prosentin matkustajamäärän kasvun. Penttilän ym. (2004) mukaan matka-ajan vaikutus kysyntään on samaa tasoa hinnan kanssa, sillä eri tutkimuksissa on matka-ajan ja vuorovälin joustokertoimeksi havaittu $-0,2$ – $0,7$. Lisäksi täsmällisyys on merkittävä tekijä kulkutavan valinnassa. Laakso ja Loikkanen (2004) viittaavat O'Sullivanin (2000) tutkimukseen, jonka mukaan matka-aikajousto on suurempi kuin hintajousto, jonka on todettu vaihtelevan $-0,2$ ja $-0,5$ välillä.

Joukkoliikenteen koettua kokonaislaadua tarkastelevassa JOKOLA-tutkimuksessa on selvitetty kyselytutkimuksen avulla eri osatekijöiden painoa kokonaislaadusta (Vanhanen 2007). Tutkimuksen perusteella luotettavuuden, matka-ajan, linjaston kattavuuden ja vuorovälin osuus on 30 prosenttia koetusta kokonaislaadusta (kuva 2). Tästä ryhmästä edelleen luotettavuuden osuus on 35 prosenttia, matka-ajan 21 prosenttia, linjaston kattavuuden 18 prosenttia ja vuorovälin 26 prosenttia (kuva 3). Lisäksi nopeuteen liittyy osana matkakokemusta oleva sujuvuuden tunne. Näin ollen noin 20 prosenttiin kokonaislaadusta voidaan vaikuttaa nopeuttamistoimenpiteillä.

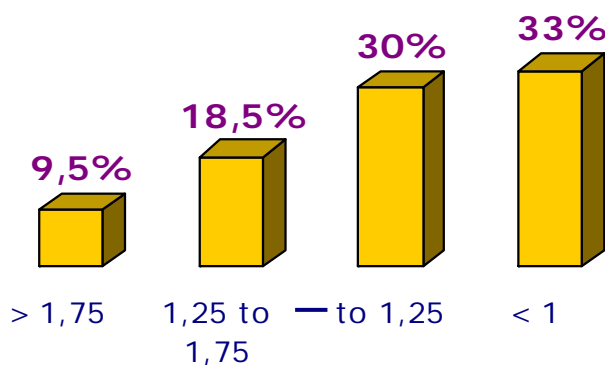


Kuva 2. Joukkoliikenteen koetun kokonaislaadun painoarvot pääteemoittain (Vanhanen 2007).



Kuva 3. Linjaston, vuorovälin, luotettavuuden, matka-ajan ja sujuvuuden tunteen osuudet koetusta kokonaislaadusta (Vanhanen 2007).

Joukkoliikenteen kilpailukykyyn vaikuttaa olennaisesti joukkoliikennematkan kesto suhteessa vastaavaan henkilöautolla tehtävään matkaan (Pourbaix 2005). Kuvassa 4 on osoitettu joukkoliikenteen ja henkilöauton välisen matka-aikasuhteen vaikutus joukkoliikenteen käyttöön. Joukkoliikenteen osuus on korkein silloin, kun joukkoliikenne on nopeampaa tai lähes yhtä nopeaa kuin henkilöautolla liikkuminen. Helsingin seudun 39 prosentin osuutta voi pitää Pourbaixin tutkimuksen perusteella varsin hyvänä.



Kuva 4. Joukkoliikenteen ja henkilöauton välisen matka-aikasuhteen vaikutus joukkoliikenteen käyttöön (Pourbaix 2005).

Joukkoliikenteen palvelutasoon liittyviä tekijöitä on tutkittu aiemmin muun muassa Yhdysvalloissa, Ruotsissa ja Euroopan kaupungeissa. Yhdysvalloissa tehdyssä mielipidetutkimuksessa kolmestakymmenestä tekijästä merkittävimmiksi nousivat aikataulujen luotettavuus, istumapaikkojen saanti ja vaihdottomuus (Golob ym. 1972). Otanta tehtiin joukkoliikenteen potentiaalisille käyttäjille eli mukana on myös henkilöautoa käyttäviä henkilöitä. Ruotsissa Boråsin, Malmön ja Tukholman kaupungeissa tehtiin mielipidetutkimus joukkoliikenteen palvelusotekijöistä (Stenbäck 1974). Tavoitteena oli selvittää, mitä tekijöitä pitäisi

eniten parantaa. Eniten toivottiin vuorovälien parantamista ja toiseksi eniten nopeuttamista. Sen sijaan kävelyetäisyyksien lyhentämistä ei koettu tarpeellisenä. Jalasto (1975) kertoo 40 Euroopan kaupungissa tehdystä tutkimuksesta, jossa on asetettu arvostusjärjestykseen viisi eri palvelutasotekijää. Vuoroväliä arvostettiin kaikkein eniten, sen jälkeen nopeutta, luotettavuutta, hintaa ja mukavuutta. Voidaankin todeta, että matkustajien arvot ovat pysyneet samansuuntaisina jo vuosikymmenten ajan. Myös eri osatekijöiden keskinäinen järjestys on säilynyt samankaltaisena.

Joukkoliikenteen kilpailukyvyyn takaamiseksi ja parantamiseksi joukkoliikennepalveluiden yksilöiminen ja segmentointi esimerkiksi eri kuluttajaryhmille tulee nousemaan yhä tärkeämpään rooliin. Myös joukkoliikenteen nopeuttamisen vaikutuksia voidaan (ja tulee) arvioida eri liikkujaryhmien avulla. Taulukossa 1 on esitetty arvioidut vaikutukset esimerkkinä joidenkin ryhmien osalta.

Taulukko 1. Joukkoliikenteen nopeuttamisen vaikutukset eri ryhmiin pääasiallisen kulkutavan, tulotason ja matkan tyyppin mukaan jaoteltuna (Pastinen ym. 2007).

pääasiallinen kulkutapa / tulotaso	koulu- / opiskelumatkat	työajan matkat	työ- ja asiointimatkat	vapaa-ajan matkat
autoilijat	+	+	+	+
joukkoliikenteen käyttäjät	0	+	0	+
joukkoliikenteen ja henkilöauton yhteiskäyttäjät	+	+	++	+
jalankulkijat ja pyöräilijät	+	0	+	+
vähän moottoriajoneuvoilla liikkuvat	0	0	+	+
alle 20 000	+	+	++	+
20-40 000	0	0	++	+
yli 40 000	0	0	+	0

Pääasiallisen kulkutavan mukaan tarkasteltaessa, nopeuttaminen vaikuttaa eniten niihin, jotka käyttävät henkilöautoa paljon tai ainakin jonkin verran (Pastinen ym. 2007). Polkupyörä on matka-ajaltaan kilpailukykyinen kaupunkialueella ja pienissä ja keskisuurissa kaupungeissa, joten nopeuttaminen saattaa siirtää osan pyörällä tehtävistä matkoista joukkoliikenteeseen. Matkustajamäärän lisääntyminen saattaa tosin olla kausiluonteista ja talvella matkustajamäärät huomattavasti kesän pyöräilykautta suuremmat.

Pienituloiset käyttävät joukkoliikennettä osin siksi, että henkilöauton hankkiminen voi olla taloudellisesti mahdotonta. Nopeuttamisella ei ole merkittävää vaikutusta tämän käyttäjäryhmän joukkoliikennematkojen määrään. (Pastinen ym. 2007). Sen sijaan keski- ja suurituloiset voisivat lisätä joukkoliikennematkojen määrää, mikäli joukkoliikenne nopeutuisi ja olisi joustava vaihtoehto. Henkilöautoa käyttävät tekevät matkoja keskimäärin muita enemmän, jolloin nopeampi joukkoliikenne lisäisi joukkoliikennematkoja.

Matkan tyyppin mukaan tarkasteltuna joukkoliikenteen nopeuttaminen lisäisi erityisesti työ- ja asiointimatkoja, koska ruuhka-aikoina joukkoliikenteen tarjonta

on suurinta (Pastinen ym. 2007). Toisaalta bussiliikenne kärsii samoista ruuhkista, mikä kannustaa pysymään henkilöauton käyttäjänä. Vapaa-ajan matkoilla on ruuhkia vähemmän ja vastaavasti nopeuttamisesta koituvat hyödyt ovat vähäisempiä, eikä nopeuttamisesta koidu merkittävää kilpailuetua.

2.4 Nopeuttamistavoitteet

2.4.1 *Hallitusohjelma ja liikenne- ja viestintäministeriö*

Vuonna 2003 alkaneen hallituksen ohjelman tavoitteena oli muun muassa parantaa joukkoliikenteen toimintaedellytyksiä ja palvelua (Vanhanen 2003). Liikenne- ja viestintäministeriön toiminta- ja taloussuunnitelmassa vuosille 2006–2009 mainitaan suurten kaupunkiseutujen eräänä keskeisenä haasteena henkilöautoliikenteen kasvun hillitseminen ja joukkoliikenteen edistäminen (Luhtanen ja Korpela 2005). Liikennepolitiikan päämääräksi asetetaan muun muassa joukkoliikenteen toimintaedellytysten ja palvelujen parantaminen. Kaupunkiseutujen tavoitteeksi on asetettu joukkoliikenteen ja kevyen liikenteen osuuksien kasvattaminen.

Joukkoliikenne nousuun -työryhmä esitti raporttinsa syksyllä 2004 (Penttilä ym. 2004). Eräänä toimenpiteenä on ehdotettu linja-autoliikenteen laatuikäntäviä, jotka valitaan kuntien, Tiehallinnon ja liikennöitsijöiden yhteistyönä. Näillä laatuikäntävillä taataan bussiliikenteen nopeus ja täsmällisyys vuorokaudenajasta ja liikennetilanteesta riippumatta. Laatuikäntävän tarjoamaksi palvelutasoksi asetetaan selvästi henkilöautoa paremmaksi ja tavoitteena on raideliikenteen ennustettavuus. Laatuikäntävien nopeuttamistoimenpiteitä ovat esimerkiksi bussikaisat, liikennevaloetuet ja -ohitukset.

2.4.2 *YTV, HKL, Tiehallinto, KUUMA-kunnat ja Tampere*

Pääkaupunkiseudun liikennejärjestelmäsuunnitelmassa (PLJ 2002) tavoitteena on joukkoliikenteen kilpailukyvyn parantaminen sekä seudun sisällä että lähikuntien ja seudun välisessä liikenteessä (Sihto ym. 2003). Seudulla noudetaan joukkoliikennettä suosivaa liikennepolitiikkaa. Sujuvuutta parannetaan takaamalla nopeat yhteydet joukkoliikenteen runkoverkolla ja lisäksi ruuhkakohtia poistetaan myös muillakin kuin runkoverkon yhteyksillä. Sujuvuutta parantavat myös liikennevaloetuet. Lisäksi joukkoliikenteen tarpeita huomioidaan paremmin maankäyttöratkaisuissa. Ennen vuotta 2010 toteutettavaksi esitettyjen hankkeiden joukossa on säteittäisten pääväylien pikaparannukset joukkoliikenteen nopeuttamiseksi.

Helsingin kaupungin liikennelaitoksen (HKL) tavoitteena on, että vuonna 2012 liikenteen toimivuus on hyvä ja joukkoliikenne kilpailee nopeudella, helppoudella ja varmuudella (Lahdenranta 2005). Tavoitteena on, että raitiovaunuliikenteen keskinopeus on kasvanut neljä prosenttia ja bussiliikenteen kuusi prosenttia vuodesta 2004 vuoteen 2006. Nopeuttamiskeinoina ovat pysäkki- ja liittymäviiveiden sekä ruuhkien aiheuttamien viiveiden vähentäminen. Raitioliikenteessä poistetaan lisäksi kuljettajarahastus. Nopeuttamishankkeiden avulla saavutetaan

myös tuotantokustannusten säästöjä. Lisäksi Jokeri II (Joukkoliikenteen kehämäinen runkoyhteys) on toteutettu poikittaisliikenteen uutena laatukäytävänä.

Tiehallinnon tavoitteena on joukkoliikenteen kokonaismatka-aikojen lyhentäminen Uudenmaan tiepiirin laatukäytävillä (Puurunen ym. 2003). Tavoite aiotaan toteuttaa nopeuttamistoimenpiteillä, kunnossapitotoimenpiteillä ja pysäkkiyhteyksien parantamisella. Nopeuttamistoimenpiteisiin kuuluu bussikaistoja, liikennevaloetuksia ja -ohituksia sekä pysäkkijärjestelyjen parantamista (Saari ja Puntanen 2005).

KUUMA-kunnat (Kerava, Järvenpää, Tuusula, Nurmijärvi, Mäntsälä ja Pornainen) ovat toteuttaneet yhteistyössä joukkoliikenteen kehittämisselvityksen (Lehmuskoski ym. 2005). Eräs hankekortti on joukkoliikenteen laatukäytävistä. Tavoitteena on lyhentää kokonaismatka-aikaa pääkaupunkiseudulle suuntautuvassa liikenteessä. Hanke sisältää esimerkiksi bussikaistojen rakentamisen ja liikennevaloetuksien toteuttamisen pääkaupunkiseudulla ja KUUMA-kunnissa. Helsingin katuverkkoa pidetään ongelmallisena bussiliikenteen nopeuden ja sujuvuuden kannalta.

Tampereella matkustajamäärät ovat vähentyneet palvelutason parannuksista huolimatta (Jokela ja Tuupanen 2006). Palvelutasoa ovat parantaneet esimerkiksi seutulippu ja laatukäytävät. Samanaikaisesti katuverkon liikennemäärät ovat kasvaneet ja ruuhkautuminen on pidentänyt joukkoliikenteen matka-aikoja. Joukkoliikenteen sujuvoittamistoimenpiteisiin varattiin lisärahaa 500 000 euroa vuoden 2006. Lisäksi Hämeen tiepiirillä on joukkoliikenteen investointirahaa 150 000 euroa ja noin 30 000 euroa suunnittelurahaa esimerkiksi laatukäytävähankkeisiin.

3 BUSSILIIKENTEEN NOPEUKSIEN KEHITTYMINEN

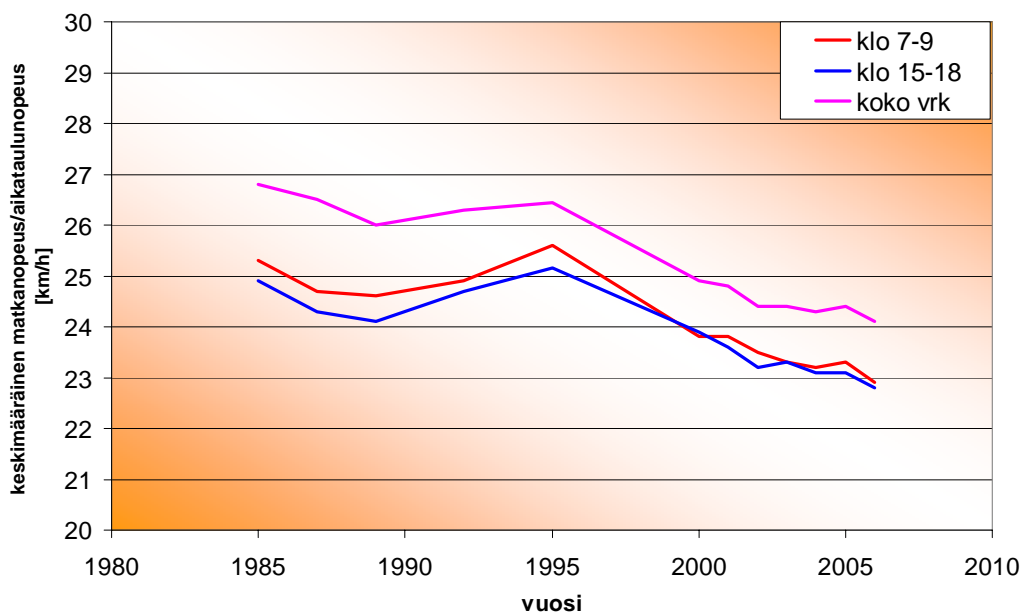
Joukkoliikenteen nopeuksia on tutkittu 1970-luvulta lähtien. Yleisesti nopeudet ovat laskeneet muun liikenteen ja sen aiheuttamien ruuhkien lisääntyessä. Joukkoliikenteen nopeuksien kehittymiseen ovat kuitenkin vaikuttaneet nopeuttamistoimenpiteet. Keskeisinä nopeuksiin vaikuttavina tekijöinä on ollut esimerkiksi 1974 ollut pääkaupunkiseudun joukkoliikennekokeilu ja 1980-luvulla bussikaistojen voimassaoloaikojen laajentaminen (Merin ja Haataja 1990). Vuonna 1999 on aloitettu liikennevaloetuksien toteuttaminen Helmi-järjestelmällä ja 2000-luvulla on avattu Jokeri-linjaan liittyviä joukkoliikennekatuja.

Bussiliikenteen nopeuksista on tehty erillisiä tutkimuksia. Lisäksi ajonopeuksia on tarkasteltu muiden tutkimusten, kuten lippulajilaskentojen yhteydessä. Pääkaupunkiseudun matkakorttijärjestelmän infokanta tarjoaa mahdollisuuden seurata mm. bussiliikenteen matka-aikoja. Infokannan tiedot kerätään matkakorttijärjestelmän keskusjärjestelmästä.

Lepistö (1998) on tarkastellut bussiliikenteen viiveitä HKL:n linjoilla vuosina 1996–1997. Viiveet painottuivat lähinnä keskustaan, Mannerheimintielle Ruskeasuolle, Töölön tulin ja kisahallin ympäristöön sekä Pasilaan, Sturenkadulle ja Hakamäentielle. Selvityksessä ei kuitenkaan tarkasteltu esimerkiksi Huopa-

lahdentietä. Viiveitä aiheuttivat erityisesti valo-ohjauksiset liittymät ja ruuhkat. Luvun 3.2 matkakorttijärjestelmän ajoaikojen ja luvun 2 kyselyjen ja keskustelujen perusteella samat kohteet aiheuttavat edelleen viiveitä.

Kuvassa 5 on esitetty Helsingin sisäisten bussilinjojen keskinopeuksien kehittyminen vuosina 1985–2006. Vuodesta 2000 alkaen aineisto perustuu matkakorttijärjestelmän ajoaikoihin (Haataja 1995 ja 2000 sekä Salonen 2006). Vanhempi aineisto perustuu matkustajalaskentojen ohessa tehtyihin mittauksiin.



Kuva 5. Helsingin sisäisen bussiliikenteen keskimääräisiä matkanopeuksia (Leppistö 1996, Haataja 2006 ja Salonen 2006).

Vuodesta 1985 vuoteen 2006 ovat bussiliikenteen nopeudet laskeneet 10 prosenttia. Keskeisiä syitä ovat muun liikenteen kasvusta aiheutuva ruuhkautuminen ja bussien aiempaa hitaammat ovitoiminnot, joita on käsitelty tarkemmin luvussa 5. Hidastumisesta koituu liikennöintikustannusten kasvua ja palvelutason heikentymistä. Kustannukset kasvavat, koska saman lähtömäärän ajamiseksi tarvitaan enemmän busseja ja kuljettajia. Liikenteen hidastumisesta on aiheutunut 6,3 miljoonan euron vuosittainen liikennöintikustannusten kasvu vuoden 2005 hintatasossa (Riikonen ym. 2006). On kuitenkin huomattava, että vastaavana ajanjaksona liikenteen kilpailuttamisen vuoksi liikenteestä maksettavat korvaukset ovat alentuneet enemmän kuin nopeuden hidastumisesta on aiheutunut lisäystä. Kilpailun myötä alentuneet korvaukset ovat mahdollistaneet tarjonnan lisäyksen.

Jos liikennettä voitaisiin nopeuttaa, liikennöintikustannukset alenisivat. Tällöin myös lipputuloja tarvittaisiin vähemmän. Jos bussiliikenteen keskinopeus voitaisiin nostaa vuoden 1985 tasolle, kustannukset olisivat 11,2 prosenttia eli 7,0 miljoonaa euroa nykyistä alhaisemmat. Vuonna 2005 lipputulot olivat 104,7 miljoonaa euroa (HKL 2006). Jos liikennettä voidaan nopeuttaa, kustannukset ovat alhaisemmat ja siten lipputulosten tarve 98,4 miljoonaa euroa eli noin kuusi prosenttia nykyistä vähemmän. Lippujen hintoja voitaisiin alentaa vastaavasti kuusi prosenttia.

Nopeuden ja lippujen hintojen alentaminen kasvattaa matkustajamääriä. Luvussa 2.3.2 on esitetty nopeuden ja lipun hinnan muutosten joustokertoimet. Bussiliikenteen keskinopeuden kasvaessa 11,2 prosenttia matkustajamäärä kasvaisi 5,6 prosenttia. Suurempien matkustajamäärien myötä myös lipputulot kasvaisivat, jolloin yksittäisen lipun hintaa voitaisiin edelleen laskea. Kun huomioidaan keskinopeuden kasvun ja lippujen hintojen alenemisen aikaan saama matkustajamäärien kasvu, lipputuloja tarvittaisiin 15,6 prosenttia nykyistä vähemmän. Saman verran voitaisiin lippujen hintoja alentaa. Käytännössä lipun hinta ei laske näin paljoa, koska osa säästöistä käytettäisiin palvelutason parantamiseen ja tariffituen pienentämiseen.

4 JOUKKOLIIKENTEEEN NOPEUTTAMISEN KEINOT JA VAIKUTUKSET

4.1 Bussiliikenteen nopeuttamistasot ja aiemmin toteutettuja nopeuttamistarkasteluita

Bussiliikenne ja sen etuudet voidaan jakaa kolmeen tasoon (IEA 2002):

- Bussit liikennöivät muun liikenteen joukossa ilman etuuksia
- Busseille on varattu rajallisesti etuuksia, kuten bussikaistoja ja liikennevaloetuksia ja
- Bussit liikennöivät omilla väylillään erotettuna muusta liikenteestä ja muun liikenteen vaikutuksia on minimoitu.

Varhaisin bussien etuusjärjestelmiä käsittelevä teoria on julkaistu vuonna 1962. Erityisesti 1970-luvulla on eri puolilla maailmaa varsin laajalti toteutettu bussikaistoja, jotka mahdollistavat muun liikenteen jonojen ohittamisen.

Parlamentaarisen liikennekomitean aloitteesta ja liikenneministeriön toimesta pääkaupunkiseudulla tehtiin vuonna 1974 joukkoliikennekokeilu (Smeds ym. 1975). Kokeilussa olivat mukana pääkaupunkiseudun lisäksi Jyväskylän kaupunkiseutu, Puolangan ja Suomussalmen kunnat Kainuussa sekä Nauvon, Houtskarın ja Korppoon kunnat Turun saaristosta.

Pääkaupunkiseudun joukkoliikennekokeilussa olivat mukana seuraavat kohteet (Smeds ym. 1975):

- Joukkoliikenteen kaista- ja väyläjärjestelyt välillä Rautatientori-Tuusulantie ja Bulevardilla
- Joukkoliikennejärjestelyt risteyksissä: Vanha Viertotie, Huopalahdentien ja Paciuksenkadun risteys, Ramsaynrannan ja Paciuksenkadun risteys, Paciuksenkadun ja Tukholmankadun risteys sekä Bulevardi
- Joukkoliikenteen mukaan ajoitetut liikennevalot Mannerheimintiellä
- Pikabussi- ja kaistakokeilu välillä Tapiola-Kamppi
- Palvelutasokokeilu Tontunmäen pientaloalueella
- Liityntäliikennekokeilu radanvarsialueella Vantaalla
- Poikittaisliikennekokeilu Länsimäki-Pähkinärinne
- Tiedottamiskokeilu Kauniaisissa ja

- Pysäköintialueet.

Pääkaupunkiseudun joukkoliikennekokeilun kustannukset olivat kaikkiaan noin 2,5 miljoonaa markkaa (2,05 miljoonaa euroa vuoden 2006 hintatasossa) (Smeds ym. 1975 ja Tilastokeskus 2006). Kokeilun yhteydessä tehtiin merkittävät mittaus- ja vaikutusselvitykset. Monet joukkoliikenteen nykyiset fyysiset etuusjärjestelyt pohjautuvat vuoden 1974 joukkoliikennekokeiluun. Kokeilun nopeuttamiseen liittyviä toimenpiteitä ja niiden vaikutuksia on käsitelty raportissa tarkemmin kunkin nopeuttamiskeinon yhteydessä.

4.2 Joukkoliikennekaistat

4.2.1 Joukkoliikennekaistojen järjestäminen

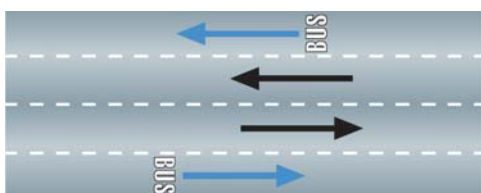
Joukkoliikennekaistalla tarkoitetaan ajoradan osaa, joka on yksinomaan tai pääasiallisesti varattu joukkoliikenteelle (PLL 2001a). Joukkoliikennekaistojen varaamisesta ei ole olemassa yleispäteviä ohjeita. Kaistojen tarve arvioidaan taupauskohtaisesti. Laurila (1988) jakaa varaamisperusteet liikennemääriin, -politiikkaan ja -talouteen. Taulukossa 2 esitetyt suositukset ovat olleet pitkään melko samoja (vrt. Luhtala 1977). Eri kaupungeissa käytetään kuitenkin omia, huomattavastikin toisistaan poikkeavia raja-arvoja: esimerkiksi Dublinissa ja Hampurissa vähimmäismäärä bussikaistan varaamiselle on 15 bus-sia/tunti/suunta, Suomessa 20 bus-sia/tunti/suunta ja Yhdysvalloissa 60 bus-sia/tunti/suunta (Aro 1975 ja Lehtinen ym. 1988). Giannopoulos (1989) esittää myös bussien käyttöasteen yhtenä kaistan varaamisperusteena. Liikennepoliittisena varaamisperusteena on julkisen liikenteen käytön lisääminen. Liikenneta-loudelliset edut ovat matkustajien ja liikennöitsijöiden aikasäästöjä.

Taulukko 2. Suositus linja-autokaistan varaamiseksi (PLL 2001a).

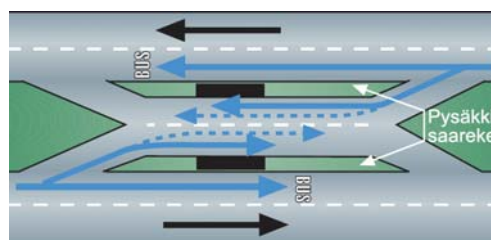
Liikenne la/h yhteen suuntaan	Suositus kaistavaraukseksi	Suosituksen perustelu	Huomautuksia
alle 10	EI YLEENSÄ	Vaikeuttaa kohtuuttomasti muuta liikennettä. Katuinvestoinnin hyöty jää pieneksi.	10 linja-autoa kuljettaa ruuhka-aikana 700 matkustajaa/h eli saman verran kuin henkilöautokaista katuverkossa.
10–60	MAHDOLLINEN	Edellyttää laskelmia ja lisäselvityksiä kaistan eduista ja haitoista. 1)	35 linja-autoa kuljettaa 35 x 70 = 2450 matkustajaa/h eli enemmän kuin kolme kaistaa katuverkossa henkilöautolla.
60–125	AINA	Kansainvälinen alaraja (60 la/h) linja-autokaistan varaamiseksi pitkälle autoistuneissa maissa.	60 linja-autoa kuljettaa 4200 matkustajaa/h eli vastaa kuutta kaistaa katuverkossa henkilöautoilla.
yli 125	EI AINA RIITTÄ	Edellyttää toimiakseen liikennevaloetuksia, kääntymiskais-tajärjestelyjä, pysäkkisyvennyksiä jms.	Linja-autojen keskimääräinen väli 30 sekuntia merkitsee ongelmia pysäkeillä.
1) Kaistavarausta voidaan pitää tarpeellisena tilanteessa, jossa <ul style="list-style-type: none"> - esiintyy 5 min myöhästymistä aikataulun mukaisesta matka-ajasta - matkanopeus reittiosalla on alle 20 km/h (matka-aika) - matka-aikasuhde joukkoliikenne/henkilöautoliikenne ylittää reittiosalla arvon 2 (joukkoliikenteen kilpailukyky) - joukkoliikenne/henkilöautoliikenne henkilömäärien suhde ylittää arvon 1,5 			

Kaistat voivat olla esimerkiksi:

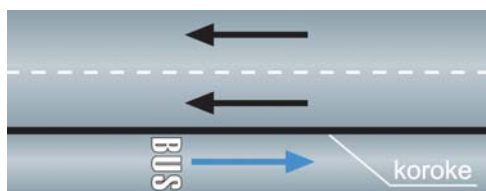
- Myötävirtakaistoja ajoradan reunalla (kuva 6)
- Myötävirtakaistoja ajoradan keskellä (kuva 7)
- Vastavirtakaistoja (kuvat 8 ja 10) tai
- Vaihtuvavirtakaistoja (kuva 9)



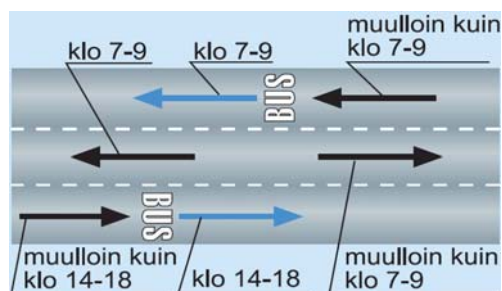
Kuva 6. Myötävirtakaistat ajoradan reunoilla (tyypilliset bussikaistat Helsingissä) (PLL 2001a).



Kuva 7. Myötävirtakaistat ajoradan keskellä (tyypilliset raitiovaunukaistat Helsingissä) (PLL 2001a).



Kuva 8. Vastavirtakaista yksisuuntaisella kadulla (PLL 2001a).



Kuva 9. Vaihtuvavirtakaista (PLL 2001a).



Kuva 10. Vastavirtakaista Pariisin Avenue Montaignella. Opastemerkillä kerrotaan, että kaistan väärinkäyttöä valvotaan videovalvonnalla.

Ajoradan reunassa olevien myötävirtakaistojen ongelmana ovat pyöräilijät, väärin pysäköidyt autot ja oikealle kääntyvät ajoneuvot, jotka joutuvat väistämään jalankulkijoita (FTA 2004, Giannopoulos 1989 ja Laurila 1988). Jakeluliikenteelle pitäisi järjestää mahdollisuus lailliseen pysäköintiin ruuhka-ajan ulkopuolella. Kaistan sijaitessa ajoradan keskellä matkustajat joutuvat ylittämään ajoradan. Ongelmana ovat myös vasemmalle kääntyvät ajoneuvot sekä pysäkkien vaatima tila. Vastavirtakaista on yksisuuntaisella kadulla muuta liikennettä vastaan. Vaihtuvavirtakaista järjestetään ruuhkasuuntaan, tai se saa vähemmän kuormitetulta suunnalta yhden kaistan käyttöönsä. Joissakin tapauksissa molempien suuntien joukkoliikennekaistat voidaan sijoittaa samalle puolelle katua.

Joukkoliikennekaistojen erottamiseksi muista kaistoista on useita vaihtoehtoja. Bussi- tai raitiovaunukaista erotetaan muusta ajoradasta normaalia leveämmällä

ajokaistaviivalla tai sulkuviivalla (TLA 36§). Linja-autokaistaa ja -pysäkkiä osoittavien merkkien vaikutuksen tehostamiseksi ja selventämiseksi voidaan käyttää valkoista tiemerkinä ”BUS” (TLA 45§). Lisäksi kaista voidaan erottaa fyysisesti kiveyksellä (kuva 11) tai huomion korostamiseksi maalata erillisellä värillä (kuva 12).



Kuva 11. Bussikaista on erotettu betonikokkeella muun liikenteen kaistoista Rue Saint-Lazarella Pariisissa.



Kuva 12. Havaitsemisen tehostamiseksi on käytetty valkoista kaistamerkinä ”BUS LANE” ja kaista on maalattu punertavaksi eräällä Lontoon linja-autokaistalla (Britton 2005)

Voimassaoloajan perusteella joukkoliikennekaistat voidaan jakaa kolmeen ryhmään (Laurila 1988 ja Viegas ja Lu 2003). Kaistavaraus voi olla voimassa:

- Pysyvästi
- Osan vuorokaudesta (esimerkiksi ruuhka-aikoina) tai
- Epäsäännöllisesti (vain bussin kulkiessa)

Useissa Euroopan kaupungeissa kaistat ovat pysyviä, mikä yksinkertaistaa informaatiota (Laurila 1988). Helsingissä kaistat ovat yleensä voimassa osan vuorokaudesta, Tampereella pysyviä ja Turussa pysyviä tai voimassa osan vuorokaudesta (Sivenius 2004 ja Salonen 2004). Epäsäännöllisesti voimassa olevat bussikaistat edellyttävät bussien automaattista paikannusjärjestelmää, liikenteen ohjauksen keskusjärjestelmää ja kaistakohtaista opastusta (kuva 13, Viegas ja Lu 2003). Kun bussi on saapumassa katuosalle, se lähettää viestin keskusjärjestelmälle, jonka kautta kaista varataan bussikaistaksi. Jos linjalla on käytössä liikennevaloetusjärjestelmä ja sen keskusjärjestelmä, ei epäsäännöllisiä bussikaistoja varten tarvita muuta järjestelmää (Eichler ja Daganzo 2005). Järjestelmän toimivuus edellyttää, että kaista varataan busseille riittävän ajoissa. Tällöin muut ajoneuvot ehtivät siirtyä pois kaistalta eikä uusia tule enää kaistalle. Epäsäännölliset bussikaistat soveltuvatkin tilanteisiin, joissa bussien määrä on vähäinen.



Kuva 13. Epäsäännöllisen ja vaihtuvavirtakaistan osoittamiseksi käytetään kaistaopasteita.

Joukkoliikennekaistojen käyttö voidaan sallia myös muille ajoneuvoille. Epäsäännölliset joukkoliikennekaistat ovat varattuja vain osittain joukkoliikenteelle ja muuna aikana niiden käytöstä ei ole rajoituksia. Helsingissä on käytössä joukkoliikenteen ja jakeluliikenteen yhteiskaistoja, joilla jakeluliikenne on sallittu ruuhka-aikoja lukuun ottamatta.

Pohjois-Amerikassa on käytössä monimatkustaja-ajoneuvokaistoja (HOV-lane), joilla saavat kulkea ajoneuvot, joissa on vähintään 2 matkustajaa (High Occupancy Vehicle, HOV). Matkustajien määrää koskeva raja voidaan asettaa myös korkeammaksi. Kaluston koolle kaistalla ei ole asetettu rajoituksia.

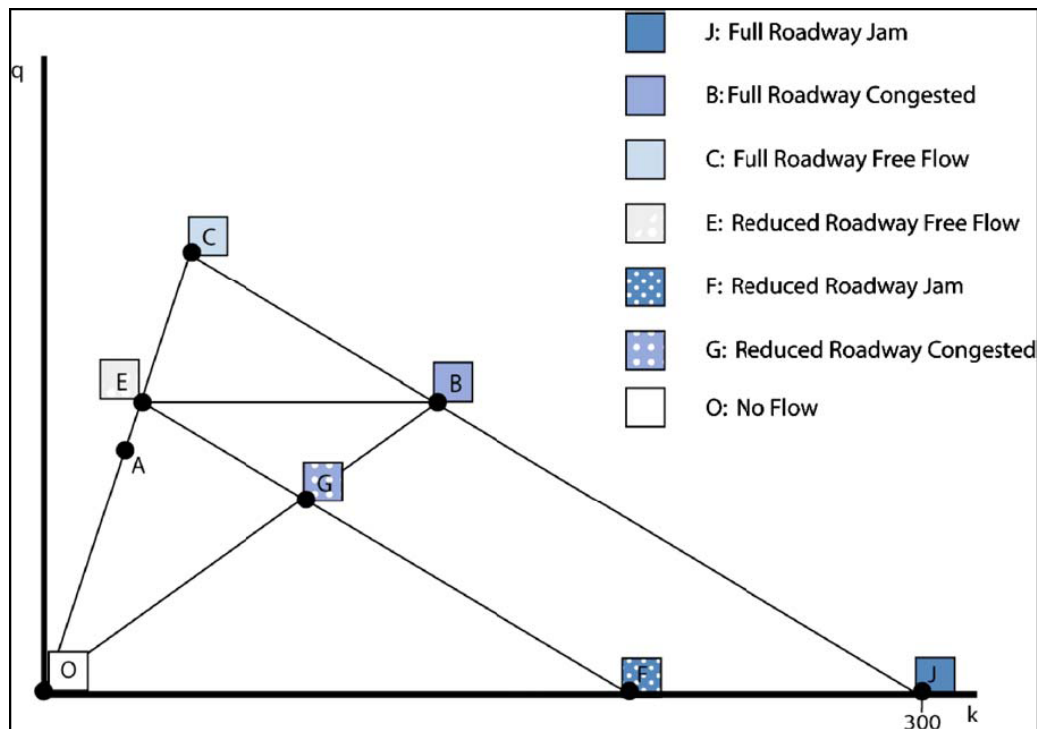
Pääkaupunkiseudun joukkoliikennekokeilun yhteydessä kokeiltiin bussikaistaja väyläjärjestelyjen vaikutusta Rautatientorin ja Tuusulanväylän välillä (Himänen ym. 1975a). Kokeilu jaettiin kahteen vaiheeseen: ensimmäisessä vaiheessa linja-autokaistoja jatkettiin siten, että kaistat jatkuivat lähes koko matkan Rautatientorilta Tuusulanväylälle. Kokeilussa kaistojen varaamista vain bussiliikenteen käyttöön vaihdeltiin pelkästä ruuhka-ajan etuudesta koko vuorokauden kestävään etuuteen. Toisessa vaiheessa muuta liikennettä Pitkäsillalla rajoitettiin ja ruuhka-aikoina sillalla sallittiin vain joukkoliikenne. Nykyiset Hämeentien ja Mäkelänkadun bussikaistajärjestelyt pohjautuvat vuoden 1974 joukkoliikennekokeiluun. Pitkäsillan liikennettä ei ole kokeilun jälkeen rajoitettu.

4.2.2 Tavoitteet ja vaikutukset

Joukkoliikennekaistat parantavat joukkoliikenteen nopeutta ja säännöllisyyttä 15–20 prosenttia (Ojala ja Pursula 1994). Joissakin selvityksissä on nopeuksien todettu kasvaneen jopa 25 prosenttia (Laurila 1988). Myös onnettomuuskustannukset vähenevät onnistuneilla ratkaisuilla. Hyödyistä huolimatta liikennetaloudellisia etuja käytetään varaamisperusteina harvoin. Linja-autokaistojen kapasiteettiin vaikuttavat matkustajien määrät, pysäkkiviiveet, liikennevalo-ohjaus, pysäkkien ja liikennevalojen keskinäinen sijainti, oikealle kääntyvien ajoneuvojen määrä sekä kaistaa käyttävien muiden ajoneuvojen määrä (Transportation Research Board 1997).

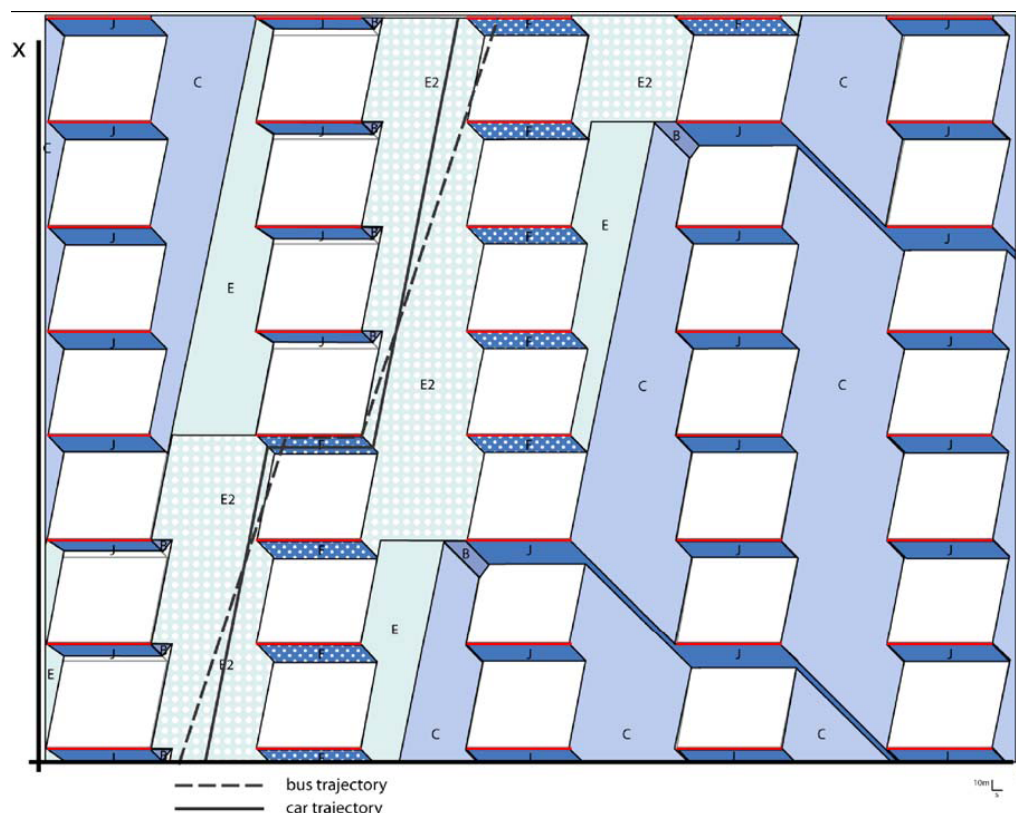
Epäsäännöllisesti voimassa olevat linja-autokaistat soveltuvat tilanteisiin, joissa linja-autojen määrä on vähäinen, muu liikenne vilkasta ja kaistojen kokonaisuusmäärä vähäinen. Jos muiden kaistojen kapasiteetti on suurempi kuin liikenteen määrä, yksi kaista voidaan erottaa joukkoliikenteelle. Seuraavassa kuvassa 14 on Eichlerin ja Daganzon (2005) esittämä liikennemäärän riippuvuus liikennetiheydestä. Kun kaikki kaistat ovat vapaasti ajoneuvoliikenteen käytössä, on kadun kapasiteetti pisteessä C ja suurin mahdollinen liikennetiheys pisteessä J. Kun

yksi kaista on varattu joukkoliikenteelle, putoaa kadun kapasiteetti pisteeseen E ja suurin liikennetiheys saavutetaan pisteessä F.



Kuva 14. Liikennemäärän riippuvuus liikennetiheydestä, kun kaikki kaistat ovat ajoneuvoliikenteellä ja, kun yksi kaista on varattu joukkoliikenteelle (Eichler ja Daganzo 2005).

Kuvassa 15 on Eichlerin ja Daganzon (2005) esittämä epäsäännöllisen joukkoliikennekaistan kapasiteetti. Tarkastelussa on käytetty Lighthillin ja Whithamin (1955) sekä Richardsin (1956) kuvailemaa kinemaattisen aallon teoriaa. Vaaka-akselilla on esitetty aika ja pystyakselilla etäisyys alkupisteestä. Kuvassa on oletettu, että ajoneuvoliikenne on jatkuvasti käyttämässä täyttä kapasiteettia. Ajoneuvojen kulku on esitetty yhtenäisellä viivalla ja bussin kulku katkonaisella viivalla. Bussi kulkee muuta liikennettä hitaammin, koska sen oletetaan pysähtyvän välillä pysäkeillä, mikä on huomioitu hitaammalla nopeudella. Kun muu liikenne on pysähtynyt esimerkiksi liikennevaloissa, bussi voi ohittaa jonon omaa kaistaa pitkin. Kun kaista on varattu busseille, muun ajoneuvoliikenteen kapasiteetti on E ja pysähtyneen liikenteen tiheys F. Kun kaistaa ei ole varattu busseille, ajoneuvoliikenteen kapasiteetti vastaavasti C ja pysähtyneen liikenteen tiheys J. Kun kaista vapautuu bussikaistasta muulle ajoneuvoliikenteelle, on liikenteen kapasiteetti hetkellisesti arvossa B.



Kuva 15. Aika-paikka koordinaatisto epäsäännöllisen joukkoliikennekaistan kapasiteetista. Epäsäännöllisen kaista varauksesta aiheutuvat muutokset on kuvattu ruudukolla.

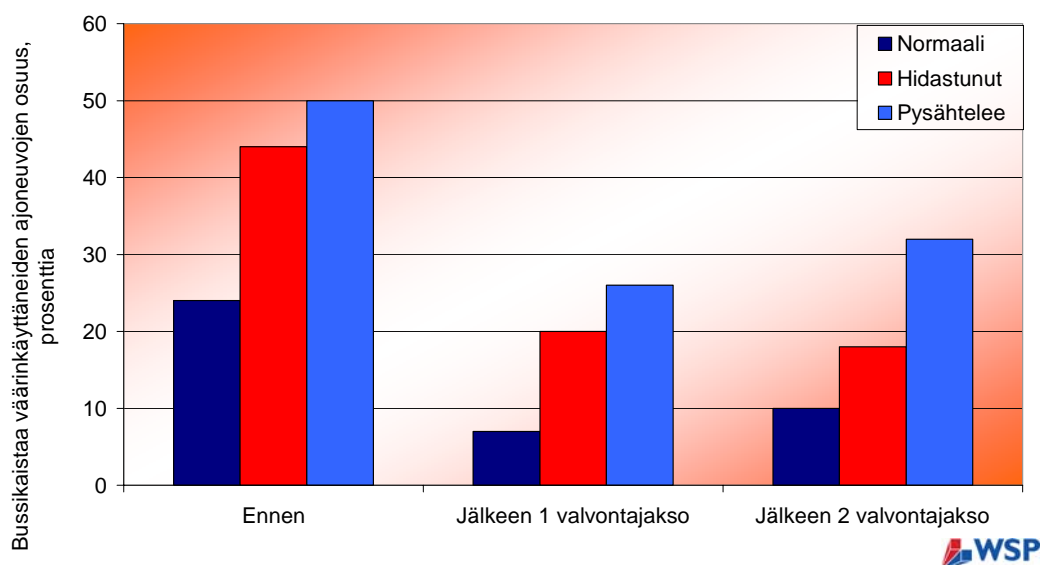
Joukkoliikenteen etuja on verrattava muun liikenteen haittoihin. Henkilöauto liikenteen pidentyvät matka-ajat, pysäköintiolot, ajokustannusten kasvu, onnettomuudet sekä jakeluliikenteen haitat vähentävät kokonaishyötyä (Korhonen 2005, Laurila 1988, Ojala ja Pursula 1994). Laajalla bussikaistojen verkostolla voidaan edesauttaa huomattavasti myös hälytysajoneuvojen etenemistä.

Vuoden 1974 joukkoliikennekokeilun aikana Pitkäsilta oli varattu joukkoliikenteelle ja Rautatien torin ja Tuusulanväylän välille varattiin bussikaistat (Himanen ym. 1975a). Liikennelaskennoissa havaittiin, että Pitkäsillan sulkeminen vähensi kantakaupungin ja esikaupunkialueiden liikennettä, mutta poikittaisliikenne kasvoi. Bussikaistat lyhensivät matka-aikoja sekä ruuhka-aikoina että niiden ulkopuolella 10–30 prosenttia. Lisäksi linja-autojen kulku tuli säännöllisemmäksi. Muulle liikenteelle kaistajärjestelyistä ei aiheutunut merkittävää haittaa. Matkustajamäärät lisääntyivät jonkin verran Pitkäsillalla, kun se suljettiin muulta ajoneuvoliikenteeltä. Säästöiksi arvioitiin noin 300 000 markkaa (noin 245 000 euroa) vuodessa. HKL tarvitsi liikenteen hoitamiseksi kaksi bussia aiempaa vähemmän. Tästä koitua säästö oli 290 000 mk (237 000 euroa). Lisäksi linja-automatkustajien aikasäästöiksi arvioitiin 325 000 tuntia vuodessa. Kokeilun aikana tehtiin Pitkäsillan busseissa matkustajahaastatteluita ja Oulunkylässä kotihaastatteluita. Matkustajahaastatteluuissa kymmenen prosenttia kertoi lisänneensä joukkoliikenteen käyttöä. Kotihaastattelun mukaan joukkoliikenteen käyttäjiksi siirtyi 4–5 prosenttia vastaajista. Kulutapaosuus Oulunkylän ja Helsingin niemien välisillä matkoilla kasvoi 61 prosentista 68 prosenttiin.

4.2.3 Joukkoliikennekaistojen väärinkäyttö ja valvonta

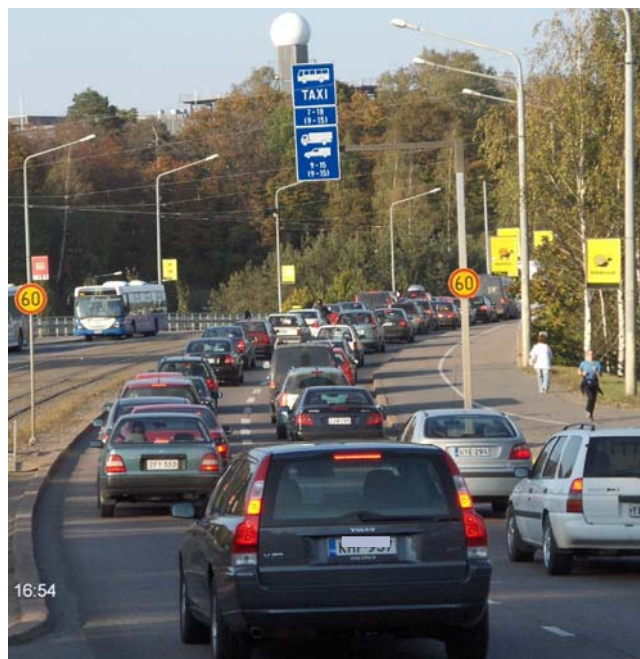
Joukkoliikennekaistojen väärinkäyttö on merkittävä ongelma (kuva 17). Kuljettajakyselyssä bussikaistoja pidettiin eräänä keskeisenä ongelmana Helsingissä ja niihin kolmasosaan ehdotettiin ratkaisuksi valvonnan lisäämistä. Kuljettajakeskusteluissa kaikki kannattivat valvonnan lisäämistä.

Valvonnasta tiedottamisen ja valvonnan vaikutusta joukkoliikennekaistojen väärinkäyttöön on selvitetty Länsiväylällä (Mäkinen 1990). Aluksi kaistan väärinkäyttöön liittyvistä ongelmista kerrottiin pari viikkoa ennen valvontaa. Valvontapäivänä asiasta tiedotettiin radiossa. Seuraava valvontaisku tehtiin noin kolmen kuukauden kuluttua. Toisesta valvontaiskusta ei tiedotettu. Valvonta tehtiin Länsiväylällä Haukilahden ja Westendin liittymien välissä aamuruuhkassa. Kuvassa 16 on esitetty ennen–jälkeen -tutkimuksen tuloksia. Länsiväylän liikenteen sujuvuuden heiketessä joukkoliikennekaistan väärinkäyttö lisääntyi. Seuranta tehtiin 14 kuukautta. Vähäiselläänkin valvonnan lisäämisellä saadaan joukkoliikennekaistaa luvatta käyttäneiden osuus huomattavasti vähentymään. Lisäksi valvonnalla on pitkäaikaisiakin vaikutuksia. Tiedottamisesta voidaan havaita olevan selkeää hyötyä. Tiedotus on perusteltua, koska tavoitteena on kaistaa luvatta käyttäneiden osuuden vähentäminen eikä sakotuksen maksimointi.



Kuva 16 Valvonnan ja valvonnasta tiedottamisen vaikutus joukkoliikennekaistan väärinkäyttöön Länsiväylän liikenteen sujuvuuden mukaan (Mäkinen, 1990).

Helsingissä bussikaistojen valvontaa on voitu lisätä vuoden 2003 lopussa, kun käyttöön on saatu siirrettäviä valvontakameroita. Valvonta edellyttää aina poliisin läsnäoloa poliisin hoitaessa kuvauksen. Syksystä 2006 alkaen sakkoja on voitu postittaa, mikä lisää jonkin verran valvontamahdollisuuksia (Metso 2006). Aiemmin rikkeiden käsittely on vaatinut huomattavan paljon aikaa.

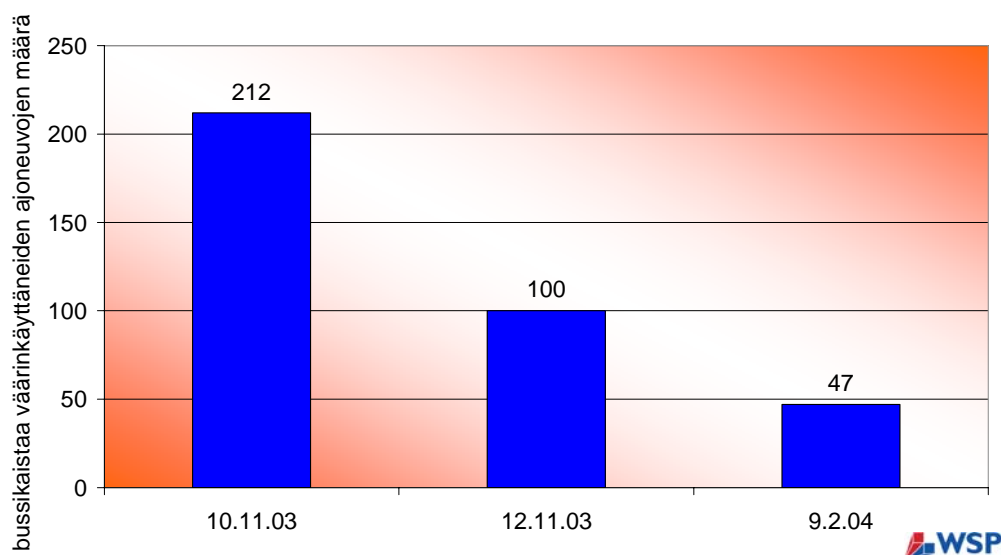


Kuva 17. Bussikaistojen väärinkäyttö on Helsingissä vakava ongelma ja aiheuttaa viivytyksiä ja epäluotettavuutta bussiliikenteelle. Kuva on Hämeentieltä Haukilahdenkadun risteyksestä pohjoiseen.



Kuva 18. Bussikaistojen valvonnasta on Lontoossa hyviä kokemuksia (TfL 2007).

Helsingissä on saatu hyviä kokemuksia bussikaistojen kameravalvonnasta. Kameraita koekäytettiin bussikaistojen valvontaan kesäkuussa 2003 (Pulkinen 2004). Syksyn 2003 ja talven 2004 ensimmäisten valvontapäivien tuloksia on esitetty kuvassa 19. Valvontaan liittyi voimakas tiedottaminen. Kiinnijäämisriski bussikaistan väärinkäyttämisestä on aiemmin ollut käytännössä olematon. Kameravalvonta on lisännyt huomattavasti koettua kiinnijäämisriskiä.



Kuva 19. Helsingissä eräällä sisääntulokadulla bussikaistaa väärinkäyttäneiden ajoneuvojen määrä valvonnan ensimmäisenä kolmena valvontapäivänä. Valvonta-aika on ollut klo 16.00-16.45. (Pulkinen 2004.)

Lontoossa bussikaistoja valvotaan kiinteillä kameroilla ja bussin keulaan asennetuilla kameroilla (kuva 18) (Troy 2004). Kameroita on asennettu 110 syksystä 2001 alkaen. Lisäksi paikkoihin, joissa väärinkäyttö on yleisintä, on asennettu 16 videokameraa. BusPlus-reittien 417 bussiin on asennettu kaistavalvontaa varten kamera. Automaattisen paikannusjärjestelmän perusteella kerätään tietoa kuvan paikasta ja ajankohdasta. BusPlus-reiteiksi on valittu osuuksia, joilla matkustajamäärät ovat korkeimpia.

Lontoossa kaistavalvonnalla on saavutettu asetetut tavoitteet (Troy 2004). Kaistoja väärinkäyttäneiden määrä on ollut jo ennen kameravalvontaa melko vähäistä. Valvonnan alkaessa väärinkäytösten määrä kuitenkin laski 69 prosenttia vuodesta 2000 vuoteen 2003. Bussien matka-aika kaistaa kohden laski keskimäärin 14 sekuntia ja keskimääräinen bussien matkanopeus kasvoi 28 prosenttia. Erityisesti on tutkittu linjaa 43, jolla keskinopeus nousi 18,9 km/h:sta 21,4 km/h:iin. Osuuksilla, joilla ei ollut bussikaistaa, nopeudet laskivat 0,1 prosenttia.

4.3 Liikennevaloetudet

4.3.1 Valoetuksien yleinen jako

Joukkoliikenteen liikennevaloetuksilla tarkoitetaan sitä, että valoja lähestyvän vaunun tulosuunnalle järjestetään vihreä vaihe tarvittaessa tavallista nopeammin. Valoetuksia on tutkittu ja toteutettu 1970-luvulta alkaen. Chada ja Newland (2002) tarkastelivat bussien valoetuksien hyötyjä ja haittoja simuloinnein. He havaitsivat, että vihreän jatkaminen tuotti busseille jonkin verran hyötyä ja vähän haittaa muulle liikenteelle. Simuloinneissa havaittiin tärkeäksi muiden liikennesuuntien kompensointi, kun bussin kulkusuunnassa on annettu enemmän vihreätä aikaa. Helsingissä ensimmäiset etuudet toteutettiin Tilkanmäessä vuonna 1958, kun raitiovaunu sai etuuden siirtyessään ajoradan keskeltä ajoradan reunaan (Sane 2006a). Liikennevaloetuksia toteutettiin laajemmin vuodesta 1974 alkaen kiinteäohjauksisina ja vuodesta 1978 alkaen ilmaisimien avulla.

Liikennevaloetudet voivat olla kiinteitä tai dynaamisia telemaattisia etuuksia. Dynaamiset eli aktiiviset etuudet perustuvat joukkoliikennevälineen tunnistamiseen. Tehokkaimmat etuusjärjestelmät perustuvat bussin automaattiseen sijainnin tunnistamiseen. Sekä kiinteitä että dynaamisia etuuksia on hyvä käyttää, kun joukkoliikenteen määrä on suuri ja pysäkkiajat vaihtelevat. Siten vihreää aikaa voidaan vaihdella todellisen tarpeen mukaisesti.

Valoetuksien toteutus jakaantuu (PLL 2001c sekä Chada ja Newland 2002):

- 1) Bussien ilmaisilaitteiden hankintaan
- 2) Etuuksien suunnitteluun ja ohjelmointiin valojen ohjauskojeeseen sekä
- 3) Kompensoinnin ja synkronoinnin suunnitteluun.

Kompensaatiolla tarkoitetaan muun liikenteen suunnan vihreän ajan pidentämistä etuuden jälkeen. Synkronoinnilla tarkoitetaan puolestaan palautumista normaaliin vaiheiden ajoitukseen yhteenkytketyissä valoissa.

4.3.2 Kiinteät valoetuudet

Kiinteillä eli passiivisilla etuuksilla tarkoitetaan järjestelmää, jossa liikennevalojen yhteenkytkennässä on huomioitu joukkoliikenteen kulku ja esimerkiksi pysäkkien sijainti (Hounsell ym. 2004). Mikäli vihreä aalto on katkaistava jollain välillä, se voidaan toteuttaa pysäkin kohdalla. Kiinteitä etuuksia voidaan käyttää, kun joukkoliikenteen määrä on suuri tai joustavampaa etuusjärjestelmää ei voida toteuttaa. Etuudet ajoitetaan keskimääräisten viivytysten mukaan.

Vuoden 1974 joukkoliikennekokeilun yhteydessä tarkasteltiin kiinteitä valoetuuksia (Ryynänen ym. 1975). Eri valo-ohjelmat olivat käytössä vain muutamia päiviä. Raitiovaunujen kulun mukaan ajoitetut liikennevalot nopeuttivat raitiovaunuja 10–23 prosenttia eli noin 1–2 minuuttia. Raitiovaunuohjelma lyhensi raitiovaunujen valoviiveitä keskimäärin 70 prosenttia ja valoissa pysähtymisten määrää 60 prosenttia. Henkilöautojen matka-aikaa ohjelma pidensi jonkin verran. Bussien kulun mukaan ajoitettu ohjelma lyhensi liikennelaitoksen bussien matka-aikaa noin 10 prosenttia eli 30–50 sekuntia (Ryynänen ym. 1975). Liikennelaitoksen bussien liikennevaloviiveet vähenivät 50 prosenttia ja pysähdysten määrä 30 prosenttia. Lähiliikenteen bussien matka-aikaan ohjelmalla ei ollut juuri vaikutusta. Ohjelmaa laadittaessa oli ongelmana, että liikennelaitoksen ja lähiliikenteen bussien pysäkit sijaitsevat eri kohdissa ja pysäkkiajat ovat eripituisia. Muun liikenteen kulkua ohjelma ei juuri hidastanut. Nykyiset aktiiviset telematiikkaan perustuvat etuudet ovat passiivisia etuuksia paremmat myös tilanteissa, joissa joukkoliikenteen määrä on suuri. Tällöin pysäkkiaikojen vaihtelut voidaan huomioida paremmin.

4.3.3 Telemaattiset valoetuudet

4.3.3.1 Telemaattisten valoetuuksien järjestäminen

Aktiiviset, telemaattiset valoetuudet edellyttävät vaunun tunnistamista, joka perustuu kolmeen eri tapaan (Hounsell ym. 2004):

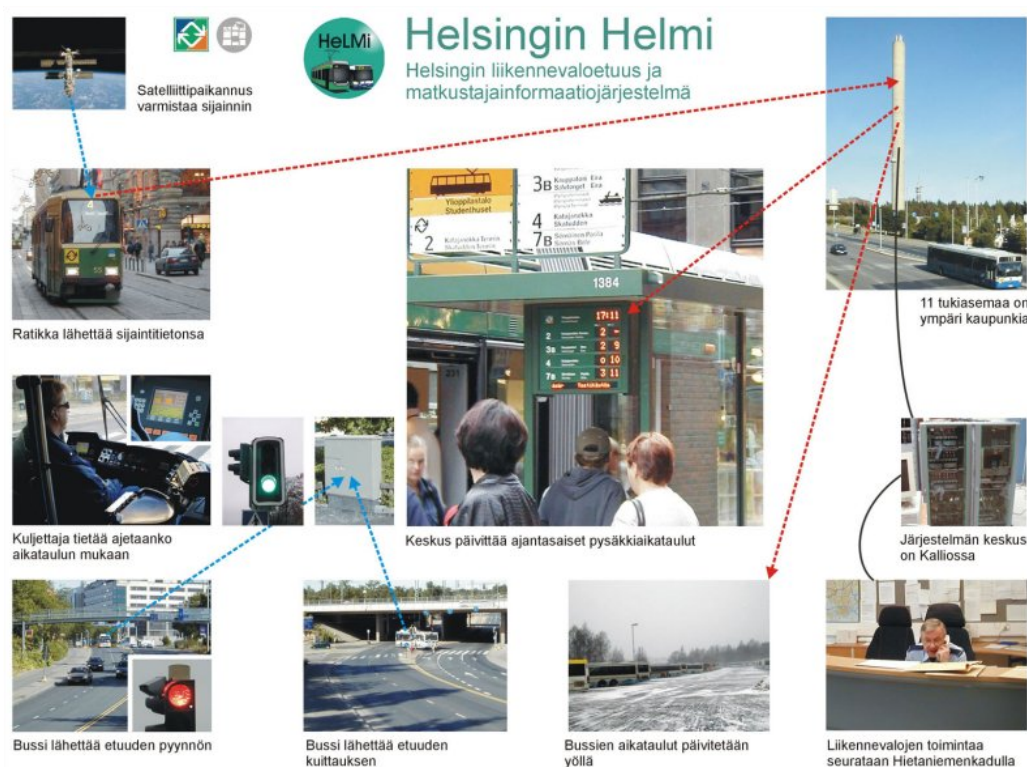
- 1) Infrastruktuuriin perustuviin ilmaisimiin
- 2) Bussin ja ohjauskojeen väliseen paikalliseen informaatioon tai
- 3) Bussin ja keskusjärjestelmän väliseen tiedonsiirtoon.

Ensimmäisessä tavassa vaunu tunnistetaan esimerkiksi pitkäsilmuikkailmaisimella (PLL 2001c). Tällöin valoetuuksien järjestäminen ei edellytä lisälaitteita. Menetelmä ei kuitenkaan tunnista nopeutta eikä muun liikenteen häiriöitä. Siksi erityisesti ruuhkatilanteissa bussi ei ehdi valojen läpi etuuden aikana. Ruuhkatilanteissa etuus voi puolestaan olla tarpeettoman pitkä. Toisessa tavassa vaunun tunnistus perustuu kadun varressa ja vaunussa olevien laitteiden yhteydenpitoon. Vaunu tunnistetaan esimerkiksi mikroaaltoilmaisimen avulla tai bussin lähettämästä infrapunasta (Hounsell ym. 2004). Kolmannessa tavassa bussi paikannetaan esimerkiksi GPS-satelliittipaikannuksella. Valoetuuksia varten voidaan käyttää lisäksi radioyhteyttä bussin ja valo-ohjauskojeen välillä.

Valoetuuksien järjestäminen voi vaihdella täysin paikallisesta täysin keskitettyyn järjestelmään. Täysin paikallisessa järjestelmässä ei tarvita jatkuvaa pai-

kannusjärjestelmää. Täysin keskitetyssä järjestelmässä puolestaan ajoneuvo ilmoittaa esimerkiksi GPS:ään perustuen sijaintinsa keskusjärjestelmään, joka siirtää tiedon tarvittaessa valo-ohjauskojeelle. Usein valoetuedet on järjestetty näiden ääri vaihtoehtojen välimuotona.

Helsingissä on Helsingin joukkoliikenteen liikennevaloetus- ja matkustajainformaatiojärjestelmä eli Helmi (kuva 20, Helsinki 2007a). Helmi-järjestelmässä vaunun sijainti paikannetaan satelliitin ja ödometrin avulla. Tieto lähetetään radioaaltoin tukiaseman kautta keskusjärjestelmälle. Vaunun sijainti tarkistetaan pysäkeillä satelliitin avulla. Pysäkkien välillä paikannus perustuu ödometriin. Liikennevaloja lähestyessään vaunu lähettää etuuspyynnön radiomodeemilla suoraan ohjauskojeelle, joka käynnistää etuuden. Kun bussi on ohittanut valot, se lähettää kuittauksen, ettei se enää tarvitse etuutta.



Kuva 20. Helsingin Helmi-järjestelmän toimintaperiaate (Helsinki 2007a).

Helsingissä ensimmäiset kokeilut raitiovaunujen valoetuksista toteutettiin vuonna 1978 (Långström ja Sane 1998). Sen jälkeisinä vuosina on kokeiltu pitkäsilmuikkailmaisimia, infrapunatunnistimia, mikroaaltoja ja bussin tunnistavia induktiosilmukoita. Nykyisin käytössä olevaa Helmi-järjestelmää alettiin toteuttaa vuonna 1999. Silloin raitiolinjalle 4 ja bussilinjalle 23 toteutettiin valoetuedet lähes 50 liittymään (Lehtonen ym. 2001). Nykyisin järjestelmässä on mukana 150 bussia, 14 bussilinjaa, 120 raitiovaunua kattaen kaikki raitiolinjat, 200 liikennevaloristeystä ja 30 ajantasaista pysäkkiaikataulunäyttöä (Helsinki 2006).

Syksyllä 2006 on alettu tutkia järjestelmää, jossa joukkoliikenteen etuuksia ohjataan keskitetysti (Lehmuskoski 2007). Kokeilussa mukana olevat ajoneuvot paikannetaan GPS:n avulla. Sijaintitieto päivittyy keskusjärjestelmän palveli-

melle sekunnin välein. Tiedon perusteella järjestelmä päättää etuustarpeesta ja antaa risteysten valo-ohjauskojeille tarvittaessa etuuspyyntöjä. Keskitetty etuusjärjestelmän palvelin kykenee nykyistä monipuolisempien etuuksien toteuttamiseen ja lisäksi investoinnit ovat huomattavasti nykyistä pienemmät.

Tehokkaat etuusjärjestelmät huomioivat kutsuja tehneiden bussien määrän ja keskenään kilpailevat etuuspyynnöt (Hounsell ym. 2004). Sen jälkeen ne optimoivat kutsut. Säännöllisyyden ja täsmällisyyden parantaminen ovat älykkäiden etuusjärjestelmien keskeisiä tavoitteita. Etuutta ei anneta bussille, joka on edellä aikataulusta.

Joukkoliikenteen etuudet voidaan antaa (Chada ja Newland 2002):

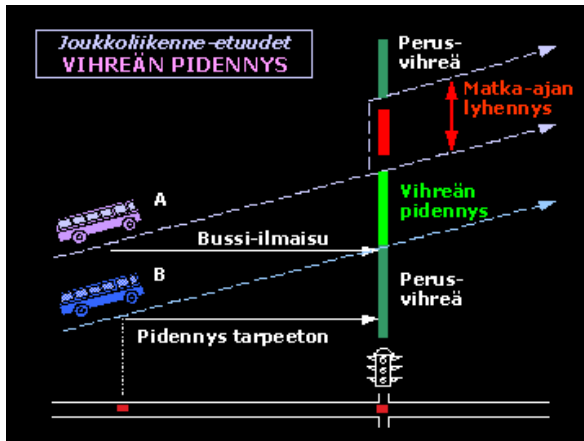
- 1) Kaikille busseille
- 2) Aikatauluun tai
- 3) Vuoroväliin perustuen.

Kun aikataulu huomioidaan, ei etuutta anneta etuajassa kulkevalle vaunulle (Chada ja Newland 2002). Kun taas käytetään vuoroväliin perustuvia etuuksia, seurataan bussien välisiä etäisyyksiä. Aikatauluun perustuvissa etuuksissa tavoitteena on parantaa liikenteen täsmällisyyttä. Vuoroväliin perustuvissa etuuksissa tavoitteena on parantaa säännöllisyyttä, mikä edelleen parantaa aikataulun mukaisia etuuksia paremmin täsmällisyyttä. Harvoin kulkevilla linjoilla aikatauluun perustuvat etuudet ovat parhaita. Esimerkiksi tunnin vuorovälillä liikennöitävällä linjalla ei ole merkitystä, jos edellinen lähtö kulki minuutin myöhässä. Tiheästi liikennöivillä linjoilla sekä vuorovälin että aikataulun huomioivat etuudet ovat tehokkaimpia. Siten bussit kuormittuvat tasaisesti ja näin täsmälliseen liikenteeseen palataan nopeammin.

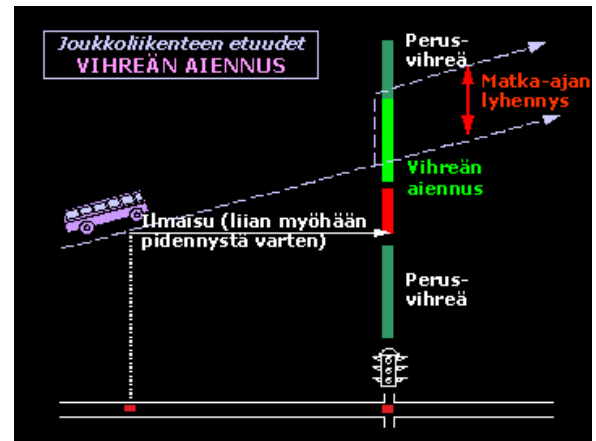
Suora etuus tarkoittaa sitä, että bussi saa etuuden, kun se lähestyy risteystä (Chada ja Newland 2002). Epäsuora etuus puolestaan tarkoittaa sitä, että jo ennen bussin tuloa pidennetään vihreää vaihetta, jos risteys on ruuhkainen. Siten bussin saapuessa on vähemmän ruuhkaa.

Vaiheiden pituuden ja järjestyksen perusteella valoetuuudet voidaan antaa (Sane 2001):

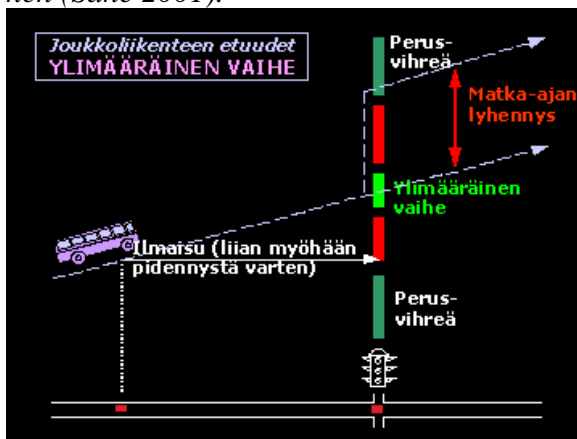
- Vihreän pidennyksenä (kuva 21)
- Vihreän aiennuksena (kuva 22)
- Ylimääräisenä vaiheena (kuva 23)
- Kierron nopeutuksena (kuva 24)
- Vaihejärjestyksen vaihtamisena
- Pakkoetuutena tai
- Nollaviive-etuutena



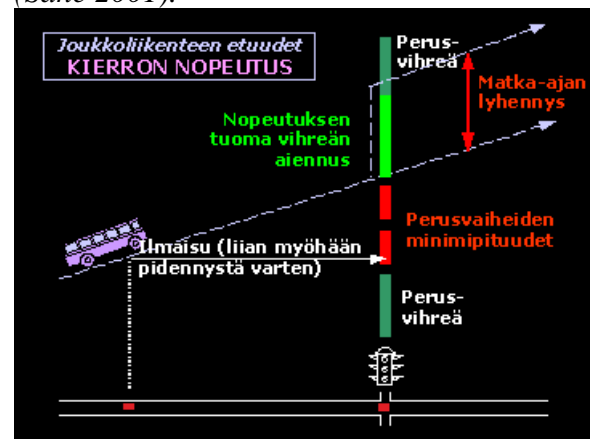
Kuva 21. Vihreän pidennyksen toteuttaminen (Sane 2001).



Kuva 22. Vihreän aiennuksen toteuttaminen (Sane 2001).



Kuva 23. Ylimääräisen vihreän toteuttaminen (Sane 2001).

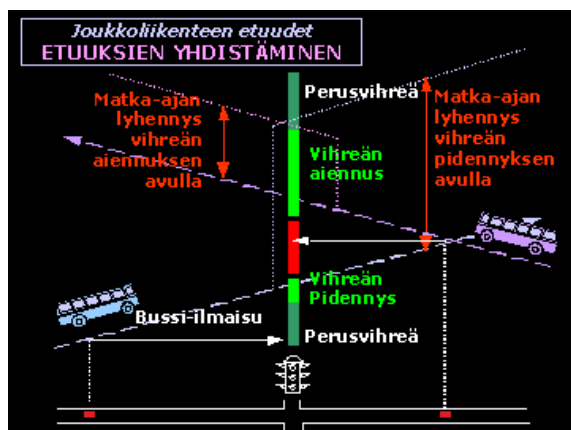


Kuva 24. Kierron nopeutuksen toteuttaminen (Sane 2001).

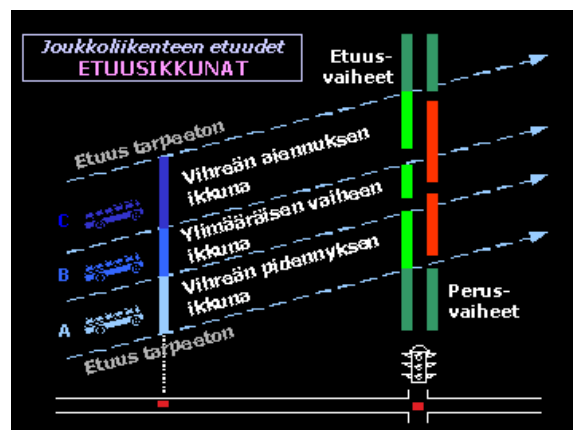
Tavallisin menetelmä on vihreän pidentäminen (Sane 2001). Vihreän aiennuksen mahdollisuudet ovat usein varsin vähäisiä suojateiden pitempien vaiheiden takia. Ylimääräinen vaihe on hyödyllinen erityisesti sivusuunnasta tuleville busseille, joille muutoin vihreän pituus olisi lyhyt. Vaihejärjestyksen vaihtaminen on harvinainen menetelmä, mutta periaatteessa mahdollinen sivusuunnan lyhyissä vaiheissa. Pakkoetus tarkoittaa sitä, että etuus annetaan mahdollisimman nopeasti katkaisemalla muut käynnissä olevat vaiheet. Pakkoetus tarkoittaa siten useimmiten ylimääräistä vaihetta. Nollaviive-etuuksissa vaunu tunnistetaan perinteisiä etuusia kauempaa, vähintään 300–500 metriä ennen risteystä. Koska Helsingissä risteysvälit ovat tavallisesti lyhyempiä, etuusia käsitellään tällöin useassa risteyksessä kerrallaan.

Kun vaunuja lähestyy samanaikaisesti useasta suunnasta, täytyy etuusia yhdistää. Vihreän pidennyksen ja aiennuksen yhdistäminen on esitetty kuvassa 25. Valojen parhaillaan käynnissä olevan vaiheen mukaan valitaan etuuden järjestämisperiaate. Siten kussakin valo-ohjauksisessa risteyksessä täytyy olla ohjelmoituna useampi soveltuva etuusohjelma (kuva 26). Kun joukkoliikenteelle on annettu etuus, on olennaista ohjelmoida myös kompensatio muille suunnille ja synkronoituminen palaten normaaliin vaiheiden ajoitukseen (kuva 27, Chada ja Newland 2002). Kompensatiolla vältetään muiden suuntien liikenteen jonou-

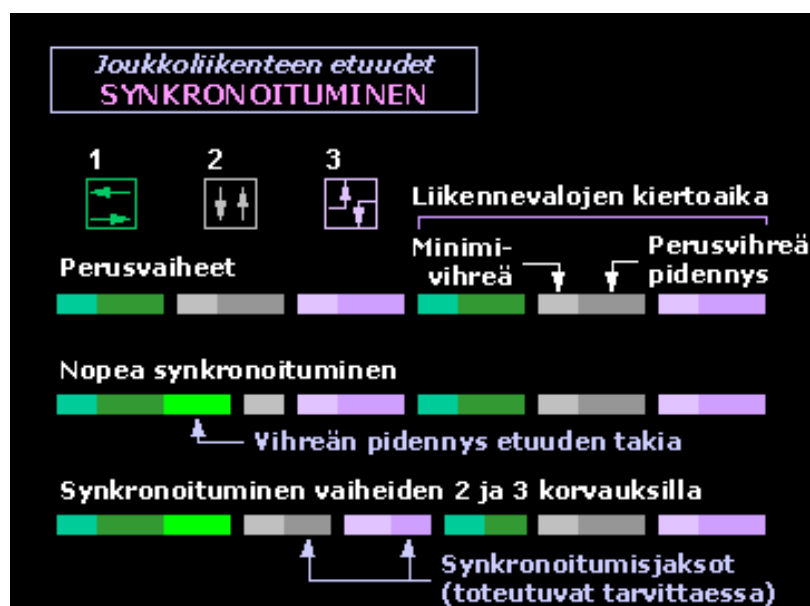
tumista. Synkronoituminen on tärkeää varsinkin yhteenkytketyissä valoissa. Erillisohjauksessa olevissa valoissa pelkkä kompensatio on riittävä.



Kuva 25. Joukkoliikenteen etuuksien yhdistämisen toteuttaminen (Sane 2001).



Kuva 26. Toteutettavan etuustavan valinta parhaillaan käynnissä olevan vaiheen mukaan (Sane 2001).



Kuva 27. Vaiheiden synkronointi ja kompensatio toteutetun etuuden jälkeen (Sane 2001).

Valoetuudet ovat aina haastavia, kun pysäkki on ennen liikennevaloja. Hounsell ym. (2004) esittää erääksi ratkaisuksi kahta etuuden pyyntökohtaa. Ensimmäinen on ennen pysäkkiä, jonka perusteella arvioidaan saapumisaika risteykseen. Tällä varaudutaan bussin tulon. Toinen pyyntöilmaisin on pysäkin jälkeen, jolloin tehdään varsinainen etuuspyyntö. Vaihtoehtoja on tarkasteltu mikrosimuloimalla ja todettu, että kahdella pyyntöilmaisimella bussien viivytykset vähenevät, kun samalla muiden ajoneuvojen viivytykset pitenevät vain hyvin vähän.

4.3.4 *Telemaattisten valoetuuksien vaikutukset*

Liikennevaloetuuksien hyötyyn vaikuttavat viiveiden määrä ennen etuuksia, annettujen etuuksien voimakkuus ja liikenteen ruuhkautuneisuus (DfT 2001). Viivytysten on todettu vähentyneen 5-10 prosenttia, kun liikenne on ruuhkautunut ja jopa 50 prosenttia, kun välityskyky on hyvä. Muulle liikenteelle aiheutuvat haitat ovat hyvin vähäisiä, kun liikennettä on vähän. Kun risteyksessä on ruuhkaa, vaunu ei välttämättä ehdi risteyksen läpi vihreän pidennyksen aikana. Näin ollen ruuhkaisissa risteyksissä muun liikenteen haitat ovat suuremmat. Bussien määrä vaikuttaa myös etuuksien hyötyyn. Etuudet eivät olennaisesti hyödytä kun bussien määrä risteyksessä ylittää 120 bussia tunnissa.

Helsingin Helmi-järjestelmän vaikutuksista tehdyssä tutkimuksessa todettiin, että tiedotuksella voidaan vaikuttaa kulkutavan valintaan ja reitin eli joukkoliikennelinjan valintaan (Lehtonen ym. 2001). Liikennevaloetuedet puolestaan vaikuttavat kulkutavan valintaan sekä liikennejärjestelmän ylläpitoon. Helmi-järjestelmän valoetuedet vähensivät liikennevaloviiveitä 40–48 prosenttia verrattuna siihen, ettei etuuksia olisi lainkaan. Raitiolinjalla viiveet vähenivät vähemmän kuin bussilinjalla, koska raitiolinjoilla oli jo aiemmin valoetuuksia erilaisella tekniikalla. Raitiolinjalla liikennevaloviiveet vähenivät minuutin ja 13 sekuntia suuntaa kohden. Bussilinjalla puolestaan viiveet vähenivät kolme minuuttia ja 18 sekuntia suuntaa kohden. Etuuksia oli bussilinjalla keskimäärin 20,5 valo-ohjauksisessa risteyksessä suuntaa kohden. Siten etuedet vähensivät viivytyksiä noin 10 sekuntia risteystä kohden. Matka-ajat lyhenivät raitiolinjalla noin prosentin ja bussilinjalla 11 prosenttia (3 minuuttia 18 sekuntia). Yhteenkytketyissä valoissa etuuksien vaikutus on vähäisempi kuin erillisohjauksisissa valoissa (Sane 2006b). Nollaviive-etuedet ovat vähentäneet viiveitä noin puoleen perinteisiin etuuksiin verrattuna.

Lontoossa aikasäästöt ovat keskimäärin 3-6 sekuntia risteystä kohden (Hounsell ym. 2004). Kun ruuhkia on vähemmän, ovat vaikutukset olleet isompia. Charlottessa, Pohjois-Carolinassa etuedet ovat vähentäneet liikennevaloviiveitä noin 15 sekuntia risteystä kohden (Chada ja Newland 2002). Keskimääräiset matka-ajat ovat lyhentyneet 24 prosenttia ja matkanopeudet puolestaan kasvaneet yli 30 prosenttia. Muun liikenteen viivytykset ovat lisääntyneet 1,4 prosenttia. Useissa kaupungeissa, kuten Los Angelesissa ja Beverly Hillsissä, liikennevaloviiveet ovat vähentyneet noin 25 prosenttia.

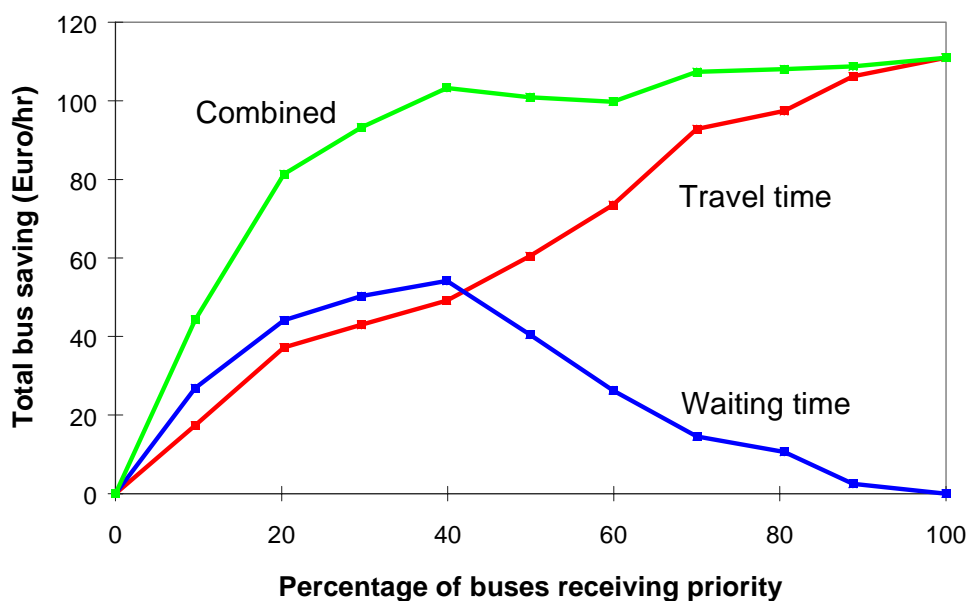
Helsingissä Helmi-järjestelmän ansiosta palvelun säännöllisyys parantui raitiolinjalla keskimäärin 18 prosenttia ja bussilinjalla 20 prosenttia. Täsmällisyys parantui raitiolinjalla 22 prosenttia ja bussilinjalla 58 prosenttia (Lehtonen ym. 2001). Helmi-järjestelmän arvioitiin lisänneen matkustajamääriä raitiolinjalla 4 yhdellä prosentilla (390 matkustajaa vuorokaudessa) ja bussilinjalla 23 lisäys oli 11 prosenttia (737 matkustajaa vuorokaudessa). Vaikutukset olivat bussilinjalla suurempia, koska raitiovaunuilla oli ollut jo aiemmin valoetuuksia. Telematiikkajärjestelmän jousto matkustajamääriin vaikuttaa näin ollen huomattavan suu-relta. Noin kolmasosa matkustajista arvioi matkan tulleen sujuvammaksi ja täsmällisyyden parantuneen. Myös muun muassa Charlottessa bussien aikataulussa

pysyminen on parantunut ja matkustajamäärät ovat kasvaneet (Chada ja Newland 2001).

Joukkoliikenteen valoetuudet ovat tavallisesti hyvin kannattavia (Hounsell ym. 2004). Useat eurooppalaiset järjestelmät ovat maksaneet itsensä yhden tai kahden vuoden aikana. Helmi-järjestelmän hyöty-kustannussuhteeksi on arvioitu 3,3 (Lehtonen ym. 2001). Järjestelmän kannattavuuteen vaikuttaa merkittävästi vaikutukset muun liikenteen sujuvuuteen. Toisaalta hyöty-kustannussuhteessa on arvioitu, että bussilinjalla saavutettu kaluston muutos oli -0,5 bussia, kun todellisuudessa linjalta 23 voitiin poistaa kokonaisuudessaan yksi bussi. Järjestelmän liikennöintikustannussäästöiksi on arvioitu noin 2,5 miljoonaa euroa vuonna 2007 (Seppänen 2007).

Kun valoetus annetaan vain myöhässä oleville busseille, voidaan parantaa liikenteen luotettavuutta (DfT 2001). Luotettavuus parantuu myös annettaessa valoetus kaikille busseille, koska viivytykset kokonaisuudessaan laskevat. Liikennevaloetuksia voidaan tehostaa siten, että etuuden vuoksi jokin toinen, vähäisen suunnan vaihe voidaan jättää kokonaan pois. Tällaiset vahvemmat etuudet on koettu hyödyllisiksi (Hounsell ym. 2004). Lisäksi valoetuksien hyötyjen lisäämiseksi ja muun liikenteen haittojen vähentämiseksi voidaan rakentaa joukkoliikennekaistoja ja esiopastimia. Tavallista tehokkaampia niin sanottuja pakkoetuksia voidaan DfT:n (2001) mukaan käyttää vain harvinaisissa tilanteissa, kuten hälytysajoneuvoille ja pikaraitiotielle. Jos liikennetiheys on saavuttanut kriittisen arvonsa, voivat pakkoetuuden vaikutukset olla huomattavan haitallisia muulle liikenteelle. Toisaalta eräänä mahdollisuutena on antaa voimakkaampi pakkoetus vain myöhässä oleville vuoroille muidenkin saadessa normaalin etuuden (Hounsell ym. 2000).

Hounsell ym. (2000) tarkasteli kahdeksan kilometrin katuosuutta, jolla oli 14 valo-ohjauksista liittymää ja 29 pysäkkiä. Busseja oli keskimäärin 40 tunnissa kulakin osuudella. Kuvassa 28 on esitetty yhteiskuntataloudelliset säästöt liikennevaloetuuden saaneiden bussien funktiona.



Kuva 28. Yhteiskuntataloudelliset säästöt liikennevaloetuuden saaneiden bussin funktiona (Hounsell 2002).

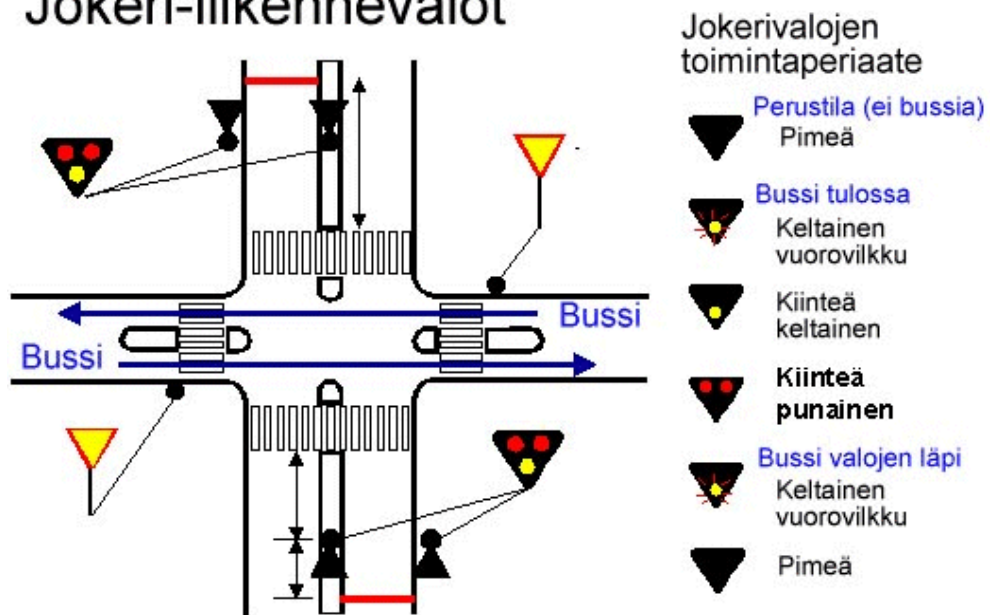
Suurimmat odotus- ja matka-aikakustannusten muutoksista koituvat säästöt saadaan, kun kaikille busseille annetaan etuudet (Hounsell ym. 2000). Kokonaisyödyt eivät kasva kuitenkaan merkittävästi sen jälkeen, kun yli 40 prosenttia on saanut etuuden. Etuuden saaneet ovat myöhässä kulkevia vuoroja. Hounsellin ym. (2000) kuusiviikkoisen kenttätutkimuksen perusteella valoetuudet parantavat pääsuunnassa myös muun liikenteen sujuvuutta. Kokonaisuudessaan muulle liikenteelle aiheutuvat viivytykset kasvoivat noin 1,5 prosenttia.

4.3.5 Jokeri-valot

Jokeri-valot ovat liikennevaloja, jotka ovat toiminnassa vain vaunun saapuessa. Ne mahdollistavat sivusuunnasta tulevan bussin sujuvan liittymisen pääkadun liikenteeseen tai pääkadun ylittämisen (Helsinki 2004). Jokeri-valot on suunniteltu alun perin pääkaupunkiseudulla liikennöivän Jokeri-bussilinjan (Joukkoliikenteen kehämäinen raideyhteys) tarpeisiin. Nykyisin valot palvelevat myös muita linjoja. Tampereella ensimmäiset jokerivalot otettiin käyttöön vuonna 2006 (Tampere 2007).

Jokerivalojen merkittävänä hyötynä on, että ne maksavat noin kolmasosan tavallisiin liikennevaloihin verrattuna (Helsinki 2000). Jokeri-valot nopeuttavat bussien kulkua ja parantavat ennen kaikkea täsmällisyyttä ja säännöllisyyttä (Helsinki 2004). Bussien kannalta Jokeri-valot toimivat kuten pakkoetuudet, koska busseilla ei pääsääntöisesti ole lainkaan liikennevaloista koituvaa viivytystä. Toisaalta muunkin liikenteen viivytykset vähentyvät, koska valot ovat toiminnassa vain bussin saapuessa. Bussin kulkusuunta on merkitty väistämisvelvolliseksi. Sen vuoksi turvallisuus ei heikenny. Jokeri-valoissa yhdistyvät siten valo-ohjauksisen ja valo-ohjauksettoman liittymän parhaat puolet. Jokeri-valot vaikuttavat olevan kaikilta näkökannoilta erittäin hyvä ohjausperiaate. Kuvassa 29 on esitetty Jokerivalojen toimintaperiaate.

Jokeri-liikennevalot

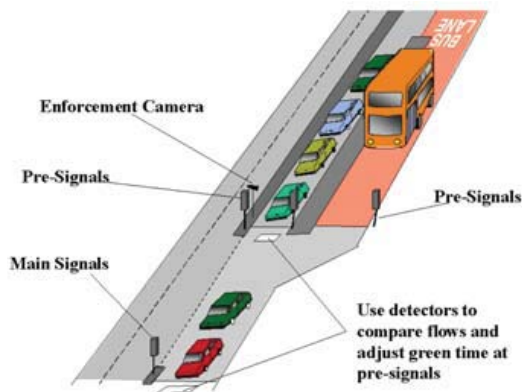


Kuva 29. Jokerivalojen toimintaperiaate (Helsinki 2004).

Kolmiaukkoiset opastimet sijoitetaan 10–20 metriä ennen risteystä. Ne sijoitetaan vain bussin kulkusuuntaa risteäville etuajo-oikeutetuille suunnille. Perustilassa opastimet ovat pimeinä. Bussin saapuessa valot ovat aluksi kolme sekuntia nopealla keltavilkulla, sen jälkeen kolme sekuntia kiinteällä keltaisella ja vaihtuvat lopuksi kiinteälle punaiselle. Bussin sivuutettua risteuksen valot ovat viisi sekuntia nopealla keltaisella vilkulla, minkä jälkeen ne siirtyvät perustilaan eli pimeiksi. Jokerivalojen toiminta edellyttää bussin tunnistamista. Joukkoliikennekadulla tunnistaminen voi tapahtua normaalilla induktiosilmukalla. Muilla kaduilla tunnistaminen edellyttää pelkästään bussin tunnistavaa ilmaisinta tai bussien automaattista paikannusjärjestelmää.

4.3.6 Ennakkovalot

Ennakkovalot ovat liikennevaloja, jotka ovat ennen varsinaisessa liittymässä olevia valoja (DfT 2003). Tällöin esimerkiksi bussit voidaan päästää eri aikaan tai aiemmin ennakkoalueelle, joka on ennakkovalojen ja varsinaisen liittymän välinen alue. Näin bussit voivat ohittaa autojonon ja päästä sujuvasti ryhmittymään varsinaiseen liittymään. Kuvassa 30 on esitetty ennakkovalojen toimintaperiaate ja kuvassa 31 on esitetty, miten ennakkovalojen on toteutettu käytännössä.



Kuva 30. Ennakkovalot parantavat joukkoliikenteen sujuvuutta (DfT 2003). Kuvassa on esitetty, että ennakkovalojen noudattamista valvotaan valvontakameralla.



Kuva 31. Ennakkovalojen ansiosta bussit voivat ohittaa autojonon (DfT 2003).

Busseja varten voi olla selkeästi tavanomaisesta poikkeava opaste tai opastinryhmä (kuvat 32 ja 33).



Kuva 32. Ennakkovalot suojatievalojen yhteydessä Kossuth Lajos Utcalla Budapestissä.



Kuva 33. Erillinen opastinryhmä busseille Avenue Franklin D. Rooseveltilla Pariisissa. Kuvassa erillinen opastinryhmä on suurennettu.

Ennakkovaloja on ollut useita vuosia käytössä joissakin Euroopan kaupungeissa (Wu ja Hounsell 1998). Englannissa ensimmäiset ennakkovalot otettiin käyttöön vuonna 1991. Tämän jälkeen ennakkovalojen käyttö on lisääntynyt huomattavasti. Esimerkiksi Lontoossa oli vuonna 1998 käytössä tai suunnitteilla lähes 40 ennakkovalot.

Ennakkovalojen tehokas hyödyntäminen edellyttää valo-ohjauksen perustumista liikennetieto-ohjaukseen (Wu ja Hounsell 1998). Valojen toimintaan liittyy kaksi ongelmaa. Esiopastimen ja varsinaisen liittymän väliselle alueelle kerääntyy ajoneuvoja, jos varsinaisen liittymän kapasiteetti ei riitä välittämään kaikkia ajoneuvoja. Toiseksi jonot voivat estää bussin pääsyn esiopasteelta ennakkovalu- eelle. Tästä koitua ongelma korostuu varsinkin toisessa tavassa, jossa myös busseille on ennakkovalot. Molempia ongelmia voidaan vähentää, kun sekä ennakkovalojen että varsinaisen liittymän valo-ohjauksen ajoitusta tarkennetaan.

4.4 Etuisuusjärjestelyt liittymissä

4.4.1 Valo-ohitukset

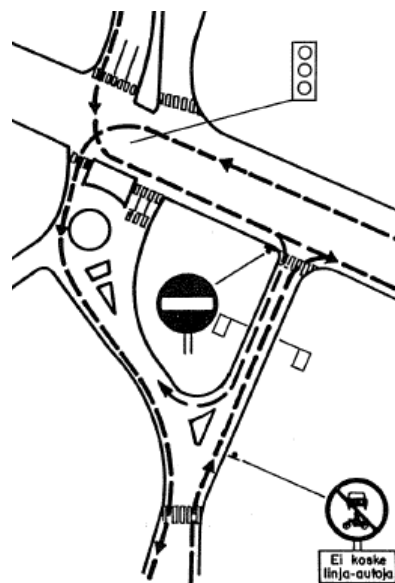
Liikennevalo-ohituksella tarkoitetaan sitä, että valo-ohjauksisessa liittymässä on järjestetty mahdollisuus ohittaa liikennevalot (Hyytiäinen ja Oinas 2005). Kolmihaaraliittymässä voidaan toisessa suunnassa järjestää ohituskaista liikennevalojen ohitse. Jos risteyksessä on suojatie, se täytyy porrastaa joukkoliikennekaistan kohdalla. Joskus valo-ohitukset voidaan toteuttaa niin, että myös busseille on valot suojatien yhteydessä. Tällöin valot suosivat kuitenkin busseja. Merkittävää etua saavutetaan, kun etuusjärjestelyjä voidaan toteuttaa useassa peräkkäisessä liittymässä. Oikealle kääntyvän liikenteen sujuvuutta voidaan parantaa niin sanotun vapaan oikean avulla. Vapaalla oikealla tarkoitetaan sitä, että oikealle kääntyvälle liikenteelle on järjestetty valo-ohjauksisessa liittymässä valo-ohitus.

Valo-ohitusten hyödyt voivat olla suurempia kuin luvussa 4.3 käsiteltyjen liikennevaloetuuksien, jotka perustuvat vaiheiden ajoitukseen. Valoetuuksista on hyötyä, kun vihreätä aaltoa ei voida toteuttaa tai bussin ollessa muun liikenteen kanssa eri rytmisissä pysäkillä pysähtymisen vuoksi. Valo-ohituksen aikasäästö ei voi olla liikennevalojen kierrosaikaa suurempi. Suurempia aikasäästöjä voidaan kuitenkin saada, kun valoetuuksien yhteydessä tehdään muita kaistajärjestelyjä. Tällöin bussit voivat ohittaa ruuhkautuvan osuuden. Helsingissä Vihdintiellä Kehä I:n liittymän kohdalle on suunniteltu valo-ohituksia busseille. Niiden on arvioitu vähentävän bussien viivytyksiä 20–65 prosenttia (5–25 sekuntia/bussi) suunnasta ja ajankohdasta riippuen (Ramboll 2006).

Munkkiniemen aukion valo-ohjauksiseen liittymään on rakennettu valo-ohitus Lehtisaaren eli Ramsaynrannan suunnasta tuleville busseille (kuvat 34 ja 35) (Himanen ym. 1975b). Valo-ohituksen yhteydessä on myös pysäkki. Rakentamiskustannukset olivat noin 27 000 markkaa vuonna 1974 (nykyrahassa noin 22 000 euroa, Tilastokeskus 2006). Ramsaynrannasta keskustan suuntaan kulkevien bussien matka-aika lyheni ruuhka-aikoina 35–119 sekuntia. Liikennöintikustannussäästöt olivat 4 200 markkaa vuonna 1974, mikä vastaa nykyisin 3400 euroa. Lisäksi matkustajat hyötyvät aikasäästöistä. Valo-ohitus on edelleen käytössä. Sanen (2005) mukaan nykyisin valo-ohitusta käyttää arkipäivisin 220 busssia ja aikakustannussäästöt ovat 120–150 sekuntia bussia kohden. Järjestelyn myötä ei ole tarvetta liikennevaloetuuksille valo-ohjauksisessa liittymässä, joka on erittäin ruuhkainen. Kustannuksiin nähden valo-ohitus on ollut siten erittäin kannattava.

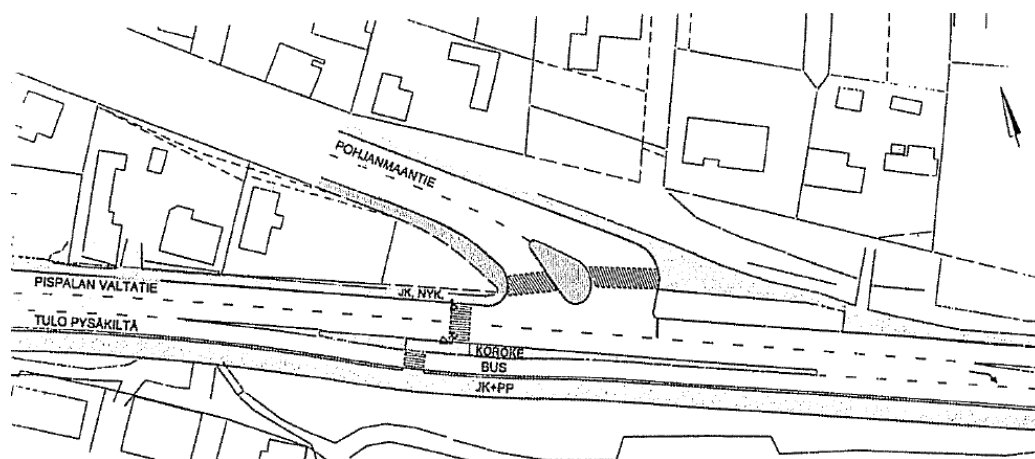


Kuva 34. Munkkiniemen aukion liikennevalo-ohituksen havainnekuva (Sane 2005).



Kuva 35. Munkkiniemen aukion liikennevalo-ohituksen periaatekuva (Tielaitos 1991).

Tampereella tutkittiin EU:n Capture-projektissa rakenteellisia keinoja paikallisliikennelinjan nopeuttamiseksi 1990-luvun puolivälissä. Pispalan valtatiellä tehtiin merkittävimpiä toimenpiteitä. Pispalan valtatie ja Pohjanmaantien liittymään rakennettiin liikennevalo-ohitus keskustan suuntaan kulkeville busseille (kuva 36). Suojatie on porrastettu eli se ei ole samassa linjassa kuin pääkadun valo-ohjauksinen suojatie. Valo-ohitus alkaa pysäkiltä ja muun liikenteen kaista päättyy risteuksen jälkeen, jolloin muu liikenne väistää bussia.

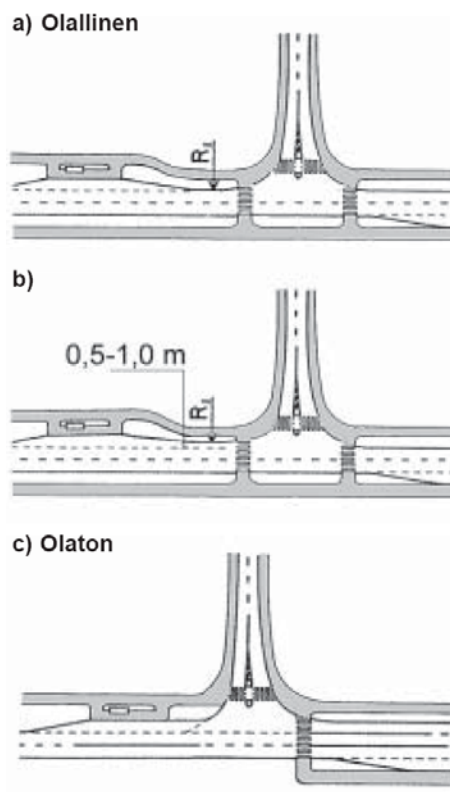


Kuva 36. Tampereella Pispalan valtatiellä toteutetun liikennevalo-ohituksen periaate (Tielaitos 1997).

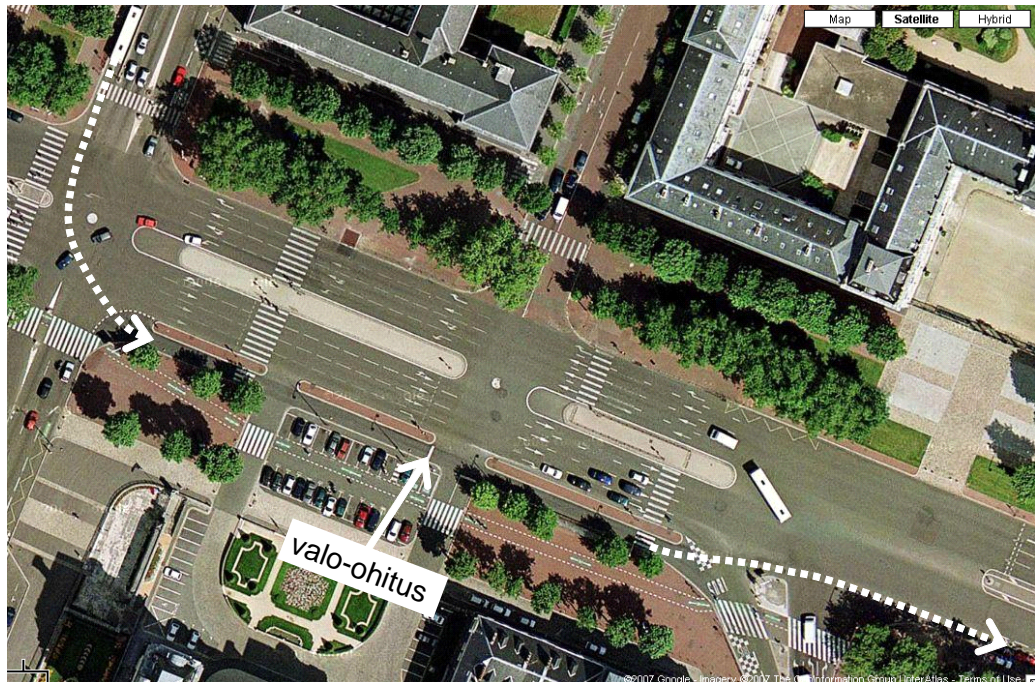
4.4.2 Kaistajärjestelyt risteysalueilla

Kaistajärjestelyillä tarkoitetaan muusta liikenteestä poikkeavan ajotavan sallimista joukkoliikenteelle risteysalueella. Tavoitteena on, että bussi voi ohittaa punaisiin valoihin kertyneen jonon. Tavallisin tapa on, että risteuksen jälkeiselle

pysäkille suoraan ajava bussi voi käyttää oikealle kääntyvien kaistaa (kuva 37). Valojen jälkeen ei välttämättä kuitenkaan tarvitse olla pysäkkiä. Kaista voi olla yhteiskaista kääntyvän liikenteen kanssa, jos kääntyvää liikennettä on alle 200–300 ajoneuvoa/tunti. Myös muita järjestelyjä voidaan käyttää. Kuvan 38 tilanteessa busseille on järjestetty normaalista poikkeavat etuudet, joihin liittyy myös valoetus.



Kuva 37. Liittymän jälkeen sijoitetun pysäkkilevennyksen toteuttamistapoja. (Hyytiäinen ja Oinas 2005).



Kuva 38. Busseille on sallittu 1) kääntyminen oikeanpuoleisimmalta kaistalta vasemmalle, 2) liikennevalojen sijasta busseille on vain pakollisen pysähtymisen STOP-merkki ja 3) oikealle kääntyvät ajoneuvot eivät käytä bussikaistaa. Kuva on Versailles'ista Ranskasta. (Google Maps 2007.)

Pääkaupunkiseudun joukkoliikennekokeilun yhteydessä kokeiltiin joukkoliikenteen kaistajärjestelyjä kolmessa risteyksessä (Himanan ym. 1975b). Kaistajärjestelyjä kokeiltiin Helsingissä Huopalahdentieltä Paciuksenkadulle käännytessä ja Paciuksenkadulta Tukholmandadulle jatkettaessa. Huopalahdentieltä Paciuksenkadulle käännytessä oikean puoleisin kaista varattiin vasemmalle kääntyville busseille. Lisäksi kaistaa saattoivat käyttää suoraan jatkava ja oikealle kääntyvä liikenne. Järjestelyn myötä sekä bussien että muun liikenteen viivytykset jonkin verran kasvoivat. Risteuksen kapasiteetti ei riittänyt ja bussit joutuivat odottamaan muun liikenteen joukossa pääsyä ryhmityskaistalle. Toisessa kohteessa Paciuksenkadun kolmesta kaistasta oikeanpuoleisin varattiin busseille, kun saavuttiin keskustan suunnasta. Matka-aikoihin järjestelyllä ei ollut olennaisia vaikutuksia. Risteuksen kapasiteetti heikkeni ja bussit joutuivat jonottamaan pitemmälle jatkuneissa muun liikenteen jonoissa. Kokeilun kaistajärjestelyt korostavat sitä, että hyötyä saadaan vain, kun joukkoliikenne pääsee ohittamaan muun liikenteen autojonon. Kokeilussa mukana ollut yksi etuusjärjestely esitellään joukkoliikennekatujen yhteydessä luvussa 4.6.

4.5 Pysäkit

Bussipysäkit voidaan rakenteensa puolesta jakaa viiteen ryhmään (Välimäki ym. 2003):

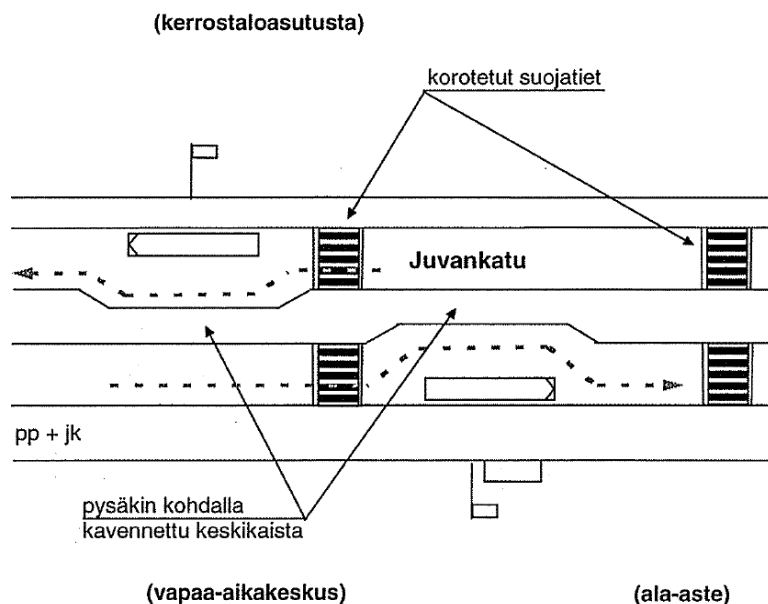
- Pysäkkilevennykset
- Erilliset pysäkit
- Ajoratapysäkit

- Hidastinpysäkit
- Erikoispysäkit (mm. kääntöpaikat ja terminaalien pysäkit)

Tavallisesti pysäkillä on rakennettu levennys. Pysäkeille on rakennettava levennykset, kun bussien määrä on suuri ja tilaa on riittävästi (Giannopoulos 1989). Levennykset vähentävät peräänajoriskiä ja jonotusta ohitusmahdollisuuksien parantuaessa. Erillisessä pysäkissä muu ajorata ja pysäkkialue on erotettu vähintään kahden metrin tilalla (Välimäki ym. 2003). Erilliseltä pysäkiltä lähtiessään bussi on aina väistämisvelvollinen. Siten erillinen pysäkki hidastaa aina busseja. Ajoratapysäkit voivat olla ajokaistalla, pysäköityjen autojen välissä tai niemekkeenä pysäköityjen autojen välissä. Kaupunkialueella niemekepysäkit ovat toimivia, koska ne parantavat bussin pääsyä ajoradan viereen. Puoliniemekepysäkit niemeke on kapeampi. Henkilöauto mahtuu ohittamaan bussin, mutta henkilöautoa leveämpi auto joutuu käyttämään toista ajorataa. Hidastinpysäkkien kohdalla on tehty toimenpide liikenteen rauhoittamiseksi.

Kun nopeusrajoitus on enintään 60 km/h, on lähestyvän ajoneuvon väistettävä pysäkiltä lähtevää bussia. Jos nopeusrajoitus on yli 60 km/h, täytyy pysäkkilevennyksen kohdille varata hidastus- ja kiihdytysosat. Bussiliikenteen kannalta olisi tärkeää, että kiihdytysosat olisivat riittävän pitkiä. Bussi saavuttaa nopeuden 60 km/h 180 metrin matkalla, nopeuden 70 km/h 300 metrin matkalla ja 80 km/h noin 600 metrin matkalla.

Hidastepysäkki on bussiliikenteen kannalta myönteinen ratkaisu, jossa muut ajoneuvot kiertävät pysäkillä pysähtyneen bussin. Tällainen ratkaisu on toteutettu muun muassa Tampereella Juvankadulla (kuva 39) (Välimäki ym. 2003).



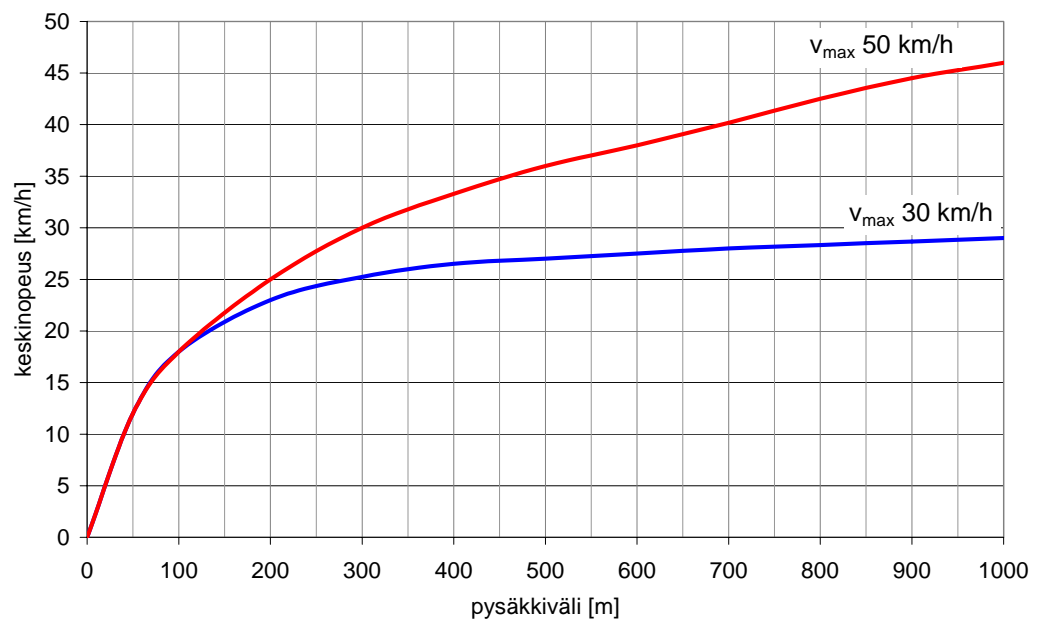
Kuva 39. Ajoratapysäkillä oleva bussin ohittaminen on mahdollistettu kaventamalla keskikaistaa Juvankadulla Tampereella (Tuominen ym. 1997).

Jättöpysäkkejä voitaisiin käyttää suojatievalojen yhteydessä. Jos bussi joutuu pysähtymään valoihin, se voisi jättää pois jäävät matkustajat odottaessaan vihreän vaihtumista. Tällöin bussin ei tarvitse pysähtyä valojen jälkeisellä pysäkillä,

jos bussiin ei ole nousevia matkustajia. Poistumis pysäkkien hyötyä vähentää liikennevaloetuuksien yleistyminen.

Pysäkkien sijoitteluun vaikuttavat keskeisten matkustuskohteiden sijainti, pysäkin vaikutukset muulle liikenteelle, kadun tai tien nopeusrajoitus, kävelyetäisyydet, pysäkkien vaikutukset matka-aikaan (Ojala ja Pursula 1994 ja Välimäki ym. 2003). Usein sopivana pysäkkivälinä pidetään neljää pysäkkiä mailia kohden eli noin 400 metrin pysäkkiväliä (Wikipedia 2007). Suomessa ohjeellisena minipysäkkivälinä pidetään 300 metriä, kun nopeusrajoitus on 50–60 km/h, 600 metriä, kun nopeusrajoitus on 70–100 km/h ja moottoriväylillä 800–1500 metriä (Välimäki ym. 2003).

Pysäkkiväli vaihtelee maakohtaisesti. Usein optimaalisena pidetään 300–600 metrin väliä, joissain osavaltioissa Yhdysvalloissa jopa 200–300 metrin pysäkkiväliä. Pysäkkivälin vaikutusta keskinopeuteen on tarkasteltu kuvassa 40. Moottoriväylillä pysäkit sijoitetaan yleensä eritasoliittymiin rampeille, mikä lisää varsinkin vaihtomatkustajien kävelymatkoja (Lehmuskoski ym. 2004). Joissain tapauksissa pysäkit voisivat sijaita risteävien moottoriväylien keskellä, jolloin vaihtomatkustajien kävelymatkat olisivat lyhyitä.



Kuva 40. Keskinopeuden riippuvuus pysäkkivälistä (Transportforskningsdelegationen 1981).

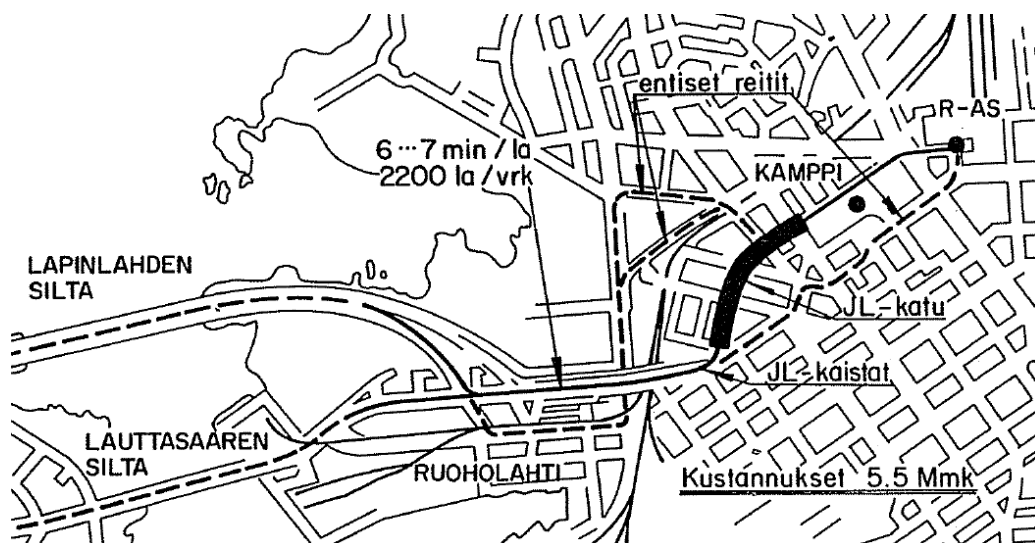
Kokemusten perusteella tavallinen yhden auton pysäkki välittää vähintään 30 bussia tunnissa ja kahden auton pysäkki 50 bussia tunnissa (Välimäki ym. 2003). Optimiolosuhteissa välityskyky voi olla jopa kaksinkertainen (Ojala ja Pursula 1994). Pysäkin välityskykyyn vaikuttavat liikenteen luonne (paikallis- ja kaukoliikenne), maankäytön ja linjaston luonne (keskustasta tullessa asuinalueelle suurin osa on poistuvia matkustajia) ja esimerkiksi pysäkkiä ennen olevat liikennevalot, jonka vuoksi bussit eivät saavu tasaisesti pysäkillä.

Tieliikenneasetuksen mukaan pysäkkialue on tiemerkinnoin osoitettu tai 12 metriä pysäkkimerkistä molempiin suuntiin (TLa 19§). Käytännössä suurin osa matkustajista odottaa bussia pysäkkimerkin tai katoksen kohdalla. Jos bussin kuljettaja pysäyttää bussin asiakaspalvelun kannalta hyvin, etuovi on matkustajan eli pysäkkimerkin tai -katoksen kohdalla. Tällöin bussin takaosa voi jäädä ajoradalle, koska pysäkkialue voi olla 12 metriä merkistä taaksepäin. Telibussin pituus on kuitenkin 15 metriä ja nivelbussin pituus 18,75 metriä. Siten asiakaspalvelun parantamiseksi ja muun liikenteen viivytysten vähentämiseksi voisi olla hyvä, että pysäkkimerkin vaikutusalue olisi esimerkiksi kuusi metriä merkistä eteenpäin ja 18 metriä merkistä taaksepäin. Vaikutusalue olisi siis nykyisen pituinen, mutta eri suhteessa pysäkkimerkkiä ennen ja pysäkkimerkin jälkeen.

Bussiliikenteen nopeuden kannalta on tärkeää, että terminaali ja sen lähikadut on suunniteltu sujuviksi. Lisäksi matkustajat kyydissä tapahtuvaa kiertoa pitäisi olla mahdollisimman vähän. Peruutuslaiturit kasvattavat systemaattisesti kaikkien lähtöjen matka-aikaa, sillä yhden bussin peruuttamiseen kuluva aika on noin 15–20 sekuntia. Toisten bussien peruuttamisen mahdollinen odottelu pidentää aikaa. Esimerkiksi Elielinaukion terminaalissa bussin poistumiseen terminaali-alueelta kuluu siten aikaa vähintään 30–60 sekuntia. Lisäksi peruutuslaitureissa yleensä bussin keula on jonkin verran laiturin päällä. Esteettömyyden kannalta tämä on huono ratkaisu, koska sisään noustessa kynnys on korkeampi. Peruutuslaitureilla voidaan kuitenkin saavuttaa matkustajapalvelun kannalta eheämpi kokonaisuus. Sen vuoksi peruutuslaiturit voivat olla negatiivisesta nopeutusvaikutuksesta huolimatta kuitenkin perusteltu ratkaisu.

4.6 Joukkoliikennekadut

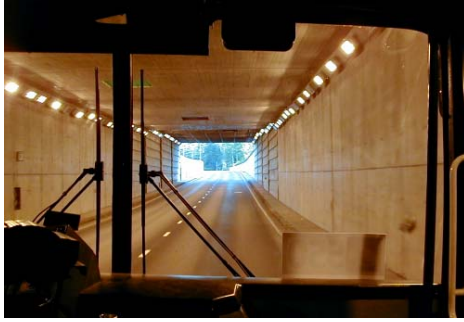
Joukkoliikennekatu on katu tai katuosuus, joka on varattu pääasiassa vain joukkoliikenteelle (PLL 2001a). Yksi Suomen merkittävimmistä joukkoliikennekaduista on 1970-luvun lopulla valmistunut Salomonkadun joukkoliikennetunneli Kampissa Helsingissä (kuva 41). Ennen tunnelin rakentamista bussit kulkivat linja-autoasemalle Itämerenkadun, Mechelininkadun ja Hietaniemenkadun (paluusuunnassa Pohjoisen Rautatiekadun) kautta (Tielaitos 1991). Kadun valmistuminen lyhensi bussien matka-aikaa 6-7 minuuttia lähtöä kohden. Tunnelin valmistuttua sitä käytti noin 2 200 lähtöä vuorokaudessa. Nykyisin tunnelia käyttää päivässä noin 2 000 lähtöä, joista jopa 200 ruuhkatunnin aikana (YTV 2007a). Hankkeen kokonaiskustannukset olivat 5,5 miljoonaa markkaa (nykyinen arvo noin 4,5 miljoonaa euroa).



Kuva 41. Salomonkadun joukkoliikennetunneli Kampista länteen suuntautuvalle liikenteelle. (Tielaitos 1991).

Pääkaupunkiseudun joukkoliikennekokeilun yhteydessä vuonna 1974 kokeiltiin myös joukkoliikennekadun vaikutusta. Pitäjänmäen liikenneympyrän ohittava Vanha Viertotie varattiin joukkoliikennekaduksi, jonka läpiajo oli kielletty muilta polkupyöriä lukuun ottamatta (Himanen ym. 1975b). Matka-ajat lyhenivät lähinnä sen vuoksi, että katu oikaisi. Matkanopeudet eivät kuitenkaan kasvaneet, koska kadun päissä olevat risteykset aiheuttivat viivytyksiä. Järjestely on edelleen voimassa. Risteyksissä aiheutuvia viiveitä voitaisiin mahdollisesti vähentää edullisesti Jokeri-valoin.

Helsingissä Jokeri-bussilinjaa (Joukkoliikenteen kehämäinen runkoyhteys) varten on toteutettu kaksi joukkoliikennekatua (Sane 2005). Eliel Saarisen tie on noin kilometrin pituinen katu Haagassa (kuva 42). Katu on rakennettu osin tunneliin ja se on varattu vain julkiselle liikenteelle. Oulunkylän ja Viikin välinen Maaherrantie on 1,5 kilometrin pituinen katuosuus, jota saavat käyttää vain busset (kuva 43). Katuosuudella on kaksi yksikaistaista siltaa, joilla on valo-ohjaus. Joukkoliikennekadut ovat olennainen osa Jokeri-bussilinjaa. Katujen ansiosta linjareitti on noin 2,4 kilometriä lyhyempi ja noin 8 minuuttia nopeampi lähtöä kohden verrattuna siihen, että linja kulkisi lyhimpiä mahdollisia kiertäviä bussi-liikenteen reittikatuja. Näin ollen kaduista koituu noin 400 000 euroa liikennöintikustannussäästöjä vuosittain. Lisäksi matkustajien aikasäästöt ovat merkittäviä, koska katujen yhteyteen on rakennettu vaihtopysäkit juniin. Pääkaupunkiseudun uusin joukkoliikennekatu on valmistunut Vantaalle syksyllä 2006 (kuva 44). Katu yhdistää Tammistontien ja Tilkuntien ja mahdollistaa kahden alueen palvelemisen samoilla linjoilla.



Kuva 42. Eliel Saarisen tien joukkoliikennekaduun kuuluu rantaradan alittava tunneli (Sane 2005).



Kuva 43. Maaherrantien joukkoliikennekadulla on kaksi yksikaistaista siltaa, joita ohjataan valo-ohjauksisesti (Sane 2005).

Kevyeksi joukkoliikennekaduksi voidaan kutsua katuosuutta, joka on sallittu ainoastaan palveluliikenteen busseille. Katuosuudella voidaan sallia joukkoliikennekadun tapaan myös tontti-, taksi- ja polkupyöräliikenne (kuva 45). Ongelmat pohjautuvat kaavatasolle, jossa ei ole mahdollista erotella pienkalustolla ajettavan palveluliikenteen ja tavallisella kalustolla ajettavan peruspaikallisliikenteen tarpeita. Kaavamerkintänä joukkoliikennekatua saatetaan vastustaa, koska alueille ei haluta isoja busseja. Tämän vuoksi muutaman kerran päivässä ajettavaa palveluliikennettä ei ole mahdollista tarjota tai liikennöinti on kallista.



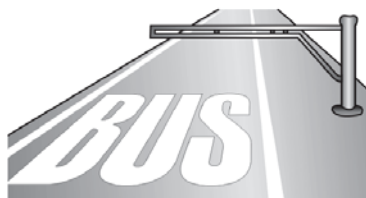
Kuva 44. Vantaan Tammistontien ja Tilkuntien joukkoliikennekatu yhdistää Tammiston ja Pakkalan alueet. Katuosuus on yksiajoratainen ja noin 150 metriä pitkä. Osuuden toiseen päähän ei ole näköyhteyttä. Sen vuoksi liikennettä ohjataan valo-ohjauksisesti.



Kuva 45. Vantaan Rai-viopolulla on kevyen liikenteen väylän käyttö sallittu palveluliikenteen busseille.

Vantaalla palvelulinjan reitti kulkee viidessä paikassa kevyen liikenteen väylällä. Siten reitit oikaisevat huomattavasti ja palvelu voidaan tuoda lähemmäksi ikääntyvää väestöä. Kevyen liikenteen väylän käyttö palveluliikenteelle edellyttää aina poikkeuslupaa, koska lain mukaisesti kevyen liikenteen väyläksi kaavoitetulla kadulla ei saa ajaa moottorikäyttöisellä ajoneuvolla. Kaupungin lautakunta on kuitenkin hyväksynyt menettelyn. Suurimpana ongelmana ovat kevyen liikenteen väylää käyttävät muut moottorikäyttöiset ajoneuvot. Kevyen liikenteen käyttö palveluliikenteen reitillä edellyttää siis aina poikkeuslupaa, mutta väylän käyttö on joissakin tapauksissa yhteiskuntataloudellisesti perusteltua

Joukkoliikennekatujen väärinkäyttö voi olla ongelma. Väärinkäyttöä voidaan vähentää valvonnalla ja ajoestein, jotka mahdollistavat joukkoliikenteen kulun, mutta estävät muun liikenteen (PLL 2001a). Valvonta voi olla joukkoliikenteen kaistavalvonnan kaltaista. Esteitä ovat esimerkiksi ajoportit ja ajoesteet. Fyysiset esteet ovat tavallisia esimerkiksi Ruotsissa, mutta Suomessa käyttö ei ole yleistynyt. Kuvassa 46 on ajoportti, joka aukeaa bussin saapuessa. Portti edellyttää bussin tunnistamista. Kuvassa 47 on puolestaan ajoesteitä, jotka laskeutuvat bussin saapuessa. Suomessa maahan uppoavien ajoesteiden toimivuutta hankaloittavat talviolosuhteet.

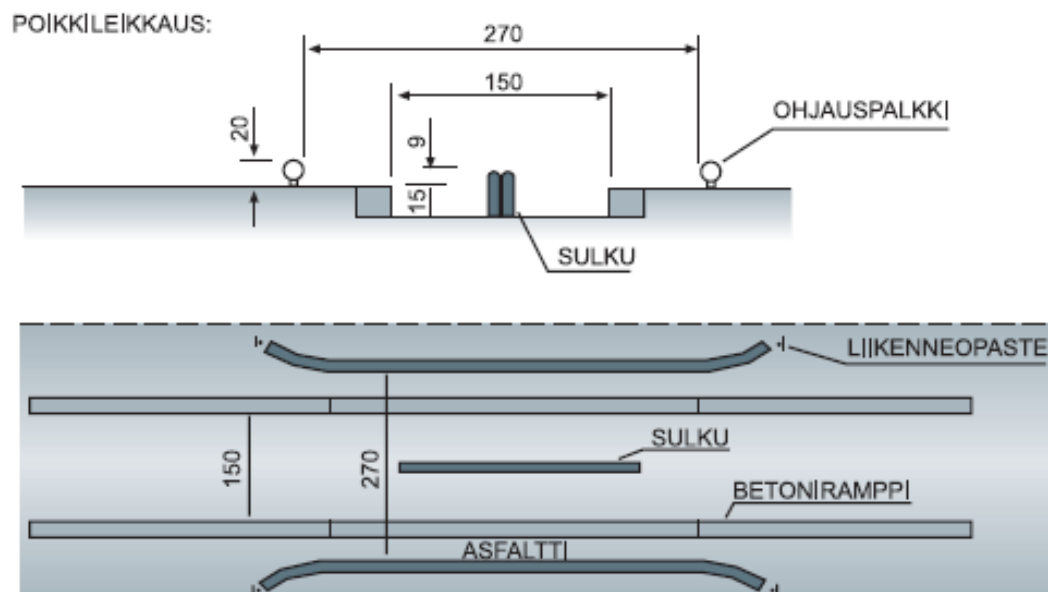


Kuva 46. Joukkoliikennekadun ajoesteinä voi olla puomi, joka aukeaa vain busseille (PLL 2001a).



Kuva 47. Ajoesteet estävät pääsyn terminaali-alueelle. Bussin saapuessa esteet laskeutuvat maahan. Esteet on toteutettu Versailles – Rive Gauche -aseman bussiterminaalissa Ranskassa.

Kuvan 48 esteessä on keskellä kuoppa ja ajoradasta korotettu sulku sekä reunassa ohjauspalkit. Ajoeste ei estä bussien liikennöintiä, koska bussien akseliväli on tavallista leveämpi. Kun henkilöauto ajaa esteen läpi, auton pohja ottaa sulkuun kiinni tai rengas putoaa alennettuun kohtaan. Pienkalustoa käytettäessä on huomioita, että este saattaa vaikeuttaa ja jopa estää liikennöinnin.



Kuva 48. Ajoeste estää pienten ajoneuvojen pääsyn esteen läpi. Esteeseen liittyvät keskeisesti ajoradan määrittävä ohjauspalkki, ajorataa korkeammalla oleva sulku ja ajoradan alentaminen keskellä kaistaa (PLL 2001a).

4.7 Urabussi

Opastettu bussikatu eli urabussi (guided bus) on joukkoliikennekatu, jolla busseille on järjestetty pakko-ohjaus (Alku 2003). Mekaaninen ohjaus perustuu bussissa oleviin ohjausrulliin ja kaistan reunassa oleviin korokkeisiin tai kiskoihin ja bussissa oleviin urapyöriin (kuvat 49 ja 50). Optinen ohjaus perustuu kaatuun maalattuun viivaan, jota bussi seuraa kameralla. Sähköisessä ohjauksessa bussissa on anturi, joka seuraa kadussa olevaa ohjauskaapelia. Urabussit soveltuvat tilanteisiin, joissa joukkoliikennekatu kulkee sillalla tai tunnelissa. Tällöin kadusta voidaan rakentaa kapeampi, koska sivuttaissuuntaiselle siirtymälle ei tarvitse varata tilaa. Urabussit ovat raitiovaunuja edullisempi vaihtoehto, koska pakko-ohjausta ei tarvitse rakentaa koko linjalle.



Kuva 49. Urabussien ja raitiotien yhteinen kaista. Kuvassa busseja ohjataan ajoradalle (Smiler ja System Krupp 2007).



Kuva 50. Urabussikaistalla bussin tasaista kulkua parantaa sivusuunnan ohjausrullat (Smiler 2007a).

Urabusseja on käytössä tai kokeiltu muun muassa Essenissä ja Mannheimissa Saksassa sekä Adelaidessa Australiassa (Smiler 2007). Soveltuvuutta Suomeen haittaa talvi (Alku 2003). Mekaanista ohjausta haittaa uran jäätyminen ja optista ohjausta viivan päälle satava lumi. Tunneliosuuksille järjestelmä voisi soveltua, mutta tällöinkin kalliimman ja poikkeavan järjestelmän käyttö on kyseenalaista.

4.8 Hidasteet

4.8.1 Hidastevaihtoehdot

Hidaskadulla on rakennettu hidasteita moottorikäyttöisten ajoneuvojen nopeuden alentamiseksi. Hidasteita ovat esimerkiksi töyssyt, tyynyt, korotetut suojatiet, kavennukset ja mutkat (kuvat 51-53, Heikkonen ym. 1989). Suomessa ensimmäisiä varsinaisia hidaskatuja rakennettiin 1980-luvun puolivälissä. Sen jälkeen erilaiset nopeuden alentamistoimenpiteet ovat yleistyneet. Tanskassa kehitettyjä loivapiirteisiä töyssyjä on kokeiltu Suomessa kesällä 2006 (Koponen 2006). Loivapiirteiset töyssyt mahdollistavat töyssyjen ylittämisen perinteisiä hidasteita korkeammalla nopeudella.



Kuva 51. Töyssy
(Shercom Industries
Inc. 2006)



Kuva 52. Kumpu suo-
jatien yhteydessä eli
korotettu suojatie
(Shercom Industries
Inc. 2006).



Kuva 53. Tyynyhidaste
(Abetoni 2006).

4.8.2 Hidasteiden vaikutukset

Tampereella Irjalankatu rakennettiin hidaskaduksi vuosina 1986–1987 (Heikkonen ym. 1989). Aiemmin sorapintainen katu päällystettiin. Hidasteiksi rakennettiin korotettuja liittymiä ja suojateitä, kavennuksia sekä ajoradan mutkia. Tampereen Irjalankadulla liikennemäärät vähenivät 15–50 prosenttia (Heikkonen ym. 1989). Taulukossa 3 on esitetty eri hidastintyyppien vaikutus henkilöautojen ja bussien nopeuksiin. Korotetut suojatiet ja mutkat hidastavat eniten bussien nopeuksia suhteessa henkilöautoihin. On huomattavaa, että bussien nopeudet korotettujen hidasteiden kohdalla ovat vain noin puolet sallitusta nopeusrajoituksesta (30 km/h). Irjalankadusta tehdyn kyselyn mukaan bussinkuljettajat olivat kadun käyttäjistä kaikkein tyytymättöimpiä tehtyihin toimenpiteisiin.

Taulukko 3. Henkilöautojen ja bussien nopeudet eri hidastintyyppien kohdalla (Heikkonen ym. 1989).

Hidastintyyppi	Henkilöautot		Linja-autot	
	Havainnointia kpl	Keskiarvo km/h	Havainnointia kpl	Keskiarvo km/h
Korotettu liittymä	70	22	40	18
Korotettu suojatie	22	21	10	16
Kavennettu ajorata ja kivipaalut	35	34	16	29
Mutka ja korotettu keskisaareke	10	39	10	30

Töyssyt ja muut ajoradan epätasaisuudet haittaavat bussiliikennettä merkittävästi muuta liikennettä enemmän (PLL 2000). Töyssyt ja korotetut suojatiet eivät sovellu bussireiteille. Jos töyssyjä tai korotettuja suojateitä on tarpeen rakentaa, tulisi ne sijoittaa pysäkin tai suojatien yhteyteen.

Töyssyjen haitat bussiliikenteelle voidaan jakaa kolmeen osaan (PLL 2000):

- 1) Matkustusmukavuus vähenee. Busseissa on henkilöautoja jäykemmät jouset, jonka vuoksi töyssyt tuntuvat voimakkaammilta busseissa. Töyssyistä aiheutuvat vaakasuuntaiset jarrutus- ja kiihdytysvoimat sekä pystysuuntaiset iskut ovat varsinkin seisoville matkustajille epämiellyttäviä.

- 2) Kuljettajille toistuvat töyssyt voivat aiheuttaa selkä- ja hartiakipuja. Ajoaikojen pidentyminen ja jatkuva nopeuden vaihtelu ovat epämiellyttäviä. Kuljettajakyselyjen mukaan osa kuljettajista hakeutuu linjoille, joilla on vähemmän töyssyjä.
- 3) Töyssyt aiheuttavat vahinkoa kalustolle. Toistuvat iskut vahingoittavat alustan runkoa sekä voivat vaurioittaa pakoputkea ja äänenvaimenninta.

Watts ja Krylov (2000) ovat tutkineet hidastustöyssyjen ja -tyynyjen vaikutuksia (taulukko 4). He ovat tarkastelleet eri levyisiä ja pituisia töyssy- ja tyynytyyppejä. Tutkimuksessaan he ovat huomioineet Abbottin ym. (1995) tekemää tarkastelua, jossa on esitetty erityyppisten hidasteiden vaikutukset ajonopeuksiin. Raskaan liikenteen nopeuksia alentavat vähiten hidastetyynty, joiden kohdalla nopeudet ovat jopa suurempia kuin kevyillä ajoneuvoilla. Sen sijaan töyssyt hidastavat enemmän raskasta liikennettä. Tanskassa kokeillut loivapiirteiset hidasteet ovat perinteisiä hidasteita parempia myös raskaalle liikenteelle (Koponen 2006). Niiden yli voidaan ajaa perinteisiä hidasteita nopeammin. Raskaan liikenteen mitoitusnopeus on kuitenkin pienempi kuin henkilöautoliikenteelle. Tätä voidaan pitää bussiliikenteen kilpailukyvyn kannalta negatiivisena. Tyynyt ovat parempia raskaan liikenteen kannalta.

Taulukko 4. Eri hidasteiden mitat, tyypilliset eri ajoneuvoryhmien käyttämät nopeudet ja niistä aiheutuvat värähtely (Watts ja Krylov 2000).

Profilikoodi	Tyypillinen ajonopeus [km/h]						
	Hidaste-tyyny	kokonais-pituus	kokonais-levyys	tasaisen, koro- tetun osan pituus	tasaisen koro- tetun osan levyys	kevyet ajoneuvot	raskaat ajoneuvot
A		2000	1900	800	1300	22	24
B		3500	1900	2300	1300	22	24
C		3500	1900	2540	1420	22	24
D		3500	1600	2540	1120	30	34
E		3500	1500	2540	1020	42	40
Hidastetöyssy							
F		7800	4000	6000	3400	22	18
G		pyöreän muotoisen yläosan korkeus 64 mm, 3700 pitkä, 3400 mm leveä, kokonaislevyys 4000 mm				22	18
H		pyöreän muotoisen yläosan korkeus 74 mm, 900 pitkä, 3400 mm leveä, kokonaislevyys 4000 mm					

4.9 Talvihoito

Teiden talvihoitoon sisältyy tiestön tilan hallinta siten, että liikenteen sujuvuus ja turvallisuus on varmistettu. Talvihoidon toimenpiteitä ovat mm. lumenpoisto, pinnan tasaus ja liukkauden torjunta (Tiehallinto 2004). Tiehallinnon ohjeiden mukaan pysäkit on aurattava samassa toimenpideajassa kuin pientareet (Tiehallinto 2004). Erikseen sovittavat vilkkaat pysäkit aurataan ajoradan aurauksen yhteydessä. Jos lumisade on vähäinen, pysäkki voidaan väliaikaisesti jättää auraamatta. Pysäkillä olevan polanteen ajoradan laita pidetään loivana ja suurin sallittu polanteen korkeus on kolme senttimetriä. Tiehallinnon ohjeet eivät edel-

lytä pysäkillä reunakiveyksen viereen muodostuvan jään poistamista, jollei se ole yli kolme senttimetriä paksumpaa (kuva 54). Pysäkkikatokset hoidetaan vuorokauden kuluessa ja vilkkailla pysäkeillä heti päätien hoitotoimenpiteiden jälkeen (kuva 55). Kaupunkien hoitoluokat eivät aseta Tiehallinnon ohjeita parempaa jään poistoa pysäkeiltä talven aikana (Espoo 2007, Helsinki 2007b ja Kivistö 2007).



Kuva 54. Länsiväylällä Hanasaaren pysäkillä on ajouran kohdalla jäätä ja reunakiveyksen vieressä paksua lumikerrosta. Kuva on maanantailta 22.1.2007, kaksi päivää lumisateen jälkeen.



Kuva 55. Jokeri-linjan (linja 550) pysäkki Leppävaarassa Kehä I:llä Espoossa. Kuva on maanantailta 22.1.2007, kaksi päivää lumisateen jälkeen. Katoksen alainen osuus on puhtaana grafiittiasfaltin ansiosta (YTV 2007b, kuva Simo Airaksinen).

Vaikka talvihoidon ohjeet eivät edellytä pysäkin reunakiven viereen muodostuvan polanteen poistoa, pysäkin toimivuuden kannalta jäänpoisto on kuitenkin hyvin tärkeää. Lumen ja jään vuoksi pysäkillä pysähtyvien bussien jarrutusmatka pitenee ja liikkeelle lähtö vaikeutuu. Sekä jarrutuksen että liikkeellelähdön oletetaan kestävän jään vuoksi kaksi sekuntia pitempään. Näin ollen pysäkki-toiminnot kestäisivät yhteensä neljä sekuntia hyviä olosuhteita pidempään. Tällöin esimerkiksi 25 pysäkkiä käsittävällä linjalla kuluisi aikaa pysäkeillä 100 sekuntia eli noin 1,5 minuuttia pidempään.

Nykyisessä hoitoluokituksessa useat palvelulinjojen reittikadut kuuluvat heikoimpaan talvihoitoluokkaan. Näillä väylillä talvihoitoon tulisi panosta nykyistä enemmän, jotta palvelulinjojen liikennöinti ei heikentyisi tai paikoin jopa estyisi.

4.10 Avoin rahastus

Rahastusjärjestelmä vaikuttaa joukkoliikenteen pysäkkiaikoihin. Avoimeen rahastukseen siirryttäessä matkustaja voi nousta bussiin kaikista ovista, eikä hänen tarvitse näyttää lippua kuljettajalle. Tällaisia avoimia rahastusjärjestelmiä on käytössä useiden Keski-Euroopan kaupunkien paikallisliikenteessä. HKL:n Itäkeskuksen metroaseman liityntälinjalla 91 kokeiltiin avorahastusta vuonna 2002 (Rosenberg ym. 2003). Linjan ominaisuuksista johtuen seurantatutkimuksessa ei havaittu linjan ajoajan nopeutumista eikä matkustajamäärän kasvua. Rosenbergin ym. (2003) mukaan tutkimus ei sovi suoraan yleistettäväksi.

Avoimen rahastuksen suurimmat hyödyt saavutetaan pysäkeillä, joilla bussiin nousevien matkustajien määrä on suuri. Pääsääntöisesti määrät ovat kuitenkin pieniä; alle viisi matkustajaa pysäkkiä kohden. Näin ollen suurimmalla osalla pysäkeistä ei avoimesta rahastusjärjestelmästä olisi hyötyä. Kuljettajakyselyissä kannatettiin jonkin verran avoimen rahastusjärjestelmän kokeilemistä. Toisaalta Itä-Helsingissä, varsinkin Itäkeskuksessa ajavat kuljettajat vastustivat voimakkaasti avoimeen rahastukseen siirtymistä, luultavasti juuri liityntälinja 91 kokeilun perusteella.

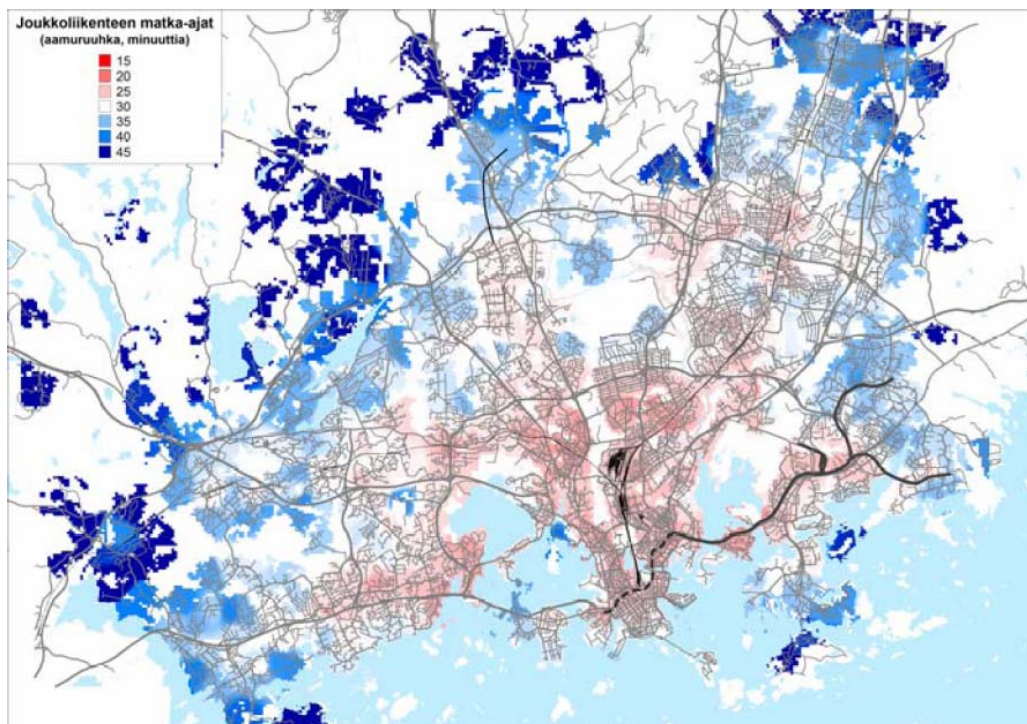
Merkittävänä hidastavana tekijänä ovat matkustajat, joilla ei ole kertalipun ostoa varten tasarahaa ja matkustajat, jotka tarvitsevat neuvontaa maksamisessa tai muihin matkaan liittyvissä kysymyksissä. Tasarahalla maksamisen nopeuttavaa vaikutusta voitaisiin korostaa esimerkiksi siten, että kertalippu olisi tasarahalla maksettaessa edullisempi kuin ilman tasarahamaksua.

Joukkoliikenteen kehittäminen ja matkustajamäärien lisääminen saattaa johtaa maksujärjestelmiin liittyviin kokeiluihin, jopa ilmaisten matkojen tarjoamiseen. Kokeilujen yhteydessä voitaisiin tarkemmin selvittää maksujärjestelmän vaikutusta liikenteen nopeuteen yksittäisillä linjoilla tai kokeiluun osallistuvalla alueella.

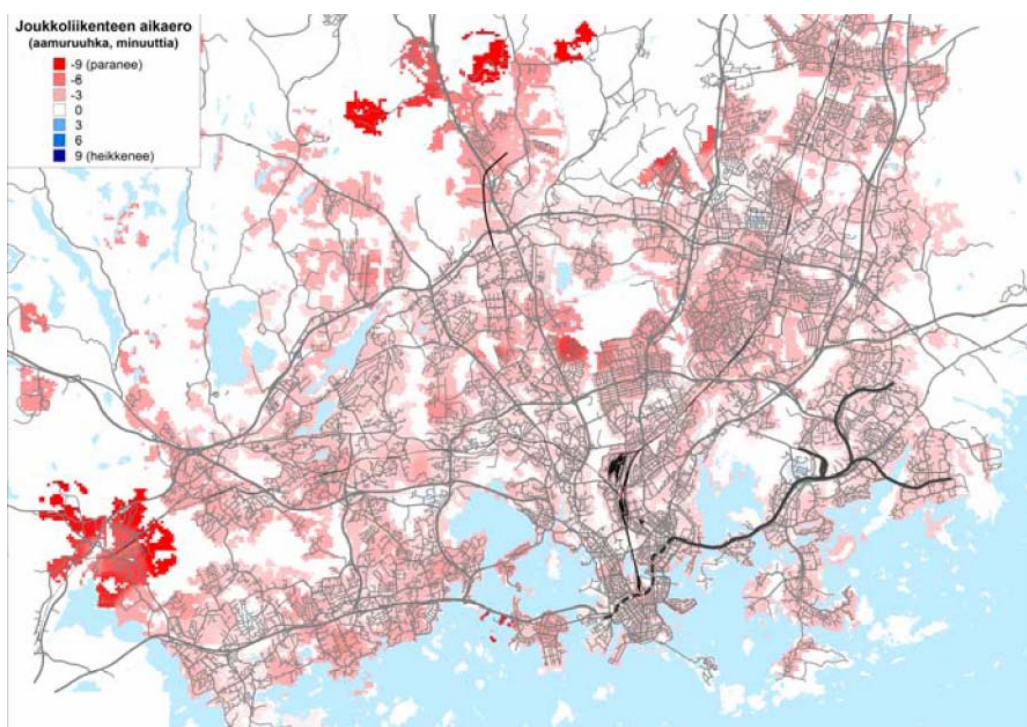
4.11 Tienkäyttömaksut

Tienkäyttömaksuilla tarkoitetaan järjestelmää, jossa tie- ja katuverkon käytöstä peritään maksu, joka voi perustua esimerkiksi ajettuun matkaan tai ajankohtaan. Kun maksua peritään vain ruuhka-aikoina, on kyse ruuhkamaksusta. Liikennettä ohjataan hinnoittelun avulla. Tienkäyttömaksut ja käyttäjä maksaa- hinnoittelu tulee vaikuttamaan myös joukkoliikenteen tulevaisuuteen. Kuljettajakeskusteluissa lähes kaikki kuljettajat kannattivat ruuhkamaksujen käyttöönottoa pääkaupunkiseudulla.

Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta (YTV) tekee neljän vuoden välein liikennejärjestelmäsuunnitelman (PLJ). PLJ 2007:n yhteydessä tarkasteltiin liikenteen hinnoittelun vaikutuksia mm. mallinnuksen avulla (Sihto ym. 2006). Reiteillä, joiden keskimääräinen matka-aika on hieman yli 30 minuuttia, matka-aika lyheni noin puolella minuutilla. Tämä oli havaittavissa sekä pääkaupunkiseudulla että koko Uudellamaalla. Kuvassa 57 on esitetty vertailuvaihtoehdon 0+ joukkoliikenteen matka-ajat aamuruuhkassa. Kuvassa 56 on esitetty joukkoliikenteen matka-aikojen muutos vaihtoehdossa 3, jossa liikennettä on hinnoiteltu. Paikoittainen kasvu joukkoliikenteen matka-ajoissa johtuu lähinnä kysynnän kasvusta.



Kuva 56. Joukkoliikenteen painotetut matka-ajat vertailuvaihtoehdossa 0+ vuonna 2030. Punaisilla alueilla matka-ajat ovat alle 30 minuuttia, valkoisilla alueilla noin 30 minuuttia ja sinisillä alueilla yli 30 minuuttia. (Sihto 2006.)



Kuva 57. Joukkoliikenteen painotetun matka-ajan muutos vaihtoehdossa 3 suhteessa vertailuvaihtoehtoon vuonna 2030. Punaisilla alueilla matka-ajat lyhenevät ja sinisillä alueilla (hyvin harvoissa paikoissa) pitenevät. Valkoisilla alueilla matka-aika säilyy nykyisenä. (Sihto 2006.)

4.12 Joukkoliikenteen laatukäytävät

Joukkoliikenteen laatukäytävät ovat kaupunkiseudun keskeisiä, aluerakenteen pääsuuntia palvelevia yhteysvälejä (Puurunen ym. 2003). Laatukäytävillä toteutettavat toimenpiteet voidaan jakaa seuraavasti:

- 1) Joukkoliikenteen kokonaismatka-ajan lyhentäminen
- 2) Matkustajan kokeman palvelutason parantaminen ja
- 3) Järjestelmätason tehokkuuden parantaminen.

Laatukäytävillä joukkoliikenteen kokonaislaadulle asetetaan konkreettisia tavoitteita ja toimenpiteet kohdistetaan useampiin laatutasoa parantaviin tekijöihin. Nopeuttamistoimenpiteet ovat kuitenkin aina keskeisiä laatukäytävien toimenpiteitä.

Irlannissa ja Isossa-Britanniassa on toteutettu useita bussiliikenteen laatukäytäviä (Quality Bus Corridor, QBC) (Jones 2006 ja DTO 2004). Dublinissa on investoitu bussiliikenteen laatukäytäviin 617 miljoonaa euroa vuosina 2000–2006 (McCarthy 2001). Laatukäytäviä on toteutettu kaikkiaan 12 eri suuntaan (DTO 2004). Dublinissa laatukäytävien tavoitteena on bussiliikenteen kokonaislaadun parantaminen (Kuva 58). Tavoitteet on jaettu seuraaviin ryhmiin (DTO 2004):

- Infrastruktuuritavoitteet (kattaen myös informaatiojärjestelmät)
- Palvelutasotavoitteet (odotusajat)
- Kalustotavoitteet (esimerkiksi ilmastointi)
- Vaikutusten seuranta

Laatukäytävähankkeisiin sisältyy mm. bussikaistojen rakentaminen, valoetuisia, pysäkkien parantaminen, odotusaikojen lyhentäminen ja kaluston uusiminen (McCarthy ym. 2001). Vuosina 2007-2010 lisäinvestointeihin on budjetoitu 190 miljoonaa euroa. Liikennejärjestelmää tarkastellaan kokonaisuutena; myös lähijuna- ja pikaraitiotieliikennettä kehitetään aktiivisesti.



Kuva 58. Joukkoliikenteen laatukäytävien toimenpiteisiin voi sisältyä bussikaistat, kaluston parantaminen, liikennevaloetuedet, pysäkkien parantaminen ja kevyen liikenteen olosuhteiden parantaminen (DTO 2004).

Bussiliikenteen laatukäytävillä on todettu olevan positiivisia vaikutuksia sekä liikenteen nopeuteen, matkustajamääriin, matka-aikaan ja kulkumuoto-osuuteen. Dublinissa on raportoitu mm. seuraavia vaikutuksia (DTO 2004):

- Liikennemäärän lasku: keskustan rajan poikkileikkauskohdissa ajoneuvojen määrä on laskenut 7 850 vuorokaudessa eli 21 prosenttia vuoden 1997 marraskuusta vuoden 2004 marraskuuhun.
- Bussien määrän kasvu: bussien määrä keskustan rajan poikkileikkauskohdissa on kasvanut noin 200:lla eli 33 prosenttia vuodesta 1997 vuoteen 2004.
- Matkustajamäärän kasvu: bussimatkustajien määrä keskustan rajan poikkileikkauskohdissa on kasvanut noin 15 000 eli 49 prosenttia vuodesta 1997 vuoteen 2004.
- Matka-ajan lyheneminen: bussien matka-ajat olivat muuta liikennettä nopeammat yhdeksässä laatukäytävässä kaikkiaan 12 laatukäytävästä. Seitsemässä laatukäytävässä bussiliikenne oli yli 10 prosenttia muuta liikennettä nopeampaa.
- Kulkumuoto: joukkoliikenteen kulkumuoto-osuus on jonkin verran kasvanut ja oli aamuruuhkassa laatukäytävillä 52 prosenttia vuonna 2004.
- Keskimääräinen nopeus: laatukäytävillä bussien keskimääräiseksi nopeustavoitteeksi on asetettu 17,6 km/h koko vuorokaudelle. Tavoitteesta on

jääty, sillä nopeudet ovat aamuruuhkassa 13,7 km/h ja iltaruuhkassa 14,3 km/h. Ruuhka-aikojen ulkopuolella tavoite on saavutettu, sillä keskimääräiset nopeudet ovat keskimäärin 18,8 km/h.

- Keskimääräinen odotusaika: odotusajan tavoitteeksi on asetettu ruuhka-aikoina 3 minuuttia ja ruuhka-aikojen ulkopuolella 4 minuuttia. Keskimääräiset odotusajat olivat noin 30 sekuntia tavoitetta pitempiä.

Joukkoliikenteen laatukäytäväjärjestelmiksi voidaan lukea myös nopean bussiliikenteen järjestelmät (Bus Rapid Transit Systems, BRT). Palvelu on korkealaatuisia ja asiakaslähtöistä. Liikenne hoidetaan nopeasti, mukavasti ja taloudellisen tehokkaasti (Wright 2002). Bussit on fyysisesti erotettu mahdollisimman pitkälti muusta liikenteestä (IEA 2002). Etuudet annetaan liikennevaloissa tai bussiliikenteen väylät on risteyksissä erotettu muusta liikenteestä. Bussit paikannetaan ajantasaisesti jolloin ongelmiin voidaan reagoida nopeasti. Yleisesti käytössä on normaalia suuremmat bussit korkeiden liikennöintikustannusten kattamiseksi. Lipunmyynti tapahtuu ennen bussiin nousemista asemilla, varsinaisia pysäkkejä ei ole. Maankäytön suunnittelu tukee nopean bussiliikenteen verkostoa ja pysäkkien ympäristöt on rakennettu tehokkaasti. Nopean bussiliikenteen verkkoja on runsaasti Latinalaisessa Amerikassa ja Yhdysvalloissa. 17 Yhdysvaltojen kaupungissa on suunniteltu tai toteutettu järjestelmiä. Myös Euroopassa on käytössä samantyyppisiä järjestelmiä.

Nopean bussiliikenteen verkoissa liikenne on nopeutunut ja vuorovälit lyhenneet. Bussiliikenteen nopeudet ovat kasvaneet 15 km/h:sta 25 km/h:iin, jolloin bussien päiväsuorite nousee 300 km:stä 500 km:iin. Tämän seurauksena vuorovälejä on voitu lyhentää.

Nopean bussiliikenteen verkoston investointikustannukset ovat 1–9 miljoonaa euroa kilometriä kohden olosuhteista riippuen. Vertailun vuoksi todetaan, että pikaraitiotien investointikustannukset ovat 10–33 miljoonaa euroa kilometriä kohden (IEA 2002). Taulukossa 5 on esitetty Yhdysvalloissa toteutettujen järjestelmien kustannuksia. Nopean bussiliikenteen väylät voidaan rakentaa osittain esimerkiksi pikaraitiotien esiasteena.

Taulukko 5. Bussiliikenteen nopean verkon ja pikaraitiotien pääomakustannuksia USA:ssa (GAO 2001, laskettu vuoden 2001 dollarin keskimääräisellä valuuttakurssilla).

	Tarkasteltujen hankkeiden määrä	pääomakustannukset kilometriä kohden		
		keskimäärin	alhaisin	kallein
Nopean bussiliikenteen verkko				
Joukkoliikennekadut	9	9,5	4,9	38,7
HOV	8	6,4	1,2	26,4
pääkadut	3	0,5	0,1	6,8
pikaraitiotie	18	24,5	8,7	83,6

5 BUSSIEN KIIHTYVYYDEN JA OVITOIMINTOJEN KENTTÄKOKEET

5.1 Yleistä

Bussien tehot ja ovitoiminnot ovat herättäneet keskustelua varsinkin kuljettajien keskuudessa viime vuosina. Ovitoiminnoilla tarkoitetaan ovien aukaisua, ovien sulkemista ja niihin liittyvää pysäkkijarrua, joka estää auton liikkumisen ovien ollessa auki. Ovitoimintojen kestolla on olennainen vaikutus liikenteen sujuvuuteen, täsmällisyyteen ja säännöllisyyteen.

Pysäkkijarrut jakavat kuljettajien mielipiteet: 60 prosenttia kuljettajista kannattaa pysäkkijarrujen käyttöä, kun taas loput pitävät pysäkkijarruja turhana hidastavana tekijänä (Soininen 2004). Pysäkkijarrujen hidastusta on arvioitu erääksi merkittäväksi, yksittäiseksi tekijäksi HKL:n bussiliikenteen hidastumiseen. Tiheästi liikennöivillä linjoilla kaluston keskinäiset erot aiheuttavat epäsäännöllisyyttä liikennöintiin. Mahdollisesta hidastavasta vaikutuksesta ei ole juuri lainkaan vertailutietoa. Tässä työssä asiaa selvitettiin kenttäkokein ja mittauksin.

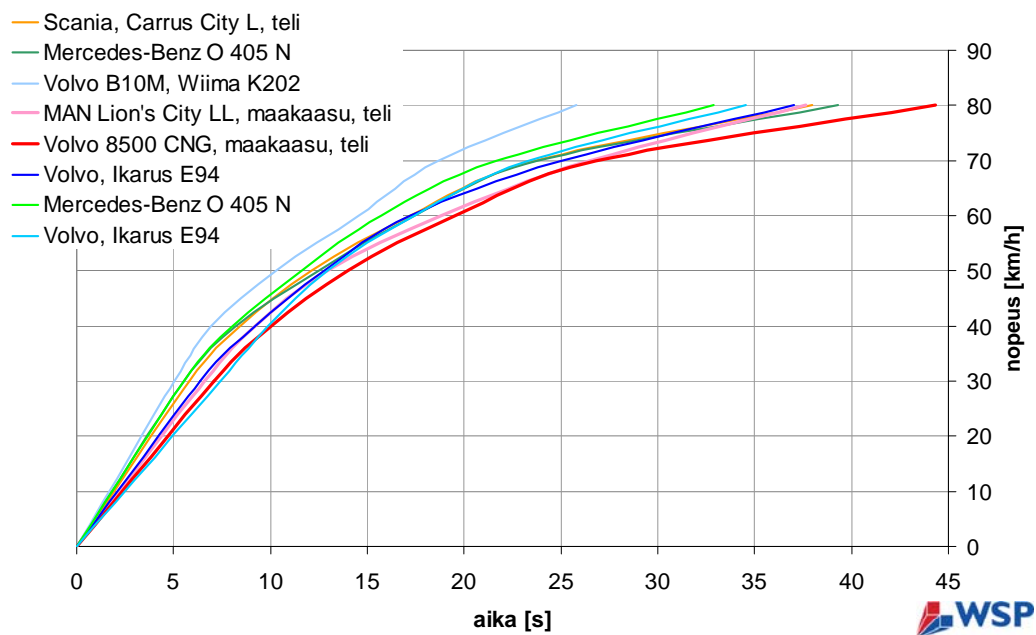
Tavoitteena oli muodostaa käsitys ovitoimintojen, pysäkkijarrujen ja tehojen vaikutuksesta bussiliikenteen nopeuteen. Tieteellisten johtopäätösten tekeminen edellyttää tarkempia tutkimuksia. Testattavassa kalustossa oli pysäkkijarrut.

Kenttäkokeet tehtiin muun liikenteen joukossa lauantaina 18.11.2006 klo 17.00–20.30 Helsingissä Hämeenlinnanväylällä. Mittausajankohtana liikenne oli melko rauhallista ja mittauspaikat valittiin siten, ettei muu liikenne aiheuttanut häiriötä. Mittauksissa käytettiin Helsingin Bussiliikenne Oy:n kalustoa. Kuljettajana toimi liikennetyönjohtaja Timo Kantola ja mittaajana Simo Airaksinen. Kiihtyvyyttä ja ovitoimintoja mitattiin vähintään kahdesti kullakin autolla.

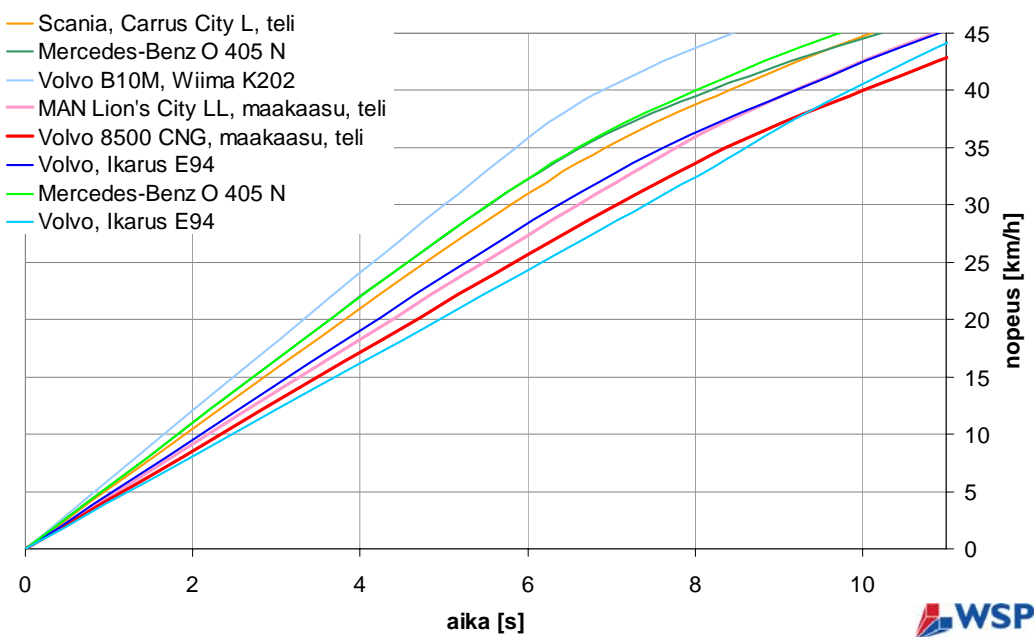
5.2 Kiihtyvyys

Tavoitteena oli selvittää kiihtyvyyden vaikutusta joukkoliikenteen nopeuteen. Kiihtyvyyteen vaikuttavia tekijöitä ei erikseen selvitetty. Mittaukset tehtiin tyhjillä busseilla, joten kuormituksen (matkustajamäärän) vaikutusta kiihtyvyyteen ei voitu havaita. Jos bussin massa on 16 000 kg ja täydessä bussissa 50 henkilöä á 80 kg, olisi matkustajien osuus kokonaismassasta noin 20 prosenttia.

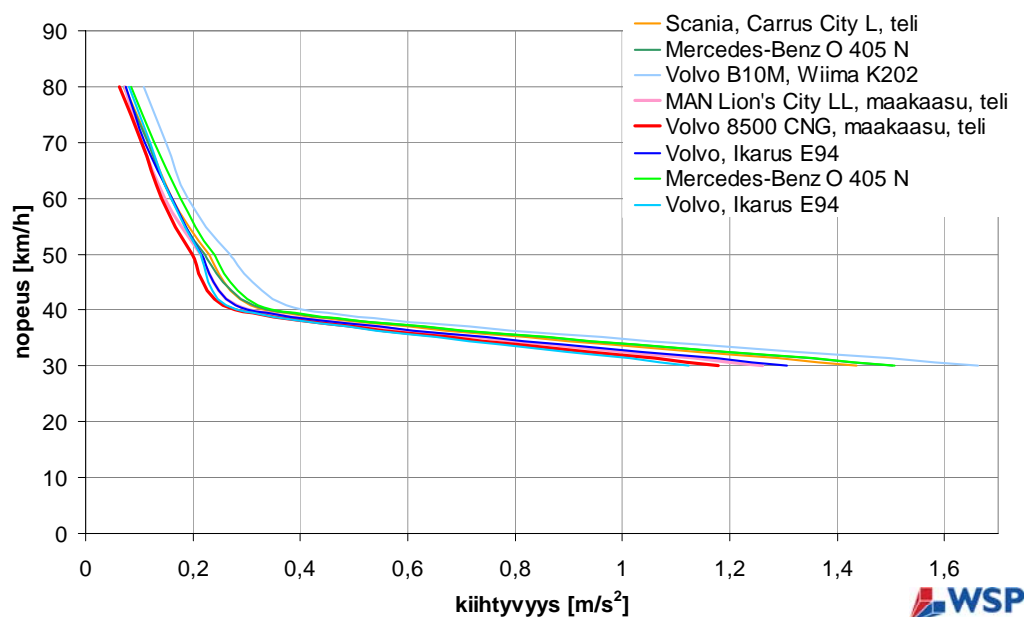
Seuraavissa kuvissa on esitetty kenttäkokeiden tuloksia. Kuvassa 59 on esitetty bussin nopeus ajan funktiona ja kuvassa 60 nopeus kiihtyvyyden funktiona. Koska paikallisliikenteessä oleellisista on kiihtyvyys pysäkiltä ja liikennevaloista taajamanopeuteen, on kuvissa 61 ja 62 vastaavasti esitetty nopeus ajan funktiona ja nopeus kiihtyvyyden funktiona 45 km/h:iin asti.



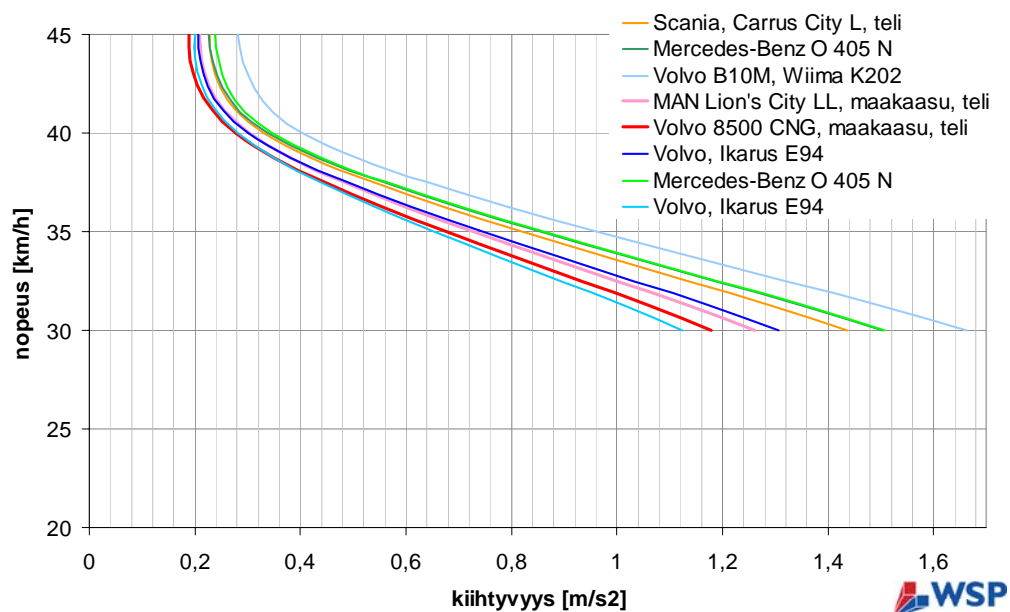
Kuva 59. Nopeus ajan funktiona mitatulla kalustolla.



Kuva 60. Nopeus ajan funktiona alhaisilla taajamanopeuksilla mitatulla kalustolla.



Kuva 61. Nopeus kiihtyvyyden funktiona mitatulla kalustolla.



Kuva 62. Nopeus kiihtyvyyden funktiona alhaisilla taajamanopeuksilla mitatulla kalustolla.

Paikallisliikenteen bussien kiihtyvyys on suurin alle 30 km/h:n nopeuksissa, sillä kiihtyvyys 0 km/h:sta 30 km/h:iin on 1,1–1,7 m/s². Suuremmilla nopeuksilla kaluston kiihtyvyys heikkenee. Esimerkiksi kiihdytettäessä 40 km/h:sta 50 km/h:iin on kiihtyvyys noin 0,20–0,27 m/s². Kiihdytettäessä 30 km/h:iin aikaa kuluu 5,0–7,1 sekuntia ja vastaavasti 40 km/h:iin 6,9–10,0 sekuntia, 50 km/h:iin 10,3–14,0 ja 80 km/h:iin 25,8–44,3 sekuntia. Kaupunkiliikenteessä keskeisin on kiihtyvyys 40 tai 50 km/h:iin, kun taas moottoriväyliä ajavilla linjoilla on merkitystä myös nopeudella 80 km/h:iin.

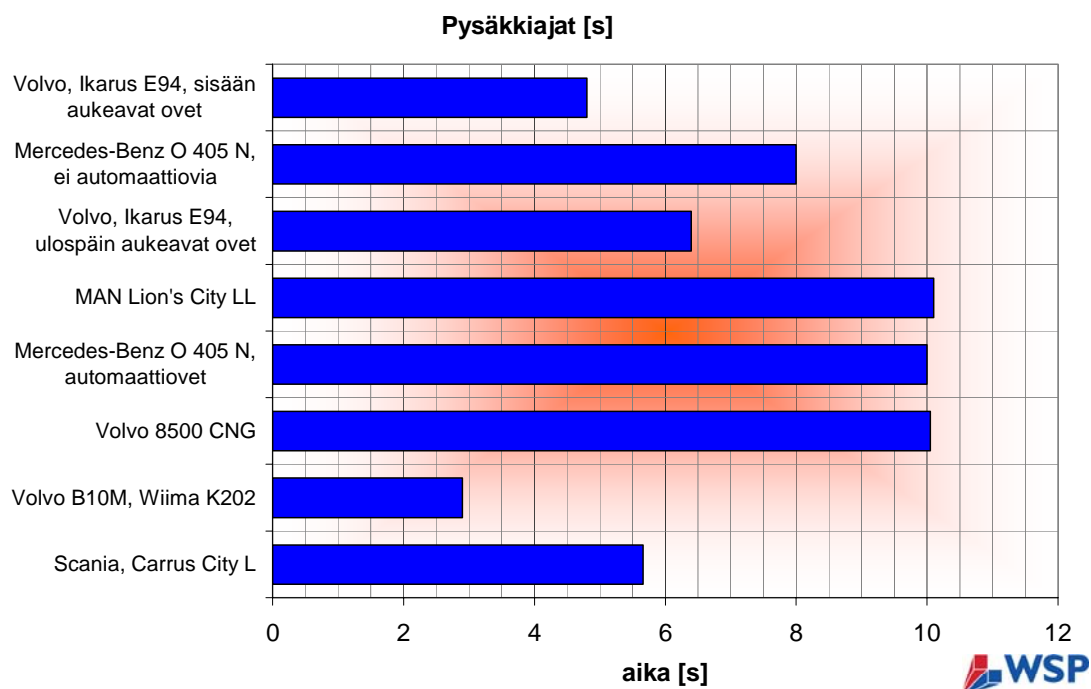
Mittauksista on havaittavissa selkeitä eroja bussien kiihtyvyydessä. Hitaimmin kiihtyvät maakaasubussit. Tuloksista ei tosin voida täysin selvästi todeta, että maakaasu olisi käyttövoimana kiihtyvyyttä heikentävä tekijä. Kun kiihdytetään taajaman yleisnopeusrajoitukseen eli 50 km/h:iin, on eroa nopeimmin kiihtyvän (Volvo B10M) ja hitaimman (Volvo 8500 CNG, maakaasu) noin 10,7 sekuntia. Matka-ajassa syntyy eroa näin ollen noin 1,9 sekuntia. Esimerkkinä voidaan tarkastella linjaa, jolla pysähdytään 25 pysäkillä ja lisäksi bussi pysähtyy 10 liikennevaloissa. Tällöin bussi lähtee sivun aikana liikkeelle kaikkiaan 35 kertaa. Jos kaikkina kertoina kiihdytetään 50 km/h:iin, sivun ajoaika kasvaisi 68 sekuntia. Jos Helsingin sisäisten linjojen keskinopeus on 24,1 km/h ja keskipituus 9,48 km, niin linjan ajoaika pidentyisi 4,8 prosenttia. Käytännössä kiihtyvyys voi aiheuttaa enemmän viivytyksiä, jos bussi pysäkin jälkeen myöhästyy liikennevalojen vihreästä aallosta. Tuloksia tarkasteltaessa on hyvä huomata, että nopeimmin kiihtyvä bussi on 1990-luvun tyyppillisin kaupunkibussi. Nykyisin käytössä olevien tyyppillisimpien bussien kiihtyvyydet ovat puolestaan mitattujen ajoneuvojen keskiluokkaa.

Kiihtyvyyteen vaikuttavat muun muassa käyttövoima, tehot, vaihteiden portaiden määrä ja vääntömomentti. Lisäksi uusissa busseissa välitykseen vaikuttaa myös valittava vaihteisto-ohjelma, jonka mukaan ajoneuvotietokone valitsee vaihteen. Vaihteisto-ohjelmana voi olla esimerkiksi taloudellinen tai tehokas ohjelma.

5.3 Ovitoiminnot

Mittausten tavoitteena oli saada tietoa ovitoimintoihin kuluvan kiinteän ajan kestosta ja arvioida vaikutuksia bussiliikenteen nopeuksiin. Lisäksi arvioitiin sisään ja ulospäin aukeavien ovien sekä automaattisesti ja manuaalisesti ohjattavien ovien nopeuksia.

Ovitoimihintoihin kuluvalle kiinteällä ajalla tarkoitetaan aikaa, joka kuluu ovien aukaisemiseen ja sulkemiseen. Kiinteään aikaan ei vaikuta ovea käyttävien matkustajien määrä. Mittauksissa ovien avautumisen päättymisen ja sulkeutumisen alkamisen välinen aika oli noin kaksi sekuntia. Tänä aikana oletettiin matkustajan ehtivän ulos. Kenttäkokeissa mitattiin ainoastaan keskiovien toimintoihin kuluvaa kestoa, koska erot etuovien toiminnoissa arviointiin vähäisemmiksi. Mittauksissa hyödynnettiin pysäkkijarrun joustoa. Tällä tarkoitetaan sitä, että ovet voidaan aukaista jo pienessä vauhdissa ja liikkeelle voidaan lähteä jo ennen kuin ovet ovat kokonaan sulkeutuneet. Pysäkkijarru estää kuitenkin ajoneuvon liikkumisen, kun ovet ovat kokonaisuudessaan auki. Testeissä mitattiin aika, jonka ajoneuvo oli kokonaan pysähtyneenä. Kaikissa testatuissa ajoneuvoissa oli käytössä pysäkkijarru, koska tavoitteena ei ollut liikenneturvallisuuden heikentäminen. Kuvassa 63 on esitetty mitattujen bussien ovitoimintoihin kuluneiden kiinteiden aikojen kestot sekunteina.



Kuva 63. Ovitoimintoihin kuluva kiinteä aika mitatulla kalustolla.

Mittausten perusteella sisään aukeavat ovet ovat noin 1,5 sekuntia nopeammat kuin vastaavan mallin ulospäin aukeavat ovet. Automaattiovet ovat puolestaan noin 2,0 sekuntia hitaammat kuin vastaavan mallin ei-automaattiovet. Tulosten mukaan, että ero nopeimman ja hitaimmin ovityypin välillä on noin 7 sekuntia. Tulos on merkittävä, koska esimerkiksi 25 pysäkkiä käsittävällä linjalla, aikaa ovitoimintoihin kuluisi 175 sekuntia eli noin kolme minuuttia enemmän. Kun Helsingin sisäisten linjojen keskinopeus on 24,1 km/h ja sivun keskipituus 9,48 km, niin linjan ajoaika pidentyisi 12,4 prosenttia. Tuloksia tarkasteltaessa on hyvä huomata, että 1990-luvulla yleisesti käytetyn bussityypin ovitoiminnot olivat nopeimmat. Busseissa ei tavallisesti ole automaattiovia ja nykyisin suurin osa keski- ja takaovista aukeaa ulospäin. Siten ovitoimintojen kesto on noin 6-7 sekuntia nykyisin yleisimmin käytetyillä bussityypeillä. Mittauksissa on voinut tapahtua virheitä, joita ei ole havaittu, vaikka mittaustapahtuma suoritettiin vähintään kahdesti.

Tulosten perusteella voi olla perusteltua tutkia keinoja ovitoimintojen nopeuttamiseksi. Ovien avautumis- ja sulkeutumisenopeutta voi olla mahdollista säätää nopeammaksi. Tällä ei todennäköisesti ole kovin merkittäviä turvallisuusvaikutuksia. Sen sijaan pysäkkijarrun poistolla olisi negatiivisia turvallisuusvaikutuksia. Tutkimuksessa ei varsinaisesti tarkasteltukaan pysäkkijarrun hidastavaa vaikutusta. Kenttäkokeiden perusteella ovien avautumis- ja sulkeutumisenopeudella on merkitystä. Sen sijaan pysäkkijarru ei olennaisesti hidasta matkaa.

6 MIKROSIMULOINTI VAIKUTUSTEN ARVIOINNIN APUVÄLINEENÄ

6.1 Simuloinnin teoriaa

Liikenteen nopeuttamisen vaikutusten arviointi on monitahoinen prosessi, jossa on huomioitava sekä suorat että välilliset vaikutukset. Arvion tulee perustua todellisiin indikaattoreihin siten, että ne ovat mahdollisuuksien mukaan mitattavissa. Mikrosimulointia voidaan hyödyntää yhteis- ja ristikkäisvaikutusten arvioinnissa. Useat toimenpiteet yhdessä voivat toimenpiteestä, fyysisestä ympäristöstä tai liikennetilanteesta riippuen lisätä tai vähentää erillistoimenpiteiden yhteenlaskettua hyötyä.

Simulointi tarkoittaa jonkin todellisuuden ilmiön jäljittelemistä. Simulointimalleja hyödynnetään usein liikennesuunnittelun apuvälineenä. Mallinnuksen avulla voidaan tarkastella ja vertailla asioita ja toimenpiteitä jo niiden suunnitteluvaiheessa. Liikennetekniikassa nämä voivat olla esimerkiksi lisäkaistan vaikutus ruuhkaan tai erilaiset kiertoajat liikennevalo-ohjauksessa. Simulointimallista saadaan useita erilaisia tunnuslukuja, kuten nopeus, matka-ajat, liikennemäärä, viivytykset tai jonoutuminen. Tutkittavat vaihtoehdot ajetaan yleensä useilla erilaisilla satunnaisvaihteluilla eli siemenlukuilla ja tarkastellaan useamman simulointiajon tuloksia.

Simuloinnissa tutkimusasetelma on hyvin kontrolloitavissa. Siten mm. liikennemäärän muutokset on helppo toteuttaa, kokeita voi tehdä useita lyhyessä ajassa ja saadaan paljon keskenään vertailukelpoisia lukuja.

Malli on aina vain yksinkertaistus todellisuudesta. Sen vuoksi mallin hyvyys riippuu käyttötarkoituksesta ja asetetuista tavoitteista. Mitä tarkempaa tulosta halutaan, sitä tarkempi ja monimutkaisempi malli tulee laatia. Absoluuttisten tunnuslukujen määrittäminen vaatii tarkemman mallin kuin erilaisten vaihtoehtojen vertailu.

6.2 Simulointimallin toteutus

Pääkaupunkiseudulla simuloinnin toimivuutta arvioinnin välineenä selvitettiin kahden Case-kohteen avulla. Mallinnuksen työkaluna toimi Paramics-ohjelma. Iso-Britanniassa kehitetty Paramics on maailmanlaajuisesti käytetyin liikenteen mikrosimulointiohjelma. Mallin valmiudet myös joukkoliikenteen telematiikkaratkaisujen arviointiin ovat hyvät ja monipuoliset.

Ensimmäiseksi tarkastelukohteeksi valittiin Hämeenlinnanväylä eli VT3 välillä Hakamäentie- Kehä III (VE 1). Toisena kohteena oli ns. Tiedelinjan reittiosuus välillä Pasila-Kumpula (VE 2).

Tässä työssä simulointimalliin kuvattiin yksityiskohtaisesti liikenneinfrastruktuuri (kaistat, liittymät, liikennevalot ym.), säännöt (väistämisvelvollisuudet ym.), ajoneuvot ja liikennekysyntä. Kukin ajoneuvo (kuljettaja) toimi mallissa omana itsenäisenä yksikkönä, joka on vuorovaikutuksessa ympäristönsä kanssa.

Liikennetilanne muodostuu liikenteessä olevien ajoneuvojen vuorovaikutuksen yhteistuloksena.

Bussilinjat mallinnettiin Paramicsissa siten, että linja alkaa bussipysäkiltä sen mukaisesti, mikä on ensimmäinen linjan pysäkki mallinnusalueella. Linjalle syötetään lähtöajat, ja bussi ilmestyy ensimmäiselle pysäkillä lähtöajan mukaisesti. Tämän jälkeen bussi kulkee normaalisti liikennevirran mukana. Linja päättyy vastaavasti mallinnusalueen viimeiseen bussipysäkkiin. Muut ajoneuvot puolestaan lähtevät syötinpisteistä ja vastaavasti matka päättyy syötinpisteisiin. Bussien kysyntä perustuu mallissa kiinteisiin reitteihin ja etukäteen määritettyihin aikatauluihin, kun taas ajoneuvojen kysyntä perustuu OD-matriisiin (origin-destination -matriisi). Ajoneuvot syötetään malliin satunnaisesti kysynnän edellyttämällä tiheydellä.

Bussien pääte- ja lähtöpysäkit pyrittiin sijoittamaan mahdollisimman lähelle syötinpisteitä, jotta bussien ja muiden ajoneuvojen matka-aikojen vertailu onnistuisi. Niin sanotussa Pasilan mallissa (VE 2) bussien ja henkilöautojen aikoja ei voi täysin verrata keskenään, sillä reitit eivät ole täysin yhtenevät. Bussipysäkit piti mallissa sijoittaa syötinpisteiden ulkopuolelle. Tämän vuoksi busseilla on lyhyempi matka, mikä voi vaikuttaa olennaisesti tuloksiin lyhyillä mittausväleillä, etenkin jos syötinlenkki on hyvin ruuhkainen.

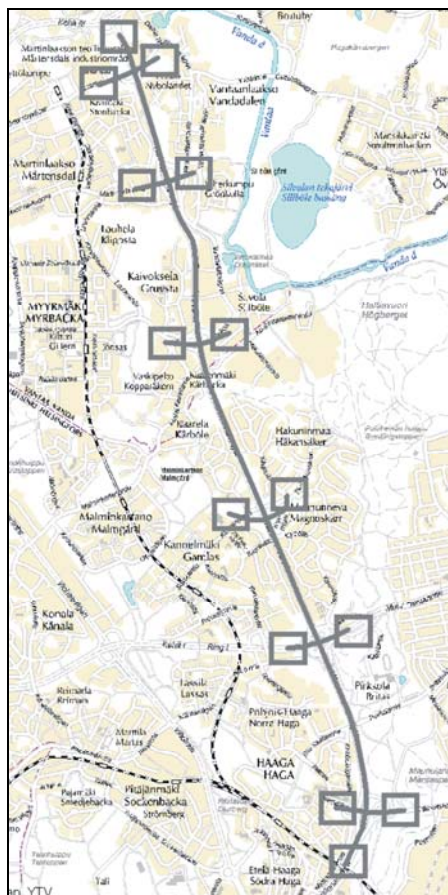
Tieinfrastruktuuri on nykytilanteen mukainen lukuun ottamatta tarkasteltavia toimenpiteitä. Esimerkiksi bussipysäkit sijaitsevat nykyisillä paikoillaan. Poikkeuksena tästä Pasilan malli, jossa Hakamäentie mallinnettiin parhaillaan käynnissä olevan perusparannuksen mukaisesti. Liikennemäärä ja bussien vuoromäärä mallinnettiin nykytilanteen mukaan. Mallinnusajankohdaksi valittiin linja-autojen vuoromäärän aamun huipputunti (klo 07:15–08:15).

Jotta simulointitulosten tarkasteluhetken alkaessa malli ei olisi tyhjä, tulee simulointi aloittaa ennen tutkimusajankohdan alkua. Lisäksi, koska haluttiin tarkastella tunnin aikana kulkevia busseja, simulointia jatkettiin tarkasteluajankohtaa pitempään, jotta tarkasteluajankohdan loppupuolella lähteneet bussit saatiin mukaan tarkasteluun. Tämän vuoksi kutakin mallia simuloitiin kello 06:15–08:30 ja ajoneuvoliikenteen osalta tarkasteltiin vain keskimmäistä tuntia. Bussiliikenteen osalta otettiin huomioon kaikki ajankohdan 07:15–08:15 aikana lähteneet bussit.

6.3 Case 1: Hämeenlinnanväylän (Hakamäentie-Kehä III) simulointi

6.3.1 Mallinnusalueen kuvaus

Simulointimalli alkaa etelästä päin katsottuna Valtatien 3 eli Hämeenlinnanväylän ja Hakamäentien risteyksen jälkeen, Kivihaan pysäkkien kohdalla. Malli päättyy pohjoisessa hieman ennen Kehä III:lle, Myllymäen koulun pysäkkien kohdalla. Kuvassa 64 on esitetty simulointimallin mallinnettava alue ja syötinpisteet (neliöt):



Kuva 64. VT3, mallinnettava alue.

Tarkastelualueella on kuusi eritasoliittymää ja 15 bussipysäkkiä suuntaansa. Liittymät ja pysäkit on lueteltu seuraavassa taulukossa 6. Tarkemmat pysäkkikuvaukset ovat työn liitteessä 3.

Taulukko 6. Valtatie 3 mallinnusalueen liittymät ja pysäkit.

Liittymät (etelästä pohjoiseen päin katsottuna)	Pysäkkien järjestys etelästä pohjoiseen menettäessä on seuraava:	
Metsälän liittymä (Metsäläntie) Kehä I:n liittymä Kannelmäen liittymä (Kanneltie) Kaivoksetan liittymä (Vaskivuorentie) Louhelan liittymä (Martinlaaksontie) Vantaankosken liittymä (Martinkyläntie)	1. Kivihaka 2. Metsäläntie 3. Pirkkolantie 4. Pirkkolan urheilupuisto 5. Venäläinen koulu 6. Raitamaantie 7. Kaarelantie 8. Kalannintie	9. Kappatie 10. Vetotie 11. Vetokuja 12. Mätäoja 13. Martinlaakso 14. Koukkuveräjä koulu 15. Myllymäen koulu

Kun linjan reitti on kulkenut simulointialueen ulkopuolelle liittymästä pois, lähtö- ja päätepysäkki on sijoitettu kadulle. Tuloksissa ei kuitenkaan ole esitetty simulointialueen ulkopuolisia pysäkkejä.

6.3.2 Vertailtavat vaihtoehdot

Simuloinnin avulla tutkittiin seuraavia joukkoliikenteen nopeuttamiseen liittyviä parannustoimenpiteitä vilkasliikenteisellä pääväylällä:

- bussikaista,
- pysäkkien kiihdytyskaistat ja
- muuttuva nopeusrajoitus.

Alueesta laadittiin yhteensä viisi simulointimallia:

- A) nykytilanne,
- B) tiesuunnitelman mukainen bussikaistajärjestely,
- C) bussikaista koko mallinnusalueen matkalle,
- D) kiihdytyskaistat kaikille bussipysäkeille (kiihdytysosan pituus 150 metriä) sekä
- E) muuttuva nopeusrajoitus koko mallinnusalueelle.

Simulointimallien vertailussa tarkasteltiin bussilinjojen matka-aikojen keskiarvoja pysäkkiväleittäin. Malliin sijoitettiin linja-aikojen ohitusajan tallentavat ilmaisimet kunkin pysäkin jälkeen. Jotta kiihdytyskaistamallin vertailu onnistuisi, sijoitettiin ilmaisimet n. 170 metrin päähän pysäkistä, jolloin bussi on ehtinyt liittyä liikennevirtaan kaikissa malleissa. Pysäkeille, jotka toimivat bussilinjojen viimeisinä pysäkkeinä, asetettiin ilmaisimet heti pysäkin jälkeen, sillä bussi katoaa mallista viimeisen pysäkin jälkeen.

A) Nykytilan malli

Mallinnusta varten tehtiin ensin nykytilan malli. Tässä mallissa pysäkit sijoitettiin omille linkeilleen. Pysäkille johtaa yksikaistainen linkki. Varsinainen pysäkki on kaksikaistaisella linkillä, jolloin takana tuleva bussi voi lähteä edessä olevaa aiemmin pysäkiltä tai ohittaa pysäkin. Kolmas linkki yhdistää pysäkin ja pääväylän. Tämä linkki on yksikaistainen ja sitä tuleva bussi väistää pääväylän liikennettä. Jos pysäkki olisi pääväylän yhteydessä, ongelmaksi muodostui se, että pysäkiltä lähteviä busseja ei voitu asettaa väistämisvelvollisiksi.

B) Muuttuvan nopeusrajoituksen malli

Muuttuvan nopeusrajoituksen mallissa nopeusrajoitus lasketaan ruuhka-aikoina 80km/h:sta 60 km/h:iin. Tällöin muut ajoneuvot joutuvat lain mukaan väistämään pysäkiltä lähtevää bussia.

Mallissa sekä Hämeenlinnanväylää kulkeva liikenne että pysäkeiltä lähtevät bussit ovat etuajo-oikeutettuja. Tällöin bussit liittyvät päävirtaan ja muut ajoneuvot hidastavat pysäkiltä kiihdyttävän bussin perässä tai vaihtavat kaistaa. Jos muu liikenne asetettaisiin velvolliseksi väistämään pysäkiltä lähtevää bussia, mallissa päävirran ajoneuvot hidastavat, vaikka pysäkillä ei olisikaan bussia. Lisäksi tällöin väylän välityskyky heikkenisi siinä määrin, että syntyisi jonoja esimerkiksi Martinlaaksontien ja Kaivokselantien liittymissä.

Nykyisin Hämeenlinnanväylällä simuloitavalla alueella on 80 km/h nopeusrajoitus. Tiehallinnon mittausten mukaan keskinopeus on ruuhkattomalla tiellä tavallisesti lähes 90 km/h. Tämän vuoksi simuloinnissa on oletettu, että ajoneuvojen keskinopeus olisi noin 70 km/h, vaikka nopeusrajoitukseksi asetettaisiin 60 km/h.

C) Tiesuunnitelman mukainen bussikaistajärjestely

Tiesuunnitelman mukaan bussikaista rakennetaan Kannelmäen ja Kaivokselan liittymien väliselle osuudelle. Tällöin mallissa on kolme kaistaa välille Kehä I-Kaivoksela, ja muualla kaksi kaistaa.

D) Bussikaista koko mallinnusalueen matkalle

Bussikaista rakennettiin koko mallinnusalueen matkalle.

E) Kiihdytyskaistat kaikille bussipysäkeille

Kiihdytyskaistamallissa pysäkeille rakennettiin kiihdytyskaistat, joiden pituus oli 150 metriä. Jos pysäkin jälkeen alkoi erkanemiskaista, ei kiihdytysosaa mallissa aina rakennettu yhtä pitkäksi. Kiihdytysosuus jatkui tällöin erkanemiskaistana. Metsäläntien pysäkeillä on jo nykyisin kiihdytyskaistat. Kehä I:n ja Kannelmäen välille ei rakennettu myöskään kiihdytyskaistoja, koska osuudella on kolme kaistaa ja melko helppo liittyä muuhun liikenteeseen.

6.3.3 Tulokset

Matka-aikojen muutokset

Taulukoissa 7 ja 8 on vertailtu matka-aikoja pysäkkiväleittäin pohjoiseen ja etelään mentäessä. Matka-ajan mittaus alkaa 170 metrin edeltävästä pysäkistä 170 metriä tarkasteltavasta pysäkistä eteenpäin. Esimerkiksi taulukossa 7 toinen rivi kuvaa aikaa Metsäläntien ja Pirkkolantien pysäkkien välillä. Mittaus on alkanut 150 metriä Metsäläntien pysäkistä pohjoiseen ja päättynyt 150 metriä Pirkkolantiestä pohjoiseen. Poikkeuksena ovat simulointialueen alkamis- ja päättymispysäkit, joilla mittaus alkaa ja päättyy pysäkin kohdalla.

Taulukko 7. Matka-ajat mittausväleittäin eri vaihtoehdoissa pohjoiseen mentäessä.

Mittausväli	Nykytilanmalli		Matka-ajan muutos nykytilanmalliin verrattuna			
	N	Aika (sek)	Väistövelvoll.	Kiihdytysk.	Tiesuunn.	Bussik.
Kivihaka - Metsäläntie	96	82	1 %	-5 %	-1 %	1 %
Metsäläntie - Pirkkolantie	96	68	-7 %	-14 %	1 %	-15 %
Pirkkolantie - Pirkkolan urh.puisto	96	46	-23 %	-26 %	1 %	-32 %
Pirkkolan urh.puisto - Venäläinen koulu	96	55	5 %	-2 %	-1 %	-1 %
Ven.koulu - Raitamaantie	108	32	3 %	2 %	-2 %	-1 %
Raitamaantie - Kaarelantie	88	32	-7 %	0 %	-18 %	-17 %
Kaarelantie - Kalannintie	88	64	-13 %	-20 %	-23 %	-23 %
Kalannintie - Kappatie	88	47	17 %	3 %	2 %	0 %
Kappatie - Vetotie	36	39	-7 %	-14 %	6 %	-19 %
Vetotie - Vetokuja	36	29	-24 %	-28 %	9 %	-33 %
Vetokuja - Mätäoja	36	28	-22 %	-9 %	3 %	-28 %
Mätäoja - Martinlaakso	28	31	-12 %	-18 %	3 %	-27 %
Martinlaakso - Koukkuveräjä	28	48	-7 %	-18 %	-11 %	-18 %
Koukkuveräjä - Myllymäen koulu	20	36	2 %	-7 %	-3 %	-5 %

Taulukko 8. Matka-ajat mittausväleittäin eri vaihtoehdoissa etelään päin mentäessä (klo 07.15-08.15).

Mittausväli	Nykytilanmalli		Matka-ajan muutos nykytilanmalliin verrattuna			
	N	Aika (sek)	Väistövelvoll.	Kiihdytysk.	Tiesuunn.	Bussik.
Myllymäen koulu - Koukkuveräjä	72	76	-22 %	-8 %	0 %	-28 %
Koukkuveräjä - Martinlaakso	72	39	-11 %	-18 %	2 %	-22 %
Martinlaakso - Mätäoja	72	40	-16 %	-21 %	-2 %	-26 %
Mätäoja - Vetokuja	96	31	-36 %	-24 %	3 %	-42 %
Vetokuja - Vetotie	96	35	-15 %	-7 %	4 %	-28 %
Vetotie - Kappatie	96	53	7 %	-10 %	16 %	-20 %
Kappatie - Kalannintie	164	75	4 %	-9 %	-16 %	-17 %
Kalannintie - Kaarelantie	152	96	3 %	-3 %	-25 %	-28 %
Kaarelantie - Raitamaantie	180	47	0 %	-1 %	-1 %	-1 %
Raitamaantie - Venäläinen koulu	160	35	-12 %	7 %	1 %	-23 %
Ven. koulu - Pirkkolan urh.puisto	160	40	-2 %	3 %	-2 %	-11 %
Pirkkolan urh.puisto - Pirkkolantie	172	53	-18 %	-25 %	2 %	-26 %
Pirkkolantie - Metsäläntie	172	64	11 %	-2 %	-1 %	4 %
Metsäläntie - Kivihaka	172	43	6 %	7 %	1 %	3 %

Bussien määrä on kaikissa tarkastelutapauksessa sama. Mukana ovat kaikki kello 07:15 ja 08.15 välillä lähteneet bussit. Simulointia jatkettiin 15 minuuttia varsinaisen tarkasteluajankohdan jälkeen, jotta kaikki bussit ehtivät ajaa reitin läpi. Taulukoissa on ilmoitettu kaikkien linja-autojen keskimääräinen matka-aika mittauspisteeltä mittauspisteelle sekunneissa nykytilanmallissa, ja matka-ajan suhteellinen muutos eri tarkastelutapauksissa.

Muuttuvan nopeusrajoituksen mallissa bussien liittyminen päävirtaan helpottui pysäkeillä. Liittymisen helpottumisesta koitua hyöty oli busseille suurempi kuin nopeusrajoituksen laskusta aiheutuva matka-ajan piteneminen. Matka-aika kasvoi pääsääntöisesti niillä pysäkkiväleillä, joilla jo nykytilanteessa on kiihdytyskaistat ja liittyminen siksi helppoa. Pohjoisen suunnan tuloksia tarkasteltaessa on huomioitava, että liikenne ruuhkautuu aamulla vähemmän kuin etelän suuntaan. Sen vuoksi nopeusrajoituksen laskusta koituu matka-aikatappiota esimerkiksi Kalannintien ja Kappatien välisellä pitemmällä pysäkkivälillä.

Kiihdytyskaistamallissa matka-aika laski useimmissa tapauksista eli kiihdytyskaistoista oli hyötyä. Kehä I:n ja Kannelmäen liittymien väliin ei toteutettu kiihdytyskaistoja, koska osuudella on jo nykyisellään kolme kaistaa. Siten matkai-
 aikasäästöjä ei syntynyt. Myös Metsäläntien pysäkeillä on kiihdytyskaistat jo nykyisellään eikä niitä jatkettu.

Tiesuunnitelmamallissa bussikaistat rakennettiin Kannelmäen ja Kaivokselaan liittymien välille. Pohjoiseen mentäessä matka-ajat nopeutuivat osuudella selvästi. Etelään mentäessä matka-ajat nopeutuivat selvästi Kappatien ja Kalannintien sekä Kalannintien ja Kaarelantien välisillä osuuksilla. Kaivokselaan liittymän sisältävällä Vetotien ja Kappatien osuudella matka-ajat puolestaan selvästi kasvoivat. Tähän vaikutti Kaivokselaan suunnasta tulevat ajoneuvot. Nykytilan mallissa ajoneuvot odottavat rampilla, jos eivät mahdu liittymään päävirtaan. Tiesuunnitelman mukaisessa mallissa kiihdyttäminen oli mahdollista pidemmällä matkalla, koska kiihdytyskaista jatkui bussikaistana. Siten mallissa kaista määritettiin ns. vapaaksi kaistaksi ja seuraava linkki oli bussikaista. Siirtyminen tapahtui voimakkaammin bussikaistan alkaessa kuin pelkän kiihdytyskaistan tapauksessa. Siten päävirta hidastui, josta kärsivät myös bussit. Todellisuudessa hidastuminen ei olisi yhtä voimakasta, koska osa ajoneuvoista jatkaisi jonkin matkaa bussikaistalla.

Bussikaistamallissa bussikaista oli rakennettu koko simulointiosuudella. Tällä mallilla saavutettiin kokonaisuudessaan kaikkein suurimmat aikasäästöt. Hyötyjä ei saavutettu Kehä I:n ja Kannelmäen välisellä osuudella. Kyseisellä osuudella on jo nykyisin kolme kaistaa, eikä lisäkaistoja toteutettu.

Nopeuden muutokset

Taulukossa 9 on esitetty liikennemäärät ja ajoneuvojen keskimääräiset nopeudet nykytilanmallissa sekä kunkin vaihtoehdon nopeudet suhteessa nykytilanmalliin.

Taulukko 9. Nopeuden muutokset eri malleissa.

Liittymäväli		Nykytilanmalli		Nopeuden muutos			
		Liikenne määrä	Nopeus	Väistö- velvoll.	Kiihdytys- kaista	Tiesuun- nitelma	Bussi- kaista
Pohjoiseen	Louhela - Vantaankoski	1100	89	86 %	95 %	101 %	104 %
	Kaivoksela - Louhela	1350	83	88 %	99 %	103 %	107 %
	Kannelmäki - Kaivoksela	1900	84	87 %	99 %	107 %	107 %
	Kehä 1 - Kannelmäki	2000	77	89 %	100 %	101 %	104 %
	Metsälä - Kehä 1	1450	82	88 %	100 %	100 %	112 %
Etelään	Vantaankoski - Louhela	2000	79	89 %	102 %	100 %	109 %
	Louhela - Kaivoksela	2350	75	91 %	102 %	99 %	105 %
	Kaivoksela - Kannelmäki	2750	69	85 %	97 %	125 %	125 %
	Kannelmäki - Kehä 1	3100	66	91 %	100 %	99 %	110 %
	Kehä 1 - Metsälä	2350	66	92 %	100 %	102 %	102 %

Muuttuvan nopeusrajoituksen mallissa matkanopeudet laskivat kutakuinkin nopeuden laskun (10 km/h) verran. Mallissa oletettiin siis, että keskinopeus olisi noin 70 km/h, vaikka nopeusrajoitus laskettaisiin 60 km/h:iin. Kiihdytyskaista-

mallissa nopeudet vaihtelivat nykytilaan verrattuna, tosin erot eivät ole kovin merkittäviä. Osaltaan syynä voi olla verkon muokkaus kiihdytyskaistojen tekemisen yhteydessä. Tiesuunnitelmamallissa bussikaistat rakennettiin Kannelmäen ja Kaivokselan liittymien välille. Nopeudet nousivat varsinkin ruuhkasuunnassa. Bussikaistamallissa nopeudet nousivat suhteessa muita malleja eniten. Tässäkin mallissa nopeudet nousivat eniten Kannelmäen ja Kaivokselan liittymien välillä.

Henkilöautojen ja bussien matka-aikojen vertailu

Taulukossa 10 on vertailtu bussien ja henkilöautojen matka-aikoja. Mittauksessa ovat mukana ainoastaan ne ajoneuvot, jotka ajavat koko mallin läpi Hämeenlinnanväylää pitkin.

Taulukko 10. Bussien ja henkilöautojen väliset matka-aikaerot eri malleissa.

Vaihtoehto	Pohjoiseen			Etelään		
	Bussi	Muut autot	Ero	Bussit	Muut autot	Ero
Nykytila	09:09	06:55	02:15	11:19	07:30	03:50
Väistövelvoll.	08:46	07:50	00:55	10:34	08:30	02:04
Kiihdytysk.	08:05	06:50	01:15	10:22	07:34	02:48
Tiesuunn.	09:01	06:51	02:10	10:50	07:18	03:32
Bussik.	07:50	06:47	01:02	08:59	07:18	01:40

Henkilöautojen matka-ajoissa ei ollut juurikaan muutoksia muuttuvan nopeusrajoituksen mallia lukuun ottamatta. Pääsääntöisesti myös henkilöautot hyötyvät toimenpiteistä, vaikka toimenpiteet on kohdistettu ensisijaisesti joukkoliikenteeseen. Kiihdytyskaistamallissa henkilöautojen matka-aika jonkin verran kasvoi. Tämä saattaa aiheutua siitä, että bussit pääsevät helpommin liittymään päävirtaan. Kiihdytyskaistat olivat kuitenkin niin lyhyitä, etteivät bussit ehdi kiihdyttää nopeutta 60 km/h suuremmaksi ennen päävirtaan liittymistä. Muuttuvan nopeusrajoituksen mallissa bussien etuajo-oikeus pysäkiltä ei hidastanut merkittävästi henkilöautojen matkaa. Tämä havaittiin myös siten, että nopeusrajoitus oli mallissa 80 km/h, mutta busseille annettiin etuajo-oikeus pysäkiltä lähtiessään. Tällöin henkilöautojen matka-aika oli suurin piirtein sama kuin tilanteessa, jossa nopeusrajoitus oli 70 km/h.

Tiesuunnitelman mukaisessa mallissa bussien kulku nopeutui vaihtoehtoista kaikkien vähiten. Tällöin myös bussit kulkevat hitaimmin verrattuna henkilöautoihin, vaikkakin ero on jonkin verran nykyistä pienempi. Mielenkiintoista on, että ruuhkasuuntaa vastaan kiihdytyskaistojen rakentamisella saavutetaan melko pitkälti samat hyödyt kuin koko osuuden bussikaistojen rakentamisella. Pelkkien kiihdytyskaistojen rakentaminen on kuitenkin investointina merkittävästi edullisempi.

6.3.4 Herkkyystarkastelu

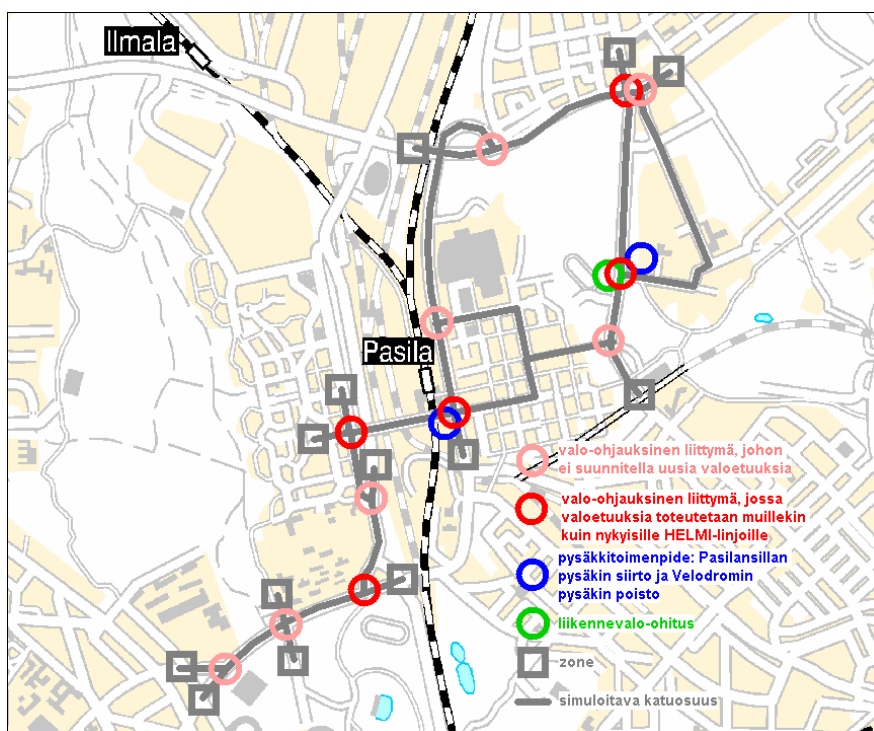
Simulointimallit simuloitiin myös 20 prosenttia suuremmilla liikennemäärillä. Sen sijaan bussiliikenteen määrä oli tällöinkin nykyisen kaltainen. Liikennemäärän kasvun seurauksena liittymien ympäristön katuverkko ruuhkautui. Sen sijaan

Hämeenlinnanväylän liikenne oli edelleen sujuvaa. Malliajosten tekeminen on toisaalta haastavinta tilanteissa, joissa liikennetiheys lähenee kriittistä pistettä.

6.4 Case 2: Pasilan simulointi

6.4.1 Mallinnusalueen kuvaus ja vertailtavat vaihtoehdot

Simulointikohteessa 2 mallinnettava alue ja syöttöpisteet (neliöt) on esitetty kuvassa 65. Mallinnusalue oli hyvin laaja, minkä vuoksi tuloksia tarkasteltiin erikseen kolmessa osa-alueessa: pohjois- ja itäosa, keskiosa sekä eteläosa.



Kuva 65. Pasilan mallinnusalue.

Simuloinnein tutkittiin seuraavia joukkoliikenteen nopeuttamiseen liittyviä toimenpiteitä katuympäristössä:

- liikennevaloetuuudet,
- pysäkkien sijainti liikennevaloetuuksien hyödyntämisenäkökulmasta,
- liittymän liikennevalo-ohitus joukkoliikennekaistalla sekä
- reittimuutos ruuhkaisen liittymän välttämiseksi.

Alueesta tehtiin vertailua varten nykytilan malli. Tämän lisäksi tehtiin viisi tutkittavaa simulointimallia. Liikennevaloetuuksia tutkittiin kolmella mallilla:

- Valoetusohjelma etu1, etuusohjelma linjoille 506 ja 65A (jatkossa 65)
- Valoetusohjelma etu20, etuusohjelma linjoille 506, 23(N), 58(B), 59, 65(A) ja 66(A).
- Valoetusohjelma etu21: etuusohjelma kaikille linjoille.

Valo-ohjelmien vaiheiden pituudet määritettiin nykyisten vaihekaavioiden perusteella. Mallissa huomioitiin minimi- ja maksimiajat siten, että risteykset toimivat mahdollisimman hyvin. Itse mallissa käytettiin kuitenkin vain yhtä, parhaaksi todettua ohjelmaa. Jalankulku- ja raitiovaunuvaiheita ei määritelty erikseen. Ne huomioitiin kuitenkin säätämällä muut vaiheet riittävän pitkiksi.

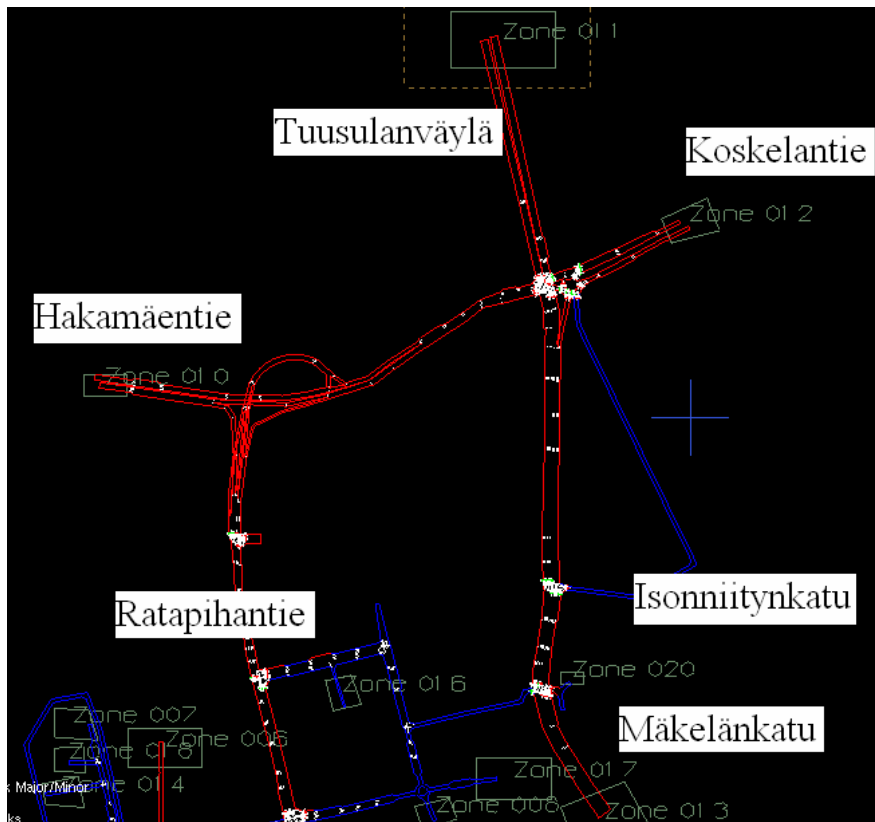
Etuuspyynnöt toteutettiin lisäohjelmoinnilla. Verkolle sijoitettiin ilmaisimien sijaan etuushaluttuun suuntaan sijoitettiin ilmaisimet. Jokaiseen risteykseen sijoitettiin vain yksi ilmaisimien suuntaa kohden. Kun bussi ohittaa ilmaisimen, se lähettää pyynnön vihreään vaiheeseen saamiseksi. Samalla se kertoo, mistä toisen suunnan vaiheesta vastaava aika lyhennetään.

Lisäksi rakennettiin kaksi mallia, joissa tutkittiin muita nopeutustoimenpiteitä. Molemmassa malleissa käytettiin liikennevalojen etuushaluttua etu20:

- Pysäkkien sijaintimuutokset ja liikennevalo-ohitus sekä
- Tiedelinjan (506) reittimuutos.

6.4.2 Tulokset: Pasilan mallin pohjois- ja itäosa

Pohjois- ja itäosan tarkastelualue on esitetty kuvassa 66. Tarkastelualueella on neljä syötinpistettä: pohjoisessa Tuusulanvähällä (alue 11), idässä Koskelantiellä (alue 12), etelässä Mäkelänkadulla (alue 10) ja lännessä Hakamäentiellä (alue 10). Hakamäentietä lähtee Pasilaan päin Ratapihantie, joka yhdistää pohjois- ja itäosan tarkastelualueen muuhun malliin.



Kuva 66. Pohjois- ja itäosan tarkastelualue.

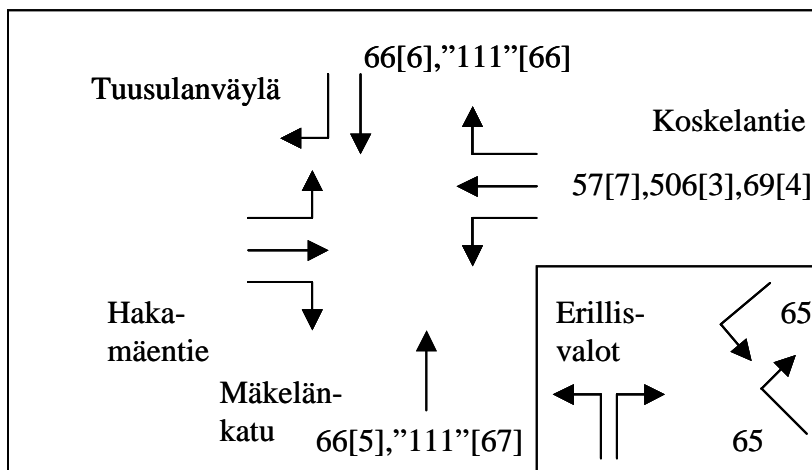
Tarkastelussa ovat mukana seuraavat bussilinjat:

- Linjat 57, 518: Hakamäentietä suoraan Koskelantielle (mallissa linja 57)
- Linja 506: Ratapihantie – Hakamäentie – Koskelantie
- Linja 65: Mäkelänkatu – Isonniitynkatu – Koskelantie
- Linja 66: Mäkelänkatua suoraan Tuusulantielle
- Linja 111: Mäkelänkatua ajavat linjat lukuun ottamatta linjaa 66 (linjalle 66 myönnettiin etuudet vaihtoehdossa ve20 toisin kuin muille linjoille)

Alueella on kaksi valo-ohjauksista liittymää, joihin on toteutettu etuudet.

Etuusristeys: Mäkelänkatu – Koskelantie

Nelihaararisteyksen suunnat ja risteyksessä kulkevat bussit on esitetty kuvassa 67.



Kuva 67. Koskelantien ja Mäkelänkadun risteuksen kääntymissuunnat ja bussilinjat [hakasuluissa bussien määrä/h].

Kuvassa 68 on esitetty nelihaalaristeyksen opastimien vaiheet perustilassa. Vaiheet 3, 5 ja 7 ovat suojavaiheita joiden pituus on 5 sekuntia.

1	2	3	4	5	6	7
2 sek	50 sek		39 sek		14 sek	

Kuva 68. Koskelantien ja Mäkelänkadun risteuksen valo-ohjauksen vaiheet ja vaiheiden kestot ilman etuuksia.

Liikennevaloissa toteutettiin seuraavat etuudet (pidennys 3 sekuntia):

- idästä: vaihe 4 pitenee (vaihe 6 lyhenee), myös edellisissä valoissa 3 sekunnin pidennys

- pohjoisesta vaihe 2 pitenee (vaihe 4 lyhenee)
- lännestä: vaihe 6 pitenee (vaihe 7 lyhenee)

Etuudet toteutettiin nelihaalaristeyksen valojen lisäksi Sofianlehdonkadun risteyksessä. Valot on yhteenkytketty niin, että Koskelantieltä tulevat autot seisovat edellisissä valoissa, jotta kiertoliittymäalue ei ruuhkaantuisi, ja Mäkelänkadulta Hakamäentieltä pyrkivät pääsevät ajamaan läpi kiertoliittymän yhdellä kertaa.

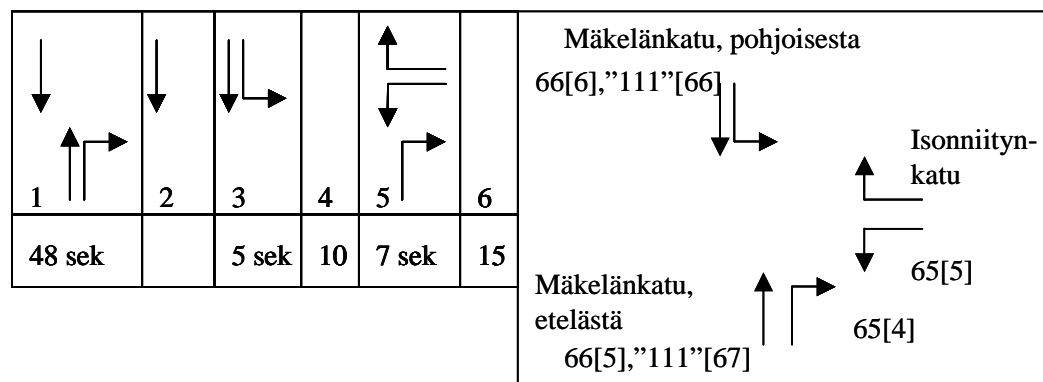
Linjat saivat etuuden seuraavasti:

- Ohjelma 1: bussi 506 ja 65
- Ohjelma 2: bussit 506, 66 ja 65
- Ohjelma 3: kaikki bussit

Lännen etuuden toteuttaminen onnistui hyvin harvoin. Tämä johtui siitä, että samaan aikaan tuli päällekkäisiä pyyntöjä muista suunnista. Lisäksi ilmaisimien oli sijoitettu melko lähelle risteystä, paikkaan jossa jonoa on jo muodostunut. Näin ollen bussit pääsivät etenemään ilmaisimen yli yleensä oman vihreän vaiheen aikana. Tällöin ohjelma ei ehtinyt myöntää etuutta, koska vihreän vaiheen pituus oli hyvin lyhyt.

Etusristeys: Mäkelänkatu – Isonniitynkatu

Kuvassa 69 on esitetty Mäkelänkadun ja Isonniitynkadun risteuksen kääntymissuunnat, risteuksen läpi kulkevat bussilinjat sekä valo-ohjelman vaiheet ja pituudet perustilassa. Risteyksessä on pidemmät punaiset vaiheet (vaiheet 4, 6) Mäkelänkadun ylittävien jalankulkuvaiheiden takia.



Kuva 69. Mäkelänkadun ja Isonniitynkadun risteuksen kääntymissuunnat ja bussilinjat [hakasuluissa bussien määrä/h] sekä valo-ohjelman vaiheet ja vaiheiden pituudet.

Liikennevaloissa toteutettiin seuraavat etuudet (pidennys 3 sekuntia):

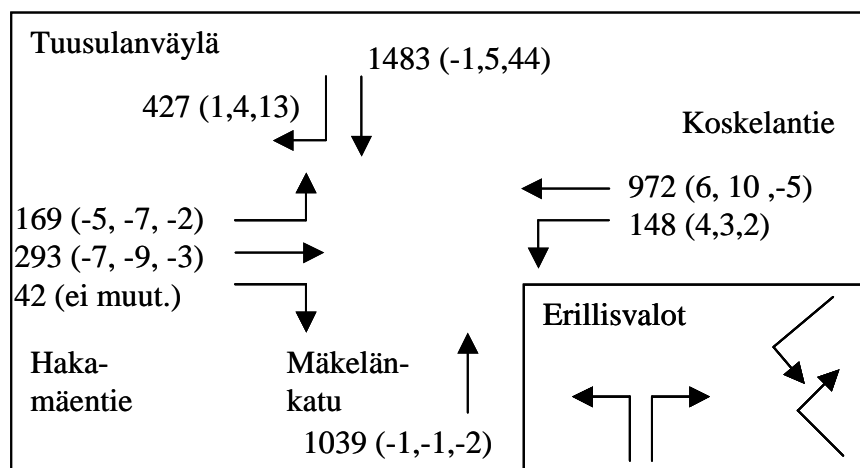
- idästä: vaihe 5 pitenee (vaihe 6 lyhenee)
- etelästä: vaihe 5 pitenee (vaihe 6 lyhenee)
- pohjoisesta: vaihe 1 pitenee (vaihe 4 lyhenee)

Linjat saivat etuuden seuraavasti:

- ohjelma 1: bussi 506 ja 65
- ohjelma 2: bussit 506, 66 ja 65
- ohjelma 3: kaikki bussit

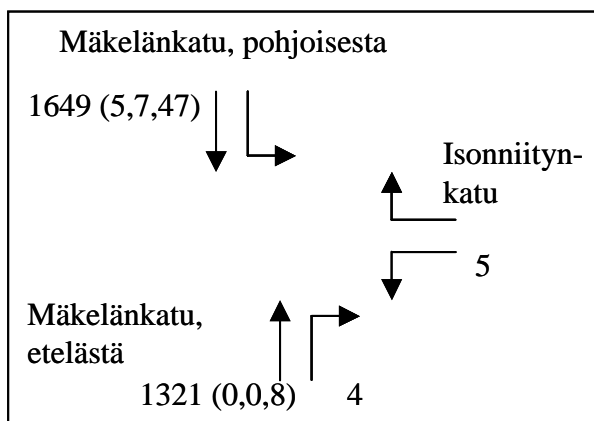
Liikennemäärät mallin pohjois- ja itäosissa

Kuvassa 70 on esitetty toteutuneet liikennemäärät Koskelantien ja Mäkelänkadun risteyksessä ja kuvassa 71 Mäkelänkadun ja Isonniitynkadun risteyksessä.



Kuva 70. Mäkelänkadun ja Koskelantien risteyksen toteutuneet liikennemäärät.

Koskelantien ja Mäkelänkadun risteyksen liikennemäärät vaihtelivat eri vaihtoehdoissa. Busseille annettavat etuudet pidensivät kyseisen suunnan vihreää, minkä vuoksi samasta suunnasta tulevat muut ajoneuvot hyötyivät etuudesta. Vastaavasti muiden suuntien ajoneuvot kärsivät.



Kuva 71. Mäkelänkadun ja Isonniitynkadun risteyksen toteutuneet liikennemäärät

Mäkelänkadun ja Isonniitynkadun risteyksessä pohjoissuunnan liikennemäärän kasvu aiheutui Mäkelänkadun ja Koskelankadun liikennemäärän muutoksista. Isonniitynkadun liikennemäärät eivät ole kovin suuria. Tämän vuoksi risteys läpäisi hyvin kasvaneen liikennemäärän.

Matka-ajat mallin pohjois- ja itäosissa

Taulukossa 11 on esitetty henkilöautojen ja bussien matka-aikamittauksen tuloksia simulointimallin pohjois- ja itäosasta.

Taulukko 11. Matka-aikamittauksen tuloksia mallin pohjois- ja itäosassa.

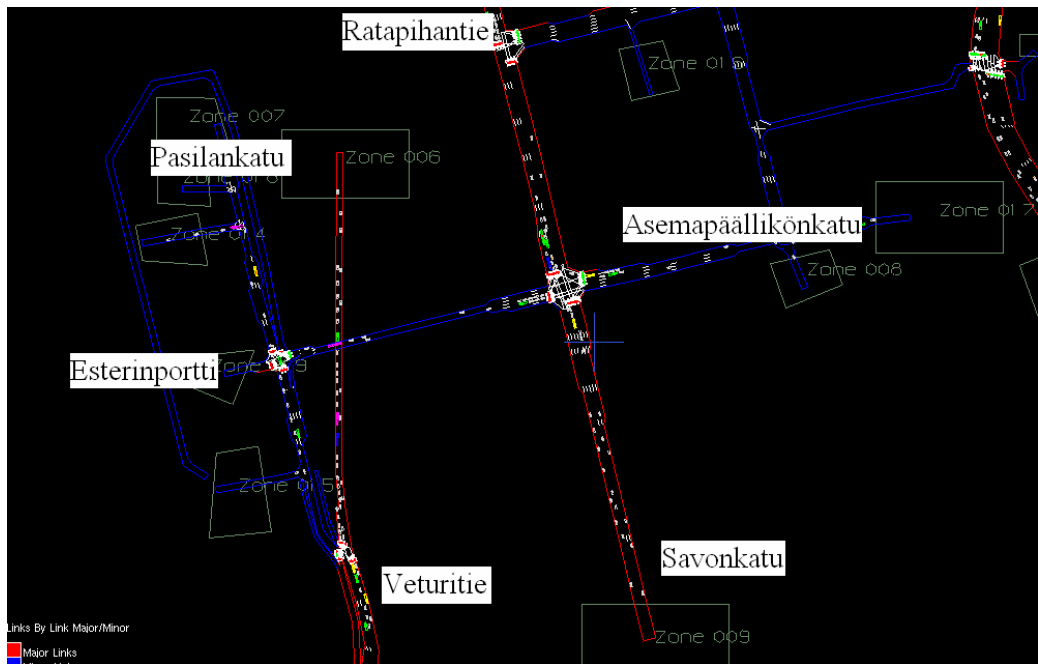
Reitti ja kulkumuoto		Nyky	Etu1	Etu20	Etu21
Koskelantie - Hakamäentie	Henk.auto	09:10	99 %	99 %	100 %
Koskelantie - Hakamäentie	Bussi 57	02:27	100 %	100 %	101 %
Koskelantie - Itä-Pasila	Bussi 506	03:14	97 %	98 %	98 %
Koskelantie - Mäkeläntie	Bussi 65	06:01	101 %	101 %	108 %
Koskelantie - Mäkeläntie	Henk.auto	09:29	99 %	100 %	102 %
Hakamäentie - Koskelantie	Henk.auto	04:34	111 %	112 %	105 %
Hakamäentie - Koskelantie	Bussi 57	05:13	104 %	100 %	91 %
Itä-Pas/Hakam.tie - Koskelant.	Bussi 506	07:33	116 %	110 %	102 %
Hakamäentie - Mäkelänkatu	Auto	05:38	106 %	109 %	109 %
Mäkelänkatu - Tuusulanväylä	Henk.auto	02:34	100 %	99 %	94 %
Mäkelänkatu - Tuusulanväylä	Bussi 66	03:16	92 %	96 %	92 %
Mäkelänkatu - Tuusulanväylä	Bussi 111	03:26	100 %	99 %	96 %
Mäkelänkatu - Koskelantie	Bussi 65	05:04	100 %	100 %	100 %
Mäkelänkatu - Hakamäentie	Henk.auto	03:52	100 %	99 %	97 %
Mäkelänkatu - Koskelantie	Henk.auto	02:23	100 %	99 %	96 %
Tuusulanväylä - Mäkelänkatu	Henk.auto	06:49	99 %	98 %	96 %
Tuusulanväylä - Mäkelänkatu	Bussi 66	03:13	98 %	99 %	101 %
Tuusulanväylä - Mäkelänkatu	Bussi 111	03:31	100 %	101 %	100 %

Matka-ajat kasvoivat selvästi lännestä Hakamäentieltä tulevilla, jotka kärsivät idän suunnan vihreän pidentämisestä. Kun ohjelmassa etu 21 olivat käytössä myös lännen suunnasta etuudet, olivat viiveiden kasvut Hakamäentien suunnasta pienemmät.

Simuloinnit siis osoittavat, että etuudet hyödyttävät busseja. Kun henkilöautoja kulkee bussien kulkusuunnassa, myös henkilöautot hyötyvät etuuksista. Sen sijaan muiden suuntien henkilöautoliikenne kärsii etuuksista jonkin verran.

6.4.3 Tulokset: Pasilan mallin keskiosa

Mallin keskiosa on esitetty kuvassa 72. Eteläosan autot tulevat keskiosaan Länsi-Pasilassa Veturitieltä, pohjois- ja itäosan tarkastelualueen autot puolestaan Ratapihantietä pitkin. Lisäksi tarkastelualueella on seuraavat syötinpisteet: Pasilankatu Länsi-Pasilassa (alue 7), Savonkatu (alue 9), Ratamestarinkatu (alue 8), Pasilankatuun yhdistyvät alueet 14 ja 15 (kuvastavat Länsi-Pasilan parkkialueita) sekä Itä-Pasilassa parkkialueita kuvastavat alueet 17 ja 18.



Kuva 72. Keski-Pasilan tarkastelualue.

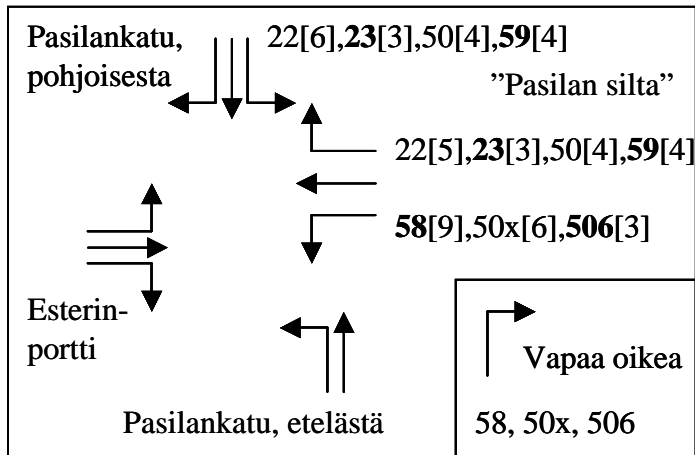
Pasilan alueella kulkevat seuraavat linjat:

- Linja 17: Savonkatu – Asemapäällikönkatu - Messukeskus
- Linjat 22, 509, 518, 59: Asemapäällikönkatu - Pasilan silta –Pasilankatu (pohjoiseen). Nämä linjat olivat mallissa linjana 22. Poikkeuksena oli linja 59, joka sai etuuden vaihtoehdossa ve20
- Linja 23, 50: Savonkatu - Pasilan silta – Pasilankatu (pohjoiseen). Mallinnettiin erikseen, 23 saa edun vaihtoehdossa ve20
- Linja 58: Savonkatu - Pasilan silta – Pasilankatu (etelään)
- Linjat 504, 505: Asemapäällikönkatu - Pasilan silta – Pasilankatu (etelään). Linjat mallinnettiin yhtenä linjana.
- Bussi 506: Ratapihantie - Pasilan silta – Pasilankatu (etelään)

Tarkastelualueella on useita valo-ohjauksisia liittymiä, joista etuusohjelma toteutettiin molemmissa Pasilan sillan valo-ohjauksisissa liittymissä.

Etuusristeys: Pasilankatu – Esterinportti

Kuvassa 73 on esitetty Pasilan sillan länsipuoleisen risteuksen kääntymissuunnat ja risteuksen läpi kulkevat bussilinjat. Etelästä sillalle tulevilla on vapaa oikea.



Kuva 73. Pasilankadun ja Esterinportin risteyksen kääntymissuunnat ja bussilinjat [hakasuluissa bussien määrä/h].

Kuvassa 74 on esitetty valo-ohjelman vaiheet perustilassa. Vaiheet 2, 4, 6 ja 8 ovat turvavaiheita joiden pituus on 5 sekuntia. Risteyksen valo-ohjauksen kiertoaika on 90 sekuntia.

1	2	3	4	5	6	7	8
22 sek		13 sek		30 sek		5 sek	

Kuva 74. Pasilankadun ja Esterinportin valo-ohjelma.

Liikennevaloissa toteutettiin seuraavat etuudet (pidennys 3 sekuntia)

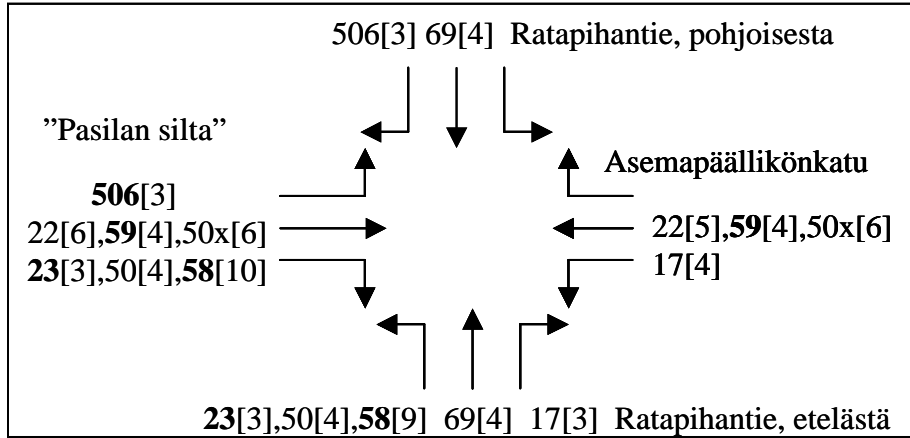
- sillalta tulevat: vaihe 5 pitenee (vaihe 7 lyhenee)
- pohjoisesta tulevat: vaihe 1 pitenee (vaihe 3 lyhenee)

Linjat saivat etuuden seuraavasti:

- Ohjelma 1: linjat 506
- Ohjelma 2: linjat 23, 58, 59, 506
- Ohjelma 3: kaikki linjat

Etuusristeys: Asemapäällikönkatu - Ratapihantie

Kuvassa 75 on esitetty Pasilan sillan Itä-Pasilan puoleisen risteyksen kääntymissuunnat ja risteyksen läpi kulkevat bussilinjat.



Kuva 75. Asemapäällikönkadun ja Ratapihantien risteyksen kääntymissuunnat ja bussilinjat.

Kuvassa 76 on esitetty valo-ohjelman vaiheet sekä vaiheiden kestot ilman etuuspyyntöjä. Välivaiheiden (vaiheet 2, 4, 6, 8) kesto on 5 sekuntia. Koko kiertoaika on 90 sekuntia. Vaihe päätieltä vasemmalle kääntyvät (vaiheet 1, 9) jouduttiin jakamaan kahteen osaan, jotta vaiheen 7 etuus olisi mahdollista toteuttaa.

1		3	4	5	6	7	8	9
9 sek		35 sek		8 sek		15 sek		3 sek

Kuva 76. Asemapäällikönkadun ja Ratapihantien risteyksen valo-ohjelma.

Etuuksien järjestäminen risteyksessä on vaikeaa, sillä risteykseen tulee kaikista suunnista busseja. Ainoastaan Ratapihantieltä pohjoisesta vasemmalle Asemapäällikönkadulle sekä vastaavasti Asemapäällikönkadulta oikealle Ratapihantielle ei kulje linjojen reittejä.

Liikennevaloissa toteutettiin seuraavat etuudet (pidennys 3 sekuntia):

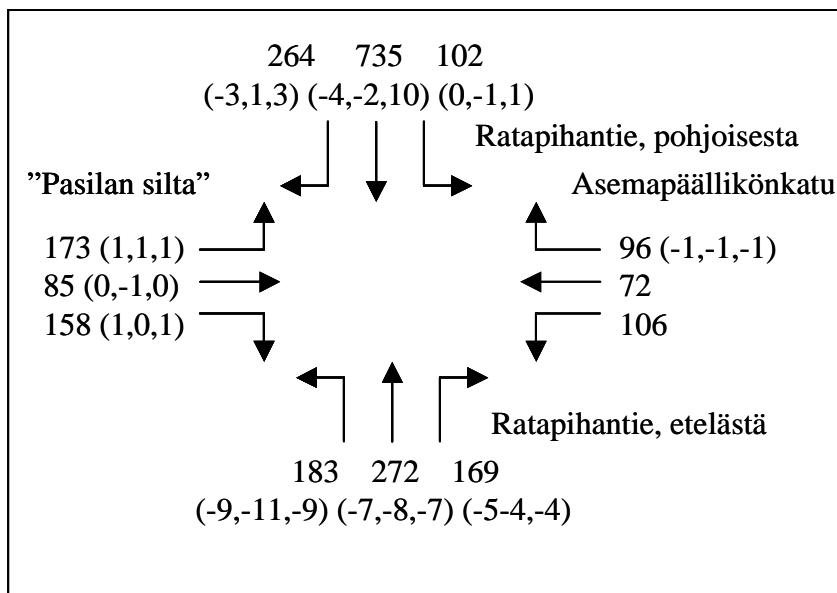
- pohjoisesta: vaihe 3 pitenee (vaihe 5 lyhenee)
- sillalta (lännestä): vaihe 7 pitenee (vaihe 9 lyhenee)
- idästä: vaihe 5 pitenee (vaihe 7 lyhenee)
- etelästä vasemmalle: vaihe 1 pitenee (vaihe 3 lyhenee)
- etelästä oikealle/suoraan: vaihe 3 pitenee (vaihe 5 lyhenee), vain etuusohjelmassa 3 (bussit 69, 17)

Linjat saivat etuuden seuraavasti:

- Ohjelma 1: bussi 506
- Ohjelma 2: bussit 23, 58, 59, 506
- Ohjelma 3: kaikki bussit

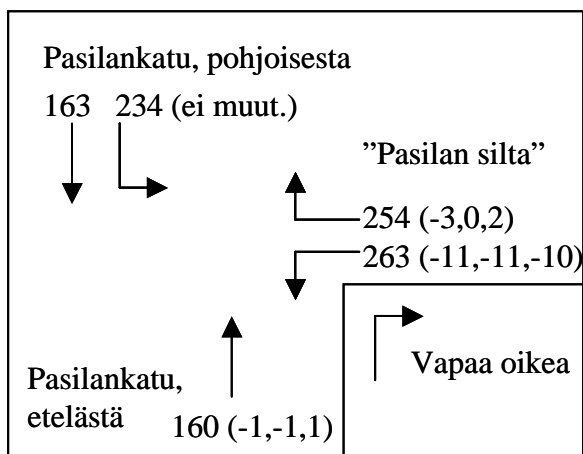
Liikennemäärät mallin keskiosassa

Kuvassa 77 on esitetty Pasilan sillan ja Ratapihantien risteuksen ja kuvassa 78 Pasilankadun ja Pasilan sillan risteuksen toteutuneet liikennemäärät nykytilanmallissa.



Kuva 77. Ratapihantien ja Asemapäällikönkadun risteuksen toteutuneet liikennemäärät nykytilanmallissa.

Pasilan sillan ja Ratapihantien risteuksen liikennemäärät muuttuivat vain hieman. Etelästä tuleva suunta sai vähemmän vihreää kaikissa vaihtoehdoissa ja liikennemäärä laski hieman. Itä-länsisuunnassa muutosta ei juuri ollut.



Kuva 78. Pasilankadun ja Esterinportin risteuksen toteutuneet liikennemäärät nykytilanmallissa.

Pasilankadun ja Pasilan sillan risteyksessä liikennemäärät eivät muuttuneet, lukuun ottamatta sillalta tulevaa liikennettä. Tämä johtui siitä, että edellisessä risteyksessä sillalle pääsi kääntymään vähemmän ajoneuvoja. Liikennemäärän lasku ei siis johtunut tämän risteuksen etuuksista.

Matka-aika mallin keskiosassa

Taulukossa 12 on esitetty henkilöautojen ja bussien matka-aikamittauksen tuloksia.

Taulukko 12. Bussien ja henkilöautojen matka-aikamittauksen tuloksia mallin keskiosassa.

Reitti ja kulkumuoto		Nyky	Etu1	Etu20	Etu21
Pasilank. (pohj) - Itä-Pas.	Bussi 22	04:36	94 %	91 %	83 %
Pasilank. (pohj) - Itä-Pas.	Bussi 59	06:14	90 %	88 %	87 %
Pasilank. (pohj) - Savonkatu	Bussi 23	05:37	91 %	94 %	81 %
Pasilank. (pohj) - Savonkatu	Bussi 50	06:15	82 %	85 %	83 %
Länsi-Pasila - Savonkatu	Henk.auto	02:53	78 %	83 %	74 %
Palkkatila - Savonkatu	Bussi 58	03:58	87 %	89 %	77 %
Palkkatila - Itä-Pasila	Bussi 50x	03:42	78 %	88 %	82 %
Palkkatila - Ratam. (pohj)	Bussi 506	02:57	89 %	87 %	80 %
Savonkatu - Pasilank. (pohj)	Bussi 23	05:15	127 %	114 %	124 %
Savonkatu - Pasilank. (pohj)	Bussi 50	04:57	134 %	141 %	144 %
Savonkatu - Messukeskus	Bussi 17	02:52	125 %	125 %	120 %
Savonkatu - Palkkatila	Bussi 58	04:45	136 %	140 %	136 %
Savonkatu - Länsi-Pasila	Henk.auto	02:39	167 %	176 %	168 %
Savonkatu - Hakamäentie	Henk.auto	02:44	111 %	117 %	113 %
Savonkatu - Itä-Pasila	Henk.auto	01:13	134 %	150 %	134 %
Itä-Pasila - Savonkatu	Bussi 17	04:38	103 %	103 %	104 %
Itä-Pasila - Savonkatu	Henk.auto	01:32	99 %	97 %	99 %
Itä-Pasila - Pasilank.(pohj)	Bussi 22	04:27	98 %	105 %	100 %
Itä-Pasila - Pasilank.(pohj)	Bussi 59	04:31	95 %	94 %	96 %
Itä-Pasila - Palkkatila	Bussi 50x	03:58	99 %	96 %	99 %
Ratam (pohj) - Palkkatila	Bussi 506	05:23	81 %	86 %	89 %
Hakamäentie - Savonkatu	Henk.auto	02:32	95 %	99 %	102 %

Matka-aikojen muutokset aiheutuivat pääosin Ratapihantien ja Asemapäällikönkadun risteyksen valojen muutoksista. Tämän risteyksen liikennemäärät olivat selvästi Pasilankadun ja Pasilansillan risteystä suuremmat.

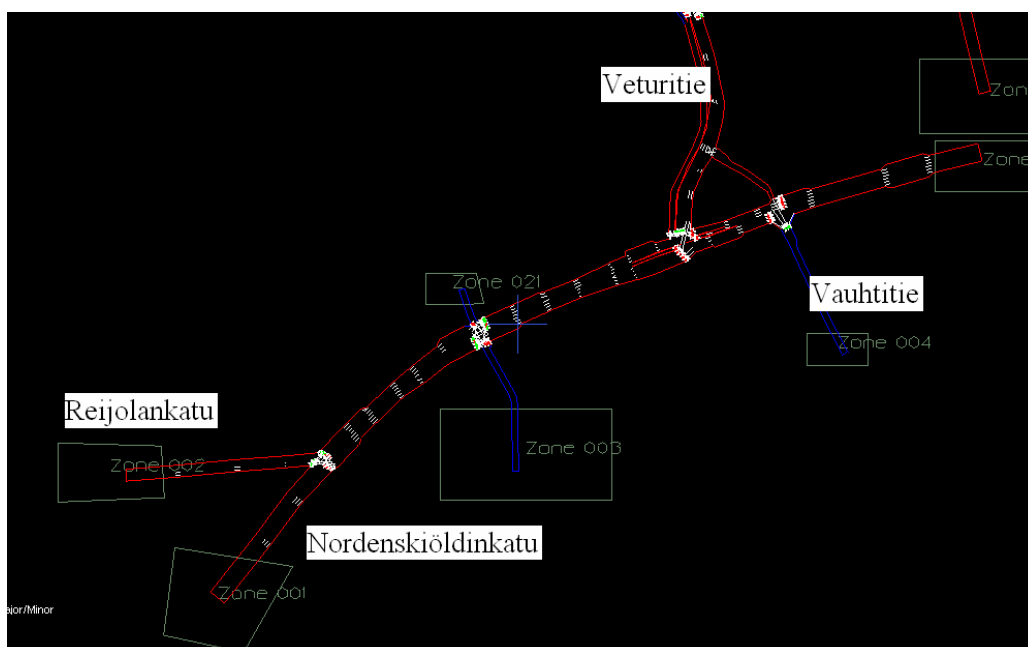
Savonkadulta eli Ratapihantieltä etelästä tulevien bussien ja henkilöautojen matka-ajat kasvoivat reilusti. Pasilansillalta tulevien vihreän vaiheen pidennys lyhensi Savonkadulta vasemmalle kääntyvien vaihetta. Sillalta kulkivat kaikki bussit busseja 17 ja 69 lukuun ottamatta, joten pyyntöjä tuli paljon etenkin etu21 vaihtoehdossa. Mallissa Savonkadulta vasemmalle kääntyvien vaihe lyhensi suoraan kulkevien vaihetta. Tämä heikensi seuraavien vasemmalle kääntyvien ruuhkaa.

Etudet hyödyttivät busseja. Etuuden saavien bussien kulkusuunnassa myös vastaavan suunnan henkilöautot hyötyivät etuista. Muiden suuntien liikenteen viiveet kasvoivat. Vastaavasti, jos etudet annettiin vain tietyille bussilinjoille, muiden linjojen viiveet kasvoivat samaan tapaan kuin muunkin liikenteen vii-

veet. Pasilansillalla ilmaisin sijoitettiin hyvin lähelle valo-ohjauksista risteystä. Ennen risteystä on pysäkki, jolla pysäkkiviiveet ovat pitkät. Etuudesta ei siten ollut merkittävää hyötyä kyseisen suunnan busseille. Muutoin bussit olisivat etuuden saadessa olleet vielä pysäkillä ja muun liikenteen sujuvuus olisi heikentynyt.

6.4.4 Tulokset: Pasilan mallin eteläosa

Tarkastelualue on esitetty kuvassa 79. Tarkastelualueella on syötinpisteitä seuraavasti: lännessä Reijolankadulla (alue 2) ja Nordenskiöldinkadulla (alue 1), idässä Nordenskiöldinkadulla (alue 5) ja Vauhtitiellä (alue 4), sekä pohjoisessa Veturitiellä (alue 6). Veturitien kautta on yhteys mallin keskimmäiseen tarkastelualueeseen. Eteläosan tarkastelussa on mukana lisäksi Länsi-Pasilaan suuntaavat autot/Länsi-Pasilasta saapuvat autot (syötinalueet alueet eivät näy kuvassa). Bussien kulkua on tarkasteltu Palkkatilanportin pysäkillä asti.



Kuva 79. Eteläosan malli

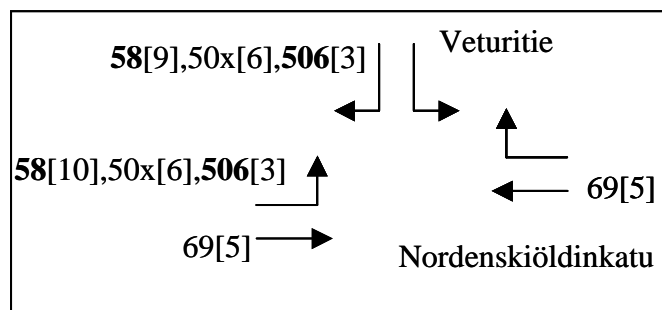
Mallin eteläosassa kulkevat seuraavat linjat:

- Linja 69: Nordenskiöldinkatua pitkin
- Linjat 504, 505, 506 ja 58(B): Reijolankadulta Veturitien kautta Länsi-Pasilaan. Linjat 504 ja 505 on yhdistetty yhdeksi linjaksi.

Tarkastelualueella on useat valo-ohjauksisia liittymiä. Kuitenkin vain Nordenskiöldintien ja Veturinkadun risteuksen valoihin toteutettiin etuudet. Tässä risteyksessä bussit kääntyvät Nordenskiöldintieltä vasemmalle Veturitielle tai päinvastoin. Poikkeuksena on linja 69, joka ajaa suoraan Nordenskiöldinkatua pitkin.

Etuusristeys: Nordenskiöldinkatu ja Veturitie

Kuvassa 80 on esitetty Nordenskiöldinkadun ja Veturitien risteuksen kääntymissuunnat ja risteuksen läpi kulkevat bussilinjat.



Kuva 80. Nordenskiöldinkadun ja Veturitien risteuksen kääntymissuunnat ja bussilinjat.

Kuvassa 81 on esitetty valo-ohjelman vaiheet perustilassa. Vaiheet 2, 4 ja 7 ovat turvavaiheita joiden pituus on 5 sekuntia kunkin. Risteuksen valo-ohjauksen kiertoaika on 90 sekuntia.

1	2	3	4	5	6	7	8
11 sek		21 sek		16 sek	16 sek		11 sek

Kuva 81. Nordenskiöldinkadun ja Veturitien risteuksen valo-ohjelma.

Liikennevaloissa toteutettiin seuraavat etuudet (pidennys 3 sekuntia)

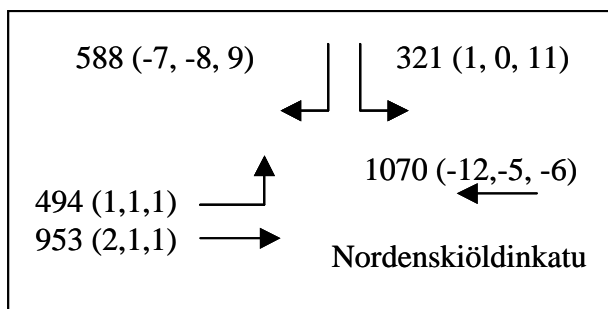
- pohjoisesta oikealle kääntyvät: vaihe 3 pitenee (vaihe 6 lyhenee)
- lännestä vasemmalle kääntyvät: vaihe 3 pitenee (vaihe 6 lyhenee)
- lännestä suoraan ajavat: vaihe 5 pitenee (vaihe 6 lyhenee)

Linjat saivat etuuden seuraavasti:

- Ohjelma 1: linja 506
- Ohjelma 2: linjat 506 ja 58
- Ohjelma 3: kaikki linjat

Liikennemäärä mallin eteläosassa

Kuvassa 82 on esitetty Nordenskiöldinkadun ja Veturitien risteuksen toteutuneet liikennemäärät nykytilassa sekä liikennemäärän muutos eri vaihtoehtoissa (etu1, etu20, etu21) nykytilaan verrattuna.



Kuva 82. Nordenskiöldinkadun ja Veturitien risteyskosen toteutuneet liikennemäärät eri vaihtoehdoissa.

Matka-aika mallin eteläosassa

Taulukossa 13 on esitetty henkilöautojen ja bussien matka-aikamittauksen tuloksia.

Taulukko 13. Henkilöautojen ja bussien matka-aikamittauksen tuloksia mallin eteläosassa.

Reitti ja kulkumuoto		Nyky	Etu1	Etu20	Etu21
Nord. (länteen)	Henk.auto	05:44	100 %	99 %	99 %
Nord. (länteen)	Bussi 69	06:28	104 %	104 %	102 %
Nords. (itään)	Henk.auto	01:54	99 %	99 %	100 %
Nords. (itään)	Bussi 69	02:22	98 %	99 %	99 %
Nord. (länsi) - Veturitie	Henk.auto	02:40	100 %	100 %	101 %
Reijolantie - Esterinportti	Bussi 50x	03:49	98 %	100 %	101 %
Reijolantie - Esterinportti	Bussi 506	03:52	102 %	99 %	103 %
Reijolantie - Esterinportti	Bussi 58	04:08	101 %	101 %	102 %
Reijolantie - L-Pasila	Henk.auto	02:41	98 %	100 %	101 %
L-Pasila - Reijolantie	Henk.auto	05:45	97 %	97 %	95 %
Veturitie- Nords. (länsi)	Henk.auto	07:44	99 %	102 %	97 %
Esterinportti - Reijolantie	Bussi 50x	08:04	100 %	101 %	99 %
Esterinportti - Reijolantie	Bussi 506	08:56	97 %	101 %	101 %
Esterinportti - Reijolantie	Bussi 58	08:19	99 %	102 %	100 %

Aamulla ruuhkasuunta on länteen eli Pasilasta Mannerheimintien suuntaan. Nordenskiöldinkatu on hyvin ruuhkainen. Ruuhkan vaikutukset ulottuvat Veturitiele asti.

Koska etuudet toteutettiin vain Nordenskiöldinkadun ja Veturitien liittymään, ei niillä ole merkittävää vaikutusta. Etuusristeys sijaitsee ruuhkaan nähden alavirrassa ja siksi etuuksista ei ruuhkasuunnassa ole hyötyä.

6.4.5 Liikennevalo-ohitus ja pysäkin siirto

Infrastruktuuriin kohdistuvia toimenpiteitä tutkittiin mallilla, jossa tarkasteltiin pysäkin siirron ja liikennevalo-ohituksen vaikutuksia. Malliin tehtiin seuraavat muutokset nykytilanmalliin nähden:

- Pasilansillan pysäkki (itään päin) siirrettiin Pasilansillan ja Ratapihantien risteyksen jälkeen Asemapäällikökadulle. Oikealle kääntyvät linjat käyttivät tällöin Ratapihantiellä olevaa pysäkkiä.
- Pyöräilystadionin pysäkki Isonniitynkadulla (länteen) poistettiin
- Mäkelänsillan ja Isonniitynkadun kolmihaararisteyksen pohjoisesta tulevat busseille rakennettiin liikennevalo-ohitus.

Pysäkkien siirrolla voitiin tutkia, millainen pysäkin sijainti olisi optimaalinen liikennevaloetuuksien hyödyntämisenäkökulmasta. Muutokset kohdistuivat linjoihin, jotka ajavat Pasilansillalta itään, jotka ajavat Mäkelänsillan kadulla etelään sekä linjaan 65A, joka kääntyy Isonniitynkadulta Mäkelänsillan kadulle. Valoetusohjelmana käytettiin vaihtoehtoa, jossa osa linjoista sai etuuden (etu20).

Pasilansillan pysäkin poisto ja siirto

Taulukossa 14 on vertailtu lännestä Pasilansillan pitkin ajavien bussien matka-aikoja nykytilaan, kun pysäkki on siirretty. Pasilansillan pysäkkiä käyttävät suoraan Asemapäällikökadulle jatkavat linjat sekä oikealle Ratapihantielle kääntyvät linjat.

Taulukko 14. Lännestä Pasilansillan pitkin ajavien bussien matka-aika mittauksen tuloksia.

Reitti	Bussit	Nyky	Etü20	Siirto, Ero nykytilaan	Siirto, Ero Etü20:seen
Ilmala - Itä-Pasila	22	04:36	04:12	90 %	98 %
Ilmala - Itä-Pasila	59	06:14	05:27	78 %	90 %
Ilmala - Savonkatu	23	05:37	05:17	85 %	91 %
Ilmala - Savonkatu	50	06:15	05:17	78 %	92 %
Palkkatila - Itä-Pasila	50x	03:42	03:16	59 %	67 %
Palkkatila - Ratam. (pohj)	506	02:57	02:34	55 %	64 %
Palkkatila - Savonkatu	58	03:58	03:32	78 %	87 %

Kaikkien Pasilansillan tulevien linjojen matka-ajat lyhenivät pysäkin siirron johdosta. Etuuden pyytävä ilmaisin sijoittaa kauemmas risteyksestä. Lisäksi oikealle kääntyviä ajoneuvoja eivät häirinneet pysäkkiä käyttäneet bussit. Sen sijaan ne saattoivat käyttää pysäkkiä paremmin ryhmittäytymiseen ja siten valoista pääsi kerralla suurempi määrä autoja läpi. Tämä hyödytti myös bussilinjoja, jotka eivät käyttäneet pysäkkiä.

Liikennevalo-ohitus ja Pyöräilystadionin pysäkin poisto

Liikennevalo-ohituksesta hyötyivät Mäkelänkatua etelään ajavat linjat 66 ja 111. Pyöräilystadionin pysäkin poisto koski bussia 65. Vähän käytetty pysäkki poistettiin, jotta bussi voitaisiin tunnistaa kauempaa ennen risteystä.

Taulukossa 15 on vertailtu bussien matka-aikojen muutoksia liikennevalo-ohituksen vaikutuksesta nykytilaan. Matka-aika mittausta alkaa Mäkelänkadulla noin 100 metriä ennen valoja ja päättyy vastaavasti noin 100 metrin päähän valoista. Isonniityntiellä matka-aikamittaus alkaa noin 70 metriä ennen valoja ja päättymispiste on sama kuin suorana menevien tarkastelussa.

Taulukko 15. Pohjoisesta Mäkelänkatua pitkin ajavien bussien matka-aikamittauksen tuloksia.

Bussit	Nyky	Etul	Siirto, Ero nykytilaan	Siirto, Ero Etu20:seen
66	00:20	00:20	72 %	70 %
111	00:24	00:25	60 %	58 %
65	01:10	01:05	78 %	83 %

Mäkelänkatua kulkevien bussien kulku nopeutui selvästi liikennevalo-ohituksen ansiosta. Ne pystyivät ajamaan likipitään nopeusrajoituksen mukaisesti. Myös sivusuunnasta tuleva bussi 65 hyötyi pysäkin poistamisesta selvästi.

Tässä mallissa liikennevalo-ohitus rakennettiin melko pitkänä. Tämän vuoksi bussien ei tarvinnut hidastaa nopeuttaan. Todellinen hyöty riippuu siitä, miten nopeasti bussit voivat ohituksen kohdalla ajaa. Tähän vaikuttaa osaltaan käytettävissä oleva katutila. Esimerkiksi Isonniitynkadun ja Mäkelänkadun risteyksessä valo-ohitus ei hyödyttäisi, jos bussien pitäisi hidastaa ohituksen kohdalla.

6.4.6 Tiedelinjan reittimuutos

Tiedelinjan (linja 506) reittimuutoksen tavoitteena on lyhentää Pasilan ja Kumpulan välistä matkaa ja siihen kuluva aikaa. Tällöin bussi kulkisi Pasilasta suoraan Radanrakentajantien kautta Mäkelänkadulle. Reitti jatkuisi edelleen joko Isonniitynkadun ja Pietari Kalmin kadun tai nykyisen satamaradan linjauksen kautta Kumpulaan. Simuloinneissa ei tarkasteltu koko osuuden vaikutuksia, koska niitä käsitellään luvussa 7.2.3.

Tiedelinjan reittimuutosmallissa tutkittiin ruuhkaisen pysäkin, eli Mäkelänkadun ja Koskelantien risteyksen kiertämisen vaikutusta bussien matka-aikaan. Tiedelinjan reitti muutettiin siten, että bussi ajoi Pasilan sillalta suoraan, Itä-Pasilasta nykyistä raitiovaunureittiä Mäkelänkadulle ja sieltä Isonniitynkadulle.

Reittimuutos toteutettiin mallissa, jossa oli toteutettu myös liikennevalo-ohitus ja pysäkinsiirtotoimenpiteet. Tiedelinjaa koskivat uudella reitillä Pasilan pysäkin siirto sekä Velodromin pysäkin siirto. Tiedelinja sai uudella reitillä samat etuu-

det kuin muut samoja reittejä ajavat linjat. Taulukossa 16 on vertailtu tiedelinjan matka-ajan muutosta nykytilaan ja etuohjelma etu20 verrattuna.

Taulukko 16: Tiedelinjan kokonaismatka-ajan muutos reittimuutosmallissa.

Reitti	Nyky	Et20	Reittim., ero nykytilaan	Reittim., ero Etu20:seen
Itään	14:23	14:43	74 %	73 %
Länteen	14:54	14:34	103 %	106 %

Reittimuutos nopeutti matka-aikaa selvästi itään päin mentäessä. Bussi ei kohtaa reittimuutosalueella juuri lainkaan ruuhkaa, sillä se ajaa Mäkelänkatua ruuhkasuuntaa vastaan. Sen sijaan nykyisessä reitissä Koskelantien ja Mäkelänkadun risteys on hyvin hidas lännestä päin ajettaessa, joten ero on selkeä.

Toiseen suuntaan (länteen) matka-aika kuitenkin kasvoi. Koskelantien ja Mäkelänkadun risteys ei ole bussien kannalta kovin ruuhkainen, sillä bussit pääsevät lähestymään risteystä bussikaistaa pitkin. Hakamäentiellä ajaminen on melko sujuvaa, sillä Hakamäentiellä ei ole perusparannuksen jälkeen liikennevaloja Ratamestarintielle kääntyessä. Seuraavat valot ovat vasta Ratamestarintiellä. Uudella reitillä puolestaan bussi joutuu odottamaan Isonniitynkadulla, jonka vihreä vaihe on hyvin lyhyt. Tämän jälkeen bussi ajaa Mäkelänkatua ruuhkasuuntaan. Bussi kääntyy nykyistä raitiovaunureittiä Pasilaan päin. Hakamäentiellä ajamiseen verrattuna tällä kadulla ajaminen on hyvin hidasta. Myös Itä-Pasilan katuverkolla liikkuminen on hidasta.

6.5 Simuloinnin johtopäätökset Case 1 ja Case 2

Työn yhteydessä simuloitiin kaksi erilaista liikennemallia. VT3 (Hämeenlinnanväylä Hakamäentien ja Kehä III:n välillä) -mallin avulla tutkittiin joukkoliikenteen nopeuttamistoimenpiteitä, kuten kiihdytyskaistojen tai erillisten joukkoliikennekaistojen vaikutuksia valtatiellä. Pasilan mallissa tutkittiin liikennevaloetuuksien ja -ohituksen sekä pysäkin siirtämisen vaikutuksia nopeuttamistoimenpiteinä katu ympäristössä. Tuloksia tarkasteltaessa on huomioitava, että malli on aina todellisuuden yksinkertaistus. Mallin avulla ei saada absoluuttisia lukuja vaikutuksista. Mallit antavat kuitenkin kuvan vaikutusten suuruusluokasta.

Valoetuuksien mallintaminen osoittautui erittäin hankalaksi risteyksissä, joissa etuutta saavia suuntia oli useita. Yhden suunnan parantuminen saattoi heikentää olennaisesti muiden suuntien toimivuutta. Varsinkin, jos risteys on ruuhkainen, etuudet voivat heikentää muun liikenteen sujuvuutta ja bussien pääsy risteykseen on hidasta. Etuudet vaikuttavat vähiten muuhun liikenteeseen, kun busseille on varattu ennen risteystä oma kaista. Tällöin bussit voivat ohittaa muun liikenteen jonot. Joukkoliikenteelle annettavat etuudet parantavat vastaavan suunnan muuta liikennettä. Vastaavasti haitta kohdistuu muun suunnan liikenteelle. Kun bussit kulkivat muun liikenteen seassa ruuhkaisella väylällä, ei yksittäisellä liikennevaloetuudella ollut merkitystä. Tällaisissa paikoissa etuudet tulisi toteuttaa usean valo-ohjauksisen risteuksen huomiovana ns. nollaviive-etuutena.

Ennen valo-ohjauksista risteystä olevan pysäkin siirtäminen risteuksen jälkeen osoittautui toimivaksi ratkaisuksi. Tällöin etuuspyyntö voitiin lähettää kauempaa ja bussi ei seissyt pysäkillä, kun etuuspyyntö toteutui. Sujuvuutta paransi lisäksi se, että pysäkkialue saatiin käyttöön kääntymiskaistaksi, minkä ansiosta jokaisella kierrolla mahtui enemmän autoja läpi valoista vihreän vaiheen aikana.

Liikennevalo-ohitus nopeuttaa bussien kulkua, kun ohitus rakennetaan ruuhkaiseen risteykseen tai bussit joutuisivat muutoin usein pysähtymään punaisiin valoihin. Olennaista on, että risteystä edeltävä bussikaista on niin pitkä, että bussit voivat ohittaa punaisissa valoissa odottavan jonon. Lisäksi ohitus täytyy toteuttaa siten, että bussien ei tarvitse hiljentää nopeutta ohituksen yhteydessä.

Hämeenlinnanväylällä bussikaista nopeutti selvästi eniten bussien kulkua. Ruuhkasuunnan vastaisessa suunnassa myös kiihdytyskaistojen hyöty oli lähes yhtä suuri kuin koko matkan bussikaistan. Henkilöautot hyötyivät jonkin verran toimenpiteistä, vaikka toimenpiteet kohdistettiin ensisijaisesti bussiliikenteen nopeuttamiseksi. Mikäli joukkoliikenteen suurin ongelma on bussien liittyminen pysäkiltä muiden ajoneuvojen sekaan, jo kiihdytyskaistalla voidaan sujuvoittaa selkeästi joukkoliikennettä.

Vaikka mallin valmiudet joukkoliikenteen telematiikkaratkaisujen arviointiin ovat hyvät ja monipuoliset, työ on haasteellista. Monet ominaisuudet, kuten bussien käyttäytyminen mallissa, vaativat vielä kehitystyötä, jotta mallin avulla saatavat tulokset ovat luotettavia. Tulevaisuudessa mallinnus tulee kuitenkin olemaan varteen otettava työkalu.

7 NOPEUTTAMISKOHTEET PÄÄKAUPUNKISEUDULLA

7.1 Kohteiden kartoitus kuljettajakyselyjen ja asiantuntijakeskustelujen avulla

7.1.1 Kyselyjen ja keskustelujen toteutus

Kuljettajakyselyjen ja -keskustelujen avulla kartoitettiin konkreettisia kohteita, joissa on suurimmat tarpeet nopeuttamiselle. Tavoitteena oli etsiä kohteita, joiden toteuttamiskustannukset suhteessa hyötyyn ovat vähäisimmät. Kuljettajakyselylomakkeita toimitettiin varikoille, joilla on eniten kuljettajia. Kysely tavoittikin noin 2 800 kuljettajaa eli suurimman osan pääkaupunkiseudun kuljettajista. Vastauslomakkeita palautettiin 76 kappaletta. Lisäksi kolme henkilöä soitti puhelimitse tai lähetti sähköpostia. Vastausaika oli 17.5.–31.5.2006.

Kyselyyn oli mahdollista vastata seuraavien liikennöitsijöiden varikoilla (suluisa varikko):

- Connex Espoo Oy (Suomenoja)
- Connex Vantaa Oy (Tuupakka)
- Concordia Bus Finland Oy (Klovi ja Hakkila)

- Helsingin Bussiliikenne Oy (Koskela, Pitäjänmäki, Suomenoja, Ruskeasuo ja Vartioharju)
- Oy Pohjolan Liikenne Ab (Ilmala, tavoitti myös kaukoliikenteen kuljettajia) ja
- Westendin Linja Oy (Matinkylä).

Kuljettajille järjestettiin lisäksi keskustelutilaisuuksia vilkkaimmilla varikoilla ja taukotiloissa. Mukana olleilta varikoilta liikennöidään kattavasti eri puolille pääkaupunkiseutua. Keskustelutilaisuudet pidettiin samaan aikaan kuin kyselylomakkeita oli jaossa. Keskusteluista ilmoitettiin etukäteen ilmoitustauluilla ja kerrottiin mahdollisuudesta kertoa epäkohdista tutkijalle. Tilaisuudet olivat aamuruuhkan jälkeen ja ennen iltaruuhkaa. Näinä aikoina varikoilla oli eniten kuljettajia. Tavoitteena oli saada ajatuksia myös kuljettajilta, jotka eivät jostain syystä täyttäneet lomaketta. Keskustelutilaisuuksia järjestettiin seuraavien liikennöitsijöiden varikoilla ja taukotiloissa (suluissa varikko/taukotila):

- Connex Vantaa Oy (Tuupakka)
- Concordia Bus Finland Oy (Klovi)
- Helsingin Bussiliikenne Oy (Koskela, Ruskeasuo, Herttoniemen taukotila ja Itäkeskuksen taukotila)

Lisäksi työn yhteydessä haastateltiin Concordia Bus Finlandin Esa Selvistä, Connex Vantaan Lauri Oksmania, Helsingin Bussiliikenteen Timo Kantolaa ja Työtehoseuran Tero Veisterää. He ovat työnjohtajia tai kouluttajia, joilla on hyvä käsitys nopeuttamistarpeista. Liikennöitsijöiden edustajilla on myös tietoa esimerkiksi paikoista, joissa on tapahtunut onnettomuuksia. Lisäksi selvitettiin, miten kuljettajien ideoita kerätään, välitetään eteenpäin ja seurataan ehdotusten toteutumista.

7.1.2 Kyselylomake ja kyselyn soveltuvuus kartoitukseen

Kyselylomake oli kaksiosainen. Ensimmäisessä osassa esitettiin 2 väittämää

- Bussiliikenne on pääkaupunkiseudulla sujuvaa
- Bussiliikenteen nopeuttaminen on tärkeää

Väittämiin vastattiin ”täysin samaa mieltä” – ”täysin eri mieltä” -asteikolla. Tämän lisäksi vastaajat asettivat liikennöintiin liittyviä seikkoja tärkeysjärjestykseen. Kyselylomake kokonaisuudessaan on raportin liitteessä 1.

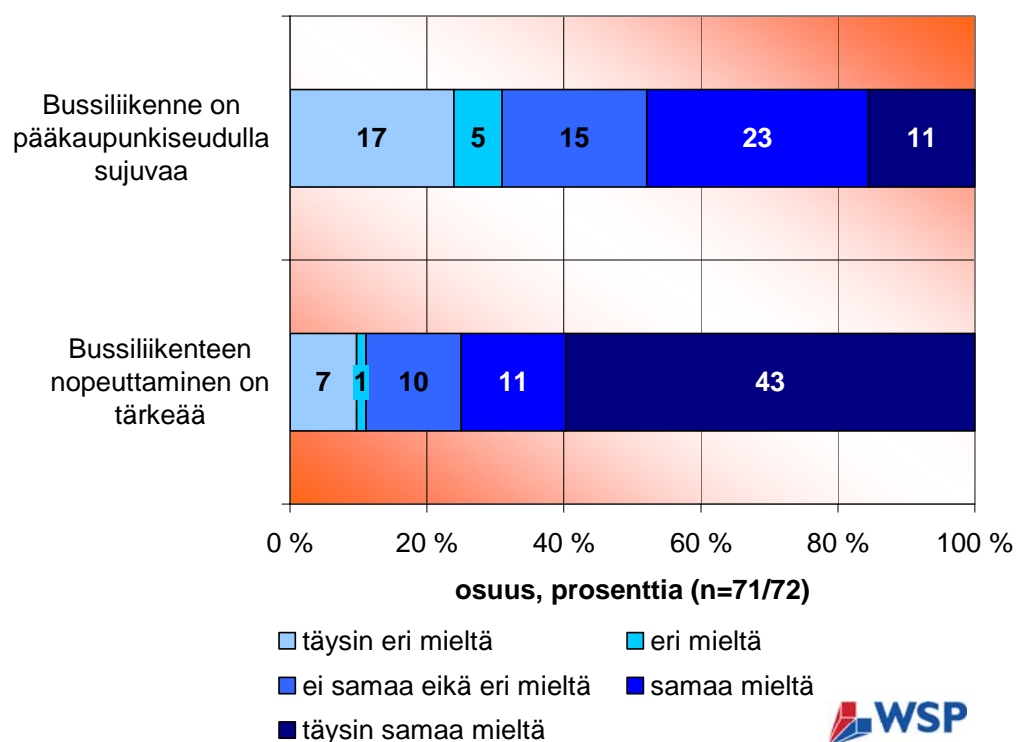
Lomakkeen toisessa osiossa kuljettajat raportoivat ongelmakohdista, jotka he merkitsivät karttapohjalle. Lisäksi he antoivat konkreettisia toimenpideehdotuksia tai muita kehittämissuhteita.

Menetelmänä kysely osoittautui hyväksi. Kuljettajakyselyjen lomakkeita palautettiin 76 kappaletta. Lisäksi kolme henkilöä soitti puhelimitse tai lähetti sähköpostia. Kyselylomakkeissa kerrottiin noin 200 kehittämissuhteusta. Myös lomakkeen yhteydessä ollut pääkaupunkiseudun kartta, johon ehdotukset kirjattiin, osoittautui hyväksi menetelmäksi.

Selvästi tehokkaammaksi keinoksi osoittautuivat kuitenkin keskustelutilaisuudet. Keskustelu mahdollisti vuorovaikutuksen kuljettajien kanssa ja ehdotusten tarkentaminen oli helpompaa. Keskustelujen yhteydessä saatiin noin 130 erillistä kehittämissuositusta. Liikennöitsijöiden edustajat kertoivat, ettei kuljettajien ajatuksia kerätä järjestelmällisesti. Ehdotuksia voi antaa esimerkiksi työnjohdolle, jonka aktiivisuudesta riippuu kerrotaanko asiasta eteenpäin.

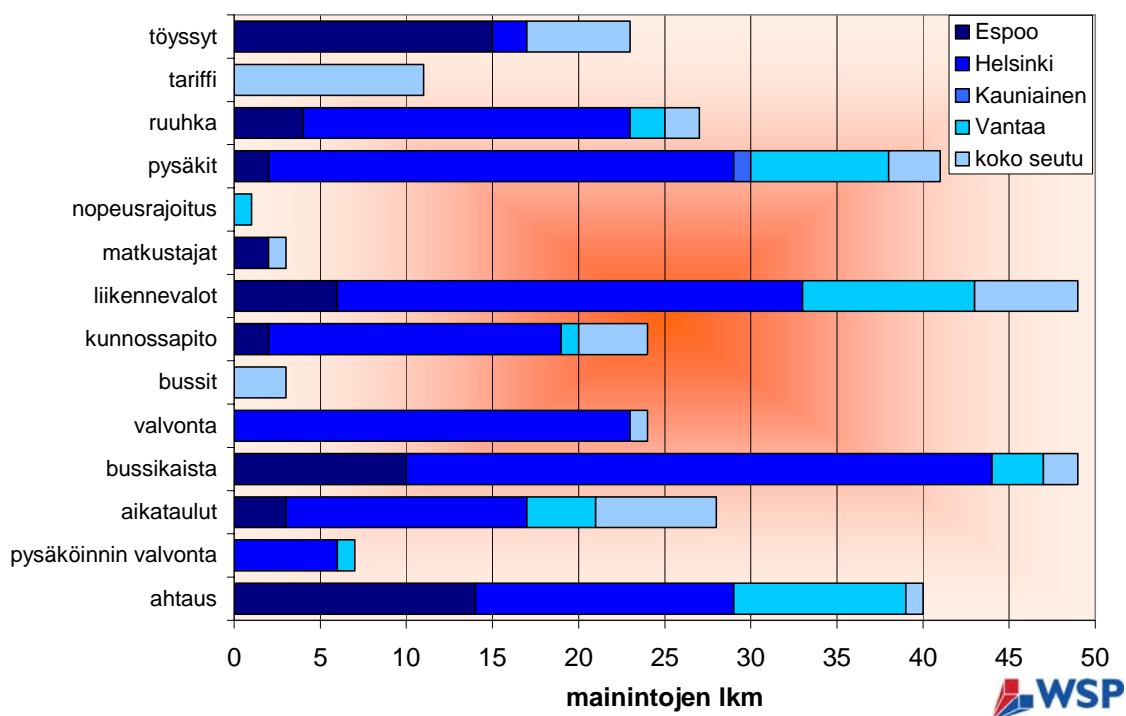
7.1.3 Kartoituksen tulokset ja kehittämiskohteet

Kuljettajat vastasivat väittämiin (1) bussiliikenne on pääkaupunkiseudulla sujuvaa, (2) bussiliikenteen nopeuttaminen on tärkeää. Kuljettajista puolet on samaa mieltä tai täysin samaa mieltä siitä, että bussiliikenne on sujuvaa pääkaupunkiseudulla. Puolet on täysin samaa mieltä ja kolme neljästä samaa mieltä siitä, että bussiliikenteen nopeuttaminen on tärkeää. Tilanne on toisin sanoen jo nykyisin melko hyvä, mutta parannuksiakin olisi tärkeää tehdä.



Kuva 83. Kuljettajien näkemykset pääkaupunkiseudun bussiliikenteen sujuvuudesta ja nopeuttamisen tärkeydestä.

Kehittämissuosituksia on käsitelty yhtenä kokonaisuutena. Näin ollen ei ole luotettavaa verrata mainintojen lukumäärää ja tehdä johtopäätöksiä tärkeimmistä kehittämiskohteista. Tuloksista voi kuitenkin arvioida erillisten ongelmakohteiden määrää. Kuvassa 84 on esitetty ongelmakohteet aiheittain ja alueittain. Kokonaisuuteen liittyvät maininnat on esitetty kuvassa erillisinä. Lista kuljettajakyselyissä mainituista toimenpide-ehdotuksista on liitteessä 2.



Kuva 84. Kyselyssä ja keskusteluissa esille tulleet seikat aiheittain ja alueittain.

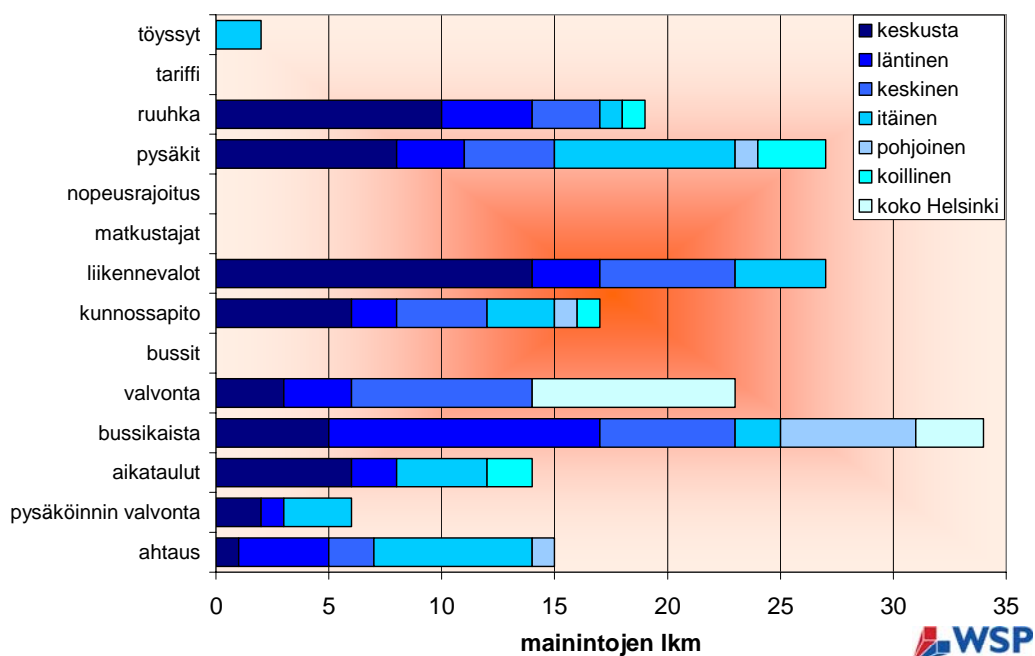
Aiheista joukkoliikenteen nopeuttamiseen liittyvät töyssyt, ruuhka, nopeusrajoitus, liikennevalot, kunnossapito, bussit, bussikaistat ja niiden valvonta. Tapauskohtaisesti nopeuttamiseen liittyvät pysäkit, ahtaus ja pysäköinnin valvonta. Näiden nopeusvaikutukset eivät ole pääsääntöisesti kovin merkittäviä, mutta ne sujuvoittavat liikennettä. Esimerkiksi katoksen väärä sijainti voi aiheuttaa muulle liikenteelle viivytyksiä, jos bussin takaosa jää ajoradalle, koska kuljettaja pysäyttää katoksen kohdalle. Aikatauluja koskevat ajatukset heijastavat lähinnä ajoaikojen kireyttä. Ne eivät suoranaisesti liity nopeuttamiseen, mutta vaikuttavat täsmällisyyden toteutumiseen.

Keskusteluissa nousivat erityisesti esille ruuhkamaksut ja bussikaistojen valvonnan parantaminen. Niiden kannalla olivat lähes kaikki. Lisäksi ehdotusten huomioimisesta toivottiin tietoa, koska useilla on tunne, ettei palautteita käsitellä. Ehdotuksen ja toimenpiteen toteuttamisen välillä voi kulua useita vuosia. Sen vuoksi voidaan kokea, ettei palaute ole vaikuttanut. Tämä puolestaan vähentää kiinnostusta antaa uutta palautetta.

Liikennevaloihin, bussikaistoihin, pysäkkeihin ja ahtauteen liittyviä ongelmia tuli eniten esille. Ajatukset liikennevaloista liittyivät lähinnä bussien kulun kannalta huonoon valojen ajoituksen ja yhteenkytkentään. Bussikaistoja koskevista ajatuksista noin puolet liittyi kaistojen väärinkäyttöön ja ehdotukseen valvonnan lisäämisestä. Maininnat valvonnasta on oheisissa kuvissa eritelty. Ajatukset pysäkeistä liittyivät lähinnä pieniin toimenpiteisiin, kuten katoksen siirtämiseen tai pysäkin muotoon. Ahtaudella tarkoitetaan ongelmaa, jonka poistaminen vaatisi pientä toimenpidettä, kuten pysäköinnin valvonnan lisäämistä tai reunakivilyn siirtämistä. Ehdotukset pysäköinnin valvonnan lisäämisestä on kuvissa eritelty.

Vastauksissa ongelmat painottuvat Helsingin alueelle. Osittain tämä johtuu siitä, että joukkoliikennematkoista noin kaksi kolmasosaa on Helsingin sisäisiä. Toisaalta seutulinjojen kuljettajat voivat kokea ongelmia olevan enemmän Helsingissä kuin Espoossa ja Vantaalla. Poikkeuksena ovat töyssyt, jotka koetaan ongelmaksi Espoossa ja ahtauteen liittyvät ongelmat, jotka kohdistuvat tasaisesti koko seudulle.

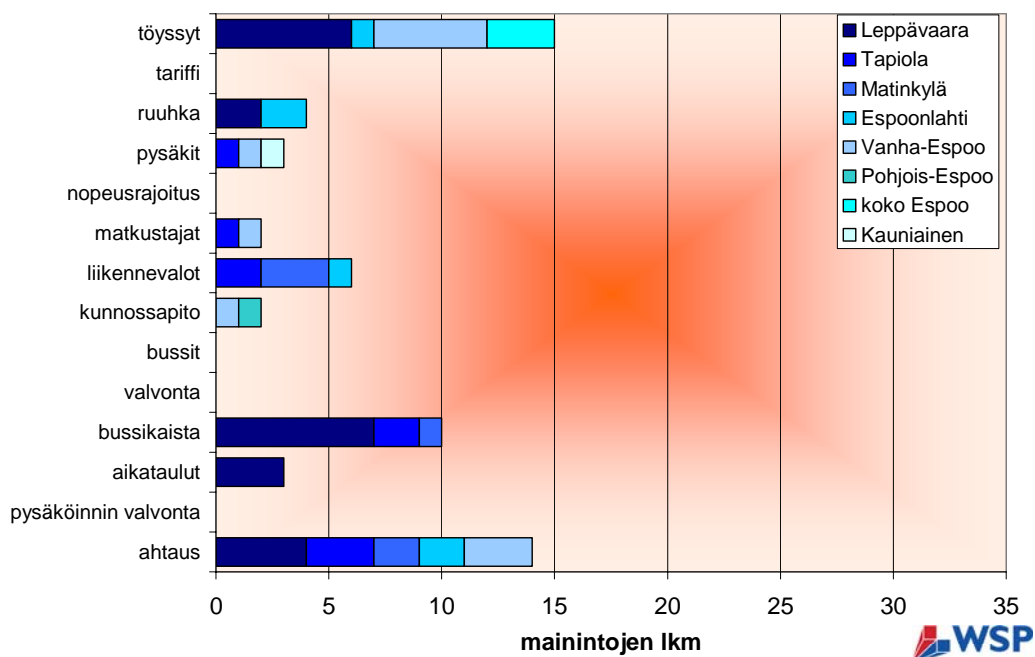
Helsingissä suuri osa esitetyistä ajatuksista koski bussikaistoja (kuva 85). Kolmasosa esitettiin ratkaisuksi valvonnan lisäämistä. Ajatukset bussikaistoista ja ehdotukset niiden valvonnasta on eritelty. Koskelassa esille nousi muun muassa Koskelantien ja Kustaa Vaasan tien eritasoliittymän kohdalta Kustaa Vaasan tieltä puuttuva bussikaistan osuus. Huomattavaa vaikuttavuutta vähentää se, että useat kuljettajat ajavat kohdalla pientareta pitkin. Poliisi oli kyselyjen aikana sakottanut kuljettajia pientareen käytöstä. Toiseksi eniten esitettiin ajatuksia pysäkeistä ja liikennevaloista. Pysäkeistä nousivat esille keskustan ja itäisen suurpiirin alue. Ehdotukset liittyivät lähinnä katosten sijaintiin ja pysäkkien muotoon. Herttoniemessä oli esillä erityisesti ehdotus toisen Linnanrakentajantien pysäkin poistamisesta nopeuttamiskeinona. Työmaan aikana pysäkit olivat yhdistettyinä ja järjestely oli koettu hyväksi. Ajatukset liikennevaloista koskivat usein valojen ajoitusten yhteenkytkentää. Erityisesti esille nousivat Hämeentien valot Hakaniemen ja Sörnäisten välillä. Noin puoleen ahtausta koskevaan ongelmaan esitettiin ratkaisuksi pysäköinnin valvontaa. Eniten ongelmia on Myllypurossa Alakiventiellä, jossa linjan 92 reittiä ei voida ajaa kokonaisuudessaan. Ongelmaa lisää se, ettei väärin pysäköityjen autojen poistumisesta tiedetä.



Kuva 85. Kyselyssä ja keskusteluissa esille tulleet seikat aiheittain ja alueittain Helsingissä.

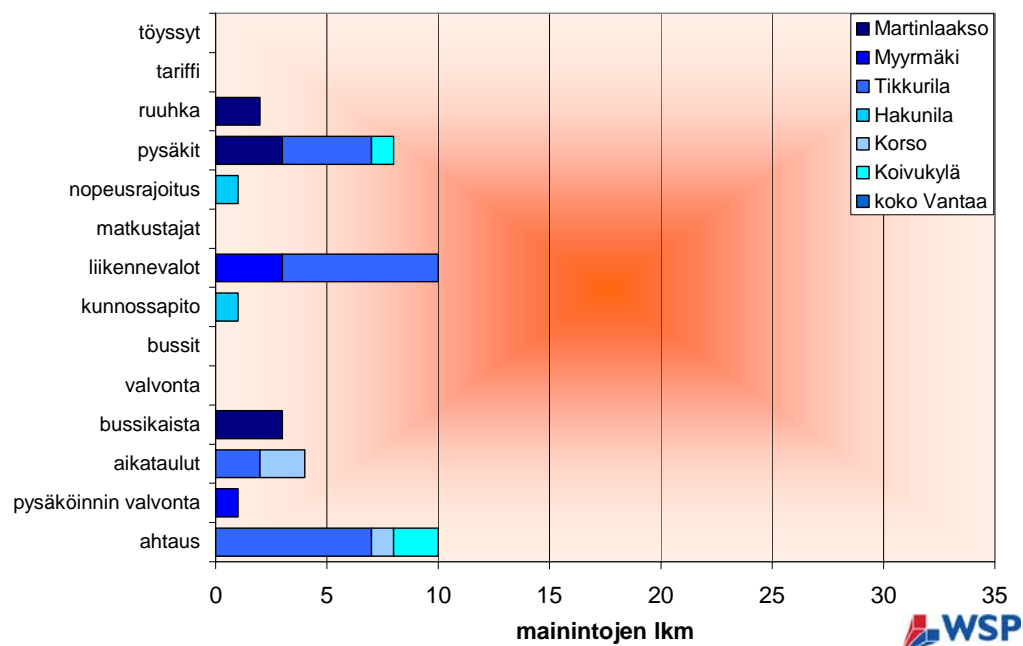
Espoossa ja Kauniaisissa mainittiin erityisesti töyssyistä, ahtaudesta ja bussikaistoista. Töyssyt soveltuvat kuljettajien mielestä huonosti bussien reittikaduil-

le. Kuljettajien mukaan töyssyt ovat lisänneet sairaspöissaolojen määrää ja osa on ilmoittanut välttävönsä työvuoroja, joiden linjoilla on runsaasti töyssyjä. Eniten töyssyjä on linjan 23 reitillä, jolla on 17 töyssyä suuntaa kohden. Näin yksittäinen kuljettaja joutuu ylittämään töyssyn jopa noin 350 kertaa päivässä. Ahtautta koskevat ongelmat ovat paikkoja, jotka edellyttäisivät reunakiven siirtoa. Epöonnistuneena kohteena useat mainitsivat Suomenojalla olevan Rusthollarinkadun, Finnoonsillan ja Hannuksentien liittymän, joka oli valmistunut keväällä 2006. Lisäksi esitettiin ajatuksia uusista bussikaistoista.



Kuva 86. Kyselyssä ja keskusteluissa esille tulleet seikat aiheittain ja alueittain Espoossa ja Kauniaisissa.

Vantaalla suurin osa ajatuksista liittyi liikennevaloihin, ahtauteen ja pysäkkeihin. Liikennevalojen viivytyksiä pidetään ajoittain pitkinä. Tähän vaikuttaa Vantaalla usein käytössä oleva tapa, jossa vastakkaisilla suunnilla vihreä on eri vaiheissa.



Kuva 87. Kyselyssä ja keskusteluissa esille tulleet seikat aiheittain ja alueittain Vantaalla.

7.1.4 Esitettyjen toimenpiteiden toteutettavuuden arviointi

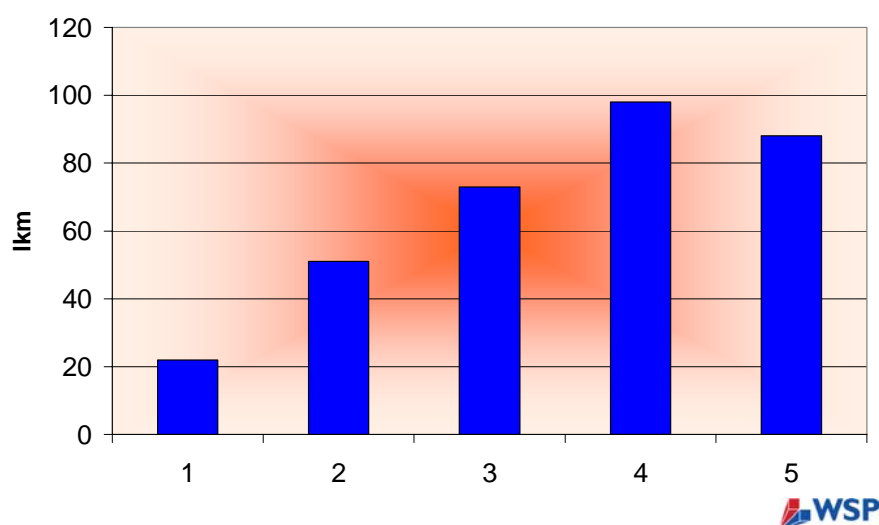
Ehdotettujen toimenpiteiden toteutettavuutta on arvioitu asiantuntija-arvioin. Arviointi on kevyt, mutta suuntaa antava. Arviossa luokkaan 5 sijoitettiin toimenpiteet, jotka ovat helposti toteutettavissa. Luokassa 1 olevat toimet ovat vaikeita tai kalliita toteuttaa. Toteutettavuuden arvioinnin kriteerit on esitetty taulukossa 17.

Taulukko 17. Toteutettavuuden arvioinnin kriteerit.

Toteuttavuusluokka	Toteutettavuusluokan kuvaus
5	Toimenpide on edullinen toteuttaa eikä vaadi merkittävää suunnittelua (esimerkiksi reunakiven, pysäkkikatoksen tai -tolpan siirto) Toimenpide on jo toteutettu (esimerkiksi Porkkalankadun sillalta tulevien molempien kaistojen kääntäminen Länsiväylän suuntaan) Toimenpide tai ongelman poistava muu toimenpide sisältyy suunnitelmaan, joka on jo päätetty toteuttaa (esimerkiksi pääsy Kehä I:lle Säterinmetsän liittymästä)
4	Toimenpide on kohtalaisen edullinen toteuttaa Vaikutusten voidaan olettaa olevan merkittäviä (esimerkiksi liikennevaloetuuksien laajentaminen)
3	Toimenpide on kallis toteuttaa ja edellyttää tarkempia suunnitelmia Vaikutusten voidaan olettaa olevan merkittäviä (esimerkiksi bussikaistojen toteuttaminen)

2	Toimenpide on hyvin kallis toteuttaa Toimenpiteen vaikutukset ovat matkustajapalvelun kannalta kielteisiä (esimerkiksi ehdotus, että Helsingin sisäisen liikenteen matkustajat eivät saisi käyttää seutulinja)
1	Toimenpide on erittäin kallis ja osin mahdoton toteuttaa Toimenpiteen vaikutukset ovat matkustajapalvelun kannalta hyvin kielteisiä (esimerkiksi ehdotus, että aamuyölinjoilla ei jätettäisi matkustajia pois Rautatientorin ja Sörnäisten välillä)

Useat ehdotetut toimenpiteet ovat pieniä sekä helposti ja edullisesti toteutettavissa. Kuvassa 88 on esitetty karkea arvio esille tulleiden seikkojen toteutettavuudesta.



Kuva 88. Kyselyssä ja keskusteluissa esille tulleiden seikkojen arvioitu toteutettavuus.

Yksittäisistä toimenpiteistä parhaiten ovat toteutettavissa luokkaan 5 sijoitetut toimenpiteet. Tällaiset toimenpiteet ovat edullisia tai niiden vaikutus kustannuksiin nähden suuri. Näitä toimenpiteitä on noin 90. Tähän toteutettavuusluokkaan kuuluvat esimerkiksi liikennemerkkien siirrot, kaistavalvonnan lisääminen ja risteysten reunakivien vähäinen siirto. Nämä toimenpiteet voidaan toteuttaa melko nopeasti. Kaikki vastaukset ovat liitteessä 2 ja niiden yhteydessä on esitetty toimenpiteen arvioitu toteutettavuusluokka.

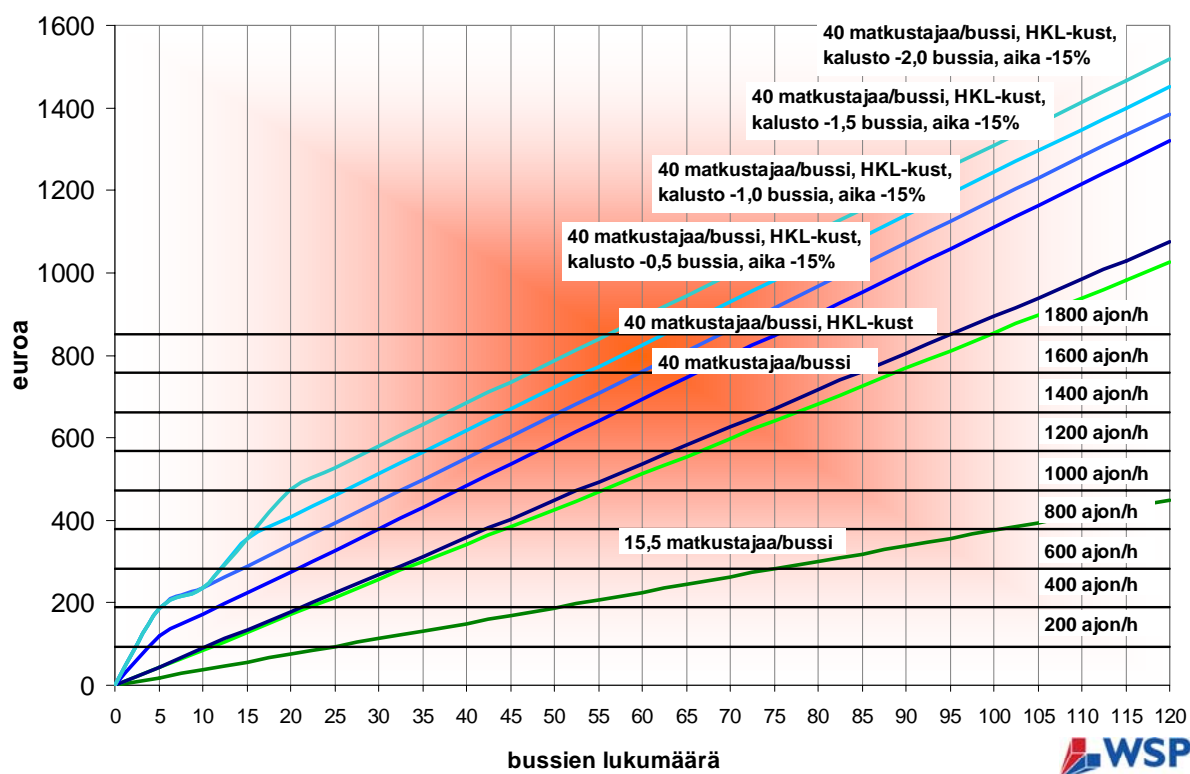
7.2 Nopeuttamistoimenpiteiden soveltaminen esimerkkitaapauksissa

7.2.1 Case: Joukkoliikennekaistojen käytön laajentaminen

Joukkoliikennekaistojen käyttöä voidaan laajentaa sallimalla esimerkiksi jakeliikenne tai HOV-ajoneuvoliikenne kaistalla.

Kuvassa 89 on esitetty bussikaistan ja muun liikenteen ajoneuvokaistojen liikennetaloudelliset arvot. Laskelmissa on käytetty tieliikenteen ajoneuvokustannusten yksikköarvoja ja matka-aikakustannusten muutosten yksikköarvoja. Muun liikenteen määrä on esitetty vakiona vaakaviivoina ja bussikaistan arvo laskettu bussien määrän funktiona.

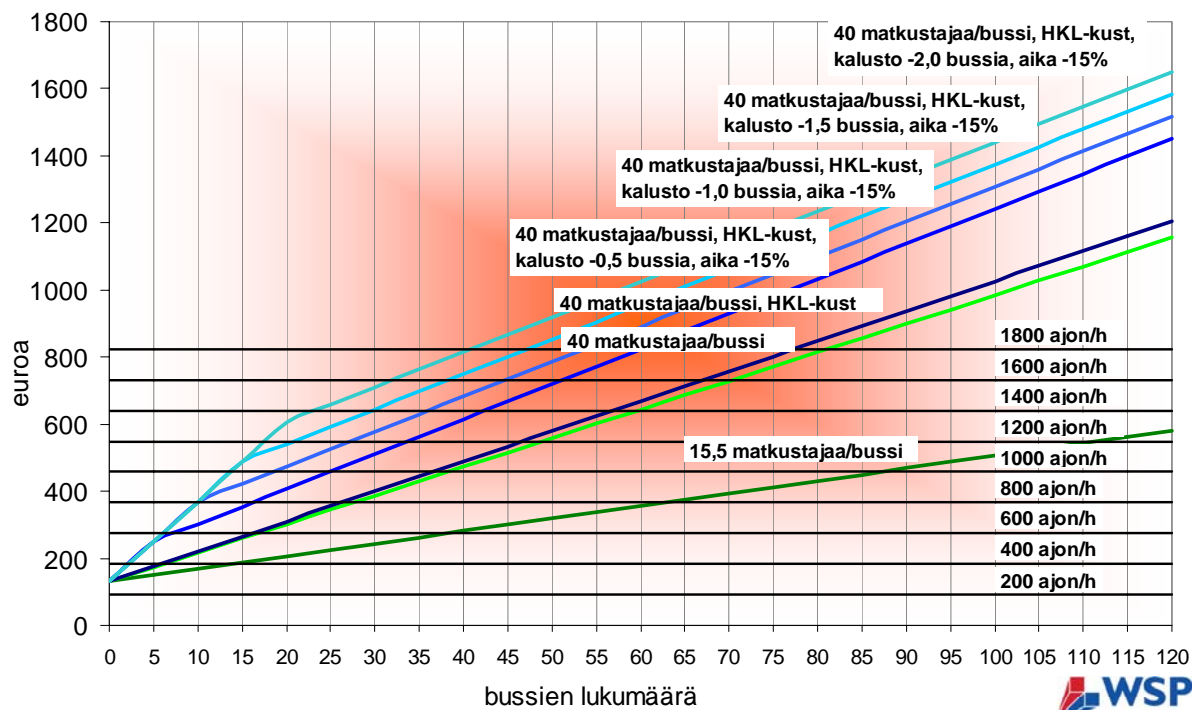
Kannattavuuden arvioissa huomioidaan bussikaistan varaamisen kriteerit. Kansainvälisenä alarajana on, että bussikaista täytyy varata, jos yhteen suuntaan kulkee 60 bussia tunnin aikana (PLL 2001a). Tiehallinnon ajoneuvokustannusten perusteella tämä vastaa arvoltaan liikennemäärää 500 ajoneuvoa tunnissa, mitä voidaan pitää melko suurena määränä katuverkossa (Karhula ja Goebel 2005). Kuvassa 89 on lisäksi arvioitu kaistan kustannuksia, jos bussit ovat melko täysiä ja käytössä ovat HKL:n maksamat liikennöintikorvaukset (Riikonen ym. 2006). Lisäksi on arvioitu kalustosäästön ja 15 prosentin matka-aikasäästön vaikutuksia bussikaistan kannattavuuteen. Jos kaistan ansiosta voidaan säästää kahden bussin liikenne sekä bussimatrustajien ja linjatuntien aikasäästö on 15 prosenttia, on bussikaista kannattava jo tilanteessa, jossa busseja kulkee viisi tunnissa yhteen suuntaan.



Kuva 89. Bussikaistan ja muun liikenteen ajoneuvokaistojen liikennetaloudelliset arvot.

Kuvassa 90 on esitetty bussi- ja jakeluliikenteen yhteiskaistan ja muun liikenteen ajo-neuvokaistojen liikennetaloudelliset arvot. Laskelmissa on käytetty tieliikenteen ajoneuvokustannusten yksikköarvoja ja matka-aikakustannusten muutosten yksikköarvoja. Muun liikenteen määrä on esitetty vakiona vaakaviivoina ja bussikaistan arvo laskettu bussien määrän funktiona. Jakeluliikenteen osuuden on oletettu olevan vakio; 13 prosenttia muun liikenteen määrästä. Jakeluliikenne

on sallittu joukkoliikennekaistalla. Pakettiautojen määräksi on arvioitu yhdeksän prosenttia ja kuorma-autojen määräksi neljä prosenttia, mitkä ovat Helsingin kantakaupungin liikenteen keskimääräisiä lukuja. Tällöin jo 25 bussin määrä täyttäisi kansainvälisen suosituksen joukkoliikennekaistan varaamiseksi.



Kuva 90. Bussi- ja jakeluliikenteen yhteiskaistan ja muun liikenteen ajoneuvo-kaistojen liikennetaloudelliset arvot.

Taulukossa 18 on suositus joukkoliikennekaistan sekä joukko- ja jakeluliikenteen yhteiskaistan varaamiseksi. Pelkän joukkoliikennekaistan osalta suositus perustuu Paikallisliikenneliiton suositukseen (PLL 2001a). Joukko- ja jakeluliikenteen yhteiskaistan osalta suositus perustuu edellä esitettyyn kaistan liikennetaloudelliseen arvoon perustuvaan tarkasteluun.

Laskelmien perusteella voidaan esittää kannattavuusarvioita jakeluliikenteen sallimisesta bussikaistoilla ja HOV-kaistojen toteutuksen kannattavuudesta. Mikäli bussikaistat ovat käytössä täydellä kapasiteetillaan, ovat HOV-kaistat liikennetaloudellisesti tehokkaampia kuin bussi- ja jakeluliikenteen yhteiset kaistat. Mikäli myös yhdistelmäajoneuvot sallitaan kaistalla, HOV-kaistat ovat liikennetaloudellisesti yhtä perusteltuja. Liikennetaloudellisesta näkökulmasta Helsingissä käytössä olevat joukko- ja jakeluliikenteen yhteiset kaistat ovat kuitenkin varsin perusteltuja myös HOV-kaistoihin verrattuna.

Taulukko 18. Suositus joukkoliikennekaistan sekä joukko- ja jakeluliikenteen yhteiskaistan varaamiseksi (PLL 2001).

Bussi-kaista, liikenne la/tunti yhteen suuntaan	Bussi- ja jakeluliikenteen kaista, busseja / tunti yhteen suuntaan	Suositus kais-tavaraukseksi	Suosituksen perustelu
alle 10	alle 10	EI YLEENSÄ	Vaikeuttaa muuta liikennettä. Ruuhkaisissa tilanteissa epäsäännöllinen kaista mahdollinen, jos käytössä on automaattinen paikannusjärjestelmä.
10-60	10-25	MAHDOLLINEN	Jos kaistan avulla voidaan vähentää tarvittavaa bussikaluston määrää tai saavutetaan muita liikennöintikustannussäästöjä tai merkittäviä aikasäästöjä, kaista on erittäin perusteltu.
60-125	25-60	AINA	kaistan arvo suurempi kuin 400 ajoneuvoa/h
yli 125		EI AINA RIITÄ	tiheä liikenne aiheuttaa ongelmia pysäkeillä

7.2.2 Case: Elienlinaukio / Kamppi – Hämeenlinnanväylä

Bussiliikenteen määrä case-kohteessa

Elienlinaukion terminaaliin suuntautuva paikallisliikenne ja Kampin terminaaliin suuntautuva kaukoliikenne on erittäin vilkasta Mannerheimintien eteläpäässä. Kansaneläkelaitoksen ja Reijolankadun kohdalla Mannerheimintiellä kulkee tavallisena arkipäivänä (tiistai-torstai) busseja seuraavasti:

- Paikallisliikenne:
 - Pohjoiseen on vuorokaudessa 906 lähtöä, josta 77 on iltapäivän huipputunnin aikana
 - Etelään (keskustaan) on vuorokaudessa 910 lähtöä, josta 82 on aamun huipputunnin aikana
- Kaukoliikennettä:
 - Pohjoiseen on vuorokaudessa 270 lähtöä, josta 35 on iltapäivän huipputunnin aikana
 - Etelään (keskustaan) on vuorokaudessa 279 lähtöä, josta 34 on aamun huipputunnin aikana

Töölön tullin kohdalla osa liikenteestä kääntyy Tukholmankadulle ja suuri osa jatkaa Mannerheimintietä Ruskeasuolle.

Lisäksi kaukoliikennettä Helsinginkadun suuntaan on tavallisena arkipäivänä (tiistai-torstai):

- Pohjoiseen on vuorokaudessa 253 lähtöä, josta 24 on iltapäivän huippu-

tunnin aikana

- Etelään (keskustaan) on vuorokaudessa 247 lähtöä, josta 27 on aamun huipputunnin aikana (klo 8-9).

Toimenpiteiden arviointi

Kuvassa 91 on esitetty mahdollisia nopeuttamistoimenpiteitä keskustan ja Ruskeasuon välillä. Toimenpiteitä arvioitaessa on oletettu, että lauantain ja sunnuntain lähtömäärä on yhteensä yhtä suuri kuin yhden arkipäivän lähtömäärä. Vuosittaiset kustannukset on saatu kertomalla viikon kustannukset 50:llä. Toimenpiteiden kustannusarvioissa on käytetty Westermarkin ym. (1996) Rakusti-oppaan yksikköarvoja, jotka on korjattu Tilastokeskuksen rakennuskustannusindeksillä ja euron muuntokertoimella.



Kuva 91. Mannerheimintien suunnan bussiliikenteen mahdollisia nopeuttamistoimenpiteitä Elielinaukion ja Kampin terminaalien välillä.

Kamppi – linja-autoaseman ja Rautatiekatujen risteys

Kampissa Annankadun, Rautatiekatujen ja Arkadiankadun liittymään on suunniteltu toteutettavaksi kiertoliittymä. Nykyisin Kampin terminaalin bussiliikennettä suositaan vilkkaimpaan aikaan, mutta tämä heikentää Rautatiekatujen toimivuutta. Kiertoliittymän rakennuskustannukset ovat noin 200 000 euroa. Kustannukset ovat kuitenkin vaikean sijainnin vuoksi varmasti suuremmat. Jos yhden lähdön aikasäästö olisi 10 sekuntia, olisivat kaukoliikenteen vuorojen aikasäästöt 120 000 euroa vuodessa. Lisäksi kiertoliittymä hyödyttää erityisesti Rautatiekatujen liikennettä.

Pohjoisen Rautatiekadun risteys

Mannerheimintieltä oikealle Pohjoiselle Rautatiekadulle kääntyessä voitaisiin varata yksi aukkoinen lisäopastin. Jos aikasäästö on noin 10 sekuntia vuoroa kohden, olisivat aikasäästöt vuodessa 125 000 euroa ja liikennöintikustannussäästöt noin 23 000 euroa vuodessa.

Karamzininkadun risteys

Karamzininkadun ja Mannerheimintien liittymä on usein ruuhkainen. Tämän vuoksi erityisesti Elielinaukiolle kääntyvälle paikallisliikenteelle aiheutuu viivytyksiä. Lisäksi myös kaukoliikenteelle koituu viivytyksiä. Liikennettä voisi sujuvoittaa, jos Kansallismuseon pysäkki poistettaisiin ja voitaisiin leventää katua risteykseen asti. Siten Mannerheimintietä etelään jatkaville olisi kaksi kaistaa ja kääntyville kaksi kaistaa. Järjestelyn hyödyt olisivat merkittäviä, mutta edellyttäisivät tarkempaa selvitystä.

Hesperian katujen risteykset

Hesperian puiston kohdalla Mannerheimintiellä on Eteläisen ja Pohjoisen Hesperiankadun liittymät sekä Dunckerinkadun liittymä. Pohjoiseen mentäessä voitaisiin järjestää busseille pysäkkien kohdalle liikennevaloetuedet, jos suojatiet porrastettaisiin ja puistoaluetta kavennettaisiin muutamalla metrillä. Liikennevalo-ohitusten rakentamiskustannukset ovat arviolta noin 370 000 euroa. Jos yhden bussin aikasäästö olisi 10 sekuntia, olisivat järjestelyn hyödyt noin 170 000 euroa vuodessa ja liikennöintikustannussäästöt noin 30 000 euroa vuodessa.

Kansaneläkelaitoksen pysäkit

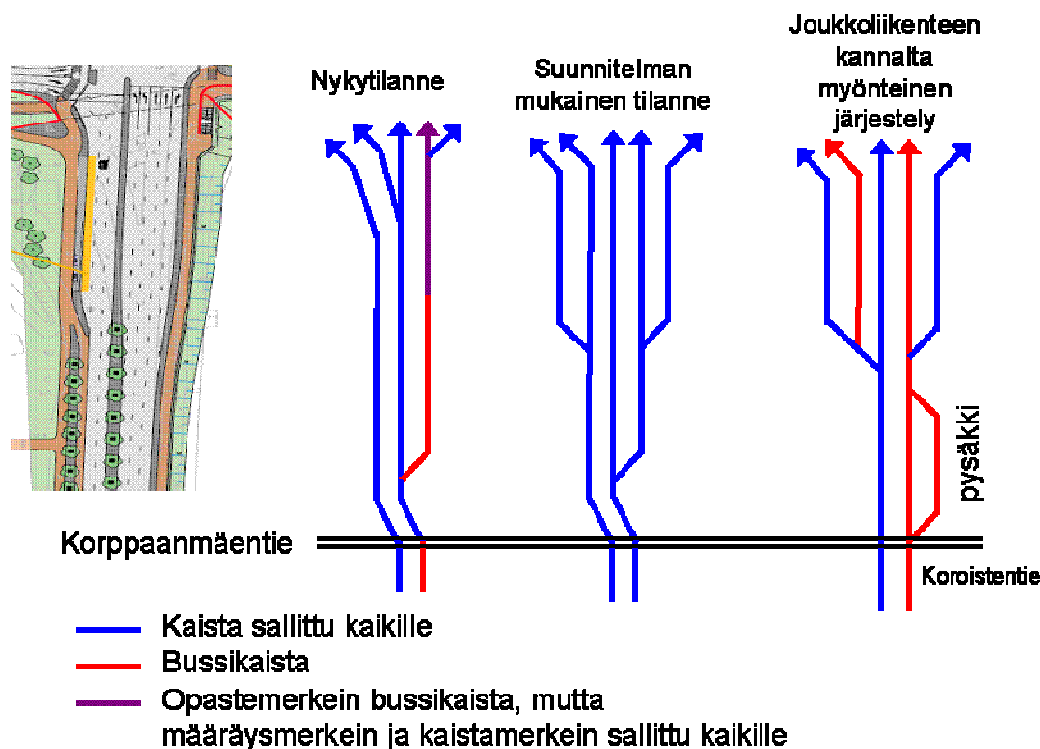
Kansaneläkelaitoksen pysäkki on vilkkaasti käytetty ja pysäkin jälkeen olevat Reijolankadun liikennevalot ruuhkauttavat pysäkkiä. Jos pysäkin leventäminen ja jakaminen kahdeksi pysäkiksi onnistuvat, olisivat kustannukset noin 30 000 euroa. Jos yhden bussin aikasäästö olisi viisi sekuntia, olisivat vuosittaiset aikasäästöt noin 60 000 euroa ja liikennöintikustannussäästöt noin 12 000 euroa.

Kansaneläkelaitoksen pysäkki keskustan suuntaan on samalla tavoin vilkkaasti käytetty kuin pohjoisen suunnankin pysäkki. Pysäkin lähtöviistettä loivennettaessa voitaisiin pysäkkiä käyttää tehokkaammin. Nopeampien pysäkkitoimintojen seurauksena bussit pysyvät paremmin vihreässä aallossa seuraavan Nordenkiöldinkadun valoihin. Toimenpiteen kustannukset ovat noin 4 000 euroa. Jos

aikasäästö on yksi sekunti lähtöä kohden, olisivat aikakustannussäästöt noin 12 000 euroa vuodessa ja liikennöintikustannussäästöt noin 2 300 euroa vuodessa.

Ruskeasuo

Ruskeasuolla nykyisin on nykyisin ja Hakamäentien tiesuunnitelmassa kuvan 92 mukaiset kaistajärjestelyt. Ongelmana on, että Hämeenlinnanväylälle suoraan jatkettaessa kaikki ajoneuvot joutuvat vaihtamaan kaistalle, joka on bussikaista Mannerheimintiellä ennen Ruskeasuota. Kaistan vaihtaminen alkaa kuitenkin käytännössä jo aiemmin. Kuvassa 92 on esitetty myös joukkoliikenteen kannalta myönteinen järjestely, jossa Mannerheimintien oikeanpuoleinen kaista jatkuisi myös Hämeenlinnanväylälle bussikaistana. Jos kaistasta koituva aikasäästö olisi 15 sekuntia bussia kohden, olisivat aikasäästöt illan huipputunnin aikana noin 7 000 euroa vuodessa ja liikennöintikustannussäästöt noin 1 300 euroa vuodessa. Rakentamiskustannuksia ei ole arvioitu, koska järjestely voidaan toteuttaa Hakamäentien muiden kaistajärjestelyjen yhteydessä.



Kuva 92. Hakamäentien liittymän kaistajärjestelyt Mannerheimintiellä etelästä tultaessa nykytilanteessa, suunnitelman mukaisessa tilanteessa ja joukkoliikenteen kannalta myönteisessä tilanteessa.

Yhteenveto Mannerheimintien ja Elielinaukio sekä Kampin terminaalin välisistä toimenpiteistä

Koko osuudella on liikennevaloja kaikkiaan 24 Elielinaukiolta lähettäessä ja 27 Kampista lähettäessä. Valoetuuksista koituva aikasäästö olisi noin 240-270 sekuntia. Näin voimakas aikasäästö ei ole kuitenkaan todennäköinen, koska bussin määrä on yhteysvälillä suuri. Suurimmalla osalla yhteysvälistä on joukkoliik-

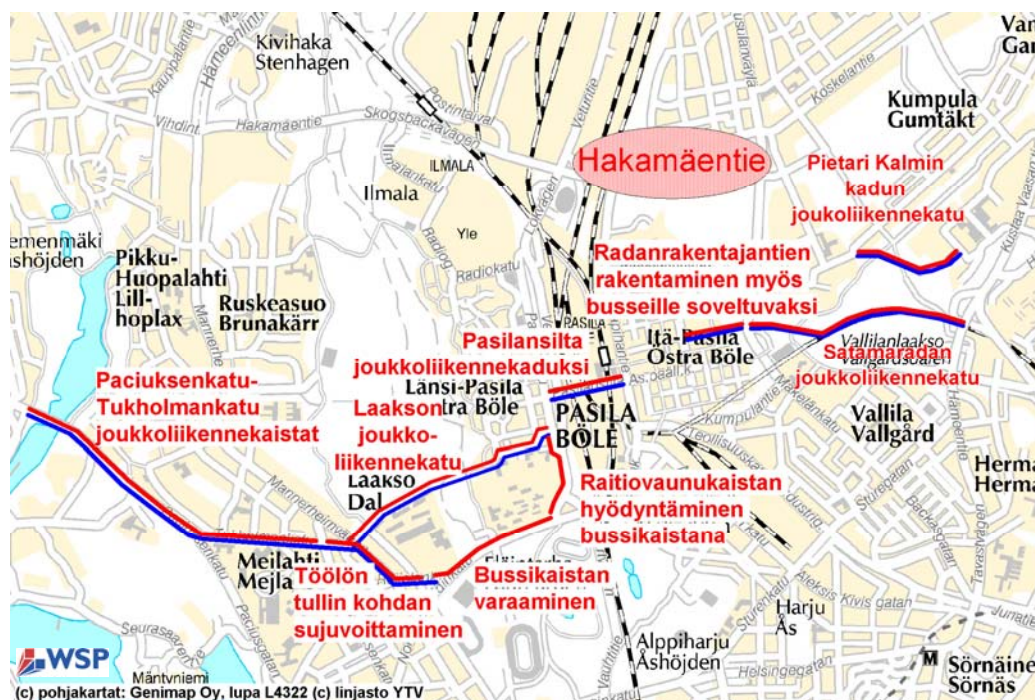
kennekaistat toteutettu. Lontoon kokemusten perusteella kaistavalvonnalla voidaan nopeuttaa bussiliikennettä 13 prosenttia. Jos vastaava aikasäästö saavutettaisiin Helsingissä, kaistavalvonnan hyöty olisi 90 sekuntia. Kenttämittausten perusteella kiihtyvyydestä koituvat erot voivat olla 33 sekuntia ja ovitoiminnoista koituvat erot voivat olla 87 sekuntia.

Kun etuoksista koituvia aikasäästöjä arvioidaan kokonaisuutena, etuuksilla voidaan saavuttaa aikasäästöä 400 sekuntia eli noin 6,7 minuuttia. Jos liikennevaloetuuksien vaikutus oletetaan vain kahdeksi minuutiksi, on etuuksien kokonaisvaikutus kokonaisuudessaan 280 sekuntia eli noin kuusi minuuttia. Paikallisliikenteen bussien aikakustannussäästöt ovat tällöin 4,9 miljoonaa euroa ja liikennöintikustannuspäätöt 0,9 miljoonaa euroa vuodessa ilman kalustosäästöjä.

7.2.3 Case: Poikittaisliikenne Pasilassa

Bussiliikenteen määrä case-kohteessa

Poikittaisliikenne Helsingissä Pasilan tasolla on hyvin merkittävää. Kaikkiaan Pasilan tasolla kulkee poikittaisliikenteessä arkipäivisin 1 333 lähtöä, joista noin 115 sekä aamun että illan huipputuntina. Kuvassa 93 on esitetty mahdollisia nopeuttamistoimenpiteitä Munkkiniemen, Pasilan ja Kumpulan välillä.



Kuva 93. Munkkiniemen-Pasilan-Kumpulan poikittaisliikenteen mahdollisia nopeuttamistoimenpiteitä.

Paciuksenkatu ja Tukholmankatu

Paciuksenkadun ja Tukholmankadun joukkoliikennekaistat hyödyttävät sekä poikittaisliikennettä että Munkkiniemen suunnan säteittäistä liikennettä. Kadulla on noin 690 vuoroa suuntaansa arkipäivisin ja noin 65 bussia huipputunnin

aikana yhteen suuntaan. Kadut ovat ajoittain hyvin ruuhkaisia, jolloin kaistat parantavat varsinkin täsmällisyyttä ja säännöllisyyttä. Kaistojen ansiosta saavutettavien aikasäästöjen suuruutta pitäisi tarkemmin selvittää. Luvun 7.2.1 perusteella kaistat ovat kuitenkin perusteltuja.

Tukholmankatu-Mannerheimintie-Reijolankatu

Tukholmankadun-Mannerheimintien-Reijolankadun osuutta voitaisiin parantaa siten, että poikittaisliikenteen bussit käyttäisivät raitiovaunukaistoja. Liikennevalot on ajoitettu siten, että Reijolankadulta vihreän alkuvaiheessa lähtiessä pääsee suoraan Tukholmankadulle ja päinvastoin. Raitiovaunukaistoja pitäisi levenittää ja katu reunustavia puita siirtää. Katualueen poikkileikkaus on melko leveä, koska reunalla olevien talojen väli on yli 35 metriä. Järjestelyn hyötynä kadun reunimmaisat kaistat jäävät kokonaisuudessaan Mannerheimintien bussiliikenteen käyttöön. Rakennuskustannukset olisivat noin miljoona euroa. Jos aikasäästö olisi keskimäärin 10 sekuntia lähtöä kohden, koituisi aikasäästöä vuodessa noin 300 000 euroa ja liikennöintikustannussäästöjä noin 60 000 euroa.

Mannerheimintie-Pasila

Pasilansillan ja Mannerheimintien välissä bussiliikennettä voitaisiin nopeuttaa bussikaistoin ja mahdollisesti raitiovaunukaistaa hyödyntämällä Veturitiellä. Laakson joukkoliikennekatu yhdistäisi Tukholmankadun ja Pasilansillan. Rakentamiskustannukset ovat noin 1,5 miljoonaa euroa. Jos aikasäästö olisi keskimäärin 80 sekuntia lähtöä kohden, olisivat vuosittaiset aikakustannussäästöt noin 330 000 euroa ja liikennöintikustannussäästöt noin 60 000 euroa.

Hakamäentien parantamisen valmistuttua voitaisiin Pasilansilta varata vain joukkoliikenteelle. Joukkoliikennekaduksi varaaminen edellyttäisi tarkempia selvityksiä liikenneverkon toimivuudesta.

Pasila-Kumpula

Radanrakentajantien parantaminen bussiliikenteelle soveltuvaksi liittyy Pasilan ja Kumpulan välisten yhteyksien parantamiseen. Välillä liikennöi tällä hetkellä vain tiedelinja 506. Pasilan ja Kumpulan yhteyksien parantamiseksi voidaan toteuttaa joko Pietari Kalmin kadun joukkoliikennekatu tai rakentamalla satamaradan paikalle joukkoliikennekatu. Pietari Kalmin kadun rakentaminen maksaa noin 1,1 miljoonaa euroa ja satamaradan rakentaminen noin 2,4 miljoonaa euroa. Pietari Kalmin katu nopeuttaa reittiä yli neljä minuuttia ja satamarata yli viisi minuuttia. Siten Pietari Kalmin joukkoliikennekadun aikakustannussäästöt olisivat yli 200 000 euroa vuodessa ja satamaradan aikakustannussäästöt noin 1,1 miljoonaa euroa vuodessa. Liikennöintikustannussäästöt olisivat Pietari Kalmin kadun ansiosta noin 55 000 euroa vuosittain ja satamaradan ansiosta noin 270 000 euroa vuodessa.

8 VAIKUTTAVUUDEN ARVIOINTI

Vaikuttavuuden arvioinnissa on käytetty soveltuvin osin liikenne- ja viestintäministeriön ohjeita. Erityisesti on sovellettu Liikenneväylähankkeiden arvioinnin yleisohjeen vaikuttavuuden arviointia (Metsäranta ja Pesonen 2003).

Toimenpiteiden suunnittelun yhteydessä vaikutusarviot on aina tarkennettava huomioiden suunnittelualueen ja sen liikenteen ominaispiirteet (kuten joukkoliikenteen määrä). Myös yksittäisten toimenpiteiden kannattavuus vaihtelee huomattavasti tapauskohtaisesti.

Elinkeinoelämän vaikutukset sisältyvät joukkoliikenteen suoritteisiin ja kustannuksiin sekä muun liikenteen sujuvuuteen.

Seuraavissa taulukoissa on esitetty eri nopeuttamistoimenpiteiden vaikutuksia. Ensimmäisessä taulukossa 19 on yhteenveto taulukoiden 20-29 sisällöstä. Sen vuoksi taulukossa on esitetty vain arvio vaikutusten suuruudesta. Sanallinen arvio on esitetty seuraavissa taulukoissa. Työssä on arvioitu vaikutukset joukkoliikenteeseen sekä muuhun liikenteeseen ja muihin tekijöihin. Myös toimenpiteen soveltuminen pääkaupunkiseudulle on arvioitu. Merkittävimmät vaikutukset on korostettu värein. Vaaleansinisellä on korostettu myönteiset vaikutukset, tummansinisellä huomattavan myönteiset vaikutukset ja punaisella huomattavan kielteiset vaikutukset.

Taulukko 19. Yhteenveto taulukoiden 20-29 vaikutusten arvioinnista.

	Joukkoliikenne							päivittäinen liikkuminen		aluekehitys	ympäristö			turvallisuus	taloudellisuus
	matka-aika ja keskinopeus	täsmällisyys	säännöllisyys	luotettavuus	kilpailukyky ja palvelutaso	rakentamiskustannukset	suoritteet ja kustannukset	muun liikenteen sujuvuus	kevyt liikenne	yhdyskunta-rakenne ja alueiden kehitys	liikenteen melu, päästöt ja energian-kulutus	kaupunkikuva, maisema ja luonnon-ympäristö	rakentamisen aikaiset vaikutukset	liikenne-turvallisuus	liikenneverkon ylläpito-kustannukset
Nopeuttamiskeino															
Liikennevaloetuudet	++	++++	+++	+++	+++	-	++	+/-	-	0	+	0	0	+	-
Jokeri-valot ja esiopasteet	+++	+++	+++	+++	+++	-	++	-	0	0	+	0	0	-	-
Ovitoimintojen nopeuttaminen	++	++	+++	++/0	++	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0
Joukkoliikennekaistojen väärinkäytön valvonta	+	++	++	++	++	0/-	+	-	0	0	0	0	0	+	0
Kaistajärjestelyt risteyksissä	++/0	+/0	+/0	+/0	++/0	0/--	++/0	-	0	0	0	-	-	0	0
Valo-ohitukset	+++	+++	+++	+++	+++	--	++	0	0/-	0	+	-	-	0/-	0
Joukkoliikennekaistat	++	++	++	++	++	++/--	++	+/-	0	0	0	0/-	0	0	0
Talvihoidon parantaminen	0	+	+	+	+	0	0	+	+	0	0	0	0	+	-
Hidasteiden rakentaminen joukkoliikenteelle myönteiseksi	++	+	0	0	+	+	+	0	0	0	+	-	0	0	0
Joukkoliikennekadut	++	+	+	+	++	---	+++	0	0	+	+/-	--	0	0	-

Parhaimpia toimenpiteitä ovat siten liikennevaloihin liittyvät etuudet. Merkittävimmät nopeuttamisvaikutukset voidaan saavuttaa Jokeri-valoilla, esiopasteilla ja valo-ohituksilla. Nämä ovat keinoja, jotka tapauskohtaisesti voivat nopeuttaa joukkoliikennettä merkittävästi. Ne soveltuvat kuitenkin vain melko harvoihin paikkoihin. Esimerkiksi Jokeri-valot hyödyttävät sivusuunnasta tulevaa joukkoliikennettä, mutta pääsääntöisesti joukkoliikennettä on etuajo-oikeutetuilla kaduilla. Siten liikennevaloetuudet ovat yleisesti ottaen paras ratkaisu. Joukkoliikennekadut ovat hyviä, mutta ne hyödyttävät vasta silloin, kun muu liikenne alkaa ruuhkautua. Seuraavissa taulukoissa on esitetty kunkin toimenpiteen arvioidun vaikutuksen suuruus ja arvioitu myös sanallisesti vaikutuksia.

Taulukko 20. Eri toimenpiteiden arvioidut vaikutukset joukkoliikenteeseen.

nopeuttamiskeino	Joukkoliikenne						
	matka-aika ja keskinopeus	täsmällisyys	säännöllisyys	luotettavuus	kilpailukyky ja palvelutaso	rakentamiskustannukset	suoritteet ja kustannukset
Kumpuhidasteiden korvaaminen tyynyhidasteilla	++ matka-aika nopeutuu 7 sekuntia töyssyä kohden	+ kuljettajien ajotavat töyssyjen kohdalla vaihtelevat	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	+ Pääsääntöisesti bussien reittikaduille ei pitäisi rakentaa pystysuuntaisia hidasteita. Tyynyhidasteet ovat kumpuja parempia, koska bussien akseliväli on henkilöautoja leveämpi. Kumpuhidasteet hidastavat busseja muuta liikennettä enemmän ja ovat epämukavampia matkustajille.	+ tyynyhidasteen rakentamiskustannukset ovat kumpuja edullisemmat	+ nopeuttaa bussiliikennettä ja vähentää kalustolle koituvia vaurioita
Joukko- ja jakeluliikenteen yhteiset kaistat	++ kaistat nopeuttavat 15-20 %	++	++	++	++ jakeluliikennettä ei pidä sallia, jos sen tai bussien määrä on suuri	++ / -- riippuu siitä otetaanko kaista muulta liikenteeltä vai rakennetaanko uusi kaista	++ ruuhkaisten osuuksien ohittaminen vähentää kalustotarvetta
HOV-kaistat	++ kaistat nopeuttavat 15-20 %	++	++	++	++ HOV-autoja ei pidä sallia, jos sen tai bussien määrä on suuri	++ / -- riippuu siitä otetaanko kaista muulta liikenteeltä vai rakennetaanko uusi kaista	++ ruuhkaisten osuuksien ohittaminen vähentää kalustotarvetta
Joukkoliikennekaistat (ei muulle liikenteelle)	++ kaistat nopeuttavat 15-20 %	++	++	++	++ parantaa nopeuden lisäksi koettua sujuvuuden tunnetta	++ / -- riippuu siitä otetaanko kaista muulta liikenteeltä vai rakennetaanko uusi kaista	++ ruuhkaisten osuuksien ohittaminen vähentää kalustotarvetta
Epäsäännölliset joukkoliikennekaistat	++ kaistat nopeuttavat 15-20 %, mutta mittauksia ei ole	+ riippuu muun liikenteen kaistojen määrästä	+ riippuu muun liikenteen kaistojen määrästä	+ riippuu muun liikenteen kaistojen määrästä	+ parantaa nopeuden lisäksi koettua sujuvuuden tunnetta	- / -- riippuu siitä, onko busseilla automaattista paikannusjärjestelmää ennestään vai ei. Lisäksi riippuu siitä otetaanko kaista muulta liikenteeltä vai rakennetaanko uusi kaista.	+ ruuhkaisten osuuksien ohittaminen vähentää kalustotarvetta
Ruuhka-ajan joukkoliikennekaistat	++ kaistat nopeuttavat matka-aikaa 15-20 %. Ruuhka-aikana hyödyt ovat suurimmat	++	++	++	++ parantaa nopeuden lisäksi koettua sujuvuuden tunnetta	++ / -- riippuu siitä otetaanko kaista muulta liikenteeltä vai rakennetaanko uusi kaista	++ ruuhkaisten osuuksien ohittaminen vähentää kalustotarvetta

Taulukko 21. Eri toimenpiteiden arvioidut vaikutukset päivittäiseen liikkumiseen, aluekehitykseen, ympäristöön, turvallisuuteen ja taloudellisuuteen.

nopeuttamis-keino	päivittäinen liikkuminen		aluekehitys	ympäristö			turvallisuus	taloudellisuus
	muun liikenteen sujuvuus	kevyt liikenne	yhdyskuntarakenne ja alueiden kehitys	liikenteen melu, päästöt ja energian-kulutus	kaupunkikuva, maisema ja luonnon-ympäristö	rakentamisen aikaiset vaikutukset	liikenne-turvallisuus	liikenneverkon ylläpito-kustannukset
Kumpuhidasteiden korvaaminen tyynyhidasteilla	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	+	-	0	0	0
				vähentää raskaan liikenteen kiihdytyksistä aiheutuvia päästöjä	tyynyhidasteet ovat elementtejä, kun taas kummut voidaan usein rakentaa paremmin ympäristöön sopiviksi	ei olennaista vaikutusta	0	0
							raskaan liikenteen ajonopeudet kasvavat, mutta säilyvät edelleen nopeusrajoitusten mukaisina	0
talvikunnossapito vaikeutuu, koska tyynyn poikkeikkaus ei ole tasainen								
Joukko- ja jakeluliikenteen yhteiset kaistat	++ / - parantaa jakeluliikenteen sujuvuutta. Vaikutukset riippuvat siitä otetaanko kaista muulta liikenteeltä vai rakennetaanko uusi kaista	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0	0 / -	0	0	0
				ei olennaista vaikutusta	riippuu siitä otetaanko kaista muulta liikenteeltä vai rakennetaanko uusi kaista	ei olennaista vaikutusta	ei olennaista vaikutusta	ei olennaista vaikutusta
HOV-kaistat	++ / - parantaa HOV-autojen sujuvuutta. Vaikutukset riippuvat siitä otetaanko kaista muulta liikenteeltä vai rakennetaanko uusi kaista	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0	0 / -	0	0	0
				ei olennaista vaikutusta	riippuu siitä otetaanko kaista muulta liikenteeltä vai rakennetaanko uusi kaista	ei olennaista vaikutusta	ei olennaista vaikutusta	ei olennaista vaikutusta
Joukkoliikennekaistat (ei muulle liikenteelle)	+ / - Vaikutukset riippuvat siitä otetaanko kaista muulta liikenteeltä vai rakennetaanko uusi kaista	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0	0 / -	0	0	0
				ei olennaista vaikutusta	riippuu siitä otetaanko kaista muulta liikenteeltä vai rakennetaanko uusi kaista	ei olennaista vaikutusta	ei olennaista vaikutusta	ei olennaista vaikutusta
Epäsäännölliset joukkoliikennekaistat	- muu liikenne voi käyttää joukkoliikennekaistaa silloin, kun busseja ei liikennöi	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0	0 / -	0	-	0
				ei olennaista vaikutusta	riippuu siitä otetaanko kaista muulta liikenteeltä vai rakennetaanko uusi kaista	ei olennaista vaikutusta	kaistaohjaus ei ole Suomessa yleistä	ei olennaista vaikutusta
Ruuhka-ajan joukkoliikennekaistat	+ / - Vaikutukset riippuvat siitä otetaanko kaista muulta liikenteeltä vai rakennetaanko uusi kaista	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0	0 / -	0	0	0
				ei olennaista vaikutusta	riippuu siitä otetaanko kaista muulta liikenteeltä vai rakennetaanko uusi kaista	ei olennaista vaikutusta	ei olennaista vaikutusta	ei olennaista vaikutusta

Taulukko 22. Eri toimenpiteiden arvioidut vaikutukset joukkoliikenteeseen.

nopeuttamiskeino	Joukkoliikenne						
	matka-aika ja keskinopeus	täsmällisyys	säännöllisyys	luotettavuus	kilpailukyky ja palvelutaso	rakentamiskustannukset	suoritteet ja kustannukset
Pysyvästi voimassaolevat joukkoliikennekaistat	++ kaistat nopeuttavat matka-aikaa 15-20 %.	+++ Pysyvästi voimassaolevat kaistat mahdollistavat täsmällisyyden myös satunnaisissa häiriöissä, kuten suurten yleisötapausten yhteydessä.	++	+++ Pysyvästi voimassaolevat kaistat mahdollistavat täsmällisyyden myös satunnaisissa häiriöissä, kuten suurten yleisötapausten yhteydessä.	++ Joukkoliikenne on kilpailukykyistä ja nopeaa myös suurten tapahtumien yhteydessä	++ / -- riippuu siitä otetaanko kaista muulta liikenteeltä vai rakentaanko uusi kaista	++ ruuhkaisten osuukien ohittaminen vähentää kalustotarvetta
Joukkoliikennekaistojen näkyvä erottaminen (korokkeet ja maalaaminen)	+ vähentää väärinkäyttöä (varsinkin tahatonta väärinkäyttöä)	++	++	++	+	- kustannukset melko vähäiset	+
Joukkoliikennekaistojen valvonta	+ vähentää väärinkäyttöä	++ vähentää väärinkäytöstä aiheutuvaa liikenteen epätäsmällisyyttä	++ vähentää väärinkäytöstä aiheutuvaa liikenteen epäsäännöllisyyttä	++ vähentää väärinkäytöstä aiheutuvaa liikenteen epätäsmällisyyttä ja epäsäännöllisyyttä	++	0 / - kiinteän valvonnan aloittaminen aiheuttaa kustannuksia	+
Kiinteät valoetuuudet	+ / 0 Suurella joukkoliikenteen määrällä (yli 60 bussia/tunti) parantaa sujuvuutta. Voi nopeuttaa matka-aikaa 10%.	+ viivytykset jonkin verran vähenevät, joten täsmällisyys parantuu	+ viivytykset jonkin verran vähenevät, joten säännöllisyys parantuu	+ viivytykset jonkin verran vähenevät, joten luotettavuus parantuu	+	-- oikean ajoituksen löytäminen vaatii työtä	+
Telemaattiset valoetuuudet	+++ liikennevaloviiveet -40-50 %, -10 s/risteys, matka-ajan lyhentyminen riippuu valojen määrästä	+++ täsmällisyyden +58 % linjalla 23, riippuu liikennevalojen määrästä	++ säännöllisyys +20 % linjalla 23, riippuu valojen määrästä	+++ riippuu valojen määrästä	++ joukkoliikenne nopeutuu ja on luotettavampaa	-- edellyttää paikannusjärjestelmää ja etuusohjelmointia	++ liikenne voidaan hoitaa tehokkaammin
Aikatauluun perustuvat etuuudet	++ liikennevaloviiveet -40-50 %, -10 s/risteys, etuutta ei myönnetä, jos bussi etuajassa, jolloin keskinopeus alhaisempi kuin, jos kaikki saisivat etuuden	++++ täsmällisyyden +58 % linjalla 23, riippuu liikennevalojen määrästä. Aikatauluun perustuvat etuuudet parantavat täsmällisyyttä.	++ säännöllisyys +20 % linjalla 23, riippuu valojen määrästä	+++ riippuu valojen määrästä	+++ joukkoliikenne nopeutuu ja on luotettavampaa	-- edellyttää paikannusjärjestelmää, etuusohjelmointia ja täsmällisyyden huomiointia	++ liikenne voidaan hoitaa tehokkaammin

Taulukko 23. Eri toimenpiteiden arvioidut vaikutukset päivittäiseen liikkumiseen, aluekehitykseen, ympäristöön, turvallisuuteen ja taloudellisuuteen.

nopeuttamis-keino	päivittäinen liikkuminen		aluekehitys	ympäristö			turvallisuus	taloudellisuus
	muun liikenteen sujuvuus	kevyt liikenne	yhdyskuntarakenne ja alueiden kehitys	liikenteen melu, päästöt ja energiankulutus	kaupunkikuva, maisema ja luonnon-ympäristö	rakentamisen aikaiset vaikutukset	liikenne-turvallisuus	liikenneverkon ylläpitokustannukset
Pysyvästi voimassaolevat joukkoliikennekaiset	+ / - Vaikutukset riippuvat siitä otetaanko kaista muulta liikenteeltä vai rakennetaanko uusi kaista	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 / - riippuu siitä otetaanko kaista muulta liikenteeltä vai rakennetaanko uusi kaista	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta
Joukkoliikennekaistojen näkyvä erottaminen (korokkeet ja maalaa- minen)	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	-- / - Korokkeet haittaavat merkittävästi talvihoitoa. Kaistamaalaus lisää ylläpitokustannuksia.
Joukkoliikennekaistojen valvonta	- voi heikentää muun liikenteen sujuvuutta ruuhkatilanteissa	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	+ liikennesääntöjen noudattaminen paranee	0 ei olennaista vaikutusta
Kiinteät valoetuet	0 / -- Jos vihreä aalto täytyy joka tapauksessa katkaista, ei aiheudu haittaa. Muutoin turhaa haittaa syntyy varsinkin, jos bussien määrä vähäinen.	- voi aiheuttaa ylimääräisiä viivytyksiä	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	- etuksien toimivuuden seuraamisesta aiheutuu ylläpitokustannuksia
Telemaattiset valoetuet	+ / - Pääsuunnassa etuudet parantavat sujuvuutta, muutoin vaikutukset. Muutoin viivytykset +1-2 %	- viivytykset valoissa kasvavat jonkin verran	0 ei olennaista vaikutusta	+ vähentää raskaamman bussiliikenteen päästöjä	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	+ Vähentää bussinkuljettajien kiihdytyksiä vihreisiin. Parantaa varsinkin seisovien matkustajien turvallisuutta, kun äkkijarrutukset vähenevät.	- laitteiden toimivuus vaatii jonkin verran tarkkailua
Aikatauluun perustuvat etuudet	+ / - Pääsuunnassa etuudet parantavat sujuvuutta, muutoin vaikutukset. Muutoin viivytykset +1-2 %	- viivytykset valoissa kasvavat jonkin verran	0 ei olennaista vaikutusta	+ vähentää raskaamman bussiliikenteen päästöjä	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	+ Vähentää bussinkuljettajien kiihdytyksiä vihreisiin. Parantaa varsinkin seisovien matkustajien turvallisuutta, kun äkkijarrutukset vähenevät.	- laitteiden toimivuus vaatii jonkin verran tarkkailua

Taulukko 24. Eri toimenpiteiden arvioidut vaikutukset joukkoliikenteeseen.

nopeuttamiskai- no	Joukkoliikenne						
	matka-aika ja keskinopeus	täsmällisyys	säännöllisyys	luotettavuus	kilpailukyky ja palvelutaso	rakentamiskustannukset	suoritteet ja kustannukset
Vuoroväliin perustuvat etuudet	++ liikennevaloviiveet -40-50 %, -10 s/risteys, etuutta ei myönnetä, jos bussi etuajassa, jolloin keskinopeus alhaisempi kuin, jos kaikki saisivat etuuden	+++++ täsmällisyyden +58 % linjalla 23, riippuu liikennevalojen määrästä. Tiheästi liikennöitäessä täsmällisyys saavutetaan nopeammin.	++++ Säännöllisyys +20 % linjalla 23, riippuu valojen määrästä. Vuoroväliin perustuvat etuudet parantavat säännöllisyyttä.	++++ riippuu valojen määrästä. Tiheästi liikennöivillä linjoilla voidaan parantaa säännöllistä vuoroväliä.	+++ joukkoliikenne nopeutuu ja on luotettavampaa	-- edellyttää paikannusjärjestelmää, etuusohjelmointia sekä täsmällisyyden ja säännöllisyyden huomioimista	++ Liikenne voidaan hoitaa tehokkaammin. Satunnaishäiriöt vähentyvät ja yksittäisten lähtöjen maksimikuormitukset tasoittuvat.
Jokeri-valot	+++ odotusajat risteyksessä sivusuunnasta tultaessa poistuvat (pakkoetus)	+++ odotusajat risteyksessä sivusuunnasta tultaessa poistuvat, jolloin ei epätasällisyyttä	+++ odotusajat risteyksessä sivusuunnasta tultaessa poistuvat, jolloin ei epä-säännöllisyyttä	+++ odotusajat risteyksessä sivusuunnasta tultaessa poistuvat, jolloin ei epäluotettavuutta	+++ joukkoliikenne nopeutuu ja on luotettavampaa	- rakentamiskustannukset ovat vain 1/3 verrattuna tavallisiin liikennevaloihin	++
Esiopasteet (pre-signals)	+++ riippuu jonojen pituuksista	++ ruuhkista aiheutuvat viiveet vähenevät, mikä vähentää epätasällisyyttä	++ ruuhkista aiheutuvat viiveet vähenevät, mikä vähentää epäsäännöllisyyttä	++ ruuhkista aiheutuvat viiveet vähenevät, mikä vähentää epäluotettavuutta	++ joukkoliikenne nopeutuu ja on luotettavampaa	-- edellyttää punaisissa valoissa odottavien ohittavaa kaistaa	+
valo-ohitukset	+++ liikennevaloviiveet poistuvat kokonaisuudessaan tai suurelta osin	+++ liikennevaloviiveiden vähentyessä täsmällisyys parantuu	+++ liikennevaloviiveiden vähentyessä säännöllisyys parantuu	+++ luotettavuus parantuu, kun täsmällisyys ja säännöllisyys parantuvat	+++ joukkoliikenne nopeutuu ja on luotettavampaa	-- suurempi hyöty edellyttää punaisissa valoissa odottavien ohittavaa kaistaa	++
Kaistajärjestely: oikealle kääntyvien kaistan käyttö suoraan pysäkillä ajattaessa	+ / 0 Usein kaistat liian lyhyitä	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	+ nopeutuu jonkin verran	0 / - Kaista voi olla jo valmiina. Kaistan täytyy olla riittävän pitkä, jotta punaisissa valoissa odottavien jono voidaan ohittaa	+ / 0 Nopeutuu jonkin verran.
Kaistajärjestely: muut	++ / 0 sopivissa kohteissa hyödyt voivat olla merkittäviä, mutta soveltuu melko harvoihin tilanteisiin	++ / 0 sopivissa kohteissa hyödyt voivat olla merkittäviä, mutta soveltuu melko harvoihin tilanteisiin	++ / 0 sopivissa kohteissa hyödyt voivat olla merkittäviä, mutta soveltuu melko harvoihin tilanteisiin	++ / 0 sopivissa kohteissa hyödyt voivat olla merkittäviä, mutta soveltuu melko harvoihin tilanteisiin	++ / 0	-- kaistajärjestelyt maksavat	++ / 0 sopivissa kohteissa voidaan saada merkittäviä aikasäästöjä
Pysäkkilevennykset	+ / 0 jos bussien määrä on suuri, hyödyttää pysäkin ohittavia busseja	+ / 0 jos bussien määrä suuri, parantaa täsmällisyyttä	+ / 0 jos bussien määrä suuri, parantaa säännöllisyyttä	+ / 0 jos bussien määrä suuri, parantaa luotettavuutta	0	-	0 ei olennaista vaikutusta

Taulukko 25. Eri toimenpiteiden arvioidut vaikutukset päivittäiseen liikkumiseen, aluekehitykseen, ympäristöön, turvallisuuteen ja taloudellisuuteen.

nopeuttamis-keino	päivittäinen liikkuminen		aluekehitys	ympäristö			turvallisuus	taloudellisuus
	muun liikenteen sujuvuus	kevyt liikenne	yhdyskuntarakenne ja alueiden kehitys	liikenteen melu, päästöt ja energian-kulutus	kaupunkikuva, maisema ja luonnon-ympäristö	rakentamisen aikaiset vaikutukset	liikenne-turvallisuus	liikenneverkon ylläpito-kustannukset
Vuoroväliin perustuvat etuudet	+ / - Pääsuunnassa etuudet parantavat sujuvuutta, muutoin vaikutukset. Muutoin viivytykset +1-2 %	- viivytykset valoissa kasvavat jonkin verran	0 ei olennaista vaikutusta	+ vähentää ras-kaamman bussiliikenteen päästöjä	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	+ Vähentää bussinkuljettajien kiihdytyksiä vihreisiin. Parantaa varsinkin seisovien matkustajien turvallisuutta, kun äkkijarrutukset vähenevät.	- laitteiden toimivuus vaatii jonkin verran tarkkailua
Jokeri-valot	0 vaikutuksia vähentää se, etteivät valot ole toiminnassa, kun busseja ei ole	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	+ vähentää ras-kaamman bussiliikenteen päästöjä	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	- toistaiseksi melko harvinainen ohjausmenetelmä	- valoetuuksien tapaan vaatii jonkin verran tarkkailua
Esiopasteet (pre-signals)	-	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	+ vähentää ras-kaamman bussiliikenteen päästöjä	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	- toistaiseksi ei ole toteutettu Suomessa	- valoetuuksien tapaan vaatii jonkin verran tarkkailua
valo-ohitukset	0 ei vaikutusta	0 / - jos valo-ohituksen kohdalla suojatievalot, porrastus voidaan kokea epäselväksi	0 ei olennaista vaikutusta	+ vähentää ras-kaamman bussiliikenteen päästöjä	- laajentaa kadun vaatimaa tilaa	- edellyttää maansiirtotöitä	0 / - jos valo-ohituksen kohdalla on suojatie, porrastus tai nappivalot (ja eriaikainen vihreä) voivat heikentää turvallisuutta	0 ei olennaista vaikutusta
Kaistajärjestelyt: oikealle kääntyvien kaistan käyttö suoraan pysäkillä ajettaessa	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta
Kaistajärjestelyt: muut	- vaikutukset vähäisiä	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	- laajentaa kadun vaatimaa tilaa	- edellyttää maansiirtotöitä	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta
Pysäkkilevennykset	+	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	- laajentaa kadun vaatimaa tilaa	- edellyttää maansiirtotöitä	0 ei olennaista vaikutusta	- hyvä talvihoito lisää kustannuksia

Taulukko 26. Eri toimenpiteiden arvioidut vaikutukset joukkoliikenteeseen.

nopeuttamiskeino	Joukkoliikenne						
	matka-aika ja keskinopeus	täsmällisyys	säännöllisyys	luotettavuus	kilpailukyky ja palvelutaso	rakentamiskustannukset	suoritteet ja kustannukset
Erilliset pysäkit	- busseilla aina väistämisvelvollisuus	- / -- busseilla aina väistämisvelvollisuus, ruuhka-aikoina lisää epätäsmällisyyttä	- / -- busseilla aina väistämisvelvollisuus, ruuhka-aikoina lisää epäsäännöllisyyttä	- täsmällisyys ja säännöllisyys ruuhka-aikoina heikentyy	-	-- vaativat tilaa tavallista levennystä enemmän	- viivytysten kasvu voi lisätä kustannuksia
Ajorata-pysäkit	0 / - ei olennaista vaikutusta / jos paljon busseja, liikenne hidastuu	0 / - ei olennaista vaikutusta / jos paljon busseja, täsmällisyys heikkenee	0 / - ei olennaista vaikutusta / jos paljon busseja, säännöllisyys heikkenee	0 / - ei olennaista vaikutusta / jos paljon busseja, luotettavuus heikkenee	+ sivuttaissuuntaiset siirtymät vähenevät	0	0
Hidastin-pysäkit	0 / - ei olennaista vaikutusta / jos paljon busseja, liikenne hidastuu	0 / - ei olennaista vaikutusta / jos paljon busseja, täsmällisyys heikkenee	0 / - ei olennaista vaikutusta / jos paljon busseja, säännöllisyys heikkenee	0 / - ei olennaista vaikutusta / jos paljon busseja, luotettavuus heikkenee	+ sivuttaissuuntaiset siirtymät vähenevät	0	0
Terminaalien peruutuslaiturit	- peruuttaminen vie aikaa 15-20 s	0	0	0	+ / - hidastumisesta huolimatta muiden seikkojen vuoksi joskus perusteltu ratkaisu	+ / 0 vähäisemmän terminaali-alueen vaatiman tilan vuoksi voi olla edullisempi / ei olennaista eroa muihin terminaaliratkaisuihin verrattuna	-
Poistumis-pysäkit	+ / 0 sopivissa tilanteissa nopeuttaa	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	+ parantaa sujuvuuden tunnetta	- lisää pysäkeille varattavia yhteyksiä	0 ei olennaista vaikutusta
Pysäkkivälin harventaminen	+ / - keskinopeus kasvaa, mutta kävelyomatkat pidentyvät	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	+ / - keskinopeus kasvaa, mutta kävelyomatkat pidentyvät	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta
Pysäkkialueen pituuden muutos	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	+ parantaa kuljettajan mahdollisuuksia pysähtyä asiakkaan kohdalle	- pysäkkimerkin ja katoksen siirrosta aiheutuu kustannuksia	0 ei olennaista vaikutusta

Taulukko 27. Eri toimenpiteiden arvioitujen vaikutukset päivittäiseen liikkumiseen, aluekehitykseen, ympäristöön, turvallisuuteen ja taloudellisuuteen.

nopeuttamiskeino	päivittäinen liikkuminen		aluekehitys	ympäristö			turvallisuus	taloudellisuus
	muun liikenteen sujuvuus	kevyt liikenne	yhdyskuntarakenne ja alueiden kehitys	liikenteen melu, päästöt ja energiankulutus	kaupunkikuva, maisema ja luonnonympäristö	rakentamisen aikaiset vaikutukset	liikenne-turvallisuus	liikenneverkon ylläpitokustannukset
Erilliset pysäkit	++ / + Jos busseja paljon, sujuvuus parantuu / Ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	- laajentaa kadun vaatimaa tilaa	- edellyttää maansiirtotöitä	0 ei olennaista vaikutusta	- hyvä talvihoito lisää kustannuksia
Ajoratapysäkit	-	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0	0	+ joissakin tapauksissa voidaan käyttää liikenteen rauhoittamistimenpiteenä	0
Hidastinpysäkit	-	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0	0	+	0
Terminaalien peruutuslaiturit	0 terminaaleissa ei yleensä sallita muuta liikennettä	+ / 0 / - riippuu ratkaisusta, peruuttavat bussit heikentävät turvallisuutta, jos jalankulkua ei estetty	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	+ voi olla selkeämpi	0 ei eroa muihin terminaaliratkaisuihin verrattuna	+ / 0 / - riippuu ratkaisusta, peruuttavat bussit heikentävät turvallisuutta, jos jalankulkua ei estetty	- hyvä talvihoito voi olla kallimpaa
Poistumis-pysäkit	- voi aiheuttaa viivytystä, jos purku ei toteutunut punaisen valon aikana	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	- vähennettävä joissakin tapauksissa istutusten määrää	0 ei olennaista vaikutusta	- epätavallinen järjestely voi heikentää turvallisuutta	0 ei olennaista vaikutusta
Pysäkkivälin harventaminen	0 ei olennaista vaikutusta	- joissakin tapauksissa voi lisätä kadunylityksiä	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	- joissakin tapauksissa voi lisätä kadunylityksiä	0 ei olennaista vaikutusta
Pysäkkialueen piteuden muutos	+ jos bussin takaosa jää ajoradalle, muutos parantaa muun liikenteen sujuvuutta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	+ jos bussin takaosa jää ajoradalle, muutos parantaa turvallisuutta	0 ei olennaista vaikutusta

Taulukko 28. Eri toimenpiteiden arvioidut vaikutukset joukkoliikenteeseen.

nopeuttamiskeino	Joukkoliikenne						
	matka-aika ja keskinopeus	täsmällisyys	säännöllisyys	luotettavuus	kilpailukyky ja palvelutaso	rakentamiskustannukset	suoritteet ja kustannukset
Joukkoliikennekadut	++ Sopivissa kohteissa lyhentää matka-aikoja selvästi. Koska muuta liikennettä ei ole, keskinopeus nousee.	+	+	+	++ joissakin paikoin voidaan tarjota uusia yhteyksiä tai lisätä tarjontaa merkittävästi	---	+++ sopivissa kohteissa voidaan vähentää linjoja ja säästää liikennöintikustannuksissa
Kevyet joukkoliikennekadut	++ Sopivissa kohteissa lyhentää palveluliikenteen matka-aikoja selvästi.	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	++ joissakin paikoin voidaan tarjota uusia yhteyksiä	-	+ sopivissa kohteissa lyhentää matka-aikoja ja siten linjatunteja
Pysäkkien talvihoidon parantaminen	0 ei olennaista vaikutusta	+ liukkaasta kelistä aiheutuva epätäsmällisyys vähenee	+ liukkaasta kelistä aiheutuva epäsäännöllisyys vähenee	+ liukkaasta kelistä aiheutuva epäluotettavuus vähenee	+	0	0 ei olennaista vaikutusta
Laatukäytävät	++ riippuu laatukäytävillä toteuttavista toimenpiteistä	++ riippuu laatukäytävillä toteuttavista toimenpiteistä	++ riippuu laatukäytävillä toteuttavista toimenpiteistä	++ riippuu laatukäytävillä toteuttavista toimenpiteistä	++ riippuu laatukäytävillä toteuttavista toimenpiteistä	-- riippuu laatukäytävillä toteuttavista toimenpiteistä	++ riippuu laatukäytävillä toteuttavista toimenpiteistä
Ovitoimintojen nopeuttaminen	++	++ ovitoimintojen nopeuttaminen vähentää eri bussien pysäkkiaikojen hajontaa ja siten parantaa täsmällisyyttä	+++ ovitoimintojen nopeuttaminen vähentää eri bussien pysäkkiaikojen hajontaa ja siten vähentää peräkkäinajoja	++ / 0 ei vaikutusta ovitoimintojen luotettavuuteen	++ keskinopeus kasvaa ja luotettavuus parantuu	0 uusien bussien ovet täytyy säätää eri tavalla	-
Kiihtyvyyksien parantaminen (nopeuttaminen)	+	+	++ nopeampi kiihtyvyys vähentää eri bussien kiihtyvyyksien hajontaa ja siten vähentää peräkkäinajoja	+	+	0	- lisää polttoainekulutusta
Tienkäyttömaksut	+ maksut nopeuttavat, mutta kysynnän kasvu hidastaa	+ liikenteen vähentymisen parantaa täsmällisyyttä, mutta kysynnän kasvu heikentää	+ liikenteen vähentymisen parantaa säännöllisyyttä, mutta kysynnän kasvu heikentää	+ liikenteen vähentymisen parantaa luotettavuutta, mutta kysynnän kasvu heikentää	+++ maksut nopeuttavat liikennettä ja parantavat hintakilpailukykyä	--	++ liikenteen vähentymisen tehostaa liikennettä ja vähentää ruuhkahoitoja

Taulukko 29. Eri toimenpiteiden arvioidut vaikutukset päivittäiseen liikkumiseen, aluekehitykseen, ympäristöön, turvallisuuteen ja taloudellisuuteen.

nopeuttamis-keino	päivittäinen liikkuminen		aluekehitys	ympäristö			turvallisuus	taloudellisuus
	muun liikenteen sujuvuus	kevyt liikenne		liikenteen melu, päästöt ja energiankulutus	kaupunkikuva, maisema ja luonnonympäristö	rakentamisen aikaiset vaikutukset		
Joukkoliikennekadut	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	+ mahdollistaa joukkoliikenteen tarjoamisen taloudellisesti useammalle alueelle	+ / - päästöt vähentyvät, kun bussien suoritteet vähenevät / aiheuttaa melua alueille, joilla ei muuten liikennettä	-- uuden kadun rakentaminen heikentää maisemaa ja luonnonympäristöä	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	- uusi katu lisää ylläpitokustannuksia
Kevyet joukkoliikennekadut	0 ei olennaista vaikutusta	- heikentää turvallisuutta, jos toteutetaan kevyen liikenteen väylän käyttönä	+ tarjoaa uusia palveluliikenteen yhteyksiä, jolloin joissakin paikoin tarjoaa uusia liikkumismahdollisuuksia	0 ei olennaista vaikutusta	- voi heikentää kaupunkikuvaa	0 ei olennaista vaikutusta	- heikentää turvallisuutta, jos toteutetaan kevyen liikenteen väylän käyttönä	0 ei olennaista vaikutusta
Pysäkkien talvihoidon parantaminen	+ vähentää viivytyksiä, kun bussi pääsee nopeammin pysäkiltä liikkeelle	+ parantaa pysäkkiä	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	+	- lisää talvihoidon kustannuksia
Laatukäytävät	0 ei olennaista vaikutusta	+ riippuu laatukäytävillä toteuttavista toimenpiteistä	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	- edellyttää maansiirtotöitä	+ riippuu laatukäytävillä toteuttavista toimenpiteistä	0 ei olennaista vaikutusta
Ovitoimintojen nopeuttaminen	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	- ovien nopeampi toiminta heikentää jonkin verran turvallisuutta	0 ei olennaista vaikutusta
Kiihtyvyyksien parantaminen (nopeuttaminen)	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	- lisää polttoainekulutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta	0 ei olennaista vaikutusta
Tienkäyttömaksut	++ maksujen tavoite vähentää ruuhkia ja parantaa sujuvuutta	0 ei olennaista vaikutusta	++ tiivistää yhdyskuntarakennetta, koska autoilun muuttuvat kustannukset ovat suuremmat	++ liikenne vähenee	+	0 ei olennaista vaikutusta	+ paranee liikenteen vähentyessä	+

9 JOHTOPÄÄTÖKSET

9.1 Nopeuttamisen vaikuttavuus

Kuljettajakeskustelujen perusteella ruuhkamaksut ja bussikaistojen valvonta ovat parhaita nopeuttamiskeinoja. Kyselyissä ja keskusteluissa nousivat esille pysäkkeihin, liikennevaloihin, bussikaistoihin ja ahtauteen liittyvät seikat. Espoossa kritiikkiä saivat lisäksi töyssyt.

Nopeuttamistoimenpiteillä voidaan vaikuttaa noin viidennekseen matkustajan kokemasta joukkoliikenteen kokonaislaadusta. Nopeuttaminen on siten erittäin keskeinen tekijä joukkoliikenteen kilpailukykytekijänä. Joukkoliikenteen kokonaislaatua käsittelevän JOKOLA-tutkimuksen perusteella matkustajat arvostavat eniten luotettavuutta ja sen jälkeen matka-aikaa (Vanhanen 2006). Nopeuttamistoimenpiteillä voidaan parantaa pääsääntöisesti myös täsmällisyyttä, säännöllisyyttä ja luotettavuutta.

HKL laskee Helsingin sisäisen liikenteen lähdöistä kaikkien lähtöjen keskinopeuden. Tätä voidaan pitää yhtenä mittarina joukkoliikenteen kilpailukyvyistä. Vuodesta 1985 vuoteen 2006 bussiliikenteen keskinopeudet ovat laskeneet kymmenen prosenttia. Keskeisenä syynä on liikenteen kasvun aiheuttama ruuhkautuminen ja bussien ovitoimintoihin kuluneen ajan piteneminen. Lisäksi liikennettä on hidastanut esimerkiksi nopeusrajoitusten alentuminen. Toisaalta liikenteen kilpailuttaminen on laskenut bussiliikenteen tuotantokustannuksia enemmän kuin liikenteen hidastuminen on lisännyt kustannuksia. Jos Helsingin sisäisen liikenteen keskinopeus olisi vuonna 2006 vuoden 1985 tasolla, liikennöintikustannukset olisivat 7,0 miljoonaa euroa pienemmät vuosittain. Vuoden 1985 nopeustaso saavutettaisiin, jos keskinopeus olisi 11 prosenttia nykyistä korkeampi. Välittömästi keskinopeuden kasvu vähentäisi liikennöintikustannuksia ja lisäisi matkustajamääriä. Jos säästöt kohdistettaisiin lippujen hintoihin, voisivat liput olla noin 11 prosenttia nykyistä pienemmät. Välillisesti lippujen hintojen lasku sekä matkustajamäärien kasvu liikenteen nopeuttamisen ja edullisempien lipun hintojen kautta lisää lipputuloloja. Siten välillisten vaikutusten kautta lippujen hintoja voitaisiin laskea jopa 15 prosenttia nykyisestä. Nopeuttamistoimenpiteillä on siten erittäin keskeinen vaikutus Helsingin sisäisen bussiliikenteen kilpailukykyyn suhteessa muihin kulkumuotoihin.

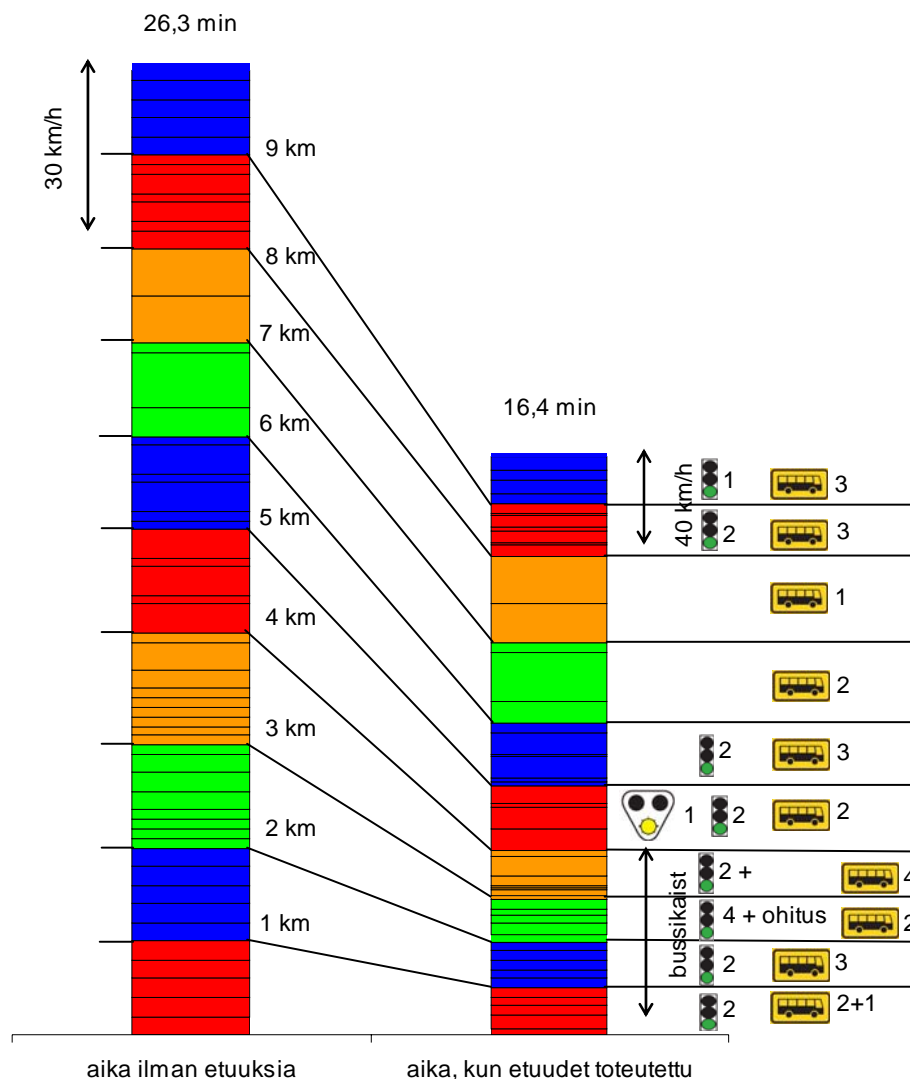
9.2 Nopeuttamisella parempi kilpailukyky

Joukkoliikenteen nopeuttaminen tarjoaa paremman palvelutason pienentyvän kokonaismatka-ajan ja täsmällisyyden, säännöllisyyden ja luotettavuuden parantamisen kautta. Lisäksi nopeuttamisen myötä liikennöintikustannukset laskevat. Saadut säästöt voidaan kohdistaa kilpailukykyyn parantamiseen muilla keinoin, kuten vuorotarjonnan lisäämiseen tai muiden palvelutasotekijöiden parantamiseksi. Nopeuttamisesta on siten mahdollista saada pysyvämpää hyötyä kuin muista parannustoimenpiteistä.

Kuljettajakyselyssä ja -keskustelussa saatiin kaikkiaan noin 270 toimenpideehdotusta, joiden toteuttavuuden arviointi ja toteuttaminen olisi tärkeää. Kuljettajakeskustelut osoittautuivat hyödylliseksi keinoksi kerätä tietoa. Menetelmää on jatkossakin tärkeää hyödyntää. Kuljettajilla on paljon suunnittelun kannalta oleellista tietoa, jota ei toistaiseksi ole merkittävästi hyödynnetty. Koska tehdyn ehdotuksen ja toimenpiteen toteuttamisen välillä voi kulua useita vuosia, on tärkeää kertoa myös kuljettajille ehdotettujen toimenpiteiden etenemisestä. Kuljettajat kokevat palautteensa olevan vaikutuksellista ja edelleen rohkaistuvat raportoimaan ongelmakohdista. Liikenne- ja viestintäministeriön Joukkoliikenne nousuun! -työryhmän eräänä ehdotuksena oli bussiliikenteen laatukäytävien toteuttaminen (Penttilä ym. 2004). Ehdotuksen ja tämän työn mukaisesti laatukäytävien parantaminen olisi tärkeää. Vaikutusarviointien toteuttaminen olisi myös tärkeää.

Kuvassa 94 on esitetty nopeuttamistoimenpiteiden merkitystä teoreettiselle linjalle, jonka pituus on kymmenen kilometriä. Linjan keskinopeudeksi on oletettu 22,8 km/h, joka on Helsingin sisäisten bussilinjojen ruuhka-ajan keskinopeus. Oletuksena linjalla ei ole lainkaan etuuksia, vaan se liikennöi muun liikenteen joukossa. Kun linjalle ei ole etuuksia, sen ajoaika on 26,3 minuuttia. Reitillä on pysäkkejä 25 kappaletta eli noin 400 metrin välein, liikennevaloja 20, töyssyjä viisi ja loppupäässä on 30 km/h nopeusrajoitus. Linja lähtee terminaalista, jossa on peruutuslaiturit. Liikennöinti tapahtuu hitaimmalla mahdollisella tämän työn kenttäkokeissa käytetyllä bussilla.

Nopeuttamistoimenpiteiden jälkeen linjan ajoaika on 16,4 minuuttia eli 38 prosenttia nopeampi. Linja lähtee terminaalista suoraan laiturista eteenpäin eli 15 sekuntia nopeammin. Liikennöinti tapahtuu busseilla, jotka kiihtyvät nopeasti ja joiden ovet ovat nopeita. Siten pysäkkiajat ovat noin yhdeksän sekuntia lyhyempiä kutakin pysäkkiä kohden. Lisäksi talvihoidossa on poistettu pysäkkien jääpolanteet, jonka vuoksi pysäkkiajat ovat kaksi sekuntia lyhyempiä. Liikennevaloissa on etuudet, joiden hyöty on keskimäärin 10 sekuntia liikennevaloja kohden. Busseille on rakennettu kahteen kohtaan valo-ohitukset ja yhteen kohtaan Jokeri-valot, joiden hyödyn on arvioitu olevan 15 sekuntia. Viisi töyssyä on korvattu tyynyhidasteilla, minkä aikasäästöksi on arvioitu seitsemän sekuntia töyssyä kohden. Lisäksi linjan loppupäässä nopeusrajoitus on nostettu 30 km/h:sta 40 km/h:ssa. Esimerkissä on kuitenkin oletettu, että pysäkkien ja valojen vuoksi nopeushyöty on vain 10 prosenttia. Joukkoliikennekaistaa on toteutettu 3,4 kilometrin matkalle ja on oletettu, että kaista nopeuttaa 17,5 prosenttia.



Kuva 94. Nopeuttamistoimenpiteiden vaikutus linjan ajoaikaan. Kuvan oikeassa reunassa olevat luvut kertovat, kuinka monta kyseistä nopeuttamistoimenpidettä on kunkin kilometrin aikana.

9.3 Tehokkaimmat nopeuttamistoimenpiteet

Käytettävää nopeuttamistoimenpidettä valittaessa täytyy tehdä arvio keinoon soveltuvuudesta. Tilanteen mukaan voi kalliimmankin etuuden toteuttaminen olla kilpailukyvyn kannalta perusteltua. Nopeuttamisen huomioiminen muussa suunnittelussa on tärkeää. Siten voi olla edullista toteuttaa kalliskin toimenpide muussa yhteydessä edullisemmin. Yleisesti voidaan keinojen tehokkuuden perusteella asettaa toimenpiteet järjestykseen. Tehokkuudella tarkoitetaan toimenpiteen hyötyjä verrattuna sen toteuttamiskustannuksiin. Tutkimuksen perusteella seuraava järjestys on suositeltava:

- Liikennevaloetuuudet
- Jokeri-valot
- Ovitoimintojen nopeuttaminen

- Joukkoliikennekaistojen väärinkäytön valvonta
- Kaistajärjestelyt risteyksissä
- Valo-ohitukset
- Joukkoliikennekaistat
- Talvihoidon parantaminen
- Hidasteiden rakentaminen joukkoliikenteelle myönteiseksi
- Joukkoliikennekadut

Pääsääntönä on, että ensin tarkastellaan koko järjestelmään vaikuttavia toimenpiteitä ja mahdollisuuksia nopeuttaa liikennettä ilman fyysisiä toimenpiteitä. Ovitoimintojen toteuttavuutta arvioitaessa täytyy huomioida vaikutukset turvallisuuteen. Kun ruuhkia on enemmän, voidaan rakentaa etuusjärjestelyjä risteyksiin, joissa kertyy tavallisesti suurimmat viivytykset. Jos ruuhkia on pitemmillä osuuksilla, on tarpeen toteuttaa joukkoliikennekaistat.

Liikennevaloetuedet ovat tehokas nopeuttamismenetelmä, koska etuuskien rakentaminen on saavutettuihin hyötyihin nähden suhteellisen edullista. Vaikka liikennevaloetuksia on käytetty jo melko pitkään, on valoetuksia mahdollista vielä merkittävästi laajentaa. Aikatauluun ja vuoroväliin perustuvat etuedet parantavat kuitenkin paremmin täsmällisyyttä ja säännöllisyyttä ja tasoittavat bussien kuormittumista. Jokeri-valot ovat tehokkaita sivusuunnan joukkoliikenteen nopeuttamiseksi, koska rakentamiskustannukset ovat noin kolmasosan tavallisiin liikennevaloihin verrattuna. Ennakkovaloja (pre-signals) ei ole käytössä Suomessa, mutta niiden toteuttaminen joissakin paikoissa olisi perusteltua.

Kenttäkokeiden perusteella voidaan arvioida, että ovitoimintojen hidastuminen on selkeä syy bussien matka-ajan hidastumiseen. Ovitoimintoja voidaan nopeuttaa avautumis- ja sulkeutumisenopeutta kasvattamalla sekä käyttämällä sisäänpäin aukeavia ovia. Koska ovitoimintojen nopeuttaminen voi heikentää turvallisuutta, tulee toimenpiteiden vaikutuksia arvioida tarkkaan. Kiihtyvyyteen liittyvät testit osoittivat, että erot eivät ole yhtä merkittäviä kuin ovitoiminnoissa, mutta vahvistavat ennakkokäsityksiä eroista. Kiihtyvyydellä on merkitystä erityisesti sujuvuuden tunteeseen esimerkiksi liikennevaloista lähdettäessä.

Joukkoliikennekaistat nopeuttavat ja parantavat liikenteen säännöllisyyttä 15–20 prosenttia. Joukko- ja jakeluliikenteen yhteiset kaistat tarjoavat hyvän mahdollisuuden lisätä joukkoliikennekaistoja, kun busseja on vähemmän. Bussien autoaattisten paikannusjärjestelmien laajentuessa on mahdollista kokeilla epäsäännöllisiä kaistoja. Bussikaistojen väärinkäyttö muodostaa ongelman, johon tulisi puuttua nykyistä laajemmin ja tehokkaammin. Kaistojen maalaaminen huomattavuuden parantamiseksi voisi olla kokeilemisen arvoinen idea.

Töyssyt hidastavat bussiliikennettä muuta liikennettä enemmän. Bussien kannalta parhaimpia ovat tyynyhidasteet, koska ne hidastavat busseja vähemmän leveämmän akselivälin vuoksi. Avoin rahastus voisi nopeuttaa bussiliikennettä. Merkittäviä hyötyjä avoimesta rahastuksesta saadaan vilkkailla pysäkeillä, joiden määrä on kuitenkin vähäinen. Kuljettajakyselyssä avointa rahastusta vastustettiin voimakkaasti erityisesti Itä-Helsingissä, jossa menetelmää on kokeiltu.

Rahastusta voitaisiin nopeuttaa siten, että tasarahalla maksavat saisivat lipun muita edullisemmin ja tasahinnalla, esimerkiksi 2,00 eurolla. Talvihoidon tehostaminen pysäkeillä voisi osaltaan nopeuttaa bussiliikennettä. Keskeistä on pysäkeille muodostuvan jääkerroksen poisto. Laatuikäytävien toteuttamisesta on saatu ulkomailla, esimerkiksi Dublinissa myönteisiä kokemuksia. Laatuikäytävillä on tehty voimakkaita nopeuttamistoimenpiteitä ja lisäksi on parannettu muuta palvelutasoa, kuten vuorovälejä ja kalustoa.

9.4 Nopeuttamistoimenpiteiden soveltaminen

Joukkoliikenteen nopeuttamisella on merkittävä vaikutus liikennöintikustannuksiin ja palvelutasoon. Välittömänä vaikutuksena palvelutasoon ovat kulkuvälineessä vietettävien aikojen lyhentäminen. Välillisenä vaikutuksena on palvelutason parantuminen tarjonnan kasvaessa; alhaisemmat liikennöintikustannukset tarjoavat mahdollisuuden tarjonnan kasvattamiseen.

Minuutit koostuvat sekunneista. Kun toteutetaan useampia vain vähän aikaa säästäviä nopeuttamistoimenpiteitä, voidaan koko linjalla saavuttaa merkittäviä aikasäästöjä. Esimerkiksi kiihtyvyys- ja ovitoimintojen testi tuottivat uutta mitaustietoa. Vaikka erot ovitoiminnoissa ovat pysäkkikohtaisesti hyvin pieniä, enintään seitsemän sekuntia pysäkkiä kohden, kertyy aikaeroa pidemmällä linjoilla merkittävästi. Ovitoimintojen vaikutukset ovat siten keskimääräisellä linjalla samaa luokkaa kuin liikennevaloetuedet. Jatkossa onkin tärkeää miettiä, voidaanko nopeampia ovitoimintoja saada käyttöön esimerkiksi kilpailuttamisen yhteydessä.

Nopeuttamistoimenpiteitä voidaan tehokkaimmin toteuttaa muiden parantamistoimenpiteiden yhteydessä. Olennaista on huomioida bussiliikenteen tarpeet kaikissa suunnitteluvaiheissa. Esimerkiksi kuljettajakyselyissä tuli esille, että jotkin vasta äskettäin rakennetut risteykset on suunniteltu bussiliikenteen kannalta liian ahtaiksi. Tällaisia risteyksiä on esimerkiksi pääkaupunkiseudulla Malminkartanossa ja Suomenojalla. Näin ollen mahdollisia nopeuttamistoimenpiteitä joudutaan toteuttamaan ”turhaan” - bussiliikenteen toimintaedellytykset olisi ollut perusteltua huomioida jo aiemmin suunnittelussa.

Työssä toteutetut kuljettajakeskustelut olivat antoisia. Jatkossa tätä tapaa on tärkeä jatkaa. Kuljettajille kertyy jatkuvasti havaintoja liikenteestä, ja osa kuljettajista pohtii ratkaisuja ongelmiin. Näiden ehdotusten kerääminen voi olla edullinen tapa saada hyviä ehdotuksia nopeuttamistoimenpiteiden kohteiksi. Työssä tuli esille noin 270 toimenpidettä, joiden soveltaminen käytäntöön on tärkeää aloittaa. Osa toimenpiteistä voidaan toteuttaa hyvinkin nopeasti, koska ne ovat pieniä ja edullisia. Kuljettajakyselyn ehdotukset osoittavat, että on löydettävissä paljon pieniä, mutta olennaisia liikenteen hoitoon vaikuttavia tekijöitä. Tällaiset ehdotukset jäävät usein kalliimpien ja isompien hankkeiden varjoon.

Joukkoliikenteen nopeuttamisella on keskeisin merkitys pääkaupunkiseudulle sekä muille suuremmille kaupunkiseuduille, joilla on olennaisia ruuhkia. Tällöin on löydettävissä keinoja, joilla joukkoliikenteelle voidaan tarjota ratkaisuja muuta liikennettä nopeampaan kulkuun. Toisaalta pienemmälläkin seuduilla lii-

kennevaloetuksilla voi olla keskeinen merkitys. Esimerkiksi useissa pienissä ja keskisuurissa kaupungeissa linjojen kierrosaika on 30 minuuttia ja sivun ajoaika 15 minuuttia. Tällöin hyvin pienilläkin toimenpiteillä on suhteellisen suuri merkitys ajoaikaan ja nykyisen selkeän aikataulurakenteen säilyttämismahdollisuuksiin. Hyvänä pienenä toimenpiteenä voi olla esimerkiksi yksittäisessä risteyksessä etuajo-oikeutetun suunnan muuttaminen bussin reitin suuntaiseksi. Lisäksi kaluston kiihtyvyydellä ja ovitoiminnoilla on merkitystä myös ruuhkattomissa olosuhteissa.

Tehokkaimmista nopeuttamistoimenpiteistä on tärkeää kerätä kootusti tietoa. Tätä varten voitaisiin perustaa esimerkiksi tietokanta. Kanta sisältäisi tietoa eri nopeuttamistoimenpiteistä, niiden hyödyistä ja haitoista eri tilanteissa, tiedot nopeuttamistoimenpidesuunnitelmista sekä vaikutustutkimukset. Lisäksi tutkimuksen tulosten perusteella on tärkeää päivittää esimerkiksi Tiehallinnon ohjeet ja Paikallisliikenneliiton bussiliikenteen infrakortit.

10 LÄHTEET

Abetoni (2006). *Liikennehidasteet*. www.abetoni.fi (online, viitattu 15.7.2006). 4 s.

Alku, A. (2003). *Urabussi*. (online, viitattu 11.2.2007)
<http://www.kaupunkiliikenne.net/Urabussi.htm>, päivätty 6.8.2003.

Aro, R. (1975). *Joukkoliikenne*. RIL 94 liikenne ja väylät. Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL, Helsinki 1975. s. 114–120.

Britton, I. (2005). *Bus Lane*. (online, viitattu 2.1.2005).
<http://www.freefoto.com/preview.jsp?id=2030-14-56&k=Bus+Lane>.

Chada, S. ja Newland, R. (2002). *Effectiveness of Bus Signal Priority, Final Report*. National Center For Transit Research (NCTR), University of South Florida. Tampa. 40 s.

Cox, W. (2004). *Public transport competitiveness: Implications for emerging urban areas*. Wendell Cox Consultancy, metropolitan St. Louis ja Conservatoire National des Arts et Metiers, Paris, 9 s. (online, viitattu 10.1.2007)
<http://www.publicpurpose.com/c11-icators.pdf>, 9 s.

Department for Transport (2001). *Bus Priority in SCOOT*. Traffic Advisory Leaflets, 8/00. Department for Transport, London, 6 s.

Department for Transport (2003). *Public Transport Priority*. Traffic Advisory Leaflet, ITS 5/03. Department for Transport, London. 6 s.

DfT, ks. Department for Transport.

DTO, ks. Dublin Transport Office.

Dublin Transport Office (2004). *Quality Bus Corridor Monitoring Report*. Dublin Transport Office, Dublin. 161 s.

- Eichler, M. ja Daganzo, C.F. (2005). *Bus lanes with intermittent priority: Strategy formulae and an evaluation*. Transportation Research Part B 40 (2006) www.elsevier.com/locate/trb (viitattu 15.7.2006). s. 731-744.
- Espoo (2007). *Talvikunnossapito*. Espoon kaupunki (online, viitattu 11.2.2007) <http://www.espoo.fi/default.asp?path=1;28;11866;16304;16453;16457>
- FTA (2004). *Bus Lanes, Bus Rapid Transit*. BRT. U.S. Department of Transportation, Federal Transit Administration. (online, viitattu 29.12.2004). http://www.fta.dot.gov/2340_7251_ENG_HTML.htm .
- Germani, E. ja Szasz, P.A. (1980). *Comonor – A bus convoy system*. Cia. de Engenharia de Tráfego, São Paulo, Brasil. Vehicular Technology Conference, 1980, 30th IEEE, 15-17.9.1980. Vol. 30. s. 413-417.
- Giannopoulos, G.A. (1989). *Bus Planning and Operation in Urban Areas: A Practical Guide*. Avebury, Gower Publishing Company. Vermont. 370 s.
- Google Maps (2007). (online, viitattu 12.1.2007) <http://maps.google.com/>
- Haataja, S. (1995). *Vuoden 1995 lippulajitukimuksen (LIPTU) monisteita*. Helsingin kaupungin liikennelaitos, HKL, 20.12.1995, Helsinki. 10 s.
- Haataja, S. (2000). *Vuoden 1999 lippulajitukimuksen (LIPTU) monisteita*. Helsingin kaupungin liikennelaitos, HKL, 28.1.2000, Helsinki. 11 s.
- Heikonen, M. ym. (1989). *Irjalankatu, Hidaskadun seurantatutkimus*. Ympäristöministeriö, Kaavoitus- ja rakennusosasto, Tutkimusraportti 1, 1989. 96 s.
- Helsingin kaupungin liikennelaitos (2006). *Kertomus vuoden 2005 toiminnasta*. Helsingin kaupungin liikennelaitos, HKL, Helsinki. 24 s.
- Helsinki (2000). *Poikkeuslupa Jokeri – liikennevalojen käytölle, Liikenneministeriön päätös poikkeuslupahakemukseen*. Helsingin kaupunki, kaupunkisuunnitteluvirasto, liikenteenohjauskeskus. (online, viitattu 29.1.2007) <http://www.hel2.fi/liikenteenohjaus/jokerivalot/poikkeuslupa.asp>
- Helsinki (2004). *Jokerivalot*. Helsingin kaupunki, kaupunkisuunnitteluvirasto, liikenteenohjauskeskus. (online, viitattu 29.1.2007) <http://www.hel2.fi/liikenteenohjaus/jokerivalot>
- Helsinki (2006). *HELMIN laajennus 2006*. Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto, liikenteenohjauskeskus. (online, viitattu 4.1.2007.) <http://www.hel2.fi/liikenteenohjaus/helmi/laajennus2006.asp>.
- Helsinki (2007a). *Helsingin Helmi – Helsingin liikennevaloetus ja matkustajainformaatiojärjestelmä* (online, viitattu 25.1.2007) <http://www.hel2.fi/liikenteenohjaus/helmi/kuvat/HelmiJarjestelma.jpg>
- Helsinki (2007b). *Hoitoluokitus*. Helsingin kaupunki, Rakennusvirasto. (online, viitattu 11.2.2007) http://www.hel.fi/wps/portal/Rakennusvirasto/Kadut?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/fi/Rakennusvirasto/Kadut/Hoito/Hoitoluokitus
- HKL, ks. Helsingin kaupungin liikennelaitos.

Himanen, V., Tuomola, P., Jalasto, P. ja Poutanen, O-P. (1975a). *Pääkaupunkiseudun joukkoliikennekokeilu. Liite 1: Joukkoliikenteen kaista- ja väyläjärjestelyt välillä Rautatientori-Tuusulantie*. Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta, Pääkaupunkiseudun julkaisusarja 1975 C:3. 203 s.

Himanen, V., Tuomola, P., Jalasto, P. ja Vuola, J. (1975b). *Pääkaupunkiseudun joukkoliikennekokeilu. Liite 2: Joukkoliikennejärjestelyt risteyksissä*. Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta, Pääkaupunkiseudun julkaisusarja 1975: C 4. 55 s.

Hounsell, N.B., McLeod, F.N., Gardner, K., Head, J.R. ja Cook, D. (2000). *Headway-based bus priority in London using AVL: first results*. Road Transportation Information and Control, Conference Publication No. 472. The Institution of Electrical Engineers, IEE. s. 219-222.

Hounsell, N. (2002). *Bus priority simulation – Southampton experience*. University of Southampton. (online, viitattu 23.8.2006).
<http://trg1.civil.soton.ac.uk/priscilla/simulation.ppt>. 16 s.

Hounsell, N.B., McLeod, F.N. ja Shestra, B.P. (2004). *Bus priority at traffic signals: investigating the options*. Road Transport Information and Control, 2004. RTIC 2004, 12 th IEE International Conference on London. s. 287-294.

Hyytiäinen, E. ja Oinas, J. (2005). *Liikennevalojen suunnittelu*. Tiehallinto, Asiantuntijapalvelut, Suunnitteluvaiheen ohjaus. Helsinki. 216 s.

IEA (2002). *Bus systems for the future. Achieving Sustainable Transport Worldwide*. OECD/International Energy Agency (IEA), Pariisi. 188 s.

Jalasto, P. (1975). *Pääkaupunkiseudun joukkoliikennekokeilu, Liite 10: Kirjallisuusselvitys joukkoliikenteen parantamistoimenpiteistä*. Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta (YTV), Pääkaupunkiseudun julkaisusarja, 1975:C 12. 89 s.

Jokela, K. ja Tuupanen, P. (2006). *Joukkoliikenteen etuisuusjärjestelyt Tampereella – Yleissuunnitelma*. Tampereen kaupunki. 70 s.

Jones, R. (2006). *Quality Bus Corridor delivery report 1999/00-2006/07*. Greater Manchester Passenger Transport Authority, GMPTE, Manchester. 31 s.

Karhula, M. ja Goebel, A. (2005). *Tieliikenteen ajokustannusten yksikköarvot 2005*. Tiehallinto, Suunnitteluvaiheen ohjaus, Helsinki. 20 s.

Kivistö, P. (2007). *Auraus ja liukkauden torjunta maksavat eniten katujen kunnossapidossa*. Vantaan kaupunki, Maankäytön ja ympäristön toimiala (online, viitattu 11.2.2007)
http://www.vantaa.fi/i_perusdokumentti.asp?path=1;135;137;221;1812;49513

Koponen, L. (2006). *Loivapiirteisten hidasteiden rakentaminen ja toimivuus*. Savonia-ammattikorkeakoulu, tekniikka Kuopio. 90+38 s.

Korhonen, J. (2005). *Liikenteen ohjauksen erityiskysymyksiä. Helsingin käyttämiä periaatteita päätöksiä valmisteltaessa ja tehtäessä*. Liikenneinsinööri Jouni Korhosen sähköpostiviestin liitetiedosto 8.1.2005. Helsingin kaupunki, Kaupunkisuunnitteluvirasto, Liikennesuunnitteluosasto. 4 s.

- Laakso, S. ja Loikkanen, H. (2004). *Kaupunkitalous*. Gaudeamus Kirja, Oy Yliopistokustannus. Tampere. 472 s.
- Lahdenranta (2005). *Tavoitteet vuodelle 2012 ja tärkeimmät kehittämissuunnitelmat vuosille 2005–2012*. Helsingin kaupungin liikennelaitos, HKL, Helsinki. 20 s.
- Laurila, L. (1988). *Linja-autokaistojen varaamisperusteet*. Suomen Paikallisliikenneliitto ry, Liikennesuunnittelutoimikunta. Tampereen teknillinen korkeakoulu. Tampere. 19 s.
- Lehtinen, R., Ojala, K., Vepsäläinen, S. (1988). *Joukkoliikenne*. RIL 165-2 Liikenne ja väylät II. Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL, Helsinki 1988. s. 428-457.
- Lehmuskoski, M. (2007). Flash-ofdm asiantuntija Mikko Lehmuskosken haastattelu 8.1.2007.
- Lehmuskoski, V. ym. (2004). *Poikittaisen joukkoliikenteen visio 2030 ja kehittämissuunnitelma vuosille 2005–2010*. Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta, Liikenneosasto. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja B 2004:14. Helsinki. 43 s.
- Lehmuskoski, V. ym. (2005). *Joukkoliikenteen laatukäytävät*. KUUMA-kunnat (Kerava, Järvenpää, Tuusula, Nurmijärvi, Mäntsälä ja Pornainen) ja WSP LT-Konsultit Oy. Joukkoliikenteen hankekortti 1. 2 s.
- Lehtonen, M. ym. (2001). *Liikennevaloetuuudet ja ajantasainen tiedotus*. Vaikutukset raitiolinjalla 4 ja bussilinjalla 23 Helsingissä. Liikenne- ja viestintäministeriön mietintöjä ja muistioita B 41/2001. Helsinki. 82 s.
- Lepistö, V. (1996). *Bussiliikenteen matka-aikatutkimus v. 1995. Osa 1: Keskusta-alueen reitit*. Helsingin kaupunki, liikennelaitos, Suunnitteluyksikkö, S: 7/96, Helsinki. 5 s ja liitteet.
- Lepistö, V. (1998). *Bussiliikenteen liikenneviivettutkimus Helsingissä v. 1996-1997*. Helsingin kaupungin liikennelaitos, Suunnitteluyksikkö, S: 2/98. 97 s.
- Luhtala, V. (1977). *Joukkoliikenteen ohjaus katuverkossa*. Liikenteen ohjaus, Liikennetekniikan seminaari 1976-1977. Helsingin teknillinen korkeakoulu, Liikennetekniikka, julkaisu 40. Otaniemi. XI, 28 s.
- Luhtanen, L., Korpela, J. (2005). *Liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalan toiminta- ja taloussuunnitelma 2006–2009*. Liikenne- ja viestintäministeriö, www.mintc.fi , viitattu 7.11.2005. 84 s.
- Långström, L. ja Sane, K. (1998). *Testing of Different Bus Detectors for Traffic Signal Priority in Helsinki*. Helsingin kaupungin liikenteenohjauskeskus, Entire Documents, 1.10.1998. (online, viitattu 25.1.2007)
<http://www.hel2.fi/ksv/entire/repBusDetectors.htm>
- McCarthy, C. ym. (2001). *A Platform for Change, Summary of an integrated transportation strategy for the Greater Dublin Area 2000 to 2016*. Dublin Transportation Office. 30 s.

- Merin, M. ja Haataja S. (1990). *Linja-autoliikenteen sujuvuus Helsingissä v. 1985-89*. Helsingin kaupunki, liikennelaitos, Tutkimusyksikkö, ST: 13/90, Helsinki. 42 s.
- Metsäranta, H. (1996). *Liikennetalouden perusteita*. Teknillinen korkeakoulu, Liikennetekniikka, julkaisu 91, Espoo. 84 s.
- Metsäranta, H. ja Pesonen H. (2003). *Liikenneväylähankkeiden arvioinnin yleisohje*. Liikenne- ja viestintäministeriö, julkaisu 34/2003. 68 s.
- Metso, J. (2006). *Rikesakko voi tipahtaa pian postiluukusta*. Uutislehti 100, 1.10.2006. Helsinki.
- Mäkinen, Tapani. 1990. *Liikennetutkimusten subjektiivinen kiinnijäämisriski ja sen lisäämisen vaikutukset kuljettajien toimintaan*. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Tutkimuksia, 707. Espoo. 120 s.
- Ojala, J. ja Pursula, M. (1994). *Taajamien joukkoliikenteen suunnittelu ja hoito*. Teknillinen korkeakoulu, Liikennetekniikka, opetusmoniste 13, Suomen Paikallisliikenneliitto ry. Otaniemi. 238 s.
- Pau, M. ja Angius, S. (2000). *Do speed bumps really decrease traffic speed? An Italian experience*. Accident Analysis & Prevention 33 (2001). s. 585-597.
- Pastinen, V. ym. (2007). *Joukkoliikenteen houkuttelevuuden ja käytön lisääminen liikkujaryhmittelyyn avulla kaupunkiseudulla*. Väliraportti 14.2.2007. WSP Finland Oy. Helsinki. 161 s.
- Penttilä, H., Jalasto, P., Sihto, S., Ikonen, T. ja Lehmuskoski, V. (2004). *Joukkoliikenne nousuun!* Työryhmän mietintö, Liikenne- ja viestintäministeriö, julkaisu 51/2004. Helsinki. Liitteinen 69 s.
- Pitkänen, L. (2006). *Raitiovaunuliikenteen tehostamismahdollisuuksien arviointi*. Helsingin kaupungin liikennelaitos, Suunnitteluyksikkö, C 2/2006. Helsinki. 43 s.
- PLL, ks. Suomen Paikallisliikenneliitto ry.
- Pourbaix, J. (2005). *Key Results of the Mobility in Cities Database Project*. UITP, Roma. PowerPoint-esitys, 20 s.
- PTEG (2007). *Quality bus corridors*. The Passenger Transport Executive Group, PTEG. (online, viitattu 25.1.2007)
<http://www.pteg.net/ztoours/1-TakingTrafficOffTheRoads/08-QualityBusCorridors.htm>
- Pulkkinen, J. (2004). Ylikomisario Jarkko Pulkkinen haastattelu 25.3.2004. Helsingin poliisi, Liikenne- ja erityispoliisi, automaattivalvonta. Helsinki.
- Pursula, M. ja Innamaa, S. (2001). *Liikennevirran ominaisuudet*. Versio 1.0. Teknillinen korkeakoulu, Liikennetekniikka, julkaisu XX, Espoo. 150 s
- Puurunen, T. ym. (2003). *Joukkoliikenteen laatukäytävien toimenpideselvitys*. Tiehallinto, Uudenmaan tiepiiri. Helsinki. 28 s.

- Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta (2005). *YTV:n tilinpäätös 2004*, Tasekirja. Pääkaupunki-seudun yhteistyövaltuuskunta, YTV, Seutukokous 20.5.2005, Helsinki. 51 s. (online, viitattu 26.9.2005).
<http://www.ytv.fi/dynasty/kokous/200529-3-1474.PDF>
- Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta (2007). *Kampin terminaali valmis liikenteen aloitukseen*. Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta, YTV, Ajankoh- taista liikenteestä. (online, viitattu 7.2.2007)
http://www.ytv.fi/FIN/liikenne/ajankohtaista_liikenteesta/lo_300505_4.htm
- Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta (2007b). *Jokeri-prosessi 1990-2006*. Infrastruktuurin suunnittelu ja rakentaminen. (online, viitattu 11.2.2007)
<http://www.ytv.fi/NR/rdonlyres/F8D8C701-75C5-46BA-8273-A8190B8BAB1B/0/JokeriInfra.pdf>
- Ramboll (2006). *Vihdintien joukkoliikenteen parantamistoimenpiteet. Henkilö- auto- ja joukkoliikenteen toimivuus sekä joukkoliikenne-etuuksien vaikutus Kehä I:n ja Vihdintien liittymässä*. Muistio 17.3.2006. 9 s.
- Riikonen, J., Vepsäläinen, S. ja Lehmuskoski, V. (2006). *Joukkoliikenteen yksik- kökustannukset 2005*. Helsingin kaupungin liikennelaitos, HKL, Suunnitteluyk- sikkö, D: 8/2006. Helsinki. 10+30 s.
- Rosenberg, M., Sandberg, H. ja Arjamaa, H. (2003). *Aoimen rahastusjärjestel- män ennen-jälkeen-tutkimus linjalla 91*. VTT, Rakennus- ja yhdyskuntatekniik- ka, Liikenne ja logistiikka, Espoo. 31 s.
- Ryynänen, E., Rovaniemi, K., Sane, K., Knuuti, K., Himanen, V. ja Tuomola, P. (1975). *Pääkaupunkiseudun joukkoliikennekokeilu, Liite 3: Joukkoliikenteen mukaan ajoitetut liikennevalot Mannerheimintiellä*. Pääkaupunkiseudun yhteis- työvaltuuskunta, YTV, Pääkaupunkiseudun julkaisusarja, 1975: C 5. 101 s.
- Saari, M. ja Puntanen, S. (2005). *Joukkoliikenteen edistäminen pääkaupunkiseu- dun säteittäisillä pääväylillä*. Tiehallinto, Uudenmaan tiepiiri, hankekortti 8.9.2005. 1 s.
- Salonen, A. (2006). *Bussiliikenteen aikataulunopeudet vuosina 2000–2006*. Hel- singin kaupungin liikennelaitos, HKL. Sähköpostiviesti 4.9.2006.
- Salonen, M. (2004). Liikenneinsinööri Matti Salosen sähköpostiviestit . 10.12.2004. Turun kaupunki, ympäristö- ja kaavoitusvirasto, suunnittelutoimis- to.
- Sane, K. (2001). *Joukkoliikenteen liikennevaloetus – miten se oikein toimii*. Helsingin kaupunki, kaupunkisuunnitteluvirasto, liikenteenohjauskeskus, Ajan- tasa 2001. (online, viitattu 8.1.2007)
http://www.hel2.fi/liikenteenohjaus/liikennevaloetuedet/etuuden_toiminta.asp
- Sane, K. (2003). *Jokerivalojen poikkeuslupan muutoshakemus*. Helsinki, kau- punkisuunnitteluvirasto, liikenteenohjauskeskus. (online, viitattu 29.1.2007)
<http://www.hel2.fi/liikenteenohjaus/jokerivalot/poikkeuslupamuutos.asp>
- Sane, K. (2005). *Integration of RTPI and Bus Priority-Automatic*. PowerPoint- esitys. 54 s.

Sane, K. (2006a). *Helsingin joukkoliikenne-etuudet*. Teknillinen korkeakoulu, liikennelaboratorio, Liikennetelematiikan kurssi, erikoisopettaja Kari Sanen luento 29.9.2006. 10 sivua.

http://www.tkk.fi/Yksikot/Liikenne/Opinnot/177/Helsingin_joukkoliikenne-etuudet.pdf

Sane, K. (2006b). *HELMIN nollaviive-etuudet*. Helsingin kaupunki, kaupunkisuunnitteluvirasto, liikenteenohjauskeskus (online, viitattu 8.1.2007)

www.hel.fi/liikenteenohjaus

Seppänen, J. (2007). *Helsingin joukkoliikenteen liikennevaloetus- ja matkustajainformaatiojärjestelmä (Helmi)*. Helsingin kaupungin liikennelaitos, HKL, suunnitteluyksikkö, HKL D 1/2007. Helsinki. 28 s.

SFS. ks., Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry.

Sihto, S., Valtanen, R. ja Siimes, H. (2003). *Pääkaupunkiseudun liikennejärjestelmäsuunnitelma PLJ 2002*. Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta, Liikenneosasto. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja A 2003:1, Helsinki. 66 s.

Sihto, S. Strömmer, H. ja Lampinen, S. (2006). PLJ 2007 *Vaikutusten arviointi*. Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta, YTV, PJS B 2006:20, Helsinki. 136 s.

Sivenius, J. (2004). Apulaisliikenneinsinööri Jouni Siveniuksen sähköpostiviestit. 30.11.2004 ja 2.12.2004, Tampereen kaupunki.

Shercom Industries Inc. (2006). Speed bumps. (online, viitattu 15.7.2006)

<http://www.shercomindustries.com/img/products>

Smeds, O. ym. (1975). *Pääkaupunkiseudun joukkoliikennekokeilu*. Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta (YTV), Pääkaupunkiseudun julkaisusarja C 1975;1. Helsinki. 72 s.

Smiler, S. P. (2007a). *Bus Priority Systems – Special Feature On Kerb Guided Buses (O-Bahn)*. (online, viitattu 11.2.2007)

<http://www.garden.force9.co.uk/OBahn.htm>

Smiler, S. P. (2007b). *Buses – Carrying The Crowds*. (online, viitattu 12.2.2007). citytransport.info/Carry.htm

Smiler, S. P. ja System Krupp (2007). *Kombinierte Bahn-/Spurbusweiche*. (online, viitattu 11.2.2007) <http://www.garden.force9.co.uk/OBahn.htm>

Soininen, M. (2004). *Linja-autonkuljettajakysely*. Liikenneturvallisuuden pitkän aikavälin tutkimus- ja kehittämisohjelma, LINTU-julkaisuja 3B/2004, Helsinki. 88 s.

Suomen Paikallisliikenneliitto ry (2000). *Töyssyt ja bussiliikenne*. Paikallisliikenteen infrakortti no 1. Helsinki. 2 s.

Suomen Paikallisliikenneliitto ry (2001a). *Fyysiset bussiliikenne-etuudet. Bussiliikenteen infrakortti no 7*. Suomen Paikallisliikenneliitto ry (PLL). Helsinki. 2 s.

Suomen Paikallisliikenneliitto (2001b). *Bussiterminaalin mitoitus. Bussiliikenteen infrakortti no 6*. Suomen Paikallisliikenneliitto Ry (PLL). Helsinki. 2 s.

- Suomen Paikallisliikenneliitto (2001b). *Joukkoliikenteen liikennevaloetudet -periaatteet ja suunnittelu. Bussiliikenteen infrakortti no 8*. Suomen Paikallisliikenneliitto Ry (PLL). Helsinki. 2 s.
- Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry (2005). SFS-EN 13816. *Kuljetus. Logistiikka ja palvelut. Joukkoliikenne. Palvelun laadun määrittäminen, tavoite ja mittaaminen*. Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry. Helsinki. 59 s.
- Tammilehto, P. (2007). *Kaupalla pahin työvoimapula pääkaupunkiseudulla – Espooseen ei saa väkeä huonojen liikenneyhteyksien takia*. Kauppalehti, 12.1.2007. s. 8.
- Tampere (2007). *Jokerivalot*. Tampereen kaupunki. (online, viitattu 29.1.2007) <http://teto.tampere.fi/valot/jokeri.htm>
- TfL (2007). *BusPlus, Enforcement*. (online, viitattu 25.1.2007) http://www.tfl.gov.uk/streets/bp_enforcement.shtml
- Tiehallinto (2003). *Yleisohjeet liikennemerkkien käytöstä*. Suunnittelu- ja toteutamisvaiheen ohjaus. Tiehallinto, Helsinki. 320 s. (online, viitattu 29.12.2004). <http://www.tiehallinto.fi> .
- Tiehallinto (2004). *Teiden talvihoito – Laatuvaatimukset, Moniste 15.1.2004*. Tiehallinto, Palvelujen hankinta. 23 s. (online, viitattu 11.2.2007) http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/talvihoidon_laatuvaatimukset_2004.pdf
- Tielaitos (1994). *HOV-ratkaisut. Monimatrustajakaistoja palvelevat kaistajärjestelyt*. Liikenteen hallinta –projekti. Tielaitos, Keskushallinto, Tielaitoksen selvityksiä 21/1994. Helsinki. 31 s.
- Tieliikenneasetus (1982). *Vi 202 Tieliikenneasetus 5.3.1982/182 ja sen päivitykset*. Suomen laki I. Lakimiesliiton kustannus, Helsinki 1996. s. 1212-1230. (tarkistettu online, viitattu 29.12.2004). <http://www.suomenlaki.fi>.
- Tilastokeskus (2006). *Elinkustannusindeksi*. (viitattu 14.8.2006) <http://www.tilastokeskus.fi/til/eki/index.html>
- TLA, ks. Tieliikenneasetus.
- Transportation Research Board (1997). *Operational Analysis of Bus Lanes on Arterials*. Transportation Research Board, National Research Council, Transit Cooperative Research Program, Report 26. Washington, D.C. 70 s.
- Troy, P. (2004). *Bus lane enforcement – making the most of it*. Transport of London. Road Transport Information and Control, 2004, RTIC 2004, 12 th IEE International Conference on, 20-22.4.2004. s. 206-210.
- Tuominen, V-M., Kivelä, H. ja Puntanen, S. (1997). *Linja-autoliikenne – Esimerkkejä linja-autopysäkeistä ja etuisuusjärjestelyistä*. Tiehallinto, Liikenne- ja tietekniikka, Tielaitoksen selvityksiä 43/1997. Helsinki. 103 s.
- Tuominen, V-M ym. (2005b). *Turku-Helsinki pikavuoroliikenteen laatukäytäväselvitys*. Tiehallinto, Turun ja Uudenmaan tiepiirit. Toiminta- ja suunnitelmasiisakirjat. Turku. 45 s.

Vanhanen, K. (2007). *JOKOLA, Joukkoliikenteen kokonaislaatuun vaikuttavat tekijät painopistealueena paikallisliikenne – Osaraportti 2, Joukkoliikenteen kokonaislaadun osatekijöiden arvottaminen*. Luonnos 3.2.2007. WSP Finland Oy, Helsinki. 69 s.

Vanhanen, M. (2003). *Pääministeri Matti Vanhasen hallituksen ohjelma 24.6.2003*. Valtioneuvoston kanslia. www.valtioneuvosto.fi , viitattu 7.11.2005. 60 s.

Viegas, J. ja Lu, B. (2003). *The Intermittent Bus Lane signals setting within an area*. Transportation Research Part C 12 (2004), www.elsevier.com/locate/tre, viitattu 15.7.2006. s. 453-469.

Välimäki, S., Tuominen, V-M., Lehtinen, J. (2003). *Linja-autopysäkit*. Tiehallinto, Liikennetekniikka, Suunnitteluvaiheen ohjaus. Helsinki. 58 s.

YTV, ks. Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta.

Watts, G.R., Krylov, V.V. (2000). *Ground-borne vibration generated by vehicles crossing road humps and speed control cushions*. www.elsevier.com/locate/apacoust (viitattu 15.7.2006) Applied acoustics 59. s. 221-236.

Wendell Cox Consultancy (2007). *Public Transport Market Share Trends: International Urban Areas from 1980*. Urban Transport Fact Book. (online, viitattu 10.1.2007) www.publicpurpose.com

Westermarck, R. (1996). *RAKUSTI, Suunnitteluhankkeiden rakennuskustannusten laskentaohjelma, Käyttäjän ohje*. Tielaitos, Uudenmaan tiepiiri ja LT-Konsultit Oy, Helsinki. 143 s.

Wikipedia (2007). *Bus stop*. Internetin vapaa tietosanakirja. (online, viitattu 25.1.2007). http://en.wikipedia.org/wiki/Bus_stop

Wu, J. ja Hounsell, N. (1998). *Bus priority using pre-signals*. Elsevier Science Ltd. Transportation Research A. 1998, nro 8. s. 563-583.

LÄHDELUETTELO LÄHTEISTÄ, JOITA EI OLE ERIKSEEN TARKISTETTU, MUTTA JOIHIN ON LÄHTEISSÄ VIITATTU

Abbott, PG., Phillips, SM., Layfield, RA. (1995). *Vehicle and traffic noise surveys alongside speed control cushions in York*. TRL Report 103. Crowthorne (UK): Transport Research Laboratory.

GAO (2001). *Mass Transit: Bus Rapid Transit Shows Progress*. US General Accounting Office, Washington DC:

Golob, Ganty, Gustafson ja Vitt (1972). *An analysis of consumer preferences for a public transportation system*. Transportation Research, nro 1.

Lighthill, M., Whitham, J., (1955). *On kinematic waves. I. Flow movement in long rivers. II. A theory of traffic flow on long crowded road*. Proceedings of Royal Society A229, s. 281-345.

O'Sullivan, A. (2000). *Urban Economics*. 4th Edition. Boston: Irwin McGraw-Hill.

Richards, P.I. (1956). *Shockwaves on the highway*. Operations Research 4. s. 42-51.

Stenbäck (1974). *Upprustning av den kollektiva trafikens standard*, Svensk lokaltrafik nr 1, 1974.

Tampereen kaupungin katusuunnitelmien ja rakennussuunnitelmien laatimisohje.

Tielaitos (1991). *Pääväylät kaupunkialueilla. Joukkoliikenne*. Tielaitoksen selvityksiä 59/1991. TIEL 3200054.

Transportforskningsdelegationen (1981). *PLANK – PLANeringshandbok för Kollektivtrafik*, huvudtext. TFD 1981:8. Stockholm.

Wright, L. (2002). *Latin American Busways: Moving People Rather than Cars*. Urban Transport for Growing Cities. Macmillan India Ltd. Editoinut G. Tiwari.

11 LIITTEET

LIITE 1 Kuljettajakyselyissä käytetty kaavake

LIITE 2: Kuljettajakyselyiden vastaukset

LIITE 3: Mallinnusaleen VT 3 Hämeenlinnanväylän pysäkkikuvaukset

JOUKKOLIIKENTEEN NOPEUTTAMINEN, KULJETTAJAKYSELYT

Kysely liittyy Joukkoliikenteen nopeuttamista käsittelevään projektiin, joka on osa liikenne- ja viestintäministeriön rahoittamaa Joukkoliikenteen tutkimusohjelmaa (JOTU). Työtä rahoittavat lisäksi HKL, YTV ja Tiehallinto.

Tämän kyselyn tarkoituksena on etsiä tehokkaimpia ja tärkeimpiä nopeuttamiskoh- teita pääkaupunkiseudulla. Toimenpide on tehokas, kun aikasäästöt suhteessa kustan- nuksiin ovat suuret.

Yleiset kysymykset:	täysin samaa mieltä	täysin eri mieltä	en osaa sanoa
Bussiliikenne on pääkaupunkiseudulla sujuvaa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bussiliikenteen nopeuttaminen on tärkeää	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Ajattele kolmea eniten ajamaasi linjaa. Jos ajat useampia linjoja, valitse linjat, joista haluat kertoa. Kerro mielestäsi **eniten sujuvuutta heikentävät kohdat** ja esitä mahdollinen eh- dotuksesi toimenpiteeksi. Voit myös esittää ajatuksesi sujuvuutta parantaviksi toimenpi- teiksi. Numeroi kohteet ja merkitse ne myös oheiseen karttaan. Voit halutessasi tarkentaa kohdetta myös piirtämällä.

Esimerkkejä kohteista. Näiden esimerkkien tarkoituksena on hahmottaa, minkälaisia on- gelmat ja toimenpiteet voivat olla.

- Espoo, Tapiolan Sampokujan pysäkit: ruuhkautuvat ajoittain, pysäkkien uudelleen- järjestely
- Helsinki, Porkkalankatu, suunta Kampista Länsiväylälle: liikenne ruuhkautuu, bussi- kaistan varaaminen
- Vantaa, Kehä III välillä Tuupakka-Pakkala, liikenne ruuhkautuu, liikennevalo- ohitusten ja bussikaistojen rakentaminen

Linjanumero: _____

kohde: _____

merkitse kohde myös karttaan

suunta: _____

ongelma: _____

toimenpide-ehdotus: _____

KÄÄNNÄ!

Linjanumero: _____

kohde: _____

merkitse kohde myös karttaan

suunta: _____

ongelma: _____

toimenpide-ehdotus: _____

Linjanumero: _____

kohde: _____

merkitse kohde myös karttaan

suunta: _____

ongelma: _____

toimenpide-ehdotus: _____

Muu ongelma ja kehittämiskohde:

kohde: _____

merkitse kohde myös karttaan

suunta: _____

ongelma: _____

toimenpide-ehdotus: _____

Muut kehittämisehdotuksesi: _____

Voit vastata nimettömänä. Halutessasi voit kertoa ajatuksiasi puhelimitse, puh: 041-5238525 tai sähköpostitse: simo.airaksinen@WSPGroup.fi. Jos haluat saada tietoa työn etenemisestä, anna yhteystietosi.

nimi: _____

sähköposti: _____

puh: _____

Palauta lomake palautuslaatikkoon. **Kiitos kyselyyn osallistumisesta!**



2 (2)
25.3.2007

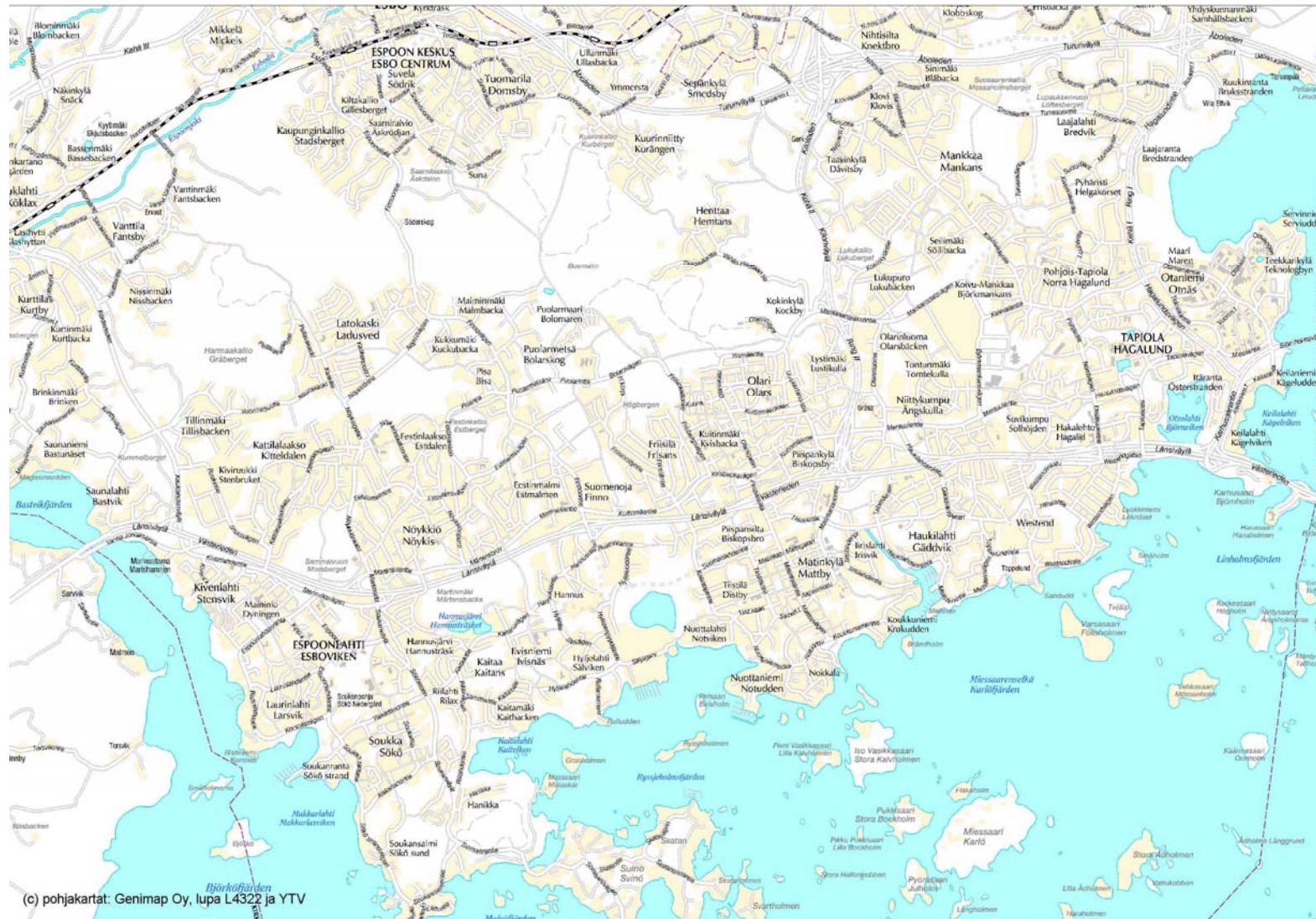
WSP LT-Konsultit Oy
Heikkiläntie 7
00210 Helsinki
Puhelin 09 615 811
Faksi 09 6158 1430
Y-tunnus 0875416-5
www.wspgroup.fi



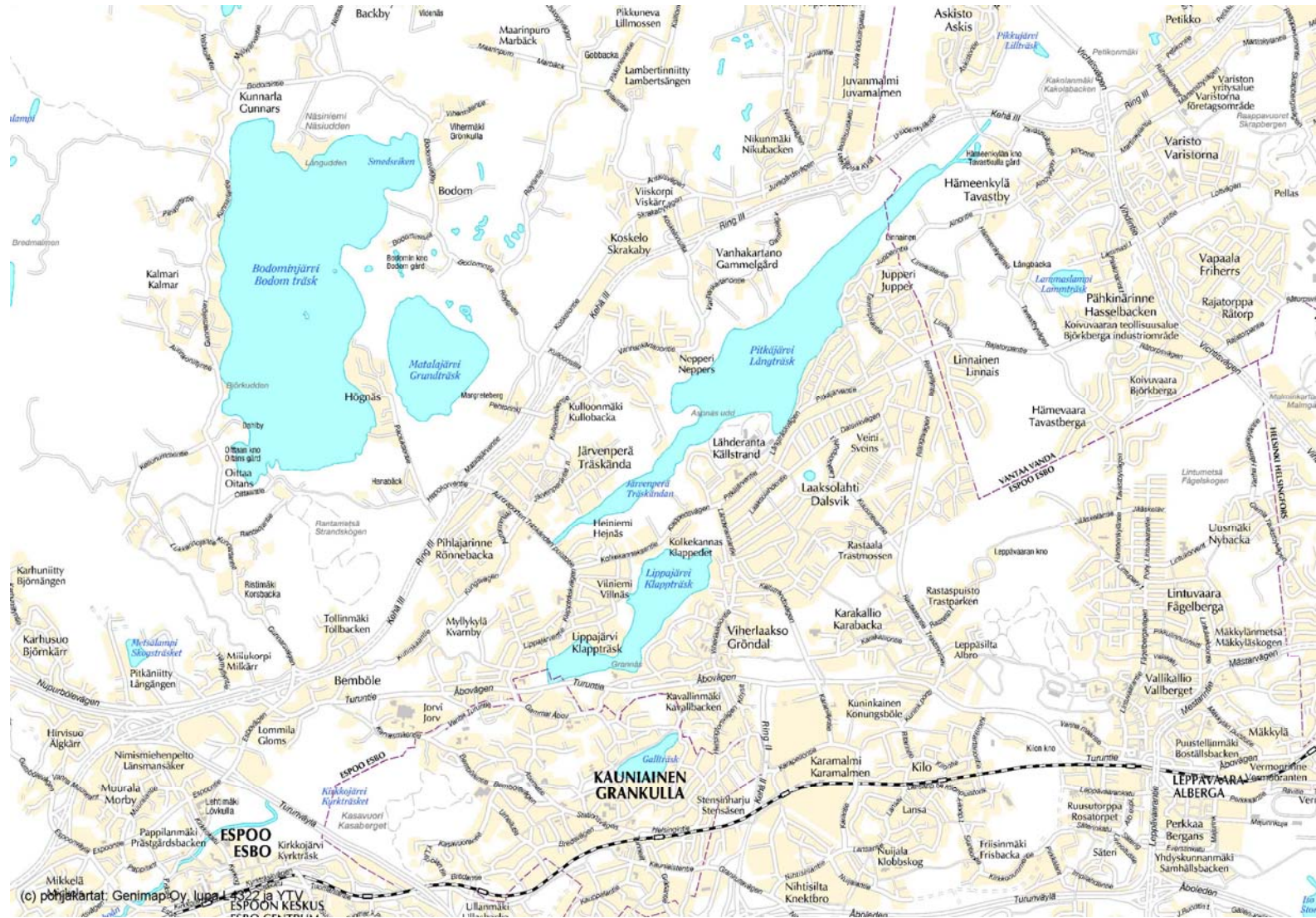
(c) pohjakaart. Genimap Oy tupe L4322 ja YTV

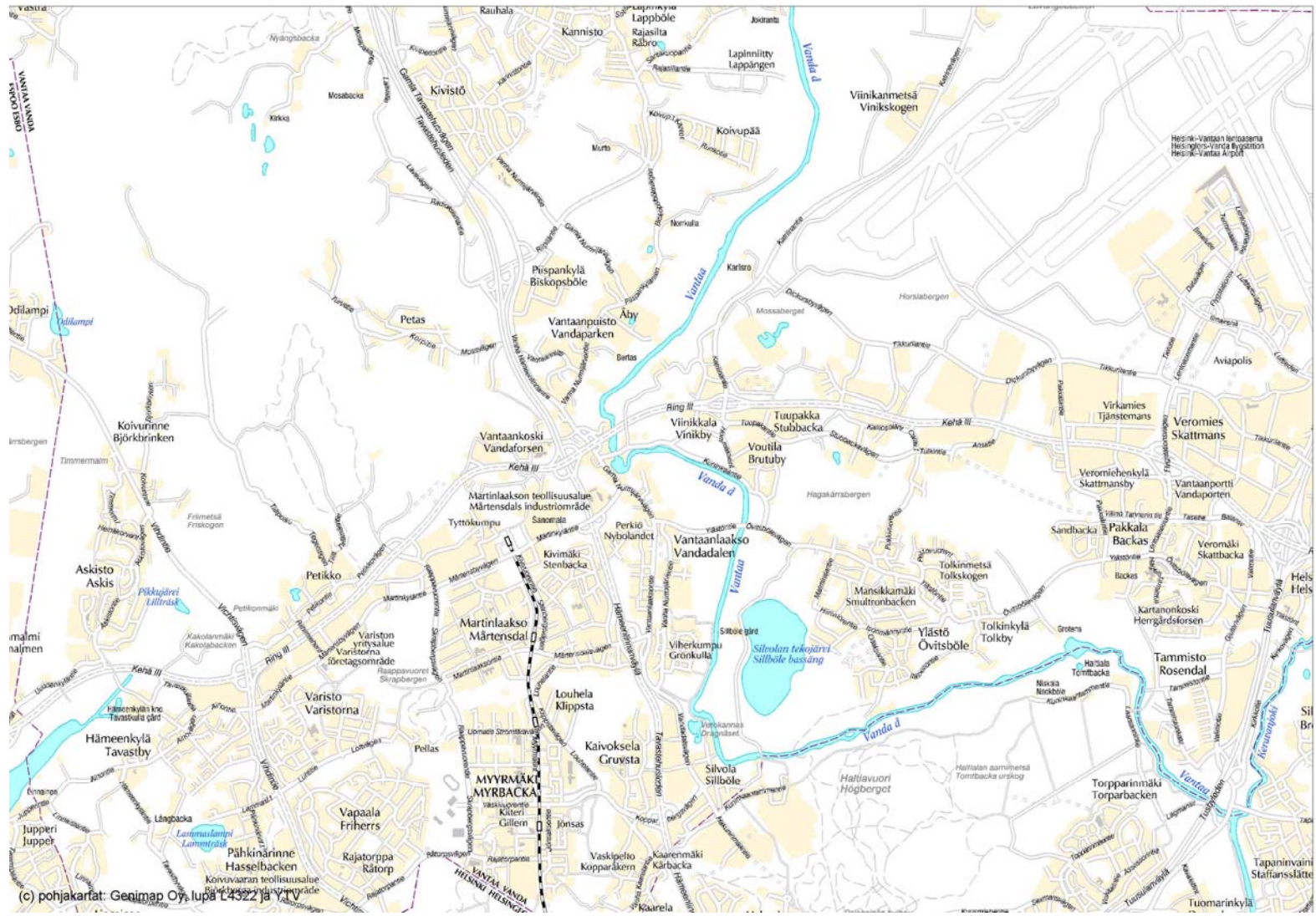
HELSINKI
HELSINGFORS



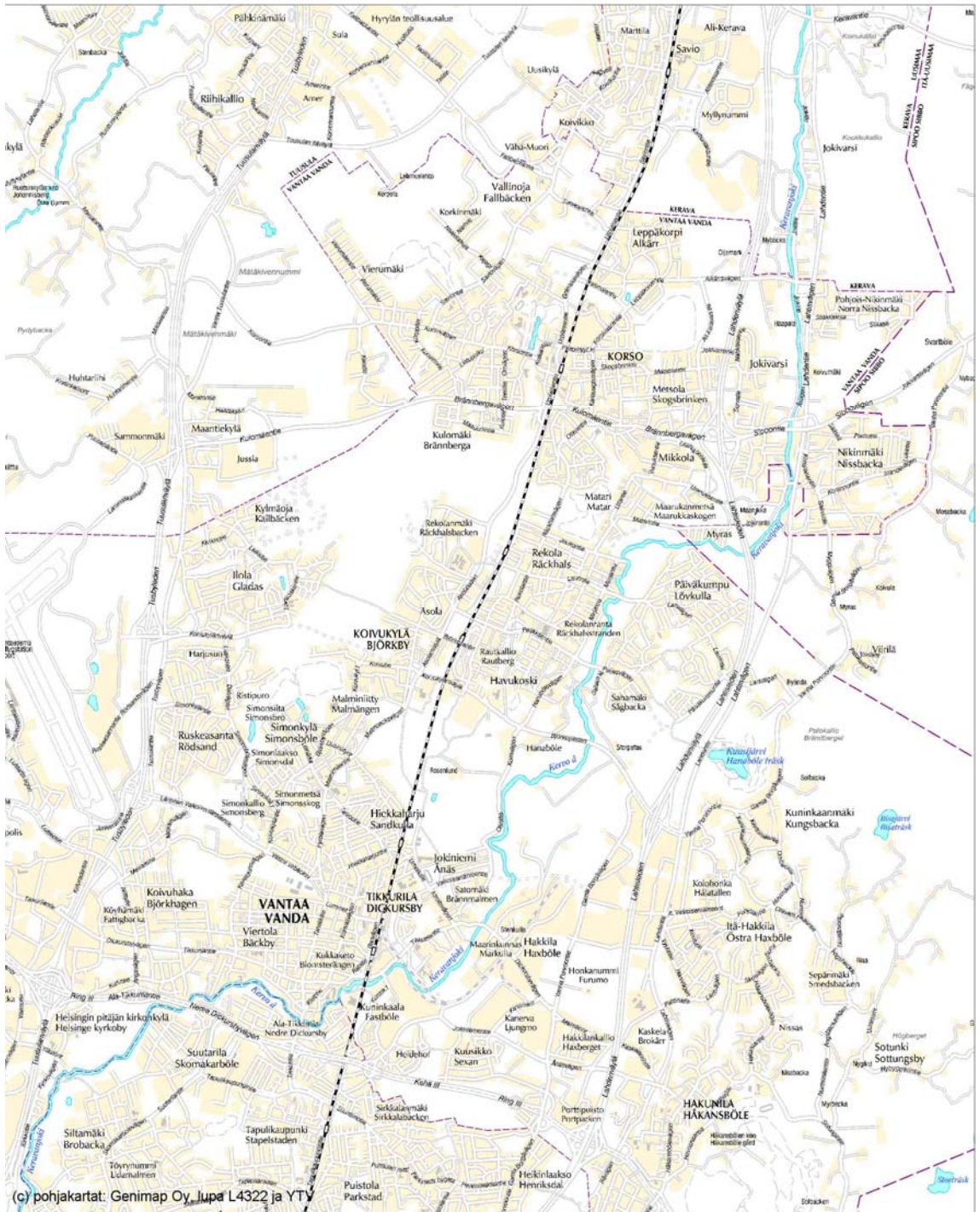


(c) pohjakartat: Genimap Oy, lupa L4322 ja YTV





(c) pohjakartat: Genimap Oy, lupa L4322 ja YTV



linja	kohde	suunta	ongelma	toimenpide-ehdotus	alue	aihe, tarkennus	toteutavuus
Ahtaus							
42A	Hannuksentie, Rusthollarinkatu	1	ryhmittäytyminen kääntyviä varten, juuri uusittu, kaistajärjestely ei toimi		Espoonlahti		4
42A	Hannuksentie, Rusthollarinkatu	1	Kääntyminen ahdas.		Espoonlahti		4
92	Alakiventie	1,2	pysäköidyt autot, kapea katu	kadun leventäminen entiselleen, pysäköinnin valvonta	itäinen	pysäköinnin valvonta	4
92	Alakiventie	1,2	väärin pysäköidyt autot estävät linjan liikennöimisen		itäinen	pysäköinnin valvonta	5
94	Kontulankaari, Rakolantie, pääte pysäkki	1,2	pääte pysäkki ahdas		itäinen		2
80	Länsi-Herttoniemi	1,2	pääte pysäkki ahdas		itäinen		2
11	16, 59 Herttoniemen terminaali	1	tila on ahdas, jos sekä 11 että 59 ja 80 laiturissa	linjan 11 siirtäminen linjan 16 lähtölaituriin Hiitomaentielle	itäinen		3
92	Alakiventie	1,2	katu kapea ja väärin pysäköityjä autoja	kadun leventäminen ja pysäköinninvalvonnan lisääminen	itäinen	pysäköinnin valvonta	3
78	Kehä I, Kivikonlaita	1	käännös pysäkillä liikenteenohjaussaarekkeen vuoksi ahdas	liikenteenohjaussaarekkeen siirtäminen	itäinen		4
92	Alakiventie	1,2	väärin pysäköidyt ajoneuvot estävät linjan liikennöinnin ajoittain	pysäköinnin valvonnan tehostaminen	itäinen		5
78	Kehä I, Kivikonlaita	1	vaikea kääntyä liikenteenjakajan vuoksi	liikenteenjakajan uudelleen muotoilu, nuolivalot	itäinen		4
16	Tiikatie			pysäköinnin kieltäminen	itäinen		1
68	71, 506 Hämeentie	1,2	uusittu kapea on kapea, autoja pysäköidään osittain ajoradalle		keskinen		3
52	506 Hämeentie	1,2	uusittu katu on kapea	mahdollisesti kadun leventäminen	keskinen		3
16	Mariankatu, Kirkkokatu	1	väärin pysäköidyt autot		keskusta	pysäköinnin valvonta	5
18	Liisankatu	1,2	ahdas		keskusta		2
16	Punavuorenkatu, Perämiehenkatu, Fredrikinkatu, Uudenmaankatu	1,2	väärin pysäköidyt autot	valvonta	keskusta	pysäköinnin valvonta	5
734	Päiväkummun pääte pysäkki	2	uusittu pääte pysäkki liian ahdas, edellyttää ainakin korin nostoa	pääte pysäkkialueen korjaaminen	Koivukylä		4

linja	kohde	suunta	ongelma	toimenpide-ehdotus	alue	aihe, tarkennus	toteutavuus
734	Urheilutie, Valkoisenlähteentie	1	risteys ahdas	kääntymisen laajentaminen	Koivukylä		4
				Kiertoliittymät, isommiksi säde väh. 50 m	koko seutu		2
742	Peltomyyränkuja, Myyrinkuja	1/2	risteys ahdas	kääntymisen laajentaminen	Korso		3
110T	Karantie, Nihtisillantie, Lansantie	1	käännös ahdas	laajentaminen	Leppävaara		1
24	Rastaala	1,2	liian kapea katuverkosto	vain yksi kiertosuunta ja vaihtomahdollisuus välipysäkeillä	Leppävaara		2
23	231 Hippiäisentie, Kirkkalantie, Nostoväenkuja, Reserviläisentie	1,2	kadut kapeita		Leppävaara		2
57	Leppävaaran terminaali, Hevosenkentä	2	terminaalista lähdetäessä pylväs liian lähellä	pylvään siirtäminen	Leppävaara		5
57	58 Munkkivuoren ostoskeskus	1	pysäköinninvalvonta puutteellista		läntinen	pysäköinninvalvonta	3
39	45 Malminkartanontie, Luutnantintie	2	uusitut risteykset ovat huomattavan ahtaita	risteyksien laajentaminen	läntinen		4
41	Haagan urheilutie	1,2	kiertoliittymä ahdas ja tarpeeton	kiertoliittymän poistaminen, uusiminen	läntinen		2
39	41 Topeliuksenkatu, Töölön tullin Shellin mutka	1	bussi ei mahdu omalla kaistallaan kulkemaan	reunakiven siirtäminen	läntinen		4
52	18 Ulvilantie	1,2	autoja pysäköidään molemmille puolille katua		läntinen		1
132	Friisilänaukio taukopaikka		ahdas		Matinkylä		3
11	132 Friisilänaukio		liian pieni kääntöpaikka	omat lähtölaiturit sisäisille ja seutulinoille	Matinkylä		3
66A	67 Kaskynhaltijantie, Pakilantie, Tuusulanväylä	1	vaikea päästä keskustan suunnasta Pakilantielle	liittymän loiventaminen, jotta bussi pääsee yhtä kaistaa käyttäen kääntymään	pohjoinen		4
15	Mankaantie ja Vanha-Mankkaan tie	1,2	katu kapea	levennys	Tapiola		2
15	18 Mankaantie, Vanhan-Mankaantie	1,2	kapea katu		Tapiola		2
109	Vanhan-Mankkantie, Kalevalantie	1,2	kääntymisen 2-suunnassa ahdas, vaihejako odotusaikoja pitkittävä	muotoilun uusiminen, vaihejaon uusiminen	Tapiola		4
4068	Kuusikko, Koivuhaka, Itä-Hakkila	1,2	kolmiot puuttuvat kaduilta	kolmioiden asettaminen	Tikkurila		5
67	Läntinen Valkoisenlähteentie, Junkersintie		risteys vaarallinen	reitti Ruskeasannan hautausmaan kautta	Tikkurila		3

linja	kohde	suunta	ongelma	toimenpide-ehdotus	alue	aihe, tarkennus	toteutavuus	
615	61		Lähdöt liian lähellä. Takimmainen auto joutuu odottamaan tai ei mahdu ohi.	Ennen suojatietä erikseen 615:n ja 61:n pysäkit. Kaukoliikenteen jälkeen suojatien ja pylväät pois (teli koukkaa).	Tikkurila		4	
734			Uraheilitie, Valkoisenlähteentie	1 kääntyminen ahdas	liittymän laajentaminen	Tikkurila	4	
734			Vantaanjoen silta			Tikkurila	1	
50			Meiramitie	1,2	katu uusittava	Tikkurila	2	
61			Talvikkitie, Kielotie, Unikkotie	1,2	kaistat liian kapeita, telibussin perä ulottuu viereiselle kaistalle, tapahtuu paljon onnettomuuksia	kaistojen ja saarekkeiden muuttaminen	Tikkurila	4
82	27		Auroranmäki, Auroranportti	1	liikennemerkki liian lähellä	siirto kauemmas 1-2 m	Vanha-Espoo	5
109			Jorvin taukopaikka		ahdas		Vanha-Espoo	4
85A			Nuukisionpää, Kattila	1,2	katu kapea		Vanha-Espoo	2

linja	kohde	suunta	ongelma	toimenpide-ehdotus	alue	aihe, tarkennus	toteutavuus
-------	-------	--------	---------	--------------------	------	-----------------	-------------

Aikataulut							
80	81			linjat 80 ja 81 päissään rengaslinjoiksi	itäinen		4
				kaikilla linjoilla VK:sta HN:een on siirtoaika lyhyt	itäinen		5
80		Viiharintie, Tulppatie	2	vaihtoyhteys 550:lle	reitintäsiirto uudelle Tulppatielle	itäinen	5
98V		reitti siirretään Marjaniemeen	1,2	reittimuutos ei palvele Kauppakartanonkadun asiakkaita	reittimuutos huono	itäinen	4
17		keskusta	1,2	aikataulussa pysyminen		keskusta	4
15A		koko reitti	1,2	ruuhkien takia jää yksi kierros ajamatta		keskusta	4
02N	05N, 06N	Rtori-Vilhonvuori	1	Rautatien Rtori-Vilhonvuori välillä ylikuormitus	non-stop linja Rtorilta Vilhonvuori, muille ensimmäinen pysäkki Vilhonvuoren jälkeen	keskusta	1
seutu- linjat				Helsingissä yhden pysäkin matkaavat hidastavat seutulinjat	vain seutulipulla pääsy seutulinjalle, pikavuorot	keskusta	2
39	41	Runeberginkatu-Topeliuksenkatu	1	bussit kulkevat peräkkäin lähtiessään Kampista	aikataulusuunnittelussa pitäisi pidentää vuoroitiheyttä	keskusta	4
					raideyhteys Länsisatamasta rautatieasemalle ja Pasilaan	keskusta	1
75A		turha ajaa viikonloppuisin klo 16 jälkeen				koillinen	2
73		vuoroväli ei ole perusteltavissa	1,2	joka toinen auto täynnä ja joka toinen tyhjä	tasaiset vuorovälit	koillinen	3
					Aikataulusuunnittelu. Hiljaisen ajan vuorot kulkevat peräkkäin, vuoroväli 20-30 min taas seuraavaan ryhmään.	koko seutu	4
					Hallisivut liian lyhyitä.	koko seutu	5
					Ajoajat liian lyhyitä. Ongelmana eivät ole kadut ja ruuhkat, vaan liian lyhyet ajoajat. Siksi bussit myöhästelevät aina ja matkustajien luottamus murenee.	koko seutu	5
					vuorovälien tihentäminen ja pienemmät autot	koko seutu	1
				aikataulujen suunnitteluun ammattitaitoista henkilökuntaa		koko seutu	3

linja	kohde	suunta	ongelma	toimenpide-ehdotus	alue	aihe, tarkennus	toteutavuus
73L, M			1,2 linja epäselvä	asiakkaille selkeämpi linja, milloin ympyrälinja, milloin ei. Esim. ajetaan aina Jokivarren kautta, jolloin Mikkola jää pois, mutta sinne pääsee linjoilla 71, 73 ja 731	Korso		4
70	61	Mikkola, Rekola <=> Itä-Vantaa		vaihto ei toimi linjoilta toisille	86, 87 toinen kulkemaan radan itäpuolta	Korso	3
21			2	aikataulu tiukka, ei ehdi junaan		Leppävaara	5
24			1,2	Rastaaalassa kapeat kadut, kaksi bussia ei mahdu kunnolla kohtaamaan		Leppävaara	2
248				aikataulu älytön, aikataulun laatijoiden asiantuntemus ja Mannerheimintien liikennevalojen älytön ohjelma	lisää ajoaikaa	Leppävaara	5
					18:n päätepysäkki Muusantorille	läntinen	3
18					päätepysäkki Muusantorille	läntinen	3
					vuosien aikana ajoajat lyhentyneet merkittävästi => aika palvella matkustajia lyhentynyt, HKL:n alettua ajamaan seutulinoja, ovat matkustajat alkaneet käyttää seutulinoja, ok, mutta pidentää matka-aikaa	koko seutu	2
615		Rautatietori-Käpylä	1	Helsingin sisäiset matkustajat hidastavat kulkemista.	Ensimmäinen poistumis pysäkki Käpylän asemalle.	koko seutu	2
61			1,2		Jumbolle enemmän omaa liikennettä	Tikkurila	3
615	615T, 615N	lentokenttä	1,2	lähtöpaikat lentoasemalla ja teknisellä alueella	lähdöt kotimaan terminaaliin	Tikkurila	4

linja	kohde	suunta	ongelma	toimenpide-ehdotus	alue	aihe, tarkennus	toteutavuus
Bussikaistat							
				henkilöautot pois bussikaistoilta	Helsinki	valvonta	5
				Bussikaistojen maalaminen selkeämmin muista kaistoista erotuviksi.	Helsinki		4
				Kameravalvonta	Helsinki	valvonta	5
				lisää bussikaistoja	Helsinki		2
				Lisää bussikaistojen valvontaa. Välillä ei pääse sen takia pysäkillä, että henkilöautoja bussikaistoilla.	Helsinki	valvonta	5
				Bussikaistoille lisää valvontaa.	Helsinki	valvonta	5
				Bussikaistat: henkilöautot käyttävät bussikaistoja, valvonta	Helsinki	valvonta	5
				bussikaistojen valvonta	Helsinki	valvonta	5
				bussikaistojen valvonta	Helsinki	valvonta	5
		bussikaistat	henkilöautot käyttävät	valvonta, Lontoossa bussissa kamera kuvasi kaistalla ajavat	Helsinki	valvonta	5
		bussikaistat	henkilöautot käyttävät luvottomasti bussikaistaa	valvonta, esim. Lontoossa busseissa kamerat, jotka kuvaavat henkilöautot. Jokin silmukka voisi tunnistaa bussikaistan.	Helsinki	valvonta	5
		bussikaistata	bussikaistojen voimassaoloaika	bussikaistojen voimassaoloajan pidentäminen	Helsinki		4
84	85	Linnanrakentajantie	1,2 pitäisi olla oma bussikaista, Tukholmassa bussikaista on esimerkiksi kadun keskellä		itäinen		3
740	742	Lahdenväylä	1,2 ruuhkaa	3-kaista	itäinen		5
23		Ilmalantori	1 Ilmalasta yksi kaista Hakamäentielle, joka tukossa	bussikaista Ilmalasta alkaen	keskinen		4
23		Hakamäentie	1 Hakamäentien bussikaista täynnä henkilöautoja, pysäkillä pääsy vaikeutuu	Kameravalvonta ja sakotus	keskinen	valvonta	5
74		Hämeentie, Paavalin kirkko-Arabianranta	1 ruuhka	bussikaista	keskinen	valvonta	4
70T		Sturenkatu	1 ruuhka-aikana pahoja ruuhkia	bussikaista ja sen valvonta	keskinen	valvonta	3
70T		Sturenkatu	1 ip:llä kadulla ruuhkaa, ei jl-kaistaa	bussikaistan varaaminen	keskinen		3

linja		kohde	suunta	ongelma	toimenpide-ehdotus	alue	aihe, tarkennus	toteutavuus
70T	71	Hämeentie		ip:llä kadulla ruuhkaa, bussikaistaa käyttävät henkilöautot	Sturenkadun bussikaista voisi parantaa tilannetta. Lisäksi valvonnan lisääminen.	keskinen	valvonta	4
68		Hermannin rantatie		1mäki ruuhkainen erityisesti huonolla kelillä	bussikaista	keskinen		5
740	742	Kustaa Vaasan tie, Koskelan etl		2liittymän kohdalla ei ole bussikaistaa, monet käyttävät piennarta	bussikaistan rakentaminen	keskinen		4
740	741	Kustaa Vaasan tie		2Koskelantien etl, ruuhkaa	puuttuvan kolmannen kaistan rakentaminen	keskinen		4
740	741	Kustaa Vaasan tie		2bussikaista puuttuu Koskelantien liittymästä	bussikaistan rakentaminen	keskinen		4
73		Kustaa Vaasantie-Hämeentie		2jkl-kaista tukossa	valvonta	keskinen	valvonta	5
72		Tuusulanväylä-Mäkelänkatu		2jkl-kaista tukossa	valvonta	keskinen	valvonta	5
72		Mäkelänkatu, Hämeentie		2henkilöautot bussikaistoilla	valoetuudet ja valvonta	keskinen	valvonta	5
740	741	Hämeentie, Paavalin kirkko-Arabian th		1iltapäivällä ruuhkaa	bussikaistan valvonta	keskinen	valvonta	5
102	103-166	Porkkalankatu		1ei toimi, kun ei ole bussikaistaa	sillan jälkeen sillalta tulevat kaistat käännetään oikealle päin. Parempi olisi, jos bussit kääntyisivät Ruoholahdessa, josta pääsisi non-stopina keskustaan.	keskusta		4
					bussikaista Ruoholahdenkadulla	keskusta		4
106	112	Kamppi-Ruoholahti		1bussikaista Kampista Ruoholahteen		keskusta		4
102	103-166	Porkkalankatu		1ruuhkaa ip:isin, yöllä seisoo	bussikaista, valo-ohjauksen muuttaminen	keskusta		4
102	103-166	Porkkalankatu		1Länsiväylälle pääsy ruuhkan vuoksi hidasta		keskusta		4
43	63	Elielinaukio-Ruskeasuo		1ruuhkaa, liikenne on epäsäännöllistä	valvonnan lisääminen	keskusta	valvonta	4
452	453	Elielinaukio		1,2henkilöautot bussikaistoilla	valvonta	keskusta	valvonta	5
742	741	Kaisaniemi-Vallilla		1,2henkilöautot ajavat bussikaistaa	valvonta	keskusta	valvonta	5
					Bussit voisivat käyttää suoraan ajamiseen oikealle kääntyvien kaistaa aina.	koko seutu		3
					bussikaistoja ei valvota	bussikaistojen valvontaa	koko seutu	4
52	510, 550	Kehä I, Turunväylä		1ruuhka-aikana Säterinmetsä pysäkillä pääsy vaikeaa	oma kaista pysäkillä asti	Leppävaara		5
21	29	Kehä II, Turuntie		1,2aamuruuhkassa tukossa	kaistat molempiin suuntiin, myös Kehä II:lle etelään	Leppävaara		3

linja	kohde	suunta	ongelma	toimenpide-ehdotus	alue	aihe, tarkennus	toteutavuus
				Turuntie, kaista lisää Viherlaaksosta Leppävaaraan ja Leppävaarasta Karakallioon.	Leppävaara		4
27	270		2 Viherlaakson ja Kilon välissä aamuisin ruuhkaa		Leppävaara		4
512			1,2 ruuhkaa Leppävaaran kohdalla		Leppävaara		5
248	20, 29		1 liikenne ruuhkautuu, liikennevalot	bussikaista	Leppävaara		3
248			2 liikenne ruuhkautuu	bussikaistan rakentaminen	Leppävaara		3
				Vihdintielle välille Haagan ympyrä -> Kehä I bussikaista (ainakin).	läntinen		3
452	453		1,2 ruuhkaa	3-kaista	läntinen		5
362	363		1,2 ruuhkaa	bussikaistan rakentaminen	läntinen		3
452	453		1,2 ruuhkaa	bussikaistan rakentaminen	läntinen		5
14	39		1,2 määräysmerkkien perusteella bussikaistalla ajaa suoraan	määräysmerkkien muuttaminen	läntinen		5
42	452		1 opasteiden perusteella oikea suoraan ajavien kaista on varattu vain busseille, mutta määräysmerkkien ja ajoratamerkkien perusteella ajo on sallittu kaikille	määräysmerkkien ja ajoratamerkkien muuttaminen	läntinen		5
14	58		1,2 ruuhkaa, bussikaistojen puuttuminen	bussikaistojen toteuttaminen/bussit ratikkakaistoille	läntinen		4
23	58		1,2 ruuhkainen	voidaanko muuttaa joukkoliikennekaistaksi, kun Hakamäentien parannus valmistuu	läntinen		2
452	453		1,2 bussipysäkeiltä todella hankala lähteä	kiihdytyskaista	läntinen		5
615	623		1,2 ruuhkaa	bussikaistan rakentaminen	läntinen		2
14			1	lisää bussikaistaa	läntinen		2
194	195-321		1,2 henkilöautot bussikaistalla		läntinen	valvonta	5
315			1,2 henkilöautot bussikaistalla		läntinen	valvonta	5
				Länsiväylä, henkilöautot pois bussikaistoilta	läntinen	valvonta	5

linja	kohde	suunta	ongelma	toimenpide-ehdotus	alue	aihe, tarkennus	toteutavuus
248	Turuntie, Vanha Maantie-Rastaalantie	2	liikenne ruuhkautuu	bussikaistan rakentaminen	läntinen		3
				Kehä III, oma bussikaista	Martinlaakso		4
53	56 Kehä III, Kalliosolantie	2	liittymä ruuhkainen	bussikaistan rakentaminen	Martinlaakso		4
53	56 Kehä III, Tuupakka-Pakkala	1,2	matka-aika Myyrmäestä Tikkurilaan on noin 45 min	bussikaistan rakentaminen	Martinlaakso		4
132	147 Länsiväylä	1	bussikaista puuttuu		Matinkylä		2
72	Käskynhaltijantie	2	kun Kehä I ruuhkainen, Käskynhaltijantietä käytetään korvaavana yhteytenä	Käskynhaltijantielle bussikaista	pohjoinen		1
54	522 Pakila-Pohjois-Haaga	1	ruuhkaa	bussikaistojen rakentaminen	pohjoinen		2
70V	Vanha Tuusulantie	1	ruuhkaa	bussikaista	pohjoinen		3
70V	611 Tuusulanväylä	1,2	ruuhkaa	bussikaistojen rakentaminen	pohjoinen		2
70V	611 Vanha Tuusulantie	1	ruuhkaa ip:llä	bussikaistan rakentaminen	pohjoinen		3
66A	67 Tuusulanväylä	2	Käpylän etl:n jono ulottuu ajoittain Tuusulanväylälle	kaistan pidentäminen	pohjoinen		2
12	Merituulentie	1,2	bussikaistat	bussikaistat yhtenäisiksi	Tapiola		2
15	Pohjantie	1,2	bussikaistat puuttuu	4 kaistaiseksi	Tapiola		1
				joukkoliikennekaistat ruuhkasiin kohtiin	koko seutu		5

linja	kohde	suunta	ongelma	toimenpide-ehdotus	alue	aihe, tarkennus	toteutavuus
-------	-------	--------	---------	--------------------	------	-----------------	-------------

Bussit							
				Volvo 8700, ovet vievät aikaa. Pysäkkijarruviive pois. Hidastaa matkaa esim. linjalla 51 lisäaikaa noin 5 min.	koko seutu		2
		ovijarrut		ovijarrujen vuoksi matka-ajat ovat pidempiä	koko seutu		2
		bussit		oviautomaatiikka	koko seutu		2
				Pysäkkijarrujen käyttö kuljettajille vapaaehtoiseksi.	koko seutu		2
				Uusi kalusto (Volvo/Carrus) on huonolaatuista ja vikaista. Liikennöinti on nykivää, epätasaista, töksähtelevää. Matkustusmukavuus kärsii ja työpäivät raskaita. Liikennöinti ei ole sujuvaa.	koko seutu		2

Kunnossapito							
741		Koulutie	1,2	talvella jyrkkä mäki		Hakunila	5
85			2	Peilit meinaa osua liikennemerkkiin.	merkkien siirtäminen	itäinen	5
94A		Klaavuntie	1,2	peili talvella jäässä	peilinlämmitys	itäinen	3
94A		Aartenetsijäntie, Mellunmäenraitio	1,2	vaikea päästä Länsimäentien yli, Aartenetsijäntien mäki talvisin liukas		itäinen	3
23		Hakamäentie		kaivonkannet uppoavat		keskinen	5
72		Mäkelänkatu ennen velodromia	2	kadun surkea kunto	kaivonkansien tarkistaminen	keskinen	5
68	71, 506	Hämeentie, Hackmanin risteys	1/2	peili osuu kaivonkannen vuoksi heijastintolpaan		keskinen	5
615	623	Vilhonvuori	1	keula osuu pysäkin kanttikiveen	päällystäminen	keskinen	4
72		Hämeentie alku	2	kadun surkea kunto	kaivonkansien tarkistaminen	keskusta Hämeentie	5

linja	kohde	suunta	ongelma	toimenpide-ehdotus	alue	aihe, tarkennus	toteutavuus
70V	734	Hakaniemi	1 kuoppia pysäkkialueella	kunnossapidon parantaminen	keskusta		5
615	623	Hakaniemi	1 keula osuu pysäkin kanttikiveen	päällystäminen	keskusta		5
615	623	Hämeentie, Siltasaarekatu-Toinen linja väli	2 kaivon kansi painunut alas	kaivonkannen korottaminen	keskusta		5
23		Viipurinkatu	2 kaivonkannet uppoavat		keskusta		5
42	63, 453	Mannerheimintie	1,2 kaivojen kannet		keskusta		5
72		Karhusuontie, Tapaninvainiontie	Kuusiaita häiritsee näkyvyyttä		koillinen		4
			yleensä ei ilmoiteta riittävän ajoissa tai tarkasti muutoksista, Tiehallinto ei ilmoita lainkaan		koko seutu		4
			Talvihoito pysäkeillä ja risteyksissä vaikeuttaa, keulalilykset raapivat kinoksia.		koko seutu		5
				Talvisin vois pysäkit hiekoittaa paremmin kuin kiittää 100 m ennen ja jälkeen pysäkin peilijää. Esim. Hanasaari, Otaniemi, Lehtisaari, Mansku,...	koko seutu		5
		talvikunnossapito	1 pysäkkejä ei ole aurattu kunnolla	talvikunnossapidon parantaminen	koko seutu		5
63		Nuijamiestentie, Hämeenlinnanväylä	2 kori ottaa maahan kiinni	päällystäminen	läntinen		5
42	452	Mannerheimintie, Runeberginkatu	2 reunakiveyksen linjaus liian kulmikas	reunakiven siirtäminen	läntinen		5
22	63, 66	Rajametsäntie, Pakilantie	1 kadussa linjaus, joka estää sujuvan ryhmittäytymisen	reunakiven siirtäminen	pohjoinen		3
324		Niipperintie	1,2 pysäkit pensaiden peitossa	pensaiden leikkaamine	Pohjois-Espoo		5
270	530	Jorvi	2 pysäkin kohdalla paha monttu		Vanha-Espoo		5

linja	kohde	suunta	ongelma	toimenpide-ehdotus	alue	aihe, tarkennus	toteutavuus
Liikennevalot							
12	42A		Valot ovat turhat ja valo-ohjaus huono, punaisissa valoissa joutuu odottamaan, vaikka risteyksessä ei liiku ketään		Espoonlahti		5
79	80-88			vähemmän liikennevaloja	itäinen		3
79	80-88		Liikennevalot hidastavat	Liikennevalot pois	itäinen		3
81	83		valoista pääsee liian vähän busseja kerralla	valo-ohjauksen muuttaminen	itäinen		3
78				nuolivalot	itäinen		4
72	623		valot kun päästävät, niin seuraavat ovat punaiset Mäkelänkadun suuntaan	valojen uudelleen ohjelmointi	keskinen		4
72			ilta-aikaan valot turhat klo 22 jälkeen	valojen pimentäminen tai anturointi	keskinen		3
740	741		valo-ohjaus tarpeeton iltaisin ja yöllä	voidaanko valo-ohjausta vähentää	keskinen		4
67	611		valo-ohjaus tarpeeton iltaisin ja yöllä	voidaanko valo-ohjausta vähentää	keskinen		4
72			valoissa joutuu pysähtymään	valojen uudelleen ohjelmointi	keskusta	Hämeentie	3
62	65A, 66A		hiljaiseen aikaan joka liikennevaloissa joutuu seisomaan		keskusta	Hämeentie	3
732	734		Hakaniemi-Sörnäinen-Koskela, ajoaika hidas	valojen parantaminen, seutulinoille nopeampi vauhti	keskusta	Hämeentie	2
71	75		vihreä aalto puuttuu	voidaan tutkia, voidaanko valo-ohjausta muuttaa	keskusta	Hämeentie	3
102	103-166		Valot punaiset, vaikka ketään ei kulje.	valot paremmin bussit huomioiviksi varsinkin illalla.	keskusta		4
				Kampin terminaalista lähettäessä valot vois vaihtua vihreäksi aina, kun ne vaihtuvat Kamppiin tulevillekin, nyt ei vaihdu.	keskusta		5

linja	kohde	suunta	ongelma	toimenpide-ehdotus	alue	aihe, tarkennus	toteutavuus	
15A			kääntyminen Mechelinikadulta Länsisatamaan	1 jalankulkijat hidastavat kääntymistä	suojaite pois	keskusta	3	
102	103-166		Lapinrinne, Ruoholahdenkatu	1 Terminaalista tultaessa ruuhkaa	Valot busseja suosiviksi.	keskusta	5	
15A			Mechelininkatu, Tullaajankuja	1 valoista pääsee kääntymään liian vähän autoja kerralla		keskusta	4	
15A			Eteläinen Rautatiekatu	2 Kampin valot eivät ole virheässä aallossa		keskusta	3	
102	103-166		Lapinrinne, Ruoholahdenkatu	1 Kampista pois pääsyä joutuu jonkin verran odottaa		keskusta	5	
14	18, 39, 41, 45		Runeberginkatu	1 joka valoissa joutuu pysähtymään	valoetuudet	keskusta	5	
231	270		Mannerheimintie	2 Raitiovaunuhallin kohdalla ei ole toisto-opastinta, ajaa vahingossa päin punaisia	toisto-opastimen asentaminen	keskusta	1	
742	741		Hämeentie-Siltasaarenkatu	1,2 liikennevalojen rytmitys	vihreä aalto	keskusta	Hämeentie	2
					valoetuudet	koko seutu	3	
					valoetuudet kaikille linjoille	koko seutu	3	
			liikennevalot	aiheuttavat viivytyksiä		koko seutu	3	
			liikennevalot	bussit eivät pysy vihreässä aallossa	valoetuudet	koko seutu	3	
					valoetuudet	koko seutu	3	
					valot eivät ole oikein ajoitettu, busseja siirretään valoista seuraaviin	koko seutu	2	
363	474		Mannerheimintie, Tulli puomi-Kuusitie	1 valo-ohjaus ei ole vihreässä aallossa	tutkitaan voidaanko valo-ohjausta muuttaa	läntinen	4	

linja	kohde	suunta	ongelma	toimenpide-ehdotus	alue	aihe, tarkennus	toteutavuus
52	Ulvilantie, Lapinmäentie, Huopalahdentie	2	Ulvilantiellä oikealle kääntyvät ajoneuvot väistävät jalankulkijoita ja sen vuoksi vain muutama auto pääsee kerralla valoista	suoraan ajavat voivat käyttää vasenta kaistaa	läntinen		5
43	452 Mannerheimintie, Karamzininkatu	2	vasemmalle kääntyessä ruuhkaa		läntinen		1
120	121-128 Merituulentie-Kuitinmäentie	1,2	valo-ohjaus ei toimi, vaikka ajaisi nopeusrajoituksen mukaan	Valot pois tai paremmin tunnistaviksi.	Matinkylä		5
12	11, 13, 14 Friisilä, Iskun ja Friisilänaukion liittymät	2	Liikennevalot eivät toimi liikenteen mukaan. Jatkuvasti seisomista.	Saisiko liikennevalot toimimaan liikenteen mukaan.	Matinkylä		5
12	14 Friisilän Seston liikennevalot	1,2	valo-ohjaus toimii edelleen vanhan ohjauksen mukaan		Matinkylä		5
53	452 Vaskivuorentie, Myyrmäentie	1,2	nuolivalon vuoksi viiveet joskus pitkiä	nuolivalo pois tai 1-tai 2-aukkoiseksi	Myyrmäki		4
474	47 Kaivokselan etl	1	hankala kääntyä vasemmalle Vaskivuorentielle	liikennevalot	Myyrmäki		4
51	55 Vihdintie, Rajatorpantie	1,2	Vihdintien ylittäminen melko hidasta		Myyrmäki		3
23	Ratapihantie, Pasilansilta	1	ruuhka-aikana valot päästävät vain muutaman auton kerralla, jono Teollisuuskadulle asti. Bussien valoetus ei toimi ruuhkassa, hidastus jopa 10 min	valoetuuden korjaaminen ja muutenkin pitempi vihreä	keskinen		4
23	Pasilankatu-Toinen linja	1,2	ruuhkaa	Helmi voisi pitää valoja pidempään vihreänä	keskinen		3
15	18, 110T Merituulentie, Pohjantie	1	valot vaihtuvat vihreälle ja samalla seuraavat punaiseksi	valo-ohjauksen muuttaminen	Tapiola		3
109	Koivu-Mankkaan tie, Merituulentie	2	odotusajat pitkiä	valoetuudet	Tapiola		4
61	68, 53 Tikkurilantie Hotelli Vantaa	1,2	valot eivät toimi hyvin	anturat valoihin	Tikkurila		4
53	Tikkurilantie, Ratatie, hotelli Vantaa	1	valoristeys	Ratatieltä Tikkurilantielle kääntyville nuolivalo oikealle kääntyville.	Tikkurila		5
55	Kielotie	1,2	valo-ohjaus	uudelleen ajoittaminen	Tikkurila		4

linja	kohde	suunta	ongelma	toimenpide-ehdotus	alue	aihe, tarkennus	toteutavuus
61	Tikkurila, Peltolantie-asema väli	2	matka kestää liikennevalojen vuoksi noin 5 min	valoetuudet	Tikkurila		4
61	Tikkurilan terminaalin ympäristö		matka kestää liikennevalojen vuoksi pitkään	valoetuudet	Tikkurila		4
61	615 Lentoasemantie, Tikkurilantie	1,2	tyypillinen esimerkki Vantaan liikennevaloista, vastakkaisten suuntien valot ovat eri aikaan vihreät	vaiheiden ajoituksen muuttaminen	Tikkurila		4
61	Jumbon ympäristö, Tikkurilantie-Lentoasemantie-Väinö Tannerin tie	1,2	valoissa kestää kauan aikaa	valoetuudet	Tikkurila		4

linja	kohde	suunta	ongelma	toimenpide-ehdotus	alue	aihe, tarkennus	toteutavuus
-------	-------	--------	---------	--------------------	------	-----------------	-------------

Matkustajat

				Eväiden ja hampurilaisten ym. Syötiin puuttuttava paremmin	koko seutu		2
15	Sampokuja	1,2	ihmiset kulkevat kadun yli	kaiteet	Tapiola		3
315	Vanhakartano, Järvenperä	1,2	huoriso	huorisolle porttikielto	Vanha-Espoo		1

Nopeusrajoitus

741	742	Mittatie	1,2	30 km/h nopeusrajoitus koetaan liian alhaiseksi	nopeusrajoituksen nostaminen	Hakunila	4
-----	-----	----------	-----	---	------------------------------	----------	---

Pysäkit

79	80-88	Linnanrakentajantie	1,2	Linnanrakentajantiellä valot eivät toimi hyvin. Liikaa pysäkkejä.	Linnanrakentajantieltä yksi pysäkki pois. Liikennevalojen ajoittaminen bussien mukaan.	itäinen	3
86		Santahamina	1,2	katokset liian lähellä ajorataa		itäinen	5
83	85	Linnanrakentajantie	1,2	pysäkkejä on usein, valot eivät ole rytmisissä	valo-ohjauksen muuttaminen	itäinen	3
83	85	Linnanrakentajantie	2	pysäkkien etäisyys hyvin lyhyt	kahden pysäkin korvaaminen yhdellä. Järjestely oli käytössä kaivutyön aikana ja oli toimivuudeltaan hyvä.	itäinen	3
81		Herttoniemenranta	1,2	taskupysäkit huonoja, usein pysäköityjä autoja	taskupysäkkien korvaaminen niemekepysäkeillä	itäinen	3
86		Santahamina	1,2	uudet pysäkit ovat liian lähellä ajorataa	pysäkkikatosten siirtäminen	itäinen	5
80	81	Linnanrakentajantie, Laivalahdenportti	1,2	pysäkki ruuhkainen	pysäkin jakaminen, toisessa suunnassa pysäkin poisto	itäinen	3
86		Santahamina	1,2	uudet katokset liian lähellä ajorataa		itäinen	5
261	43, 109, 212	Tunnelitie	1,2	pyörätie katoksen ja ajoradan välissä	katoksen siirtäminen lähemmäksi	Kauniainen	3
65A	66A	Mäkelänkatu ja Hämeentie	1,2	pysäkeillä on vaikea ohittaa, kun ei ole levennyksiä		keskinen	3

linja		kohde	suunta	ongelma	toimenpide-ehdotus	alue	aihe, tarkennus	toteutavuus
65A	740	Vilhonvuori, keskustaan	2	sisäisten linjojen pysäkki on keskellä ja seutulinjoiden kärjessä. Esim. 65A ja 66A ruuhkauttavat pysäkkiä	molempien pysäkkien siirtäminen levennyksen kärkeen	keskinen		3
52		Vanhakaupunki	1	päätepysäkki ahdas		keskinen		3
64	66	Mäkelänkatu	1,2	pysäkkien kohdalla ei ole pysäkkilevennyksiä	hidastaa takana tulevia busseja, jos ei olisi tarvetta pysähtyä pysäkillä	keskinen		3
					purkulaiturit eivät saa olla parkkipaikkoja, esim. Elielinaukio	keskusta		4
					Elielinaukio, purkulaituriin pysäköidään linja-autoja. Valvonta ja informaatio.	keskusta		4
102	103-166	Lapinrinne	1	pienet linjanumerot jäävät laiturijärjestyksen vuoksi eteen	pysäkkijärjestyksen vaihtaminen keskenään	keskusta		5
16		keskusta	1,2	pysäkit ahtaita ja usein pysäköityjä autoja	taskupysäkkien korvaaminen niemekepysäkeillä	keskusta		3
		pysäkit		pysäkit ovat keskellä pysäkkiä	pysäkkimerkkien ja -katosten siirtäminen pysäkin kärkeen	keskusta		4
77	615	Rautatienatori		busseilla ei ole riittävästi pysäköintipaikkoja		keskusta		1
		Rautatienatori, Elielinaukio, Kamppi		kuinka lähellä pitää olla wc, jotta sinne ei mennä bussilla		keskusta		1
17	42	Mannerheimintie: Erottajän ja Forummin pysäkit	2	hankala ajaa vääripysäköityjen autojen vuoksi	puoliniemekepysäkki, kuten Tukholmassa	keskusta		4
12	143	Finnoonsilta	1	ei pysäkkiä Soukan suuntaan		koillinen		4
70	73	Malmin asema	1,2	matkustajat tulevat liian lähelle ajoradan reunaa	keltaisen viivan maalaminen, etteivät tule liian lähelle	koillinen		5
506		Kustaa Vaasan tie	2	Kumpulän kampuksen edessä ei ole pysäkkiä	ratikkavaloilla voisi järjestää 506:lle kääntymisen vasemmalle Hämeentielle	koillinen		2
		pysäkkikatokset- ja merkit, esim. Koivukylän puistotie		pysäkkikatokset ja -merkit pitäisi ovat usein pysäkin keskellä	katosten ja merkkien siirtäminen pysäkin etureunaan	Koivukylä		4
		pysäkkien sijainti eritasoliittymissä		vaihtomatkat pitkiä, esim. Suomenojan eritasoliittymä sekä Kehä III:n ja Tuusulanväylän etl		koko seutu		1
					monissa paikoissa katos liian kaukana ajoradasta, pyörätien pitäisi kulkea katoksen takaa.	koko seutu		2

linja	kohde	suunta	ongelma	toimenpide-ehdotus	alue	aihe, tarkennus	toteutavuus		
				Pysäkit pidemmiksi, että saa pari autoa reunaan kunnolla	koko seutu		2		
324	Vihdintie	1,2	nopeus 70 km/h, bussi ei pääse pysäkiltä	nopeuden lasku 60 km/h	läntinen		5		
39	41		pysäkki ei ole merkitty kaistamerkkinnöin, henkilöautot estävät ruuhkassa pysäkillä pääsyn	kaistamerkinnot	läntinen		5		
415	451		Hämeenlinnanväylä	1,2 osa pysäkeistä melko hankalia käyttää	läntinen		2		
53	56		Ansatie, Kehä III	1,2 Pysäkillä vaikea päästä		Kääntyvien kaistalta pitäisi voida jatkaa suoraan risteyksen jälkeen olevalle pysäkillä. Kiihdytyskaistat.	Martinlaakso	4	
516	530		Martinlaakson asema, laiturit 1	1,2 pysäkkimerkki estää kääntymisen reunakiven suuntaisesti		merkin siirtäminen pysäkin kärkeen	Martinlaakso	5	
474			Kannistontie	1,2 Kivistön koulun kohdalla pysäkit ovat lähekkäin		pysäkkien poistaminen	Martinlaakso	2	
51	55		Rajatorpantie, Myyrmannin edusta	1 henkilöautot pysäköivät pysäkkialueelle			Myyrmäki	pysäköinnin valvonta	3
72	52		Käskynhaltijantie, Nortäljentie	2 pysäkillä ei sovi kuin yksi bussi		pysäkin siirtäminen länteen	pohjoinen		5
111			Haukilahdenranta, Haukilahdenkatu	2 kaksi pysäkkiä peräkkäin		Haukilahdenrannan pysäkki vain linjalle 111 ja 112.	Tapiola		5
55	56		Kehä III, Suutarilan etl	2 pysäkki vaikeasti havaittavissa			Tikkurila		1
615	61		lentoasema	busseilla ei ole kunnolla pysäköintipaikkoja		pysäköintipaikkojen varaaminen	Tikkurila		3
615	61		lentoasema	1,2 pysäkit liian ahtaita			Tikkurila		4
61	615		lentoasema	1,2 paljon kaistojen ylityksiä			Tikkurila		2
315			Aurorakodin pysäkki	2 pysäkkialue ahdas, ruuhkauttaa henkilöautoliikenteen		siirrettävä Järvenperäntielle	Vanha-Espoo		3

linja	kohde	suunta	ongelma	toimenpide-ehdotus	alue	aihe, tarkennus	toteutavuus
Ruuhka							
				Suomenoja: jatkuva ruuhka kohde, bussit eivät aikataulussa ruuhka.aikana	Espoonlahti		2
147	150	Martinsilta	1 Martinsilta ruuhkautuu ip:isin pitkälle Länsiväylälle	sillalle yksi kaista lisää, busseille oikeus ajaa suoraan kääntyvien kaistalla (Soukanväylä)	Espoonlahti		3
93		Kehä I, Itäväylä		liittymä ruuhkainen	itäinen		2
363	474	Mannerheimintie, Töölön tulli	2 ruuhkaa	pysäkillä ajo sallituksi oikealle kääntyvien kaistalta.	keskinen		3
68		Kiiskinkatu-Hämeentie	1 iltapäivällä katu täysin tukossa	ruuhka-aikana kiellettävä rekkaliikenne satamasta	keskinen		5
740	741	Hämeentie, Päijänteentie-Mäkelänkatu	2 ruuhkaa		keskinen		4
615	623	Pitkäsilta	1,2 kadut ruuhkaisia	Pitkäsillan varaaminen vain joukkoliikenteelle	keskusta		3
14	14B	Freda, Kansakoulukatu	1 risteys tukossa ruuhka-aikoina	etuajo-oikeus busseille	keskusta		1
21V			1,2 keskustasta Lauttasaareen ja Länsiväylälle ruuhkaa	ajetaan rautatiekatujen kuilua	keskusta		2
23		Rautatientori	1 ruudukkoa ei maalattu koko risteuksen alueelle	ruudukon maalaminen laajemmaksi	keskusta		5
66A		Simonkatu	1,2 ruuhkaa		keskusta		4
15A		Pohjoinen ja Eteläinen rautatiekatu	1,2 Henkilöautot tukkivat reitin.	Saisiko henkilöautot pois reitiltä jonnekin muualle.	keskusta		2
102	103-166	Porkkalankatu	1 Porkkalankatu ruuhkaa, vain yksi kaista Länsiväylälle.	Sillalta tulevat kaistat käännetään Länsiväylälle meneviksi.	keskusta		5
65A	66A	Rautatientori-Ruoholahti	1,2 osuus on huomattavan hidas		keskusta		3
70T		Runeberginkatu, Topeliuksenkatu-Caloniuksenkatu	2 ruuhkaa		keskusta		2
16			1,2	Henkilöautoliikennettä vähennettävä	keskusta		2
73	74	Viikin etl	1 rampilla ruuhkaa		koillinen		2
				ruuhkamaksut	koko seutu		1
				ruuhkamaksut	koko seutu		1
57	106,2	Kehä I, Säterin liittymä	2 Kehällä ei ole kiihdytysramppia	Rampin rakentaminen.	Leppävaara		5

linja	kohde	suunta	ongelma	toimenpide-ehdotus	alue	aihe, tarkennus	toteutavuus
106	57, 205		Kehä I liittymä	2 Pääsy Perkkään liittymästä Kehä I:lle hankalaa		Leppävaara	5
231	270		Mannerheimintie	1,2 Töölön tullin alue ruuhkainen		läntinen	2
39	41		Mannerheimintie, Topeliuksenkatu	1 autot tukkivat pääsyn Topeliuksenkadulta Mannerheimintielle		läntinen	1
452	453		Hämeenlinnanväylä, Kehä I	2 Kehä I:n rampin päässä ruuhkaa		läntinen	2
360	362		Hakamäentie, Mannerheimintie	1,2 Hakamäentien parannus heikentää Vihdintie-Mannerheimintien suunnan liikennettä		läntinen	4
53			Kehä III, Nuolitie ja Ansatie	aina tukossa		Martinlaakso	4
51	415		Vanha Nurmijärventie, Ylästöntie, Martinkyläntie	1,2 aamuruuhkassa viivytyksiä	kiertoliittymä	Martinlaakso	3

linja	kohde	suunta	ongelma	toimenpide-ehdotus	alue	aihe, tarkennus	toteutavuus
Tariffi							
				lastenvaunut maksullisiksi	koko seutu		1
				lastenvaunut maksullisiksi	koko seutu		1
				seutulinoille vain seutuliput	koko seutu		2
				Tariffipolitiikka. Kertamaksulla maksavat hidastavat. Myynti lopetettava busseissa tai hinnat korkeiksi. Raitiovaunulippu huono idea.	koko seutu		3
				Buscom jonnekin keskiovelle ettei tule ruuhkaa etuovelle. Käteisellä maksavat viimeisenä sisälle.	koko seutu		2
				kertalipun hinta samaksi koko pks:lla eikä vaihto-oikeutta, pummilla kulkevat vähenevät	koko seutu		3
			kontaktikortit	kontaktikortit ovat hitaita	koko seutu		4
			kännykkäliput	kännykkälippujen kanssa matkustavia vaikea valvoa	koko seutu		3
				rahastus	rahastus vie paljon aikaa	koko seutu	3
			lippujen hinnat	hinnat eivät ole tasarahoja	hintojen muuttaminen tasarahoiksi	koko seutu	5
			rahastus	rahastus vie aikaa, koska lippujen hinnat ovat hankalia ja kimppalippu poistunut	hintojen muuttaminen "tasarahoiksi" esim. 3,50 euroa	koko seutu	5

linja	kohde	suunta	ongelma	toimenpide-ehdotus	alue	aihe, tarkennus	toteutavuus
Töyssyt							
				Hidasteet pois bussireiteiltä. Hidasteet paljon ja autoja särkyä	Espoo		4
23		1,2	terävät töyssyt	muutettava tyynyhidasteiksi	Espoo		4
				Töyssyt pois: kavennukset esim. suojateiden kohdalle	Espoo		4
				Espoonlahdenkatu, katu huonossa kunnossa. Hidasteet pois ja uusi asfaltti	Espoonlahti		3
81	Herttoniemenranta	1,2	kapeat kadut ja töyssyt	hidasteiden korvaaminen tyynyhidasteilla	itäinen		4
85	Jollaksentie	1,2	hidasteet	hidasteiden korvaaminen tyynyhidasteilla	itäinen		4
				Hidasteet matalammiksi	koko seutu		4
				Töyssyjä ei voi ajaa sallittua nopeutta. Töyssyjen vuoksi autot jatkuvasti rikki.	koko seutu		4
				Töyssyt: vähemmän töyssyjä, enemmän nopeusvalvontaa	koko seutu		4
				Töyssyt: pois tai loivemmiksi.	koko seutu		4
				Ajamista estävät rakennelmat pois.	koko seutu		4
			töyssyt hidastavat, särkevät autoja ja aiheuttavat selälle rasisusta	töyssyjen poisto eikä niitä saa rakentaa	koko seutu		3
231	261	1,2	korokkeet reitillä	muutettava tyynyhidasteiksi	Leppävaara		4
23	23N		Kirkkonummentie, Siuntiontie, Kutsuntatie, Reserviläisentie, Nostoväentie, Kirkkalantie, Lintukorventie	Reitillä on 13 kpl teräviä hidasteita.	Töyssyjen loiventaminen tai poistaminen	Leppävaara	4
					Töyssyt: Lintuvaara, Karakallio, Uusmäki, Friisinmäki. Töyssyt liian teräviä. Loiventaminen, jotta voi ajaa sallittua nopeutta.	Leppävaara	4
23		1,2	liian terävät töyssyt, 18 töyssyä/sivu	Tyynyhidasteet, tai katujen kavennukset	Leppävaara		4
248	Karakallio, Lähderanta ja Kuttulammentie	1,2	töyssyt hidastavat, särkevät autoja ja aiheuttavat selälle rasisusta	töyssyjen poisto	Leppävaara		4

linja		kohde	suunta	ongelma	toimenpide-ehdotus	alue	aihe, tarkennus	toteuttavuus
52	20, 26, 510	Lintuparventie	1,2	töyssyt hidastavat, särkevät autoja ja aiheuttavat selälle rasiusta	töyssyjen poisto	Leppävaara		4
315		Vanhakartano, Järvenperä	1,2	töyssyt	töyssyt pois	Vanha-Espoo		5
21	29	Järvenperä	1,2	Töyssyt	Tyynyhidasteet	Vanha-Espoo		4
21	29	Järvenperä	1,2	töyssyt ovat huomattavan jyrkkiä		Vanha-Espoo		4
27	270	Kirkkokatu	1,2	töyssyt ovat huomattavan jyrkkiä		Vanha-Espoo		4
15	18	Kirkkokatu	1,2	töyssyt, ovatko tarpeellisia?		Vanha-Espoo		4

LIITE 3

VT 3 Pysäkkien kuvaus pohjoiseen mentäessä:

Kivihaka	Lähtöpysäkki, varsinaisen tarkastelun ulkopuolella.
Metsäläntie	Pysäkillä on pitkät kiihdytys- ja hidastuskaistat ennen ja jälkeen pysäkkiä. Pysäkkiin ei kohdistu toimenpiteitä "kiihdytyskaistamallissa".
Pirkkolantie, Pirkkolan urheilupuisto	Lyhyet kiihdytyskaistat
Venäläinen koulu, Raitamaantie	Välillä Kehä I - Kannelmäki on kolme kaistaa, josta uloimmaista käyttävät lähinnä Kehä I:seltä saapuvat autot kiihdyttämiseen, sekä seuraavasta, Kannelmäen liittymästä erkanevat autot. Bussipysäkeiltä on suhteellisen helppo päästä liittymään takaisin pääväylälle.
Kaarelantie	Bussipysäkin kohdalla on kolme kaistaa, mutta liittymistä väylälle vaikeuttaa se, että bussipysäkki jatkuu Kannelmäen liittymän erkanemiskaistana, ja muut ajoneuvot saattavat kiilata pysäkillä kiihdyttävän bussin eteen aikoessaan poistua Hämeenlinnanväylältä.
Kalannintie	Lyhyt kiihdytysosuus
Kappatie	Pysäkillä ei tarvitse liittyä heti pääväylälle, koska pysäkestä jatkuu kolme kaistaa, joista uloin tarkoitettu Kaivokselaan ajaville ajoneuvoille. Matka on pitempi kuin Kaaralentien pysäkillä, mutta myös tässä risteyksessä liittymästä erkanevat autot saattavat kiilata kiihdyttävän bussin eteen.
Vetotie, Vetokuja, Mätäoja, Martinlaakso, Koukkuveräjä	Lyhyet kiihdytyskaistat
Myllymäen koulu	Päätepysäkki, tarkastelun ulkopuolella.

VT 3 Pysäkkien kuvaus etelään mentäessä:

Myllymäen koulu	Lähtöpysäkki, tarkastelun ulkopuolella.
Koukkuveräjä, Martinlaakso, Mätäoja, Vetokuja, Vetotie, Kappatie	Lyhyet kiihdytyskaistat
Kalannintie	Lyhyt kiihdytysosuus
Kaarelantie, Raitamaantie	Välillä Kannelmäki - Kehä I on kolme kaistaa, josta uloimmaista käyttävät lähinnä Kannelmäestä liittyvät autot sekä Kehä I:selle erkanevat. Bussipysäkeiltä on suhteellisen helppo päästä liittymään takaisin väylälle.
Venäläinen koulu	Bussipysäkin kohdalla on kolme kaistaa, mutta liittymistä väylälle vaikeuttaa se, että ulointa kaistaa käyttävät Kehä I:selle pyrkivät
Pirkkolan urheilupuisto, Pirkkolantie	Lyhyet kiihdytyskaistat
Metsäläntie	Kiihdytyskaista on hieman lyhyempi kuin pohjoiseen päin samalla pysäkillä, mutta kiihdytyskaista on kuitenkin selvästi pidempi kuin muilla väylän pysäkeillä.
Kivihaka	Päätepysäkki, tarkastelun ulkopuolella.