

JENKA, OSATEHTÄVÄ 4
SYVARIN JOUKKOLIIKENNE-
ETUUKSIEN VAIKUTUSTEN
ARVIOINTI

JENKA, OSATEHTÄVÄ 4

SYVARIN JOUKKOLIIKENNE-ETUUKSIEN VAIKUTUSTEN ARVIOINTI

SISÄLTÖ

ESIPUHE	4
TIIVISTELMÄ	5
1. TAUSTA JA TAVOITTEET	6
2. TUTKIMUSMENETELMÄ	7
2.1 VISSIMin ja EC-1:n kytkentä	7
2.2 Simulointimalli	7
2.3 Simulointijärjestelyt	8
2.4 Tarkasteltavat simulointitapaukset	9
2.4.1 Perustapaukset	9
2.4.2 Erillisohjaus	9
2.4.3 Etuuksien karsiminen	9
2.4.4 Takuuvihreän muutos	10
2.4.5 Liittymävälän muutos	10
2.4.6 Pysäkin ja ilmaisimen merkitys	10
2.4.7 Ylikuormitustilanne	10
2.4.8 Yhteenvedo simulointitapauksista	12
3. ARVIOINTIKEHIKKO	13
3.1 Arvioinnin yleisperiaatteet	13
3.2 Arvioinnissa käytettävät vertailuryhmät	13
3.3 Tapausten vertailu	13
3.4 Vertailun tarkentaminen	13
4. SIMULOINTITULOKSET	15
4.1 SYVARIn etuuksien vaikutukset yleisesti	15
4.2 Ilmaisinetäisyyden, vuorovälän ja liikennemäärän vaikutus viivytyksiin	15
4.3 Ohjaustavan vaikutus viivytyksiin	16
4.4 Käytettävien etuuksien vaikutus viivytyksiin	17
4.5 Takuuvihreän vaikutus viivytyksiin	17
4.6 Infrastruktuurin vaikutus viivytyksiin	18
4.6.1 Ilmaisimen sijainnin vaikutus pysäkin yhteydessä	18
4.6.2 Liittymävälän pituuden vaikutus viivytyksiin	18
4.7 Ylikuormitustilanteen simuloinnit	18
4.8 Muut vertailuparametrit	20
4.8.1 Matka-ajat	20
4.8.2 Pysähdykset	21
4.8.3 Päästöt ja polttoaineenkulutus	22
4.8.4 Liikennevalojen toiminta	23
4.9 Simulointitulosten vertailu	24
5. AIKAKUSTANNUKSET	27

6.	VAIKUTUSTEN ARVIOINTI	29
	LÄHDELUETTELO	32
	LIITELUETTELO	32

ESIPUHE

Syksyllä 2009 Liikenne- ja viestintäministeriö julkisti ehdotuksen älyliikenteen kansalliseksi strategiaksi. Siihen liittyvän toimenpideohjelman ensimmäinen kärkihanke on joukkoliikenteen palvelujen parantaminen. Tämä kärkihanke jakaantuu neljään varsinaiseen toimenpiteeseen, joista yksi oli joukkoliikenteen liikennevaloetuuudet suurilla kaupunkiseuduilla.

Joukkoliikenteen liikennevaloetuuudet jokaiseen kaupunkiin (jenka) – hanke liittyy suoraan älyliikenteen strategiaehdotuksen toimenpiteeseen joukkoliikenteen liikennevaloetuuksien käytön laajentamiseksi. Hankkeeseen kuuluu liikennevalojen ohjaustavan syvari kehittäminen sekä joukkoliikenteen etuuksien vaikutuksen arviointi. Viimeksi mainittu on esitetty tässä raportissa.

Joukkoliikenteen etuuksien vaikutusten arviointi on vaativa tehtävä, koska tulokset ovat riippuvaiset paitsi liikennevalojen ohjauksesta ja ilmaisimista niin myös liikennejärjestelyistä sekä joukkoliikenteen ja muun liikenteen määrästä ja kulkureiteistä. Tästä syystä saatuja tuloksia on syytä tarkastella yleisellä tasolla, joskin tulokset kattavat hyvin kaupunkiseutujen tavanomaiset liikennetilanteet ja liikennejärjestelyt. Tulosten yhdenmukaisuutta ”reaalimaailman” kanssa lisää myös tutkimustapa – tutkittujen liikennevalojen tekninen toiminta vastaa kaikilta osin kentällä olevien liikennevalojen toimintaa.

Tutkimuksessa on käsitelty noin 40 erilaista simulointitapausta, joiden perusteella on vedetty johtopäätelmät eli arvioitu etuuksien vaikutukset niin joukkoliikenteen kuin muunkin liikenteen näkökulmasta. Työn tekijät ovat selvinneet laajasta urakastaan hyvin joskin tarkasteltavien etuuksiin vaikuttavien muuttujien moninaisuus ja niiden systemaattinen käsittely on muutamain paikoin vaikeuttanut johtopäätelmien tekoa. Kaikki keskeiset havainnot ovat kuitenkin tuotu selvästi esille.

Työn ohjausryhmään ovat kuuluneet jenka-hankkeessa mukana olleiden kaupunkien edustajat. Puheenjohtajana on ollut Kari Sane (Helsinki) ja jäsenenä Juhani Vuola (Espoo), Martti Varis (Jyväskylä), Unto Rätty (Lahti), Jukka Talvi (Oulu), Mika Kulmala (Tampere), Matti Salonen (Turku) ja Jussi Hackman (Vantaa).

Rambollista työhön osallistuivat projektipäällikkö Jukka-Pekka Pitkänen, projektisihteeri Maija Musto sekä Karel Čapek, Ari Sirkiä, Jukka Räsänen ja Johan Wahlstedt.

Tulokset vahvistavat aiempia alustavia käsityksiä joukkoliikenteen liikennevaloetuuksien vaikutuksista. Tältä pohjalta on hyvä lähteä parantamaan joukkoliikenteen palveluja paitsi suurilla kaupunkiseuduilla niin myös kaikkialla muualla, jossa on busseja ja liikennevaloja.

Kannelmäessä 3.1.2010

JENKA-ryhmän puolesta
Kari Sane

TIIVISTELMÄ

Tässä työssä tutkittiin simuloinnin avulla SYVARI (synkronoitu vaiherinki) -ohjaustavan joukkoliikenne-etuuksien liikenteellisiä vaikutuksia. Työtä varten rakennettiin testiym-päristö, jossa liikenteen simulointiohjelma VISSIM ja EC-1 -valo-ohjauskojesimulaattori oli liitetty toisiinsa. SYVARI -ohjaustavan vaikutuksia tutkittiin tekemällä erilaisia simuloiteja etuuksien ollessa käytössä ja pois päältä. Simuloinneissa muutettiin liikennemääriä, joukkoliikenteen vuoroväliä, ilmaisinetäisyyksiä ja liikennevalo-ohjelmaa. Joukkoliikenne-etuuksien vaikutuksia arvioitiin ensisijaisesti joukkoliikenteen ja muun ajoneuvoliikenteen matka-aikojen ja viivytysten avulla. Lisäksi tulosten analysoinnissa tarkasteltiin vihreän vaiheen keston jakaumaa, päästöjä, polttoaineenkulutusta ja pysähdysten määrää.

Bussit hyötyivät aina joukkoliikenne-etuuksista, jotka vähensivät joukkoliikenteen matka-aikaa ja sen hajontaa sekä viivytyksiä. Etuuksien ollessa käytössä joukkoliikenteen viivytykset laskivat 64–66 prosenttia verrattuna vastaaviin simulointitapauksiin, joissa etuudet eivät olleet käytössä.

Etuuksien ollessa käytössä liikennemäärän kasvattaminen verkolla lisää prosentuaalisesti vain vähän bussien viivytyksiä. Muun liikenteen keskimääräiset viivytykset kasvavat suhteessa verkon liikennemäärään. Liikennemäärän ollessa vähäinen etuuksien vaikutus muun liikenteen viivytyksiin on hyvin pieni. Vastaavasti ruuhkaisella verkolla etuudet kasvattavat selvästi muun liikenteen keskimääräisiä viivytyksiä, ajassa mitattuna lisäys on kuitenkin vain muutamia sekunteja ajoneuvoa kohden.

Bussien vuorovälin tihentäminen lisää muun liikenteen keskimääräisiä viivytyksiä selvästi. Bussien viivytyksiin vuorovälin tihentämisellä on vain vähäinen vaikutus.

Mikäli käytettäviä etuuksia karsittiin, joukkoliikenteen saama hyöty väheni, mutta kaikkein suppeimmassakin etuusvaihtoehdossa bussien viivytykset pienenevät noin 20 prosenttia. Bussien matka-aika väheni eniten, kun kaikki etuudet olivat käytössä ja hyöty oli sitä suurempi, mitä kauempana etuuspyynnön välittävä ilmaisin sijaitsi.

Perustapauksissa joukkoliikenteen aikakustannussäästöt olivat selvästi suurempia kuin muun ajoneuvoliikenteen hidastumista aiheuttavat lisäkustannukset. Harvalla vuorovälillä bussiliikenteen aikakustannussäästöt ovat huomattavia, eikä autoliikenteen sujuvuudessa ole merkittävää muutosta. Kun bussien vuoroväliä tihennettiin, joukkoliikenteen aikakustannussäästöt kasvoivat likimain samassa suhteessa kuin vuoromäärä, mutta henkilöautoliikenteen aikakustannukset kasvavat suhteessa huomattavasti nopeammin.

Vuositasolla koko verkon aikakustannussäästöt olivat vähäisellä liikenteellä noin miljoona euroa ja ruuhkaliikenteellä noin kolme miljoonaa euroa. Ylikuormitustilanteessa (käyttösuhde 1.2) muun ajoneuvoliikenteen aikakustannukset ovat niin suuret, että ne ylittävät bussien säästöt aikakustannuksista.

1. TAUSTA JA TAVOITTEET

Työ on osa JENKA – Joukkoliikenteen liikennevaloetuudet jokaiseen kaupunkiin – kehittämishanketta, jossa on mukana kahdeksan suomalaista kaupunkia: Espoo, Helsinki, Jyväskylä, Lahti, Oulu, Tampere, Turku ja Vantaa. JENKA-hankkeen tavoitteena on luoda suomalaiseen liikennevalojen ohjauskäytäntöön sopiva bussien etuusjärjestelmä, joka on aikaa myöten laajennettavissa kaikkialle maahan. JENKA on sisällytetty mukaan Tiehallinnon koordinoimaan Liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalan kehittämissohjelmaan ÄLLI – Älykäs liikenne.

Tässä JENKA-hankkeen neljännessä osatyössä arvioidaan SYVARI (synkronoitu vaiherinki) -ohjaustavan joukkoliikenne-etuuksien toimivuutta ja liikenteellisiä vaikutuksia. SYVARI-ohjaustapa on alun perin kehitetty Turussa, jossa se on ollut koekäytössä jo ennen tämän osatyön aloittamista. Pilottikohteesta saatujen kokemusten perusteella SYVARI-ohjaustapa on alustavasti osoittautunut Suomeen soveltuvaksi ja helposti monistettavaksi ohjaustavaksi.

SYVARI pohjautuu liikennevalojen erillisohjaukseen. Liikennevalojen yhteenkytkettyä toimintaa varten vaiherinki tahdistetaan samaan kiertoaikaan viereisten liittymien kanssa, jolloin valo-ohjaus toimii perinteisen valojen yhteenkytkennän mukaisesti. Liittymään saapuvan bussin ilmaisu käynnistää joukkoliikenteen etuuden (aiennuksen, pidentymisen tai lisävaiheen), jolloin valojen tahdistus hetkellisesti väistyy taustalle etuuden tieltä. Joukkoliikenteen etuus toteutuu näin nopeammin ja joustavammin kuin perinteisellä tavalla, jossa kierron eteneminen ja tiiviimpi tahdistaminen rajoittavat tehokkaiden bussietuuksien toimintaa. SYVARIa voidaan käyttää myös ilman etuuksia, jolloin valo-ohjaus toimii kuten tavanomainen kiertoaikaohjaus.

Tässä työssä SYVARI-ohjaustapaa tutkittiin testiympäristössä, jossa liikenneverkko sisälsi kolme liittymää. Testausympäristössä liikenteen simulointiohjelma ja liikennevalojen ohjauskojesimulaattori oli kytketty toisiinsa verkkoyhteyden avulla. Liikenteen simulointiohjelma generoi liikenteen ja ilmaisut, joita ohjauskojesimulaattori käytti. Simulointimallia ajettiin ilman bussietuuksia (ETU-OFF) ja etuuksien kanssa (ETU-ON).

Työn tavoitteena oli vertailla etuuksien vaikutuksia ja arvottaa joukkoliikenteen hyödyt ja mahdolliset muun liikenteen haitat. Vaikutusten arviointi perustui simulointiajoista saataviin tunnuslukuihin, kuten esimerkiksi matka-aikavaihteluihin ja eri ajoneuvotyyppien viivytyksiin. Perustapauksina tutkittiin liikennemäärän, joukkoliikenteen vuorovälin ja ilmaisinetäisyyden vaikutuksia. Lisäksi tutkittiin erityistapauksia, joissa mm. karsittiin joukkoliikenteen saamia etuuksia, muutettiin takuuvihreän pituutta tai liittymävälin pituutta sekä simuloitiin valot yhteenkytkettyjen valojen sijasta erillisohjattuina.

2. TUTKIMUSMENETELMÄ

2.1 VISSIMin ja EC-1:n kytkentä

Työssä käytettiin liikenteen mikrosimulointiohjelma VISSIMiä ja Swarcon EC-1 -valo-ohjauskojesimulaattoria. Samaa VISSIM/EC-1 -järjestelmää on jo aiemmin käytetty hyväksi Tukholmassa, missä se on validoitu ja todettu toimivaksi. Toimintavarmuuden parantamiseksi järjestelmä oli toteutettu siten, että simulointiohjelma ja ohjauskojesimulaattori toimivat eri tietokoneissa. EC-1-simulaattorin integrointi VISSIMiin edellytti EC-1/VISSIM-rajapinnan määrittelyä. Tämä rajapinta siirtää VISSIMin ilmaisintiedot EC-1:een ja ohjaustiedot EC-1:stä VISSIMiin TCP/IP-protokollan mukaan.

Simulointimallin kello synkronoitiin valo-ohjauskojesimulaattorin kellon kanssa, jolloin molemmat järjestelmät toimivat samalla vakionopeudella. VISSIMin ja EC-1:n välinen synkronointi testattiin vuorokauden pituisella simulointiajolla, jonka jälkeen tarkistettiin, että ohjelmien kellot olivat edelleen synkronissa.

Jokaiselle kolmelle simulointimallissa olevalle liittymälle oli määritelty oma ohjauskoje, joista jokaiselle tehtiin myös oma EC-1 -ohjelmakoodi. Tämän jälkeen testattiin, että valo-ohjauskojesimulaattoriin ladattu SYVARI-ohjaus toimi oikein sekä etuuksien kanssa että ilman etuuksia.

Kun VISSIM ei ole käynnissä, käyttäjä voi testata EC-1 -järjestelmää antamalla ilmaisinyhtöjä manuaalisesti liittymien eri tulosuunnille. Kun VISSIM on käynnissä, ilmaisinyhtöt tulevat simuloidusta liikenteestä.

Laitteiden yhdistämisen jälkeen järjestelmän tarkastus suoritettiin kahdessa vaiheessa:

Vaihe 1. VISSIMin ja EC-1:n integraation toiminnallisuuksien varmistaminen.

Tässä vaiheessa tarkistettiin, että:

- ilmaisut siirtyivät oikein VISSIMistä EC-1:een,
- EC-1 vastaanottaa kaikki VISSIMin lähettämät ilmaisimien viestit,
- EC-1 reagoi oikein vastaanotettuihin ilmaisimien viesteihin,
- ohjausviestit siirtyivät oikein EC-1:stä VISSIMin,
- VISSIM vastaanottaa kaikki EC-1:n lähettämät ohjausviestit sekä
- VISSIM:in liikennevalot toimivat vastaanotettujen ohjausviestien mukaisesti.

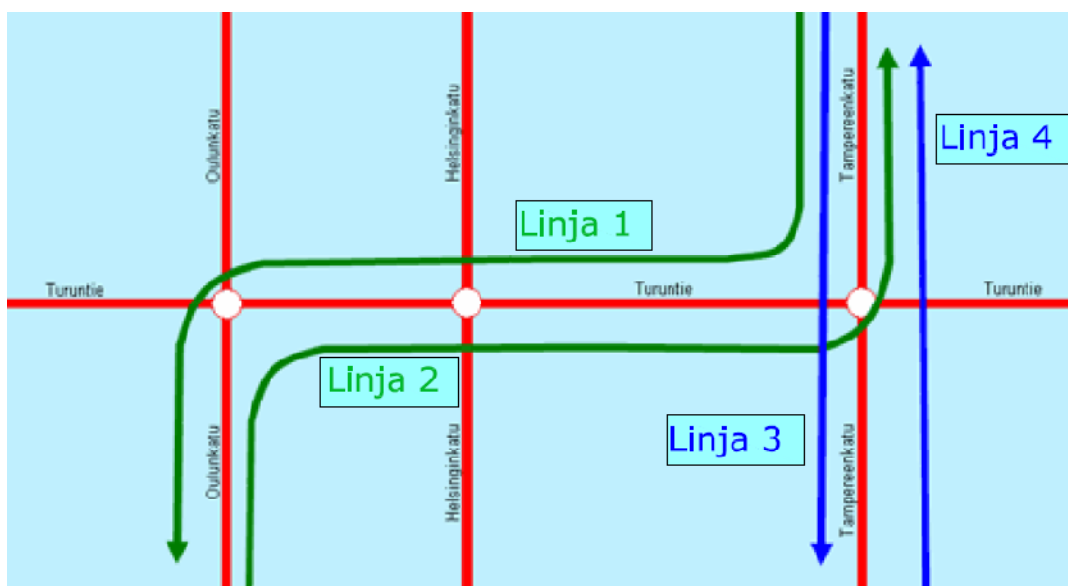
Vaihe 2. SYVARI-toimintojen tarkastus. Tässä vaiheessa tarkistettiin, että malliin määritetyt joukkoliikenneilmaisimet pystyivät tunnistamaan verkolla liikkuvat bussit muista ajoneuvoista. Lisäksi varmistettiin, että etuuspyynnöt siirtyivät ilmaisimilta ohjauskojeille ja ohjauskoje toimi SYVARIn periaatteiden mukaisesti. Kaikki etuudet eri liittymissä tarkistettiin simulointeja seuraamalla. Valo-ohjauksen pidennykset, aiennukset ja lisävaiheet toteutuivat valo-ohjelmien mukaisesti.

2.2 Simulointimalli

Simulointimalli koostui päätiestä, joka risteää kolmen poikittaisen sivutien kanssa. Kaikissa kolmessa tarkastelualueen liikennevalossa on SYVARI-ohjaus. Mallinnettu verkko ja liittymät on esitetty *liitteessä 1* ja liikennevalojen valo-ohjausvaiheet *liitteessä 2*.

Simulointimalliin syötettiin testikohteen tiedot kuten kaistamäärät, nopeusrajoitukset, väistämisvelvollisuussäännöt, ilmaisimet ja liikenteen ohjausperiaatteet. Lisäksi mallin nusalueelle määriteltiin matka-aikamittauspisteet, joiden avulla voitiin seurata bussien ja henkilöautojen kulkua verkolla.

Tarkastelualueella kulki kaksi bussilinjaa. Bussiliikenteen mallinnusasetelma on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Bussiliikenteen mallinnusasetelma (KSV 2008).

Joukkoliikenne syötettiin malliin antamalla busseille vuoroväleihin perustuvat lähtöajat. Tasavälistä liikennettä muutettiin määrittelemällä simulointimallin reunoille joukkoliikennepysäkit, joissa bussit pysähtyvät tietyn pysähtymisajan (45 sekuntia) ja sen hajonnan mukaisesti (45 sekuntia). Pysähtymisajan hajonnan kautta saadaan busseille hieman vaihtelevat vuorovälit. Hajonnan pituus määriteltiin siten, että se on puolet liikennevalojen kiertoajasta, jolloin bussit voivat saapua liittymiin missä kohtaa tahansa liikennevalokiertoa. Bussien matka-aikamittaus alkoi vasta, kun bussi oli lähtenyt liikelle pysäkiltä.

2.3 Simulointijärjestelyt

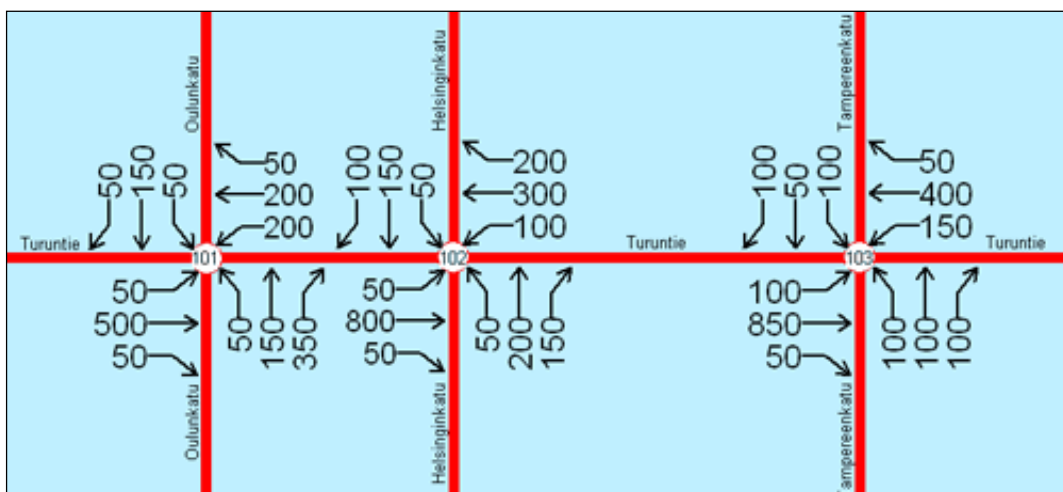
Simulointitulokset nauhoitettiin tunnin jaksoissa kolmen tunnin yhtäjaksoisesta simuloinnista. Simulointi aloitettiin viisi minuuttia ennen varsinaista tarkasteluajankohdan alkamista, jotta liikenneverkolla olisi ajoneuvoja simulointitulosten nauhoittamisen alkuhetkellä.

Jokainen tarkasteltu tapaus simuloitiin yhteensä viisi kertaa, jotta saadut tulokset olisivat tilastollisesti tarkasteltuna kattavia. Simulointiajoista saadut tulokset poikkeavat hieman toisistaan satunnaisuuden takia. Saman simulointimallin eri simulointikertojen tuloksia on testattu vertaamalla erikseen bussien matka-aikoja ja muun liikenteen viivytyksiä. Vertailu on perustunut tilastolliseen testaukseen, jossa on testattu t-testillä vertailtavan keskiarvon samankaltaisuutta eri siemenluvuilla. Saman tapauksen simulointikerroilla ei havaittu merkitsevää eroa päätunnusluvuissa.

2.4 Tarkasteltavat simulointitapaukset

2.4.1 Perustapaukset

Perustapauksissa bussien vuorovälin osalta tutkittiin 5 ja 15 minuutin vuoroväliä ja liikennemäärien osalta ruuhkaliikennettä (Q1) sekä vähäistä liikennettä (Q2), joka vastaa esimerkiksi tavallista arkipäiväliikennettä ruuhka-ajan ulkopuolella. *Kuvassa 2* on esitetty ruuhkaliikenteen liikennemäärät (Q1). Vähäisen liikenteen (Q2) liikennemäärät olivat 40 prosenttia ruuhkaliikenteen liikennemääristä.



Kuva 2. Ruuhkaliikenteen (Q1) mukaiset liikennemäärät (KSV 2008).

Ilmaisimien sijainnin osalta testattiin neljää etäisyyttä:

- D1: päätiellä 200 metriä ja sivutiellä 150 metriä,
- D2: päätiellä 150 metriä ja sivutiellä 70 metriä,
- D3: päätiellä 70 metriä ja sivutiellä 50 metriä sekä
- D4: päätiellä 300 metriä ja sivutiellä 250 metriä.

D1-D3 -etäisyydet simuloitiin perustapauksissa samalla valo-ohjelmalla. D4-etäisyydelle valo-ohjelmaa muutettiin pidentämällä etuuksia. Kaikissa perustapausten jälkeen simuloituissa erityistapauksissa käytettiin D1-ilmaisinetäisyyttä.

2.4.2 Erillisohjaus

Yhteenkytkettyjen valojen lisäksi kaikki liittymät simuloitiin erillisohjattuina. Erillisohjatuna tutkittiin kahta liikennetilannetta: ruuhkaliikenne (Q1) bussien 5 minuutin vuorovälillä sekä vähäinen liikenne (Q2) 15 minuutin vuorovälillä.

Erillisohjaus, jossa ei ollut etuuksia, oli normaalia erillisohjausta. Kun etuudet olivat käytössä, ne oli toteutettu SYVARI-etuuksien tekniikalla, mutta koska ohjausta ei ollut synkronoitu yhteenkytkentään, ei kyseessä ollut varsinainen SYVARI-ohjaus. Erillisohjaetuissa valoissa oli siten SYVARIn bussietuudet ilman SYVARI-ohjausta.

2.4.3 Etuuksien karsiminen

Perustapauksissa käytettyjen etuuksien (pidennys, aiennus ja lisävaihe) lisäksi liikennettä simuloitiin karsittujen etuuksien valo-ohjelmilla. Tämä tehtiin kahdella erilaisella valo-ohjelmalla. Toisessa toteutui pidennykset ja aiennukset, toisessa pelkät pidennykset. Molemmat valo-ohjelmat simuloitiin kahdella liikennetilanteella: ruuhkaliikenne (Q1) bussien 5 minuutin vuorovälillä sekä vähäinen liikenne (Q2) 15 minuutin vuorovälillä.

2.4.4 Takuuvihreän muutos

Perustapausten, joiden valo-ohjelmissa pääsuunnan takuuvihreä oli 12 tai 15 sekuntia ja muiden suuntien kahdeksan sekuntia, lisäksi tutkittiin erityistapaus, jossa takuuvihreä oli pääsuunnan osalta 22–32 sekuntia, sivusuunnilla 8-22 sekuntia ja pääsuunnalla vasemmalle käännettäessä kahdeksan sekuntia. Takuuvihreän muutosta tutkittiin kahdella liikennetilanteella: ruuhkaliikenne (Q1) 5 minuutin vuorovälillä ja vähäinen liikenne (Q2) 15 minuutin vuorovälillä.

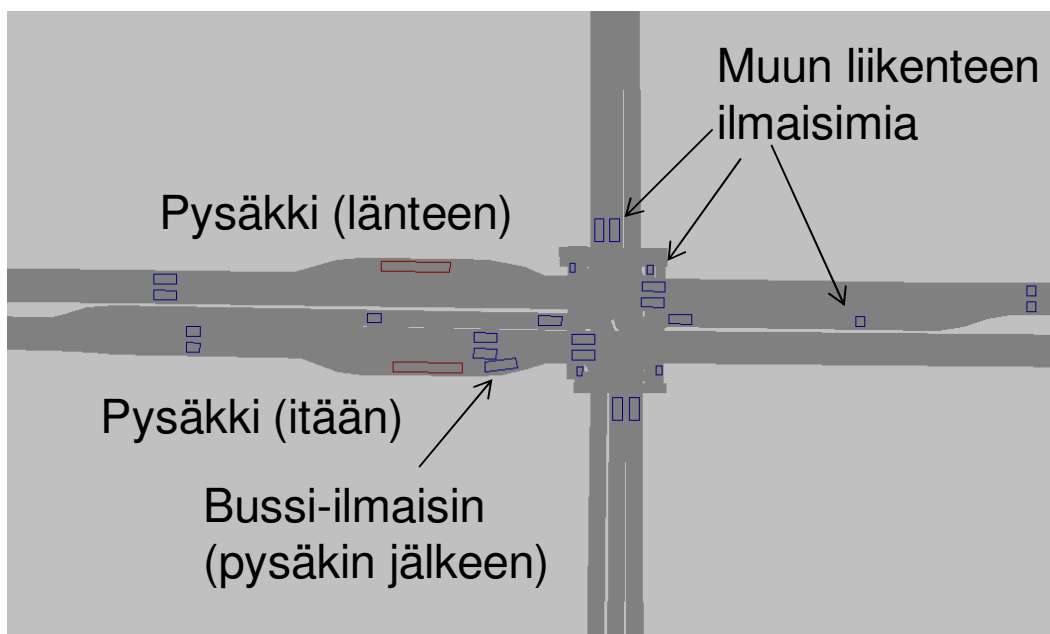
2.4.5 Liittymävälän muutos

Perusverkon lisäksi tehtiin malli, jossa liittymävälit olivat 200 metriä. Liikennevalojen ajoitusta tarkistettiin liittymävälien mukaan. Päätiellä bussi-ilmaisimet olivat heti edellisen liittymän jälkeen ja sivuteillä 150 metrin päässä liittymistä. Mallista tutkittiin kaksi liikennetilannetta: ruuhkaliikenne (Q1) 5 minuutin vuorovälillä sekä vähäinen liikenne (Q2) 15 minuutin vuorovälillä.

2.4.6 Pysäkin ja ilmaisimen merkitys

Perusverkolla tutkittiin, miten ilmaisimen sijainti pysäkkiin nähden vaikuttaa tuloksiin. Malliin lisättiin bussipysäkit, jotka sijoitettiin päätielle molemmin puolin keskimmäisen liittymän (102) länsipuolelle. Länteen mentäessä pysäkki on heti liittymän jälkeen. Itään mentäessä pysäkki sijaitsee juuri ennen liittymää.

Ilmaisimet sijoitettiin kahdella eri tavalla. Länteen päin mentäessä ilmaisimien sijainti molemmissa tapauksissa pysäkin jälkeen, koska pysäkki oli vasta liittymän 102 jälkeen. Itään päin mentäessä ilmaisimien sijainti toisessa tapauksessa ennen pysäkkiä ja toisessa tapauksessa pysäkin jälkeen (kuva 3). Näistä tapauksista tutkittiin vain ruuhkaliikenne (Q1) 5 minuutin vuorovälillä. Vertailutapauksena oli vastaava pysäkkimalli, jossa etuudet eivät olleet käytössä.



Kuva 3. Pysäkkimalli, kun bussi-ilmaisimien sijaitsee pysäkin jälkeen.

2.4.7 Ylikuormitustilanne

Perustapausten lisäksi tarkasteltiin ylikuormitustilannetta (Q3), jossa liikennemäärä oli 25 prosenttia suurempi kuin ruuhkaliikenne (Q1). Ylikuormitustilanteessa ruuhkaisimmassa liittymässä 103 käyttösuhde oli noin 0,9.

Ylikuormitustilanne simuloitiin perustapauksissa käytetyillä valo-ohjelmilla bussien 5 ja 15 minuutin vuorovälillä, sekä pidennetyllä takuuvihreällä 5 minuutin vuorovälillä. Lisäksi 5 minuutin vuoroväli simuloitiin vielä uudelleen liittymän 101 osalta hieman muutetulla valo-ohjelmalla sekä ilman etuuksia että etuuksien kanssa. Muutos tehtiin, koska ylikuormitustilanteessa liittymä 101 ylikuormittui täysin etelän tulosuunnasta, jolloin tulokset eivät olleet loogisia. Uusissa ajoituksissa ETU-OFF ja ETU-ON -tapausten ajoitukset ovat erilaisia, koska ETU-ON -ajoituksessa etuustoimintojen vaikutusta on kompensoitu itään päin menevälle pääsuunnalle, jonka vihreää vaihetta etuudet lyhentävät. Lisäksi 101-liittymässä on etelän tulosuunnan kääntyviä kaistoja sekä 103-liittymässä idästä pohjoiseen vasemmalle kääntyvää kaistaa pidennetty, jotta kaistanpituus ei vaikuttaisi ruuhkaantumiseen.

2.4.8 Yhteenveto simulointitapauksista

Taulukossa 1 on esitetty koosteena yhteenveto tutkituista simulointitapauksista.

Taulukko 1. Yhteenveto tutkituista simulointitapauksista.

Simulointitapaus	ON	OFF	Vuoroväli		Liikennemäärä			Ilmaisetäisyys (päätie/sivutie)			
			5 min.	15 min.	Ruuhka (Q1)	Vähäinen (Q2)	Ylik. (Q3)	200m / 150m (D1)	150m / 70m (D2)	70m / 50m (D3)	300m / 250m (D4)
Perustapaukset		x	x		x			Ei merkitystä (off-tilanne)			
		x	x			x		Ei merkitystä (off-tilanne)			
		x		x	x			Ei merkitystä (off-tilanne)			
		x		x		x		Ei merkitystä (off-tilanne)			
	x			x	x			x			
	x			x	x				x		
	x			x	x					x	
	x			x	x						x
	x			x		x		x			
	x			x		x			x		
	x			x		x				x	
	x			x		x					x
	x				x	x		x			
	x				x	x			x		
Pidennys / aiennus	x			x	x			x			
	x				x	x		x			
Vain pidennys	x			x	x			x			
	x				x	x		x			
Takuuvihreä	x			x	x			x			
	x				x	x		x			
Erillisohjaus		x	x		x			Ei merkitystä (off-tilanne)			
		x		x		x		Ei merkitystä (off-tilanne)			
	x			x	x			x			
	x				x	x		x			
Liittymäväli 200m		x	x		x			Ei merkitystä (off-tilanne)			
		x		x		x		Ei merkitystä (off-tilanne)			
	x			x	x			x			
	x				x	x		x			
Pysäkki		x						Ei merkitystä (off-tilanne)			
	x			x	x			Ilmainen ennen pysäkkiä			
	x			x	x			Ilmainen pysäkin jälkeen			
Ylikuormitustilanne		x	x				x	Ei merkitystä (off-tilanne)			
		x		x			x	Ei merkitystä (off-tilanne)			
	x			x			x	x			
	x				x		x	x			
(Pidempi takuuv.)	x			x			x				
Uusi ylikuorm.		x	x				x	Ei merkitystä (off-tilanne)			
	x			x			x	x			

3. ARVIOINTIKEHIKKO

3.1 Arvioinnin yleisperiaatteet

Etuuksien päävaikutukset liittyvät joukkoliikenteen ja muun liikenteen sujuvuuteen. Simulointiajojen avulla vertailtiin erilaisia tapauksia ja arvioitiin etuuksista joukkoliikenteelle koituvat hyödyt säästyneenä aikana. Vastaavasti muulle liikenteelle koituvat viiveet ovat liikennevalojen ohjaustavan muutoksesta mahdollisesti aiheuttamia haittoja. Lisäksi vertailussa oli mukana henkilöautojen ja bussien yhteenlaskettu pysähdysten määrä sekä energiankulutus verkkotasolla.

3.2 Arvioinnissa käytettävät vertailuryhmät

Simuloidut tapaukset muodostivat tarkasteltavat vertailuryhmät eri ominaisuuksien mukaan. Käytettyjen vertailuryhmien jakoperusteet olivat liikennemäärä, bussien vuoroväli ja ilmaisinetäisyys. Vertailuryhmän simulointitapauksia, joissa etuudet ovat käytössä, verrattiin ryhmän perustapaukseen, jossa etuudet eivät olleet käytössä.

3.3 Tapausten vertailu

Tulosten arviointi perustui alla olevan *taulukon 2* mukaiseen jaotteluun. Vertailutapausten tunnuslukuja verrattiin ryhmän perustapaukseen ja vaikutuksen suuntaa ja suuruutta arvioitiin plus- tai miinusmerkeillä esitettynä pisteytyksenä. Vertailun perusteella tapausten paremmuutta arvioitiin yleisesti ja tapauksille annettiin paremmuusjärjestys. Vertailutapausten tunnuslukuja verrattiin perustapaukseen tunnusluvuittain. Vertailussa tapaukselle annettiin plusmerkki, jos tapaus oli parempi tarkasteltavan ominaisuuden kannalta kuin perustapaus. Vastaavasti tapaukselle annettiin miinusmerkki, jos tapaus oli perustapaukselta huonompi. Eron suuruutta kuvattiin kaksitasoisesti siten, että tunnusluvun erotuksen suuruus vaikutti annettavaan arvioon. Vertailussa on annettu kaksi merkkiä, jos muutos oli noin puolet tai enemmän suurimmista havaituista muutoksista. Bussien matka-ajan arvioinnissa perusteena on käytetty kuitenkin rajana noin kolmannesta suurista muutoksista.

Taulukko 2. Tapausten vertailutaulukko perustapaukseen nähden.

Ryhmän perustapaus	Viivytykset (ha)	Pysähdykset	Polttoaineen kulutus	Bussin ajoaika	Järjestys
Vertailutapaus 1	+/-	+/-	+/-	+/-	
Vertailutapaus 2	+/-	+/-	+/-	+/-	
Vertailutapaus 3	+/-	+/-	+/-	+/-	
...	+/-	+/-	+/-	+/-	
...	+/-	+/-	+/-	+/-	
Vertailutapaus n...	+/-	+/-	+/-	+/-	

Simulointitapausten vertailua varten varmistettiin myös, että vertailuarvona käytetty tunnusluku poikkesi merkitsevästi perustapauksen tunnusluvusta. Testaus tehtiin pääosin varmistamalla, että tunnusluvun keskiarvo poikkesi merkitsevästi perustapauksen tunnusluvusta. Testauksessa käytettiin keskiarvon tilastollista t-testiä. Testauksen lisäksi saatiin tulostettua keskiarvojen eron vaihteluväli.

3.4 Vertailun tarkentaminen

Koko verkon matka-aikojen, viivytysten, pysähdysten ja polttoainekulutuksen lisäksi tarkasteltiin liikenteelle aiheutuvia vaikutuksia erikseen pääkadun ja sivukadun osalta.

Liikennevalojen toimintaa arvioitiin liikennevalojen eri suuntien vihreiden kestoajan vaihtelun perusteella.

Henkilöautojen ja bussien matka-aikaeroja eri tapausten välillä kussakin liikennetilanteessa kuvattiin myös aikakustannuksina Liikenne- ja viestintäministeriön yleisohjeen (LVM 34/2003) sekä Tiehallinnon ajokustannusjulkaisun (2005) mukaisesti.

4. SIMULOINTITULOKSET

4.1 SYVARIn etuuskien vaikutukset yleisesti

SYVARI-ohjaustavan joukkoliikenne-etuudet nopeuttivat joukkoliikennettä ja vähensivät bussien matka-aikojen hajontaa eli paransivat joukkoliikenteen täsmällisyyttä. *Taulukossa 3* on esitetty bussien ja muiden ajoneuvojen viivytysmuutokset perustapauksissa (ilmaisinetäisyys D1) eri liikennemäärillä ja bussien vuoroväleillä.

Taulukko 3. SYVARIn etuuskien vaikutukset bussien ja muiden autojen viivytyksiin.

Viivytysmuutos (verkkotasolla)	Ruuhkaliikenne		Vähäinen liikenne	
	Vuorov. 5 min	Vuorov. 15 min	Vuorov. 5 min	Vuorov. 15 min
Bussit	-64 %	-64 %	-66 %	-66 %
Henkilöautot	12 %	2 %	5 %	0.2 %

Perustapauksessa (ilmaisinetäisyys D1) bussien viivytykset vähenivät kaikissa tapauksissa noin 65 prosenttia. Muilla ilmaisinetäisyyksillä joukkoliikenteen viivytykset vähenivät 50–70 prosenttia verrattuna vastaaviin tapauksiin, joissa etuudet eivät olleet käytössä. Valo-ohjauksessa käytettävien etuuskien karsiminen vähensi joukkoliikenteen saamaa hyötyä, mutta kaikkein suppeimmallakin etuushjelmalla, jossa joukkoliikenteelle myönnettiin vain pidennyksiä, bussien viivytykset vähenivät noin 17–23 prosenttia.

Muun liikenteen viivytykset kasvoivat joukkoliikenne-etuuskien vaikutuksesta. Muutos ei ollut kuitenkaan aina kovin selkeä, esimerkiksi vähäisellä liikenteellä ja bussiliikenteen vuorovälin ollessa harva (15 minuuttia), viivytysero muulle liikenteelle oli vain 0,2–0,3 prosenttia ilmaisinetäisyydestä riippuen verrattuna tapauksiin, joissa etuudet eivät olleet käytössä. Samoja reittejä bussien kanssa kulkevat muut ajoneuvot hyötyivät joukkoliikenne-etuuksista. Muun liikenteen viivytysten hajontoihin etuuskilla ei ollut huomattavaa vaikutusta.

4.2 Ilmaisinetäisyyden, vuorovälin ja liikennemäärän vaikutus viivytyksiin

Taulukossa 4 on esitetty bussien sekä muiden ajoneuvojen keskimääräiset viivytykset verkolla sekä suhteelliset viivytyserot verkolla perustapauksissa etuuskien ollessa käytössä (ETU-ON) tai poissa käytöstä (ETU-OFF).

Taulukko 4. Keskimääräiset viivytykset (s) perustapausten simuloinneissa eri ilmaisinetäisyyksillä (m) ja suhteellinen muutos ETU-OFF -tapaukseen nähden.

Keskim. viivytykset (s) eri ilmaisinetäisyyksillä (m) [päätie/sivutie]	Bussien vuoroväli 5 minuuttia				Bussien vuoroväli 15 minuuttia			
	Muiden ajoneuvojen liikennemäärä				Muiden ajoneuvojen liikennemäärä			
	Vähäinen (Q2)		Ruuhka (Q1)		Vähäinen (Q2)		Ruuhka (Q1)	
	Bussit	Muut ajon.	Bussit	Muut ajon.	Bussit	Muut ajon.	Bussit	Muut ajon.
OFF	42.2	23.0	46.6	26.3	41.1	22.9	46.4	25.9
70 m / 50 m	20.3	24.0	23.3	28.8				
150 m / 70 m	19.5	24.0	22.0	29.0	19.5	22.9	21.8	26.5
200 m / 150 m	14.5	24.1	16.9	29.4	14.0	22.9	16.9	26.4
300 m / 250 m	11.1	24.5	12.8	30.3				
Suhteellinen viivytysmuutos off-tilanteeseen nähden								
70 m / 50 m	-51.9 %	4.4 %	-50.1 %	9.6 %				
150 m / 70 m	-53.9 %	4.3 %	-52.9 %	10.0 %	-52.6 %	0.3 %	-52.9 %	2.4 %
200 m / 150 m	-65.6 %	4.6 %	-63.8 %	11.7 %	-65.9 %	0.2 %	-63.6 %	2.1 %
300 m / 250 m	-73.8 %	6.2 %	-72.6 %	15.3 %				

Mitä pidempi **ilmaisinetäisyys** oli, sitä vähäisemmät bussien keskimääräiset viivytykset verkolla olivat. Esimerkiksi ilmaisinetäisyyden ollessa erittäin lyhyt (70 metriä päätiellä ja 50 metriä sivutiellä), joukkoliikenteen viivytykset vähenivät noin 50 prosenttia, kun taas ilmaisinetäisyyden ollessa erittäin pitkä (päätiellä 300 metriä ja 250 metriä), viivytykset vähenivät noin 73 prosenttia. Muiden ajoneuvojen viivytykset eivät muuttaneet yhtä suoraviivaisesti kuin busseilla, sillä bussireittejä kulkevat ajoneuvot hyötyivät etuuksista, kun taas muita reittejä kulkevien ajoneuvojen viivytykset kasvoivat. Esimerkiksi vähäisellä liikenteellä 5 minuutin vuorovälillä ilmaisinetäisyyden ollessa päätiellä 200 metriä ja sivutiellä 150 metriä tai lyhyempi, erot muiden ajoneuvojen viivytyksissä olivat 4,3–4,6 prosenttia, ja vasta ilmaisinetäisyyden ollessa erittäin pitkä (300 metriä päätiellä ja 250 metriä sivutiellä), viivytykset kasvoivat selkeämmin (6,2 prosenttia).

Bussien vuorovälin vaikutus bussien keskimääräisiin viivytyksiin verkolla oli vähäinen. Etuuksien ollessa käytössä ero bussien keskimääräisten viivytysten välillä 5 ja 15 minuutin vuoroväleillä oli korkeintaan 0,5 sekuntia. Etuuksien ollessa käytössä ero muiden ajoneuvojen keskimääräisten viivytysten välillä bussien 5 ja 15 minuutin vuoroväleillä oli 1,1–3,0 sekuntia.

Liikennemäärän vaikutus bussiliikenteen suhteelliseen hyötyyn on samaa suuruusluokkaa ruuhka- ja vähäisessä liikenteessä. Suhteellinen ero bussien keskimääräisissä viivytyksissä verkolla oli vähäisen ja ruuhkaliikenteen välillä 1–1,8 prosenttia. Muun liikenteen haitat olivat alhaisemmilla liikennemäärillä hyvin vähäiset, etenkin bussien vuorovälin ollessa harva.

4.3 Ohjaustavan vaikutus viivytyksiin

Taulukossa 5 on verrattu bussien ja muiden ajoneuvojen keskimääräisiä viivytyksiä verkolla, kun valo-ohjauksena on ollut yhteenkytkentä tai erillisohjaus.

Taulukko 5. Bussien ja muiden ajoneuvojen viivytykset verkolla (s) eri ohjaustavoilla sekä suhteellinen muutos vastaavaan ETU-OFF -tapaukseen nähden.

Keskimääräiset viivytykset (s) erillis- ja yhteenkytketyissä valoissa	Ruuhkaliikenne (Q1), bussien vuoroväli 5 min.				Vähäinen liikenne (Q2), bussien vuoroväli 15 min.			
	BUSSIT (5 min)		MUUT AJON. (Q1)		BUSSIT (15 min)		MUUT AJON. (Q2)	
	Ohjaustapa		Ohjaustapa		Ohjaustapa		Ohjaustapa	
	Kytetty	Erillis	Kytetty	Erillis	Kytetty	Erillis	Kytetty	Erillis
OFF-tilanne	46.63	39.26	26.32	26.48	41.06	31.34	22.87	18.49
ON-tilanne	16.90	15.44	29.41	27.72	14.01	13.40	22.91	18.81
Muutos OFF/ON	-63.8 %	-60.7 %	11.7 %	4.7 %	-65.9 %	-57.3 %	0.2 %	1.8 %

Vähäisellä liikenteellä (Q2) 15 minuutin vuorovälillä erillisohjaus on ollut sekä bussien että muiden ajoneuvojen kannalta parempi kuin yhteenkytkentä, etuuksista riippumatta. Etuuksien käyttöönotto on vähentänyt bussien viiveitä 57–66 prosenttia ja kasvattanut muiden ajoneuvojen viiveitä 0,2–1,8 prosenttia.

Ruuhkaliikenteessä (Q1) bussien 5 minuutin vuorovälillä erillisohjaus oli bussien kannalta parempi etuuksista riippumatta. Etuuksien käyttöönotto pienensi bussien viiveitä 61–64 prosenttia. Muun liikenteen osalta erillisohjaus on ollut huonompi silloin, kun joukkoliikenteen etuudet eivät olleet käytössä (verkon keskimääräisten viivytyksen ero tapausten välillä oli 0,16 sekuntia), mutta etuuksien ollessa käytössä erillisohjaus on toiminut yhteenkytkentää paremmin (verkon keskimääräisten viivytysten ero tapausten välillä oli 1,69 sekuntia).

Vähäisellä liikenteellä sekä ruuhkaliikenteessä etuuksien ollessa käytössä erillisohjaus on ollut yhteenkytkentää parempi. Yksi syy tähän on se, että yhteenkytkentä suosi enemmän päätiellä länteen kulkevaa suuntaa, vaikka päätiellä ajavien määrä oli suurempi itään päin. Erillisohjatuissa valoissa vihreä aalto toimi paremmin molempiin suun-

tiin. Esimerkiksi bussien 5 minuutin vuorovälillä erillisohjauksessa lännestä itään päin kulkevan suunnalla muiden ajoneuvojen keskimääräiset viivytykset olivat 11,7 sekuntia (ETU-ON) tai 18,9 sekuntia (ETU-OFF) vähäisemmät kuin yhteenkytketyssä tapauksessa. Tarkemmat tulokset viivytyksistä suunnittain on esitetty liitteessä 4.

Yleistä johtopäätöstä siitä, toimiiko erillisohjaus paremmin kuin yhteenkytkentä, ei voida tulosten perusteella varmuudella tehdä. Simuloiduissa tapauksissa erillisohjaus on toiminut yhteenkytkettyä pääsääntöisesti paremmin, mutta se johtui osin suunnitellusta aallosta ja ajoneuvojen satunnaisesta saapumisesta liikennevaloihin. Mikäli tutkitut liittymät sijaitsivat osana laajempaa verkkoa, ajoneuvot saapuisivat tarkasteluliittymiin viereisten liittymien valo-ohjauksien määräämissä sykleissä. Etuuksien kannalta voidaan kuitenkin vetää se johtopäätös, että etuudet ovat hyödyntäneet busseja ja haitanneet muun liikenteen sujuvuutta sekä yhteenkytkennässä että erillisohjauksessa.

4.4 Käytettävien etuuksien vaikutus viivytyksiin

Taulukossa 6 on verrattu bussien ja muiden ajoneuvojen keskimääräisiä viivytyksiä verkolla eri etuustapauksissa siihen tapaukseen nähden, jossa etuuksia ei ollut lainkaan.

Taulukko 6. Bussien ja muiden ajoneuvojen viivytykset (s) sekä suhteelliset viivytysmuutokset vastaavaan ETU-OFF -tapaukseen nähden eri etuustavoilla.

Keskimääräiset viivytykset eri etuusvaihtoehtoilla	Ruuhkaliikenne (Q1), bussien vuoroväli 5 min.				Vähäinen liikenne (Q2), bussien vuoroväli 15 min.			
	BUSSIT (5 min)		MUUT AJON. (Q1)		BUSSIT (15 min)		MUUT AJON. (Q2)	
	Viivytys (s)	Muutos	Viivytys (s)	Muutos	Viivytys (s)	Muutos	Viivytys (s)	Muutos
OFF-tilanne	46.6		26.3		41.1		22.87	
Kaikki etuudet	16.9	-63.8 %	29.4	11.7 %	14.0	-65.9 %	22.91	0.2 %
Ilman lisävaihetta	25.6	-45.1 %	30.0	13.9 %	22.7	-44.7 %	23.27	1.7 %
Vain pidennys	35.8	-23.3 %	27.5	4.3 %	33.8	-17.6 %	23.14	1.2 %

Joukkoliikenteen hyödyt olivat vähäisemmät, kun etuuksia karsittiin. Ilman lisävaihetta viivytys laski noin 45 prosenttia ja vain pidennyksen ollessa käytössä 18–23 prosenttia. Lisävaiheen poistosta ruuhkaliikenteessä muun liikenteen viivytykset kasvoivat entisestään 2,2 prosenttia. Pelkän pidennyksen ollessa käytössä muun liikenteen viivytysten kasvu oli selvästi pienempi.

Vähäisellä liikenteellä muu liikenteen viivytykset kasvoivat vähiten, kun kaikki etuudet olivat käytössä. Etuuksien karsiminen kasvatti hieman muiden ajoneuvojen viivytyksiä. Tämä aiheutui todennäköisesti siitä, että pelkällä pidennyksellä tai aiennuksella etuuksista hyötyvien ajoneuvojen osuus väheni jolloin ajoneuvojen keskimääräiset viivytykset verkolla olivat hieman korkeammat kuin tapauksessa, jossa on myös lisävaihe tai etuudet eivät ole käytössä.

4.5 Takuuvihreän vaikutus viivytyksiin

Taulukossa 7 on verrattu bussien ja muiden ajoneuvojen keskimääräisiä viivytyksiä verkolla, kun takuuvihreää pidennettiin perustapaukseen nähden.

Taulukko 7. Bussien ja muiden ajoneuvojen viivytykset (s) sekä suhteelliset viivytysmuutokset vastaavaan ETU-OFF -tapaukseen nähden erilaisella takuuvihreällä.

Keskimääräiset viivytykset takuuvihreän muuttuessa	Ruuhkaliikenne (Q1), bussien vuoroväli 5 min.				Vähäinen liikenne (Q2), bussien vuoroväli 15 min.			
	BUSSIT (5 min)		MUUT AJON. (Q1)		BUSSIT (15 min)		MUUT AJON. (Q2)	
	Viivytys (s)	Muutos	Viivytys (s)	Muutos	Viivytys (s)	Muutos	Viivytys (s)	Muutos
OFF-tilanne	46.63		26.32		41.06		22.87	
Perustilanne	16.90	-63.8 %	29.41	11.7 %	14.01	-65.9 %	22.91	0.2 %
Takuuvirh.	19.34	-58.5 %	27.61	4.9 %	19.34	-52.9 %	22.84	-0.1 %

Pidempi takuuvihreä vähensi joukkoliikenteen saamaa suhteellista hyötyä 5,3–13 prosenttia. Muiden ajoneuvojen osalta pidempi takuuvihreä paransi muun liikenteen tilan-

netta selvästi ruuhkaliikenteessä, jolloin muun liikenteen viivytyksen suhteellinen kasvu laski 12 prosentista 5 prosenttiin. Vähäisellä liikennemäärällä myös muun liikenteen viivytyks vähäni vastaavasta OFF-tapauksesta 0,1 prosenttia.

4.6 Infrastruktuurin vaikutus viivytyksiin

4.6.1 Ilmaisimen sijainnin vaikutus pysäkin yhteydessä

Taulukossa 8 on verrattu, miten ilmaisimen sijoittaminen ennen pysäkkiä tai ilmaisimen sijoittaminen heti pysäkin jälkeen vaikuttaa keskimääräisiin viivytyksiin verkolla. Viivytyksiä verrattiin tapaukseen, jossa pysäkki on ennen liittymää, mutta etuudet eivät olleet käytössä.

Taulukko 8. Viivytykset (s) ja suhteelliset viivytysmuutokset ETU-OFF -tapaukseen nähden pysäkkimallissa.

Keskimääräiset viivytykset pysäkkimalleissa	Ruuhkaliikenne (Q1), bussien vuoroväli 5 min.			
	BUSSIT (5 min)		MUUT AJON. (Q1)	
	Viivytyks (s)	Muutos	Viivytyks (s)	Muutos
OFF-tilanne	53.5		26.42	
Ilmainen ennen pys.	21.6	-59.6 %	30.57	15.7 %
Ilmaisins pys. jälkeen	24.4	-54.4 %	29.58	12.0 %

Kun ilmaisins sijaitsi ennen pysäkkiä, joukkoliikenne hyötyi eniten. Myös pysäkin jälkeen sijaitseva ilmaisins hyödytti joukkoliikennettä. Suhteellinen ero näiden tapauksien välillä oli bussien hyödyissä noin 5 prosenttia. Muille ajoneuvoille tilanne oli päinvastainen; viivytykset kasvoivat noin 3,7 prosenttia.

4.6.2 Liittymävälins pituuden vaikutus viivytyksiin

Taulukossa 9 on verrattu ETU-ON ja ETU-OFF -tapauksissa kahdella eri verkolla: perusverkolla sekä verkolla, jossa molemmat liittymävälins olivat vain 200 metriä.

Taulukko 9. Viivytykset (s) ja suhteelliset viivytysmuutokset vastaavaan ETU-OFF -tapaukseen nähden perusmallissa ja lyhyemmän liittymävälins mallissa.

Keskimääräiset viivytykset eri liittymävälinsillä	Ruuhkaliikenne (Q1), bussien vuoroväli 5 min.				Vähäinen liikenne (Q2), bussien vuoroväli 15 min.			
	BUSSIT (5 min)		MUUT AJON. (Q1)		BUSSIT (15 min)		MUUT AJON. (Q2)	
	Viivytyks (s)	Muutos	Viivytyks (s)	Muutos	Viivytyks (s)	Muutos	Viivytyks (s)	Muutos
OFF-tilanne (200m)	37.2		22.3		34.2		21.1	
ON-tilanne (200m)	16.0	-57.0 %	27.6	23.9 %	13.3	-61.1 %	21.5	1.9 %
OFF-tilanne (500m)	46.6		26.3		41.1		22.9	
ON-tilanne (500m)	16.9	-63.8 %	29.4	11.7 %	14.0	-65.9 %	22.9	0.2 %

Verkolla, jossa liittymävälins olivat 200 metriä pitkät, muutokset joukkoliikenteen ja muiden ajoneuvojen viivytyksissä ovat samansuuntaiset (hyöty 57–61 prosenttia) kuin perusverkolla (hyöty 64–66 prosenttia). Joukkoliikenne hyötyi selvästi etuuksista ja muut ajoneuvot kärsivät niistä. Vähäisellä liikenteellä (Q2) muun liikenteen kokema haitta oli hyvin alhainen.

4.7 Ylikuormitustilanteen simuloinnit

Taulukossa 10 on verrattu ylikuormitustilanteen tapauksia etuuksien ollessa käytössä ja poissa käytössä. Perustapauksissa käytetyn valo-ohjauksen lisäksi ylikuormitustilanne simuloitiin pidemmällä takuuvihreillä (vain bussien 5 minuutin vuorovälinsillä).

Taulukko 10. Keskimääräiset viivytykset verkolla (s) ja niiden suhteelliset muutokset vastaavaan ETU-OFF -tapaukseen nähden ylikuormitustilanteen simuloinneissa.

Keskimääräiset viivytykset ylikuormitustilanteissa	Ylikuormitus (Q3), bussien vuorov. 5 min.				Ylikuormitus (Q3), bussien vuorov. 15 min.			
	BUSSIT (5 min)		MUUT AJON. (Q3)		BUSSIT (15 min)		MUUT AJON. (Q3)	
	Viivytys (s)	Muutos	Viivytys (s)	Muutos	Viivytys (s)	Muutos	Viivytys (s)	Muutos
OFF-tilanne	73.0		42.31		58.2		33.83	
ON-tilanne	19.8	-72.9 %	42.54	0.5 %	18.1	-68.8 %	32.02	-5.4 %
Takuuvihr. Muutos	21.9	-70.0 %	35.79	-15.4 %				

Ylikuormitustilanteessa tulokset olivat epäloogisia. Pääsyy tähän oli se, että liittymien valo-ohjaus oli suunniteltu ruuhkaliikenteelle (Q1). Tätä korkeammilla liikennemäärillä osa suunnista ylikuormittui. Esimerkiksi liittymässä 101 etelän tulo-suunta oli etuuskien ollessa pois käytössä täysin ruuhkainen, mutta niiden ollessa käytössä suunnan sujuvuus parani huomattavasti etelästä tulevien bussien etuuskien takia. Samalla päätien sujuvuus kuitenkin huononi.

Bussiliikenteen vuorovälin ollessa 5 minuuttia keskimääräiset viivytykset verkolla kasvoivat hyvin vähän, koska etuudet hyödynsivät bussien tulo-suuntaa, mutta toisaalta heikensivät muiden suuntien sujuvuutta. Kun bussiliikenteen vuoroväli oli 15 minuuttia, etuudet eivät aiheuttaneet merkittävästi haittaa muille suunnille, ja viivytykset vähenivät myös muiden ajoneuvojen osalta 5,4 prosenttia. Tarkemmat tulokset ylikuormitustilanteen viivytyksistä liittymittäin ja suunnittain on esitetty liitteessä 4.

Ylikuormitustilanteessa pidempi takuuvihreä vähensi muiden ajoneuvojen keskimääräisiä viivytyksiä verkolla jopa 15 prosenttia verrattuna tapaukseen, jossa etuudet eivät olleet lainkaan käytössä. Etuudet paransivat erityisen kuormittuneen liittymän 101 etelän tulo-suunnan lisäksi merkittävästi myös 102 liittymässä päätiellä suoraan ajavien sujuvuutta, jolloin suuret liikennemäärät hyötyivät etuuksista. Pidemmällä takuuvihreällä muiden suuntien haitat eivät olleet niin suuret kuin perustapausten takuuvihreällä. Tarkemmat suunnittaiset tulokset on esitetty liitteessä 4.

Simulointimallissa kaistapituudet pyrittiin määrittelemään niin, että kaistapituus ei vaikuttaisi tuloksiin ja kaikki ajoneuvot mahtuisivat jonottamatta liittymissä oikeille kaistoilleen. Kaistapituudet oli kuitenkin määritetty ruuhkaliikenteelle, joten ylikuormitustilanteessa kävi satunnaisesti niin, että kaistapituus ei riittänyt. Esimerkiksi päätiellä liittymää 103 lähestyvä bussi jäi välillä jonottamaan suoraan ajavien kaistalle eikä mahtunut kääntymään vasemmalle kääntyvien kaistalle, koska suoraan ajavien kaistat olivat täynnä. Tällöin vasemmalle kääntyvä bussietuusvaihe toteutui pitkänä, koska bussi ei ruuhkan takia päässyt kuittaamaan pyyntöä pois.

Ylikuormitustilanne simuloitiin vielä uudelleen niin, että liittymän 101 valo-ohjaus oli paremmin tasapainossa siten, että etelän tulo-suunta ei ruuhkaantunut muita suuntia huomattavasti enempää. Lisäksi ruuhkaantuneiden suuntien kääntyvien kaistoja pidenettiin. Taulukossa 11 on verrattu korjattujen ylikuormitusajojen viivytyksiä etuuskien ollessa käytössä ja poissa käytöstä.

Taulukko 11. Keskimääräiset viivytykset verkolla (s) ja niiden suhteelliset muutokset ETU-OFF -tapaukseen nähden korjatuissa ylikuormitustilanteen simuloinneissa.

Keskimääräiset viivytykset (uudet ylikuormitusajot)	Ylikuormitus (Q3), bussien vuorov. 5 min.			
	BUSSIT (5 min)		MUUT AJON. (Q3)	
	Viivytys (s)	Muutos	Viivytys (s)	Muutos
OFF-tilanne	48.6		29.30	
ON-tilanne	18.4	-62.1 %	41.78	42.6 %

Kun liittymät kuormittuivat tasaisesti, etuuskien hyödyt joukkoliikenteelle ja haitat muulle liikenteelle toteutuivat kuten perustapausten simuloinneissa ruuhkaliikenteessä. Joukkoliikenteen hyödyt olivat suhteellisesti samaa luokkaa (62 prosenttia) kuin vastaavissa ruuhkaliikennesimuloinneissa (64 prosenttia), mutta muun ajoneuvoliikenteen kokemat haitat nousivat huomattavasti.

Muun ajoneuvoliikenteen keskimääräiset viivytykset kasvoivat kaikissa liittymissä, myös keskimääräisessä liittymässä, jossa kulkee busseja vain pääsuunnassa. Vaikka pääsuunta hyötyi hieman etuuskista, sivusuunnan viivytykset kasvoivat niin paljon, että kokonaisvaikutus oli negatiivinen. Tarkemmat tulokset liittymittäin ja suunnittain on esitetty *liitteessä 4*.

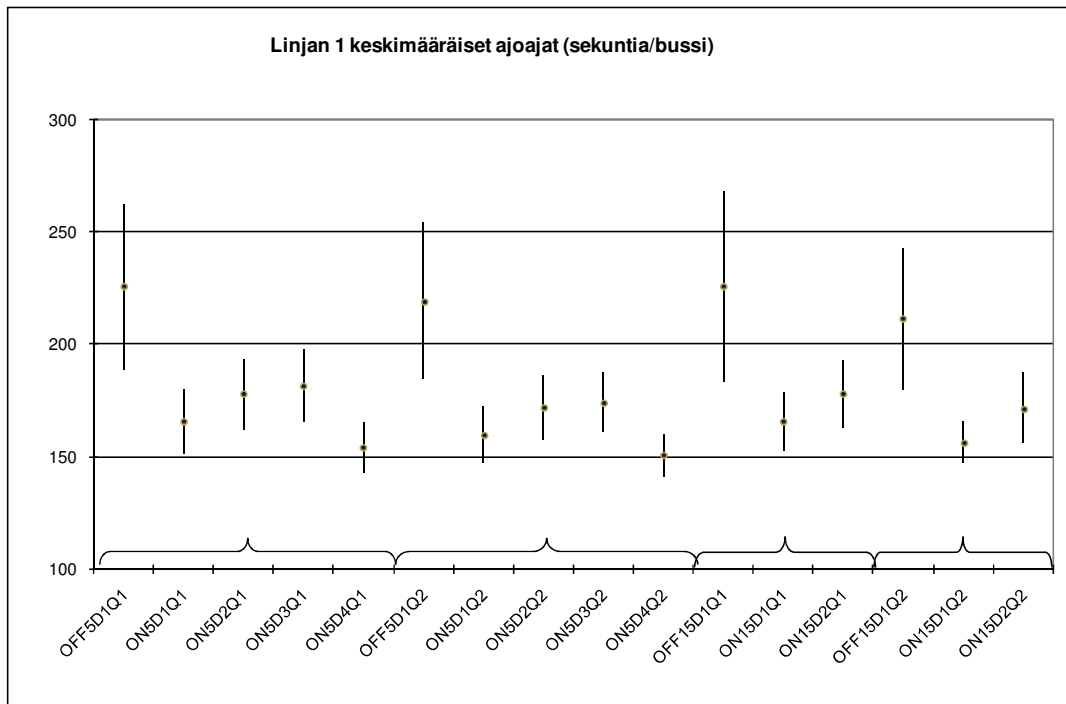
4.8 Muut vertailuparametrit

4.8.1 Matka-ajat

Matka-aikoja tarkasteltiin erikseen kaikkien bussilinjojen osalta. Lisäksi tarkasteltiin päätien suoraan ajavien muiden ajoneuvojen matka-aikoja. Bussien keskimääräiset matka-ajat hajontoineen ovat *liitteessä 5* ja muiden ajoneuvojen *liitteessä 6*.

Mitä pidempi ajoaika bussilla oli ilman etuuskia, sitä suurempi oli bussin saama suhteellinen hyöty. Linjan 2 ajoajat olivat kaikkein pisimmät. Matka-aikojen välinen ero vastakkaiseen suuntaan kulkevan linja kanssa oli erittäin selvä, kun etuudet olivat poissa käytössä. Kun etuudet olivat käytössä, vastakkaiseen suuntaan kulkevan bussilinjan 1 ja linjan 2 väliset erot kaventuivat. Muun liikenteen vaikutus bussien kulkuun väheni erityisesti linjalla 2, joka ajoi ruuhkaisempaan suuntaan.

Kuvassa 4 on esitetty bussilinjan 1 keskimääräiset ajoajat ja niiden hajonta perustapausten simuloinneissa, joissa vaihdeltiin liikennemäärää (ruuhkaliikenne Q1 ja vähäinen liikenne Q2), vuoroväliä (5 minuuttia tai 15 minuuttia) ja ilmaisinetäisyyttä (D1 ilmaisinetäisyys päätiellä 200m ja sivutiellä 150m, muut vastaavasti D2 150m/70m, D3 70m/50m tai D4 300m/250m). Vastaavat kuvat kaikista tapauksista on esitetty *liitteessä 5*.



Kuva 4. Bussilinjan 1 matka-ajat perustapausten simuloinneissa.

Kuvasta 4 nähdään hyvin, miten bussilinja on hyötynyt etuuksista. Sekä matka-ajat että matka-aikojen hajonnat ovat vähentyneet selvästi. Tulokset ovat vastaavat myös muiden bussilinjojen osalta. Matka-ajan muutokset ovat samansuuntaiset kuin muutokset keskimääräisiin viivytyksiin, esim. ilmaisinetäisyyden tai etuuksien karsiminen muuttivat bussien matka-aikoja samalla tavalla kuin viivytykset muuttuivat. Sivutietä suoraan kulkenneet linjat 3 ja 4 (*liite 5*) eivät hyötynyt pelkästä pidennyksestä juuri lainkaan, vaan matka-ajat ovat melkein yhtä pitkät ja hajonta yhtä suuri kuin etuuksien ollessa poissa käytöstä.

Muiden ajoneuvojen matka-aikoja mitattiin vain päätiellä suoraan ajavien osalta. Ruuhkatilanteessa 5 minuutin vuorovälillä itään päin ajavien matka-ajat kasvoivat 11 prosenttia (20 sekuntia) ja lähteen päin ajavien 4 prosenttia (6 sekuntia). Suunta lännestä itään oli ruuhkaisempi. Ruuhkaliikenteessä ja ylikuormitustilanteessa matka-ajat kasvoivat suhteessa enemmän itään kuin länteen ajettaessa muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. Vähäisellä liikenteellä länteen ajettaessa viivytykset kasvoivat suhteessa enemmän kuin itään ajettaessa.

4.8.2 Pysähdykset

Pysähdyksiä on tarkasteltu liittymittäin erikseen busseille ja muille ajoneuvoille. Tulokset on esitetty *liitteessä 7*. Etuuksien johdosta bussien pysähdysten lukumäärä on pääsääntöisesti vähentynyt selvästi. Muiden ajoneuvojen pysähdysten lukumäärässä oli vaihtelua. Pääsääntöisesti pysähdysten lukumäärä kasvoi. Vaikutuksen suuruus ja suunta vaihtelivat liittymittäin.

Liittymässä 101 henkilöautojen pysähdysten lukumäärät kasvoivat melko vähän ja eri ilmaisinetäisyyksien välillä oli vain pienet erot. Esimerkiksi ruuhkaliikenteessä 5 minuutin vuorovälillä ilmaisimen ollessa erittäin kaukana liittymästä pysähdysten lukumäärä kasvoi 6,7 prosenttia ja ilmaisimen ollessa lähellä 3,6 prosenttia. Bussien pysähdyksiin ilmaisinetäisyydellä oli selvä merkitys. Esimerkiksi ruuhkaliikenteessä 5 minuutin vuorovälillä busseista pysähtyi liittymässä noin joka toinen, kun etuudet eivät olleet käytössä.

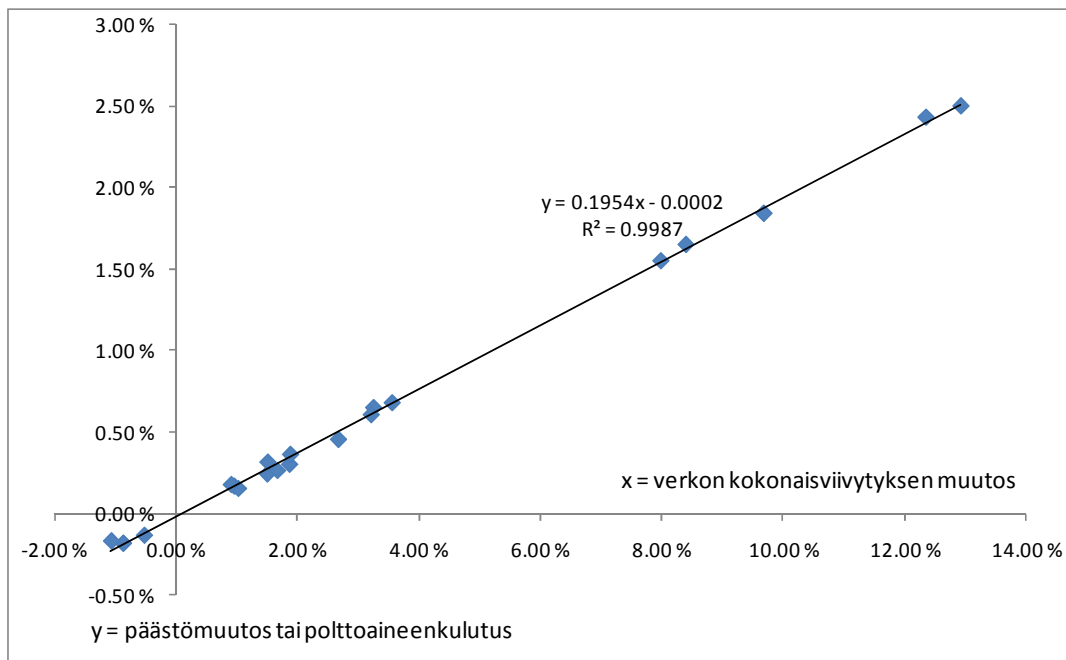
Kun etuudet otettiin käyttöön, ilmaisimen ollessa erittäin lähellä (D3) pysähdykset vähenivät noin 15 prosenttia. Kun ilmaisimella oli erittäin kaukana (D4), pysähdykset vähenivät lähes 90 prosenttia. Tällöin harvempi kuin joka kymmenes bussi joutui pysähtymään.

Liittymässä 102 henkilöautojen pysähdysten lukumäärät kasvoivat vähän ja eri ilmaisimien välillä ei ollut suuria eroja. Bussit hyötyivät tässä liittymässä myös erittäin lyhyestä ilmaisimien välistä ilmaisimien välisestä. Esimerkiksi ruuhkaliikenteessä 5 minuutin vuorovälillä bussien pysähdykset vähenivät erittäin lyhyellä ilmaisimien välistä ilmaisimien välillä (D3) noin 45 prosenttia ja pisimmällä ilmaisimien välistä ilmaisimien välillä (D4) noin 90 prosenttia.

Liittymässä 103 henkilöautojen pysähdysten lukumäärät kasvoivat selvästi kun etuudet otettiin käyttöön, ja erot muihin tarkasteluliittymiin verrattuna olivat suuret. Muutos oli ilmaisimien välistä ilmaisimien välisestä riippuen ruuhkaliikenteessä bussien 5 minuutin vuorovälillä 22–34 prosenttia. Bussien pysähdykset vähenivät, mutta keskimäärin vähemmän kuin muissa liittymissä. Esimerkiksi ruuhkaliikenteessä bussien 5 minuutin vuorovälillä bussien pysähdykset vähenivät erittäin lyhyellä ilmaisimien välistä ilmaisimien välillä noin 23 prosenttia ja pitkällä ilmaisimien välistä ilmaisimien välillä noin 74 prosenttia.

4.8.3 Päästöt ja polttoaineenkulutus

Kuvassa 5 on havainnollistettu bussien ja muiden ajoneuvojen viivytyssumman muutoksen (ETU-ON -tapauksesta vähennetty ETU-OFF -tapaus) ja päästö- tai polttoaineenmuutoksen välistä yhteyttä. Mukana ovat kaikki perusverkolla simuloitut tapaukset ruuhka- ja vähäisessä liikenteessä.



Kuva 5. Viivytyksen ja polttoaineenkulutuksen tai päästön välinen yhteys.

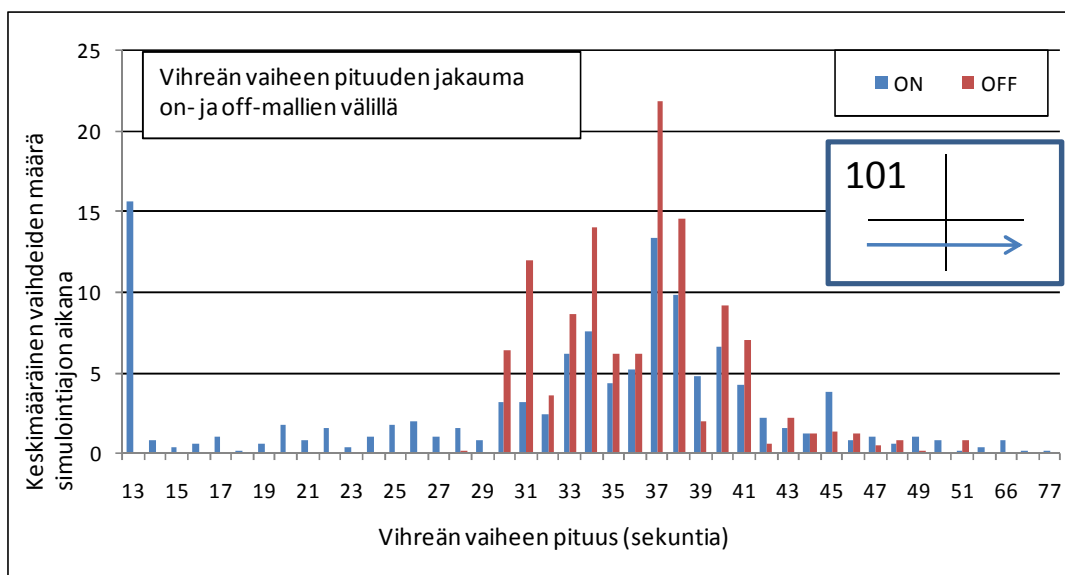
Kuvasta nähdään, että viivytyksen kasvulla ja päästö- tai polttoaineen kulutuksen muutoksella on selvä korrelaatio. Päästömuutos on 0,2 kertaa verkon kokonaisviivytyksen muutos, esimerkiksi verkon kokonaisviivytyksen kasvu 10 prosentilla merkitsee 2 prosentin päästökasvua verkolla. Todellisuudessa yhteys ei ole näin suoraviivainen, vaan tulokset ovat vain suuntaa antavia.

Liitteessä 8 on esitetty eri simulointitapauksissa syntyneiden CO, NOx ja VOC-päästöjen määrät (g) ja liitteessä 9 polttoaineenkulutus liittymittäin sekä yhteensä verkkotasolla.

4.8.4 Liikennevalojen toiminta

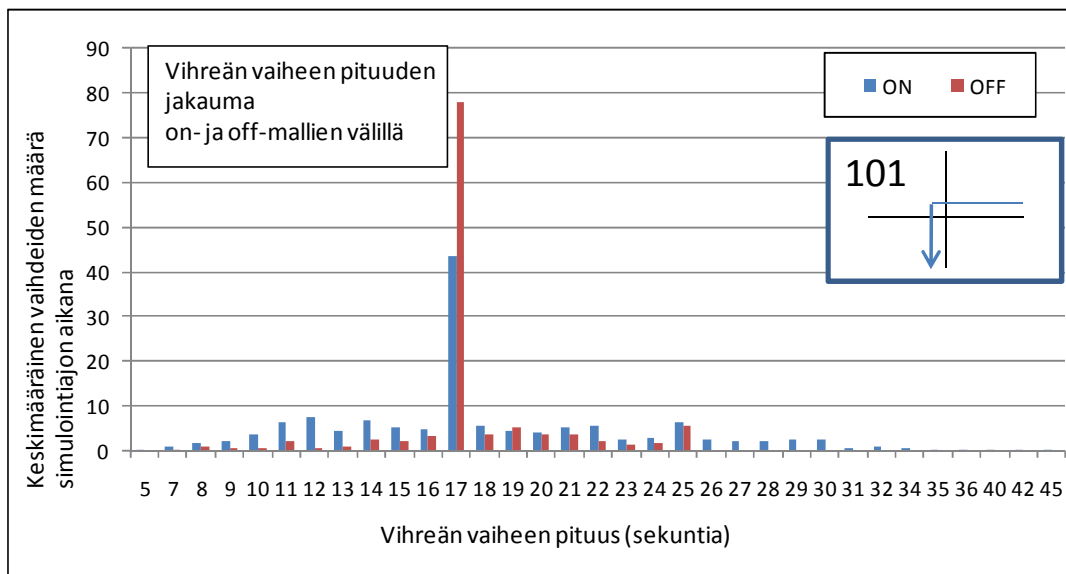
Liitteessä 10 on esitetty keskimääräiset vihreän vaiheen pituudet. Pääsääntöisesti etuudet lisäsivät niiden vihreän vaiheen pituuksia, joilla kulki bussilinjoja. Esimerkiksi liittymässä 102 etuudet lisäsivät keskimääräistä vihreän vaiheen kestoa pääsuunnan osalta ja vähensivät sivusuunnan osalta. Tämä aiheutuu siitä, että liittymässä kulkee bussilinjoja ainoastaan pääsuunnassa. Etuussuunnan keskimääräinen vihreän ajan pituus ei aina kuitenkaan kasvanut. Esimerkiksi liittymässä 103, jossa tulee busseja kolmesta eri suunnasta, kaikkien etuussuuntien keskimääräinen vihreä kesto ei kasvanut. Eri tulosuunnissa toistuvat lisävaiheet vaikuttavat liittymän kokonaisvihreän kestoon vähentävästi, koska lisävaiheet lisäävät suoja-aikoja.

Liittymän 101 vihreän vaiheen kestoa etuuksien ollessa käytössä ja poissa käytöstä on havainnollistettu kuvassa 6 (pääsuunta lännestä itään) ja kuvassa 7 (päätieltä idästä vasemmalle etelään). Kuvat ovat simulointitapauksesta, jossa oli ruuhkaliikenne, 5 minuutin vuoroväli ja ilmaisinetäisyys 200 metriä päätiellä, 150 metriä sivutiellä.



Kuva 6. Vihreän vaihteiden pituuden jakauma liittymässä 101 (lännestä suoraan) ETU-ON- ja ETU-OFF -tapauksissa 5D1Q1.

Etuuksien ollessa poissa käytöstä suunnassa lännestä itään vihreä vaihe toistui viidessä simulointiajossa kolmen tunnin aikana 120–121 kertaa ja etuuksien ollessa käytössä 118–121 kertaa. Suunnan keskimääräinen vihreän kesto väheni etuuksien takia 4,12 sekuntia. Lisäksi eri kierroilla toistuvien vihreän vaihteiden keston hajonta kasvoi selvästi etuuksien ollessa käytössä. Ilman etuuksia vihreän vaiheen keston tyyppiarvo oli 37 sekuntia, kun taas etuuksien ollessa käytössä 13 sekuntia. Muutenkin etuuksien ollessa käytössä esiintyi paljon sellaisia lyhyitä vaihteita, joita ei esiintynyt ollenkaan etuuksien ollessa poissa käytöstä.



Kuva 7. Vihreän vaihteiden pituuden jakauma liittymässä 101 (idästä vasemmalle etelään) ETU-ON- ja ETU-OFF -tapauksissa 5D1Q1.

Etuuksien ollessa poissa käytöstä suunnassa lännestä etelään vihreä vaihe toistui viidessä simuloitajan aikana kolmen tunnin aikana 120 kertaa ja etuuksien ollessa käytössä 135–146 kertaa. Suunnan keskimääräinen vihreän vaiheen kesto kasvoi etuuksien ansiosta 0,24 sekuntia. Vihreän vaiheen pituuden tyyppiarvo oli molemmissa tapauksissa 17 sekuntia, mutta vaihteluväli oli ilman etuuksia 7–25 sekuntia ja etuuksien kanssa 5–45 sekuntia.

Yleisesti ottaen etuuksien ollessa käytössä vihreiden vaihteiden kesto ja toistumiskerrat tunnin aikana vaihtelevat, kun taas etuuksien ollessa poissa käytöstä vaihteiden keston hajonta oli pienempi ja jokainen vaihe toistuu yleensä 40 kertaa tunnissa.

4.9 Simulointitulosten vertailu

Simuloinnista saatuja tuloksia on verrattu ryhmittäin. Arvioinnit perustuvat järjestelmätason tuloksiin, joissa eri tapausten yhtenäistäminen on varmistettu siten, että järjestelmä käyttää aina samaa liikennemäärää, vaikka simuloinneissa satunnaisuus vaikuttaa hieman liikenteen määrään. Arviointi perustuu kappaleessa 3 (Arviointikehikko) esitettyyn neliportaiseen luokitteluun (++ , + , - , --). Eri ryhmien vertailut on esitetty seuraavissa taulukoissa. Vertailuihin pohjalla olevat absoluuttiset luvut on esitetty liitteessä 11 ja vertailuperiaatteet sivulla 13.

Taulukoissa 12 ja 13 on vertailtu käytettyjä etuuksia (kaikki etuudet, ei ylimääräistä vaihtetta sekä pelkkä pidennys) ja muutettua takuuvihreää vastaaviin perustapauksiin, joissa joukkoliikenne-etuudet eivät olleet käytössä.

Taulukko 12. Käytettävien etuuksien ja takuuvihreän vertailu (ruuhkaliikenne, 5 minuutin vuoroväli).

OFF5D1Q1	Viivytykset (ha)	Pysähdykset	Polttoaineen kulutus	Bussien ajoaika	Järjestys
ON5D1Q1	--	++	--	++	2
ON5D1Q1 ei ylim. vaihetta	--	++	--	++	3
ON5D1Q1 vain pidennys	-	--	-	+	4
ON5D1Q1 takuuvihreän muutos	-	++	-	++	1

Taulukko 13. Käytettävien etuuksien ja takuuvihreän vertailu (vähäinen liikenne, 15 minuutin vuoroväli).

OFF15D1Q2	Viivytykset (ha)	Pysähdykset	Polttoaineen kulutus	Bussien ajoaika	Järjestys
ON15D1Q2	-	-	+	++	2
ON15D1Q2 ei ylim. vaihetta	-	-	-	++	4
ON15D1Q2 vain pidennys	-	--	-	+	3
ON15D1Q2 takuuvihreän muutos	+	--	+	++	1

Liikennevalo-ohjaus, jossa oli perusohjelmaa pidempi takuuvihreä, oli suurimman hyödyn tuottava ohjaustapa sekä ruuhka- että vähäisellä liikenteellä. Perustapauksissa käytetty ohjaus oli myös merkittävää hyötyä tuottava, mutta hyöty oli hieman alhaisempi kuin pidemmällä takuuvihreällä.

Taulukoissa 14–16 on vertailtu eri ilmaisinetäisyyden vaikutusta vastaaviin perustapauksiin, joissa joukkoliikenne-etuudet eivät ole olleet käytössä.

Taulukko 14. Ilmaisinetäisyyksien vertailu (ruuhkaliikenne, 5 minuutin vuoroväli).

OFF5D1Q1	Viivytykset (ha)	Pysähdykset	Polttoaineen kulutus	Bussien ajoaika	Järjestys
ON5D3Q1	--	-	--	++	4
ON5D4Q1	--	++	--	++	1
ON5D1Q1	--	++	--	++	2
ON5D2Q1	--	++	--	++	3

Taulukko 15. Ilmaisinetäisyyksien vertailu (vähäinen liikenne, 5 minuutin vuoroväli).

OFF5D1Q2	Viiwytykset (ha)	Pysähdykset	Polttoaineen kulutus	Bussien ajoaika	Järjestys
ON5D3Q2	-	+	-	++	4
ON5D4Q2	-	+	-	++	1
ON5D1Q2	-	+	-	++	2
ON5D2Q2	-	+	-	++	3

Taulukko 16. Ilmaisinetäisyyden vertailu (ruuhkaliikenne, 15 minuutin vuoroväli).

OFF15D1Q1	Viiwytykset (ha)	Pysähdykset	Polttoaineen kulutus	Bussien ajoaika	Järjestys
ON15D1Q1	-	-	-	++	1
ON15D2Q1	-	--	-	++	2

Ilmaisinetäisyys vaikutti saatavaan hyötyyn. Ilmaisinetäisyyden kasvaessa saatiin suurempi hyöty. Pisin ilmaisinetäisyys D4 on toteutettu eri valo-ohjauksella. Liikennemäärällä ei ole suurta vaikutusta tuloksiin.

Taulukoissa 17–18 on vertailtu erillisohjattua järjestelyä joukkoliikenne-etuuksilla vastaaviin tapauksiin, jossa etuudet eivät olleet käytössä.

Taulukko 17. Erillisohjauksen vertailu (ruuhkaliikenne, 5 minuutin vuoroväli).

OFF5D1Q1 erillisohjaus	Viiwytykset (ha)	Pysähdykset	Polttoaineen kulutus	Bussien ajoaika	Järjestys
ON5D1Q1 erillisohjaus	-	+	-	++	1

Taulukko 18. Erillisohjauksen vertailu (vähäinen liikenne, 15 minuutin vuoroväli).

OFF15D1Q2 erillisohjaus	Viiwytykset (ha)	Pysähdykset	Polttoaineen kulutus	Bussien ajoaika	Järjestys
ON15D1Q2 erillisohjaus	-	+	-	+	1

Joukkoliikenne-etuuksilla varustettu SYVARI-ohjaus parantaa joukkoliikenteen liikennöintiä kaikissa niissä tapauksissa, jossa on tehty vertailut etuuksilla ja ilman etuuksia.

5. AIKAKUSTANNUKSET

Aikakustannukset laskettiin erikseen busseille ja muille ajoneuvoille sekä kokonaisvaikutuksena verkolla, jotta voitiin arvioida, onko muiden ajoneuvojen saamat haitat perusteltavissa bussiliikenteen nopeutumisen seurauksena saatavien matkustajien aikasäästöjen kautta.

Etuuksien käyttöönotto vaikuttaa sekä bussien että muun liikenteen matka-aikoihin. Muuta liikennettä oli tarkasteluverkolla selvästi enemmän kuin busseja, mutta toisaalta bussien suurempi matkustajamäärä ajoneuvoa kohti tasoittaa eroa, jos tarkastellaan aikakustannuksia.

Ruuhkaliikenteessä busseille käytettiin aikakustannusta 270 €/h (lähes täysi bussi) ja muuna aikana 126 €/h. Muulle liikenteelle käytettiin ruuhka-aikana arvoa 10,40 €/h. Ruuhka-ajan ulkopuolella käytettiin hieman korkeampaa ajan arvoa 21 €/h koska oletuksena oli, että ruuhka-ajan ulkopuolella on enemmän työasiointimatalla olevia. Arvot ovat Tiehallinnon ohjeiden mukaisia (*Tieliikenteen ajokustannusten yksikköarvot 2005, Tiehallinto 2005*).

Taulukossa 19 on laskettu aikakustannusvaikutukset ruuhkaliikenteen (Q1) ja vähäisen liikenteen (Q2) tapauksille erikseen 5 ja 15 minuutin vuoroväleille.

Taulukko 19. Perustapausten aikakustannusvaikutukset (€/tunti/tarkasteluverkko).

Aikakustannus (€/h)	Ruuhkaliikenne		Vähäinen liikenne	
	5 min.	15 min.	5 min.	15 min.
Bussit	-2964	-971	-1287	-409
Muut autot	827	157	367	15
Yhteensä	-2138	-814	-921	-394

Vertailu paljasti seuraavia vaikutuksia:

- 15 minuutin vuorovälillä bussiliikenteen aikasäästöt ovat huomattavia, eikä autoliikenteelle aiheudu merkittäviä muutoksia
- 5 minuutin vuorovälillä bussiliikenteen aikakustannussäästöt kasvavat likimain samassa suhteessa kuin vuoromäärä, mutta henkilöautoliikenteen viivytykset kasvavat suhteessa huomattavasti nopeammin
- vähäisessä liikenteessä suhteelliset erot korostuvat
- joukkoliikenteen aikasäästöt ovat arvioinnin tarkkuus huomioon ottaen selvästi suurempia kuin muun ajoneuvoliikenteen hidastumisen vaikutukset

Taulukossa 20 on laskettu aikakustannusvaikutukset korjatulle ylikuormitustilanteelle (5 minuutin vuoroväli).

Taulukko 20. Ylikuormitustilanteen aikakustannusvaikutukset (€/tunti/tarkasteluverkko).

Aikakustannus (€/h)	Ylikuormitus
	5 min.
Bussit	-3185
Muut autot	4206
Yhteensä	1021

Ylikuormitustilanteessa muun ajoneuvoliikenteen aikakustannukset ovat niin suuret, että ne ylittävät bussien säästöt aikakustannuksista.

Aikakustannusvaikutukset on laskettu kolmen liittymän tarkasteluverkolle. Vuositasolle laajennettuna hyöty on vastaavalla verkolla liikenteen määristä ja bussiliikenteen vuoroväleistä riippuen 1–3 miljoonaa euroa normaalissa ruuhka- tai vähäisessä liikenteessä. Ylikuormitustilannetta ei huomioitu vuositasolle laajentamisessa. Noin 1 miljoonan euron hyötyyn päästään pikkukaupungissa, jossa ajetaan vain harvalla vuorovälillä ja ruuhkatunteja on vuorokauden aikana muutama. Noin 3 miljoonan euron hyötyyn päästään puolestaan kaupungissa, jossa ruuhka-aikana ajetaan tiheämmällä vuorovälillä ja ruuhkan sekä liikennöintiajan pituus on hieman pidempi kuin pienissä kaupungeissa.

6. VAIKUTUSTEN ARVIOINTI

Vaikutukset joukkoliikenteelle

Joukkoliikenne-etuudet hyödynsivät joukkoliikennettä kaikissa tarkastelluissa tapauksissa. Etuudet nopeuttivat joukkoliikennettä ja paransivat joukkoliikenteen täsmällisyyttä pienentämällä matka-aikojen hajontaa. Etuuksien ollessa käytössä joukkoliikenteen viivytykset vähenivät ruuhkaliikenteessä 64 prosenttia (30 sekuntia) verrattuna vastaavaan simulointitapaukseen, joissa etuudet eivät olleet käytössä. Vähäisellä liikenteellä viivytykset vähenivät 66 prosenttia (28 sekuntia).

Joukkoliikenteen vuorovälillä oli vain vähäinen vaikutus joukkoliikenteen hyötyihin. Joukkoliikenne-etuudet toimivat joukkoliikenteen kannalta hyvin myös liittymässä, johon tulee etuuspyyntöjä lähes joka kierrolla ja eri suunnista. Syy tähän on, että valohauksen ei tarvitse palata normaalikiertoon ennen uuden etuuden toteutumista.

Vaikutukset muulle liikenteelle

Joukkoliikenne-etuudet aiheuttivat muulle liikenteelle kokonaisuudessaan hieman haittaa. Ruuhkaliikenteessä ja joukkoliikenteen 5 minuutin vuorovälillä muun liikenteen ajoneuvokohtaiset keskimääräiset viivytykset kasvoivat 12 prosenttia (3 sekuntia), kun taas 15 minuutin vuorovälillä keskimääräiset viivytykset kasvoivat vain 2 prosenttia (0,5 sekuntia). Vähäisessä liikenteessä 5 minuutin vuorovälillä muun liikenteen ajoneuvokohtaiset keskimääräiset viivytykset kasvoivat 5 prosenttia (1 sekunti) ja 15 minuutin vuorovälillä 0,2 prosenttia.

Bussien ja muun liikenteen määrällä on selvä vaikutus muun liikenteen viivytyksiin. Tiheämmällä bussien vuorovälillä on suhteellisesti suurempi vaikutus muun liikenteen viivytyksiin kuin liikenneverkon kokonaisliikenteen määrällä silloin, kun liikenneverkko ei ole ylikuormittunut. Vähäisellä liikenteellä liikennevaloissa on väljyyttä, jolloin etuudet eivät olennaisesti heikennä muiden suuntien sujuvuutta ja toisaalta parantavat etuus suunnissa liikenteen sujuvuutta. Tällöin vaikutus muun liikenteen viivytyksiin on hyvin pieni. Ruuhkaisella verkolla etuudet selvästi haittaavat muun liikenteen sujuvuutta kokonaisuutena, mutta kokonaisuudessa muut ajoneuvot kärsivät vain muutamia sekunteja.

Ylikuormitustilanteessa (käyttösuhde 1.2) bussien 5 minuutin vuorovälillä muun liikenteen ajoneuvokohtaiset keskimääräiset viivytykset kasvoivat noin 40 prosenttia (12,5 sekuntia). Ylikuormitustilanteessa etuuksien aiheuttama haitta muulle liikenteelle on suuri. Vaikka bussietuus suunnat hyötyivät etuuksista, muissa suunnissa ajoneuvot kärsivät erittäin paljon. Verkon kokonaisviivytykset kasvoivat tällaisessa tapauksessa huomattavasti. Vaikka bussit kulkivat vain ruuhkaisella päätiellä, liittymän kokonaisviivytykset kasvoivat. Ajoneuvojen saama hyöty etuuksista oli päätiellä varsin pieni, mutta sivutien haitat olivat erittäin suuret.

Ilmaisinetäisyys

Ilmaisinetäisyydellä oli selkeä vaikutus sekä joukkoliikenteen saamiin hyötyihin että muun liikenteen haittoihin. Ilmaisimien siirtäminen kauemmaksi liittymästä sujuvoitti selvästi joukkoliikennettä, mutta toisaalta lisäsi viivytyksiä muulle liikenteelle. Ilmaisimen ollessa päätiellä 70 metrin ja sivutiellä 50 metrin päässä liittymästä, bussien viivytykset vähenivät ruuhkaliikenteessä noin 50 prosenttia (23 sekuntia) ja muun liikenteen viivytykset kasvoivat noin 10 prosenttia (2,5 sekuntia). Kun ilmaisimet olivat päätiellä 200 metrin ja sivutiellä 150 metrin päässä liittymästä, bussien viivytykset vähenivät noin 64 prosenttia (30 sekuntia) ja muiden ajoneuvojen viivytykset kasvoivat noin 12 prosenttia (3 sekuntia).

Työssä tarkasteltiin myös ilmaisimen optimaalista sijaintia liittymän edessä sijaitsevan pysäkin yhteydessä. Bussien kannalta ilmaisimien hyödyntäminen enemmän, mikäli ilmaisimien sijainti on ennen pysäkkiä kuin sen jälkeen. Vastaavasti muu ajoneuvoliikenne kärsii vähemmän, mikäli ilmaisimien sijoitetaan vasta pysäkin jälkeen.

Käytettävien etuuskosten merkitys

Perustapausten simuloineissa bussit saivat vaiheen pidennyksen, aiennuksen tai lisävaiheen. Tällöin joukkoliikenteen viivytykset vähenivät ruuhkaliikenteessä 5 minuutin vuorovälillä liikennöitäessä noin 64 prosenttia ja muiden ajoneuvojen viivytykset kasvoivat 12 prosenttia. Mikäli lisävaihe poistettiin käytöstä, joukkoliikenteen viivytykset vähenivät 45 prosenttia ja muun liikenteen viivytykset kasvoivat 14 prosenttia vastaavaan ETU-OFF -tapaukseen nähden. Bussien saadessa vain pidennyksiä, bussien viivytykset vähenivät noin 20 prosenttia ja muun liikenteen viivytykset kasvoivat 4 prosenttia vastaavaan ETU-OFF -tapaukseen nähden.

Vaikutukset aikakustannuksiin

Bussiliikenteen vuorovälin ollessa 15 minuuttia bussiliikenteen aikakustannussäästöt olivat huomattavia etuuskosten takia, eikä muulle liikenteelle aiheutunut merkittäviä muutoksia. Vähäisellä liikenteellä bussien saama aikakustannussäästö oli yhteensä 400 euroa/h ja muun liikenteen lisäkustannukset 15 e/h. Ruuhkaliikenteessä bussien aikakustannussäästöt olivat lähes 1 000 euroa/h ja muiden ajoneuvojen lisäkustannukset 160 euroa/h. Tiheällä 5 minuutin vuorovälillä bussiliikenteen aikakustannussäästöt kasvoivat likimain samassa suhteessa kuin vuoromäärä, mutta henkilöautoliikenteen viivytykset kasvoivat suhteessa nopeammin lisäkustannusten ollessa vähäisellä liikenteellä noin 370 euroa/h ja ruuhkaliikenteessä 830 euroa/h. Joukkoliikenteen aikakustannussäästöt olivat kuitenkin selvästi suurempia kuin muun ajoneuvoliikenteen hidastumista aiheutuvat lisäkustannukset.

Vuositasolle laajennettuna aikakustannussäästöt olivat tutkitulla verkolla vähäisellä liikenteellä noin miljoona euroa ja ruuhkaliikenteellä noin kolme miljoonaa euroa. Ylikuormitustilanteessa muiden ajoneuvojen viivytykset kasvoivat niin paljon, ettei etuuskosten ollu hyötyä, vaan kokonaisaikakustannukset kasvoivat koko verkolla.

Etuuksien soveltuvuus käyttöön

Vaikutusten arvioinnista saatavien tulosten perusteella joukkoliikenne-etuudet osoittautuivat kannattavaksi normaalissa ruuhkaliikenteessä sekä liikenteen ollessa vähäinen. Kun liittymän kuormitusaste on alhainen, etuuksilla ei ole kovin oleellisia vaikutuksia muulle liikenteelle. Kuormitusasteeltaan alhaisen liittymän toiminnassa on väljyyttä, joten etuudet voivat käyttää hyväkseen liittymän vapaata välityskykyä. Kun kuormitusaste kasvaa, vaikutukset viivytyksiin vaihtelevat. Bussien kanssa samoja reittejä kulkevat ajoneuvot hyötyvät etuuksista, toisaalta muut suunnat kärsivät etuuksista. Mikäli bussien tulosuunta on erittäin ruuhkainen ilman etuuksia, etuus saattaa myös toimia ruuhkan purkajana.

Etuuksien ollessa käytössä lyhyiden vaiheiden määrä ja suoja-aikojen osuudet kierrossa pääsääntöisesti kasvoivat. Lisäksi bussien vuorovälin ollessa lyhyet liittymät eivät käytännössä aina ehdi palautua tahdistettuun vaiherinkiin etuuksien välillä. Koska lisävaiheet lisäävät suoja-aikojen osuutta, myös bussietuussuunnan kokonaisvireän määrä saattaa olla jopa lyhyempi kuin ilman etuutta. Tämän vuoksi etuuksien käyttö kuormitetuissa liittymissä vaatii selvästi enemmän harkintaa ja toiminnan säätöä, kuin niiden käyttö kuormitusasteeltaan alhaisemmissa liittymissä.

Ruuhkaisissa liittymissä on suositeltavaa käyttää etuuksia siten, että ne muuttavat vihreiden esiintymisaikoja kierrossa. Tällöin ne eivät vaikuta vihreän ajan jakoon eri ajosuuntien kesken, eivätkä vähennä liittymän kokonaisvihreän määrää.

LÄHDELUETTELO

KSV (2008). *Internet-sivut*.

<http://www.hel2.fi/liikenteenohjaus/jenka/malliverkko1.asp>

LVM (2003). *Liikenneväylähankkeiden arvioinnin yleisohje*. LVM:n julkaisuja 34/2003

Tiehallinto (2005). *Tieliikenteen ajokustannusten yksikköarvot 2005*.

LIITELUETTELO

Liite 1. Mallinnettu liikenneverkko

Liite 2. Liikennevalojen vaihekaaviot

Liite 3. Ajoneuvojen keskimääräiset viivytykset verkolla

Liite 4. Viivytykset liittymittäin ja suunnittain

Liite 5. Bussien matka-ajat

Liite 6. Muiden ajoneuvojen matka-ajat

Liite 7. Pysähdykset

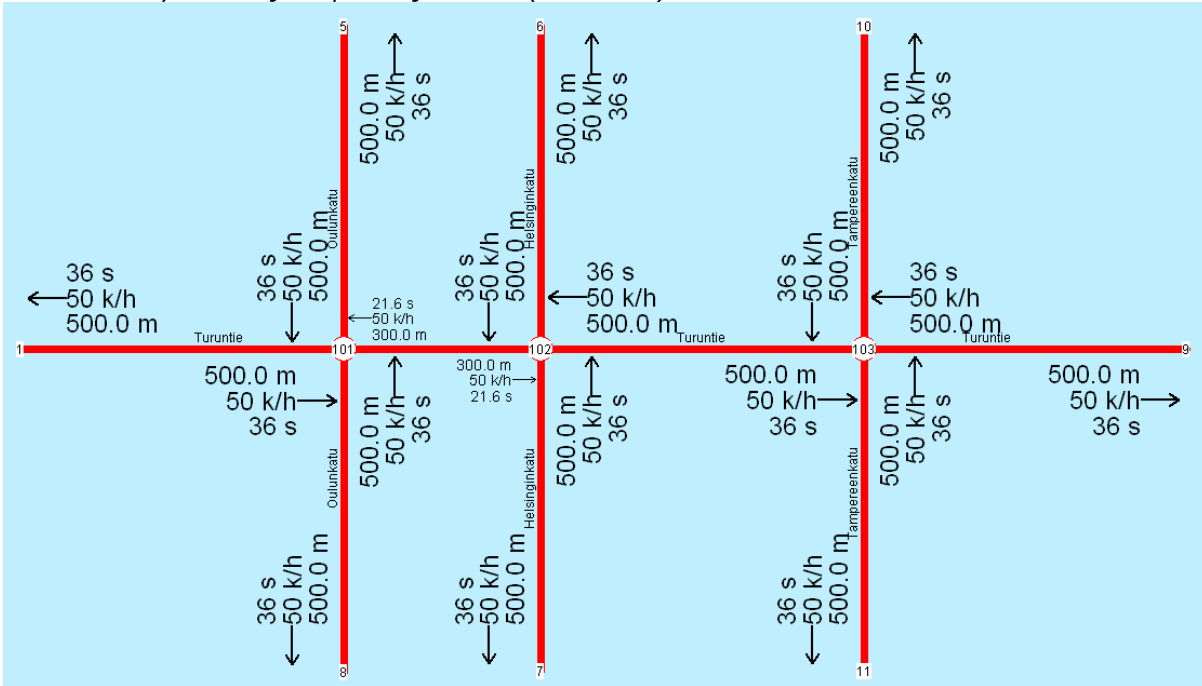
Liite 8. Päästöt

Liite 9. Polttoaineen kulutus

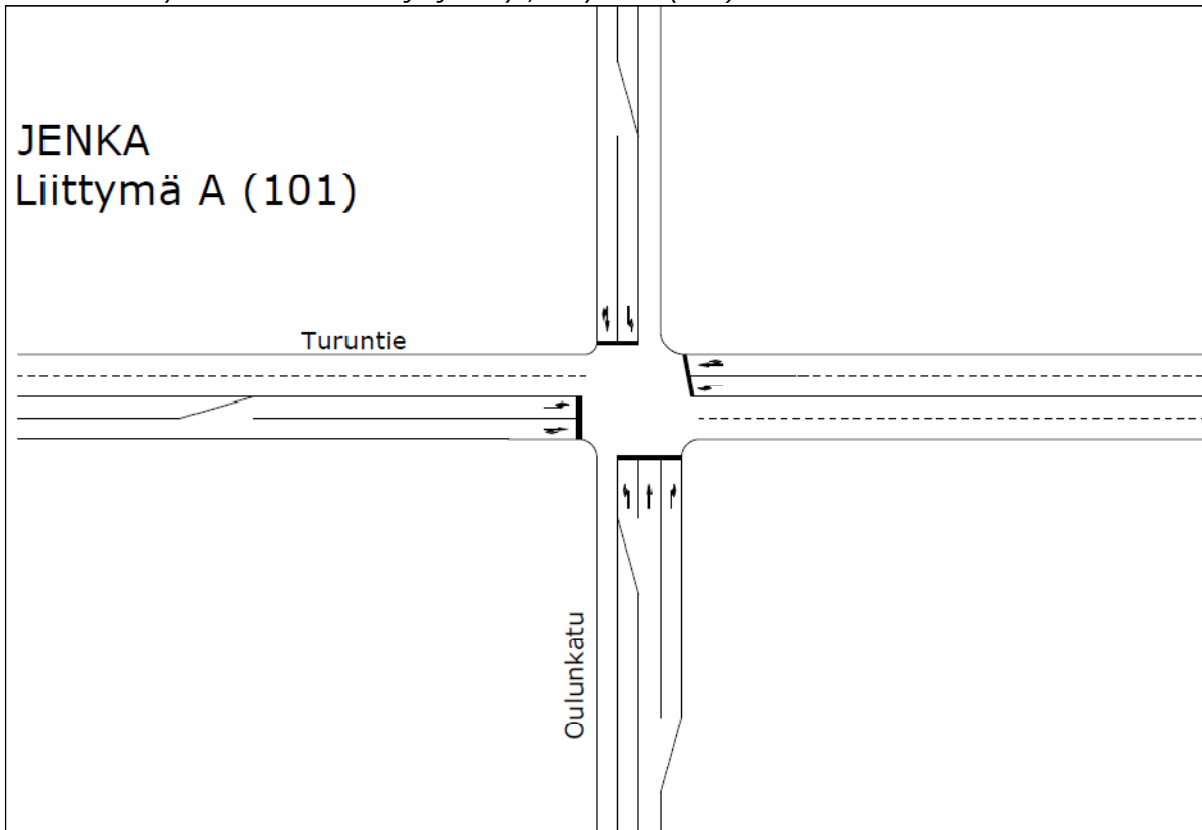
Liite 10. Liikennevalojen toiminta

Liite 11. Tulosten vertailu

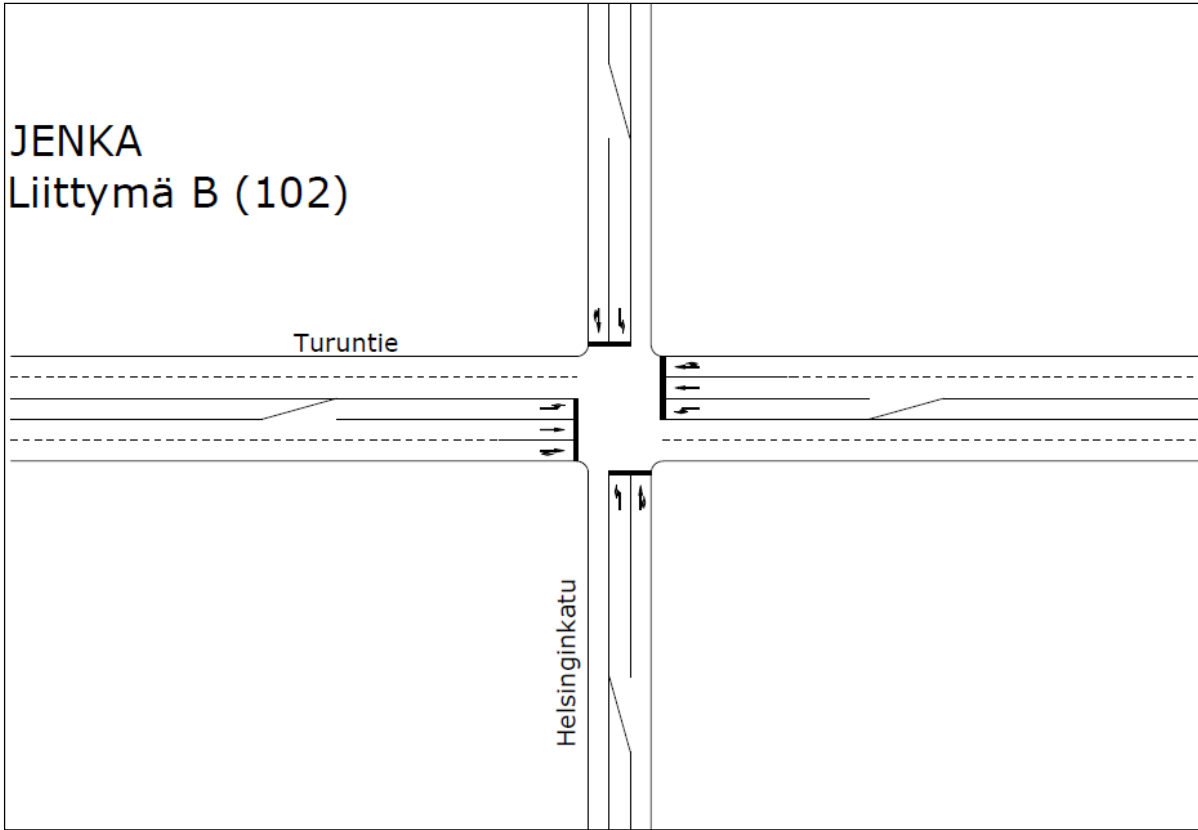
Kuva 1.1 Liittymävälit ja nopeusrajoitukset (KSV 2009).



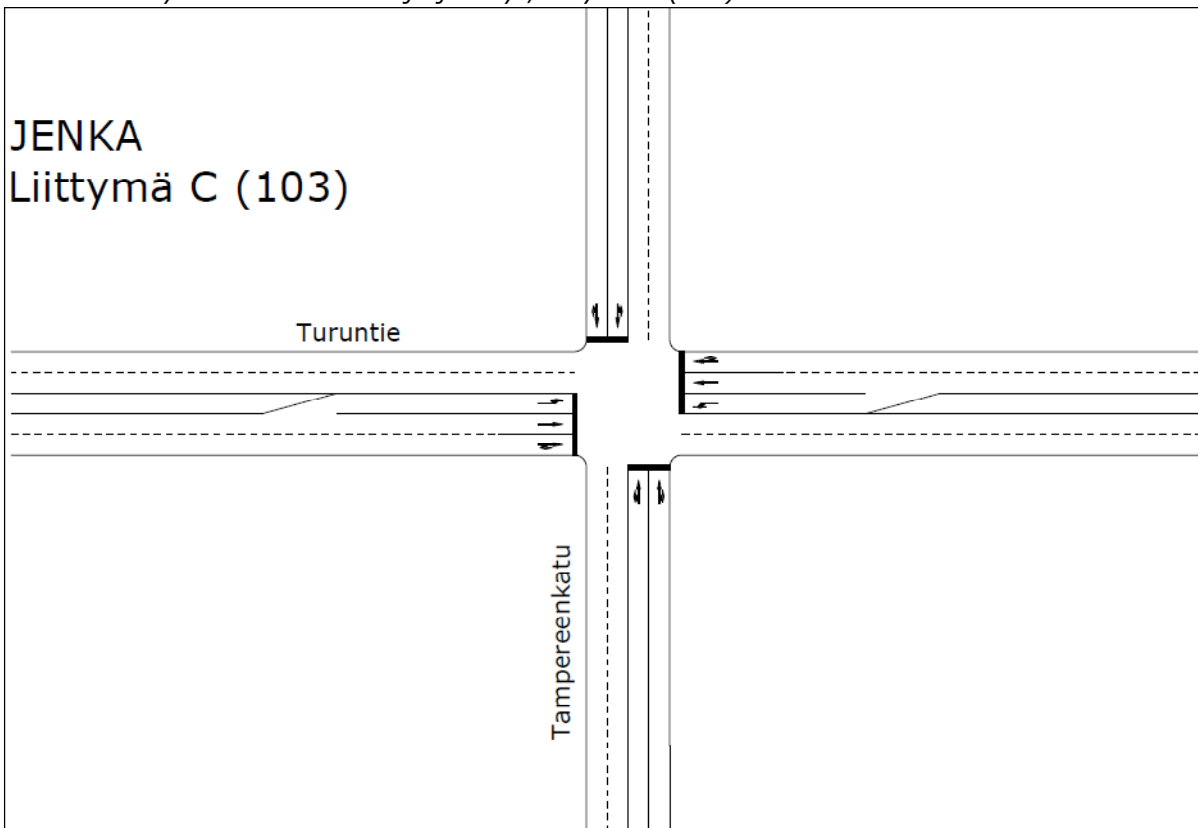
Kuva 1.2 Liittymäkohtaiset kaistajärjestelyt, liittymä A (101).



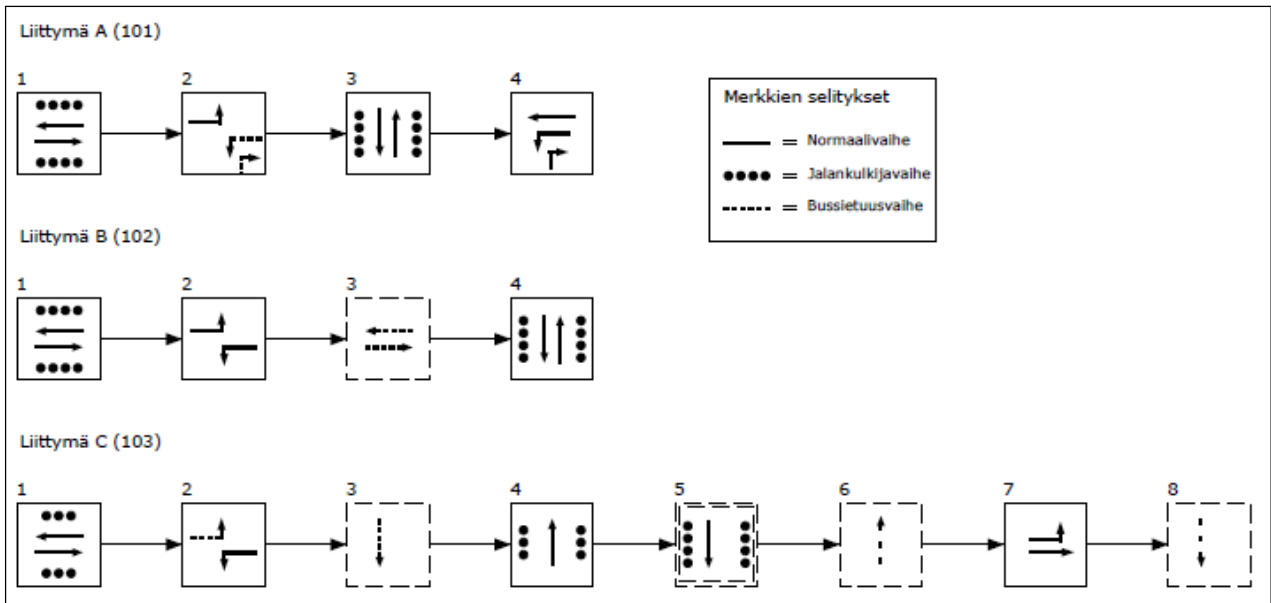
Kuva 1.3 Liittymäkohtaiset kaistajärjestelyt, liittymä B (102).



Kuva 1.4 Liittymäkohtaiset kaistajärjestelyt, liittymä C (103).



Kuva 2.1 Vaihekaaviot.



Taulukko 3.1. Bussien keskimääräiset viivytykset ja hajonta verkolla (s) sekä keskimääräisen viivytyksen muutos verrattuna vastaavaan simulointitapaukseen, jossa etuudet eivät olleet käytössä (OFF).

Simulointimalli	Ajoneuvo	Hajonta (max)	Hajonta (min)	Keskiarvo	Keskiarvon muutos	
Perusmallit	OFF5D1Q1	Bussi	56.2	37.1	46.6	
	ON5D1Q1	Bussi	22.6	11.2	16.9	-63.8 %
	ON5D2Q1	Bussi	28.1	15.8	22.0	-52.9 %
	ON5D3Q1	Bussi	29.2	17.4	23.3	-50.1 %
	ON5D4Q1	Bussi	18.2	7.3	12.8	-72.6 %
	OFF5D1Q2	Bussi	52.6	31.9	42.2	
	ON5D1Q2	Bussi	20.1	8.9	14.5	-65.6 %
	ON5D2Q2	Bussi	25.1	13.8	19.5	-53.9 %
	ON5D3Q2	Bussi	26.7	13.9	20.3	-51.9 %
	ON5D4Q2	Bussi	16.6	5.6	11.1	-73.8 %
	OFF15D1Q1	Bussi	56.5	36.3	46.4	
	ON15D1Q1	Bussi	22.2	11.6	16.9	-63.6 %
	ON15D2Q1	Bussi	27.6	16.1	21.8	-52.9 %
	OFF15D1Q2	Bussi	51.4	30.7	41.1	
	ON15D1Q2	Bussi	19.7	8.4	14.0	-65.9 %
ON15D2Q2	Bussi	24.8	14.1	19.5	-52.6 %	
Erillisohjaus	OFF5D1Q1 erillisohjaus	Bussi	53.1	25.4	39.3	
	ON5D1Q1 erillisohjaus	Bussi	20.9	10.0	15.4	-60.7 %
	OFF15D1Q2 erillisohjaus	Bussi	44.1	18.6	31.3	
	ON15D1Q2 erillisohjaus	Bussi	18.3	8.5	13.4	-57.3 %
Käytettävät etuudet	OFF5D1Q1	Bussi	56.2	37.1	46.6	
	ON5D1Q1	Bussi	22.6	11.2	16.9	-63.8 %
	ON5D1Q1 ei ylim. vaihetta	Bussi	34.7	16.5	25.6	-45.1 %
	ON5D1Q1 vain pidennys	Bussi	43.6	27.9	35.8	-23.3 %
	ON5D1Q1 takuuvihr. muutos	Bussi	25.0	13.7	19.3	-58.5 %
	OFF15D1Q2	Bussi	51.4	30.7	41.1	
	ON15D1Q2	Bussi	19.7	8.4	14.0	-65.9 %
	ON15D1Q2 ei ylim. vaihetta	Bussi	31.0	14.3	22.7	-44.7 %
	ON15D1Q2 vain pidennys	Bussi	43.5	24.2	33.8	-17.6 %
	ON15D1Q2 takuuvihr. muutos	Bussi	20.8	9.2	15.0	-63.5 %
Pysäkimallit	OFF5D1Q1 pysäkki	Bussi	64.5	42.5	53.5	
	ON5D1Q1 pysäkkiä ennen	Bussi	24.3	18.8	21.6	-59.6 %
	ON5D1Q1 pysäkin jälkeen	Bussi	28.1	20.7	24.4	-54.4 %
Lyhyt liittymäväli	OFF5D1Q1 200m liittymäväli	Bussi	46.0	28.4	37.2	
	ON5D1Q1 200m liittymäväli	Bussi	21.9	10.1	16.0	-57.0 %
	OFF15D1Q2 200m liittymäli	Bussi	44.9	23.4	34.2	
	ON15D1Q2 200m liittymäväli	Bussi	18.7	7.9	13.3	-61.1 %
Ylikuormitustilanne	OFF5D1Q3	Bussi	112.7	33.3	73.0	
	ON5D1Q3	Bussi	27.7	11.9	19.8	-72.9 %
	ON5D1Q3 takuuvihr. muutos	Bussi	28.3	15.4	21.9	-70.0 %
	OFF15D1Q3	Bussi	78.9	37.6	58.2	
	ON15D1Q3	Bussi	24.0	12.3	18.1	-68.8 %
	OFF5D1Q3 korjattu ohjaus	Bussi	60.2	37.0	48.6	
ON5D1Q3 korjattu ohjaus	Bussi	24.0	12.8	18.4	-62.1 %	

Etuus käytössä / poissa käytöstä = ON / OFF

Bussien vuoroväli = 5 tai 15 minuuttia

Liikennemäärä = Q1 (ruuhkaliikenne), Q2 (vähäinen liikenne) tai Q3 (ylikuormitustilanne)

Ilmaisinetäisyys (ilmaisinetäisyys päätiellä / sivutiellä) = D1 (200m/150m), D2 (150m/70m), D3 (70m/50m) tai D4 (300m/250m)

Taulukko 3.2. Muiden ajoneuvojen keskimääräiset viivytykset ja hajonta verkolla (s) sekä keskimääräisen viivytyksen muutos verrattuna vastaavaan simulointitapaukseen, jossa etuudet eivät olleet käytössä (OFF).

Simulointimalli	Ajoneuvo	Hajonta (max)	Hajonta (min)	Keskiarvo	Keskiarvon muutos	
Perusmallit	OFF5D1Q1	Muut ajon.	28.8	23.8	26.3	
	ON5D1Q1	Muut ajon.	31.1	27.8	29.4	11.7 %
	ON5D2Q1	Muut ajon.	30.7	27.2	29.0	10.0 %
	ON5D3Q1	Muut ajon.	30.6	27.1	28.8	9.6 %
	ON5D4Q1	Muut ajon.	32.9	27.8	30.3	15.3 %
	OFF5D1Q2	Muut ajon.	25.0	21.1	23.0	
	ON5D1Q2	Muut ajon.	25.0	23.2	24.1	4.6 %
	ON5D2Q2	Muut ajon.	25.1	22.9	24.0	4.3 %
	ON5D3Q2	Muut ajon.	25.4	22.7	24.0	4.4 %
	ON5D4Q2	Muut ajon.	25.3	23.6	24.5	6.2 %
	OFF15D1Q1	Muut ajon.	28.2	23.5	25.9	
	ON15D1Q1	Muut ajon.	28.0	24.8	26.4	2.1 %
	ON15D2Q1	Muut ajon.	28.3	24.7	26.5	2.4 %
	OFF15D1Q2	Muut ajon.	24.8	21.0	22.9	
	ON15D1Q2	Muut ajon.	24.3	21.5	22.9	0.2 %
ON15D2Q2	Muut ajon.	24.3	21.6	22.9	0.3 %	
Erillisohjaus	OFF5D1Q1 erillisohjaus	Muut ajon.	30.3	22.6	26.5	
	ON5D1Q1 erillisohjaus	Muut ajon.	31.4	24.1	27.7	4.7 %
	OFF15D1Q2 erillisohjaus	Muut ajon.	19.8	17.2	18.5	
	ON15D1Q2 erillisohjaus	Muut ajon.	20.2	17.4	18.8	1.8 %
Käytettävät etuudet	OFF5D1Q1	Muut ajon.	28.8	23.8	26.3	
	ON5D1Q1	Muut ajon.	31.1	27.8	29.4	11.7 %
	ON5D1Q1 ei ylim. vaihetta	Muut ajon.	31.7	28.3	30.0	13.9 %
	ON5D1Q1 vain pidennys	Muut ajon.	28.5	26.4	27.5	4.3 %
	ON5D1Q1 takuuvhr. muutos	Muut ajon.	29.1	26.2	27.6	4.9 %
	OFF15D1Q2	Muut ajon.	24.8	21.0	22.9	
	ON15D1Q2	Muut ajon.	24.3	21.5	22.9	0.2 %
	ON15D1Q2 ei ylim. vaihetta	Muut ajon.	24.9	21.7	23.3	1.7 %
	ON15D1Q2 vain pidennys	Muut ajon.	25.1	21.1	23.1	1.2 %
	ON15D1Q2 takuuvhr. muutos	Muut ajon.	24.2	21.5	22.8	-0.1 %
Pysäkimallit	OFF5D1Q1 pysäkki	Muut ajon.	28.8	24.0	26.4	
	ON5D1Q1 pysäkkiä ennen	Muut ajon.	32.9	28.2	30.6	15.7 %
	ON5D1Q1 pysäkin jälkeen	Muut ajon.	31.1	28.1	29.6	12.0 %
Lyhyt liittymäväli	OFF5D1Q1 200m liittymäväli	Muut ajon.	23.8	20.8	22.3	
	ON5D1Q1 200m liittymäväli	Muut ajon.	30.1	25.2	27.6	23.9 %
	OFF15D1Q2 200m liittymäväli	Muut ajon.	23.3	18.9	21.1	
	ON15D1Q2 200m liittymäväli	Muut ajon.	23.4	19.7	21.5	1.9 %
Ylikuormitustilanne	OFF5D1Q3	Muut ajon.	67.6	17.0	42.3	
	ON5D1Q3	Muut ajon.	50.9	34.2	42.5	0.5 %
	ON5D1Q3 takuuvhr. muutos	Muut ajon.	41.6	30.0	35.8	-15.4 %
	OFF15D1Q3	Muut ajon.	48.0	19.7	33.8	
	ON15D1Q3	Muut ajon.	36.6	27.4	32.0	-5.4 %
	OFF5D1Q3 korjattu ohjaus	Muut ajon.	33.5	25.1	29.3	
ON5D1Q3 korjattu ohjaus	Muut ajon.	50.9	32.6	41.8	42.6 %	

Etuus käytössä / poissa käytöstä = ON / OFF

Bussien vuoroväli = 5 tai 15 minuuttia

Liikennemäärä = Q1 (ruuhkaliikenne), Q2 (vähäinen liikenne) tai Q3 (ylikuormitustilanne)

Ilmaisinetäisyys (ilmaisinetäisyys päätiellä / sivutiellä) = D1 (200m/150m), D2 (150m/70m), D3 (70m/50m) tai D4 (300m/250m)

VERTAILU YLIKUORMITUSTILANTEEN MALLIEN VÄLILLÄ (ETU-ON / ETU-OFF)

Taulukoissa on laskettu viivytysero kääntymisvirroittain ylikuormitustilanteen malleille, joissa etuudet ovat olleet käytössä ja vastaavan mallin, jossa etuus ei ole ollut käytössä, välille. Sen mallin, jossa etuus on ollut käytössä, esiintyneestä keskimääräisestä viivytyksestä on vähennetty vastaavan mallin, jossa etuus ei ole ollut käytössä, esiintynyt keskimääräinen viivytys.

Taulukko 4.1 Ylikuormitustilanteen mallien välinen vertailu (bussien vuoroväli 5 minuuttia).

Vertailu (ON5D1Q3 - OFF5D1Q3)	Idästä			Pohjoisesta			Etelästä			Lännessä		
	Pohj.	Etelään	Länteen	Itään	Etelään	Länteen	Itään	Pohj.	Länteen	Itään	Pohj.	Etelään
101 Bussien viiv. ero, s/ajon		-8.44					-218.70					
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	-1.31	-7.26	-1.55	9.82	12.30	11.60	-192.17	-90.44	-83.57	28.08	17.66	29.57
102 Bussien viiv. ero, s/ajon			-30.07							-32.08		
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	-3.64	1.25	-3.47	4.26	13.92	14.98	67.02	68.16	44.70	-6.56	-1.92	-6.74
103 Bussien viiv. ero, s/ajon					-28.39	-25.42		-19.38			-60.43	
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	9.03	14.52	7.39	1.28	-0.42	-2.26	3.87	3.94	3.64	44.16	-20.62	44.59

Taulukko 4.2 Ylikuormitustilanteen mallien välinen vertailu (bussien vuoroväli 15 minuuttia).

Vertailu (ON15D1Q3 - OFF15D1Q3)	Idästä			Pohjoisesta			Etelästä			Lännessä		
	Pohj.	Etelään	Länteen	Itään	Etelään	Länteen	Itään	Pohj.	Länteen	Itään	Pohj.	Etelään
101 Bussien viiv. ero, s/ajon		-9.31					-103.60					
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	0.00	-1.80	0.08	6.52	0.15	0.00	-66.16	-18.10	-15.58	8.05	2.76	8.77
102 Bussien viiv. ero, s/ajon			-30.38							-31.83		
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	-1.26	-0.59	-1.16	2.48	4.44	5.47	11.43	10.86	8.63	-2.99	-2.15	-2.71
103 Bussien viiv. ero, s/ajon					-28.00	-28.37		-26.01			-61.74	
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	3.00	5.18	2.75	-2.14	-2.83	-2.57	-0.25	-0.78	1.40	8.63	-7.08	8.52

Taulukko 4.3 Ylikuormitustilanteen mallien välinen vertailu, kun ETU-ON -tapauksessa oli käytössä pi-dempi takuuvihreä (bussien vuoroväli 5 minuuttia).

Vert. (ON5D1Q3 takuuvihr. - OFF5D1Q3)	Idästä			Pohjoisesta			Etelästä			Lännessä		
	Pohj.	Etelään	Länteen	Itään	Etelään	Länteen	Itään	Pohj.	Länteen	Itään	Pohj.	Etelään
101 Bussien viiv. ero, s/ajon		-3.22					-212.07					
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	0.98	-2.83	0.27	6.24	6.65	8.66	-186.15	-86.12	-76.92	15.29	8.37	14.87
102 Bussien viiv. ero, s/ajon			-27.34							-30.15		
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	-1.28	2.74	-2.11	4.00	7.02	6.27	23.20	23.94	19.02	-7.63	-1.85	-7.99
103 Bussien viiv. ero, s/ajon					-27.43	-23.08		-17.83			-64.66	
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	6.39	16.71	6.73	1.91	2.02	-0.26	5.27	6.80	5.79	22.69	-26.10	21.89

Taulukko 4.4 Korjatun ylikuormitustilanteen mallien välinen vertailu (bussien vuoroväli 5 minuuttia).

Vertailu (uusi ON5D1Q3 - uusi OFF5D1Q3)	Idästä			Pohjoisesta			Etelästä			Lännessä		
	Pohj.	Etelään	Länteen	Itään	Etelään	Länteen	Itään	Pohj.	Länteen	Itään	Pohj.	Etelään
101 Bussien viiv. ero, s/ajon		-2.03					-35.82					
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	0.73	2.76	1.15	18.56	18.59	22.85	-15.29	-5.80	13.30	35.58	28.40	38.39
102 Bussien viiv. ero, s/ajon			-27.72							-31.73		
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	-2.35	1.01	-2.76	5.44	11.46	12.77	61.23	59.65	42.40	-5.64	-1.19	-5.18
103 Bussien viiv. ero, s/ajon					-28.67	-25.61		-22.35			-66.33	
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	6.73	13.71	6.81	-0.54	-0.38	-5.21	3.34	5.61	2.60	36.78	-28.82	38.70

VERTAILU YHTENKYTKETTYJEN JA ERILLISOHJATTUJEN VALO-OHJAUSTEN VÄLILLÄ

Taulukoissa on laskettu viivytysero kääntymisvirroittain erillisohjatus ja vastaavan yhteenkytketyn mallin välillä. Erillisohjatussa mallissa esiintyneestä keskimääräisestä viivytyksestä on vähennetty yhteenkytketyssä mallissa esiintynyt keskimääräinen viivytys.

Taulukko 4.5 Erillisohjauksen ja yhteenkytkennän välinen vertailu etuuskien ollessa käytössä (ruuhkaliikenne Q1, bussien vuoroväli 5 minuuttia).

Vert. (ON5D1Q1 erillisojtaus - ON5D1Q1)	Idästä			Pohjoisesta			Etelästä			Lännessä		
	Pohj.	Etelään	Länteen	Itään	Etelään	Länteen	Itään	Pohj.	Länteen	Itään	Pohj.	Etelään
101 Bussien viiv. ero, s/ajon		1.72					0.29					
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	4.12	7.39	3.50	-8.33	-6.12	-7.82	-1.87	-0.59	-9.30	2.68	1.35	3.21
102 Bussien viiv. ero, s/ajon			-1.92							-2.77		
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	0.47	6.18	0.43	2.21	-1.83	-0.17	-8.11	-8.76	-2.93	-11.65	-1.54	-11.74
103 Bussien viiv. ero, s/ajon					-0.54	-3.08		-4.79			-0.58	
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	-0.60	-0.38	0.18	-1.86	-3.35	-2.85	-2.20	-3.08	-2.92	3.05	-3.02	1.63

Taulukko 4.6 Erillisohjauksen ja yhteenkytkennän välinen vertailu, kun etuudet eivät olleet käytössä (ruuhkaliikenne Q1, bussien vuoroväli 5 minuuttia).

Vert. (OFF5D1Q1 erillisojtaus - OFF5D1Q1)	Idästä			Pohjoisesta			Etelästä			Lännessä		
	Pohj.	Etelään	Länteen	Itään	Etelään	Länteen	Itään	Pohj.	Länteen	Itään	Pohj.	Etelään
101 Bussien viiv. ero, s/ajon		17.61					-9.82					
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	4.74	9.99	4.29	-2.45	-3.07	-3.83	-10.72	-0.79	-7.33	5.10	6.96	6.29
102 Bussien viiv. ero, s/ajon			-16.08							-28.80		
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	-0.82	3.93	-1.84	3.58	5.31	3.87	8.78	8.41	5.16	-18.87	0.03	-19.05
103 Bussien viiv. ero, s/ajon					0.20	-0.07		3.28			-24.36	
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	2.90	10.88	2.42	1.49	2.08	-0.77	0.99	1.12	0.76	10.81	-14.43	10.36

Taulukko 4.7 Erillisohjauksen ja yhteenkytkennän välinen vertailu etuuskien ollessa käytössä (vähäinen liikenne Q2, bussien vuoroväli 15 minuuttia).

Vert. (ON15D1Q2 erillisojtaus - ON15D1Q2)	Idästä			Pohjoisesta			Etelästä			Lännessä		
	Pohj.	Etelään	Länteen	Itään	Etelään	Länteen	Itään	Pohj.	Länteen	Itään	Pohj.	Etelään
101 Bussien viiv. ero, s/ajon		0.34					-0.23					
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	3.47	4.68	2.63	-9.56	-10.69	-12.36	-7.69	-10.03	-12.68	0.46	-6.58	0.13
102 Bussien viiv. ero, s/ajon			1.90							-1.42		
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	-2.23	-4.34	-1.00	-3.39	-3.89	-3.64	-3.71	-2.72	-5.15	-13.34	-14.87	-13.00
103 Bussien viiv. ero, s/ajon					-2.49	-1.07		-2.05			0.16	
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	-3.54	-1.06	-2.35	-8.21	-9.74	-8.44	-6.95	-5.99	-8.02	3.10	-9.28	3.43

Taulukko 4.8 Erillisohjauksen ja yhteenkytkennän välinen vertailu, kun etuudet eivät olleet käytössä (vähäinen liikenne Q2, bussien vuoroväli 15 minuuttia).

Vert. (OFF15D1Q2 erillisojtaus - OFF15D1Q2)	Idästä			Pohjoisesta			Etelästä			Lännessä		
	Pohj.	Etelään	Länteen	Itään	Etelään	Länteen	Itään	Pohj.	Länteen	Itään	Pohj.	Etelään
101 Bussien viiv. ero, s/ajon		12.23					-14.17					
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	3.10	5.40	2.91	-9.82	-11.02	-10.80	-9.75	-9.52	-12.62	0.88	-9.68	1.45
102 Bussien viiv. ero, s/ajon			-21.57							-29.18		
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	-1.99	-3.75	-2.22	-1.23	-3.20	-2.35	-4.74	-2.89	-1.42	-15.44	-13.77	-16.18
103 Bussien viiv. ero, s/ajon					-4.01	-2.87		-5.56			-12.61	
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	-2.58	0.80	-1.83	-7.85	-9.32	-8.21	-7.82	-7.81	-8.41	3.61	-13.60	2.99

VERTAILU ERILAISTEN ETUUSJÄRJESTELYJEN VÄLILLÄ

Taulukoissa on laskettu viivytysero kääntymisvirroittain erilaisilla etuustavoilla (kaikki etuudet, pidennykset ja aiennukset tai pelkät pidennykset) vastaavan mallin välillä, jossa etuudet eivät olleet käytössä.

Taulukko 4.9 Vertailu ETU-ON ja ETU-OFF -tapauksien välillä, kun ETU-ON -tapauksessa kaikki etuudet olivat käytössä (ruuhkaliikenne Q1, bussien vuoroväli 5 minuuttia).

Vert. (ON5D1Q1 - OFF5D1Q1)	Idästä			Pohjoisesta			Etelästä			Lännestä		
	Pohj.	Etelään	Länteen	Itään	Etelään	Länteen	Itään	Pohj.	Länteen	Itään	Pohj.	Etelään
101 Bussien viiv. ero, s/ajon		-7.63					-35.77					
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	0.23	-1.84	0.74	8.17	7.76	7.73	-14.89	3.00	9.24	9.29	1.08	8.99
102 Bussien viiv. ero, s/ajon			-27.49							-33.08		
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	-3.10	1.84	-3.33	5.87	10.95	10.18	24.04	23.24	13.17	-7.32	0.99	-7.30
103 Bussien viiv. ero, s/ajon					-31.27	-24.19		-18.35			-58.95	
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	7.32	8.99	5.33	-0.33	0.37	-3.39	3.62	3.78	3.33	11.03	-21.30	12.99

Taulukko 4.10 Vertailu ETU-ON ja ETU-OFF -tapauksien välillä, kun ETU-ON -tapauksessa ei ollut käytössä ylimääräistä vaihetta (ruuhkaliikenne Q1, bussien vuoroväli 5 minuuttia).

Vert. (ON5D1Q1 ei ylim. vaihetta - OFF5D1Q1)	Idästä			Pohjoisesta			Etelästä			Lännestä		
	Pohj.	Etelään	Länteen	Itään	Etelään	Länteen	Itään	Pohj.	Länteen	Itään	Pohj.	Etelään
101 Bussien viiv. ero, s/ajon		-1.10					-25.84					
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	-1.24	1.30	-1.45	12.13	11.40	11.22	-11.83	5.50	15.90	2.98	0.91	3.00
102 Bussien viiv. ero, s/ajon			-23.39							-30.16		
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	-0.97	2.37	-1.99	5.46	11.77	12.91	25.55	25.12	12.25	-5.47	-2.64	-5.50
103 Bussien viiv. ero, s/ajon					-19.25	-14.66		-13.98			-39.14	
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	3.13	10.99	2.59	0.76	-1.75	-2.35	6.58	4.77	3.15	11.93	-14.77	13.08

Taulukko 4.11 Vertailu ETU-ON ja ETU-OFF -tapauksien välillä, kun ETU-ON -tapauksessa oli käytössä vain pidennykset (ruuhkaliikenne Q1, bussien vuoroväli 5 minuuttia).

Vert. (ON5D1Q1 vain pidennys - OFF5D1Q1)	Idästä			Pohjoisesta			Etelästä			Lännestä		
	Pohj.	Etelään	Länteen	Itään	Etelään	Länteen	Itään	Pohj.	Länteen	Itään	Pohj.	Etelään
101 Bussien viiv. ero, s/ajon		-7.02					-15.97					
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	-0.61	-0.05	-0.49	1.78	1.17	1.21	-6.60	-0.96	-2.78	0.94	-0.37	0.84
102 Bussien viiv. ero, s/ajon			-3.33							-3.33		
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	0.13	-0.15	-0.57	-0.05	2.83	1.73	3.79	4.01	3.01	-0.54	0.31	-0.57
103 Bussien viiv. ero, s/ajon					-10.55	-5.88		-2.13			-38.27	
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	2.42	4.59	2.28	1.58	0.06	0.03	3.20	2.16	1.62	6.10	-6.16	5.97

VERTAILU PERUSTAPAUSTEN MALLIEN VÄLILLÄ

Taulukoissa on laskettu viivytysero kääntymisvirroittain perustapausten mallien välillä (ETU-ON / ETU-OFF) kun bussien vuoroväli on ollut 15 minuuttia ja muun liikenteen määrä vähäinen (Q2).

Taulukko 4.12 Vertailu ETU-ON ja ETU-OFF -tapausten välillä, kun ETU-ON -tapauksessa kaikki etuudet olivat käytössä (vähäinen liikenne Q2, bussien vuoroväli 15 minuuttia).

Vert. (ON15D1Q2 - OFF15D1Q2)	Idästä			Pohjoisesta			Etelästä			Lännestä		
	Pohj.	Etelään	Länteen	Itään	Etelään	Länteen	Itään	Pohj.	Länteen	Itään	Pohj.	Etelään
101 Bussien viiv. ero, s/ajon		-2.78					-29.10					
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	0.27	1.23	0.58	-0.32	0.18	2.69	-2.75	1.24	-0.24	0.91	-3.24	2.55
102 Bussien viiv. ero, s/ajon			-30.97							-35.11		
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	-0.38	-0.37	-1.15	3.18	1.69	2.75	0.47	0.78	3.10	-2.32	-0.51	-2.39
103 Bussien viiv. ero, s/ajon					-27.39	-21.33		-24.66			-45.10	
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	1.92	2.08	1.53	-0.07	0.93	-0.13	-1.04	-0.37	0.60	1.29	-6.85	2.74

Taulukko 4.13 Vertailu ETU-ON ja ETU-OFF -tapausten välillä, kun ETU-ON -tapauksessa ei ollut käytössä ylimääräistä vaihetta (vähäinen liikenne Q2, bussien vuoroväli 15 minuuttia).

Vert. (ON15D1Q2 ei ylim. vaihetta - OFF15D1Q2)	Idästä			Pohjoisesta			Etelästä			Lännestä		
	Pohj.	Etelään	Länteen	Itään	Etelään	Länteen	Itään	Pohj.	Länteen	Itään	Pohj.	Etelään
101 Bussien viiv. ero, s/ajon		7.13					-21.60					
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	-0.31	2.60	-0.17	1.83	1.62	3.97	-1.63	1.78	0.69	0.43	-2.87	2.19
102 Bussien viiv. ero, s/ajon			-25.39							-30.88		
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	0.02	-1.60	-0.95	2.81	2.32	3.24	1.37	0.96	4.28	-1.31	-1.35	-1.63
103 Bussien viiv. ero, s/ajon					-19.09	-12.96		-19.00			-25.17	
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	1.53	2.78	0.50	0.40	0.05	0.04	1.34	1.33	1.33	0.67	-0.59	3.02

Taulukko 4.14 Vertailu ETU-ON ja ETU-OFF -tapausten välillä, kun ETU-ON -tapauksessa oli käytössä vain pidennykset (vähäinen liikenne Q2, bussien vuoroväli 15 minuuttia).

Vert. (ON15D1Q2 vain pidennys - OFF15D1Q2)	Idästä			Pohjoisesta			Etelästä			Lännestä		
	Pohj.	Etelään	Länteen	Itään	Etelään	Länteen	Itään	Pohj.	Länteen	Itään	Pohj.	Etelään
101 Bussien viiv. ero, s/ajon		-0.36					-11.53					
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	0.63	1.19	0.05	0.15	0.24	0.45	0.51	0.07	-0.76	-0.28	0.90	0.68
102 Bussien viiv. ero, s/ajon			-3.79							-8.74		
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	0.20	-0.83	-0.49	1.07	0.49	1.85	1.00	1.50	1.79	0.34	-2.21	-0.26
103 Bussien viiv. ero, s/ajon					-3.74	-4.58		-8.47			-16.51	
Muiden ajon. viiv. ero, s/ajon	0.75	0.67	0.37	-0.12	1.95	0.14	0.70	0.63	-0.29	-0.14	0.70	-0.37

Taulukko 5.1 Linjojen 1 ja 2 matka-ajat (pitkät bussilinjat).

Linja 1					Linja 2					
Simulointimalli	Hajonta (max)	Hajonta (min)	Keski-arvo	Keskiarvon muutos	Simulointimalli	Hajonta (max)	Hajonta (min)	Keski-arvo	Keskiarvon muutos	
Perusmallit	OFF5D1Q1	262	189	226		OFF5D1Q1	343	255	299	
	ON5D1Q1	180	151	166	-26.6 %	ON5D1Q1	187	155	171	-42.8 %
	ON5D2Q1	193	162	178	-21.2 %	ON5D2Q1	208	166	187	-37.5 %
	ON5D3Q1	197	166	182	-19.6 %	ON5D3Q1	213	173	193	-35.5 %
	ON5D4Q1	166	143	154	-31.6 %	ON5D4Q1	171	145	158	-47.1 %
	OFF5D1Q2	254	184	219		OFF5D1Q2	323	233	278	
	ON5D1Q2	172	147	160	-27.3 %	ON5D1Q2	176	149	162	-41.6 %
	ON5D2Q2	186	157	172	-21.7 %	ON5D2Q2	197	159	178	-36.1 %
	ON5D3Q2	187	161	174	-20.7 %	ON5D3Q2	197	161	179	-35.5 %
	ON5D4Q2	160	141	151	-31.3 %	ON5D4Q2	161	142	152	-45.4 %
	OFF15D1Q1	268	183	226		OFF15D1Q1	343	250	296	
	ON15D1Q1	179	152	166	-26.6 %	ON15D1Q1	190	157	173	-41.5 %
	ON15D2Q1	193	163	178	-21.2 %	ON15D2Q1	209	172	191	-35.6 %
	OFF15D1Q2	243	180	211		OFF15D1Q2	325	217	271	
	ON15D1Q2	165	147	156	-26.1 %	ON15D1Q2	174	149	161	-40.4 %
	ON15D2Q2	187	156	171	-18.9 %	ON15D2Q2	201	161	181	-33.2 %
Erillisohjaukset	OFF5D1Q1 erillisohjaukset	265	188	226		OFF5D1Q1 erillisohjaukset	281	190	235	
	ON5D1Q1 erillisohjaukset	177	148	163	-28.2 %	ON5D1Q1 erillisohjaukset	183	153	168	-28.6 %
	OFF15D1Q2 erillisohjaukset	227	171	199		OFF15D1Q2 erillisohjaukset	246	184	215	
	ON15D1Q2 erillisohjaukset	169	145	157	-20.9 %	ON15D1Q2 erillisohjaukset	173	147	160	-25.5 %
Käytettävät etuudet	OFF5D1Q1	262	189	226		OFF5D1Q1	343	255	299	
	ON5D1Q1	180	151	166	-26.6 %	ON5D1Q1	187	155	171	-42.8 %
	ON5D1Q1 ei ylim. vaihetta	206	167	186	-17.5 %	ON5D1Q1 ei ylim. vaihetta	228	180	204	-31.9 %
	ON5D1Q1 vain pidennys	239	178	209	-7.5 %	ON5D1Q1 vain pidennys	284	198	241	-19.4 %
	ON5D1Q1 takuuühr. muutos	186	156	171	-24.2 %	ON5D1Q1 takuuühr. muutos	196	162	179	-40.0 %
	OFF15D1Q2	243	180	211		OFF15D1Q2	325	217	271	
	ON15D1Q2	165	147	156	-26.1 %	ON15D1Q2	174	149	161	-40.4 %
	ON15D1Q2 ei ylim. vaihetta	199	161	180	-14.8 %	ON15D1Q2 ei ylim. vaihetta	217	169	193	-28.7 %
	ON15D1Q2 vain pidennys	230	175	203	-4.1 %	ON15D1Q2 vain pidennys	282	186	234	-13.6 %
	ON15D1Q2 takuuühr. muutos	174	146	160	-24.4 %	ON15D1Q2 takuuühr. muutos	183	149	166	-38.8 %
Pysäkkimallit	OFF5D1Q1 pysäkki	325	240	282		OFF5D1Q1 pysäkki	350	274	312	
	ON5D1Q1 pysäkkiä ennen	216	170	193	-31.7 %	ON5D1Q1 pysäkkiä ennen	213	175	194	-37.7 %
	ON5D1Q1 pysäkin jälkeen	217	172	195	-31.0 %	ON5D1Q1 pysäkin jälkeen	234	184	209	-32.9 %
Lyyhyt liittymävälit	OFF5D1Q1 200m liittymäväli	207	152	180		OFF5D1Q1 200m liittymäväli	248	177	212	
	ON5D1Q1 200m liittymäväli	151	125	138	-23.2 %	ON5D1Q1 200m liittymäväli	154	124	139	-34.4 %
	OFF15D1Q2 200m liittymäväli	198	148	173		OFF15D1Q2 200m liittymäväli	228	171	200	
	ON15D1Q2 200m liittymäväli	147	120	134	-22.5 %	ON15D1Q2 200m liittymäväli	145	121	133	-33.5 %
Ylikuormitustilanne	OFF5D1Q3	266	192	229		OFF5D1Q3	577	402	489	
	ON5D1Q3	181	152	166	-27.4 %	ON5D1Q3	214	159	186	-61.9 %
	ON5D1Q3 takuuühr. muutos	196	157	177	-22.9 %	ON5D1Q3 takuuühr. muutos	214	167	191	-61.0 %
	OFF15D1Q3	269	193	231		OFF15D1Q3	444	310	377	
	ON15D1Q3	175	151	163	-29.4 %	ON15D1Q3	198	166	182	-51.8 %
	OFF5D1Q3 korjattu ohjaukset	258	190	224		OFF5D1Q3 korjattu ohjaukset	353	266	310	
	ON5D1Q3 korjattu ohjaukset	185	153	169	-24.7 %	ON5D1Q3 korjattu ohjaukset	191	161	176	-43.2 %

Etuus käytössä / poissa käytöstä = ON / OFF

Bussien vuoroväli = 5 tai 15 minuuttia

Liikennemäärä = Q1 (ruuhkaliikenne), Q2 (vähäinen liikenne) tai Q3 (ylikuormitustilanne)

Ilmaisinetäisyys (ilmaisinetäisyys päätiellä / sivutiellä) = D1 (200m/150m), D2 (150m/70m), D3 (70m/50m) tai D4 (300m/250m)

Taulukko 5.2 Linjojen 3 ja 4 matka-ajat (lyhyet bussilinjat).

Linja 3					Linja 4				
Simulointimalli	Hajonta (max)	Hajonta (min)	Keski-arvo	Keskiarvon muutos	Simulointimalli	Hajonta (max)	Hajonta (min)	Keski-arvo	Keskiarvon muutos
Perusmallit	OFF5D1Q1	138	89	113	OFF5D1Q1	132	83	107	
	ON5D1Q1	91	73	82	ON5D1Q1	105	73	89	-17.3 %
	ON5D2Q1	100	78	89	ON5D2Q1	110	79	95	-11.7 %
	ON5D3Q1	102	77	89	ON5D3Q1	111	79	95	-11.6 %
	ON5D4Q1	89	70	80	ON5D4Q1	94	70	82	-23.5 %
	OFF5D1Q2	131	80	105	OFF5D1Q2	134	83	108	
	ON5D1Q2	91	73	82	ON5D1Q2	99	72	85	-21.1 %
	ON5D2Q2	99	79	89	ON5D2Q2	106	76	91	-16.0 %
	ON5D3Q2	102	79	90	ON5D3Q2	108	76	92	-14.9 %
	ON5D4Q2	87	70	79	ON5D4Q2	94	67	81	-25.6 %
	OFF15D1Q1	140	84	112	OFF15D1Q1	132	83	108	
	ON15D1Q1	92	74	83	ON15D1Q1	98	70	84	-21.5 %
	ON15D2Q1	98	77	88	ON15D2Q1	103	77	90	-16.5 %
	OFF15D1Q2	134	83	109	OFF15D1Q2	136	83	110	
	ON15D1Q2	90	72	81	ON15D1Q2	96	74	85	-22.5 %
ON15D2Q2	97	77	87	ON15D2Q2	99	77	88	-19.5 %	
Erillis-ohjaus	OFF5D1Q1 erillisohjaus	140	87	114	OFF5D1Q1 erillisohjaus	138	82	110	
	ON5D1Q1 erillisohjaus	90	73	81	ON5D1Q1 erillisohjaus	97	70	84	-24.1 %
	OFF15D1Q2 erillisohjaus	125	84	105	OFF15D1Q2 erillisohjaus	127	82	104	
	ON15D1Q2 erillisohjaus	87	70	78	ON15D1Q2 erillisohjaus	95	71	83	-20.5 %
Käytettävät etuudet	OFF5D1Q1	138	89	113	OFF5D1Q1	132	83	107	
	ON5D1Q1	91	73	82	ON5D1Q1	105	73	89	-17.3 %
	ON5D1Q1 ei ylim. vaihetta	111	77	94	ON5D1Q1 ei ylim. vaihetta	109	77	93	-13.2 %
	ON5D1Q1 vain pidennys	127	79	103	ON5D1Q1 vain pidennys	130	80	105	-2.2 %
	ON5D1Q1 takuuühr. muutos	98	74	86	ON5D1Q1 takuuühr. muutos	108	73	91	-15.5 %
	OFF15D1Q2	134	83	109	OFF15D1Q2	136	83	110	
	ON15D1Q2	90	72	81	ON15D1Q2	96	74	85	-22.5 %
	ON15D1Q2 ei ylim. vaihetta	104	75	89	ON15D1Q2 ei ylim. vaihetta	107	74	91	-17.4 %
	ON15D1Q2 vain pidennys	131	79	105	ON15D1Q2 vain pidennys	125	77	101	-7.8 %
	ON15D1Q2 takuuühr. muutos	91	70	81	ON15D1Q2 takuuühr. muutos	98	72	85	-22.1 %
Pysäkkimallit	OFF5D1Q1 pysäkki	133	83	108	OFF5D1Q1 pysäkki	138	86	112	
	ON5D1Q1 pysäkkiä ennen	94	74	84	ON5D1Q1 pysäkkiä ennen	106	73	89	-20.6 %
	ON5D1Q1 pysäkin jälkeen	94	74	84	ON5D1Q1 pysäkin jälkeen	105	74	89	-20.3 %
Lyhyt liittymäväli	OFF5D1Q1 200m liittymäväli	138	87	113	OFF5D1Q1 200m liittymäväli	136	89	113	
	ON5D1Q1 200m liittymäväli	95	74	85	ON5D1Q1 200m liittymäväli	100	73	87	-22.9 %
	OFF15D1Q2 200m liittymäli	135	87	111	OFF15D1Q2 200m liittymäli	139	85	112	
Ylikuormitustilanne	ON15D1Q2 200m liittymäväli	92	73	82	ON15D1Q2 200m liittymäväli	93	72	82	-26.6 %
	OFF5D1Q3	139	89	114	OFF5D1Q3	138	84	111	
	ON5D1Q3	96	75	86	ON5D1Q3	109	74	92	-17.5 %
	ON5D1Q3 takuuühr. muutos	99	74	87	ON5D1Q3 takuuühr. muutos	112	75	93	-16.1 %
	OFF15D1Q3	140	85	112	OFF15D1Q3	140	87	114	
	ON15D1Q3	95	73	84	ON15D1Q3	101	74	88	-22.9 %
	OFF5D1Q3 korjattu ohjaus	138	88	113	OFF5D1Q3 korjattu ohjaus	139	88	113	
ON5D1Q3 korjattu ohjaus	94	74	84	ON5D1Q3 korjattu ohjaus	106	75	91	-19.9 %	

Etuus käytössä / poissa käytöstä = ON / OFF

Bussien vuoroväli = 5 tai 15 minuuttia

Liikennemäärä = Q1 (ruuhkaliikenne), Q2 (vähäinen liikenne) tai Q3 (ylikuormitustilanne)

Ilmaisinetäisyys (ilmaisinetäisyys päätiellä / sivutiellä) = D1 (200m/150m), D2 (150m/70m), D3 (70m/50m) tai D4 (300m/250m)

Bussien matka-ajat, perustapaukset (ilmaisinetäisyys, liikennemäärä, vuoroväli)

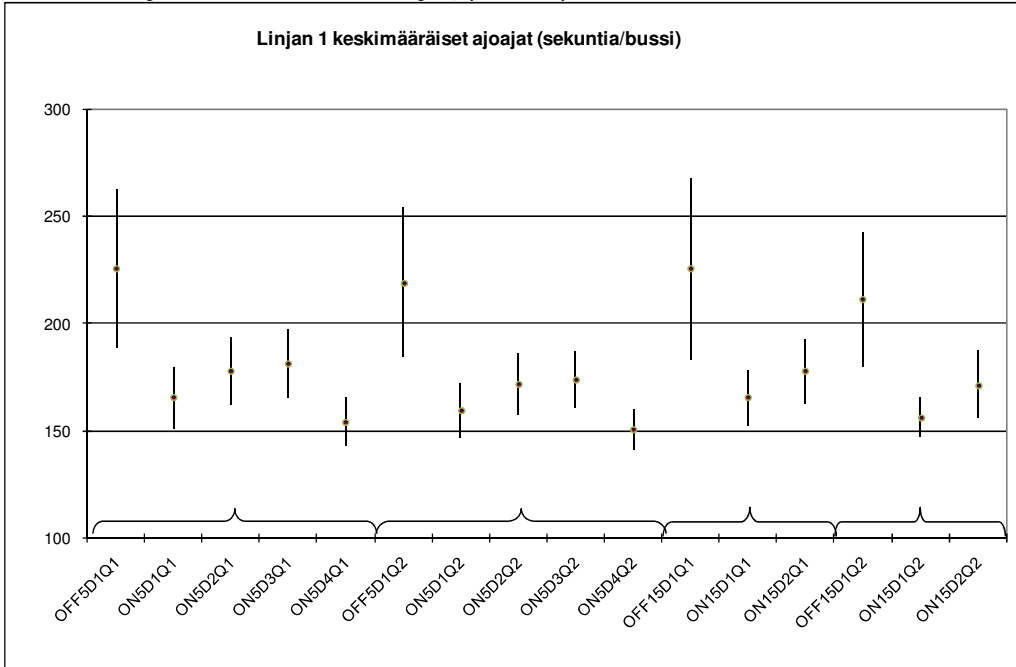
Etuus käytössä / poissa käytöstä = ON / OFF

Bussien vuoroväli = 5 tai 15 minuuttia

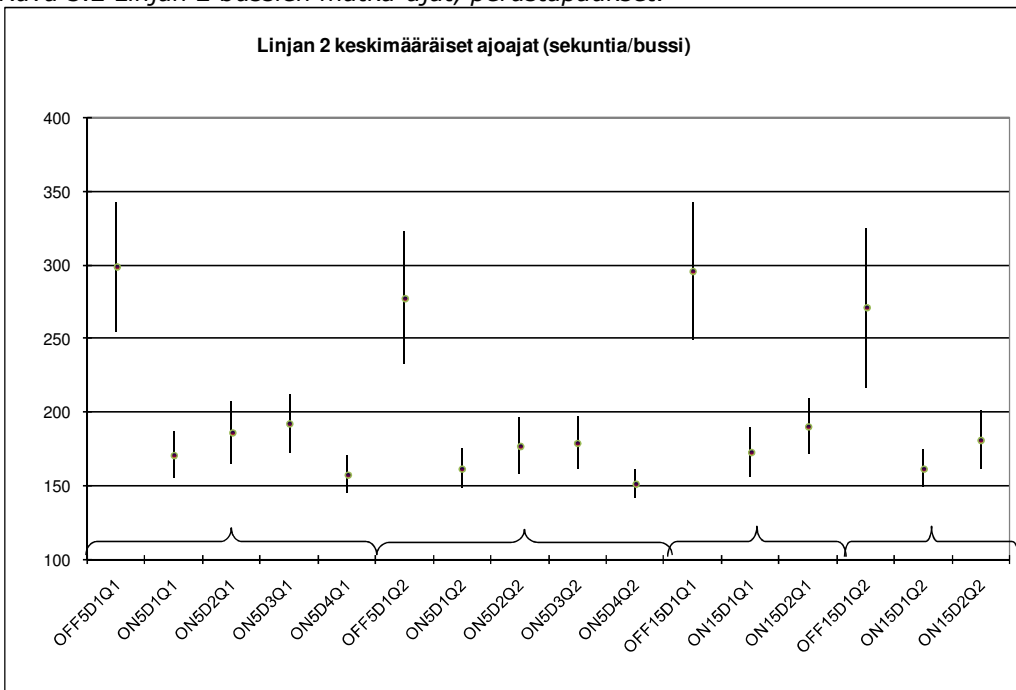
Liikennemäärä = Q1 (ruuhkaliikenne) tai Q2 (vähäinen liikenne)

Ilmaisinetäisyys (ilmaisinetäisyys päätiellä / sivutiellä) = D1 (200m/150m), D2 (150m/70m), D3 (70m/50m) tai D4 (300m/250m)

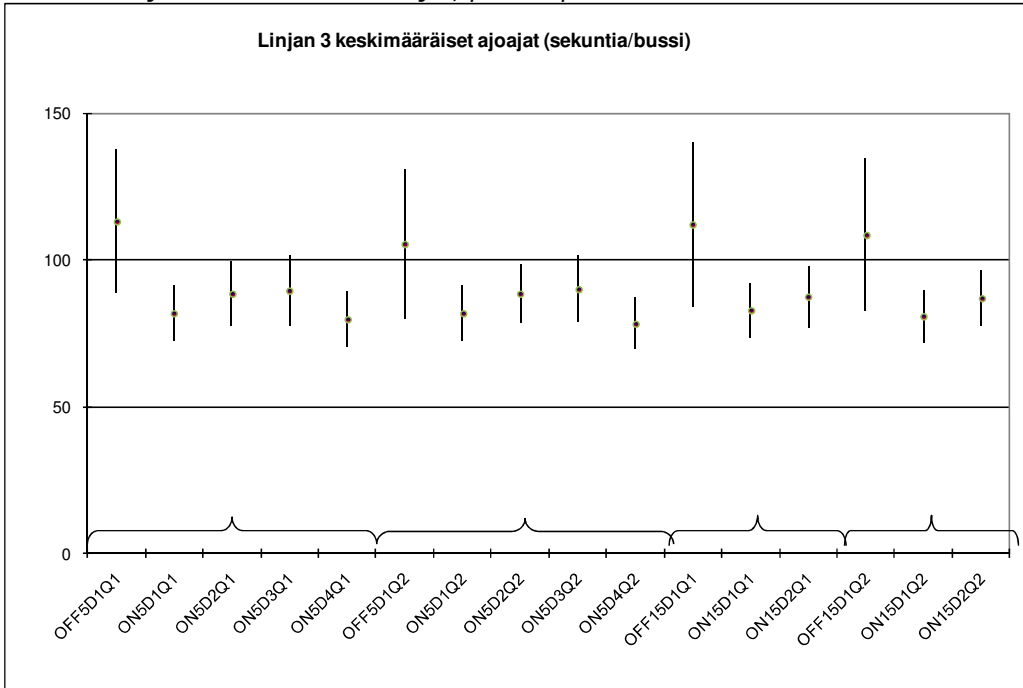
Kuva 5.1 Linjan 1 bussien matka-ajat, perustapaukset.



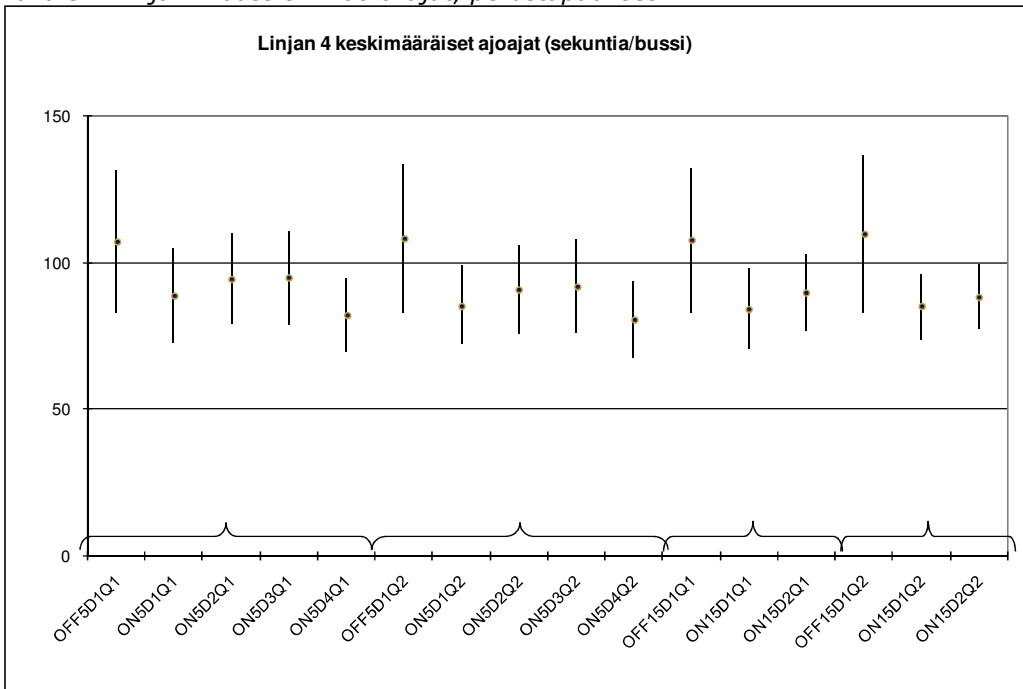
Kuva 5.2 Linjan 2 bussien matka-ajat, perustapaukset.



Kuva 5.3 Linjan 3 bussien matka-ajat, perustapaukset.



Kuva 5.4 Linjan 4 bussien matka-ajat, perustapaukset.



Bussien matka-ajat, yhteenkytketyt valot / erillisohjatut valot

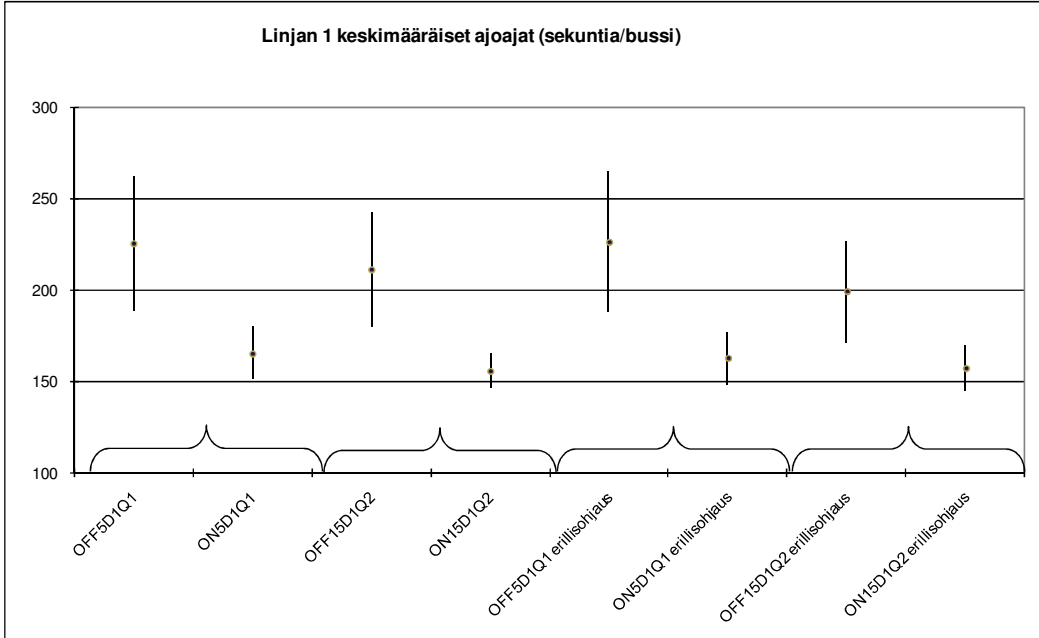
Etuus käytössä / poissa käytöstä = ON / OFF

Bussien vuoroväli = 5 tai 15 minuuttia

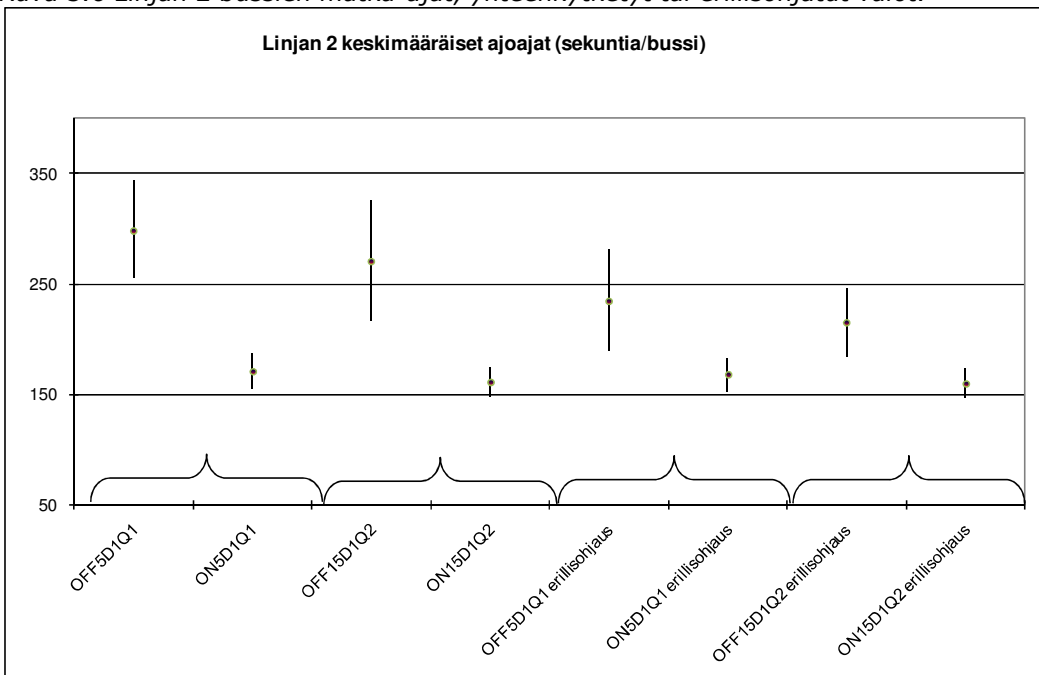
Liikennemäärä = Q1 (ruuhkaliikenne) tai Q2 (vähäinen liikenne)

Ilmaisinetäisyys (ilmaisinetäisyys päätiellä / sivutiellä) = D1 (200m/150m)

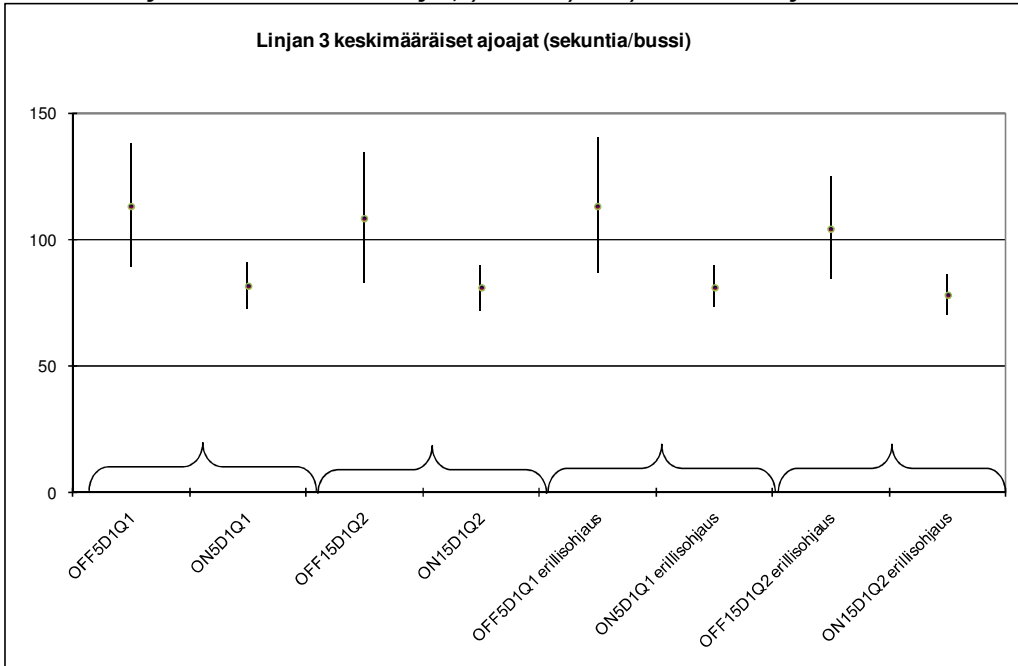
Kuva 5.5 Linjan 1 bussien matka-ajat, yhteenkytketyt tai erillisohjatut valot.



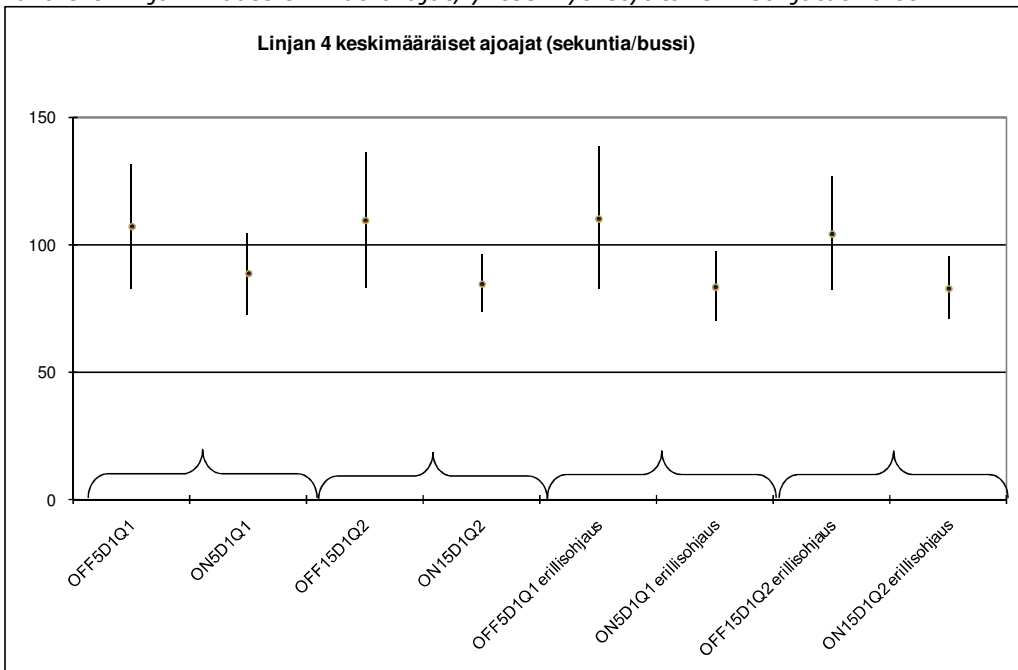
Kuva 5.6 Linjan 2 bussien matka-ajat, yhteenkytketyt tai erillisohjatut valot.



Kuva 5.7 Linjan 3 bussien matka-ajat, yhteenkytketyt tai erillisohjatut valot.



Kuva 5.8 Linjan 4 bussien matka-ajat, yhteenkytketyt tai erillisohjatut valot.



Bussien matka-ajat, käytettävät etuudet tai takuuvihreä

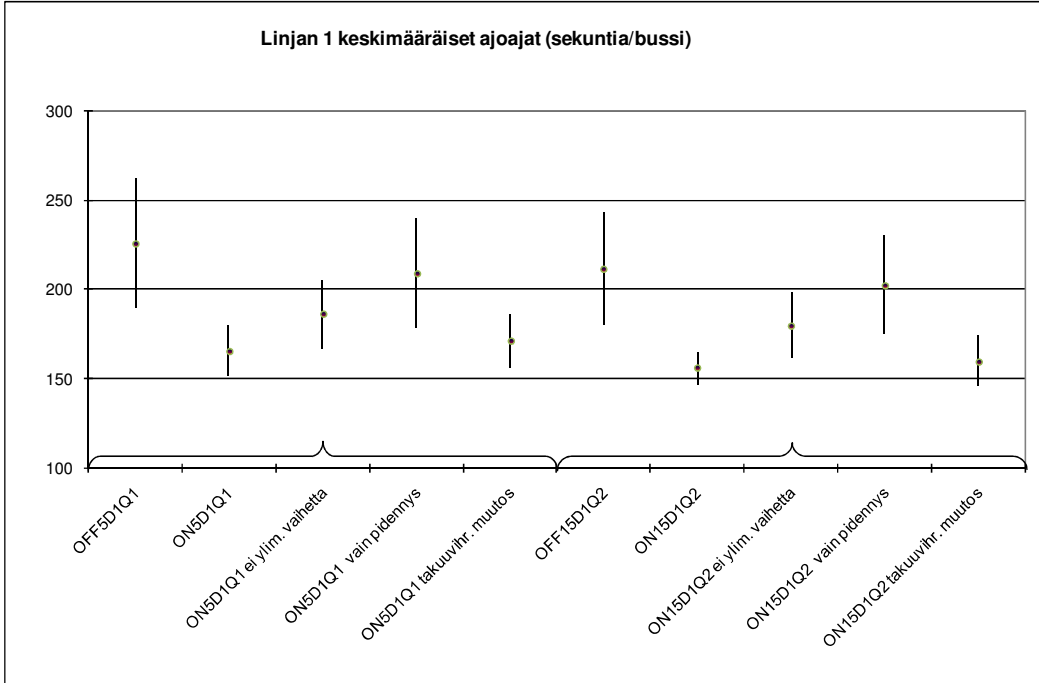
Etuus käytössä / poissa käytöstä = ON / OFF

Bussien vuoroväli = 5 tai 15 minuuttia

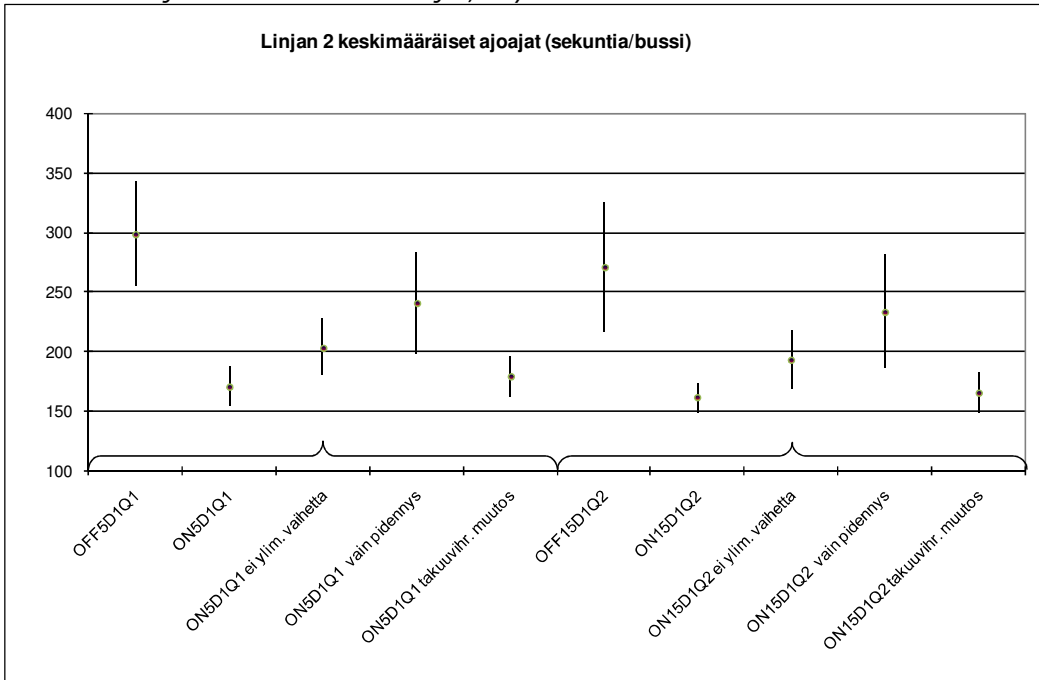
Liikennemäärä = Q1 (ruuhkaliikenne) tai Q2 (vähäinen liikenne)

Ilmaisinetäisyys (ilmaisinetäisyys päätiellä / sivutiellä) = D1 (200m/150m)

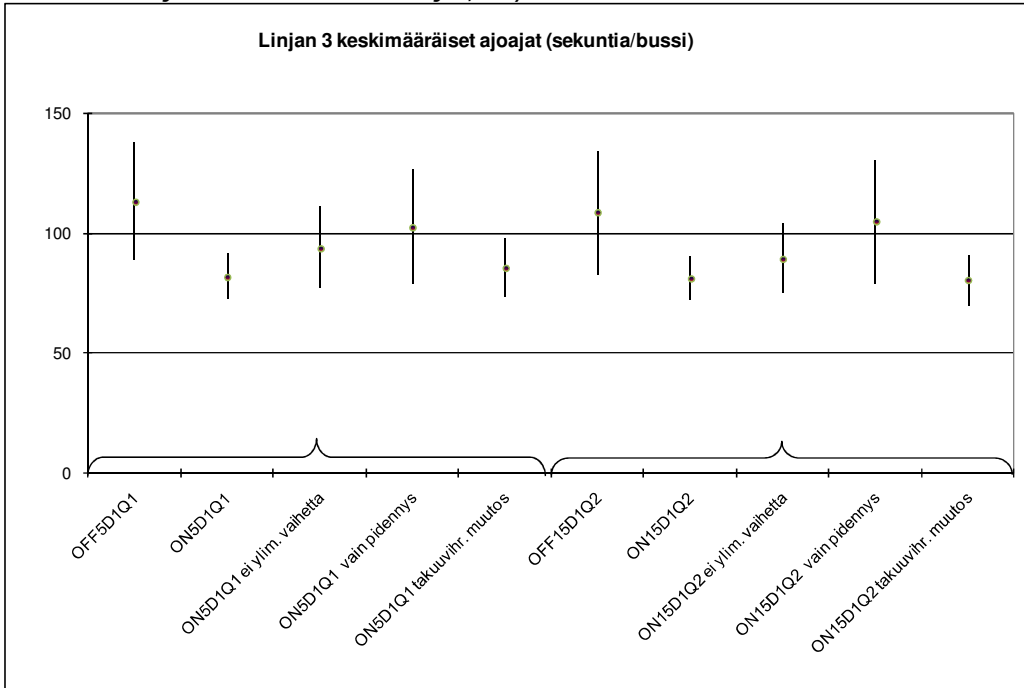
Kuva 5.9 Linjan 1 bussien matka-ajat, käytettävät etuudet tai takuuvihreä.



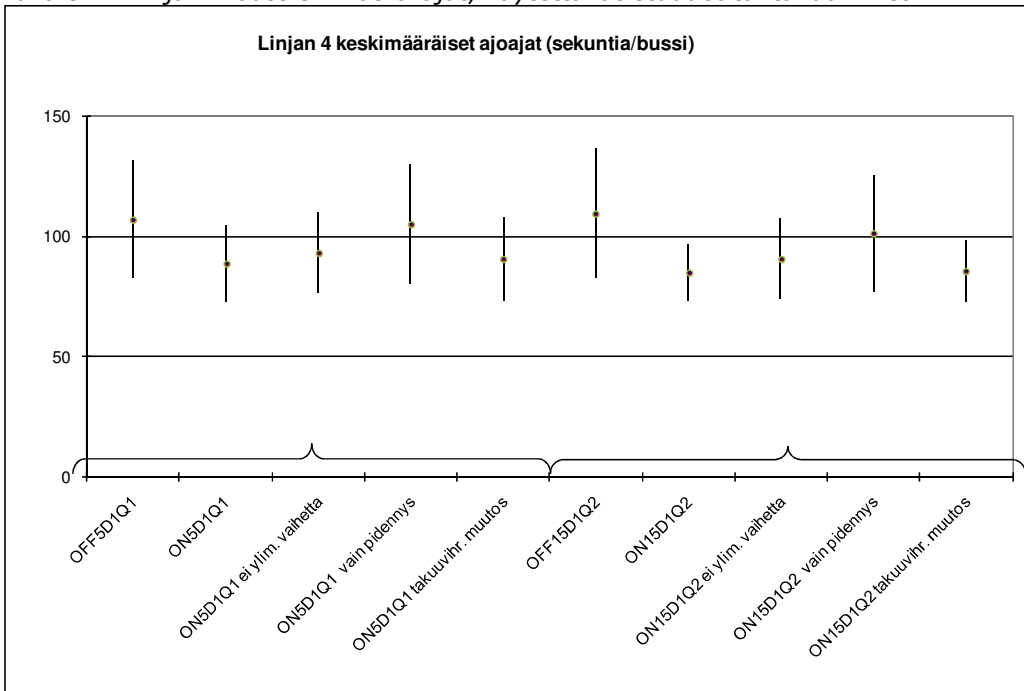
Kuva 5.10 Linjan 2 bussien matka-ajat, käytettävät etuudet tai takuuvihreä.



Kuva 5.11 Linjan 3 bussien matka-ajat, käytettävät etuudet tai takuuvihreä.



Kuva 5.12 Linjan 4 bussien matka-ajat, käytettävät etuudet tai takuuvihreä.



Bussien matka-ajat, pysäkkimalli ja 200 metrin liittymäväli

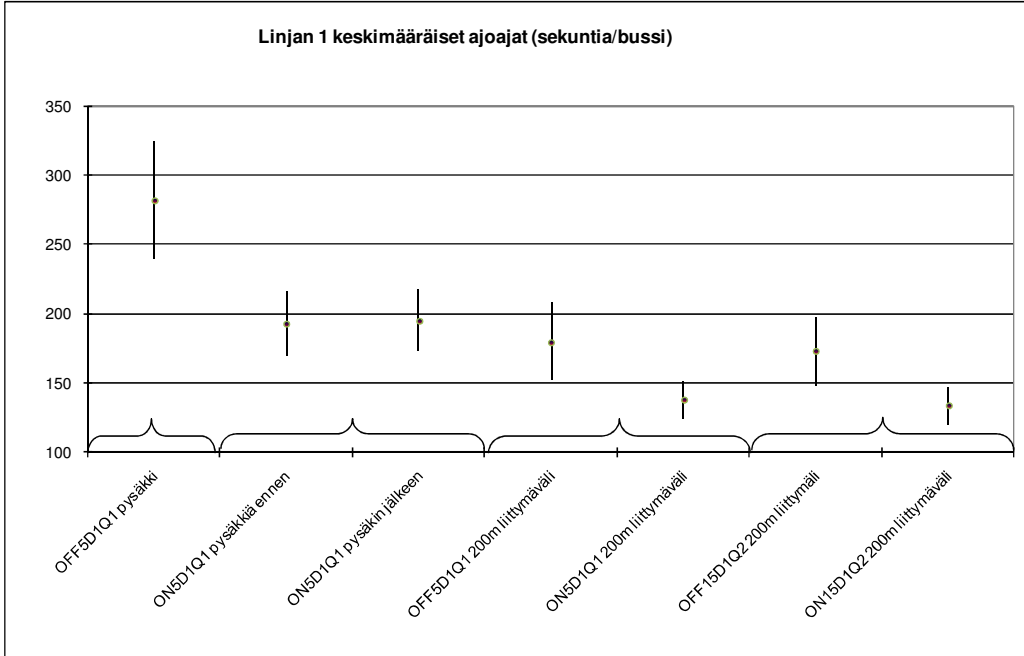
Etuus käytössä / poissa käytöstä = ON / OFF

Bussien vuoroväli = 5 tai 15 minuuttia

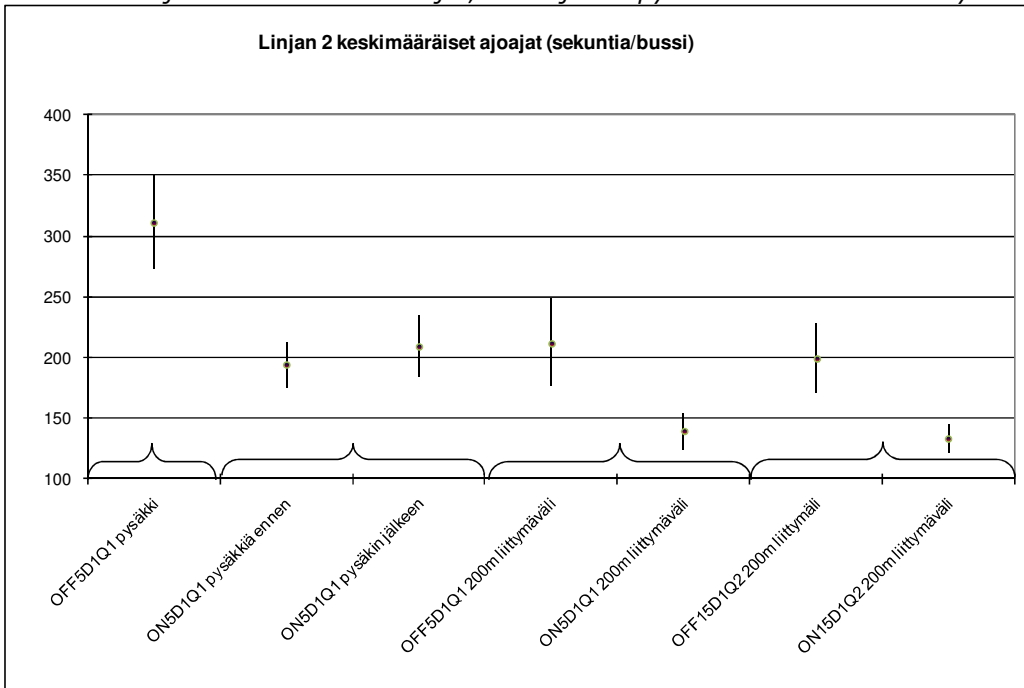
Liikennemäärä = Q1 (ruuhkaliikenne) tai Q2 (vähäinen liikenne)

Ilmaisinetäisyys (ilmaisinetäisyys päätiellä / sivutiellä) = D1 (200m/150m)

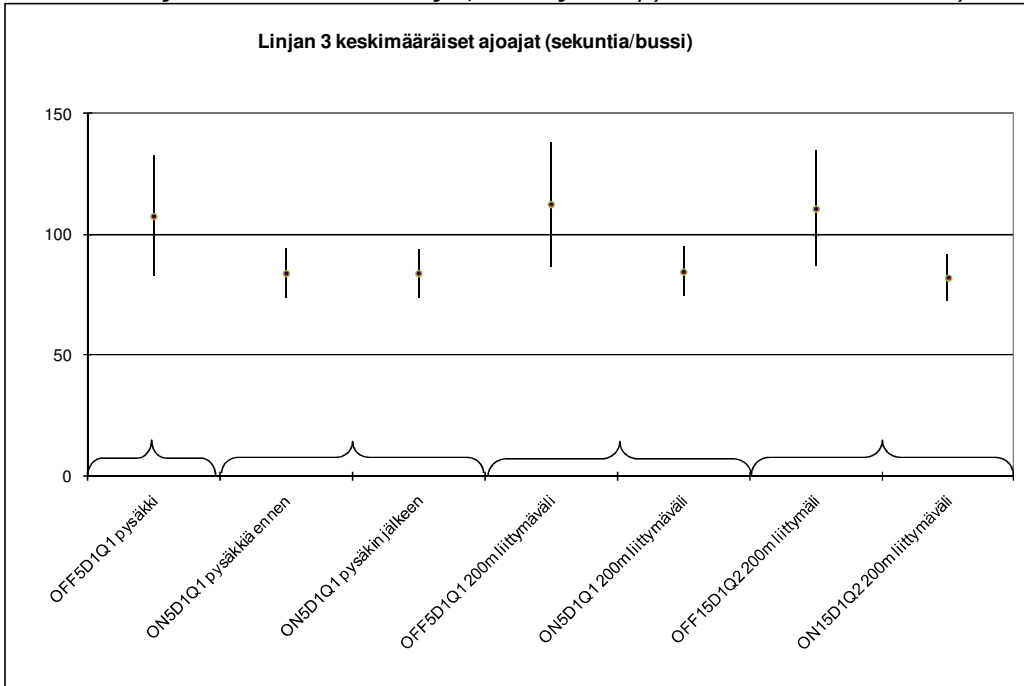
Kuva 5.13 Linjan 1 bussien matka-ajat, mallit joissa pysäkki tai 200 metrin liittymäväli.



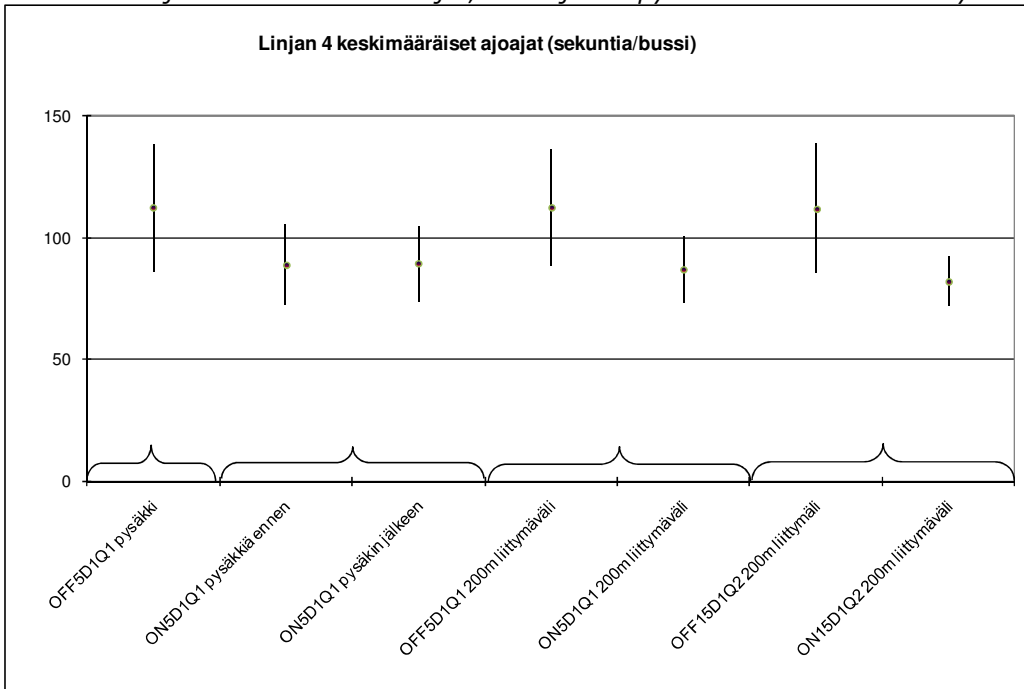
Kuva 5.14 Linjan 2 bussien matka-ajat, mallit joissa pysäkki tai 200 metrin liittymäväli.



Kuva 5.15 Linjan 3 bussien matka-ajat, mallit joissa pysäkki tai 200 metrin liittymäväli.



Kuva 5.16 Linjan 4 bussien matka-ajat, mallit joissa pysäkki tai 200 metrin liittymäväli.



Bussien matka-ajat, ylikuormitustilanteet

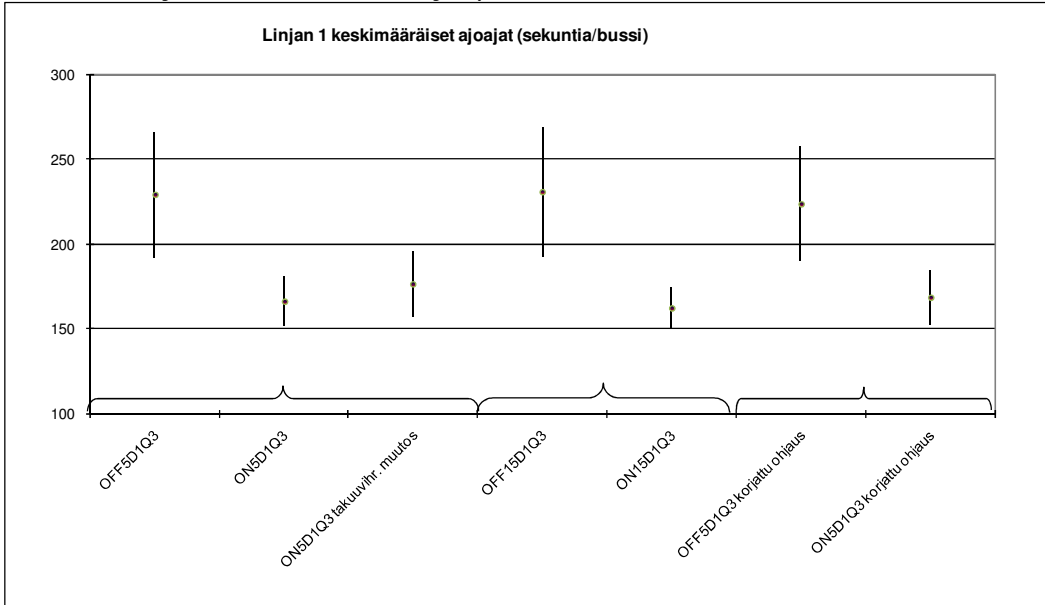
Etuus käytössä / poissa käytöstä = ON / OFF

Bussien vuoroväli = 5 tai 15 minuuttia

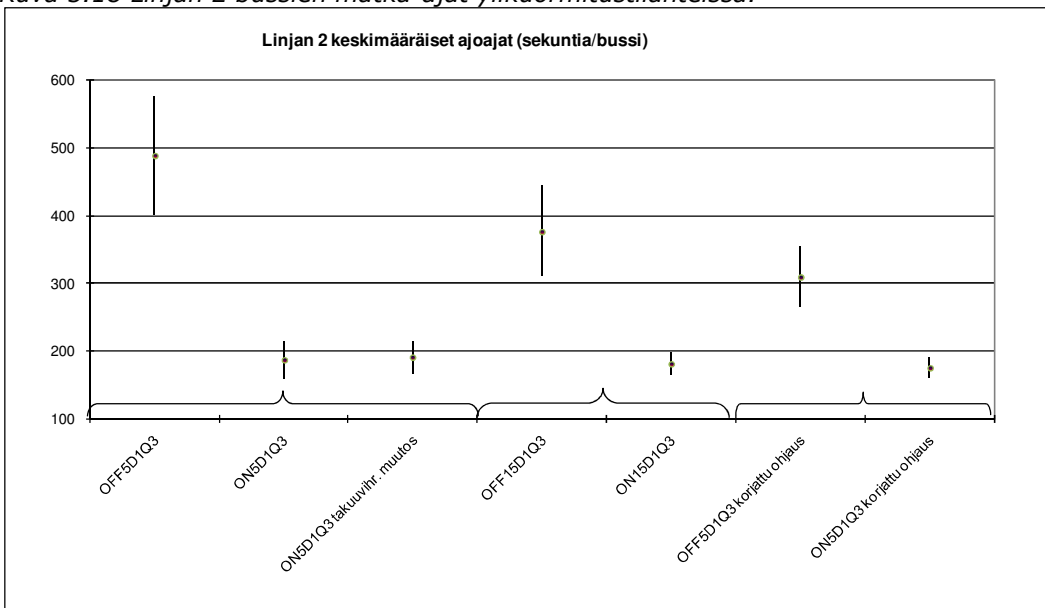
Liikennemäärä = Q3 (ylikuormitustilanne)

Ilmaisinetäisyys (ilmaisinetäisyys päätiellä / sivutiellä) = D1 (200m/150m)

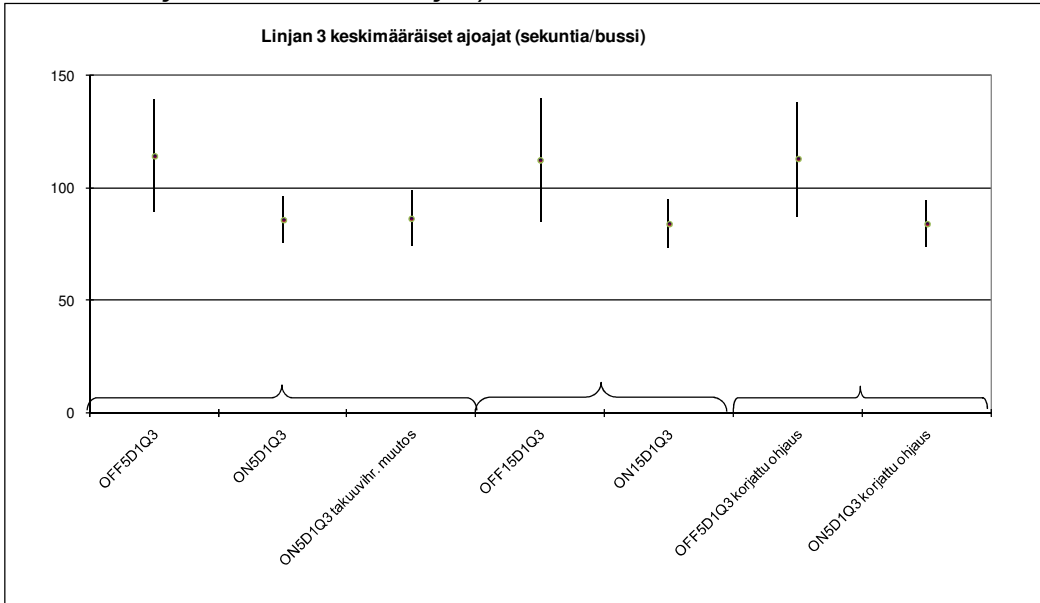
Kuva 5.17 Linjan 1 bussien matka-ajat ylikuormitustilanteissa.



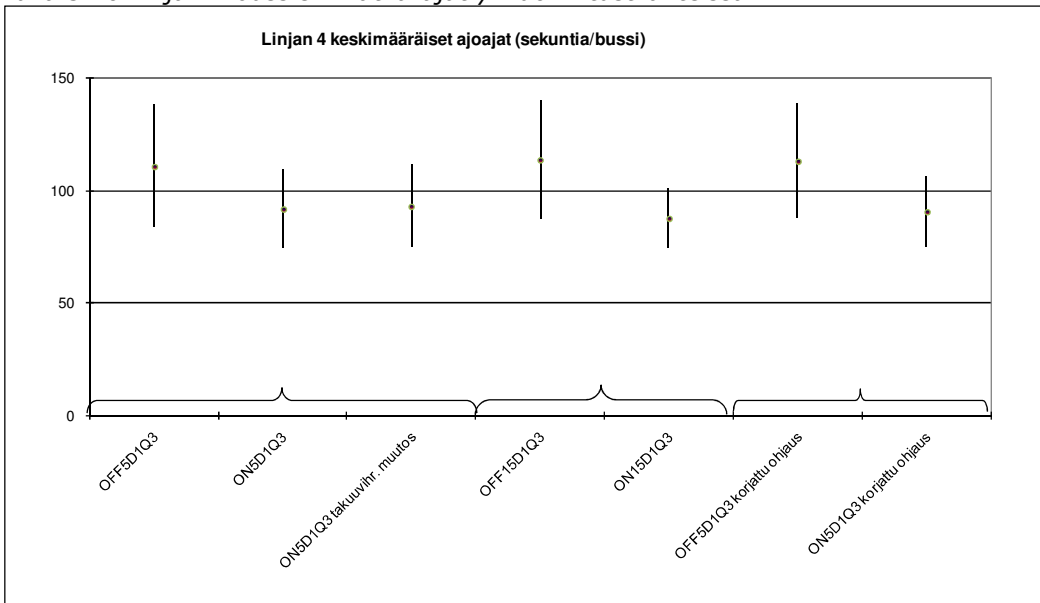
Kuva 5.18 Linjan 2 bussien matka-ajat ylikuormitustilanteissa.



Kuva 5.19 Linjan 3 bussien matka-ajat ylikuormitustilanteissa.



Kuva 5.20 Linjan 4 bussien matka-ajat ylikuormitustilanteissa.



Kuva 6.1 Muiden ajoneuvojen matka-ajat.

Päätieltä suoraan ajavien matka-ajat eri simulointimalleissa		Itään				Länteen			
		Hajonta (max)	Hajonta (min)	Keski-arvo	KA:n muutos	Hajonta (max)	Hajonta (min)	Keski-arvo	KA:n muutos
Perusmallit	OFF5D1Q1	206	155	180		181	131	156	
	ON5D1Q1	237	162	200	10.7 %	189	135	162	4.0 %
	ON5D2Q1	230	159	195	7.9 %	187	136	162	3.8 %
	ON5D3Q1	233	161	197	9.2 %	187	135	161	3.3 %
	ON5D4Q1	252	168	210	16.5 %	192	137	164	5.3 %
	OFF5D1Q2	197	146	171		173	128	150	
	ON5D1Q2	210	149	179	4.7 %	185	132	159	5.4 %
	ON5D2Q2	205	147	176	2.8 %	181	130	156	3.4 %
	ON5D3Q2	208	147	178	3.6 %	186	133	160	6.0 %
	ON5D4Q2	213	151	182	6.2 %	187	132	159	5.7 %
	OFF15D1Q1	205	154	180		179	130	155	
	ON15D1Q1	217	155	186	3.5 %	182	132	157	1.4 %
	ON15D2Q1	214	156	185	3.0 %	181	132	157	1.4 %
	OFF15D1Q2	195	144	169		172	128	150	
ON15D1Q2	197	145	171	1.1 %	176	128	152	1.7 %	
ON15D2Q2	196	144	170	0.5 %	176	128	152	1.3 %	
Erillisohjaus	OFF5D1Q1 erillisohjaus	219	153	186		209	148	179	
	ON5D1Q1 erillisohjaus	237	162	199	7.0 %	214	149	181	1.6 %
	OFF15D1Q2 erillisohjaus	196	143	170		187	140	163	
	ON15D1Q2 erillisohjaus	198	145	171	1.0 %	190	141	166	1.5 %
Käytettävät etuudet	OFF5D1Q1	206	155	180		181	131	156	
	ON5D1Q1	237	162	200	10.7 %	189	135	162	4.0 %
	ON5D1Q1 ei ylim. vaihetta	235	164	199	10.5 %	189	136	163	4.3 %
	ON5D1Q1 vain pidennys	221	157	189	4.8 %	184	133	158	1.6 %
	ON5D1Q1 takuuvihr. muutos	223	160	192	6.3 %	189	136	163	4.3 %
	OFF15D1Q2	195	144	169		172	128	150	
	ON15D1Q2	197	145	171	1.1 %	176	128	152	1.7 %
	ON15D1Q2 ei ylim. vaihetta	200	146	173	2.3 %	176	130	153	2.0 %
	ON15D1Q2 vain pidennys	196	144	170	0.3 %	173	129	151	0.9 %
ON15D1Q2 takuuvihr. muutos	196	144	170	0.7 %	177	130	153	2.2 %	
Pysäkimallit	OFF5D1Q1 pysäkki	206	154	180		179	131	155	
	ON5D1Q1 pysäkkiä ennen	240	165	203	12.6 %	190	136	163	5.3 %
	ON5D1Q1 pysäkin jälkeen	238	164	201	11.9 %	190	135	162	4.9 %
Lynyt liittymäväli	OFF5D1Q1 200m liittymäväli	174	126	150		179	130	155	
	ON5D1Q1 200m liittymäväli	203	132	167	11.5 %	199	131	165	6.7 %
	OFF15D1Q2 200m liittymäväli	165	117	141		172	125	149	
	ON15D1Q2 200m liittymäväli	172	119	146	3.1 %	175	125	150	1.0 %
Ylikuormitusilanne	OFF5D1Q3	219	158	188		190	132	161	
	ON5D1Q3	326	204	265	40.7 %	196	138	167	3.7 %
	ON5D1Q3 takuuvihr. muutos	273	181	227	21.4 %	202	141	171	8.0 %
	OFF15D1Q3	216	158	187		184	133	158	
	ON15D1Q3	245	166	206	9.9 %	189	134	162	2.1 %
	OFF5D1Q3 korjattu ohjaus	222	163	193		185	133	159	
ON5D1Q3 korjattu ohjaus	342	199	270	40.5 %	199	137	168	5.5 %	

Etuus käytössä / poissa käytöstä = ON / OFF

Bussien vuoroväli = 5 tai 15 minuuttia

Liikennemäärä = Q1 (ruuhkaliikenne), Q2 (vähäinen liikenne) tai Q3 (ylikuormitusilanne)

Ilmaisinetäisyys (ilmaisinetäisyys päätiellä / sivutiellä) = D1 (200m/150m), D2 (150m/70m), D3 (70m/50m) tai D4 (300m/250m)

Taulukko 7.1 Pysähdykset liittymässä 101.

LIITTYMÄ 101		Ajoneuvo	Hajonta (max)	Hajonta (min)	Keski- arvo	KA:n muutos	Ajoneuvo	Hajonta (max)	Hajonta (min)	Keski- arvo	KA:n muutos
Perusmallit	OFF5D1Q1	Bussit	0.647	0.452	0.550		Muut ajon.	0.880	0.755	0.818	
	ON5D1Q1	Bussit	0.226	0.135	0.180	-67.2 %	Muut ajon.	0.936	0.813	0.874	6.9 %
	ON5D2Q1	Bussit	0.454	0.278	0.366	-33.4 %	Muut ajon.	0.884	0.788	0.836	2.3 %
	ON5D3Q1	Bussit	0.580	0.362	0.471	-14.2 %	Muut ajon.	0.897	0.798	0.847	3.6 %
	ON5D4Q1	Bussit	0.094	0.022	0.058	-89.4 %	Muut ajon.	0.944	0.800	0.872	6.7 %
	OFF5D1Q2	Bussit	0.538	0.361	0.450		Muut ajon.	0.740	0.656	0.698	
	ON5D1Q2	Bussit	0.209	0.099	0.154	-65.7 %	Muut ajon.	0.813	0.660	0.736	5.5 %
	ON5D2Q2	Bussit	0.438	0.236	0.337	-25.1 %	Muut ajon.	0.758	0.679	0.718	2.9 %
	ON5D3Q2	Bussit	0.469	0.240	0.355	-21.1 %	Muut ajon.	0.750	0.674	0.712	2.1 %
	ON5D4Q2	Bussit	0.075	-0.010	0.033	-92.8 %	Muut ajon.	0.781	0.680	0.731	4.7 %
	OFF15D1Q1	Bussit	0.708	0.402	0.555		Muut ajon.	0.855	0.763	0.809	
	ON15D1Q1	Bussit	0.324	0.043	0.183	-66.9 %	Muut ajon.	0.834	0.769	0.802	-1.0 %
	ON15D2Q1	Bussit	0.633	0.317	0.475	-14.4 %	Muut ajon.	0.874	0.756	0.815	0.7 %
	OFF15D1Q2	Bussit	0.580	0.270	0.425		Muut ajon.	0.739	0.642	0.690	
ON15D1Q2	Bussit	0.268	0.032	0.150	-64.7 %	Muut ajon.	0.739	0.658	0.698	1.1 %	
ON15D2Q2	Bussit	0.477	0.223	0.350	-17.6 %	Muut ajon.	0.783	0.637	0.710	2.8 %	
Erillis- ohjaus	OFF5D1Q1 erillisohjaus	Bussit	0.840	0.687	0.764		Muut ajon.	0.852	0.796	0.824	
	ON5D1Q1 erillisohjaus	Bussit	0.354	0.133	0.244	-68.1 %	Muut ajon.	0.885	0.817	0.851	3.3 %
	OFF15D1Q2 erillisohjaus	Bussit	0.723	0.494	0.608		Muut ajon.	0.749	0.682	0.715	
	ON15D1Q2 erillisohjaus	Bussit	0.323	0.027	0.175	-71.2 %	Muut ajon.	0.738	0.682	0.710	-0.8 %
Käytettävät etuudet	OFF5D1Q1	Bussit	0.647	0.452	0.550		Muut ajon.	0.880	0.755	0.818	
	ON5D1Q1	Bussit	0.226	0.135	0.180	-67.2 %	Muut ajon.	0.936	0.813	0.874	6.9 %
	ON5D1Q1 ei ylim. vaihetta	Bussit	0.622	0.378	0.500	-9.0 %	Muut ajon.	0.901	0.794	0.847	3.6 %
	ON5D1Q1 vain pidennys	Bussit	0.494	0.299	0.396	-27.9 %	Muut ajon.	0.834	0.769	0.801	-2.0 %
	ON5D1Q1 takuuvhr. muutos	Bussit	0.415	0.206	0.311	-43.5 %	Muut ajon.	0.865	0.778	0.821	0.4 %
	OFF15D1Q2	Bussit	0.580	0.270	0.425		Muut ajon.	0.739	0.642	0.690	
	ON15D1Q2	Bussit	0.268	0.032	0.150	-64.7 %	Muut ajon.	0.739	0.658	0.698	1.1 %
	ON15D1Q2 ei ylim. vaihetta	Bussit	0.752	0.364	0.558	31.4 %	Muut ajon.	0.744	0.661	0.702	1.7 %
	ON15D1Q2 vain pidennys	Bussit	0.495	0.189	0.342	-19.6 %	Muut ajon.	0.738	0.661	0.700	1.4 %
ON15D1Q2 takuuvhr. muutos	Bussit	0.306	0.077	0.192	-54.9 %	Muut ajon.	0.733	0.655	0.694	0.5 %	
Pysäki- kimaliit	OFF5D1Q1 pysäkki	Bussit	1.104	0.739	0.921		Muut ajon.	0.867	0.780	0.823	
	ON5D1Q1 pysäkkiä ennen	Bussit	0.368	0.099	0.233	-74.7 %	Muut ajon.	0.923	0.789	0.856	3.9 %
	ON5D1Q1 pysäkin jälkeen	Bussit	0.388	0.200	0.294	-68.1 %	Muut ajon.	0.871	0.805	0.838	1.8 %
Lyhyt liittymäväli	OFF5D1Q1 200m liittymäväli	Bussit	0.934	0.609	0.772		Muut ajon.	0.701	0.663	0.682	
	ON5D1Q1 200m liittymäväli	Bussit	0.311	0.088	0.199	-74.2 %	Muut ajon.	0.827	0.764	0.796	16.6 %
	OFF15D1Q2 200m liittymäväli	Bussit	0.752	0.468	0.610		Muut ajon.	0.702	0.642	0.672	
	ON15D1Q2 200m liittymäväli	Bussit	0.358	0.047	0.203	-66.8 %	Muut ajon.	0.692	0.661	0.677	0.7 %
Ylikuormitustilanne	OFF5D1Q3	Bussit	3.826	1.670	2.748		Muut ajon.	2.398	1.428	1.913	
	ON5D1Q3	Bussit	0.326	0.161	0.244	-91.1 %	Muut ajon.	1.176	0.985	1.081	-43.5 %
	ON5D1Q3 takuuvhr. muutos	Bussit	0.578	0.399	0.488	-82.2 %	Muut ajon.	1.091	0.930	1.011	-47.2 %
	OFF15D1Q3	Bussit	2.028	0.497	1.263		Muut ajon.	1.621	0.822	1.222	
	ON15D1Q3	Bussit	0.457	0.193	0.325	-74.3 %	Muut ajon.	1.029	0.953	0.991	-18.9 %
	OFF5D1Q3 korjattu ohjaus	Bussit	0.628	0.417	0.523		Muut ajon.	1.011	0.887	0.949	
	ON5D1Q3 korjattu ohjaus	Bussit	0.326	0.122	0.224	-57.1 %	Muut ajon.	1.453	0.929	1.191	25.5 %

Etuus käytössä / poissa käytöstä = ON / OFF

Bussien vuoroväli = 5 tai 15 minuuttia

Liikennemäärä = Q1 (ruuhkaliikenne), Q2 (vähäinen liikenne) tai Q3 (ylikuormitustilanne)

Ilmaisinetäisyys (ilmaisinetäisyys päätiellä / sivutiellä) = D1 (200m/150m), D2 (150m/70m), D3 (70m/50m) tai D4 (300m/250m)

Taulukko 7.1 Pysähdykset liittymässä 102.

LIITTYMÄ 102		Ajoneuvo	Hajonta (max)	Hajonta (min)	Keski- arvo	KA:n muutos	Ajoneuvo	Hajonta (max)	Hajonta (min)	Keski- arvo	KA:n muutos
Perusmallit	OFF5D1Q1	Bussit	1.009	0.975	0.992		Muut ajon.	0.812	0.764	0.788	
	ON5D1Q1	Bussit	0.347	0.177	0.262	-73.6 %	Muut ajon.	0.876	0.762	0.819	3.9 %
	ON5D2Q1	Bussit	0.577	0.337	0.457	-53.9 %	Muut ajon.	0.862	0.789	0.825	4.7 %
	ON5D3Q1	Bussit	0.642	0.453	0.548	-44.8 %	Muut ajon.	0.891	0.788	0.839	6.5 %
	ON5D4Q1	Bussit	0.207	0.021	0.114	-88.5 %	Muut ajon.	0.853	0.781	0.817	3.7 %
	OFF5D1Q2	Bussit	1.015	0.907	0.961		Muut ajon.	0.753	0.711	0.732	
	ON5D1Q2	Bussit	0.286	0.098	0.192	-80.0 %	Muut ajon.	0.777	0.699	0.738	0.8 %
	ON5D2Q2	Bussit	0.492	0.297	0.394	-58.9 %	Muut ajon.	0.757	0.696	0.727	-0.7 %
	ON5D3Q2	Bussit	0.468	0.300	0.384	-60.0 %	Muut ajon.	0.797	0.713	0.755	3.2 %
	ON5D4Q2	Bussit	0.114	0.013	0.064	-93.4 %	Muut ajon.	0.733	0.686	0.710	-3.0 %
	OFF15D1Q1	Bussit	1.024	0.959	0.992		Muut ajon.	0.838	0.768	0.803	
	ON15D1Q1	Bussit	0.435	0.231	0.333	-66.4 %	Muut ajon.	0.830	0.748	0.789	-1.8 %
	ON15D2Q1	Bussit	0.607	0.360	0.483	-51.3 %	Muut ajon.	0.821	0.753	0.787	-1.9 %
	OFF15D1Q2	Bussit	1.027	0.923	0.975		Muut ajon.	0.767	0.712	0.739	
ON15D1Q2	Bussit	0.279	0.071	0.175	-82.1 %	Muut ajon.	0.736	0.691	0.714	-3.5 %	
ON15D2Q2	Bussit	0.561	0.255	0.408	-58.1 %	Muut ajon.	0.755	0.693	0.724	-2.1 %	
Erillis- ohjaus	OFF5D1Q1 erillisohjaus	Bussit	0.565	0.401	0.483		Muut ajon.	0.699	0.618	0.658	
	ON5D1Q1 erillisohjaus	Bussit	0.256	0.124	0.190	-60.7 %	Muut ajon.	0.695	0.642	0.668	1.5 %
	OFF15D1Q2 erillisohjaus	Bussit	0.613	0.237	0.425		Muut ajon.	0.649	0.579	0.614	
	ON15D1Q2 erillisohjaus	Bussit	0.257	0.076	0.167	-60.8 %	Muut ajon.	0.634	0.590	0.612	-0.3 %
Käytettävät etuudet	OFF5D1Q1	Bussit	1.009	0.975	0.992		Muut ajon.	0.812	0.764	0.788	
	ON5D1Q1	Bussit	0.347	0.177	0.262	-73.6 %	Muut ajon.	0.876	0.762	0.819	3.9 %
	ON5D1Q1 ei ylim. vaihetta	Bussit	0.524	0.313	0.418	-57.8 %	Muut ajon.	0.902	0.777	0.839	6.5 %
	ON5D1Q1 vain pidennys	Bussit	0.996	0.892	0.944	-4.8 %	Muut ajon.	0.840	0.769	0.804	2.1 %
	ON5D1Q1 takuuvhr. muutos	Bussit	0.414	0.266	0.340	-65.7 %	Muut ajon.	0.816	0.736	0.776	-1.5 %
	OFF15D1Q2	Bussit	1.027	0.923	0.975		Muut ajon.	0.767	0.712	0.739	
	ON15D1Q2	Bussit	0.279	0.071	0.175	-82.1 %	Muut ajon.	0.736	0.691	0.714	-3.5 %
	ON15D1Q2 ei ylim. vaihetta	Bussit	0.462	0.222	0.342	-65.0 %	Muut ajon.	0.753	0.694	0.724	-2.1 %
	ON15D1Q2 vain pidennys	Bussit	0.949	0.684	0.817	-16.2 %	Muut ajon.	0.772	0.714	0.743	0.5 %
ON15D1Q2 takuuvhr. muutos	Bussit	0.340	0.060	0.200	-79.5 %	Muut ajon.	0.749	0.688	0.719	-2.8 %	
Pysäki- kimalit	OFF5D1Q1 pysäkki	Bussit	0.923	0.689	0.806		Muut ajon.	0.847	0.767	0.807	
	ON5D1Q1 pysäkkiä ennen	Bussit	0.373	0.116	0.245	-69.6 %	Muut ajon.	0.919	0.809	0.864	7.1 %
	ON5D1Q1 pysäkin jälkeen	Bussit	0.902	0.654	0.778	-3.5 %	Muut ajon.	0.859	0.804	0.831	3.0 %
Lyhyt liittymäväli	OFF5D1Q1 200m liittymäväli	Bussit	0.586	0.511	0.549		Muut ajon.	0.747	0.705	0.726	
	ON5D1Q1 200m liittymäväli	Bussit	0.254	0.120	0.187	-65.9 %	Muut ajon.	0.811	0.728	0.770	6.0 %
	OFF15D1Q2 200m liittymäväli	Bussit	0.618	0.486	0.552		Muut ajon.	0.692	0.656	0.674	
	ON15D1Q2 200m liittymäväli	Bussit	0.210	0.046	0.128	-76.8 %	Muut ajon.	0.694	0.660	0.677	0.4 %
Ylikuormitustilanne	OFF5D1Q3	Bussit	1.015	0.985	1.000		Muut ajon.	0.852	0.805	0.828	
	ON5D1Q3	Bussit	0.352	0.145	0.248	-75.2 %	Muut ajon.	1.126	0.928	1.027	24.1 %
	ON5D1Q3 takuuvhr. muutos	Bussit	0.432	0.233	0.332	-66.8 %	Muut ajon.	0.939	0.789	0.864	4.3 %
	OFF15D1Q3	Bussit	1.000	1.000	1.000		Muut ajon.	0.880	0.804	0.842	
	ON15D1Q3	Bussit	0.317	0.117	0.217	-78.3 %	Muut ajon.	0.900	0.813	0.856	1.7 %
	OFF5D1Q3 korjattu ohjaus	Bussit	1.000	1.000	1.000		Muut ajon.	0.862	0.804	0.833	
ON5D1Q3 korjattu ohjaus	Bussit	0.389	0.200	0.295	-70.5 %	Muut ajon.	1.032	0.894	0.963	15.5 %	

Etuus käytössä / poissa käytöstä = ON / OFF

Bussin vuoroväli = 5 tai 15 minuuttia

Liikennemäärä = Q1 (ruuhkaliikenne), Q2 (vähäinen liikenne) tai Q3 (ylikuormitustilanne)

Ilmaisinetäisyys (ilmaisinetäisyys päätiellä / sivutiellä) = D1 (200m/150m), D2 (150m/70m), D3 (70m/50m) tai D4 (300m/250m)

Taulukko 7.1 Pysähdykset liittymässä 103.

LIITTYMÄ 103		Ajoneuvo	Hajonta (max)	Hajonta (min)	Keski- arvo	KA:n muutos	Ajoneuvo	Hajonta (max)	Hajonta (min)	Keski- arvo	KA:n muutos
Perusmallit	OFF5D1Q1	Bussit	0.868	0.768	0.818		Muut ajon.	0.581	0.540	0.561	
	ON5D1Q1	Bussit	0.442	0.288	0.365	-55.4 %	Muut ajon.	0.730	0.680	0.705	25.8 %
	ON5D2Q1	Bussit	0.674	0.522	0.598	-26.9 %	Muut ajon.	0.713	0.672	0.692	23.5 %
	ON5D3Q1	Bussit	0.700	0.563	0.632	-22.8 %	Muut ajon.	0.717	0.653	0.685	22.2 %
	ON5D4Q1	Bussit	0.256	0.177	0.217	-73.5 %	Muut ajon.	0.798	0.709	0.754	34.4 %
	OFF5D1Q2	Bussit	0.819	0.725	0.772		Muut ajon.	0.546	0.512	0.529	
	ON5D1Q2	Bussit	0.385	0.231	0.308	-60.1 %	Muut ajon.	0.648	0.607	0.627	18.7 %
	ON5D2Q2	Bussit	0.581	0.465	0.523	-32.2 %	Muut ajon.	0.639	0.603	0.621	17.5 %
	ON5D3Q2	Bussit	0.641	0.498	0.569	-26.3 %	Muut ajon.	0.623	0.584	0.603	14.1 %
	ON5D4Q2	Bussit	0.204	0.118	0.161	-79.1 %	Muut ajon.	0.670	0.612	0.641	21.2 %
	OFF15D1Q1	Bussit	0.953	0.655	0.804		Muut ajon.	0.573	0.536	0.555	
	ON15D1Q1	Bussit	0.494	0.265	0.379	-52.8 %	Muut ajon.	0.643	0.580	0.611	10.2 %
	ON15D2Q1	Bussit	0.737	0.471	0.604	-24.9 %	Muut ajon.	0.635	0.593	0.614	10.7 %
	OFF15D1Q2	Bussit	0.823	0.618	0.721		Muut ajon.	0.539	0.500	0.520	
ON15D1Q2	Bussit	0.386	0.206	0.296	-59.0 %	Muut ajon.	0.572	0.535	0.553	6.5 %	
ON15D2Q2	Bussit	0.671	0.429	0.550	-23.7 %	Muut ajon.	0.580	0.555	0.568	9.2 %	
Erillis- ohjaus	OFF5D1Q1 erillisohjaus	Bussit	0.849	0.750	0.800		Muut ajon.	0.734	0.672	0.703	
	ON5D1Q1 erillisohjaus	Bussit	0.387	0.235	0.311	-61.1 %	Muut ajon.	0.768	0.715	0.742	5.5 %
	OFF15D1Q2 erillisohjaus	Bussit	0.865	0.718	0.792		Muut ajon.	0.641	0.598	0.620	
	ON15D1Q2 erillisohjaus	Bussit	0.336	0.105	0.221	-72.1 %	Muut ajon.	0.663	0.612	0.637	2.8 %
Käytettävät etuudet	OFF5D1Q1	Bussit	0.868	0.768	0.818		Muut ajon.	0.581	0.540	0.561	
	ON5D1Q1	Bussit	0.442	0.288	0.365	-55.4 %	Muut ajon.	0.730	0.680	0.705	25.8 %
	ON5D1Q1 ei ylim. vaihetta	Bussit	0.745	0.579	0.662	-19.1 %	Muut ajon.	0.735	0.689	0.712	26.9 %
	ON5D1Q1 vain pidennys	Bussit	0.720	0.575	0.648	-20.8 %	Muut ajon.	0.656	0.623	0.640	14.1 %
	ON5D1Q1 takuuvhr. muutos	Bussit	0.539	0.378	0.458	-44.0 %	Muut ajon.	0.704	0.662	0.683	21.8 %
	OFF15D1Q2	Bussit	0.823	0.618	0.721		Muut ajon.	0.539	0.500	0.520	
	ON15D1Q2	Bussit	0.386	0.206	0.296	-59.0 %	Muut ajon.	0.572	0.535	0.553	6.5 %
	ON15D1Q2 ei ylim. vaihetta	Bussit	0.744	0.490	0.617	-14.5 %	Muut ajon.	0.560	0.524	0.542	4.4 %
	ON15D1Q2 vain pidennys	Bussit	0.766	0.526	0.646	-10.4 %	Muut ajon.	0.545	0.509	0.527	1.4 %
ON15D1Q2 takuuvhr. muutos	Bussit	0.438	0.262	0.350	-51.4 %	Muut ajon.	0.571	0.545	0.558	7.4 %	
Pysäk- kimallit	OFF5D1Q1 pysäkki	Bussit	0.928	0.820	0.874		Muut ajon.	0.575	0.551	0.563	
	ON5D1Q1 pysäkkiä ennen	Bussit	0.466	0.341	0.404	-53.8 %	Muut ajon.	0.738	0.687	0.712	26.5 %
	ON5D1Q1 pysäkin jälkeen	Bussit	0.530	0.351	0.440	-49.6 %	Muut ajon.	0.740	0.678	0.709	25.9 %
Lyhyt liittymäväli	OFF5D1Q1 200m liittymäväli	Bussit	0.769	0.660	0.714		Muut ajon.	0.571	0.530	0.551	
	ON5D1Q1 200m liittymäväli	Bussit	0.397	0.262	0.330	-53.8 %	Muut ajon.	0.701	0.632	0.667	21.1 %
	OFF15D1Q2 200m liittymäväli	Bussit	0.899	0.661	0.780		Muut ajon.	0.537	0.491	0.514	
	ON15D1Q2 200m liittymäväli	Bussit	0.330	0.139	0.235	-69.9 %	Muut ajon.	0.548	0.515	0.531	3.4 %
Ylikuormitus- tilanne	OFF5D1Q3	Bussit	0.949	0.825	0.887		Muut ajon.	0.623	0.586	0.604	
	ON5D1Q3	Bussit	0.574	0.381	0.477	-46.2 %	Muut ajon.	1.174	0.792	0.983	62.6 %
	ON5D1Q3 takuuvhr. muutos	Bussit	0.548	0.463	0.505	-43.0 %	Muut ajon.	0.871	0.758	0.815	34.8 %
	OFF15D1Q3	Bussit	0.978	0.739	0.858		Muut ajon.	0.604	0.562	0.583	
	ON15D1Q3	Bussit	0.552	0.282	0.417	-51.5 %	Muut ajon.	0.719	0.634	0.676	16.0 %
	OFF5D1Q3 korjattu ohjaus	Bussit	0.895	0.808	0.852		Muut ajon.	0.609	0.571	0.590	
	ON5D1Q3 korjattu ohjaus	Bussit	0.499	0.363	0.431	-49.3 %	Muut ajon.	1.083	0.749	0.916	55.3 %

Etuus käytössä / poissa käytöstä = ON / OFF

Bussien vuoroväli = 5 tai 15 minuuttia

Liikennemäärä = Q1 (ruuhkaliikenne), Q2 (vähäinen liikenne) tai Q3 (ylikuormitus-tilanne)

Ilmaisinetäisyys (ilmaisinetäisyys päätiellä / sivutiellä) = D1 (200m/150m), D2 (150m/70m), D3 (70m/50m) tai D4 (300m/250m)

Taulukko 8.1 CO-päästöt erikseen eri liittymissä ja yhteensä koko verkolla.

CO-päästöt eri simulointimalleissa liittymittain		Liittymä 101				Liittymä 102				Liittymä 103				Yhteensä	
		Hajonta (max)	Hajonta (min)	Keski-arvo	KA:n muutos	Hajonta (max)	Hajonta (min)	Keski-arvo	KA:n muutos	Hajonta (max)	Hajonta (min)	Keski-arvo	KA:n muutos	Keski-arvo	KA:n muutos
Perusmallit	OFF5D1Q1	3745.5	3525.8	3635.7		4117.7	3928.0	4022.9		4649.3	4468.9	4559.1		12218	
	ON5D1Q1	3785.8	3534.2	3660.0	0.7 %	4175.4	3969.3	4072.3	1.2 %	4817.3	4603.8	4710.5	3.3 %	12443	1.8 %
	ON5D2Q1	3750.2	3533.7	3641.9	0.2 %	4231.3	3953.1	4092.2	1.7 %	4778.1	4592.5	4685.3	2.8 %	12419	1.7 %
	ON5D3Q1	3760.6	3503.4	3632.0	-0.1 %	4200.9	3996.7	4098.8	1.9 %	4795.9	4557.2	4676.5	2.6 %	12407	1.6 %
	ON5D4Q1	3782.6	3536.4	3659.5	0.7 %	4153.4	3959.3	4056.3	0.8 %	4927.3	4687.6	4807.5	5.4 %	12523	2.5 %
	OFF5D1Q2	2155.6	2056.1	2105.8		2457.9	2347.0	2402.4		2804.6	2676.3	2740.4		7249	
	ON5D1Q2	2167.3	2063.7	2115.5	0.5 %	2434.3	2318.7	2376.5	-1.1 %	2833.5	2715.4	2774.5	1.2 %	7266	0.2 %
	ON5D2Q2	2164.9	2066.2	2115.5	0.5 %	2439.0	2335.5	2387.3	-0.6 %	2830.7	2699.6	2765.1	0.9 %	7268	0.3 %
	ON5D3Q2	2161.6	2057.8	2109.7	0.2 %	2456.7	2335.2	2395.9	-0.3 %	2827.6	2702.5	2765.1	0.9 %	7271	0.3 %
	ON5D4Q2	2162.5	2075.9	2119.2	0.6 %	2429.7	2312.4	2371.1	-1.3 %	2856.8	2726.4	2791.6	1.9 %	7282	0.5 %
	OFF15D1Q1	3674.5	3466.8	3570.6		4104.4	3899.5	4001.9		4548.7	4372.6	4460.7		12033	
	ON15D1Q1	3686.2	3468.1	3577.1	0.2 %	4084.0	3885.8	3984.9	-0.4 %	4611.5	4407.1	4509.3	1.1 %	12071	0.3 %
	ON15D2Q1	3690.1	3483.6	3586.9	0.5 %	4091.3	3875.1	3983.2	-0.5 %	4605.5	4408.4	4507.0	1.0 %	12077	0.4 %
	OFF15D1Q2	2124.5	2024.2	2074.4		2424.9	2308.3	2366.6		2721.6	2591.7	2656.7		7098	
ON15D1Q2	2129.4	2019.4	2074.4	0.0 %	2404.6	2294.4	2349.5	-0.7 %	2718.2	2603.7	2660.9	0.2 %	7085	-0.2 %	
ON15D2Q2	2128.2	2021.4	2074.8	0.0 %	2405.7	2294.2	2350.0	-0.7 %	2723.1	2604.0	2663.6	0.3 %	7088	-0.1 %	
Erillis-ohjaus	OFF5D1Q1 erillisohjaus	3771.9	3536.0	3653.9		3955.0	3736.5	3845.7		4829.7	4612.5	4721.1		12221	
	ON5D1Q1 erillisohjaus	3798.2	3555.2	3676.7	0.6 %	4016.7	3769.3	3893.0	1.2 %	4818.7	4642.5	4730.6	0.2 %	12300	0.7 %
	OFF15D1Q2 erillisohjaus	2070.3	1970.4	2020.3		2273.1	2154.7	2213.9		2684.4	2566.7	2625.5		6860	
	ON15D1Q2 erillisohjaus	2074.4	1972.9	2023.7	0.2 %	2274.0	2158.4	2216.2	0.1 %	2695.8	2567.6	2631.7	0.2 %	6871	0.2 %
Käytettävät etuudet	OFF5D1Q1	3745.5	3525.8	3635.7		4117.7	3928.0	4022.9		4649.3	4468.9	4559.1		12218	
	ON5D1Q1	3785.8	3534.2	3660.0	0.7 %	4175.4	3969.3	4072.3	1.2 %	4817.3	4603.8	4710.5	3.3 %	12443	1.8 %
	ON5D1Q1 ei ylim. vaihetta	3766.4	3549.2	3657.8	0.6 %	4264.6	3979.9	4122.3	2.5 %	4834.2	4635.3	4734.7	3.9 %	12515	2.4 %
	ON5D1Q1 vain pidennys	3706.2	3500.7	3603.4	-0.9 %	4151.3	3934.4	4042.9	0.5 %	4756.2	4553.0	4654.6	2.1 %	12301	0.7 %
	ON5D1Q1 takuuvhr. muutos	3711.7	3518.1	3614.9	-0.6 %	4104.2	3883.8	3994.0	-0.7 %	4775.5	4590.5	4683.0	2.7 %	12292	0.6 %
	OFF15D1Q2	2124.5	2024.2	2074.4		2424.9	2308.3	2366.6		2721.6	2591.7	2656.7		7098	
	ON15D1Q2	2129.4	2019.4	2074.4	0.0 %	2404.6	2294.4	2349.5	-0.7 %	2718.2	2603.7	2660.9	0.2 %	7085	-0.2 %
	ON15D1Q2 ei ylim. vaihetta	2139.4	2026.1	2082.8	0.4 %	2418.5	2301.1	2359.8	-0.3 %	2723.1	2609.0	2666.0	0.4 %	7109	0.2 %
	ON15D1Q2 vain pidennys	2129.2	2023.5	2076.4	0.1 %	2433.2	2314.8	2374.0	0.3 %	2726.5	2593.4	2659.9	0.1 %	7110	0.2 %
	ON15D1Q2 takuuvhr. muutos	2128.0	2016.0	2072.0	-0.1 %	2408.2	2293.6	2350.9	-0.7 %	2727.5	2598.4	2663.0	0.2 %	7086	-0.2 %
Pysäkökimallit	OFF5D1Q1 pysäkki	3730.0	3506.3	3618.1		4105.8	3897.4	4001.6		4658.4	4475.6	4567.0		12187	
	ON5D1Q1 pysäkkiä ennen	3773.2	3511.3	3642.2	0.7 %	4257.3	4026.7	4142.0	3.5 %	4859.9	4592.3	4726.1	3.5 %	12510	2.7 %
ON5D1Q1 pysäkin jälkeen	3731.1	3526.5	3628.8	0.3 %	4181.7	3966.2	4074.0	1.8 %	4851.0	4613.1	4732.0	3.6 %	12435	2.0 %	
Lynyt liittymävälit	OFF5D1Q1 200m liittymäväli	2499.9	2349.0	2424.4		3151.0	2965.2	3058.1		4147.8	3969.3	4058.6		9541	
	ON5D1Q1 200m liittymäväli	3850.9	3552.1	3701.5	52.7 %	3326.3	3066.0	3196.2	4.5 %	4312.3	4107.4	4209.8	3.7 %	11107	16.4 %
	OFF15D1Q2 200m liittymäväli	2169.1	2052.5	2110.8		1862.4	1773.1	1817.7		2432.4	2292.4	2362.4		6291	
	ON15D1Q2 200m liittymäväli	2171.8	2069.1	2120.4	0.5 %	1858.9	1767.9	1813.4	-0.2 %	2412.6	2276.3	2344.4	-0.8 %	6278	-0.2 %
Ylikuormitustilanne	OFF5D1Q3	6717.8	5459.5	6088.6		5145.2	4925.7	5035.4		5884.0	5590.8	5737.4		16861	
	ON5D1Q3	5183.7	4704.2	4943.9	-18.8 %	5690.5	5197.3	5443.9	8.1 %	6965.6	6105.0	6535.3	13.9 %	16923	0.4 %
	ON5D1Q3 takuuvhr. muutos	5104.0	4642.6	4873.3	-20.0 %	5275.4	4967.3	5121.3	1.7 %	6426.4	5964.7	6195.5	8.0 %	16190	-4.0 %
	OFF15D1Q3	5795.5	4584.9	5190.2		5138.1	4919.7	5028.9		5771.6	5485.7	5628.6		15848	
	ON15D1Q3	4957.5	4637.4	4797.5	-7.6 %	5216.3	4931.2	5073.8	0.9 %	5952.0	5597.4	5774.7	2.6 %	15646	-1.3 %
	OFF5D1Q3 korjattu ohjaus	4892.4	4592.8	4742.6		5156.1	4934.6	5045.3		5879.9	5597.2	5738.6		15527	
	ON5D1Q3 korjattu ohjaus	5562.5	4673.7	5118.1	7.9 %	5598.8	5196.9	5397.9	7.0 %	6823.3	5877.4	6350.4	10.7 %	16866	8.6 %

Etuus käytössä / poissa käytöstä = ON / OFF

Bussien vuoroväli = 5 tai 15 minuuttia

Liikennemäärä = Q1 (ruuhkaliikenne), Q2 (vähäinen liikenne) tai Q3 (ylikuormitustilanne)

Ilmaisinetäisyys (ilmaisinetäisyys pätiellä / sivutiellä) = D1 (200m/150m), D2 (150m/70m), D3 (70m/50m) tai D4 (300m/250m)

Taulukko 8.2 NO-päästöt erikseen eri liittymissä ja yhteensä koko verkolla.

NO-päästöt eri simulointimalleissa liittymittäin		Liittymä 101				Liittymä 102				Liittymä 103				Yhteensä	
		Hajonta (max)	Hajonta (min)	Keski-arvo	KA:n muutos	Hajonta (max)	Hajonta (min)	Keski-arvo	KA:n muutos	Hajonta (max)	Hajonta (min)	Keski-arvo	KA:n muutos	Keski-arvo	KA:n muutos
Perusmallit	OFF5D1Q1	728.7	686.0	707.4		801.2	764.2	782.7		904.6	869.5	887.0		2377	
	ON5D1Q1	736.6	687.6	712.1	0.7 %	812.4	772.3	792.3	1.2 %	937.3	895.7	916.5	3.3 %	2421	1.8 %
	ON5D2Q1	729.7	687.5	708.6	0.2 %	823.3	769.1	796.2	1.7 %	929.6	893.5	911.6	2.8 %	2416	1.7 %
	ON5D3Q1	731.7	681.6	706.7	-0.1 %	817.3	777.6	797.5	1.9 %	933.1	886.7	909.9	2.6 %	2414	1.6 %
	ON5D4Q1	736.0	688.1	712.0	0.7 %	808.1	770.3	789.2	0.8 %	958.7	912.0	935.4	5.4 %	2437	2.5 %
	OFF5D1Q2	419.4	400.1	409.7		478.2	456.6	467.4		545.7	520.7	533.2		1410	
	ON5D1Q2	421.7	401.5	411.6	0.5 %	473.6	451.1	462.4	-1.1 %	551.3	528.3	539.8	1.2 %	1414	0.2 %
	ON5D2Q2	421.2	402.0	411.6	0.5 %	474.5	454.4	464.5	-0.6 %	550.7	525.2	538.0	0.9 %	1414	0.3 %
	ON5D3Q2	420.6	400.4	410.5	0.2 %	478.0	454.4	466.2	-0.3 %	550.1	525.8	538.0	0.9 %	1415	0.3 %
	ON5D4Q2	420.7	403.9	412.3	0.6 %	472.7	449.9	461.3	-1.3 %	555.8	530.4	543.1	1.9 %	1417	0.5 %
	OFF15D1Q1	714.9	674.5	694.7		798.6	758.7	778.6		885.0	850.7	867.9		2341	
	ON15D1Q1	717.2	674.8	696.0	0.2 %	794.6	756.0	775.3	-0.4 %	897.2	857.5	877.3	1.1 %	2349	0.3 %
	ON15D2Q1	718.0	677.8	697.9	0.5 %	796.0	754.0	775.0	-0.5 %	896.1	857.7	876.9	1.0 %	2350	0.4 %
	OFF15D1Q2	413.3	393.8	403.6		471.8	449.1	460.5		529.5	504.3	516.9		1381	
	ON15D1Q2	414.3	392.9	403.6	0.0 %	467.8	446.4	457.1	-0.7 %	528.9	506.6	517.7	0.2 %	1378	-0.2 %
ON15D2Q2	414.1	393.3	403.7	0.0 %	468.1	446.4	457.2	-0.7 %	529.8	506.6	518.2	0.3 %	1379	-0.1 %	
Erillis-ohjaus	OFF5D1Q1 erillisohjaus	733.9	688.0	710.9		769.5	727.0	748.2		939.7	897.4	918.5		2378	
	ON5D1Q1 erillisohjaus	739.0	691.7	715.4	0.6 %	781.5	733.4	757.4	1.2 %	937.5	903.3	920.4	0.2 %	2393	0.7 %
	OFF15D1Q2 erillisohjaus	402.8	383.4	393.1		442.3	419.2	430.8		522.3	499.4	510.8		1335	
	ON15D1Q2 erillisohjaus	403.6	383.9	393.7	0.2 %	442.4	419.9	431.2	0.1 %	524.5	499.6	512.0	0.2 %	1337	0.2 %
Käytettävät etuudet	OFF5D1Q1	728.7	686.0	707.4		801.2	764.2	782.7		904.6	869.5	887.0		2377	
	ON5D1Q1	736.6	687.6	712.1	0.7 %	812.4	772.3	792.3	1.2 %	937.3	895.7	916.5	3.3 %	2421	1.8 %
	ON5D1Q1 ei ylim. vaihetta	732.8	690.5	711.7	0.6 %	829.7	774.3	802.0	2.5 %	940.6	901.9	921.2	3.9 %	2435	2.4 %
	ON5D1Q1 vain pidennys	721.1	681.1	701.1	-0.9 %	807.7	765.5	786.6	0.5 %	925.4	885.9	905.6	2.1 %	2393	0.7 %
	ON5D1Q1 takuuuhr. muutos	722.2	684.5	703.3	-0.6 %	798.5	755.7	777.1	-0.7 %	929.1	893.1	911.1	2.7 %	2392	0.6 %
	OFF15D1Q2	413.3	393.8	403.6		471.8	449.1	460.5		529.5	504.3	516.9		1381	
	ON15D1Q2	414.3	392.9	403.6	0.0 %	467.8	446.4	457.1	-0.7 %	528.9	506.6	517.7	0.2 %	1378	-0.2 %
	ON15D1Q2 ei ylim. vaihetta	416.3	394.2	405.2	0.4 %	470.6	447.7	459.1	-0.3 %	529.8	507.6	518.7	0.4 %	1383	0.2 %
	ON15D1Q2 vain pidennys	414.3	393.7	404.0	0.1 %	473.4	450.4	461.9	0.3 %	530.5	504.6	517.5	0.1 %	1383	0.2 %
	ON15D1Q2 takuuuhr. muutos	414.0	392.2	403.1	-0.1 %	468.5	446.2	457.4	-0.7 %	530.7	505.6	518.1	0.2 %	1379	-0.2 %
Pysäkökimallit	OFF5D1Q1 pysäkki	725.7	682.2	704.0		798.9	758.3	778.6		906.4	870.8	888.6		2371	
	ON5D1Q1 pysäkkiä ennen	734.1	683.2	708.6	0.7 %	828.3	783.5	805.9	3.5 %	945.6	893.5	919.5	3.5 %	2434	2.7 %
	ON5D1Q1 pysäkin jälkeen	725.9	686.1	706.0	0.3 %	813.6	771.7	792.6	1.8 %	943.8	897.5	920.7	3.6 %	2419	2.0 %
Lyhyt liittymäväli	OFF5D1Q1 200m liittymäväli	486.4	457.0	471.7		613.1	576.9	595.0		807.0	772.3	789.6		1856	
	ON5D1Q1 200m liittymäväli	749.2	691.1	720.2	52.7 %	647.2	596.5	621.9	4.5 %	839.0	799.2	819.1	3.7 %	2161	16.4 %
	OFF15D1Q2 200m liittymäväli	422.0	399.3	410.7		362.4	345.0	353.7		473.3	446.0	459.6		1224	
ON15D1Q2 200m liittymäväli	422.5	402.6	412.6	0.5 %	361.7	344.0	352.8	-0.2 %	469.4	442.9	456.1	-0.8 %	1222	-0.2 %	
Ylikuormitustilanne	OFF5D1Q3	1307.0	1062.2	1184.6		1001.1	958.4	979.7		1144.8	1087.8	1116.3		3281	
	ON5D1Q3	1008.6	915.3	961.9	-18.8 %	1107.2	1011.2	1059.2	8.1 %	1355.2	1187.8	1271.5	13.9 %	3293	0.4 %
	ON5D1Q3 takuuuhr. muutos	993.0	903.3	948.2	-20.0 %	1026.4	966.4	996.4	1.7 %	1250.3	1160.5	1205.4	8.0 %	3150	-4.0 %
	OFF15D1Q3	1127.6	892.1	1009.8		999.7	957.2	978.4		1122.9	1067.3	1095.1		3083	
	ON15D1Q3	964.6	902.3	933.4	-7.6 %	1014.9	959.4	987.2	0.9 %	1158.0	1089.1	1123.6	2.6 %	3044	-1.3 %
	OFF5D1Q3 korjattu ohjaus	951.9	893.6	922.7		1003.2	960.1	981.6		1144.0	1089.0	1116.5		3021	
ON5D1Q3 korjattu ohjaus	1082.3	909.3	995.8	7.9 %	1089.3	1011.1	1050.2	7.0 %	1327.6	1143.5	1235.6	10.7 %	3282	8.6 %	

Etuus käytössä / poissa käytöstä = ON / OFF

Bussien vuoroväli = 5 tai 15 minuuttia

Liikennemäärä = Q1 (ruuhkaliikenne), Q2 (vähäinen liikenne) tai Q3 (ylikuormitustilanne)

Ilmaisinetäisyys (ilmaisinetäisyys päätiellä / sivutiellä) = D1 (200m/150m), D2 (150m/70m), D3 (70m/50m) tai D4 (300m/250m)

Taulukko 8.3 VOC-päästöt erikseen eri liittymissä ja yhteensä koko verkolla.

VOC-päästöt eri simulointimalleissa liittymittain		Liittymä 101				Liittymä 102				Liittymä 103				Yhteensä	
		Hajonta (max)	Hajonta (min)	Keski-arvo	KA:n muutos	Hajonta (max)	Hajonta (min)	Keski-arvo	KA:n muutos	Hajonta (max)	Hajonta (min)	Keski-arvo	KA:n muutos	Keski-arvo	KA:n muutos
Perusmallit	OFF5D1Q1	868.1	817.1	842.6		954.3	910.4	932.3		1077.5	1035.7	1056.6		2832	
	ON5D1Q1	877.4	819.1	848.2	0.7 %	967.7	919.9	943.8	1.2 %	1116.5	1067.0	1091.7	3.3 %	2884	1.8 %
	ON5D2Q1	869.2	819.0	844.1	0.2 %	980.7	916.2	948.4	1.7 %	1107.4	1064.4	1085.9	2.8 %	2878	1.7 %
	ON5D3Q1	871.6	812.0	841.8	-0.1 %	973.6	926.3	949.9	1.9 %	1111.5	1056.2	1083.8	2.6 %	2876	1.6 %
	ON5D4Q1	876.6	819.6	848.1	0.7 %	962.6	917.6	940.1	0.8 %	1142.0	1086.4	1114.2	5.4 %	2902	2.5 %
	OFF5D1Q2	499.6	476.5	488.0		569.6	543.9	556.8		650.0	620.3	635.1		1680	
	ON5D1Q2	502.3	478.3	490.3	0.5 %	564.2	537.4	550.8	-1.1 %	656.7	629.3	643.0	1.2 %	1684	0.2 %
	ON5D2Q2	501.7	478.9	490.3	0.5 %	565.3	541.3	553.3	-0.6 %	656.0	625.7	640.8	0.9 %	1684	0.3 %
	ON5D3Q2	501.0	476.9	488.9	0.2 %	569.4	541.2	555.3	-0.3 %	655.3	626.3	640.8	0.9 %	1685	0.3 %
	ON5D4Q2	501.2	481.1	491.1	0.6 %	563.1	535.9	549.5	-1.3 %	662.1	631.9	647.0	1.9 %	1688	0.5 %
	OFF15D1Q1	851.6	803.5	827.5		951.2	903.7	927.5		1054.2	1013.4	1033.8		2789	
	ON15D1Q1	854.3	803.8	829.0	0.2 %	946.5	900.6	923.5	-0.4 %	1068.8	1021.4	1045.1	1.1 %	2798	0.3 %
ON15D2Q1	855.2	807.4	831.3	0.5 %	948.2	898.1	923.2	-0.5 %	1067.4	1021.7	1044.5	1.0 %	2799	0.4 %	
OFF15D1Q2	492.4	469.1	480.8		562.0	535.0	548.5		630.7	600.7	615.7		1645		
ON15D1Q2	493.5	468.0	480.8	0.0 %	557.3	531.7	544.5	-0.7 %	630.0	603.4	616.7	0.2 %	1642	-0.2 %	
ON15D2Q2	493.2	468.5	480.8	0.0 %	557.6	531.7	544.6	-0.7 %	631.1	603.5	617.3	0.3 %	1643	-0.1 %	
Erillis-ohjaus	OFF5D1Q1 erillisohjaus	874.2	819.5	846.8		916.6	866.0	891.3		1119.3	1069.0	1094.2		2832	
	ON5D1Q1 erillisohjaus	880.3	824.0	852.1	0.6 %	930.9	873.6	902.2	1.2 %	1116.8	1076.0	1096.4	0.2 %	2851	0.7 %
	OFF15D1Q2 erillisohjaus	479.8	456.6	468.2		526.8	499.4	513.1		622.1	594.9	608.5		1590	
	ON15D1Q2 erillisohjaus	480.8	457.2	469.0	0.2 %	527.0	500.2	513.6	0.1 %	624.8	595.1	609.9	0.2 %	1593	0.2 %
Käytettävät etuudet	OFF5D1Q1	868.1	817.1	842.6		954.3	910.4	932.3		1077.5	1035.7	1056.6		2832	
	ON5D1Q1	877.4	819.1	848.2	0.7 %	967.7	919.9	943.8	1.2 %	1116.5	1067.0	1091.7	3.3 %	2884	1.8 %
	ON5D1Q1 ei ylim. vaihetta	872.9	822.6	847.7	0.6 %	988.4	922.4	955.4	2.5 %	1120.4	1074.3	1097.3	3.9 %	2900	2.4 %
	ON5D1Q1 vain pidennys	858.9	811.3	835.1	-0.9 %	962.1	911.8	937.0	0.5 %	1102.3	1055.2	1078.8	2.1 %	2851	0.7 %
	ON5D1Q1 takuuvhr. muutos	860.2	815.3	837.8	-0.6 %	951.2	900.1	925.7	-0.7 %	1106.8	1063.9	1085.3	2.7 %	2849	0.6 %
	OFF15D1Q2	492.4	469.1	480.8		562.0	535.0	548.5		630.7	600.7	615.7		1645	
	ON15D1Q2	493.5	468.0	480.8	0.0 %	557.3	531.7	544.5	-0.7 %	630.0	603.4	616.7	0.2 %	1642	-0.2 %
	ON15D1Q2 ei ylim. vaihetta	495.8	469.6	482.7	0.4 %	560.5	533.3	546.9	-0.3 %	631.1	604.7	617.9	0.4 %	1647	0.2 %
	ON15D1Q2 vain pidennys	493.5	469.0	481.2	0.1 %	563.9	536.5	550.2	0.3 %	631.9	601.1	616.5	0.1 %	1648	0.2 %
	ON15D1Q2 takuuvhr. muutos	493.2	467.2	480.2	-0.1 %	558.1	531.6	544.8	-0.7 %	632.1	602.2	617.2	0.2 %	1642	-0.2 %
Pysäkökimallit	OFF5D1Q1 pysäkki	864.5	812.6	838.5		951.6	903.3	927.4		1079.6	1037.3	1058.4		2824	
	ON5D1Q1 pysäkkiä ennen	874.5	813.8	844.1	0.7 %	986.7	933.2	960.0	3.5 %	1126.3	1064.3	1095.3	3.5 %	2899	2.7 %
	ON5D1Q1 pysäkin jälkeen	864.7	817.3	841.0	0.3 %	969.1	919.2	944.2	1.8 %	1124.3	1069.1	1096.7	3.6 %	2882	2.0 %
Lyyhyt liittymävälit	OFF5D1Q1 200m liittymäväli	579.4	544.4	561.9		730.3	687.2	708.8		961.3	919.9	940.6		2211	
	ON5D1Q1 200m liittymäväli	892.5	823.2	857.9	52.7 %	770.9	710.6	740.7	4.5 %	999.4	951.9	975.7	3.7 %	2574	16.4 %
	OFF15D1Q2 200m liittymäväli	502.7	475.7	489.2		431.6	410.9	421.3		563.7	531.3	547.5		1458	
ON15D1Q2 200m liittymäväli	503.3	479.5	491.4	0.5 %	430.8	409.7	420.3	-0.2 %	559.1	527.6	543.3	-0.8 %	1455	-0.2 %	
Ylikuormitusilanne	OFF5D1Q3	1556.9	1265.3	1411.1		1192.4	1141.6	1167.0		1363.7	1295.7	1329.7		3908	
	ON5D1Q3	1201.4	1090.2	1145.8	-18.8 %	1318.8	1204.5	1261.7	8.1 %	1614.3	1414.9	1514.6	13.9 %	3922	0.4 %
	ON5D1Q3 takuuvhr. muutos	1182.9	1076.0	1129.4	-20.0 %	1222.6	1151.2	1186.9	1.7 %	1489.4	1382.4	1435.9	8.0 %	3752	-4.0 %
	OFF15D1Q3	1343.2	1062.6	1202.9		1190.8	1140.2	1165.5		1337.6	1271.4	1304.5		3673	
	ON15D1Q3	1149.0	1074.8	1111.9	-7.6 %	1208.9	1142.9	1175.9	0.9 %	1379.4	1297.3	1338.3	2.6 %	3626	-1.3 %
	OFF5D1Q3 korjattu ohjaus	1133.9	1064.4	1099.1		1195.0	1143.7	1169.3		1362.7	1297.2	1330.0		3598	
	ON5D1Q3 korjattu ohjaus	1289.2	1083.2	1186.2	7.9 %	1297.6	1204.4	1251.0	7.0 %	1581.4	1362.1	1471.8	10.7 %	3909	8.6 %

Etuus käytössä / poissa käytöstä = ON / OFF

Bussien vuoroväli = 5 tai 15 minuuttia

Liikennemäärä = Q1 (ruuhkaliikenne), Q2 (vähäinen liikenne) tai Q3 (ylikuormitusilanne)

Ilmaisinetäisyys (ilmaisinetäisyys päätiellä / sivutiellä) = D1 (200m/150m), D2 (150m/70m), D3 (70m/50m) tai D4 (300m/250m)

Taulukko 9.1 Polttoaineenkulutus erikseen eri liittymissä ja yhteensä koko verkolla.

Polttoaineen kulutus eri simulointimalleilla liittymittain		Liittymä 101				Liittymä 102				Liittymä 103				Yhteensä	
		Hajonta (max)	Hajonta (min)	Keski-arvo	KA:n muutos	Hajonta (max)	Hajonta (min)	Keski-arvo	KA:n muutos	Hajonta (max)	Hajonta (min)	Keski-arvo	KA:n muutos	Keski-arvo	KA:n muutos
Perusmallit	OFF5D1Q1	53.6	50.4	52.0		58.9	56.2	57.5		66.5	63.9	65.2		175	
	ON5D1Q1	54.2	50.6	52.4	0.7 %	59.7	56.8	58.3	1.2 %	68.9	65.9	67.4	3.3 %	178	1.8 %
	ON5D2Q1	53.7	50.6	52.1	0.2 %	60.5	56.6	58.5	1.7 %	68.4	65.7	67.0	2.8 %	178	1.7 %
	ON5D3Q1	53.8	50.1	52.0	-0.1 %	60.1	57.2	58.6	1.9 %	68.6	65.2	66.9	2.6 %	177	1.6 %
	ON5D4Q1	54.1	50.6	52.4	0.7 %	59.4	56.6	58.0	0.8 %	70.5	67.1	68.8	5.5 %	179	2.5 %
	OFF5D1Q2	30.8	29.4	30.1		35.2	33.6	34.4		40.1	38.3	39.2		104	
	ON5D1Q2	31.0	29.5	30.3	0.4 %	34.8	33.2	34.0	-1.1 %	40.5	38.8	39.7	1.3 %	104	0.2 %
	ON5D2Q2	31.0	29.6	30.3	0.5 %	34.9	33.4	34.2	-0.6 %	40.5	38.6	39.6	0.9 %	104	0.3 %
	ON5D3Q2	30.9	29.4	30.2	0.2 %	35.1	33.4	34.3	-0.3 %	40.5	38.7	39.6	0.9 %	104	0.3 %
	ON5D4Q2	30.9	29.7	30.3	0.6 %	34.8	33.1	33.9	-1.3 %	40.9	39.0	39.9	1.9 %	104	0.5 %
	OFF15D1Q1	52.6	49.6	51.1		58.7	55.8	57.3		65.1	62.5	63.8		172	
	ON15D1Q1	52.7	49.6	51.2	0.2 %	58.4	55.6	57.0	-0.4 %	66.0	63.0	64.5	1.1 %	173	0.3 %
	ON15D2Q1	52.8	49.8	51.3	0.5 %	58.5	55.4	57.0	-0.5 %	65.9	63.1	64.5	1.0 %	173	0.4 %
	OFF15D1Q2	30.4	29.0	29.7		34.7	33.0	33.9		38.9	37.1	38.0		102	
ON15D1Q2	30.5	28.9	29.7	0.0 %	34.4	32.8	33.6	-0.7 %	38.9	37.2	38.1	0.2 %	101	-0.2 %	
ON15D2Q2	30.4	28.9	29.7	0.0 %	34.4	32.8	33.6	-0.7 %	39.0	37.3	38.1	0.3 %	101	-0.1 %	
Erillis-ohjaus	OFF5D1Q1 erillisohjaus	54.0	50.6	52.3		56.6	53.5	55.0		69.1	66.0	67.5		175	
	ON5D1Q1 erillisohjaus	54.3	50.9	52.6	0.6 %	57.5	53.9	55.7	1.2 %	68.9	66.4	67.7	0.2 %	176	0.7 %
	OFF15D1Q2 erillisohjaus	29.6	28.2	28.9		32.5	30.8	31.7		38.4	36.7	37.6		98	
	ON15D1Q2 erillisohjaus	29.7	28.2	28.9	0.1 %	32.5	30.9	31.7	0.1 %	38.6	36.7	37.7	0.2 %	98	0.2 %
Käytettävät etuudet	OFF5D1Q1	53.6	50.4	52.0		58.9	56.2	57.5		66.5	63.9	65.2		175	
	ON5D1Q1	54.2	50.6	52.4	0.7 %	59.7	56.8	58.3	1.2 %	68.9	65.9	67.4	3.3 %	178	1.8 %
	ON5D1Q1 ei ylim. vaihetta	53.9	50.8	52.3	0.6 %	61.0	56.9	59.0	2.5 %	69.2	66.3	67.7	3.8 %	179	2.4 %
	ON5D1Q1 vain pidennys	53.0	50.1	51.6	-0.9 %	59.4	56.3	57.8	0.5 %	68.0	65.1	66.6	2.1 %	176	0.7 %
	ON5D1Q1 takuuvhr. muutos	53.1	50.3	51.7	-0.6 %	58.7	55.6	57.1	-0.7 %	68.3	65.7	67.0	2.7 %	176	0.6 %
	OFF15D1Q2	30.4	29.0	29.7		34.7	33.0	33.9		38.9	37.1	38.0		102	
	ON15D1Q2	30.5	28.9	29.7	0.0 %	34.4	32.8	33.6	-0.7 %	38.9	37.2	38.1	0.2 %	101	-0.2 %
	ON15D1Q2 ei ylim. vaihetta	30.6	29.0	29.8	0.4 %	34.6	32.9	33.8	-0.3 %	39.0	37.3	38.1	0.4 %	102	0.2 %
	ON15D1Q2 vain pidennys	30.5	29.0	29.7	0.1 %	34.8	33.1	34.0	0.3 %	39.0	37.1	38.1	0.1 %	102	0.2 %
	ON15D1Q2 takuuvhr. muutos	30.4	28.8	29.6	-0.1 %	34.4	32.8	33.6	-0.7 %	39.0	37.2	38.1	0.2 %	101	-0.2 %
Pysäkkimallit	OFF5D1Q1 pysäkki	53.4	50.2	51.8		58.7	55.8	57.2		66.6	64.0	65.3		174	
	ON5D1Q1 pysäkkiä ennen	54.0	50.2	52.1	0.7 %	60.9	57.6	59.3	3.5 %	69.5	65.7	67.6	3.5 %	179	2.7 %
	ON5D1Q1 pysäkin jälkeen	53.4	50.4	51.9	0.3 %	59.8	56.7	58.3	1.8 %	69.4	66.0	67.7	3.6 %	178	2.0 %
Lyhyt liittymävälit	OFF5D1Q1 200m liittymäväli	35.8	33.6	34.7		45.1	42.4	43.8		59.3	56.8	58.1		136	
	ON5D1Q1 200m liittymäväli	55.1	50.8	53.0	52.7 %	47.6	43.9	45.7	4.5 %	61.7	58.8	60.2	3.7 %	159	16.4 %
	OFF15D1Q2 200m liittymäväli	31.0	29.4	30.2		26.6	25.4	26.0		34.8	32.8	33.8		90	
	ON15D1Q2 200m liittymäväli	31.1	29.6	30.3	0.5 %	26.6	25.3	25.9	-0.2 %	34.5	32.6	33.5	-0.8 %	90	-0.2 %
Ylikuormitustilanne	OFF5D1Q3	96.1	78.1	87.1		73.6	70.5	72.0		84.2	80.0	82.1		241	
	ON5D1Q3	74.2	67.3	70.7	-18.8 %	81.4	74.4	77.9	8.1 %	99.7	87.3	93.5	13.9 %	242	0.4 %
	ON5D1Q3 takuuvhr. muutos	73.0	66.4	69.7	-20.0 %	75.5	71.1	73.3	1.7 %	91.9	85.3	88.6	8.0 %	232	-4.0 %
	OFF15D1Q3	82.9	65.6	74.3		73.5	70.4	71.9		82.6	78.5	80.5		227	
	ON15D1Q3	70.9	66.3	68.6	-7.6 %	74.6	70.5	72.6	0.9 %	85.1	80.1	82.6	2.6 %	224	-1.3 %
	OFF5D1Q3 korjattu ohjaus	70.0	65.7	67.9		73.8	70.6	72.2		84.1	80.1	82.1		222	
ON5D1Q3 korjattu ohjaus	79.6	66.9	73.2	7.9 %	80.1	74.3	77.2	7.0 %	97.6	84.1	90.9	10.7 %	241	8.6 %	

Etuus käytössä / poissa käytöstä = ON / OFF

Bussien vuoroväli = 5 tai 15 minuuttia

Liikennemäärä = Q1 (ruuhkaliikenne), Q2 (vähäinen liikenne) tai Q3 (ylikuormitustilanne)

Ilmaisinetäisyys (ilmaisinetäisyys päätiellä / sivutiellä) = D1 (200m/150m), D2 (150m/70m), D3 (70m/50m) tai D4 (300m/250m)

Liikennevalojen toiminta on esitetty eri simulointitapausten keskimääräisten vihreän vaiheen pituuksien avulla opastinryhmittäin.

Opastinryhmät olivat

Liittymä 101

- 1 Päätieta suoraan lännestä itään
- 2 Päätieta suoraan idästä länteen
- 3 Päätieltä lännestä vasemmalle pohjoiseen
- 4 Päätieltä idästä vasemmalle etelään (bussietuusvaihe)
- 5 Sivutieltä etelään
- 6 Sivutieltä etelästä pohjoiseen / länteen
- 7 Sivutieltä etelästä itään (bussietuusvaihe)

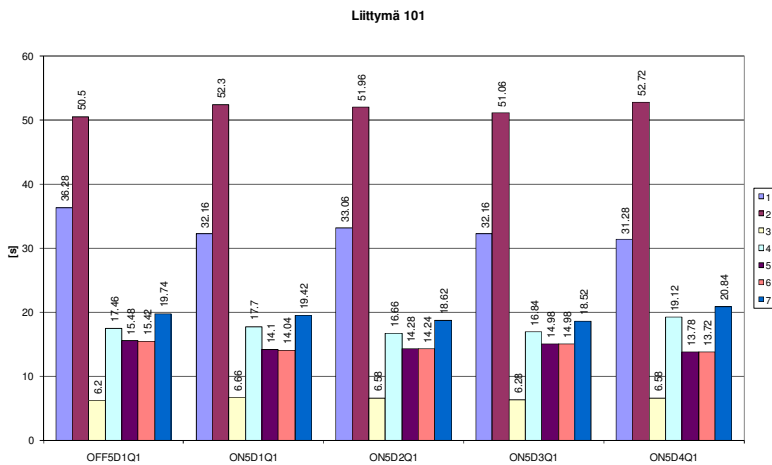
Liittymä 102

- 1 Päätieta suoraan lännestä itään (bussietuusvaihe)
- 2 Päätieta suoraan idästä länteen (bussietuusvaihe)
- 3 Päätieltä lännestä vasemmalle pohjoiseen
- 4 Päätieltä idästä vasemmalle etelään
- 5 Sivutieltä etelästä pohjoiseen
- 6 Sivutieltä pohjoisesta etelään

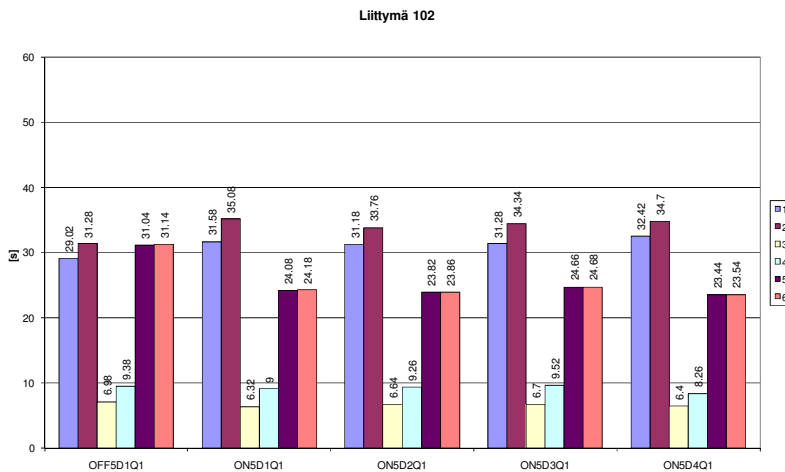
Liittymä 103

- 1 Päätieta suoraan lännestä itään
- 2 Päätieta suoraan idästä länteen
- 3 Päätieltä lännestä vasemmalle pohjoiseen (bussietuusvaihe)
- 4 Päätieltä idästä vasemmalle etelään
- 5 Sivutieltä etelästä pohjoiseen (bussietuusvaihe)
- 6 Sivutieltä pohjoisesta etelään (bussietuusvaihe)

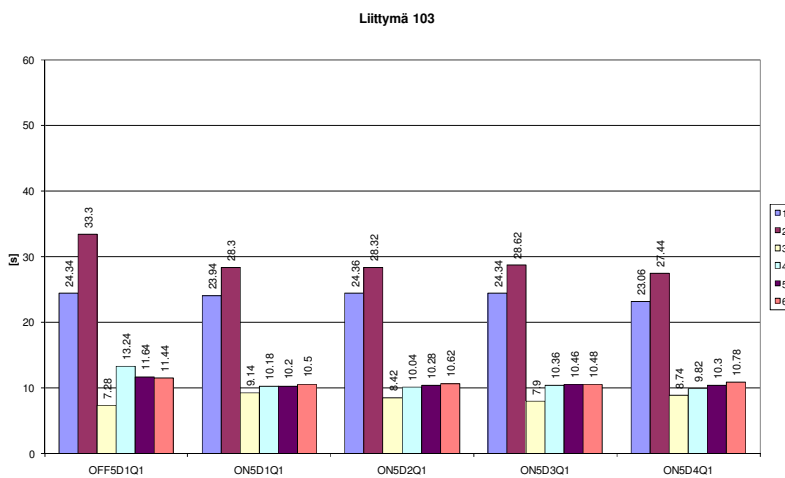
Perustapakukset / Ruuhkaliikenne (Q1) ja 5 minuutin vuoroväli, vaihteleva ilmaisetäisyys (D1 200m/150m, D2 150m/70m, D3 70m/50m, D4 300m/250m)



Liittymä 101: Päätieltä suoraan lännestä itään (1) ja idästä länteen (2), päätieltä vasemmalle lännestä pohjoiseen (3) ja idästä etelään (4, bussietuusvaihe), sivutieltä etelään (5), etelästä pohjoiseen/länteen (6) ja itään (7, bussietuusvaihe)

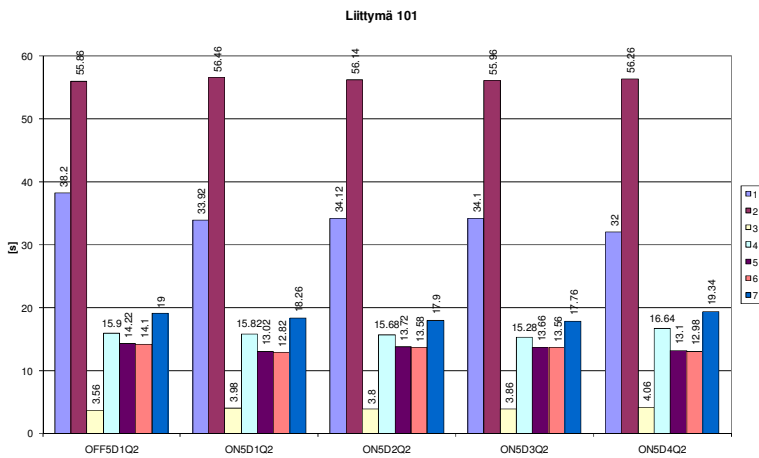


Liittymä 102: Päätieltä suoraan lännestä itään (1, bussietuus) ja idästä länteen (2, bussietuus), päätieltä vasemmalle lännestä pohjoiseen (3) ja idästä etelään (4), sivutieltä etelästä (5) ja pohjoisesta (6)

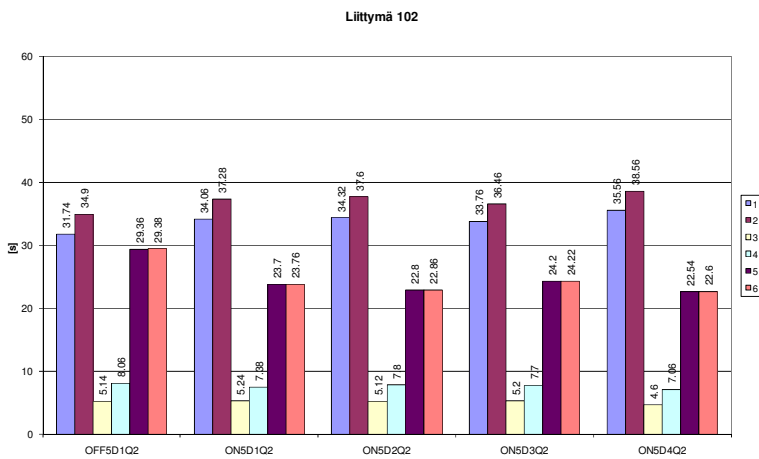


Liittymä 103: Päätieltä suoraan lännestä itään (1) ja idästä länteen (2), päätieltä vasemmalle lännestä pohjoiseen (3, bussietuus) ja idästä etelään (4), sivutieltä etelästä (5, bussietuus) ja pohjoisesta (6, bussietuus)

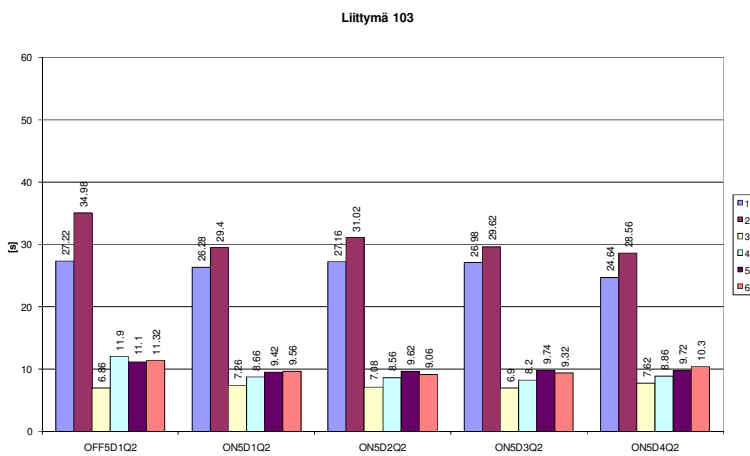
Perustapakset / Vähäinen liikenne (Q) ja 5 minuutin vuoroväli, vaihteleva ilmaisetäisyys (D1 200m/150m, D2 150m/70m, D3 70m/50m, D4 300m/250m)



Liittymä 101: Päätietä suoraan lännestä itään (1) ja idästä länteen (2), päätieltä vasemmalle lännestä pohjoiseen (3) ja idästä etelään (4, bussietuusvaihe), sivutieltä etelään (5), etelästä pohjoiseen/länteen (6) ja itään (7, bussietuusvaihe)

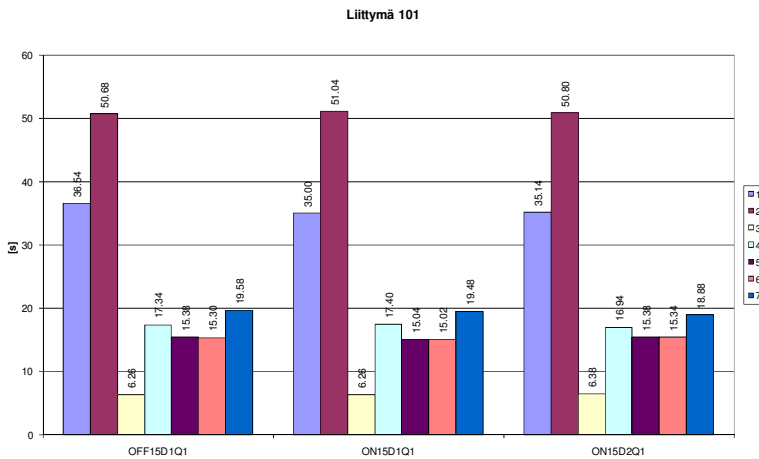


Liittymä 102: Päätietä suoraan lännestä itään (1, bussietuus) ja idästä länteen (2, bussietuus), päätieltä vasemmalle lännestä pohjoiseen (3) ja idästä etelään (4), sivutieltä etelästä (5) ja pohjoisesta (6)

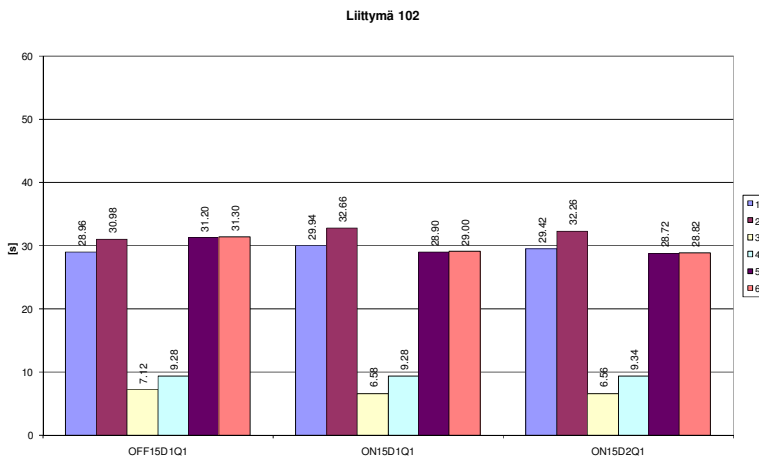


Liittymä 103: Päätietä suoraan lännestä itään (1) ja idästä länteen (2), päätieltä vasemmalle lännestä pohjoiseen (3, bussietuus) ja idästä etelään (4), sivutieltä etelästä (5, bussietuus) ja pohjoisesta (6, bussietuus)

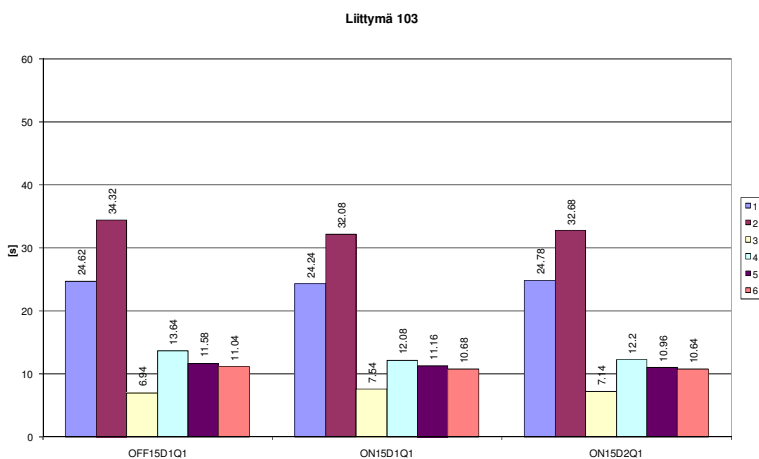
Perustapakukset / Ruuhkaliikenne (Q1) ja 15 minuutin vuoroväli, vaihteleva ilmaisetäisyys (D1 200m/150m, D2 150m/70m)



Liittymä 101: Päätietä suoraan lännestä itään (1) ja idästä länteen (2), päätieltä vasemmalle lännestä pohjoiseen (3) ja idästä etelään (4, bussietuusvaihe), sivutieltä etelään (5), etelästä pohjoiseen/länteen (6) ja itään (7, bussietuusvaihe)

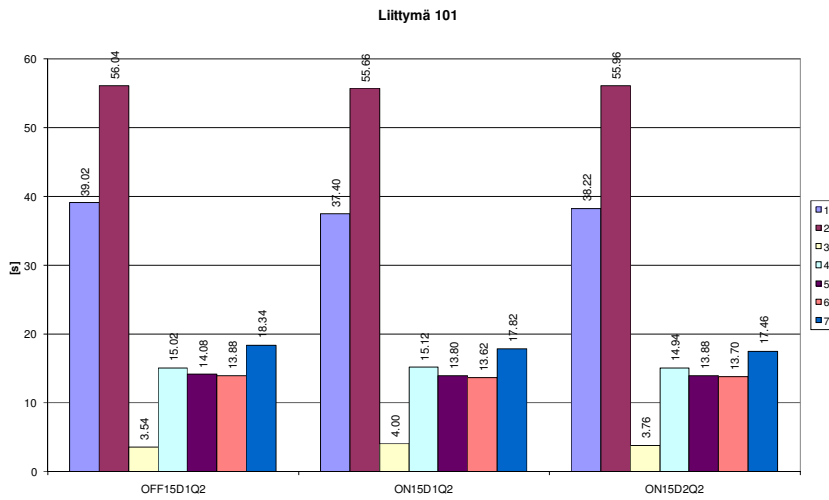


Liittymä 102: Päätietä suoraan lännestä itään (1, bussietuus) ja idästä länteen (2, bussietuus), päätieltä vasemmalle lännestä pohjoiseen (3) ja idästä etelään (4), sivutieltä etelästä (5) ja pohjoisesta (6)

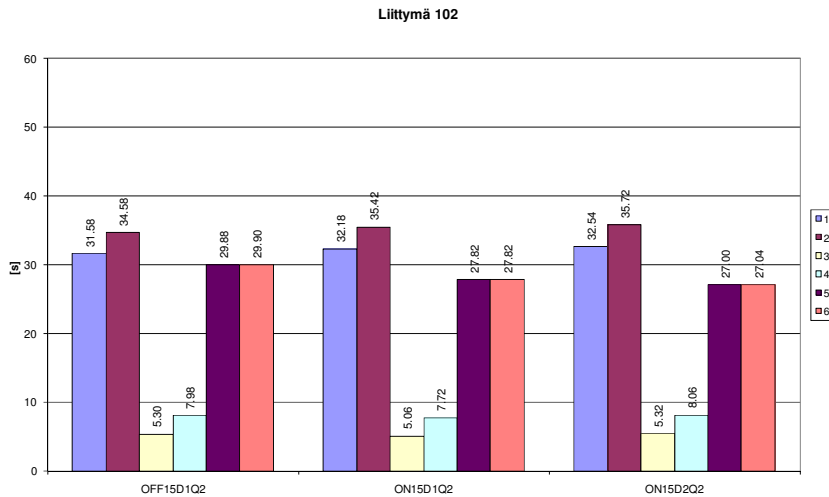


Liittymä 103: Päätietä suoraan lännestä itään (1) ja idästä länteen (2), päätieltä vasemmalle lännestä pohjoiseen (3, bussietuus) ja idästä etelään (4), sivutieltä etelästä (5, bussietuus) ja pohjoisesta (6, bussietuus)

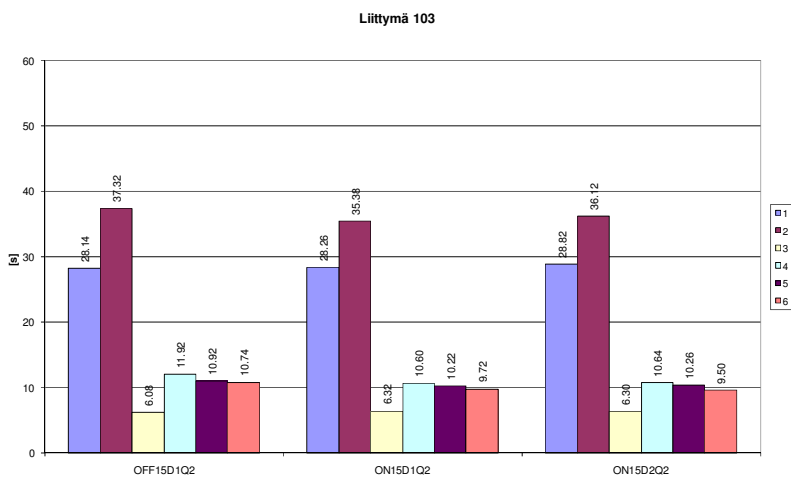
Perustapakukset / Vähäinen liikenne (Q2) ja 15 minuutin vuoroväli, vaihteleva ilmaisetäisyys (D1 200m/150m, D2 150m/70m, D3 70m/50m, D4 300m/250m)



Liittymä 101: Päätieta suoraan lännestä itään (1) ja idästä länteen (2), päätieltä vasemmalle lännestä pohjoiseen (3) ja idästä etelään (4, bussietuusvaihe), sivutieltä etelään (5), etelästä pohjoiseen/länteen (6) ja itään (7, bussietuusvaihe)

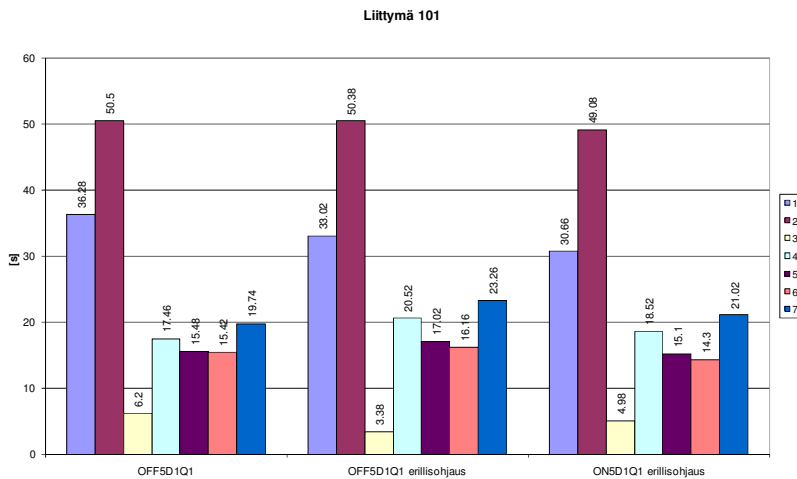


Liittymä 102: Päätieta suoraan lännestä itään (1, bussietuus) ja idästä länteen (2, bussietuus), päätieltä vasemmalle lännestä pohjoiseen (3) ja idästä etelään (4), sivutieltä etelästä (5) ja pohjoisesta (6)

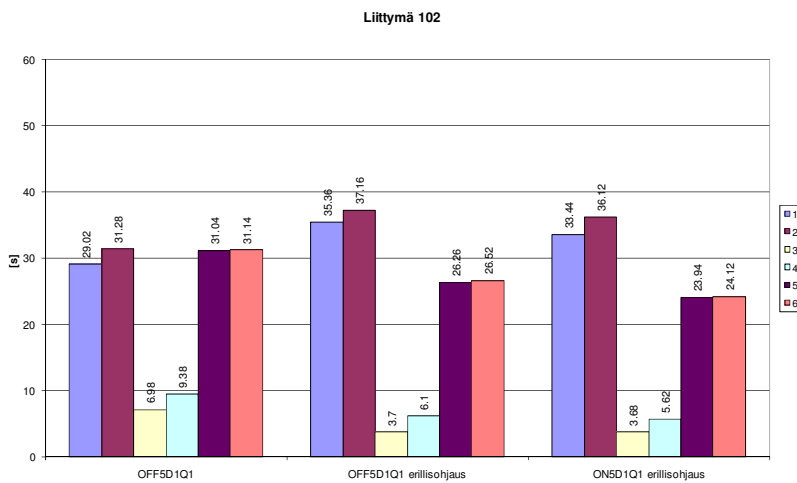


Liittymä 103: Päätieta suoraan lännestä itään (1) ja idästä länteen (2), päätieltä vasemmalle lännestä pohjoiseen (3, bussietuus) ja idästä etelään (4), sivutieltä etelästä (5, bussietuus) ja pohjoisesta (6, bussietuus)

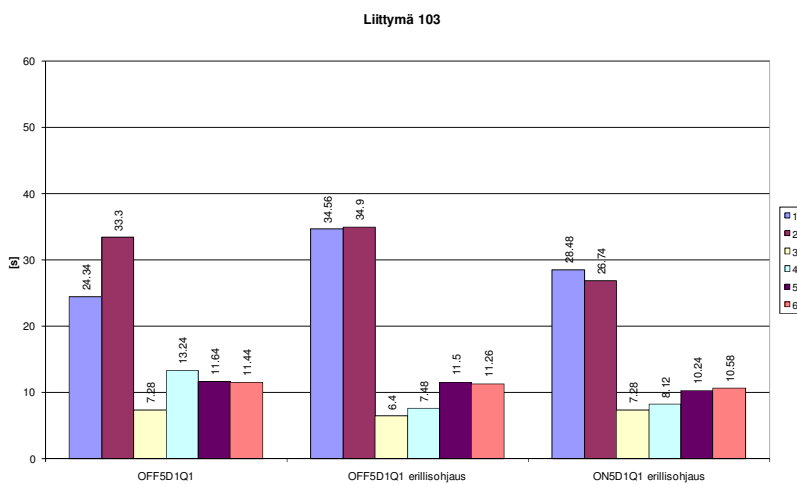
Yhteenkytketty / erillisohjaus (ruuhkaliikenne Q1, 5 minuutin vuoroväli)



Liittymä 101: Päätietä suoraan lännestä itään (1) ja idästä länteen (2), päätieltä vasemmalle lännestä pohjoiseen (3) ja idästä etelään (4, bussietuusvaihe), sivutieltä etelään (5), etelästä pohjoiseen/länteen (6) ja itään (7, bussietuusvaihe)

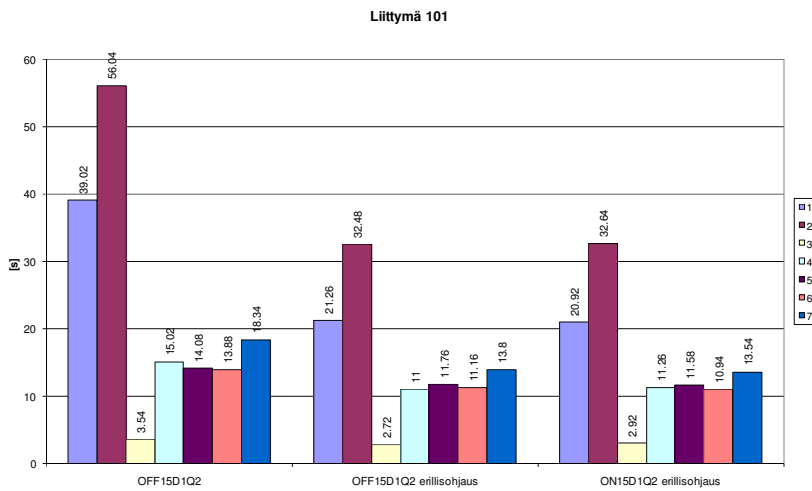


Liittymä 102: Päätietä suoraan lännestä itään (1, bussietuus) ja idästä länteen (2, bussietuus), päätieltä vasemmalle lännestä pohjoiseen (3) ja idästä etelään (4), sivutieltä etelästä (5) ja pohjoisesta (6)

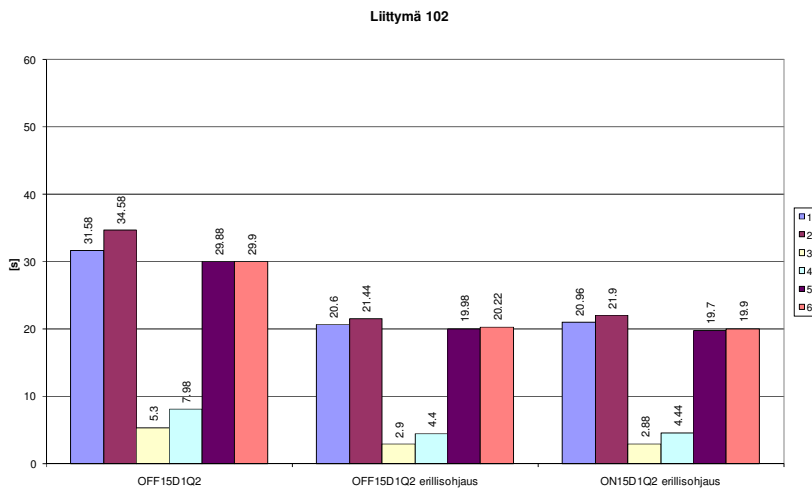


Liittymä 103: Päätietä suoraan lännestä itään (1) ja idästä länteen (2), päätieltä vasemmalle lännestä pohjoiseen (3, bussietuus) ja idästä etelään (4), sivutieltä etelästä (5, bussietuus) ja pohjoisesta (6, bussietuus)

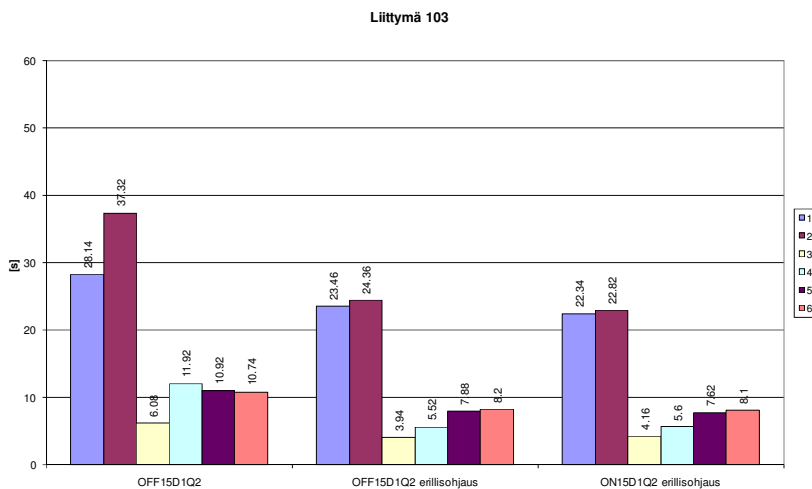
Yhteenkytketty / erillisohjaus (vähäinen liikenne Q2, 15 minuutin vuoroväli)



Liittymä 101: Päätietä suoraan lännestä itään (1) ja idästä länteen (2), päätieltä vasemmalle lännestä pohjoiseen (3) ja idästä etelään (4, bussietuusvaihe), sivutieltä etelään (5), etelästä pohjoiseen/länteen (6) ja itään (7, bussietuusvaihe)

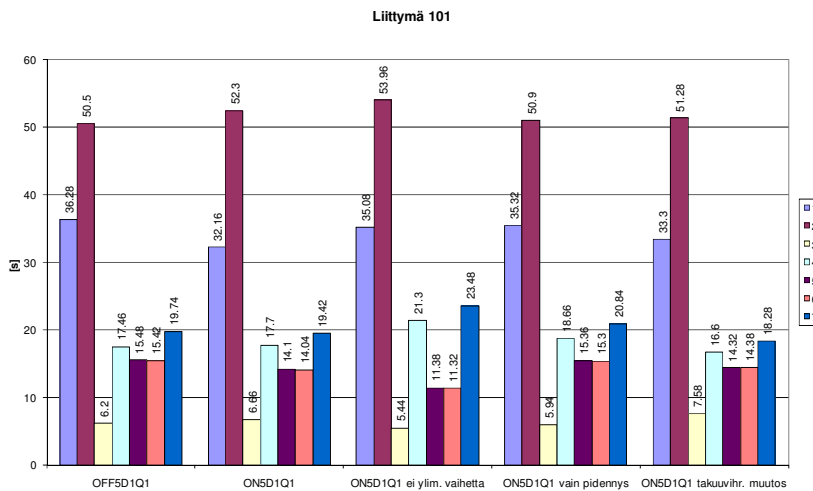


Liittymä 102: Päätietä suoraan lännestä itään (1, bussietuus) ja idästä länteen (2, bussietuus), päätieltä vasemmalle lännestä pohjoiseen (3) ja idästä etelään (4), sivutieltä etelästä (5) ja pohjoisesta (6)

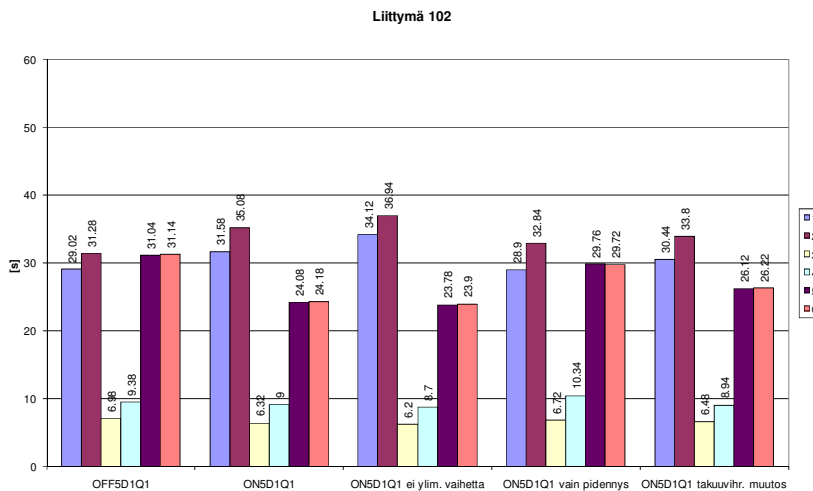


Liittymä 103: Päätietä suoraan lännestä itään (1) ja idästä länteen (2), päätieltä vasemmalle lännestä pohjoiseen (3, bussietuus) ja idästä etelään (4), sivutieltä etelästä (5, bussietuus) ja pohjoisesta (6, bussietuus)

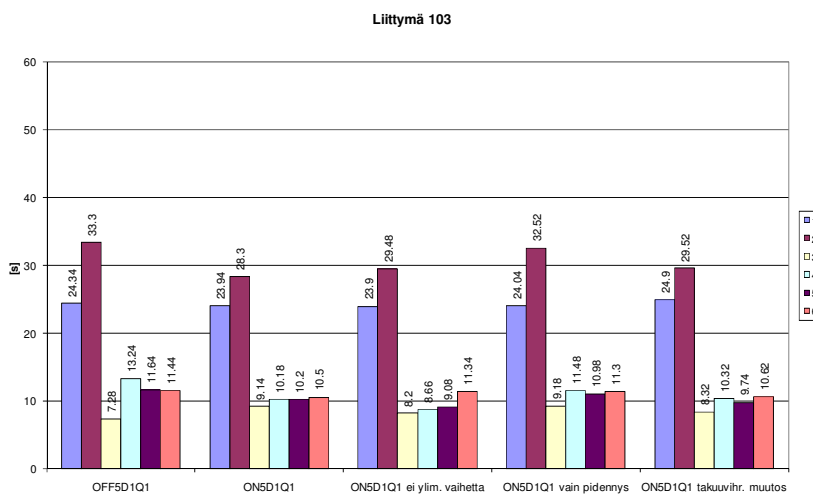
Etuuksien karsiminen ja takuuvihreä (ruuhkaliikenne Q1 ja 5 minuutin vuoroväli)



Liittymä 101: Päätietä suoraan lännestä itään (1) ja idästä länteen (2), päätieltä vasemmalle lännestä pohjoiseen (3) ja idästä etelään (4, bussietuusvaihe), sivutieltä etelään (5), etelästä pohjoiseen/länteen (6) ja itään (7, bussietuusvaihe)

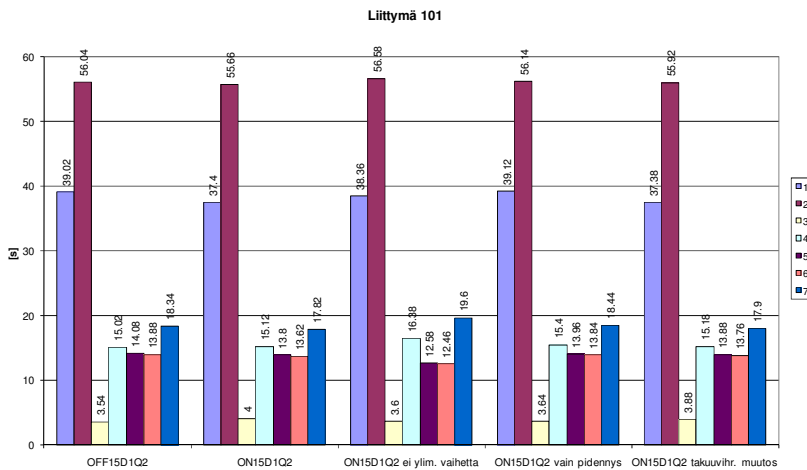


Liittymä 102: Päätietä suoraan lännestä itään (1, bussietuus) ja idästä länteen (2, bussietuus), päätieltä vasemmalle lännestä pohjoiseen (3) ja idästä etelään (4), sivutieltä etelästä (5) ja pohjoisesta (6)

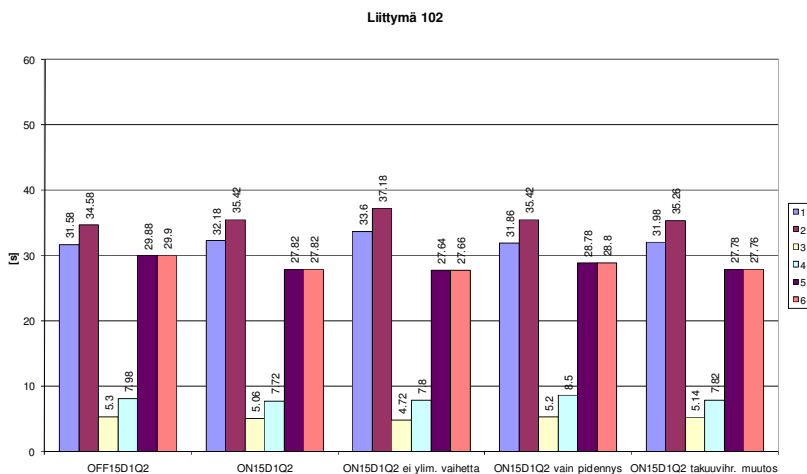


Liittymä 103: Päätietä suoraan lännestä itään (1) ja idästä länteen (2), päätieltä vasemmalle lännestä pohjoiseen (3, bussietuus) ja idästä etelään (4), sivutieltä etelästä (5, bussietuus) ja pohjoisesta (6, bussietuus)

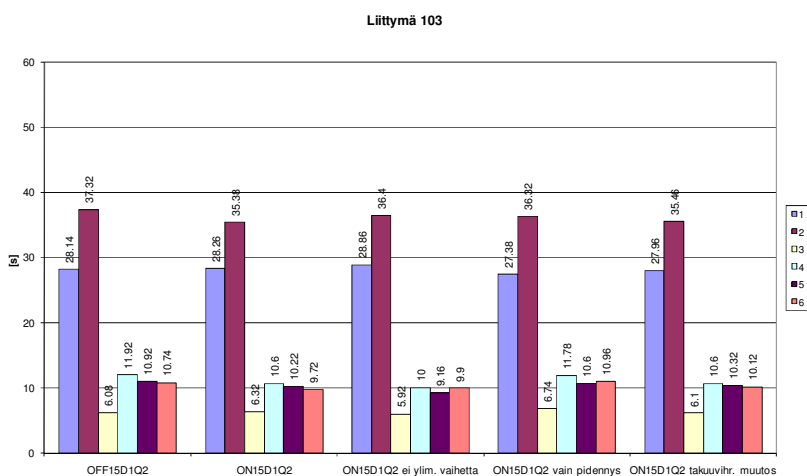
Etuuksien karsiminen ja takuuvihreä (vähäinen liikenne Q2 ja 15 minuutin vuoroväli)



Liittymä 101: Päätietä suoraan lännestä itään (1) ja idästä länteen (2), päätieltä vasemmalle lännestä pohjoiseen (3) ja idästä etelään (4, bussietuusvaihe), sivutieltä etelään (5), etelästä pohjoiseen/länteen (6) ja itään (7, bussietuusvaihe)

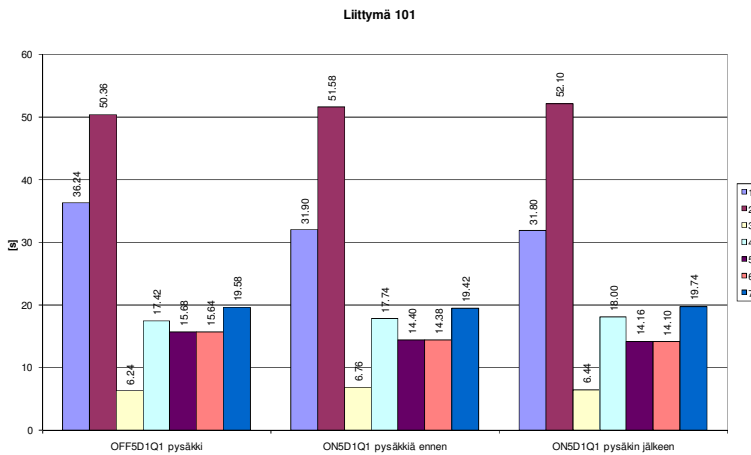


Liittymä 102: Päätietä suoraan lännestä itään (1, bussietuus) ja idästä länteen (2, bussietuus), päätieltä vasemmalle lännestä pohjoiseen (3) ja idästä etelään (4), sivutieltä etelästä (5) ja pohjoisesta (6)

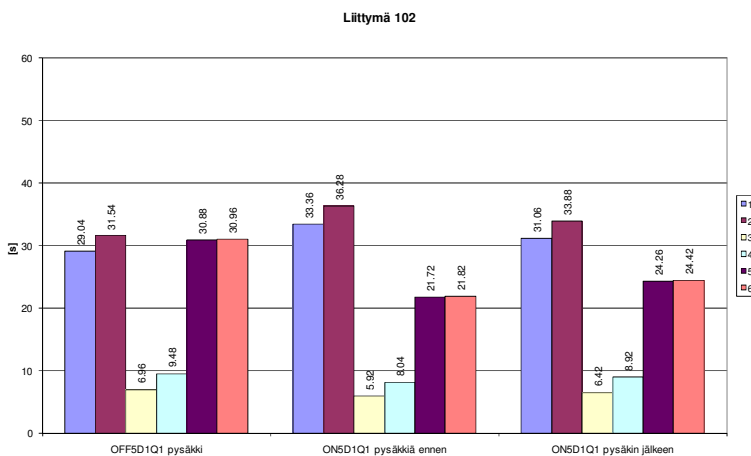


Liittymä 103: Päätietä suoraan lännestä itään (1) ja idästä länteen (2), päätieltä vasemmalle lännestä pohjoiseen (3, bussietuus) ja idästä etelään (4), sivutieltä etelästä (5, bussietuus) ja pohjoisesta (6, bussietuus)

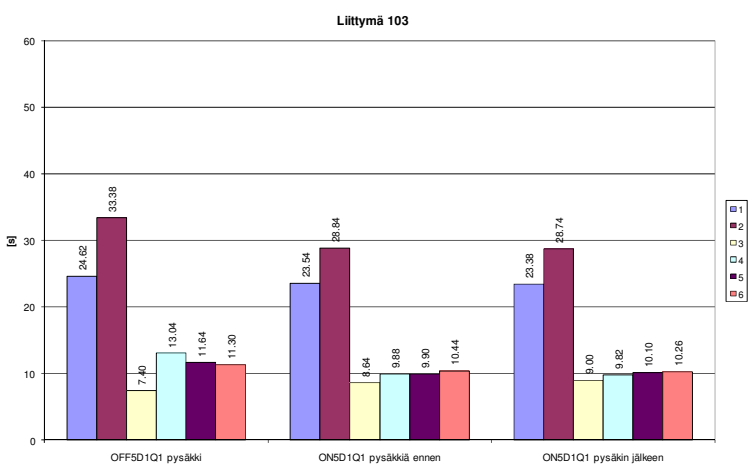
Pysäkkimallit (ruuhkaliikenne Q1 ja 5 minuutin vuoroväli)



Liittymä 101: Päätietä suoraan lännestä itään (1) ja idästä länteen (2), päätieltä vasemmalle lännestä pohjoiseen (3) ja idästä etelään (4, bussietuusvaihe), sivutieltä etelään (5), etelästä pohjoiseen/länteen (6) ja itään (7, bussietuusvaihe)

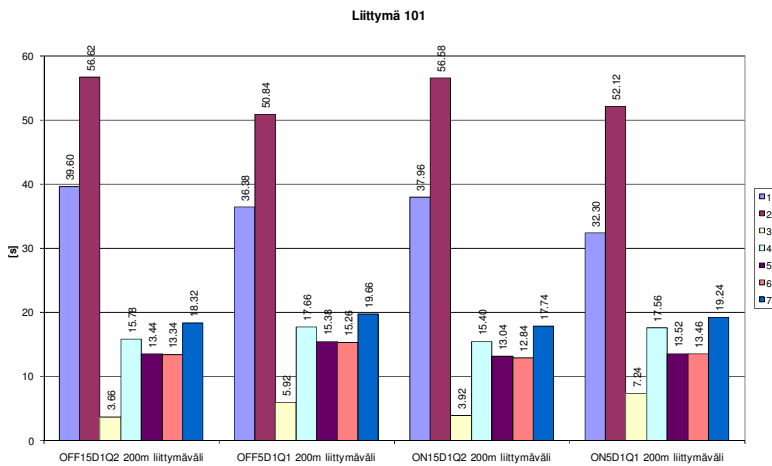


Liittymä 102: Päätietä suoraan lännestä itään (1, bussietuus) ja idästä länteen (2, bussietuus), päätieltä vasemmalle lännestä pohjoiseen (3) ja idästä etelään (4), sivutieltä etelästä (5) ja pohjoisesta (6)

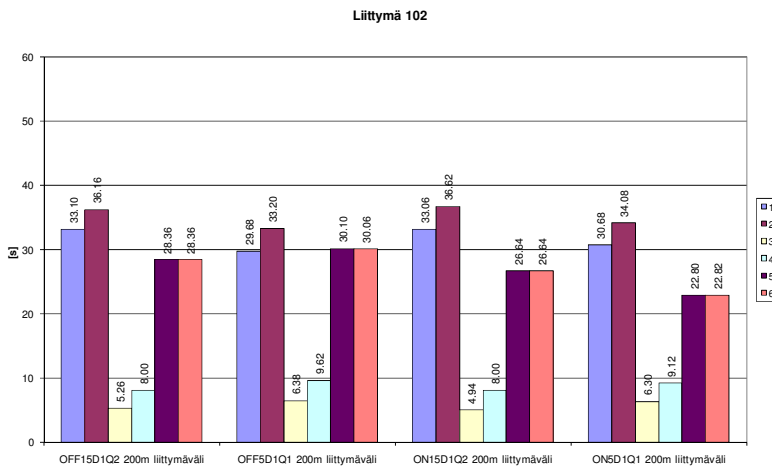


Liittymä 103: Päätietä suoraan lännestä itään (1) ja idästä länteen (2), päätieltä vasemmalle lännestä pohjoiseen (3, bussietuus) ja idästä etelään (4), sivutieltä etelästä (5, bussietuus) ja pohjoisesta (6, bussietuus)

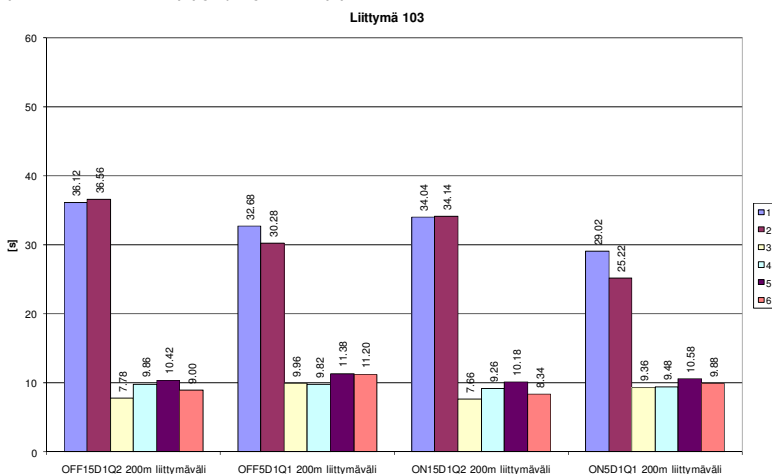
200 metrin liittymäväli / Ruuhkaliikenne (Q1) tai vähäinen liikenne (Q2), 5 tai 15 minuutin vuoroväli



Liittymä 101: Päätietä suoraan lännestä itään (1) ja idästä länteen (2), päätieltä vasemmalle lännestä pohjoiseen (3) ja idästä etelään (4, bussietuusvaihe), sivutieltä etelään (5), etelästä pohjoiseen/länteen (6) ja itään (7, bussietuusvaihe)

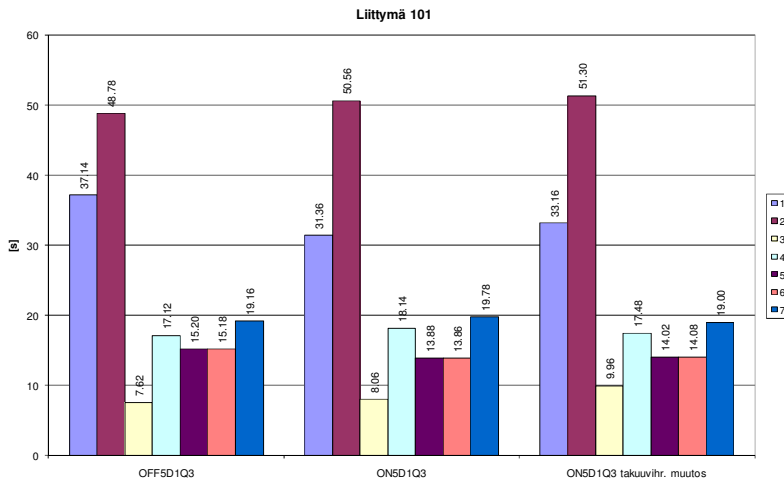


Liittymä 102: Päätietä suoraan lännestä itään (1, bussietuus) ja idästä länteen (2, bussietuus), päätieltä vasemmalle lännestä pohjoiseen (3) ja idästä etelään (4), sivutieltä etelästä (5) ja pohjoisesta (6)

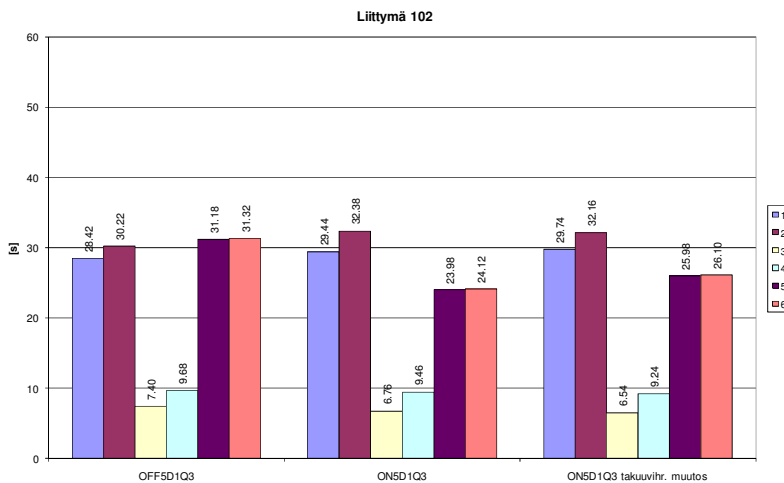


Liittymä 103: Päätietä suoraan lännestä itään (1) ja idästä länteen (2), päätieltä vasemmalle lännestä pohjoiseen (3, bussietuus) ja idästä etelään (4), sivutieltä etelästä (5, bussietuus) ja pohjoisesta (6, bussietuus)

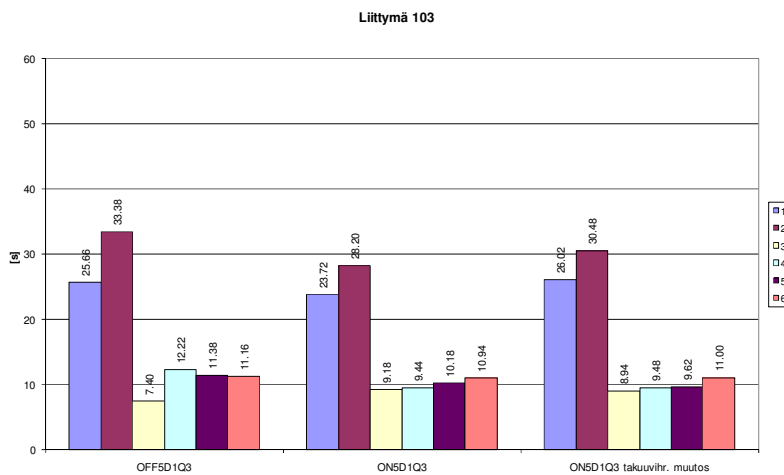
Alkuperäinen ylikuormitusilanne, 5 minuutin vuoroväli



Liittymä 101: Päätieltä suoraan lännestä itään (1) ja idästä länteen (2), päätieltä vasemmalle lännestä pohjoiseen (3) ja idästä etelään (4, bussietuusvaihe), sivutieltä etelään (5), etelästä pohjoiseen/länteen (6) ja itään (7, bussietuusvaihe)

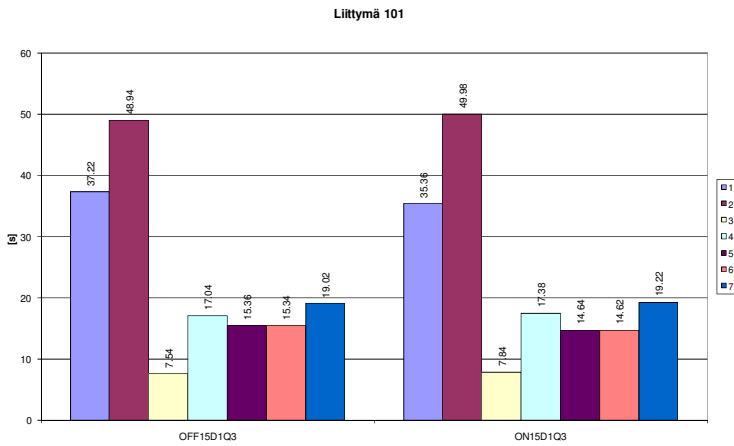


Liittymä 102: Päätieltä suoraan lännestä itään (1, bussietuus) ja idästä länteen (2, bussietuus), päätieltä vasemmalle lännestä pohjoiseen (3) ja idästä etelään (4), sivutieltä etelästä (5) ja pohjoisesta (6)

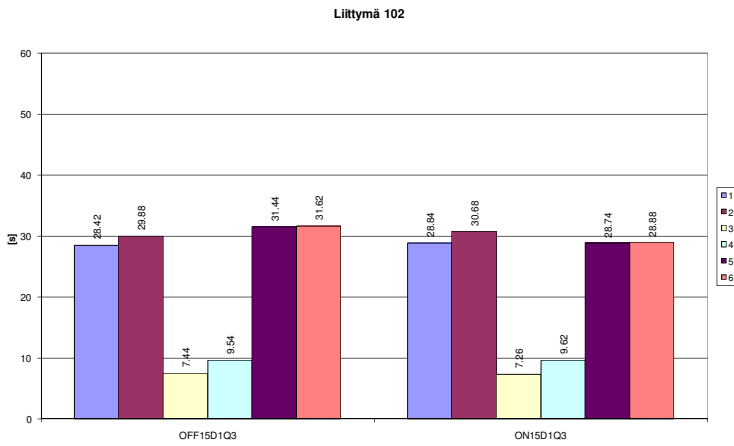


Liittymä 103: Päätieltä suoraan lännestä itään (1) ja idästä länteen (2), päätieltä vasemmalle lännestä pohjoiseen (3, bussietuus) ja idästä etelään (4), sivutieltä etelästä (5, bussietuus) ja pohjoisesta (6, bussietuus)

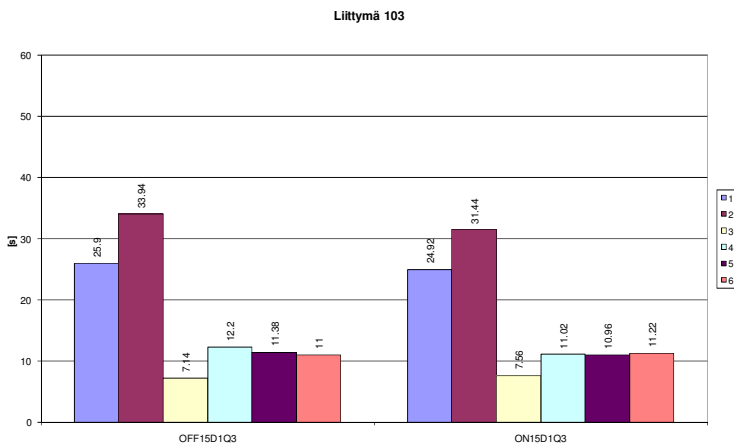
Alkuperäinen ylikuormitusilanne, 15 minuutin vuoroväli



Liittymä 101: Päätietä suoraan lännestä itään (1) ja idästä länteen (2), päätieltä vasemmalle lännestä pohjoiseen (3) ja idästä etelään (4, bussietuusvaihe), sivutieltä etelään (5), etelästä pohjoiseen/länteen (6) ja itään (7, bussietuusvaihe)

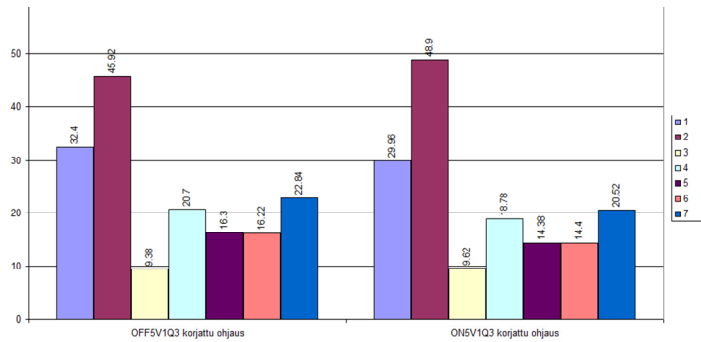


Liittymä 102: Päätietä suoraan lännestä itään (1, bussietuus) ja idästä länteen (2, bussietuus), päätieltä vasemmalle lännestä pohjoiseen (3) ja idästä etelään (4), sivutieltä etelästä (5) ja pohjoisesta (6)

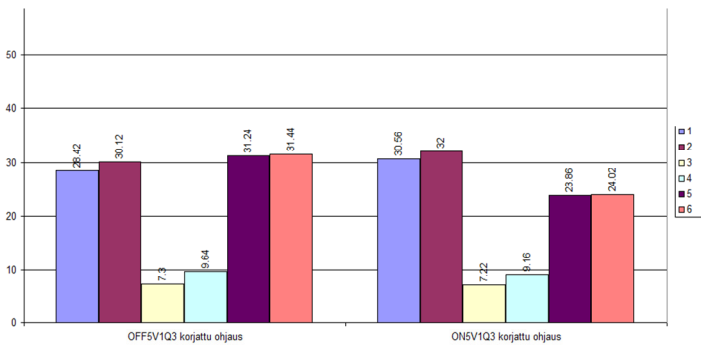


Liittymä 103: Päätietä suoraan lännestä itään (1) ja idästä länteen (2), päätieltä vasemmalle lännestä pohjoiseen (3, bussietuus) ja idästä etelään (4), sivutieltä etelästä (5, bussietuus) ja pohjoisesta (6, bussietuus)

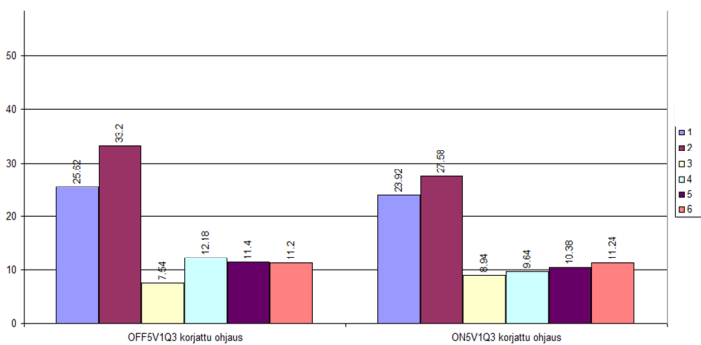
Korjattu ylikuormitusilanne, 5 minuutin vuoroväli



Liittymä 101: Päätietä suoraan lännestä itään (1) ja idästä länteen (2), päätieltä vasemmalle lännestä pohjoiseen (3) ja idästä etelään (4, bussietuusvaihe), sivutieltä etelään (5), etelästä pohjoiseen/länteen (6) ja itään (7, bussietuusvaihe)



Liittymä 102: Päätietä suoraan lännestä itään (1, bussietuus) ja idästä länteen (2, bussietuus), päätieltä vasemmalle lännestä pohjoiseen (3) ja idästä etelään (4), sivutieltä etelästä (5) ja pohjoisesta (6)



Liittymä 103: Päätietä suoraan lännestä itään (1) ja idästä länteen (2), päätieltä vasemmalle lännestä pohjoiseen (3, bussietuus) ja idästä etelään (4), sivutieltä etelästä (5, bussietuus) ja pohjoisesta (6, bussietuus)

LIITE 11. TULOSTEN VERTAILU

Taulukko 11.1. Absoluuttiset luvut, joiden perusteella on tehty kappaleessa 4.9 esitetty simulointitulosten vertailu ryhmittäin

Ruuhkaliikenne (Q1), 5 minuutin vuoroväli, erilaiset ohjaustavat/etusvaiheet				
OFF5D1Q1	Viivytykset (ha, min)	Pysähdykset (kpl)	Polttoaineen kulutus (l)	Bussien ajoaika
ON5D1Q1	80	-7065	183	-694
ON5D1Q1 ei ylim. vaihetta	95	-6420	241	-491
ON5D1Q1 vain pidennys	29	1332	68	-256
ON5D1Q1 takuuvhr. muutos	33	-6186	60	-638
Vähäinen liikenne (Q2), 15 minuutin vuoroväli, erilaiset ohjaustavat/etusvaiheet				
OFF15D1Q2	Viivytykset (ha, min)	Pysähdykset (kpl)	Polttoaineen kulutus (l)	Bussien ajoaika
ON15D1Q2	1	79	-10	-217
ON15D1Q2 ei ylim. vaihetta	7	312	9	-147
ON15D1Q2 vain pidennys	4	2854	10	-58
ON15D1Q2 takuuvhr. muutos	0	2653	-10	-209
Ruuhkaliikenne (Q1), 5 minuutin vuoroväli, erilaiset ilmaisinetäisyydet				
OFF5D1Q1	Viivytykset (ha, min)	Pysähdykset (kpl)	Polttoaineen kulutus (l)	Bussien ajoaika
ON5D3Q1	66	178	154	-545
ON5D4Q1	105	-5553	248	-791
ON5D1Q1	80	-7065	183	-694
ON5D2Q1	69	-6086	164	-575
Vähäinen liikenne (Q2), 5 minuutin vuoroväli, erilaiset ilmaisinetäisyydet				
OFF5D1Q2	Viivytykset (ha, min)	Pysähdykset (kpl)	Polttoaineen kulutus (l)	Bussien ajoaika
ON5D3Q2	16	-1959	18	-512
ON5D4Q2	23	-2450	27	-728
ON5D1Q2	17	-2066	14	-647
ON5D2Q2	15	-2297	16	-531
Vähäinen liikenne (Q2), 15 minuutin vuoroväli, erilaiset ilmaisinetäisyydet				
OFF15D1Q1	Viivytykset (ha, min)	Pysähdykset (kpl)	Polttoaineen kulutus (l)	Bussien ajoaika
ON15D1Q1	14	3515	31	-236
ON15D2Q1	16	5106	36	-196
Ruuhkaliikenne (Q1), 5 minuutin vuoroväli, erillisojtaus				
OFF5D1Q1 erillisojtaus	Viivytykset (ha, min)	Pysähdykset (kpl)	Polttoaineen kulutus (l)	Bussien ajoaika
ON5D1Q1 erillisojtaus	32	-832	65	-554
Vähäinen liikenne (Q2), 15 minuutin vuoroväli, erillisojtaus				
OFF15D1Q2 erillisojtaus	Viivytykset (ha, min)	Pysähdykset (kpl)	Polttoaineen kulutus (l)	Bussien ajoaika
ON15D1Q2 erillisojtaus	5	-1586	9	-144