11
2017

Raitioliikenteen viivetutkimus 2017

HSL
HRT

Raitioliikenteen viivetutkimus 2017

HSL Helsingin seudun liikenne

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

Lisätietoja: Lauri Räty, puh. (09) 4766 4366
lauri.raty@hsl.fi

Copyright: Kartat, graafit, ja muut kuvat / HSL
Kansikuva: HSL / Lauri Eriksson

Helsinki 2017

Esipuhe

Helsingin raitioliikenne on kovassa kasvussa. Uusia rataosuuksia avataan lähiaikoina ja tulevina vuosina kantakaupungissa ja sen liepeillä. Samalla Helsingin kaupunki valmistautuu aloittamaan pikaraitioliikenteen hankkeiden, Raide-Jokerin ja Kruunusiltojen, rakentamisen. Kaupunkiraitioteiden verkoston laajentuessa ja uusien pikaraitiotieyhteyksien avautuessa raitiovaunulla kulkee jatkossa yhä useampi helsinkiläinen. Jotta asiakkaat kokisivat raitioliikenteen palvelut houkuttelevina ja käyttökelpoisina, pitää liikennöinnin luotettavuuden ja matkanopeuden olla nykyistä paremmalla tolalla. Matkanopeuden kasvun ja luotettavuuden parantumisen myötä raitioliikenteen liikennöintiin tarvittavien vaunujen määrä vähenee, mikä pienentää myös kasvavan liikenteen tarpeisiin tehtävien kalustoinvestointien suuruutta.

Yksi raitioliikenteen kehittämistyötä haitannut seikka on ollut liikennöinnin tilannekuvan puuttuminen. Kattavia tutkimuksia raitioliikenteen luotettavuudesta ja nopeudesta sekä niihin vaikuttavista tekijöistä ei ole moneen vuoteen kerätty ja raportoitu. Kehittämistoimien suunnittelu ja priorisointi ovat vaikeita, tai jopa mahdottomia tehtäviä, ellei tiedetä mistä ollaan lähdössä liikkeelle. Tiedon perusteella kehittämistyöhön osallistuvat eri hallintokunnat voivat muodostaa yhteisen käsityksen nykytilanteesta ja tarvittavista toimista haluttujen lopputuloksien aikaan saamiseksi. Kehittämistoimien valmistuttua tiedolla voidaan osoittaa myös muutoksen tapahtuneen.

Aikaisempia tutkimuksia tehneet ovat siirtyneet pois työelämästä, ja tietämys sopivista tutkimusmenetelmistä on nykyisistä organisaatioista kadonnut. Tämän viivetutkimuksen yhteydessä on kehitetty menetelmä raitioliikenteen viiveiden tutkimiseen, mutta menetelmä on hyvin sovellettavissa myös muihin liikennemuotoihin.

Viivetutkimuksen valmistelivat Lauri Räty HSL:stä ja Anton Silvo Helsingin kaupungilta. Tutkimus toteutettiin osana Raitioliikenteen kehittämisohjelman (RAKO) laadintaa keväällä 2017 ja tutkimuksen rahoitti Helsingin kaupunki. Tutkimustyön toteutti Trafix Oy, jossa työstä vastasi projektipäällikkönä Essi Pohjalainen. Viivetutkimuksen aineiston analysoinnin ja työn raportoinnin tekivät Lauri Räty HSL:stä ja Anton Silvo Helsingin kaupungilta.

Helsingissä 5.10.2017

Lauri Räty
joukkoliikennesuunnittelija

Tiivistelmäsivu

Julkaisija: HSL Helsingin seudun liikenne

Tekijät: Lauri Räty (HSL), Anton Silvo (Helsingin kaupunki) Päivämäärä 5.10.2017

Julkaisun nimi: Raitioliikenteen viivetutkimus 2017

Rahoittaja / Toimeksiantaja: Helsingin seudun liikenne -kuntayhtymä & Helsingin kaupunki

Tiivistelmä:

Raitioliikenteen kehittämisohjelman (RAKO) tavoitteena on toteuttaa valtuustokaudella 2013 – 2017 käynnissä olleessa ratikkaprojektissa määritellyt raitioliikenteen kehittämistavoitteet eli parantaa nykyisen raitiotieverkon keskinopeutta ja luotettavuutta. Ajantasaista kuvaa raitiovaunujen matka-ajan jakautumisesta liikkeellä olon ja erilaisten viiveiden kesken ei ollut. Liikennevaloissa, liikenteessä ja pysäkeillä ilmenevät viiveet ovat kuitenkin esteenä raitioliikenteen kehittämistavoitteiden saavuttamiselle. Tavoitteet raitioliikenteen keskinopeuden, luotettavuuden ja sujuvuuden parantamiseksi edellyttävät viiveiden vähentämistä.

Tutkimus tehtiin maalis-huhtikuussa 2017 raitiolinjoilla 2, 3, 4, 6(T), 7A,7B, 8, 9 ja 10. Jokaiselta linjalta tehtiin kummassakin ajosuunnassa kolme mittausta linjasivua kohden arkipäivän aamu-, päivä- ja iltaliikenteessä. Tutkimuksessa mitattiin koko linjasivun matka-aika sekä liikennevaloviive pysäkkien välillä olevissa liikennevaloissa, liikennevaloviive pysäkin yhteydessä olevissa liikennevaloissa ja pysäkkiviive.

Tutkimuksen perusteella raitiovaunut ovat ajossa pysäkkien välillä 69 % kokonaismatka-ajasta. Yhteensä 15 % ajasta raitiovaunut ovat pysähtyneenä liikennevaloissa. Muu aika kuluu pysäkkipysähdyksissä. Linjojen kesken on eroavaisuuksia. Pysäkkien välillä kuluneen ajan osuus on linjasta riippuen 66 - 71 % matka-ajasta ja liikennevaloissa pysähdyksissä kuluneen ajan osuus on 11 - 20 % matka-ajasta.

Ajoajan jakautumista tarkasteltiin erikseen myös tärkeimmillä raitioliikenteen pääkatuosuuksilla, joilla kulkee useita linjoja. Pääkatuosuuksilla vaunut olivat pysähtyneinä liikennevaloihin pääosin kauemmin kuin raitioliikenteessä keskimäärin. Liikennevalojen aiheuttamien pysähdysten kesto on 11 - 25 % matka-ajasta.

Keskimäärin 65 % liikennevalojen läpiajosta tapahtuu ilman pysähdystä. Linjoittain pysähdyksettömien läpiajojen osuus vaihteli 57 - 70 % välillä. Vaunut pysähtyivät 35 %:ssa kaikista liikennevalojen läpiajoista. Eniten esiintyi 15 - 29 sekunnin pysähdyksiä. Alle 5 sekunnin pysähdyksiä oli 4 % ja yli 30 sekuntia kestäneitä pysähdyksiä 10 % liikenne-valojen läpiajoista.

Liikennejen aiheuttamat pysähdykset aiheuttavat hajontaa matka-aikaan sen vuoksi, että pysähdyksiä sattuu eri linjasivuilla eri liikennevaloissa. Eri linjasivujen välillä oli huomattavia, useiden minuuttien eroja liikennevalojen aiheuttamien pysähdysten kestossa, mikä vastaa keskimäärin 10 % eroa kokonaismatka-ajassa.

Tutkimuksessa perusteella raitiovaunut ohittivat pysäkin pysähtymättä vain 3,6 % pysäkkitapahtumista. Keskimääräinen pysäkkipysähdyksen kesto oli 16 sekuntia ja eniten esiintyi 10 - 14 sekuntia kestäneitä pysäkkipysähdyksiä.

Johtopäätöksinä tutkimuksen perusteella todetaan, että liikennevalojen aiheuttamien pysähdysten aiheuttamaa haittaa pidä aliarvioida. Liikennevalojen aiheuttamien pysähdysten vaikutus matka-ajan pituuteen ja hajontaan on niin merkittävä, että viiveiden vähentäminen ja hajonnan pienentäminen tuottaisi suoria hyötyjä raitioliikenteen matkustajille sekä lopulta myös säästöä liikennöintikustannuksissa, kun liikennöintiin tarvittaisiin vähemmän raitiovaunuja ja kuljettajia. Liikennevalojen aiheuttamien pysähdysten vähentämiseen liittyy merkittävä raitioliikenteen palvelutason parantamisen potentiaali.

Matka-ajan jakautuminen sopii hyvin säännöllisesti seurattavaksi tunnusluvuksi, jonka perusteella voidaan luoda yleiskäsitys liikennöintiolosuhteiden kehittymisestä. Tämän viivetutkimuksen kaltaisia tutkimuksia onkin syytä toteuttaa 1 - 3 vuoden välein kehittämistoimien vaikutusten seuraamiseksi.

Avainsanat: joukkoliikenne, raitioliikenne, liikenneviive, pysäkkiviive, luotettavuus

Sarjan nimi ja numero: HSL:n julkaisuja 11/2017

ISSN 1798-6184 (pdf)	ISBN 978-952-253-310-4 (pdf)	Kieli: suomi	Sivuja: 39

HSL Helsingin seudun liikenne, PL 100, 00077 HSL, puhelin (09) 4766 4444

Sammandragssida

Utgivare: HRT Helsingforsregionens trafik

Författare: Lauri Räty (HRT), Anton Silvo (Helsingfors stad)

Datum 5.10.2017

Publikationens titel: Fördröjningsstudie i spårvagnstrafiken 2017

Finansiär / Uppdragsgivare: HRT Helsingforsregionens trafik & Helsingfors stad

Sammandrag:

Syftet med utvecklingsprogrammet för spårvagnstrafiken (RAKO, Raitioliikenteen kehittämisohjelma) är att genomföra de utvecklingsmålsättningar som definierades i spårvagnsprojektet som pågick under mandatperioden 2013 – 2017 det vill säga förbättra pålitligheten och medelhastigheten på det nuvarande spårvägsnätet. Uppdaterad information om hur restiden i spårvagnstrafiken delas upp mellan åktid och olika fördröjningar fanns inte. Fördröjningarna vid trafiksignaler, i trafiken och vid hållplatserna hindrar att utvecklingsmålsättningarna för spårvagnstrafiken kan nås. Målen med att förbättra medelhastigheten, pålitligheten och smidigheten i spårvagnstrafiken förutsätter att fördröjningarna minskar.

Undersökningen genomfördes i mars-april 2017 på spårvagnslinjerna 2, 3, 4, 6(T), 7A, 7B, 8, 9 och 10. På varje linje gjordes i båda körriktningar tre mätningar på sträckan från en ändhållplats till en annan i morgon-, dags- och kvällstrafiken på en vardag. I undersökningen mättes restiden för hela sträckan från en ändhållplats till en annan samt fördröjning som trafiksignaler mellan hållplatserna skapar, fördröjning som trafiksignal i samband med hållplatsen skapar samt fördröjning vid hållplatsen.

Enligt undersökningen är spårvagnarna i trafik mellan hållplatserna 69 % av den totala restiden. Sammanlagt 15% av tiden får spårvagnarna köa vid trafiksignaler. Resten av tiden går till att stanna vid hållplatserna. Det finns skillnader mellan olika linjer. Tiden mellan hållplatserna utgör 66 – 71 % av restiden och tiden vid trafiksignaler utgör 11 - 20 % av restiden beroende på vilken linje det är fråga om.

Hur körtiden delas upp granskades skilt också på de viktigaste gatuavsnitten för spårvagnstrafiken där det går flera linjer. På de viktigaste gatuavsnitten köade spårvagnarna längre vid trafiksignaler än i genomsnitt i spårvagnstrafiken. Längden på ett stopp som orsakades av trafiksignaler är 11 – 25 % av restiden.

Ungefär 65 % av körningarna via trafiksignaler sker utan stopp. Andelen körningar utan stopp varierade linjevis mellan 57 och 70 %. Vagnarna stannade vid trafiksignaler i 35 % av fallen. De vanligaste stoppen var 15 – 29 sekunder. 4% av stoppen vid trafiksignaler varade mindre är 5 sekunder och 10 % av stoppen varade över 30 sekunder.

Stopp som orsakas av trafiken påverkar restiden på olika sätt eftersom stopp sker vid olika ställen vid olika trafiksignaler. Mellan olika linjesträckor var det omfattande skillnader på flera minuter vad gäller stopp som trafiksignaler skapat vilket motsvarar en skillnad i den totala restiden i genomsnitt på 10 %.

I undersökningen körde spårvagnarna förbi hållplatsen utan att stanna endast 3,6 % av alla hållplatshändelser. Det genomsnittliga stoppet vid hållplatsen var 16 sekunder och oftast varade ett hållplatsstopp 10 – 14 sekunder.

På basis av undersökningen kan man dra en slutsats att fördröjningar som stopp vid trafiksignaler skapar inte kan underskattas. Hur stopp vid trafiksignaler påverkar restidens längd och spridning är så väsentligt att minskning av fördröjningar skulle ge direkta nyttor för passagerare i spårvagnstrafiken samt till sist också besparingar i trafikeringskostnaderna för att det skulle behövas mindre spårvagnar och förare. I minskning av stopp vid trafiksignaler finns en stor potential för att förbättra servicenivå inom spårvagnstrafiken.

Hur restiden delas upp passar bra som nyckeltal som följs upp regelbundet och på basis av vilket man kan skapa en allmän uppfattning om hur trafikeringsomständigheterna utvecklas. Det lönar sig att genomföra en fördröjningsstudie liknande denna med 1-3 års mellanrum för att kunna följa hur utvecklingsåtgärder påverkar.

Nyckelord: kollektivtrafik, spårvagnstrafik, fördröjning i trafiken, fördröjning vid hållplatsen, pålitlighet

Publikationsseriens titel och nummer: HRT publikationer 11/2017

ISSN 1798-6184 (pdf)	ISBN 978-952-253-310-4 (pdf)	Språk: finska	Sidantal: 39

HRT Helsingforsregionens trafik, PB 100, 00077 HRT, tfn. (09) 4766 4444

Abstract page

Published by: HSL Helsinki Region Transport

Author: Lauri Räty (HSL), Anton Silvo (City of Helsinki)

Date of publication 5.10.2017

Title of publication: Tram service delay study 2017

Financed by / Commissioned by: HSL Helsinki Region Transport & City of Helsinki

Abstract:

City of Helsinki has set development goals to describe the improvements of the average speed and reliability of the current tram network. A development program is carried out to implement the goals.

There was no up-to-date view of how much of their travel time trams are on the move and how much time is spent on various delays. However, delays at traffic lights, in traffic and at stops are major constraints to achieving the development goals. In order to increase the average speed, reliability and performance of tram services, delays need to be reduced.

The study was conducted in March and April 2017 on tram routes 2, 3, 4, 6(T), 7A, 7B, 8, 9 and 10. On each route, three measurements were made end-to-end in both directions in the morning, during the daytime and in the evening. In the study, the total end-to-end travel time, traffic signal delay between stops, traffic signal delay at stops adjacent to traffic lights and delays at stops were measured.

The study shows that between stops, trams are on the move 69% of the total travel time. A total of 15% of the time trams are held up at traffic lights. The remaining time is spent at stops. There are differences between the routes. The travel time between stops varies between 66 and 71% of the total travel time depending on the route, while the time the trams are stopped at traffic lights varies between 11 and 20% of the total travel time.

In addition, the division of the travel time was studied separately on the most important main street sections served by several tram routes. On the main street sections, the trams spent more time stopped at traffic lights than on average. The delays at traffic lights accounted for 11-25% of the total travel time.

On average, 65% of time trams pass traffic lights without having to stop. The share varies between 57-70% depending on the route. In total 35% of time trams stop at traffic lights. Stops taking 15-29 seconds were the most common. In total 4% of stops took less than 5 seconds, while 10% of the stops at traffic lights took over 30 seconds.

The stops at traffic lights cause dispersion in travel time because the trams stop at different traffic lights on different end-to-end runs. There was considerable variation of several minutes in the duration of stops at traffic lights between end-to-end runs, corresponding to on average 10% of the total travel time.

According to the study, trams passed a stop without stopping in only 3.6% of cases. On average, trams spent over 16 seconds at stops, with most of the stops taking 10-14 seconds.

It can be concluded from the study that the disadvantage caused by stops at traffic lights should not be underestimated. The effect of stops at traffic lights on travel times and dispersion is such that reducing the delays and dispersion would directly benefit tram passengers and eventually deliver savings in operating costs as services could be operated with smaller number of trams and drivers. Reducing the delays caused by traffic lights involves significant potential for improving the service level of tram services.

Regular monitoring of the division of travel time would provide an overall understanding of the development of operating conditions. Consequently, this kind of delay studies should be conducted every 1-3 years to monitor the effects of development measures.

Keywords: public transport; tram services; traffic delay; stop delay; reliability

Publication series title and number: HSL Publications 11/2017

ISSN 1798-6184 (PDF)	ISBN 978-952-253-310-4 (PDF)	Language: Finnish	Pages: 39

HSL Helsinki Region Transport, PO Box 100, 00077 HSL, Tel.+358 9 4766 4444

Sisällysluettelo

1 Tutkimuksen tausta ja tarkoitus 11
2 Tutkimusmenetelmä ja rajaukset 12
3 Matka-ajan jakautuminen 13
4 Liikennevaloviiveet 16
5 Pysäkkiviiveet 18
6 Johtopäätöksiä 19
7 Jatkotoimenpiteet 20
Lähteet 21

Kuvaluettelo

Kuva 1. Matka-ajan jakautuminen raitioliikenteessä 2017 13
Kuva 2. Matka-ajan jakautuminen raitiolinjoilla 2017 14
Kuva 3. Matka-ajan jakautuminen pääkatuosuuksilla 2017 15
Kuva 4. Liikennevaloviiveiden kestot viiveluokittain 2017 16
Kuva 5. Kumulatiiviset viiveet raitiolinjalla 4, suunnassa 1 (Katajanokka - Munkkiniemi) 2017....17
Kuva 6. Pysäkkiviiveiden kestot 2017 18

Liiteluettelo

Liite 1. Yhteenveto linja 2 22
Liite 2. Yhteenveto linja 3 24
Liite 3. Yhteenveto linja 4 26
Liite 4. Yhteenveto linja 6(T)....28
Liite 5. Yhteenveto linja 7A....30
Liite 6. Yhteenveto linja 7B....32
Liite 7. Yhteenveto linja 8 34
Liite 8. Yhteenveto linja 9 36
Liite 9. Yhteenveto linja 10 38

1 Tutkimuksen tausta ja tarkoitus

Raitioliikenteen kehittämisohjelman (RAKO) tavoitteena on toteuttaa valtuustokaudella 2013 – 2017 käynnissä olleessa ratikkaprojektissa määritellyt raitioliikenteen kehittämistavoitteet eli parantaa nykyisen raitiotieverkon keskinopeutta ja luotettavuutta. Tavoitetilassa raitioliikenteen keskinopeus on 17 km/h (nopeustavoite), raitiovaunut pysähtyvät vain pysäkeillä (sujuvuustavoite), raitiovaunut kulkevat aikataulussa (luotettavuustavoite) eikä muu liikenne häiritse raitioliikennettä (häiriöttömyystavoite). Raitioliikenteen kehittämisohjelmassa selvitetään, minkälaisilla toimenpiteillä tavoitteet ovat saavutettavissa, minkälaisin kustannuksin ja mitä taloudellisia vaikutuksia liikenteen parantumisella olisi.

Kehittämisohjelman laadinnan tueksi keväällä 2017 toteutettiin tutkimus raitioliikenteen viiveistä. Raitioliikenteen viiveitä on järjestelmällisesti tutkittu edellisen kerran ennen HSL:n perustamista HKL:n Suunnitteluyksikössä. Ajantasaista kuvaa raitiovaunujen matka-ajan jakautumisesta liikkeellä olon ja erilaisten viiveiden kesken ei ollut. Liikennevaloissa, liikenteessä ja pysäkeillä ilmenevät viiveet ovat kuitenkin esteenä raitioliikenteen kehittämistavoitteiden saavuttamiselle. Tavoitteet raitioliikenteen keskinopeuden, luotettavuuden ja sujuvuuden parantamiseksi edellyttävät viiveiden vähentämistä. Kehittämisohjelmassa tehtävien ratkaisuvalintojen tekemiseksi kuitenkin tarvitaan tietoa viiveiden ilmenemisestä.

Tutkimuksen luonne oli kokeileva ja sen tarkoituksena oli kerätä kokemuksia sekä tutkimusmenetelmästä että tulosten käsittelystä. Seurannan mahdollistamiseksi tutkimusmenetelmästä haluttiin myös helposti toistettava. Tutkimuksen toistettavuus on sitä parempi mitä sujuvammalla ja varmemmalla menetelmällä se voidaan toteuttaa ja tulokset käsitellä. On myös kiinnitettävä huomiota tutkimuksen luotettavuuteen, jotta tulosaineistoa voidaan pitää myös uskottavana. Tutkimus tehtiin kenttätutkimuksena vaunuissa ja myös kenttätutkimuksen menetelmien helppouteen, ohjeistettavuuteen ja sujuvuuteen kiinnitettiin huomiota. Tutkimuksen automatisointi on vaikeaa, sillä raitioliikenteessä käytettävillä tietojärjestelmillä viiveiden tarkoituksenmukainen mittaaminen ei ole mahdollista. Etenkin pysäkkien yhteydessä olevien liikennevalojen aiheuttamien viiveiden tunnistaminen ja erottelu pysäkkiviiveistä on erittäin haastavaa automaattisin menetelmin. Toisaalta myös pysäkkien välillä ilmenevien liikennevaloviiveiden ja muiden liikenneviiveiden erotteluun liittyy haasteita. Automaattisin matkustajalaskentalaittein voidaan kuitenkin tunnistaa pysäkeillä matkustajien vaihtumiseen kuluva aika varsin hyvin.

Mikäli kehittämistoimilla voidaan vähentää viiveitä, tulee raitiovaunulla matkustamisesta nopeampaa ja raitiovaunut kulkevat paremmin aikataulunsa mukaisesti. Parantunut matkanopeus ja luotettavuus kasvattavat raitioliikenteen houkuttelevuutta. Viiveiden vähentyminen pienentää myös liikenteen hoitoon tarvittavien vaunujen ja kuljettajien määrää, mikä säästää liikennöinnin kustannuksia. Säästyneet resurssit voidaan päättää kohdentaa palvelutason parantamiseen joko vuorovälejä tihentämällä tai uusia raitiovaunulinjoja perustamalla. Kustannustehokkuuden parantuminen on yksi merkittävä edellytys raitioliikenneverkon laajentamisen mielekkyydelle.

2 Tutkimusmenetelmä ja rajaukset

Tutkittavat raitiolinjat olivat 2, 3, 4, 6(T), 7A,7B, 8, 9 ja 10.

Tutkimuksen viivemittaukset suoritettiin maalis-huhtikuussa 2017. Jokaiselta linjalta tehtiin kummassakin ajosuunnassa kolme mittausta linjasivua kohden arkipäivän aamu-, päivä- ja iltaliikenteessä. Näin tuotettiin 9*3*3*2 = 162 näytettä.

Aamun mittaukset tehtiin vuoroilla, joiden lähtöaika oli klo 6.50 – 8.50.
Päivämittaukset tehtiin vuoroilla, joiden lähtöaika oli klo 11.00 – 14.00.
Iltamittaukset tehtiin vuoroilla, joiden lähtöaika oli klo 15.00 – 17.00.

Tutkimuksessa kullakin linjasivulla mitattiin koko linjasivun matka-aika sekä seuraavat viiveet:

- liikennevaloviive pysäkkien välillä olevissa liikennevaloissa
- liikennevaloviive pysäkin yhteydessä olevissa liikennevaloissa
- pysäkkiviive.

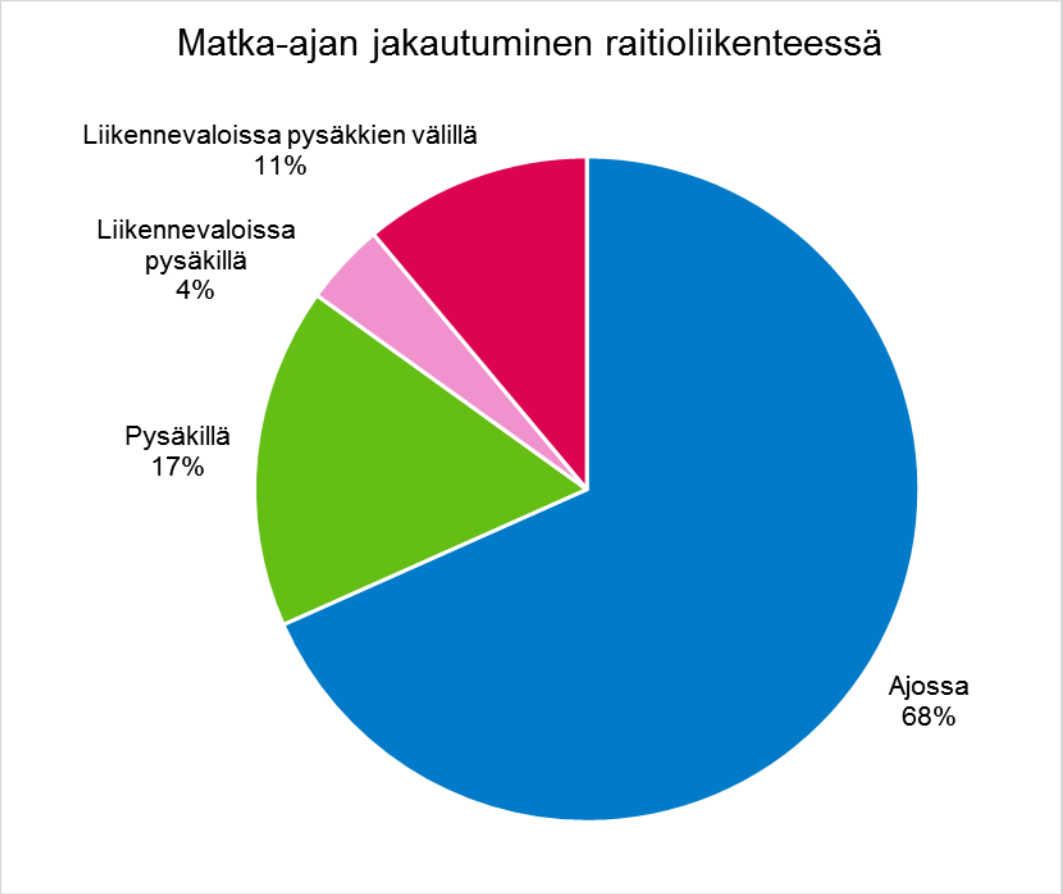
Tutkimuksessa liikennevaloviiveellä tarkoitetaan aikaa, jonka raitiovaunu on pysähtyneenä liikennevalojen vuoksi. Liikennevaloviiveellä pysäkkien yhteydessä olevissa liikennevaloissa tarkoitetaan aikaa, jonka raitiovaunu on pysähtyneenä raitiovaunun ovien sulkeutumisen ja liikkeellelähdön välisen ajan. Viivettä ei synny, jos vaunu lähti välittömästi ovien sulkeuduttua liikkeelle. Ovien avaaminen uudelleen uusien matkustajien kyytiin päästämiseksi tai pois jättämiseksi pysähtymisen aikana laskettiin kuuluvaksi viiveaikaan, sillä viiveettömässä tilanteessa ovien uudelleenavaus ei olisi ollut mahdollista.

Tutkimuksessa pysäkkiviiveellä tarkoitetaan aikaa, joka kuluu vaunun ovien avaamisesta ovien sulkeutumiseen. Avautumishetkenä pidetään ovien lukituksen avautumista ja sulkeutumishetkenä kaikkien ovien sulkeutumista ja kuljettajalle annettavaa vaunun nk. lähtee-merkkiääntä.

Koko linjasivun matka-ajan ja tutkittujen viiveiden erotus kuvaa aikaa, joka kului pysäkkien välillä. Tyypillisesti vaunut ovat tällöin liikkeessä, mutta pysäkkien välillä liikenneympäristöstä riippuen viivettä voivat aiheuttaa liikenteen ruuhkautumisen aiheuttama liikenteen pysähtyminen tai olennainen hidastuminen, liian lähelle raitiotietä pysäytetty tai pysähtynyt ajoneuvo tai valo-ohjaamattomalla suojatiellä katua ylittävän jalankulkijan väistäminen. Tutkimuksessa ei kerätty määrällistä tietoa muista viiveistä, jotka hidastivat raitiovaunun kulkua tai estivät sen kokonaan. Tutkimushenkilöstö kuitenkin merkitsi mittausraportteihin ylös huomioita myös muista viiveistä.

3 Matka-ajan jakautuminen

Tutkimuksen perusteella raitiovaunut ovat ajossa pysäkkien välillä 68 % kokonaismatka-ajasta. 17 % ajasta on pysäkkiviiveitä ja yhteensä 15 % ajasta liikennevaloviiveitä. Matka-ajan jakautuminen on esitetty kuvassa 1.



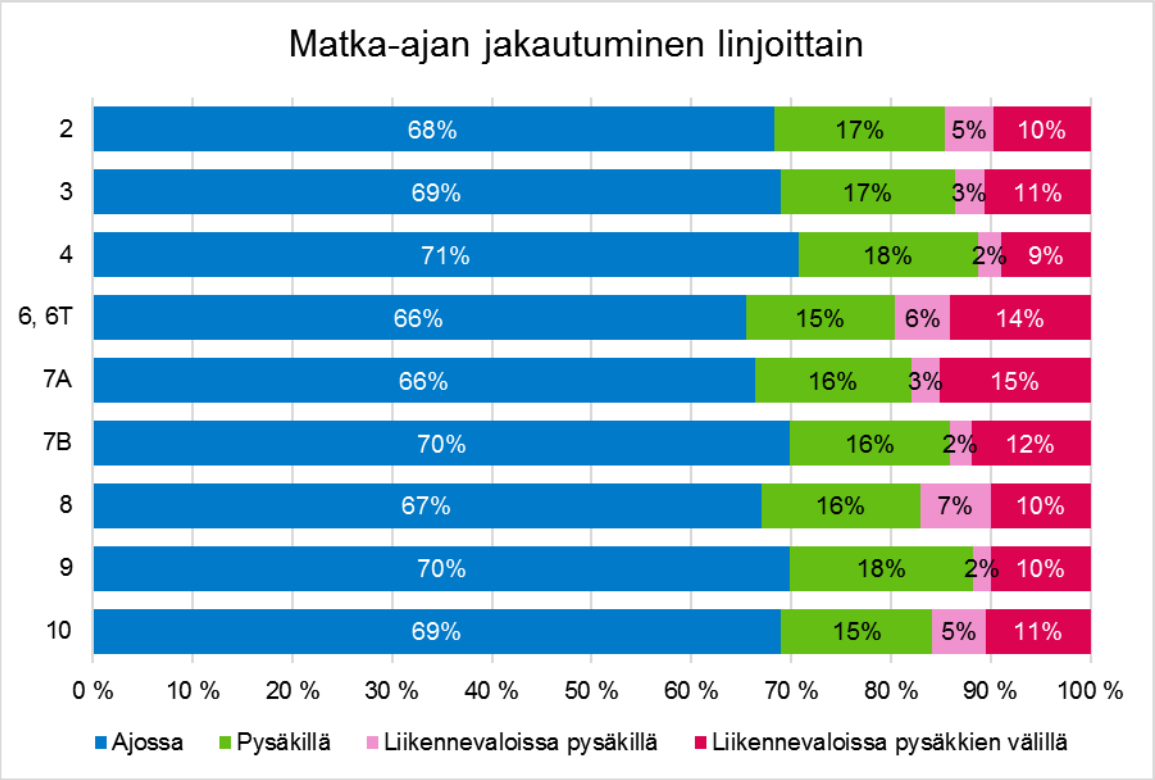
Kuva 1. Matka-ajan jakautuminen raitioliikenteessä 2017

Linjoittaisissa tuloksissa linjojen välillä on eroja sekä koko raitioliikenteen matka-ajan jakautumiseen että toisiin linjoihin verrattuna. Pysäkkien välillä kuluneen matka-ajan osuus vaihtelee linjasta riippuen 66 - 71 %.

Tutkimuksen mukaan pienin pysäkkien välillä ajossa kuluneen ajan osuus on linjoilla 6(T) ja 7A, joilla raitiovaunut ovat pysäkkien välillä ajossa vain 66 % kokonaismatka-ajasta. Näillä linjoilla myös kaikkien liikennevaloviiveiden osuus on muita linjoja ja keskiarvoa suurempi, sen ollessa linjalla 6(T) 20 % ja linjalla 7A 18 %. Myös linjalla 8 pysäkkien välillä ajossa kuluneen ajan osuus oli muita linjoja matalampi (67 %) ja kaikkien liikennevaloviiveiden osuus muita linjoja korkeampi (17 %).

Kaikista linjoista linjalla 4 kului pysäkkien välillä suurin osuus kokonaismatka-ajasta. Osuus oli 71 %. Myös linjoilla 7B ja 9 pysäkkien välillä kuluneen ajan osuus oli muita linjoja suurempi, 70 %. Näistä linjoista linjoilla 4 ja 9 myös kaikkien liikennevaloviiveiden osuus oli muita linjoja ja keskiarvoa pienempi. Linjalla 4 liikennevaloviiveiden osuus oli 11 % ja linjalla 9 12 %.

Matka-ajan jakautuminen linjoittain on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. Matka-ajan jakautuminen raitiolinjoilla 2017

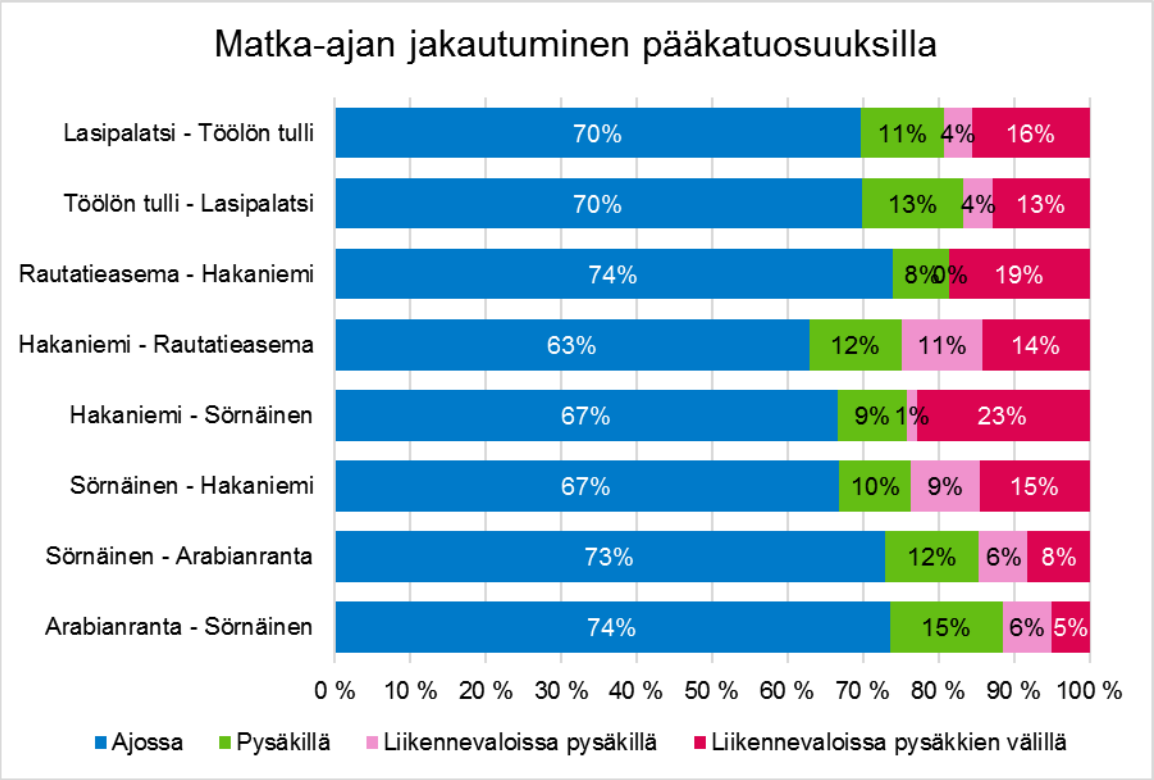
Ajoajan jakautumista tarkasteltiin erikseen myös tärkeimmillä raitioliikenteen pääkatuosuuksilla, joilla kulkee useita linjoja. Nämä katuosuudet olivat

- Mannerheimintie välillä Lasipalatsi – Töölön tulli (linjat 4 ja 10)
- Kaivokatu, Kaisaniemenkatu ja Siltasaarenkatu välillä Rautatieasema – Hakaniemi (linjat 3, 6, 6T ja 9)
- Hämeentie välillä Hakaniemi – Sörnäinen (linjat 6, 6T ja 7A/7B)
- Hämeentie välillä Sörnäinen – Arabianranta (linjat 6, 6T ja 8).

Mannerheimintiellä ja Hämeentiellä välillä Sörnäinen – Arabianranta oli pysäkkien välisen ajan osuus suurempi kuin raitioliikenteessä keskimäärin. Mannerheimintiellä molempiin suuntiin vaunut olivat pysäkkien välillä ajossa 70 % matka-ajasta ja Hämeentiellä 73 – 74 %. Näillä rataosuuksilla raitioliikenteellä on vähemmän liikennevaloja reitillään kuin muilla tutkituilla reittiosuuksilla ja katuosuuksien liikennevaloliittymissä on myös rajoitettu mm. vasemmalle kääntymisiä. Liikennevalojen tiheydestä huolimatta pysäkkien välillä ajossa kuluneen ajan osuus oli suuri myös Rautatieaseman ja Hakaniemen välillä, osuuden ollessa 74 %.

Pääkatuosuuksilla liikennevaloviiveiden osuudet olivat pääosin suurempia kuin raitioliikenteessä keskimäärin. Ainoastaan Hämeentiellä välillä Sörnäinen – Arabianranta pysäkkien välillä esiintyneiden liikennevaloviiveiden osuus oli pienempi kuin raitioliikenteessä keskimäärin, viiveiden ollessa 5 – 8 %. Pysäkkien yhteydessä sijaitsevissa liikennevaloissa kuitenkin kului suurempi osuus matka-ajasta (6 %) kuin raitioliikenteessä keskimäärin. Tämä voi johtua siitä, että tällä reittiosuudella monet liikennevalot sijaitsevat juuri pysäkkien yhteydessä ja pysäkkien välillä olevien liikenneva-

lojen määrä on vähäisempi, jolloin liikennevaloviiveet sattuvat pysäkkipysähdyksen yhteydessä. Matka-ajan jakautuminen pääkatuosuuksilla on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Matka-ajan jakautuminen pääkatuosuuksilla 2017

Helsingin raitioliikenteen matka-ajan jakautuminen vastaa likimain Brysselissä ja Stuttgartissa joko kokonaan tai osin katuliikenteessä kulkevien raitiolinjojen matka-ajan jakautumista. Brysselissä raitiolinjalla 94 tehtyjen mittausten mukaan liikennevaloissa kului 22 % matka-ajasta (Courtois & Dobruszkes, 2008). Stuttgartissa raitiolinjojen U9 ja15 liikennevaloviiveet olivat 9 – 11 % matka-ajasta ja liikkeessä vaunut olivat 65 – 67 % matka-ajasta. (Brilon & Laubert, 1994)

Matka-ajan jakautumiseen vaikuttaa se liikenteellinen kokonaisuus, jossa raitiolinjaa liikennöidään. Pysäkki- ja liikennevalotiheys kasvattavat luonnostaan pysäkki- ja liikennevaloviiveiden osuutta. Raitioliikenteen kannalta epäsuotuisat liikennöintiolosuhteet, kuten kapeat raitiovaunukaistat tai niiden puuttuminen lisäävät pysäkkien välillä kuluvan ajan osuutta. Sen vuoksi vertaaminen muihin kaupunkeihin ei suoraan ole mahdollista ja toisaalta liikennöintiolosuhteiden parantaminen yhdellä osa-alueella voi muuttaa ajoajan jakautumista. Ajoajan lyhentyminen nopeamman liikennöinnin kannalta otollisten kehittämistoimien seurauksena kasvattaisi pysäkki- ja liikennevaloviiveiden osuutta. Asiakkaan kannalta matka-ajan nopeutuminen olisi toki positiivinen asia myös tällöin, mutta liikennevaloissa vietetyn ajan merkittävyys kasvaisi nykyisestä.

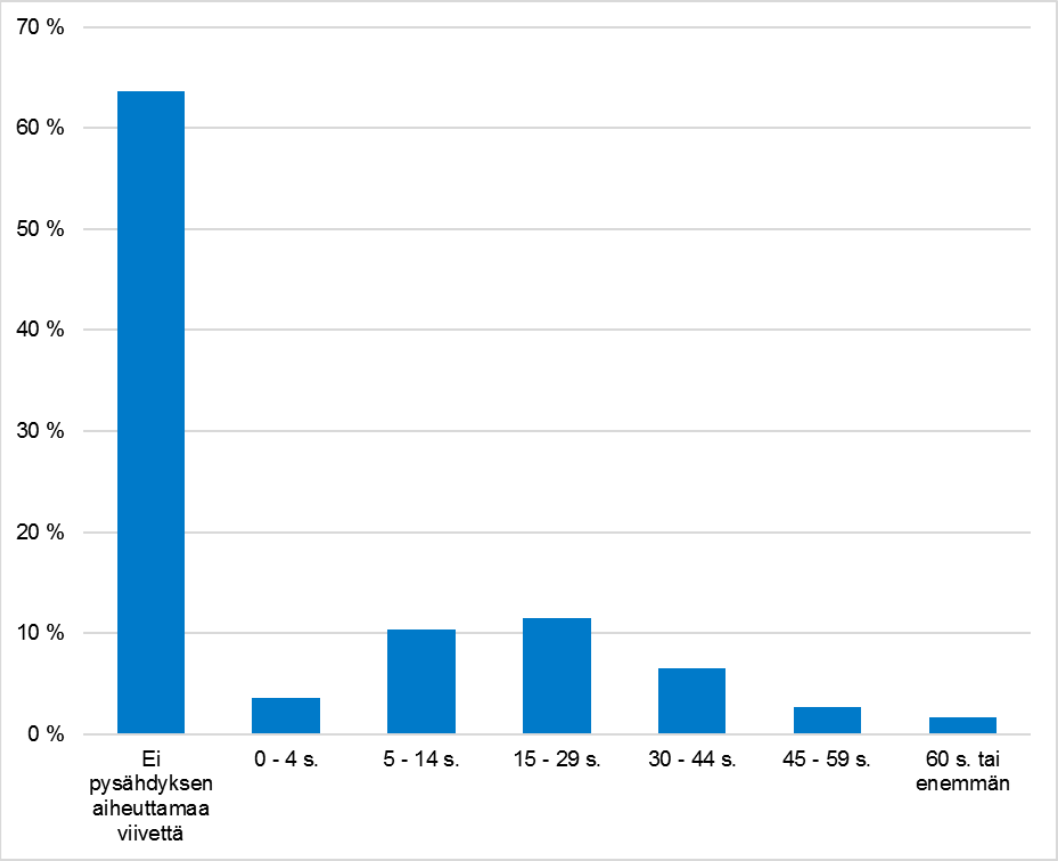
4 Liikennevaloviiveet

Keskimäärin 64 % liikennevalojen läpiajosta tapahtui ilman pysähdystä liikennevaloihin. Tutkimusmenetelmässä kirjattiin ylös vain pysähtymiset, joten tilanteet, joissa vaunun kuljettaja on lähestynyt liikennevaloja hitaasti ajolupaa odottaen, eivät käy ilmi tutkimuksen tuloksissa. Eri linjoilla 57 - 70 % liikennevalojen läpiajoista tapahtui ilman pysähdystä. Linjoilla 3, 7A ja 7B liikennevalojen aiheuttamien pysähdysten osuus oli suurin ja linjoilla 4, 8 ja 10 pysähdysten osuus oli pienin. Liikennevalojen aiheuttamien pysähdysten osuudet liikennevalojen läpiajoista linjoittain ja koko raitioliikenteessä on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Liikennevalojen läpiajot ilman liikennevaloviivettä 2017

	Linja									*Kaikki linjat*
	2	3	4	6	7A	7B	8	9	10	
Liikennevalojen läpiajot ilman pysähdystä, %	69 %	60 %	68 %	66 %	57 %	57 %	69 %	63 %	70 %	64 %

Liikennevaloihin pysähtymisen aiheuttamaa viivettä esiintyi 36 %:ssa kaikista liikennevalojen läpiajoista. Eniten esiintyi 15 – 29 sekunnin viiveitä. Alle 5 sekunnin viiveitä oli 4 % ja yli 30 sekuntia kestäneitä viiveitä 10 % liikennevalojen läpiajoista. Lyhyet, alle 5 sekunnin viiveet ovat tyypillisesti tilanteita, joissa vaunu ehtii juuri ja juuri pysähtyä S-opastimelle tai punaiseen valoon ennen kuin liikennevalo vaihtuu nuoli-opastimeksi tai vihreäksi. Liikennevaloviiveiden jakautuminen viiveluokkiin on esitetty kuvassa 4.

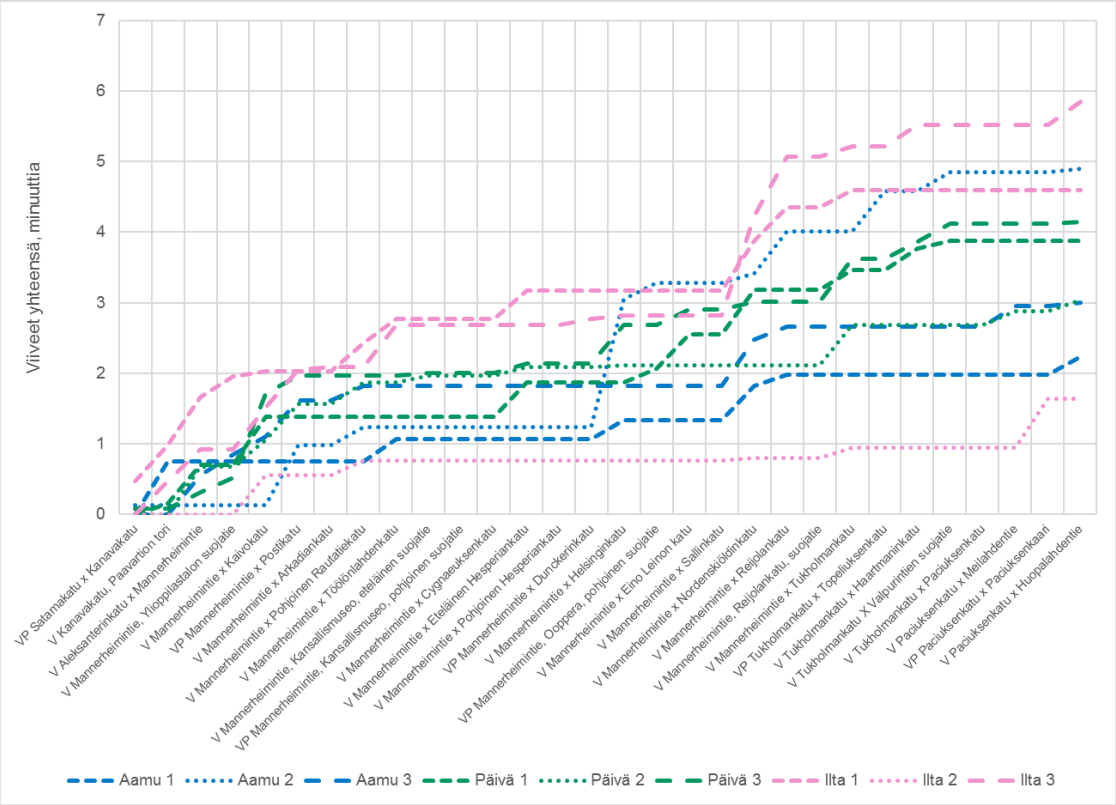


Kuva 4. Liikennevaloviiveiden kestot viiveluokittain 2017

Pysäkkien välillä syntyneiden liikennevaloviiveiden keskimääräinen kesto yhdellä linjan edestakaisella kierroksella oli tutkimuksen mukaan linjasta riippuen 5,5 – 10,5 minuuttia. Keskimääräinen liikennevaloviive kuvastaa sitä matka-ajan lyhentymistä, joka keskimäärin saavutettaisiin, jos liikennevaloviiveitä pysäkkien välillä ei esiintyisi. Viiveiden kesto oli keskimäärin pienintä linjoilla 2, 4 ja 10, joilla kaikilla molempien ajosuuntien viiveiden keskiarvojen summa oli alle 6 minuuttia. Suurimmat keskimääräiset viiveet olivat linjoilla 6(T) ja 7A. Linjalla 6(T) viiveiden keskiarvo oli yli 10 minuuttia, joka vastaa monen muun linjan viiveiden maksimiarvoja. Keskimääräisten viiveiden poistumisen seurauksena miltei jokaiselta linjalta voitaisiin vähentää yksi raitiovaunu ilman, että linjan vuorotiheyttä tarvitsisi harventaa.

Viiveiden maksiarvot ovat linjasta riippuen 8 – 16 minuuttia. Pienin viiveiden maksimiarvo oli linjalla 10, hieman yli 8 minuuttia ja suurin linjalla 6, lähes 16 minuuttia.

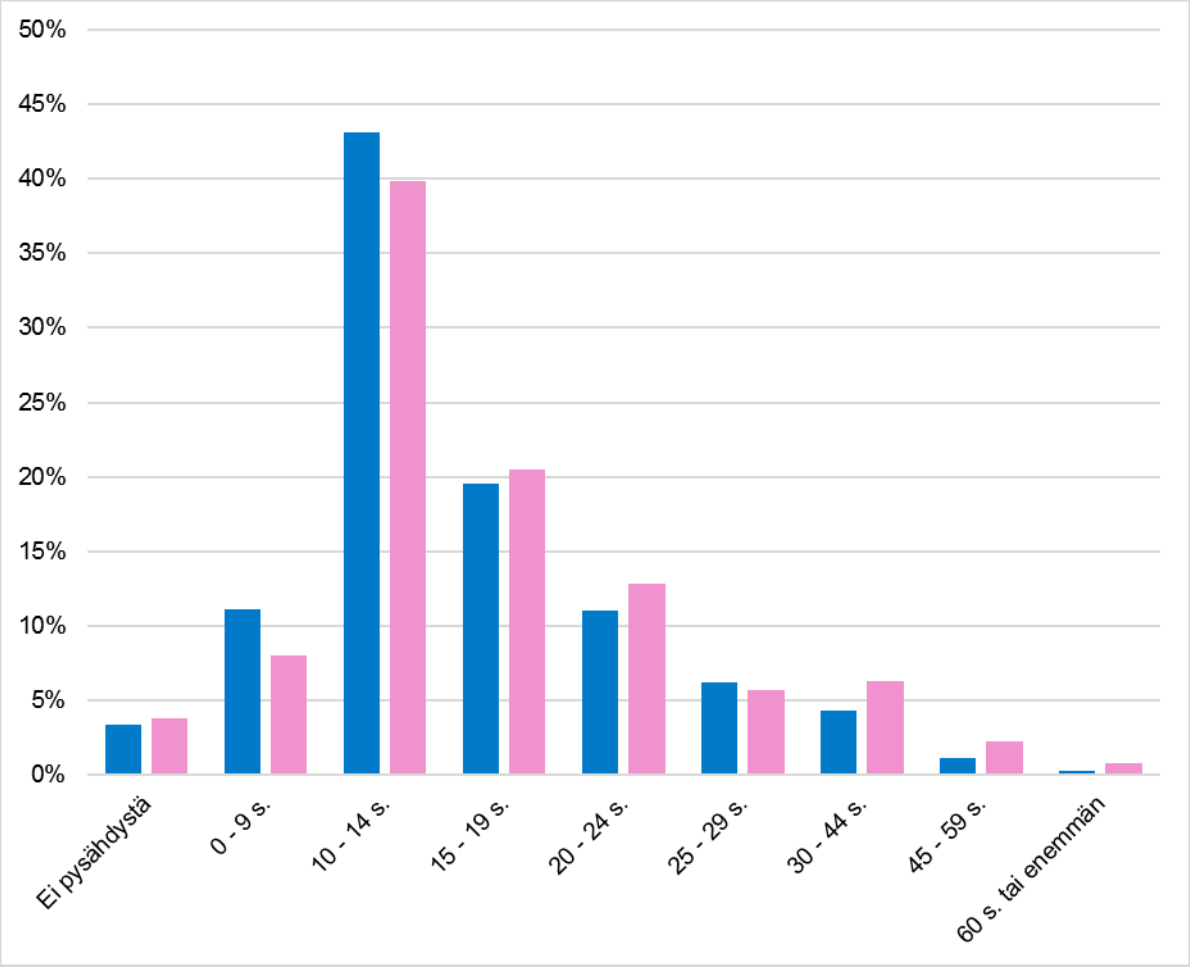
Liikennevaloviiveet aiheuttavat hajontaa matka-aikaan sen vuoksi, että viiveitä esiintyy eri linjasivuilla eri liikennevaloissa. Matka-ajan hajonta heikentää asiakkaan kokemusta joukkoliikenteen täsmällisyydestä, sillä vain osa vuoroista pystyy noudattamaan aikatauluaan. Viiveiden aiheuttama hajonta joudutaan ottamaan huomioon linjan pysäkkiaikataulujen suunnittelussa, mutta viiveiden sattumanvaraisen esiintymisen vuoksi aikataulu voidaan laatia vain arviona todennäköisimmästä ohitusajasta. Kuvassa 5 on esitetty linjalla 4 esiintyneet viiveet kumulatiivisina yhtä linjasivua kohden. Saman ajanjaksonkin aikana kulkeneista vuoroista yksi on saattanut olla useita minuutteja toista nopeampi jo reitin alkupäässä (vrt. mittaukset ilta 1 ja ilta 2). Viiveiden suuruuden ero on kasvanut linjasivun edetessä. Joissakin tapauksista yksittäinen pitkä viive voi aiheuttaa merkittävän viivästymän vuorolle, vaikka linjasivun alkumatka olisi sujunut lähes viiveittä (esim. mittaus aamu 2).



Kuva 5. Kumulatiiviset viiveet raitiolinjalla 4, suunnassa 1 (Katajanokka - Munkkiniemi) 2017

5 Pysäkkiviiveet

Tutkimuksessa tehtyjen mittausten puitteissa raitiovaunut ohittivat pysäkin pysähtymättä vain 3,6 % pysäkkitapahtumista. Hieman yli 40 % pysäkkipysähdyksistä kesti 10 – 14 sekuntia. Keskimääräinen pysäkkipysähdyksen kesto oli 16 sekuntia. Pitkät, yli 30 sekuntia kestäneet pysäkkipysähdykset olivat melko harvinaisia. Niitä oli alle 10 % kaikista pysäkkitapahtumista. Pysäkkiviiveiden jakautuminen viiveluokkiin on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Pysäkkiviiveiden kestot 2017

Pysäkkiviiveiden kestoon voidaan vaikuttaa pysäkkien ja kaluston tilasuunnittelulla sekä parantamalla liikennöinnin säännöllisyyttä. Pysäkkiviiveen kesto riippuu paljolti kyytiin nousevien ja poistuvien matkustajien määrästä. Liikennevälineen viivästymisestä johtuva pidentynyt vuoroväli edellä kulkevaan liikennevälineeseen kasvattaa kyytiin nousevien matkustajien määrää ja pidentää siten pysäkkiviivettä. Pysäkkiviiveen pidentyminen voi entisestään kasvattaa liikennevälineen viivästymistä, mikä johtaa yhä pahenevaan viivästymisten noidankehään. Pysäkkiviiveiden pituuteen voidaan siis vaikuttaa pienentämällä liikennevaloviiveiden ja muiden liikenneviiveiden suuruutta ja hajontaa.

6 Johtopäätöksiä

Vaikka liikennevaloviiveiden osuus kokonaismatka-ajasta ei Helsingissä ole merkittävä, ei liikennevaloviiveiden aiheuttamaa haittaa pidä aliarvioida. Liikennevaloviiveiden vaikutus matka-ajan pituuteen ja hajontaan on niin merkittävä, että viiveiden vähentäminen ja hajonnan pienentäminen tuottaisi suoria hyötyjä raitioliikenteen matkustajille sekä lopulta myös säästöä liikennöintikustannuksissa, kun liikennöintiin tarvittaisiin vähemmän raitiovaunuja ja kuljettajia. Liikennevaloviiveiden vähentämiseen liittyy merkittävä raitioliikenteen palvelutason parantamisen potentiaali.

Liikennevaloviiveiden keskimääräinen suuruus vastaa linjasta riippuen puolta linjan vuorovälistä tai joillain linjoilla jopa koko vuoroväliä. Kullakin linjalla tarvittavan vaunumäärän mitoitus perustuu kierrosaikaan, joka sisältää matka-ajan lisäksi myös epäluotettavuuteen varautumisesta aiheutuvaa elpymisaikaa ja aikataulujen synkronoinnista aiheutuvaa odotusaikaa. Valoviiveiden merkittävä vähentyminen mahdollistaisi kaikilla raitiolinjoilla arviolta yhden vaunun vähentämisen liikenteestä kokonaismatka-ajan lyhentymisen ja valoviiveiden aiheuttaman ajoajan vaihtelun pienentymisen seurauksena. Linjan vuoroväliä ei kuitenkaan tarvitsisi pidentää.

Liikennöintiin tarvittavan vaunumäärän vähentymisen merkitystä kasvattaa Helsingin kaupungin suunnitelmat laajentaa raitiotieverkostoa sekä tarve korvata 70- ja 80-luvulla valmistetut osittain matalalattiaiset nivelraitiovaunut uusilla vaunuilla 2020-luvulla. Kun tarvittava vaunumäärä viiveiden vähentymisen myötä pienenee, on uusien raitiotiehankkeiden ja vanhojen vaunujen korvaamiseksi tarvittava vaunuinvestointi myös pienempi. Investoinnin kuolettamisesta aiheutuvat kustannukset uusien vaunujen käyttöiän aikana ovat pienemmät. Matka-ajan ja luotettavuuden parantamisen voidaan olettaa kasvattavan raitioliikenteen houkuttelevuutta. Siten kustannusten pienentyminen ja käyttäjämäärien kasvu parantavat raitioliikenteen kustannustehokkuutta.

7 Jatkotoimenpiteet

Matka-ajan jakautuminen sopii hyvin säännöllisesti seurattavaksi tunnusluvuksi, jonka perusteella voidaan luoda yleiskäsitys liikennöintiolosuhteiden kehittymisestä. Nyt kerätty tieto on hyödyllistä seurattaessa mm. Hämeentien peruskorjauksen ja raitioliikenteen linjastouudistuksen vaikutuksia. Tämän viivetutkimuksen kaltaisia tutkimuksia onkin syytä toteuttaa 1 - 3 vuoden välein, kun raitioliikenteen liikennöintiolosuhteille on tehty olennaisia parannustoimia. Tutkimus voidaan myös kohdentaa eri vuosina eri tutkimustarpeiden ympärille, esimerkiksi ensimmäisenä raitiolinjalle 1, jota ei tässä tutkimuksessa tutkittu linjan suppeiden liikennöintiaikojen vuoksi. Linjastouudistuksen myötä liikennöintiajat ovat laajentuneet ja linjan merkitys kasvanut.

Tutkimuksen toteutus on tärkeää suunnitella hyvin ja kohdentaa ajankohtaisiin tarpeisiin, sillä se on melko työläs toteuttaa täysin automaattisiin tiedonkeruumenetelmin tehtäviin tutkimuksiin verrattuna. Tutkittavaa tietoa ei kuitenkaan ole yksinkertaista kerätä automaattisin menetelmin, sillä etenkin pysäkkien yhteydessä olevien liikennevalojen aiheuttaman viiveen erottelu pysäkkiajasta on vaikeaa. Tutkimusmenetelmää on myös siitä yhä kehittää, jotta muiden kuin liikennevalo- ja pysäkkiviiveiden suuruus ja osuus matka-ajasta saataisiin selville.

Matka-ajan jakautuminen ei yksin ole kuitenkaan riittävä tunnusluku, sillä se ei kerro juurikaan viiveiden hajonnasta. Viiveiden hajonnan pienentäminen usein pienentää myös viiveiden määrää, mutta hajonnan pienentäminen parantaa erityisesti luotettavuutta. Tämän tutkimuksen aineistosta on erikseen poimittavissa ne liikennevaloristeykset, joissa viiveiden määrä ja hajonta olivat pieniä, sekä risteykset, joissa viiveet ja hajonta olivat suuria. Tämän kerätyn tiedon perusteella on mahdollista keskittyä huolehtimaan, etteivät yhtäältä pienet viiveet ala pidentyä ja toisaalta panostaa suurten viiveiden lyhentämiseen. Tämän työn tueksi tulisi toteuttaa automaattiseen tiedonkeruuseen perustuvia suorituskykymittareita, joilla esimerkiksi liikennevaloetuuksien pyyntö- ja kuittausilmaisujen välisen ajan suuruutta ja hajontaa voidaan seurata. Tavoitetilassa kehittämistoimien jälkeen raitioliikenteessä vielä esiintyvät viiveet sattuisivat jokaisella linjasivulla lähestulkoon samoissa paikoissa ja saman suuruisina.

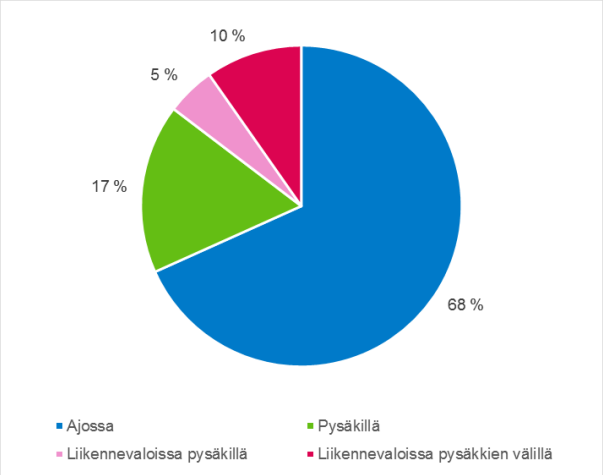
Lähteet

Brilon, W. & Laubert, W. 1994. Priority for Public Transit in Germany. Journal of Advanced Transportation 28, 3. 313-340. Viitattu 27.7.2017. http://www.ruhr-uni-bochum.de/verkehrswesen/download/literatur/Brilon_Laubert_Priority_for_Public_Transit_in_Germany_Journal_of_Advanced_Transportation_Vol28_3.pdf

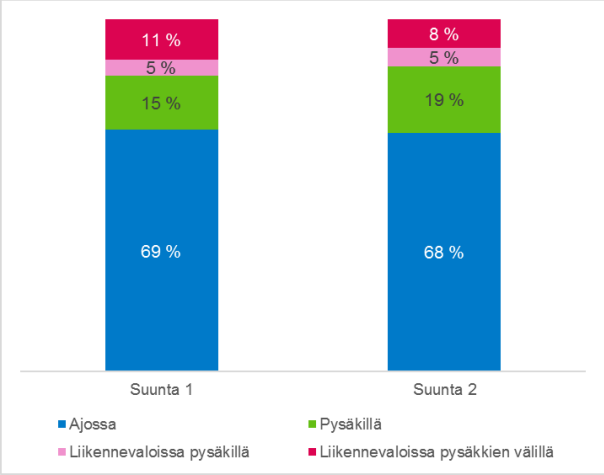
Courtois, X. & Dobruszkes, F. 2008. The (in)efficiency of trams and buses in Brussels: a fine geographical analysis. Brussels Studies, the e-journal for academic research on Brussels 20. Viitattu 27.7.2017. https://brussels.revues.org/608

Liite 1. Yhteenveto linja 2

Ajoajan jakautuminen

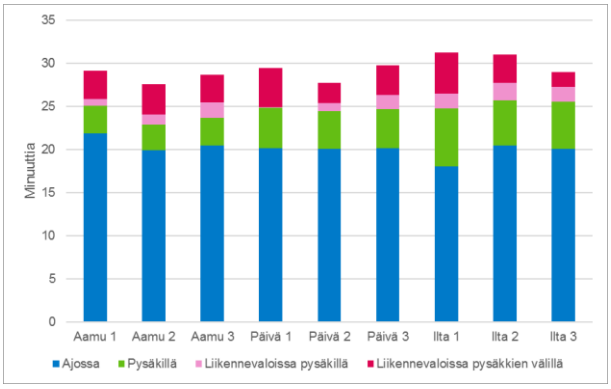


Ajoajan jakautuminen suunnittain

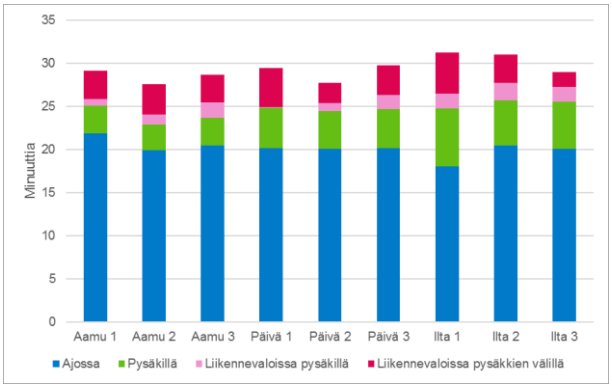


Kokonaismatka-aika (minuuttia) ja sen jakautuminen mittauksittain

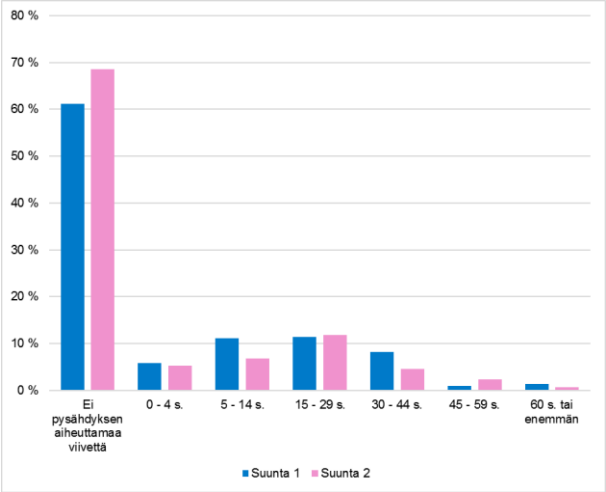
Suunta 1



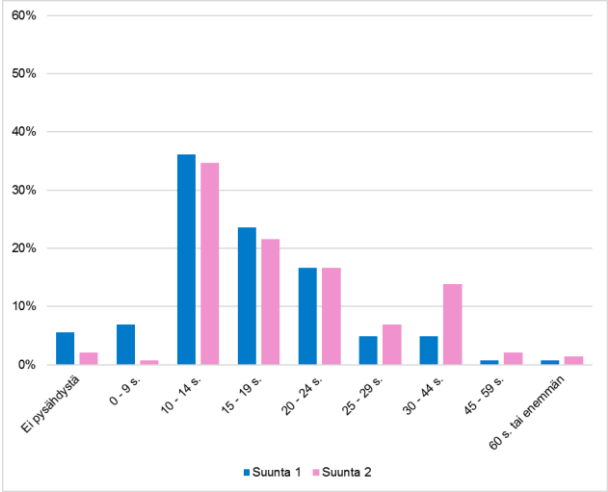
Suunta 2



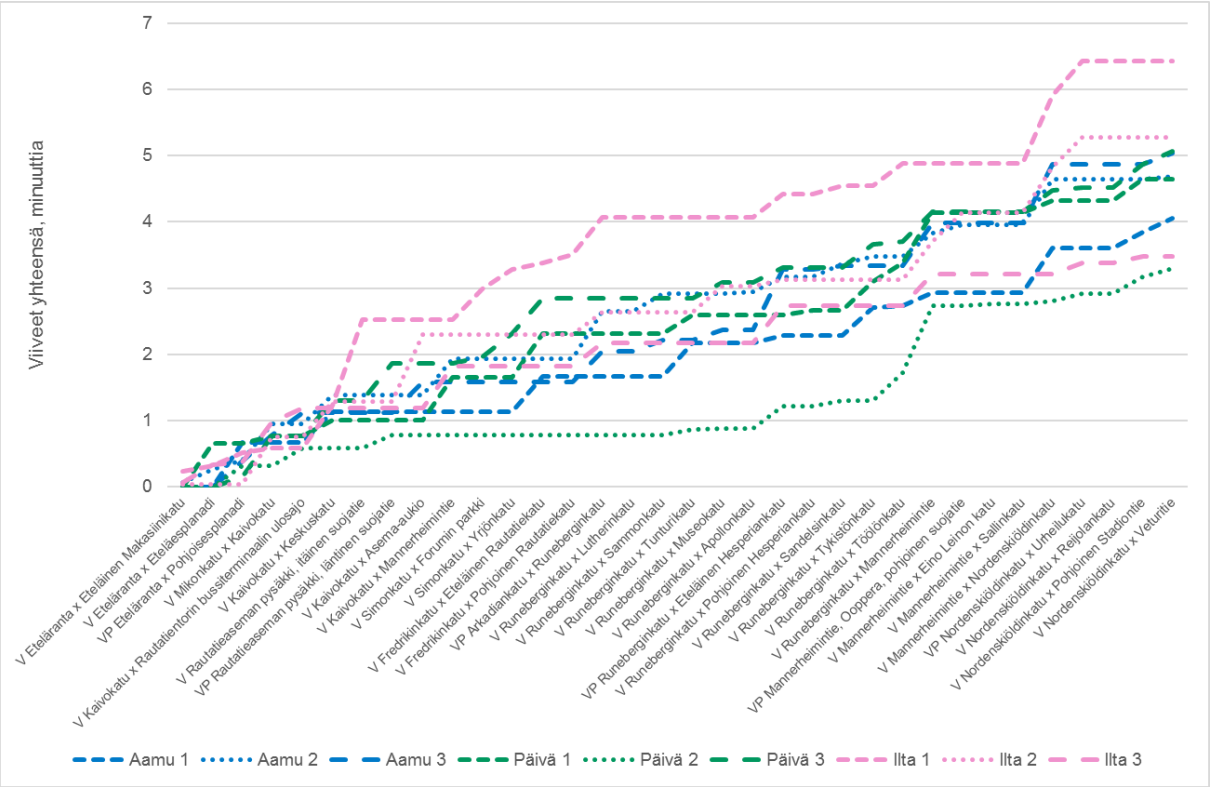
Liikennevaloviiveiden kestot



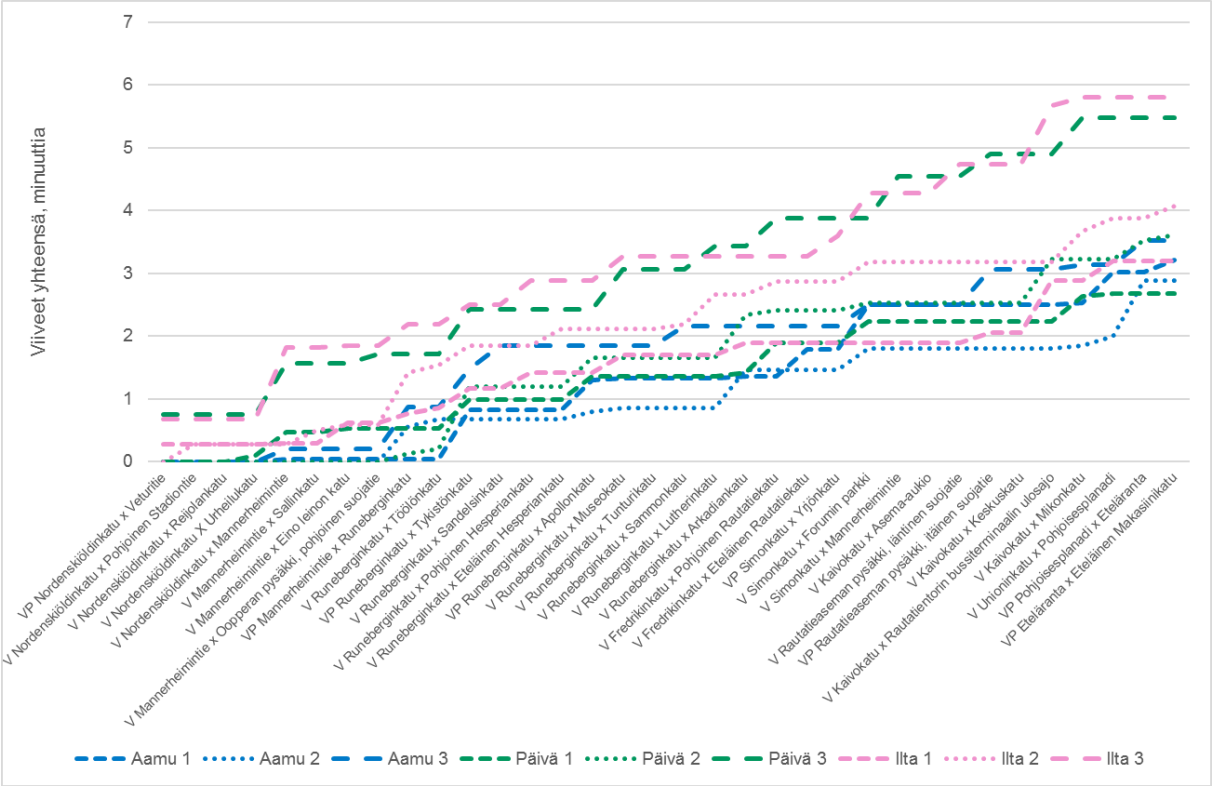
Pysäkkiviiveiden kestot



Kumulatiiviset valoviiveet (minuuttia) mittauksittain, suunta 1

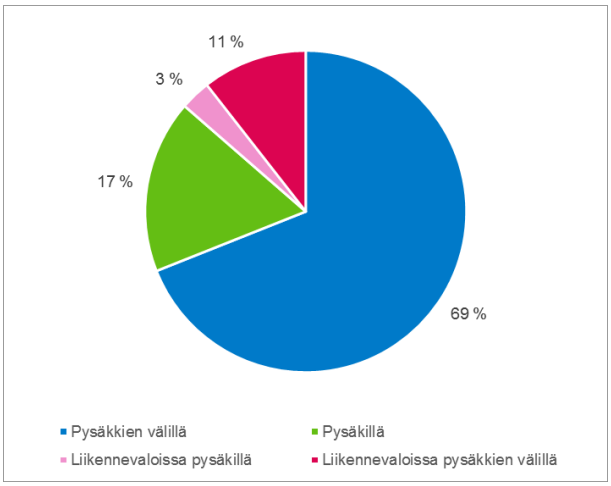


Kumulatiiviset valoviiveet (minuuttia) mittauksittain, suunta 2

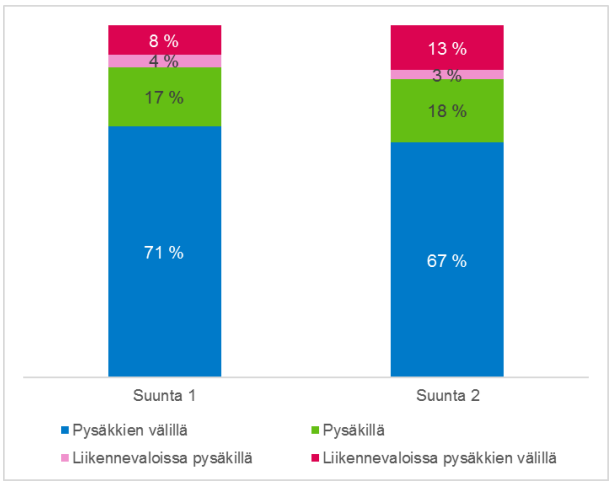


Liite 2. Yhteenveto linja 3

Ajoajan jakautuminen

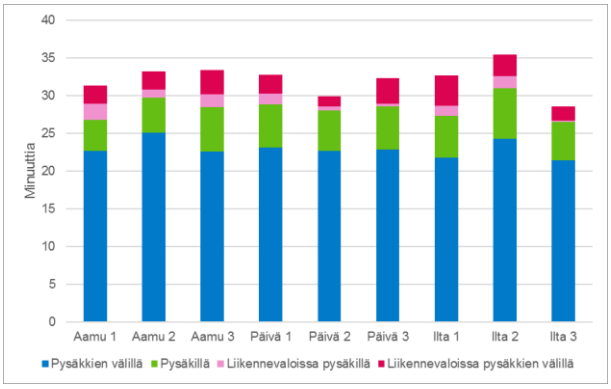


Ajoajan jakautuminen suunnittain

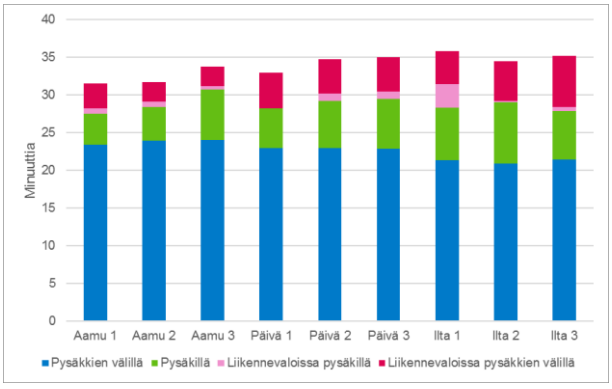


Kokonaismatka-aika (minuuttia) ja sen jakautuminen mittauksittain

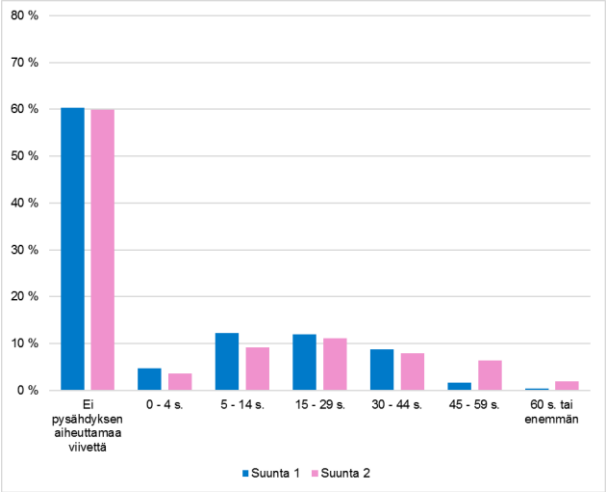
Suunta 1



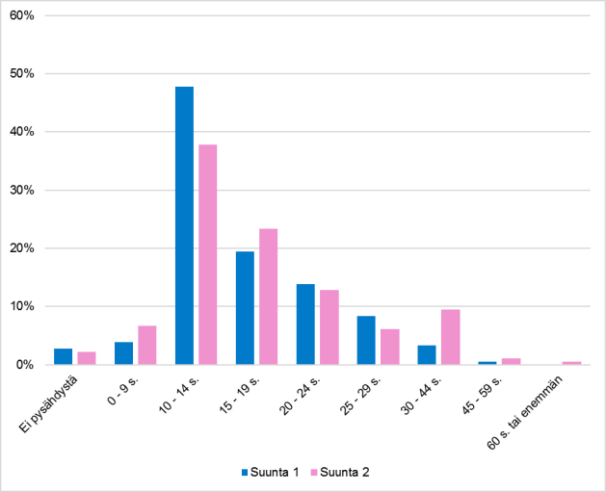
Suunta 2



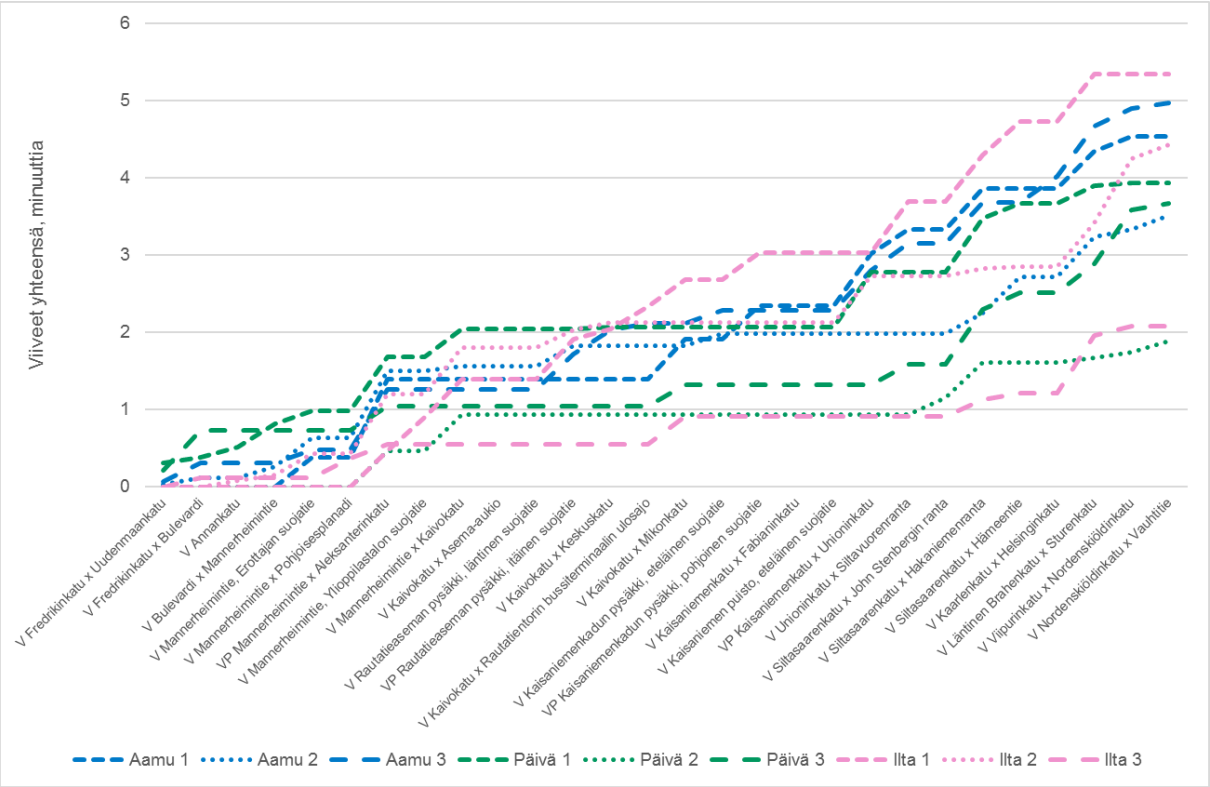
Liikennevaloviiveiden kestot



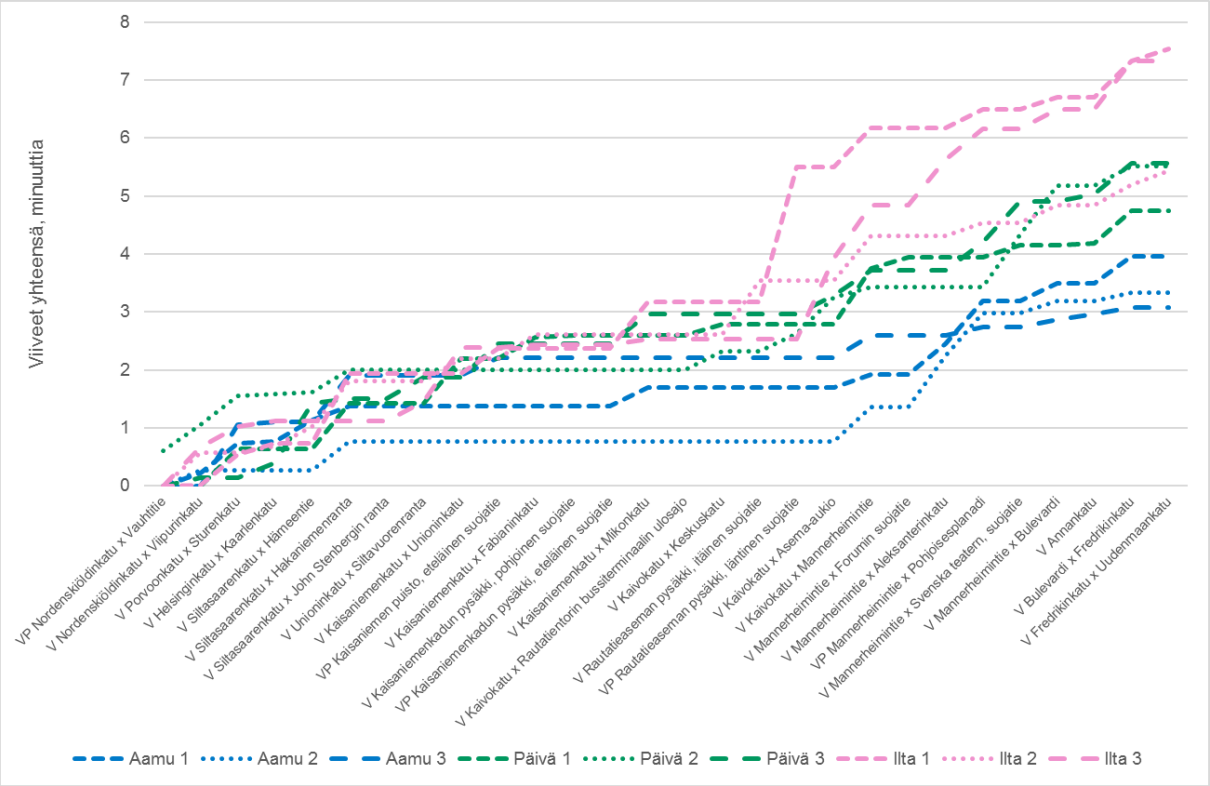
Pysäkkiviiveiden kestot



Kumulatiiviset valoviiveet (minuuttia) mittauksittain, suunta 1

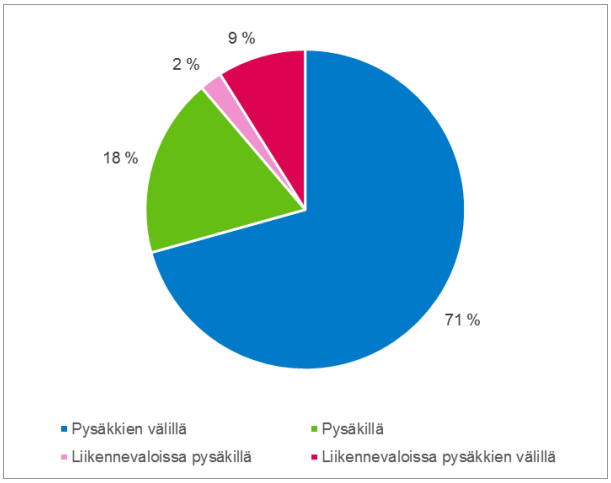


Kumulatiiviset valoviiveet (minuuttia) mittauksittain, suunta 2

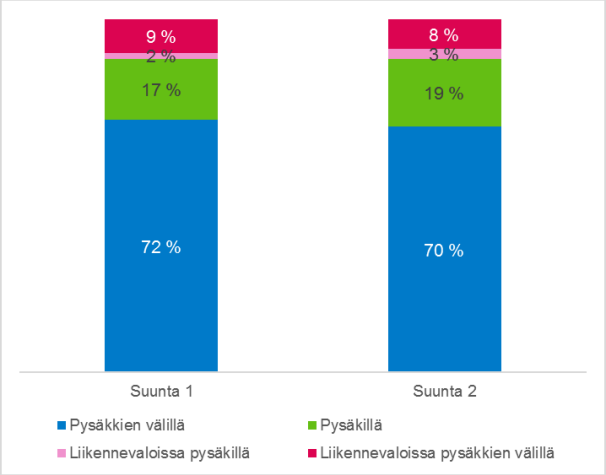


Liite 3. Yhteenveto linja 4

Ajoajan jakautuminen

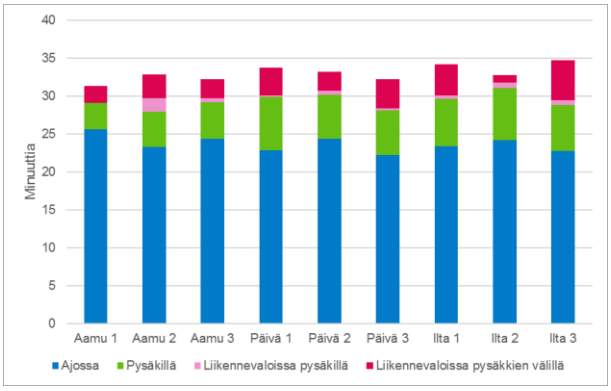


Ajoajan jakautuminen suunnittain

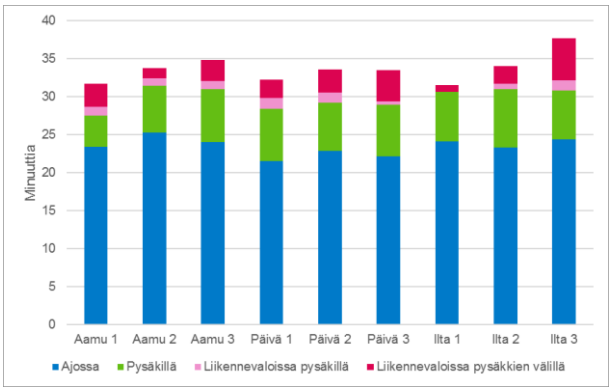


Kokonaismatka-aika (minuuttia) ja sen jakautuminen mittauksittain

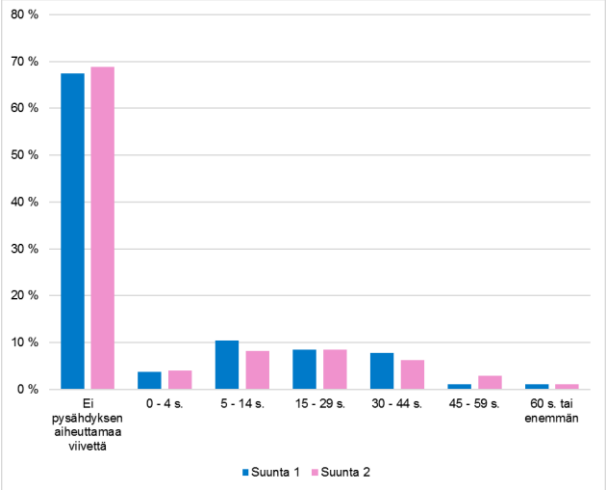
Suunta 1



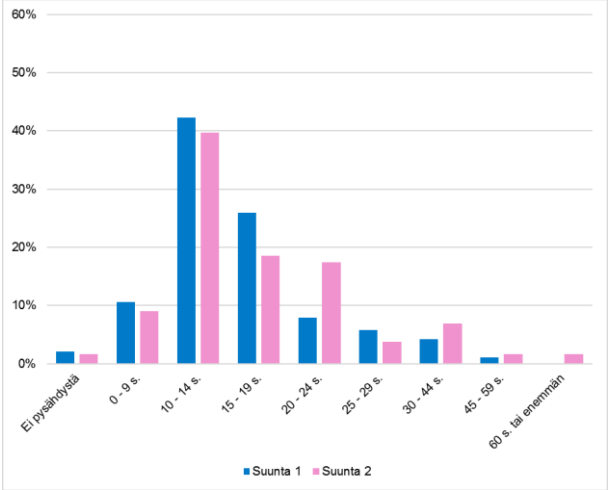
Suunta 2



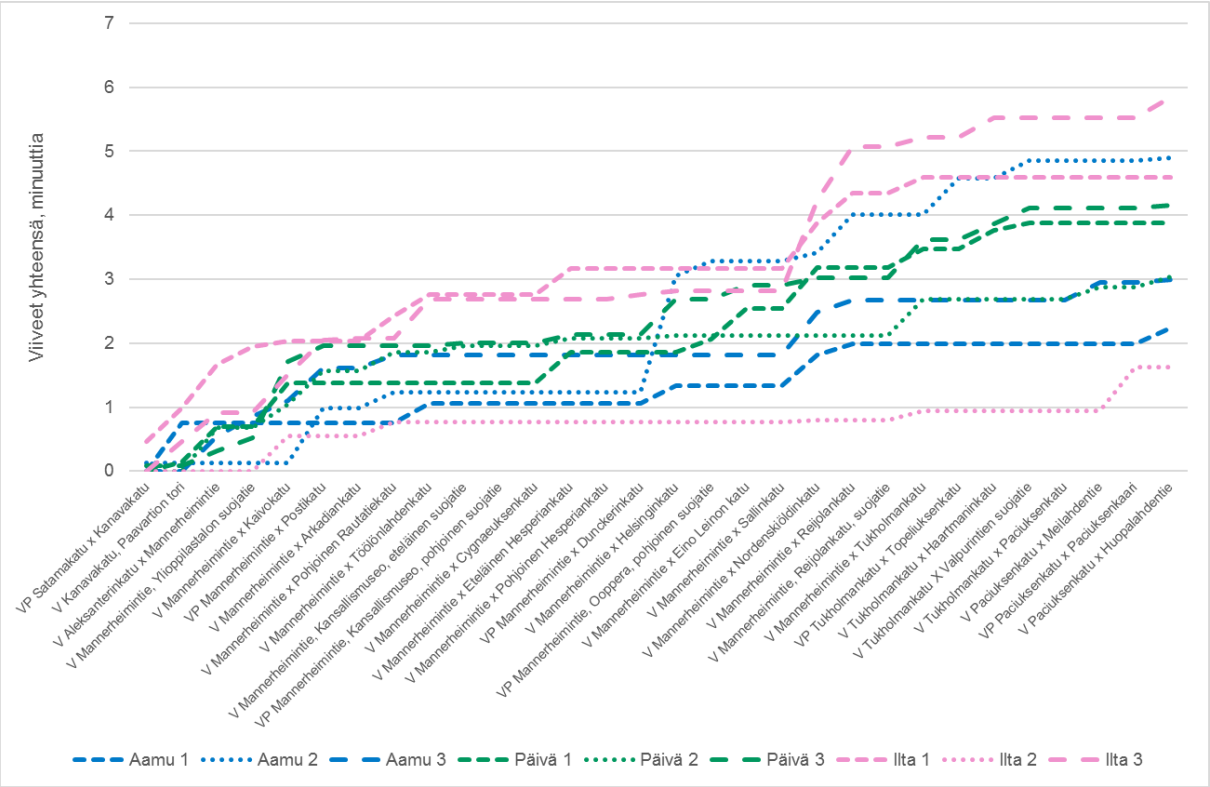
Liikennevaloviiveiden kestot



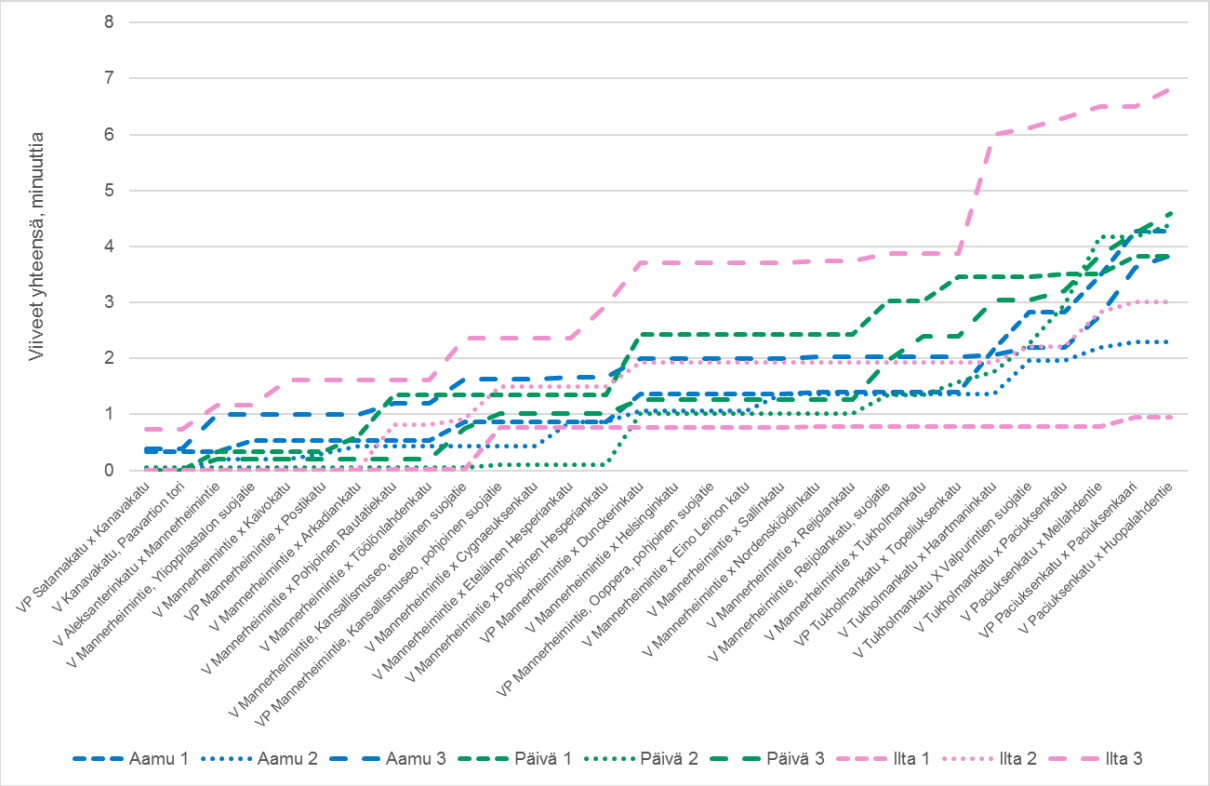
Pysäkkiviiveiden kestot



Kumulatiiviset valoviiveet (minuuttia) mittauksittain, suunta 1

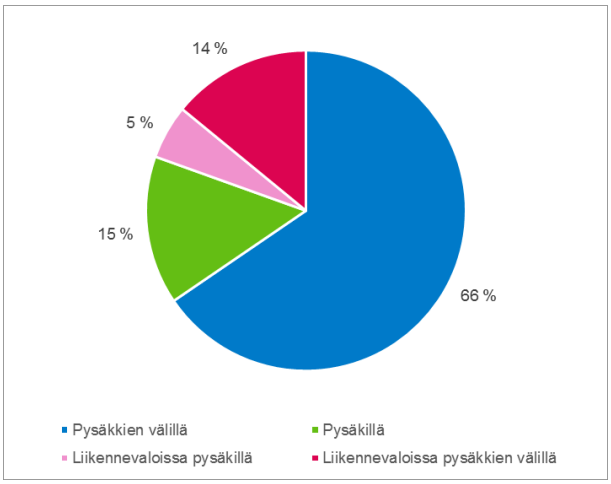


Kumulatiiviset valoviiveet (minuuttia) mittauksittain, suunta 2

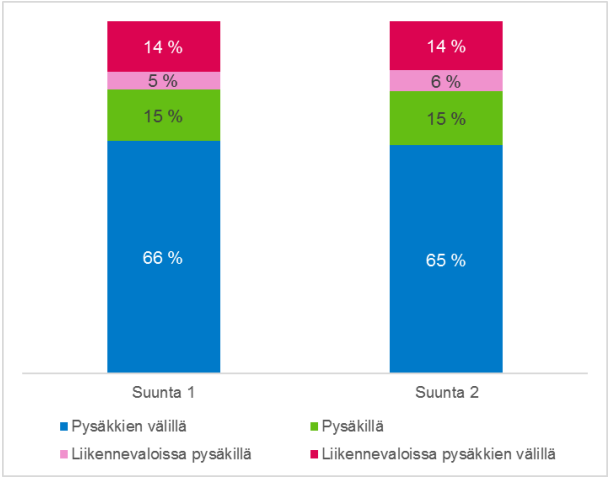


Liite 4. Yhteenveto linja 6(T)

Ajoajan jakautuminen

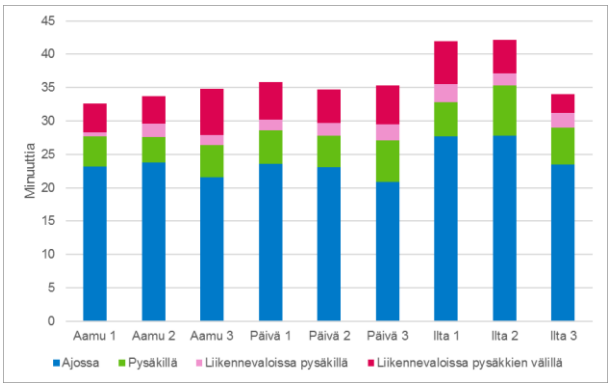


Ajoajan jakautuminen suunnittain



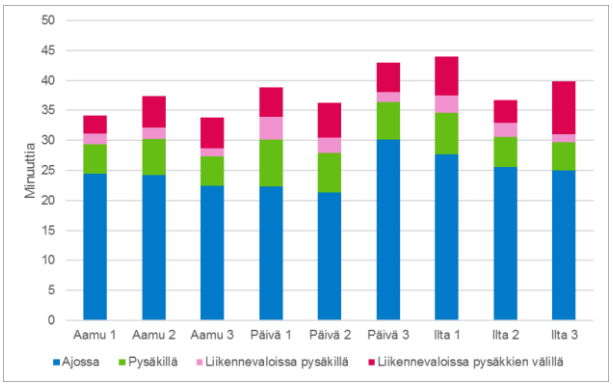
Kokonaismatka-aika (minuuttia) ja sen jakautuminen mittauksittain

Suunta 1



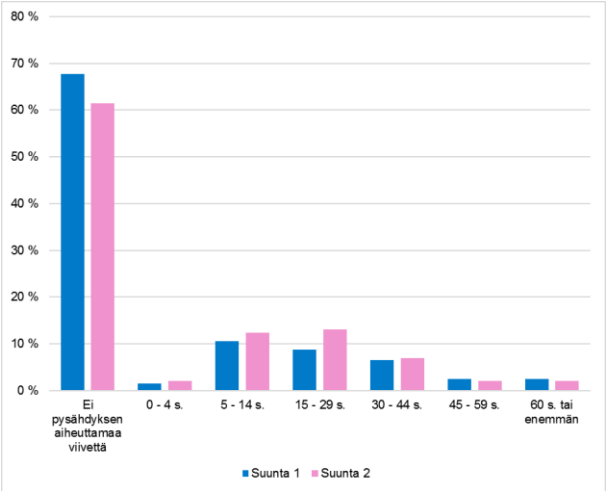
Mittaukset Ilta 1 ja Ilta 2 on tehty linjalla 6T, jonka reitti ja ajoaika on pidempi kuin linjan 6.

Suunta 2

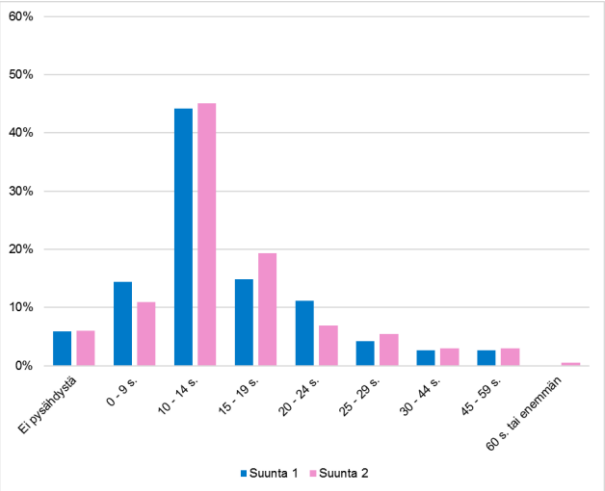


Mittaukset Päivä 3 ja Ilta 1 on tehty linjalla 6T, jonka reitti ja ajoaika on pidempi kuin linjan 6.

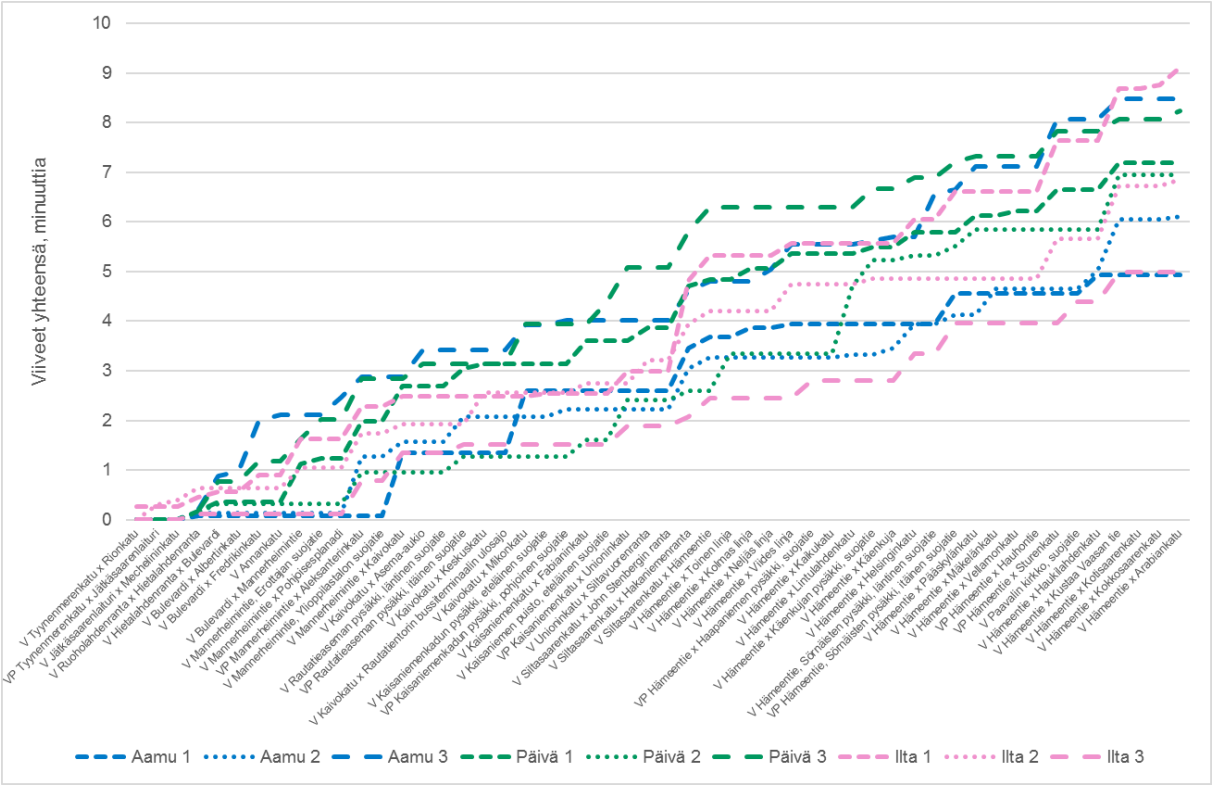
Liikennevaloviiveiden kestot



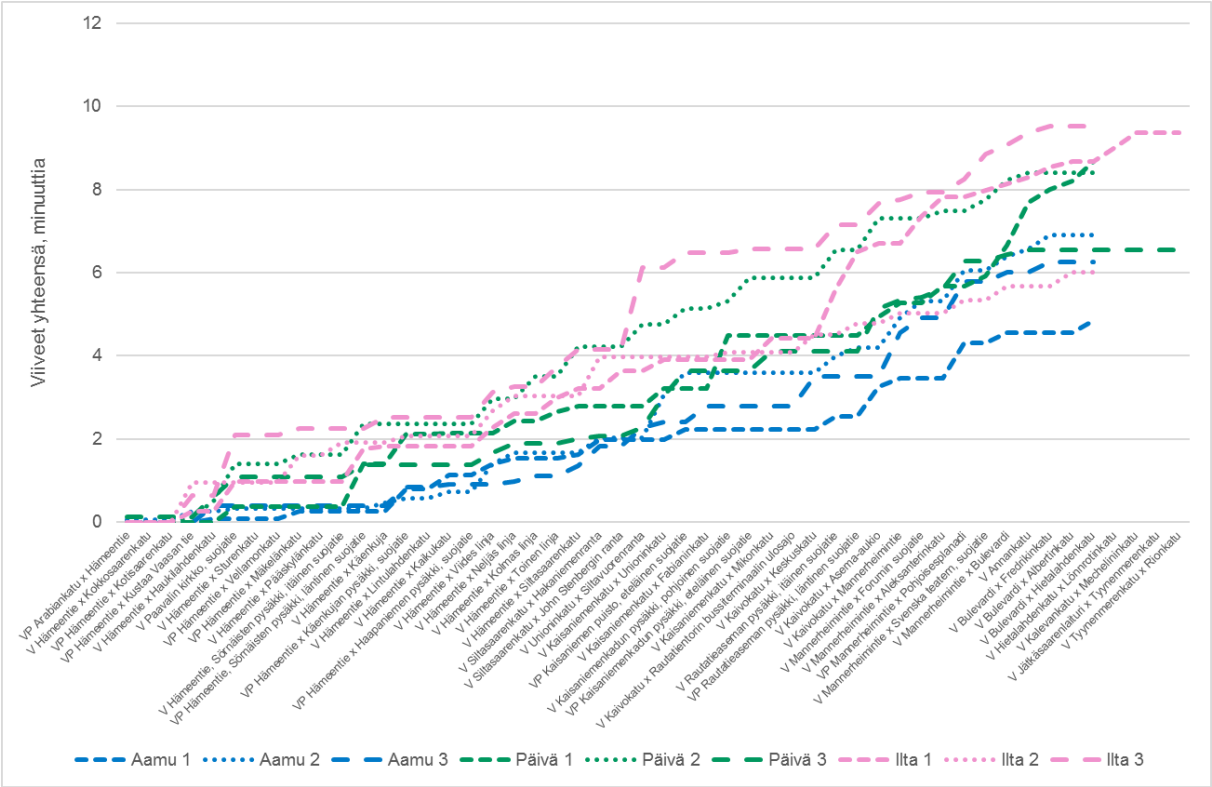
Pysäkkiviiveiden kestot



Kumulatiiviset valoviiveet (minuuttia) mittauksittain, suunta 1

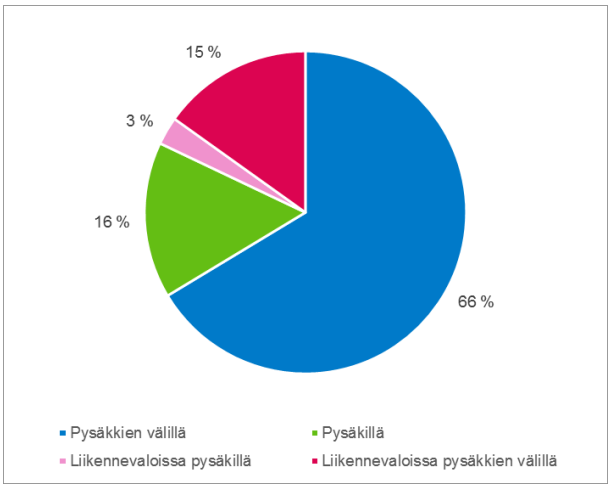


Kumulatiiviset valoviiveet (minuuttia) mittauksittain, suunta 2



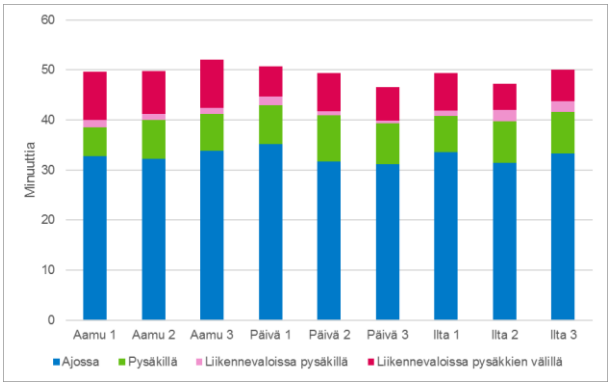
Liite 5. Yhteenveto linja 7A

Ajoajan jakautuminen

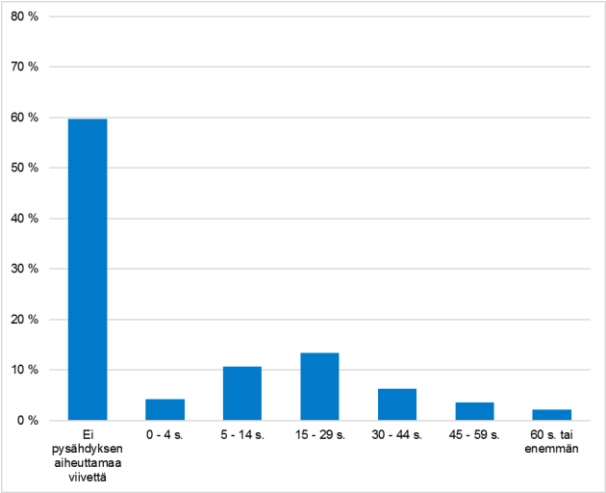


Linjan 7A molempien ajosuuntien tiedot on yhdistetty.

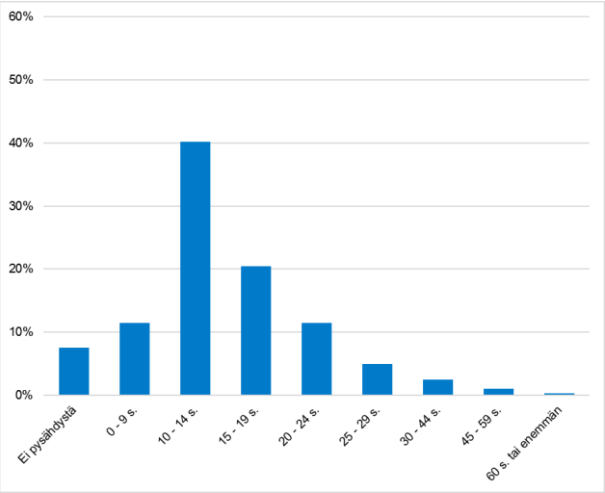
Kokonaismatka-aika (minuuttia) ja sen jakautuminen mittauksittain



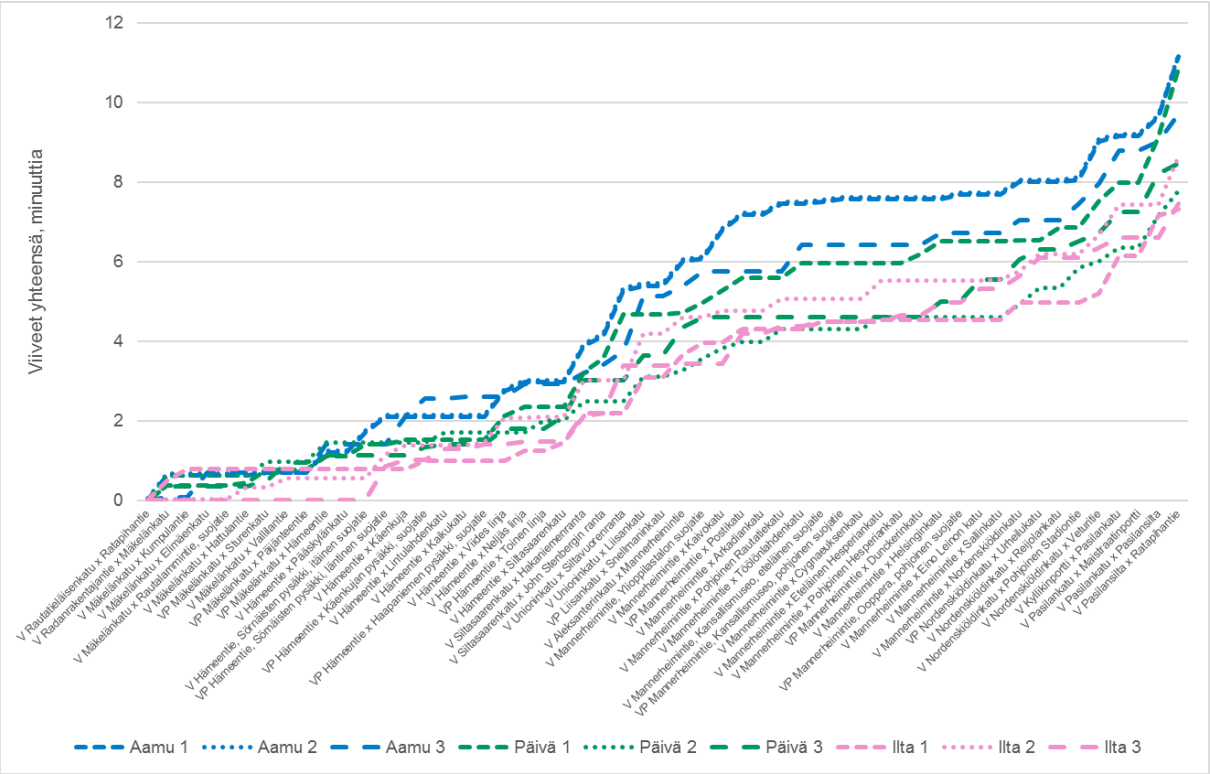
Liikennevaloviiveiden kestot



Pysäkkiviiveiden kestot

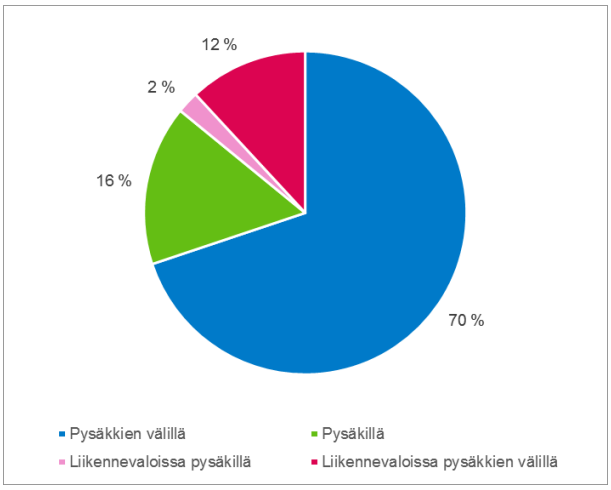


Kumulatiiviset valoviiveet (minuuttia) mittauksittain



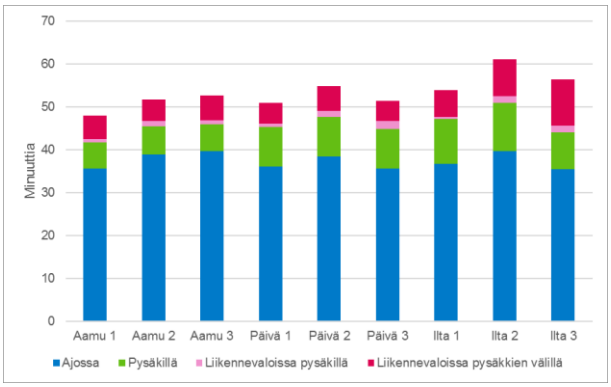
Liite 6. Yhteenveto linja 7B

Ajoajan jakautuminen

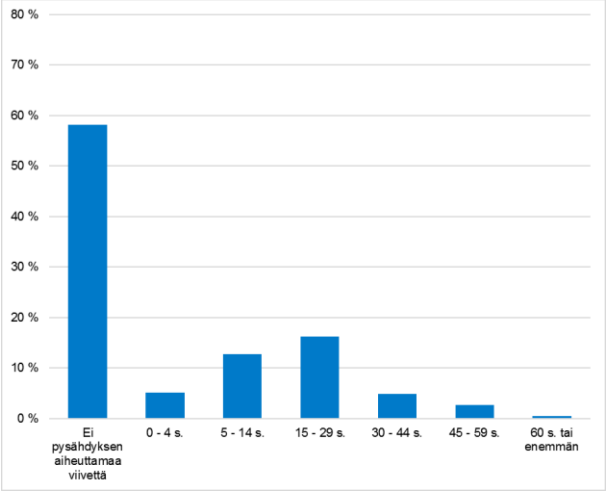


Linjan 7B molempien ajosuuntien tiedot on yhdistetty.

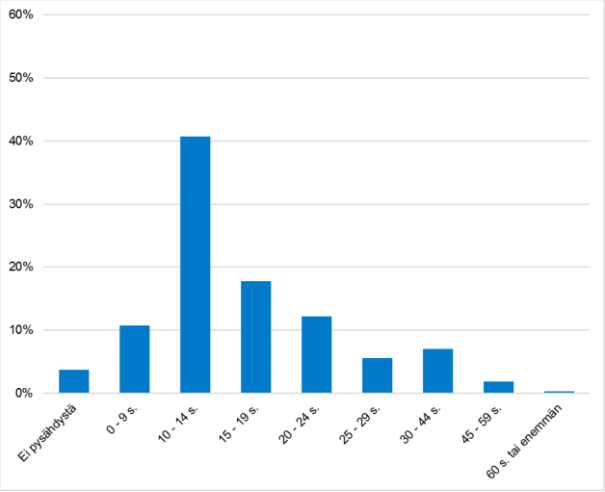
Kokonaismatka-aika (minuuttia) ja sen jakautuminen mittauksittain



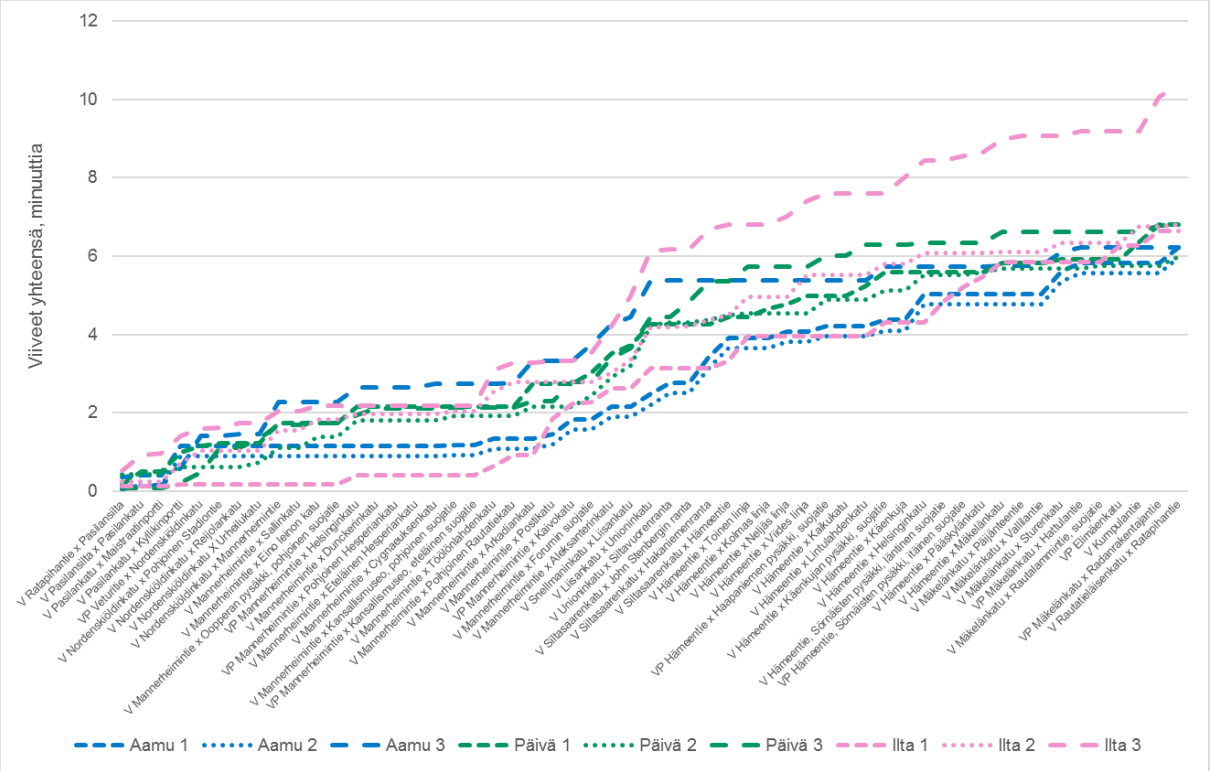
Liikennevaloviiveiden kestot



Pysäkkiviiveiden kestot

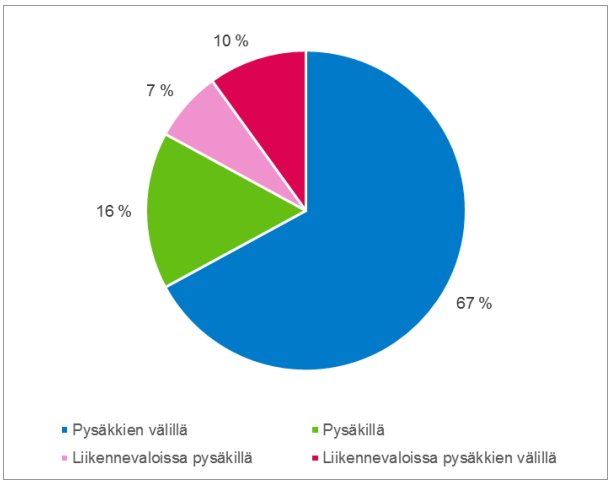


Kumulatiiviset valoviiveet (minuuttia) mittauksittain

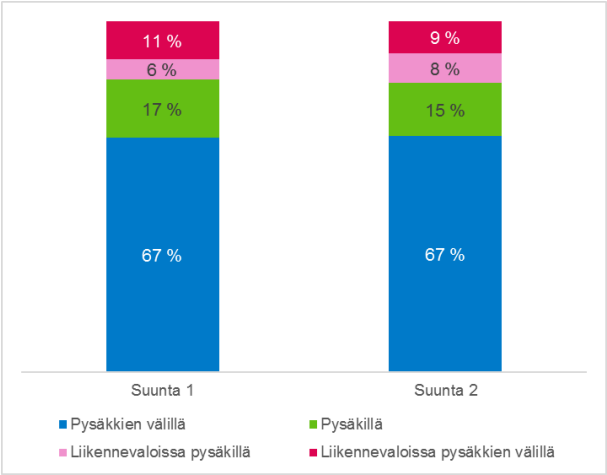


Liite 7. Yhteenveto linja 8

Ajoajan jakautuminen

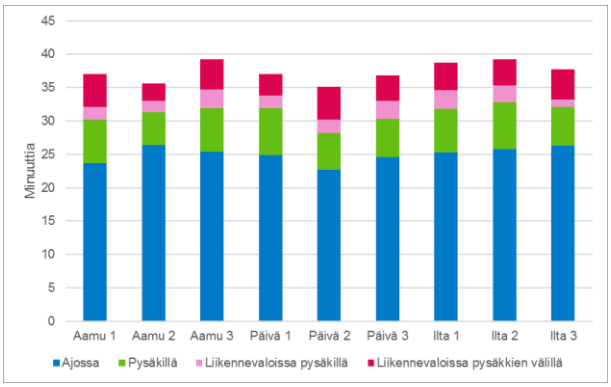


Ajoajan jakautuminen suunnittain



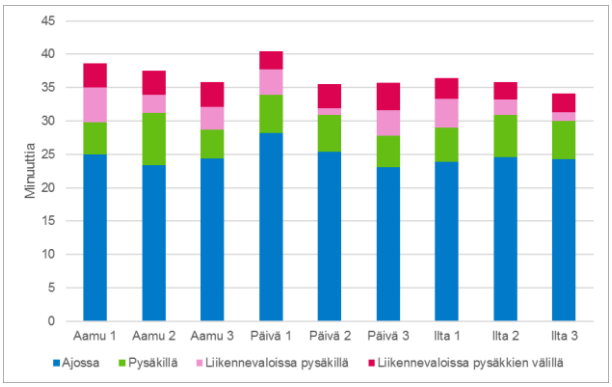
Kokonaismatka-aika (minuuttia) ja sen jakautuminen mittauksittain

Suunta 1



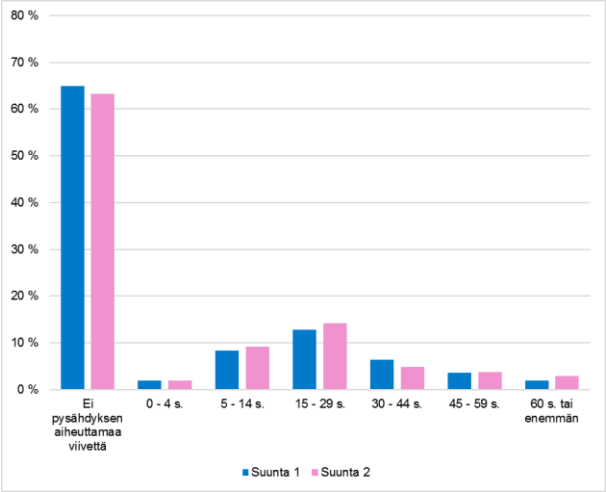
Mittaukset Ilta 1 ja Ilta 2 on tehty linjalla 6T, jonka reitti ja ajoaika on pidempi kuin linjan 6.

Suunta 2

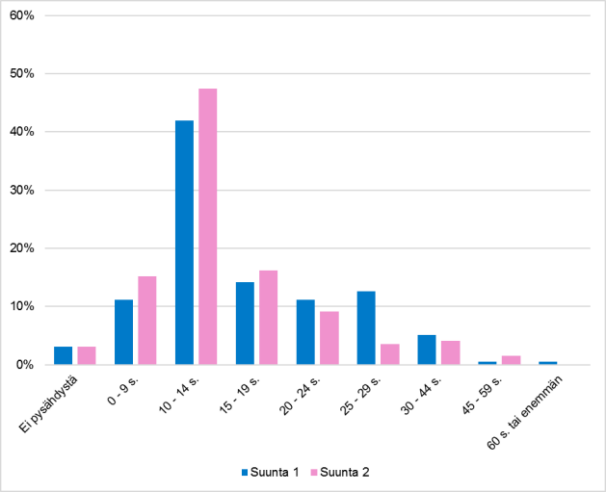


Mittaukset Päivä 3 ja Ilta 1 on tehty linjalla 6T, jonka reitti ja ajoaika on pidempi kuin linjan 6.

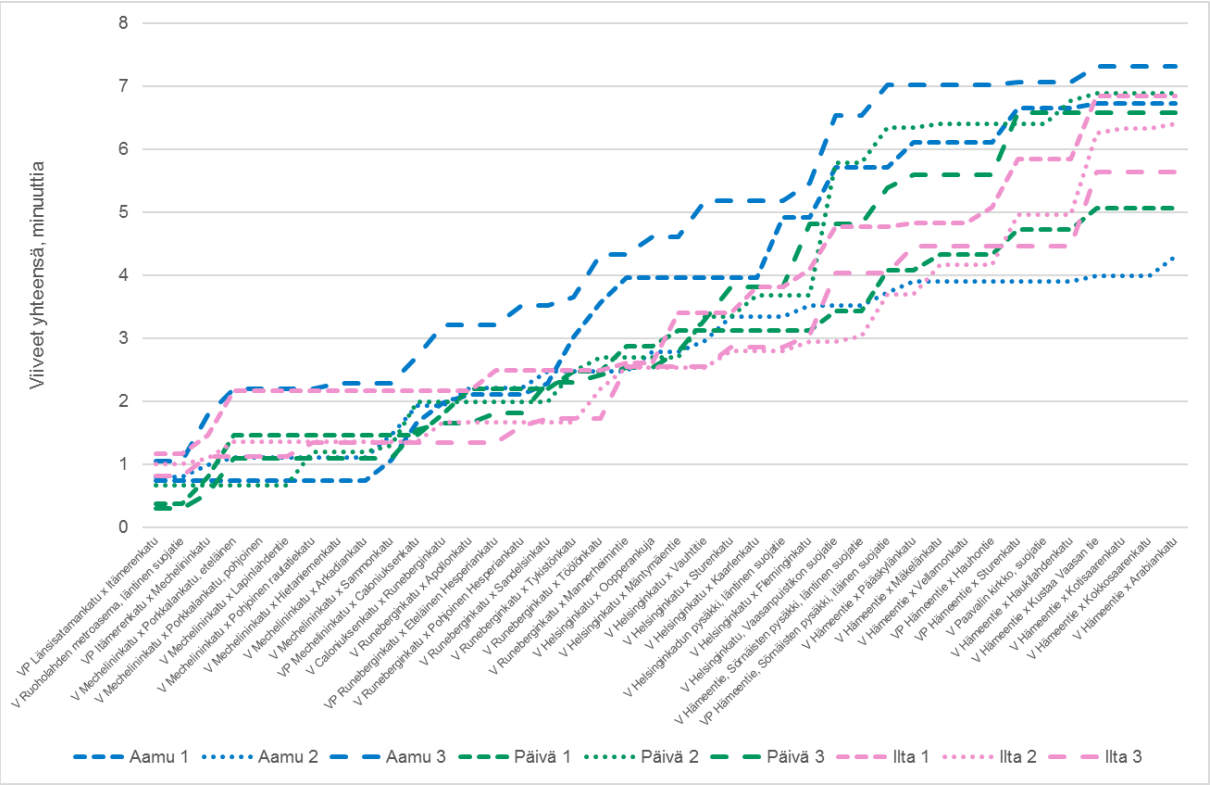
Liikennevaloviiveiden kestot



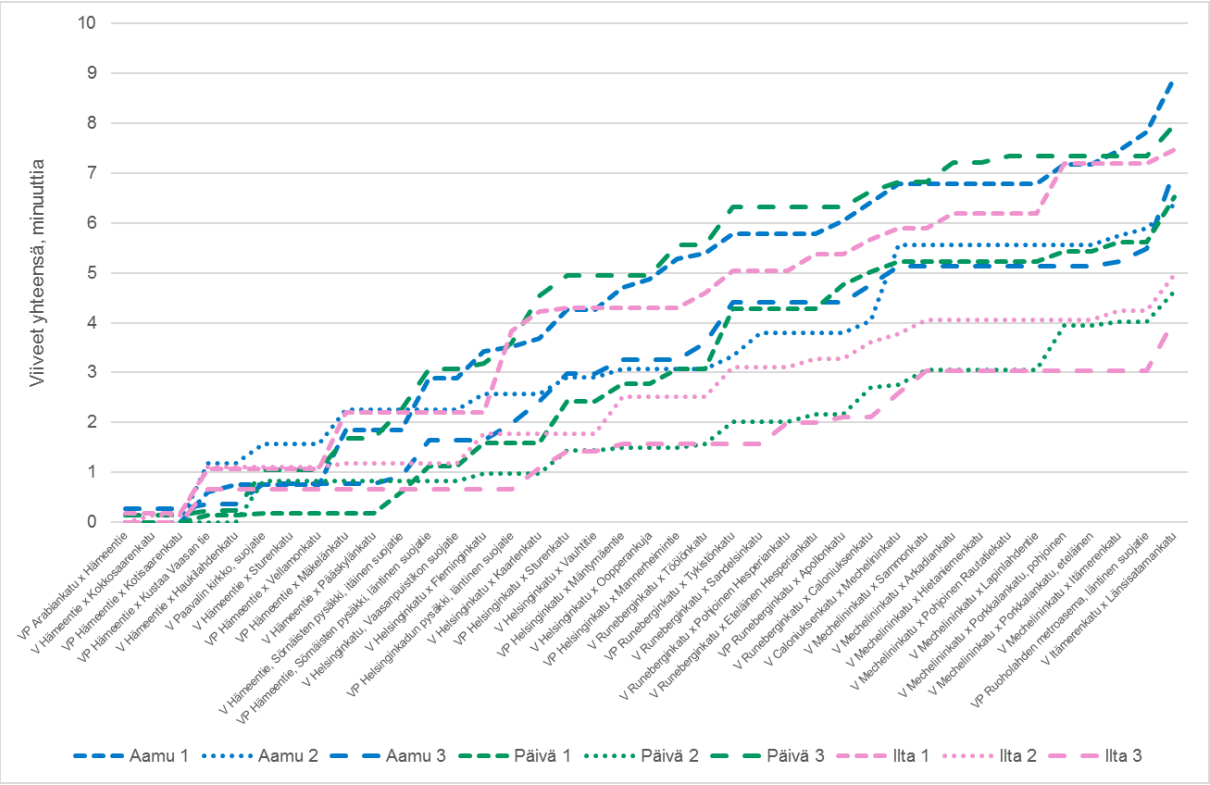
Pysäkkiviiveiden kestot



Kumulatiiviset valoviiveet (minuuttia) mittauksittain, suunta 1

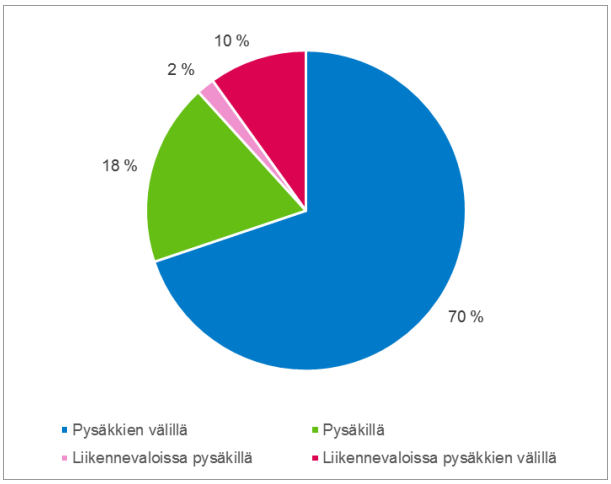


Kumulatiiviset valoviiveet (minuuttia) mittauksittain, suunta 2

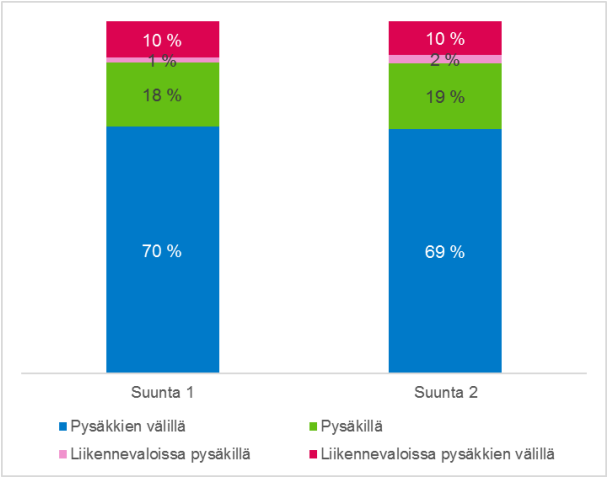


Liite 8. Yhteenveto linja 9

Ajoajan jakautuminen

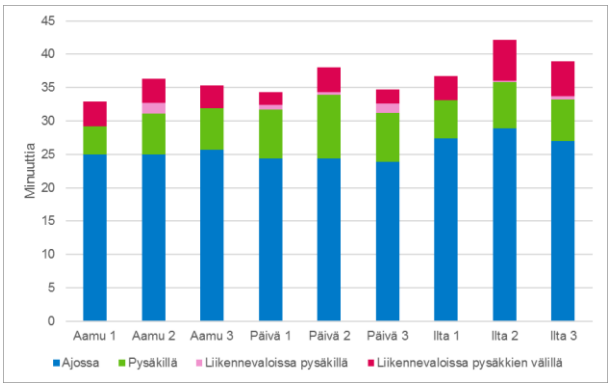


Ajoajan jakautuminen suunnittain



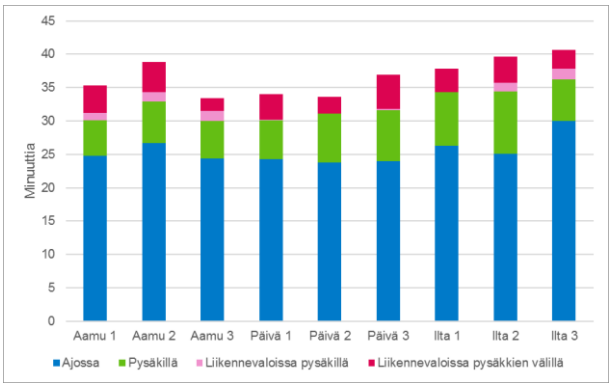
Kokonaismatka-aika (minuuttia) ja sen jakautuminen mittauksittain

Suunta 1



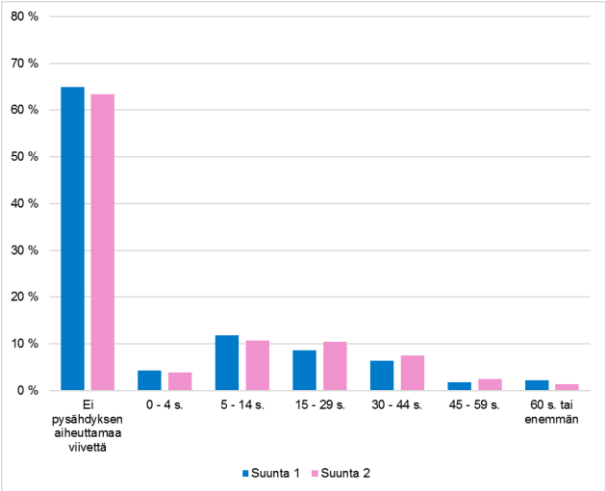
Mittaukset Ilta 1 ja Ilta 2 on tehty linjalla 6T, jonka reitti ja ajoaika on pidempi kuin linjan 6.

Suunta 2

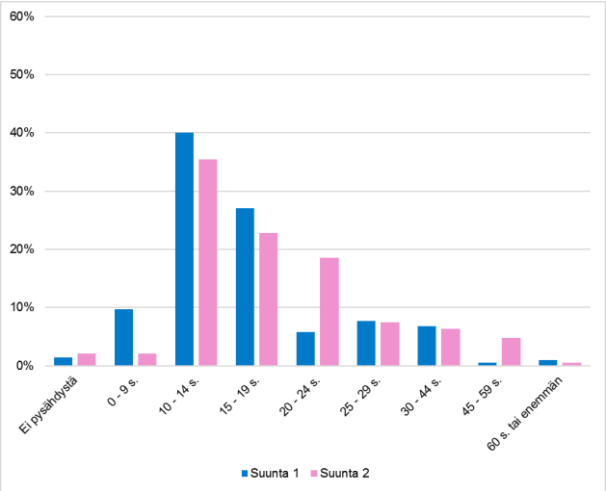


Mittaukset Päivä 3 ja Ilta 1 on tehty linjalla 6T, jonka reitti ja ajoaika on pidempi kuin linjan 6.

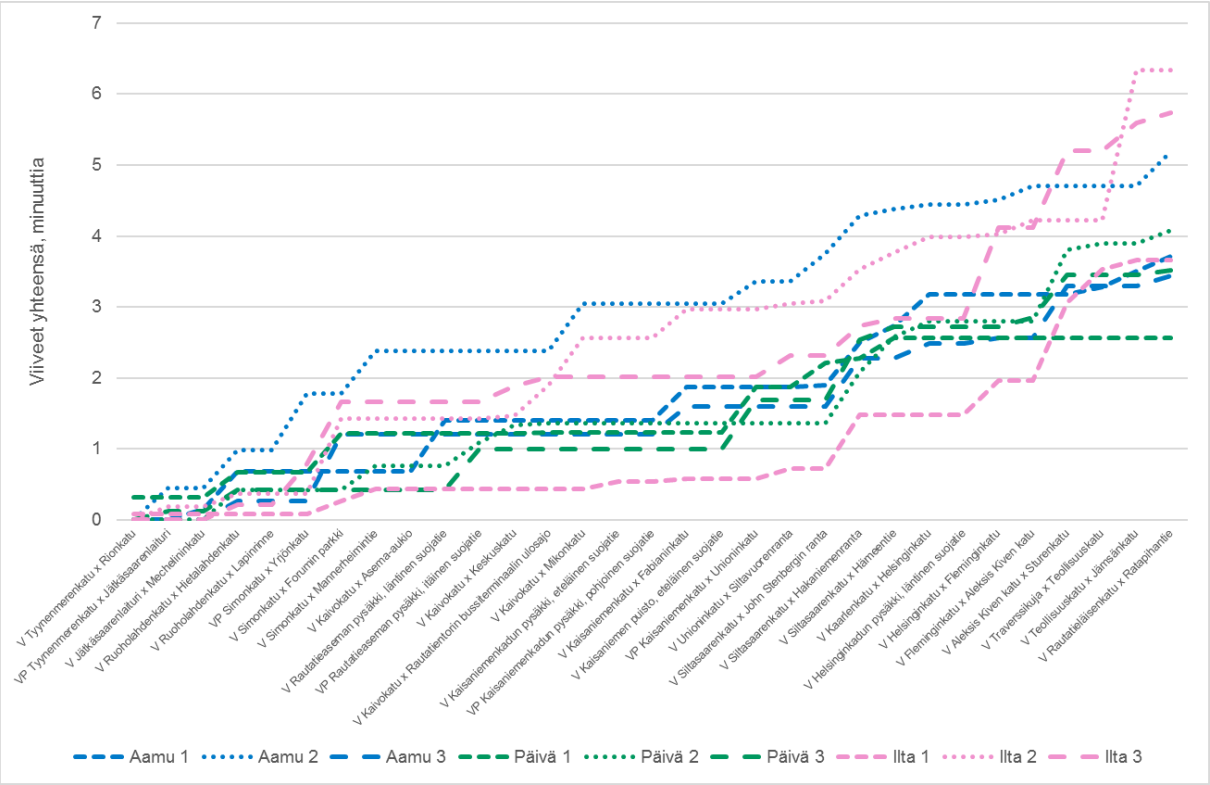
Liikennevaloviiveiden kestot



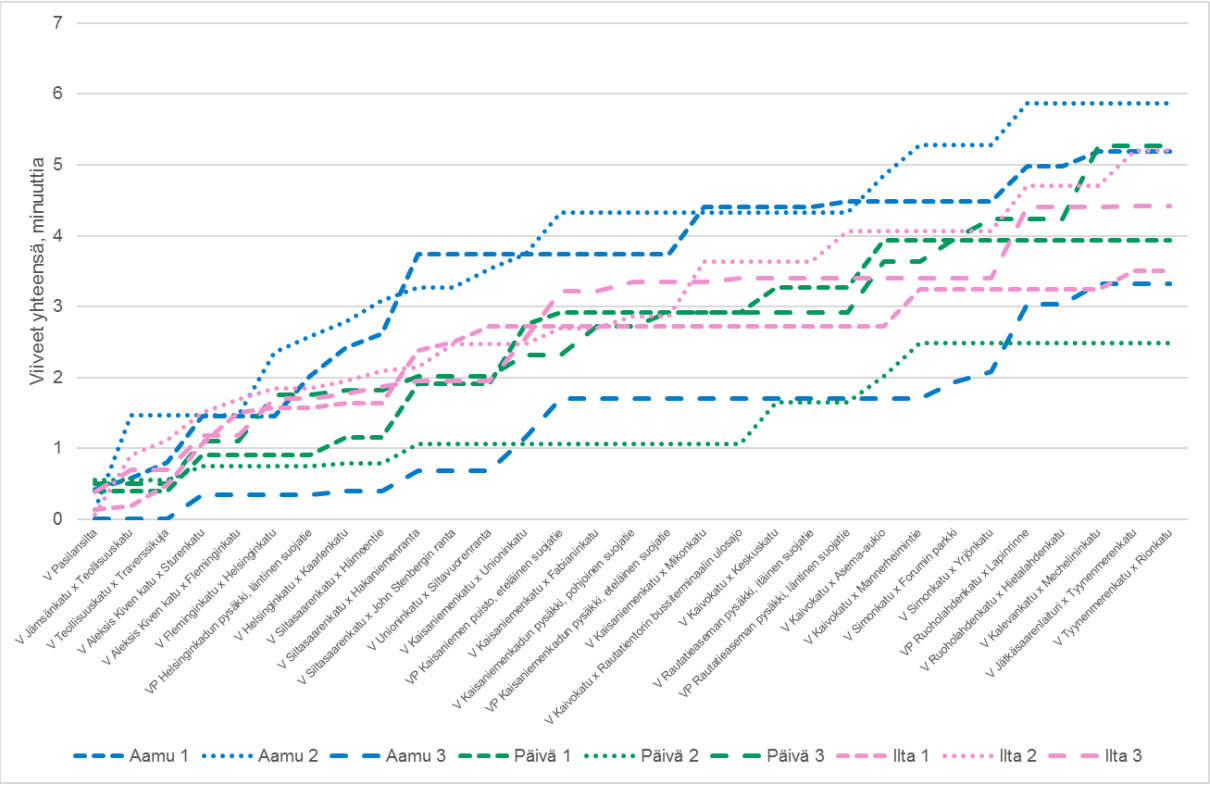
Pysäkkiviiveiden kestot



Kumulatiiviset valoviiveet (minuuttia) mittauksittain, suunta 1

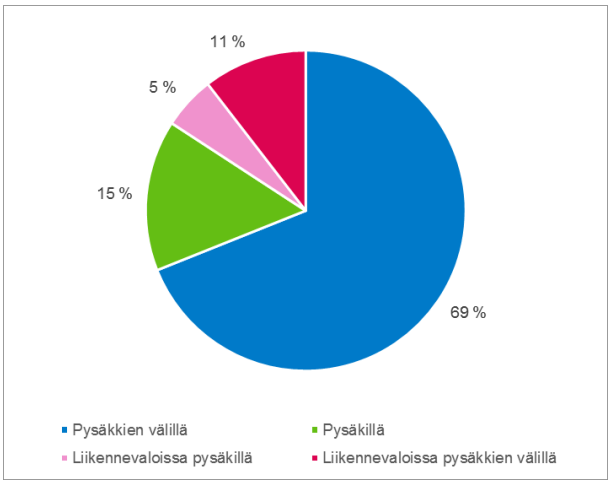


Kumulatiiviset valoviiveet (minuuttia) mittauksittain, suunta 2

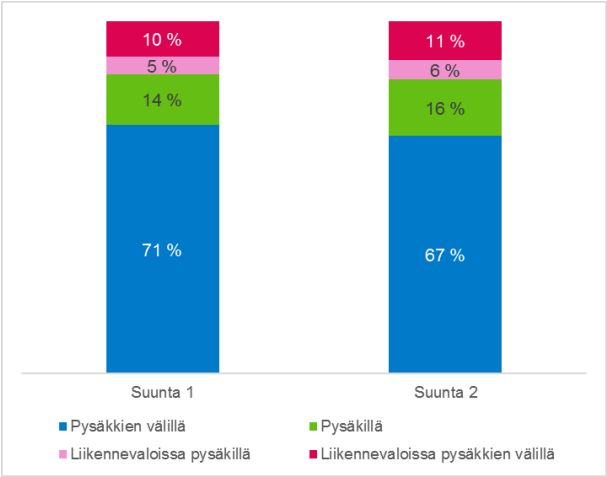


Liite 9. Yhteenveto linja 10

Ajoajan jakautuminen

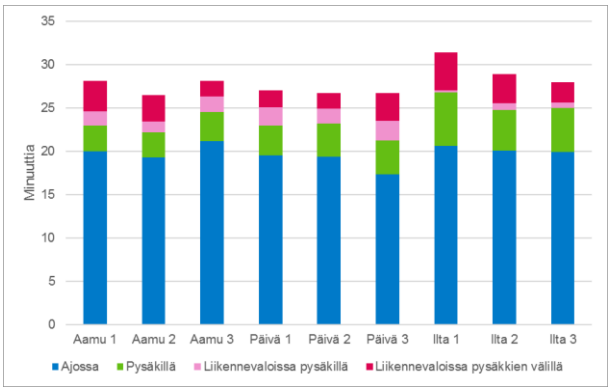


Ajoajan jakautuminen suunnittain



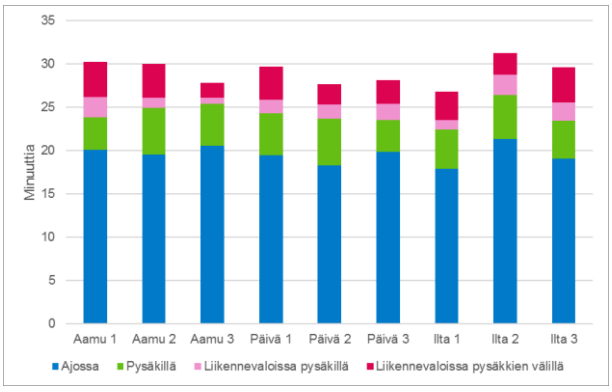
Kokonaismatka-aika (minuuttia) ja sen jakautuminen mittauksittain

Suunta 1



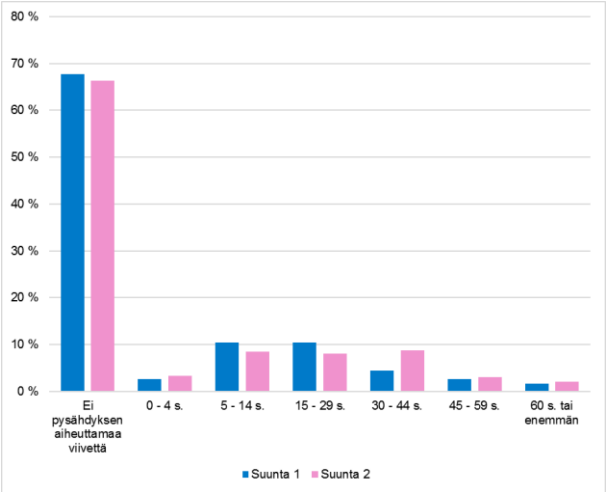
Mittaukset Ilta 1 ja Ilta 2 on tehty linjalla 6T, jonka reitti ja ajoaika on pidempi kuin linjan 6.

Suunta 2

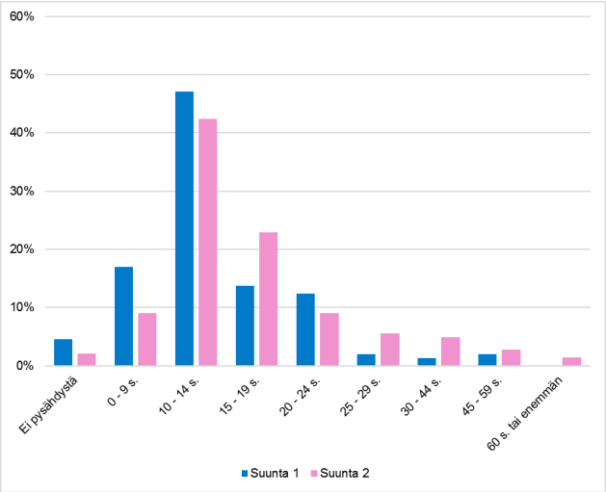


Mittaukset Päivä 3 ja Ilta 1 on tehty linjalla 6T, jonka reitti ja ajoaika on pidempi kuin linjan 6.

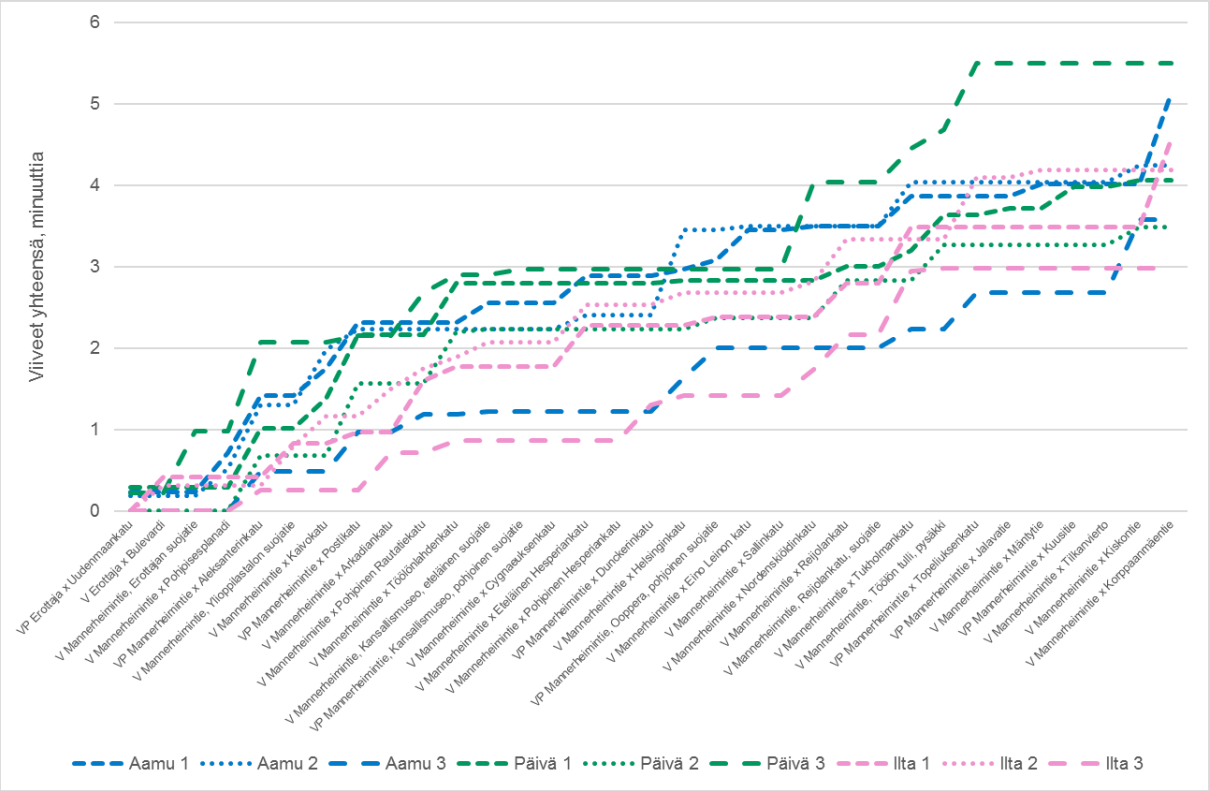
Liikennevaloviiveiden kestot



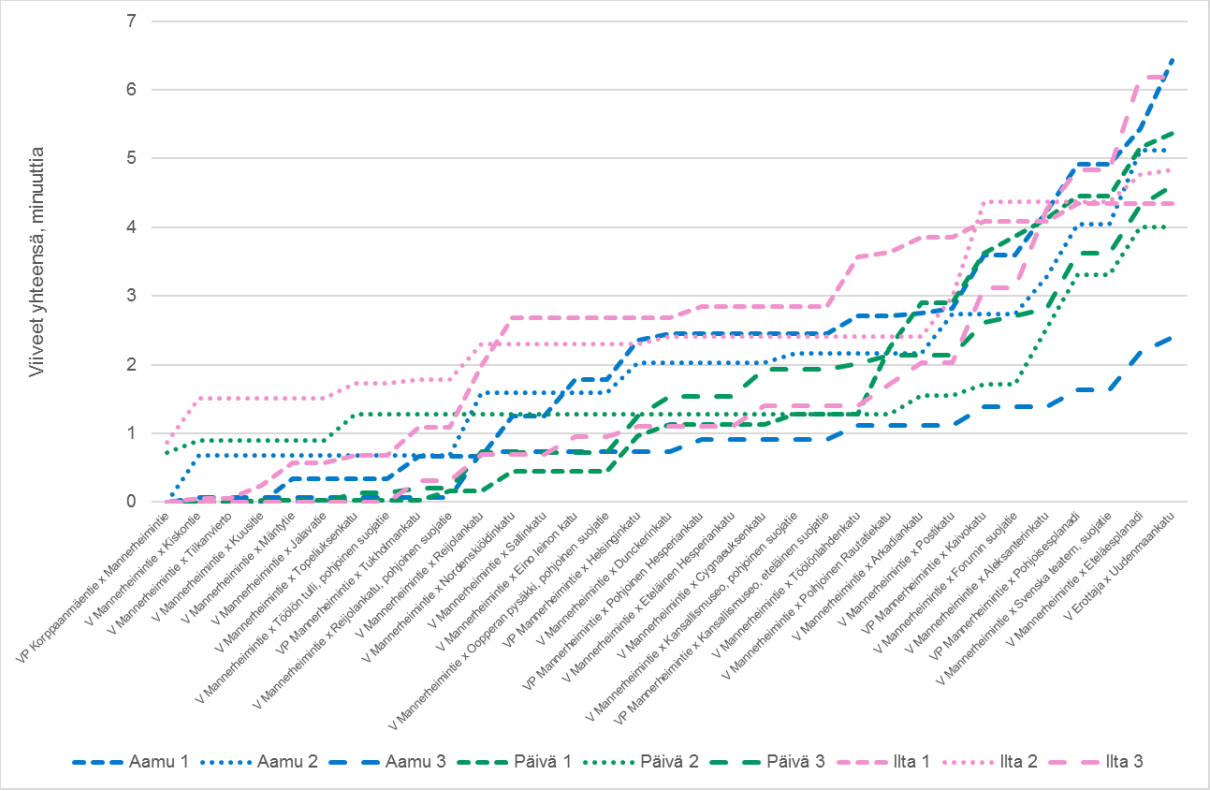
Pysäkkiviiveiden kestot



Kumulatiiviset valoviiveet (minuuttia) mittauksittain, suunta 1



Kumulatiiviset valoviiveet (minuuttia) mittauksittain, suunta 2



HSL:n julkaisuja 11/2017

ISSN 1798-6184
ISBN 978-952-253-310-4 (pdf)

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

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

www.hsl.fi