

Työmaiden yhteiskuntataloudelliset vaikutukset joukkoliikenteeseen

Case Raide-Jokeri



Ylemmän ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Tulevaisuuden liikennejärjestelmät
Riihimäen kampus

Syksy 2019

Sami Hellstedt

Tulevaisuuden liikennejärjestelmät
Riihimäen kampus

Tekijä	Sami Hellstedt	Vuosi 2019
Työn nimi	Työmaiden yhteiskuntataloudelliset vaikutukset joukkoliikenteeseen – Case Raide-Jokeri	
Työn ohjaaja/t	Anni Suomalainen, Seppo Lampinen	

TIIVISTELMÄ

Tämän työn tarkoituksena oli tutkia pikaraitiolinja Raide-Jokerin työmaiden yhteiskuntataloudellisia vaikutuksia linja-autolinjalle 550. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten työmaat vaikuttavat linjan 550 ajoaikoihin, ajamattomiin lähtöihin, matkustajamääriin sekä asiakaspalautteisiin. Työn toimeksiantajina olivat Raide-Jokeri allianssiyhteenliittymä ja Sitowise Oy.

Työn teoreettisessa viitekehyksessä käytiin läpi työmaiden vaikutuksia liikenteeseen ja joukkoliikenteeseen sekä selvitettiin joukkoliikenteen kustannusten muodostumisen lisäksi hankearvioinnin periaatteita. Teoriaosuudessa perehdyttiin myös Raide-Jokerin tilapäisten liikennejärjestelyjen periaatteisiin.

Työmaiden vaikutuksia linjalle 550 tutkittiin kolmella eri Raide-Jokerin työmaalla: Pirkkolantiellä, Varikkotiellä sekä Pitäjänmäentiellä. Kohdealueilta tutkittiin linjan 550 ajoajat, ajamattomat lähdöt, matkustajamäärät sekä asiakaspalautteet. Lopuksi kohdealueilta laskettiin välittömät lisäkustannukset liikenteen tilaajalle ja liikennöitsijälle sekä laskennalliset lisäkustannukset matkustajille.

Työn johtopäätöksenä selvisi, että työmaiden aiheuttamat yhteiskuntataloudelliset kustannukset olivat suurimmat kasvaneiden liikennöintikustannusten ja matkustajille aiheutuvien ajoajan lisäysten osalta. Liikennöitsijälle aiheutuneet kustannukset olivat pienet.

Avainsanat Työmaat, yhteiskuntatalous, joukkoliikenne, vaikuttavuus

Sivut 77 sivua

Traffic Systems of the Future
Riihimäki

Author	Sami Hellstedt	Year 2019
Subject	Worksites and Their Socio-Economic Impacts on Public Transportation – Case Raide-Jokeri	
Supervisors	Anni Suomalainen, Seppo Lampinen	

ABSTRACT

The purpose of this Thesis is to study the worksites of Jokeri Light Rail (Raide-Jokeri in Finnish) and their socio-economic impacts on the bus line 550. The Thesis aims to examine how the worksites impact driving times, cancelled shifts, number of passengers as well as customer feedback of the line 550. The study was assigned by Raide-Jokeri allianssiyhteenliittymä and Sitowise Oy.

The theoretical framework of this Thesis deals with the impacts of worksites on transport and public transportation. In addition, the theoretical section examines how public transportation costs are formed and how the principles of project evaluation function. What is more, the theoretical part of the Thesis investigates the principles of temporary traffic arrangements in the Jokeri Light Rail project.

Three different Jokeri Light Rail worksites and their impacts for line 550 were studied. These worksites were Pirkkolantie, Varikkotie and Pitäjänmäentie and they were examined by the line 550 driving times, cancelled shifts, number of passengers and customer feedback. Lastly, the direct extra costs for the buyer and operator as well as the calculatory extra costs for passengers were counted.

As the conclusion of this Thesis, it was noted that the largest socio-economical costs caused by the worksites were increased operating costs as well as delays in driving time for passengers. The costs directed at the operator were small.

Keywords Worksites, social economy, public transport, effectiveness

Pages 77 pages

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	TUTKIMUSKYSYMYKSET, MENETELMÄT JA AINEISTOT	2
3	KIRJALLISUUSKATSAUS TYÖMAIDEN HAITTAVAIKUTUKSIIN.....	4
3.1	Taustaa työmaiden haittavaikutuksille liikenteessä	4
3.2	Työmaiden haittavaikutukset liikenteeseen	4
3.2.1	Haittavaikutuksien vaikutusmekanismit	6
3.3	Työmaiden haittavaikutukset yhteiskuntaan ja ympäristöön	6
3.4	Liikenteen häiriöhallinnan menettelytavat.....	7
3.5	Tutkimuksen yhteiskuntataloudellisten kustannusten muodostuminen	8
4	JOUKKOLIIKENNE RAKENTAMISEN AIKANA	10
4.1	Joukkoliikenne rakentamisvaiheessa	10
4.2	Työnaikaiset joukkoliikenne- ja pysäkkijärjestelyt.....	10
4.3	Muuttuneiden joukkoliikennejärjestelyiden tiedotus	11
4.4	Joukkoliikenteen kustannusten muodostuminen.....	12
4.5	Joukkoliikenteen luotettavuus	15
4.6	Linja-autoliikenteen ajoaikojen muodostuminen	16
4.7	Ajamattomat lähdöt	19
4.8	Matkustajamäärälaskenta.....	19
4.9	Asiakaspalaute joukkoliikennesuunnittelussa	19
5	HANKKEIDEN ARVIOINTI.....	21
5.1	Hankearvioinnin taustat.....	21
5.2	Tie- ja ratahankkeiden arvioinnin kehikko	21
5.2.1	Lähtökohtien kuvaus	22
5.2.2	Vaikutusten kuvaus	23
5.2.3	Hankkeen arviointi.....	23
5.2.4	Seuranta ja jälkiarviointi	23
5.2.5	Raportointi ja dokumentointi	24
5.2.6	Rakentamisen aikaiset vaikutukset	24
5.3	Joukkoliikenteen vaikutusten arviointi	25
5.3.1	Arvioinnin tarve ja erikoispiirteet.....	26
5.3.2	Kehittämisen vaikutusmekanismit	26
5.3.3	Arviointitapaukset ja -tilanteet	28
5.3.4	Arvioinnin vaiheet	30
5.4	Rakentamisen aikaiset vaikutukset Raide-Jokerin hankesuunnitelmassa	31
6	RAIDE-JOKERIN TILAPÄISTEN LIIKENNEJÄRJESTELYJEN PERIAATTEET	34
6.1	Yleistä	34
6.2	Tavoitteiden kuvaus	35
6.2.1	Turvallisuus ja selkeys.....	35
6.2.2	Liikenteen sujuvuus	36
6.2.3	Selkeä viestintä	37

6.2.4	Työskentelyn tehokkuus.....	37
6.2.5	Toteutus- ja ylläpitokustannukset.....	37
6.3	Tavoitteiden mittaaminen.....	37
6.3.1	Avaintulosalueet.....	37
6.3.2	Tilapäisten liikennejärjestelyjen avaintulosaluemittari	38
6.4	Tilapäisten liikennejärjestelyjen viestintä.....	39
6.4.1	Viestintä tilapäisissä liikennejärjestelyissä.....	39
6.4.2	Viestinnän vastuunjako viestintäryhmän ja työmaalohkojen kesken...	39
6.4.3	Tilapäisten liikennejärjestelyjen palautteet	40
6.5	Linja-autoliikenteen kiertoreitit ja tilapäiset pysäkit	41
7	TYÖMAIDEN VAIKUTUKSET JOUKKOLIIKENTEeseen.....	42
7.1	Tutkimuksen tausta.....	42
7.2	Pirkkolantie, Helsinki.....	42
7.2.1	Ajoajat.....	43
7.2.2	Ajamattomat lähdöt	46
7.2.3	Matkustajamäärät	47
7.2.4	Yhteiskuntataloudelliset kustannukset	49
7.3	Varikkotie, Helsinki.....	50
7.3.1	Ajoajat.....	51
7.3.2	Ajamattomat lähdöt	54
7.3.3	Matkustajamäärät	55
7.3.4	Yhteiskuntataloudelliset kustannukset	57
7.4	Pitäjänmäentie, Helsinki.....	58
7.4.1	Ajoajat.....	58
7.4.2	Ajamattomat lähdöt	61
7.4.3	Matkustajamäärät	62
7.4.4	Yhteiskuntataloudelliset kustannukset	64
7.5	Linjan 550 asiakaspalautteet.....	64
7.6	Vaikutukset työmaiden muille läheisille linjoille.....	66
7.7	Työmaiden vaikutukset liikennöitsijälle.....	67
7.8	Rakentamisesta johtuvien joukkoliikenteen kiertoreittien kustannukset.....	67
8	JOHTOPÄÄTÖKSET	69
9	TYÖN TULOSTEN POHDINTA.....	73
	LÄHTEET.....	75

1 JOHDANTO

Suuret kaupungit kehittyvät nopeasti, minkä vuoksi rakentamisen aikaisia työmaita tulee jatkossa olemaan enemmän jo rakennetussa ympäristössä. Kaupunkirakenne tiivistyy sekä täydennysrakentaminen yleistyy, kun kaupungit haluavat kehittää kaupunkikeskustojaan uusille asukkaille. Tästä johtuen myös joukkoliikennettä ja sen toimintavarmuutta halutaan kehittää toimivammiksi. Muun muassa Raide-Jokeri muuttaa joukkoliikennettä merkittävästi. Raide-Jokerin rakentaminen jo monin paikoin tiiviiseen kaupunkiympäristöön vaatii huolella suunniteltuja tilapäisiä liikennejärjestelyjä, minkä vuoksi työmaiden vaikutuksia joukkoliikenteeseen on tärkeä tutkia. Joukkoliikenteen palvelutason säilyminen ennallaan ei ole perusolettamus, koska työmaat väistämättä tuovat mukanaan häiriöitä ja viiveitä. Työmaista johtuvat joukkoliikenteen aikataulujen muutokset vievät aikaa sekä mahdollisesti uusien linja-autojen tilaus ja niiden saatavuus voivat vievät kuukausia.

Linjan 550 ajoaikoja, matkustajamääriä, ajamattomia lähtöjä ja asiakaspalautteita tutkittiin kolmen eri Raide-Jokerin työmaan kohdalla. Näitä työmaita olivat Pirkkolantie, Varikkotie ja Pitäjänmäentie Helsingissä.

2 TUTKIMUSKYSYMYKSET, MENETELMÄT JA AINEISTOT

Tämän työn tarkoituksena on tutkia kustannuksia, jotka aiheutuvat työmaiden viiveistä linjalle 550, joukkoliikenteen tilaajalle Helsingin seudun liikenne -kuntayhtymälle (myöhemmin HSL), linjan 550 liikennöitsijälle (Helsingin Bussiliikenne Oy) sekä matkustajille. Lisäksi tavoitteena on linjan 550 ajoaikahajonnan, asiakaspalautteen sekä matkustajamäärien suhteiden tarkastelu. Siinä tutkitaan, että millaista asiakaspalautetta HSL saa, ja miten asiakaspalautte vertautuu linjan 550 ajoaikahajontaan työmaiden kohdalla.

Työssä tutkitaan linja-autoliikenteen operoinnin välittömät lisäkustannukset, matkustajille pidentyneistä matka-ajoista aiheutuvat laskennalliset lisäkustannukset sekä matkustaja- ja lippumäärien vaikutukset linjalle 550 Raide-Jokerin rakentamisen aikana.

Työn lähtökohta on, että Raide-Jokerin rakentamisen aikaisten työmaiden haittavaikutukset ovat yhteiskuntataloudellisesti merkittäviä. Työn tavoitteiden kannalta keskeisimmät tutkimusongelmat ja -kysymykset ovat:

- Miten Raide-Jokerin rakentaminen vaikuttaa lisääntyneinä viiveinä ja kustannuksina tilaajalle, liikennöitsijälle ja matkustajille?
- Miten työmaat vaikuttavat linja-autojen ajoaikahajontaan, asiakaspalautteisiin ja matkustajamääriin?
- Mitä tekijöitä asiakaspalautteiden osalta nousee esille, ja mihin niistä pystytään reagoimaan työmaan osalta?
- Millä työmaaratkaisulla voidaan vaikuttaa linja-autoliikenteen ajoaikahajontaan?

Työn odotetaan tuottavan tuloksena tarkempaa tietoa työmaiden yhteiskuntataloudellisista vaikutuksista linjalle 550 (työmaiden kohdalla ajoaikojen kasvuna ja ajamattomina lähtöinä), matkustajille (ajamattomat lähdöt ja ajoaikaviivästyksset), liikennöitsijälle (lisäkustannukset henkilöstöön ja kalustoon) sekä kestävään kehitykseen (linja-autoliikenteen polttoainekulutuksen kasvu ja matkustajien mahdollinen siirtyminen muihin kulkutapoihin).

Työssä lasketaan työmaiden yhteiskuntataloudelliset vaikutukset matkustajille kertomalla tarkastelualueen linja-autojen kokonaisviive linja-automatkustajan keskimääräisellä aikakustannuksella ja linja-autojen keskimääräisellä kuormituksella. Ajamattomista lähdöistä aiheutuneet lisäkustannukset lasketaan kertomalla ajamattomien lähtöjen määrä linjan 550 keskimääräisellä vuorovälillä, koko reitin keskimääräisellä nousijamäärällä ja linja-automatkustajan keskimääräisellä aikakustannuksella. Ajoaikaviiveitä tutkitaan vertailemalla aikataulun mukaisen pysäkillä lähtöajan ja toteutuneen pysäkillä lähtöajan välisiä muutoksia pysäkkiväleittäin. Näissä

kahdessa rajataan tarkastelut maanantai–torstai -lähdöille, jolloin työmaiden vaikutukset ja linja-autojen kuormitusmäärät ovat stabiilimmat. Työssä käytetään HSL:ltä saatavia linjan 550 aineistoja, joita ovat:

- Ajoaika
- Ajamattomat lähdöt
- Matkustajamäärät
- Asiakaspalautteet

Linjan 550 ajoaikoja vertaillaan toteutuneiden pysäkiltä lähtöaikojen suunniteltuihin aikataulun mukaisiin aikoihin. Linjan 550 ajamattomia lähtöjä vertaillaan kohdetapauksien osalta vuoden 2018 samalta ajanjaksolta. Linjan 550 matkustajamääriä vertaillaan kohdetapauksien osalta vuoden 2018 samaan ajanjaksoon. Lisäksi tutkitaan, miten matkustajamääriä kerätään HSL:llä. Linjan 550 työmaiden aiheuttamat asiakaspalautteet tutkitaan tarkastelemalla palautteiden syitä ja tekijöitä sekä sitä, miten HSL kerää asiakaspalautetta.

Linjan 550 ajoaikoja, ajamattomia lähtöjä ja matkustajamääriä on tarkasteltu ajosuunnittain.

Näiden lisäksi selvitetään linjan 550 liikennöitsijältä Helsingin Bussiliikenne Oy:ltä, miten Raide-Jokerin työmaat vaikuttavat heille lisäkustannuksina henkilöstöön ja kalustoon. Lisäksi työssä selvitetään HSL:ltä, millainen vaikutus tähän työhön valittavilla työmailla on niiden lähellä oleville muille linjoille.

Lisäksi työssä tarkastellaan hankearvioinnin toimivuutta joukkoliikennehankkeiden arviointiin. Työssä on selostettu tie- ja ratahankkeiden arviointia, vaikka tutkimuksessa kohteena on raidejoukkoliikenne. Tämä johtuu siitä, ettei arviointiohjeita ole tehty varsinaisesti raidejoukkoliikennehankkeisiin, vaan ohjeita on sovellettu hankkeen mukaan.

Tämä työ keskittyy Raide-Jokerin työmaista johtuvien viiveiden yhteiskuntataloudellisiin vaikutuksiin linjalla 550.

3 KIRJALLISUUSKATSAUS TYÖMAIDEN HAITTAVAIKUTUKSIIN

3.1 Taustaa työmaiden haittavaikutuksille liikenteessä

Työmaat ovat liikenteessä yleisiä, eikä niiltä pystytä välttymään. Esimerkiksi liikenneverkon parantaminen on välttämätöntä nykyisen ja tulevan liikenteentoimivuuden varmistamiseksi. Tienkäyttäjien keskuudessa työmaita voidaan pitää merkittävänä häiriönä, joka aiheuttaa viivästyksiä ja epäluotettavia matka-aikoja. Suurten liikennemäärien kaduilla olevat työmaat aiheuttavat huomattavia viivästyksiä paitsi paikallisesti myös laajemmin liikenneverkolla, etenkin ruuhka-aikoina. Työmaiden takia johtuvat viivästyksiset eivät pelkästään koske ajoneuvoliikenteessä yksittäisiä autoja, vaan myös joukkoliikenne ja matkustajat kärsivät viivästyksistä. On tiedossa, että joukkoliikenteen matkustajat ovat herkempiä odotusajalle pysäkillä, jolloin joukkoliikenteen oikea-aikainen saapuminen pysäkille on välttämätöntä joukkoliikenteen suosion säilyttämiseksi.

Kappaleissa 3.2–3.4 on selostettu Tiehallinnon selvitystä vuodelta 2004 tietyömaiden ja muiden tieliikenteen häiriötilanteiden vaikutuksista. Muita saman aihealueen selvityksiä ei ole tiedossa.

3.2 Työmaiden haittavaikutukset liikenteeseen

Keskeisin häiriötilanteen aiheuttaja tieliikenteessä ovat tietyömaat. Niistä johtuvat lisäkustannukset liittyvät matka-aikaan, ajoneuvoihin, kasvaneeseen onnettomuusriskiin ja kasvaneisiin liikenteen päästöihin. Nämä lisäkustannukset kohdistuvat tiellä liikkujiin sekä muuhun yhteiskuntaan. Lisäksi työmaiden tai muiden liikenteellisten häiriöiden johdosta vaihtoehtoisten kulkureittien käyttö kasvattaa ajokustannuksia. Ympäristöön vaikuttavien päästöjen lisäksi työmaat aiheuttavat muun muassa estevaikutuksen. Jokainen työmaa on erilainen, ja työmaan toimintaan vaikuttaa useita eri tekijöitä, joten työmaista johtuvien haittavaikutusten arviointi voi olla vaikeaa. (Tiehallinto, 2004, s. 11)

Työmaiden haittavaikutuksien arviointi edellyttää jo suunnitteluvaiheessa tietoa ja suosituksia. Haittavaikutuksien hallinnan tehtävänä on havaita, käsitellä ja estää häiriötila, minkä tuloksena voidaan pienentää aiheutuvia lisäkustannuksia työmaiden osalta. (Tiehallinto, 2004, s. 11)

Eri työmailla on huomattavia ajallisia ja toiminnallisia vaihteluita, jolloin haittavaikutukset tiellä liikkujiin vaihtelevat. Yleisesti työmaan liikenneympäristö muuttuu ainakin tilapäisesti. Liikenne voi vaihdella kiertotien, nopeusrajoitusten tai muun liikenteen ohjauksen takia. Haittavaikutuksia liikenteelle pystytään vähentämään työmaan ajoitusta ja kestoa suunnitteleamalla. Vakavien onnettomuuksien riski ei saa olla kasvanut työmaan aikana, jolloin työmaan järjestelyihin ja liikenteen ohjaukseen täytyy panostaa. (Tiehallinto, 2004, s. 44)

Työmaat voidaan jakaa erilaisiin työmaatyyppeihin, mikä tarkoittaa runsasta vaihtelua eri työmaatyyppeiden välillä. Työmaat voivat vaihdella pituudeltaan lyhyistä useisiin kilometreihin. Työmaa voi olla koko kadun levyinen, yhden kaistan levyinen tai työmaa voi sijaita kadun ulkopuolella. Työmaan kohdan lisäksi työmaa aiheuttaa myös raskaan kaluston kuljetuksia, tavaravaroitusta sekä työmaan kaluston liikennettä katuverkolla. Katuverkolle voi myös kulkeutua liikennettä haittaavaa materiaalia. Lisäksi työmaasta aiheutuva pöly ja melu voivat vaikeuttaa liikkuja lähiympäristössä. (Tiehallinto, 2004, s. 16)

Työmaan kohdalla työmaa osoitetaan liikennemerkkein. Huomion arvoisessa roolissa on kunkin työvaiheen tarkoituksen mukainen työmenetelmä, jolla pystytään minimoimaan haittavaikutukset muulle liikenteelle. Yleensä työmaan kohdalla alennetaan nopeusrajoitusta, jolloin työmaan kohdalla on turvallista tien käyttäjille sekä työmaalla työskenteleville. (Tiehallinto, 2004, s. 16)

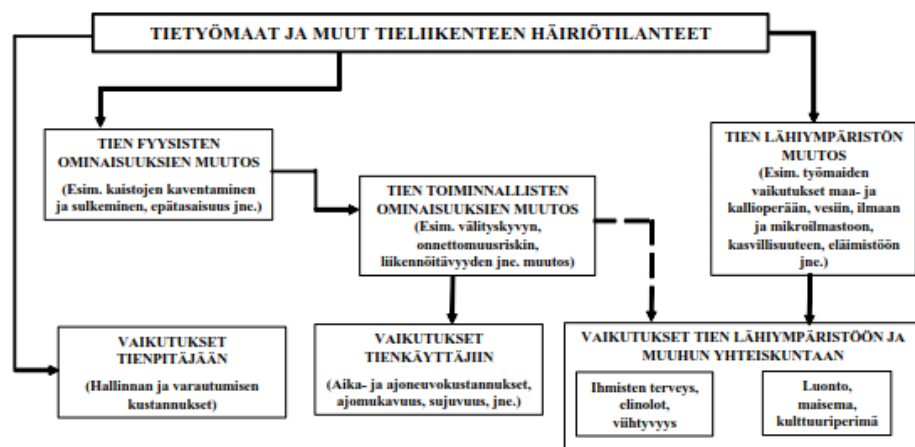
Taulukossa 1 on esitetty työmaiden luokittelu työmaatyypeittäin.

Taulukko 1. Tietyömaiden luokittelu (Tiehallinto, 2004, s. 14)

Työmaatyyppi	Kesto	Muutokset tien fyysisiin ominaisuuksiin	Muita ominaisuuksia
Päällystystyö	noin 1 pv ³	<ul style="list-style-type: none"> tie kavennettu ja/tai osa kaistoista suljettu, alennettu nopeusrajoitus, tien pintakunto heikompi 	<ul style="list-style-type: none"> nauhamainen, etenevä, välityskyky pienenee ja matka-ajat kasvavat, onnettomuusriski kasvaa, liikennöitävyys heikkenee.
Silta, eritasoliittymä- tai tunnelityömaa	Kuu-kausia	<ul style="list-style-type: none"> tie kavennettu ja/tai osa kaistoista suljettu, kiertotie tai varareitti käytössä, alennettu nopeusrajoitus, tien pintakunto heikompi 	<ul style="list-style-type: none"> pistemäinen, välityskyky pienenee ja matka-ajat kasvavat (pitkiäkin kiertomatkoja), onnettomuusriski kasvaa, liikennöitävyys heikkenee.
Ajoradan ulkopuolella tehtävät työt	Muutama pv-kuukausia	<ul style="list-style-type: none"> tie kavennettu ja/tai osa kaistoista suljettu, alennettu nopeusrajoitus 	<ul style="list-style-type: none"> välityskyky pienenee ja matka-ajat kasvavat, onnettomuusriski kasvaa, liikennöitävyys heikkenee.
Peruskorjaukset	Kuu-kausia	<ul style="list-style-type: none"> tie kavennettu ja/tai osa kaistoista suljettu, alennettu nopeusrajoitus, kiertotie tai varareitti käytössä, tien pintakunto heikompi 	<ul style="list-style-type: none"> yleensä pitkä tiejakso (esimerkiksi murskepäälysteellä), jonka sisällä toinen kaista poikki osalla matkaa massanvaihdon tms. takia, välityskyky pienenee ja matka-ajat kasvavat, onnettomuusriski kasvaa, liikennöitävyys heikkenee.
Laajennusinvestoinnit	Kuu-kausia – vuosia	<ul style="list-style-type: none"> kaikkien edellisten yhdistelmiä 	<ul style="list-style-type: none"> välityskyky pienenee ja matka-ajat kasvavat, onnettomuusriski kasvaa, liikennöitävyys heikkenee.
Uusininvestoinnit	Kuu-kausia – vuosia	<ul style="list-style-type: none"> mahdollisesti kiertotie käytössä, mahdollisesti alennettu nopeusrajoitus 	<ul style="list-style-type: none"> lähinnä työmaaliikenteestä aiheutuvia vaikutuksia olemassa olevalla tieverkolla, joskus katkoksia esim. räjäytystöiden vuoksi.

3.2.1 Haittavaikutuksien vaikutusmekanismit

Kuvassa 1 on esitetty häiriötilanteiden vaikutusmekanismit. Vaikutusmekanismien avulla voidaan tunnistaa tai kehittää varsinaiset arviointimallit, jolloin haittavaikutuksia voidaan arvioida vertailukelpoisin menetelmin. Huomioitavaa on, että liikenteen häiriöt voivat olla monen eri häiriön summia. Ajokustannuksilla voidaan arvioida suurelta osin esimerkiksi työmaiden aiheuttamat taloudelliset vaikutukset liikenteelle ja tiellä liikkujille. Aika- ja ajoneuvokustannuksia sekä liikenteenpäästöjä lisäävät nopeusrajoitusten alentaminen, viiveet ja mahdollisten kiertoteiden käyttö. Lisäksi työmaat voivat omalta osaltaan kasvattaa ajoneuvojen renkaiden kulumista sekä aiheuttaa ajoneuvoihin vaurioita. (Tiehallinto, 2004, s. 42-43)



Kuva 1. Tieliiikenteen häiriötilanteiden vaikutusmekanismit (Tiehallinto, 2004, s.42)

Työmaiden ja erilaisten häiriötilanteiden takia ajoneuvoihin vaikuttavia kustannuksia ei voida täysin mitätöidä, mutta ennakoimalla jo mahdolliset tilanteet suunnitteluvaiheessa, voidaan ajoneuvoihin kohdistuvia lisäkustannuksia vähentää. Työmailla on kuitenkin tavoitteena kohentaa liikenneympäristöä ja sujuvoittaa liikennettä tulevaisuudessa. Toisaalta työmaan edellytykset vähentää haittavaikutuksia ovat pienet, jos työmaalle määritellään tiukat ehdot esimerkiksi työturvallisuuteen. Työmaan tilatarpeet voivat rajoittaa myös esimerkiksi tyydyttävien kiertoteiden rakentamista, jolloin työmaan kohdalla liikenne pakosti jonoutuu. (Tiehallinto, 2004, s. 43)

3.3 Työmaiden haittavaikutukset yhteiskuntaan ja ympäristöön

Työmaat vaikuttavat yhteiskuntaan ja lähiympäristöön yleisesti tienkäyttäjiä vähemmän. Työmaat aiheuttavat muun muassa pölyä, melua ja ääntä, jotka vaikuttavat ihmisen terveyteen, elinoloihin sekä viihtyvyyteen. Tällöin haitat vaikuttavat työmaan läheisiin asukkaisiin. Ihmisten terveyteen vaikuttaa laaja-alaisemmin työmaasta johtuvien päästöjen määrä, joka voi

olla lähtöisin esimerkiksi työmaaliikenteestä ja työkoneista. (Tiehallinto, 2004, s. 43)

Työmaiden vaikutukset luontoon, maisemaan ja kulttuuriperintöön ovat riippuvaisia työmaan sijainnista. Myös muilla häiriöillä voi vaikutuksia muun muassa pinta- ja pohjaveteen sekä tiemaisemaan, mutta työmaasta johtuvan maiseman vaurioituminen on tavallisesti palautettavissa. (Tiehallinto, 2004, s. 43)

Tavallisesti työmaista ei synny pysyviä vaikutuksia elinkeinoelämään, alueiden käyttöön tai yhdyskuntarakenteeseen. Toisaalta työmaiden työnaikaiset häiriöt ja viiveet voivat vaikuttaa osaltaan elinkeinoelämän kuljetuksiin sekä hälytysajoneuvoihin. (Tiehallinto, 2004, s. 43)

Myös tienpitäjälle muodostuu kustannuksia häiriöhallinnan toimenpiteistä. Vaatimuksia määrätään tilaajan puolelta hoito-, kunnossapito- ja rakennusurakoissa, joiden seurauksena urakkasopimukset pitävät sisällään erinäisiä kustannuksia toimenpiteistä. Nämä vaatimukset pohjautuvat liikenteen häiriöiden vähentämiseen sekä työmaiden turvallisuuteen toimenpiteiden tyyppien mukaisesti. (Tiehallinto, 2004, s. 43-44)

Työmaiden haittavaikutus yhteiskuntaan ja ympäristöön on usein väliaikaista. Suurimpia haittavaikutuksia voidaan minimoida tai vähentää esimerkiksi suunnittelemalla huolella työmaan alkamisen, kyseiseen työhön käytetyt menetelmät ja toimenpiteet sekä tilapäiset liikennejärjestelyt. Työmaan ollessa asutuksen välittömässä läheisyydessä on otettava huomioon mahdolliset pöly-, melu- ja värinähaitat. (Tiehallinto, 2004, s. 47)

Työmaan järjestelyissä on myös otettava huomioon pohja- ja pintavedet, jolloin työmaan suunnittelussa tavoitteena on vähentää pohja- ja pintavesille aiheutuvia haittoja (Tiehallinto, 2004, s. 47).

3.4 Liikenteen häiriöhallinnan menettelytavat

Liikenteeseen suuntautuvien häiriötilanteiden vaikutusarvioinnin kehittämisessä suurin etu kohdistuu häiriöiden hallinnan edistymiselle. Häiriötilanteen laajuuteen pystytään vaikuttamaan esimerkiksi liikenteen ohjauksen suunnittelulla, työmaiden suunnittelulla, yleisellä tiedottamisella sekä varareittien suunnittelulla. Häiriöiden hallinnan mahdollisuudet voidaan suuripiirteisesti lajitella kahteen osaan, ennakoitaviin ja ennakoimattomiin tilanteisiin. (Tiehallinto, 2004, s. 31)

Ennakoitavia häiriötilanteita voidaan vähentää suunnittelulla tai varautumalla etukäteen häiriötilanteisiin. Suunnittelulla pyritään valitsemaan vähiten häiriötä synnyttävä toteutustapa, vähentämään mahdollisia häiriötä lisääviä tekijöitä sekä optimoimaan liikenteen ohjausta. Häiriötilanteisiin varautumisen tarkoituksena on asettaa häiriöhallinnalle kriteerit sekä kohentaa tiedottamis- ja toimenpidevalmiuksia. (Tiehallinto, 2004, s. 31)

Ennakoimattomien häiriöiden hallintaa pystytään suunnittelemaan päätämällä etukäteen konseptista, jota hyödyntämällä häiriötilanne voidaan käsitellä tarpeeksi hyvin. Kaikilta häiriöiltä ei pystytä varautumaan ennakkoon, koska erilaisia häiriötekijöitä on monia tai jos resursseja ei saada ennakkoon sopiviksi. Liikenteelle tiedottaminen sekä häiriön ripeä poisto ovat suurimmat häiriön hallinnan keinot ennakoimattomissa häiriötilanteissa. (Tiehallinto, 2004, s. 32)

Työmaiden häiriöihin valmistaudutaan jo suunnitteluajana, jolloin laaditaan tilapäiset liikenteenohjausjärjestelyt etukäteen. Yleisesti jokaisesta tiealueella olevasta työstä laaditaan tilapäinen liikenteenohjaussuunnitelma. Työn urakoitsija huolehtii, että tilapäiset liikennejärjestelyt vastaavat laadittua liikenteenohjaussuunnitelmaa. (Tiehallinto, 2004, s. 32)

Tilapäiset liikennejärjestelyt ovat riippuvaisia tien luokitukselta ja tien liikennemääriltä. Varsinkin suurten liikennemäärien teillä tulisi tarkastella suunnitellun liikenteenohjaussuunnitelman vaikutuksia liikenteen toiminnallisuuteen sekä turvallisuuteen. Tarkastelun perusteella voidaan tapauskohtaisesti täsmentää työaikoja, jolloin esimerkiksi tietyt työt voidaan tehdä pelkästään yöaikaan. Myös liikenteen ruuhkasuunta voidaan ottaa huomioon, jolloin töitä voidaan rajoittaa tai kieltää ruuhkasuunnassa. Mikäli häiriön vuoksi tie on suljettava, pyritään tiedotuksen avulla vaikuttamaan liikenteessä oleviin reittivalinnoihin. (Tiehallinto, 2004, s. 32)

3.5 Tutkimuksen yhteiskuntataloudellisten kustannusten muodostuminen

Taulukossa 2 on esitetty vuoden 2018 hintatasoon muutetut matka-aikasäästöjen arvot. Myöhemmin tässä tutkimuksessa matkustajille ajoaikavii-veistä aiheutuvat kustannukset lasketaan käyttämällä yksikköarvona 9,21 euroa/tunti/matkustaja.

Taulukko 2. Matka-aikasäästöjen arvoja, päivitetty vuoden 2018 hintatasoon (Liikennevirasto, 2015b, s. 12)

Ajoneuvo	Matkan tarkoitus	Kuormitus hlö/auto	Euroa/tunti/hlö	Euroa/tunti/auto
Linja-auto	Kuljettaja	1,00	24,22	23,50
(keskimäärin)	<u>Matkustajat:</u>			
	Työajan matka (4,0%)	0,40	24,40	10,13
	Työssäkäyntimatka (38,0%)	4,10	11,01	43,42
	Asiointi- ja vapaa-ajan matkat (58,0%)	6,20	7,00	42,14
	Keskimäärin matkustajia	10,70	9,21	119,19
Kuorma-auto	Työajan matka	1,10	23,43	25,00
Raskas-ajoneuvo				52,31

Linja- ja kuorma-autojen polttoaineen kulutus tyhjäkäynnillä on moottorityypistä riippuen 2,5-3,5 litraa tunnissa (Motiva, 2006, s. 20). Myöhemmin tässä tutkimuksessa selvitetään, paljonko lisäkustannuksia syntyy ylimääräisen ajoajan takia dieselin kulutuksessa. Tyhjäkäynnin arvona käytetään 2,5-3,5 litraa tunnissa sekä dieselin hintana 1,40 euroa litralta.

Hiilidioksidiekvivalentti (CO₂-ekv) tarkoittaa kasvihuonekaasujen ilmasto-vaikutusta, jonka ihminen on tuottanut. Kaupungissa operoivan linja-auton keskimääräinen CO₂-ekv päästö on noin 2,4 kg/litra (VTT, 2018). Myöhemmin tutkimuksessa lasketaan tutkittavien työmaiden aiheuttamat CO₂-ekv päästöt linjalle 550, jolloin päästöjen yksikkönä käytetään yllä olevaa arvoa. Vuonna 2018 pääkaupunkiseudun linja-autoliikenteen kasvihuonekaasupäästöt olivat 97000 hiilidioksidiekvivalenttonnia, joka vastasi 7 prosenttia liikenteen päästöistä pääkaupunkiseudulla (HSY, 2019).

Linja-autojen liikennöintikustannukset ovat kuvattu kappaleessa 4.4.

4 JOUKKOLIIKENNE RAKENTAMISEN AIKANA

4.1 Joukkoliikenne rakentamisvaiheessa

Työmaiden rakentamisvaiheessa joukkoliikenteen osalta nousee esille erityisesti joukkoliikenteen suunnittelu työmaiden kohdalla, ja miten niiden tilapäiset liikennejärjestelyt toteutetaan. Lisäksi korostuu liikenneöitsijän kanssa käytävä, tarpeeksi aikainen keskustelu muuttuvista järjestelyistä ja mahdollisesti tulevista pysyvistä joukkoliikennejärjestelyistä. Myös joukkoliikenteen käyttäjiä täytyy tiedottaa muuttuvista järjestelyistä, jolloin yhteistyö ja roolien jako työmaan ja joukkoliikenneoperaattorin kesken korostuu. (Tiehallinto, 2001a, s. 46)

Mikäli tulevan työmaan kohdalla on joukkoliikennettä, joukkoliikenneviranomaisista tulisi informoida ja heidän kanssaan keskustella aikaisin ennen tulevia tilapäisiä liikennejärjestelyjä. Tällöin joukkoliikenneviranomaiset saavat tietoa työmaan vaikutuksesta joukkoliikenteeseen. Lisäksi myös läheisiin kouluihin tulisi ottaa yhteys, jotta vaihtoehtoinen koulukyytijärjestely saadaan selvitettyä. (Liikennevirasto, 2017, s. 36)

4.2 Työnaikaiset joukkoliikenne- ja pysäkkijärjestelyt

Joukkoliikenteen toimintaedellytykset ja palvelutaso tulee varmistaa työmaiden ollessa käynnissä. Työmaan suunnittelussa ja toteutuksessa tulee huomioida mahdolliset joukkoliikenteen reitit työmaan kohdalla. Sen kohdalla olevat pysäkit tulee joko pitää ennallaan tai tarpeen tullen toteuttaa tilapäisiä pysäkkejä. Tärkeää on turvata työmaan kohdalla ongelmaton pääsy joukkoliikenteen pysäkeille. Käytettäessä kiertoteitä pysäkeille, tulisi opastuksen olla selkeää. (Tiehallinto, 2001a, s. 46).

Yleisesti työmaan urakoitsija suunnittelee tilapäiset liikennejärjestelyt ja tilapäisen liikenteenohjaussuunnitelman. Työn tilaaja asettaa reunaehdot tilapäiselle liikennejärjestelylle, myöntää tilapäiset liikenteenohjaussuunnitelmat ja varmistaa suunnitelmien toteutuksen. Erinäisten vastuiden, kuten tiedotus ja yhteistyö joukkoliikenneviranomaisien kanssa, tulisi olla ennalta määritettyjä tilaajan ja urakoitsijan välillä. (Tiehallinto, 2001a, s. 46)

HSL kertoo omilla internet sivuillaan, että tulevasta työmaasta on ilmoitettava HSL:lle etukäteen sekä liittämään työmaan aikainen liikenteenohjaussuunnitelma ilmoitukseen. Kun työmaa on linja-autojen päätepysäkillä tai linja-autoliikenne estyy työmaan johdosta liikennöimään, vuorovaikutus HSL:n kanssa tulisi aloittaa 2,5 kuukautta ennen töiden aloitusta. Mikäli työmaa ei ole akuutti, yhteys HSL:llään olisi otettava viimeistään kaksi viikkoa ennen töiden aloittamista. Etukäteen ilmoitetusta työmaasta HSL arvioi tarpeen muutoksista aikatauluihin, reitteihin tai jopa onko tarve kilpailuttaa korvaavaa joukkoliikennettä. Ilmoitus tulevasta työmaasta lähetetään osoitteeseen infra@hsl.fi. (HSL, n.d.)

Työmaasta johtuvien uusien pysäkkitolppien kohdalla urakoitsija varautuu asentamaan uuden pysäkin liikennemerkillä 531 (paikallisliikenteen linja-auto pysäkki), jonka jälkeen HSL järjestää uudelle pysäkillä linjoista kertovat liuskat sekä tunnukset. Uusien katospysäkkien kohdalla HSL toimittaa katospysäkillä linjaliuskat sekä tunnukset pysäkkitolpalta. (HSL, n.d.)

Tilapäistä joukkoliikenteen pysäkkiä ei tulisi laittaa kadun reunakiven laitaan, vaan mahdollisuuksien mukaan lähelle rakennusten seinämää tai jalankulun ja pyörätien ulkoreunalle. A4 -kokoiset kotelot aikatauluille ja muille tiedotteille täytyy asentaa siten, että kotelot saa auki. Tilapäisen pysäkin kunnossapidon ja mahdollisen siirtokehotuksen tilapäistä pysäkkiä varten kustantaa työmaan urakoitsija. Lisäksi urakoitsija toteuttaa mahdollisen opastuksen tilapäiselle pysäkillä. Tilapäiselle pysäkillä tulee varmistaa sujuvuus ja esteettömyys kaikissa työmaan vaiheissa. (HSL, n.d.)

Yleisohjeena urakoitsijan vastuut työmaan aikaisissa pysäkkisiirroissa (HSL, n.d.):

- Uuden, tilapäisen pysäkkitolpan, pysäkkitolpan jalustan ja liikennemerkin 531 asennus sovittuun paikkaan
- A4 -kokoiset kotelot tiedotteita varten pysäkkitolppaan
- Tilapäisen pysäkin kunnossapito
- Töiden valmistuttua tilapäisen pysäkin poisto ja alkuperäisen pysäkin käyttöönotto

Tilapäisissä liikennejärjestelyissä linja-autopysäkkien kohdalla tulisi ottaa huomioon (Liikennevirasto, 2017, s. 36):

- Pysäkkien esteettömyys ja yhteydet pysäkillä
- Aikataulujen takia olisi hyvä pitää siirtyvä pysäkki alkuperäisen pysäkin lähistöllä, jotta linja-auton aikataulu toteutuu
- Opastus korvaavalle pysäkillä
- Oikeanlainen pysäkin merkitseminen liikennemerkein ja poistuvan pysäkin liikennemerkkien poisto, jotta ei synny epätietoisuutta käytettävissä olevasta pysäkistä.

4.3 Muuttuneiden joukkoliikennejärjestelyiden tiedotus

Tiehankkeet tuottavat harvoin kuukausien kestävä viivettä, jolloin viiveet täytyisi ottaa tarkasteluun joukkoliikenteen aikatauluissa. Hankkeiden aiheuttamissa pitkissä kiertoteissa joukkoliikenteen aikataulujen tarkastelu saattaa olla tarpeen. Tällaisissa tilanteissa joukkoliikenteen tilaaja ja liikennöitsijät tarvitsevat tiedon hyvissä ajoin, jotta viiveet pystytään huomioimaan aikatauluissa ja operoinnissa. Tavallisesti viiveet ovat vähäisempiä ja liittyvät kiertoteihin ja siirtyneisiin pysäkkeihin, mistä kuitenkin täytyy tiedottaa asianomaisille. (Tiehallinto, 2001a, s. 46-47)

Kadunrakentamishankkeet kaupunkiympäristössä voivat olla myös pidempiaikaisia ja vaikutuksiltaan suuria, minkä lisäksi hankkeet voivat aiheuttaa joukkoliikenteessä poikkeusjärjestelyitä ja -reittejä. Tällöin muuttuneista joukkoliikennejärjestelyistä tarvitaan hyvää yhteistyötä hankkeen urakoitsijan ja joukkoliikenneviranomaisen kanssa, jotta vaikutukset joukkoliikenteeseen ovat mahdollisimman vähäiset.

Joukkoliikenteen matkustajille tapahtuvassa viestinnässä vastuu on rakennuttajalla, urakoitsijalla sekä joukkoliikenteen tilaajalla. Rakennuttaja vastaa hankkeen yleisviestinnästä tiedotusvälineille, jolloin voidaan kertoa hankkeen tiedossa olevista vaikutuksista joukkoliikennematkustajille. Urakoitsija vastaa siirtyneiden pysäkkien opastuksesta sekä meneillään olevasta muutoksesta. Joukkoliikenteen tilaaja tiedottaa joukkoliikennematkustajia muuttuneista aikataulu- ja reittimuutoksista rakentamisen aikana sekä sen valmistuttua. Lisäksi muuttuneista joukkoliikennejärjestelyistä voi tiedottaa myös linja-autossa. (Tiehallinto, 2001a, s. 47)

4.4 Joukkoliikenteen kustannusten muodostuminen

Pääkaupunkiseudulla HSL:n joukkoliikenne perustuu bruttokorvausmallin mukaisesti ostoliikennesopimuksiin. Tässä mallissa HSL pitää lipuista saatavat tulot ja liikenteen operaattorille maksetaan korvaus, joka kattaa liikenteen hoidosta aiheutuvat kustannukset kokonaan. Liikenteen operaattorille maksettava korvaus koostuu suoriteperusteisista osatekijöistä, joiden päämääränä on saada täsmällinen sopivuus liikenteen hoidon kustannusrakenteen ja korvausmallin kesken. Sopimuskauden aikana tapahtuvia joukkoliikenteen määrän ja toimintaympäristön olosuhteiden muutoksia voidaan tavallisesti tarkastella yksikköhintojen kautta niin, että liikenteen operaattorille korvattava summa vastaa tyydyttävästi muuttuneita operoinnin kustannuksia. Myös investointihankkeiden ja linjastomuutosten seuraukset operaattorin kustannuksiin pystytään arvioimaan melko täsmällisesti, mikäli liikenteen rakenne ja liikennöinnin olosuhteet eivät merkittävästi muutu nykyisestä liikenteestä. (HSL, 2018, s. 13)

Linjakilometrit, linjatunnit ja vaunupäivät ovat pääasiallisia suoriteperusteisia osatekijöitä tilatussa liikenteessä. Linjakilometrin hyvitys vastaa suurelta osin ajoenergian kulutuksen ja ajoneuvon kunnossapitokustannusta. Linjatunnit muodostuvat etupäässä ajoneuvon kuljettajasta syntyvistä kustannuksista ja vaunupäivät muodostuvat ajoneuvon pääomakustannuksista ja kiinteistä kunnossapitokustannuksista. Linja-autoliikenteen osalta sopimuksissa on liikennöitsijän yleiskustannukset jo mukana suoritekorvauksissa. Kustannusindeksien perusteella suoritekorvauksien yksikköhintoja arvioidaan toistuvasti. Palkkakustannustason kehitys, korkotaso ja ajoenergian hinta ovat kustannusindeksin olennaisimmat muutoksiin vaikuttavat tekijät. (HSL, 2018, s. 14)

Liikenteen operoinnista maksettavan suoritekorvauksen lisäksi sopimukseen liittyy liikenteenhoidon poikkeamiin ja laatuun pohjautuva kannuste-

ja sanktiomalli. Ajoneuvokaluston kunto, luotettavuus sekä asiakastytyväisyys ovat tyypillisesti kannusteperusteita. Lähtökohtana on, että yllämainitut laatutekijät toteuttavat HSL:n strategisia tavoitteita, ja että laatutekijöillä on kestävä vaikutus matkustuskysynnän ja lipputulojen kasvuun. Kannusteiden osuus sopimusten arvosta on muutamia prosentteja. (HSL, 2018, s. 14)

Liikennekorvaus liikennöitsijälle muodostuu kuvan 2 mukaisesti:

Liikennöintikorvaus = $KMK * AKM + HK * AH + APK * AP$, jossa

KMK = yksikköhinta linjakilometreille (€/km)

AKM = linjakilometrisuorite (km)

HK = yksikköhinta linjatunneille (€/h)

AH = linjatuntisuorite (h)

APK = yksikköhinta autopäiville (€/autopäivä)

AP = autopäiväsuorite (autopäivät)

Kuva 2. Liikennöintikorvauksen muodostuminen (HSL, 2018, s. 18)

Yksikköhinta linjakilometreille pitää sisällään polttoaine- ja sähkökustannuksia sekä myös joukkoliikennekalustoon kohdistuvia huolto- ja korjauskustannuksia. Linjakilometreihin lasketaan matkustajia palvelevan ajosivun kilometrit ja mahdolliset ilman matkustajia ajettavat paluusiirtymät. Linjakilometrisuoritteisiin eivät kuulu varikkosiirtymät sekä muut kuljettajien työvuorojen vaihtojen edellyttämät siirrot, jolloin liikennöitsijän on yhdistettävä näiden kustannukset yksikköhintoihin. (HSL, 2018, s. 18)

Noin 24 prosenttia linja-autoliikenteen kokonaiskustannuksista sijoittuu kilometripohjaisiin kustannuksiin. Kilometrikustannukset koostuvat kilometrien sekä pysähtymistiheyden ja matkustajanmäärän mukaan. Esimerkiksi Helsingin keskustassa ajavissa linjoissa kilometrikustannus on isompi kuin keskustan ulkopuolella liikennöivillä linjoilla. Vuonna 2017 HSL-alueen linja-autoliikenteen keskiarvoinen linjakilometrien yksikköhinta oli 0,74 euroa/kilometri. (HSL, 2018, s. 18)

Yksikköhinta linjatunneille pitää sisällään kuljettajien palkkakustannukset. Linjasuoritteeseen lasketaan linjakilometrien kuluva ajasta eli ensimmäisestä linjan aikataulun mukaisesta lähdöstä viimeisen lähdön päättämiseen saakka. Palkkakulut ja niihin liittyvät sivukulut muodostavat linjatunneista noin 54 prosenttia linja-autoliikenteen kustannusrakenteessa. Näin suurin vaikutus kokonaiskustannusten muodostumiseen on henkilöstöresurssien tehokkaalla käytöllä ja optimoinnilla. (HSL, 2018, s. 18)

Alan työehtosopimus määrittelee kuljettajien palkkakustannukset sekä työvuorot. Ilta-, yö-, lauantai-, sunnuntai- sekä pyhävuoroista maksetaan ansiotulojen päälle lisiä, jotka kasvattavat suhteessa liikennöinnin kustannuksia ja yksikköhintoja. Siirtymien ja työvuorojen vaihtojen kuluva ajan osalta liikennöitsijän varikon sijainnilla on merkittävä rooli. Vuonna 2017

HSL-alueen keskiarvoinen linjatuntiyksikköhinta oli noin 37,50 euroa/tunti. (HSL, 2018, s. 18)

Linja-auton kuljettajalle on korvattava ainakin viiden tunnin palkka, joka voi olla korkeintaan 12 tuntia pitkä, minkä lisäksi korkeintaan yksi tunti taukoa voi olla palkatonta. Tällöin voidaan ajatella, että kokopäiväpainotteinen liikennöinti on palkkakustannuksiltaan suhteessa alemmaa kuin ruuhkapainotteinen liikennöinti. Ruuhkapainotteisessa liikennöinnissä kuljettajille on todennäköisesti maksettava palkkaa, vaikka liikennöinnissä olisi päivätauko. (HSL, 2018, s. 18-19)

Yksikköhinta autopäiville pitää sisällään erilaisia kustannuksia, kuten varikoiden tilavuokrat, toimihenkilöiden palkat, vakuutukset sekä liikennöinnin kaluston pääomaan kuuluvia kustannuksia. Autopäiväsuorite koostuu päivittäisen suurimmasta yhtäaikaisesta tarvittavasta automäärästä, joka lasketaan aikataulukaaaviosta. Esimerkiksi arkisin ruuhka-aikana on suurin automäärä. Edellä mainitut kustannukset muodostavat noin 22 prosentin osuuden, josta noin puolet ovat kaluston pääomakustannuksia. (HSL, 2018, s. 19)

Liikennöintisuoritteiden määrä ajoneuvoa kohden, tilaajan kalustovaatimukset sekä lisäksi sopimuskauden pituus vaikuttavat autopäivän yksikköhintaan. Olettamuksena on, että mitä suurempi osa liikennöintisuoritetta suuntautuu erilliselle ajoneuvolle, sitä vähäisemmäksi autopäivän yksikköhinta muodostuu. Sen sijaan vaaditut kalustovaatimukset kohottavat yksikköhintaa, jos tilaaja vaatii käytettäväksi kalustoksi uuden kaluston tai kalustolle muita erityisvaatimuksia. Liikennöinnin sopimuskauden pituus liittyy kiinteiden kulujen, muiden kustannusten ja kaluston maksujen yksikköhintoihin. Vuonna 2017 HSL-alueen keskiarvoinen autopäiväyksikköhinta oli noin 172 euroa/autopäivä. (HSL, 2018, s. 19)

Liikennöinnin tilaaja pystyy vaikuttamaan linja-autoliikenteen hintaan varsinakin optimoimalla liikennöinnin rakennetta. Täytyy kuitenkin huomioida, että mitä tehokkaampaa kaluston käyttö on, sitä alemmaksi tavallisesti yksikköhinta muodostuu. Kuitenkin mitä enemmän kaluston suoritteesta muodostuu ajankohtaan, jolloin kuljettajien ansiot ovat isommat, sitä isommaksi yksikköhinta muodostuu. Lisäksi on huomioitava, että liikennöitsijä pystyy tarjoamaan eri kustannusosa-alueita mielivaltaisesti, jolloin vertailu kustannusten yksikköhintoihin ei niinkään anna totuudenmukaista kuvaa. Totuudenmukaisempi keino tarkastella yksikköhintoja olisi jakaa liikennöinnin kokonaiskustannukset linjatunneilla. Keskimääräinen linjatunti on HSL-alueella 65,40 euroa/tunti, mutta johtuen erilaisista liikennöinti-kohteista vaihtelua on 55 eurosta 80 euroon. (HSL, 2018, s. 19)

Joukkoliikenteen lipputulojen suuntaaminen tietylle kulkumuodolle tai erilliselle linjalle on hankalaa, koska eri lipputyypeillä matkustetaan erilaisia ja eripituisia matkoja. Näin ollen tietyn joukkoliikennematkustajan tekemää matkaa ei pystytä saamaan tarkalleen tietoon. Sen sijaan eri linjojen

ja linjaryhmien kannattavuutta voidaan tarkastella jakamalla tarkasteltavan ajankohdan kustannukset saman ajankohdan ajoneuvon kyytiin nousseilla matkustajamäärillä. Keskimääräinen nousijakustannus on 1,60 euroa/nousija HSL:n linja-autoliikenteessä. Vaihteluväli eri linjojen ja matkustajamäärien välillä on 0,60 eurosta/nousija noin 5 euroon/nousija. Matkustajamäärien ollessa pieni kustannus nousijaa kohden voi olla vieläkin isompi. Liikenteen operointikustannusten ollessa noin 80 prosenttia kokonaiskustannuksista ja joukkoliikenteen subventioasteen ollessa noin 50 prosenttia, voidaan karkeasti sanoa, että keskimääräisesti jokaista nousijaa kohden lipputuloja saisi noin yhden euron. Tällöin kaikki alle yhden euron nousijakustannusten linjat olisivat kannattavia. (HSL, 2018, s.19)

4.5 Joukkoliikenteen luotettavuus

Joukkoliikenteen matkustajan kannalta joukkoliikenteen luotettavuus on merkittävin palvelutason elementti. Joukkoliikenteen luotettavuus kuvastaa sitä, miten hyvin kyseinen joukkoliikennepalvelu toteutuu matkustajalle. Joukkoliikenteen luotettavuuteen liittyy palvelun täsmällisyys, mikä kuvaa aikataulujen pitävyyttä. Esimerkiksi vertailemalla pysäkkien ohitusaikoja suunniteltuihin ohitusaikoihin, voidaan mitata joukkoliikenteen täsmällisyyttä. (Lukkarinen, 2012, s. 12)

Ilmoitetusta aikataulusta jäljessä kulkeminen on luotettavuutta vähentävä osatekijä, joka aiheuttaa matkustajalle odotusaikaa pysäkillä, myöhästymistä kohteesta tai jopa seuraavalta yhteydeltä. Lisäksi lisäodotus pysäkillä voi olla ikävää, koska tietoa menneestä tai tulossa olevasta vuorosta voi olla vaikea saada. (HSL, 2012, s. 15)

Tiheällä vuorovälillä operoivalla linjalla, esimerkiksi linjalla 550, voidaan olettaa matkustajien tulevan pysäkillä katsomatta aikatauluja ennakkoon. Tiheällä vuorovälillä kulkevalla linjalla on luotettavuuden kannalta tärkeämpi merkitys säilyttää lyhyt vuoroväli pysäkeillä kuin linjan pysäkkiaikataulujen täsmällisyys. (Lukkarinen, 2012, s. 12)

Joukkoliikenteen liikennöitsijän osalta luotettavuuden pitää olla yhteydessä taloudellisen ansioon. Liikennöitsijä saa sitä paremman hyvityksen liikennöinnistä välttämällä sanktioita, mitä paremmin joukkoliikennepalvelu aikatauluineen on suunniteltu. Toteuttaakseen luotettavan palvelun liikennöitsijältä vaaditaan pätevä määrä ammattitaitoisia ja motivoituneita työntekijöitä, laadukasta kalustoa ja sen ylläpitoa sekä lisäksi hyvää työvuorojen ja kalustonkierron suunnittelua. Lisäksi yhteistyö liikenteen tilaajan ja liikennöitsijän välillä on oltava niin tehokasta, että muuan muassa tulevat aikataulut ovat aidosti liikennöitävissä. Muutokset matkustajakäytännössä ja liikenneympäristössä on kerrottava asianomaisille mahdollisimman nopeasti. Liikennöitsijälle voi aiheutua huomattavia lisäkustannuksia, kun joukkoliikennepalvelun luotettavuus kärsii. Esimerkiksi liikenneuhkat voivat aiheuttaa kuljettajille taukojen pienentymistä, jolloin kuljettajien työvuoroja voidaan joutua muuttamaan. (HSL, 2012, s. 16)

Joukkoliikenteen tilaajalle joukkoliikennepalvelun luotettavuus on olennainen osa matkustajasuhteiden ylläpitämistä. Luotettavuuden kautta pidetään nykyiset ja uudet matkustajat, kun taas toisaalta epäluotettavuus rajoittaa matkustajia. Liikenteen tilaajan keinoja luotettavuuden parantamiseksi ovat muun muassa aikataulu- ja reittisuunnittelu, sopimukset liikennöitsijöiden kanssa sekä yhteistyö uusia infrahankkeita suunniteltaessa. (HSL, 2012, s. 18)

4.6 Linja-autoliikenteen ajoaikojen muodostuminen

Olennaisena osana linja-autoliikenteen aikataulusuunnittelua on reittikohdistaisten linjojen toteutuneet ajoajat. Toteutuneissa ajoajoissa pystytään huomaamaan poikkeamia, jolloin voidaan havaita eroavaisuuksia esimerkiksi vuorokaudenajan ja viikonpäivän välillä sekä esimerkiksi liikenneolosuhteista syntyviä ajoajan vaihteluita. (Lukkarinen, 2012, s. 23)

Matkustajille aiheutuu lisäkustannuksia ajoaikojen vaihtelusta, sillä ne kasvattavat epävarmuutta joukkoliikennematkan onnistumiseen edellyttämästä ajasta ja mahdollisuudesta myöhästyä linja-autosta. Lisäksi matkustajille, joilla joukkoliikennematkaan kuuluu vaihtaminen toiseen joukkoliikennevälineeseen, ajoaikojen vaihtelu voi johtaa pysäkillä odotusajan pitkittymiseen sekä vaihtoyhteyksien katkeamiseen. (Lukkarinen, 2012, s. 23)

Ajoajan muodostumiseen vaikuttaa moni yksittäinen tekijä, kuten ajattavan reitin pituus, reitillä käytettävät pysäkit, matkustajamäärä, liikenneonnettomuudet ja -olosuhteet, liikennevalot sekä katupysäköinti. Myös kuljettajien ajotyylit, linjan ajosuunta sekä olemassa oleva infrastruktuuri voivat omalta osaltaan vaikuttaa ajoaikaan. Ajoaikojen vaihtelun selittävät tekijät voidaan erotella vielä kysyntään ja kapasiteettiin kuuluviin tekijöihin. Liikennevirta ja matkustuskysyntä vaikuttavat omalta osaltaan kysyntään, kun taas kuljettajien toiminta, onnettomuudet, sääolosuhteet sekä hallinnolliset toimintatavat vaikuttavat kapasiteettiin. (Lukkarinen, 2012, s. 23)

Linjan matkustajamäärä vaikuttaa ajoaikaan suoraan matkustuskysynnän vuorottelun mukaan tai epäsuorasti luotettavuusvaikutusten mukaan. Linjan matkustajamäärän kysynnän kasvu tuottaa tarpeen ajoajan suurentamiseen tai joko kokonaan uuden lähdön lisäykseen. Mikäli matkustuskysynnän vaihtelut ovat suuria, vaikuttaa kysynnänvaihtelu myös ajoajan vaihteluun, mikä taas vaikuttaa lisättävän päätepysäkkiajan kasvuun ja pysäkkiaikojen tarkkuuden huonontumiseen. (Lukkarinen, 2012, s. 24)

Suunniteltujen ajoaikojen toimivuudella on tärkeä merkitys tulevalle aikataulukaudelle ja sen aikataulujen sujumiselle. Ajoaikojen määrittelyssä päämääränä ovat vähintään (Lukkarinen, 2012, s. 25):

- Täsmälliset ja luotettavat aikataulut matkustajille
- Liikennöitsijälle liikennöitävät aikataulut
- Tehokas operointi

- Etuajassa ajamisen ehkäiseminen
- Liian kireiden ajoaikojen välttäminen
- Aikataulussa kulkevan liikennöinnin maksimointi

Aikatauluja laatiessa käytetään perustana edellisen aikataulukauden toteutuneita ajoaikoja. Automaattisesti kulkuneuvon sijaintia tallentavalla laitteella saadaan kerättyä linjan ajoaikaa. Kerääntyneelle ajoikadatalle voidaan asettaa tunnuslukuja, joiden kanssa voidaan määrittää ajoajat tulevan aikataulukauden suoriutumiseksi. Teoreettisesti tarkatkin ajoajat ovat mahdollisia, koska ajoikadataa on käytössä suuret määrät. Ongelmana teoreettisessa analyysissä on, että tutkimalla toteutuneiden ajoaikojen hajontaa voidaan suunnitella tarkkoja ajoaikoja, mutta todellisessa tilanteessa ajoajat määritellään minuutteina, kun mitattu ajoikadata on sekunneissa, jolloin ajoajan asettaminen minuutin tarkkuudella tuottaa virheitä ajoajassa. Lisäksi ajoajat ovat ennusteita, jolloin ajoaikojen todellisuutta ei voida varmentaa. (Lukkarinen, 2012, s. 25-26)

Ajoaikoja suunniteltaessa tulisi ottaa huomioon vähintään seuraavat linjan ominaisuuksiin ja ajoaikoihin vaikuttavat asiat (Lukkarinen, 2012, s. 26):

- Ajoaikojen hajonta
- Linjan vuoroväli
- Matkustajamäärät eri pysäkeiltä
- Päätepysäkkiäika

Ajoaikojen hajonnassa täytyy ottaa huomioon, että suuremman hajonnan linjoilla on isompi vaikutus linjan täsmällisyyteen. Vuoroväleissä täytyy huomioida, että mitä pidempi on linjan vuoroväli, sitä suurempi on vaikutus, mikäli linja ajaa etuajassa. On myös tärkeää tunnistaa pysäkit, joilta suurin osa matkustajista nousee kyytiin. Päätepysäkkijajassa voidaan tasata myöhässä ajavan linjan ajoaikaa, mutta huomioitavaa on, että päätepysäkkijajalla on myös tarkoituksena olla osa kuljettajan taukoa sekä pysäkin lasausaika. (Lukkarinen, 2012, s. 26)

Ajoajan paikkansapitävyys on tärkeää, koska vaikutukset lipputuloihin ja matkustajamääriin voivat olla negatiivisia, jos aikataulut eivät pidä. Lisäksi liian tiukat ajoajat voivat aiheuttaa kuljettajissa stressiä sekä matkustajille myöhästymisiä esimerkiksi vaihtoyhteyksiltä. Toisaalta taas liian väljä ajoaika voi vaikuttaa matkustajiin siten, että liikennöitsijä ajaa liian hitaasti noudattaakseen aikatauluja, jolloin matkustajat kärsivät ajassa menetystä. Toiseksi liian väljä ajoaika vaikuttaa matkustajiin silloin, kun linjat ajavat aikataulusta edellä, jolloin aikataulun mukaisesti pysäkillä tulevat matkustajat myöhästyvät kyydistä. (Lukkarinen, 2012, s. 26-27)

Mikäli ajoikasuunnittelussa käytetään ajoajan mittaustulosten mediaania, on matkustajalla 50 prosentin mahdollisuus myöhästyä kulkuneuvosta. Silloin suunnittelussa täytyy pohtia sitä, onko tärkeämpää

kulkuneuvon kokonaismatka-ajan vastaaminen odotuksia vai se, että matkustajat ehtivät kulkuneuvoon. (Lukkarinen, 2012, s. 27)

Toisessa mielessä valitulla ajoajan määreellä on vaikutusta siihen, miten matkustaja näkee linjan täsmällisyyden. Jos käytetään määreenä suurta persentiiliä, niin myöhässä kulkevat lähdöt pienenevät, mutta etuajassa ajavat lähdöt kasvavat. Jos puolestaan käytetään pientä persentiiliä, etuajassa ajavat lähdöt vähenevät, mutta myöhässä ajavat kasvavat. (Lukkarinen, 2012, s. 27)

Ajoaikojen määrittelyllä on vaikutuksia joukkoliikenteen tarjontaan ja kysyntään. Vaikutuksia tarjontaan ovat muun muassa todennäköisyys aikataulumukaiseen lähtöaikaan, kuljettajan saapuminen pysäkillä sekä tarvittava ajoneuvojen määrä. Mikäli linja-autot ajavat myöhässä, myös seuraavan lähdön myöhästymisen on todennäköisempää, mutta jos ajoaikoihin on varattu tarpeeksi päätepysäkkiaikaa, myöhästymisen seuraavalta lähdöltä vähenee. Pidemmällä ajoajalla on todennäköisempää, että kuljettaja tulee pysäkillä ajoajan mukaan, mutta pidemmällä ajoajalla on todennäköisempää, että pysäkillä tullaan etuajassa. Tarvittava ajoneuvomäärä saadaan kierrosajasta sekä linjan vuorovälistä. Vaikutuksia kysyntään on muun muassa matkustajien matka-ajalla, jossa pysäkillä odotusajan arvo on suuri. (Lukkarinen, 2012, s. 27)

Tavallisesti voidaan suunnitella kahdenlaisia ajoaikoja tarpeen mukaan. Pysäkkien ohitusajoille voidaan suunnitella kireä ajoaika, jolloin voidaan käyttää 50 persentiiliä. Tällöin ajoajan hajonta jakautuu tasapuolisesti pysäkkiajan ympärille. Näin voidaan olettaa, että puolet lähdöistä ohittaa pysäkin ennen arvioitua aikaa. Toisena suunniteltavana ajoaikana on päätepysäkkiaika. Päätepysäkkiajan suunnittelussa hyödynnetään myös toteutuneita ajoaikoja, mutta päätepysäkkiajan suunnittelussa olennaisinta on korkeampi persentiili. Se voi olla esimerkiksi 95, jolloin melkein jokainen lähtö on saapunut ajallaan päätepysäkillä. Korkealla persentiilillä turvataan linja-auton seuraava lähtö, jotta linja-auto pääsee lähtemään ajallaan. (Lukkarinen, 2012, s. 28)

HSL:n joukkoliikennesuunnittelija Mari Linnan mukaan HSL:ssä ajoajat suunnitellaan pääasiassa 40 persentiilin mukaisesti edellisen vastaavan aikataulukauden mittausten perusteella. Tämä tarkoittaa, että noin 40 prosenttia lähdöistä tulee pysäkillä etuajassa tai ajallaan ja noin 60 prosenttia myöhässä tai ajallaan. Linjan ajosuunnan viimeisen paikkavälin ajoaika suunnitellaan taas mittausten mediaanin eli 50 persentiilin mukaan. Merkittäville vaihtopaikoille ajoaikojen toteuma suunnitellaan tarpeen tullen väljemmäksi kuin 40 persentiili, jotta suunnittelussa varmistetaan vaihtojen toteutuminen. Ajoaikasuunnittelussa on tavoitteena, että linja tulisi pysäkillä korkeintaan minuutin ennen arvioitua pysäkkiaikaa tai viimeistään kaksi minuuttia myöhemmin arvioitua aikaa. Mikäli linjan ajoajassa on suuressi hajontaa eikä yllä oleva tavoite toteudu, voidaan harkita

ajantasauspysäkkien käyttöä linjalla, jolloin linja-auto ei lähde ilmoitettua aikaa aiemmin pysäkiltä. (Linna, 2019a)

4.7 Ajamattomat lähdöt

Liikennöitsijä kirjaa linjojen ajamattomat lähdöt HSL:n järjestelmään. Mikäli ajamatonta lähtöä ei ole kirjattu järjestelmään, vaan se ilmenee esimerkiksi asiakaspalautteen kautta, HSL kirjaa ajamattoman lähdön järjestelmään. Ajamaton lähtö kirjataan järjestelmään linjatunnuksen tai linjatyypin mukaan. Linjatunnuksen mukaan kirjataan suoraan linjatunnus, päivämäärä, ajosuunta, lähtöaika sekä lisäksi valitaan, onko kyseessä ollut pelkästään yksittäinen lähtö vai useampi lähtö. Näiden jälkeen kirjataan ajamattomalle lähdölle syy. Kun ilmoitus ajamattomasta lähdöstä on kirjattu järjestelmään, selvät tapaukset automaattisesti hyväksytään ja epäselvät tapaukset tarkistetaan. HSL tarkistaa epäselvissä tapauksissa, milloin lähtö on ajettu tai onko sitä ajettu ollenkaan. Ajamattomista lähdöistä sanktioidaan liikennöintisopimusten mukaisesti, jossa vähennyksen suuruus riippuu ajamattoman lähdön ilmoitusajankohdasta. (Linna, 2019a)

4.8 Matkustajamäärälaskenta

Linjan 550 matkustajalaskenta poikkeaa muusta HSL:n alueen linja-autoliikenteestä. Poikkeavuus johtuu erilaisesta rahastusjärjestelmästä, kun linjalla 550 on avorahastusjärjestelmä. Avorahastusjärjestelmä tarkoittaa, että linjalla 550 ajoneuvoon voi nousta etuoven lisäksi keskiovesta, jolloin kausilipulla matkustavan ei tarvitse näyttää matkakorttia lukijalaitteeseen. Tämän takia linjan 550 matkustajamäärälaskentaa ei voida perustaa ainoastaan matkakortin lukijalaitteeseen näyttäviin matkustajiin. (Stenroth, 2015, s. 17-18)

Runkobusseissa, joihin linja 550 kuuluu, raitiovaunuissa, junissa ja metroissa matkustajamäärälaskenta perustuu Dilax-laitteisiin, jotka laskevat kaluston ovilla nousijat ja kyydistä poistuvat matkustajat. Dilax-laitteita ei ole kaikissa runkobusseissa, raitiovaunuissa, junissa ja metroissa, vaan laitteita vuorotellaan eri joukkoliikennevälineissä, jotta jokainen lähtö tuottaa mitattua tulosta vähintään kuukauden ajanjaksolta. Näiden tulosten perusteella arvioidaan keskimääräiset matkustajamäärät päivätyypeittäin. Mobiililiput ovat yleistyneet viimeisten vuosien aikana, minkä takia mobiililippujen osuus nousijamäärästä otetaan huomioon niin sanotulla korjauskertoimella. (Linna, 2019a)

4.9 Asiakaspalaute joukkoliikennesuunnittelussa

HSL:n joukkoliikennesuunnittelijan Mari Linnan mukaan suurin osa HSL:lle tulleista asiakaspalautteista tulee oman palautejärjestelmän kautta. Lisäksi asiakaspalautetta voi antaa soittamalla asiakaspalveluun tai asioimalla palvelupisteellä. Sosiaalisen median kautta (Facebook ja Twitter) HSL

saa jonkin verran asiakaspalautteita ja kyselyjä. Riippuen palautteen sisällöstä palautteen vastaanottajat kohdistavat tulleet palautteet tiedoksi tai vastattavaksi joukkoliikennesuunnittelijoille tai muiden osa-alueiden vastuuhenkilöille. HSL:n saama palaute vaihtelee osin paljon. Osissa palautteissa toivotaan uusia linjoja tai linjojen reittien muutosta sekä linjojen vuorovälien tihentämistä ja liikennöinti-aikojen pidennystä. Lisäksi asiakaspalautteissa nousee esille usein huomioita linjojen aikataulujen luotettavuudesta, vaihtojen toimivuudesta sekä linjojen matkustajakuormituksesta. (Linna, 2019a)

HSL:lle tulleita asiakaspalautteita ja niiden perusteella tehtäviä joukkoliikennemuutoksia arvioidaan aina kokonaisuuden kannalta. Mikäli asiakaspalautteeseen liittyy esimerkiksi epäonnistunut vaihtotapahtuma, siihen on paikoin vaikea ryhtyä tekemään aikataulumuutosta. Tämä johtuu linjojen ajoaikojen vaihtelusta päivittäin esimerkiksi liikennöintiolosuhteiden takia, jolloin toisena päivänä vaihtoyhteys voi onnistua suunnitellusti ja toisena päivänä ei. Tärkeää on kuitenkin selvittää, mistä vaihtoyhteyden katkeaminen on johtunut. Mikäli liikennöinnin ongelmat toistuvat jatkuvasti, ja HSL saa samasta asiasta useampia palautteita, on arvioitava, miten kyseinen ongelma pystyttäisiin ratkaisemaan. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, ettei jo yksittäinen asiakaspalaute osoittaisi jonkin ongelman muutostarvetta. Asiakaspalautteissa ja niiden toiveissa on kuitenkin huomioitava joukkoliikenteen kokonaisuus palveluna eli linjoilla voi olla esimerkiksi sidonnaisuuksia muun muassa metron, raitiovaunun tai junien kanssa ja tiettyillä linjoilla koulumatkayhteyksiin. (Linna, 2019a)

HSL:n mahdollisuudet vastata asiakaspalautteiden avulla ilmenneisiin ongelma-kohtiin, kuten työmaiden aiheuttamiin haittoihin ovat osin hitaita. HSL tekee tarvittavat muutokset esimerkiksi ajoaikojen tarkistukset ja lähettää uuden aikataulun liikennöitsijälle. Mikäli aikatauluihin on tullut muutoksia, liikennöitsijän pitää ottaa uusi aikataulu käyttöön viimeistään kahden kuukauden kuluttua HSL:n ilmoituksesta. Näiden lisäksi täytyy varata aikaa aikataulumuutosten viestintään ja staattisen informaation muutokseen. (Linna, 2019a)

5 HANKKEIDEN ARVIOINTI

5.1 Hankearvioinnin taustat

Liikennehankkeiden arviointi pohjautuu nykyisen Väyläviraston hankearviointiohjeisiin, joita on tehty väylätyyppikohtaisesti tie-, rata- ja vesiväylä-hankkeisiin. Hankearviointi tehdään aina, kun jokin tietty hanke on säädetty valtion talousarvioissa kehittämishankkeeksi. Hankearviointiohjeet määrittelevät valtion liikenneinvestointien yhteiskuntataloudellisen hankearvioinnin yleiset toimintaperiaatteet. Hankearvioinnilla pyritään turvaamaan parhaan hankevalinnan edistyminen suunnittelussa.

Nykyisellä Väylävirastolla on omat tarkat ohjeensa eri väylätyyppihankkeisiin, mutta kaupungeilla itsellään ei ole yhtä järjestelmällistä ohjetta hankkeiden arviointiin. Toisaalta kaupunkien merkittävät raidejoukkoliikennehankkeet, joissa valtio on rahoituksessa mukana, ovat osana arviointia.

5.2 Tie- ja ratahankkeiden arvioinnin kehikko

Kohteen lähtökohtien kuvaus, vaikutusten arviointi, hankkeen arviointi, seurannan ja jälkiarvioinnin suunnitelma sekä raportointi ja dokumentointi ovat liikenneväylien hankearvioinnin päävaiheet (kuva 3). Näin hankkeen arviointi sisältää toteutettavuuden ja vaikuttavuuden arvioinnin, kannattavuuslaskelman sekä päätelmät. (Liikennevirasto, 2015a, s. 9)



Kuva 3. Liikenneväylien hankearvioinnin kehikko (Liikennevirasto, 2015a, s. 9)

5.2.1 Lähtökohtien kuvaus

Liikenneväylän kohteen lähtökohtien kuvauksessa kerrotaan lähtötietoina hankkeen liikenteelliset tarpeet ja ongelmat, joita hankkeen tavoitteena on ratkaista. Lisäksi selostetaan hankkeen muut vaikutukset kokonaisuuksiin ja tavoitteisiin. Lähtökohtien kuvauksessa kerrotaan myös suunnitellut toimenpiteet ja niiden määrä sekä hankkeen kustannusarvio ja suunnittelutilanne. (Liikennevirasto, 2015a, s. 9-10)

Vertailtavat vaihtoehdot ja toimintaympäristö selostetaan vertailuasetelman kuvauksessa. Liikenteen kasvu ja hankkeen vaikutus liikenteen kysyntään kuvataan liikenne-ennusteen selostuksessa. (Liikennevirasto, 2015a, s. 10)

5.2.2 Vaikutusten kuvaus

Vaikutusten kuvauksessa valikoidaan päättämässä keskeiset vaikutukset, joista kuvaillaan suunnitteluarvot, mittarit sekä kriteerit. Vaikutukset kuvaillaan joko laadullisesti tai määrällisesti. Vaikutustiedoista osa kerätään hankkeen suunnitelmista ja muista erilaisista selvityksistä, jotka tehdään osin hankearvioinnissa. Liikenteelliset vaikutukset suuntautuvat turvallisuuteen ja saavutettavuuteen. Ympäristövaikutuksia, ihmisiin suuntautuvia vaikutuksia sekä vaikutuksia talouteen, alueiden kehittymiseen ja yhdyskuntarakenteeseen tutkitaan muina vaikutuksina. Myös hankkeen rakentamisen aikaiset vaikutukset sekä vaikutukset väylänpitoon kuvataan. (Liikennevirasto, 2015a, s. 10)

5.2.3 Hankkeen arviointi

Toteutettavuuden arviointi, kannattavuuslaskelma sekä vaikuttavuuden arviointi lukeutuvat hankkeen vaikutusten arviointiin. Erilaisten vaihtoehtojen vertailussa hankkeen vaikuttavuuden arviointi on olennaisessa osassa, koska arvioinnilla pystytään selostamaan hankkeen vaikutuksia vallittujen keskeisten vaikutuksien pohjalta sekä tunnistaa vaihtoehto, joka on kokonaisuuden kannalta parhaiten tavoitteita vahvistava. Kannattavuuslaskelma viimeistellään lopullisessa hankearvioinnissa vaikuttavuuden arvioinnilla. (Liikennevirasto, 2015a, s. 10)

Kannattavuuslaskelmassa tarkastellaan vaikutuksia, joita voi mitata rahassa. Kannattavuuslaskelmassa toimitaan yhteiskuntataloudellisen hyöty-kustannusanalyysin perustan pohjalta. Hankearvioinnin yleisohjeessa on todettu kannattavuuslaskelman merkittävimmät laskentaperusteet, joita ovat laskenta-ajanjakson pituus, korkokanta ja jäännösarvon käsittely. Kannattavuuslaskennassa vertaillaan hankkeen eduiksi laskettavien kustannussäästöjen ja hankkeen haitoiksi laskettavien kustannuslisäyksien suhdetta hankkeen toteuttamisen vaatimiin investointikustannuksiin. (Liikennevirasto, 2015a, s. 10)

Rahoituspäätösten kannalta merkittäviä riskejä sekä suunnittelun ja hallinnollisten prosessien edistymistä käsitellään toteutettavuuden arvioinnissa (Liikennevirasto, 2015a, s. 10).

Hankkeen kannattavuutta koskevat johtopäätökset tehdään tuotettujen analyysien pohjalta. Lisäksi arvioidaan, onnistutaanko saavuttamaan hankkeelle laitettut tavoitteet sekä tulevatko selostetut haitat selvitettyksi. (Liikennevirasto, 2015a, s. 10)

5.2.4 Seuranta ja jälkiarviointi

Hankkeen seurannasta sekä jälkiarvioinnin sisällöstä ja ajoituksesta teetettävä suunnitelma kuuluu hankearviointiin. Hankkeen vaikutusten piirteistä

ja huomattavuudesta riippuvat hankkeen seurannan kohteet, määrä ja tarve. (Liikennevirasto, 2015a, s. 10)

Jälkiarviointi voidaan toteuttaa suppeampana tai laajempaan hankkeesta riippuen. Tavallisesti laajan arvioinnin ehtona on, että ennen hanketta on tehty mittauksia ja tarkasteluita. (Liikennevirasto, 2015a, s. 10)

5.2.5 Raportointi ja dokumentointi

Lähtöaineistot, laskentamenetelmät ja tulokset kirjataan asianmukaisen yksityiskohtaisesti arvioinnin selkeyden, päivittävyyden ja toistettavuuden varmistamiseksi. Merkittävimpiä kohtia ovat kannattavuuslaskelman ja vaikuttavuuden arvioinnin perusteluiden ja ratkaisujen dokumentointi. Arvioinnin lopputulokset kuvataan erillisessä raportissa tai suunnitelmaraaportissa. (Liikennevirasto, 2015a, s. 10)

5.2.6 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Esi- ja yleissuunnittelussa rakentamisen aikaisten vaikutuksien luotettava arviointi on yleisesti vaikeaa, koska järjestelyistä ei ole vielä sillä hetkellä suunnitelmia. Arvioimalla työmaan liikennejärjestelyjen ja rakentamisen aikaisten haittojen summaa suhteutettuna arvioituihin rakennuskustannuksiin pystytään kannattavuuslaskelman näkökulmasta saamaan tyydyttävä tarkkuus. Laajoissa hankkeissa työmaan liikennejärjestelyjen ja rakentamisen aikaisten haittojen summaa suhteutettuna rakennuskustannuksiin kannattaa tehdä työkohteittain. Rakennuskustannuksissa tarvittaessa voidaan jättää pois tiettyjen hintavien teknisten ratkaisujen (sillat ja tunnelit) kustannukset, mikäli ne eivät aiheuta työnaikaiselle liikenteelle haittaa. (Liikennevirasto, 2015a, s. 56)

Rakentamisen aikaisia vaikutuksia pystytään arvioimaan tavallisissa tiehankkeissa prosentteina rakennuskustannuksista. Jos tarkempia laskelmia ei ole syytä tehdä hankkeen erityispiirteestä johtuen, voidaan käyttää arvioinnin perustana taulukon 3 vaihteluvälejä. Arvioinnissa tarkastellaan aluksi rakentamisen aikaisten ja tilapäisten liikennejärjestelyjen haittojen kustannusten yhteinen osuus. Yhteisen osuuden kustannusten jälkeen arvioidaan liikennejärjestelyjen vaikutusten perusteella rakentamisen aikaisten haittojen laajuus rakennuskustannuksiin verrattuna. (Liikennevirasto, 2015a, s. 56)

Taulukon 3 lukemat ovat tarkoitettu nimenomaan tiehankkeiden rakentamisen aikaisten haittojen arviointiin, jolloin lukemat tämän tutkimuksen kohteena olevalle pikaraitiotiehankeelle ja kaupungin liikenneverkolle ei osin toteudu. Varsinkin liikennemäärät kaupungissa voivat olla suurempia kuin tieverkolla, jolloin haitat ja kustannukset voivat olla suurempia kuin taulukossa 3.

Taulukko 3. Rakentamisen aikaisten haittojen arviointi tiehankkeilla (Liikennevirasto, 2015a, s. 57)

Hanketyyppi	Kustannukset prosentteina rakennuskustannuksista			Huomautuksia
	Liikennejärjestelyt ja haitat yhteensä	Työmaan liikennejärjestelyt	Rakentamisen aikaiset haitat	
Uusi tie uuteen maastokäytävään	5 - 10 %	1 - 3 %	3 - 7 %	
Toisen ajoradan ja eritasoliittymien rakentaminen	10 - 15 % 15 - 25 %	3 - 5 % 5 - 10 %	5 - 10 % 10 - 20 %	maaseudulla taajamassa
Nykyisen tien leventäminen ja suuntauksen parantaminen	15 - 25 %	5 - 10 %	10 - 15 %	
Keskikaiteelliset ohituskaistakohteet	10 - 15 %	3 - 6 %	5 - 10 %	
Eritasoliittymäkohteet	5 - 10 % 15 - 25 %	2 - 5 % 5 - 10 %	5 - 15 % 10 - 20 %	uudet parannettavat
Rakenteen parantaminen	15 - 25 %	3 - 10 %	10 - 20 %	
Sillankorjauskohteet	5 - 10 % 15 - 25 %	1 - 3 % 3 - 7 %	3 - 7 % 10 - 20 %	vähän liikennettä vilkas liikenne

Liikennemäärien lisäksi kiertotiejärjestelyjen joustavuus sekä kaistojen kaivaminen tai sulkemisesta johtuva liikenteen välityskyvyn pienenemisen vaikuttavat rakentamisen aikaisiin haittojen määrään. Olennainen tekijä liikennevaloin ohjatulla yksikaistaisella työmaaosuudella on myös yksikaistaisen osuuden pituus. (Liikennevirasto, 2015a, s. 57)

Kannattavuuslaskennassa rakentamisen aikaisten haittojen tarkastellaan negatiivisina hyötyinä. (Liikennevirasto, 2015a, s. 57).

5.3 Joukkoliikenteen vaikutusten arviointi

Joukkoliikenteen vaikutusten arviointia tehdään joukkoliikennehankkeiden kannattavuuden ja yhteiskuntataloudellisten vaikutusten näkökulmasta. Joukkoliikenteen vaikutusten arviointia on perusteltua tarkastella varsinkin silloin, kun eri liikennemuotojen hankkeet tavoittelevat valtion rahoitusta. Vaikutusten arviointia voidaan hyödyntää erilaisissa joukkoliikennehankkeissa niin valtion kuin kaupunkien organisaatioissa.

Tämän tutkimuksen näkökulmasta joukkoliikenteen vaikutusten arviointia tarkastellaan arvioinnin tarpeen näkökulmasta sekä selvitetään, miten joukkoliikenteen vaikutusten arviointi eroaa tie- ja ratakankkeiden vaikutusten arvioinnin ohjeesta. Tämän tutkimuksen tapauskohteet ovat Raide-Jokerin hankkeesta, joten Raide-Jokeri -hanke voidaan mieltää sekä tie- ja ratakankkeena että joukkoliikennehankkeena.

5.3.1 Arvioinnin tarve ja erikoispiirteet

Joukkoliikenteen suosion kasvu vaatii julkishallinnon ja liikennöitsijöiden panostamista joukkoliikenteen palveluihin ja infrastruktuuriin. Päätöksenteko edellyttää arviointia ja vaikutustietoa, jolloin esille nousee kysymys panostamisen hyödyistä ja haitoista suhteessa siihen, että resurssit käytettäisiin muuhun toimintaan yhteiskunnassa. (LVM, 2007, s. 13)

Joukkoliikenteen arviointiin vaikuttavat seuraavat asiat (LVM, 2007, s. 13):

- Matkustajan kokema palvelutason kokonaisuus muodostuu hinnasta, palvelusta ja infrastruktuurista. Myös matkan merkitys, sääolosuhteet, ajankohta ja liikkumisympäristön laatu voivat olla merkitykseltään merkittäviä.
- Joukkoliikenteen kulkutapaosuuden kasvu on joukkoliikenteen kehittämisessä tärkeä päämäärä. Toisaalta joukkoliikenteen kulkutapaosuuden kasvu jalankulun ja pyöräilyn kustannuksella ei ole tavoiteltavaa esimerkiksi ympäristön ja terveyden näkökulmasta.
- Hyötyjen ja haittojen rahalliseen arviointiin kuuluu erityiskysymyksiä, joihin ei liikenteen kokonaiskysynnän ja kulkutapaosuuksien ollessa sama kaikissa vaihtoehdoissa ole totuttu.
- Joukkoliikenteen rooli yhteiskunnan tasa-arvon ja sosiaalisen oikeudenmukaisuuden parantajana.

5.3.2 Kehittämisen vaikutusmekanismit

Joukkoliikennettä pystytään kehittämään palveluja, hallintoa, infrastruktuuria ja yhteistyötä edistämällä. Lisäksi joukkoliikenteen kysyntään pystytään vaikuttamaan maksujen ja markkinoinnin avulla. Joukkoliikenteen arvioinnissa oleellisia ovat palvelutasomuutokset ja niistä aiheutuvat vaikutukset kysyntään, liikkumismahdollisuuksiin, talouteen, turvallisuuteen, yhdyskuntarakenteeseen ja alueiden kehitysehtoihin. (LVM, 2007, s. 14)

Joukkoliikenteen kehitystoimenpiteitä ovat (LVM, 2007, s. 14):

- Joukkoliikenteen infrastruktuurin kehittäminen
 - Muun muassa raiteiden ja ratojen, joukkoliikennekaistojen ja terminaalien rakentaminen ja parantaminen
- Joukkoliikenteen palveluiden kehittäminen
 - Muun muassa informaation ja kaluston kehitys, linjasto-suunnittelu ja henkilökunnan kehitys
- Hallinnon ja yhteistyön kehittäminen
 - Muun muassa lippujärjestelmien kehittäminen, maankäytön ja rahoitusmallien kehitys
- Vaikuttaminen joukkoliikenteen kysyntään
 - Muun muassa markkinointi ja hintojen muutokset.

Tavallisesti vaikutus alkaa joukkoliikenteen tarjonnan ominaisuuksien ja hinnan muutoksesta, jossa kumpikin vaikuttaa suoraan joukkoliikenteen palveluiden tarjoamisen talouteen. Joukkoliikenteen tarjonnan muutoksen vaikutuksesta matka-aika ja matkan laatutekijät muuttuvat. Joukkoliikenteen lippujen hinnan muutokset vaikuttavat matkan hintaan. (LVM, 2007, s. 14)

Liikennejärjestelmän muutokset tietyn alueen näkökulmasta merkitsevät toimintojen saavutettavuuden muutosta. Toimintojen saavutettavuuden, sijoittumisen ja yhdyskuntarakenteen ominaisuuksien muutokset ovat toisistaan riippuvaisia. Yhdessä taloudellisten muutosten kanssa nämä muutokset vaikuttavat alueen hyvinvointiin, jonka tekijöinä ovat väestö, työllisyys, elinkeinotoiminta sekä julkiset palvelut ja verotus. (LVM, 2007, s. 14)

Taulukossa 4 on esitetty joukkoliikenteen kehittämisen mahdollisia vaikutuksia.

Taulukko 4. Joukkoliikenteen kehittämisen vaikutuksia (LVM, 2007, s. 16)

Vaikutuksen kohde	Osatekijöitä	Huomattavaa
Joukkoliikenteen palvelutasotekijät	Infrastruktuurin ominaisuudet Liikennetarjonnan ominaisuudet Perittävät maksut	Useimmat arvioitavat toimet muuttavat palvelutasotekijöitä, ja varsinaiset vaikutukset seuraavat tästä muutoksesta.
Yleistetty matkavastus	Matka-aika Matkan laatutekijät Hinta	Näiden muutosten perusteella arvioidaan matkustajien hyödyn muutosta sekä joukkoliikenteen kysynnän muutosta.
Palvelutason kohdentuminen väestöryhmittäin	Lapset ja nuoret Työ-/perhesidonaiset ja riippumattomat Autottomat, monipuoliset, paljon autoilevat Toimintaesteiset	Matkavastuksen ja elinympäristön muutosten merkitys vaihtelee vaikutusten luonteen mukaan. Jäsentely voi vaihdella eri arviointitapauksissa.
Liikenteen kysyntä	Matkatuotos Kulikutapajakauma Matkojen suuntautuminen Suoritteet	Yleistetyn matkavastuksen muutosten lisäksi on olemassa kysyntään suoraan vaikuttavia toimia.
Turvallisuus	Liikenneturvallisuus Sosiaalinen turvallisuus	Jotkut toimet voivat kohdistua suoraan turvallisuuden parantamiseen. Myös ajosuoritteiden muutoksilla on vaikutus liikenneturvallisuuteen.
Ympäristö	Luonnonympäristö Elinympäristö Rakennettu ympäristö	Vaikutuksia ympäristöön syntyy rakentamistoimista sekä ajoneuvotekniikan ja ajoneuvosuoritteiden muutoksista.
Talous	Välittömät taloudelliset vaikutukset kustannuksiin Välilliset taloudelliset vaikutukset kokonaistalouden tasolla	Tarjontamuutokset vaikuttavat liikennöinnin kustannuksiin ja lipputuloihin. Kunnilla ja valtiolla on menoja kuljetuspalvelujen ostoista sekä infrastruktuurin ylläpidosta. Tariffi- ja kysyntämuutokset vaikuttavat myös verotuloihin.
Yhdyskuntarakenne	Toimintojen saavutettavuus Toimintojen sijoittuminen Yhdyskuntarakenteen laatu	Matkavastuksen muutokset (ja palvelujen olemassaolo) vaikuttavat saavutettavuuteen, joka vaikuttaa ja on riippuvainen toimintojen sijoittumisesta. Joukkoliikennejärjestelmällä on myös kytkentä yhdyskuntarakenteen hajauttamiseen/tiivistymiseen. Tästä on takaisinkytkentä saavutettavuuteen ja ympäristöön.
Alueiden kehittyminen	Taloudellinen ulottuvuus Sosiaalinen ulottuvuus Ekologinen ulottuvuus	Pitkällä aikavälillä muutokset vaikuttavat välillisesti alueiden kehittymiseen.

5.3.3 Arviointitapaukset ja -tilanteet

Vaikutusten arvioinnissa on joukkoliikenteen osalta löydettävissä neljäntasoisia tilanteita. Nämä neljä ovat strategian ja tavoitteiden määrittely, suunnittelu, hanke- ja rahoituspäätös sekä jälkiarviointi. Arvioinnin suuruus ja menetelmien välttämättömyys asetetaan sen mukaisesti, suuntautuvatko vaikutukset ainoastaan palvelutasoon, kulkutavan valintaan, linjan ja reitin valintaan tai joukkoliikennejärjestelmän kilpailukykyyn. (LVM, 2007, s. 17)

Erilaisissa tilanteissa tehtävien ratkaisujen pohjaksi edellytetään vaikutusten arviointia sekä analysointia. Todellisuudessa arviointitilanteita on monenlaisia ja lisäksi vaihtelee se, mihin kysymyksiin vastauksia haetaan tällä vaikutusten arvioinnilla. Arviointitilanteita voidaan yleisesti jäsennellä seuraavasti (LVM, 2007, s. 17):

- Arviointi, joka palvelee tavoitteiden ja strategian täsmentämistä: Vertailu tavoiteltavien asioiden kesken. Päämääränä on täsmentää tavoiteltu tulevaisuus ja sitä vahvistavat tavoitteet ja strategiat, joilla se voidaan saavuttaa.
- Arviointi, joka palvelee suunnittelua: Vertailu suunnitteluvaihtoehtojen välillä. Päämääränä on valikoida parhaat toimenpiteet lopulliseen suunnitelmaan. Parhaiden toimenpiteiden kriteerit vaihtelevat tavoitteiden mukaisesti. Yhtenäisyys arviointimenetelmissä on välttämättömyys ainoastaan suunnitelman sisällä.
- Arviointi, joka palvelee rahoitus- ja hankepäättöstä: Vertailu siihen, ettei hanketta toteutettaisi. Päämääränä on määrittää perusta hankkeen toteuttamiselle. Tärkeänä lähtökohtana arviointimenetelmien yhtenäisyys ja vertailtavuus toisiin hankkeisiin.
- Jälkiarviointi: Tapahtuneiden muutosten varmistaminen. Jälkiarvioinnissa tarkastellaan tapahtunutta edistystä alkuperäiseen tavoitteeseen tai mitä on ajateltu tapahtuvan. Päämääränä on etupäässä saada tietoa samanlaisten tapahtumien arviointeihin ja niistä päättämiseen tulevaisuudessa.

Kaikki arvioinnit ovat osaltaan omalaatuisia. Tapauskohtaisesti on pohdittava vaikutusten arvioinnin välttämättömyyttä sekä arvioinnin merkitystä. Arvioinnin perustyyppit ovat joka tapauksessa aiheellista pystyä erottamaan arviointiohjeiden jäsentämiseksi. Arvioinnin perustyyppit pystytään erottelamaan siten, miten arvioitavissa oleva hanke vaikuttaa laajasti (LVM, 2007, s. 18):

- Arvioinnin perustyyppi 1: Yksittäisen kohteen tai linjan palvelutasoon ja palvelun tuottamisen kustannuksiin vaikuttavat muutokset. Esimerkiksi vaikutusten arviointi yksittäisen linjan aikataulu-, pysäkki- ja reittisuunnitelmasta.
- Arvioinnin perustyyppi 2: Kulkutavan sisällä tarkasteltavat vaikutukset linjan ja reitin valintaan sekä palvelun tuottamisen

kustannuksiin. Esimerkiksi vaikutusten arviointi yksittäisen alueen linjastosuunnitelmasta.

- Arvioinnin perustyyppi 3: Eri kulkutapojen muutosten vaikutukset kulkutavan, linjan ja reitin valintaan sekä palvelujen tuottamisen kustannuksiin. Esimerkiksi vaikutusten arviointi junaliikenteen kehittämistä ja siihen liittyvästä liityntälinjastosta.
- Arvioinnin perustyyppi 4: Joukkoliikenteen seudullisen roolin ja kilpailukykyyn muutosten vaikutukset. Esimerkiksi vaikutusten arviointi tietyn alueen liikennejärjestelmäsuunnitelmasta.

Taulukossa 5 on esitetty, miten eri arviointitapaukset esiintyvät arviointitilanteissa ja -tapauksissa.

Taulukko 5. Joukkoliikenteeseen liittyviä arviointitilanteen ja arviointitapausten ryhmittely (LVM, 2007, s. 19)

		Arviointitilanne			
		Strategian valinta	Suunnittelu <i>Vaihtoehtojen valinta</i>	Rahoituspäätös <i>Rahoitustarpeen perustelu</i>	Jälkiarviointi <i>Vaikutusten todentaminen</i>
Arviointitapaus	Arviointitapaus 1 <i>Paikallisia, reitti- tai linjakohdaisia vaikutuksia.</i>	Reitti- ja linjakohdaiset tavoitteet ja strategiat	Reitin, aikataulun, pysäkkien ja liikennöinnin suunnittelu Tie- ja katuhankkeen suunnittelu	Tie- ja katuhankkeet Linja- tai reitti-kohtaiset kehittämishankkeet Matkustajainformaatiohankkeet	Tiehankeiden jälkiarviointi
	Arviointitapaus 2 <i>Verkollisia, kulkutapakohtaisia vaikutuksia.</i>	Kulkutapakohtaiset tavoitteet ja strategiat	Linjasto- ja reittisuunnittelu Kalustoinvestointien suunnittelu Kaukoliikenteen ratahankkeen suunnittelu	Kaukoliikenteen laatuikäytävähankkeet	
	Arviointitapaus 3 <i>Liikennejärjestelmätasoisia vaikutuksia eri kulkutapoihin.</i>	Liikennejärjestelmätason tavoitteet ja strategiat	Palveluliikenteen suunnittelu Liikenteen ostojen suunnittelu Kaupunkiseudun raidehankkeiden suunnittelu Liikennejärjestelmäsuunnittelu Matkakeskusten suunnittelu	Kaukoliikenteen ratahankkeet Liikenteen ostot Kaupunkiseudun raidehankkeet Kaupunkiseudun laatuikäytävähankkeet Liityntäpysäköintihankkeet Palvelu-, kutsujoukkoliikenne ja MPK –hankkeet	Peruspalvelutason toteutumisen arviointi Matkakeskusten jälkiarviointi Isojen rata- ja raidehankkeiden jälkiarviointi
	Arviointitapaus 4 <i>Joukkoliikenteen seudulliseen rooliin ja kilpailukykyyn olennaisesti vaikuttavat strategiat</i>	Seudulliset järjestelmätason visiot, tavoitteenasettelu ja strategiat			Liikenteen tilan seuranta

5.3.4 Arvioinnin vaiheet

Joukkoliikenteen arvioinnin kehikko muodostuu kohteen kuvauksesta, vaikutuksista ja niiden arvottamisesta, vaikutusten analyysistä päätelmineen sekä dokumentoinnista, raportoinnista ja yhteenvedosta. Arviointitilanteen ja vaikutusten piirteiden mukaan arvioinnin eri vaiheiden laajuudet vaihtelevat. (LVM, 2007, s. 20)

Joukkoliikenteen arvioinnin kehikko (kuva 4) perustuu liikenneväylähankkeiden arvioinnin kehikkoon (kuva 3). Erona liikenneväylähankkeiden arvioinnin kehikkoon on, että joukkoliikenteen arvioinnin kehikko on painotunut kysynnän, palvelutason ja liikennöinnin vaikutuksiin (LVM, 2007, s. 20).



Kuva 4. Joukkoliikenteen arvioinnin kehikko (LVM, 2007, s.20)

Arvioinnin kohteen kuvauksessa kerrotaan, millaisia ongelmia pyritään ratkaista, millaisia toimenpiteitä tehdään, millainen tuleva liikenteen ennuste on, mitkä tavoitteet asetetaan sekä millaiset toimenpiteiden vaihtoehdot ja kustannukset ovat. (LVM, 2007, s. 21)

Pääosin vaikutukset selostetaan määrällisesti ja paikoin laadullisesti. Vaikutustietojen saamiseksi on usein tuotettava erilaisia malleja tai arviointilaskelmia. Joitakin tietoja pystytään saamaan heti suunnitteluaineistosta sekä lisäksi osa vaikutuksista on määriteltävissä rahassa. Palvelutason muutokset vaikuttavat kysyntävaikutuksiin, mutta osa toisista vaikutuksista on sen sijaan seurausta kysynnän muutoksista. (LVM, 2007, s. 21)

Pääosin kannattavuuslaskemalla sekä vaikuttavuuden arvioinnilla tarkastellaan vaikutuksia. Vaikuttavuuden arviointiin kuuluu määrällistä ja laadullista arviointia. Lisäksi selostetaan ja arvioidaan toteuttamiskelpoisuuteen ja ajankohtaan liittyviä asioita. Tavoitteena on tarkastella vaikutusten analysointia eri perspektiiveistä. Vaikutusten analyysin mukaan tuotetaan päätelmät. (LVM, 2007, s. 21)

Arvioinnin selkeyden ja ajantasaisuuden turvaamiseksi tarvitaan mahdollisimman tarkkaa dokumentointia. Arvioinnista selostetaan esimerkiksi muistio ja tarpeen tullen koostetaan yhteenveto. (LVM, 2007, s. 21)

5.4 Rakentamisen aikaiset vaikutukset Raide-Jokerin hankesuunnitelmassa

Raide-Jokerin rakentamisen aikaisia vaikutuksia on tarkasteltu hankesuunnitelmassa. Raide-Jokerin hankearvioinnissa on todettu rakentamisen aikaisista vaikutuksista, että linjalle 550 aiheutuu poikkeusreittejä varsinkin Huopalahdessa ja Oulunkylässä. Hankearvioinnissa ei ole tarkasteltu rahallista arvioita rakentamisen aikaisista vaikutuksista. (Raide-Jokeri, 2016, s. 21)

Raide-Jokeri on suunniteltu suurelta osin tiiviiseen kaupunkiympäristöön. Tiivis kaupunkiympäristö aiheuttaa vaikeuksia Raide-Jokerin radan rakentamiselle, koska rakentamisen ajaksi ei voida katkaista linja-autoliikennettä. Myös rakentaminen voi luoda rakentamisen aikaisia ympäristöhaittoja. Erityisesti rakentamisesta aiheutuvat työmaakuljetukset voivat saada aikaan häiriöitä. (Ramboll Finland Oy & WSP Finland Oy, 2015, s. 66)

Koska Raide-Jokerin pituus on noin 25 kilometriä, on viisasta vaiheistaa rakentamista siten, että rakentaminen voidaan jakaa moneen pienempään työhön. Toisaalta jos rakentaminen suoritettaisiin kokonaisuutena isona työtänä, eri työvaiheiden tarvittavaa kalustoa voitaisiin tehokkaasti kierrättää, koska koko Raide-Jokerin pituudelta ei tehtäisi samanlaisia työvaiheita yhtä aikaa. Raide-Jokerin liikennöinti voitaisiin käynnistää vaiheittain korvaamaan linjaa 550 tai koko pituudeltaan kerralla huolimatta rakentamisen vaiheistuksesta. (Ramboll Finland Oy & WSP Finland Oy, 2015, s. 66)

Rakentamisen aikana linjan 550 liikennöinti on haastavaa Maaherrantien ja Eliel Saarisen tien joukkoliikennekaduilla. Maaherrantien joukkoliikennekatu kulkee Vantaanjoen viherkäytävän lävitse, jolloin rinnakkaiskatua ei ole loogista rakentaa työmaan ajaksi. Samoin Eliel Saarisen tiellä kapeuden takia ei voida rakentaa rinnakkaista joukkoliikennekatua. Näistä johtuen rakentamisen aikana linjaa 550 ei voida operoida yhtenäisenä. Muualla Raide-Jokeri sijoittuu olemassa olevan kadun viereen, jolloin linjan 550 liikennöinti onnistuu ainakin osin riittävän leveän tien vuoksi, kiertotiestä muodostuu kohtuullinen tai Raide-Jokeri operoi selkeästi eri kohdalla kuin linja 550. (Ramboll Finland Oy & WSP Finland Oy, 2015, s. 66)

Ympäristöön mahdollisesti kantautuva tärinähaitta on väliaikaista rakentamisen aikana. Tärinähaittaa synnyttää etupäässä työmaan liikenne ja louhinta. Tärinähaittoja voidaan hillitä hyvin esimerkiksi kaluston ja työkäytäntöjen päätöksillä. Kohteittain syntyvät tärinähaitat ovat luonteeltaan tilapäisiä ja pahimmillaan jatkuvia tärinähaittoja voi esiintyä muutamia kuu-kausia. Erityisesti pehmeikköalueilla tärinähaitan riskiä nostattaa tilapäisten työmaateiden epätasaisuus, työmaan ajoneuvojen normaalia kookkaammat massat ja jäykempi jousitus. (Ramboll Finland Oy & WSP Finland Oy, 2015, s. 66)

Tärinän vaikutusalueella sijaitsevien rakennusten ja rakenteiden osalta tulee ennen tärinää aiheuttavien töiden alkua tehdä ympäristöselvitys, jossa täsmennetään yksittäisten kohteiden raja-arvot tärinälle, tärinänsieto, rakennusten perustamistavat sekä välttämättömät suojaus- ja tarkkailutoimenpiteet. Näihin toimenpiteisiin sisältyvät esimerkiksi rakennuskatselmukset, alueen pohjaveden painetason valvonta, tärinävaimennukset herkkien laitteiden kohdalla sekä rakenteiden ja rakennusten painumavalvonta, jos tärinän arvellaan synnyttävän rakenteissa painumariskiä. (Ramboll Finland Oy & WSP Finland Oy, 2015, s. 66)

Taulukossa 6 on esitetty Raide-Jokerin hankesuunnitelman rakentamisvaiheistus sekä rakentamisen vaikutukset linjan 550 liikennöintiin. Rakentamisvaiheistus on numeroitu rakentamisjärjestyksessä. Huomion arvoista on, että hankesuunnitelmasta poiketen rakentamisvaiheistus voi muuttua suunnittelun edetessä.

Taulukko 6. Raide-Jokerin rakentamisen vaiheistus ja vaikutukset linjan 550 liikennöintiin (Ramboll Finland Oy & WSP Finland Oy, 2015, s. 66)

Osuus	Rakentamisvaihe	Bussilinjan 550 liikennöinti
Keilaniemi – Otaniementie	1 (tai 5)	Ei vaikutuksia bussiliikenteeseen.
Otaniementie E	1 (tai 5)	Ei vaikutuksia bussiliikenteeseen.
Otaniemen keskus	3 (tai 5)	Bussiliikenne täytyy ohjata kiertoreitille, mistä aiheutuu selviä haittoja.
Otaniementie P – Leppävaara	2 (tai 6)	Ei vaikutuksia bussiliikenteeseen. Laajalahden linjat voidaan joutua ohjaamaan lyhyeksi aikaa kiertoreitille.
Leppävaara – Pajamäki	3 (tai 6)	Ei vaikutuksia bussiliikenteelle.
Pitäjänmäentie	2	Rakentamisesta aiheutuu viiveitä bussiliikenteelle.
Eiel Saarisen tie	4	Linjaa 550 ei voida liikennöidä rakentamisen aikana, minkä vuoksi rakennustyöt on luontevaa ajoittaa viimeiseen vaiheeseen ja mahdollisimman paljon kesäkausille. Voidaan harkita rakentamista siten, että työmaa seisoo talvikauden. Linjalle 550 ei ole luontevaa kiertoreittiä, jolta olisi hyvät vaihtoyhteydet juniin. Linjat 41 ja 552 joudutaan ohjaamaan kiertoreitille, mikä osin pidentää matka-aikoja ja kävelymatkoja.
Ilkantie kiertoliittymä – Käskynhaltijantie	1	Rakentamisesta aiheutuu viiveitä bussiliikenteelle.
Norrtäljentie	2	Linja 550 voidaan ohjata tarvittaessa rakennustöiden ajaksi Siltavuodintielle.
Maaherrantie	4	Linjaa 550 ei voida liikennöidä rakentamisen aikana, minkä vuoksi rakennustyöt on luontevaa ajoittaa viimeiseen vaiheeseen ja mahdollisimman paljon kesäkausille. Mahdollisesti katua voidaan rakentaa toinen puoli kerralla, jolloin liikennöintiä ei tarvitse koko rakennustöiden ajaksi ohjata muualle. Esim. Vantaanjoen silta voidaan rakentaa kahdessa vaiheessa siten, että ensin rakennetaan jalankulun ja pyöräilyn silta, jota bussilinja käyttää. Kiertoreitti kulkee Oulunkyläntien, Kunnalliskodintien ja Viikintien kautta.
Viikinkaari	4	Bussiliikenne täytyy ohjata kiertoreitille Viikintielle, mistä aiheutuu haittoja.
Viikintie – Itäkeskus	3	Ei merkittäviä vaikutuksia bussiliikenteeseen.
Itäkeskuksen terminaali	4	Rakentamisesta aiheutuu haittaa terminaalien toimivuudelle, koska vasta linjan 550 myötä terminaalista vähentyy bussiliikennettä.

6 RAIDE-JOKERIN TILAPÄISTEN LIIKENNEJÄRJESTELYJEN PERIAATTEET

6.1 Yleistä

Raide-Jokerin rakentamisen aikaisilla työmailla on huomattava vaikutus pääkaupunkiseudun liikenteeseen. Tärkeänä tavoitteena on rakentamisen aikaisten haittavaikutusten minimointi tilapäisten liikennejärjestelyjen suunnittelussa. Tilapäisten liikennejärjestelyjen suunnittelu aloitettiin alustavasti jo kehitysvaiheessa yleissuunnitelmatasolla, jolloin suunnittelussa huomioitiin työmaiden vaiheistukseen liittyvät reunaehdot ja liikenteelliset vaikutukset. (Raide-Jokeri, 2019a)

Hankkeen kustannus- ja aikataulutehokkaan toteuttamisen vuoksi on päädytty esittämään rakentamisen ajaksi poikkeuksellisia liikennejärjestelyjä, kuten katujen sulkemista, joko kokonaan tai joiltakin liikennemuodoilta. Katujen sulkeminen mahdollistaa suuret yhtenäiset työalueet, joten rakentaminen nopeutuu ja monet riskit pienenevät. Katujen sulkeminen edellyttää, että kiertoreitti vastaa järjestelyiltään suljettavan kadun toiminnallista luokkaa ja sen toimivuus on varmistettu, kaikille kiinteistöille kulkeminen on mahdollista ja pelastusreitit on huomioitu. Lisäksi myös HSL:n on hyväksyttävä rajoitukset sekä kiertoreitit. (Raide-Jokeri, 2019a)

Katuja on jaoteltu kolmeen eri ryhmään:

- Suljettavat kadut, mihin on saatu suostumus kaupungilta ja HSL:ltä
- Kadut, joilla rajoitetaan liikennettä merkittävästi ja toimivuus heikenee pitkäaikaisesti
- Normaalit tilapäiset liikennejärjestelyt, joissa rajoitukset ovat lyhyitä tai järjestelyistä ei aiheudu haittaa liikenteen toimivuudelle.

Katujen sulkemisen yleisinä hyötyinä voidaan pitää:

- Liikenneturvallisuus paranee, erityisesti paremmat ratkaisut mahdollisia jalankululle ja pyöräliikenteelle
- Opastetut kiertoreitit parantavat liikenteen ennustettavuutta ja toimivuutta
- Kadun rakentamisen aikataulu on nopeampi
- Työmaan turvallisuus paranee
- Työmaalogistiikka paranee
- Vaikutus rakentamisen laatuun, muun muassa työsaumat ja materiaalihävikki vähenee
- Kustannussäästöt.

Tilapäisten liikennejärjestelyjen vaikutusten arviointi on aloitettu rakentamisen aikataulua ja vaiheistusta laadittaessa ja arviointia jatketaan suunnitelmien tarkentuessa. Haastavimmissa kohteissa on tutkittu vaihtoehtoisia järjestelyitä sekä selvitetty järjestelyiden vaikutuksia. Vaikutuksia on

tutkittu muun muassa verkollisilla tarkasteluilla ja toimivuustarkasteluilla. Verkollisissa tarkasteluissa on tutkittu, minne liikenne suljetuilta kaduilta ohjautuu. Toimivuustarkasteluissa on selvitetty liittymien ja käytössä olevien katujen ruuhkautumista sekä linja-autoille aiheutuvia viiveitä. (Raide-Jokeri, 2019a)

Lisäksi vaikutusten arvioinnissa on ollut tavoitteena järjestää myös jalan- kululle ja pyöräliikenteelle turvallisia reittejä. Reittien suunnittelussa huomioidaan reittien nykyinen luokka ja priorisoidaan tärkeimmät ja käyttäjämääriltään suurimmat reitit. Vaikutusten arviointia on kaikkien liikenne- muotojen lisäksi arvioitu myös turvallisuuden, esteettömyyden, toimivuuden, kustannusten ja riskien näkökulmasta. Lisäksi suunnittelun edetessä tilapäisiä liikennejärjestelyjä käydään läpi kaupunkien lupatarkastajien ja HSL:n kanssa. (Raide-Jokeri, 2019a)

6.2 Tavoitteiden kuvaus

Tilapäisten liikennejärjestelyiden osalta Raide-Jokerin tavoitteena ovat sujuvat tilapäiset liikennejärjestelyt ja myönteinen julkisuuskuva. Näille tavoitteille on annettu kehitysvaiheessa avaintulosaluemittareita, joissa tarkastellaan avaintulosaluemittarin toteutuvuutta hankkeen aikana. Liikenteen sujuvuudella mitataan työn aikana tilapäisten liikennejärjestelyiden toimivuutta. (Raide-Jokeri, 2018)

Hankkeen strategisista tavoitteista johdettuna tilapäiset liikennejärjestelyt ovat laaja-alainen konsepti, jonka kulmapisteet ovat (Raide-Jokeri, 2018):

- Turvallisuus ja selkeys
- Liikenteen sujuvuus
- Selkeä viestintä
- Työskentelyn tehokkuus
- Toteutus- ja ylläpitokustannukset

Raide-Jokerin tilapäisten liikennejärjestelyjen konseptissa on laadittu periaatteet, joita noudattamalla tavoitteet saavutetaan.

6.2.1 Turvallisuus ja selkeys

Tilapäisten järjestelyjen ennakoitavuus, työntekijöiden sekä kaikkien kaupunkilaisten turvallisuus ovat olennaisia tilapäisissä liikennejärjestelyissä. Erialaisten kohderyhmien osalta tilapäisten liikennejärjestelyjen on oltava ymmärrettäviä, ja niiden tiedotuksen on oltava monipuolista. Tilapäisten liikennejärjestelyjen ajantasaisuus sekä ylläpito ovat merkittäviä turvallisuustekijöitä, koska esimerkiksi eksynyt tienkäyttäjä saattaa vahingossakin oikaista vaarallisesta paikasta ja ajautua työmaalle. Varsinkin tällaisten tilanteiden syntymistä on ehkäistävä. (Raide-Jokeri, 2018)

6.2.2 Liikenteen sujuvuus

Liikenteen sujuminen on tärkeää paikallisesti ja alueellisesti, että liikenne sujuu, sillä Raide-Jokerin rakentamisen vaikutusalue on laaja ja työmaita on käynnissä monia samanaikaisesti. Raide-Jokeri hankkeen tavoitteissa yhtenä mittarina ovat nykyisen linjan 550 käytettävyys ja nykyisten matkustajien tyytyväisyys. Lisäksi on tärkeää huomioida ajoneuvoliikenteen toimivuus häiriöherkillä päävaylillä. Kaikkien kohderyhmien poikkeavat tarpeet sisällytetään toimivaksi kokonaisuudeksi. Tilapäisten liikennejärjestelyjen tiedotus on myös oleellinen osa liikenteen sujuvuutta. (Raide-Jokeri, 2018)

Kuvassa 5 on esitetty liikenteen sujuvuuden kannalta erilaisia kohderyhmiä, kuten joukkoliikenne, ajoneuvoliikenne, jalankulku, pyöräliikenne, erikoiskuljetukset ja pelastusajoneuvot. Näiden kohderyhmien toiminnallisuuden osalta tärkeitä tekijöitä ovat muun muassa reittien jatkuvuus, esteettömyys, muuttumattomuus, kunnossapidettävyyys ja vaihtoehtoiset ohikulkureitit. (Raide-Jokeri, 2018)

<p>Erilaiset kohderyhmät:</p> <ul style="list-style-type: none"> Joukkoliikenne Ajoneuvoliikenne Jalankulku Pyöräliikenne Erikoiskuljetukset, pelastuslaitos jne. 	<p>Toiminnallisuus:</p> <ul style="list-style-type: none"> Reittien jatkuvuus Esteettömyys Muuttumattomuus Kunnossapidettävyyys Vaihtoehtoiset ohikulkureitit
--	--

Kuva 5. Liikenteen sujuvuuden erilaiset kohderyhmät sekä niiden toiminnallisuus (Raide-Jokeri, 2018)

Työmaan ohittavan kulkureitin selkeys tai ennakkoon annettu vaihtoehtoinen kulkureitti ovat tärkeitä työmaan ohittavalle tienkäyttäjälle. Työmaalle ja työmaan ohittavalle liikenteelle on vain eduksi, mikäli työmaan ohi kulkevaa liikennettä saadaan osin ohjattua vaihtoehtoisille kulkureiteille. Erityisesti satunnaiselle tienkäyttäjälle oleellista ovat selkeät kulkureitit, esimerkiksi pyöräliikenteen reitit ja pysäkillä menevän reitin merkitseminen väreillä tai symboleilla. (Raide-Jokeri, 2018)

Työmaiden ympäristössä muuttuneiden kulkureittien on oltava esteettömiä tai korvaavan kulkureitin esteetön ja kaikkien asukkaiden käytössä. Opastuksessa täytyy ottaa huomioon kielivaatimukset sekä eri ikäryhmät, jolloin opastuksen tavoitteena on käyttää yleismaailmallisia symboleja. (Raide-Jokeri, 2018)

Kulkureittien yhtenäisyys on tärkeää työmaan eri vaiheissa. Raide-Jokerin rakentamisen aikaisten työmaiden yhtenäiset käytännöt, opastus sekä mahdollisemman muuttumattomat liikennejärjestelyt helpottavat liikenteen sujuvuuden lisäksi myös työmaiden turvallisuutta. Lisäksi työmaalla työskentelevät henkilöt perehdytetään toimimaan tilapäisten liikennejärjestelyjen kanssa. (Raide-Jokeri, 2018)

6.2.3 Selkeä viestintä

Selkeällä viestinnällä pyritään siihen, että Raide-Jokerin rakentamisen aikaisissa tilapäisissä liikennejärjestelyissä pidetään yllä vuorovaikutusta oikea-aikaisesti sidosryhmien kanssa ja että tulevista liikennejärjestelyistä tiedotetaan tarpeeksi kattavasti. Lisäksi viestintää on tarpeen eritellä esimerkiksi yksi vaihe kerrallaan, ja että seuraavista vaiheista tiedotetaan alustavasti. Näin vältetään liiallista informaatiota yhdellä kerralla. (Raide-Jokeri, 2018)

6.2.4 Työskentelyn tehokkuus

Raide-Jokerin toteutuksen aikataulu- ja kustannustehokkuuden takia on ratkaisevaa, että työmaat ovat toimivia kokonaisuuksia. Työmaavaiheiden vaatimat tilapäiset liikennejärjestelyt suoritetaan mahdollisemman isoina pysyvinä kokonaisuuksina, huomioiden kuitenkin liikenteen sujuvuus sekä turvallisuus. (Raide-Jokeri, 2018)

6.2.5 Toteutus- ja ylläpitokustannukset

Isot ja pysyvät kokonaisuudet tilapäisissä liikennejärjestelyissä vähentävät liikennejärjestelyiden muutostarpeita. Tällä turvataan lisäksi toteutuksen kokonaistaloudellisuus ja kulkureittien yhteneväisyys. Lisäksi työmaiden suunnittelussa tavoitellaan hyviä edellytyksiä talvikunnossapidolle ja puhtaanapidolle. (Raide-Jokeri, 2018)

6.3 Tavoitteiden mittaaminen

6.3.1 Avaintulosalueet

Avaintulosalueet ovat allianssimallin keino toteuttaa kustannustavoitteen lisäksi muita tärkeäksi valittuja aihealueita niin sanottujen pehmeiden arvojen tavoitteilla. Avaintulosalueet sekä niiden tavoitteet ja mittarit ovat oleellinen osa allianssimallin kannustinmallia sisältäen sekä bonus- että sanktioaiheita. (Raide-Jokeri, 2019b)

Avaintulosalueiden mittarit mitataan asteikolla -100 - +100, jossa arvo -100 vastaa täydellistä epäonnistumista, arvo 0 hyvää suoritusta ja arvo +100 erinomaista onnistumista. Tulosten arvioinnissa yksittäiset tavoitteet lasketaan ensimmäisenä, sen jälkeen kerrotaan painokertoimilla ja viimeiseksi lasketaan yhteen eri mittareiden painotetut tulokset. (Raide-Jokeri, 2019b)

Tilaaaja on asettanut Raide-Jokerin avaintulosalueiden tavoitteet jo hankevalmisteluvaiheessa. Allianssiosapuolet ovat määrittäneet hankkeen avaintulosalueet ja niiden tavoitteet kehitysvaiheen allianssisopimuksessa.

Myös allianssiosapuolet ovat asettaneet hankkeelle positiiviset ja negatiiviset muutostekijät. Mittareilla arvioidaan allianssin suoriutumista, joten muiden toimijoiden ja allianssin vaikutuspiiriin kuulumattomat tekijät poistetaan arvioinnista. (Raide-Jokeri, 2019b)

6.3.2 Tilapäisten liikennejärjestelyjen avaintulosaluemittari

Raide-Jokerin hankkeen strategisten tavoitteiden kautta on kehitetty avaintulosaluemittareita (ATA-mittari), joilla mitataan Raide-Jokeri -hankkeen toimintaa. Tilapäisiin liikennejärjestelyihin kuuluva mittari on:

- Suunnittelemattomat liikennehäiriöt ja yhteiskunnalliset häiriöt

Tässä mittarissa mitataan negatiivista muutostekijää, jossa seurataan työmaan aiheuttamia merkittäviä poikkeamia linjan 550 liikennöinnissä sekä muita yhteiskunnallisia häiriöitä. Toisena mittaustapana mitataan ennakoosuunnittelusta poiketen (vähintään viikko aikaisemmin) Raide-Jokerin rakentamisesta aiheutuvaa merkittävää ennakoimatonta haittaa joukkoliikenteelle, esimerkiksi kun linjan 550 varrella katu on poikki suunnittelemattomasti yli tunnin ajan. Kolmantena mittaustapana mitataan ennakoosuunnittelusta poiketen (vähintään viikkoa aikaisemmin) pysäkin siirto matkustajien kannalta epäsuotuisaan kohtaan, esimerkiksi pysäkki siirretään pidemmälle kuin näköetäisyydelle tai yli 100 metrin etäisyydelle sovitusta paikasta. (Raide-Jokeri, 2019b)

Raide-Jokerin rakentamisen aikaisia yhteiskunnallisia häiriöitä ovat (Raide-Jokeri, 2019b):

- Iso vesijohtohäiriö, josta aiheutuu jakeluhäiriö
- iso sähkölinjavaurio, josta aiheutuu jakeluhäiriö
- Iso kaasuputkivaurio, josta aiheutuu jakeluhäiriö
- Iso jäteviemärihäiriö
- Valtion hallinnoimille väylille merkittävä suunnittelematon liikennehäiriö
 - Maanteillä, yksi ajosuunta pois käytöstä vähintään neljä tuntia
 - Rataosuuksilla, yksi raide pois käytöstä vähintään neljä tuntia.

Mittarissa saa miinuspisteitä seuraavasti (Raide-Jokeri, 2019b):

- -1 piste / 5 kappaletta yllä kuvattu joukkoliikennehäiriö
- -1 piste / jokainen yhteiskunnallinen häiriö
- Maksimipistemäärä on -5 pistettä.

Mittaria seurataan puolivuositain ja seuranta päättyy ja toteuma maksetaan, kun kaikki työkohteet on luovutettu.

6.4 Tilapäisten liikennejärjestelyjen viestintä

6.4.1 Viestintä tilapäisissä liikennejärjestelyissä

Raide-Jokerin tilapäisten liikennejärjestelyjen viestinnässä noudatetaan hankkeen viestintästrategiassa asetettuja viestinnän tavoitteita (Raide-Jokeri, 2018):

- Tiedotetaan avoimesti, riittävästi ja ennalta rakentamisen aikaisista vaikutuksista sekä siitä, mitä työmailla tapahtuu. Häiriöiden vaikutukset huomioidaan asukkaiden ja yritysten arjessa
- Raide-Jokerin merkitystä korostetaan pääkaupunkiseudun poikkeuksellaisena joukkoliikenteenä sekä kaupunkien kestäväälle kehitykselle
- Kohderyhmien tiedontarpeisiin vastataan aktiivisella ja vuorovaikutteisella viestinnällä
- Varaudutaan mahdollisiin kriisitilanteisiin ja niiden hallintaan.

Tilapäisten liikennejärjestelyjen viestinnässä korostuu seuraavat periaatteet (Raide-Jokeri, 2018):

- Avoimuus, jossa tarjotaan luotettavaa ja oikea-aikaista informaatiota hankkeen etenemisestä ja sen vaikutuksista
- Kuuntelu, jossa huomioidaan ja kuunnellaan kohderyhmien tarpeita
- Viestintä monikanavaisesti ja ymmärrettävästi, jolloin jaetaan tietoa kohderyhmille tutuissa kanavissa
- Kohdennettu viestintä, jossa erotetaan suuren yleisön ja rakentamisen lähialueilla toimivien erilaiset tiedontarpeet.

6.4.2 Viestinnän vastuunjako viestintäryhmän ja työmaalohkojen kesken

Lohkokohtaisessa viestintäsuunnitelmassa tarkennetaan lohkoilla tapahtuvan viestinnän toteuttamista ja eri tehtävien vastuunjakoa viestintäryhmän ja lohkojen välillä. Lisäksi lohkokohtaiset viestintäsuunnitelmat ottavat kantaa tilapäisten liikennejärjestelyjen viestintään. Viestintäsuunnitelma tehdään lohkon ja viestinnän yhteistyöllä ennen rakentamisen aloitusta. Kullakin lohkolla on oma viestintävastaavansa, jonka tehtävänä on laatia viestintäsuunnitelma yhdessä lohkopäällikön kanssa. (Raide-Jokeri, 2018)

Viestintäsuunnitelmassa täsmennetään viestinnän lähtökohdat. Siinä kerrotaan, mitä töitä lohkolla tehdään, millaisia vaikutuksia töillä on lähialueen asukkaille ja yrityksille sekä millaisia liikennejärjestelyjä ja haittoja urakoiden eri vaiheissa syntyy. Lisäksi viestintäsuunnitelmassa määritetään lohkon ulkoiset kohderyhmät sekä kenen vastuulla on olla kohderyhmiin yhteydessä. (Raide-Jokeri, 2018)

Ennen rakentamisen lupapäätöstä käydään keskusteluita muun muassa HSL:n, Espoon ja Helsingin kaupunkien, Väyläviraston, ELY-keskuksen, pelastusviranomaisten ja operaattorien kanssa. Näistä keskusteluista vastaa pääasiassa lohko. Keskusteluita sidosryhmien kanssa jatketaan lupapäätösten jälkeenkin. (Raide-Jokeri, 2018)

Lupapäätöksen jälkeen käynnistyy laajempi viestintä tilapäisiin liikennejärjestelyihin liittyen. Viestintää tehdään ennakoivasti ennen rakentamisen alkua sekä töiden aikana tarpeen mukaan. Lohkon vastuulla on tilata ennen töiden alkua opastaulut ja infokartat. Viestintä ja lohko laativat yhteistyössä asuntoihin ja yrityksiin jaettavat tiedotteet sekä medialle menevät lehdistötiedotteet, joita laaditaan ennen töiden alkamista ja työn aikana tarvittaessa. Viestinnän vastuulla on hoitaa tilapäisten liikennejärjestelyjen tiedotus käyttämällä Raide-Jokerin viestintäkanavia, kuten verkkosivuja, sosiaalisen median kanavia sekä uutiskirjettä. Lisäksi hyödynnetään HSL:n ja Raide-Jokerin allianssikumppaneiden kanavia liikennejärjestelyjen viestinnässä. Tilanteen mukaan järjestetään erillisiä yritys- ja yhteisövierailuja. (Raide-Jokeri, 2018)

6.4.3 Tilapäisten liikennejärjestelyjen palautteet

Raide-Jokerin palautteenkäsittelyn konseptin mukaan palautteisiin vastataan kahden arkipäivän kuluessa. Ensisijainen palautekanava on kartta-pohjainen palautepalvelu Raide-Jokerin verkkosivuilla, johon pyritään ohjaamaan kaikki palaute. Raide-Jokeria koskevat palautteet HSL:n, Espoon ja Helsingin kaupunkien palautekanavista ohjataan Raide-Jokerille tiedoksi. Raide-Jokerin organisaatio vastaa palautteisiin, jos alkuperäisellä vastaanottajalla ei ole tarvittavaa tietoa palautteeseen vastaamiseen. (Raide-Jokeri, 2018)

Lohkoilla nimetään vastuuhenkilöt, jotka viestintäryhmän kanssa yhdessä vastaavat Raide-Jokerille tulleisiin palautteisiin. Viestintäryhmän jäsen on mukana lohko-kohtaisissa viikoittaisissa kokouksissa, joissa myös käydään läpi tulleita palautteita ja palautteiden pohjalta tehtyjä ja tehtäviä toimenpiteitä. (Raide-Jokeri, 2018)

Työmailla pyritään mahdollisuuksien mukaan tuomaan esille Raide-Jokerin palautekanavaa esimerkiksi siten, että palautekanavalle ohjaava QR-koodi integroidaan työmaan infotauluihin tai työmaa-aitoihin. Lisäksi työmailla on jaettavia infokortteja, joissa on osoite palautekanavalle. Mikäli työmaalla saadaan suoraan palaute esimerkiksi ohikulkijalta, palaute kirjataan työmaalla joko itse palautejärjestelmään tai ohjataan palautteen antaja palautekanavalle. Nämä käytännöt ovat yhtenäisiä jokaisella työmaalla. Näiden lisäksi Raide-Jokerilla on käytössä häiriöpäivystys, jonka pääasiallisena tehtävänä on vuorokauden ajasta riippumatta rikkoutuneiden tai vaaralliseksi todettujen liikennejärjestelyjen korjaus. (Raide-Jokeri, 2018)

6.5 Linja-autoliikenteen kiertoreitit ja tilapäiset pysäkit

Rakentamisen aikaiset linja-autoliikenteen poikkeusreititarpeet määritellään yhteistyössä HSL:n kanssa. Rakentamisesta aiheutuvat poikkeusreitit ja linja-autoliikenteen aikataulumuutokset ennakoidaan yhdessä HSL:n kanssa. Töiden aloitukseen valmistaudutaan yhdessä niin, että linja-autoliikenteen poikkeusjärjestelyjen suunnittelulle ja käyttöönotolle jää tarpeeksi valmisteluaikaa. Lisäksi tarvittaessa linja-autoliikenteen poikkeusreitit koeajetaan. (Raide-Jokeri, 2018)

Linja-autoliikenteen pysäkkien siirtyessä linjan 550 osalta pysäkit ovat runkolinjan ilmeen mukaisia (oranssi väritys), jotta joukkoliikenteen käyttäjät tunnistavat linjan 550 pysäkit tilapäisjärjestelyistä riippumatta. Kiertoreitillä oleva pysäkki voidaan toteuttaa nykyisen pysäkkikatoksen siirtona tai nykyisen muun linjan pysäkkiä hyödyntämällä, jolloin kyseisen katoksen ilme muuttuu linjan 550 ilmeen mukaiseksi. (Raide-Jokeri, 2018)

7 TYÖMAIDEN VAIKUTUKSET JOUKKOLIIKENTEeseen

7.1 Tutkimuksen tausta

Tässä tutkimuksessa tutkittiin Pirkkolantien sulkemisesta, Varikkotien sulkemisesta ja Pitäjänmäentien työmaista johtuvia ajoaikaviiveitä, ajamattomia lähtöjä, matkustajamääriä sekä lopuksi laskettiin jokaiselle tapauskohteelle joukkoliikenteelle aiheutuneet yhteiskuntataloudelliset vaikutukset pahimmalta viikolta ajoaikaviiveen näkökulmasta.

Ajoaikojen näkökulmasta ajoaikaviiveet eivät ole ehdottomia matkustajille aiheutuvia viivästyksiä, vaan ne ovat toteutuneiden linja-autopysäkkien välisten ajoaikojen eroja aikataulun mukaisiin pysäkkien välisiin ajoaikoihin.

Pirkkolantien vaikutuksia tutkittiin maaliskuussa 2019, Varikkotien vaikutuksia heinäkuussa 2019 ja Pitäjänmäentien vaikutuksia syyskuussa 2019. Ajoaikoja tutkittiin pysäkkiväleittäin maanantai–torstai -lähdöillä ajosuunnittain, jolloin työmaa-alueet jäivät tutkittavien pysäkkivälien sisäpuolelle. Ajamattomia lähtöjä vertailtiin ajosuunnittain maanantai–torstai -lähdöillä tapauskohteiden ajalta sekä vertailtiin ajamattomia lähtöjä vuoden 2018 saman ajanjakson ajalta maanantai–torstai -lähdöiltä. Matkustajamääriä tutkittiin ajosuunnittain maanantai–torstai -lähdöillä tapauskohteiden ajanjaksolta sekä vertailtiin vuoden 2018 matkustajamääriä samalta ajanjaksolta maanantai–torstai -lähdöiltä. Asiakaspalautteista tutkittiin tapauskohteiden ajalta linjalle 550 kohdistuneiden asiakaspalautteiden aihealueet. Lopuksi selvitettiin työmaiden vaikutuksia muihin linja-autoliikenteen linjoihin, liikennöitsijälle aiheutuneita kustannuksia kohdetapausten osalta sekä linja-autoliikenteen poikkeusreittien kustannuksia.

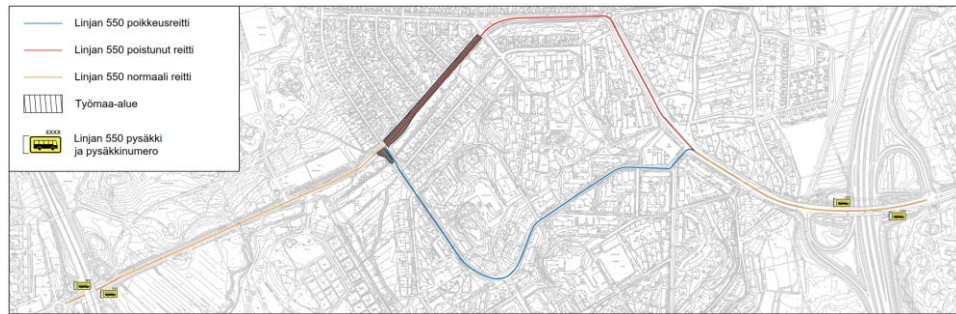
Työmaiden vaikutuksia tarkasteltaessa suunta 1 on Itäkeskuksesta Westendinasemalle ja suunta 2 on Westendinasemalta Itäkeskukseen.

7.2 Pirkkolantie, Helsinki

Pirkkolantien työmaa alkoi helmikuussa 2019. Tällöin työt aloitettiin kunnallisteknisten putkien ja johtojen siirroilla tulevan pikaraitiotien ja asuinrakentamisen alta. Maaliskuussa 2019 Pirkkolantie suljettiin välillä Metsäpurontie–Maunulantie, jolloin linja-autolinjoille astui voimaan kiertotie Metsäpurontien kautta.

Pirkkolantien työmaan vaikutuksia linjalle 550 tutkittiin maaliskuun ajan maanantai–torstai -lähdöillä, jolloin vaikutuksia tutkittiin 16 päivältä. Linjan 550 ajoaikoja tutkittiin suunnan 1 pysäkkien H2233 (Tuusulanväylä) ja H1639 (Hämeenlinnanväylä) välillä sekä suunnassa 2 H1638 (Hämeenlinnanväylä) ja H2232 (Tuusulanväylä) pysäkkien välillä.

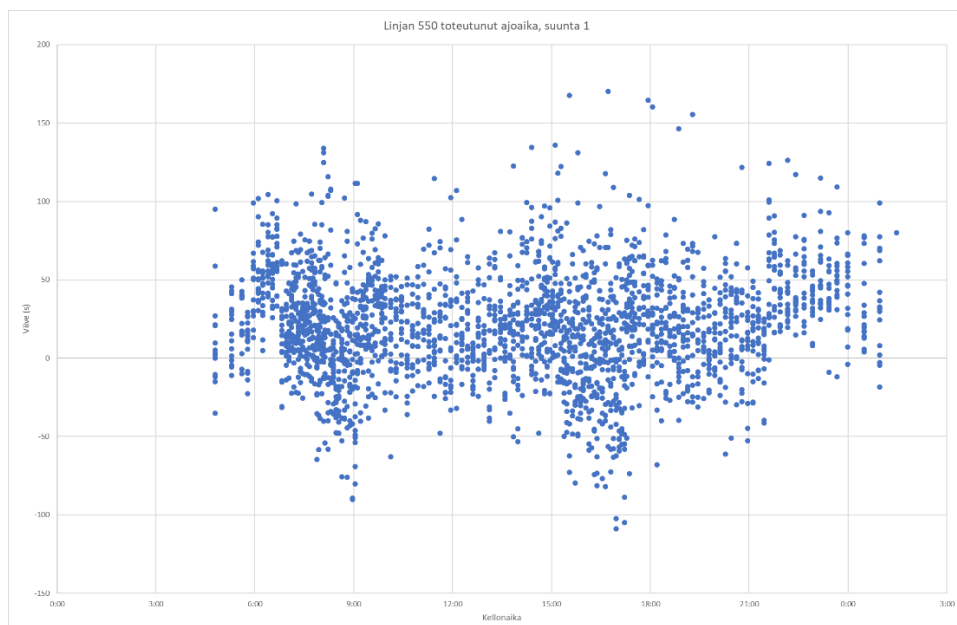
Kuvassa 6 on esitetty Pirkkolantien työmaa-alueet sekä linjan 550 reitit ja tutkittavat pysäkit.



Kuva 6. Pirkkolantien työmaa, linjan 550 reitit ja tarkasteltavien pysäkkien sijainnit

7.2.1 Ajoajat

Kuvassa 7 on esitetty linjan 550 suunnan 1 toteutuneen ajoajan ja aikataulun mukaisen ajoajan erotus tutkittujen pysäkkien välillä. Linjan 550 toteutunut ajoaika on vaihdellut aikataulun mukaiseen ajoaikaan nähden sekä ajoaikojen hajonta on ollut suurempaa varsinkin ruuhka-aikoina. Ajoika-viive pysäkkien välillä on pysytellyt suurimmilta osin noin 0-50 sekunnissa, mutta kuvasta löytyy myös useamman minuutin myöhästymisiä ja etuajassa ajamista. Ilta-aikaan on suurimmaksi osin ajettu myöhässä suunniteltuun aikatauluun nähden. Ajoaikoja on muodostunut tutkitulta ajanjaksoilta 2 487 kappaletta.



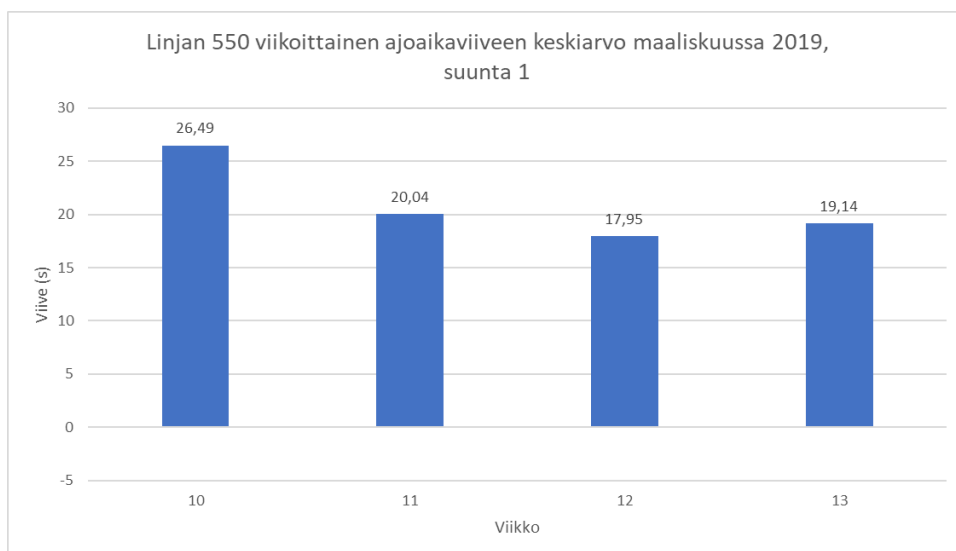
Kuva 7. Linjan 550 toteutunut ajoaika maaliskuussa 2019, suunta 1

Kuvassa 8 on esitetty linjan 550 viikoittaisen ajoikaviiveen keskiarvo suunnassa 1 tutkittujen pysäkkien välillä. Viikolla 10 on ollut keskimääräisesti

eniten ajoaikaviivettä. Tähän syynä voidaan pitää Pirkkolantien sulkua ja kiertotien käyttöönottoa Metsäpuronttiellä, jonne ajoneuvoliikenne Pirkkolantien suljetulta osalta on ohjattu. Seuraavien viikkojen keskimääräinen ajoaikaviive on pysynyt noin 20 sekunnissa.

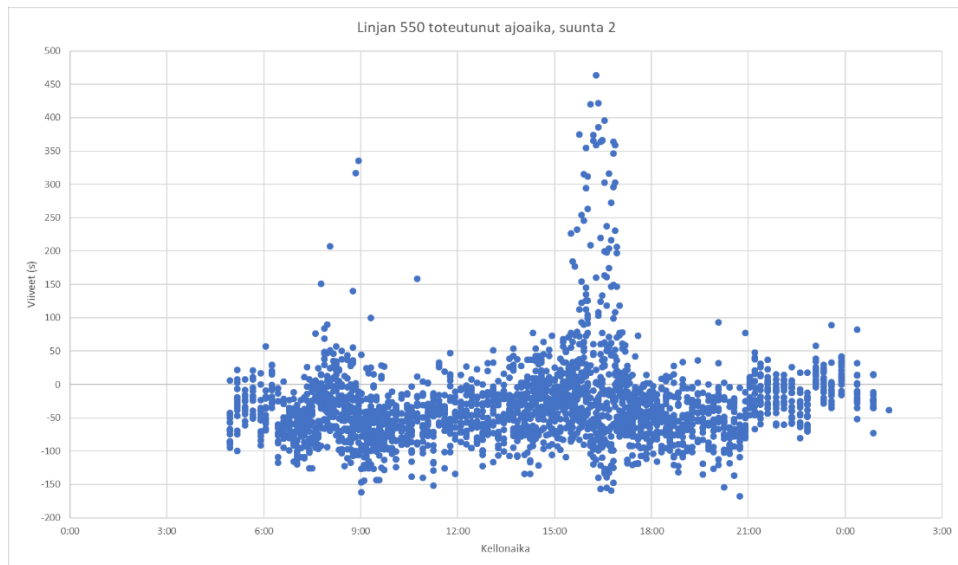
Ajoaikoja muodostui viikoittain seuraavanlaisesti:

- Viikko 10: 622 kappaletta
- Viikko 11: 622 kappaletta
- Viikko 12: 624 kappaletta
- Viikko 13: 619 kappaletta.



Kuva 8. Linjan 550 viikoittainen ajoaikaviiveen keskiarvo maaliskuussa 2019, suunta 1

Kuvassa 9 on esitetty linjan 550 suunnan 2 toteutuneen ajoajan ja aikataulun mukaisen ajoajan erotus tutkittujen pysäkkien välillä. Linjan 550 toteutunut ajoaika on vaihdellut aikataulun mukaiseen ajoikaan nähden sekä ajoaikojen hajonta on ollut suurempaa varsinkin iltapäivän ruuhka-aikana. Iltapäivän ajoikahajonta on voinut johtua kiertoreitin ruuhkautumisesta sekä Metsäpurontien ja Pakilantien risteyksen liikennevaloista. Suurimilta osin etuajassa ajamista on esiintynyt linjalla 550 tarkasteluvälin aikana. Ajoaikoja on muodostunut tutkitulta ajanjaksolta 2 480 kappaletta.

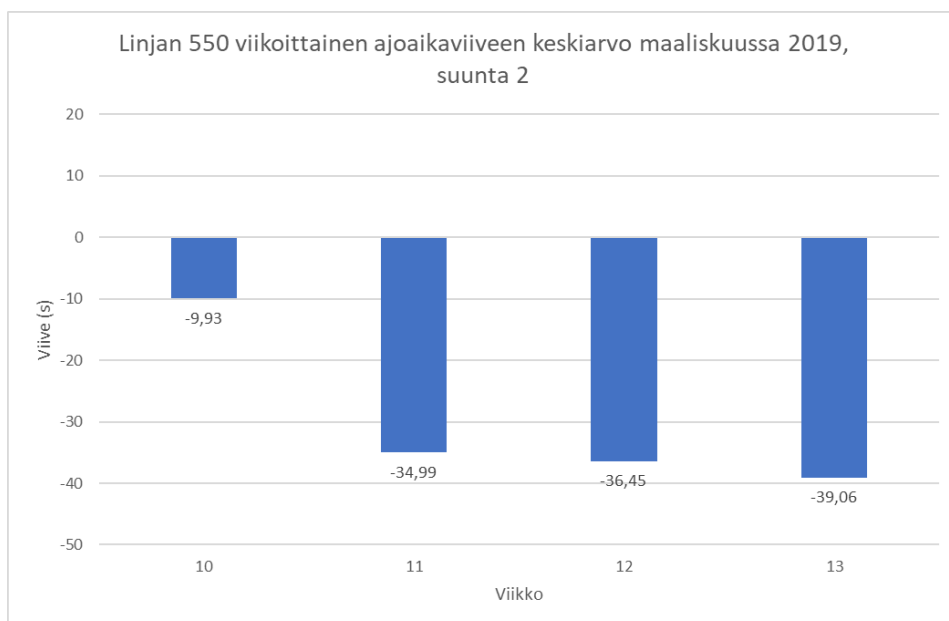


Kuva 9. Linjan 550 toteutunut ajoaika maaliskuussa 2019, suunta 2

Kuvassa 10 on esitetty linjan 550 viikoittaisen ajoaikaviiveen keskiarvo suunnassa 2 tutkittujen pysäkkien välillä. Etuajassa ajamista on ollut paljon, joten viikoittaisen ajoaikaviiveen keskiarvo on miinusmerkinen. Huomion arvoista on se, että vaikka viikolla 10 otettiin linjan 550 kiertotie käyttöön, on etuajassa ajaminen lisääntynyt seuraavina viikkoina noin 25–30 sekunnilla viikosta 10. Tämä voi johtua esimerkiksi liikennevirran muutoksesta, jolloin muu autoliikenne on siirtynyt käyttämään muita vaihtoehtoisia reittejä.

Ajoaikoja muodostui viikoittain seuraavanlaisesti:

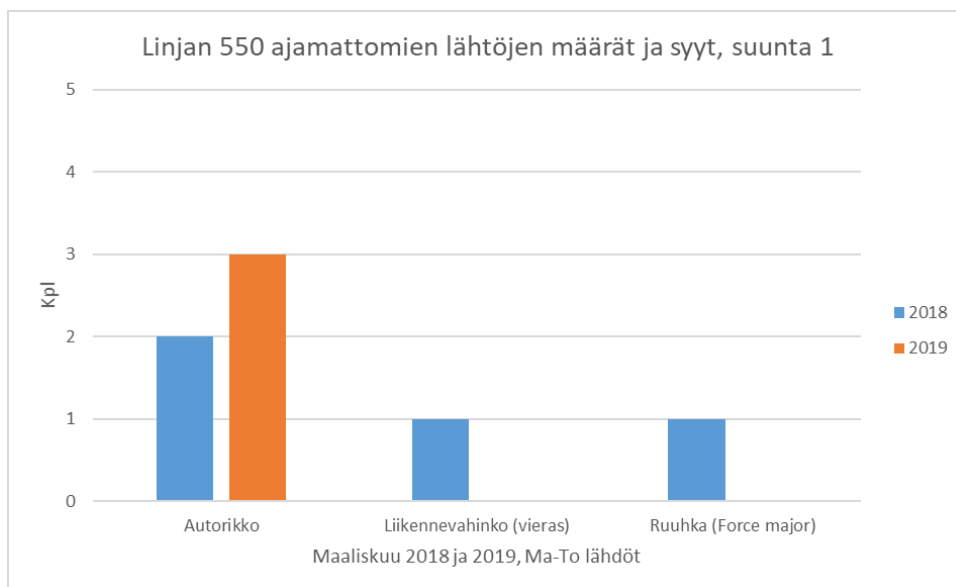
- Viikko 10: 613 kappaletta
- Viikko 11: 624 kappaletta
- Viikko 12: 623 kappaletta
- Viikko 13: 620 kappaletta.



Kuva 10. Linjan 550 viikoittainen ajoaikaviiveen keskiarvo maaliskuussa 2019, suunta 2

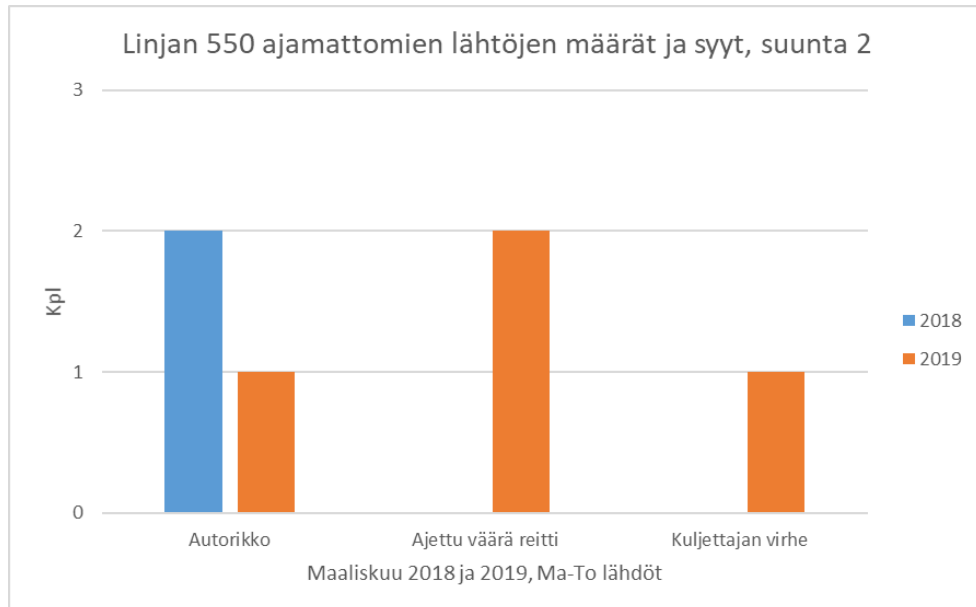
7.2.2 Ajamattomat lähdöt

Kuvassa 11 on kuvattuna linjan 550 ajamattomat lähdöt suunnassa 1 vuosien 2018 ja 2019 maaliskuussa. Ajamattomien lähtöjen määrä on vähentynyt yhdellä vuonna 2019. Yleisin syy on ollut molempina vuosina ajoneuvon rikkoutuminen, jolloin seuraava lähtö on peruuntunut.



Kuva 11. Linjan 550 ajamattomat lähdöt maaliskuussa 2018 ja 2019, suunta 1

Kuvassa 12 on kuvattuna linjan 550 ajamattomat lähdöt suunnassa 2 vuosien 2018 ja 2019 maaliskuussa. Ajamattomat lähdöt ovat lisääntyneet vuonna 2019 verrattuna vuoteen 2018. Huomionarvoista on, että vuonna 2019 maaliskuussa on ollut kaksi kappaletta sellaisia tilanteita, jolloin linja 550 on ajautunut väärälle reitille, ja seuraava lähtö on peruuntunut. Ajamattomista lähdöistä ei käy ilmi, ovatko kyseiset ajamattomat lähdöt johduneet Raide-Jokerin työmaista vai onko ollut kyseessä jokin muu syy.

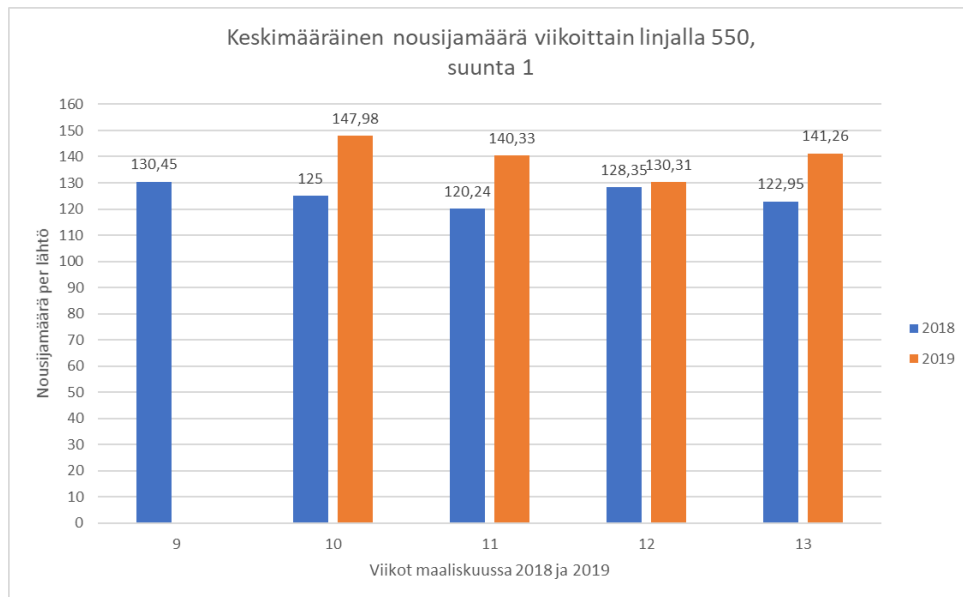


Kuva 12. Linjan 550 ajamattomat lähdöt maaliskuussa 2018 ja 2019, suunta 2

7.2.3 Matkustajamäärät

Kuvassa 13 on kuvattuna linjan 550 suunnan 1 keskimääräiset nousijamäärät viikoittain lähtöä kohden vuosien 2018 ja 2019 maaliskuussa. Keskimääräiset nousijamäärät viikoittain ovat nousseet vuodesta 2018 vuoteen 2019. Osasyynä voidaan pitää Tapiolan linja-autoterminaalien käyttöönottoa viikolla 10 vuonna 2019, jolloin linjalta 550 muodostui vaihtoyhteys Tapiolan metroasemalle. Suunnassa 1 vuonna 2018 maaliskuun keskimääräinen nousijamäärä oli 125,40 lähtöä kohden, ja vuonna 2019 maaliskuun keskimääräinen nousijamäärä oli 140 lähtöä kohden. Kuvasta puuttuu vuoden 2019 viikko 9, koska viikko 9 on ollut tarkasteluajan ulkopuolella.

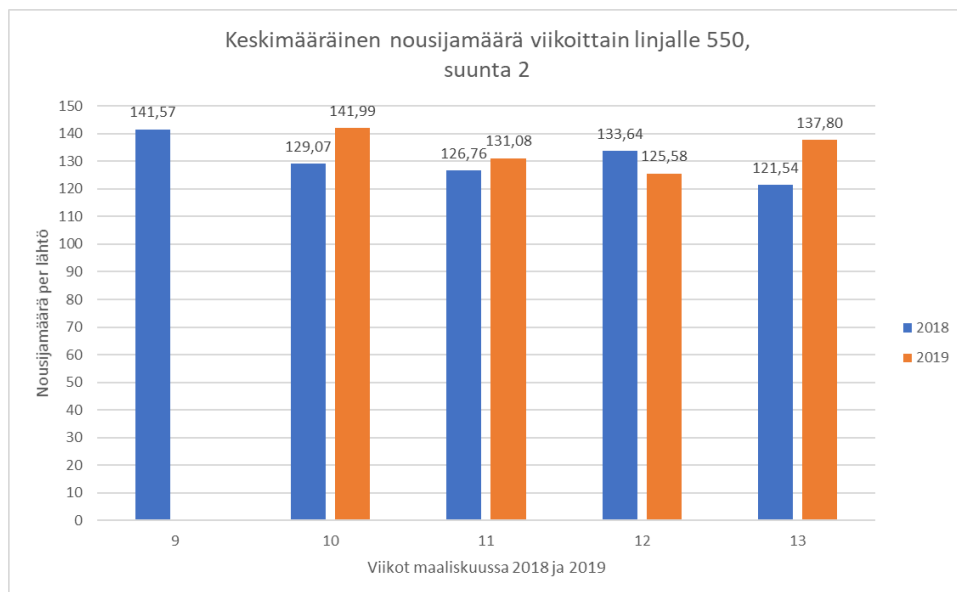
Tutkittujen pysäkkien välillä suunnassa 1 keskimääräinen kuormitus oli 32,42 matkustajaa linja-autoa kohden.



Kuva 13. Keskimääräinen nousijamäärä viikoittain lähtöä kohden linjalla 550, suunta 1

Kuvassa 14 on esitettyä linjan 550 suunnan 2 keskimääräiset nousijamäärät viikoittain lähtöä kohden vuosien 2018 ja 2019 maaliskuussa. Nousijamäärät ovat viikoittain olleet korkeammalla vuonna 2019 paitsi viikolla 12, jolloin eroa vuoden 2018 nousijamäärään on ollut keskimääräisesti alle 10 nousijaa lähtöä kohden. Suunnassa 2 vuonna 2018 maaliskuun keskimääräinen nousijamäärä oli 130,52 lähtöä kohden, ja vuonna 2019 maaliskuun keskimääräinen nousijamäärä oli 134,11 lähtöä kohden. Kuvasta puuttuu vuoden 2019 viikko 9, koska viikko 9 on ollut tarkasteluajan ulkopuolella.

Tutkittujen pysäkkien välillä suunnassa 2 keskimääräinen kuormitus oli 29,74 matkustajaa linja-autoa kohden.



Kuva 14. Keskimääräinen nousijamäärä viikoittain lähtöä kohden linjalla 550, suunta 2

7.2.4 Yhteiskuntataloudelliset kustannukset

Linjalle 550 oltiin lisätty ajoaikaa yksi minuutti suunnalle 1 ennen kiertotien käyttöönottoa. Suunnassa 1 tutkittiin yhteiskuntataloudellisia kustannuksia viikolta 10, jolloin keskimääräisesti ajoaikaviivettä muodostui 26,49 sekuntia lähtöä kohden. Viikolla 10 mitattuja lähtöjä oli yhteensä 622 kappaletta, jolloin ylimääräistä ajoaikaa syntyi 16 476,48 sekuntia. Ylimääräinen ajoaika muunnettuna tunneiksi on noin 4,58 tuntia. Varmuudella ei voida todeta, että juuri työmaa olisi aiheuttanut ajoaikaviiveen. Sen sijaan varmaksi voidaan sanoa suunniteltu ajoajan lisäys, josta aiheutui maaliskuussa 16,20 tunnin ylimääräinen ajoaika suunnalle 1 viikoittain. Arkipäivinä ylimääräistä ajoaikaa muodostui 13,08 tuntia suunnassa 1 viikoittain. Ylimääräisessä ajoajassa huomioidaan aikataulussa suunnitellut arjen 157 lähtöä, lauantain 94 lähtöä ja sunnuntain 93 lähtöä.

Ajamattomia lähtöjä oli kolme kappaletta tarkasteluajana suunnassa 1, jolloin ajamattomista lähdöistä muodostui noin alle 700 euron kustannukset. Ajamattomat lähdöt on laskettu siten, että keskimääräinen vuoroväli oli 10 minuuttia, keskimääräinen nousijamäärä maaliskuulta 2019 oli 140 ja keskimääräinen matkustajan aikakustannus oli 9,21 euroa tunnissa.

Suunnassa 1 maaliskuussa aiheutui matkustajille ylimääräisestä ajoajan lisäyksestä alle 4 000 euron lisäkustannukset arkipäivinä viikoittain. Suunnan 1 matkustajille laskettu lisäkustannus on laskettu siten, että suunniteltu ajoajan lisäys oli 13,08 tuntia, matkustajan keskimääräinen aikakustannus oli 9,21 euroa tunnissa ja keskimääräinen kuormitus tutkittujen pysäkkien välillä oli maaliskuussa 32,42.

Ylimääräistä dieselin kulutusta muodostui suunnassa 1 viikolla 10 11,45–16,03 litraa, jolloin dieselin lisäkustannuksia syntyi 16–23 euroa. Ylimääräisiä hiilidioksidiekvivalenttipäästöjä syntyi noin 27–39 kilogrammaa. Huomion arvoista on, että dieselin lisäkustannukset sisältyvät jo kasvaneisiin liikennöintikustannuksiin.

Myös suunnalle 2 oltiin lisätty ajoaikaa ennen kiertotien käyttöönottoa yksi minuutti. Suunnassa 2 ei ilmennyt ajoaikaviivettä, vaan linja 550 ajoi keskiarvallisesti etuajassa. Ajoajan lisäyksestä aiheutui suunnalle 2 maaliskuussa yhteensä 16,20 tunnin ylimääräinen ajoaika viikoittain. Arkisin ylimääräistä ajoaikaa muodostui 13,08 tuntia viikoittain. Matkustajille aiheutuneet lisäkustannukset arkisin yhden minuutin ajoajan lisäyksestä olivat yli 3 500 euroa, jolloin matkustajan keskimääräinen aikakustannus oli 9,21 euroa tunnissa ja maaliskuun suunnan 2 keskimääräinen kuormitus tutkittujen pysäkkien välillä oli 29,74.

Suunnan 2 ajamattomia lähtöjä oli neljä kappaletta tarkasteluajalla, jolloin ylimääräisiä kustannuksia syntyi noin alle 900 euroa.

Taulukossa 7 on koostettu Pirkkolantien työmaan yhteiskuntataloudelliset kustannuksia sekä ajoaikaviiveistä aiheutuneet päästöt.

Taulukko 7. Pirkkolantien työmaan aiheuttamat yhteiskuntataloudelliset kustannukset ajosuunnittain

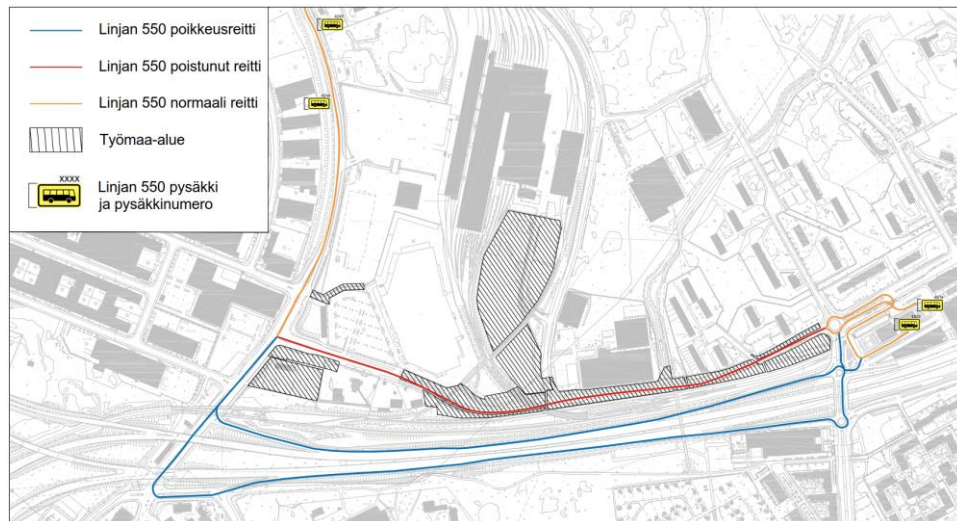
	Suunta 1	Suunta 2	Yhteensä
Ajoaikojen kasvu (h/viikko)	16,20	16,20	32,40
Hiilidioksidiekvivalenttipäästöt (kg)	27,48-38,47		27,48-38,47
Matkustajille aiheutunut häihta ajoaikojen kasvusta (€/arkipäivät/viikko)	3905,53	3582,68	7488,21
Yhteensä (€)	3905,53	3582,68	

7.3 Varikkotie, Helsinki

Varikkotien työmaa alkoi kesäkuussa 2019 valmistavilla töillä. Varikkotie suljettiin moottoriajoneuvoliikenteeltä 17.6.2019 alkaen, jolloin linja-auto-linjoille astui voimaan kiertotie Itäväylän kautta.

Varikkotien työmaan vaikutuksia linjalle 550 tutkittiin heinäkuun ajan maanantai–torstai -lähdeillä, jolloin vaikutuksia tutkittiin 19 päivältä. Linjan 550 ajoaikoja tutkittiin suunnan 1 pysäkkien H4322 (Itäkeskus (M)) ja H4245 (Holkkitie) välillä. Suunnassa 2 pysäkit olivat H4244 (Holkkitie) ja H4314 (Itäkeskus (M)).

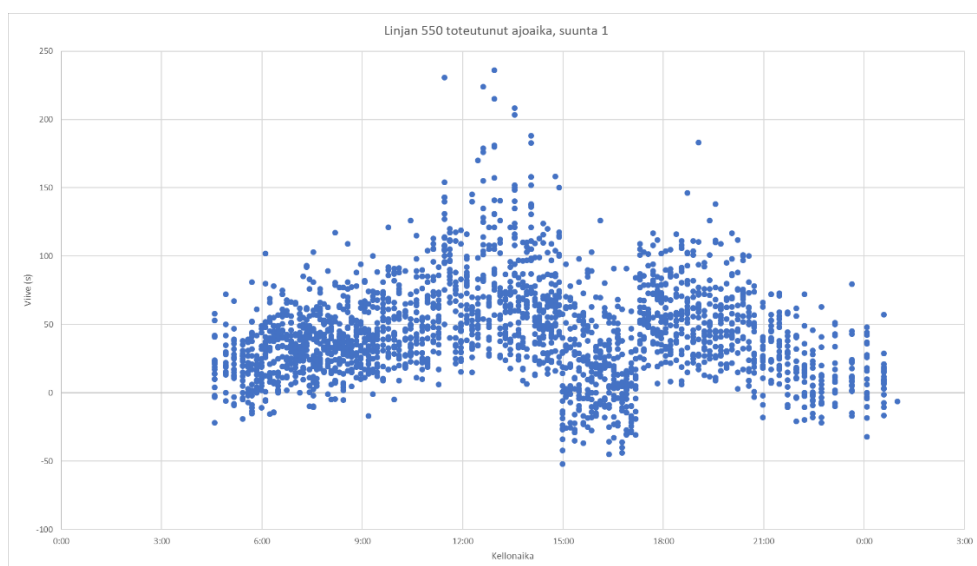
Kuvassa 15 on esitetty Varikkotien työmaa-alueet sekä linjan 550 reitit ja tutkittavat pysäkit.



Kuva 15. Varikkotien työmaa, linjan 550 reitit ja tarkasteltavien pysäkkien sijainnit

7.3.1 Ajoajat

Kuvassa 16 on esitetty linjan 550 suunnan 1 toteutuneen ajoajan ja aika-
taulun mukaisen ajoajan erotus tutkittujen pysäkkien välillä. Linjan 550
ajoaika kasvoi pysäkkien välillä kellonaikojen mukaan sekä lisäksi iltapäivän
ruuhka-aikana ajoaika kääntyi jopa etuajassa ajamiseksi. Ajoaikahajonta
on ollut suurimmillaan iltapäivällä ennen ruuhka-aikaa. Ajoikaviive pysäk-
kien välillä pysyi suurimmilta osin noin 0–50 sekunnissa, mutta kuvasta löy-
tyy myös useamman minuutin myöhästymisiä ja alle minuutin etuajassa
ajamista. Ajoaikoja on muodostunut tutkitulta ajanjaksolta 2 334 kappa-
letta.

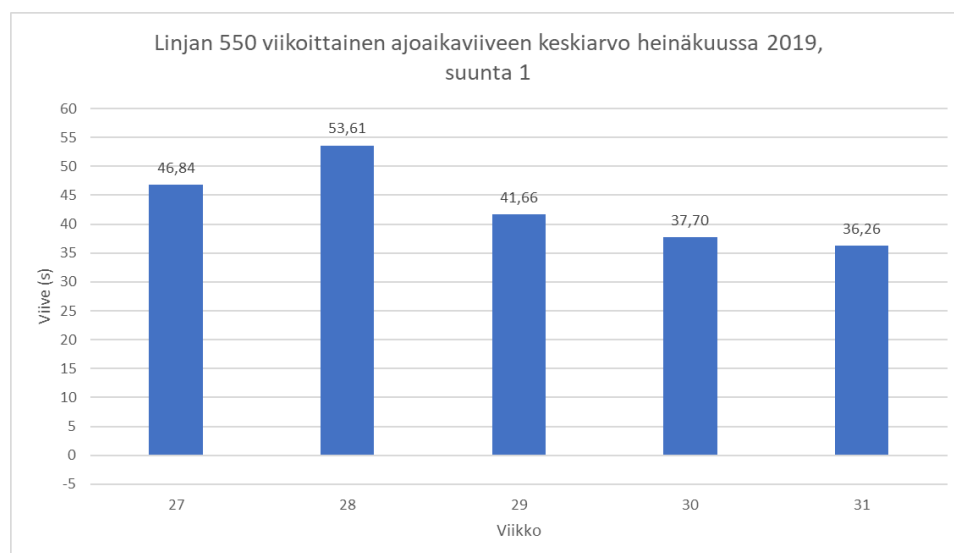


Kuva 16. Linjan 550 toteutunut ajoaika heinäkuussa 2019, suunta 1

Kuvassa 17 on esitetty linjan 550 viikoittaisen ajoaikaviiveen keskiarvo suunnassa 1 tutkittujen pysäkkien välillä. Ajoaikaviivettä on muodostunut tutkittuna ajanjaksona noin puolesta minuutista alle minuuttiin. Eniten ajoaikaviivettä on muodostunut viikolla 28. Muina viikkoina heinäkuussa ajoaikaviive on pysynyt noin 35–45 sekunnissa. Huomionarvoista on, että ajoaikaviivettä on ollut heinäkuussa, jota pidetään kesälomakuukautena. Tästä voidaankin päätellä, että joko ajoaika on suunniteltu liian kireäksi tai pysäkkien välillä on ollut linjalle 550 jatkuvaa häiriötä.

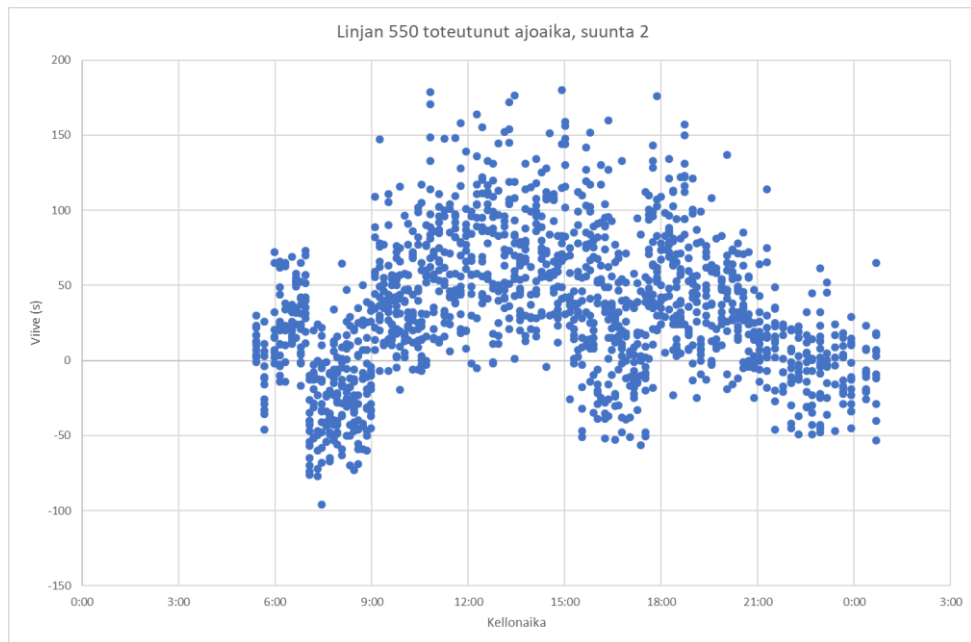
Ajoaikoja muodostui viikoittain seuraavanlaisesti:

- Viikko 27: 486 kappaletta
- Viikko 28: 483 kappaletta
- Viikko 29: 501 kappaletta
- Viikko 30: 491 kappaletta
- Viikko 31: 373 kappaletta.



Kuva 17. Linjan 550 viikoittainen ajoaikaviiveen keskiarvo heinäkuussa 2019, suunta 1

Kuvassa 18 on kuvattuna linjan 550 suunnan 2 toteutuneen ajoajan ja aikataulun mukaisen ajoajan erotus tutkittujen pysäkkien välillä. Poiketen muista tapauksista, suunnasta 2 tutkittiin pysäkkien saapumisaikojen erotusta, koska suunnan 2 viimeinen pysäkki on päätepysäkki. Kuvasta havaitaan päiväliikenteen kasvanut ajoaika verrattuna suunniteltoon aikatauluun. Lisäksi ruuhka-aikoina suunniteltu ajoaika on ollut toteutuneeseen ajoikaan nähden väljä, jolloin varsinkin aamuruuhkassa on ajettu etujassa. Ajoaikoja on muodostunut tutkitulta ajanjaksolta 1 874 kappaletta.

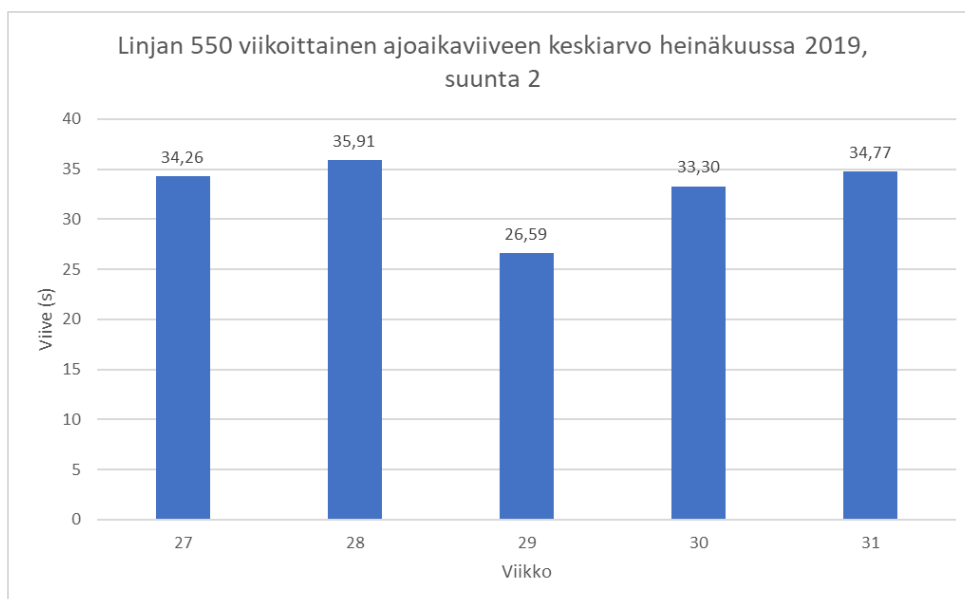


Kuva 18. Linjan 550 toteutunut ajoaika heinäkuussa 2019, suunta 2

Kuvassa 19 on kuvattuna linjan 550 viikoittaisen ajoaikaviiveen keskiarvo suunnassa 2 tutkittujen pysäkkien välillä. Eniten ajoaikaviivettä on ollut viikolla 28. Ajoaikaviivettä on muodostunut koko tutkittuna ajanjaksona, josta voidaan päätellä, että Varikkotien sulkemisella on ollut vaikutusta suunniteltuun ajoaikaan.

Ajoaikoja muodostui viikoittain seuraavanlaisesti:

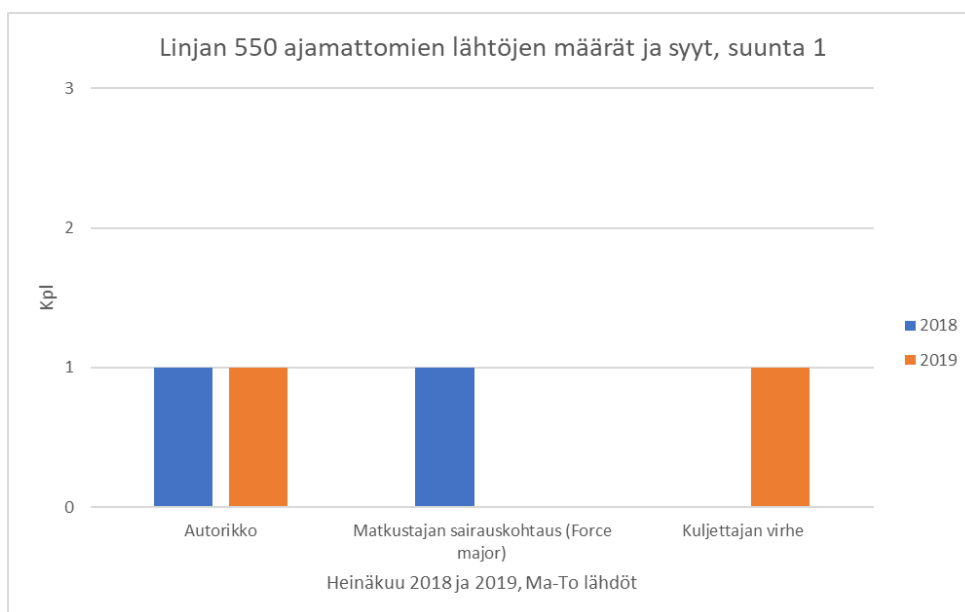
- Viikko 27: 408 kappaletta
- Viikko 28: 386 kappaletta
- Viikko 29: 387 kappaletta
- Viikko 30: 395 kappaletta
- Viikko 31: 298 kappaletta.



Kuva 19. Linjan 550 viikoittainen ajoaikaviiveen keskiarvo heinäkuussa 2019, suunta 2

7.3.2 Ajamattomat lähdöt

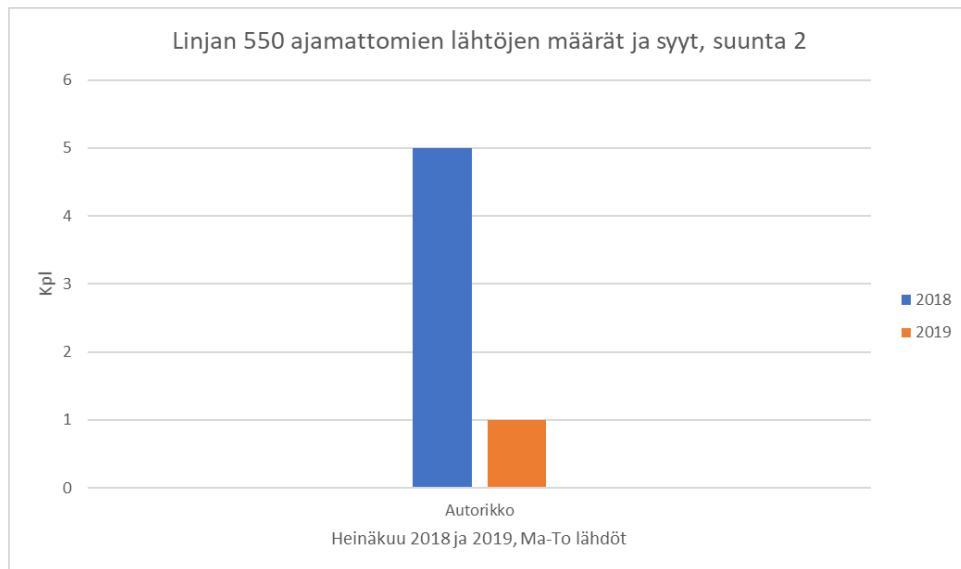
Kuvassa 20 on kuvattuna linjan 550 ajamattomat lähdöt suunnassa 1 vuosien 2018 ja 2019 heinäkuussa. Ajamattomien lähtöjen määrä vuonna 2019 on pysynyt samana vuoteen 2018 verrattuna.



Kuva 20. Linjan 550 ajamattomat lähdöt heinäkuussa 2018 ja 2019, suunta 1

Kuvassa 21 on kuvattuna linjan 550 ajamattomat lähdöt suunnassa 2 vuosien 2018 ja 2019 heinäkuussa. Ajamattomat lähdöt ovat vähentyneet

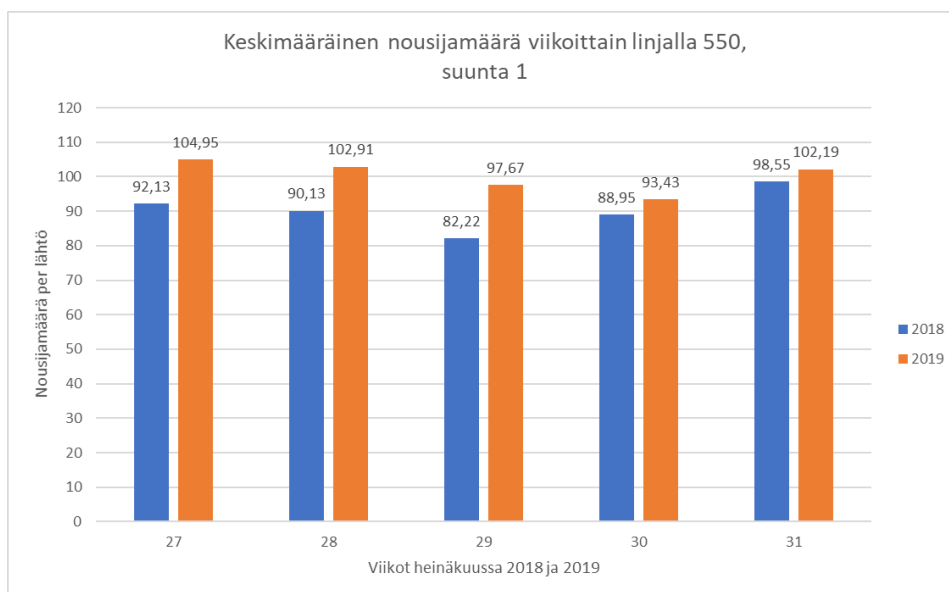
vuonna 2019 verrattuna vuoteen 2018, jolloin ajoneuvon rikkoutumiset vähenivät.



Kuva 21. Linjan 550 ajamattomat lähdöt heinäkuussa 2018 ja 2019, suunta 2

7.3.3 Matkustajamäärät

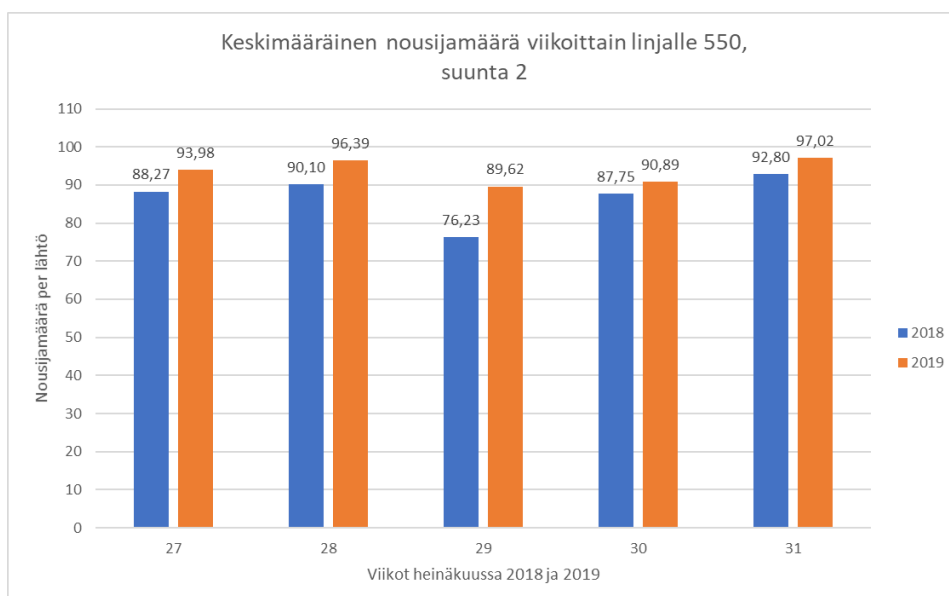
Kuvassa 22 on kuvattuna linjan 550 suunnan 1 keskimääräiset nousijamäärät viikoittain lähtöä kohden vuosien 2018 ja 2019 heinäkuussa. Keskimääräiset nousijamäärät ovat kasvaneet vuodesta 2019 vuoteen 2018. Suunnassa 1 vuonna 2018 heinäkuun keskimääräinen nousijamäärä oli 90,40 lähtöä kohden, ja vuonna 2019 heinäkuun keskimääräinen nousijamäärä oli 100,23 lähtöä kohden.



Kuva 22. Keskimääräinen nousijamäärä viikoittain lähtöä kohden linjalla 550, suunta 1

Kuvassa 23 on kuvattuna linjan 550 suunnan 2 keskimääräiset nousijamäärät viikoittain lähtöä kohden vuosien 2018 ja 2019 heinäkuussa. Nousijamäärät ovat viikoittain olleet korkeammat vuonna 2019 verrattuna vuoteen 2018. Suunnassa 2 vuonna 2018 heinäkuun keskimääräinen nousijamäärä oli 87,03 lähtöä kohden, ja vuonna 2019 heinäkuun keskimääräinen nousijamäärä oli 93,58 lähtöä kohden.

Tutkittujen pysäkkien välillä suunnassa 2 keskimääräinen kuormitus oli 23,98 matkustajaa linja-autoa kohden.



Kuva 23. Keskimääräinen nousijamäärä viikoittain lähtöä kohden linjalla 550, suunta 2

7.3.4 Yhteiskuntataloudelliset kustannukset

Varikkotien sulkimisen takia suunnalle 1 ei oltu lisätty ajoaikaa. Suunnassa 1 tutkittiin yhteiskuntataloudellisia kustannuksia viikolta 28, jolloin keskimääräisesti ajoaikaviivettä muodostui 53,61 sekuntia lähtöä kohden. Viikolla 28 mitattuja lähtöjä oli yhteensä 483 kappaletta, jolloin ylimääräistä ajoaikaa syntyi 25 893,63 sekuntia. Ylimääräinen ajoaika muunnettuna tunneiksi on noin 7,19 tuntia.

Ajamattomia lähtöjä oli kaksi kappaletta tarkasteluajana suunnassa 1, jolloin ajamattomista lähdöistä muodostui alle 400 euron kustannukset. Ajamattomat lähdöt on laskettu siten, että keskimääräinen vuoroväli oli 12 minuuttia, keskimääräinen nousijamäärä heinäkuulta 2019 oli 100,23 ja keskimääräinen matkustajan aikakustannus oli 9,21 euroa tunnissa.

Ylimääräistä dieselin kulutusta muodostui suunnassa 1 viikolla 28 17,98–25,17 litraa, jolloin dieselin lisäkustannuksia syntyi noin 25–35 euroa. Ylimääräisiä hiilidioksidiekvivalenttipäästöjä syntyi noin 43–60 kilogrammaa.

Suunnalle 2 oltiin aikaisemmin lisätty ajoaikaa yksi minuutti ruuhka-ajalle ja muulle ajalle yksi minuutti, jolloin suunnalle 2 ajoaikaa oltiin yhteensä lisätty kaksi minuuttia. Suunnassa 2 tutkittiin yhteiskuntataloudellisia kustannuksia viikolta 28, jolloin ajoaikaviivettä muodostui keskimäärin 35,91 sekuntia lähtöä kohden. Lähtöjä viikolla 28 mitattiin 386 kappaletta, jolloin ylimääräistä ajoaikaa syntyi 13 861,26 sekuntia. Tunneiksi muutettuna ylimääräistä ajoaikaa muodostui 3,85 tuntia. Varmuudella ei voida todeta, että juuri työmaa olisi aiheuttanut ajoaikaviiveen. Sen sijaan varmaksi voidaan sanoa suunniteltu ajoajan lisäys, josta aiheutui heinäkuussa 27,53 tunnin ylimääräinen ajoaika suunnalle 2 viikoittain. Arkipäivinä ylimääräistä ajoaikaa muodostui 21,33 tuntia viikossa. Suunniteltuja lähtöjä oli heinäkuussa arkisin 128 sekä lauantaisin ja sunnuntaisin 93 suunnassa 2.

Ajamattomia lähtöjä oli suunnassa 2 yksi kappale, josta muodostui alle 200 euron kustannukset. Ajamattomat lähdöt on laskettu siten, että keskimääräinen vuoroväli oli 12 minuuttia, keskimääräinen nousijamäärä heinäkuulta 2019 oli suunnassa 2 93,58 ja keskimääräinen matkustajan aikakustannus oli 9,21 euroa tunnissa.

Suunnassa 2 matkustajille aiheutui heinäkuussa kahden minuutin ajoajan lisäyksistä yli 4 700 euron lisäkustannukset arkipäivinä viikossa. Suunnan 2 matkustajille laskettu lisäkustannus arkisin on laskettu siten, että suunniteltu ajoajan lisäys oli 4,27 tuntia, matkustajan keskimääräinen aikakustannus oli 9,21 euroa tunnissa ja keskimääräinen kuormitus tutkittujen pysäkkien välillä oli heinäkuussa 23,98.

Suunnassa 2 syntyi ajoaikaviiveistä ylimääräistä dieselin kulutusta 9,63–13,48 litraa viikolta 28, jolloin dieselin lisäkustannukset olivat noin 13–19

euroa. Ylimääräisiä hiilidioksidiekvivalenttipäästöjä muodostui suunnassa 2 noin 23–33 kilogrammaa.

Taulukossa 8 on koostettu Varikkotien työmaasta aiheutuneet yhteiskuntataloudelliset kustannukset sekä ajoaikaviiveistä aiheutuneet päästöt.

Taulukko 8. Varikkotien yhteiskuntataloudelliset kustannukset ajosuunnittain

	Suunta 1	Suunta 2	Yhteensä
Ajoaikojen kasvu (h/viikko)		27,53	27,53
Hiilidioksidiekvivalenttipäästöt (kg)	43,14-60,37	23,10-32,34	66,24-92,71
Matkustajille aiheutunut haitta ajoaikojen kasvusta (€/arkipäivät/viikko)		4710,85	4710,85
Yhteensä (€)		4710,85	

7.4 Pitäjänmäentie, Helsinki

Pitäjänmäentiellä työmaa alkoi kesäkuussa 2019 kunnallisteknisten johtojen siirrolla sekä uusien tukimuurien rakentamisella. Pitäjänmäentien työmaan vaikutuksia linjalle 550 tutkittiin syyskuun ajan maanantai–torstai-lähdöillä, jolloin vaikutuksia tutkittiin 17 päivältä. Linjan 550 ajoaikoja selvitettiin suunnan 1 pysäkkien H1522 (Takkatie) ja H1516 (Pitäjänmäentie) välillä. Suunnassa 2 pysäkit olivat H1517 (Valimotie) ja H1523 (Takkatie).

Kuvassa 24 on esitetty Pitäjänmäentien työmaa-alueet sekä linjan 550 reitit ja tutkittavat pysäkit.

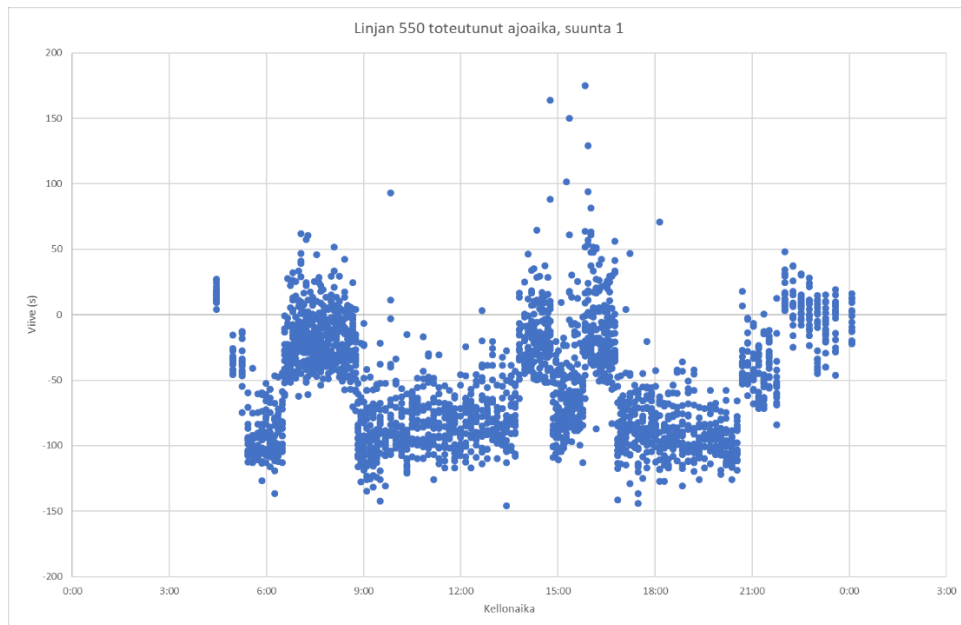


Kuva 24. Pitäjänmäentien työmaat, linjan 550 reitti ja tarkasteltavien pysäkkien sijainnit

7.4.1 Ajoajat

Kuvassa 25 on esitetty linjan 550 suunnan 1 toteutuneen ajoajan ja aika-
taulun mukaisen ajoajan erotus tutkittujen pysäkkien välillä. Linjan 550 toteutunut ajoaika on vaihdellut aikataulun mukaiseen ajoaikaan nähden sekä ajoaikojen hajonta on ollut suurempaa varsinkin ruuhka-aikoina. Ruuhka-aikoina ajoaika on hieman tasoittunut verrattuna aikataulun

mukaiseen ajoaikaan, mutta silti etuajassa ajaminen on jatkunut. Ajoaikoja on muodostunut tutkitulta ajanjaksolta 2 552 kappaletta.

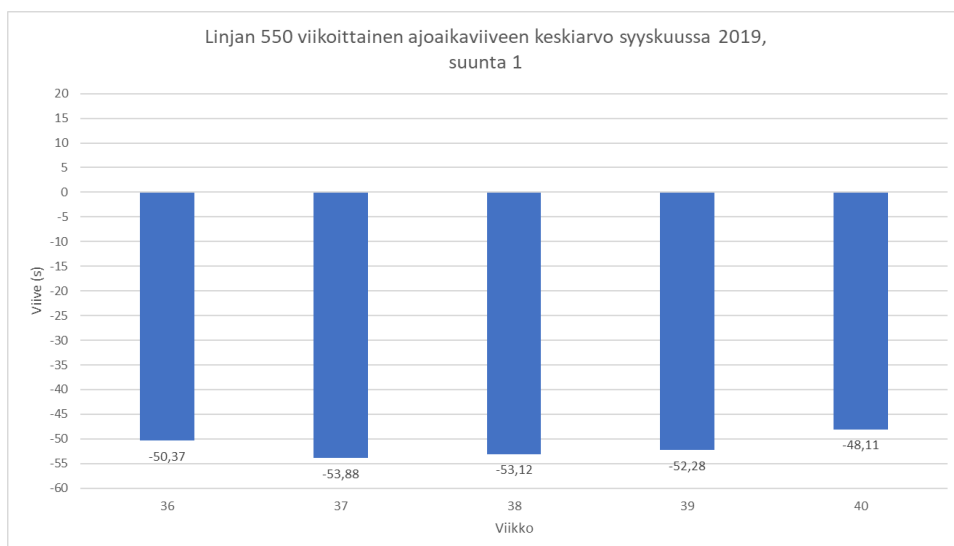


Kuva 25. Linjan 550 toteutunut ajoaika syyskuussa 2019, suunta 1

Kuvassa 26 on esitetty linjan 550 viikoittaisen ajoaikaviiveen keskiarvo suunnassa 1 tutkittujen pysäkkien välillä. Linja 550 on keskimääräisesti viikoittain ajanut noin 50 sekuntia etuajassa tarkasteluajankohtana. Tästä voidaan päätellä, ettei Pitäjänmäentien työmailla ole ollut vaikutusta linjan 550 ajoaikaan, vaan suunniteltu ajoaika on ollut liian löysä.

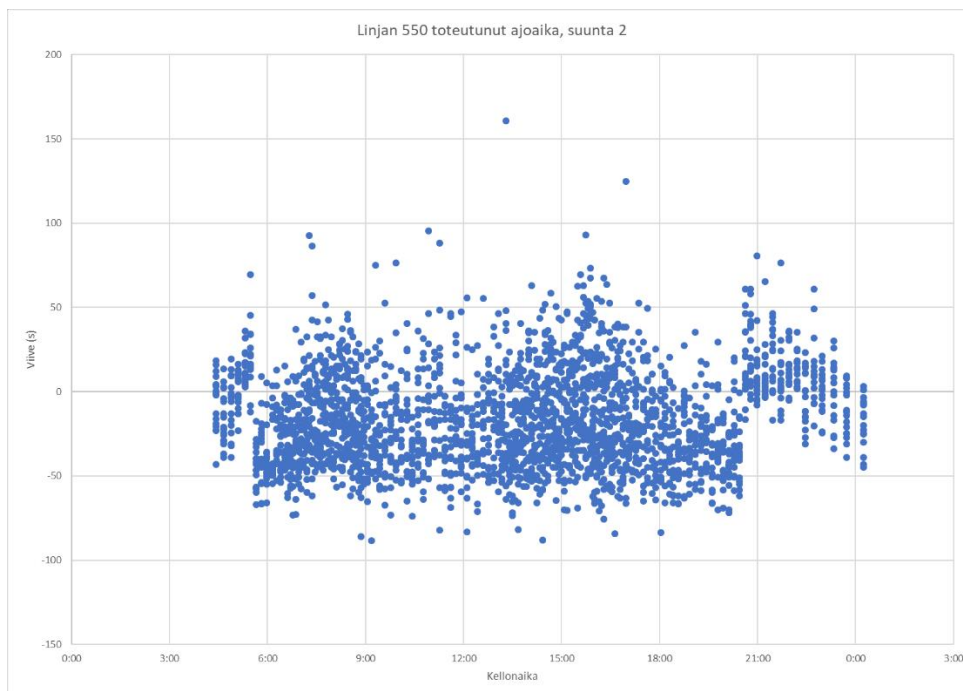
Ajoaikoja muodostui viikoittain seuraavanlaisesti:

- Viikko 36: 599 kappaletta
- Viikko 37: 599 kappaletta
- Viikko 38: 602 kappaletta
- Viikko 39: 600 kappaletta
- Viikko 40: 152 kappaletta.



Kuva 26. Linjan 550 viikoittainen ajoikaviiveen keskiarvo syyskuussa 2019, suunta 1

Kuvassa 27 on kuvattuna linjan 550 suunnan 2 toteutuneen ajoajan ja aikataulun mukaisen ajoajan erotus tutkittujen pysäkkien välillä. Linjan 550 toteutunut ajoaika on vaihdellut aikataulun mukaiseen ajoikaan nähden sekä ajoaikojen hajonta on ollut suurempaa varsinkin ruuhka-aikoina. Etuajassa ajamista on ollut eniten alle minuutin. Ajoaikoja on muodostunut tutkitulta ajanjaksolta 2 572 kappaletta.



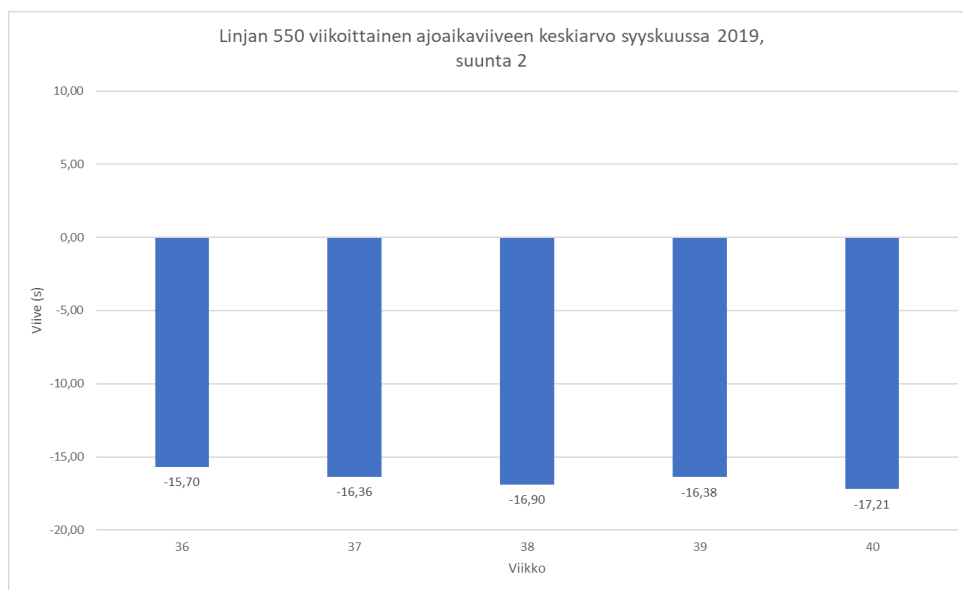
Kuva 27. Linjan 550 toteutunut ajoaika syyskuussa 2019, suunta 2

Kuvassa 28 on kuvattuna linjan 550 viikoittaisen ajoikaviiveen keskiarvo suunnassa 2 tutkittujen pysäkkien välillä. Ajoikaviivettä on muodostunut selvästi vähemmän kuin suunnassa 1, mutta silti etuajassa ajamisen

viikoittainen keskiarvo on noin 15–18 sekuntia. Tästä voidaan päätellä, että työmailla on ollut vaikutusta enemmän suunnassa 2, mutta silti linja 550 on ajanut etuajassa suunniteltuun aikatauluun nähden.

Ajoaikoja muodostui viikoittain seuraavanlaisesti:

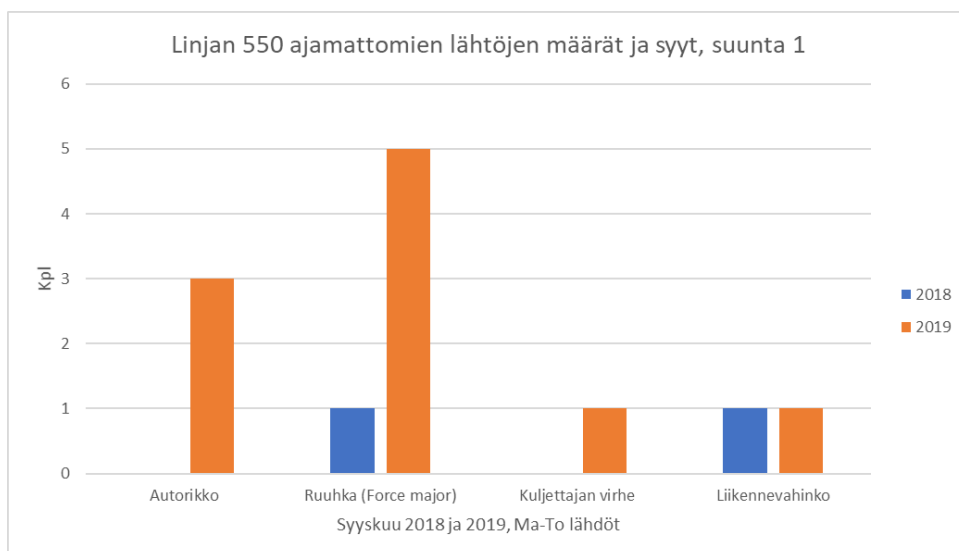
- Viikko 36: 608 kappaletta
- Viikko 37: 601 kappaletta
- Viikko 38: 604 kappaletta
- Viikko 39: 607 kappaletta
- Viikko 40: 152 kappaletta.



Kuva 28. Linjan 550 viikoittainen ajoaikaviiveen keskiarvo syyskuussa 2019, suunta 2

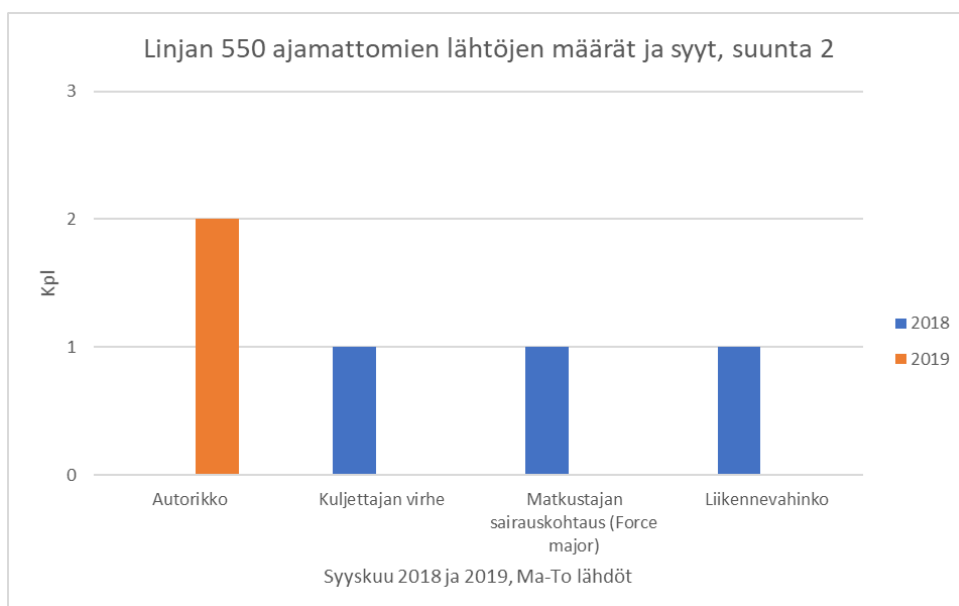
7.4.2 Ajamattomat lähdöt

Kuvassa 29 on kuvattuna linjan 550 ajamattomat lähdöt suunnassa 1 vuosien 2018 ja 2019 syyskuussa. Ajamattomien lähtöjen määrä vuonna 2019 lisääntynyt vuoteen 2018 verrattuna. Vuonna 2019 ruuhkasta ja ajoneuvon rikkoutumisesta aiheutuneet ajamattomat lähdöt ovat merkittävästi lisääntyneet. Syyskuussa 2019 on ollut käynnissä jo useita Raide-Jokerin työmaita Espoossa ja Helsingissä, mutta ajamattomista lähdöistä ei käy ilmi, että Raide-Jokerin työmaat olisivat aiheuttaneet nämä syyt. Toisaalta syyskuussa 2019 on ollut useita linjan 550 poikkeusreittejä. Tällöin voidaan olettaa, että ainakin ruuhkasyyt ovat voineet aiheutua juuri poikkeusreittien ruuhkautumisesta. Esimerkiksi Huopalahden juna-aseman alta kulkeva joukkoliikennekatu on ollut suljettuna elokuussa 2019, jolloin linjalle 550 on tullut poikkeusreitti Hämeenlinnanväylän ja Vihdintien kautta.



Kuva 29. Linjan 550 ajamattomat lähdöt syyskuussa 2018 ja 2019, suunta 1

Kuvassa 30 on kuvattuna linjan 550 ajamattomat lähdöt suunnassa 2 vuosien 2018 ja 2019 syyskuussa. Vuonna 2019 ajamattomia lähtöjä on ollut ajosuunnassa 2 kappaletta, jotka ovat olleet ajoneuvon rikkoontumisia.

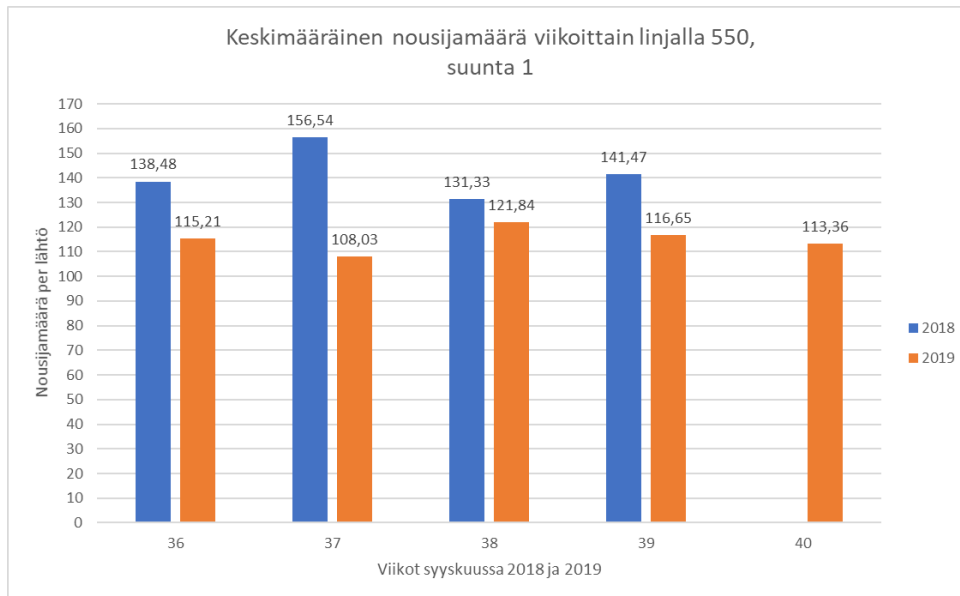


Kuva 30. Linjan 550 ajamattomat lähdöt syyskuussa 2018 ja 2019, suunta 2

7.4.3 Matkustajamäärät

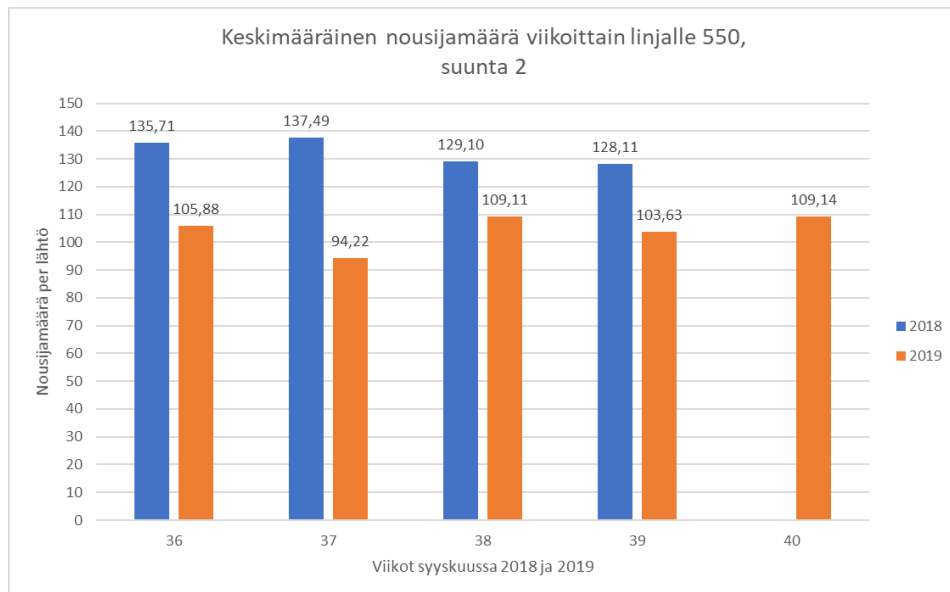
Kuvassa 31 on kuvattuna linjan 550 suunnan 1 keskimääräiset nousijamäärät viikoittain lähtöä kohden vuosien 2018 ja 2019 syyskuussa. Keskimääräiset nousijamäärät ovat vähentyneet silmiinpistävästi varsinkin viikolla 37 vuonna 2019 verrattuna vuoteen 2018. Yhtenä syynä voidaan pitää juuri Huopalahden juna-aseman joukkoliikennekadun sulkemista, jolloin

yhteys paikallisjuniin on katkennut. Suunnassa 1 vuonna 2018 syyskuun keskimääräinen nousijamäärä oli 141,96 lähtöä kohden, ja vuonna 2019 syyskuun keskimääräinen nousijamäärä oli 115,02 lähtöä kohden. Kuvasta puuttuu vuoden 2018 viikko 40, koska viikko 40 on ollut tarkasteluajan ulkopuolella.



Kuva 31. Keskimääräinen nousijamäärä viikoittain lähtöä kohden linjalla 550, suunta 1

Kuvassa 32 on kuvattuna linjan 550 suunnan 2 keskimääräiset nousijamäärät viikoittain lähtöä kohden vuosien 2018 ja 2019 syyskuussa. Keskimääräiset matkustajamäärät ovat vähentyneet merkittävästi vuonna 2019 verrattuna vuoteen 2018. Syynä voidaan pitää myös Huopalahden juna-aseman joukkoliikennekadun sulkemista. Suunnassa 2 vuonna 2018 syyskuun keskimääräinen nousijamäärä oli 132,60 lähtöä kohden, ja vuonna 2019 syyskuun keskimääräinen nousijamäärä oli 104,40 lähtöä kohden. Kuvasta puuttuu vuoden 2018 viikko 40, koska viikko 40 on ollut tarkasteluajan ulkopuolella.



Kuva 32. Keskimääräinen nousijamäärä viikoittain lähtöä kohden linjalla 550, suunta 2

7.4.4 Yhteiskuntataloudelliset kustannukset

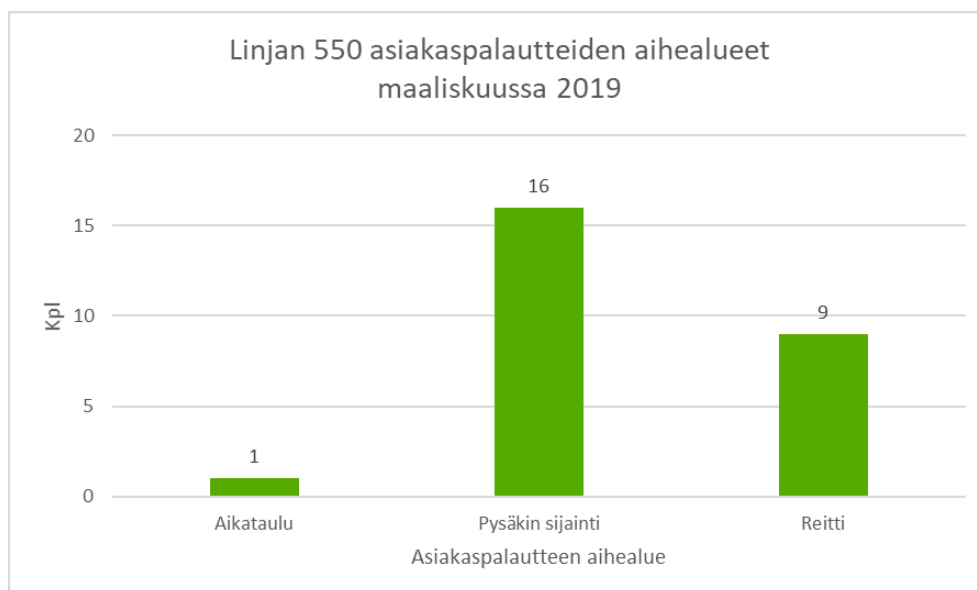
Pitäjänmäentiellä ei aiheutunut kummassakaan ajosuunnassa ajoaikavii-vettä tarkasteluaikana, joten kummallekaan ajosuunnalle ei laskettu ajoai-kaviiveistä johtuvia ylimääräisiä kustannuksia. Lisäksi ajoaikaa ei oltu li-sätty kumpaakaan ajosuuntaan.

Ajamattomia lähtöjä oli kymmenen kappaletta tarkasteluaikana suunnassa 1, jolloin ajamattomista lähdöistä muodostui alle 1800 euron kustannuk-set. Suunnassa 2 oli kaksi ajamatonta lähtöä tarkasteluaikana, joista muo-dostui noin alle 400 euron kustannukset. Ajamattomat lähdöt on laskettu siten, että keskimääräinen vuoroväli oli 10 minuuttia.

7.5 Linjan 550 asiakaspalautteet

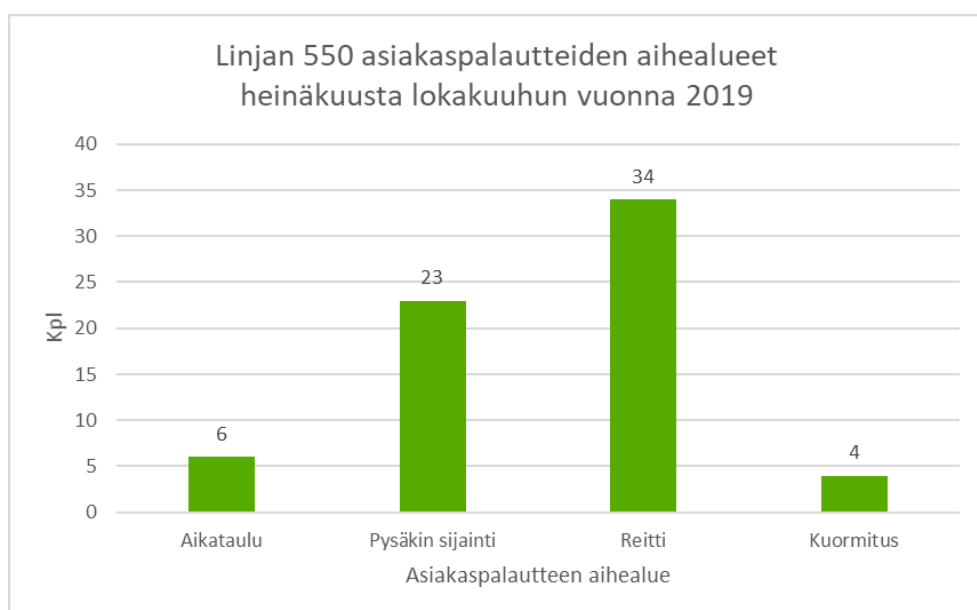
HSL:ltä linjan 550 saaduista asiakaspalautteiden aihealueiden perusteella selvitettiin kolmen eri ajanjakson asiakaspalautteiden aihealueet. Nämä ajanjaksot olivat maaliskuu, heinä-lokakuu ja lopuksi koostettiin aihealueet tammikuusta lokakuuhun vuodelta 2019.

Kuvassa 33 on esitetty linjan 550 vuoden 2019 maaliskuun asiakaspalaut-teiden aihealueet. Asiakaspalautteita HSL sai yhteensä 26 kappaletta lin-jalta 550. Eniten asiakaspalautteita tuli linjan 550 pysäkin sijaintiin liitty-vissä palautteissa. Pysäkin sijaintiin liittyvät asiakaspalautteet voivat mah-dollisesti liittyä Pirkkolantien työmaan kiertotien pysäkkien sijaintiin, koska aikaisemmin linja 550 ei ole kulkenut kyseistä kiertoreittiä. Lisäksi aihealu-eista nousee esille reittejä koskevat asiakaspalautteet, jotka voivat liittyä Pirkkolantien kiertotiehen.



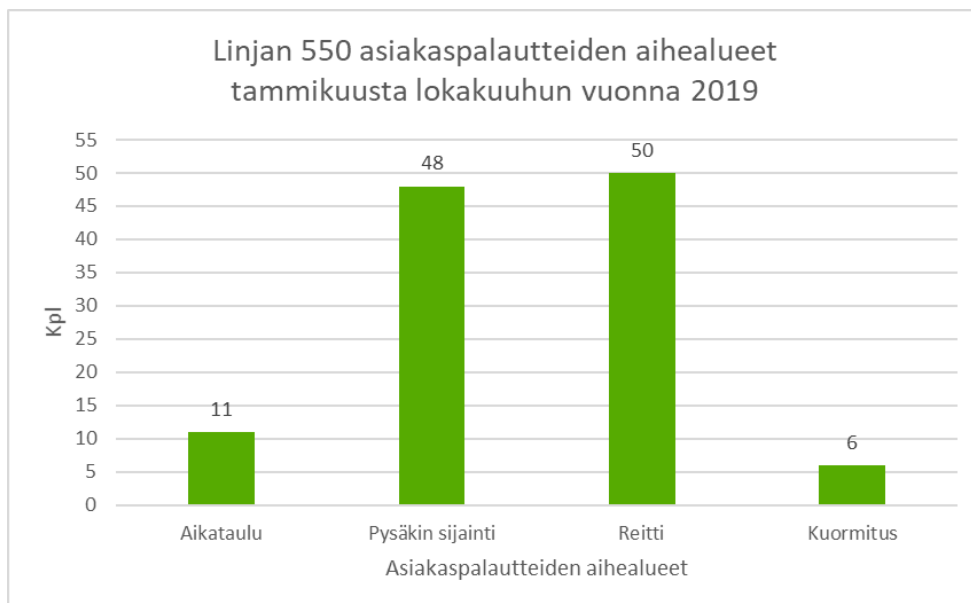
Kuva 33. Linjan 550 asiakaspalautteiden aihealueet maaliskuussa 2019

Kuvassa 34 on esitetty linjalle 550 kohdistetut asiakaspalautteet aihealueittain heinäkuusta lokakuuhun vuonna 2019. HSL sai asiakaspalautteita yhteensä linjalle 550 67 kappaletta. Kuvan asiakaspalautteiden aihealueista nousee esille varsinkin reitteihin ja pysäkin sijaintiin liittyvät palautteet. Varsinkin reitteihin liittyvät palautteet ovat voineet muodostua esimerkiksi Varikkotien sulkemisesta ja Huopalahden joukkoliikennekadun sulkemisesta. Lisäksi aikatauluun ja kuormitukseen liittyvät asiakaspalautteet ovat kasvaneet, jotka ovat voineet johtua esimerkiksi ruuhkan aiheuttamasta myöhästymisestä, josta on aiheutunut linja-autossa matkustajamääräkuormitusta.



Kuva 34. Linjan 550 asiakaspalautteiden aihealueet heinäkuusta lokakuuhun vuonna 2019

Kuvassa 35 on esitetty linjalle 550 kohdistetut asiakaspalautteet aihealueittain tammikuusta lokakuuhun vuonna 2019. HSL sai asiakaspalautteita yhteensä linjalle 550 115 kappaletta. Reitteihin ja pysäkin sijaintiin liittyviä palautteita tuli eniten. Yhteensä tammikuusta lokakuuhun tulleista palautteista valtaosa aikatauluun, pysäkin sijaintiin, reitteihin ja kuormitukseen liittyvät asiakaspalautteet ovat tulleet kuvien 33 ja 34 kohdalla.



Kuva 35. Linjan 550 asiakaspalautteiden aihealueet tammikuusta lokakuuhun 2019

7.6 Vaikutukset työmaiden muille läheisille linjoille

Tutkimuksessa kysyttiin myös muille linja-autolinjoille aiheutuvia vaikutuksia Raide-Jokerin rakentamisen aikana. Tässä työssä tutkitut työmaat vaikuttivat seuraavanlaisesti muille linja-autoliikenteen linjoille (Linna, 2019b):

- Linjalla 14 Pitäjänmäentien työmaat vaikuttivat ruuhkasuunnassa noin minuutin verran ajoaikaan
- Linjalla 51 muutettiin reittiä Pirkkolantien sulkemisen vuoksi. Linjan automäärä väheni kahdella autolla ja matkustajamäärät ovat vähentyneet
- Linjalla 52 Pirkkolantien sulkemisen takia arjen ajoaikoja on lisätty noin minuutti ja matkustajamäärät ovat vähentyneet muuttuneiden reittien osuudella
- Linjalla 59 ei ole ollut merkittäviä muutoksia, mutta Pitäjänmäentien hidastuminen on hieman lisännyt ajoaikaa
- Linjalla 63 Pirkkolantien sulkemisen takia ajoaika on pidentynyt 1–2 minuuttia, mutta osa vaikutuksesta johtunee toisesta työmaasta Pirkkolantien lähellä. Kiertoreitin ajoittainen ruuhkautuminen

Pirkkolassa on aiheuttanut satunnaista myöhästelyä, jonka lisäksi matkustajamäärässä on pientä laskua

- Linjalla 80 ei ole ollut muuten vaikutusta Varikkotien sulkemisesta, mutta palvelutaso on heikentynyt pysäkkien harventuessa
- Linjalla 92N Varikkotien työmaan kohdalla ajoajat ovat kasvaneet noin kaksi minuuttia suunniteltua kahden minuutin ajoaikalisäystä enemmän
- Linjalla 552 Pirkkolantien sulkeminen ei ole aiheuttanut merkittäviä muutoksia ajoaikaan ja matkustajamääriin, lukuun ottamatta yksittäisiä lähtöjä, jolloin linja-autot ovat myöhästyneet noin 5–10 minuuttia kiertoreitillä.

Lisäksi linjalla 41 muutettiin reittiä Huopalahdentien joukkoliikennekadun sulkemisen vuoksi. Linjan automäärä pysyi ennallaan, mutta reitti lyheni noin puoli kilometriä suuntaansa, joiden lisäksi matkustajamäärä on vähentynyt. Tammikuusta 2020 alkaen Pitäjänmäentiellä kulkeville linjoille on lisätty ajoaikaa kaksi minuuttia ruuhka-ajalle ja muuna aikana yksi minuutti. (Linna, 2019b)

Kuten huomataan, Raide-Jokerin työmaat ovat vaikuttaneet myös muille linjoille ajoajan lisäyksinä ja pidennyksinä, matkustajamäärän vähentymisenä sekä reittien muutoksina, joilla on kustannusvaikutuksia joukkoliikenteen tilaajalle.

7.7 Työmaiden vaikutukset liikennöitsijälle

Linjaa 550 liikennöi Helsingin Bussiliikenne Oy. Sähköpostihaastattelussa 7.11.2019 Helsingin Bussiliikenne Oy:n suunnittelupäällikkö Simo Tölkö sanoi, ettei valitettavasti voi kertoa heidän yrityksensä kustannuspuolia. Hän kuitenkin lisäsi, että heidän linjan 550 sopimukselle asettamansa kannattavuus on pysynyt lisääntyneisiin liikennöintikorvauksiin nähden linjassa. Linjan 550 liikennöinnin yksikköhintojen tarkistamiseen ei ole ilmennyt tarvetta, kuten esimerkiksi päätepiestemutosten tai viikonloppu- ja yöliikenteen lisäyksiä. (Tölkö, 2019)

7.8 Rakentamisesta johtuvien joukkoliikenteen kiertoreittien kustannukset

HSL:lle on aiheutunut kiertoreiteistä kohdetapauksien osalta seuraavanlaisia kustannuksia (Linna, 2019b):

- Pirkkolantien sulkeminen: noin 2 000 euroa viikossa kaikilta linjoilta
- Varikkotien sulkeminen: noin 2 500 euroa viikossa, pois lukien linja 550

Linjan 550 osalta on vaikeaa arvioida katukohtaisia kustannuksia, koska linjan 550 suoritteessa on mukana monta työmaata. Vuoden 2019 syysliikenteen alusta alkaen linjan 550 kaikkien Raide-Jokerin työmaista aiheutuvien

kiertoreittien kustannukset ovat noin 18 000 euroa viikossa. 12.8.2019 alkaneessa syysliikenteessä linjalla 550 oli kiertoreittejä Pirkkolassa, Itäkeskuksessa, Oulunkylässä ja Huopalahdessa. (Linna, 2019b)

Yhteensä Pirkkolantien ja Varikkotien kohdetapausten osalta kiertoreittien kustannukset ovat olleet noin 4 500 euroa viikkoa kohden kaikilta linjoilta, pois lukien Varikkotie, jonka osuudessa ei ole laskettu linjaa 550. Tästä syystä Varikkotien sulkemisesta johtuva osuus on todellisuudessa suurimpi kuin noin 2 500 euroa viikkoa kohden.

Lisäksi on huomioitava, että myös kiertoreittien suunnittelusta aiheutuu kustannuksia HSL:lle.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän työn alussa asetettiin tavoitteiden kannalta keskeisimmät tutkimusongelmat ja -kysymykset, jotka olivat:

- Miten Raide-Jokerin rakentaminen vaikuttaa lisääntyneinä viiveinä ja kustannuksina tilaajalle, liikennöitsijälle ja matkustajille?
- Miten työmaat vaikuttavat linja-autojen ajoaikahajontaan, asiakaspalautteisiin ja matkustajamääriin?
- Mitä tekijöitä asiakaspalautteiden osalta nousee esille, ja mihin niistä pystytään reagoimaan työmaan osalta?
- Millä työmaaratkaisulla voidaan vaikuttaa linja-autoliikenteen ajoaikahajontaan?

Raide-Jokerin rakentamisella on ollut vaikutus joukkoliikenteen tilaajalle varsinkin kiertoreittien kasvaneista liikennöintikustannuksista. Vuoden 2019 syysliikenteen tilanteessa kiertoreittien viikkokustannukset olivat jo noin 18 000 euroa, jolloin mukana laskelmissa oli useita Raide-Jokerin rakentamisesta aiheutuvia kiertoreittejä. Vuosikustannus vuoden 2019 syysliikenteen kiertoreittien kohdalla on noin 940 000 euroa.

Ajoaikojen lisäyksestä on muodostunut Pirkkolantien ja Varikkotien osalta noin 60 tuntia viikossa ylimääräistä ajoaikaa, kun on laskettu yhteen Pirkkolantien suunnat 1 ja 2 ja Varikkotien suunta 2. Linjalle 550 ajoaikaa lisättiin maaliskuulle Pirkkolantien sulkemisen takia yksi minuutti molempiin ajosuuntiin, kun kiertotie käyttöön otettiin. Varikkotien sulkemisen takia suunnalle 2 lisättiin yksi minuutti ajoaikaa sekä lisäksi arkipäivien ruuhkaajalle yksi minuutti ajoaikaa, joten yhteensä suunnalle 2 lisättiin kaksi minuuttia ajoaikaa. Pitäjänmäentien kohdalla ajoaikaa ei oltu lisätty.

Tämän tutkimuksen kohdealueet eivät olleet liikennöitsijän mukaan aiheuttaneet heille ylimääräisiä kustannuksia, koska ennen Raide-Jokerin rakentamisen aloitusta lisätyt liikennöintikorvaukset ovat pysyneet kannattavana.

Ajoaikaviiveestä laskettu ylimääräinen dieselin kulutus on ollut yhteensä kohdealueilta noin 39–55 litraa kolmen tutkitun kuukauden ajalta. Ylimääräisestä dieselin kulutuksesta aiheutuneet kustannukset ovat olleet noin 54–77 euroa, mutta liikennöintikorvauksen on tarkoituksena kattaa myös kasvanut dieselin kulutus. Ylimääräisestä dieselin kulutuksesta aiheutuneet hiilidioksidiekvivalenttipäästöt ovat olleet noin 93–132 kiloa.

Matkustajille tutkimuksen kohdealueet ovat vaikuttaneet siten, että lisäkustannuksia on muodostunut ajoajan lisäyksistä ja ajamattomista lähdöistä. Ajoajan lisäyksistä johtuneet lisäkustannukset matkustajille ovat olleet yhteensä yli 12 000 euroa Pirkkolantien ajosuuntien 1 ja 2 sekä Varikkotien suunnan 2 arkilähtöjen osalta viikkoa kohden. Ajamattomista

lähdöistä on aiheutunut matkustajille reilu 4 000 euron lisäkustannus maaliskuu-, heinä- ja syyskuulta vuonna 2019.

Työmaista aiheutuneet ajoajan lisäykset ja kustannukset kohdistuivat ensisijaisesti joukkoliikenteen tilaajalle välittömänä lisäkustannuksena sekä matkustajille laskennallisina lisäkustannuksina. Liikennöitsijälle aiheutuneet lisäkustannukset olivat pieniä, mutta esimerkiksi ajamattomista lähdöistä on voinut aiheutua sanktioita liikennöintisopimuksen mukaisesti.

Taulukossa 9 on koostettu viikkokohtaiset kustannukset ajoaikojen lisäyksille, matkustajille aiheutuneet haitat ajoaikojen kasvusta sekä kasvaneet liikennöintikustannukset kiertoreiteistä. Lisäksi taulukossa löytyy tutkittujen kohdetapausten yhteenlaskettu hiilidioksidiekvivalenttipäästö. Ajoaikojen kasvu ja matkustajille aiheutuneet haitat ajoaikojen kasvusta on laskettu Pirkkolantien suunnan 1 ja 2 sekä Varikkotien suunnan 2 osalta, joille ajoaikaa lisättiin. Matkustajille aiheutuneissa haitoissa ajoaikojen kasvussa ei ole huomioitu viikonlopun kustannuksia, joten kyseinen lukema on arviotuna noin 1 500–2 500 euroa suurempi johtuen pienemmästä kuormituksesta viikonloppuisin.

Taulukko 9. Yhteiskuntataloudelliset kustannukset viikkoa kohden sekä päästöt maaliskuu-, heinä- ja syyskuulta 2019

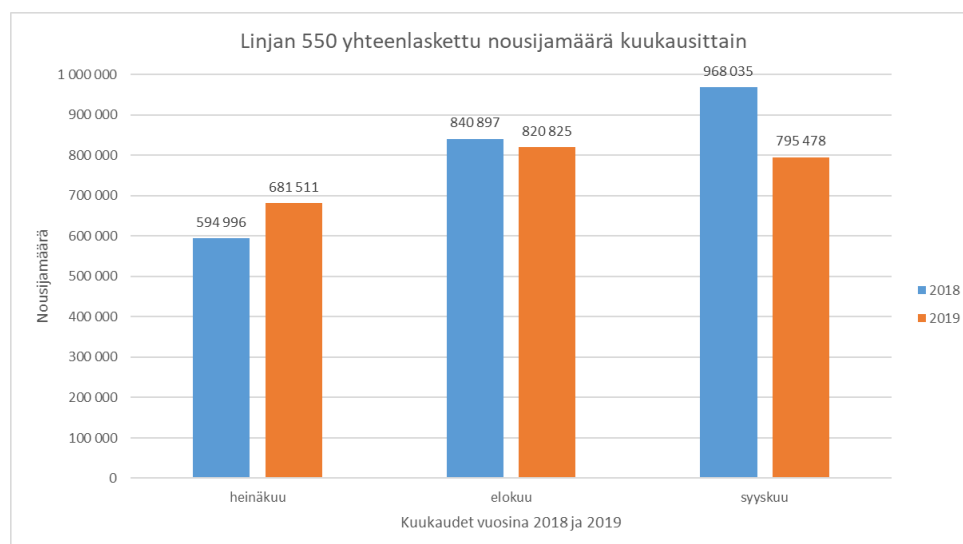
	Kustannukset
Ajoaikojen kasvu (h/viikko)	59,93
Hiilidioksidiekvivalenttipäästöt yhteensä (kg)	93,72-131,18
Matkustajille aiheutunut haitta ajoaikojen kasvusta (€/arkipäivät/viikko)	12199,06
Kasvaneet liikennöintikustannukset (€/viikko)	4500
Yhteensä viikossa (€)	16699,06

Raide-Jokerin rakentamisen aikaiset työmaat vaikuttivat tutkimuksen mukaan ajoaikahajontaan vaihtelevasti. Ajoaikahajonta on noudatellut pääsääntöisesti sellaista rytmiä, että ajoaikahajonnasta selvästi huomataan esimerkiksi ruuhka-ajan suurempi ajoaikahajonta. Pikemminkin etuajassa ajoa aikatauluun nähden ilmaantui yllättävän paljon eri kohdealueilla sekä etuajassa ajoa ilmaantui kohdealueittain myös eri ajosuunnissa. Esimerkiksi Pirkkolassa suunnassa 1 oli keskimäärin aikataulusta myöhässä ajoa ja suunnassa 2 etuajassa ajoa aikatauluun nähden.

Etujassa ajoa voidaan pitää linja-autopysäkillä odottavalle matkustajalle ikävänä, jolloin matkustajan etukäteen suunnitellut vuoro onkin jo ohittanut pysäkin, jos matkustaja ei ole vielä pysäkillä saapunut. Lisäksi jos linja-auton ajoaikasuunnittelussa pyritään siihen, että 40 prosenttia vuoroista kulkee etuajassa ja 60 prosenttia myöhässä, viikoittaiset keskimääräiset etuajassa ajamiset ovat matkustajan kannalta huono asia. Toisaalta on huomautettava, että linjalla 550 on varsinkin ruuhka-aikoina niin tiheä vuoroväli, että pysäkillä on mahdollista mennä ilman, että katsotaan aikatauluja.

Tutkitut työmaat vaikuttivat HSL:lle linjan 550 asiakaspalautteina siten, että asiakaspalautteita tuli suurin osa tutkittujen työmaiden aikana verrattuna vuoden 2019 alkuvuodesta lokakuun loppuun. Linjalle 550 tulleet asiakaspalautteet koskivat reittiin, pysäkin sijaintiin, aikatauluun ja kuorimitukseen.

Matkustajamääriin työmaat ovat vaikuttaneet siten, että keskimääräiset viikoittaiset matkustajamäärät ovat vuoden 2019 maalisi- ja heinäkuussa kasvaneet verrattuna edelliseen vuoteen, mutta vuoden 2019 syyskuussa matkustajamäärissä on ollut selkeää vähenemistä verrattuna edelliseen vuoteen. Lisäksi linjan 550 yhteenlasketut matkustajamäärät vuonna 2019 ovat vähentyneet elo- ja syyskuussa verrattuna vuoden takaiseen. Yhtenä syynä voidaan pitää Raide-Jokerin työmaata Huopalahdessa, jolloin elokuussa 2019 suljettiin Huopalahden joukkoliikennekatu ja yhteys paikallisjuniin katkesi. Lisäksi vuonna 2019 elo- ja syyskuussa Raide-Jokerin hankkeella on ollut useita eri työmaita käynnissä eri puolilla Helsinkiä ja Espoota, millä on mahdollisesti ollut vaikutusta matkustajamääriin. Kuvassa 36 on vertailtu linjan 550 nousijamääriä heinä-, elo- ja syyskuulta vuosilta 2018 ja 2019.



Kuva 36. Linjan 550 yhteenlaskettu nousijamäärä kuukausittain

Linjan 550 asiakaspalautteista nousi esille, että eniten palautteita ilmeni reittiin ja pysäkin sijaintiin liittyvissä palautteissa. Työmaan osalta pystytään vaikuttamaan esimerkiksi kiertoreittiin siten, että varmistetaan kiertoreitin toimivuus linja-autoliikenteelle. Lisäksi työmaa voi varmistaa työmaan kohdalla linja-autoliikenteen toimintaedellytykset esimerkiksi ajoittamalla liikenteen pysäytykset sellaisiin ajankohtiin, jolloin on vähiten haittaa linja-autoliikenteelle. Pysäkkien sijaintiin työmaan osalta pystytään vaikuttamaan siten, että esimerkiksi korvaava pysäkki sijoitetaan sellaiseen paikkaan, johon on esteetön pääsy sekä asianmukainen opastus. Lisäksi olisi hyvä, jos pysäkkiä ei tarvitsisi siirtää paikasta toiseen aika ajoittain, jolla vähennettäisiin epätietoisuutta pysäkin sijainnista matkustajan näkökulmasta.

Tutkimuksen kohdetapausten perusteella voidaan sanoa, että katujen sulkeminen työmaan ajaksi ja linja-autoliikenteen siirto kiertoreitille vaikuttavat joko suoraan molempiin linja-auton ajosuuntiin tai vain toiseen ajosuuntaan. Katujen sulkeminen ja koko ajoneuvoliikenteen siirtäminen kiertoreitille voi aiheuttaa kiertoreitille kapasiteettiongelmia sekä kiertoreitin käyttöönoton aluksi ruuhkaisuutta ja ajoaikaviivettä. Lisäksi on pohdittava, onko kiertoreitillä olevat linja-autopysäkit tyypiltään ajoratapysäkkejä, koska jos kiertoreitillä ajetaan yhdellä kaistalla suuntaansa, lisääntynyt linja-autoliikenne voi pysäyttää aika ajoin koko suunnan liikenteen pysäkin kohdalla. Jos kiertoreitin varrella on liikennevaloristeyksiä, olisi hyvä, että liikennevalokierrossa pystyttäisiin huomioimaan ajoissa lisääntynyt liikenne. Pitäjänmäentien tapauksessa huomattiin, ettei kadun kavennuksella tai kadun ulkopuolella tehtävillä töillä ollut vaikutusta linjan 550 ajoaikaan, vaan linja 550 kulki etuajassa.

9 TYÖN TULOSTEN POHDINTA

Linjan 550 ajoaikoja oli mitattuna runsaasti varsinkin Pirkkolantien ja Pitäjänmäentien kohdetapauksissa sekä Varikkotien suunnan 1 tapauksessa. Näissä tapauksissa viikoittaisia ajoaikaviiveen keskiarvoja voidaan pitää luotettavina. Varikkotien tapauksessa suunnassa 2 vertailtiin saapumisaikojen erotusta, koska suunnan 2 viimeinen tarkasteltava pysäkki oli päätepysäkki. Toteutuneista ajoajoista löytyi myös yksittäisiä monen minuutin myöhässä tai etuajassa ajamista, jotka poistettiin viikoittaisista keskiarvoista, jotta yksittäiset lähdöt eivät vääristäisi keskiarvoa.

Linjan 550 ajamattomia lähtöjä vertailtiin kohdetapauksien ajankohdalta vuoden 2018 samaan ajankohtaan. Yhteensä kohdetapauksien ajalta ajamattomia lähtöjä oli 22 kappaletta vuonna 2019 ja samalta ajalta 18 kappaletta vuonna 2018. Koska ajamattomien lähtöjen määrä ei ole oleellisesti kasvanut, ei voida todeta, että ajamattomat lähdöt olisivat johtuneet juuri Raide-Jokerin työmaista. Ajamattomien lähtöjen syissä liikennöitsijästä johtuvat syyt olivat kasvaneet vuonna 2019 vuodesta 2018. Esimerkiksi voidaan havaita linjan 550 ajamista väärää reittiä, mistä on seurannut seuraavan lähdön peruuntuminen. Toisaalta myös liikennemuutoksista aiheutuneet ajamattomat lähdöt kasvoivat vuodesta 2018 vuoteen 2019. Molempien vuosien yleisin syy oli ajoneuvon rikkoontuminen, josta on aiheutunut liikennöitsijälle sanktiota liikennöintisopimuksen mukaisesti. Sitä taustaa vasten, että liikennöitsijä itse ilmoittaa ajamattoman lähdön HSL:n järjestelmään tai että ajamaton lähtö ilmenee asiakaspalautteen kautta, ajamattomia lähtöjä on ollut vähän verrattuna linjan 550:n tiheään liikennöintiin.

Linjan 550 asiakaspalautteita tutkittiin vuodelta 2019 maaliskuu- ja heinä-lokakuun ajalta. Lopuksi asiakaspalautteet tutkittiin tammi-lokakuun ajalta vuonna 2019. Asiakaspalautteita tuli maaliskuussa yhteensä 26 kappaletta, joista suurimman osa aihealueena oli pysäkin sijainti. Heinä-lokakuun aikana linjalle 550 tuli 67 kappaletta, joista noin puolet liittyivät reittiin. Yhteensä tammi-lokakuun aikana linjalle 550 tuli 115 kappaletta, joista suurin osa liittyi reittiin ja pysäkin sijaintiin. Tästä voidaan päätellä, että palautteiden antajat ovat olleet ehkä huolissaan linjan 550 reittimuutoksista sekä omien pysäkkien sijainnista.

Linjan 550 matkustajamäärälaskenta perustuu Dilax-laitteisiin, joita ei ole jokaisessa linja-autossa. Kyseisiä laitteita vuorotellaan lähdöittäin siten, että jokainen lähtö tuottaa mitattua tulosta vähintään kuukauden ajanjaksolta. Tällöin tässä tutkimuksessa on saatu kohdetapauksien osalta kuukauden ajanjaksolta maanantai–torstai -lähtöjen matkustajamäärälaskentaa tietyiltä lähdöiltä, jolloin ihan jokaisesta eri lähdöstä ei ole saatu tulosta. Tutkimuksessa tutkitut lähdöt ovat kuitenkin olleet linjan 550 auto-kiertoon perustuvia, jolloin ensiksi saadaan tuloksia toisesta ajosuunnasta ja sitten vastakkaisesta ajosuunnasta. Mitattuja lähtöjä oli ajosuunnittain

kaikissa kohdetapauksissa noin 80–120 kappaletta viikkoa kohden. Näin on saatu melko kattava tilasto eri kellon aikojen matkustajamääristä, jolloin saatuja tuloksia voidaan pitää asianmukaisina.

Tämän tutkimuksen mukaan työmaiden aiheuttamat yhteiskuntataloudelliset kustannukset olivat suurimpia liikennöintikustannusten ja sekä erityisesti ajoajan lisäyksestä johtuvia kustannuksia matkustajille.

Joukkoliikenteen näkökulmasta hankearvioinneissa tulisi paremmin ottaa huomioon rakentamisen aikaisten kustannukset joukkoliikenteelle. Vaikka joukkoliikenteelle rakentamisen aikaisten vaikutusten luotettava arviointi on esi- ja yleissuunnitteluvaiheissa vaikeaa, tulisi ainakin etukäteen miettiä mahdollisten työmaa-aikaisten kiertoreittien kustannuksia joukkoliikenteelle sekä myös matkustajille. Lisäksi on kannattavaa miettiä sitä, kumpi vaihtoehto tulee halvemmaksi yhteiskuntataloudellisesti: kadun sulkeminen vai joukkoliikenteen liikennöinti työmaan keskellä. Mikäli joukkoliikenne siirretään kiertoreitille, kiertoreitti voi aiheuttaa kalliin operoinnin, ruuhkaisen katuosuuden sekä luotettavuuden ja palvelutason huomattavan heikennyksen, mikä voi heijastua rakentamisen valmistuttua joukkoliikenteen kysyntään.

LÄHTEET

- HSL. (n.d.). Urakoitsijoille. Haettu 30.7.2019 osoitteesta <https://www.hsl.fi/asiakaspalvelu/urakoitsijoille>
- HSL. (2012). *Joukkoliikenteen luotettavuuden kehittämisohjelma*. HSL:n julkaisuja 11/2012. Haettu 13.8.2019 osoitteesta <https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/luoke.pdf>
- HSL. (2018). *Liikennejärjestelmän julkistaloudellinen selvitys*. HSL:n julkaisuja 2/2018. Haettu 30.7.2019 osoitteesta https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/hsl_julkaisu_2_2018.pdf
- HSY. (2019). Pääkaupunkiseudun kasvihuonekaasupäästöt. Haettu 24.9.2019 osoitteesta <https://www.hsy.fi/fi/asiantuntijalle/ilmastonmuutos/hillinta/seuranta/Sivut/Paastot.aspx>
- Liikennevirasto. (2015a). *Tiehankkeiden arviointiohje*. Liikenneviraston ohjeita 13/2013, päivitetty 2015. Haettu 24.9.2019 osoitteesta https://vayla.fi/documents/20473/34253/lo_2013-13_tiehankkeiden_arviointiohje_web_päivitetty+21.10.2015.pdf/2a9aa525-0d9b-4602-9a5b-067b52312e55
- Liikennevirasto. (2015b). *Tie- ja rautatieliikenteen hankearvioinnin yksikköarvot 2013*. Liikenneviraston ohjeita 1/2015. Haettu 30.7.2019 osoitteesta <https://vayla.fi/documents/20473/34253/Tie-+ja+rautatieliikenteen+hankearvioinnin+yksikköarvot+2013.pdf/5f165edd-c827-4f2a-95a6-5b17649340d4>
- Liikennevirasto. (2017). *Liikenne tietyömaalla – Tienrakennustyömaat*. Liikenneviraston ohjeita 28/2017. Haettu 15.7.2019 osoitteesta https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2017-28_tienrakennustyomaat_web.pdf
- Linna, M. (2019a). Työmaiden yhteiskuntataloudelliset vaikutukset joukkoliikenteeseen. Sähköpostiviesti tekijälle 7.2.2019.
- Linna, M. (2019b). Linjan 550 ajoaika, ajamattomat lähdöt, matkustajamäärät ja asiakaspalautteet. Sähköpostiviesti tekijälle 20.11.2019.
- Lukkarinen, S. (2012). *Optimaalisen ajoajan määrittely aikataulusuunnittelussa*. Diplomityö. Yhdyskunta- ja ympäristötekniikka. Aalto-Yliopisto. Haettu 14.6.2019 osoitteesta https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/5187/master_lukkarinen_sara_2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y

LVM. (2007). *Joukkoliikenteen vaikutusten arviointi. Yleisohje*. Liikenne- ja viestintäminteriön julkaisuja 50/2007. Haettu 17.10.2019 osoitteesta https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/78829/LVM50_2007.pdf?sequence=1

Motiva. (2006). *Taloudellinen ajaminen – älykäs ajotapa*. Treatise-hankkeen koulutusopas. Haettu 24.9.2019 osoitteesta https://www.motiva.fi/files/2130/Taloudellinen_ajaminen_-_alykas_ajotapa.pdf

Stenroth, J. (2015). *Joukkoliikenteen matkustajalaskenta Helsingin seudulla*. Diplomityö. Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma. Tampereen teknillinen yliopisto. Haettu 30.7.2019 osoitteesta <https://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/23056/stenroth.pdf?sequence=3>

Tiehallinto. (2001a). *Joukkoliikenne tiensuunnittelussa*. Tiehallinnon selvityksiä 39/2001. Haettu 12.7.2019 osoitteesta <https://julkaisut.vayla.fi/pdf/3200685.pdf>

Tiehallinto. (2001b). *Joukkoliikenne hankearvioinnissa*. Tiehallinnon selvityksiä 40/2001. Haettu 20.7.2019 osoitteesta <https://julkaisut.vayla.fi/pdf/3200686.pdf>

Tiehallinto. (2004). *Tietyömaiden ja muiden tieliikenteen häiriötilanteiden vaikutukset*. Tiehallinnon selvityksiä 34/2004. Haettu 30.7.2019 osoitteesta <https://julkaisut.vayla.fi/pdf/3200884-vtietyomjamuidentieliikhair.pdf>

Tölkö, S. (2019). Raide-Jokerin työmaista aiheutuvat lisäkustannukset linjan 550 liikennöitsijälle. Sähköpostiviesti tekijälle 7.11.2019.

Raide-Jokeri. (2015). *Raide-Jokeri hankesuunnitelma 2015*. Haettu 15.10.2019 osoitteesta <http://raidejokeri.info/wp-content/uploads/2016/01/hankesuunnitelma.pdf>

Raide-Jokeri. (2016). *Raide-Jokerin hankearviointi*. Haettu 15.10.2019 osoitteesta <https://raidejokeri.info/wp-content/uploads/2016/03/hankearviointi.pdf>

Raide-Jokeri. (2018). RJ_000_LKT; TUO_Raportti-TLJ_konsepti. Word-tiedosto 20.2.2018. Raide-Jokeri M-Files projektipankki.

Raide-Jokeri. (2019a). RJ_000_TLJ_Raportti-Työmaiden vaikutukset_Yhteenveto. Powerpoint -esitys 8.1.2019. Raide-Jokeri M-Files projektipankki.

Raide-Jokeri. (2019b). RJ_000_PRJ_Raportti-ATA-mittariston rakenne. Word -tiedosto 23.5.2019. Raide-Jokeri M-Files projektipankki.

VTT. (2018). Kaupunkibussin yksikköpäästöt. LIPASTO – Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmä. Haettu 31.10.2019 osoitteesta <http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/henkiloliikenne/tieliikenne/linja-autot/bussikatu.htm>