



# Länsisataman pikaraitiotien yleissuunnitelmaraportti

29.10.2024

# Sisällys

Länsisataman pikaraitiotien yleissuunnitelma .....	1
Esipuhe.....	4
<b>1. Yleissuunnitelman lähtökohdat .....</b>	<b>5</b>
<i>Hankkeen kuvaus</i> .....	5
<b>2. Raitiotien reitti ja sen kehitystarpeet.....</b>	<b>6</b>
2.1. Reitti Hakaniemestä Länsisatamaan.....	6
<i>Kaisaniemi</i> .....	6
<i>Kaivokatu</i> .....	7
<i>Kamppi</i> .....	8
<i>Ruoholahdenkatu-Länsilinkki</i> .....	9
2.2. Kustannukset .....	11
<b>3. Vaikutusten arviointi .....</b>	<b>12</b>
3.1. Vaikutustenarvioinnin konsulttityö .....	12
Linjastosuunnittelun periaatteet.....	12
Hankevaihtoehdon linjasto .....	13
Vertailuvaihtoehdon linjasto .....	15
Raitioliikenteen operointikustannukset.....	18
Raitioliikenteen simulointitarkastelu .....	19
<i>Simulointitarkastelun menetelmä</i> .....	19
<i>Simulointitarkastelun rajauksia ja puutteita</i> .....	20
<i>Simulointitarkastelun tulokset</i> .....	21
<i>Simulointitarkastelun johtopäätökset</i> .....	26
3.2. Liikenne-ennusteet.....	27
Menetelmä.....	27
Lähtötiedot.....	27
Matkustajamäärät.....	30
<i>Vertailuvaihtoehdon matkustajamäärät ja kapasiteetti</i> .....	30
<i>Hankevaihtoehdon matkustajamäärät ja kapasiteetti</i> .....	31
Matkaketjut .....	34
Joukkoliikenteen aika- ja palvelutasomuutokset .....	36
Kulikutapamuutokset.....	38
3.3. Hankearviointi .....	38
Hyödyt .....	39
Kustannukset.....	39
Yhteiskuntataloudellinen kannattavuus .....	40
3.4. Vaikutukset HSL:n talouteen .....	41
3.5. Herkkyystarkastelut.....	42
Kaivokatu auki henkilöautoliikenteelle.....	42
3.6. Kampin pysäkkimuutosten vaikutukset .....	43
3.6.1. <i>Simonkadun ja Kampintorin pysäkkien yhdistäminen</i> .....	43
3.6.2. <i>Ruoholahden villojen ja Länsilinkin pysäkkien yhdistäminen</i> .....	44
<b>4. Vuorovaikutus .....</b>	<b>46</b>
<b>5. Yritysvaikutusten arviointi .....</b>	<b>47</b>
<b>6. Helsingin yliopiston metroaseman pohjoinen sisäänkäynti .....</b>	<b>48</b>
6.1. Pohjoisen sisäänkäynnin tarkastelu .....	48
6.2. Sisäänkäynnin mahdollisia toteutusmalleja.....	49
6.3. Kaisaniemenkadun pysäkin haasteet.....	49

<b>7. Yhteenveto ja jatkotoimenpiteet .....</b>	<b>50</b>
---	-----------

# Esipuhe

Länsisataman pikaraitiotien yleissuunnitelmassa vahvistetaan tarvittavat varaukset raitioiteille ja laaditaan hankkeelle kustannusarvio sekä arvioidaan muut vaikutukset.

Hyväksytyyn yleissuunnitelman ja kustannusarvion perusteella hankkeesta laaditaan hankesuunnitelma. Hankesuunnitelmassa voidaan tehdä hankkeeseen vähäisiä muutoksia ja tarkistuksia, jotka eivät olennaisesti muuta yleissuunnitelman sisältöä.

Yleissuunnitelma on laadittu Helsingin kaupunkiympäristön toimialalla liikenne- ja katusuunnittelupalvelussa yhteistyössä Helsingin seudun liikenteen (HSL) ja Kaupunkiliikenne Oy:n kanssa. Työn projektipäällikkönä on toiminut liikenneinsinööri Hanna Pund ja työryhmässä on ollut mukana Niko Setälä.

Työtä on ohjannut ohjausryhmä, jonka jäsenet ovat olleet:

- Reetta Putkonen, kaupunkiympäristön toimiala
- Heikki Palomäki, kaupunkiympäristön toimiala
- Hannu Asikainen, kaupunginkanslia
- Mikko Keskinen, kaupunginkanslia
- Tuomo Sipilä, kaupunginkanslia
- Outi Sääntti, kaupunginkanslia
- Artturi Lähdetie, Kaupunkiliikenne Oy
- Katerina Zaitseva, Kaupunkiliikenne Oy
- Kirsi Borg, Kaupunkiliikenne Oy
- Sakari Metsälampi, Helsingin seudun liikenne -kuntayhtymä (HSL)

Yleissuunnitelman osana on teetetty vaikutusten arviointityö, jossa konsulttina on toiminut WSP Finland Oy ja konsultin projektipäällikkönä Henri Miettinen.

Kannen kuva: Niko Setälä

Kuva: Linjan 9 raitiovaunu Atlantinkadulla saapumassa Kanariankadun pysäkillä Länsiterminaalin suunnasta, 11.6.2024



# 1. Yleissuunnitelman lähtökohdat

## ***Hankkeen kuvaus***

Länsisataman pikaraitiotie hankkeen lähtökohtana on mahdollistaa pikaraitioliikenne Hakaniemen ja Länsisataman välillä riittävän hyvällä sujuvuudella ja luotettavuudella. Reittiä liikennöitäisiin HSL:n linjastosuunnitelman mukaisesti Yliskylä – Hakaniemi -pikaraitiolinjan (linjanumero 12) jatkeena. Kruunusillat-raiotie tehdään ensin Hakaniemestä Laajasaloon, jonka liikennöinti tämänhetkisen arvion mukaan alkaa 2027. Länsisataman pikaraitiotien rakentamisen on suunniteltu ajoittuvan vuosille 2027–2031.

Kruunusillat-hankkeen enimmäishinnan korotuspäätöksessä 25.8.2021 kaupunginvaltuusto ohjeisti jatkosuunnittelua seuraavasti: ”Raitiotieyhteyden Hakaniemestä Helsingin päärautatieasemalle suunnittelua ja toteutuksen valmistelua jatketaan ja osuutta koskeva kustannusarvio tuodaan erikseen päätettäväksi. Vaiheen jatkosuunnittelun lähtökohtana on, että Kaivokadulle ei tarvita erillistä pikaraitiotien päätepysäkkiä, vaan linja kytetään tarkoituksenmukaisella tavalla jatkumaan muuhun raitiotieverkkoon.” HSL tutki Kaupunki- ja pikaraitioliikenteen linjastosuunnitelmassa (HSL:n julkaisu 8/2022) yhdessä kaupungin kanssa tarkoituksenmukaista reittiä keskustan läpi Laajasalosta tulevalle pikaraitiolinjalle. Suunnitelmassa päädyttiin esittämään pikaraitiolinjalle reittiä Hakaniemestä Kaivokadulle ja edelleen Kampin kautta Jätkäsaareen ja Länsiterminaalille. Ratkaisun taustalla on Länsiterminaalien kasvava matkustajaliikenne Tallinnan laivaliikenteen keskittämispäätöksen myötä ja samanaikaisesti tavoite turvata edelleen kasvavan Jätkäsaaren asukkaiden liikkuminen. Tästä seuraa tarve joukkoliikenteen kapasiteetin kasvattamisesta, jossa pikaraitiotiellä on merkittävä rooli.

Kun Kruunusillat-hankkeen Hakaniemenrantaan toteuttama raitiopysäkki ei enää toimi Laajasalon linjan päätepysäkkinä, mahdollistaa se myös muiden raitiolinjojen kulkemisen Hakaniemenrannassa ja siten laajemman raitiolinjaston kehittämisen. Kruunusillat-hanke toteuttaa myös raitiotien liitoksen nykyiseen rataverkkoon Siltsaarenkadulla.

Pikaraitiolinjan suunnitteluperusteina on ollut liikennöinti korkeintaan 45 metriä pitkillä pikaraitiovaunuilla ja viiden minuutin vuorovälillä. Nykyisiä kaupunkiraitiovaunuja pidemmät vaunut ja lisääntyvä vuoromäärä edellyttävät raitiotien infrastruktuurin kehittämistä, vaikka reitti seuraakin täysin jo olemassa olevaa raitiotietä Hakaniemen ja Länsiterminaalien välillä.

Länsisataman pikaraitiotie on mukana Helsingin seudun MAL 2023 -suunnitelmassa. Sille on mahdollista hakea myös EU:n CEF-rahoitusta, sillä pikaraitiotie vahvistaa TEN-T-ydinverkkoon sisältyvän kaupunkisolvukohdan sisällä rataverkon ja Länsiterminaalien välistä yhteyttä. TEN-T-verkko (Trans-European Transport Network) on Euroopan laajuinen liikenneverkkohanke, jonka tavoitteena on parantaa ja kehittää liikenneinfrastruktuuria Euroopan unionin alueella. TEN-T-verkko kattaa muun muassa tie-, rautatie-, meri- ja lentoliikenteen reittejä sekä niihin liittyviä terminaaleja ja logistiikkakeskuksia. Verkoston tavoitteena on edistää taloudellista kasvua, liikenteen sujuvuutta, ympäristöystävällisyyttä ja Euroopan sisämarkkinoiden yhtenäisyyttä.



Kuva 1. Hankkeen yleiskuva

## 2. Raitiotien reitti ja sen kehitystarpeet

### 2.1. Reitti Hakaniemestä Länsisatamaan

Reitti Hakaniemestä Länsisatamaan kulkee olemassa olevaa raitiotietä pitkin Kaivokadun ja Kampin kautta. Länsisatamassa pääte pysäkkinä toimii Tahitinkadun kääntöpaikka, jonne kuljetaan Länsiterminaalin kautta. Reitille tulee tehdä rata- ja katujärjestelyjen muutoksia, joilla varmistetaan pikaraitiotien sujuva liikennöinti kaupunkiympäristössä. Muutokset varmistavat myös samoja raiteita käyttävien kaupunkiraitiolinjoiden toimivuuden ja sujuvuuden.

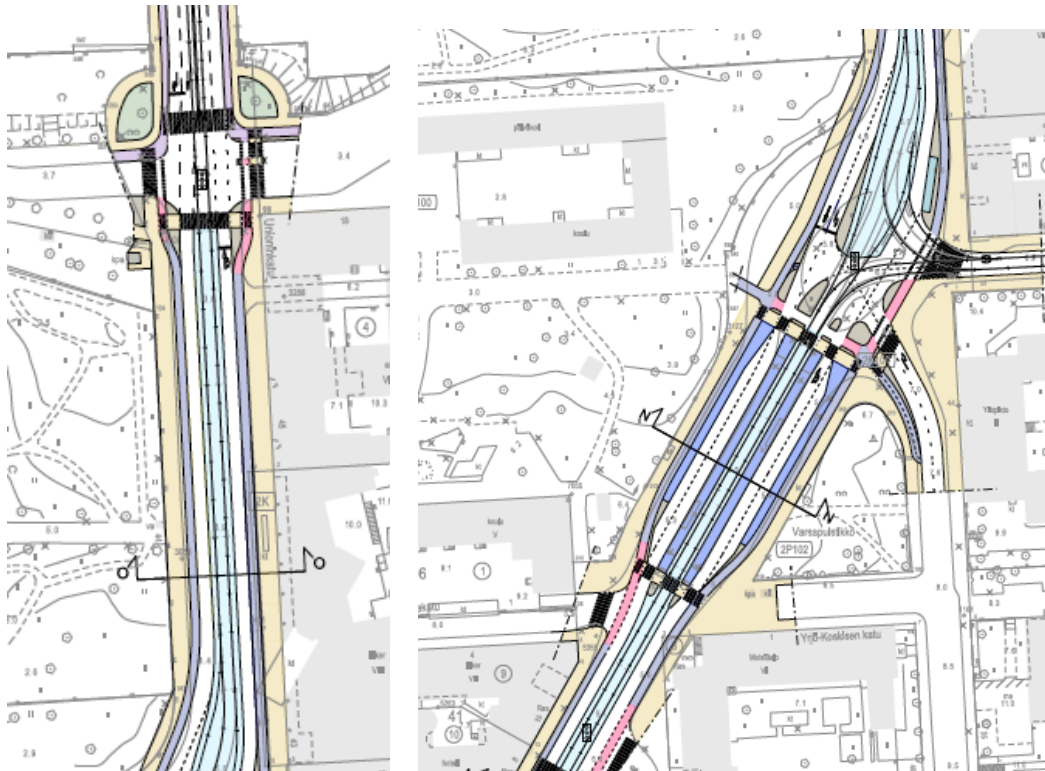
Länsisataman ja Jätkäsaaren alueelle ei ole tarpeen tehdä suuria muutoksia pikaraitiotien vuoksi. Ainoastaan Huutokonttorin pysäkkien palvelualue Tyynenmerenkadulla tulee pidentää 30 metristä 45 metriin, mutta tämä onnistuu pysäkkien nykyisellä sijainnilla. Bunkkerin kääntöpaikan valmistumisen myötä arviolta vuonna 2030 Jätkäsaaren raitiotieinfra pääte pysäkkeineen on täydessä laajuudessaan. Tämä mahdollistaa raitiolinjan 8 ulottamisen Länsiterminaalille asti ja kaikki tässä suunnitelmassa kuvatut linjastoratkaisut.

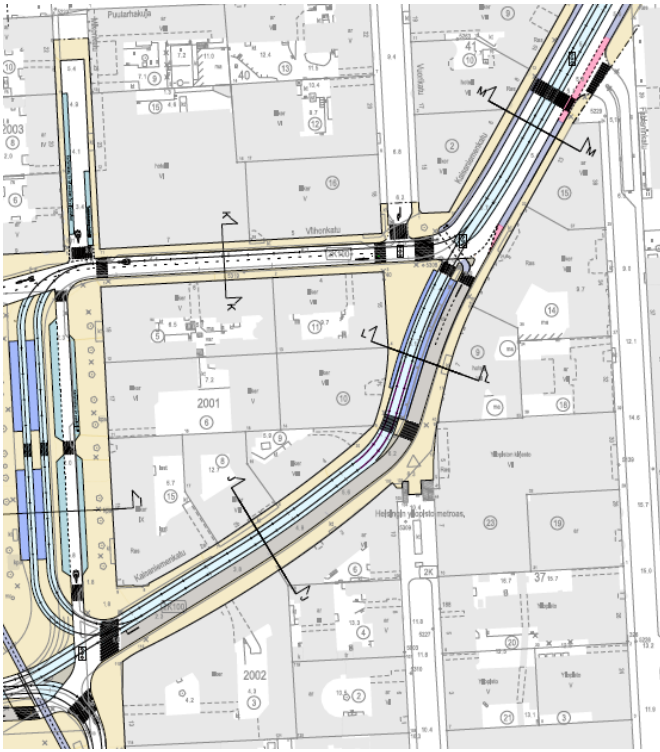
## **Kaisaniemi**

Kaisaniemen ja Kaivokadun alueella esitettävät muutokset perustuvat syksyllä 2024 päätöksenteossa olevan Ydinkeskustan liikennejärjestelmäsuunnitelman ja kaupunkiympäristölautakunnan 1.10.2024 hyväksymän Kaivokadun ympäristösuunnitelman mahdollistamiin ratkaisuihin. Näitä periaatteellisia ratkaisuja tullaan tarkentamaan jatkosuunnittelussa.

Kaivokadun muuttuessa joukkoliikennekaduksi Unioninkadulta ja Kaisaniemenkadulta poistetaan yhdet ajoneuvokaistat suuntaansa. Ajokaistojen poiston myötä Unioninkadulla raitiotie saa oman kaistansa molempiin suuntiin ja olemassa olevaan katutilaan voidaan lisätä raitiotielle ryhmittymisraide Liisankadulle. Tällä ryhmittymisraiteella varmistetaan niin pikaraitiotien kuin kaupunkiraitioteiden sujuvuus kääntyvien vaunujen päästessä sivuun pääsuunnan vaunujen tieltä. Unioninkadun ja Kaisaniemenkadun välinen liikenneympyrä poistetaan, jotta Kaisaniemenpuiston raitiopysäkkejä voidaan pidentää palvelemaan samanaikaisesti pikaraitiovaunua ja kaupunkiraitiovaunua. Kaisaniemenpuiston bussipysäkit voidaan keskittää raitiotiepysäkkien vierelle pysäkkialueen pidentyessä. Autokaistojen vähentäminen mahdollistaa myös jalankulun ja pyöräliikenteen järjestelyjen kehittämisen katuosuudella. Raitiotie voidaan toteuttaa omalle kaistalleen myös Puutarhakadun ja Vilhonkadun välisellä osuudella, mikä mahdollistaa erottelun parantamisen myös raitiotien aluetta korottamalla.

Kaisaniemenkadun pysäkkialueelle ja jo nykyisin erotellulle raitiotielle Mikonkadulla ei esitetä oleellisia muutoksia, mutta liikennejärjestelyjen muutokset sen ympärillä voivat mahdollistaa pienimittakaavaisen pysäkin kehittämisen.



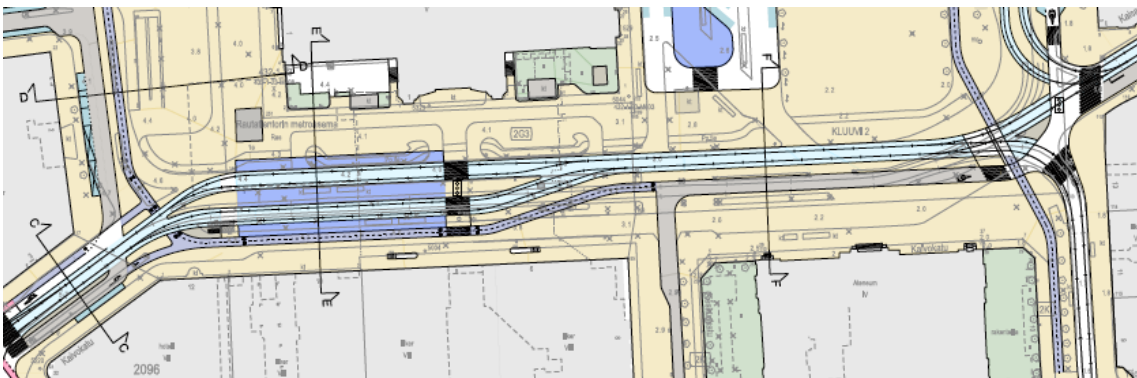


Kuva 2. Otteita Kaisaniemenkadun - Unioninkadun liikennesuunnitelmaluonnoksesta

### **Kaivokatu**

Rautatieaseman metroaseman ja Asematunnelin kannen remontin myötä koko Kaivokadun pinta kaivetaan auki, ja kiskot sekä pysäkkilaiturit rakennetaan uudelleen. Pikaraitiotien toteuttamisen myötä Kaivokadulle esitetään toteutettavaksi Rautatieaseman pysäkin kohdalle toinen kisko- ja laituripari, jotta kasvava vuoromäärä ja liikennöinti pidemmillä vaunuilla toimisi sujuvasti. Uusi pikaraitiolinja käyttäisi keskilaituria ja kaupunkiraitiolinjat käyttäisivät reunalaitureita. Pysäkin palvelualueutta pidennetään 61 metriin, jotta pysäkillä mahtuisi samaan aikaan kaksi kaupunkiraitiovaunua peräkkäin turvallisesti ja muuta liikennettä häiritsemättä. Raitiopysäkillä tulee valo-ohjattu suojatieylitys Rautatieaseman pääoven kohdalle.

Muut liikennejärjestelyt raitiotien ympärillä kehittyvät Kaivokadun ympäristösuunnitelmassa ja liikennesuunnitelmaluonnoksessa esitetyn mukaisesti, jolloin kävely-yhteydet pysäkillä helpottuvat joka suunnasta läpiajavan autoliikenteen poistuessa Kaivokadulta.



Kuva 3. Ote Kaivokadun liikennesuunnitelmaluonnoksesta

### **Kamppi**

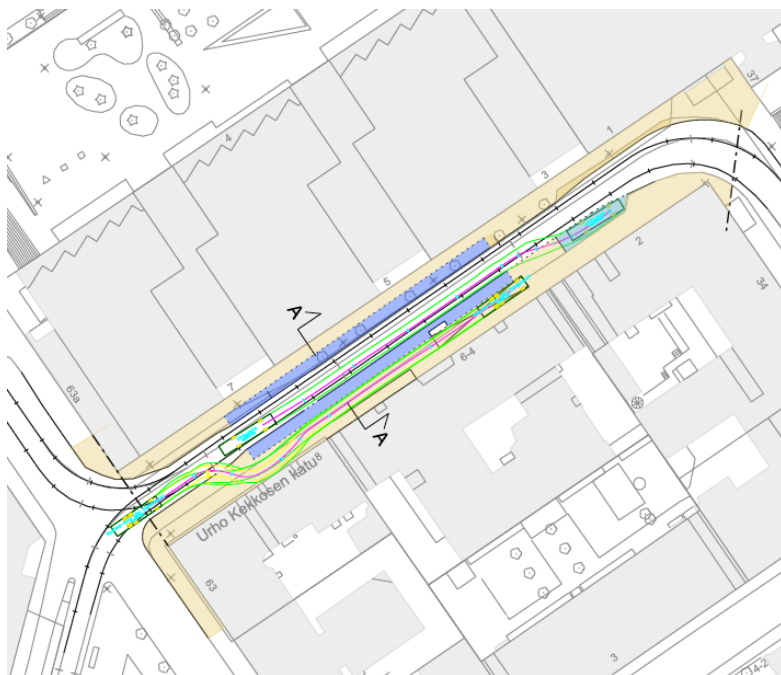
Kampissa on tutkittu Simonkadun pysäkin pidentämistä. Nykyisellä sijainnilla pidentäminen on haastavaa kadun eteläpuolella sisäpihoille tapahtuvien ajoyhteyksien sekä Simonkadun ja

Annankadun risteyksessä olevan suojatien vuoksi. Kampintorin pysäkin pidentäminen edellyttäisi liittymäjärjestelyjen uudelleenmuotoilua Fredrikinkadun ja Malminrinteen risteyksessä.

Simonkadun ja Kampintorin pysäkkien pidentämisen vaihtoehdoksi on tutkittu uuden pysäkin sijoittamista Urho Kekkosen kadulle Fredrikinkadun ja Annankadun väliin. Tämä pysäkki voidaan toteuttaa esteettömänä kahden vaunun (pikaratikka ja kaupunkivaunu) pysäkinä.

Nykyisten pysäkkien (Kampintori ja Simonkatu) tilalle tulevaa liikenteellistä ja kaupunkitilallista ratkaisua ei ole yleissuunnitelman yhteydessä suunniteltu, ja sitä tulee jatkossa tarkastella lisää.

Pysäkkimuutoksen vaikutuksia ja esitettävän vaihtoehdon perusteluja on käsitelty kohdassa 3.6.1.



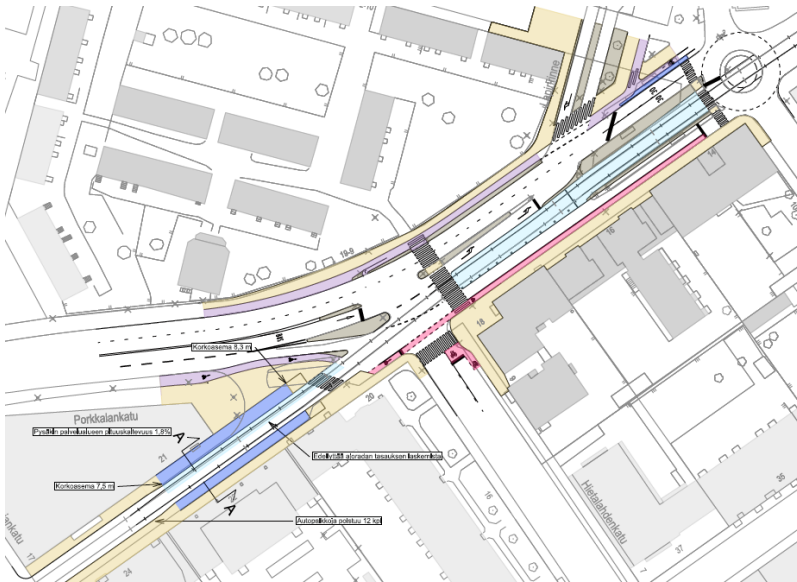
Kuva 4. Liikennesuunnitelmaluonnos Urho Kekkosen kadun pysäkestä

### **Ruoholahdenkatu-Länsilinkki**

Ruoholahden villat -pysäkki Ruoholahdenkadulla (kuva 6, nro 2) sekä Länsilinkin pysäkki (kuva 6, nro 1) ovat liian lyhyitä pikaraitiovaunuille. Ruoholahden villojen pysäkin pidentäminen nykyisellä sijainnillaan ei ole mahdollista lyhyen liittymävälillä vuoksi. Länsilinkin pysäkin pidentäminen nykyisellä sijainnilla on haastavaa Eerikinkadun suuntaisen jalankulun ja pyöräliikenteen reitin vuoksi. Yleissuunnitelmassa tutkittiin vaihtoehtoina kahden edellä mainitun pysäkin yhdistämistä Ruoholahdenkadulle Porkkalankadun läheisyyteen, tai pysäkkien siirtämistä niin, että pidemmät pysäkit voidaan toteuttaa. Nykyisten pysäkkien tilalle tulevaa liikenteellistä ja kaupunkitilallista ratkaisua ei ole yleissuunnitelman yhteydessä suunniteltu, ja sitä tulee jatkossa tarkastella lisää.

Yhdistetyn pysäkin vaihtoehdossa pysäkki sijoittuisi Ruoholahdenkadulle Hietalahdenkadun ja Porkkalankadun liittymän länsipuolelle (kuva 6, nro 5). Pysäkkien yhdistäminen pidentäisi raitiotien pysäkkiväliä ja nopeuttaisi raitiotien liikennöintiä. Samalla kävelymatkat yhdistetylle pysäkillä olisivat pidempiä kuin nykyisille tai siirretyille pidennetyille pysäkeille. Kuvassa 5 on kuvattu tarkemmin liikennejärjestelyt uuden pysäkin kohdalla. Pysäkin siirtämisen myötä Porkkalankadulta ei enää pääsisi autolla kääntymään Ruoholahdenkadulle Ruoholahden suuntaan, vaan tulisi kiertää Hietalahdenkadun kautta. Pysäkin kohdalta poistuisi 12 autopaikkaa.





Kuva 5. Liikennesuunnitelmaluonnos Ruoholahdenkadun yhdistetystä pysäkestä

Kahden pysäkin siirtämiseen perustuvassa vaihtoehdossa Ruoholahden villojen pysäkkiä siirrettäisiin Abrahaminkadun itäpuolelle Lastenlehdon puiston vierelle (kuva 6, nro 4). Tällöin raitioliikenteen sujuvuuden turvaamiseksi jouduttaisiin katkaisemaan ajoneuvoliikenne Ruoholahdenkadulta lännen suuntaan Albertinkadun ja Abrahaminkadun väliltä. Ajoneuvoliikenne ohjattaisiin kiertämään lännen suuntaan Porkkalankadulle Lönnrotinkadun kautta. Kaivokadun katkaisun myötä Kampin läpi kulkeva autoliikenne tulee vähenemään. Autoliikenteen reitit ja niitä tukevat liikennejärjestelyt tullaan tarkentamaan laadittavassa Kampin alueellisessa liikennesuunnitelmassa.

Pidempi pysäkki on mahdollista rakentaa hieman pohjoisemmaksi lähemmäksi Ruoholahdenkatua. Tällöin ajo Ruoholahdenrannasta Ruoholahdenkadulle päin olisi ajoneuvoilla omalla kaistallaan, kun toiseen suuntaan ajettaisiin raitiotietä pitkin pysäkkien välistä. Samalla kadunvarresta poistuisi noin 18 pysäköintipaikkaa.

Ruoholahdenkadun ja Ruoholahdenrannan pysäkkimuutosvaihtoehdot on esitetty alla olevassa karttakuvassa (**Error! Reference source not found.**6). Pysäkkien yhdistäminen pidentäisi raitiotien pysäkkiväliä ja nopeuttaisi raitiotien liikennöintiä. Samalla kuitenkin kävelymatkat pysäkeille pitäisivät Kampin länsiosissa pysäkkiverkon harventuessa.

Pysäkkimuutoksen vaikutuksia ja esitettävän vaihtoehdon perusteluja on käsitelty kohdassa 3.6.2.



1. Länsilinkki, ehdotetaan poistettavaksi
2. Ruoholahden villat, ehdotetaan poistettavaksi
3. Länsilinkki, ehdotus korvaavaksi pidennetyksi pysäiksi
4. Ruoholahden villat, ehdotus korvaavaksi pidennetyksi pysäiksi
5. Ruoholahden villat, ehdotus yhdistetyksi pysäiksi, korvaa pysäkit 1-4
6. Huutokonttorin pysäkit

A Marian kampus



Kuva 6. Koostekuva Ruoholahdenkadun ympäristön pysäkkimuutosvaihtoehdoista

## 2.2. Kustannukset

Yleissuunnitelmassa on laskettu suoraan Länsisataman pikaraitiotiehen liittyvät kustannukset karkealla tasolla. Kustannukset eivät sisällä muita liikennejärjestelyjä ja katu ympäristön kehittämistä Kaivokadulla, Kaisaniemenkadulla ja Unioninkadulla, jotka ovat seurausta Kaivokadun liikennejärjestelyratkaisusta. Hanksuunnittelu-vaiheessa kustannukset tulevat tarkentumaan ja lisäksi muiden yhteisen kunnallisteknisen työmaan (YKT) osapuolien kustannukset selviävät. Yleissuunnitelma-vaiheen kustannusarvio on laadittu yhteistyössä Kaupunkiliikenne Oy:n kanssa. Suoraan pikaraitiotiehen liittyviksi kustannuksiksi on laskettu uudet ja uusittavat kiskot, uudet ja uusittavat vaihteet, uudet ja uusittavat pysäkit sekä uusittava katupinta. Alla taulukossa 1 on arvioinnissa käytetyt yksikköhinnat. Lisäksi taulukossa 2 on esitetty kustannukset jaoteltuna. MAKU 131,22, 04/2024, 2015=100.

Taulukko 1. Arvioinnissa käytetyt yksikköhinnat.

Nimike	Yksikkö	Yksikköhinta
<i>Raitiotieosat</i>		
Uudet ja uusittavat kiskot	raidemetri	3 000 €
Uudet ja uusittavat vaihteet	kpl	100 000 €
Pysäkkilaituri varusteineen	kpl	75 000 €
Uusittava katupinta	m <sup>2</sup>	300 €

Taulukko 2. Kustannukset jaoteltuna.

<b>KUSTANNUKSET</b>	
<b>Rakennusosat yhteensä</b>	<b>20 791 000 €</b>
• Kaisaniemen liittymäalue ja Kaivokatu	11 670 000 €
• Länsiosan pysäkipidennykset	9 121 000 €
<b>Työmaatehtävät ja kate (25 %)</b>	<b>5 197 750 €</b>
<b>Tilaaajatehtävät (15 %)</b>	<b>3 898 313 €</b>
<b>Riskivarat (25 %)</b>	<b>7 471 765 €</b>
<b>Kustannukset yhteensä</b>	<b>37 358 828 €</b>

# 3. Vaikutusten arviointi

Länsisataman pikaraitiotien yleissuunnitelman vaikutusten arviointi tehtiin konsulttityönä WSP Finland Oy:n toimesta. Tämä vaikutustenarviointi tuloksineen on esitelty luvuissa 3.1–3.4. Laajemmin työ on kuvattu erillisessä vaikutusten arvioinnin raportissa (liite 3).

Kampin alueen pysäkkiverkon tarkastelut käynnistettiin vasta vaikutustenarvioinnin konsulttityön jälkeen, eivätkä siis ole mukana konsulttityön arvioissa. Pysäkkimuutosten vaikutuksia on arvioitu asiantuntija-arviona kaupungin ja HSL:n yhteistyönä. Pysäkkimuutosten vaikutuksia käsitellään luvussa 3.6.

## 3.1. Vaikutustenarvioinnin konsulttityö

Konsulttityön rajaukseen sisältyi linjastosuunnittelu ja tarkastelut linjaston toimivuudesta Kaivokadun–Kaisaniemenkadun–Unioninkadun liikennejärjestelymuutokset huomioiden. Hankevaihtoehdon linjasto perustuu RAILI2-linjastosuunnitelman luonnokseen, jossa Jätkäsaaren, Hernesaaren ja Länsisataman matkustuskysynnän kasvuun vastataan pikaraitiolinjan 12 jatkeella Länsisatamaan ja linjan 9 kääntämisellä Hernesaareen. Lisäksi hankevaihtoehdossa jatketaan Kalasataman raitiolinjaa 13 Nihdistä Rautatietorille. Vertailuvaihtoehdossa kysynnän kasvuun vastataan linjalla 7T Länsisatama–Katajanokka ja linjan 1 käännöllä Hernesaareen.

Raitioverkon toimivuutta tarkasteltiin simuloinneilla, jotka keskittyivät pysäkkien toimivuuden kuvaamiseen, sillä pysäkit ovat raitioverkon keskeisin pullonkaula. Simulointitarkastelun perusteella voidaan todeta, että hankevaihtoehdon linjaston toimivuus edellyttää neljää pysäkkilaituria Kaivokadulle. Lisäksi hankevaihtoehdossa Kaisaniemenkadun ja Simonkadun pysäkkien toimivuus heikentyy heikolle tai välttävälle tasolle, ellei pysäkkejä pidennetä 65 metriin.

Raitiotien liikenne-ennusteet laadittiin Helmet 4.1-mallilla. Hankkeen myötä linjan 12 matkustajamäärät kasvavat linjan pidentyessä Hakaniemestä Länsisatamaan noin 15 000 matkasta arkivuorokaudessa lähes 50 000 matkaan vuoden 2040 tilanteessa. Ennustettu matkustuskysyntä ylittää 35-metrinen pikaraitiovaunujen kapasiteetin. 2030-luvulla on tarve varautua pidentämään linjan raitiovaunuja 45-metrisiksi. Kaivokadun läpi liikennöitäessä yli puolet matkustajista vaihtuu Kaivokadun pysäkillä, jonka suuret käyttäjämäärät lisäävät perusteluita linjan omille pysäkkilaitureille.

Tarvittava infra on suurilta osin jo olemassa tai rakenteilla, jolloin hankkeen edellyttämät investoinnit ovat vähäisiä. Lisäksi hanke toteutuu tiiviiseen kaupunkiympäristöön, jossa matkustajamäärät ovat suuria.

## Linjastosuunnittelun periaatteet

Yleissuunnitelmassa on suunniteltu kaksi linjastoa: hankevaihtoehdon linjasto, jossa pikaraitiolinjaa 12 jatketaan Länsisatamaan ja vertailuvaihtoehdon linjasto, jossa vastaava palvelutaso on pyritty toteuttamaan kaupunkiraitioliikenteen tihentämisellä. Molemmilla linjastoilla on pyritty tarjoamaan ennustettuun kysyntään mahdollisimman hyvin vastaava raitioliikenteen palvelutarjonta.

Linjastosuunnittelu on keskittynyt raitioliikenteen reittien suunnitteluun, koska hankkeella tai sen vertailuvaihtoehdolla ei ole vaikutuksia bussilinjastoon. Tästä syystä tässä työssä ei käsitellä bussiliikenteen muutoksia tai esimerkiksi niiden liikennöintikustannuksia.

Linjastot on suunniteltu vuoden 2040 tilanteeseen, jolloin Helsingin sataman keskittämisstrategia on toteutunut ja lisännyt Länsisataman matkustajalauttaliikennettä sekä Jätkäsaareen ja Hernesaareen ja Laajasaloon suunniteltu maankäyttö on toteutunut.

Jätkäsaaren ja Hernesaaren alueiden kasvu sekä Tallinnan-liikenteen keskittäminen Länsisatamaan aiheuttavat tarpeen kasvattaa raitioliikenteen tarjontaa verrattuna nykytilanteeseen.

Hankevaihtoehdossa tarjonnan kasvu toteutetaan Yliskylän pikaraitiolinjan 12 jatkamisella keskustaan sekä linjan 9 käynnöllä Hernesaaren. Vertailuvaihtoehdossa tarjonnan kasvu toteutetaan kääntämällä linja 1 Hernesaareen ja perustamalla uusi linja 7T Länsisataman ja Katajannokan terminaalin välille. Hankevaihtoehdon sivutuotteena toteutuu vaihdottomat yhteydet Kalasataman eteläosista ja Laajasalosta keskustaan, kun linjaa 12 jatketaan Hakaniemestä, mikä vuorostaan mahdollistaa linjan 13 jatkamisen. Linjastovaihtoehtojen keskeiset erot ja ominaisuudet esitetään taulukossa 3

Taulukko 3. Hanke- ja vertailuvaihtoehdon keskeiset erot ja ominaisuudet.

Yhteysväli	Tavoite	Hankevaihtoehdon linjat	Vertailuvaihtoehdon linjat
<b>Länsisatama–keskusta</b>	5 min vuoroväli	Pikaraitiolinja 12, 5 min (Lisäksi Tahitinkadulle päättyvä raitiolinja 7, 10 min)	Kaupunkiraitiolinjat 7, 7T ja 9, 3–5 min
<b>Hernesaari–keskusta</b>	5 min vuoroväli	Linjat 6 ja 9, 5 min (molemmat linjat Kaivokadulle)	Linjat 1 ja 6, 5 min (6 Kaivokadulle, 1 Lasipalatsille)
<b>Katajannokan terminaali–keskusta</b>	10 min vuoroväli	Linja 1, 10 min	Linja 7T, 10 min
<b>Kalasatama/Laajasalo–keskusta</b>	Suorat yhteydet	Pikaraitiolinja 12 Laajasalosta ja 13 Kalasatamasta	Ei vaihdottomia raitioyhteyksiä

## Hankevaihtoehdon linjasto

Hankevaihtoehdon linjasto perustuu pitkälti HSL:n RAILI2-linjastosuunnitelmaan raitioliikenteestä 2030-luvulla. Linjastosuunnitelma sisältää tämän hankkeen tavoitteena olevan linjastomuutokset pikaraitiolinjan 12 jatkamisesta Hakaniemestä Länsisatamaan. Seuraaviin raitiolinjoihin ei ole suunniteltu muutoksia linjastosuunnitelmaan verrattuna:

- Linja 1 Katajanokan terminaali–Aleksanterinkatu–Kaivokatu–Kamppi–Etu-Töölö–Helsinginkatu–Mäkelänkatu–Käpylä
- Linja 2 Katajanokka–Aleksanterinkatu–Mannerheimintie–Pasila–Messukeskus
- Linja 4 Kaivopuisto–Aleksanterinkatu–Mannerheimintie–Arkadiankatu–Etu-Töölö–Topeliuksenkatu–Munkkiniemi
- Linja 5 Tehtaankatu–Fredrikinkatu–Etu-Töölö–Topeliuksenkatu–Rosina Heikelin puisto
- Linja 6 Hernesaari–Bulevardi–Kaivokatu–Hämeentie–Arabia
- Linja 8 Bunkkeri–Länsisatama–Ruoholahti–Mechelininkatu–Helsinginkatu–Arabia
- Linja 10 Kirurgi–Mannerheimintie–Pikku-Huopalahti
- Linja 11 Kruunuvuorenranta–Kalasatama–Pasila

- Linja 12 Tahitinkatu–Länsisatama–Kamppi–Kaivokatu–Hakaniemenranta–Yliskylä
- Linja 14 Kolmikulma–Mannerheimintie–Meilahti–Munkinseutu–Kannelmäki (reitti ennen Mäkelänbulevardin pikaraitiotien toteutumista, mihin linja yhdistyy Postikadulla)

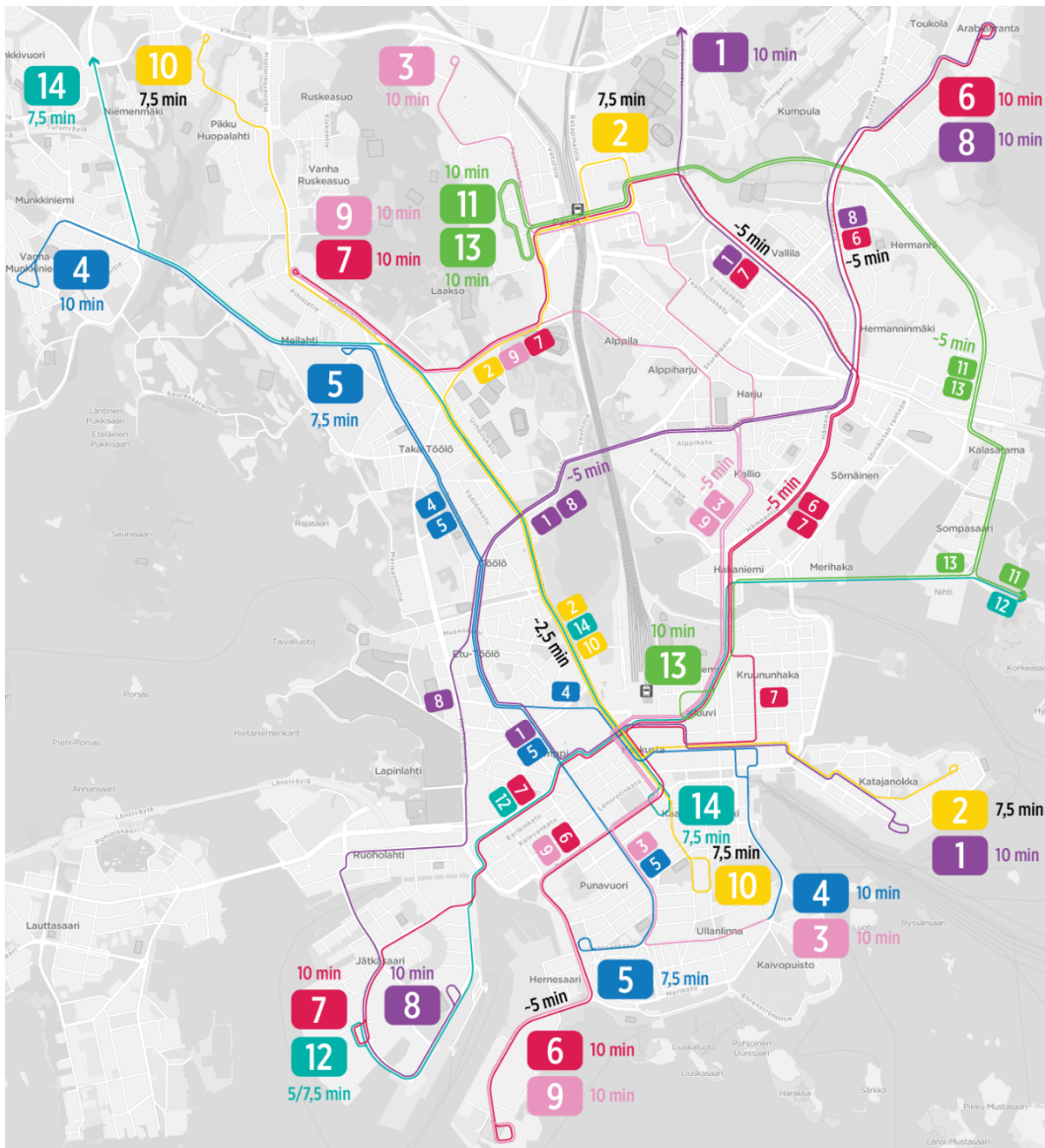
Seuraavat raitiolinjat on suunniteltu toisin kuin linjastosuunnitelmassa:

- Linja 3 on käännetty Kallion pohjoispuolella nykyiselle linjan 9 reitille Vallilan ja Pasilan kautta Ilmalaan. Linjan reittiin Kalliosta etelään (Kallio–Kaivokatu–Bulevardi–Kaivopuisto) ei ole esitetty muutoksia.
- Linja 7 on lyhennetty Jätkäsaarella Bunkkerilta Tahitinkadulle. Linjan reitti on siten Tahitinkatu–Välimerenkatu–Kamppi–Kaivokatu–Kruununhaka–Hämeentie–Mäkelänkatu–Pasila–Kuusitie.
- Linja 9 on käännetty Kallion pohjoispuolella nykyiselle linjan 3 reitille Nordenskiöldinkadun kautta Kuusitielle. Linjan reittiin Kalliosta etelään (Kallio–Kaivokatu–Bulevardi–Hernesaari) ei ole esitetty muutoksia.
- Linja 13 on lyhennetty Kolmikulmasta Mikonkadulle. Linjan 13 reitti on siten Mikonkatu–Kaisaniemenkatu–Hakaniemenranta–Kalasatama–Pasila

Linjojen 3 ja 9 pohjoiset reittiosuudet on vaihdettu keskenään, jotta linjojen suhteessa kysytyimmät linjaosuudet (linjan 3 nykyinen reitti Kaivopuistosta Kaivokadulle ja linjan 9 nykyinen reitti Kalliosta Ilmalaan) voidaan yhdistää samalle linjalle. Tällöin ne reittiosuudet, joilla kysyntä on vähäisempää (linjan 3 nykyinen reitti Kalliosta Kuusitielle) tai linja kulkee toisen linjan rinnalla (linjan 9 tuleva reitti Kaivokadulta Hernesaareen) voidaan yhdistää toiselle linjalle, jonka liikennöintiajat voivat olla suppeampia. Reittiosuuksien vaihto siten tehostaa liikennöintiä. Reittiosuuksien vaihdon merkitys linjoilla matkustamiseen on vähäistä, sillä linjoilla on hyvin pitkä yhteinen reittiosuus Fredrikinkadun ja Helsinginkadun välillä.

Linja 7 on lyhennetty, jotta Jätkäsaarella on yksi linja Jätkäsaaren asukkaille, työntekijöille ja vierailijoille ilman, että sataman matkustajaliikenne ruuhkauttaa linjaa. Linjan lyhennys on mahdollinen, koska pikaraitiolinjan 12 jatkaminen Länsisatamaan kasvattaa riittävästi raitioliikenteen matkustajakapasiteettia. Toisaalta jos satamaliikenne kasvaa ennakoitua enemmän, linjaa 7 voidaan tarvittaessa jatkaa Länsisataman kautta Bunkkerin kääntöpaikalle. Linjan pidentämisen arvioidaan edellyttävän yhtä raitiovaunua lisää linjan liikennöintiin.

Linjaa 13 on lyhennetty, koska RAILI2-suunnitelmassa suunniteltu päätepysäkki Kolmikulmassa on nykyisten suunnitelmien mukaan toistaiseksi pikaraitiolinjan 14 käytössä.



Kuva 7. Hankevaihtoehdon linjasto

Linjastomuutokset nykytilanteesta vuoden 2040 tavoitelinjastoon toteutuvat enimmäkseen ilman tarvetta tai mahdollisuuksia vaiheistukseen. Pikaraitiolinjan 12 toteutuessa Jätkäsaaren linja 9 siirretään Bulevardille, linja 7 siirretään Tyynenmerenkadulta Välimerenkadulle ja linja 13 jatketaan keskustaan. Mikäli Hernesaaren kehitys ei perustele linjan 9 jatkamista Hernesaaren asti linjan 12 jatkeen toteutuessa, linja 9 voidaan vaiheistaa päättymään Hietalahden lenkille.

Hankkeen kanssa samassa aikaikkunassa 2020-luvun lopussa ja 2030-luvun alussa toteutuu Länsiratikat-hanke. Rakentamisen aikaisia poikkeuksia lukuun ottamatta hankkeet eivät vaikuta toistensa linjastoratkaisuihin, sillä ne kohdistuvat eri linjoihin: Länsisataman pikaraitiotie linjoihin 7, 9, 12 ja 13 ja Länsiratikat linjoihin 1, 2, 4, 5 ja 14.

## Vertailuvaihtoehdon linjasto

Vertailuvaihtoehdon linjaston suunnittelun tavoitteena on toteuttaa vastaava palvelutaso kuin hankevaihtoehdon linjastossa mutta ilman pikaraitiolinjan 12 jatkamista Hakaniemestä Länsisatamaan. Tämä on toteutettu perustamalla uusi kaupunkiraitiolinja 7T ja vaihtamalla useiden raitiolinjojen reittejä suhteessa hankevaihtoehdoton:

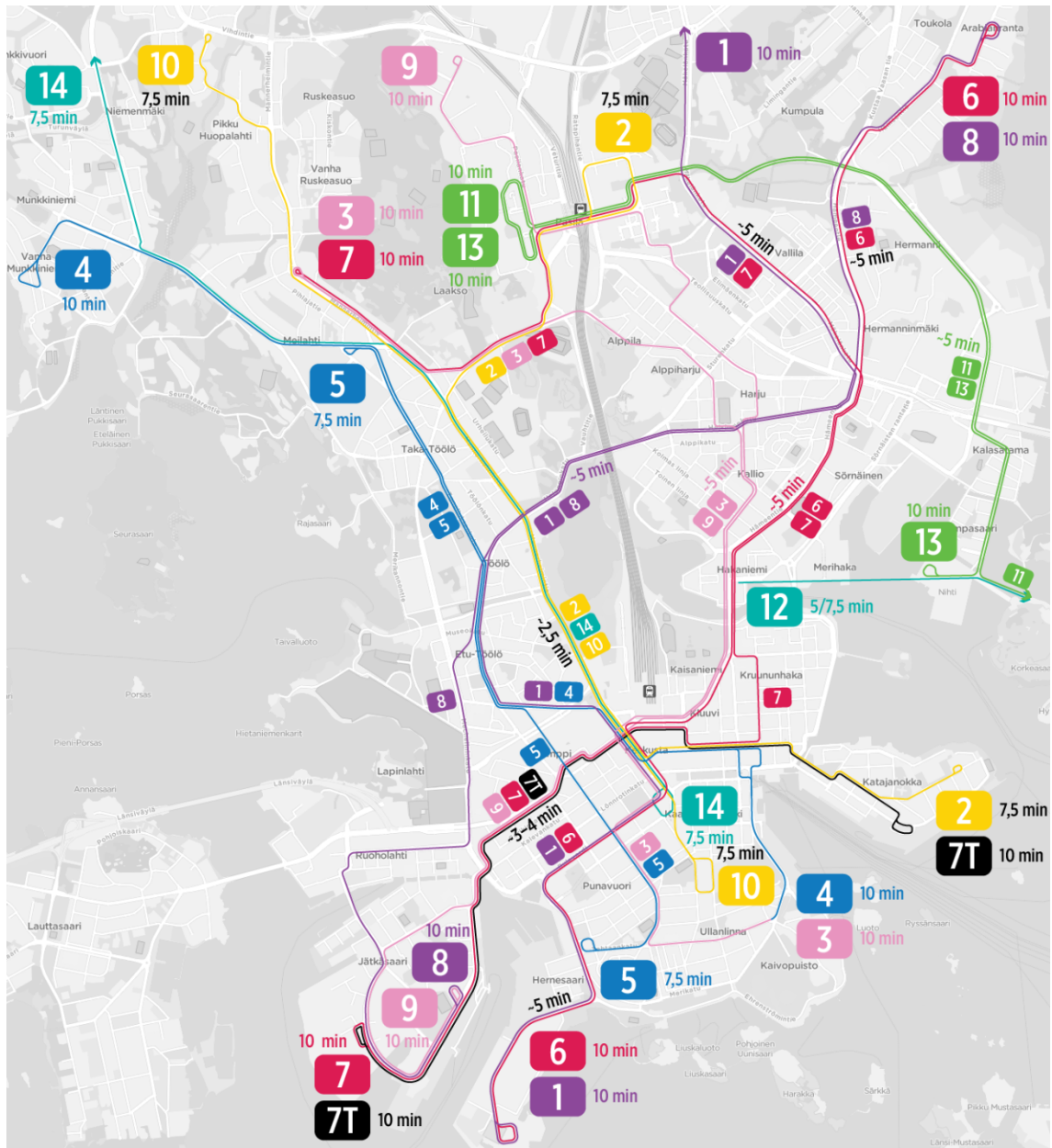


- Linja 1 on käännetty Hernesaaren siten, että linjan reitti Arkadiankadulta etelään on Mannerheimintie–Bulevardi–Hernesaari.
- Linjojen 3 ja 9 reittejä Kallion pohjoispuolella ei ole vaihdettu kuten hankevaihtoehdossa, jolloin suunnitellut reitit vastaavat nykyisiä.
- Linja 7 on käännetty Jätkäsaassa nykyiselle reitilleen Tyynenmerenkadulle.
- Uusi linja 7T on perustettu reitille Tahitinkatu–Länsisatama–Kamppi–Kaivokatu–Aleksanterinkatu–Katajanokan terminaali.
- Linja 9 on käännetty Hernesaaren sijaan nykyiselle reitilleen Kaivokatu–Kamppi–Välimerenkatu–Länsisatama–Bunkkeri.
- Linja 12 on lyhennetty Hakaniemeen.
- Linja 13 on lyhennetty Nihtiin.

Linja 1 on käännetty Hernesaaren, jotta Hernesaassa on kaksi raitiolinjaa, vaikka linja 9 säilyy nykyisellä reitillään Jätkäsaassa. Linjan 1 reitti muuttuu myös Etu-Töölön ja Mannerheimintien välillä siten, että linja kulkee suoraan Arkadiankatua Kampin kautta kulkemisen sijaan.

Linjat 7 ja 9 on käännetty nykyisille reiteilleen Jätkäsaassa, jotta Jätkäsaassa olisi riittävästi raitioliikennettä, vaikka pikaraitolinjaa 12 ei pidennetä Länsisatamaan. Riittävän palvelun varmistaminen edellyttää myös uuden raitiolinjan 7T perustamista. 7T vahvistaa linjan 7 palvelua ja kapasiteettia Länsisataman ja Kaivokadun välillä. Kaivokadulta linja 7T jatkaa Katajanokan terminaaliin samaa reittiä kuin linja 1 hankevaihtoehdossa korvaten linjan 1 poistumisten.

Pikaraitolinja 12 on lyhennetty Hakaniemeen, koska ilman hankevaihtoehdon inframuutoksia linjaa ei pysty jatkamaan muualle keskustaan. Linjan 12 lyhentämisen seurauksena linjaa 13 ei voida myöskään jatkaa Nihtiä pidemmälle, koska linja 12 varaa päätepysäkkinsä raiteet ajantasaukseen, jolloin linjaa 13 ei voida liikennöidä Hakaniemenrannan läpi.



Kuva 8. Vertailuvaihtoehdon linjasto

Linjastomuutokset nykytilanteesta vuoden 2040 tavoitelinjastoon voidaan vaiheistaa Länsisataman, Jätkäsaaren ja Hernesaaren kasvun mukaan. Lisäksi linjaston vaiheistukseen liittyy Länsi-Helsingin raitiotiet-hanke, joka toteutuu samassa aikaikkunassa 2020-luvun lopussa ja 2030-luvun alussa.

Toisin kuin Länsi-Helsingin raitiotiet-hankkeen yhteydessä on suunniteltu, linja 1 ei siirry linjan 5 toteutuessa Katajannokan terminaalille, vaan jää nykyisen kaltaiselle reitille ja päättyy Hietalahden lenkille. Hernesaaren kasvaessa linja 1 jatketaan Hernesaaren kärkeen.

Linja 7T perustetaan Jätkäsaaren ja Länsisataman kasvun mukaan sopivassa ajankohdassa. Linjan 7T toteutumiseen asti liikennöidään nykyisenkaltaista linjaa 5 keskustan ja Katajanokan välillä. Läntisen kantakaupungin linjan 5 toteutuessa nykyisen linjan 5 tunnus voidaan muuttaa jo tunnukseksi 7T.

## Raitioliikenteen operointikustannukset

Raitioliikenteen operointikustannukset on arvioinut HSL. Raitioliikenteen operointikustannukset on arvioitu perustuen HSL:n ja Kaupunkiliikenne Oy:n sopimukseen kaupunkiraitioliikenteen operoinnista vuodesta 2025 alkaen. Kaupunkiraitioliikenteen yksikkökustannukset ovat 1,94 €/km ja 44,48 €/h. Pikaraitioliikenteen tuntikustannus on sama, mutta kilometrikustannus on skaalattu kaluston pituuden suhteessa: 2,238 €/km. Raitioliikenteen kilometrikustannukset sisältävät raitioliikenteen sähkönkulutuksen sekä raitiovaunujen siivous-, huolto- ja korjauskustannukset, kun taas tuntikustannukset sisältävät raitiovaunujen kuljettajien palkkakustannukset.

Kustannukset on arvioitu linjojen 1, 3, 6, 7(T), 8, 9, 11, 12 ja 13 osalta. Muilla raitiolinjoilla ei ole eroja hanke- ja vertailuvaihtoehdon välillä. Arvioidut suoritteet on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Hanke- ja vertailuvaihtoehdon vuosittaiset suoritteet.

Suoritteet	Hankevaihtoehto	Vertailuvaihtoehto
<b>Kaupunkiraitioliikenne</b>	5 679 515 km 335 710 h	5 265 067 km 375 710 h
<b>Pikaraitioliikenne</b>	1 454 304 km 86 441 h	1 606 548 km 98 857 h
<b>Kaikki raitioliikenne</b>	6 962 790 km 471 169 h	6 871 615 km 474 567 h

Raitioliikenteen muut kustannukset sisältyvät kiinteisiin kustannuksiin, jotka ovat pääosin muuttumattomia hanke- ja vertailuvaihtoehdon välillä. Molempien vaihtoehtojen kiinteät kustannukset ovat 7,525 miljoonaa euroa vuodessa. Poikkeuksen muodostaa hankevaihtoehdon hieman suurempi kalustotarve. Kalustotarpeen arvioinnissa oletettu pikaraitiovaunujen käyttö kaupunkiraitiolinjoilla on huomioitu jyvittämällä pikaraitiovaunuilla ajatut kaupunkiraitiolinjojen suoritteet pikaraitioliikenteen suoritteiksi.

Pikaraitiovaunukaluston tehokas käyttö huomioiden hankevaihtoehto edellyttää kahta kaupunkiraitiovaunua enemmän kuin vertailuvaihtoehto. Näiden kahden vaunun vuosittaiset pääomakustannukset on arvioitu 3 500 000 € hankintahinnasta, joka poistetaan 3,5 % korolla 30 vuoden aikana, jolloin pääomakustannus on 190 000 €/vuosi/vaunu.

Hankevaihtoehdon suurempi kalustotarve heijastuu myös raitioliikenteen varikkotarpeeseen, jonka kustannusvaikutus on arvioitu karkealla tarkkuustasolla. Yksityiskohtainen tarkastelu kantakaupungin varikkojen kapasiteetista ei ole mielekästä tämän yleissuunnitelman tarkkuustasolla, kun on käynnissä useista eri raitioliikenteen varikkokapasiteettiin vaikuttavia hankkeita. Kantakaupungin varikkojen vuosittaiset pääoma- ja käyttökustannukset ovat arviolta 30 miljoonaa euroa vuodessa ja varikoilla on yhteensä noin 6 000 metriä säilytyskapasiteettia. Yhden raidemetrin vuosittainen kustannus on siten arviolta 5 000 €/vuosi. Tällä perusteella arvioidaan, että kahden 30 metriä pitkän kaupunkiraitiovaunun laskennalliset lisäkustannukset kantakaupungin varikoihin on 300 000 €/vuosi.

Yhteenveto hanke- ja vertailuvaihtoehdon kustannuksista esitetään taulukossa 7. Hankevaihtoehdon liikennöinti on 650 000 €/v kalliimpaa kuin vertailuvaihtoehdon linjaston liikennöinti.

Muihin pikaraitiohankkeisiin verrattuna vaihtoehtojen välinen ero operointikustannuksissa on poikkeuksellisen pieni. Esimerkiksi Vantaan ratikan hankesuunnitelmassa liikennöintikustannusten arvioidaan kasvavan noin 10 miljoonalla eurolla vuosittain hankkeen myötä. Länsi-Helsingin raitioteiden hankesuunnitelmassa liikennöintikustannusten arvioitu kasvu on 0,4–2,8 miljoonaa euroa/vuosi.

Taulukko 5. Hanke- ja vertailuvaihtoehdon vuosittaiset kustannukset vuoden 2020 hintatasossa.

	Hankevaihtoehto	Vertailuvaihtoehto
<b>Kilometrikustannukset</b>	14 070 000 €/v	13 950 000 €/v
<b>Tuntikustannukset</b>	20 960 000 €/v	21 110 000 €/v
<b>Kiinteät kustannukset</b>	7 525 000 €/v	7 525 000 €/v
<b>Vaunukustannukset</b>	13 820 000 €/v	13 440 000 €/v
<b>Varikkokustannukset</b>	+ 300 000 €/v	vertailuvaihtoehto
<b>Yhteensä</b>	<b>56 675 000 €/v</b>	<b>56 025 000 €/v</b>

## Raitioliikenteen simulointitarkastelu

Hanke- ja vertailuvaihtoehdon raitioliikenteen sujuvuutta on tarkasteltu simuloimalla raitioverkon toimivuutta kokonaisuutena. Simuloinnissa raitioverkon keskeiseksi pullonkaulaksi nousee pysäkit, joten niiden kuvaamiseen on kiinnitetty erityistä huomiota. Työssä käytetyllä simulointimallilla on aikaisemmin tarkasteltu HSL:n raitioliikenteen linjastosuunnitelmien toimivuutta.

Raitioverkon kapasiteetin ongelmakohtia on hankala kuvata yksin aikataulujen perusteella, kun verkolla kulkee yhtäaikaisesti karkeasti noin sata raitiovaunua. Niiden kulku viivästyy liikennevaloissa ja pysäkeillä osittain satunnaisesti, jolloin vuorojen saapumisessa pysäkeille on merkittävää hajontaa. Tiheästi kulkevat raitiovaunut saattavat myös edelleen hidastaa toisiaan, mikä aiheuttaa hajonnan kasvun noidankehän.

Simulointitarkastelun tavoitteena on tunnistaa hanke- ja vertailuvaihtoehtojen väliset erot pysäkkien toimivuudessa. Lisäksi hankevaihtoehdosta on laadittu kaksi herkkyystarkastelua. Vaihtoehdot ovat kokonaisuudessaan seuraavat:

- VE0+, vertailuvaihtoehto
- VE1, päähankevaihtoehto
- VE1 45 m, hankevaihtoehdon herkkyystarkastelu, jossa pikaraitiovaunut ovat 10 metriä pidempiä kuin päävaihtoehdossa
- VE1 Kaivokatu suppea, hankevaihtoehdon herkkyystarkastelu, jossa Kaivokadulla on vain kahden laiturin pysäkki, kun päävaihtoehdossa laitureita on neljä

### Simulointitarkastelun menetelmä

Simulointi perustuu seuraaviin oletuksiin:

- Simulointimallissa jokaisen raitiovaunun kulku verkolla mallinnetaan erikseen.
- Raitiovaunut käyttävät yhteistä raideverkkoa ja vaikuttavat toistensa mahdollisuuksiin liikkua verkolla ja pysäkeillä.
- Jokaisen raitiovaunun ajo- ja pysäkkiajat vaihtelevat satunnaisesti havaittujen aikojen sallimissa vaihteluväleissä. Ajo- ja pysäkkiaikojen jakaumat lasketaan nykyisen verkon osuuksille HFP-datan pohjalta ja tuleville osuuksille on tehty nykytilanteen tietoihin perustuvat arviot.

- Simulointiin on kuvattu jokaisen pysäkkilaiturin pituus ja linjan vaunujen pituus. Pysäkillä saapuvat vaunut varaavat pituuden määrittämisen osan pysäkkilaiturista ja voivat siten estää saapumisen pysäkillä.
- Raitiovaunut eivät voi ohittaa toisiaan pysäkeillä tai pysäkkiväleillä.
- Kaupunkiraitiovaunun pituus on 30 metriä ja pikaraitiovaunun pituus on 35 tai 45 metriä.

Simulointimalli tarkastelee vuorojen saapumista pysäkeille ja pitää kirjaa pysäkkien varaustilanteesta, huomioiden eri linjojen vuorovälit, aikataulut, pysäkkiajat ja kalustokoot. Malliin kuvataan keskeiset kapasiteetin osatekijät: pysäkkilaiturin pituus, eri linjojen raitiovaunujen pituudet, linjojen ajoaikojen jakauma ja pysäkkiaikojen jakauma. Pysäkkien välillä vuorot kulkevat reaaliaikadatasta saatujen jakaumien mukaisilla ajonopeuksilla, siten että jokaisella vuorolla ajoaika on hieman erilainen. Pysäkkiajat taas ovat riippuvaisia pysäkin nousijoista ja poistujista, jotka käyttävät aikaa nousemiseen ja poistumiseen.

Pysäkkiaikojen mallinnus on keskeisessä roolissa, sillä pysäkeillä syntyy keskeisimmät kapasiteettiongelmat, kun raitiovaunut voivat joutua jonottamaan laiturille pääsyä. Simuloinnissa raitiovaunu varaa pysäkkiä kokonaisuudessaan vaunun pysähtymisen ja liikkeellelähdon välisen ajan. Pysäkkiaika koostuu datan pohjalta kahdesta osatekijästä:

**Nousuaika**, joka määräytyy pysäkin ja linjan nousija- ja poistujamääristä. Nousuaika kuvataan malliin Helmet-liikennemallilla ennustettujen matkustajamäärien perusteella (nousija- ja poistujamäärät pysäkki- ja linjakohtaisesti). Nousuaika on määritetty nykytilanteen perusteella HFP-datan aikavälillä ovien avautumisesta niiden sulkeutumiseen.

**Muu aika**, joka kuvaa pysäkkiä seuraavien liikennevalojen aiheuttamaa viivettä pysäkkiaikoihin. Muu aika kuvataan simuloinnissa satunnaisena lisänä pysäkkiaikaan. Muu pysäkkiaika on määritetty Raitioliikenteen viivetutkimuksen (HSL 2017) ajoaikamittausten perusteella. Jos pysäkin jälkeen ei ole liikennevaloja, muu aika -viivettä ei mallinneta. Jos pysäkin jälkeen on liikennevalot, mallinnuksessa on 35 % mahdollisuus normaalijakautuneeseen viiveeseen, joka on keskimäärin 25 sekuntia ja jonka keskihajonta on 15 sekuntia.

Raitioverkon toimivuutta simuloidaan sata kertaa aamuruuhkassa siten, että ennen tarkasteltavaa aamun huipputuntia verkon annetaan täyttyä kaksi tuntia raitioliikenteestä. Simulointitulokset esitetään sadan simulointikierroksen keskiarvoina. Simulointimallin keskeisen tulos on pysäkillä vuoroa jonottavien raitiovaunujen määrä ja jonottamisesta aiheutuvia viiveet.

**Mallin validointi** on toteutettu vertaamalla nykytilanteen simulointia HFP-havaintoihin. Kuvassa 7 on verrattu simuloituja matka-aikoja toteumaan. Simulointimalli toteuttaa nykylinjaston havaitut ajoajat ja niiden hajonnan riittävän tarkasti, erityisesti mallin kannalta kiinnostavan ajoajan hajonnan osalta. Kuvassa 8 on verrattu simuloituja pysäkkiaikoja toteumaan. Simulointimalli toistaa nykylinjaston havaitut pysäkkiajat riittävällä tarkkuudella. Lisäksi pysäkkiajat muodostavat kokonaisuudessaan yhtä suuren osan linjan ajoajoista (18 %) kuin raitioliikenteen viivetutkimuksessa on havaittu (21 %) (HSL 2017).

### ***Simulointitarkastelun rajauksia ja puutteita***

Simulointitarkastelun tuloksia tulkittaessa on hyvää tunnistaa tarkastelun rajauksia tai puutteita, vaikka niiden vaikutuksien mallinnuksen tuloksiin arvioidaan olevan vähäisiä:

- Mallinnuksen aikataulusuunnittelu on laadittu hyvin karkealla tarkkuustasolla. Mallinnuksen tuloksesta on tunnistettu joitakin pysäkkejä, jossa epätarkka aikataulusuunnittelu on johtanut siihen, että mallinnetut raitiovaunut saapuvat pysäkillä peräkkäin, eikä pysäkkikapasiteetti ole siten optimaalisessa käytössä. Mallinnuksen tarkkuutta voi parantaa tarkemmalla aikataulusuunnittelulla.
- Mallinnuksessa Kaivokadun nelilaiturille pysäkillä jonoutuvat vuorot estävät raitiovaunujen kulun ainoastaan jonoutuneelle laiturille, vaikka estevaikutus olisi todellisuudessa molemmille saman suunnan laitureille. Tällä heijastevaikutuksen

puuttumisella ei ole kuitenkaan suurta merkitystä, kun laiturit eivät itsessään merkittävästi jonoudu.

- Mallinnuksessa pysäkillle ei mahdu kahta raitiovaunua, jos niiden yhteispituus on metrikkin yli pysäkkilaiturin pituuden, vaikka käytännössä kuljettajat todennäköisesti ajaisivat pysäkillle pienestä ylityksestä huolimatta.
- Suuren nousijamäärän pysäkeillä mallinnetut pysäkkiajat ovat toisinaan todella pitkiä. Mallinnus voi antaa hieman liian pessimistisen kuvan ruuhkaisimpien pysäkkien toimivuudesta.
- Linjoilla, joilla liikennöidään osin kaupunkiraitiovaunuilla ja osin pikaraitiovaunuilla, on mallinnettu liikennöitävän täysin kaupunkiraitiovaunuilla. Mallinnus antaa näiden linjojen käyttämien pysäkkien osalta hieman liian optimistisen kuvan niiden toimivuudesta.

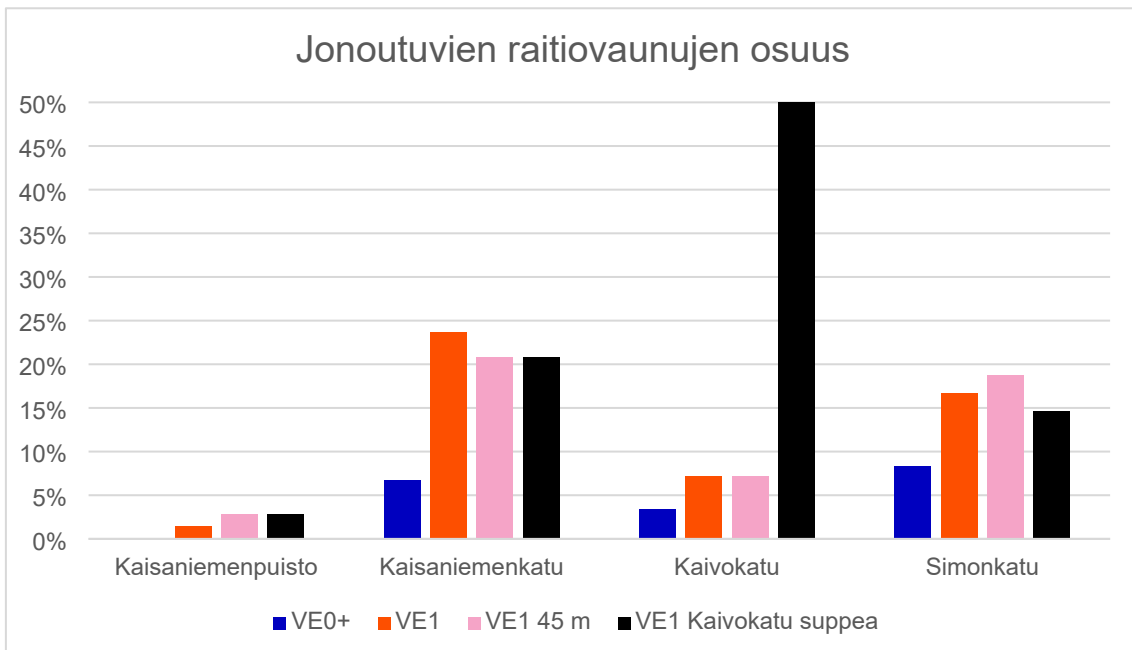
### ***Simulointitarkastelun tulokset***

Seuraavilla sivuilla simulointitarkastelun tuloksia on esitetty tarkemmin neljän pysäkin osalta: Kaisaniemenpuisto, Kaisaniemenkatu, Kaivokatu ja Simonkatu. Muilla pysäkeillä ei simuloinnin mukaan ole merkityksellisiä eroja eri vaihtoehtojen välillä. Pientä osaa tuloksien vaihtelusta selittää mallin satunnaisvaihtelu. Koonti neljän mielenkiintoisen pysäkin tuloksista on esitetty kuvissa 9, 10 ja 11.

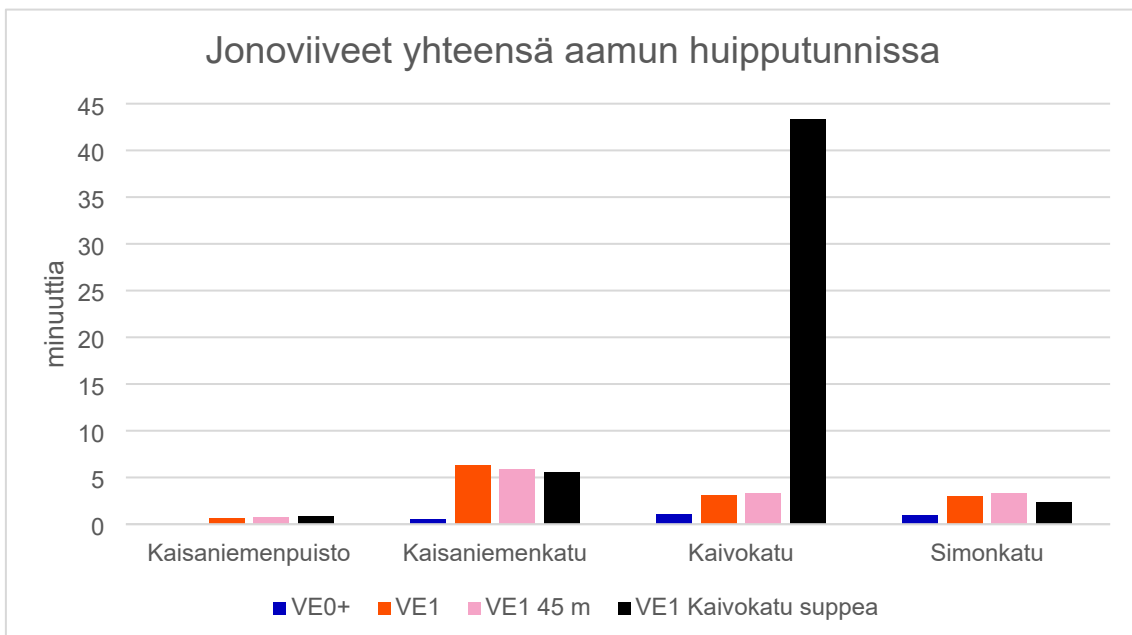
Mainittujen pysäkkien lisäksi vaihtoehtojen välillä on pieni ero Lasipalatsin pysäkillä hankevaihtoehdon hyväksi. Hankevaihtoehdossa raitioliikenteen jonoutuminen on harvaa (noin 5 % raitiovaunuista jonoutuu), kun taas vertailuvaihtoehdossa jonoutumista tapahtuu toisinaan (noin 10 % raitiovaunuista jonoutuu). Ero perustuu siihen, että vertailuvaihtoehdossa pysäkillä on yksi kaupunkiraitiolinja enemmän kuin hankevaihtoehdossa. Pysäkki on mallinnettu 75 metriä pitkänä pysäkkinä, vaikka mallinnetun liikenteen kannalta 65 metriä on riittävä pysäkin pituus. Ero vaihtoehtojen välillä on kokonaiskuvan kannalta vähäinen.

Mainittujen pysäkkien lisäksi vaihtoehtojen välillä on pieni ero Lasipalatsin pysäkillä hankevaihtoehdon hyväksi. Hankevaihtoehdossa raitioliikenteen jonoutuminen on harvaa (noin 5 % raitiovaunuista jonoutuu), kun taas vertailuvaihtoehdossa jonoutumista tapahtuu toisinaan (noin 10 % raitiovaunuista jonoutuu). Ero perustuu siihen, että vertailuvaihtoehdossa pysäkillä on yksi kaupunkiraitiolinja enemmän kuin hankevaihtoehdossa. Pysäkki on mallinnettu 75 metriä pitkänä pysäkkinä, vaikka mallinnetun liikenteen kannalta 65 metriä on riittävä pysäkin pituus. Ero vaihtoehtojen välillä on kokonaiskuvan kannalta vähäinen.

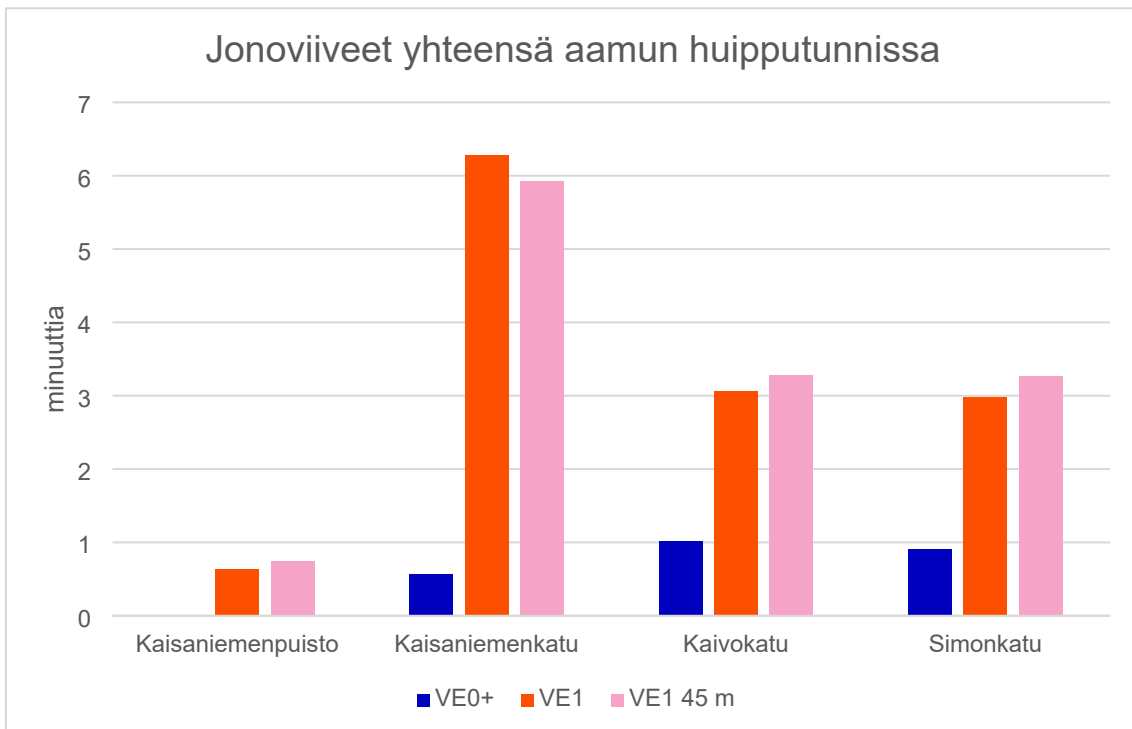




Kuva 9. Jonoutuvien raitiovaunujen osuus eri vaihtoehdoissa keskeisimmillä pysäkeillä.



Kuva 10. Jonoviiveiden summa aamun huipputunnissa eri vaihtoehdoissa keskeisimmillä pysäkeillä, sisältäen Kaivokadun supistetun ratkaisun herkkystarkastelu.



Kuva 11. Jonoviiveiden summa aamun huipputunnissa eri vaihtoehdoissa keskeisimmillä pysäkeillä, pois lukien Kaivokadun supistetun laituriratkaisun herkkystarkastelu.

**Kaisaniemenpuiston pysäkki** on mallinnettu 76 metriä pitkänä pysäkinä, jolloin sille mahtuu samanaikaisesti kaksi kaupunkiraitiovaunua tai yksi kaupunkiraitiovaunu ja yksi pikaraitiovaunu. Hankevaihtoehdossa pysäkin läpi liikennöidään neljää kaupunkiraitiolinjaa yhden pikaraitiolinjan lisäksi, kun vertailuvaihtoehdossa on kolme kaupunkiraitiolinjaa.

Simulointitarkastelussa tapahtui pysäkin kohdalla virhe, sillä vertailuvaihtoehdossa linjan 9 vuorot etelän suuntaan eivät mallinnuksessa kirjautuneet pysäkillä. Virheen vaikutus tulosten tulkittavuuden kannalta on kuitenkin vähäinen.

Simulointitarkastelun tulokset on esitetty taulukossa 6. Pysäkin toimivuus on hyvä kaikissa skenaarioissa, sillä jonoutuvia raitiovaunuja on harvakseltaan (alle 5 %). Pysäkin pituus, joka mahdollistaa kahden raitiovaunun pysähdyksen, on raitiliikenteen määrään nähden riittävä jopa silloin, kun pikaraitiolinjaa liikennöidään 45 metriä pitkällä raitiovaunuilla.

Taulukko 6. Simulointitarkastelun tulokset Kaisaniemenpuiston pysäkillä.

<b>Kaisaniemenpuisto</b>	<b>VE0+</b>	<b>VE1</b>	<b>VE1 + 45 m kalusto</b>
<i>Vuoromäärä (per suunta)</i>	18	36	36
<i>Jonoutuvia vuoroja (suunnat yht.)</i>	0	1	2
<i>Jonoutuvien vuorojen osuus</i>	0 %	1 %	3 %
<i>Pysäkkiaika keskimäärin</i>	26 s	26 s	27 s
<i>Keskimääräinen jonoviive jonoutuvilla vuoroilla</i>	0 s	38 s	22 s

**Kaisaniemenkadun pysäkki** on mallinnettu 55 metriä pitkänä pysäkinä, jolloin simuloinnissa sille mahtuu samanaikaisesti yksi raitiovaunu. Käytännössä nykytilanteessa pysäkillä mahtuu kaksi kaupunkiraitiovaunua samaan aikaan siten, että pysäkin takaosassa jälkimmäisen raitiovaunun perä ulottuu suojatien päälle ja pysäkin etu- ja takareunoja lähinnä olevat ovet

eivät sijaitse pysäkkikorokkeen alueella. Pysäkin simulointitarkastelu on siten hieman pessimistinen erityisesti vertailuvaihtoehdon osalta, kun malli ei tunne osittaista pysähtymistä pysäkkialueelle.

Hankevaihtoehdossa pysäkin läpi liikennöidään neljää kaupunkiraitiolinjaa yhden pikaraitiolinjan lisäksi, kun vertailuvaihtoehdossa on kolme kaupunkiraitiolinjaa.

Simulointitarkastelun tulokset on esitetty taulukossa 7. Pysäkin toimivuus on heikkoa erityisesti hankevaihtoehdossa, sillä raitiovaunut jonoutuvat säännöllisesti (20–25 %). Jonoutumista tapahtuu kaikilla linjoilla, jolloin mallinnettua jonoutumista ei selitä esimerkiksi malliin syötetyt aikataulut. Pysäkin toimivuuden parantaminen hyvälle tasolle edellyttää pysäkin pidentämistä 65–75 metriin pikaraitiovaunukaluston pituuden mukaan.

Pysäkin pidentäminen on kuitenkin käytännössä hyvin hankalaa, koska pysäkin pohjoispuolinen liittymä ja eteläpuolinen kaarre estävät pysäkin pidentämisen. Mikäli pidentäminen ei onnistu, raitioliikenteen hyvän sujuvuuden ja täsmällisyyden varmistaminen edellyttää pysäkin poistamista. Pysäkin poistamisella on toisaalta haitallisia vaikutuksia lähiympäristön saavutettavuuteen.

Taulukko 7. Simulointitarkastelun tulokset Kaisaniemenkadun pysäkillä.

	<b>Kaisaniemenkatu</b>	<b>VE0+</b>	<b>VE1</b>	<b>VE1 + 45 m kalusto</b>
<i>Vuoromäärä (per suunta)</i>	18	36	36	
<i>Jonoutuvia vuoroja (suunnat yht.)</i>	2	17	15	
<i>Jonoutuvien vuorojen osuus</i>	7 %	24 %	21 %	
<i>Pysäkkiaika keskimäärin</i>	19 s	20 s	20 s	
<i>Keskimääräinen jonoviive jonoutuvilla vuoroilla</i>	17 s	22 s	24 s	

**Kaivokadun pysäkki** on mallinnettu eri tavalla eri vaihtoehdoissa. Vertailuvaihtoehdossa ja hankevaihtoehdon herkkyytarkastelussa pysäkki on mallinnettu 60 metriä pitkänä pysäkkinä, jolloin sille mahtuu kaksi kaupunkiraitiovaunua tai yksi pikaraitiovaunu. Hankevaihtoehdossa pysäkki on mallinnettu nelilaiturisena pysäkkinä, jossa on erilliset 60 metriä pitkät laiturit pikaraitiovaunuille ja kaupunkiraitiovaunuille. Kaikissa vaihtoehdoissa pysäkin läpi liikennöidään viittä kaupunkiraitiolinjaa, minkä lisäksi hankevaihtoehdossa on yksi pikaraitolinja.

Simulointitarkastelun tulokset on esitetty taulukossa 8. Pysäkin toimivuus on hyvää tai tyydyttävää kaikissa vaihtoehdoissa paitsi herkkyytarkastelussa, jossa hankevaihtoehdon raitioliikenne toteutuu vain kahden laiturin pysäkillä. Herkkyytarkastelussa pysäkin toimivuus on erittäin heikkoa, sillä puolet vuoroista jonoutuu ja jonoutuvien vuorojen keskimääräinen jonoviive on jopa minuutin. Tarkastelun perusteella voidaan todeta, että hankevaihtoehdon raitioliikennettä ei ole mahdollista toteuttaa ilman neljän laiturin raitiopysäkkiä Kaivokadulla.

Hankevaihtoehdossa, jossa pikaraitioliikenteelle on toteutettu omat laiturit, niiden toimivuus on hyvää. Pikaraitolinja 12 ei jonoudu, sillä se on ainoa pysäkkiä käyttävä linja. Pikaraitiolinjan erottelu omalle pysäkillä on mallinnuksen puolesta perustelua, sillä linjan mallinnetut pysäkkiajat ovat suurimmillaan jopa kaksinkertaiset kaupunkiraitiolinjojen pysäkkiaikoihin nähden. Liikenneennusteen mukaan suurin osa pikaraitiolinjan matkustajista vaihtuu Kaivokadulla, kun taas kaupunkiraitiolinjoilla suurempi osuus matkoista kulkee Kaivokadun pysäkin läpi.

Kaupunkiraitioliikenteen omien laiturien toimivuus on vertailu- ja hankevaihtoehdoissa tyydyttävää, sillä raitioliikenne jonoutuu toisinaan (5–10 %). Pysäkin toimivuutta parantaisi pysäkin pidentäminen 90 metriin, mikä mahdollistaisi kolmen raitiovaunun pysähtymisen pysäkillä. Toisaalta kolmen kaupunkiraitiovaunun pysäkin käytettävyys olisi heikkoa

matkustajan näkökulmasta, kun matkustajan on vaikea ennakoida, missä kohtaa pysäkkiä raitiovaunua kannattaa odottaa. Tarkoituksenmukaisempia keinoja pysäkin toimivuuden parantamiseen on pyrkiä tehostamaan matkustajien siirtymistä vaunun ja laiturin välillä (esimerkiksi matkustajien ohjeistus päästää poistuvat matkustajat ensin ulos tai asemalaiturien leventäminen mahdollisen ruuhkaisuuden lieventämiseksi), parantaa raitoliikenteen täsmällisyyttä ja siten mahdollistaa parempi aikataulujen porrastaminen tai pysäkin läpi liikennöivien kaupunkiraitiolinjojen määrän vähentäminen neljään linjaan.

Simulointimalli ei huomioi sitä, että kaupunkiraitoliikenteen laiturien jonoutuminen voi heijastua pikaraitoliikenteeseen, sillä pysäkillä pääsyä jonottava kaupunkiraitiovaunu voi estää pikaraitiovaunun pääsyn pysäkillä. Kaupunkiraitiovaunujen jonoutumisen ollessa satunnaista, heijastevaikutukset pikaraitoliikenteelle lienevät pieniä. Pysäkin toimivuuden kannalta olisi kuitenkin hyvä, mikäli jatkosuunnittelussa löydetään riittävästi tilaa pysäkillä pääsyä jonottavalle kaupunkiraitiovaunulle pysäkin molemmilla puolilla.

Taulukko 8. Simulointitarkastelun tulokset Kaivokadun pysäkillä.

	<b>Kaivokatu (Rautatieasema)</b>	<b>VE0+</b>	<b>VE1</b>	<b>VE1 + 45 m kalusto</b>	<b>VE1 vain kaksi laituria</b>
<i>Vuoromäärä (per suunta)</i>	30	42	42	42	42
<i>Jonoutuvia vuoroja (suunnat yht.)</i>	2	6	6	6	42
<i>Jonoutuvien vuorojen osuus</i>	7 %	7 %	7 %	7 %	50 %
<i>Pysäkkiaika keskimäärin</i>	47 s	57 s	57 s	57 s	58 s
<i>Keskimääräinen jonoviive jonoutuvilla vuoroilla</i>	31 s	31 s	33 s	33 s	62 s

**Simonkadun pysäkki** on mallinnettu 55 metriä pitkänä pysäkinä, jolloin simuloinnissa sille mahtuu samanaikaisesti yksi raitiovaunu. Pysäkit ovat nykytilanteessa jonkin verran lyhyempiä, mutta saattavat käytännössä mahdollistaa kahden raitiovaunun pysähtymisen pysäkillä siten, että jälkimmäisen raitiovaunun perä jää suojatien päälle ja vain osa raitiovaunujen ovista on pysäkkikorokkeen alueella.

Simulointitarkastelun tulokset on esitetty taulukossa 9. Pysäkin toimivuus on välttävää erityisesti hankevaihtoehdossa, sillä raitiovaunut jonoutuvat säännöllisesti (10–20 %). Mallinnettuun jonoutumiseen vaikuttaa jonkin verran se, että mallinnuksen aikatauluilla linjojen 1 ja 7 raitiovaunut Annankadulta saapuvat samoihin aikoihin pysäkillä, mikä saattaa olla vältettävissä aikataulusuunnittelulla. Pysäkin toimivuuden parantaminen hyvälle tasolle edellyttää pysäkin pidentämistä vähintään 60 metriin, mutta mieluiten 65–75 metriin pikaraitiovaunukaluston pituuden mukaan.

Pysäkin pidentäminen on kuitenkin käytännössä hyvin hankalaa, koska liittymät pysäkin molemmilla puolilla estävät pysäkin pidentämisen. Lisäksi eteläisen laiturin kohdalla on kiinteistön Simonkatu 10 sisäpihan ajoyhteys, mikä estää pysäkkikorokkeen toteutuksen koko liittymävälille. Pysäkin pidentäminen lienee mahdollista, mutta edellyttää luovia ratkaisuja. Vaihtoehtoinen ratkaisu pysäkin toimivuuden parantamiseen on vähentää pysäkin raitioliikennettä esimerkiksi kääntämällä linja 1 kulkemaan Simonkadun ja Kaivokadun sijaan Mannerheimintien kautta. Toisaalta linjastomuutos kasvattaa Mannerheimintien ruuhkaisuutta Arkadiankadun ja Aleksanterinkadun välillä ja heikentää Kampin vaihdottomia yhteyksiä. Toinen ratkaisu olisi kääntää linja 7 kulkemaan Bulevardin kautta. Toisaalta linjastomuutos kasvattaa Bulevardin ruuhkaisuutta.

Taulukko 9. Simulointitarkastelun tulokset Simonkadun pysäkillä.

	<b>Simonkatu</b>	<b>VE0+</b>	<b>VE1</b>	<b>VE1 + 45 m kalusto</b>
<i>Vuoromäärä (per suunta)</i>	18	24	24	
<i>Jonoutuvia vuoroja (suunnat yht.)</i>	3	8	9	
<i>Jonoutuvien vuorojen osuus</i>	8 %	17 %	19 %	
<i>Pysäkki aika keskimäärin</i>	19 s	23 s	23 s	
<i>Keskimääräinen jonoviive jonoutuvilla vuoroilla</i>	18 s	22 s	22 s	

### **Simulointitarkastelun johtopäätökset**

Simulointitarkastelun perusteella voidaan tehdä seuraavat johtopäätökset:

- Hankevaihtoehdon toteuttaminen edellyttää Kaivokadun pysäkillä neljän laiturin toteuttamista. Hankevaihtoehdon raitioliikenne ei mahdu kahdelle laiturille. Kahdella laiturilla joka toinen raitiovaunu joutuisi jonottamaan pääsyä pysäkillä keskimäärin minuutin.
- Hankevaihtoehdossa Kaisaniemenkadun ja Simonkadun pysäkkien toimivuus heikentyy heikolle tai välttävälle tasolle. Pysäkkien toimivuus parantuisi pysäkkien pidennyksillä, joita on kuitenkin hankala toteuttaa. Jatkosuunnittelussa on tarve tunnistaa tapoja pysäkkien toimivuuden parantamiseen.
- Pikaraitiovaunujen pituudella (35 m vs. 45 m) ei ole havaittavissa vaikutusta pysäkkien toimivuuteen. Toisaalta pidemmät vaunut kasvattavat pidennystarvetta Kaisaniemenkadun ja Simonkadun pysäkeille.

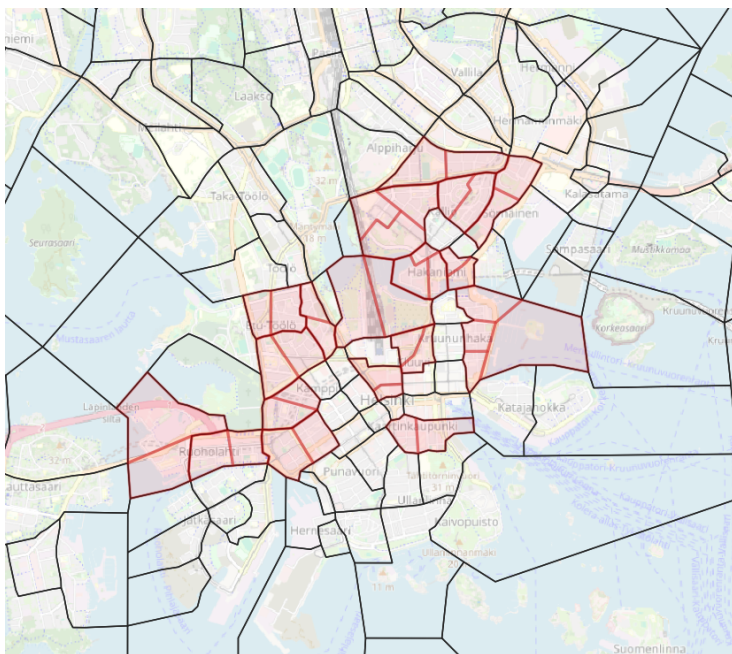
## 3.2. Liikenne-ennusteet

### Menetelmä

Raitioteiden matkustajamääräennusteet sekä liikenteelliset vaikutukset on arvioitu Helsingin seudun liikenne-ennustemallia (Helmet 4.1). Liikenne-ennustemalli perustuu Helsingin seudulla tehtyjen liikkumistutkimuksien tuloksiin ja siinä mallinnetaan asukkaiden tekemien kiertomatkojen määrä, kulkutavan valinta, suuntautuminen ja reitinvalinta (HSL 2020). Mallilla tehdyt matkustajamääräennusteet huomioivat maankäytön nykyisen ja tulevan sijoittumisen sekä liikennejärjestelmän tarjoaman palvelutason eri kulkutavoilla. Sen avulla voidaan laskea eri kulkutapojen saavutettavuuteen liittyviä mittareita, jotka huomioivat koko matkaketjun ovelta ovelle. Liikennemallin tarkastelualue kattaa koko Helsingin seudun, mutta tässä työssä sitä on tarkennettu erityisesti kantakaupungin osalta. Liikenne-ennusteen avulla lasketaan hyödyt koko seudun liikennejärjestelmätasolta yhteiskuntataloudelliseen kannattavuuslaskelmaan.

### Lähtötiedot

Liikenne-ennusteet on laadittu ennustevuodelle 2040. Ennusteverkkojen pohja on laadittu *Helsingin ydinkeskustan poikittaisten pääyhteyksien liikenteen vaihtoehtotarkastelu* –työssä (WSP 2024). Työn yhteydessä on tehty aluejaon tihennys, joka parantaa ennusteen tarkkuutta mm. pysäkeille kävelyn suhteen. Tihennetyt alueet on esitetty kuvassa 12 punaisella.



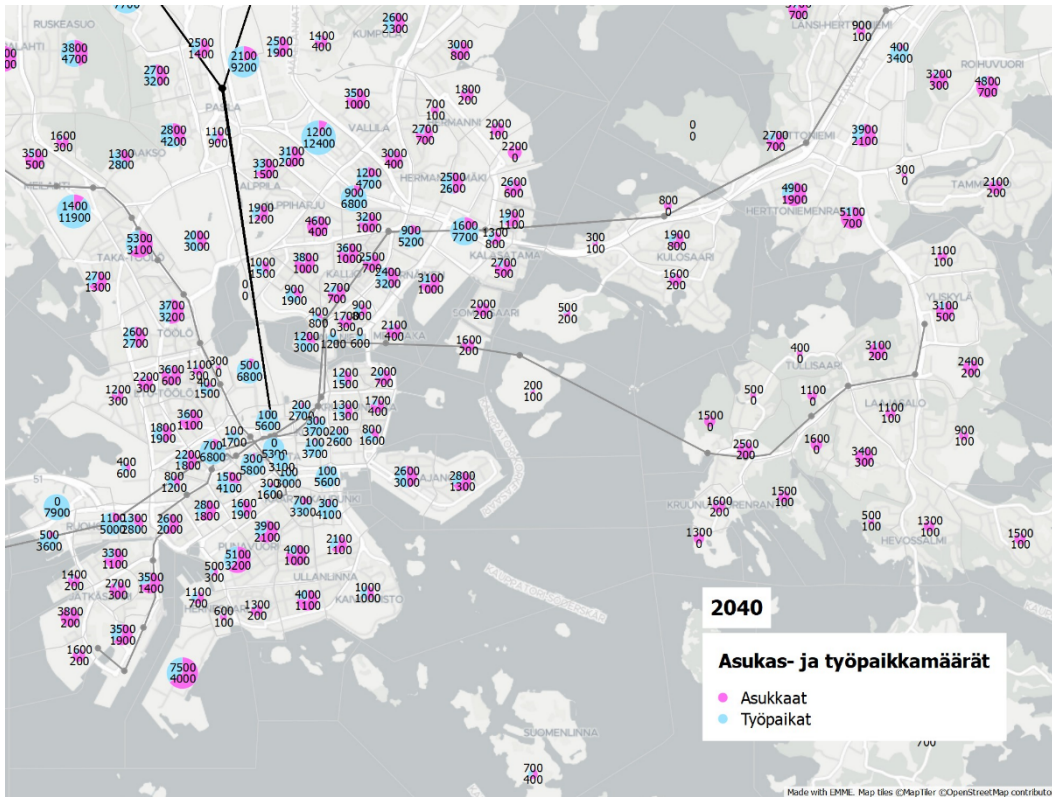
Kuva 2. Helmet-mallin aluejako ja tihennetyt alueet punaisella.

Työssä on tehty liikenne-ennusteet vertailuvaihtoehdosta (Linja 12 Hakaniemeen) ja hankevaihtoehdosta (Linja 12 Länsisatamaan). Molemmassa vaihtoehdoissa on taustaoletuksena, että Kaivokatu on muutettu joukkoliikennekaduksi. Joukkoliikennekatu nopeuttaa raitioliikennettä, ja tämä on huomioitu mallinnuksessa nopeuttamalla raitiolinjoja Pitkäsilta-Simonkatu välillä noin minuutilla. Nopeutus perustuu *Helsingin ydinkeskustan poikittaisten pääyhteyksien liikenteen vaihtoehtotarkastelu* (WSP 2024) -työssä laadittuihin simulointeihin. Herkkyystarkasteluna on tutkittu vaikutukset matkustajamäärään ja hyöty-kustannussuhteeseen, mikäli Kaivokatu olisi auki ajoneuvoliikenteelle 1+1-kaistaisena.

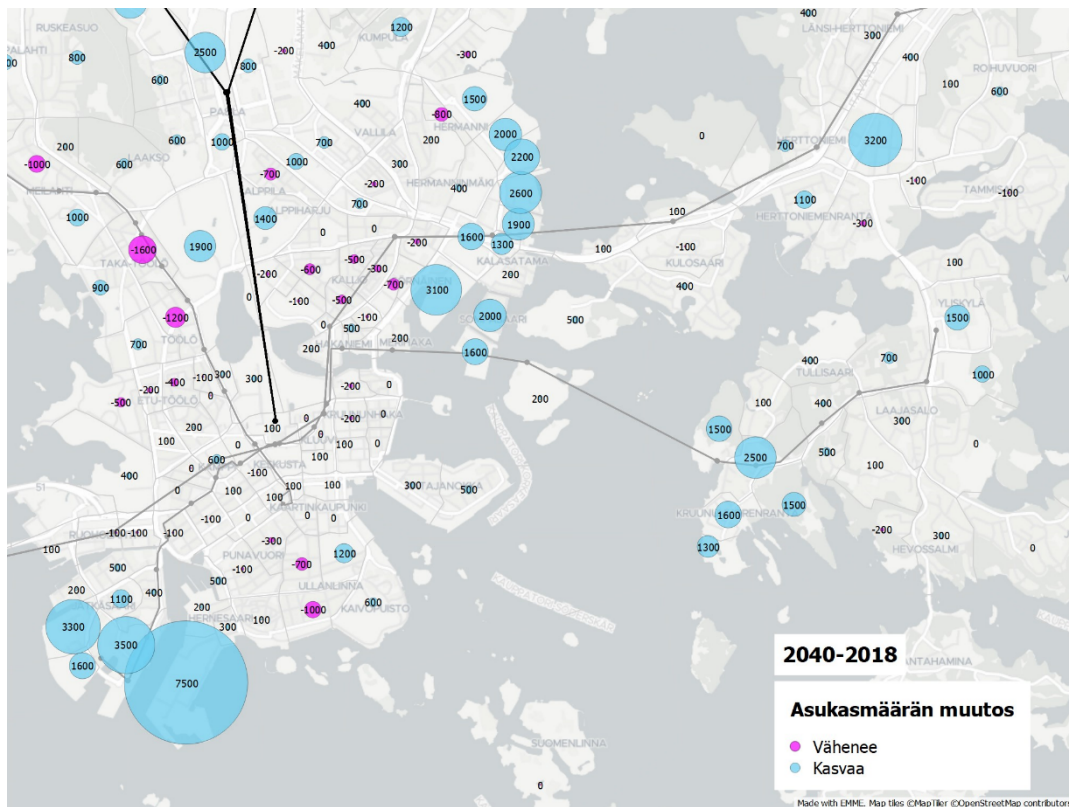
Helmet-malli käyttää ennusteiden lähtötietona useita erilaisia maankäyttöä kuvaavia muuttujia, joista tärkeimpinä alueiden asukasmäärät, työpaikat (kauppa, palvelut, teollisuus) ja oppilaspääkammäärät. Ennustevuoden 2040 maankäyttö perustuu MAL2023 - suunnitelman seudulliseen asukas- ja työpaikkamäärien ennusteeseen (2040\_MAL2023\_ve0) (HSL 10/2022). Ainoa poikkeama MAL-suunnitelmaan on tehty Hernesaaren osalta, jossa maankäyttötiedot on



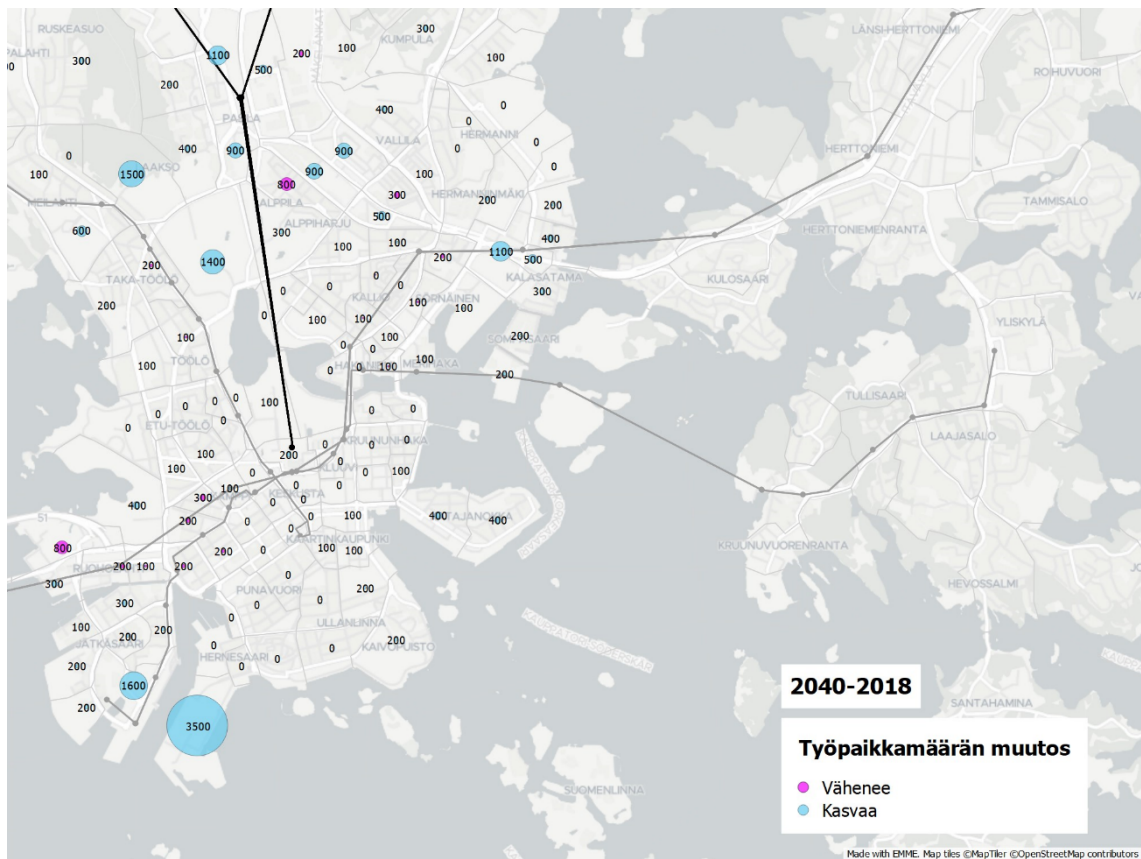
päivitetty kaupungin viimeisimpien kavasuunnitelmien mukaiseksi (7500 asukasta, 4000 työpaikkaa). Maankäyttö on kaikissa sama hanke- ja vertailuvaihtoehdon välillä. Asukas- ja työpaikkamäärät vuoden 2040 ennusteessa on esitetty kuvassa 13 ja muutos nykytilaan verrattuna kuvissa 14 ja 15. Asukasmäärät myös laskevat ennusteiden mukaan joissain kaupunginosissa johtuen asumisväljyyden kasvusta.



Kuva 33. Asukas- ja työpaikkamäärät vuoden 2040 ennusteessa.



Kuva 14. Asukasmäärän muutos vuodesta 2018 vuoteen 2040



Kuva 15. Työpaikkamäärän muutos vuodesta 2018 vuoteen 2040

Liikenneverkon osalta ennustetilanteeseen on kuvattu vain sellaiset kehittämishankkeet, joista on tehty jo toteuttamispäätökset. Kaikkien skenaarioiden liikenneverkossa on mukana seuraavat kehitteillä olevat seudulliset kehittämishankkeet:

- Espoon kaupunkirata
- Länsi-Helsingin raitiotie
- Kruunusillat-raitiotie
- Vantaan ratikka
- Kalasataman raitiotie
- Sörnäisten tunneli

Taulukossa 10 on esitetty mallinnetut skenaariot. VE0+ on työn vertailuvaihtoehto ja VE1 hankevaihtoehto. Molemmista vaihtoehdoista on alavaihtoehdot A ja B, jotka poikkeavat toisistaan Kaivokadun autoliikennejärjestelyjen osalta. A-vaihtoehdoissa Kaivokadulla ei ole autoliikennettä, kun taas B-vaihtoehdossa Kaivokadulla on yhdet kaistat autoliikenteelle. Yhteiskuntataloudellinen kannattavuuslaskelma on tehty vertaamalla A-skenaarioita keskenään ja B-skenaarioita keskenään. Päätulokset on esitetty skenaarioista, joissa Kaivokatu on toteutettu joukkoliikennekatuna (VE0+ A ja VE1 A). Kaivokadun toteutusta henkilöautoliikenteelle 1+1-kaistaisena on tutkittu herkkyystarkasteluna (VE0+ B ja VE1 B).

Taulukko 10. Työssä mallinnetut skenaariot.

	Skenaario	Linja 12	Kaivokatu
Perustarkastelu	VE0+ A	Yliskylä–Hakaniemi	Ratikkakatu
	VE1 A	Yliskylä– Länsisatama	
Herkkyystarkastelu	VE0+ B	Yliskylä–Hakaniemi	Yhdet kaistat autoliikenteelle
	VE1 B	Yliskylä– Länsisatama	

Liikenteen hinnoittelu ennustetilanteessa vastaa nykytilannetta, ja ruuhkamaksuja ei ole mallinnuksessa mukana.

## Matkustajamäärät

Ennustetut matkustajamäärät esitetään linjalle 12 sekä hankevaihtoehdon että vertailuvaihtoehdon osalta. Hankevaihtoehdossa linjan matkustajamäärät ovat moninkertaisesti suuremmat, kun sille siirtyy Hakaniemi–Länsiterminaali-välin matkustajat kaupunkiraitioliikenteestä. Toinen merkittävä muutos matkustajamäärissä, on linjan 13 matkustajamäärien muutos linjan pidentyessä Nihdistä Mikonkadulle.

### **Vertailuvaihtoehdon matkustajamäärät ja kapasiteetti**

Vertailuvaihtoehdossa linjan 12 matkustajamääräksi ennustetaan noin 14 000–15 000 matkustajaa vuorokaudessa. Matkustajamäärien keskeiset tunnusluvut on esitetty taulukossa 11. Aamun huipputunnin pysäkkivälikohtaiset matkustajamäärät on esitetty kuvassa 16.

Matkustus on hyvin ruuhkapainotteista siten, että matkustajamäärät ovat aamuruuhkassa suuria Hakaniemen suuntaan ja iltaruuhkassa Yliskylän suuntaan. Ruuhkasuunnan matkustajamäärät ovat noin kahdeksan kertaa suuremmat kuin ruuhkasuunnan vastaiset matkustajamäärät. Matkustajakuormitus on suurimmillaan ruuhkasuuntaan Kruunuvuorenrannan ja Nihdin välillä, saavuttaen 94 % HSL:n ohjeen mukaisesta kapasiteetista 35 metriä pitkälle pikaraitiovaunukalustolle.

Linjalla tehdään pääosin vaihdollisia matkoja, joiden vaihto tapahtuu pääosin Hakaniemessä, osin myös Nihdissä. Ratikalla tehtävistä matkoista arviolta 60 % sisältää vaihdon. Laajasalon puolella vaihtoja arvioidaan tehtävän vähän, alle 5 % linjalla tehtävistä matkoista.



Kuva 16. Linjan 12 matkustajamäärät vertailuvaihtoehdossa pysäkkiväleittäin vuoden 2040 tilanteen aamun huipputunnissa.

Taulukko 11. Linjan 12 matkustajamäärien keskeiset tunnusluvut vertailuvaihtoehdossa. (aht = aamun huipputunti & iht = illan huipputunti)

2040 VE0+	Keski-kuormitus aht	Max kuormitus aht	Keski-kuormitus iht	Max kuormitus iht	Nousut vrk	Vaihtonousujen osuus %
Linja 12 Yliskylään	190	220	850	1 130	6 840	76
Linja 12 Hakaniemeen	1 060	1 440	200	280	7 590	6

### Hankevaihtoehdon matkustajamäärät ja kapasiteetti

Hankevaihtoehdon matkustajamääräksi ennustetaan hieman alle 50 000 matkustajaa vuorokaudessa. Matkustajamäärien keskeiset tunnusluvut on esitetty taulukossa 12. Aamun huipputunnin pysäkkivälikohtaiset matkustajamäärät on esitetty kuvassa 17.

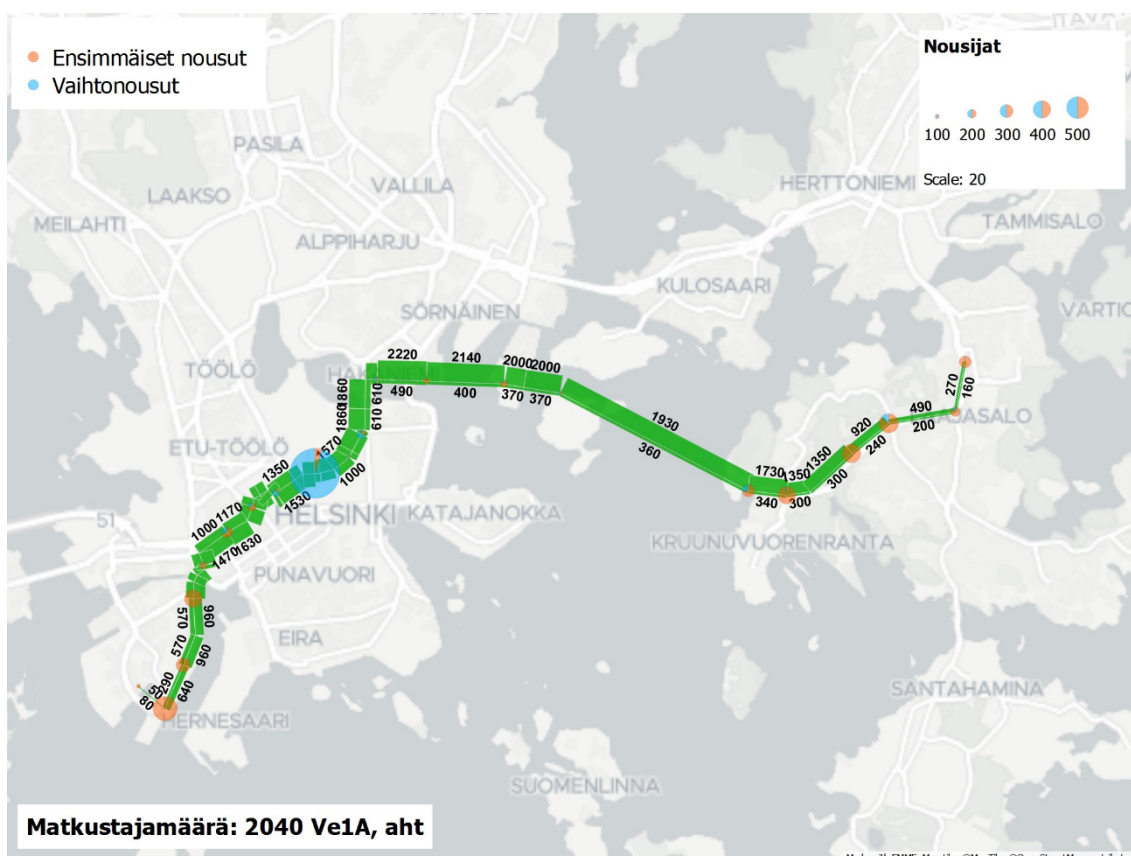


Taulukko 12. Linjan 12 matkustajamäärien keskeiset tunnusluvut hankevaihtoehdossa.

2040 Ve1	Keski-kuormitus aht	Max kuormitus aht	Keski-kuormitus iht	Max kuormitus iht	Nousut vrk	Vaihtonousujen osuus %
Linja 12 Yliskylään	620	1 630	1140	1 720	23 670	27
Linja 12 Länsisatamaan	1 360	2 220	700	1 650	25 160	40

Kantakaupungin ja Laajasalon välillä matkustus on hyvin ruuhkainotteista siten, että matkustajamäärät ovat aamuruuhkassa suuria Hakaniemen suuntaan ja iltaruuhkassa Yliskylän suuntaan. Ruuhkasuunnan matkustajamäärät ovat noin viisi kertaa suuremmat kuin ruuhkasuunnan vastaiset matkustajamäärät. Matkustajakuormitus on suurimmillaan ruuhkasuuntaan Hakaniemen ja Nihdin välillä. Matkustajakuormituksen suuruusluokkaero kannattanee huomioida aikanaan esimerkiksi linjan aikataulusuunnittelussa siten, että aikataulutettu ajoaika Yliskylä–Hakaniemi on ruuhka-aikoina ruuhkasuuntaan hieman suurempi kuin muina aikoina ja ruuhkan vastasuuntaan.

Kantakaupungin sisällä eri suuntien kysyntä on tasapainoisempaa kuin kantakaupungin ulkopuolella. Jätkäsaaren ja Kaivokadun välillä kysyntä on aamuruuhkassa keskustan suuntaan noin kolmanneksen suurempaa kuin Jätkäsaaren suuntaan. Kokonaisuudessaan ne osuudet, joilla aamuruuhkan matkustuskysyntä ylittää istumapaikkojen määrän eli 50 % HSL:n ohjeen mukaisesta kapasiteetista (35 metriä pitkällä raitiovaunukalustolla), ovat Reiherintie–Länsilinkki ja Länsisatama T1–Kaisaniemenpuisto.



Kuva 17. Linjan 12 matkustajamäärät hankevaihtoehdossa pysäkkiväleittäin vuoden 2040 tilanteen aamun huipputunnissa

Linjalla 12 tehdään paljon vaihdollisia matkoja, mutta suurin osa matkoista on vaihdottomia. Hyvin suuri osuus vaihdoista toteutuu Kaivokadun pysäkillä, jossa on muutoinkin linjan

suurimmat nousija- ja poistujamäärät. Kaivokadulla nousevien ja poistuvien matkustajien määrä on moninkertaisesti suurempi kuin muilla pysäkeillä keskimäärin. Hankevaihtoehdon liikenneennusteessa pysäkin vuorokausikohtainen nousijamäärä on 26 960. Määrä on yhtä suuri kuin Rautatien metroaseman vuorokausikohtainen nousijamäärä, joka oli vuonna 2023 26 600. Kaivokadun pysäkin arvioidusta nousijamäärästä lähes puolet, eli 11 070 toteutuu pikaraitiolinjalla 12 ja loput 15 890 kaupunkiraitioliinjoilla. Kaivokadun läpi liikennöitäessä yli puolet pikaraitiolinjan matkustajista vaihtuu Kaivokadun pysäkillä.

Kaivokadun pysäkipysähdyksille on tarve varata enemmän aikaa kuin muille pysäkeille ja muille linjoille, mikä lisää perusteluita linjan omille pysäkkilaitureille. Kaivokadun pysäkki on matkustajien suuren vaihtuvuuden takia hyvä sijainti ajantasaukselle. Ajantasausmahdollisuuden toteuttaminen edellyttää sitä, että linjalle 12 toteutetaan omat pysäkkilaiturit.

Keskeisimmiltä linjaosuuksilta eli Kruunuvuorensillalta ja Merihaka–Hakaniemi-väliltä esitetään kuormitustiedot taulukossa 13 aamun huipputunnin osalta. Linjojen kapasiteetit on laskettu HSL:n suunnitteluohjeen mukaisella tuntikapasiteetilla, joka on 85 % kaluston maksimikapasiteetista. Tuntikapasiteetti on pienempi kuin maksimikapasiteetti, jotta huipputunnin aikana on riittävästi tilaa kuormituksen pienille vaihteluille ja hetkellisesti suuremmille kuormituksille.

Linjalla 12 ennustetut matkustajamäärät aamuruuhkassa Kruunuvuorenrannasta Rautatieasemalle ovat suurempia kuin 35 metriä pitkän pikaraitiovaunukaluston kapasiteetti, saavuttaen 113 % HSL:n ohjeen mukaisesta kapasiteetista. Riittävä kapasiteetti on mahdollista tarjota 45 metriä pitkällä pikaraitiovaunukalustolla, jolloin kuormitus on 87 % HSL:n ohjeen mukaisesta kapasiteetista. Iltaruuhkassa ennustetut huippukuormitukset ovat alhaisempia ja alle lyhyemmän pikaraitiovaunukaluston kapasiteetin.

Linjan 12 ylikuormittuvan osuuden rinnalla liikennöi linja 11 Kruunuvuorenrannasta Kalasatamaan ja linja 13 Kalasatamasta keskustaan. Liikenne-ennusteessa linjojen 11 ja 13 kysyntä alittaa kapasiteetin linjan 12 rinnakkaisilla osuuksilla. Tällöin voinee olettaa, että osa linjan 12 kysynnästä siirtyisi linjoille 11 ja 13, keventäen linjan 12 ylikuormitusta. Toisaalta siirtyvä osuus on todennäköisesti hyvin pieni, koska linjojen 11, 12 ja 13 reitit ovat keskenään hyvin erilaisia. Lisäksi linjojen 12 ja 13 yhteenlaskettu kuormitusaste on silti hyvin korkea Merihaan ja Hakaniemen välillä.

*Taulukko 13. Linjojen 11, 12 ja 13 kuormitustiedot Kruunuvuorensillalla ja Merihaka–Hakaniemi-väliltä aamun huipputunnissa keskustan suuntaan. Linjan 11 kapasiteetti on suurempi kuin linjalla 13, koska hankevaihtoehdossa on oletettu, että 25 % linjan 11 vuoroista ajetaan pikaraitiovaunuilla.*

Aamun huipputunti keskustan suuntaan	Kruunuvuorensilta	Merihaka–Hakaniemi
<b>Linjan 11 tai 13 kysyntä</b>	610	320
<b>Linjan 11 tai 13 kapasiteetti</b>	800	770
<b>Linjan 11 tai 13 kuormitusaste</b>	76 %	42 %
<b>Linjan 11 tai 13 vapaa kapasiteetti</b>	190	450
<b>Linjan 12 kysyntä</b>	1 930	2 220
<b>Linjan 12 kapasiteetti 35 m kalustolla</b>	1 800	1 800
<b>Linjan 12 kuormitusaste 35 m kalustolla</b>	107 %	123 %
<b>Linjan 12 ylikuormitus 35 m kalustolla</b>	130	420
<b>Linjan 12 kapasiteetti 45 m kalustolla</b>	2 520	2 520

<b>Linjan 12 kuormitusaste 45 m kalustolla</b>	77 %	87 %
<b>Linjojen 11, 12 ja 13 kokonaiskysyntä</b>	2 410	2 540
<b>Linjojen 11, 12 ja 13 kokonaiskapasiteetti, kun pikaraitiokalusto 35 m</b>	2 600	2 570
<b>Linjojen 11, 12 ja 13 kokonaiskuormitusaste, kun pikaraitiokalusto 35 m</b>	93 %	99 %

Työssä laaditun liikenne-ennusteen perusteella pikaraitiovaunukaluston pidentämiseen on varauduttava 2030-luvulla, jotta linjalla 12 riittää kapasiteettia ennustettuun kysyntään. Kapasiteetin kasvattaminen vuoroväliä tihentämällä ei ole suositeltavaa, sillä se heikentäisi keskustan pysäkkien toimivuutta ja tulisi kaluston pidentämistä kalliimmaksi. Lisäksi pitkän kaluston käyttöönoton kustannuksia on mahdollista kompensoida pidentämällä ruuhka-ajan ulkopuolisten aikojen vuoroväliä 7,5 minuutista 10 minuuttiin.

Pikaraitiovaunukaluston pidentäminen edellyttää pidennettävien vaunujen poistamista liikenteestä pidennyksen ajaksi, esimerkiksi yksi vaunu kerrallaan. Tällä voi olla haitallisia vaikutuksia raitioliikenteen operointiin, kun varakaluston määrä laskee. Raitiolinjan 22 pikaraitiovaunun pidentämisessä voi kestää puolesta vuodesta vuoteen. Pikaraitiovaunukalustoa ei voi pidentää ennen liikenteen aloitusta, sillä kaluston valmistus aloitetaan jo syksyllä 2024. Lisäksi 2030-luvun alun matkustajamäärät eivät vielä luultavasti edellytä pitkän kaluston käyttöä.

## Matkaketjut

Hankkeella on merkittävät positiiviset vaikutukset matkustamiseen Itä-Helsingin ja keskustan välillä sekä itäisen kantakaupungin ja keskustan välillä. Vaihtojen määrä vähentyy ja joukkoliikennejärjestelmä tehostuu kokonaisuudessaan. Hanke mahdollistaa useiden muiden joukkoliikennehankkeiden täysimääräisen hyödyntämisen, erityisesti kun Kruunusillat- ja Kalasatamasta Pasilaan-hankkeiden infra liittyy osaksi sujuvia matkaketjuja ja metron kuormitus vähenee sen ruuhkaisimmalla osuudella.

Keskeisin vaikutus on keskustan ja Laajasalon välisten matkojen muuttuminen vaihdottomiksi. Vertailuvaihtoehdossa matkat Laajasalosta Kluuviin ja Kamppiin edellyttää vaihtoa Hakaniemessä, kun taas hankevaihtoehdossa matkat toteutuvat ilman vaihtoa. Muutos sujuvoittaa matkustamista ja parantaa Laajasalon saavutettavuutta. Hanke mahdollistaa Kruunusillat-hankkeen täysimääräisen hyödyntämisen.

Kuvassa 18 on esitetty hankkeen vaikutus matkustajamääriin eri joukkoliikennelinjoilla. Laajasalon ja keskustan välisen matkustuksen sujuvoitumisen myötä osa vertailuvaihtoehtoon matkustuksesta Herttoniemen ja metron kautta kantakaupunkiin siirtyy linjalle 12. Tämän muutoksen myötä metron kuormitus laskee 4 % sen kuormitetuimmalla osalla Kalasatama–Sörnäinen. Tämä lykkää hieman tarvetta metron kapasiteetin nostamiseen ja mahdollistaa metroinfrastruktuurin tehokkaamman käytön. Tässä työssä ei ole huomioitu metron käytön tehostumisen rahallisia hyötyjä kapasiteetin nostamisen tarpeen lykkäytyessä. Metron kapasiteetin nostaminen on käynnissä oleva ja vaiheittain toteutuva hanke.

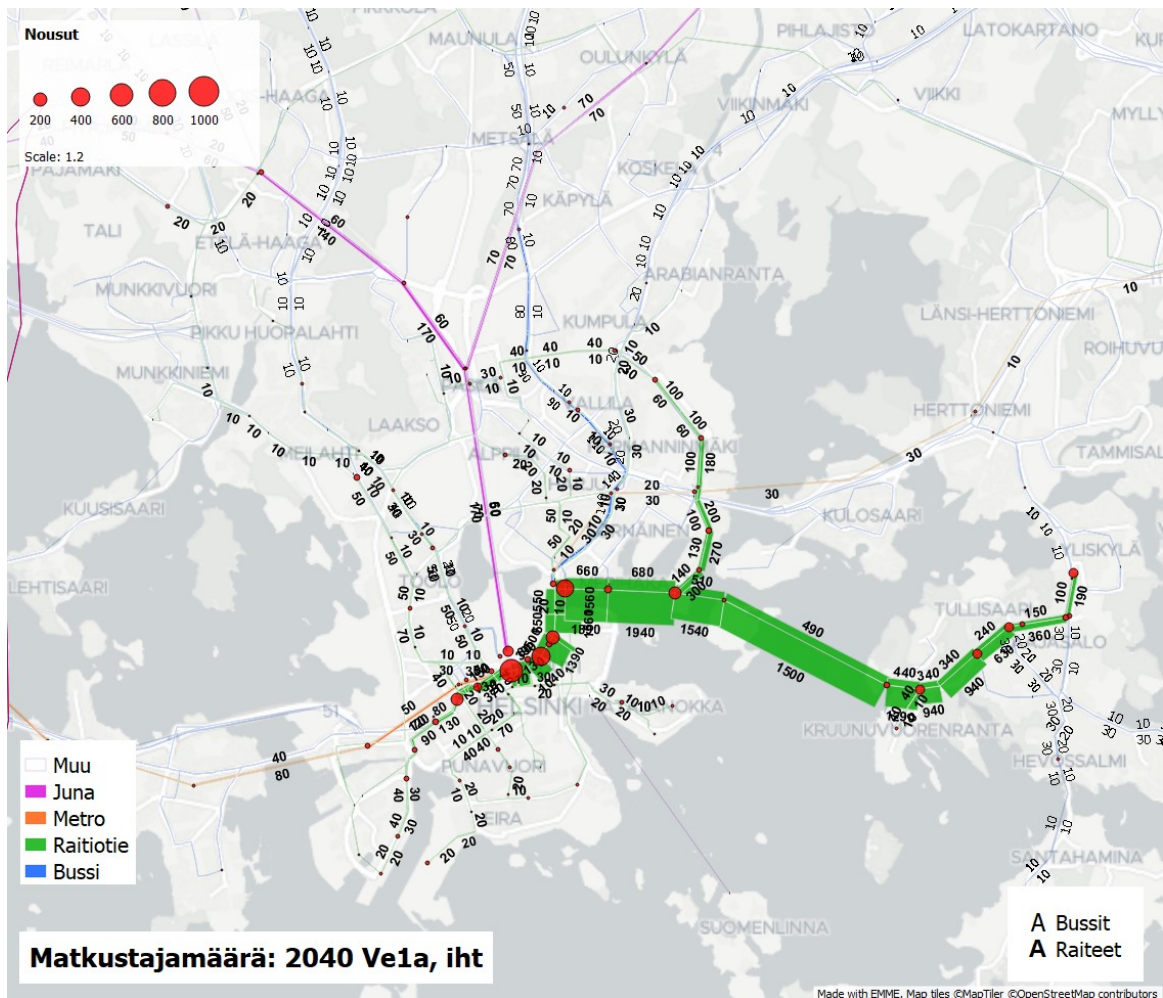
Länsisataman pikaraitiotie-hankkeen myötä toteutuva linjan 13 jatko keskustaan on myös yksi tekijä, joka vaikuttaa metron kuormituksen vähentymiseen. Jatkon myötä osa Kalasataman ja keskustan välisistä matkoista, jotka muuten toteutuisivat metrolla, siirtyvät kulkemaan linjalla 13.



Kuva 18. Vuorokauden matkustajamäärien erotus hanke- ja vertailuvaihtoehdon välillä.

Kuvassa 19 on esitetty Nihdin ja Merihaan raitiotiepysäkkien välillä kulkevan matkustajaliikenteen koko matkaketju. Laajasalon linjalla 12 kulkeva matkustajamäärä on huomattavasti suurempi kuin Kalasatamaan ja Pasilaan vievän linjan 13 matkustajamäärä. Länsisataman pikaraitotietä käytetään paljon vaihdollisilla juna- ja metromatkoilla sekä yhteyksillä raitiolinjoilla muualle kantakaupunkiin, kuten Meilahteen, Töölöön, Alppiharjuun ja Punavuoreen. Merkittävä osa matkoista on Laajasalon ja keskustan välistä tai Kalasataman ja keskustan välistä vaihdotonta matkustusta. Hyvin pieni osa matkoista ulottuu Jätkäsaareen.



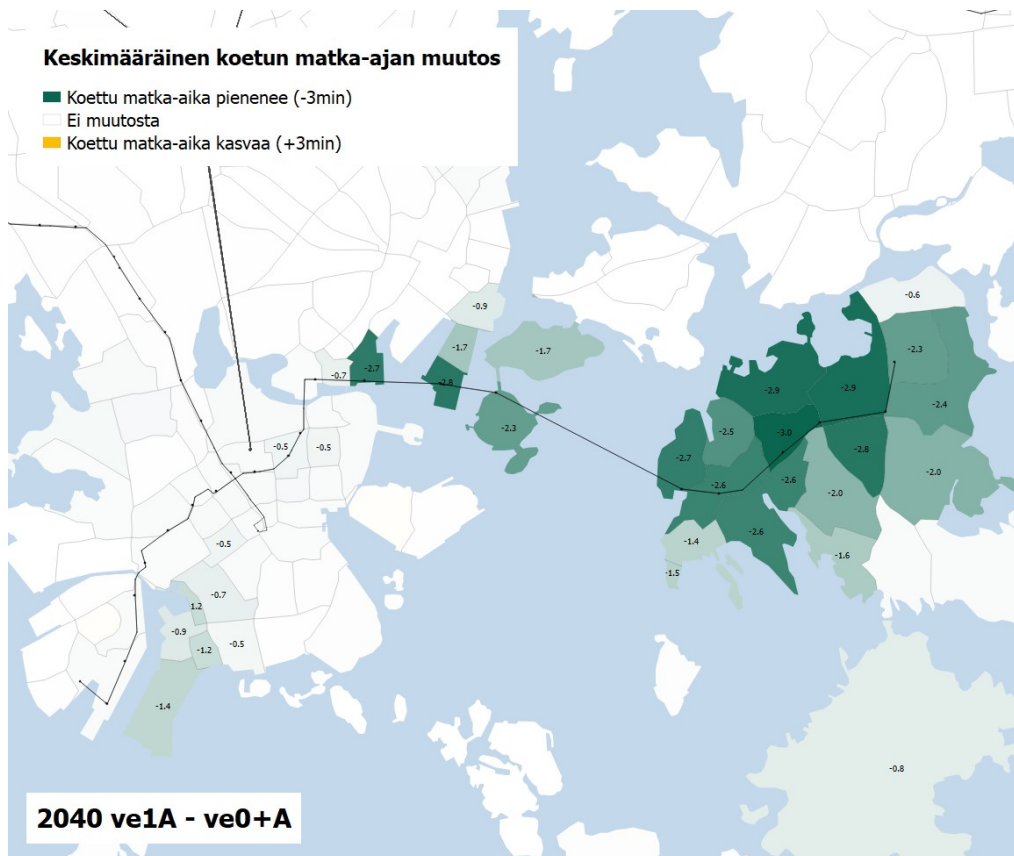


Kuva 19. Matkaketjut illan huipputunnissa Merihaansillan yli

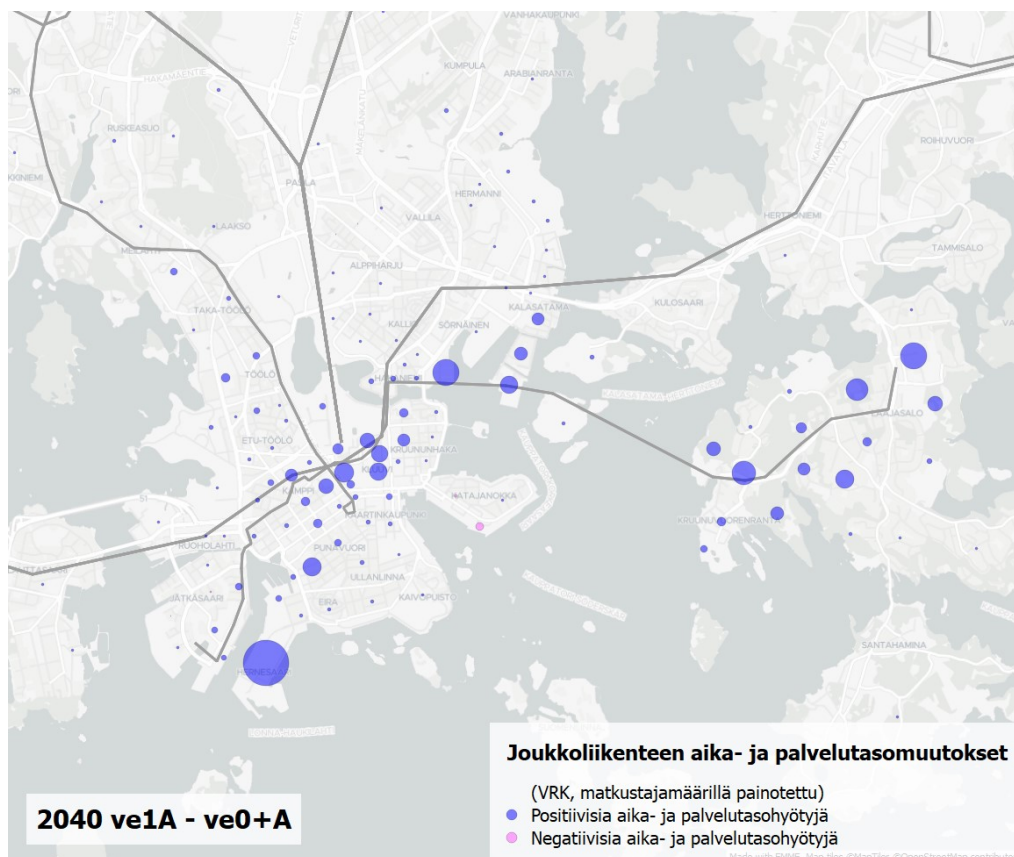
## Joukkoliikenteen aika- ja palvelutasomuutokset

Hanke parantaa joukkoliikenteen matka-aikoja ja palvelutasoa erityisesti vaihdollisten matkojen vähentyessä vertailuvaihtoehtoon verrattuna. Liikenne-ennustemallissa matka-aika ja palvelutasotekijät on yhdistetty (koettu matka-aika / matkavastus / painotettu matka-aika). Tämä tarkoittaa, että esimerkiksi vaihdot joukkoliikennevälineiden välillä sekä pitkät kävelymatkat koetaan todellista matka-aikaa suuremmaksi vastukseksi. Painotukset on tehty siten, kuten ihmiset niitä ovat matkavalinnoissa painottaneet.

Merkittävimmät aika- ja palvelutason hyödyt kohdistuvat Laajasaloon, josta pääsee vaihdottomalla yhteydellä ydinkeskustaan (kuva 20). Myös Hernesaareen syntyy hyötyjä linjan 9 liikennöidessä suoraan Kallioon. Ydinkeskustassa aikamuutos keskimääräistä matkaa kohden on pieni, mutta matkustajamäärät ovat niin suuria, että vaikutus kertautuu. Kuvassa 21 on esitetty matka-aikahyödyt painotettuna lähtevien matkojen määrällä, jolloin havaitaan ydinkeskustaan syntyvä kokonaishyöty. Palvelutason muutos näkyy myös laajemmalla alueella, jolla tehdään vaihdollisia matkoja Länsisataman pikaraitiotiehen.



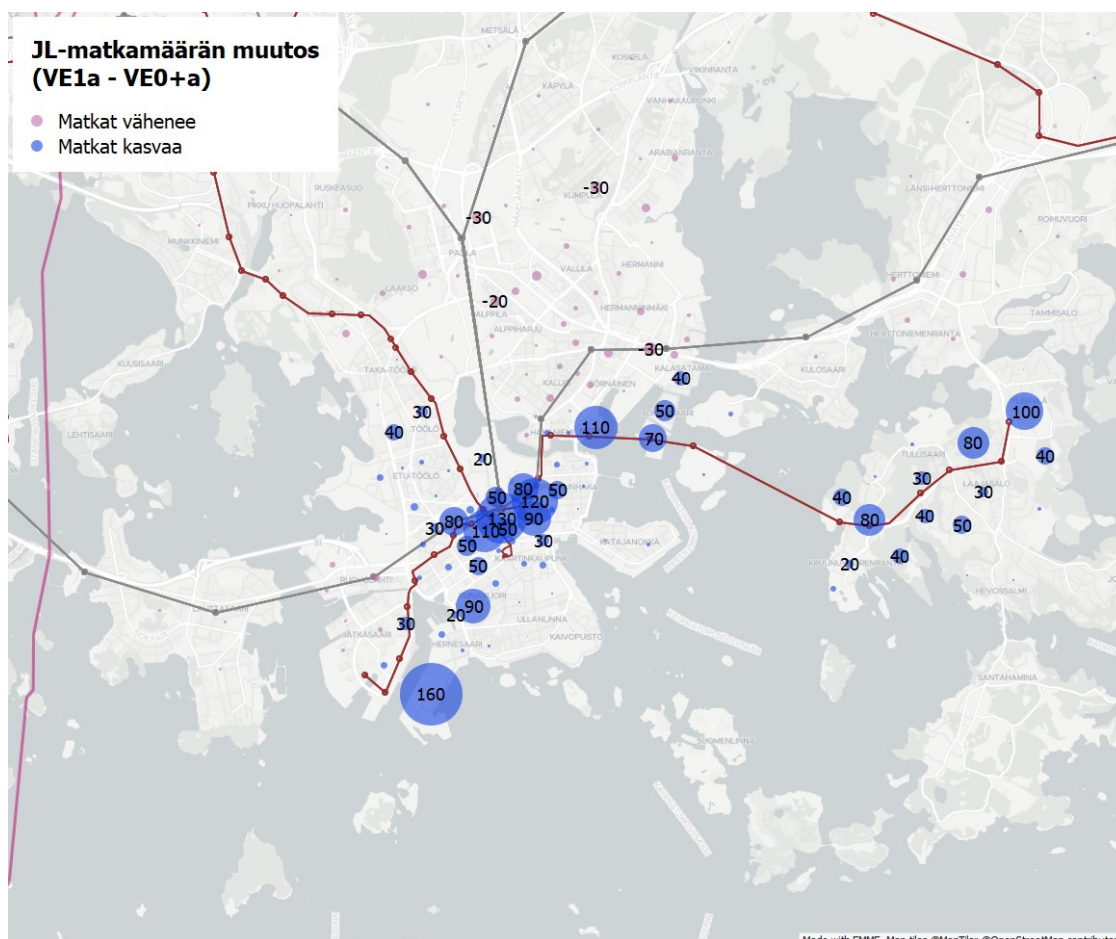
Kuva 20. Karttaesitys keskimääräisen koetun matka-ajan muutoksesta ennustealueittain.



Kuva 21. Karttaesitys joukkoliikenteen aika- ja palvelutasomuutoksista ennustealueittain.

## Kulikutapamuutokset

Hankkeen myötä joukkoliikenteen matkamäärä kasvaa noin 1900 matkalla parantuvan palvelutason myötä vuonna 2040 verrattuna vertailuvaihtoehtoon. Noin puolet uusista joukkoliikennematkoista siirtyvät autoilusta ja puolet kävelystä ja pyöräilystä. Kävelyn määrä voi silti kasvaa joukkoliikenteen liityntäkävelyiden takia. Joukkoliikenteen matkamäärän kasvu alueellisesti on esitetty kuvassa 22. Joukkoliikenteen matkamäärä kasvaa erityisesti ydinkeskustassa, Laajasalossa koko raitiotien matkan varrella, Nihdissä, Hakaniemessä ja Hernesaarissa. Matkamäärä vähenee kantakaupungin pohjoisosissa johtuen siitä, että asiointimatkojen määränpää kohdistuu useammin raitiotiekäytävälle parantuneen palvelutason myötä vaihtoehtoisten sijaintien sijaan.



Kuva 22. Joukkoliikenteen matkustajamäärän muutokset alueittain hankevaihtoehdon ja vertailuvaihtoehdon välillä.

Kasvaneen joukkoliikenteen matkamäärän vaikutus lipputuloihin on noin 800 000 € vuodessa ilman arvonlisäveroa. Lipputulojen kasvu on suurempi kuin liikennöintikustannusten kasvu.

### 3.3. Hankearviointi

Yhteiskuntataloudellinen kannattavuuslaskelma on tehty Traficomien kaupunkiraiteiden hankearviointiohje (Traficomien julkaisuja 20/2023) mukaisesti. Kannattavuuslaskelmassa verrataan hankevaihtoehdon hyötyjä ja kustannuksia vertailuvaihtoehtoon. Laskelmassa on mukana vain sellaisia vaikutuksia, joihin hanke vaikuttaa tarkasteluajanjaksona ja joiden rahanmääräiseen arviointiin on menetelmä ja selkeät arvotuserusteet. Kaikki tällaiset

vaikutukset määritetään 30 vuoden pituiselta laskentajaksolta, jonka lisäksi tarkasteluajanjaksoon sisällytetään rakentamisaika. Laskelmissa käytetyt yksikköarvot perustuvat julkaisuun Tie- ja rautatieliikenteen hankearvioinnin yksikköarvot 2018 (Väyläviraston ohjeita 40/2020), jotka on indeksikorjattu kustannuslaskentaa vastaavaan hintatasoon. Kustannukset on esitetty vuoden 2023 hintatasossa, joten hyödyt on korotettu vastamaan vuoden 2023 kuluttajahintaindeksiä (120.4). Hyötyerät ja rakentamisen aikainen korko diskontataan liikennöinnin avausvuodelle 2030 ja laskentakorkona on käytetty Traficomien ohjeiden mukaisesti 3,5 %.

## Hyödyt

Hankkeen merkittävin hyötyerä on kuluttajan ylijäämä, joka tarkoittaa käyttäjien aika- ja palvelutason muutosta. Kannattavuuslaskelmassa aika- ja palvelutasokustannukset on laskettu liikenne-ennusteen avulla kaikkien matkojen painotetun matka-ajan muutoksesta eri ennustevuosina. Yleistetyn matka-ajan kuvaus ja muutokset ratikan myötä on kuvattu tarkemmin luvussa 3.5. Joukkoliikenteen aika- ja palvelutasohyödyt ovat 4,7 miljoonaa euroa vuodessa.

Lisäksi ajoneuvoliikenne muuttuu hieman sujuvammaksi, kun osa automatkoista muuttuu joukkoliikennematkoiksi. Kulkutapamuutoksen seurauksena ajoneuvoliikenteen aikahyödyt ovat 0,1 miljoonaa euroa vuodessa.

Matkojen siirtyminen henkilöautoilusta joukkoliikenteeseen tuo myös päästö- ja terveyshyötyjä. Ajoneuvoliikenteen suoritteen vähenemä on 1,4 miljoonaa kilometriä vuodessa, mistä syntyy päästöjen, onnettomuuksien ja melun vähenemistä. Ajoneuvoliikenteen vähentyminen perustuu yleissuunnitelmaan sisältyviin investointeihin. Arvioon ei esimerkiksi sisälly Kaivokadun joukkoliikennekaduksi muuttamisen vaikutuksia ajoneuvoliikenteeseen, jotka sisältyvät ja joita on selvitetty Ydinkeskustan liikennejärjestelmäsuunnitelma-hankkeessa.

Laskelmassa on huomioitu henkilöautoliikenteen sähköistyminen, joten päästöhyöty jää verrattain pieneksi. Hankkeen vaikutus päästöihin on 120 t-co<sub>2</sub> / v vuoden 2030 tasossa. Päästöjen yksikkökertoimet perustuvat selvitykseen Helsingin kasvihuonekaasujen BAU-kehitys vuosille 2030 ja 2040 (WSP, 2022). Päästöjen vähentymisen vuosittaiset hyödyt ovat 0,01 miljoonaa euroa vuodessa. Hankkeen rakentamispäästöjä ei ole toistaiseksi arvioitu.

Henkilövahinkoihin johtaneet onnettomuudet vähenevät arviolta 2,5 onnettomuudella vuosittain. Tämän vuosittaiset hyödyt ovat 0,3 miljoonaa euroa vuodessa.

Melulaskenta tehdään teoreettisesti laskettujen 55dB meluvyöhykkeiden pinta-alan muutoksesta johdettuna. Meluhaittojen pienentymisen arvo on 0,1 miljoonaa euroa vuodessa.

Tuottajan ylijäämällä tarkoitetaan joukkoliikenneoperaattorin kustannusten muutosta eli lipputulosten ja liikennöintikustannusten muutoksen kokonaissuuruutta. Julkistaloudellisten verojen ja maksujen muutos ottaa huomioon mm. polttoaineverotuksen ja joukkoliikennelippujen arvonlisäveron.

## Kustannukset

Kustannuksissa on pikaraitiotiehen liittyvien inframuutosten rakentamiskustannukset, työmaa- ja tilaajatehtävien kustannukset sekä riskivara. Kustannukset eivät sisällä Kaivokadun muuttamista joukkoliikennekaduksi, sillä se on oletettu tehtävän myös vertailuvaihtoehdossa. Infrastruktuuri on mitoitettu 45 metrin raitiovaunujen mukaan. Kustannukset on eritelty taulukossa 14. Vertailuvaihtoehtoon ei sisälly investointikustannuksia.

Merkittävimmät erot hanke- ja vertailuvaihtoehdon välillä ovat Liisankadun liittymäalueelle ja Kaivokadulle tehtävät muutokset. Liisankadulle toteutuu uusi ryhmittymisraide Hakaniemen suunnasta, mikä edellyttää liittymäalueen uusimista. Kaivokadun muutokset sisältävät uudet pysäkkilaiturit ja raidejärjestelyt, mikä edellyttää raitiotien uusimista koko Kaivokadun pituudelta. Lisäksi hankevaihtoehto sisältää kantakaupungin länsiosien pysäkkipidennykset.



Hankkeen vertailuvaihtoehtoon ei sisälly investointikustannuksia. Mahdolliset muutokset raitiotieinfraan sisältyvät muihin hankkeisiin. Vertailuvaihtoehdon linjasto tai muut suunnitteluratkaisut eivät edellytä muutoksia nykyinfraan tai rakenteilla olevaan infraan.

Taulukko 14. Hankkeen kustannukset eriteltynä.

<b>HANKEVAIHTOEHDON KUSTANNUKSET</b>	
<b>Rakennusosat yhteensä</b>	<b>20 791 000 €</b>
Kaisaniemen liittymäalue ja Kaivokatu	11 670 000 €
Länsiosan pysäkkidennykset	9 121 000 €
<b>Työmaatehtävät ja kate (25 %)</b>	<b>5 197 750 €</b>
<b>Tilaaajatehtävät (15 %)</b>	<b>3 898 312 €</b>
<b>Riskivarat (25 %)</b>	<b>7 471 765 €</b>
<b>Kustannukset yhteensä</b>	<b>37 358 828 €</b>
Yhteiskuntataloudellisessa laskelmassa huomioitavat korko ja diskonttaus rakentamisen ajalta	2 381 065 €
Yhteiskuntataloudellisessa laskelmassa huomioitava julkisten varojen rajakustannus (verokerroin)	7 471 766 €
Yhteiskuntataloudelliseen laskelmaan sisältyvät kustannukset yhteensä	47 211 659 €

Kannattavuuslaskelmassa on huomioitu uusimman hankearviointiohjeen mukaisesti julkisten varojen rajakustannus (ns. verokerroin), joka kertoo julkisten menojen lisäyksen todellisen kustannuksen, kun samalla huomioidaan verotuksen lisäys ja siitä aiheutuvat tehokkuustappiot. Rajakustannusta käytetään valtion rahoittamissa hankkeissa ja se korottaa investointikustannusta 20 %. Lisäksi on huomioitu rakentamisen aikainen korko. Rakentaminen on oletettu aloitettavaksi kaksi vuotta ennen linjan avausvuotta.

Raitioteiden ja katujen pitoajaksi on arvioitu 30 vuotta, joka vastaa hankearvioinnin laskentajaksoa, joten jäännösarvo hankkeelle on 0 €.

## Yhteiskuntataloudellinen kannattavuus

Taulukossa 15 on esitetty hankkeen yhteiskuntataloudellinen kannattavuuslaskelma 30 vuoden laskentajaksolta. Hankkeen hyöty-kustannussuhde on 2,9, joten hankkeen hyödyt ylittävät kolminkertaisesti sen kustannukset. Kaikkiaan hankkeen investointikustannukset ovat pienet sen tuomiin hyötyihin nähden.

Taulukko 15. Yhteiskuntataloudellinen kannattavuuslaskelma.

	<b>HYÖDYT</b>	<b>2040</b>	<b>Diskontattu pitoajalle 2030–2060</b>
		[milj. € / v. ]	[milj €]
<b>Väylänpitäjän kustannusmuutokset</b>		<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
<b>Tuottajan ylijäämä</b>		<b>0.1</b>	<b>1.0</b>
<b>Liikennöintikustannus</b>		-0.7	-12.4
<b>Lipputulojen muutos</b>		0.7	13.4
<b>Kuluttajan ylijäämä</b>		<b>5.2</b>	<b>128.1</b>
<b>Nykyiset matkustajat</b>		4.7	114.5
<b>Siirtyvät matkustajat</b>		0.5	13.6
<b>Autoliikenteen hyödynmuutos</b>		0.1	2.0
<b>Ulkoisvaikutukset</b>		<b>0.2</b>	<b>5.9</b>
<b>Tieliikenteen onnettomuudet</b>		0.1	2.5
<b>Päästökustannukset</b>		0.01	0.2
<b>Melu</b>		0.1	3.2
<b>Julkistaloudellisten verojen muutos</b>		<b>0.0</b>	<b>-0.2</b>
<b>Tieliikenteen verot ja maksut</b>		-0.1	-1.6
<b>Arvonlisäverot</b>		0.1	1.5
<b>Jäännösarvo 30 vuoden jälkeen</b>		<b>0</b>	<b>0.0</b>
<b>Hyödyt yhteensä</b>		<b>5,5</b>	<b>134.9</b>
<b>Hyöty-kustannussuhde</b>		-	<b>2,9</b>

### 3.4. Vaikutukset HSL:n talouteen

Verrattuna muihin pikaraitiotiehankkeisiin, Länsisataman pikaraitiotien vaikutukset ovat poikkeuksellisen positiiviset, kun arvioitu lipputulojen kasvu ylittää liikennöintikustannusten ja radan kunnossapitokustannusten kasvun. Toisaalta hankkeeseen sisällyvistä investoinneista johtuvat infrakustannukset johtavat HSL:n talouden heikentymiseen. Taulukossa 16 esitetään hankkeen vaikutukset HSL:n talouteen, jotka ovat noin miljoona euroa negatiiviset vuoden 2040 tilanteessa.

Kunnat maksavat HSL:lle kuntaosuutta joukkoliikenteen järjestämisestä, mihin sisältyy liikenteen operointi, kaluston pääomakustannukset, varikkokustannukset ja infrakustannukset sekä HSL:n muut kustannukset. Vuosittaiset kustannukset jaetaan käyttäjien suhteessa HSL:n jäsenkunnille.

Helsingin kaupunki saa HSL:n muilta jäsenkunnilta korvausta kaupungin omistaman joukkoliikenneinfran käytöstä (HSL:ltä laskutettava infrakorvaus). HSL korvaa puolet joukkoliikenneinvestointien pääoman poistoista laskennallisella 40 vuoden aikana tasapoistoilla, HSL:n korvaamalle pääomalle laskennallisen 5 % koron ja radan kunnossapitokustannukset täysimääräisesti. Poistoihin ei lasketa valtion tai EU:n tukea, jonka mahdollista määrää ei ole tässä työssä arvioitu. Laskennalliset korot lasketaan rakentamisen ajalta ja 40 vuoden poistoajalta.

HSL:n kautta jaettavia kustannuksia ja tuloja ovat hankkeen rakentamisesta ja käyttöönnotosta aiheutuva infra- ja liikennöintikustannusten sekä lipputulojen kasvu. Infrakustannukset jaetaan HSL:n jäsenkunnille niiden asukkaiden tekemien ratikkamatkojen määrän suhteessa. Liikennöintikustannuksien kasvu jaetaan jäsenkunnille niiden asukkaiden matkustamien ratikkakilometrien suhteessa. Liikennöintikustannuksien kasvu on hanke- ja vertailuvaihtoehtojen välisten liikennöintikustannuksien erotus. Kuntien maksuosuuksia pienentävät lipputulot, jotka kohdistetaan kunnille matkustajien kuntalaisuuden perusteella.

Jos olettaa, että infran käyttäjät ovat suurimmilta osin helsinkiläisiä ratikkamatkustajia, HSL:n talouden heikentyminen heijastuu suurimmilta osin Helsingin kuntaosuuden kasvuun. Toisaalta

HSL:n taloutta heikentävä kustannuserä on pääosin Helsingille maksettavat infrakustannukset, jolloin hankkeen vaikutus Helsingin kaupunkitalouteen on neutraali.

Taulukko 16. Hankkeen suuntaa antavat vuosittaiset vaikutukset HSL:n talouteen.

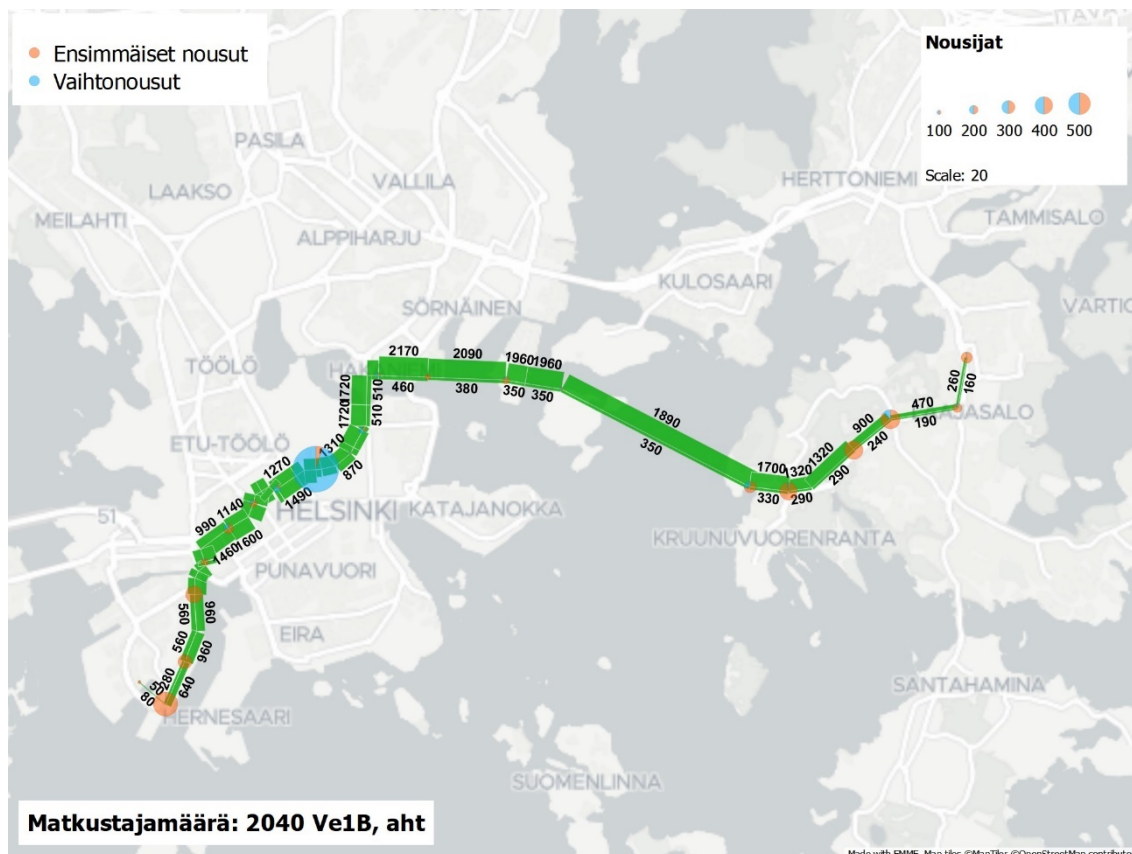
Hankkeen vaikutus HSL:n talouteen	
Infrakustannukset hankkeen avausvuonna 2030	-1,2 M€/v
Infrakustannukset 2040	-1,0 M€/v
Liikennöintikustannukset	-0,65 M€/v
Kulut yhteensä 2040	-1,7 M€/v
Lipputulot 2040	+0,7 M€/v
Kokonaisvaikutus HSL:n talouteen 2040	-1,0 M€/v

### 3.5. Herkkyystarkastelut

#### Kaivokatu auki henkilöautoliikenteelle

Herkkyystarkastelussa on tutkittu vaikutuksia matkustajamäärään ja hyötykustannussuhteeseen, jos Kaivokatu toteutetaan 1+1-kaistaisena autoliikenteelle. Raitiolinjojen kannalta tämä tarkoittaa enemmän viiveitä Pitkäsilta-Mannerheimintie välillä. Ennustemallissa raitiolinjoja oli nopeutettu minuutilla tällä välillä perustarkastelussa, mutta herkkyystarkastelussa tämä nopeutus on otettu pois. Lisäksi Kaivokadun pitämisellä auki henkilöautoliikenteelle on hieman vaikutusta henkilöautoilun ja joukkoliikenteen houkuttelevuuteen ja kulkutapaosuuksiin, mutta tämän vaikutus on pienempi kuin raitioyhteyksien hidastumisella.

Kuvassa 23 on esitetty Länsisataman pikaraitiotien matkustajamäärät aamuhuipputunnin tilanteessa, jossa Kaivokatu on toteutettu 1+1-kaistaisena. Kaivokadun kohdalla matkustajamäärä ruuhkasuuntaan on 17 % pienempi kuin joukkoliikennekatuatkaisussa. Koko linjalla nousijamäärät ovat yhteensä 4 % pienemmät vuorokausitasolla.



Kuva 23. Länsisataman pikaraitiotien matkustajamäärät aamuhuipputunnissa tilanteessa, jossa Kaivokatu on auki henkilöautoliikenteelle.

Länsisataman pikaraitiotien käyttäjähyödyt pienenevät herkkyytarkastelussa. Vuositasolla joukkoliikenteen käyttäjähyödyt ovat 4,3 miljoonaa euroa, kun joukkoliikennekaturatkaisulla vastaava hyöty on 4,7 miljoonaa euroa. Hankkeesta saatavat lipputulot pienenevät noin 700 000 eurosta vuosittain 620 000 euroon.

Kustannuksissa ainoa ero joukkoliikennekaturatkaisuun on, että Liisankadun ryhmittymiskaistaa raitioliikenteelle ei toteuteta, koska sille ei riitä katutilaa autoliikenteen säilymisen takia. Rakentamisen infrakustannukset ovat 120 000 euroa pienemmät. Kustannusten pienentäminen pienentä myös yhteiskuntataloudellisessa kannattavuusarvioissa huomioitavia korkoja ja diskonttausta rakentamisen ajalta sekä julkisen varojen rajakustannusta eli verokerrointa. Yhteiskuntataloudellisessa kannattavuuslaskelmassa huomioitavat kustannukset ovat yhteensä 38,8 miljoonaa euroa.

Herkkyytarkastelun yhteiskuntataloudellinen kannattavuuslaskelma on esitetty taulukossa 17. 30 vuoden laskentajaksolla hyödyt pienenevät 15 miljoonaa euroa. Hankkeen hyöty-kustannussuhde pienentyy arvosta 2,9 arvoon 2,6, mutta hanke ylittää edelleen selvästi taloudellisen kannattavuuden raja-arvon (1).

Taulukko 17. Yhteiskuntataloudellinen kannattavuuslaskelma tilanteessa, jossa Kaivokatu on auki henkilöautoliikenteelle.

<b>HYÖDYT</b>	<b>2040</b>	<b>Diskontattu pitoajalle 2030–2060</b>
	<b>[milj. € / v. ]</b>	<b>[milj €]</b>
<b>Väylänpitäjän kustannusmuutokset</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
<b>Tuottajan ylijäämä</b>	<b>0.0</b>	<b>-0.5</b>
<b>Liikennöintikustannus</b>	-0.7	-12.4
<b>Lipputulojen muutos</b>	0.6	11.9
<b>Kuluttajan ylijäämä</b>	<b>4.7</b>	<b>115.0</b>
<b>Nykyiset matkustajat</b>	4.3	103.1
<b>Siirtyvät matkustajat</b>	0.4	11.8
<b>Autoliikenteen hyödynmuutos</b>	0.0	1.0
<b>Ulkoisvaikutukset</b>	<b>0.2</b>	<b>5.6</b>
<b>Tieliikenteen onnettomuudet</b>	0.1	3.0
<b>Päästökustannukset</b>	0.00	0.1
<b>Melu</b>	0.1	2.5
<b>Julkistaloudellisten verojen muutos</b>	<b>0.0</b>	<b>0.3</b>
<b>Tieliikenteen verot ja maksut</b>	-0.1	-1.0
<b>Arvonlisäverot</b>	0.1	1.3
<b>Jäännösarvo 30 vuoden jälkeen</b>	<b>0</b>	<b>0.0</b>
<b>Hyödyt yhteensä</b>	<b>4,9</b>	<b>134.9</b>
<b>Hyöty-kustannussuhde</b>	-	<b>2,6</b>

### 3.6. Kampin pysäkkimuutosten vaikutukset

Kampin alueelle esitettyjen pysäkkimuutosten vaikutuksia ei ole huomioitu tehdyssä liikennemalliarvioinnissa ja hankearvioinnissa, vaan niitä on tutkittu erikseen.

#### 3.6.1. Simonkadun ja Kampintorin pysäkkien yhdistäminen

Simonkadun ja Kampintorin pysäkit korvautuu uusi pysäkki Urho Kekkosen kadulla Annankadun ja Fredrikinkadun välissä. Urho Kekkosen katu on joukkoliikennekatu, jolla on myös sallittu huoltoajo kadun varren kiinteistöille. Kahden vaunun pysäkkinä pysäkki toimii nykyisiä yhden



vaunun pysäkkejä paremmin raitioliikenteen vuoromäärän kasvaessa. Pysäkin sijoittaminen Urho Kekkosen kadun joukkoliikennekadulle sujuvoittaa Simonkadun liikennettä sekaliikennekaistalla olevan pysäkin poistussa.

Pysäkkiväli Kampin alueella pitenee hieman, mikä nopeuttaa raitioliikennettä. Kävelymatkat pysäkeille eivät kuitenkaan kasva kohtuuttomasti ja pysäkkien saavutettavuus pysyy suunnilleen entisellään, kuten myös vaihtoyhteydet Kampin metroasemalle ja bussiterminaaleihin.

Länsiratikat-hankkeessa toteutettava Fredrikinkadun suuntainen raitiolinja käyttää nykyistä Fredrikinkadun raitiopysäkkiä Kamppi (M). Nykyinen raitiolinja 2 voi jatkossa käyttää molempia pysäkkejä. Uusi pysäkki voidaan myös nimetä osaksi Kampin terminaalia omalla laiturinumerollaan.

Jatkosuunnitteluun esitetään Simonkadun ja Kampintorin raitiopysäkkien yhdistämistä Urho Kekkosen kadulle.

### **3.6.2. Ruoholahden villojen ja Länsilinkin pysäkkien yhdistäminen**

Ruoholahden villojen ja Länsilinkin pysäkkien yhdistäminen nopeuttaisi raitioliikennettä pysäkkimäärän vähentyessä. Raitioliikenteen nopeuttaminen on kantakaupungin tiiviisti rakennetulla alueella haastavaa. Pysäkkien yhdistäminen ei kuitenkaan yleensä ole ensisijainen keino, ja pysäkkivälistä ei tule muodostua liian harva matkustajien palvelutasoa ajatellen.

Kävelymatkat yhdistetyille pysäkeille olisivat kyseisessä vaihtoehdossa pidempiä kuin nykyisille tai siirretyille pidennetyille pysäkeille. Edellinen pysäkki Kampin suunnassa olisi noin 700 metrin päässä oleva Urho Kekkosen kadun uusi pysäkki ja Jätkäsaarella Huutokonttorin pysäkki noin 600 metrin päässä. Pysäkkien siirtämiseen perustuvassa vaihtoehdossa pysäkkien välit pysyisivät keskimäärin noin 450 metrissä. Länsilinkin pysäkin poistuminen pidentää kävelymatkoja etenkin Ruoholahden suunnasta, josta pääsee alikulun kautta kätevästi keskustan suuntaan menevälle raitiopysäkeille.

Pysäkkien yhdistämisen voi arvioida vaikuttavan heikentävästi pysäkkien saavutettavuuteen Hietalahden ja Ruoholahden alueella. Yhteydet Marian kampukselle ovat suunnilleen yhtä pitkiä kaikille uusille pysäkkivaihtoehdoille, yhdistetyn pysäkin ollessa noin 20–30 metriä lähempänä.

Kaikilla tämän kohdan pysäkkimuutosvaihtoehdoilla on vaikutuksia moottoriajoneuvoliikenteeseen. Uuden yhdistetyn pysäkin toteuttaminen aiheuttaisi kuitenkin pienemmän mittakaavan muutoksia autoliikenteen järjestelyihin kuin Ruoholahden villojen pysäkin uusi sijainti.

Yhdistetty pysäkki Ruoholahdenkadulla Porkkalankadun ja Köydenpunojankadun välisellä osuudella poistaisi ajoreitin Porkkalankadulta Ruoholahdenkadulle länteen. Raitiotie olisi tältä osin omalla kaistallaan. Korvaava yhteys kulkisi Hietalahdenkadun ja Eerikinkadun kautta Köydenpunojankadulle. Pysäkin poistuminen Lapinrinteen ja Abrahaminkadun väliltä todennäköisesti sujuvoittaisi Abrahaminkadun kiertoliittymää ja huoltotunnelin sisäänajoa vieressä olevan raitiopysäkin poistussa. Uuden yhdistetyn pysäkin kohdalta poistuisi 12 autopaikkaa.

Ruoholahden villojen pysäkin siirto Abrahaminkadun itäpuolelle edellyttäisi autoliikenteen katkaisun Ruoholahdenkadulla länteen pysäkin kohdalta eli käytännössä Albertinkadun ja Abrahaminkadun väliltä. Korvaava ajoyhteys länteen kulkisi Lönnrotinkadun kautta, mikä aiheuttaa kiertoreitin Malminrinteen suunnasta tuleville autoille. Ruoholahdenkadun länteen suuntautuvasta nykyisestä liikenteestä (5000 ajoneuvoa vuorokaudessa) suurin osa tulee Kaivokadun suunnasta. Ydinkeskustan liikennejärjestelmäsuunnitelman esitetystä ratkaisusta, jossa keskustan läpiajoa ei tulisi Kaivokadun kautta, länteen suuntautuva autoliikenne Ruoholahdenkadulla vähenee. Liikenne on lähinnä paikallista esimerkiksi Kampin alueelta Länsiväylälle suuntautuvaa liikennettä. Pysäkkimuutos helpottaisi keskustan huoltotunneliin ja pysäköintilaitoksiin johtavaa sisään- ja ulosajoa lännen suunnasta idän suunnasta saapuvan autovirran poistussa sisäänajon kiertoliittymästä. Pysäkin siirto myös poistaisi autopaikkoja

arviolta noin 8 kappaletta. Ajoneuvoliikenteen vaikutuksia on tarpeen tutkia tarkemmin jatkosuunnittelussa.

Länsilinkin pysäkin siirto pohjoisemmaksi poistaisi kadunvarsipysäköintiä noin 18 paikkaa ja vaikuttaisi pysäkin kohdan kiinteistöjen ajoyhteyksiin, joita on tarpeen muuttaa suuntaisliittymiksi.

Jatkosuunnittelun lähtökohdaksi esitetään otettavaksi yhdistetyn pysäkin ratkaisu raitioliikenteen sujuvoittamiseksi. Koska ratkaisu sisältää kuitenkin epävarmuuksia, esitetään myös nykyisten pysäkkien pidentämisen ja siirtämisen vaikutusten selvittämistä jatkosuunnittelussa, kokonaisuutena parhaan ratkaisun löytämiseksi.

## 4. Vuorovaikutus

Yleissuunnitelman laadinnan aikana länsiosan pysäkkimuutoksista pyydettiin asukkaiden palautetta Kerro kantasi -sivuston kautta. Kysely oli avoimena 9.-25.9.2024 ja palautteita tuli 85 kappaletta, joista 25 vastausta koski pysäkkimuutoksia. Suurin osa vastauksista kannatti Simonkadun ja Kampintorin pysäkkien yhdistämistä Urho Kekkosen kadulle. Länsilinkin ja Ruoholahden villojen pysäkkien muutokset herättivät enemmän mielipiteitä. Palautteiden mukaan Simonkadun ja Kampintorin pysäkkien yhdistäminen parantaisi kulkuyhteyksiä. Ruoholahden villojen ja Länsilinkin yhdistäminen on monimutkaisempaa, sillä se pidentää pysäkkivälejä. Pysäkkien sijainti ja välimatkat ovat tärkeitä erityisesti liikuntarajoitteisille matkustajille. Palautteissa todettiin, että pysäkkien harventaminen heikentäisi julkisen liikenteen käyttöä keskustassa, mikä vaikuttaa negatiivisesti kaupungin elinvoimaisuuteen. Ruoholahden villojen ja Länsilinkin pysäkkien säilyttämistä pidettiin tärkeänä, jotta matkustaminen ei vaikeudu ja keskustan alueella pysäkkitiheyttä ei tulisi vähentää, sillä pysäkeillä on paljon käyttäjiä. Palautteessa esiintyi myös huolta siitä, että suunnitellut ratkaisut vaikeuttavat autoilua ja asukkaiden liikkumista.

Ruoholahden villojen pysäkin siirtäminen herätti eniten palautteita. Erityisesti pysäkin siirtäminen itään päin nosti keskustelua autoliikenteelle tulevien vaikutusten vuoksi. Haastavaksi nähtiin autoliikenteen siirtyminen muille kaduille Kampista länteen päin ajettaessa. Liikenteen ohjaamista muille kaduille pidettiin huonona ideana. Lisäksi Länsilinkin pysäkin siirto tai poisto pidentäisi kävelymatkoja pysäkillä Ruoholahden suunnasta.

Palautteissa nousi esiin pikaraitiotie-nimikkeen käyttö sillä keskustassa pikaraitiovaunut liikkuvat muiden raitiovaunujen ja liikenteen seassa, mikä rajoittaa niiden nopeutta ja ei täytä "pika"-liikenteen vaatimuksia. Lisäksi palautteiden mukaan kantakaupungin kapeat kadut eivät sovi pitkille ja raskaille pikaraitiovaunuille. Palautteen antajista osa piti metroa ainoana aidosti nopeana joukkoliikennevälineenä. Pikaraitiovaunujen lisäämiseen liittyen palautteessa esiintyi myös huolta liikenneturvallisuusriskeistä keskustassa, mikä vaatii huolellista liikennejärjestelyjen suunnittelua.

Kerro kantasi -kyselyn lisäksi Urho Kekkosen kadulla sijaitsevien ravintoloiden kanssa käytiin keskustelua Simonkadun ja Kampintorin pysäkkien yhdistämisestä Urho Kekkosen kadulle. Saatu palaute oli positiivista ja toivottiin, että jatkosuunnittelussa otettaisiin huomioon suunnitellun pysäkin kohdalla olevien ravintoloiden tarpeet.

# 5. Yritysvaikutusten arviointi

Yleissuunnitelmasta laadittiin yritysvaikutusten arviointi kaupungin omana työnä. Laadintaan osallistui Kaupunkiympäristön toimialalta maankäytön yleissuunnittelusta Elina Luukkonen ja Hanna Käyhkö sekä liikenne- ja katusuunnittelupalvelusta Niko Setälä sekä Hanna Pund. Yritysvaikutuksien arvioinnissa keskityttiin Länsisataman pikaraitiotien aiheuttamien muutosten vaikutuksiin, vaikutukset liittyvät laajempaan kokonaisuuteen.

Länsisataman pikaraitiotie -hankkeen vaikutuksia on arvioitu laajasti, aiempia vaikutusten arviointeja ovat olleet mm. tarkastelu rautatieaseman ympäristössä vireillä olevien hankkeiden ja Kruunusillat- pikaraitiotien päätepyysäkkiratkaisujen vaikutuksista ydinkeskustan elinvoimaan (2021), Kruunusillat-raiotien yritysvaikutusten arviointi (2021) sekä Kaivokadun alueen työnaikaisten yritysvaikutusten arviointi (2021). Laajemman alueen vaikutusten arvioinnit ovat samansuuntaisia ja toimivat pohjana tämän hankkeen vaikutusten arvioinnille. Lisäksi keväällä 2024 on ollut valmisteilla myös Ydinkeskustan liikennejärjestelmäsuunnitelman elinvoimavaikutusten arviointi, jossa keskitytään siihen, miten Kaivokadun muuttaminen joukkoliikennekaduksi mahdollisesti vaikuttaa Helsingin ydinkeskustan elinvoimaan muun muassa kävijämäärien, kulkutapojen muutosten ja ydinkeskustassa kulutetun rahamäärän muutosten kautta.

Pikaraitiotien liikenteelliset vaikutukset ovat merkittäviä. Ne tekevät raitiotiematkoista Kalasatamasta ja Laajasalosta keskustaan vaihdottomia, mikä kasvattaa matkustajamääriä ja parantaa liikkumista. Metroliikenteen kuormitus vähenee ja raitioliikenteen kapasiteetti kasvaa, mikä vastaa paremmin laivaliikenteen kysyntähuippuihin. Hankkeen myötä Hernesaaren yhteydet Rautatieasemalle paranevat ja raitioliikenteen infrastruktuurin kehitys luo mahdollisuuksia tuleville pikaraitioille.

Merkittävimmät kielteiset yritysvaikutukset syntyvät rakentamisaikana. Yritystoiminnan näkökulmasta erityisen keskeistä on se, kuinka pitkään työmaa-aika ja tästä johtuvat tilapäisjärjestelyt kestävät, kuinka paljon työmaa-aikana joudutaan muuttamaan järjestelyjä ja kuinka suuri varmuus ajallisesta kestosta saadaan. Työnaikaiset vaikutukset ovat laajoja ja vaihtelevat eri alueilla, ollen merkittävimmät Kaivokadun alueella. Työnaikaiset vaikutukset kohdistuvat muun muassa saavutettavuuteen (laajasti ja lähisaavutettavuuteen), näkyvyyteen, reitteihin, työntekijöiden sekä yritysten asiakkaiden liikkumiseen ja yleiseen viihtyvyyteen.

Alueiden erilaisten toimintaympäristöjen vuoksi tarkastelualue on jaettu pienempiin osa-alueisiin. Saman tyylinen osa-aluejako on tehty Kruunusilltojen yritysvaikutusten arvioinnissa välille Yliskylä-Rautatieasema, jossa työpaikkojen määrä Nihdissä, Korkeasaarella, Kruunuvuorenrannassa ja Yliskylässä oli noin 1 160.

Arvioinnissa alue on jaettu pienempiin osa-alueisiin: Hakaniemi, Kluuvi, Kamppi-Ruoholahti ja Jätkäsaari, jotka kaikki tarjoavat erilaisia toimintaympäristöjä ja työpaikkoja. Esimerkiksi Hakaniemi on tiivis keskusta-alue, jossa on runsaasti yrityksiä ja palveluita.

Kluuvin alue, jossa sijaitsee noin 38 000 työpaikkaa, on tärkeä liikenteellinen solmukohta. Rautatieaseman ympäristön liikenteelliset muutokset voivat vaikuttaa asiakasvirtoihin ja yritysten toimintaedellytyksiin. Kamppi, joka on kaupan ja kulttuurin keskus, hyötyy myös pikaraitiotien tuomasta sujuvuudesta, mikä parantaa asiakkaiden saavutettavuutta. Jätkäsaaren alue, vaikka työpaikkojen määrä on vähäinen, hyötyy sujuvista joukkoliikennedyhteyksistä. Uuden pikaraitiotielinjan myötä asukkaat ja sataman matkustajat saavat entistä paremmat liikkumismahdollisuudet.

Länsisataman pikaraitiotien vaikutukset ovat laajoja ja ulottuvat useille eri alueille. Vaikka hankkeen rakentamisaika tuo mukanaan haasteita, pitkällä tähtäimellä arvioidut hyödyt yritystoiminnan, saavutettavuuden ja liikenteen sujuvuuden osalta ovat merkittävät. Yhteiskuntataloudelliset vaikutukset ovat arvioitu positiivisiksi, ja lipputulojen kasvu ylittää liikennöintikustannusten kasvun.

# 6. Helsingin yliopiston metroaseman pohjoinen sisäänkäynti

## 6.1. Pohjoisen sisäänkäynnin tarkastelu

WSP:n tekemässä vaikutusten arvioinnissa arvioitiin myös Helsingin yliopiston metroaseman pohjoisen sisäänkäynnin toteuttamisen vaikutuksia. Helsingin yliopiston metroasemalla on nykytilanteessa sisäänkäynti vain aseman eteläpäässä, vaikka alkuperäisessä Kluuvin aseman suunnitelmassa oli esitetty myös pohjoinen sisäänkäynti ja siihen on myös varauduttu Kaisaniemenkadun, Unioninkadun ja Liisankadun liittymäalueen asemakaavassa. Pohjoisen sisäänkäynnin toteuttamista on pohdittu osana Kaisaniemenkadun liikenneympäristön kehittämistä. Tässä työssä mahdollisen pohjoisen sisäänkäynnin vaikutuksia tarkasteltiin liikenne-ennustemallilla. Oletuksena on, että asemalta toteutettaisiin kävely-yhteys Unioninkadun ja Liisankadun risteykseen ja että metroaseman sisäänkäynnistä on suhteellisen lyhyt vaihtoyhteys Kaisaniemenpuiston raitiotie- ja bussipysäkeille. Erilaisia mahdollisia vaihtoehtoja pohjoiselle sisäänkäynnille on liukuportaat asemahallilta lippuhalliin risteuksen alapuolelle, josta on kulkuyhteydet Liisankadun ja Kaisaniemenpuiston suuntaan, tai hissiyhteys asemalaiturin lähistöltä Yrjö Koskisen kadun länsipäähän. Tämä vaikutusten arviointi ei ota kantaa sisäänkäynnin tarkempaan toteutukseen, vain metron ja maanpinnan välisen yhteyden olemassaoloon ylipäänsä.

Uuden sisäänkäynnin myötä Helsingin yliopiston metroasemalla tehdään n. 3000 nousua enemmän vuorokaudessa ja samalla Hakaniemen metroasemalta vähenee noin 2000 nousua, jolloin Helsingin yliopiston metroasemasta tulee mallinnuksen perusteella suosittu kuin Hakaniemen asemasta.

Metroaseman uuden sisäänkäynnin parantamasta saavutettavuudesta arvioidaan koituvan noin miljoonan euron vuosittaiset käyttäjähyödyt, mikä 30 vuoden tarkasteluajalle diskontattuna tuo yhteensä noin 20 miljoonan euron hyödyt. Potentiaaliset hyödyt ovat siis merkittäviä, ja voivat perustella kymmenien miljoonien investoinnin. Hyödyn voidaan arvioida olevan suurempikin, jos muutos saadaan tehtyä samanaikaisesti Länsisataman pikaraitiotieyhteyden kanssa.

Tarkastelussa on uuden sisäänkäynnin kanssa samanaikaisena toimenpiteenä poistettu Kaisaniemenkadun raitiopysäkki, sillä pysäkin toimivuus jää raitioliikenteen tihentyessä heikoksi. Pysäkin osalta on ajateltu, että uusi metroaseman pohjoinen kävely-yhteys mahdollistaisi pysäkin poistamisen. Poiston on arvioitu nopeuttavan raitioliikennettä minuutilla suuntaansa (jokaisen raitiovaunun matka-aika Rautatieasemalta Hakaniemeen tai Hakaniemestä Rautatieasemalle). Lisäksi pysäkin poisto parantaa merkittävästi raitioliikenteen täsmällisyyttä. Täsmällisyshyötyjä ei ole kuitenkaan huomioitu tässä herkkyytarkastelussa. Pysäkin poistolla on myös haittoja paikalliselle saavutettavuudelle, minkä mallinnus huomioi karkeasti. Uusi kävely-yhteys aseman pohjoispuolelle ja raitioteiden nopeutuminen kasvattavat raitiotien matkustajamääriä. Kaisaniemenkadun raitiotiepysäkin käyttäjät siirtyvät enimmäkseen Kaisaniemenpuiston pysäkillä ja osittain Kaivokadulle.

Metroaseman pohjoisen sisäänkäynnin toteuttaminen ei itsessään edellytä Kaisaniemenkadun raitiopysäkin poistoa. Pysäkin poiston hyödyt ja haitat tulee arvioida tarkemmin jatkosuunnittelussa, jos metroaseman sisäänkäynnin suhteen päätetään edetä.

## 6.2. Sisäänkäynnin mahdollisia toteutusmalleja

Kaupunkiliikenne Oy on laatinut viitesuunnitelman sisäänkäyntiratkaisusta, jossa metroasemalta nousee liukuportaat Kaisaniemenpuiston raitiopysäkin alle, josta pääsee Kaisaniemenkadun alittavaa tunnelia pitkin liukuportailta ja hisseillä ylös Liisankadun alkuun Yliopiston kiinteistön muuriin tehtävään sisäänkäyntiaukkoon. Toinen uloskäynti alikulusta on Kaisaniemenpuiston puolella, josta nousee avoportaikko nykyisen puiston reunamuurin viereen. Tämä uloskäynti ei ole esteetön, mutta tukisi joukkoliikenteen käyttäjien lisäksi myös Kaisaniemenkadun liikenneturvallisuuden parantamista tarjotessaan alikulkukäytävän vilkkaan kadun alitse.

Tämän sisäänkäyntiratkaisun kustannusarvio on noin 33 miljoonaa euroa (MAKU 131,22, 04/2024, 2015=100.). Kustannusarvioon liittyy tässä vaiheessa useita epävarmuustekijöitä mm. maankäytön sopimustilanteen, kunnallistekniikan väistöjärjestelyiden ja työnaikaisten liikennejärjestelyjen vuoksi. Edellä mainitut tekijät eivät sisälly alustavaan kustannusarvioon.

Vaihtoehtoiseksi ratkaisuksi on alustavasti esitetty pelkän hissiyhteyden toteuttamista metroasemalta maantasoon Kaisaniemenkadun ja Yrjö Koskisen kadun kulman tuntumassa. Suunnitteluratkaisun toteutettavuutta ei ole vielä arvioitu ja alustavasti siihen tunnistetaan liittyvän haasteita mm. kaupunkikuvallisesta näkökulmasta. Hissivaihtoehto ei mahdollistaisi Kaisaniemenkadun alittavan jalankulun yhteyden toteuttamista.

## 6.3. Kaisaniemenkadun pysäkin haasteet

Tehdyssä tarkastelussa tutkittiin metroaseman sisäänkäynnin toteuttamisen lisäksi myös Kaisaniemenkadun sujuvuuden kannalta haasteelliseksi tunnistetun raitiotiepysäkin poistamista. Lähtökohdiana on ollut, että koska nykyistä pysäkkiä ei voi sujuvoittaa palvelualueella pidentämällä, voidaan raitioliikenteen sujuvoittamista tutkia pysäkin poistamisen kautta. Metroaseman sisäänkäynnin tuominen Kaisaniemenpuiston pysäkin yhteyteen mahdollistaa raitiotien ja metron välisen vaihtoyhteyden toimimisen, vaikka nykyisin aseman kohdalla oleva Kaisaniemenkadun pysäkki poistettaisiin. Pysäkin poistamisesta on kuitenkin myös haittaa sen lähiympäristön saavutettavuudelle, pysäkin ympärillä on paljon kaupallisia toimintoja ja mm. Yliopiston kirjasto. Kaisaniemenpuiston pysäkki on noin 200 metrin päässä Kaisaniemenkadun pysäkistä, toiseen suuntaan Kaivokadun pysäkillä on noin 400 metriä matkaa.

Liikennemallilla tehdyn arvioinnin mukaan pysäkin poistamisen hyödyt ohi kulkeville matkustajille ovat suuremmat kuin haitat pysäkin käyttäjille. Käyttäjähäydyksi on tässäkin arvioitu noin miljoona euroa vuodessa, eli noin 20 miljoonaa euroa 30 vuoden tarkasteluaikana. Hyöty syntyy raitioliikenteen nopeutumisesta ja täsmällisyyden lisääntymisestä viiveitä aiheuttavan pysäkin poistuessa käytöstä. Pysäkin poiston hyötyjä ja haittoja on arvioitava tarkemmin ennen mahdollisen poistamispäätöksen tekemistä.

Metroaseman pohjoisen sisäänkäynnin toteuttaminen ei itsessään edellytä Kaisaniemenkadun raitiopysäkin poistoa, mutta ne voitaisiin toteuttaa samanaikaisena toimenpiteenä. Kaisaniemenkadun raitiopysäkin poistaminen ei taas katsota olevan mahdollista ilman metroaseman pohjoisen sisäänkäynnin toteuttamista Kaisaniemenpuiston pysäkin yhteyteen.

# 7. Yhteenveto ja jatkotoimenpiteet

Länsisataman pikaraitiotien yleissuunnitelmassa tarkasteltiin pikaraitiotieyhteyden toteuttamista Hakaniemestä Kaivokadun kautta Länsisatamaan. Yleissuunnitelmassa on kuvattu raitioliikenteen kannalta tarvittavat liikennejärjestelyt toimivan pikaraitioliikenteen käynnistämiseksi. Raitiotien vaatiman infrastruktuurin kustannuksiksi on arvioitu noin 37 miljoonaa euroa. Hankearvioinnissa pikaraitiotien hyötykustannussuhteeksi on laskettu 2,9, mikä on poikkeuksellisen suuri joukkoliikennehankkeelle. Tämä johtuu siitä, että hankkeessa on mahdollista saada merkittävä palvelutasoparannus – Laajasalon pikaraitiolinjan jatko keskustan läpi ja samalla Kalasataman raitiolinja keskustaan – suhteellisen pienellä investoinnilla, nykyistä raitiotieinfraa parantamalla.

Yleissuunnitelman keskeinen johtopäätös on siten, että pikaraitiotieyhteys on yhteiskuntataloudellisesti hyvin kannattava ja että sen suunnittelua on tarkoituksenmukaista jatkaa. Maltillisilla kustannuksilla saatavat suuret hyödyt perustelevat osaltaan hankkeen jatkosuunnittelun aikatauluttamista niin, että liikennöinti voidaan aloittaa mahdollisimman nopeasti 2030-luvun alussa.

Länsisataman pikaraitiotie on toteutuskelpoinen riippumatta Kaivokadun joukkoliikennekaturatkaisusta, mutta joukkoliikennekatu nopeuttaa ja sujuvoittaa raitioliikennettä ja siten hyödyttää myös Länsisataman pikaraitiotietä. Ydinkeskustan liikennejärjestelmäsuunnitelmasta päättää kaupunginhallitus syksyllä 2024.

Työssä tehdyt simulointitarkastelut myös osoittavat, että esitetyn linjaston toteuttaminen edellyttää Kaivokadun pysäkillä neljän laiturin toteuttamista. Kaksi pysäkkilaituria aiheuttaisi sen, että joka toinen raitiovaunu joutuisi jonottamaan pääsyä pysäkillä keskimäärin minuutin.

Suunnitelmassa käsiteltyjen vaihtoehtoisten pysäkkiratkaisujen osalta esitetään, että lähtökohdaksi pidetään kahden pysäkkiparin yhdistämistä eli neljä nykyistä pysäkkiä (Länsilinkki, Ruoholahden villat, Kampintori ja Simonkatu) korvataan kahdella uudella pikaraitioliikenteen vaatimukset täyttävällä pysäkillä (Ruoholahdenkatu ja Urho Kekkosen katu).

Simonkadun ja Kampintorin pysäkkien yhdistämisellä Urho Kekkosen kadulle saavutetaan raitioliikenteen liikennöintiin ja pysäkkien esteettömyyteen selkeitä parannuksia kävelymatkoja merkittävästi pidentämättä tai vaihtoyhteyksiä huonontamatta.

Yleissuunnitelmassa lähtökohdaksi esitetyn Ruoholahden villojen ja Länsilinkin pysäkkien yhdistämisen jatkosuunnittelussa tulee vielä varmistaa, että muutos ei kokonaisuutena tuota haittaa keskustan liikennejärjestelmälle ja Kampin alueelliselle saavutettavuudelle, toisaalta huomioiden raitioliikennejärjestelmän suorituskyvyn ja toisaalta matkustajien kävelymatkojen pitenemisen sekä vaihtoehtojen vaikutukset muulle liikenteelle. Siksi myös Ruoholahden villojen ja Länsilinkin pidennettyjen pysäkkien vaihtoehtoa ja muutosten vaikutusten arviointia on syytä jatkaa kokonaisuutena parhaan ratkaisun löytämiseksi.

Seuraavana suunnitteluvaiheena on hankesuunnittelu, jossa tarkennetaan raitiotien toteuttamisprosessia, aikataulua sekä toteutuksen kytkeä ja yhteensovittamista muiden samalla alueella samanaikaisesti käynnissä olevien hankkeiden kanssa. Näitä ovat esimerkiksi Asematunnelin kannen saneeraus ja Kaivokadun uusien liikennejärjestelyjen toteuttaminen, sekä muut Kaivokadun liikennekaturatkaisusta seuraavat toimenpiteet pikaraitiotien reitin varrella. Hankesuunnitteluvaiheessa tulee myös ratkaista Kampin alueen pysäkkijärjestelykysymykset. Tavoitteena toteutuksen aikataululle on saada tarvittavat infrastruktuurin muutokset valmiiksi ja liikennöinti käyntiin vuonna 2031.



Länsisataman pikaraitiotien hankesuunnittelu voidaan käynnistää kaupunginvaltuuston hyväksytyä tämän yleissuunnitelman. Hankesuunnittelu on suunniteltu tehtäväksi syksyllä 2024 hankintavaiheessa olevan *Helsingin kaupunkikehityksen ja raitioteiden ohjelma-allianssin* toimesta. Ohjelma-allianssilla on suunnitelman mukaan valmiudet hankesuunnittelun käynnistämiseen vuoden 2025 aikana.

Helsingin yliopiston metroaseman pohjoisella sisäänkäynnillä on liikennejärjestelmän kannalta selkeitä positiivisia vaikutuksia. Sillä on potentiaalia kasvattaa aseman käyttäjämäärää ja parantaa Kruununhaan pohjoisosan saavutettavuutta. Sisäänkäynnin toteutusmallista riippuen sillä voi olla myös paikallisia myönteisiä liikenneturvallisuusvaikutuksia. Pohjoisen sisäänkäynnin suunnittelua ja kustannustehokkaan ratkaisun etsimistä on syytä jatkaa yhteistyössä liikenneliikelaitoksen ja Kaupunkiliikenne Oy:n kanssa, teknistaloudellisten asioiden ratkaisemiseksi ja vaikutusarvioinnin tarkentamiseksi. Kaisaniemenkadun raitiopysäkin poistamisen vaikutuksia voidaan jatkoselvittää, jos metron sisäänkäynnille löydetään toteutuskelpoinen ratkaisu.

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