

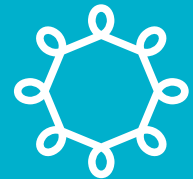


Väylävirasto
Trafikledsverket

Helsinki–Pasila kapasiteettiselvitys

Väliraportti 6/2022

Proxion Plan Oy



Sisällysluettelo

1. Työn tausta, infrastruktuuri ja skenaariot
2. Nykytilanteen kuvaus
3. Junamäärät
4. Aikataulusuunnittelu
 - Käytetyt oletukset
 - Aikataulusuunnittelun tulokset eri skenaarioissa
 - Raiteistonkäyttö
5. Simulointi
 - Käytetyt oletukset
 - Simuloinnin tulokset eri skenaarioissa
6. Kaupunkiliikenteen eri vuorovälit
 - Eri vuorovälien johtopäätökset
7. Johtopäätökset, tulosten yhteenveto ja työn eteneminen

1. Työn tausta, infrastrukturi ja skenaariot

Työn sisällön esittely

- Työn tavoitteena on varmistaa Helsingin ja Pasilan alueen rautatiejärjestelmän toimivuus tulevaisuuden kasvavat junamäärät huomioiden (*MAL-sopimukseen liittyvä selvitys, kohta 4.5.1*).
- Työn on tarkoitus vastata kahteen keskeiseen kysymykseen:
 - Minkälaista ja kuinka paljon rautatieliikennettä Helsinki–Pasila-välille enimmillään ennustetaan eri tulevaisuuden skenaarioissa, ja
 - Millaisia infraratkaisuja näiden skenaarioiden liikenteen mahdollistaminen rataosalta vähintään vaatii.
- Työhön on määritelty yhdessä sidosryhmien ja tilaajatahojen kanssa matkustajarautatieliikenteen tarpeet Helsinki–Tampere-välille, Helsinki–Turku-välille sekä Helsinki–Kouvola-välille. Työssä huomioidaan niin kauko- kuin lähiliikennekin sekä lisäksi pääradalla myös Vuosaaren/Sköldvikin tavaraliikenne. Työssä tarkastellaan kahta eri tulevaisuuden junamääräskenaariota: oletus- ja maksimiliikenne - skenaariot. Aikataulusuunnittelu toteutetaan Helsingistä Tampereelle, Turkuun ja Kouvolaan, ja simulointi tehdään Helsinki–Pasila-välille.
- Työssä tutkitaan Helsinki–Pasila-välin laskennallista kapasiteettia, eli kuinka paljon junia Pasilan Helsingin puolelle mahtuu erilaisilla kulunvalvonta- ja infraratkaisuilla. Simulointiohjelmistolla suoritetaan on skenaariosta riippuen kaksi eri tarkasteluvaihetta: perus- ja häiriösimulointi.
 - Perussimulointi: Aikataulusuunnittelun aikataulu Pasilassa ja Helsingissä, sekä Helsingin raiteistonkäyttö on simuloitu yksityiskohtaisesti varmistaen aikataulun todellinen toimivuus.
 - Häiriösimulointi: Kun perussimulointi ja sen mukainen aikataulujen tarkennus on saatu valmiiksi, käytetään loppuaikataulua pohjana häiriösimuloinneille, joissa aikataulurakenteen laatua ja toimivuutta tutkitaan tuottamalla junille satunnaisia alkuviiveitä simulointiin. Häiriösimuloinnilla on tarkoitus tutkia tässä työssä jatkuvasti odotettavissa olevien aikataulun poikkeamien merkitystä suunnitellulle liikenteelle. Työssä ei siten huomioida poikkeuksellisia liikennehäiriöitä, kuten kaluston pidempää vikaantumista linjalla, eikä infrastruktuurin toimintahäiriöitä.
 - Junille määritetyt aikatauluhäiriöt pohjautuvat Väyläviraston täsmällisyystilastoihin.
 - Tihein vuorovälein ajettavan kaupunkiliikenteen osalta häiriösimulointia sovelletaan eri tavalla. Pisara-skenaarion kaupunkiliikenteelle ei suoriteta häiriösimulointeja ollenkaan, ja perusskenaariossa häiriösimulointi kohdistetaan ns. ristiinajojen problematiikkaan.

Skenaariot

Työssä tarkastellaan Helsinki–Pasila-välin kapasiteettia ja liikenteen toimivuutta eri infrastruktuuriskenaarioiden sekä erilaisten liikenne rakenteiden kautta

SKENAARIO	KUVAUS	KAUKOLIIKENNE		KAUPUNKILIIKENNE
		Oletusliikenne	Maksimiliikenne	
Perusskenaario	Tarkastellaan Helsinki–Pasila-välin liikennettä tilanteessa, jossa Digirata, Suomirata, Turun tunnin junan infra ja lentoradan liittyminen Pasilan pohjoispuolella toteutettu.	Arvioitu tulevaisuuden liikennemäärä, joka Helsinki–Pasila-välillä tulisi olemaan. Tarkastellaan myös kaksi Suomiradan reittivaihtoehtoa.	Maksimiliikennemäärä, joka Helsinki–Pasila-välillä tulisi oletettavasti olemaan. Tarkastellaan myös kaksi Suomiradan reittivaihtoehtoa.	Kaupunkiliikenteen tarkasteltavat vuorovälit ovat 7,5 min, 6 min ja 5 min linjoittain (1. Helsinki–Pasila-välillä 3,75 min, 3 min ja 2,5 min junavälit). Tarkasteltavana myös mahdollisuus rakentaa kaupunkiraiteille uusi puolenvaihtopaikka, jota junien reitittämisessä Helsingin ratapihalla voisi hyödyntää. Kaupunkiliikennettä varten suunnitellut varikot on oletettu toteutetuiksi.
Pisara-skenaario	Kuten perusskenaario, mutta tarkastellaan kaupunkiliikenne tilanteessa, jossa Pisararata on rakennettu (Pisara+).			Kaupunkiliikenteen tarkasteltavat vuorovälit ovat 7,5 min, 6 min ja 5 min linjoittain. Pisararata liittyy nykyiseen rataverkkoon Pasilan eteläpuolella. Kaupunkiliikenteen varikot on oletettu toteutetuiksi.

Työssä tarkastellaan myöhemmin vielä tarvittaessa seuraavia vertailuskenaariota:

- 1. Helsingin asemalle rakennettavien lisäraiteiden vaikutusta aseman kapasiteettiin ja raiteiston kehittämistä*
- 2. Liikenteen toimivuutta ja mahtumista Helsinki–Pasila-välille ilman uusien kaupunkiliikenteen varikoiden toteutusta*

Toteutetuksi oletetut toimenpiteet 1/2



- Koska työn tarkastelujen aikajänne on 10–20 vuoden päässä tulevaisuudessa, on tiettyjä aktiivisen suunnittelun alaisia infrastruktuuritoimenpiteitä oletettu olevan toteutettu.
- Infrastruktuurin kehittämistoimenpiteet on pääosin arvioitu aikaisempien selvitysten perusteella.
- Työssä on suurten ratahankkeiden toteutuksen lisäksi ehdotettu pieniä kehittämistoimenpiteitä Helsingin ja Pasilan välille siten, että nykyisellä rautatiealueella pysytään.

Toteutetuksi oletetut toimenpiteet 2/2

Seuraavien infrastruktuuritoimenpiteiden oletetaan olevan toteutettu sekä Perus- että Pisara-skenaariossa:

- Turun tunnin juna (yleissuunnitelman mukaisesti)
- Lentorata (liikenteellisen selvityksen mukaisesti)
 - Lisäraiteet Pasilan ja Keravan välille joko nykyisellä radalla tai lentoradalla ovat edellytys esitetyille liikennemäärille. Tässä työssä on oletettu lisäraiteet toteutetun lentorataa pitkin.
 - Lentoradan liittymiskohtaa pääataan Pasilan pohjoispuolella selvitetään tämän työn myöhemmissä tarkasteluissa
 - Kaiken pääradalla kulkevan kaukojunaliikenteen oletetaan käyttävän lentorataa
- Pasila–Riihimäki 3. vaihe (suunnittelussa olevan ratasuunnitelman mukaisesti)
 - Yhtäjaksoinen neliraiteinen rataosuus Keravan ja Riihimäen välille
- Yhteensä neljä raidetta Helsingin ja Tampereen välille
 - Edellytys ehdotetuille liikennemäärille
 - Tarkasteluvaihtoehtoina ovat olleet lisäraiteet pääradalle ja suurnopeusrata uudessa ratakäytävässä
- Uusi ETCS-tason 2 kulunvalvonta koko alueelle (Digirata-hankkeen mukaisesti)
- Uudet kaupunkiliikenteen varikot (Lähiliikennealueen varikkoselvityksen mukaisesti)
- Kaupunkiliikenteen pääteasemien kehittäminen (Pisara+ -selvityksen mukaisesti)
- Pisara-skenaariossa on edellämainittujen lisäksi oletettu seuraavat toimenpiteet toteutuiksi:
 - Pisararata ja sen liittyminen nykyiseen rataverkkoon Pisara+ -selvityksen *kehitetyn raiteistoratkaisun* mukaisesti
 - Kehäradalle ehdotettu uusi Lapinkylän liikennepaikka Pisara+ -selvityksen mukaisesti
- Espoon kaupunkirata (ratasuunnitelman mukaisesti)

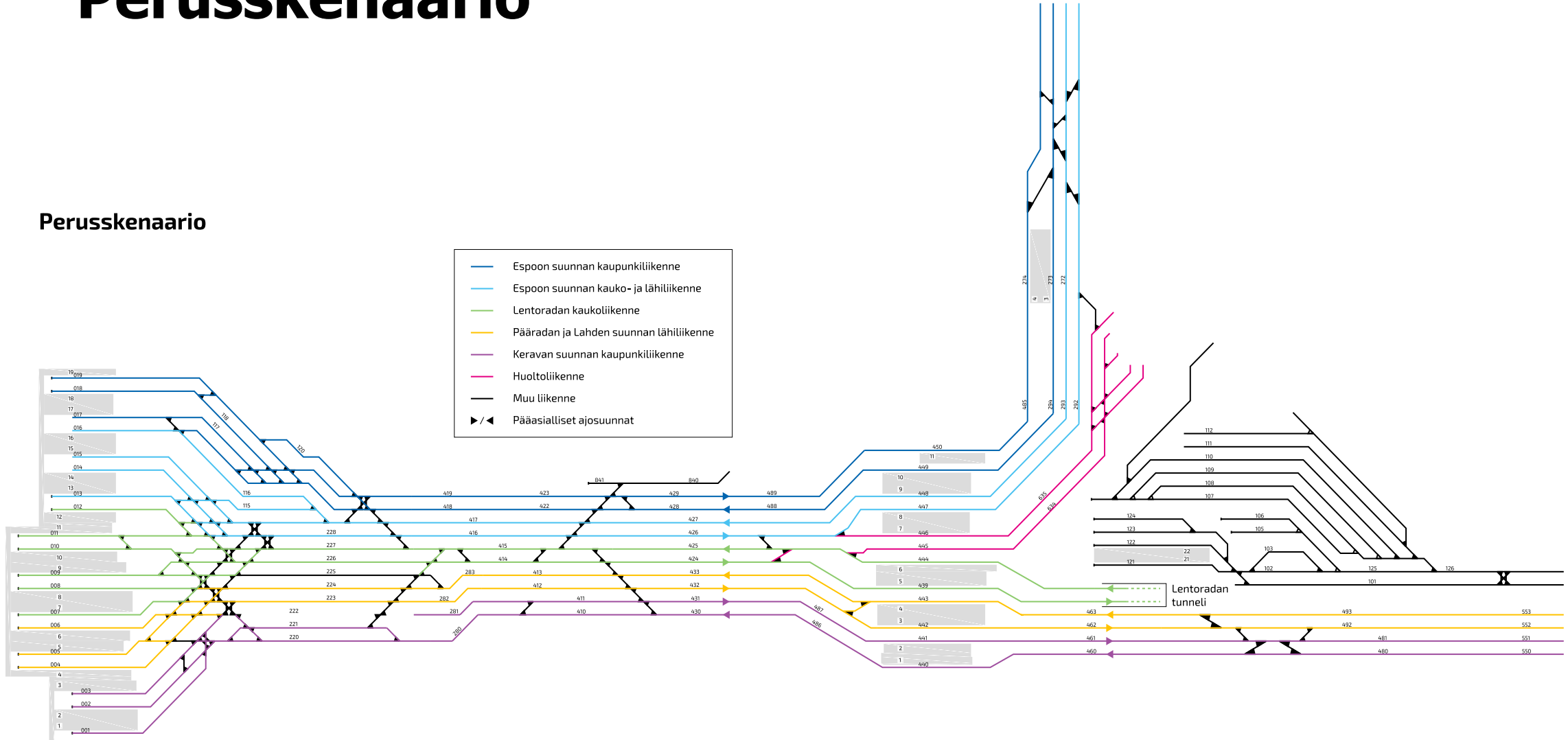
Raiteisto Helsinki–Pasila-välillä

- Perusskenaariossa Helsinki–Pasila-välin nykyistä infrastruktuuria pyritään hyödyntämään tehokkaammin.
 - Vastaa Liikenne 12 -tavoitteeseen *tehokkuus*.
- Nykyisin huoltoliikenteen käytössä olevat raiteet otetaan junaliikenteen käyttöön, jolla saadaan tehostettua ratapihan käyttöä. Huoltoliikenne ajaa junaliikenteen seassa Ilmalan varikolle.
- Raiteiston tehokas hyödyntäminen edellyttää raiteistomuutoksia Pasilaan. Pohjaksi muutoksille on otettu Pisara+ -selvityksen mukainen kehitetty malli Lentoradan liittymisestä Pasilaan. Tässä työssä on kehitetty raiteistoratkaisua edelleen.
 - Ratkaisun toteuttamiskelpoisuus on varmistettu.
 - Toteuttamiskustannukset tulisivat olemaan suhteellisen alhaiset, suuruusluokaltaan muutamia miljoonia euroja.
- Lentoradan liittymisratkaisun merkitystä selvitetään tässä työssä myöhemmässä vaiheessa.
 - Ratasuunnitelman mukainen ratkaisu ei ole liikenteellisesti edullisin, eikä sitä ole oletettu osana skenaarioita. Vaihtoehtoisten ratkaisujen yksityiskohtia selvitetään.
 - Myös liittymisratkaisun vaikutusta autojuna-aseman liikenteeseen ja sijaintiin selvitetään.

Raiteisto Helsinki–Pasila-välillä Perusskenaario

Perusskenaario

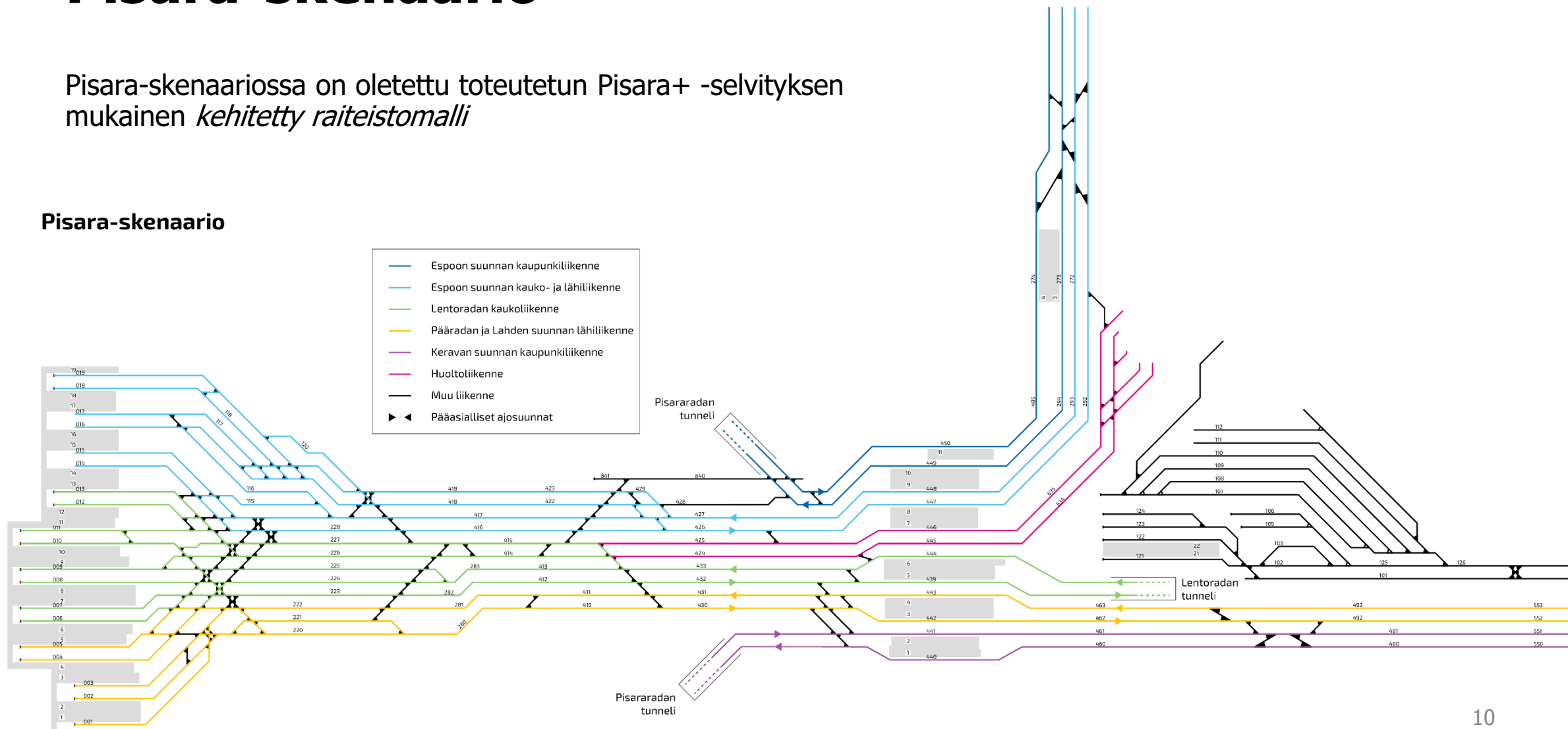
- Espoon suunnan kaupunkiliikenne
- Espoon suunnan kauko- ja lähiliikenne
- Lentoradan kaukoliikenne
- Pääradan ja Lahden suunnan lähiliikenne
- Keravan suunnan kaupunkiliikenne
- Huoltoliikenne
- Muu liikenne
- ▶/◀ Pääasialliset ajosuunnat



Raiteisto Helsinki–Pasila-välillä Pisara-skenaario

Pisara-skenaariossa on oletettu toteutetun Pisara+ -selvityksen mukainen *kehitetty raiteistomalli*

Pisara-skenaario



Ajoajat



Suunnitellun liikenteen ajoajat perustuvat osin kehittämissuunnitelmiin, osin nykytilaan ja osin koeajoihin. Ajoaikojen lähteet liikennesuunnittain ovat:

- Turun suuntaan *Helsinki–Turku-käytävän junaliikenteen matkustusennusteet ja liikennöintimallien vertailu* -julkaisun mukainen.
- Tampereen ja Lahden kaukoliikenne nykyisen radan osalta nykytilanteen mukainen huomioiden kuitenkin lentoradan muutos matka-aikaan.
- Kaupunkiliikenne nykytilanteen mukaan huomioiden kuitenkin Espoon kaupunkiradan tuoma nopeutuminen HSL:n arvion mukaan.
- R-junat Sm5-kalustolla tehtyjen koeajojen mukaan.
- Z-junat nykytilan mukaan Kerava–Lahti–Kouvola-välillä, Keravan eteläpuolella koeajojen mukaan.
 - Maksimiliikenteellä on arvioitu Sm5-kaluston ajoajat Kerava–Kouvola-välille nopeuden ja pysähtymiskäyttäytymisen perusteella, sillä liikennesuunnitelma edellyttää nykyistä nopeampaa kalustoa.
- Pisara-radon ajoaika tässä työssä tehtyjen simulointitarkasteluiden mukaisesti.
- Tavarajunien ajoaika nykyisten välillä kulkevien nopeahkojen tavarajunien mukaan.

2. Nykytilanteen kuvaus

Raiteistonkäyttö ja junamäärät



HSL
HRT



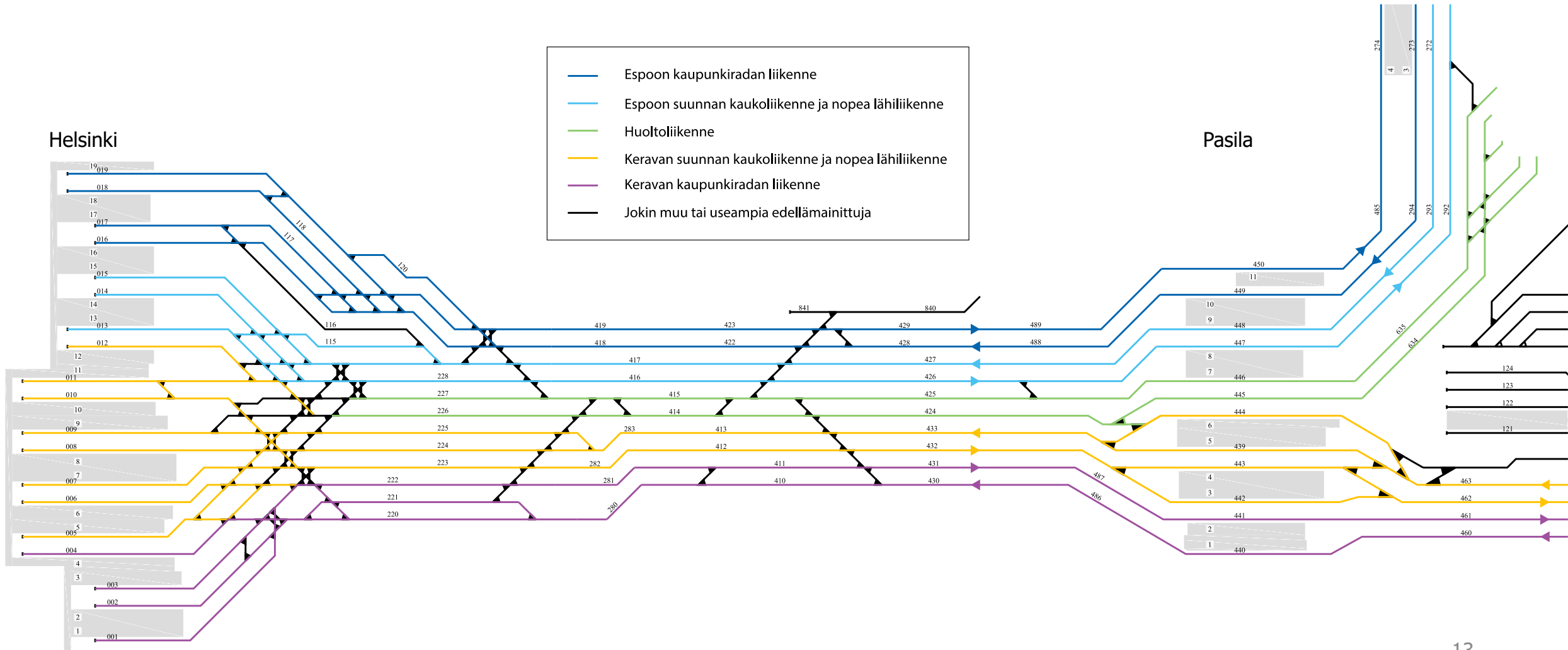
Väylävirasto
Trafikledsverket

Raiteistonkäyttö nykytilassa

- Espoon kaupunkiradan liikenne
- Espoon suunnan kaukoliikenne ja nopea lähiliikenne
- Huoltoliikenne
- Keravan suunnan kaukoliikenne ja nopea lähiliikenne
- Keravan kaupunkiradan liikenne
- Jokin muu tai useampia edellämainittuja

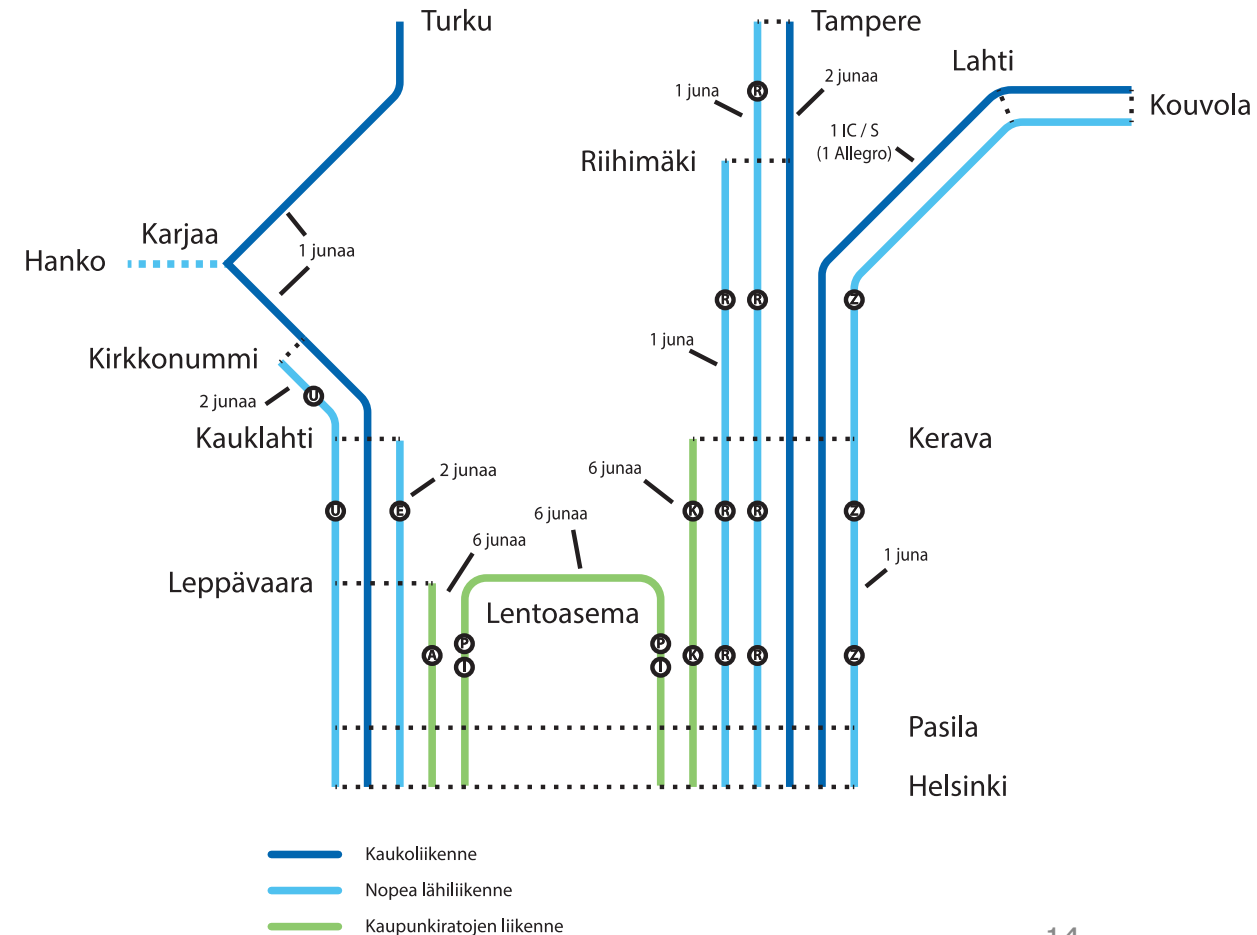
Helsinki

Pasila



Junamäärät nykytilassa (per suunta per ruuhkatunti)

- Helsinki–Turku
 - 1 Express-juna (*kulkee vain kerran ruuhkatunnilla yhteen suuntaan*)
 - 1 väliasemilla pysähtyvä kaukojuna
- Helsinki–Tampere
 - 1 nopea kaukojuna,
 - 1 väliasemilla pysähtyvä kaukojuna (*klo 16 slotissa näiden lisäksi vielä 1 kaukojuna*)
 - 1 R-juna
 - 1–2 yöjuna aamuruuhkassa Tampereen suunnasta Helsinkiin
- Riihimäen lähiliikenne
 - 2 R-junaa (joista toinen jatkaa Tampereelle)
- Kouvolan suunta
 - 1 kaukojuna
 - 1 Z-juna Lahteen
 - (1 Allegro Pietariin kerran ruuhka-aikana)
- HSL:n kaupunkiliikenne ja lähiliikenne
 - Keravalle ja Leppävaaraan 6 junaa
 - Kehäradalle 6 junaa kumpaankin suuntaan
 - Kirkkonummelle 2 junaa
 - Kauklahteen 2 junaa



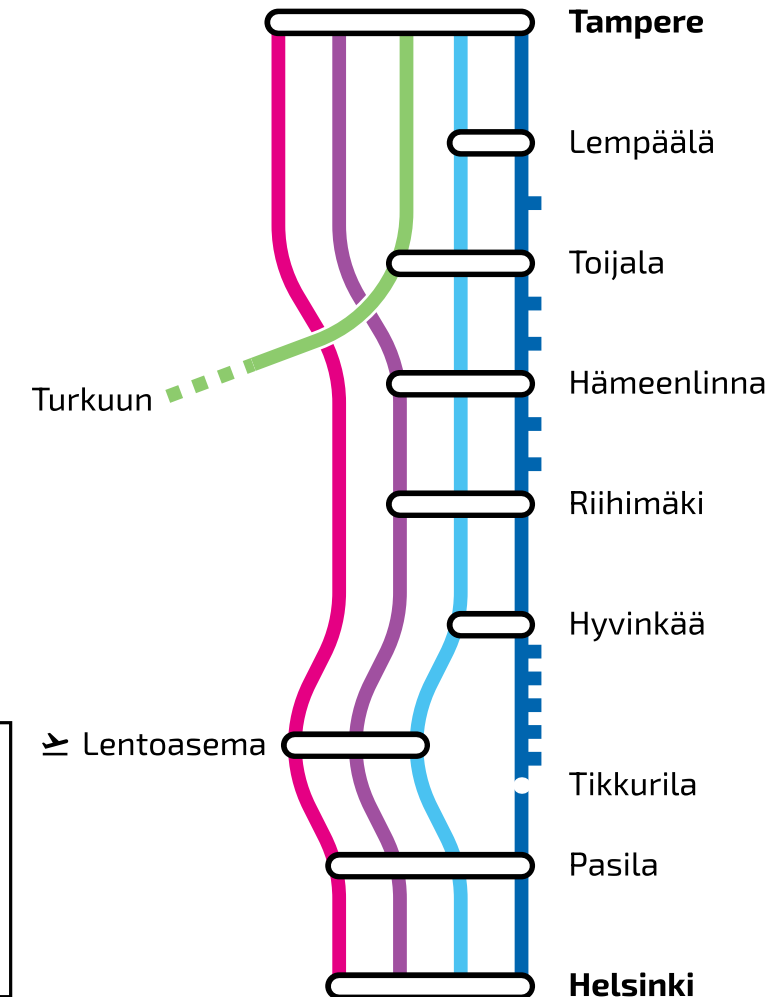
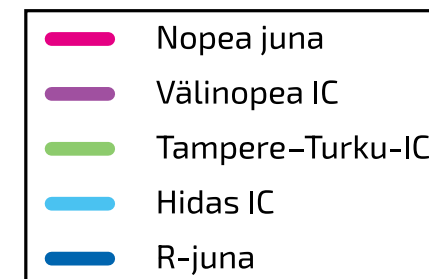
3. Junamäärät

Junamäärien määrittäminen

- Eri rataosuuksien junamäärät on määritelty yhdessä työn tilaajien, ohjausryhmän sekä VR:n matkustajaliikenteen kanssa hyödyntäen aiempien selvitysten arvioita.
- Jokaiselle yhteysvälille on määritelty ns. oletusliikenteen mukaiset junamääräarvot, eli oletettu tulevaisuudessa kehittyvä mahdollinen junamäärä kullakin yhteysvälillä.
- Lisäksi on määritelty ns. maksimiliikenne, jossa on pyritty tunnistamaan realistinen maksimaalinen junatarjonta huomioiden mm. aiempien selvitysten maksimijunamäärävaihtoehdot.
- Junamäärät eivät perustu suoraan kysyntäennusteisiin, vaan pikemminkin eri ratahankkeiden kapasiteettitavoitteisiin tai niihin liittyvissä selvityksissä tunnistettuun mahdolliseen kapasiteettiin. Tämän työn maksimijunamäärät on määritelty jo niin suuriksi, että sitä isompia junamääriä ei ole oletettavasti odotettavissa Helsinki–Pasila-välille.
- Käytännössä junia on noin tuplamäärä nykytilanteeseen nähden maksimiliikenteessä. Lisäys nykytilaan nähden on erittäin suuri.
- Työn junamäärät on siten määritelty huomioiden muun rataverkon kapasiteetin parantamistoimenpiteiden mahdollistama liikenteen kasvu. Olennaista tässä työssä on selvittää, onko Helsinki–Pasila-väli rataverkon pullonkaula, mikäli kaikkien Helsingin alueen liikenteeseen vaikuttavien uusien hankkeiden ratakapasiteetin käyttö olisi tulevaisuudessa korkealla tasolla.

Helsinki–Tampere-välin junat

- Helsinki–Tampere-välillä kaukoliikennettä ruuhka-aikoina tunnissa suuntaansa *oletusliikenteellä*:
 - 1 nopea juna (minimimäärä pysähdyksiä)
 - 1 välinopea IC (joitakin pysähdyksiä)
 - 1 hidas IC (useita pysähdyksiä)
 - 1 Tampere–Turku-juna
 - 1 tavarajuna
- *Maksimiliikenteessä* lisäksi:
 - toinen nopea juna
- Lähiliikennettä molemmissa liikennevaihtoehdoissa yhteensä neljä vuoroa:
 - 4 vuoroa tunnissa suuntaansa Järvenpään eteläpuolella
 - 2 vuoroa Riihimäen eteläpuolella
 - 1 vuoro koko välillä
- Ruuhka-aikojen ulkopuolella kulussa olisivat välinopeat IC-junat ja lähiliikenne, mutta ei nopeimpia tai hitaimpia kaukojunia.
- Lisäksi mahdollisesti Tampereen seudun lähiliikennettä, jota ei ole erikseen huomioitu tässä selvityksessä.



Helsinki–Espoo–Turku-välin junat, oletusliikenne

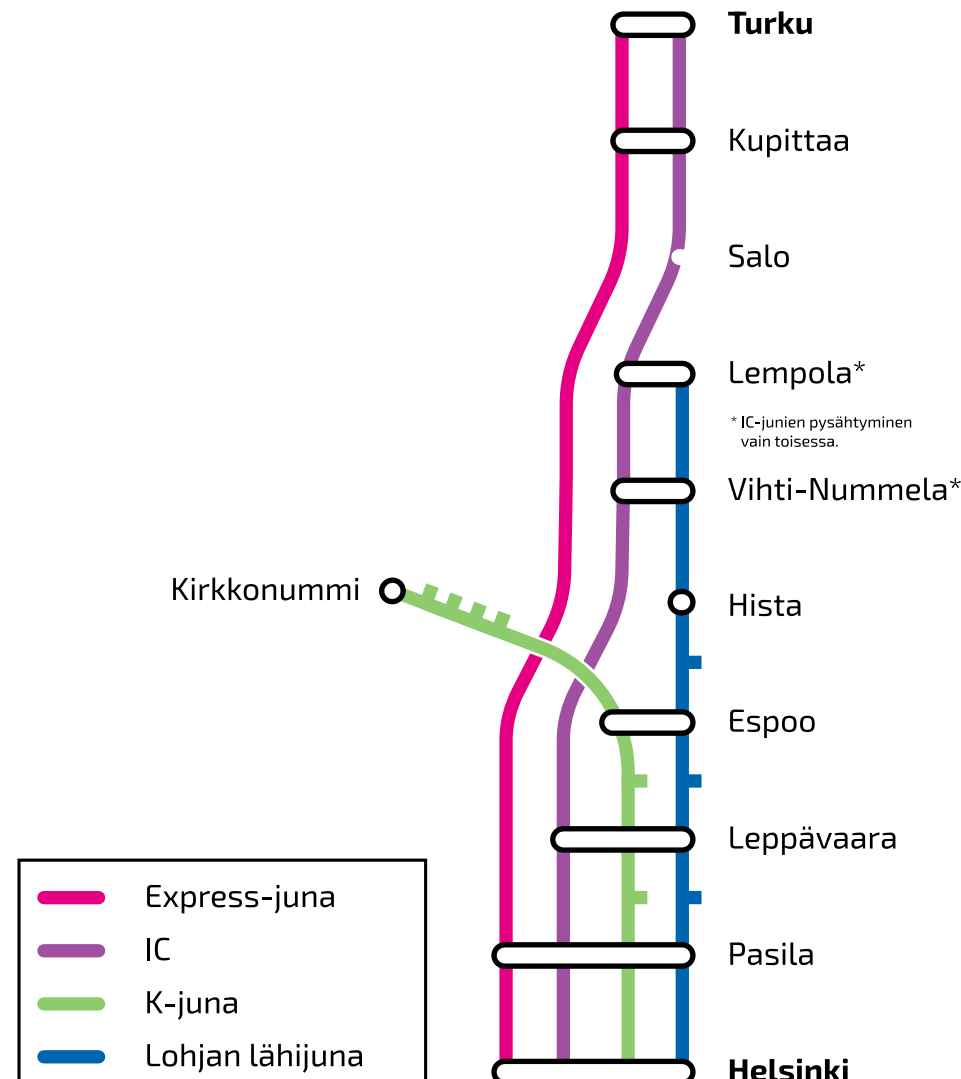


HSL
HRT



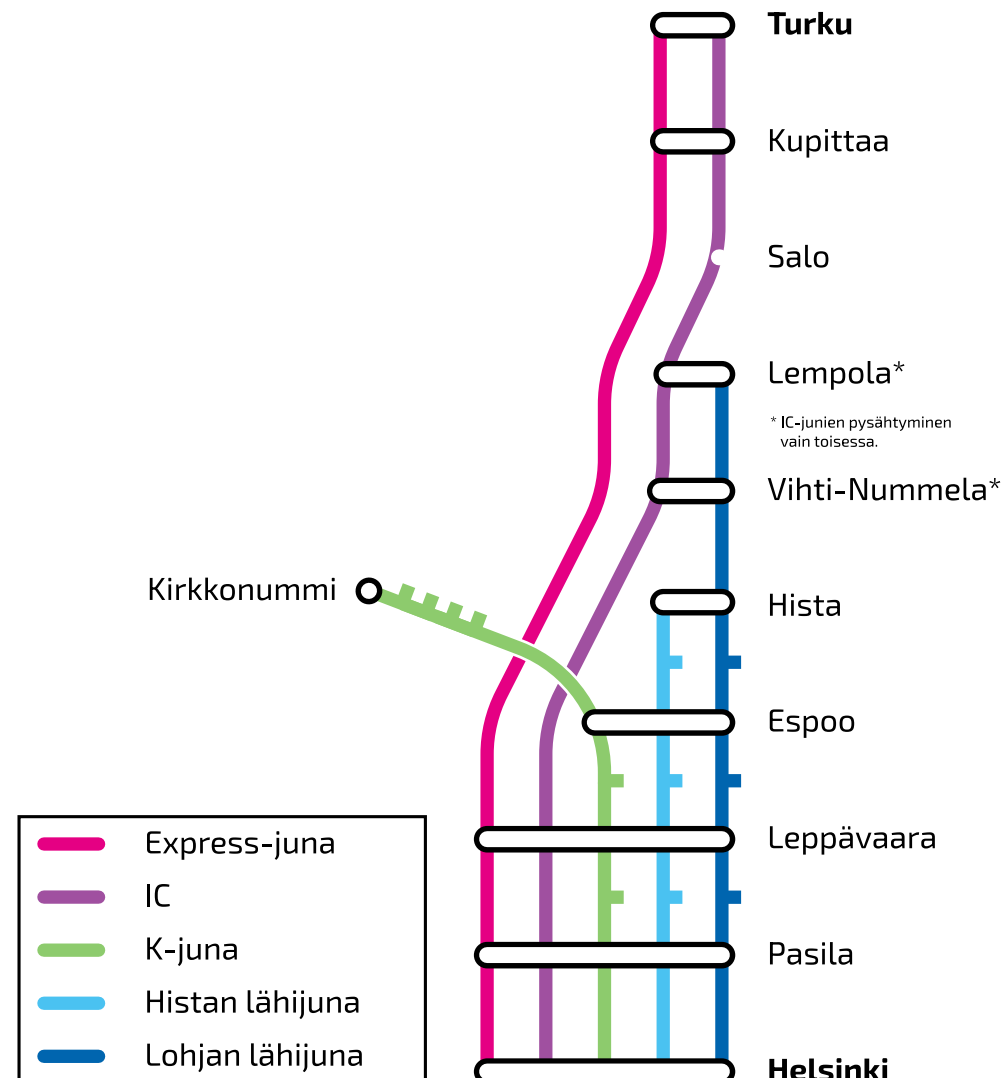
Väylävirasto
Trafikledsverket

- Helsinki–Espoo–Turku-välillä kaukoliikennettä ruuhka-aikoina tunnissa suuntaansa *oletusliikenteellä*:
 - 1 express-juna (minimimäärä pysähdyksiä, ei pysähdystä myöskään Leppävaarassa)
 - 1 IC-juna (enemmän pysähdyksiä)
- Lähiliikennettä ruuhka-aikoina tunnissa suuntaansa *oletusliikenteellä*:
 - 2 Lempolan/Vihti-Nummelan lähijunaa
 - 4 Kirkkonummen lähijunaa
- Ruuhka-aikojen ulkopuolella oletusliikenteessä kulussa olisivat IC-junat ja lähiliikenne, mutta ei express-junaa.
- Lisäksi mahdollista Turun seudun lähiliikennettä, jota ei ole erikseen huomioitu tässä selvityksessä.



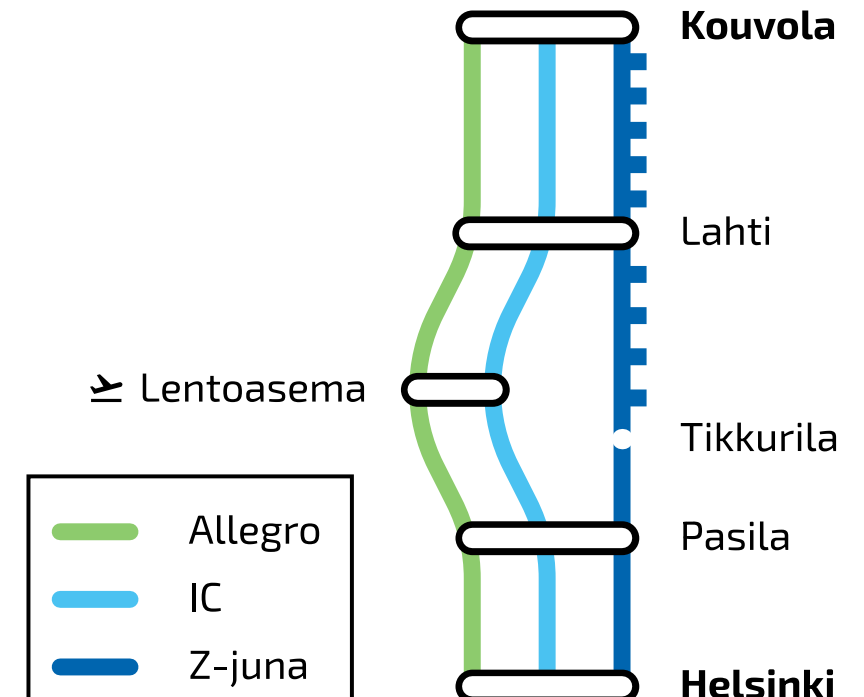
Helsinki–Espoo–Turku-välin junat, maksimiliikenne

- Helsinki–Espoo–Turku-välillä kaukoliikennettä ruuhka-aikoina tunnissa suuntaansa *maksimiliikenteellä*:
 - 1 express-juna (minimimäärä pysähdyksiä, mutta pysähtyy Leppävaarassa)
 - 1 IC-juna (enemmän pysähdyksiä)
- Lähiliikennettä ruuhka-aikoina tunnissa suuntaansa *maksimiliikenteellä*:
 - 2 Lempolan/Vihti-Nummelan lähijunaa
 - 2 Histan lähijunaa em. lisäksi
 - 4 Kirkkonummen lähijunaa
- Ruuhka-aikojen ulkopuolella maksimiliikenteessä kulussa olisivat IC-junat sekä Lempolan ja Kirkkonummen lähiliikenne, mutta ei express-junaa tai Histan lähijunia.
- Lisäksi mahdollista Turun seudun lähiliikennettä, jota ei ole erikseen huomioitu tässä selvityksessä.



Helsinki–Kouvola-välin junat

- Helsinki–Kouvola-välillä liikennettä ruuhka-aikoina tunnissa suuntaansa *oletusliikenteellä*:
 - 1 IC-juna
 - 1 Allegro
 - 2 Z-junaa, joista toinen vain välillä Helsinki–Lahti
- *Maksimiliikenteessä* olisi lisäksi:
 - Toinen IC-juna
- Ruuhka-aikojen ulkopuolella kulussa olisivat IC-juna, Allegro ja Kouvolan Z-juna, mutta ei Lahteen päättyvää Z-junaa tai maksimiliikenteen toista IC-junaa.
- Tavaraliikennettä ei ole huomioitu, koska oikoradan ohituspaikkojen vähyys muodostuu pullonkaulaksi.



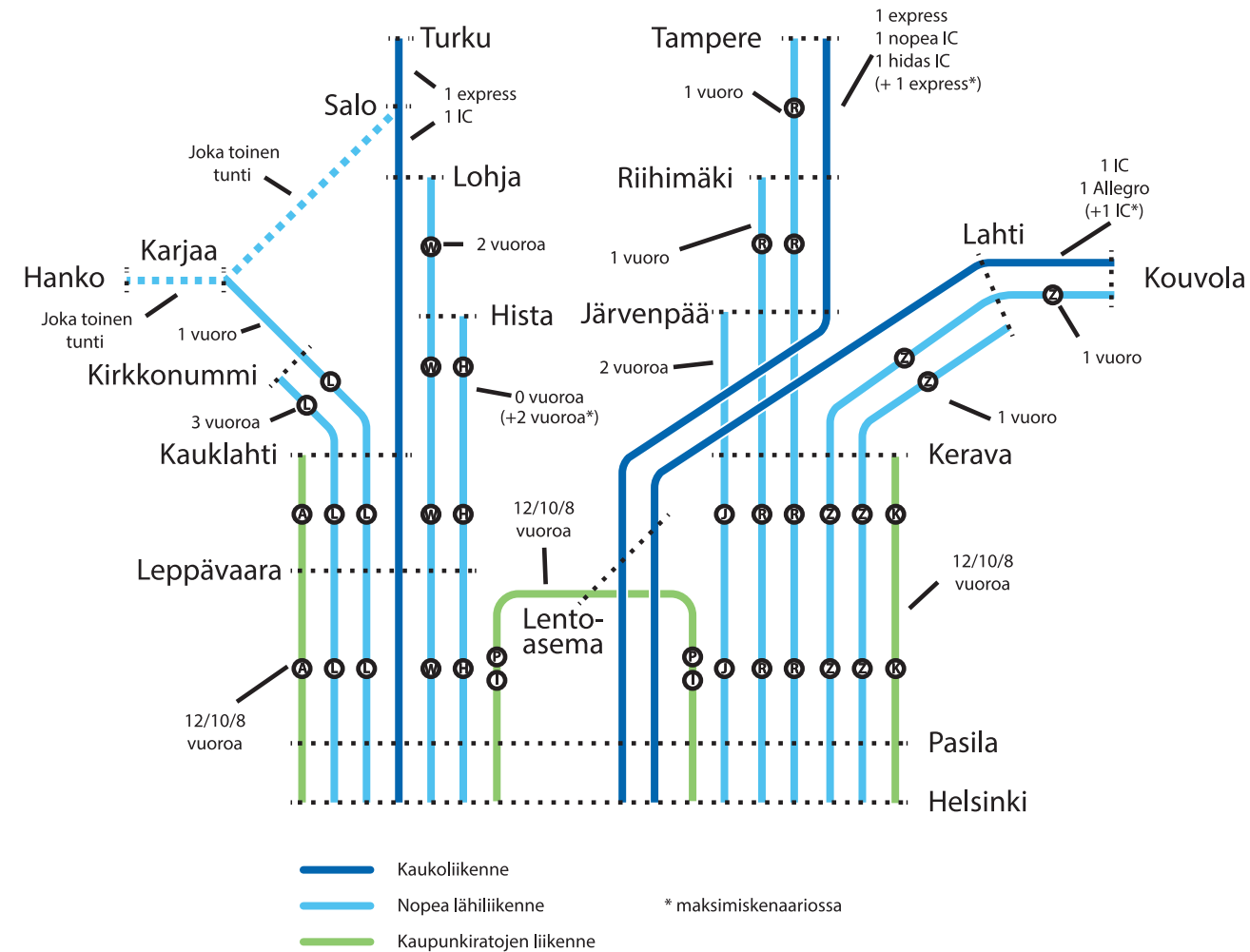
Kaupunkiliikenteen junamäärät

- Linjakohtaisia vuorovälejä tarkastellaan eri vaihtoehdoilla:
 - 7,5 min,
 - 6 min ja
 - 5 min vuoroväli
- Helsinki–Pasila-välillä vuoroväli on tiheämpää, sillä eri kaupunkiliikenteen linjojen junat lähtevät Helsingistä/saapuvat Helsinkiin seuraavasti:
 - 3,75 min,
 - 3 min ja
 - 2,5 min välein
- Erityisesti tiheämmillä vuoroväleillä älykkään liikenteenohjauksen mahdollisuuksien selvittäminen on tärkeässä roolissa, jotta kaupunkiliikenteen sujuvuus Helsingin ja Pasilan välillä voidaan taata
- Ruuhka-aikojen ulkopuolella junamääriä on aikataulusuunnittelussa harvennettu. Simulaatiotarkasteluissa arvioidaan ruuhka-aikojen mukaista päivän tiheintä liikennettä
- Kaupunkiliikenteelle suunniteltu varikkokokonaisuus on oletettu toteutetuksi, jolloin kaupunkiliikenteen junat eivät normaalisti käytä Ilmalan varikkoa. Varikkosiirtoja uusille varikoille ei ole aikataulusuunniteltu tässä selvityksessä.

Junamäärät, yhteenveto (ruuhkatunti)

Oletus- ja maksimiliikenteen erot:

- Helsinki–Tampere:
 - Oletus: 3 kaukojunaa tunnissa
 - Maksimi: 4 kaukojunaa tunnissa
- Helsinki–Lahti(–Kouvola):
 - Oletus: 1 IC + 1 Allegro
 - Maksimi: 2 IC + 1 Allegro
- Rantarata:
 - Helsinki–Hista
 - Oletus: 0 junaa tunnissa
 - Maksimi: 2 junaa tunnissa
 - Huom! Lisäksi Lohjan junat pysähtyvät Histassa



Kauko- ja nopean lähiliikenteen tunnittaiset junamäärät yhteenvetona



HSL
HRT

Väylävirasto
Trafikledsverket

Yhteysväli	Nykytilanne ruuhkatunti/suunta	Nykytilanne: Junamäärä Helsingistä	Oletusliikenne ruuhkatunti/suunta	Oletusliikenne: Junamäärä Helsingistä	Maksimiliikenne ruuhkatunti/suunta	Maksimiliikenne: Junamäärä Helsingistä		
Helsinki–Turku	1 IC (1 Express, vain 1 aamulla ja 1 iltapäivällä)	5 junaa Rantaradan suuntaan (+ 1 Express)	1 Express 1 IC	8 junaa Rantaradan suuntaan	1 Express 1 IC	10 junaa Rantaradan suuntaan		
Helsinki–Kirkkonummi	2 lähijunaa Kirkkonummelle 2 lähijunaa Kauklahteen		4 lähijunaa		4 lähijunaa			
Helsinki–Lohja/Vihti	-		2 lähijunaa		2 lähijunaa			
Helsinki–Hista	-		-		2 lähijunaa			
Helsinki–Tampere	2 IC:tä 1 lähijuna (1 yöjuna)	6 junaa pääradalle (+1 Allegro + 1 yöjuna)	1 Express 1 välinopea IC 1 hidas IC 1 lähijuna (1 yöjuna)	4 junaa Lentoradalle + 1 Allegro	2 Express-junaa 1 välinopea IC 1 hidas IC 1 lähijuna (1 yöjuna)	6 junaa Lentoradalle + 1 Allegro		
Helsinki–Järvenpää–Riihimäki	2 lähijunaa Riihimäelle, joista 1 Tampereelle asti		4 lähijunaa Järvenpään, joista 2 Riihimäelle asti		6 junaa pääradalle (+ 1 yöjuna)		4 lähijunaa Järvenpään, joista 2 Riihimäelle asti	6 junaa pääradalle (+ 1 yöjuna)
Helsinki–Lahti–Kouvola	1 IC 1 lähijuna (1 Allegro)		1 IC 1 Allegro 2 lähijunaa Lahteen, joista 1 Kouvolaan asti		2 IC:tä 1 Allegro 2 lähijunaa Lahteen, joista 1 Kouvolaan asti			
Junamäärä yhteensä		11 junaa + yöjuna (+ Express + Allegro)		19 + yöjuna		23 + yöjuna		

4. Aikataulusuunnittelu

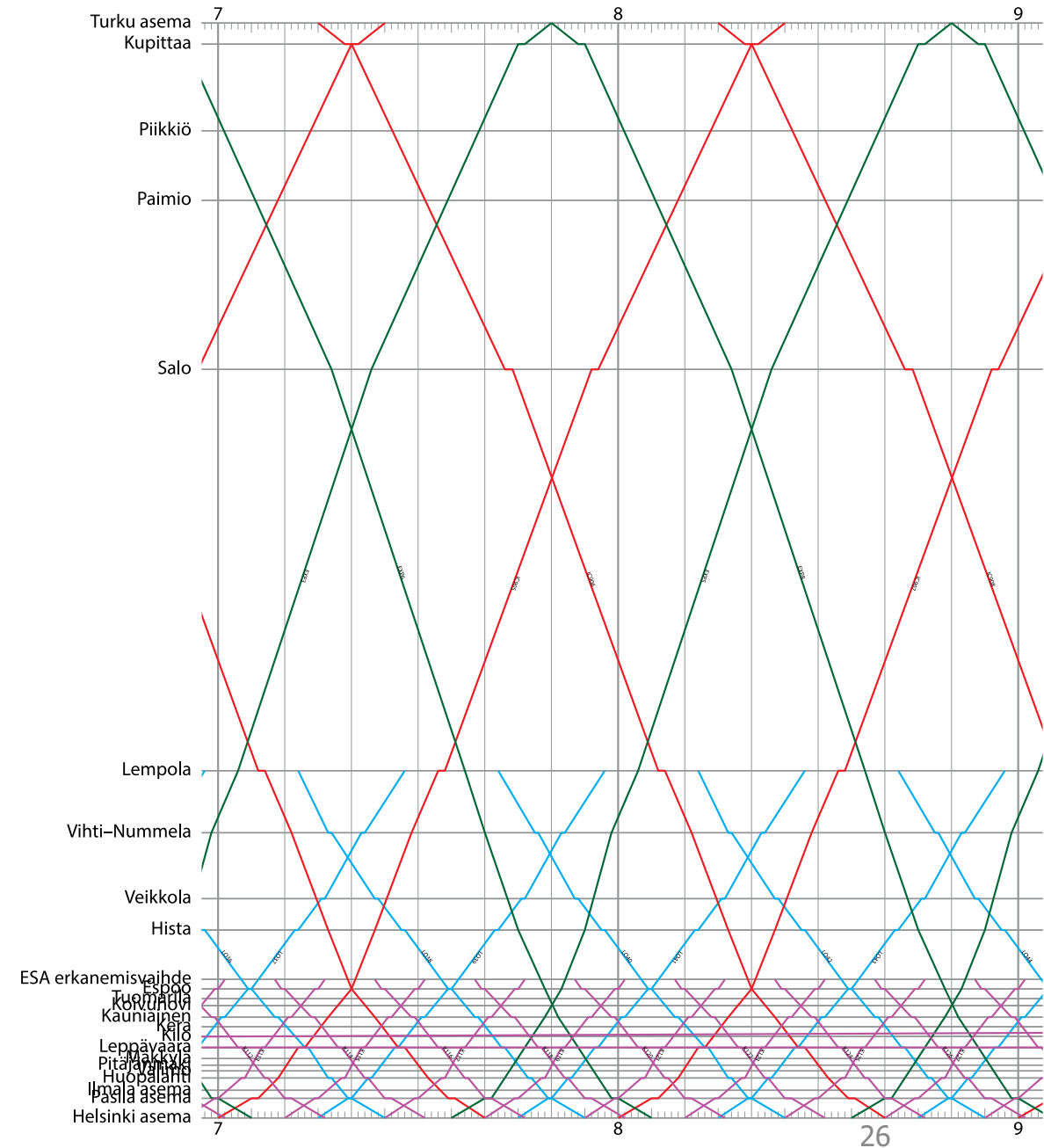
Käytetyt oletukset ja tulosten esittely sekä raiteistonkäyttö

Aikataulusuunnittelun reunaehdot

- Junavuorojen kääntöajat Helsingissä on määritelty niin, että normaalitilanteessa kaukojunilla on vähintään 15 minuuttia kääntöaikaa, nopeilla lähijunilla 10 min ja kaupunkijunilla vuorovälistä riippuen 3,75–7,5 min.
- Kalustokierrot on suunniteltu pääosin siten, että kalusto on aina samalla reitillä.
 - Maksimiliikenteessä Tampereen välinopean ja hitaan kaukojunan kalustokierto on yhdistetty
- Ruuhka-aikojen ulkopuolella liikennetarjontaa on harvennettu ruuhka-aikojen tarjontaan nähden.
- Varikkosiirrot Ilmalaan ja Ilmalasta on aikataulutettu ja suunniteltu.
- Tampereella on pyritty sijoittamaan suuri osa liikenteestä tasatunnin vaihtosolmuun.
- Kaukojunien aikatauluissa on pyritty palvelutason näkökulmasta järkevään vuorovälitarjontaan.
 - Esim. maksimiliikenteen saman yhteysvälin saman pysähtymiskäyttäytymisen junat on pyritty suunnittelemaan niin, että Helsingin, Turun, Tampereen tai Kouvolan lähtöajat ovat noin puolen tunnin välein.
- Myöhäisillan liikennettä ei ole suunniteltu tarkasti, koska sillä ei ole merkitystä tarkastelujen kannalta.
- Kaluston on oletettu voivan seistä ja yöpyä Ilmalan ja uusien varikkojen lisäksi Turussa, Tampereella, Riihimäellä, Lahdessa ja Kouvolassa.

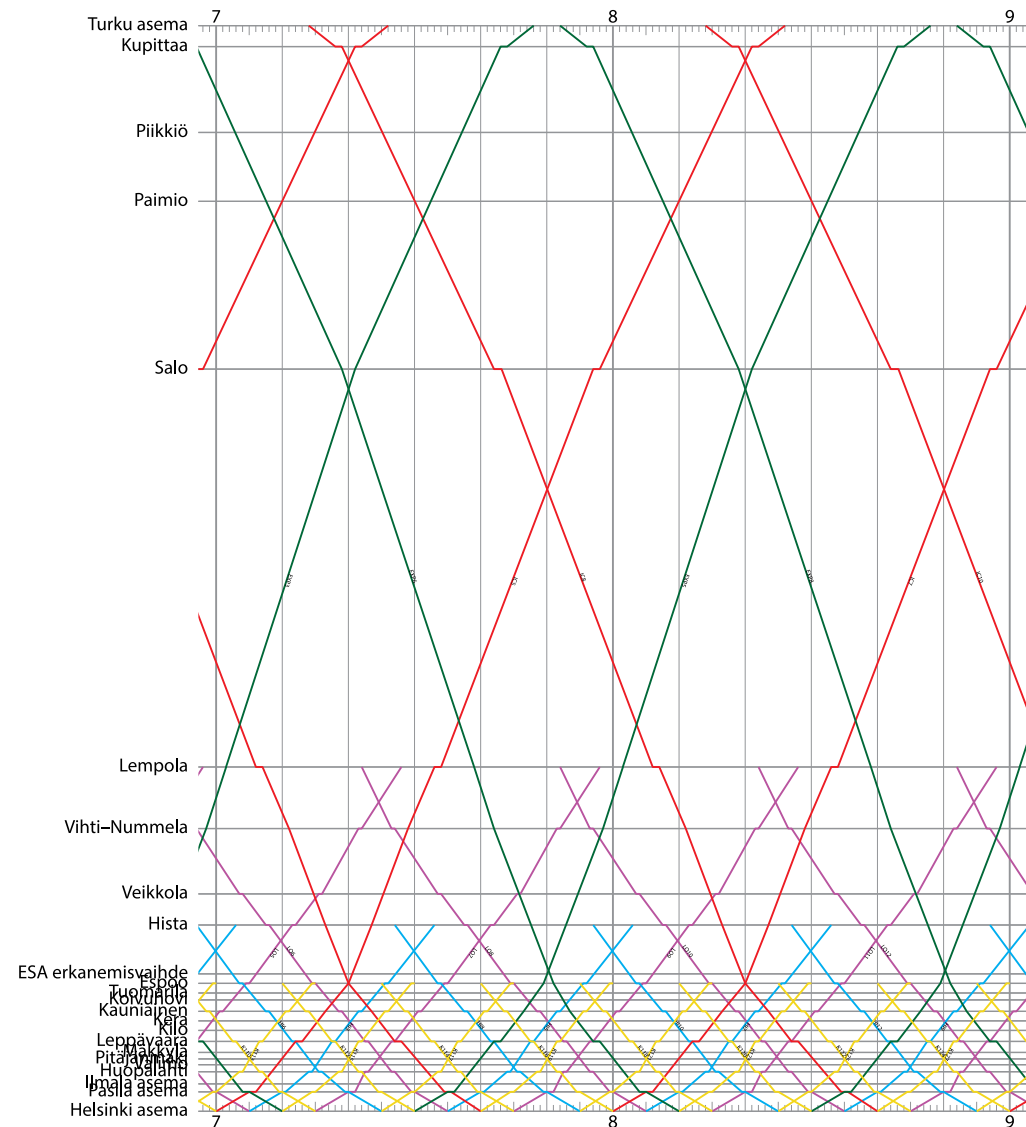
Helsinki–Espoo–Turku, oletusliikenne

- Turun kaukojunat ja Lohjan/Vihdin lähijunat kulkevat uutta kaksiraiteista ESA-rataa pitkin.
- Kaksiraiteisella radalla on hyvin tilaa myös Espoosta Helsinkiin ja eri nopeuksiset kauko- ja lähijunat mahtuvat kulkemaan. Kirkkonummen ja Lohjan/Vihdin lähijunien vuorovälit on saatu tasaiseksi.
- Helsinki–Turku-express ei pysähdy Leppävaarassa (vain Kupittaa ja Pasila), mutta pysähdys on mahdollista lisätä niin haluttaessa.
- Ruuhka-aikojen ulkopuoliset harvennukset:
 - Kirkkonummen junat kulkevat 30 min välein n. klo 9.30–14 ja klo 19–23
 - Turun express ei kulje ruuhka-aikojen ulkopuolella klo 10–14 ja 18–23
- Helsinki–Turku–Helsinki-kaukojunien lähtöajat suunniteltu palvelutason kannalta mahdollisimman optimaalisiksi niin, että vuorojen välissä on n. 25–35 min.
- Aikataulusuunnittelussa rajoittavia tekijöitä ovat Espoo–Helsinki-välin kapasiteetti ja Lohjalla/Vihdissä pysähtyvien junien yhteensovitus sekä Lohja/Vihti–Espoo-liikenteeseen että Espoo–Helsinki-liikenteeseen.



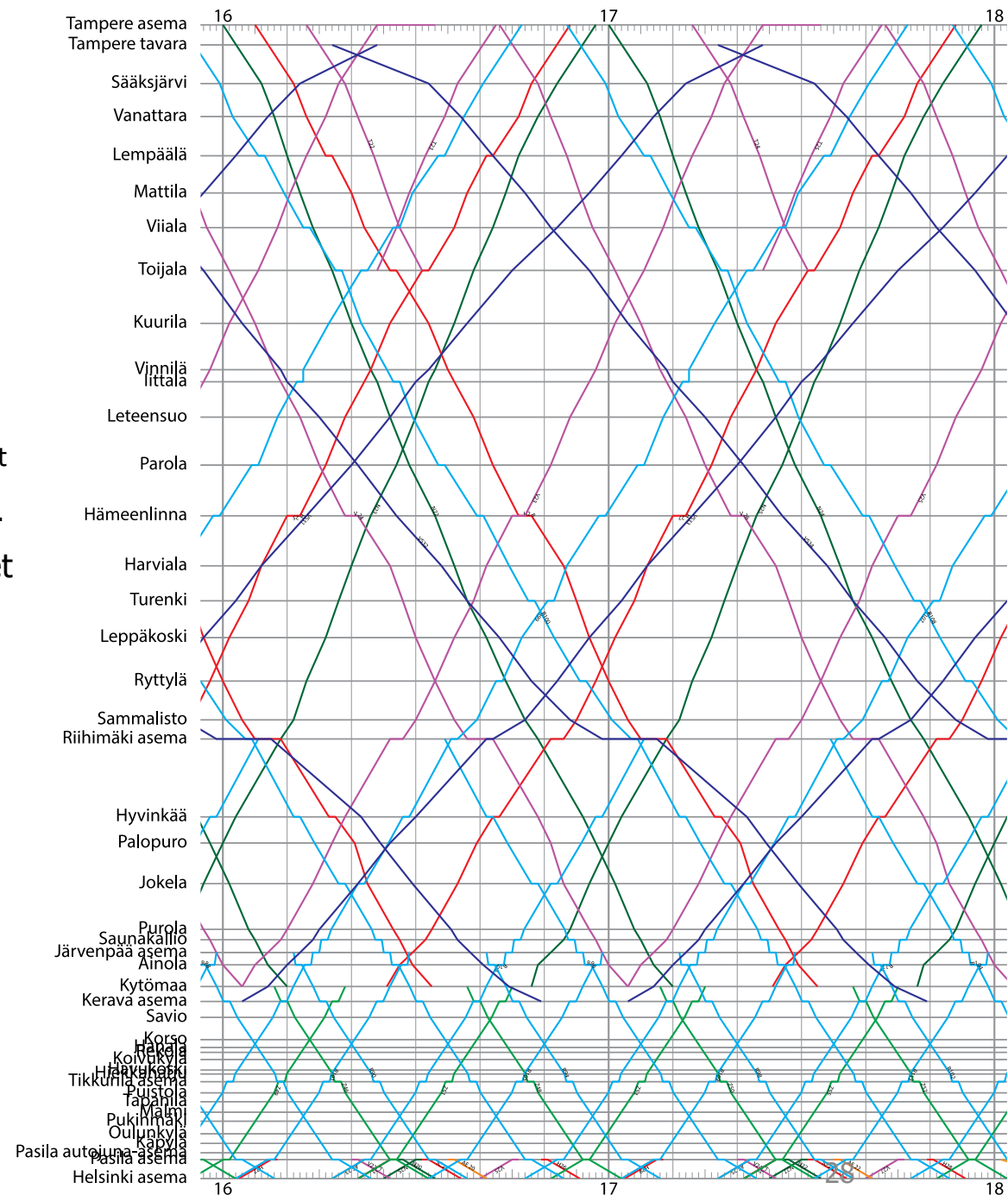
Helsinki–Espoo–Turku, maksimiliikenne

- Turun kaukojunat ja Lohjan/Vihdin lähijunat kulkevat uutta kaksiraiteista ESA-rataa pitkin.
- Kaksiraiteisella radalla on kohtalaisesti tilaa Espoon ja Helsingin välillä ja eri nopeuksiset kauko- ja lähijunat mahtuvat kulkemaan kohtalaisen hyvin. Kirkkonummen, Histan ja Lohjan/Vihdin lähijunien vuorovälit on saatu tasaiseksi.
- Turun IC:n ja expressin sovittaminen muuhun tiheämmin ja säännöllisiin vuoroväleihin kulkevaan liikenteeseen aiheuttaa sen, että osa junista kulkee 4 min välein Espoo–Helsinki-välillä.
- Turun express pysähtyy Leppävaarassa, koska expressin ja muiden junien nopeudessa ja ajoajoissa olisi muussa tapauksessa liian suuria eroja Espoo–Helsinki-välin kapasiteettiin nähden.
- Ruuhka-aikojen ulkopuoliset harvennukset:
 - Kirkkonummen junat kulkevat 30 min välein n. klo 9.30–14 ja klo 19 eteenpäin
 - Turun express ei kulje ruuhka-aikojen ulkopuolella klo 10–14 ja klo 18 eteenpäin
 - Histan junat eivät kulje ruuhka-aikojen ulkopuolella klo 10–14 ja 19 eteenpäin
- Aikataulusuunnittelua määrittävimmät tekijät ovat Espoo–Helsinki-välin kapasiteetti ja 20 junan sovittaminen tunnin sisälle niin, että lähijunien vuoroväli on tasainen ja kaukoliikenne mahtuu myös järkevin vuoroväleihin kulkemaan.
- Palvelutaso on huomioitu myös kaukojunissa niin hyvin kuin maksimijunamäärällä on mahdollista; express ja IC lähtevät Helsingistä 30 min välein ja Turusta 22 ja 38 min välein.



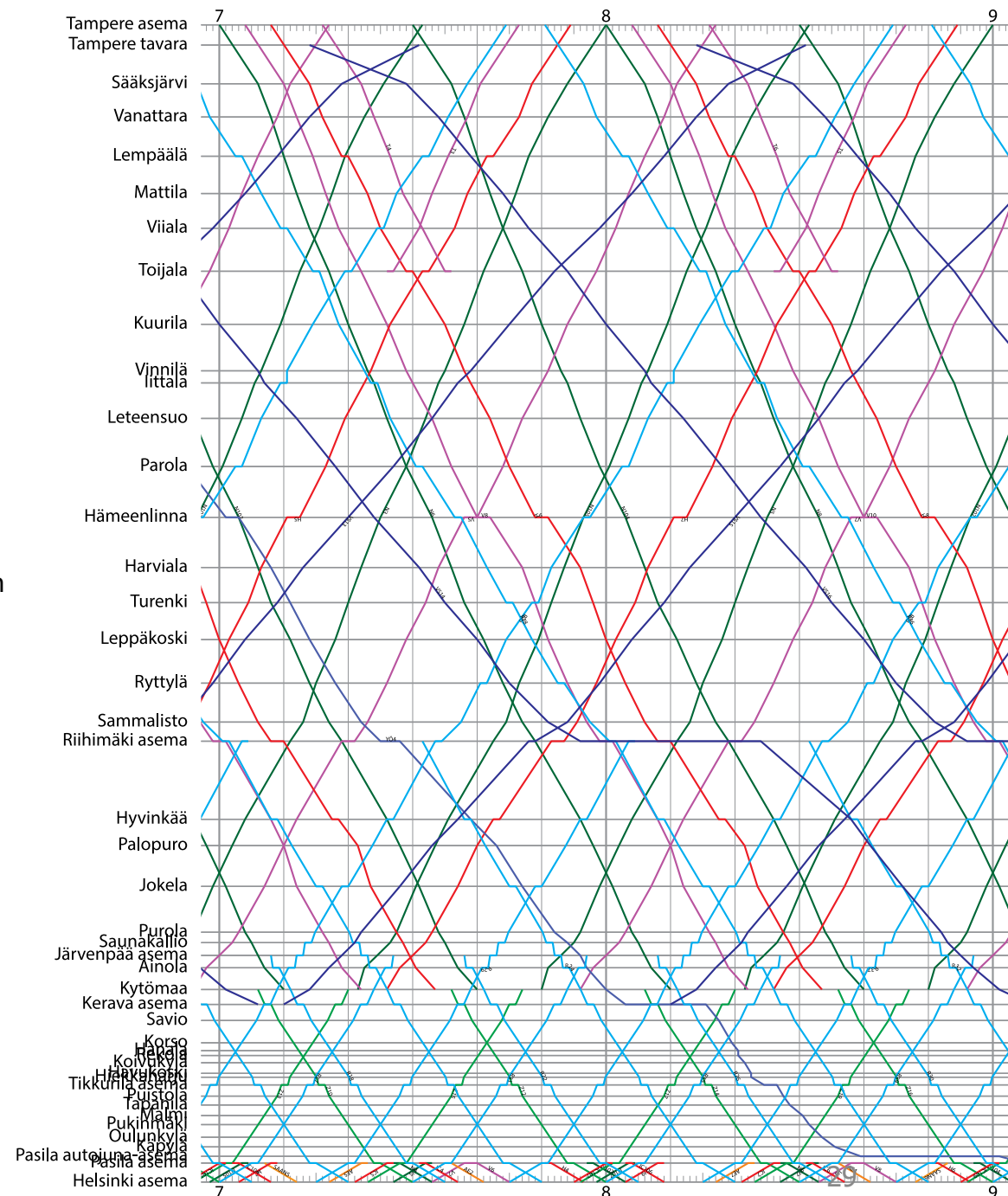
Helsinki–Tampere, oletusliikenne, nykyistä rataa

- Kun koko Tampereen eteläpuolinen rata on neliraitteista, radalla on hyvin tilaa kauko-, lähi- ja tavaraliikenteelle, ja junayhteyksistä saadaan palvelutasoltaan hyvät.
 - Jos Riihimäen pohjoispuolella olisi vain nykyinen infrastruktuuri, matkustajajunat mahtuisivat radalle juuri ja juuri, mutta tavaraliikenne olisi ruuhkaisempina aikoina mahdotonta. Neliraitteisessa tilanteessa tavarajunia mahtuu joka tunnille.
- Aikatauluissa keskeistä on, että Tampereen tasatunnin vaihtoyhteydet onnistuvat suurimmalla osalla junista.
 - Välinopeat junat on sijoitettu niin, että niillä ei ole vaihtoyhteyttä Tampereella.
- Aikataulussa on huomioitu myös yöjunat.
- Tavaraliikenteen osalta Kytömaan pullonkaula ja sivulleminen mahdollistavien liikennepaikkojen puuttuminen Riihimäen eteläpuolella aiheuttavat aikataulusuunnitteluun merkittäviä rajoitteita.
 - Tavarajunien on käytettävä sekä kauko- että lähiliikenteen raiteita Riihimäki–Kytömaa-välillä ja vaihdettava näiden välillä kesken matkan.
- Tampereen seudun lähiliikennettä ei ole erikseen tarkasteltu tässä selvityksessä.



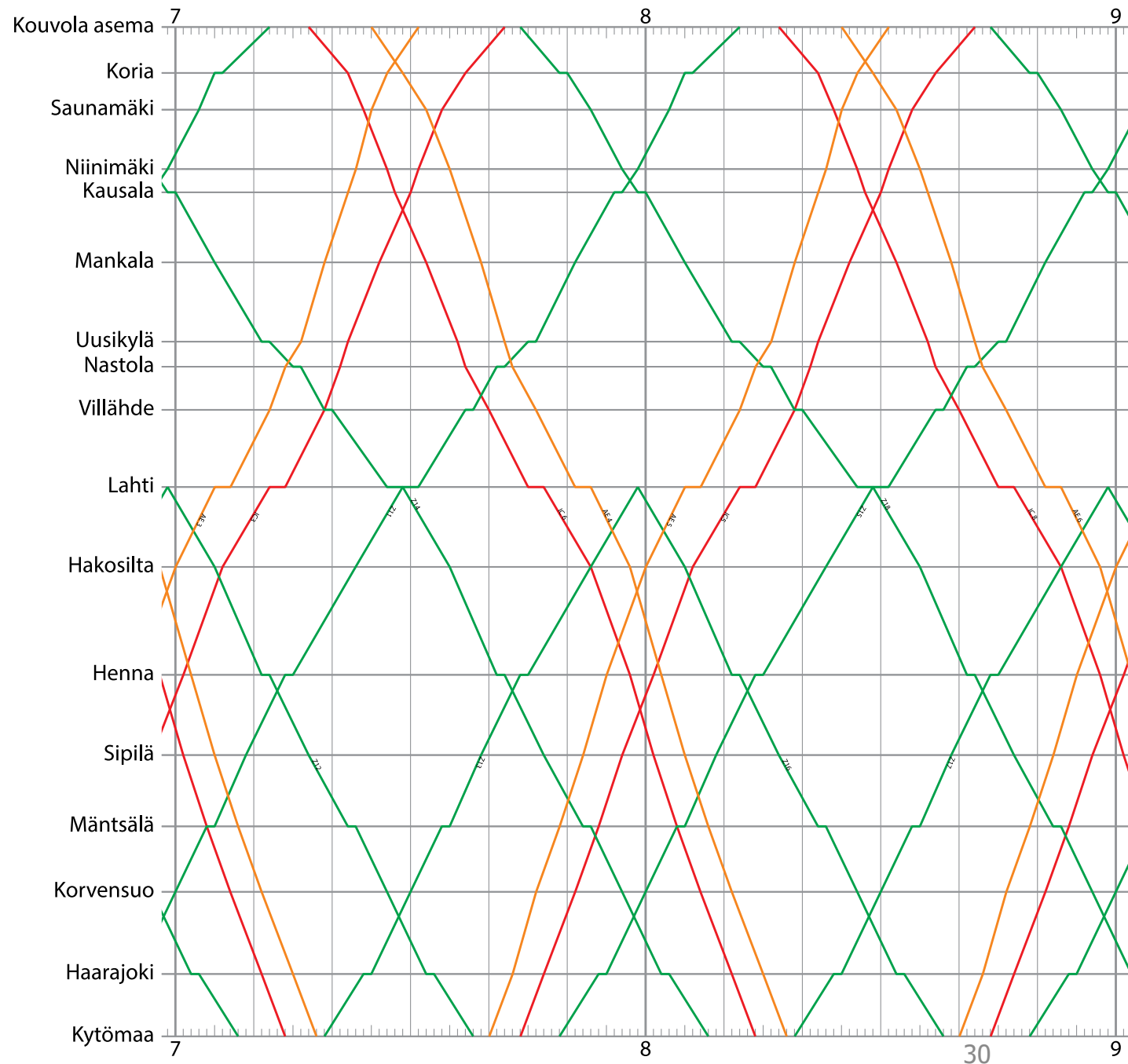
Helsinki–Tampere, maksimiliikenne, nykyistä rataa

- Kun koko Tampereen eteläpuolinen rata on neliraitteista, radalla on hyvin tilaa myös maksimiliikenteen junille.
 - Nykyisellä raidemäärällä maksimiliikenne ei käytännössä onnistuisi mm. junien nopeuserojen takia.
- Aikataulusuunnittelussa on huomioitava, että osalle junista järjestyy Tampereen vaihtoyhteydet tasatunnin ympärillä.
 - Osa junista on järkevää sijoittaa muihin ajankohtiin niin matkustajapalvelun kuin ratakapasiteetinkin takia.
- Suunnittelua rajoittaa myös yhteensovitus Lahden liikenteen kanssa (Z-junat pääradalla, kaukojunat lentoradalla).
- Maksimiliikenteellä Helsingin pään liikenne on suunniteltava erityisen huolella, jotta kauko- ja lähiliikenteen kulku Helsingin ratapihalla on sujuvaa.
- R-junien osalta on suunnittelussa reunaehtoja asettaa toisaalta Järvenpään kääntöjen sovittaminen muuhun liikenteeseen ja toisaaltaan Helsingin laiturikapasiteetin optimointi.
 - Aikataulut on suunniteltava sellaisiksi, että Helsingin laituriraiteita ei varata tarpeettoman pitkään.



Lahden suunta, oletusliikenne

- IC-junien ja Allegroiden ajaminen peräkkäin mahdollistaa Z-junille tasaisen vuorovälin.
- Nykyisillä matka-ajoilla lähi- ja kaukojunien suuri nopeusero vaikeuttaa aikataulusuunnittelua ja heikentää kapasiteettia.
- Oikoradalla sivullemenoon soveltuvia liikennepaikkoja on hyvin vähän, joten näin vilkkaalla liikenteellä tavaraliikenteelle ei jäisi tilaa ilman uusia liikennepaikkoja.
 - Tämän työn tavoitteet huomioiden tässä työssä ei ole tarkasteltu tämän tarkemmin oikoradan tavaraliikennettä.
- Huomioitava liikenteen sovittaminen lento- ja pääradan liikenteeseen.

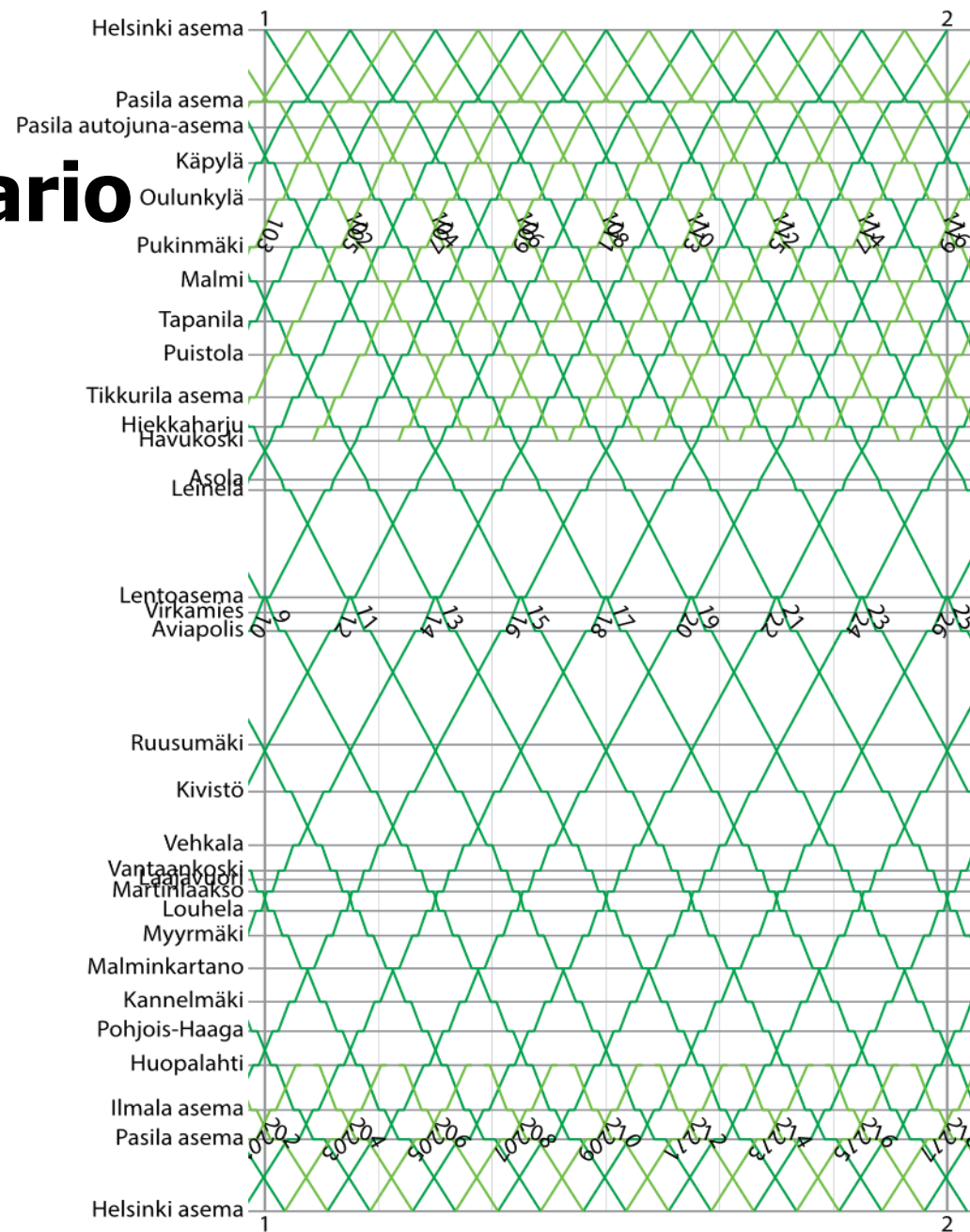


Lahden suunta, maksimiliikenne

- Maksimiliikenteellä Z-junien nopeutta tulisi nostaa, jotta liikenne rakenne olisi mahdollinen.
 - Ongelmana on kauko- ja lähiliikenteen suuret nopeuserot.
 - Nykyisin etenkin Kouvolan vuoroilla käytössä oleva Sm2-kalusto lähestyy elinkaarensa päätä, joten kaluston huippunopeus tulee kasvamaan. Huippunopeuden nostaminen ei siis ole ongelma.
- Maksimiliikenteellä Lahden suunnan liikenne on melko "lukittu".
 - Kauko- ja lähiliikenteen nopeuseroista johtuen saman suunnan junien välisiä aikoja ei voida juuri muuttaa, vaan muutos yhteen junaan edellyttää usein muutosta myös muihin saman suunnan juniin.
 - Asettaa rajoitteita Helsingin pään liikenteen suunnitteluun, käytännössä Tampereen suunnan liikennettä on sovitettava Lahden suunnan liikenteeseen.
- Vuoroväleistä saadaan lähes tasaiset.
 - Lähiliikenteen vuoroväli olisi ruuhka-aikaan etelään tasainen 30 min ja pohjoiseen vaihdellen 27 ja 33 min välillä.
 - IC-junilla vuoroväli olisi etelään tasainen 30 min ja vaihtelisi 27 ja 33 min välillä pohjoisen suuntaan.

Kaupunkiliikenne, perusskenaario

- Kehäradan liikenne on porrastettu K- ja A-junien kanssa niin, että vuoroväli on tasainen myös Helsinki–Huopalahti- ja Hiekkaharju–Helsinki-väleillä.
- Aikataulusuunnittelussa huomioitu, että esim. Keravalla ja Kauklahdessa junat eivät voi saapua ja lähteä samaan aikaan.
- 3,75 minuutin vuorovälillä kaupunkijunien Helsinkiin saapumisen ja Helsingistä lähdön aika on sama.
- 3 minuutin vuorovälillä on tehty Helsinki–Pasila-välillä vertailutarkasteluja liikenteen toimivuudesta sekä yhtäaikaisin, että vuorottelevin lähtö- ja saapumisajoin. Vuorottelevat lähtöajat edellyttävät kääntöaikojen lyhentämistä.
- 2,5 minuutin linjavuorovälille Helsingin ratapihan itäpuolisilla kaupunkiraiteilla liikenne on hoidettava vuorottelevin lähtö- ja saapumisajoin. Sen sijaan nykyisellä länsipuolen raiteistomallilla ei voida saavuttaa tyydyttävää tulosta.
- Tasaisesti vuorottelevien lähtö- ja saapumisaikojen aikataulumalli edellyttää säännöllistä mahdollisuutta poiketa normaalilta kulkureitiltä. Jouheva toteutus edellyttää dynaamista ja älykästä liikenteenohjauksen automatiikkaa.



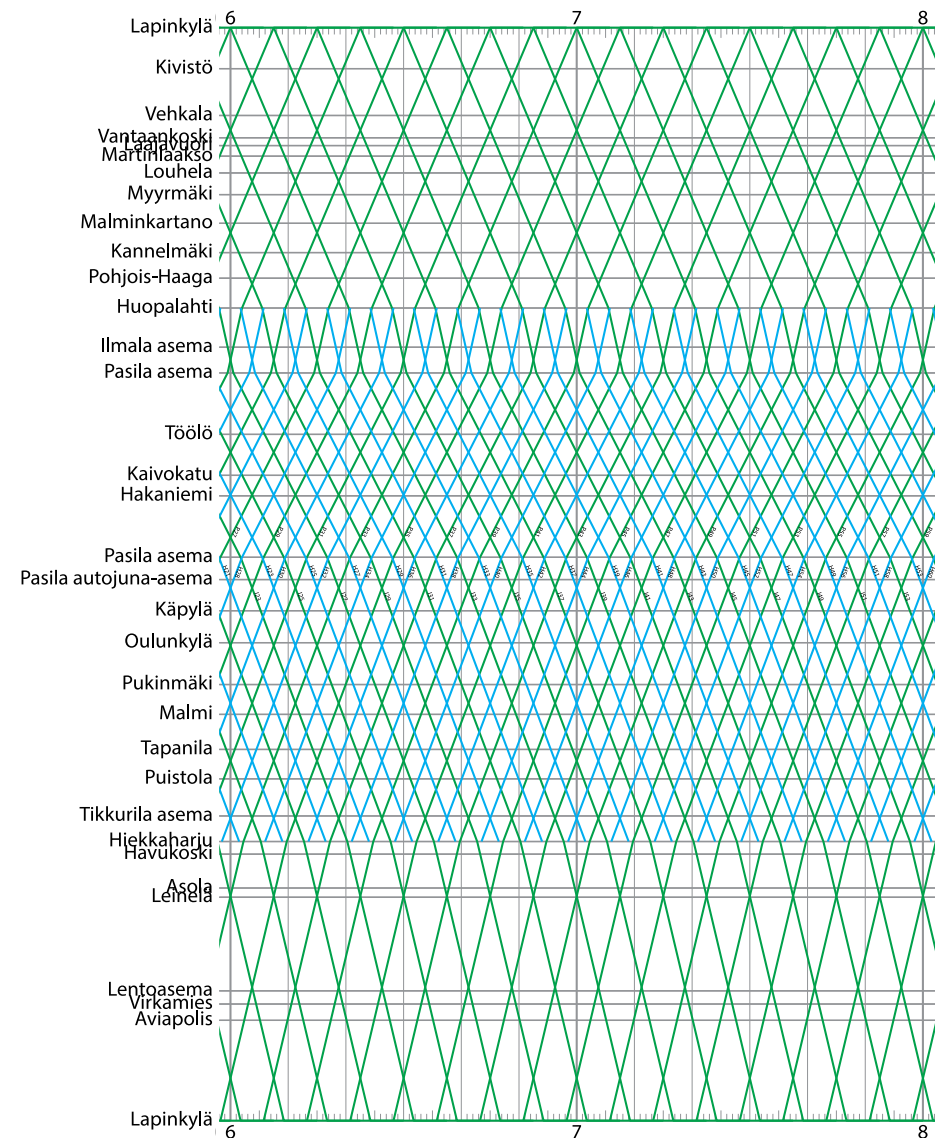
Kuva: 3,75 minuutin vuorovälin aikataulu

Kaupunkiliikenne Pisararadalla 1/2

- Pisararadalla on ajoajat määritelty simulointitarkasteluiden mukaan huomioiden Pisara+ -selvityksen kierrosaikamalli, jossa Pisararadan liikenne toimii kapasiteetin ja aikataulurakenteen kannalta edullisesti.
 - Muiden rataosuuksien osalta Pasilasta eteenpäin on käytetty nykyisiä ajoaikoja.
 - Simuloinneista on kerrottu tarkemmin simulointiluvussa.
- Jokaiselle vuorovälille on määritetty omat ajoaikansa.
 - 3,75 min vuorovälillä saattaa olla tarve pidentää Kehäradan liikenteen ajoaikaa noin minuutilla.
- Liikennöintimallin pohjana on ollut Pisara+ -selvityksen mukainen malli, jossa Lapinkylä toimii ajantasausasemana ja matkustajat voivat vaihtaa siellä aiemmin lähtevään junaan.

	vuoroväli		
	3,75 min	3 min	2,5 min
Pasila–Pasila Kehäradan kautta	53 min	53 min	53 min
Pisaran lenkki (sis. Pasilan pysähdysajat)	16,25 min	15,25 min	13,5 min
kokonaisajoaika	69,25 min	68,25 min	66,5 min
matkustajien vaihto aika Lapinkylässä	5,75 min	3,75 min	3,5 min
aika ennen saman rungon lähtöä Lapinkylästä	13,25 min	9,75 min	8,5 min

Taulukko: Ajoajat ja ajantasausajat eri vuoroväleillä.

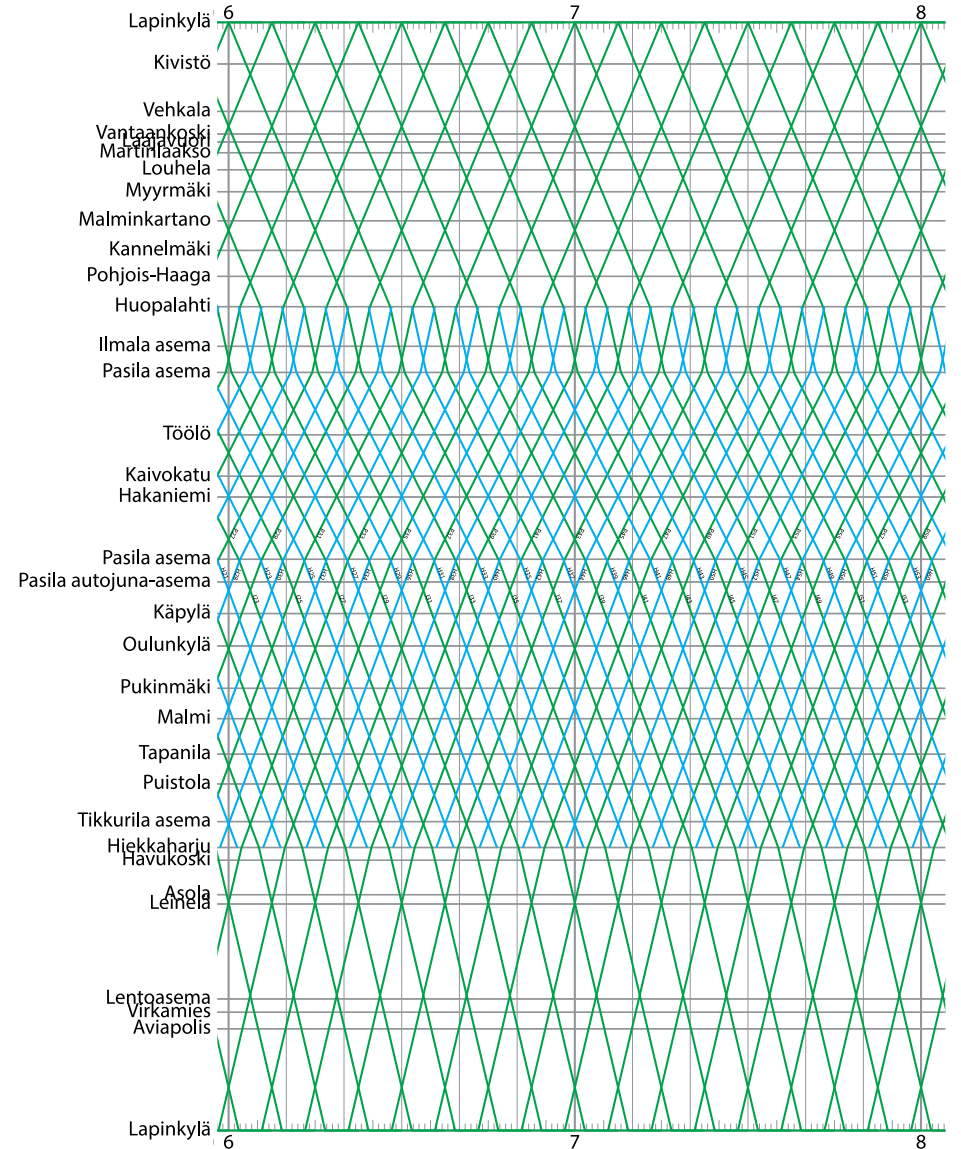


Kuva: 3,75 minuutin vuorovälin aikataulu

Kaupunkiliikenne Pisarraradalla 2/2

Tarkastelut poikkeavat sekä ratasuunnitelmasta että Pisara+ -selvityksestä seuraavista syistä:

- Ratasuunnitelmavaiheessa tarkasteltiin Pisaralla 5 min ja 3 min vuorovälejä
 - Tiheämmästä 3 min vuorovälistä todettiin vain, että ratateknikka mahdollistaa sen, mutta vaatii muiden järjestelmien kuten JKV:n päivityksen.
 - Tässä työssä lähestymistapa poikkeaa, sillä on oletettu ETCS toteutetuksi eikä JKV:tä ole tarkasteltu.
- Ratasuunnitelmassa Pisarraradan lenkin matka-aika oli 12 minuuttia.
 - Luku ei kuitenkaan sisältäne Pasilan pysähdysaikoja, joskaan tästä ei ole selvää kirjausta.
- Pisara+ -selvityksessä ei erikseen kerrottu Pisaran ajoaikoja, vain pidempien linjojen kierrosajat. Tästä syystä ajoaikoja ei voida suoraan verrata ko. selvitykseen.





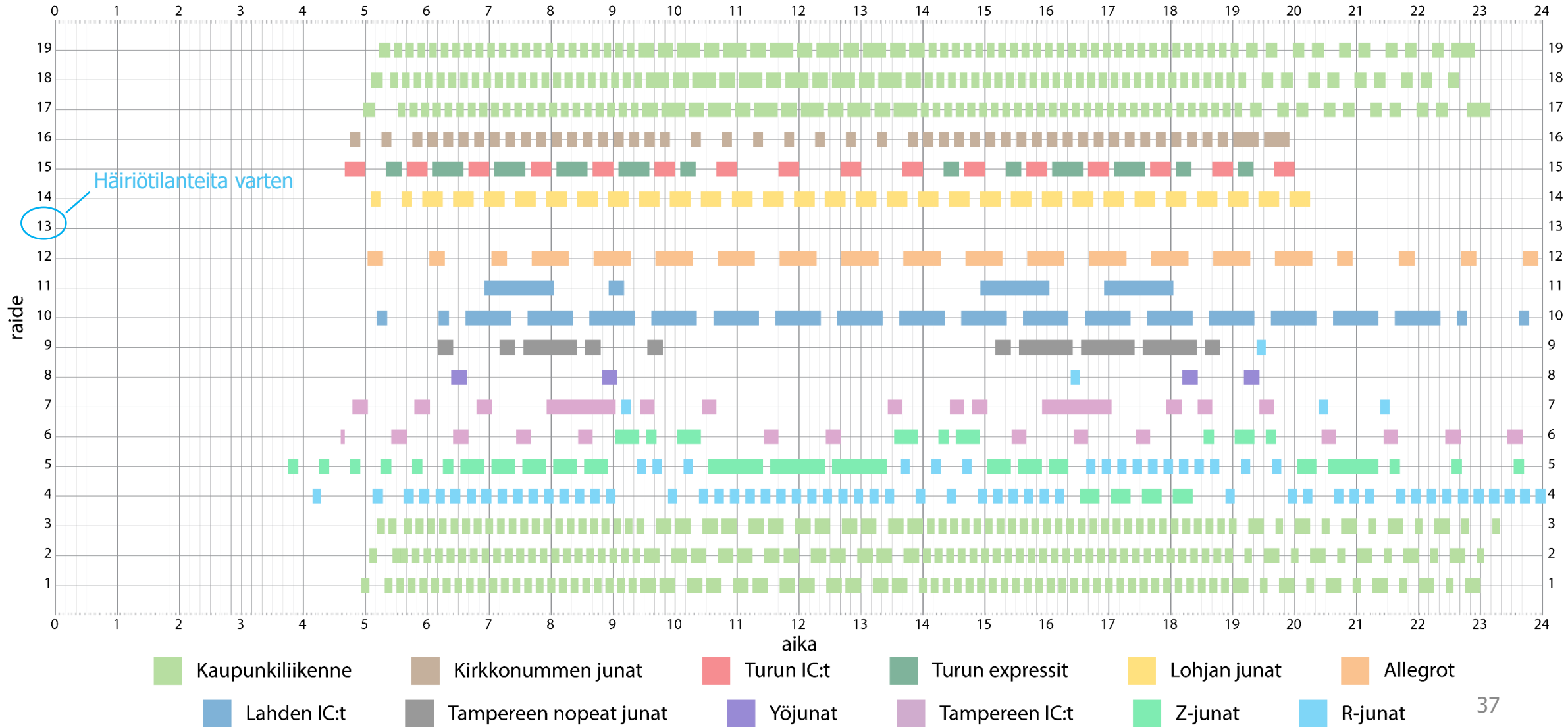
Väylävirasto
Trafikledsverket

Raiteistonkäyttö

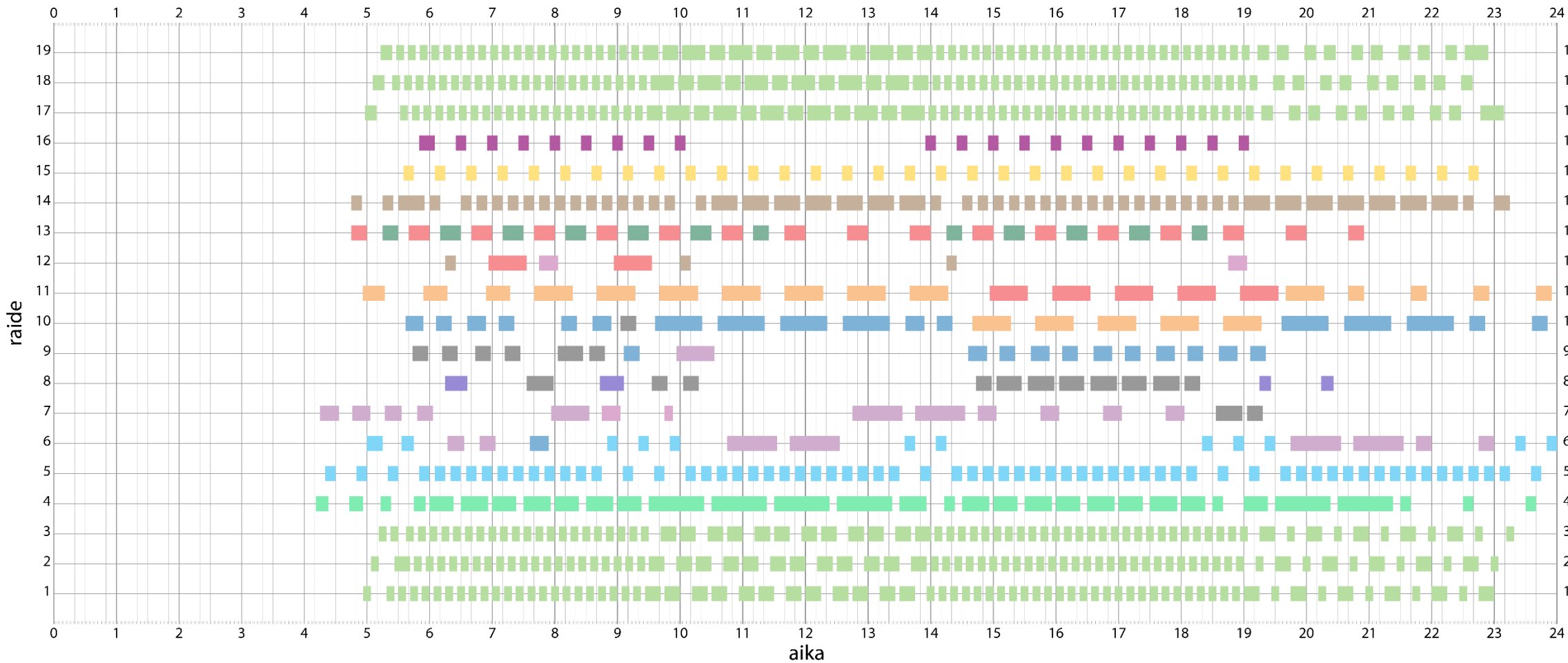
Raiteistonkäytön johtopäätökset

- Perusskenaariossa kaupunkiliikenteelle on varattu kolme laituriraidetta Helsingin aseman itäpuolella ja kolme länsipuolella. Muut kuin kaupunkiliikenteelle varatut raiteet ovat kauko- ja lähiliikenteen käytössä.
- **Perusskenaarion oletusliikenteessä Helsingin ratapihan raiteet riittävät suunnitelluille junamäärille kauko- ja lähiliikenteessä.**
 - Perussimuloinnin avulla on rakennettu yksityiskohtainen liikenteenhoidollinen suunnitelma Helsinki–Pasila-välille. Tämä ratkaisu toimii aikataulua noudattavissa normaalitilanteissa.
 - Yksi raide jää kokonaan liikenteenohjauksen käyttöön poikkeustilanteita varten. Kahdella muulla raiteella on päivän mittaan myös paljon puskuritilaa.
- **Perusskenaarion maksimiliikenteelläkin raiteet riittävät suunnitelluille junamäärille**, mutta raiteiston riittävyys täytyy huomioida tarkemmin aikataulusuunnittelussa.
 - Simuloinneilla on todettu ratkaisu toimivaksi normaalitilanteissa.
 - R-junien aikatauluissa on kiinnitettävä erityistä huomiota Helsingin pään kääntöaikoihin, jotta laituriraitteita ei varata tarpeettomasti.
 - Tampereen hitaiden ja välinopeiden IC-junien kalustokierto on yhdistettävä, jotta kääntöajoista ja Helsingin raiteistonkäytöstä tulee järkevä.
- **Perusskenaarion 3,75 min vuorovälin kaupunkiliikenteelle varattu raidemäärä on riittävä ja toimiva. Tiheämmilläkin vuoroväleillä laiturikapasiteetti riittää, mutta itse liikennöinnin toimivuus riippuu ratapihan kummankin puolen ominaisuuksista**, sekä mahdollisista uusista vaihderatkaisuista. Pisarskenaariossa kaupunkijunat eivät käytä Helsingin asemaa.

Raiteistonkäyttö, oletusliikenne



Raiteistonkäyttö, maksimiliikenne



- Kaupunkiliikenne
- Histan junat
- Lohjan junat
- Kirkkonummen junat
- Turun expressit
- Turun IC:t
- Allegrot
- Lahden IC:t
- Tampereen nopeat junat
- Yöjunat
- Tampereen IC:t
- R-junat
- Z-junat



Väylävirasto
Trafikledsverket

Aikataulusuunnittelun johtopäätökset

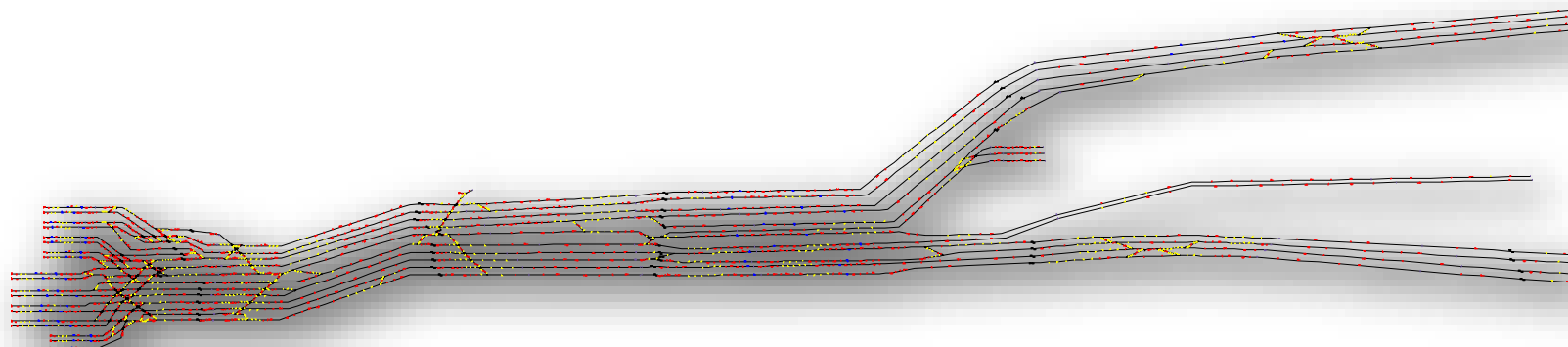
Aikataulusuunnittelun johtopäätökset

- Aikataulusuunnitteluvaiheessa on määritetty toivotut ajankohdat varikkosiirroille, mutta siirtojen aikatauluja ei ole erikseen suunniteltu. Varikkosiirrot on otettu huomioon simuloinnissa, jossa ne on sijoitettu toimiviin ajankohtiin ja varmistettu ratkaisun toteutettavuus.
- Erityisesti maksimiliikenne-vaihtoehdossa junien erilaiset pysähtymiskäyttäytymiset ja ajoajat vaikuttavat kapasiteetin optimaaliseen käyttöön. Useasti yhden junan aikataulun muutos aiheuttaa kerrannaisvaikutuksia monelle muulle junalle tai koko aikataulurakenteelle.
- Kapasiteetin näkökulmasta haastavimpia rataosuuksia ovat mm. Helsinki–Espoo- sekä Helsinki–Tampere-välit.
 - Helsinki–Tampere-välille on oletettava 4-raiteinen yhteys koko matkalle nykyiseen ratakäytävään jo oletusliikenteessä, jotta myös tavarajunille jää riittävät raot Tampere–Kytömaa-välille. Tämä ratkaisu mahdollistaisi myös maksimiliikenteen tällä rataosalla.
 - Suomiradan suurnopeusratavaihtoehto oletettu olevan käytettävissä vain nopeille IC-junille, jotka pysähtyvät Tampereen ja Helsingin välillä vain Lentoasemalla ja Pasilassa. Tällöin suurnopeusrata vapauttaa kapasiteettia pääradalta vain yhden tunnittaisen junan kumpaankin suuntaan. Tämä ei mahdollistanut kaikkien muiden tässä selvityksessä oletettujen junien ajamista pääradalla. Suurnopeusratavaihtoehdon osalta on suositeltavaa selvittää tarkemmin pääradan kapasiteetin riittävyys.
 - Helsinki–Espoo-välillä Turun nopea Express-juna on laitettu maksimiliikenteessä pysähtymään myös Leppävaarassa, jotta junien erilaiset pysähdys- ja nopeuserot eivät aiheuta vakioaikatauluperiaatteelle suuria haasteita. Tällä tavoin Kirkkonummen, Histan ja Lohjan/Vihdin junavuorot on saatu pidettyä vakioaikatauluissa.
- Raiteistonkäyttö perusskenaarion maksimiliikenteellä vaatii Tampereen suunnan välinopeiden ja hitaiden junien kalustokierron yhdistämisen.

5. Simulointi

Käytetyt oletukset ja tulosten esittely

Simulointitarkastelujen päämäärä



Kuva: Perusskenaarion simulointimallin raiteisto. Junien vuorovaikutuksien tarkka tarkastelu rajautuu noin 1 km etäisyydelle Pasilan asemalta pohjoiseen ja länteen. Junat haarautuvat mallissa Pasilasta Oulunkylän, Huopalahden, Lentoaseman ja Ilmalan varikon suuntaan. Tarkan tarkastelun keskiössä on siten Helsingin ratapiha, ja kapasiteetin oletetaan riittävän tämän alueen ulkopuolella.

Työn simulointivaiheessa tutkitaan yksityiskohtaisesti suunniteltujen aikataulujen mukaisen liikenteen toimintaedellytyksiä ja laatua Helsingin ja Pasilan asemilla ja niiden välillä. Simuloinnilla pystytään huomioimaan tarkasti digiradan merkitys Helsingin ratapihan kapasiteetille ja näin voidaan analysoida Helsinkiin suunnitellun junaliikenteen todellisia toimintamahdollisuuksia 2030–2040-lukujen tilanteessa Helsingin ratapihalla. Aikataulujen osalta kapasiteetin riittävyys on huomioitu karkeammalla tasolla koko suunnittelualueella.

Digiradan huomioiminen simuloinnissa

Digiratatyöryhmä päätyi suosittelemaan, että Suomessa otetaan käyttöön ETCS-tason 2 kulunvalvonta JKV-järjestelmän seuraajana. Tässä työssä on oletettu, että uusi järjestelmä on käytössä koko tarkastelualueella. Simuloinnin osalta tämän oletuksen merkitys korostuu, koska koko simulointimalli hyödyntää ETCS-tasoa 2. Tärkeimmät huomiot Digirataan liittyen ovat:

1. Digiradassa päätetyllä kulunvalvontaratkaisulla on selvä mahdollisuus vaikuttaa kapasiteettiin
2. Työn simulaatiotarkasteluissa Digirata on huomioitu tekemällä kulunvalvontajärjestelmän tekninen toteutus projektin päämääriä tukevalla tavalla ottaen huomioon nykyiset kansalliset määrittelyt
3. Peruseriaate laaditussa sijoittelussa on pitää vaihteet ylittävät raideosuudet junien käytössä mahdollisimman lyhyen aikaa ja sallia junille nykyistä suurempi kulkutiheys:
 - Helsingin asemalla junien lähtölupa ei vielä varaa ensimmäisiä vaihteita
 - Pasilassa ja tunneliasemilla kaupunkiliikenteen junat voivat ajaa tarvittaessa hyvin lähelle toisiaan
 - Vaihteiden ja vaihdekujien käyttövaraukset koko ratapihalla tehdään mahdollisimman myöhään

Tutkitut perus- ja häiriösimuloinnit

Simuloinneissa on skenaariosta riippuen tehty kaksi eri tarkasteluvaihetta:

1. Perussimulointi

- Aikataulusuunnittelun aikataulu Pasilassa ja Helsingissä, sekä Helsingin raiteistonkäyttö on simuloitu yksityiskohtaisesti varmistaen aikataulun todellinen toimivuus. Tämä perustuu tarkkaan reititykseen sekä junien varausaikateoriaan.
- Suunniteltua aikataulua on tarvittaessa korjattu havaintojen perusteella.
- Tavoitteena on ollut saavuttaa aikataulun mukaan vähintään 1 minuutin mittaiset välit junien tekemien raideosuuksien varausten välillä aina kun mahdollista. Minimitavoitteena on ollut 30 sekuntia varausten välillä, ja tästäkin on voitu joustaa yksittäistapauksissa ja tilanteen mukaan.
- Kaikkiin simuloituihin skenaarioihin ja liikenne rakenteisiin liittyy perussimulointi.

2. Häiriösimulointi

- Kun perussimulointi ja sen mukainen aikataulujen tarkennus on saatu valmiiksi, käytetään loppuaikataulua pohjana häiriösimuloinneille, joissa aikataulurakenteen laatua ja toimivuutta tutkitaan tuottamalla junille satunnaisia alkuviveitä simulointiin.
- Häiriösimuloinnilla on tarkoitus tutkia tässä työssä jatkuvasti odotettavissa olevien aikataulun poikkeamien merkitystä suunnitellulle liikenteelle. Työssä ei siten huomioida poikkeuksellisia liikennehäiriöitä, kuten kaluston pidempää vikaantumista linjalla, eikä infrastruktuurin toimintahäiriöitä.
- Junille määritetyt aikatauluhäiriöt pohjautuvat Väyläviraston täsmällisyystilastoihin. Täsmällisyystilastosta on johdettu jakauma, joka antaa kussakin yksittäisessä simuloinnissa noin puolelle junista alkuviveitä niiden saapuessa malliin Pasilassa. Kaukoliikenteelle ja muulle liikenteelle muodostettiin omat jakaumat.
- Useiden simulaatiokierrosten (noin 80) tuloksena saadaan junien kokemia keskimääräisiä viivearvoja, jotka tulkitaan junien myöhästymistodennäköisyyksinä ja viiveen odotusarvoina.
- Tihein vuorovälein ajettavan kaupunkiliikenteen osalta häiriösimulointia sovelletaan eri tavalla. Pisara-skenaariossa kaupunkiliikenteelle ei suoriteta häiriösimulointeja ollenkaan, ja perusskenaariossa häiriösimulointi kohdistetaan ns. ristiinajojen problematiikkaan. Perusteena on se, että näin tiheällä liikenteellä mallin pienehkön simuloitun liikenteen alueella ei pystytä luotettavasti kuvaamaan tiheän liikenteen häiriöiden kokonaisuutta täysin realistisesti.



Väylävirasto
Trafikledsverket

Perusskenaarion simulointi: Oletusliikenne

Oletusliikenteen perussimulointi

- Tarkastelussa mukana kauko- ja lähiliikenteen suunniteltu oletusliikenne sekä 3,75 minuutin vuorovälein ajettavat kaupunkiliikenteen junat.
- Simuloinnin perusteella **aikataulunmukainen oletusliikenne varikkosiirtoineen mahtuu Helsingin ratapihalle ja Helsinki–Pasila-välille perusskenaarion kaikki oletukset huomioiden.** Aikataulusuunnitteluvaiheessa raiteistonkäytössä pyrittiin liikennesuunnittain jäsenneltyyn laiturien jakoon, jossa sivusuuntaista siirtymää ratapihalla pyritään lähtö- ja saapumistilanteissa välttämään. Simuloinnin perusteella suunnitelmaan tehtiin muutamia muutoksia, koska joissakin tapauksissa vaihdekujissa oli yhtäaikaisia varauksia, tai raideosuuksien varausaikojen välissä oli hyvin pieniä puskuriaikoja.
- Aikatauluun on saavutettu usein kohtuullista joustovaraa häiriönsietokyvyn ylläpitämiseksi. **Ahtaimpia tilanteita ovat muutamit varikkosiirrot sekä yleisesti raiteen 16 käyttö tiheärytmisessä liikenteessä.**
- Helsingin ratapihalla on **häiriötilanteiden hoitoa varten yksi kokonaan aikatauluista vapaa raide.** Lisäksi 3–4:llä raiteella on vapaata kapasiteettia pitkin päivää ruuhka-aikojen ulkopuolella.

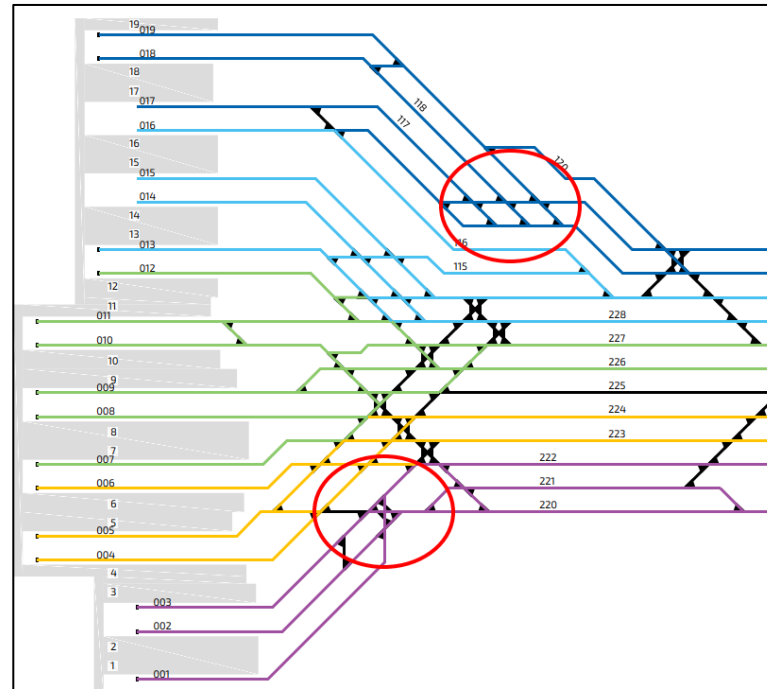
Oletusliikenteen häiriösimulointi

- Tuloksissa junien myöhästymistoleranssina on käytetty 15 s aikarajaa, jolloin alle 15 s myöhässä olevat junat on tulkittu aikataulussa kulkeviksi.
 - Huom! Toleranssi on huomattavasti tiukempi kuin yleensä myöhästyviä junia tilastoitaessa. Esimerkiksi Väylän myöhästymistilastoissa yli 2,5 min myöhässä olevat junat tulkitaan myöhästyneiksi.
 - Simuloinneissa kuitenkin on hyvä tarkastella pienemmällä toleranssilla, koska simuloitujen junien tarkka kulkuprosessi on kuitenkin todellisuutta täydellisempi ja siten mielenkiintoisia ilmiöitä havaitaan jo tarkastelemalla pienempiäkin myöhästymisiä.
 - Pasilan asemalta myöhässä lähtevien junien kuvaajissa on esitetty myös tarkempi jaottelu, jossa vähintään 1 min sekä vähintään 3 min myöhästyvien junien osuudet ovat eriteltyinä.
- Seuraavien sivujen tuloksissa on tarkasteltu viivästymisprosentteja sekä keskiviiveitä:
 - Pasilan asemalta pohjoiseen lähteviltä junilta
 - Helsingin ja Pasilan asemien välillä aiheutuvia viivästymisiä

Kaupunkiliikenteen häiriösimulointi

3,75 minuutin vuoroväli

- Pasilassa raiteelta 17 n. 12 % junista lähtee myöhässä. Keskimääräinen lisäviive on kuitenkin pieni; 56 s.
- Raiteilla 1 ja 17 suuremmat myöhästymisosuudet johtuvat Helsingin päässä tapahtuvista ristiinajoista. Näistä aiheutuvat viiveet eivät kuitenkaan ole kovin suuria, jolloin keskiviive on pienempi muihin raiteisiin verrattuna.
- Länsiraiteella konfliktiin vaaditaan kuitenkin suurempi myöhästymisen vaihekujan kauemman sijainnin vuoksi.
- Yli 2 min lähtöviiveitä aiheutuu Pasilassa raiteilla 2 ja 3, mutta määrällisesti näitä on hyvin vähän; 1,5–2 % kaikista ko. raiteita käyttävistä junista



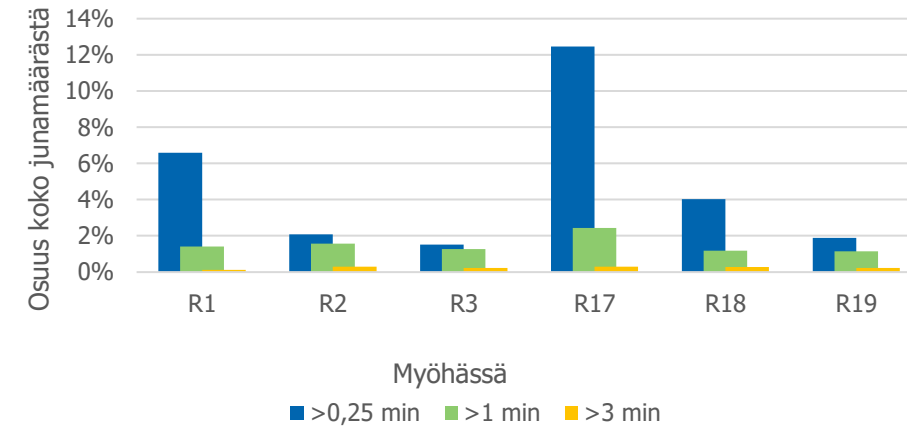
Yo. kuva: Kaupunkiliikenteen käytössä olevat ristiinajokohdat Helsingin ratapihalla.

Kaavioista huomioitavaa:

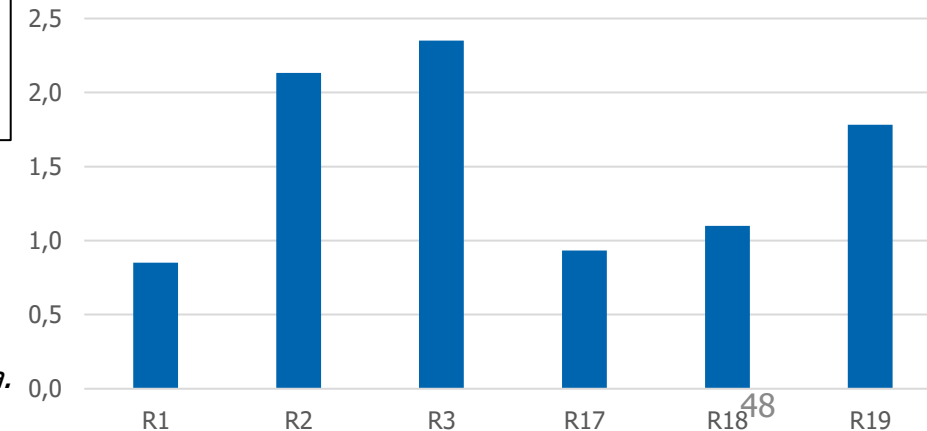
Viivästymisen pituus kattaa viivästymiset koko matkalta.

Viivästymiset eivät siis tapahdu ainoastaan Pasilan asemalla.

Pasilan asemalta myöhässä lähtevien junien OSUUS



Pasilan asemalta myöhässä lähtevän junan keskiviive (min)



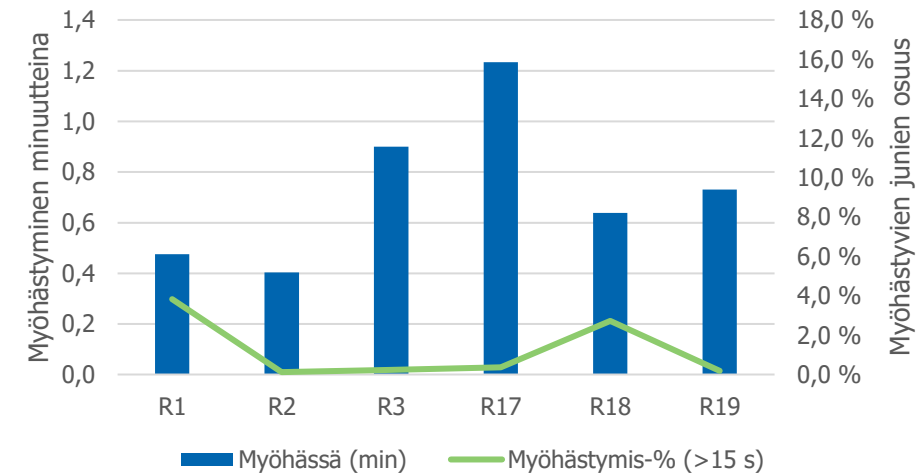
Kaupunkiliikenteen häiriösimulointi

3,75 minuutin vuoroväli

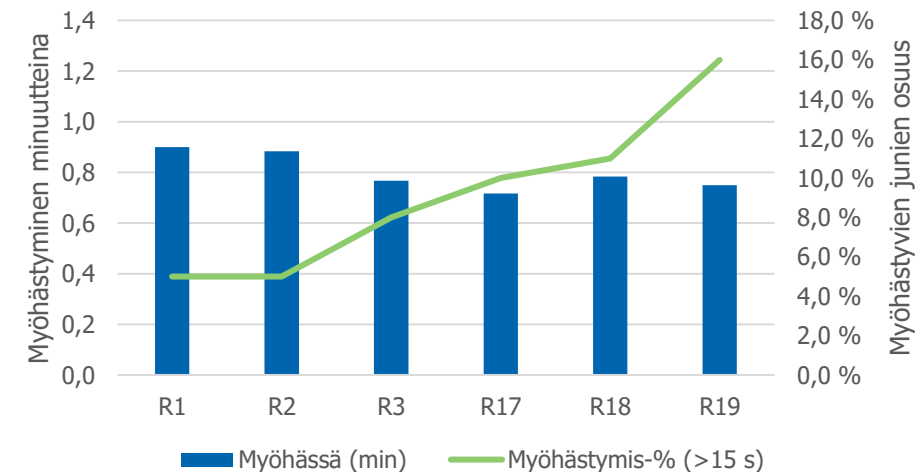
Helsinki–Pasila-välillä saapuvilla ja lähtevillä tapahtuvat viiveet

- Kuvaajissa esitetty vain ajon aikana aiheutuneet viiveet riippumatta siitä, onko juna lähtenyt ajoissa asemalta.
- Lähtevät junat:
 - Myöhästyviä junia erittäin vähän: Suurimpana osuutena raide 1, mutta keskimääräinen myöhästyminen vain n. 30 s.
- Saapuvat junat:
 - Länsiraiteilla selkeästi suuremmat myöhästyvien junien osuudet. Myöhässä olevat junat aiheuttavat odottelua vaihdekujilla. Viivästymiset kuitenkin pituudeltaan maltillisia.

Koko päivä, lähtevät junat



Koko päivä, saapuvat junat



Kaukoliikenne & nopea lähiliikenne, häiriösimulointi 1/6

Pasilan lähtöviiveet

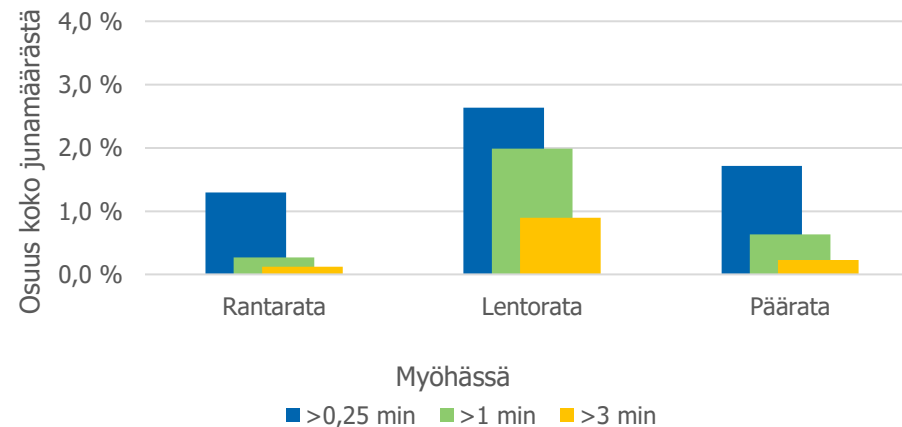
- Oletusliikenteen junamäärillä myöhään jäävät useammin Lentoradalle lähtevät kaukojunat.
 - Osuus kaikista Lentoradalle lähtevistä junista on kuitenkin vain 2,6 % ja niillä myöhästyminen on keskimäärin 3 min 14 s.
- Rantaradalla Kirkkonummen lähijunat myöhästyvät muita Rantaradan junia useammin; n. 2,6 % kaikista Pasilasta Kirkkonummelle lähtevistä junista on myöhässä ja näiden keskimääräinen myöhästyminen on 46 s.

Kaavioista huomioitavaa:

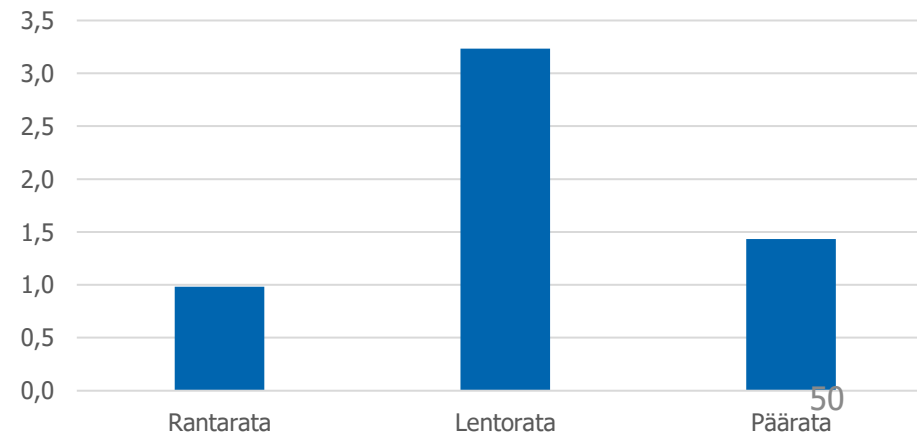
Viivästymisen pituus kattaa viivästymiset koko matkalta.

Viivästymiset eivät siis tapahdu ainoastaan Pasilan asemalla.

Pasilan asemalta myöhässä lähtevien junien osuus



Pasilan asemalta myöhässä lähtevän junan keskiviive (min)

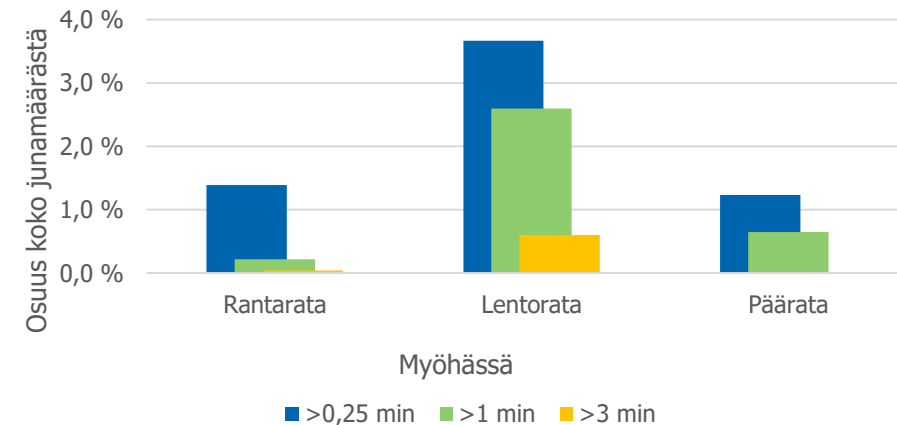


Kaukoliikenne & nopea lähiliikenne, häiriösimulointi 2/6

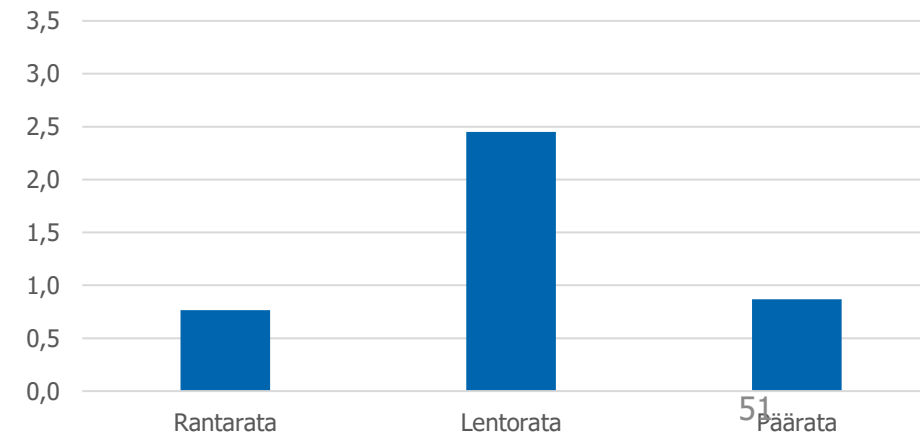
Aamuruuhka (klo 6:30–9)

- Aamuruuhkassa oletusliikenteen junamäärillä Pasilassa myöhään jäävät useammin Lentoradalle lähtevät kaukojunat.
 - Osuus on 3,7 % kaikista saman suunnan junista, Myöhästymisviive on keskimäärin 2 min 27 s myöhässä olevilla junilla.

Pasilan asemalta myöhässä lähtevien junien OSUUS



Pasilan asemalta myöhässä lähtevän junan keskiviive (min) aamuruuhkassa

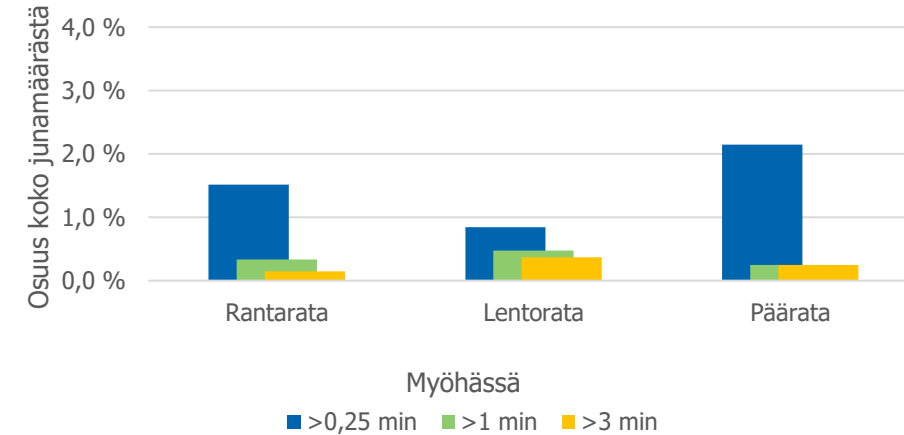


Kaukoliikenne & nopea lähiliikenne, häiriösimulointi 3/6

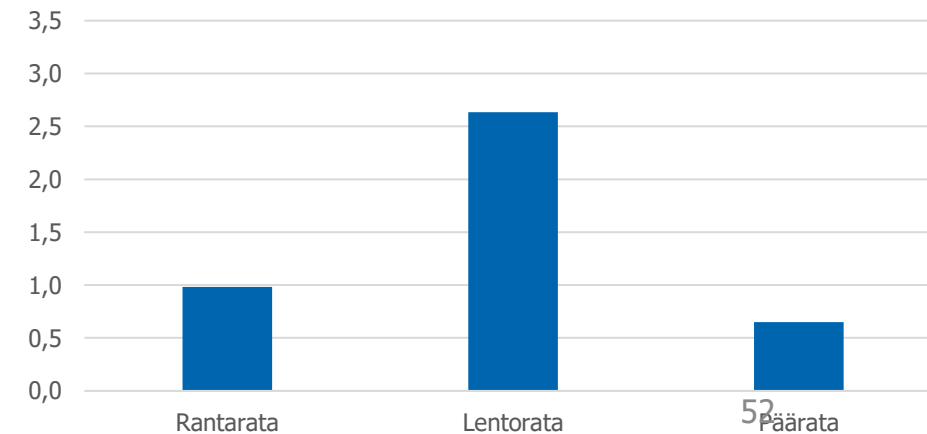
Iltaruuhka (klo 15–18)

- Iltaruuhkan aikaan myöhästyviä junia on vähemmän kuin aamuruuhkassa ja osuudet maltillisesti 2 % molemmin puolin.
- Keskiviiveet ovat samaa suuruusluokkaa aamuruuhkan kanssa jokaisella raideparilla.

Pasilan asemalta myöhässä lähtevien junien OSUUS



Pasilan asemalta myöhässä lähtevän junan keskiviive (min) iltaruuhkassa

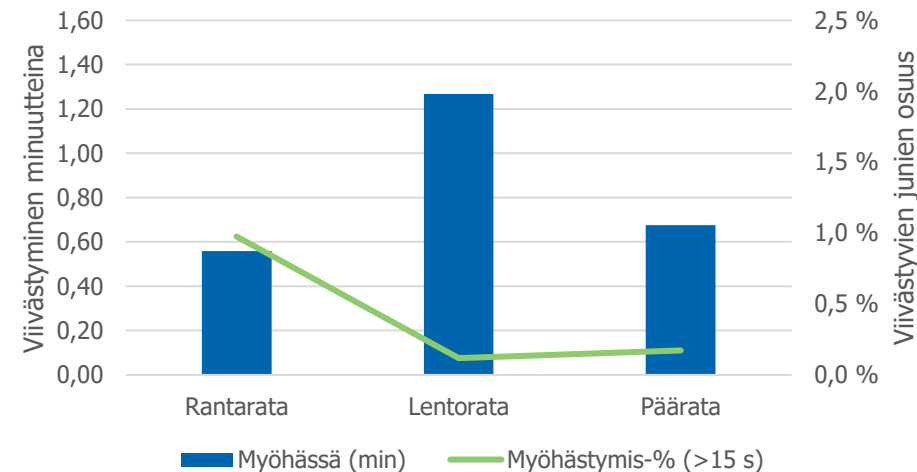


Kaukoliikenne & nopea lähiliikenne, häiriösimulointi 4/6

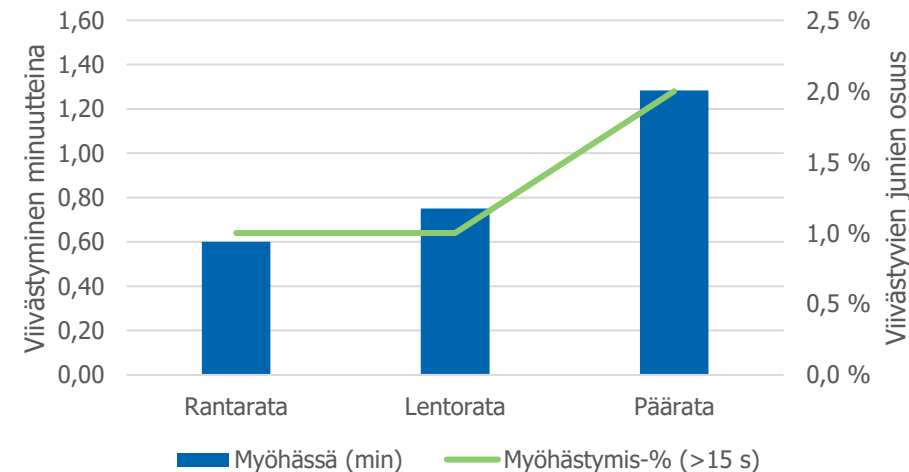
Helsinki–Pasila-välillä tapahtuvat viivästymiset saapuvalla ja lähtevällä liikenteellä

- Kuvaajissa esitetty vain ajon aikana aiheutuneet viiveet riippumatta siitä, onko juna lähtenyt ajoissa asemalta.
- Ajon aikana tapahtuvat viiveet lyhyitä; keskimäärin myöhästynyt juna viivästyy pääsääntöisesti alle minuutin.
 - Keskimääräistä viivettä nostaa myöhästynien junien vähyyys, jolloin yksittäinen pidempi viivästyminen näkyy tilastoissa herkemmin.
- Myöhästynien junien osuus pieni; pääsääntöisesti noin 1 % tai alle.

Koko päivä, lähtevät junat



Koko päivä, saapuvat junat



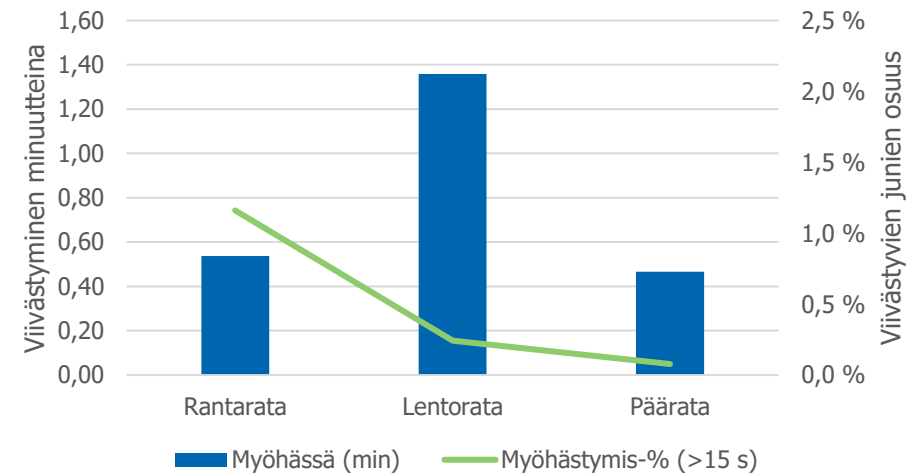
Kaukoliikenne & nopea lähiliikenne, häiriösimulointi 5/6

Helsinki–Pasila-välillä tapahtuvat **viivästymiset aamuruuhkan** (6:30–9) saapuvalla ja lähtevällä liikenteellä

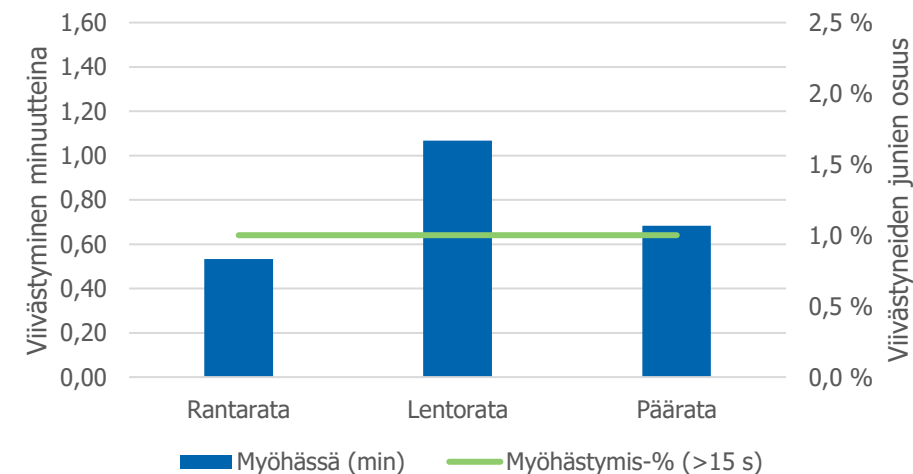
- Kuvaajissa esitetty vain ajon aikana aiheutuneet viiveet riippumatta siitä, onko juna lähtenyt ajoissa asemalta.
- Viivästymiset samaa luokkaa kuin koko päivän liikenteellä.
- Myöhästyvien junien osuus pieni; jokaisella raideparilla noin 1 %.



Aamuruuhka, lähtevät junat



Aamuruuhka, saapuvat junat



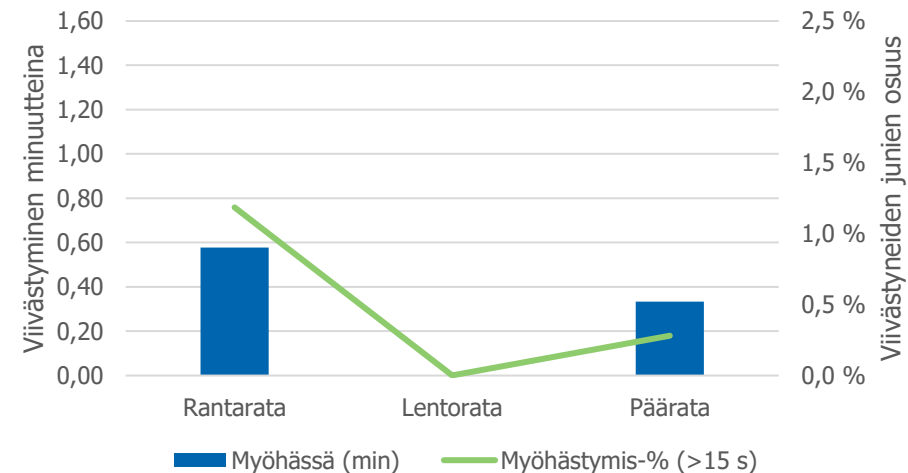
Kaukoliikenne & nopea lähiliikenne, häiriösimulointi 6/6



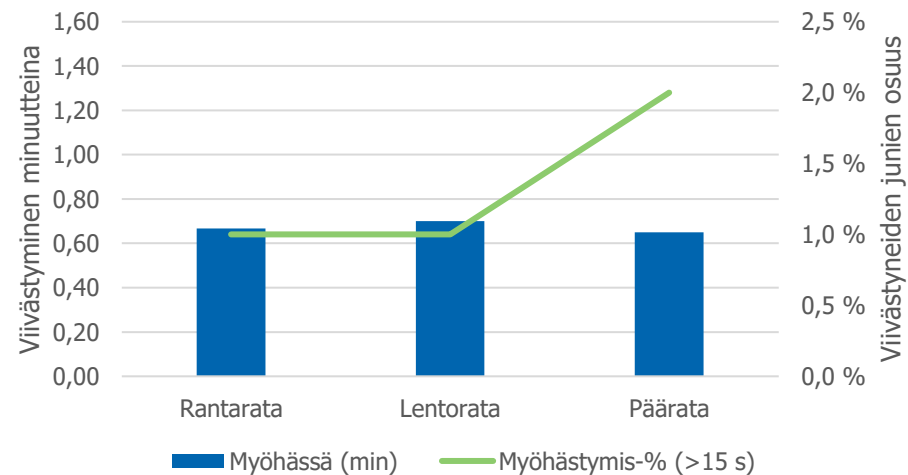
Helsinki–Pasila-välillä tapahtuvat **viivästymiset iltaruuhkan** (15–18) saapuvalla ja lähtevällä liikenteellä

- Kuvaajissa esitetty vain ajon aikana aiheutuneet viiveet riippumatta siitä, onko juna lähtenyt ajoissa asemalta
- Viivästymiset hieman pienempiä kuin aamuruuhkassa, etenkin Lentoradan osalta.
- Ei erityisiä ongelmakohtia. Osuudet ja keskiviiveet hyvin pieniä.

Iltaruuhka, lähtevät junat



Iltaruuhka, saapuvat junat





Väylävirasto
Trafikledsverket

Perusskenaarion simulointi: Maksimiliikenne

Maksimiliikenteen perussimulointi

- Tarkastelussa mukana kauko- ja lähiliikenteen suunniteltu maksimiliikenne.
- Simuloinnin perusteella **aikataulun mukainen maksimiliikenne varikkosiertoineen mahtuu Helsingin ratapihalle ja Helsinki–Pasila-välille** perusskenaarion kaikki oletukset huomioiden.
- Aikataulusuunnitteluvaiheessa raiteistonkäytössä pyrittiin liikennesuunnittain jäsenneltyyn laiturien jakoon, jossa sivusuuntaista siirtymää ratapihalla pyritään lähtö- ja saapumistilanteissa välttämään. Simuloinnin perusteella suunnitelmaan tehtiin jonkun verran raiteistomuutoksia, koska joissakin tapauksissa vaihdekujissa oli yhtäaikaisia varauksia, tai raideosuuksien varausaikojen välissä oli hyvin pieniä puskuriaikoja.
- Aikatauluun on saavutettu usein kohtuullista joustovaraa häiriönsietokyvyn ylläpitämiseksi. **Ahtaimpia tilanteita ovat muutamat varikkosierrot sekä yleisesti raiteen 16 käyttö tiheärytmisessä liikenteessä.** Joskin usein on jouduttu turvautumaan minimitavoitteeseen varausväleissä (30 sekuntia), ja jopa joustamaan siitä harkinnan mukaan, mikä paikallisesti lisää häiriöalttiutta.
- Häiriönhoidolle löytyy ylimääräistä raidekapasiteettia ruuhka-aikojen ulkopuolella 3–5:ltä raiteelta. Ruuhka-aikanakin löytyy yleensä yksittäisiä vapaita lokeroita junille.

Maksimiliikenteen häiriösimulointi

- Tuloksissa junien myöhästymistoleranssina on käytetty 15 s aikarajaa, jolloin alle 15 s myöhässä olevat junat on tulkittu aikataulussa kulkeviksi.
 - Huom! Toleranssi on huomattavasti tiukempi kuin yleensä myöhästyviä junia tilastoitaessa. Esimerkiksi Väylän myöhästymistilastoissa yli 2,5 min myöhässä olevat junat tulkitaan myöhästyneiksi.
 - Simuloinneissa kuitenkin on hyvä tarkastella pienemmällä toleranssilla, koska simuloitujen junien tarkka kulkuprosessi on kuitenkin todellisuutta täydellisempi ja siten mielenkiintoisia ilmiöitä havaitaan jo tarkastelemalla pienempiäkin myöhästymisiä.
 - Pasilan asemalta myöhässä lähtevien junien seuraavien sivujen kuvaajissa on esitetty myös tarkempi jaottelu, jossa vähintään 1 min sekä vähintään 3 min myöhässä olevat junat ovat eriteltyinä.
- Seuraavien sivujen tuloksissa on tarkasteltu viivästymisprosentteja sekä keskiviiveitä:
 - Pasilan asemalta pohjoiseen lähteviltä junilta
 - Helsingin ja Pasilan asemien välillä aiheutuvia viivästymisiä

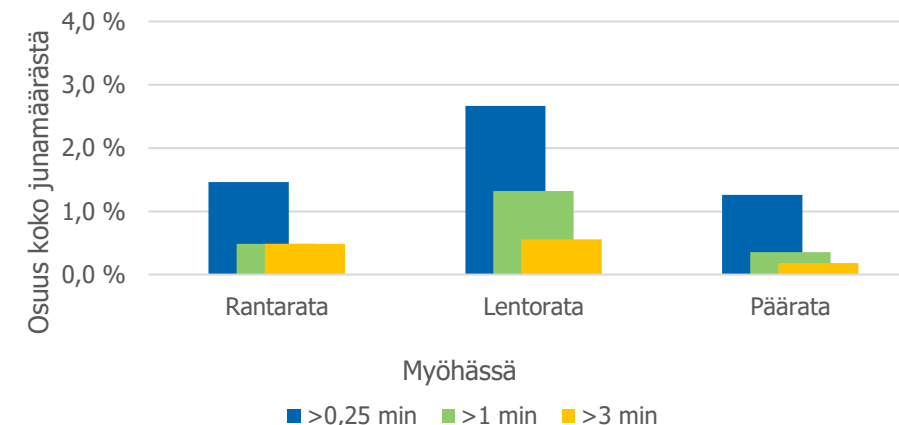
Maksimiliikenteen häiriösimulointi 1/6



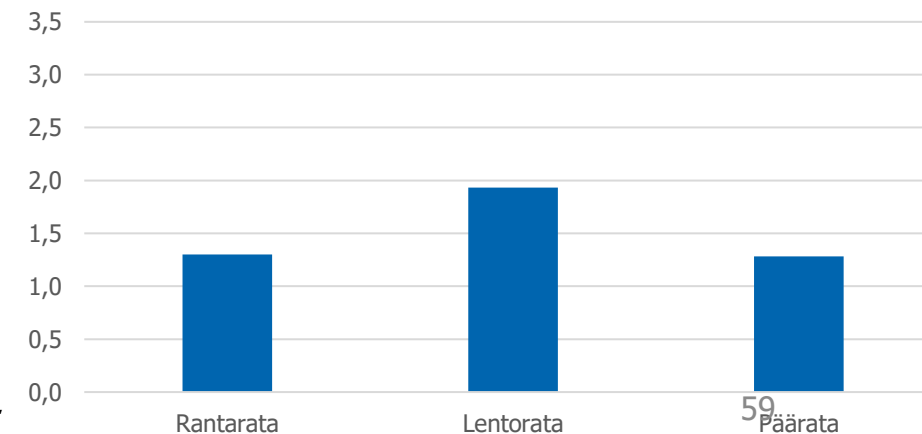
Pasilan lähtöviiveet

- Myöhästyvien junien osuudet ja keskiviiveet maltillisia.
- Lentoradan häiriöherkkyys hieman heikompi kuin muiden, mutta ei merkittävästi.

Pasilan asemalta myöhässä lähtevien junien OSUUS



Pasilan asemalta myöhässä lähtevän junan keskiviive (min)



Kaavioista huomioitavaa:

Viivästymisen pituus kattaa viivästymiset koko matkalta.

Viivästymiset eivät siis tapahdu ainoastaan Pasilan asemalla.

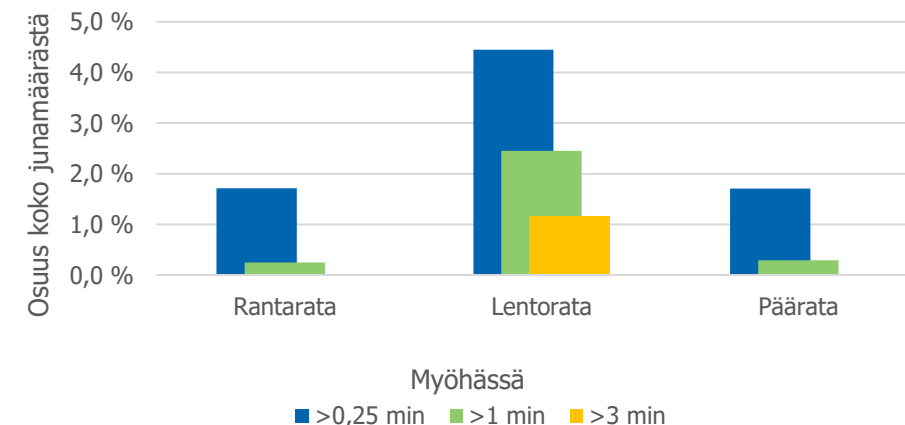
Maksimiliikenteen häiriösimulointi 2/6



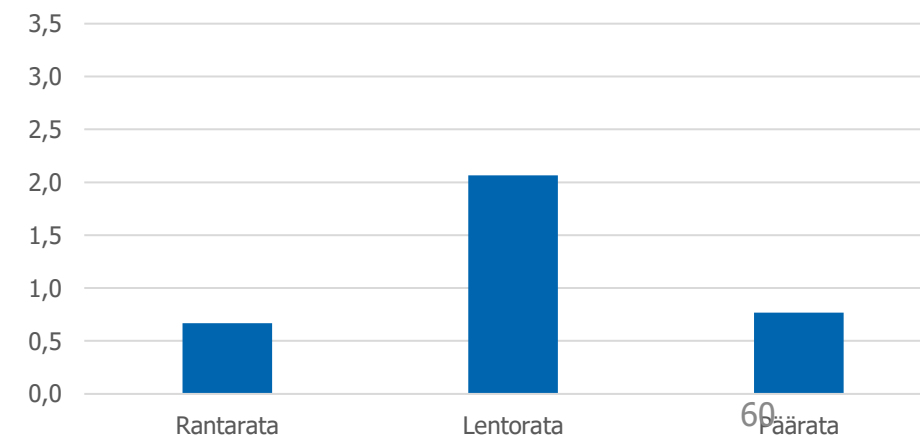
Aamuruuhka (klo 6:30–9)

- Samassa linjassa koko päivän liikenteeseen verrattuna. Lentoradan häiriöherkkyys hieman korostuu, mutta luvut eivät ole merkittävän suuria.
- Rantaradan ja Pääradan osalta suurin osa myöhästyvistä junista on alle minuutin myöhässä.

Pasilan asemalta myöhässä lähtevien junien OSUUS



Pasilan asemalta myöhässä lähtevän junan keskiviive (min) aamuruuhkassa



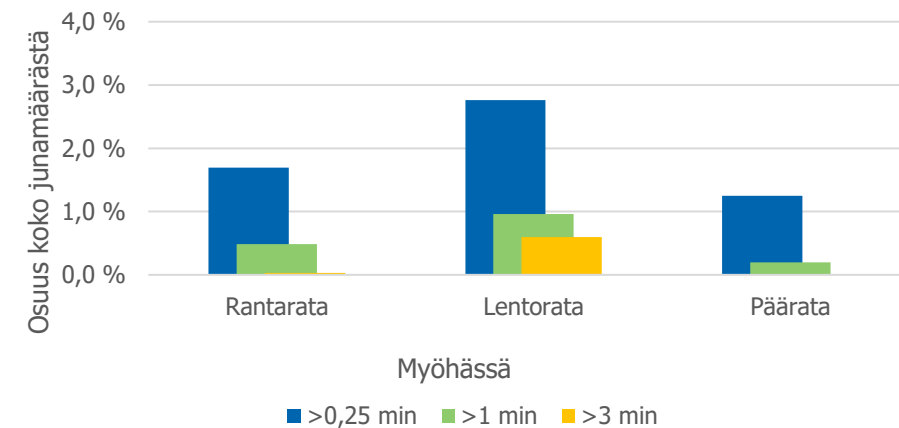
Maksimiliikenteen häiriösimulointi 3/6



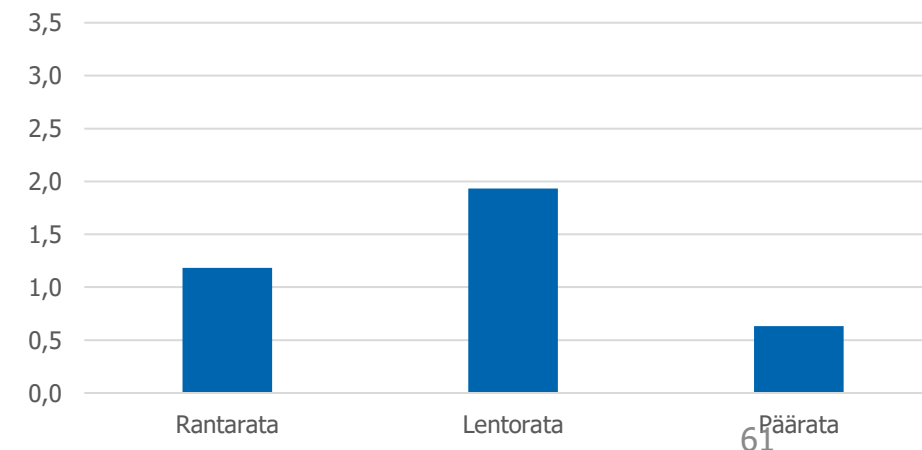
Iltaruuhka (klo 15–18)

- Samassa linjassa aamuruuhkan liikenteeseen verrattuna. Lentoradan häiriöherkkyys kuitenkin hieman parempi.
- Myöhästyvistä junista suurin osa on alle minuutin myöhässä

Pasilan asemalta myöhässä lähtevien junien OSUUS



Pasilan asemalta myöhässä lähtevän junan keskiviive (min) iltaruuhkassa

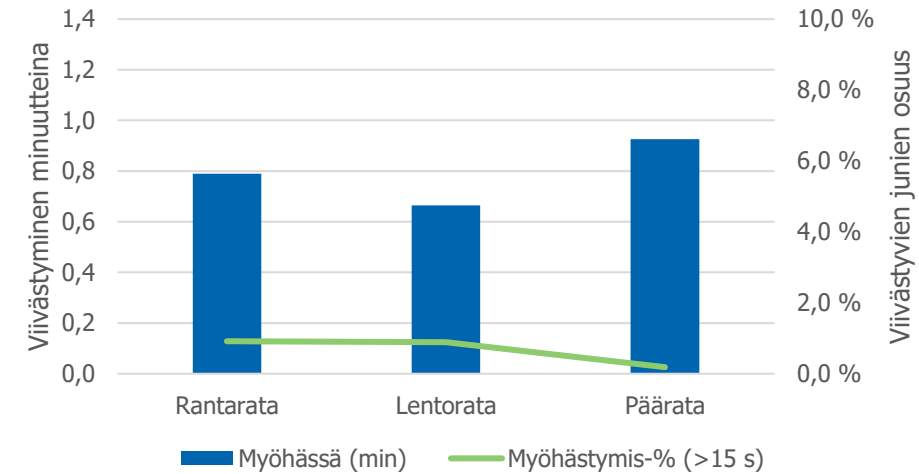


Maksimiliikenteen häiriösimulointi 4/6

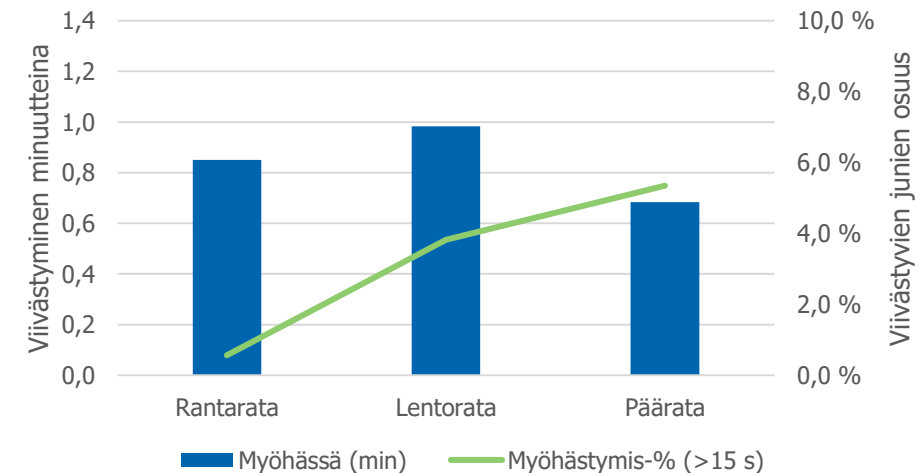
Helsinki–Pasila-välillä tapahtuvat viivästymiset saapuvalla ja lähtevällä liikenteellä

- Kuvaajissa esitetty vain ajon aikana aiheutuneet viiveet riippumatta siitä, onko juna lähtenyt ajoissa asemalta.
- Myöhästyvien junien osuus lähtevillä junilla erittäin pieni. Myöhässä tulevat saapuvat junat joutuvat jonkin verran vaihdekujilla odottamaan laiturille pääsyä Helsingin päässä, mikä selittää suuremman viivästyneiden osuuden.
- Keskiviiveet kuitenkin alle minuutin molemmissa tapauksissa, joten viivästymiset ovat kestoaltaan lyhyitä myös saapuvilla junilla.

Koko päivä, lähtevät junat



Koko päivä, saapuvat junat

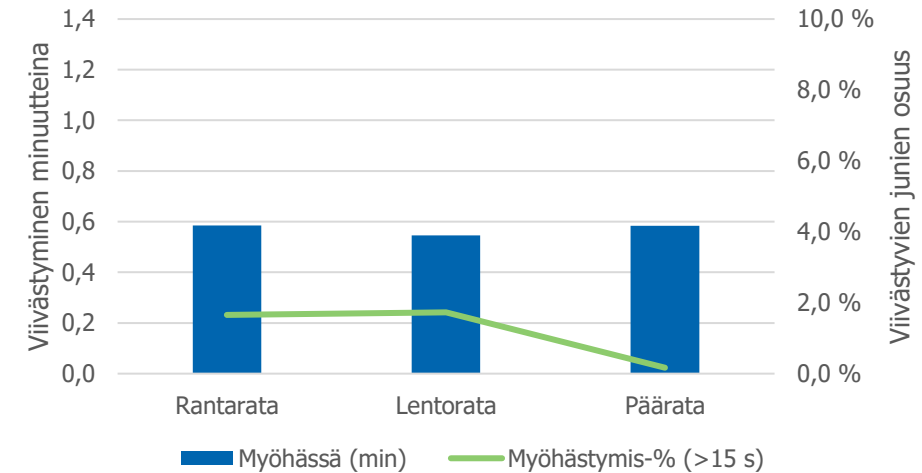


Maksimiliikenteen häiriösimulointi 5/6

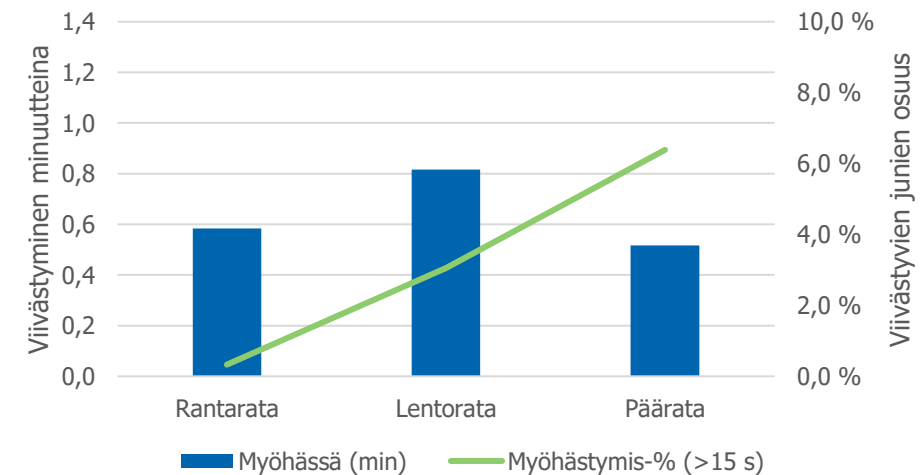
Helsinki–Pasila-välillä tapahtuvat **viivästymiset aamuruuhkan** (6:30-9) saapuvalla ja lähtevällä liikenteellä

- Kuvaajissa esitetty vain ajon aikana aiheutuneet viiveet riippumatta siitä, onko juna lähtenyt ajoissa asemalta.
- Vaihdekujista aiheutuvat odottelut korostuvat ruuhka-aikoina. Keskiviive on kuitenkin näillä alle minuutin, joten odottelusta ei aiheudu paljon haittaa eikä se tuki ratapihaa.

Aamuruuhka, lähtevät junat



Aamuruuhka, saapuvat junat



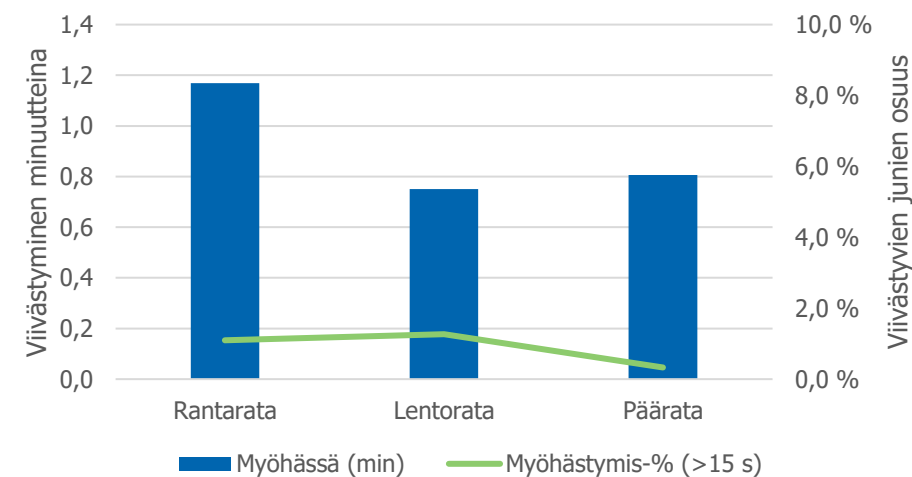
Maksimiliikenteen häiriösimulointi 6/6



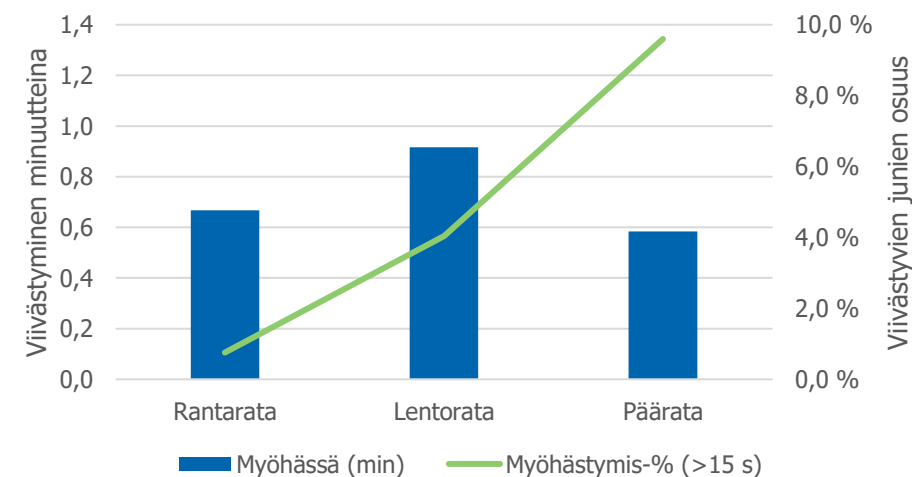
Helsinki–Pasila-välillä tapahtuvat **viivästymiset iltaruuhkan** (15–18) saapuvalla ja lähtevällä liikenteellä

- Kuvaajissa esitetty vain ajon aikana aiheutuneet viiveet riippumatta siitä, onko juna lähtenyt ajoissa asemalta
- Vaihdekujista aiheutuvat odottelut korostuvat ruuhka-aikoina. Keskiviive on kuitenkin näillä alle minuutin, joten odottelusta ei aiheudu paljon haittaa eikä se tuki ratapihaa.

Iltaruuhka, lähtevät junat



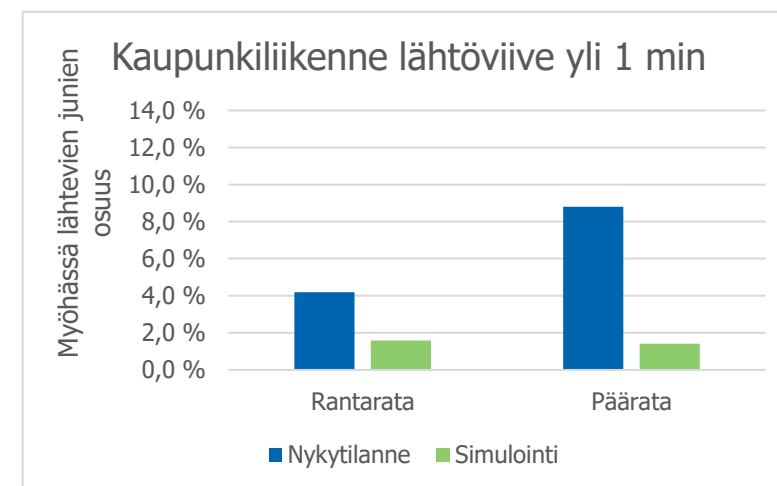
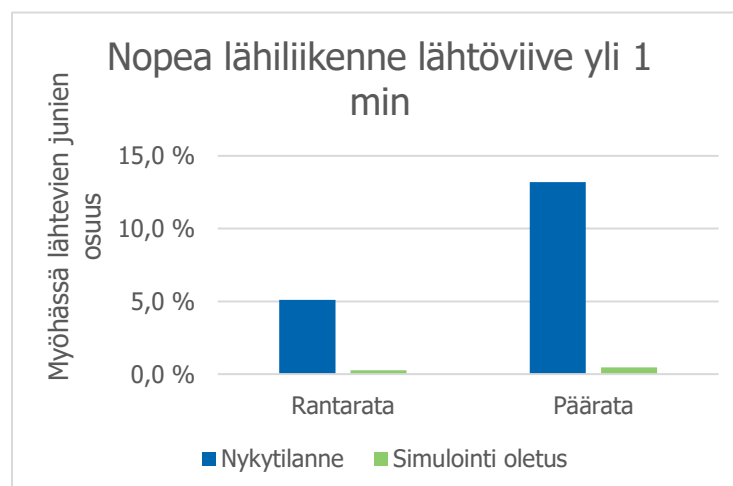
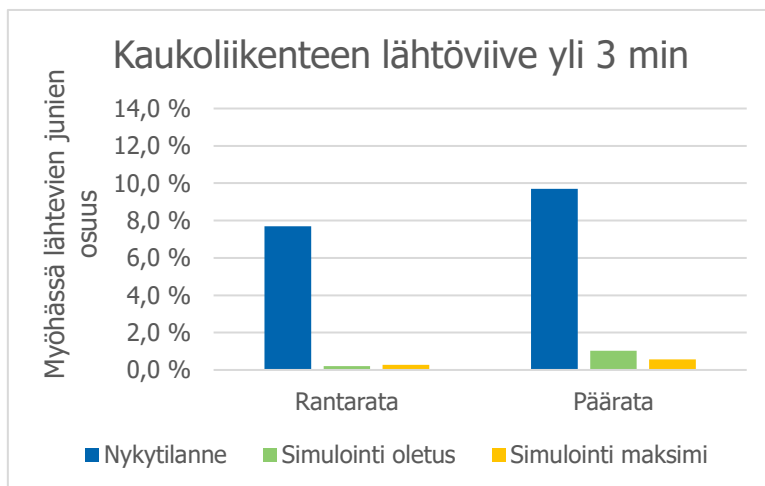
Iltaruuhka, saapuvat junat





Simulointitulosten vertailu nykytilanteeseen Perusskenaarion oletus- ja maksimiliikenne

Simulointitulosten vertailu nykyliikenteeseen



- Ylläolevissa graafeissa vertaillaan simulointitulosten mukaisia lähtevien junien viiveitä nykytilanteen myöhästymisten toteumaan. Vertailudata on asetinlaitteen rekisteröimä aineisto vuodelta 2019.
- Aineistot eivät ole täysin vertailukelpoisia keskenään, sillä:
 - Simulointityössä on käytössä Digiradan mukainen kulunvalvontajärjestelmä, joka hyvin toteutettuna parantaa huomattavasti ratapihan ja Helsinki-Pasila-välin toiminnallisuutta nykyiseen JKV-kulunvalvontaan verrattuna.
 - Vertailudata ei erottele myöhästymisten syitä. Simuloinnissa kaikkien lähtöviiveiden oletetaan käytännössä johtuvan muusta junaliikenteestä, sillä toimintatapojen muutosten oletetaan tekevän kalustosta tai matkustajista johtuvista lähtöviivästyksistä harvinaisia tulevaisuuden tilanteessa.
- Simulointitulosten nojalla ratapihan toiminta ei ole oletus- eikä maksimiliikenteessä merkittävä viivästymiseen vaikuttava tekijä, joten tulevaisuudessa kehittyneemmällä teknologioilla ja toimintatapojen muutoksilla on mahdollisuus saavuttaa nykyistä huomattavasti luotettavampi junaliikenteen täsmällisyys paljon nykyistä suuremmalla liikennemäärällä.



Pisara-skenaario: Kauko- ja nopea lähiliikenne simulointi

Pisara-skenaarion simulointi

- Pisara-skenaarioon ei vielä ole tehty simulointitarkastelua Helsingin ratapihaa käyttävän liikenteen osalta kaupunkijunien siirtyessä käyttämään Pisara-tunnelia.
- Koska sekä oletus- että maksimiliikenne mahtuivat perusskenaariossa Helsingin ratapihalle, kumpikin näistä mahtuu sinne myös Pisaran ollessa käytössä, koska ratapihalla olisi tällöin kuusi raidetta enemmän ja Helsinki–Pasila-välillä voitaisiin säilyttää keskimmäiset raiteet huoltoliikenteen käytössä kuten nykyisin.
- Simuloinnin avulla voidaan kuitenkin tutkia kapasiteetin lisäyksen merkitystä liikenteen häiriönsietokyvylle vertaamalla tuloksia perusskenaarion vastaavaan häiriösimulointiin.
- Joitakin maksimiliikenteen aikataulusuunnitteluun vaikuttaneista oletuksista voitaneen joustavoittaa, jos raiteistonkäyttöä jaetaan myös tyhjäksi jääville kaupunkiliikenteen raiteille Helsingissä.
- Tämä tarkastelu toteutetaan myöhemmin ja dokumentoidaan tämän työn loppuraportissa.



Väylävirasto
Trafikledsverket

Kaukoliikenne ja nopea lähiliikenne: Simulointitulosten yhteenveto

Johtopäätökset: Kaukoliikenne 1/2

Liikenteen toimivuus Helsingin ratapihalla perusskenaariossa

- Sekä oletus- että maksimiliikenne pystytään sovittamaan Helsingin ratapihalle ja Helsinki–Pasila-välille. Paikoitellen aikataulut on jouduttu tekemään tavoiteltua tiukemmin pelivaroin etenkin maksimiliikenteessä.
- Oletus- maksimiliikenne ovat kuitenkin häiriöherkkyydeltään samankaltaisia tavanomaisen, odotettavissa olevien liikenteen variaatioiden vaikutuksen alla. Joissain tilanteissa maksimiliikenne on tulosten perusteella jopa häiriöttömämpi, kuin oletusliikenne. Maksimiliikenne on kuitenkin suunniteltu erilaisella rakenteella, sen aikataulut muun muassa käyttävät kaikkia Helsingin ratapihan nykyisiä raiteita.
- Myöhästyvien junien osuudet ovat molemmilla liikennemäärillä maltillisia: myöhästymisprosentit vaihtelevat 2 % molemmin puolin ja myöhästyvien junien keskiviiveet ovat 2 minuutin suuruusluokkaa.
 - Aamu- ja iltaruuhkien aikana myöhästymiset ovat samaa suuruusluokkaa kuin koko päivän liikenteellä, joten erityisiä ongelmakohtia ei ruuhkaisinakaan aikoina simuloinneissa havaittu.
 - Helsingin ja Pasilan asemien välillä ei aikatauluihin synny suuria lisäviivästyksiä, vaan myöhässä olevat junat ovat enimmäkseen myöhässä jo ennen alueelle tuloa simuloiduista häiriöistä johtuen.
- Ratapihan kapasiteetti perusskenaarion oletusten vallitessa riittää hyvin sekä oletus- että maksimiliikenteen laajuiselle operoinnille.

Johtopäätökset: Kaukoliikenne 2/2

Liikenteen toimivuus ratapihalla Pisara-skenaariossa

- Pisara-skenaariossa Helsingin ratapihalla on käytössä enemmän raiteita liikenteelle. Koska maksimiliikenne mahtui operoimaan perusskenaariossa, se toimii myös Pisara-skenaariossa.
- Häiriönhallintaa ja ratapihan käytön jakamista Pisara-skenaariossa analysoidaan tämän työn myöhemmässä vaiheessa tarkemmin.

Infrastruktuurin lisävaatimukset

- Perusskenaarion toteutus vaatii Pasilan eteläpuolella raiteiden geometrian ja sijainnin muutoksia sekä muutaman uuden vaihteistoratkaisun nykyiseen rata-alueeseen. Näiden toteutusmahdollisuus on vahvistettu ratageometrisessä tarkastelussa. Muutokset on huomioitu simuloinneissa.
- Helsingin aseman puolen vaihteistossa ei kaukoliikenteen osalta ole välttämättömiä lisävaatimuksia. Kaupunkiliikenteen täysi erottaminen muusta liikenteestä vaatii yhden uuden vaihteen, jonka tarkkaa toteutuskohtaa ei ole vielä täysin tutkittu. Alustavassa katsannossa vaihteelle on kuitenkin tilaa ja se on oletettu simuloinnissa myös toteutetuksi.
- Jotta työssä tutkittu Helsinkiä käyttävä liikenne olisi kokonaisuutena mielekäs, on Riihimäki–Tampere-väli oltava 4-raiteista sekä oletus- että maksimiliikenteellä. Tämä on huomioitu Helsinkiin suunnitelluissa aikatauluissa.

6. Kaupunkiliikenteen eri vuorovälit

Kaupunkiliikenne



- Kaupunkiliikenteellä viitataan tässä työssä Helsingin seudun niin kutsuttuja kaupunkiraiteita käyttäviin junavuoroihin. Näillä raiteilla kulkee sekä nykyisin että työn perusskenaariossa kaksi erillistä linjaa.
- Työssä tutkitaan tarkemmin ratakapasiteettia ja sen riittävyyteen tarvittavia mahdollisia toimia tai oletuksia tilanteessa, jossa Pisaraa on tai ei ole toteutettu.
- Työssä tarkastellaan linjakohtaisia 7,5 minuutin, 6 minuutin ja 5 minuutin vuorovälejä. Koska linjoja on kaupunkiraiteilla kaksi, niin Helsinki–Pasila-välin kaupunkirateilla kulkisi junia 3,75 minuutin, 3 minuutin tai 2,5 minuutin välein.



Väylävirasto
Trafikledsverket

Kaupunkiliikenne perusskenaariossa

Tausta



- Työssä on tutkittu myös kaupunkiliikenteen tihentämisen mahdollisuuksia erillisinä simulaatiotarkasteluina. Perusskenaarion infrastruktuurioletuksien lisäksi huomioidaan mahdollisuus rakentaa kaupunkiraiteille uusi puolenvaihtopaikka, jota junien reitittämisessä Helsingin ratapihalla voisi hyödyntää.
- Perusskenaarion osana tehtiin 3,75 minuutin vuoroväleihin perustuva simulointi perusskenaarion oletuksien infrastruktuurin osalta.
- Erillisenä tarkasteluna on tässä luvussa tutkittu myös 3 ja 2,5 minuutin kaupunkiliikenteen vuorovälejä sillä oletuksella, että Helsingin ratapihalla voidaan toteuttaa uusia vaihdejärjestelyitä ja hyödyntää dynaamista, automaattista liikenteenohjausta reittien valinnan suhteen liikennetilanteen mukaan.
- Eri vuoroväleille haettiin perussimuloinnin keinoin sopivaa aikataulumallia yhdessä puolenvaihtopaikan sijoittumisen kanssa. Parhaita sijainteja lisäinfrastruktuurille haettiin ensin teoreettisella tarkastelulla ja sen jälkeen iteratiivisesti perussimuloinnin tuloksia hyödyntäen.
- Häiriösimuloinneilla tutkittiin, mitä vaikutuksia lisäratkaisuilla on erilaisilla liikenteen variaatioilla. Vertailun vuoksi vastaavat simuloinnit tehtiin myös tilanteissa, joissa kehitetympää liikenteenohjausratkaisua ei ole käytössä.
 - Mallinnetut myöhästymiset eivät ylittäneet vuoroväliä, koska tällaisessa tilanteessa olisi usein seurauksena kerrannaisvaikutuksia, joita ei voitu huomioida riittävästi mallin rajallisuuden vuoksi.

Älykäs liikenteenohjaus ja junien reititys



- Perusskenaarioiden tiheissä vuoroväleissä tavoitteena oli tutkia mahdollisuutta reitittää junia dynaamisesti liikennetilanteen mukaan siten, että aikatauluja rajoittavia rakenteita voitaisiin helpottaa.
- Pääkohteena oli niin sanottu **ristiinajo**. Tämä tarkoittaa tilannetta, jossa Helsingin asemalta lähtevä ja sinne saapuva juna joutuvat lähtö- ja saapumisraiteidensa vuoksi ajamaan toistensa reittien yli. Nykyisellään vältetään aikataulurakenteita, joissa tämä ylitys tapahtuisi todennäköisesti yhtä aikaa (mikä ei ole mahdollista, vaan toinen juna joutuu tällöin odottamaan ja jäämään siten jälkeen aikataulustaan).
- Tavoitteena on etsiä tiheille vuoroväleille sopiva uusi puolenvaihtopaikka kummallakin puolella Helsingin asemaa, jotta ristiinajotilanteiden haitta voitaisiin minimoida vaihtamalla tarvittaessa raiteita Helsingin pään varsinaisen vaihdekujan pohjoispuolella.
- Puolenvaihtopaikan hyödyntämiseen käytetään simulaatioissa algoritmia, joka ennustaa liikenteen tulevaa kulkua ja pyrkii tunnistamaan mahdollisen konfliktitilanteen odottavan Helsingin pään vaihdekujissa. Tuloksena algoritmi määrittelee junien reitityksen perille tarvittaessa uutta puolenvaihtopaikkaa käyttämällä ristiinajotilanteen viivehaittojen minimoimiseksi.
- Häiriösimuloinnissa variaatiot kohdistettiin ristiinajotilanteiden ratkaisuihin vaikuttaviin juniin, jotta saadaan eriteltyä nimenomaan älykkään liikenteenohjauksen ratkaisumahdollisuuden vaikutusta.
 - Tuloksissa ei huomioida viivästyksiä samassa laajuudessa ja monimutkaisuudessa kuin vaikka oletusliikenteen tapauksessa, koska erilaisten myöhästymisten keskinäinen vuorovaikutus vaikuttaa tilanteisiin. Rajauksella on pyritty periaatteessa tutkimaan huonoimpia tapauksia sillä oletuksella, että junien liikenteestä riippumaton lähtötäsmällisyys Helsingin asemalta on kaikin keinoin maksimoitu.

Perusskenaario: 3,75 min vuoroväli

- 3,75 minuutin vuoroväleillä saavutettiin perusskenaarion osana tulos, jolla liikenne on varsin toimivaa. Joskin ristiinajotilanteiden viiveistä kärsivillä junilla on odotetusti kohonnut myöhästymisriski lähtiessä. Tämä riski realisoituu kuitenkin lähtevän junan viiveiksi vain, jos tilanteeseen saapuva junan myöhästyminen on minuutin luokkaa.
- Tasalähtöinen aikataulurakenne on raideosuuksien varausten näkökulmasta tavoitetasolla ilman vaihteiston kehittämistäkin lukuun ottamatta Helsingin aseman länsipuolen raiteiden varausvälejä, jotka ovat niukemmat.
- Työssä tarkastellaan myöhemmin voidaanko myös 3,75 minuutin vuorovälin ristiinajotilanteiden myöhästymisriskiä vähentää kehitetyllä vaihteistolla ja älykkäällä ohjauksella.

Perusskenaario: 3 min vuoroväli

- Älykkään ristiinajotarkastelun tuloksena saatiin haarukoitua liikenteellisesti soveltuva puolenvaihtopaikka ratapihan kummallekin puolelle.
 - Itäpuolella vaihteet sijaitsevat ratakilometrivelillä 1+050 ja 1+150
 - Länsipuolella vaihteet sijaitsevat ratakilometrivelillä 1+060 ja 1+160
- Kummallakin puolella siirryttiin älykkään ohjauksen sovelluksessa lähtevien ja saapuvien junien tahdistukseen puolen vuorovälin välein. Tämän seurauksena junien kääntöaika on puolitoista vuoroväliä. Junien varausvälit heikkenevät kuitenkin huomattavasti yhtäaikaisin lähdöin ja saapumisin, etenkin länsipuolella ratapihaa. Sikäli häiriöherkkyys kokonaisuutena puoltaa eriaikaista tahdistusta.
- Itäpuolella perussimuloinnilla saavutettiin kohtuullinen tulos, jossa aikataulun mukainen liikennöinti noin 15 sekunnin variaatiovaralla voi käyttää lähes häiriöttömästi uutta raiteenvaihtopaikkaa tarvittaessa.
 - Ristiinajopäätös hidastaa lähtevää junaa noin 10 sekuntia, mikä ei ole ongelma huomioiden aikataulun pelivarat
- Länsipuolella saadaan jopa hiukan parempi, hieman yli 20 sekunnin variaatiovara. Tässä tapauksessa raiteenvaihdon suoritus ei yksistään aiheuta mitään viiveitä, koska nopeusrajoitukset eivät ole vielä nousseet alueella.
- Aikataulut on rakennettu siten, että ristiinajotilanne aiheutuu tyypillisesti:
 - Itäpuolella raiteelta 1 lähtevien ja raiteelle 3 saapuvien junien välillä
 - Länsipuolella raiteelta 17 lähtevien ja raiteelle 19 saapuvien junien välillä

Perusskenaario: 3 min vuoroväli

- Häiriösimuloinnissa on varioitu ristiinajopäätökseen vaikuttavan saapuvan junan myöhästymistä.
- Tulosten perustella kehitetyn vaihderatkaisun ja älykäs liikenteenohjaus tuottaa molemmilla puolilla ratapihaa toimivia päätöksiä.
- Itäpuolella myös vaihtoehtoinen aikataulurakenne toimii vielä 3 minuutin vuoroväleillä yhtä hyvin ristiinajotilanteiden kannalta. Vaihtoehtoisessa aikataulussa on kuitenkin muutoin riskipitoisempi rakenne.
- Taulukoissa on verrattu kehitettyä vaihderatkaisua vastaavaan aikatauluun ilman vaihderatkaisua, ja toiseen aikataulurakenteeseen, joka välttää säännöllisiä ristiinajoja.

Ristiinajotilanne, Junaviiveet itä	Kehitetty vaihteisto	Vertailuvaihtoehto, Ei inframuutoksia	Vaihtoehtoinen aikataulu
Lähtevät junat, raide 1	6 %	24 %	4 %
Saapuvat junat, raide 3	1 %	15 %	6 %
Ristiinajotilanne, Junaviiveet länsi	Kehitetty vaihteisto	Vertailuvaihtoehto, Ei inframuutoksia	Vaihtoehtoinen aikataulu
Lähtevät junat, raide 17	6 %	29 %	21 %
Saapuvat junat, raide 19	16 %	16 %	12 %

Taulukko: Junien simulaatiotarkasteluissa havaittu myöhästymistodennäköisyys ristiinajotilannetta ratkaistaessa.

Perusskenaario: 2,5 min vuoroväli

- Älykkään ristiinajotarkastelun tuloksena saatiin haarukoitua liikenteellisesti soveltuvain puolenvaihtopaikka ratapihan itäpuolelle välille 1+000 ja 1+100. Tällöin käytetään eri tahtiin sovitettuja tulo- ja lähtöaikoja kuten 3 minuutin vuorovälin tapauksessakin.
- Itäpuolen ratkaisulla variaatiovarat käyvät silti jo melko pieniksi. Lyhimmillään raideosuuksien varauksien välillä on vain 3 sekunnin pituisia pelivaroja ristiinajotilanteeseen liittyvien junien kesken. Häiriöherkkyyden voi yleisesti arvioida kohonneen. Liikennetäyttö on altis pienille myöhästymisille, koska varausvälit ovat jatkuvasti hyvin lyhyitä. Kuitenkin aikataulussa ajava liikenne ei käytännössä koe ylimääräistä viivettä.
- Länsipuolelle ei vastaavaa paikkaa löytynyt. Länsipuolen vaihteisto on liian etäällä ja liian laava, jotta 2,5 minuutin vuoroväleillä olisi voinut löytää puolenvaihtopaikan, joka toimisi sujuvasti ja järkevästi aikataulunmukaisen liikenteen kanssa. Sen sijaan tutkittiin toisenlaista vaihtoehtoa, jossa laiturien lähelle lisätään yksi vaihde ja näin vähennetään saman raiteen käytön ruuhkaisuutta. Tämä ratkaisu tukee kuitenkin huonosti ristiinajon jouhevoittamista.
- Kaikissa vaihtoehtoissa oletetaan, että Pasilan asema-aika saadaan lyhennettyä normaalitilanteessa noin 30 sekunnin tuntumaan. Muutoin Pasilan käytännöllinen kapasiteetti ylittyy ja liikenne on vaarassa sakkautua helposti, jolloin ristiinajojen toimivuuden kehittäminen olisi merkityksellistä.
- Aikataulut on rakennettu siten, että ristiinajotilanne aiheutuu tyypillisesti:
 - Itäpuolella raiteelta 1 lähtevien ja raiteelle 3 saapuvien junien välillä
 - Länsipuolella raiteelta 17 lähtevien ja raiteelle 19 saapuvien junien välillä

Perusskenaario: 2,5 min vuoroväli

- Häiriösimuloinnissa on varioitu ristiinajotilanteeseen vaikuttavan saapuvan junan myöhästymistä.
- Tulosten perustella kehitetty vaihderatkaisu on toteutuskelpoinen itäpuolella. Länsipuolelle on esitetty erilaista vaihderatkaisua ja vaihtoehtoista aikataulua, koska alkuperäistä vaihteistonkehitysratkaisua ei ollut.
- 2,5 minuutin vuorovälin toteuttaminen länsipuoliselle raiteistolle vaatii isompia raiteistomuutoksia älykkään ohjauksen soveltamisesta riippumatta. Lisäksi on huomattava, että Pasilan pysähdysten lyhentäminen luotettavasti on tarpeellista kummallakin puolella.
- Alla olevassa taulukossa on verrattu kehitettyä vaihderatkaisua vastaavaan aikatauluun ilman vaihderatkaisua, ja toiseen aikataulurakenteeseen, joka välttää säännöllisiä ristiinajoja.

Ristiinajotilanne: Junaviiveet itäpuoli	Kehitetty vaihteisto ja älykäs ohjaus	Vertailuvaihtoehto, ei inframuutoksia	Vaihtoehtoaikataulu, ei inframuutoksia
Lähtevät junat, raide 1	11 %	32 %	Ei kelvollinen
Saapuvat junat, raide 3	17 %	18 %	Ei kelvollinen
Ristiinajotilanne: Junaviiveet länsi	Uusi laiturin pään vaihde ja vaihtoehtoinen aikataulu	Vertailuvaihtoehto, ei inframuutoksia	Vaihtoehtoaikataulu, ei inframuutoksia
Lähtevät junat, raide 17	28 %	42 %	Ei kelvollinen
Saapuvat junat, raide 19	9 %	28 %	Ei kelvollinen

Taulukko: Junien simulaatiotarkasteluissa havaittu myöhästymistodennäköisyys ristiinajotilannetta ratkaistaessa.



Väylävirasto
Trafikledsverket

Kaupunkiliikenne Pisara-skenaariossa

Tausta

- Pisara-skenaariossa kaupunkiliikenne ohjataan Pasilan eteläpuolella Pisaraksi kutsuttuun tunneliin, jonka varrella on kolme kaupunkiasemaa maan alla. Tällöin Pisara+ -selvityksen mukaisesti nykyisen Kehäradan liikenne muuttuisi ympyrälinjaksi ja Espoon sekä Keravan lähiliikenne yhdistyisivät toiseksi pitkäksi linjaksi. Helsinki ei enää toimisi kaupunkiliikenteen junien pääteasemana.
- Pisara-skenaariossa kaupunkiliikenteen tiheitä vuorovälejä on tutkittu aikataulurakenteen laadun näkökulmasta perussimuloinnin keinoin. Varsinaisia häiriösimulointeja ei tehty näin rajatussa mallissa, koska verkostollisten vaikutusten merkitys korostuu ympyrälinjoilla. Häiriömallinnus jäisi myös Helsingin päässä vajavaiseksi, eikä tuloksista voisi tehdä koko liikenteen laatua koskevia päätelmiä riittävän hyvin.
- Pisan simuloitumallin infrastruktuuri perustuu vuoden 2015 ratasuunnitelmaan. Tämän päälle on suunniteltu ETCS-kulunvalvonnan sijoittelu.
- Mallilla toteutettiin erilaisia liikennejärjestelyjen ja turvalaitetoiminnan variaatioita, ja etsittiin kullakin vuorovälillä parasta toimintamallia, joka takaisi mahdollisimman hyvän aikataulurakenteen mahdollisimman suurella variaatiovaralla. Aikataulurakenteen hyvyttä arvioitiin kolmella osa-alueella:
 - simulaatiomallin alueella saavutettavan lyhyimmän raideosuuksien varausvälin kautta (variaatiovara),
 - yksinkertaisella myöhästymisanalyysillä, jolla arvioitiin pienten myöhästymisten välitöntä heijastusvaikutusta tiukimmilla kohdilla,
 - suhteuttamalla tunneliosuuden ajoajat myös Pisara+ -selvityksen mukaiseen tavoitteelliseen aikataulu- ja liikennöintimalliin ja arvioimalla linjojen liikennöitävyyden laatua ja asiakaspalvelun näkökulmaa kaupunkilinjoilla.

Perussimuloinnin tarkastelukohteet

- Tarkastelut sisälsivät seuraavia infraan ja liikenteenhoitoon liittyviä variaatioita, joilla haettiin kapasiteetin parannusta Pisara-osuudella ja kaupunkiraiteilla Pasilassa:
 - Nopeusrajoitusten sijainnin muutoksia: nopeusrajoitusten alkamista siirrettiin Pasilassa tarvittaessa, jotta ETCS-järjestelmän toiminta ei rajoita teoreettista kapasiteettia turhaan.
 - Asetinlaitteen toiminnan periaatteet Pisara-aseilla: asemien lähtöopastimen näyttämä opaste suhteessa ETCS-sijoitteluun vaikuttaa monimutkaisesti siihen millaiset asemien raideosuuksien varausajat ovat. Pyrkimys oli löytää sekä varausvälin että varausajan minimoiva ratkaisu.
 - Koko tunneliosuuden aikataulunmukainen nopeus: ratasuunnitelmassa tunneli on mitoitettu 80 km/h nopeudelle. Tiheillä vuoroväleillä ja asemapysähdyksillä saavutettiin 60 km/h nopeustasolla osin merkitsevääkin kapasiteettietua. Tämä myös toimi lähtökohtaisesti hyvin kaupunkilinjojen suunniteltuun kokonaisaikatauluun nähden. Toisaalta Pasilan pohjoispuolinen ajoaika määriteltiin vakiona, koska parempaa lähtötietoa ei ollut ja liikennettä ei siellä simuloinein tutkittu tässä työssä.
- Aikataulut kaupunkilinjoille laadittiin eri simulaatioskenaarioiden pohjalta. Vahvimpia operointimalleja ja vaihtoehtoja on analysoitu jo tässä raportissa aikataulusuunnittelun osiossa, joissa peilataan linjojen kokonaistoimivuutta.
- Vuorovälien tarkastelujen ominaispiirteet ja tärkeimmät huomiot on nostettu tarkemmin esiin seuraavilla kalvoilla vertaillen toteutusta perusskenaarion vastaaviin perus- ja häiriösimulointien tarkastelutuloksiin.



Väylävirasto
Trafikledsverket

Kaupunkiliikenne: Johtopäätökset eri skenaarioiden välillä

Johtopäätökset: Kaupunkiliikenne 1/3

Perusskenaarion yleiset huomiot

- Riskipitoisin paikka myöhästymisille on noin joka kolmannella junaparilla, joilla on tarve ajaa ristiin toistensa kanssa Helsingin ratapihalla. Häiriöanalyysit keskittyivät työssä tähän problematiikkaan.
- Työssä tutkittiin mahdollisuutta lieventää ristiinajotilanteiden häiriövaikutusta ylimääräisellä vaihdeparilla. Uuden vaihdeparin käyttäminen ristiinajotilanteiden helpottamiseksi oli häiriövaikutuksiltaan parempi, tai vähintään yhtä hyvä kuin ratkaisu ilman vaihdeparia. Lisäksi aikataulunmukaiset pelivarat olivat ristiinajoratkaisulla kokonaisuudessaan suurempia kuin ilman niitä.
- Ristiinajoa helpottavien infraratkaisuiden toteutusedellytyksiä ratageometrisen tarkastelun kautta ei kuitenkaan ole vielä tässä vaiheessa työtä tehty.

Pisara-skenaarion yleiset huomiot

- Tarkasteluissa päädyttiin käyttämään 60 km/h aikataulunmukaista nopeutta tunneliosuudella, koska tämä paransi kapasiteettia kulunvalvonnan vaatiman suhteellisesti lyhyemmän jarrutusmatkan vuoksi. Lisäksi tällä olettamalla oli positiivinen vaikutus Pisara+ -selvityksen mukaiseen 75 minuutin kierrosaikaan ympyrälinjalla Kehäradan ja Pisaran kautta. Tämä tuo myös lisää pelivaraa, koska tunneli on suunnitelmassa kuitenkin mitoitettu nopeudelle 80 km/h.
- Häiriöanalyysi Pisaran liikenteelle on rajallinen. Varsinaisia laajempia häiriösimulointeja ei tehty, koska mallin rajatun alueen vuoksi heijastusvaikutusten laajempi arviointi olisi epäluotettavaa ilman koko ympyrälinjan liikenteen simulointia.

Johtopäätökset: Kaupunkiliikenne 2/3

3,75 minuutin vuoroväli

- Ilman Pisaraa voidaan vuoroväli toteuttaa ratapihalla nykyisenkaltaisesti 3:a raidetta käyttäen puolittain. Ilman ristiinajoa helpottavia toimenpiteitä tavanomaiset saapuvien junien myöhästymistilanteet heijastuvat muutamaa prosenttiin lähtevistä junista. Selvästi suurin osa myöhästymisistä on kuitenkin alle minuutin luokkaa. Ristiinajoa helpottavat toimenpiteet eivät siten ole välttämättömiä.
- Pisaraa käytettäessä liikennöinti on Pasilan eteläpuolella tavoitellun mukaista: raideosuuksien varausvälit ovat yli minuutin ja aikataulu kestää pienet yksittäiset myöhästymiset häiriintymättä. Alle kahden minuutin myöhästymiset eivät heijastu taaksepäin.

3 minuutin vuoroväli

- Ilman Pisaraa aikataulunmukainen liikenne saadaan puolittain hyvin rakennettua soveltamalla vuorotahtista junien lähtöä ja saapumista, sekä rakentamalla uusi vaihdepari, joka helpottaa ristiinajotilanteiden riskiä viiveiden kertymiseen. Ristiinajotilanteista aiheutuu riski muutaman prosentin myöhästymisille, mutta keskimääräinen vaikutus viivästykseen Pasilassa on puolen minuutin luokkaa. Pasilan asema-aika aiheuttaa riskin yli minuutin myöhästymisten heijastumisesta taaksepäin. Riski on suurempi länsipuolella, jossa pelivara Helsinkiin ajettaessa on pienempi odotetuilla ajoajoilla. Mahdollisuuksia Pasilan asema-ajan lyhentämiseen nykyisestä on hyvä tutkia, joskaan se ei näytä välttämättömältä.
- Pisara-tunneliin saadaan rakennettua 3 minuutin vuorovälillä aikataulunmukainen tasainen liikenne. Keskustan asema on pullonkaulapaikka otaksuttavasti pisimmän (1 minuutti) pysähdysajan vuoksi. Tämä aiheuttaa jo minuutin myöhästymisellä pienen heijastevaikutuksen taaksepäin. Tunnelin ajo-osuuksilla voidaan silti ottaa aikataulua maltillisesti kiinni, joten tavanomaiset variaatiot eivät todennäköisesti häiritse pitkään tunneliosuuden ajoa.

Johtopäätökset: Kaupunkiliikenne 3/3



2,5 minuutin vuoroväli

- Perusskenaariossa aikataulun pelivaratavoitteiden saavuttamiseksi Pasilan pysähdysasen aika olisi saatava pudotettua noin 30 sekunnin tuntumaan, mikä vaatii todennäköisesti kaluston kehittämistä, mikäli matkustajamäärät olisivat nykyisellä tasolla vuoroa kohden tätä vuoroväliä liikennöitäessä. Itäpuolella vaaditaan uusi puolenvaihtopaikka ristiinajotilanteiden helpottamiseksi.

Ristiinajotilanteet aiheuttavat kuitenkin noin 10 %:lle niihin osallisista junista lähtöviiveitä, jotka ovat keskimäärin hieman yli puolen minuutin luokkaa Pasilassa.

Länsipuolella ei ole mahdollista rakentaa itäpuolen tapaan lisävaihdeparia ristiinajotilanteiden hoitoon. Tämä vaatisi läntisten vaihekujien laajempaa remonttia, jonka jälkeen voitaisiin todennäköisesti päästä samoihin tuloksiin kuin itäpuolella. Ilman laajempia muutoksia läntinen liikenne olisi liian häiriöherkkää 2,5 minuutin vuorovälin laadukkaaseen liikennöintiin, ja viivästysten heijastusvaikutukset olisivat jo varsin yleisiä.

- Pisara-skenaariossa 2,5 minuutin vuorovälin toteuttaminen liikennöitävyyden kannalta on haasteellista. Tarpeeksi pelivaraa sisältävä aikataulu vaatisi käytännössä kaikkien tunneliasemien ja Pasilan aseman pysähdysajan saamista noin 30 sekunnin tuntumaan. Tämän lisäksi pienillä häiriöillä on heijastumisriski. Nykyisessä Pisaran ratasuunnitelmassa on todettu, että tekniikan osalta 3 minuutin vuoroväli on mahdollinen. Tällöin ratasuunnitelmaa pitäisi tarkastella uudelleen ratatekniikan osalta, jos halutaan tavoitella Pasilan eteläpuolella tunnelissa 2,5 minuutin vuoroväliä.

7. Johtopäätökset, tulosten yhteenvedo ja työn eteneminen

Yhteenveto eri skenaarioiden tuloksista



	Kaukoliikenne & nopea lähiliikenne
Perusskenaario: Oletusliikenne	●
Perusskenaario: Maksimiliikenne	●
Pisara-skenaario: Maksimiliikenne	●

	Kaupunkiliikenne 3,75 min	Kaupunkiliikenne 3 min	Kaupunkiliikenne 2,5 min
Perusskenaario	●	1	2
Pisara-skenaario	●	3	●

- Mahdollinen
- 3 Häiriöherkempi kuin 3,75 min vuoroväli
- 1 Mahdollinen. Infraan tarvitaan kuitenkin vaihdemuutoksia, joiden toteutuskelpoisuus on vielä arvioimatta, mutta alustavassa katsannossa vaihteille on tilaa.
- 2 Mahdollinen, mutta infraan tarvitaan vaihdemuutoksia sekä länsipuolelle isompia ratamuutoksia ratakäytävän sisälle sekä 30 s pysähdysaika Pasilaan.
- Erittäin epätodennäköisesti mahdollinen, vaatii mm. todella lyhyitä pysähdysaikoja asemilla.

Tähän asti tarkastelluista skenaarioista kauko- ja nopea lähiliikenne -skenaariot on todettu aikataulusuunnittelun ja simulointien perusteella mahdollisiksi.

Kaupunkiliikenteessä tiheämmät vuorovälit, 3 ja 2,5 min, aiheuttavat jonkin verran mm. vaihdemuutoksia Helsinkiin. Näiden toteutuskelpoisuus tarkastellaan työssä myöhemmin.

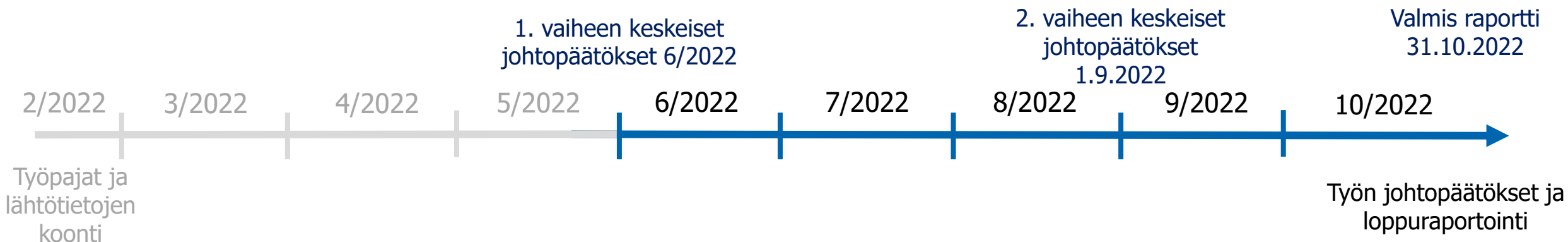
Pisara-skenaariossa 2,5 minuutin vuoroväli edellyttää alle 30 sekunnin asema-aikoja tunneliasemilla, mitä ei todennäköisesti ole mahdollista saavuttaa. 3 minuutin vuoroväli Pesaraskaariossa on häiriöherkkä.

Pisaran lenkin matka-aika (Pasilasta Pasilaan) on n. 13,5–16 min liikenteen tiheydestä riippuen. Tämä on ratasuunnitelmassa arvioitua aikaa (12 min) sekä nykyistä matka-aikaa pidempi.

Johtopäätökset

- Helsinki–Pasila-välin ja Helsingin ratapihan kapasiteettitarve ei perustele Pissararadan rakentamista edes häiriötilanteissa.
- Helsinki–Pasila-välin kapasiteetin varmistaminen edellyttää kuitenkin toimenpiteenä yksittäisiä vaihdemuutoksia ja geometriamuutoksia nykyisellä Helsingin ja Pasilan rautatiealueella. Käytännössä tämä on ainut Pissaralle vaihtoehtoinen inframuutostarve. Vaihdemuutokset ovat noin promillen luokkaa Pissaran investoinnista (Pissara+ kustannusarvio n. 1,5 mrd. €, ei sis. varikoiden kustannuksia)
- Tämän lisäksi tarvitaan joka tapauksessa, myös Pissararadan tilanteessa, seuraavat toimenpiteet:
 - Digiradan mukainen junakulunvalvonnan uusiminen (n. 2 mrd. € sis. koko Suomen kattavan hankkeen kustannusarvion)
 - Vanhan, jo elinkaarensa päässä olevan nopean lähiliikenteen junakaluston korvausinvestointi
 - Lähiliikenteen varikkokokonaisuus (tarvitaan myös Pissararadan tilanteessa) (n. 300–400 M€)
- ➔ Näillä toimenpiteillä rataverkon pullonkaula ei ole Helsinki–Pasila-välillä eikä Helsingin ratapihalla silloinkaan, kun Lentorata, Suomirata ja Turun tunnin juna on rakennettu.
- Työssä on hyödynnetty lähtökohtana uusimman teknologian mahdollistamia hyötyjä.
- Lisäksi tässä työssä selvitetään vielä:
 - Kapasiteettitarkastelu ilman uusia lähiliikenteen varikoita
 - 3 ja 2,5 min vuorovälien vaihdemuutosten toteutettavuustarkastelut

Työn eteneminen



NYT TEHDYT TARKASTELUT:

Aikataulusuunnittelu ja simuloinnit vaihe 1

- Liikennetarjonta ja aikataulurakenteet
- Nykytilan kuvaus
- Nykyinfra + Digirata-hankkeen mukainen moderni radiopohjainen kulunvalvonta ja liikenteen ohjaus sis. Pasilan laituriopastimia vastaavan toiminnallisuuden + Lentorata + varikkokokonaisuus
- Helsingin kaupunkiraiteiden vaihteiston kehittäminen ja älykäs ohjaus (3 ja 2,5 minuutin vuorovälit)
- Pisararata

SEURAAVASSA VAIHEESSA TEHTÄVÄT TARKASTELUT:

Aikataulusuunnittelu ja simuloinnit vaihe 2

- Kaupunkiraiteiden vaihteiston kehittäminen ja älykkään ohjauksen mahdollisuudet 3,75 minuutin vuorovälillä:
 - tarkastelujen mahdolliset tarpeelliset laajennukset ja ratageometriset tarkastelut vaihteistoehdotuksille
 - Pisara-skenaarion kaukoliikenteen simuloinnit
- Varikkosiirtojen vaikutus ratapihan kapasiteettiin ilman oletusta uusista kaupunkiliikenteen varikoista

Lähteet



- Väylävirasto 2020: Helsinki–Turku-käytävän junaliikenteen matkustusennusteet ja liikennöintimallien vertailu
- Väylävirasto 2020: Lähijunaliikennealueen varikkoselvitys
- Väylävirasto 2019: Pisara+ -liikenteellinen toimenpideselvitys
- Väylävirasto 2019: ERTMS/ETCS level 2 benefits on the city lines of the Helsinki region
- Liikennevirasto 2018: Lentoradan liikenteellinen selvitys ja kustannusarvio
- Liikennevirasto 2010: Lentoaseman kaukoliikennenerata, ratayhteys selvitys