

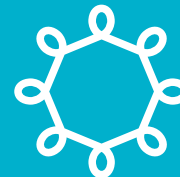


Vöylävirasto
Trafikledsverket

Helsinki–Pasila kapasiteettiselvitys

Väli­raportti, tiivistelmä 6/2022

Proxion Plan Oy



Sisällysluettelo

1. Työn tausta, infrastruktuuri ja skenaariot
2. Junamäärät
3. Aikataulusuunnittelu
 - Käytetyt oletukset
 - Aikataulusuunnittelun tulokset eri skenaarioissa
 - Raiteistonkäyttö
4. Simulointi
 - Käytetyt oletukset
 - Simuloinnin tulokset eri skenaarioissa
5. Kaupunkiliikenteen eri vuorovälit
 - Eri vuorovälien johtopäätökset
6. 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 alkuvaiheita 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 (l. Helsinki–Pasila-välillä 3,75 min, 3 min ja 2,5 min junavälit). Tarkasteltavana myös mahdollisuus rakentaa kaupunkiraitteille 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*

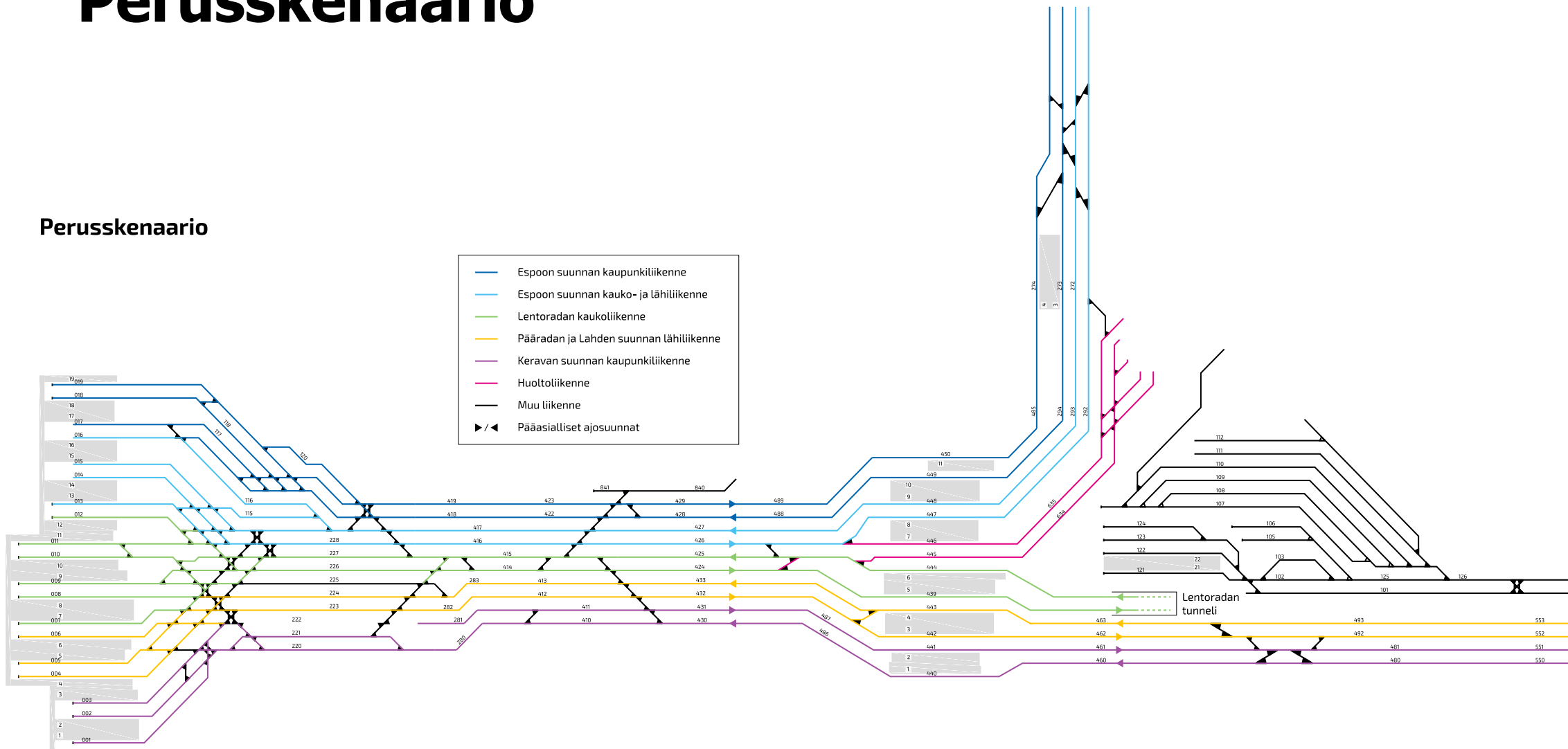
Toteutetuksi oletetut toimenpiteet

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)
- Espoon kaupunkirata (ratasuunnitelman mukaisesti)

Raiteisto Helsinki–Pasila-välillä Perusskenaario

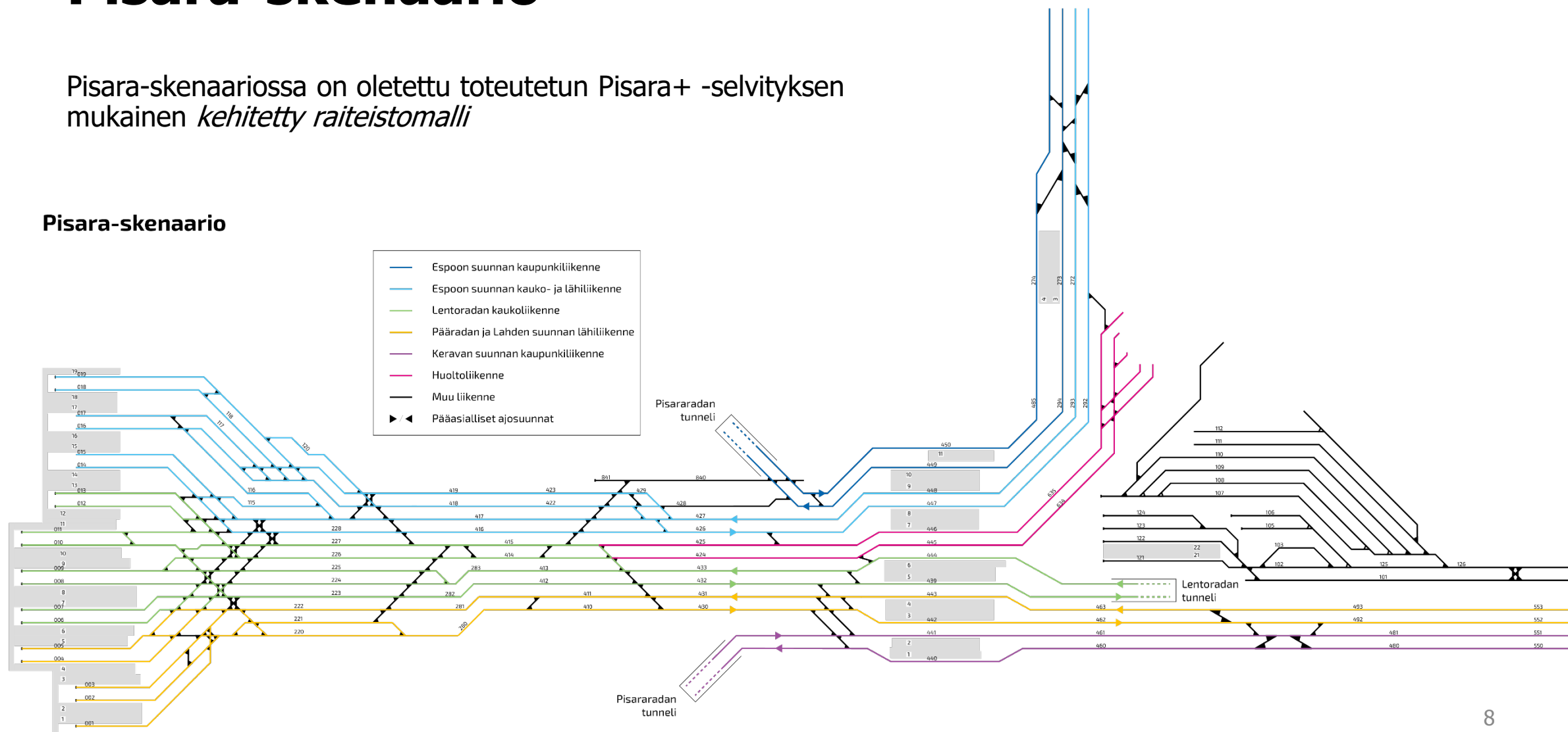
Perusskenaario



Raiteisto Helsinki–Pasila-välillä Pisara-skenaario

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

Pisara-skenaario



2. 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 junamääräarviot, eli oletettu tulevaisuudessa kehittyvä mahdollinen junamäärä kullakin yhteysvälillä.
- Lisäksi on määritelty ns. maksimiliikenne, jossa on pyritty tunnistamaan realistinen maksimaalinen junatarjonta huomioimalla 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.

Kauko- ja nopean lähiliikenteen tunnittaiset junamäärät yhteenvedona



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 6 junaa pääradalle (+ 1 yöjuna)	2 Express-junaa 1 välinopea IC 1 hidas IC 1 lähijuna (1 yöjuna)	5 junaa Lentoradalle + 1 Allegro 6 junaa pääradalle (+ 1 yöjuna)
Helsinki– Järvenpää– Riihimäki	2 lähijunaa Riihimäelle, joista 1 Tampereelle asti		4 lähijunaa Järvenpäähän, joista 2 Riihimäelle asti		4 lähijunaa Järvenpäähän, joista 2 Riihimäelle asti	
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		22 + yöjuna

3. Aikataulusuunnittelu

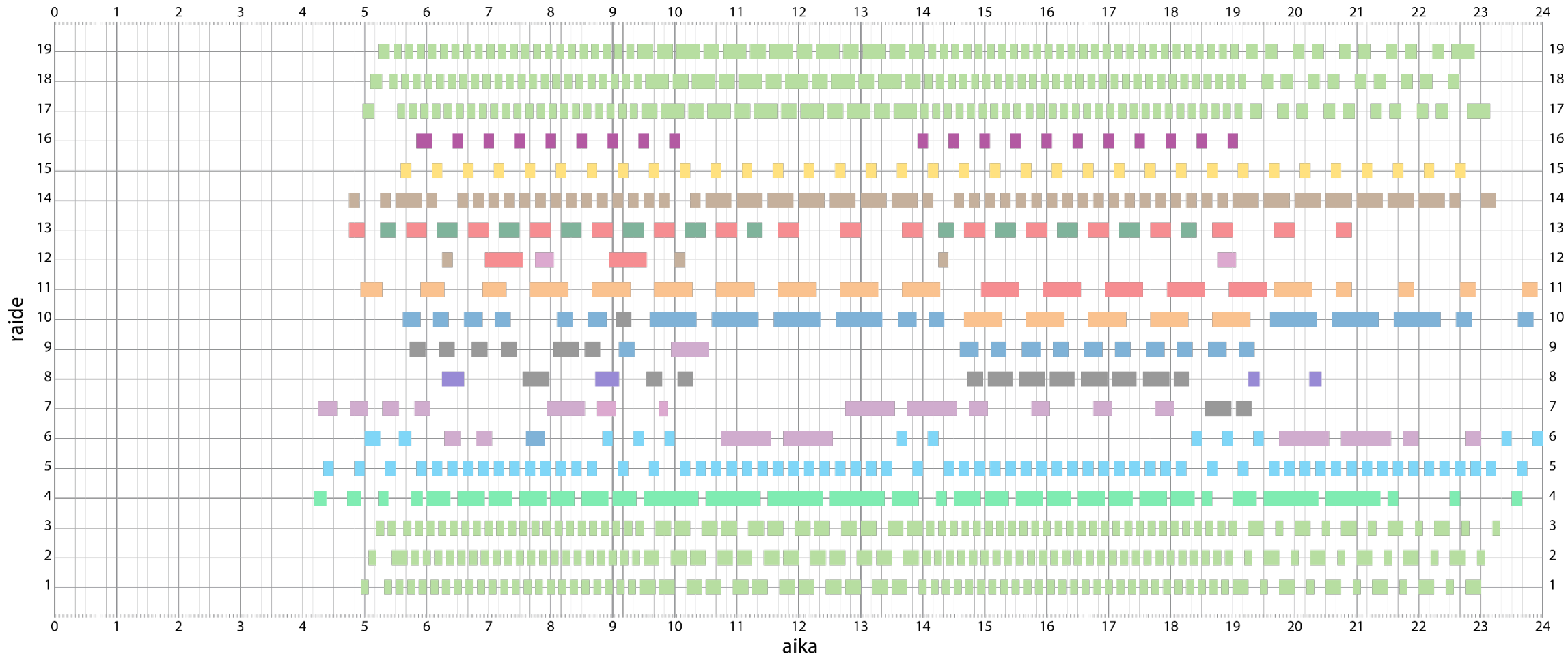
Raiteistonkäytön johtopäätökset

- 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

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. Suurnopeusratavaihtoehtoon 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.

4. Simulointi

Oletusliikenteen simulointi

- 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 yhtäaikaista 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.
- 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 Västtrafin 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.

Maksimiliikenteen simulointi

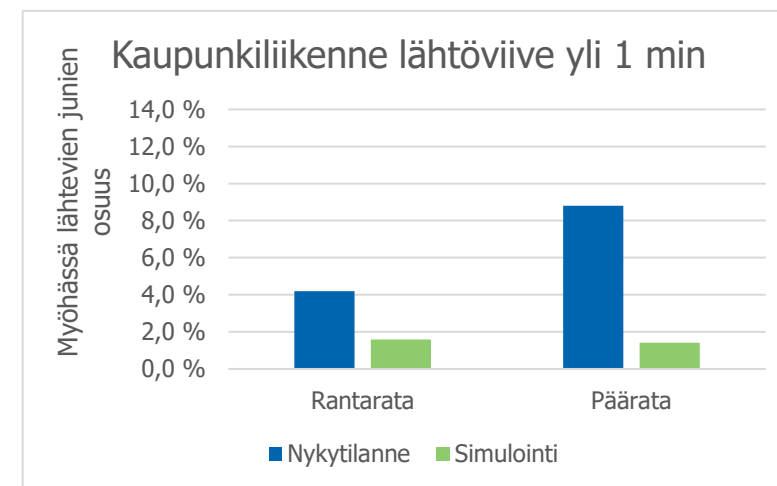
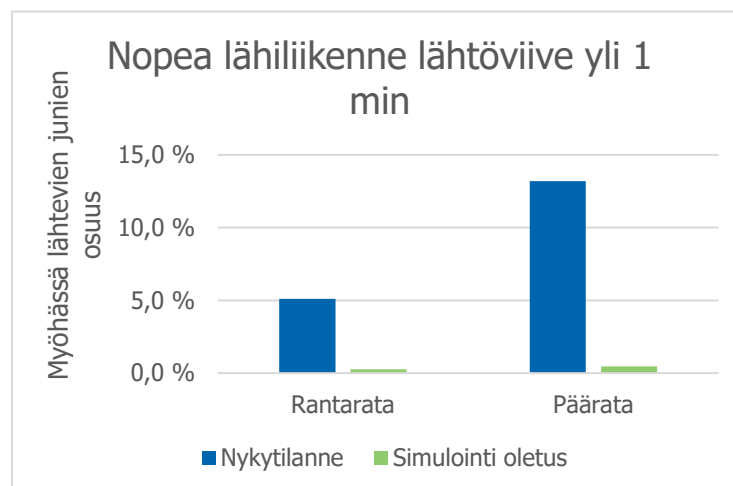
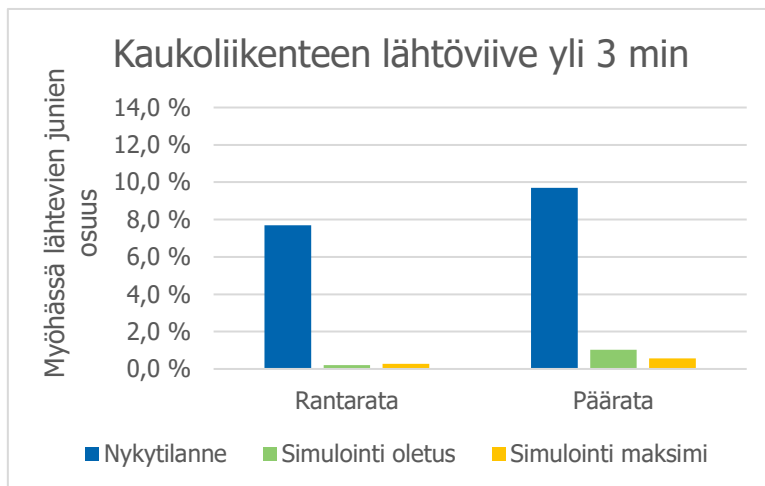
- Tarkastelussa mukana kauko- ja lähiliikenteen suunniteltu maksimiliikenne.
- Simuloinnin perusteella **aikataulun mukainen maksimiliikenne varikkosiirtoineen mahtuu Helsingin ratapihalle ja Helsinki–Pasila-välille** perusskenaarion kaikki oletukset huomioiden.
- Aikataulusuunnitteluvaiheessa raiteistonkäytössä pyrittiin liikennesuunnittain jäsenneltyyn laiturien jakoon, jossa sivusuuntaista siirtymää ratapihalla pyritään lähtö- ja saapumistilanteissa välttämään. Simuloinnin perusteella suunnitelmaan tehtiin 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 varikkosiirrot sekä yleisesti raiteen 16 käyttö tiheärytmisessä liikenteessä.** Joskin usein on jouduttu turvautumaan minimitaloitteeseen 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.
- 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.



Väylävirasto
Trafikledsverket

Simulointitulosten johtopäätökset: Kaukoliikenne ja nopea lähiliikenne

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 kehittyneemmillä teknologioilla ja toimintatapojen muutoksilla on mahdollisuus saavuttaa nykyistä huomattavasti luotettavampi junaliikenteen täsmällisyys paljon nykyistä suuremmalla liikennemäärällä.

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- ja maksimiliikenne ovat kuitenkin häiriöherkkyydeltään samankaltaisia häiriösimuloinneissa käytettyjen liikenteen eri variaatioiden perusteella. 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 simuloituista 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. 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 toteutuskohdtaa ei ole vielä täysin tutkittu. Alustavassa katsannossa vaihteelle on kuitenkin tilaa ja se on oletettu simuloinnissa myös toteutetuksi.

5. Kaupunkiliikenteen eri vuorovälit

Tausta



- 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 kaupunkiraiteilla kulkisi junia 3,75 minuutin, 3 minuutin tai 2,5 minuutin välein.

Perusskenaario

- Perusskenaariossa kaupunkiliikenne käyttää nykyistä Helsingin ratapihaa siten, että itä- ja länsipuolella asemaa on kolme laituriraidetta varattu kaupunkiliikenteen käyttöön.
- Perusskenaariossa huomioidaan mahdollisuus rakentaa kaupunkiraiteille uusi puolenvaihtopaikka, jota junien reitittämisessä Helsingin ratapihalla voisi hyödyntää. Muutoin on voimassa työn perusskenaarioon liittyvät infrastruktuurin kehittämisen oletukset.
- 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.

Pisara-skenaario

- 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.

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 70 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 Pisan 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.

6. Johtopäätökset, 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 Pisaraskenaariossa on häiriöherkkä.

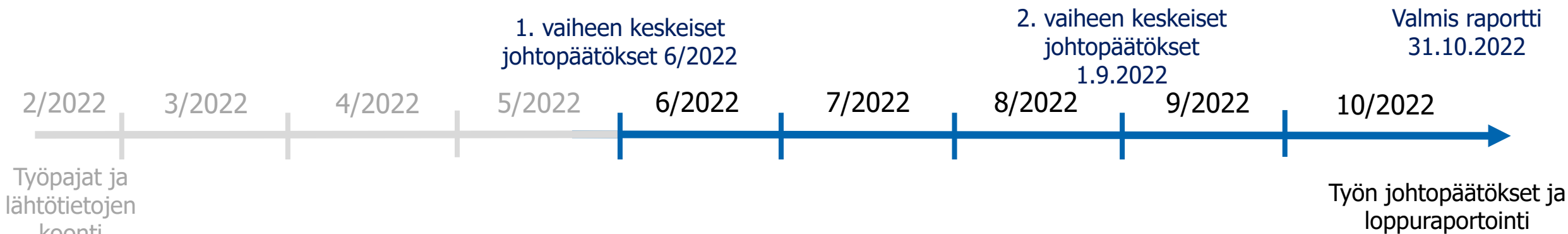
Pisaran lenkin matka-aika (Pasilasta Pasilaan) on n. 13,5–16 min liikenteen tiheydestä riippuen. Tämä on ratasuunnitelmassa arvioitua aikaa (12 min) sekä nykyistä matka-aikaa pidempi.

Johtopäätökset



- Helsinki–Pasila-välin ja Helsingin ratapihan kapasiteettitarve ei perustele Pisararadan rakentamista edes häiriötilanteissa.
- Helsinki–Pasila-välin kapasiteetin varmistaminen edellyttää kuitenkin toimenpiteenä yksittäisiä vaihdemuutoksia ja geometriamuutoksia nykyisellä Helsingin ja Pasilan rautatiealueella. Käytännössä tämä on ainut Pisaralle vaihtoehtoinen inframuutostarve. Vaihdemuutokset ovat noin promillen luokkaa Pisaran investoinnista (Pisara+ kustannusarvio n. 1,5 mrd. €, ei sis. varikoiden kustannuksia)
- Tämän lisäksi tarvitaan joka tapauksessa, myös Pisararadan 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 Pisararadan 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 laituripastimia vastaavan toiminnallisuuden + Lentorata + varikkokokonaisuus
- Helsingin kaupunkiraitteiden vaihteiston kehittäminen ja älykäs ohjaus (3 ja 2,5 minuutin vuorovälit)
- Pisararata

SEURAAVASSA VAIHEESSA TEHTÄVÄT TARKASTELUT:

Aikataulusuunnittelu ja simuloinnit vaihe 2

- Kaupunkiraitteiden 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