Helsinki–Pasila rautatiejärjestelmän kehittäminen

3.12.2018

MAL 2019: Helsinki–Pasila rautatiejärjestelmän kehittäminen – selvityksen tavoitteet

Selvitys on yksi MAL 2019 -suunnitelmakaudella laadittavista syventävistä selvityksistä, joka tuottaa lisätietoa ja täsmentää MAL 2019 -suunnitelman toimenpiteitä koskien Helsinki–Pasila-välin rautatiejärjestelmää

→ Tavoitteena muodostaa kokonaiskuva tiedossa olevien toimintaympäristö-muutosten yhteisvaikutuksista Helsinki–Pasila-välin kehittämiseen.

→ Tarkastella, millä toimenpiteillä varmistetaan rautatiejärjestelmän toimivuus 2030 (ja varautuminen 2050) ja mitkä ovat tarkasteltujen toimenpiteiden vaikutukset liikennejärjestelmään ja MAL2019-tavoitteisiin. Työssä ei ole tehty kaikki mahdollisia toimenpiteitä kattavaa tarkastelua.

→ Muodostaa toimenpidepolku tarvittavista jatkotoimista tulevina vuosina.

Selvityksen sisältö

1. Liikennejärjestelmätarkastelut
   - Tarkasteltujen vaihtoehtojen kuvaus
   - Matkustajamääräennusteet
   - Saavutettavuusmuutokset ja vaihtoehtojen liikenteelliset tunnusluvut
2. Liikennöinti ja häiriöhallinta lähitulevaisuudessa ja pitkällä aikavälillä
   - Asiantuntijahaastattelujen yhteenveto
   - Täsmällisyysanalyysit
   - Aikataulusuunnittelu ja simuloinnit – Helsingin maksimiaikataulun optimointi
   - Pisara-vaihtoehdon aikataulusuunnittelu ja simuloinnit
   - LYYRA-vaihtoehdon tekninen toteutettavuusselvitys, kustannusarvion laatiminen, aikataulusuunnittelu ja simuloinnit
   - Suppea ERTMS-erillisselvitys
3. Yhteenveto ja johtopäätöksiä
   - Toimenpiteiden yhteenveto ja jatkoselvitykset
   - Johtopäätöksiä kokonaisuudesta
   - Kehittämispolku

Selvitykseen osallistuneet

Työn ohjausryhmätyöskentelyyn osallistuivat:

- Sini Puntanen, HSL puheenjohtajana
- Heikki Palomäki, HSL
- Johanna Wallin, HSL
- Jussi Lindberg, Liikennevirasto
- Jukka Ronni, Liikennevirasto
- Laura Aitolehti, Liikennevirasto
- Päivi Nuutinen, Liikennevirasto
- Anna Miettinen, Liikennevirasto
- Antti Lautela, Liikennevirastosta
- Mervi Karhula, LVM
- Reetta Putkonen, Helsingin kaupunki

Liikennejärjestelmätarkastelujen konsulttina toimi Strafica Oy, projektipäällikkönä Jyrki Rinta-Piirto

Liikennöinti ja häiriöhallinta lähitulevaisuudessa ja pitkällä aikavälillä -osaselvitysten konsulttina toimi Ramboll, projektipäällikkönä Maija Musto

1. Liikenne-järjestelmä-tarkastelut

Tarkastellut vaihtoehdot

- Helsingin ratapihan tehostamismahdollisuudet lyhyellä aikavälillä

- Varsinaiset liikennejärjestelmävaihtoehdot:
  - **Vertailuvaihtoehto vuosille 2030 ja 2050**
    - Pohjautuu MAL 2019 suunnitelman versioon 2 (toukokuu 2018)
    - Espoon kaupunkirata ulottuu Espoon keskukseen saakka
    - Pasila–Riihimäki vaiheet 1 ja 2 on toteutettu
  - **Vaihtoehto Pisararata**
  - **Vaihtoehto LYYRA**
  - Liikennejärjestelmätarkastelujen herkkyystarkastelu: Pasilan pohjoispuolitse kulkevan heilurimaisen kauko- ja lähijunaliikenteen vaihtoehto

Liikennöinnin lähtökohdat

- Vertailuvaihtoehdon 2030 ja 2050 infran lähtökohdat:
  - Pohjautuvat MAL 2019 suunnitelman versioon 2 (toukokuu 2018)
  - Espoon kaupunkirata ulottuu Espoon keskukseen saakka
  - Pasila–Riihimäki vaiheet 1 ja 2 on toteutettu
  - HELRA-hankkeen myötä nopeus 80 km/h
  - Kaupunkirataliikenteellä tutkittu liikennejärjestelmänä 10 min ja 8 min linjakohtaista vuoroväliä
  - Lentorataa ei oleteta toteutuneeksi
- Lähtökohtana toimii myös ESSI Etelä-Suomen junaliikenteen kehityskuva -työssä laaditut aikatauluskenaariot vuosille 2025 ja 2040
  - LVM:n junaliikenteen kilpailutuksesta ei ole tarkempaa tietoa esim. palvelutasomäärittelystä
- Vertailuvaihtoehdon, Pisararadan ja LYYRA:n vuoroväleihin, ajoaikoihin ja ajantasauksiin on saatu tarkentavaa tietoa selvityskokonaisuuden muista osaselvityksistä
- Heilurimaisen junaliikenteen vaihtoehdon vaatimaan ratainfraan ei tässä ole otettu kantaa

Liikennemallin taustatekijöitä

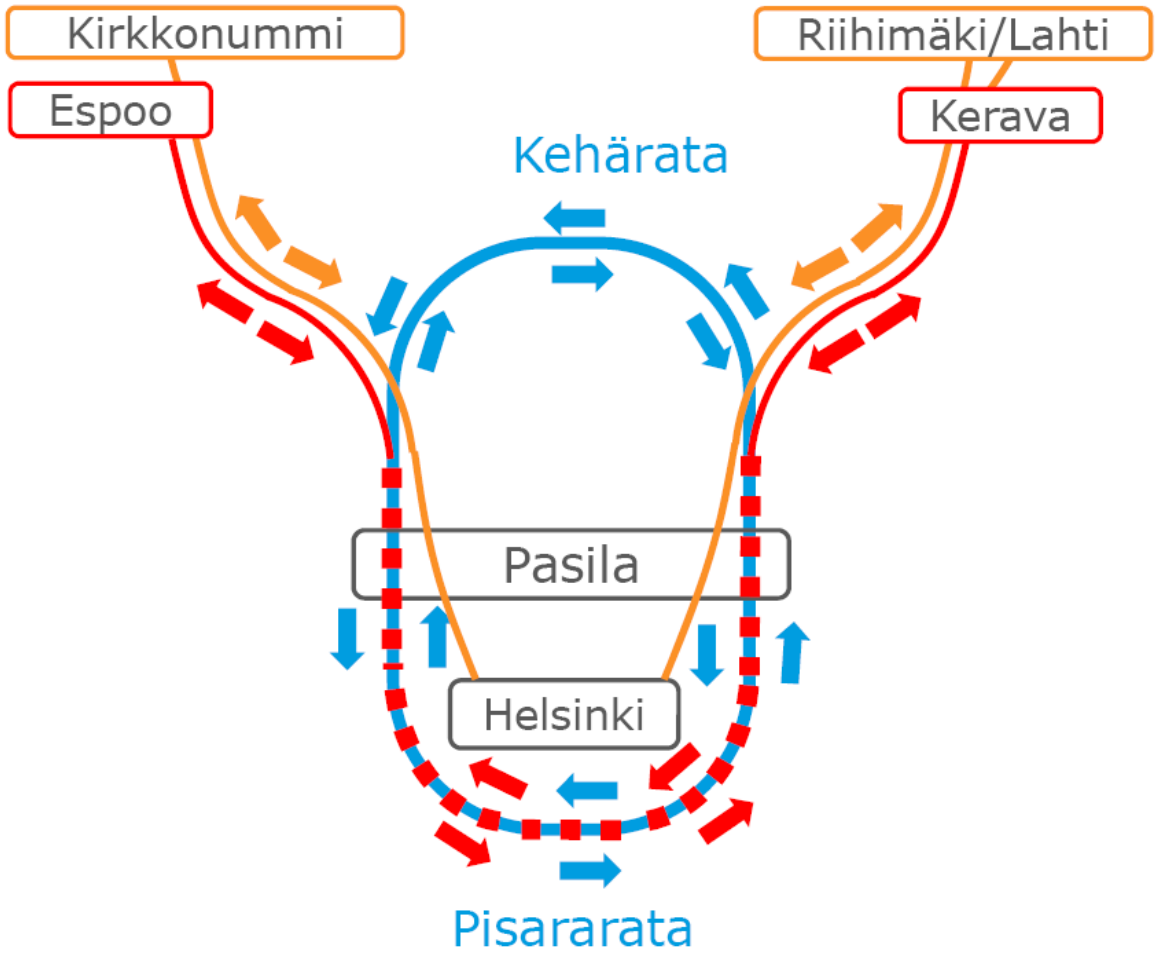
- Liikenne-ennusteissa haetaan maksimikysyntää, joten liikenteen hinnoittelu on MAL 2019-suunnitelman 2 vaiheen mukaisesti mukana ennusteissa
- Rataverkkoon kuvattu kaikki tarkasteltavat uudet ratayhteydet (Pisararata, LYYRA, heilurimainen junaliikenne) asemineen, ja linjastoja vaihtamalla muodostettu päävaihtoehtojen liikennejärjestelmäkuvaukset
- Kävelyvaihtojen kuvaaminen liikennemallissa tarkistettu, kävelynopeus 5 km/h
  - asemien yhteydet maanpinnalle ja muuhun liikenneverkkoon: Pisararadalla 3 uutta asemaa, LYYRA:lla 1 uusi asema, heilurimaisessa vaihtoehdossa ”Ilmala2” nykyisen Ilmalan vieressä
- Ympyrälinjoilla (Pisararata–Kehärata ja heilurimaisen junaliikenteen Kehärata-linja) tarvitaan ajantasausta / ajoaikojen hidastamista:
  - Pisararata–Kehärata 10 min vuorovälillä johtaa tarpeeseen hidastaa Kehäradan ajoaikaa 8 min, 8 min vuorovälillä hidastustarve on 10 min (uusi kulunvalvonta voi vaikuttaa hidastustarpeeseen)
  - Liikennemallissa Pisaralinjasto kuvataan teknisesti ”postitorvena” (Espoo–Pisararata–Kehärata–Pisarata–Kerava), koska ympyrälinjalle liikennemallissa esim. lentoasemalle tuleva päätepysäkki pakottaa mallin matkustajat poistumaan junasta, vaikka näin ei todellisuudessa tapahtuisikaan
- Liikennejärjestelmätason tarkastelu tutkii kokonaisuutta liikennemallin tarkkuustasossa
  - Malli ei tarkastele kävely- ja laiturialueiden kapasiteettia, matkustajakapasiteetin riittävyyttä eikä häiriöitä

Vertailuvaihtoehto 2030 ja 2050

- Ruuhka-ajan kaupunkiratalinjat
  - **I ja P** Helsinki–Lentoasema–Helsinki: vaihtoehdot 6/h ja 7,5/h (pysähtyy kaikilla asemilla)
  - **N** Helsinki–Kerava: vaihtoehdot 6/h ja 7,5/h (pysähtyy kaikilla asemilla)
  - **A** Helsinki–Espoo: vaihtoehdot 6/h ja 7,5/h (pysähtyy kaikilla asemilla)
- Ruuhka-ajan kaukoraiteita käyttävät linjat Pääradan suunnasta
  - **R** Helsinki–Riihimäki 4/h
  - Kaukojunia Helsinki–Tampere 3/h v. 2030, 4/h v. 2050 (sis. yöjuna 1/h)
- Ruuhka-ajan kaukoraiteita käyttävät linjat Oikoradan suunnasta
  - **Z** Helsinki–Lahti 2/h
  - Kaukojunia Helsinki–Lahti 2/h v. 2030, 3/h v. 2050 (sis. Venäjän juna 1/h)
- Ruuhka-ajan kaukoraiteita käyttävät linjat Rantaradan suunnasta
  - **Y/U/E** Helsinki–Siuntio/Kirkkonummi/Kauklahti 5/h
  - Kaukojunia Helsinki–Turku 1/h v. 2030, 2/h v. 2050

Pisaran liikennöinnin periaate

Ympyrä + heilurit



Pisararadan ratkaisussa kaikilta kaupunkiratojen asemilta on vaihdottomat yhteydet Pisara-radan asemille (Hakaniemi, Helsingin keskusta ja Töölö), mutta ei Helsingin päärautatieasemalle

Päärautatieasemalle liikennöivät kaukojunat sekä Riihimäen, Lahden ja Kirkkonummen lähijunat

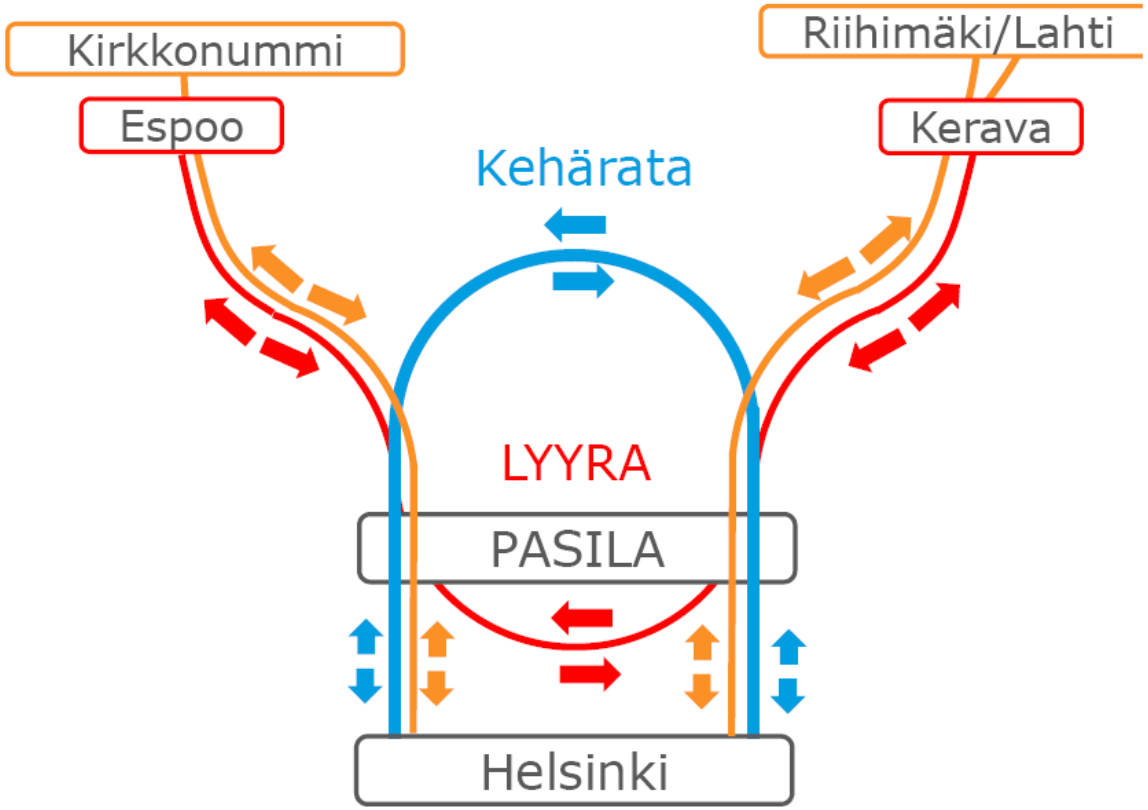
Pisara+Kehärata -lenkki edellyttää ajantasausta (5-10 min) Kehäradan osuudella (tod.näk. Lentoasemalla)

Vaihtoehto Pisararata

- Ruuhka-ajan kaupunkiratalinjat
  - **I+P** Lentoasema–Keskusta–Lentoasema: vaihtoehdot 6/h ja 7,5/h (Kehäradan ajoaika hidastuu, sillä pääteasemat poistuvat käytöstä)
  - **N+A** Kerava–Keskusta–Espoo: vaihtoehdot 6/h ja 7,5/h
- Ruuhka-ajan kaukoraiteita käyttävät linjat Pääradan suunnasta *(ei muutosta vrt. Ve 0)*
  - **R** Helsinki–Riihimäki 4/h
  - Kaukojunia Helsinki–Tampere 3/h v. 2030, 4/h v. 2050 (sis. yöjuna 1/h)
- Ruuhka-ajan kaukoraiteita käyttävät linjat Oikoradan suunnasta *(ei muutosta vrt. Ve 0)*
  - **Z** Helsinki–Lahti 2/h
  - Kaukojunia Helsinki–Lahti 2/h v. 2030, 3/h v. 2050 (sis. Venäjän juna 1/h)
- Ruuhka-ajan kaukoraiteita käyttävät linjat Rantaradan suunnasta *(ei muutosta vrt. Ve 0)*
  - **Y/U/E** Helsinki–Siuntio/Kirkkonummi/Kauklahti 5/h
  - Kaukojunia Helsinki–Turku 1/h v. 2030, 2/h v. 2050

LYYRA-liikennöinnin periaate

Kaksi erillistä linjaa



LYYRA-ratkaisussa Keravalle ja Espooseen kulkevien kaupunkijuna-linjoilta poistuu vaihdoton yhteys Helsingin päärautatieasemalle

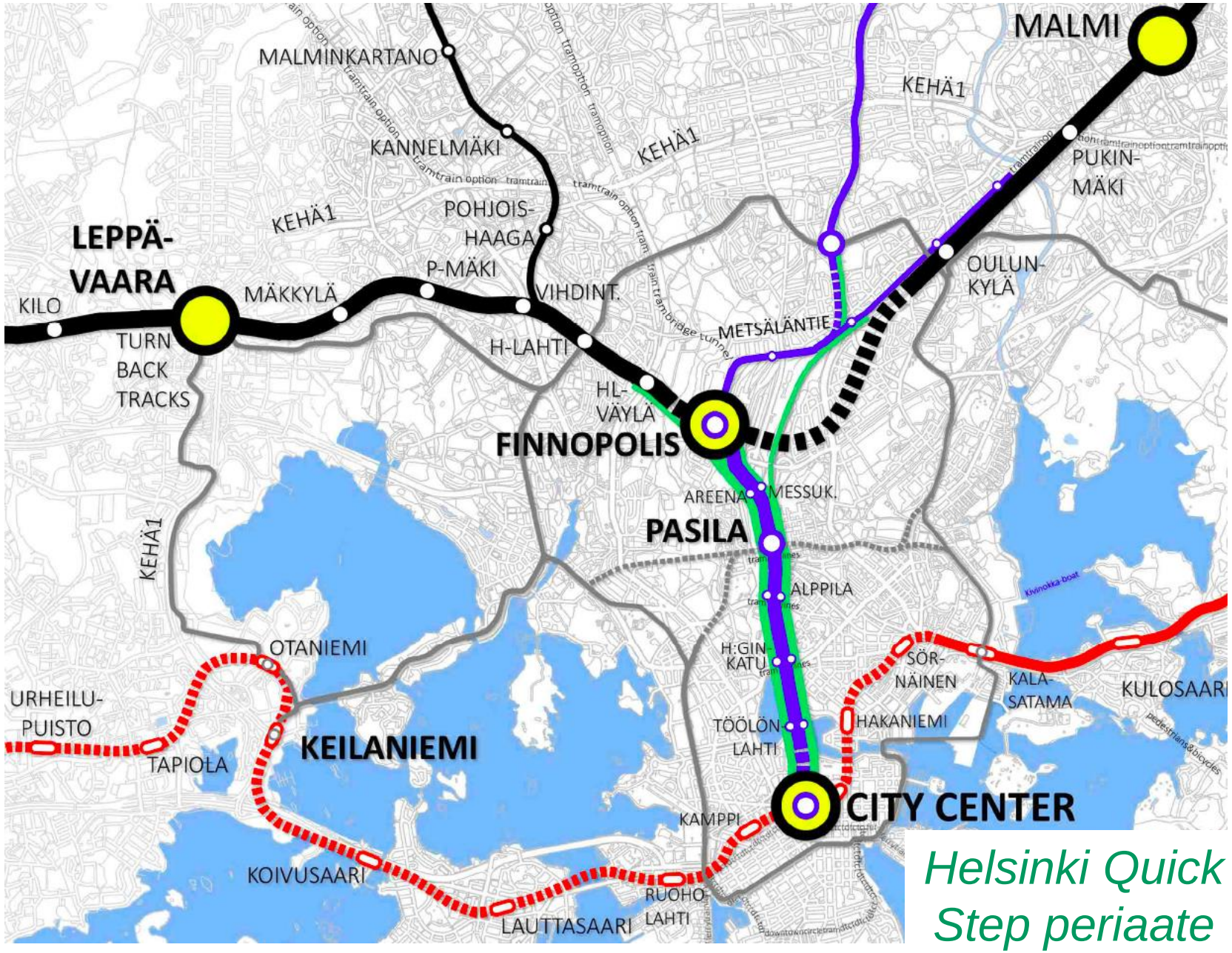
Kokonaan ilman vaihdotonta juna-yhteyttä Päärautatieasemalle jäävät Valimo, Pitäjänmäki, Mäkkylä, Kilo, Kera, Koivuhovi ja Tuomarila sekä Koivukylä, Rekola, Korso ja Savio

Vaihtoehto LYYRA

- Ruuhka-ajan kaupunkiratalinjat
  - **I ja P** Helsinki–Lentoasema–Helsinki: vaihtoehdot 6/h ja 7,5/h
  - **N+A** Kerava–Pasila–Espoo: vaihtoehdot 6/h ja 7,5/h
- Ruuhka-ajan kaukoraiteita käyttävät linjat Pääradan suunnasta *(ei muutosta vrt. Ve 0)*
  - **R** Helsinki–Riihimäki 4/h
  - Kaukojunia Helsinki–Tampere 3/h v. 2030, 4/h v. 2050 (sis. yöjuna 1/h)
- Ruuhka-ajan kaukoraiteita käyttävät linjat Oikoradan suunnasta *(ei muutosta vrt. Ve 0)*
  - **Z** Helsinki–Lahti 2/h
  - Kaukojunia Helsinki–Lahti 2/h v. 2030, 3/h v. 2050 (sis. Venäjän juna 1/h)
- Ruuhka-ajan kaukoraiteita käyttävät linjat Rantaradan suunnasta *(ei muutosta vrt. Ve 0)*
  - **Y/U/E** Helsinki–Siuntio/Kirkkonummi/Kauklahti 5/h
  - Kaukojunia Helsinki–Turku 1/h v. 2030, 2/h v. 2050

Herkkyys-tarkastelu: Heiluri-mainen juna-liikenne

ns. Helsinki Quick Step junaideaa <u>soveltaen</u>, kyseessä ei ole ko. selvityksen arviointi



Helsinki Quick Step periaate

Heilurimaisen kauko- ja lähijunaliikenteen vaihtoehto

- ”Ilmala2” on Ilmalan aseman vieressä sijaitseva uusi läpiajettava kauko- ja lähijuna-asema
- Ruuhka-ajan kaupunkiratalinjat
  - **I+P** Lentoasema–”Ilmala2”–Lentoasema: vaihtoehdot 6/h ja 7,5/h (Kehäradan ajoaika hidastuu, sillä pääteasemat poistuvat käytöstä)
  - **N+A** Kerava–”Ilmala2”–Espoo: vaihtoehdot 6/h ja 7,5/h
- Ruuhka-ajan kaukoraiteita käyttävät linjat
  - **R+U/E** Riihimäki–”Ilmala2”–Kirkkonummi/Kauklahti 4/h
  - **Z+U/Y** Lahti–”Ilmala2”–Siuntio 1/h
  - **Z** Lahti–Leppävaara 1/h
  - Kaukojunia Tampere–”Ilmala2”–Leppävaara/Espoo 3/h v. 2030, 4/h v. 2050 (sis. yöjuna 1/h)
  - Kaukojunia Lahti–”Ilmala2”–Turku 1/h v. 2030, 2/h v. 2050
  - Kaukojunia Lahti–”Ilmala2”–Leppävaara 1/h (Venäjän juna)
- Pikaraitiolinjat Helsinki keskusta – ”Ilmala2”, vaihto junista raitiotielinjalle kriittinen
  - Linja 1: vuorotarjonta 30/h, matka-aika 5,25 min
  - Linja 2 välipysäkeillä: vuorotarjonta 30/h, matka-aika 9,5 min

Yhteenveto eri vaihtoehtojen liikennöinnistä

Kaupunkiratalinjojen tarjonta eri vaihtoehdoissa

Aamuruuhkatunti Helsingin suuntaan: junalinjat ja junaa / h		Kaupunkijunaliikenteen raiteet				
		P Lento-asema	I Lento-asema	N Kerava	A (Leppävaara/) Espoo	
Nykytilanne		6	6	6	6	Päärautatieasemalle
v. 2030 ja v. 2050	Vertailuvaihtoehto	6 ja 7.5	6 ja 7.5	6 ja 7.5	6 ja 7.5	Päärautatieasemalle
	Pisararata	6 + 6 ja 7.5 + 7.5		6 + 6 ja 7.5 + 7.5		P+I sekä N+A Pisararatalenkin kautta
	LYYRA	6 ja 7.5	6 ja 7.5	6 + 6 ja 7.5 + 7.5		P ja I päärautatieasemalle, N+A Pasilan kautta
	Heilurimainen liikenne	6 + 6 ja 7.5 + 7.5		6 + 6 ja 7.5 + 7.5		P+I sekä N+A "Ilmala2:n" kautta

Taajamajunalinjojen tarjonta eri vaihtoehdoissa

Aamuruuhkatunti Helsingin suuntaan: junalinjat ja junaa / h		Taajamajunaliikenne kaukoliikenteen raiteilla				
		R/D Riihimäki	U/E K:nummi/ Kauklahti	Z Lahti	U/Y Siuntio	
Nykytilanne		4	4	1	1	Päärautatieasemalle
v. 2030 ja v. 2050	Vertailuvaihtoehto	4	4	2	1	Päärautatieasemalle
	Pisararata	4	4	2	1	Päärautatieasemalle
	LYYRA	4	4	2	1	Päärautatieasemalle
	Heilurimainen liikenne	4 + 4		1	1 + 1	R+U/E ja Z+U/Y "Ilmala2:n" kautta, Z Leppävaaraan

Kaukojunaliikenteen tarjonta eri vaihtoehdoissa

Aamuruuhkatunti Helsingin suuntaan: junalinjat ja junaa / h		Kaukojunaliikenne kaukoliikenteen raiteilla				
		Tampereen suunta, sis. yöjuna	Venäjän suunta	Lahden suunta	Turun suunta	
Nykytilanne		3	1	1	1	Päärautatieasemalle
v. 2030 ja v. 2050, erotettu katko-viivalla	Vertailuvaihtoehto	3	1	1	1	Päärautatieasemalle
		4		2	2	
	Pisararata	3	1	1	1	Päärautatieasemalle
		4		2	2	
	LYYRA	3	1	1	1	Päärautatieasemalle
		4		2	2	
	Heilurimainen liikenne	3	1	1 + 1		Heilurit "Ilmala2:n" kautta: Lahdesta Turkuun, Tampereelta Espooseen ja Venäjältä Leppävaaraan
		4		2 + 2		

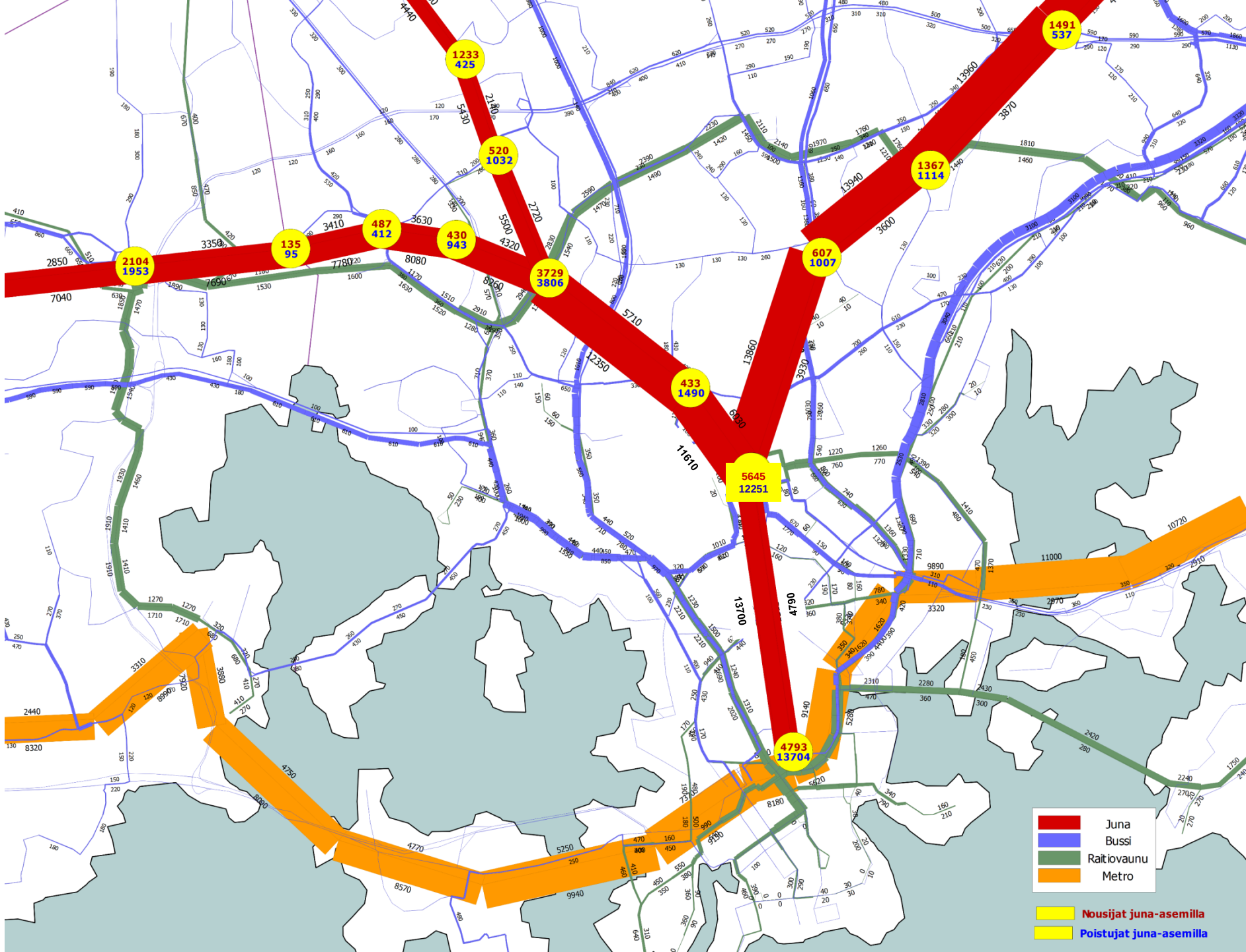
Matkustajamäärät aamuhuipputunnissa 2030 liikennemallilla arvioituna

Vertailuvaihtoehto 2030

Kuormitus vertailu-vaihtoehto, kaupunki-radat 8 min

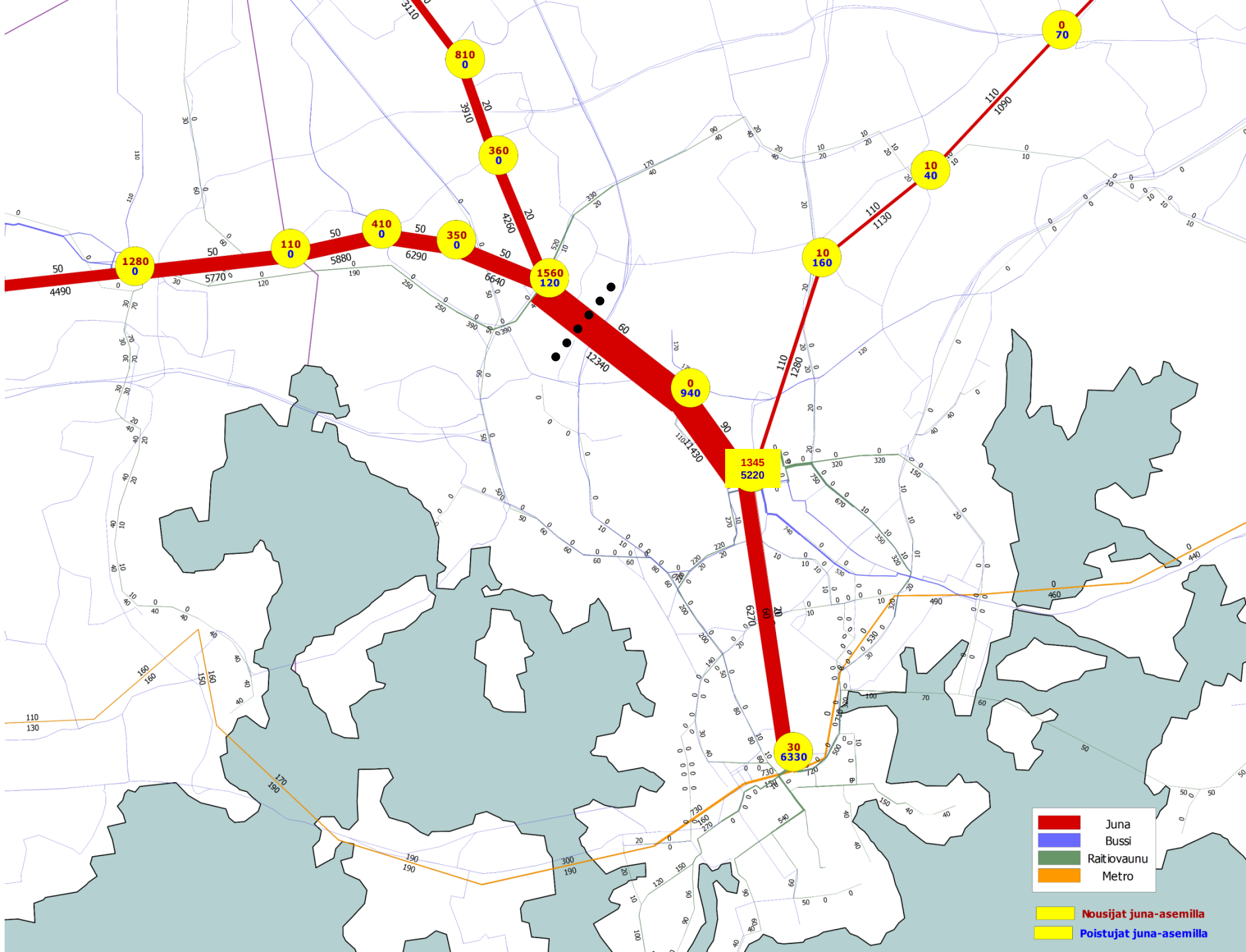
Junien kuormitukset suurimmillaan Raide-Jokerin linjan kohdalla

Päärautatieaseman ja Pasilan aseman käyttäjämäärät ovat lähes yhtä suuret



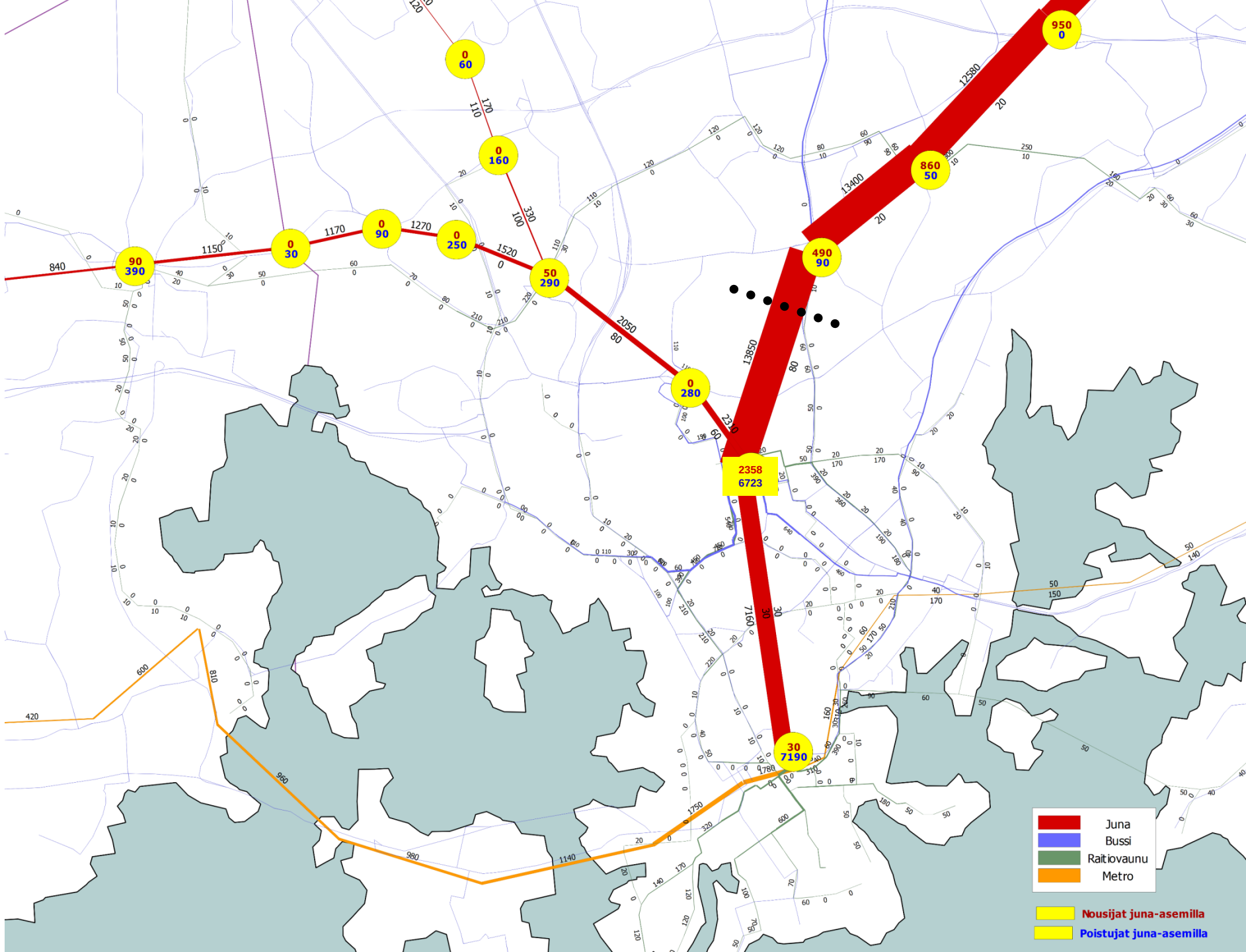
Matkojen suuntautuminen Huopalahden eteläpuolelta, AHT vertailuvaihto-ehto

Junamatkoja suuntautuu etenkin Päärautatie-aseman ja Pasilan aseman ympäristöön.



Matkojen suuntautuminen Käpylän eteläpuolelta, AHT vertailuvaihto-ehto

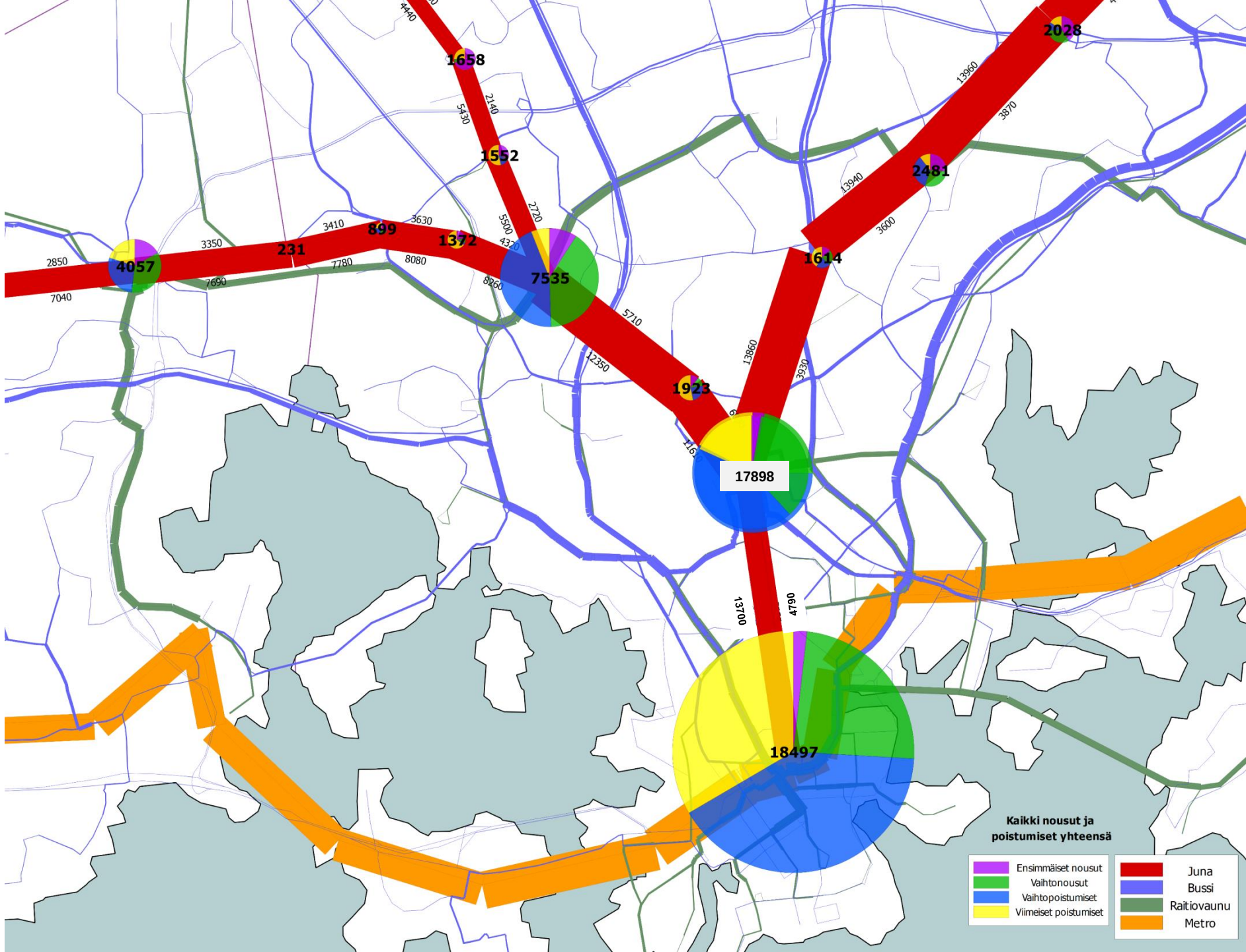
Junamatkoja suuntautuu etenkin Päärautatie-aseman ja Pasilan aseman ympäristöön, mutta jatkomatkoja Rantaradan ja Länsimetron suuntaan on myös merkittävästi.



Vaihtajat vertailu-vaihtoehto, kaupunki-radat 8 min

Pasilan ja Huopalahden asemilla vaihto-tapahtuminen osuus on suuri

Päärautatieasema on monelle matkalle myös lopullinen määränpää

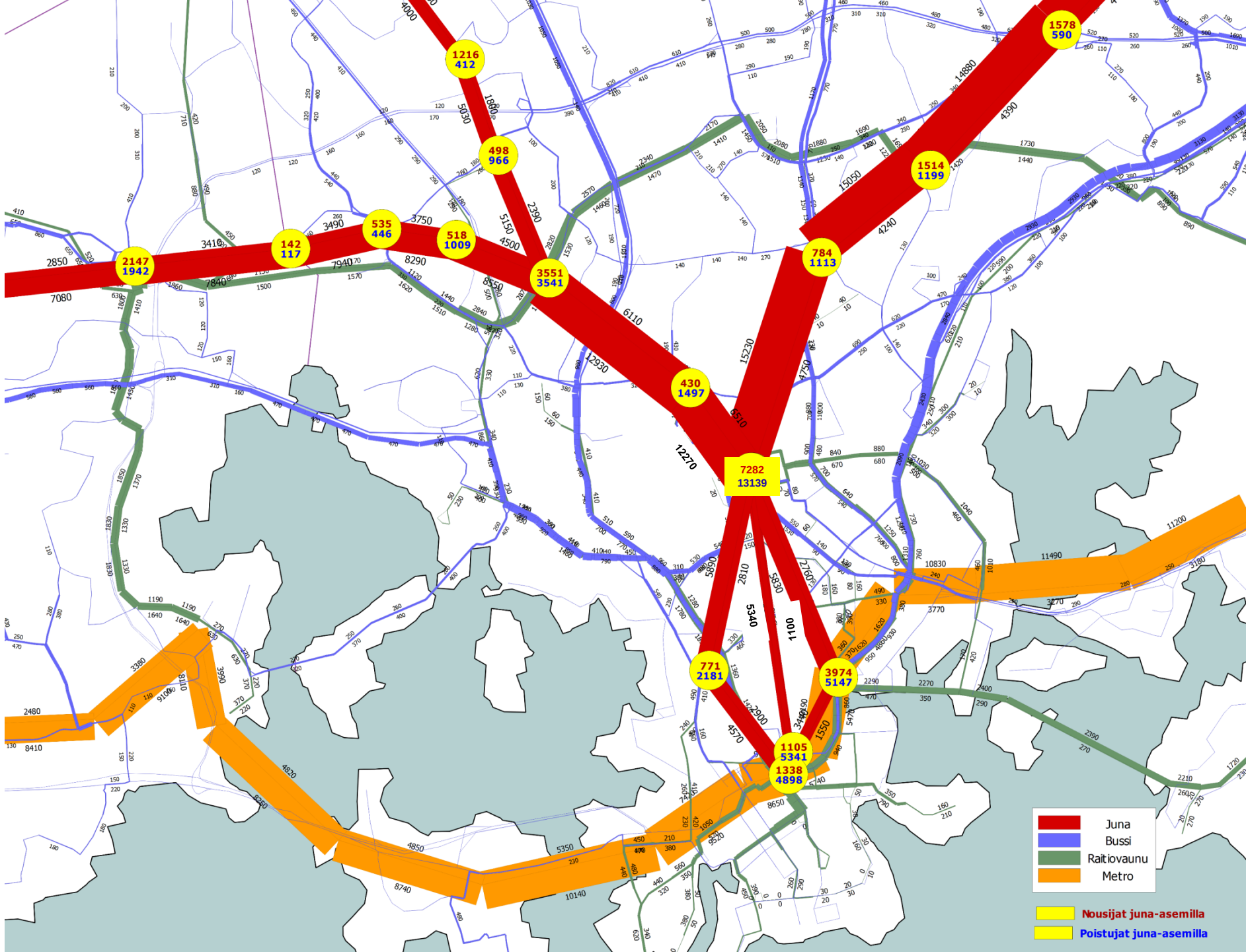


Pisararata 2030

Kuormitus Pisararata, kaupunki-radat 8 min

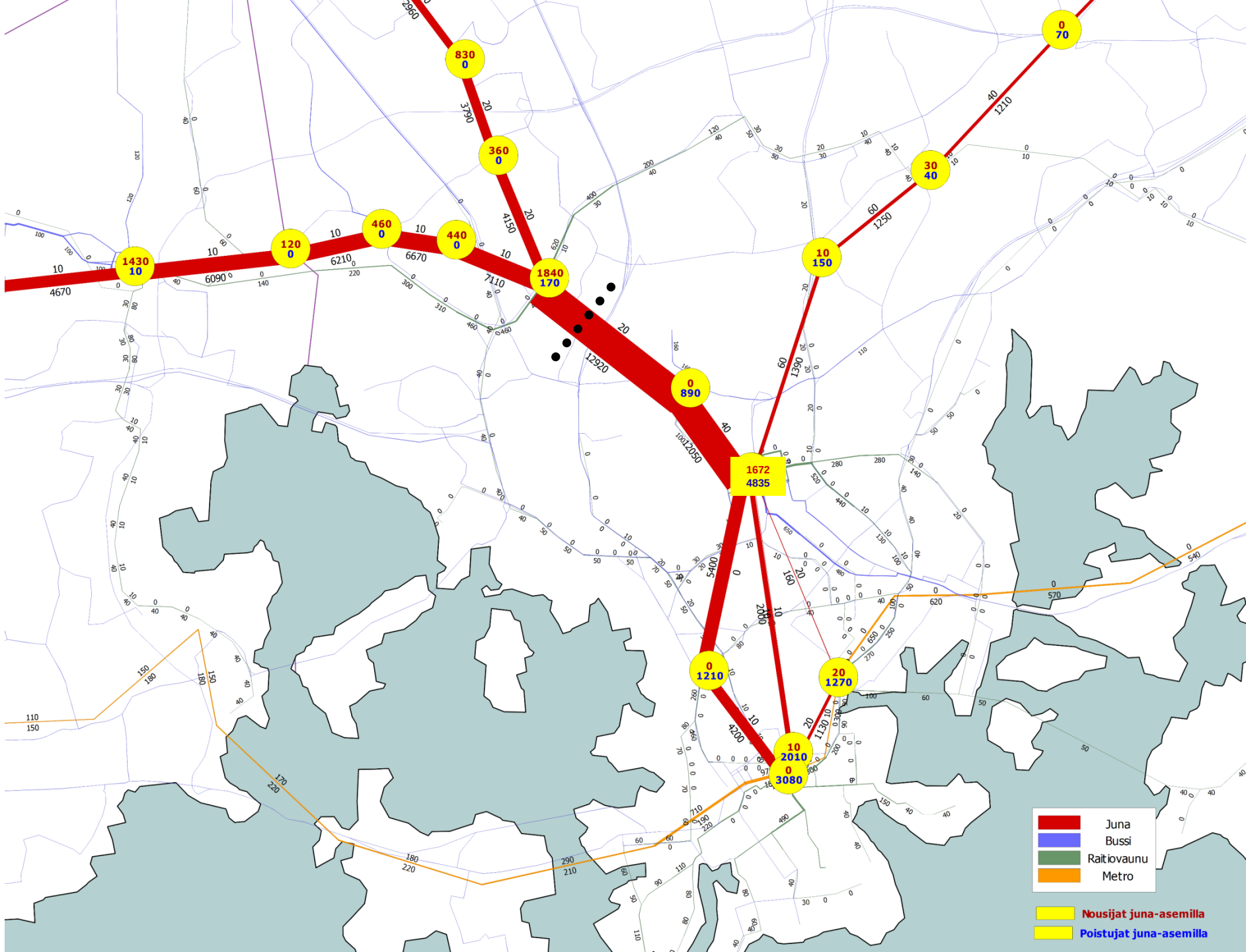
Päärautatieaseman käyttö vähenee kolmannekseen vertailuvaihtoehdosta

Töölön aseman käyttö on muita Pisara-asemia vähäisempää



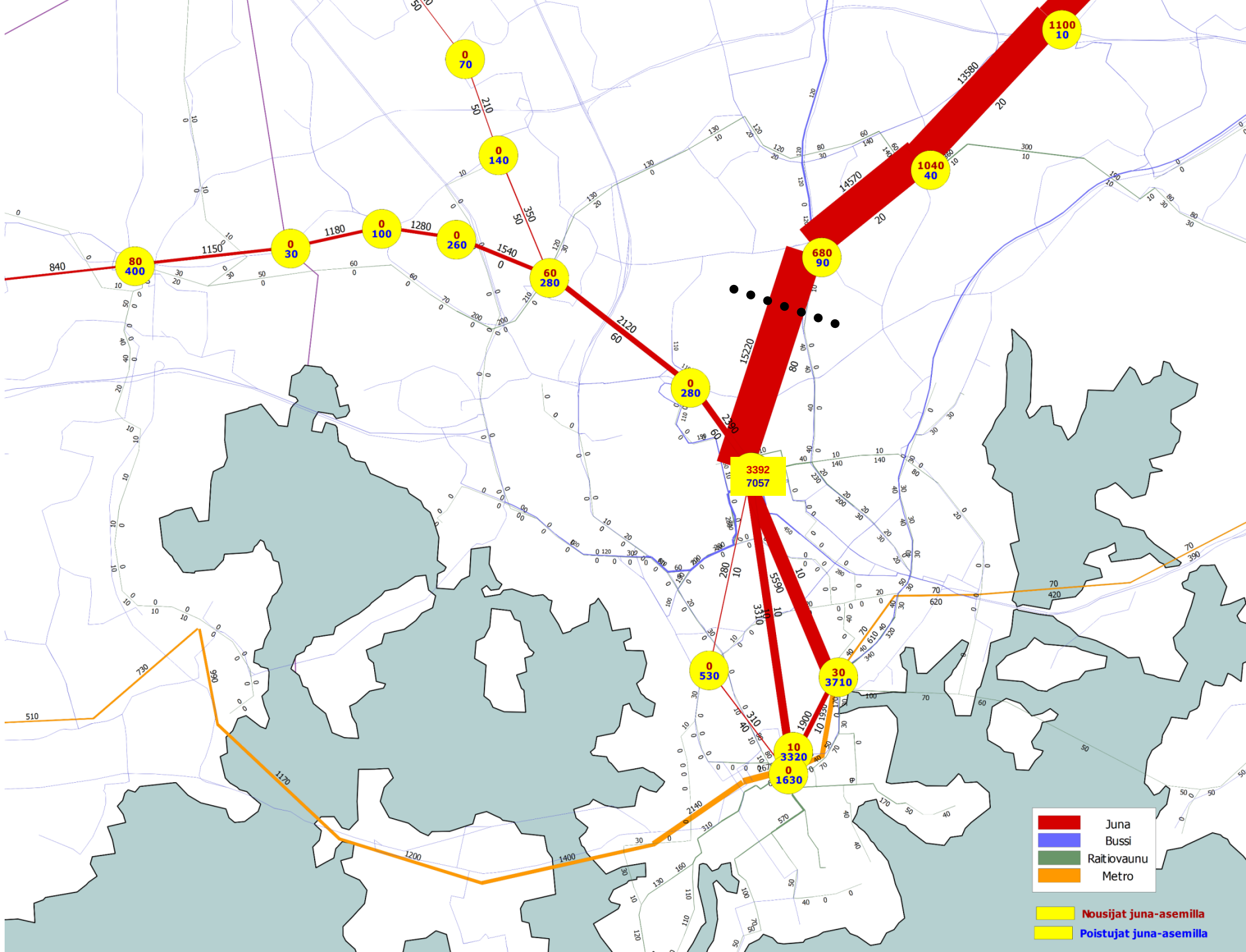
Matkojen suuntautuminen Huopalahden eteläpuolelta, AHT Pisara

Pisararadan myötä junamatkoille on useampia määräasemia Helsingin kantakaupungissa.



Matkojen suuntautuminen Käpylän eteläpuolelta, AHT Pisara

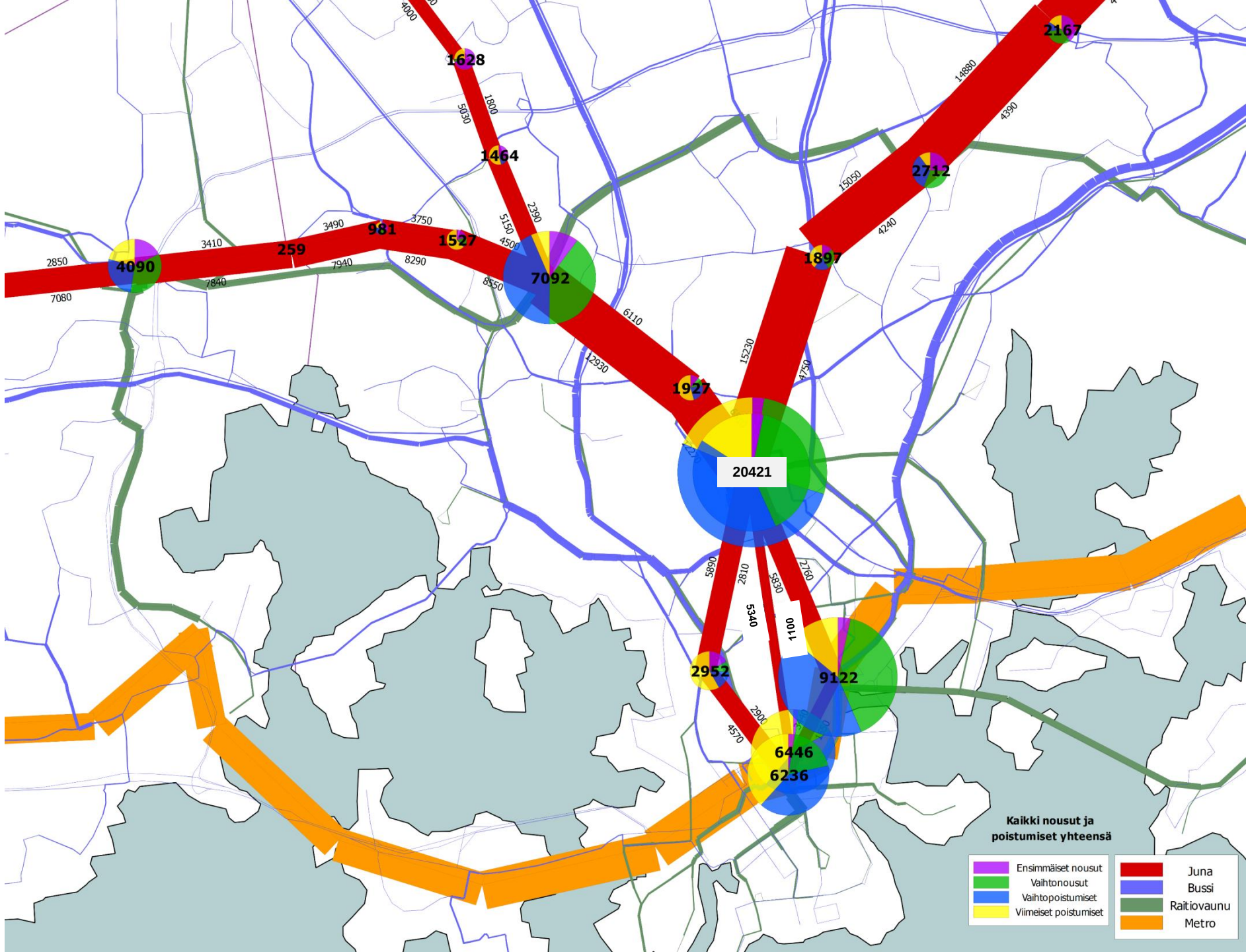
Pisararadan myötä junamatkoille on useampia määräasemia Helsingin kantakaupungissa. Lisäksi jatkomatkat metroon sujuvoituvat.



Vaihtajat Pisararata, kaupunki-radat 8 min

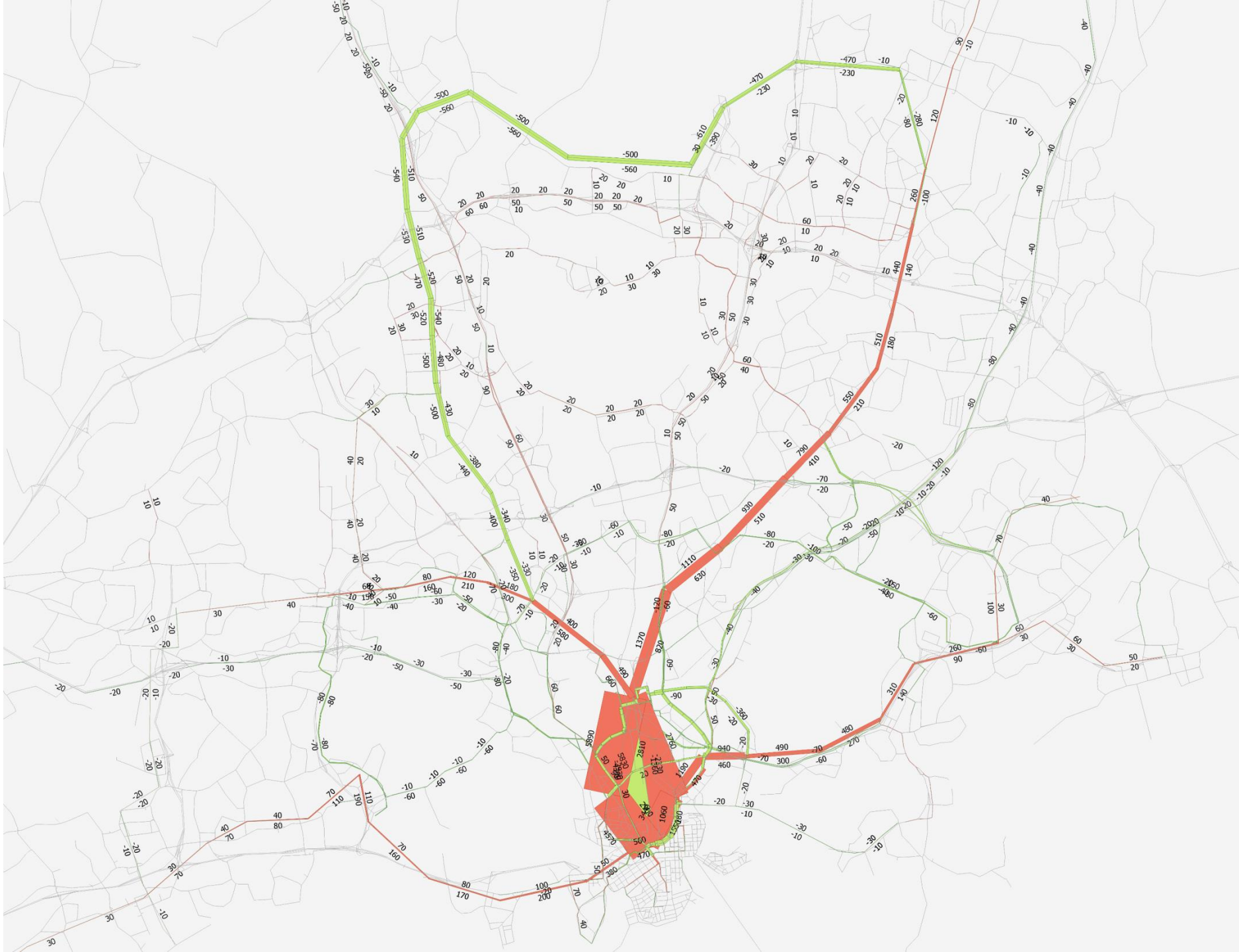
Hakaniemen merkitys vaihtoasemana (juna, metro, Kruunusiltojen pikaraitiotie) on suuri

Pasilan aseman käyttö etenkin vaihtoasemana kasvaa



Kuormitus-ero Pisara-rata vs. vertailu-ve, kaupunki-radat 8 min

- Kehäradan käyttö vähenee, koska matka-aikoja on ympyrälinjalla jouduttu hidastamaan aikataulujen tasaamisen vuoksi
- Metron käyttäjämäärä sen kuormitetuimmalla osalla kasvaa
- Bussien käyttö vähenee

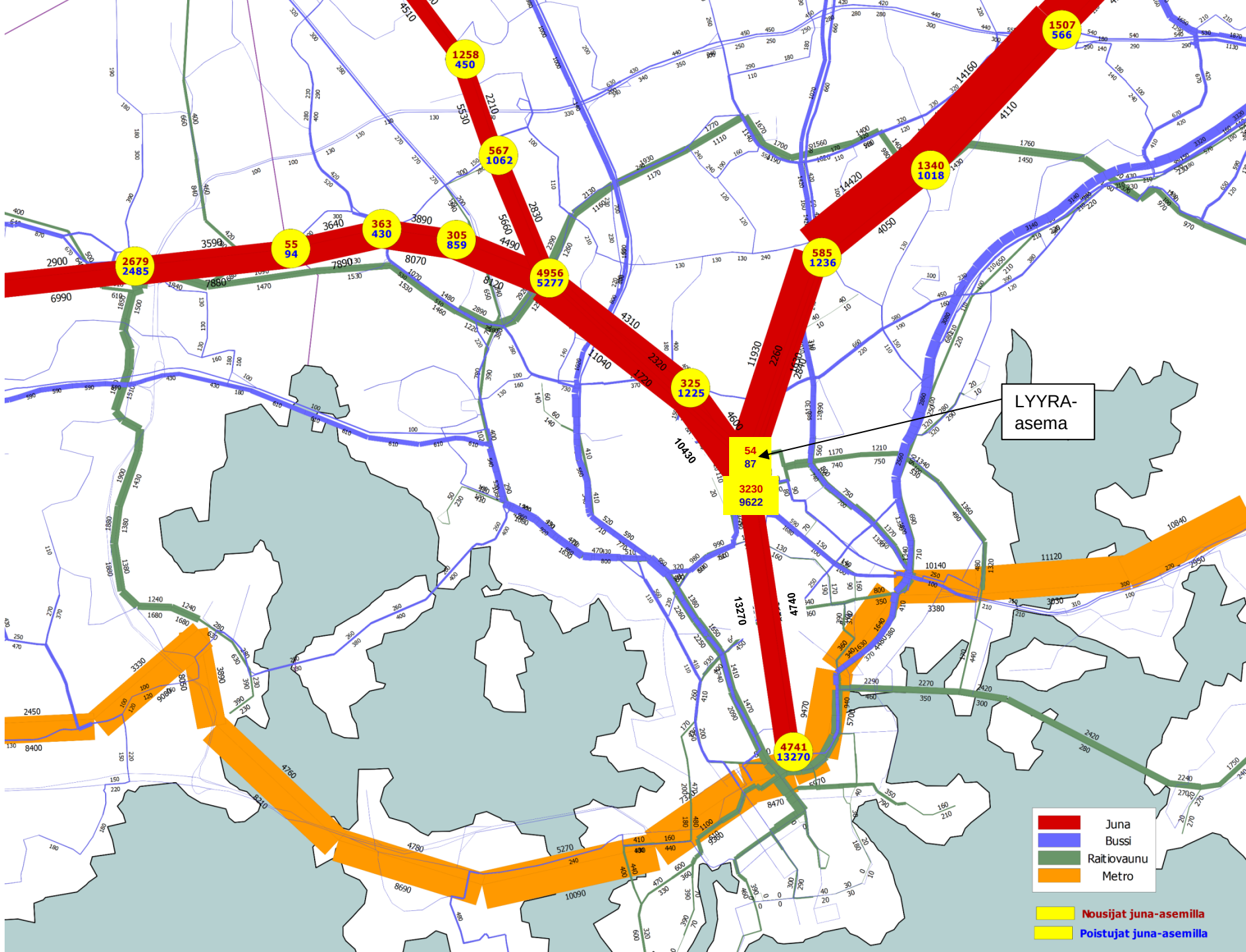


LYYRA 2030

Kuormitus LYYRA, kaupunki-radat 8 min

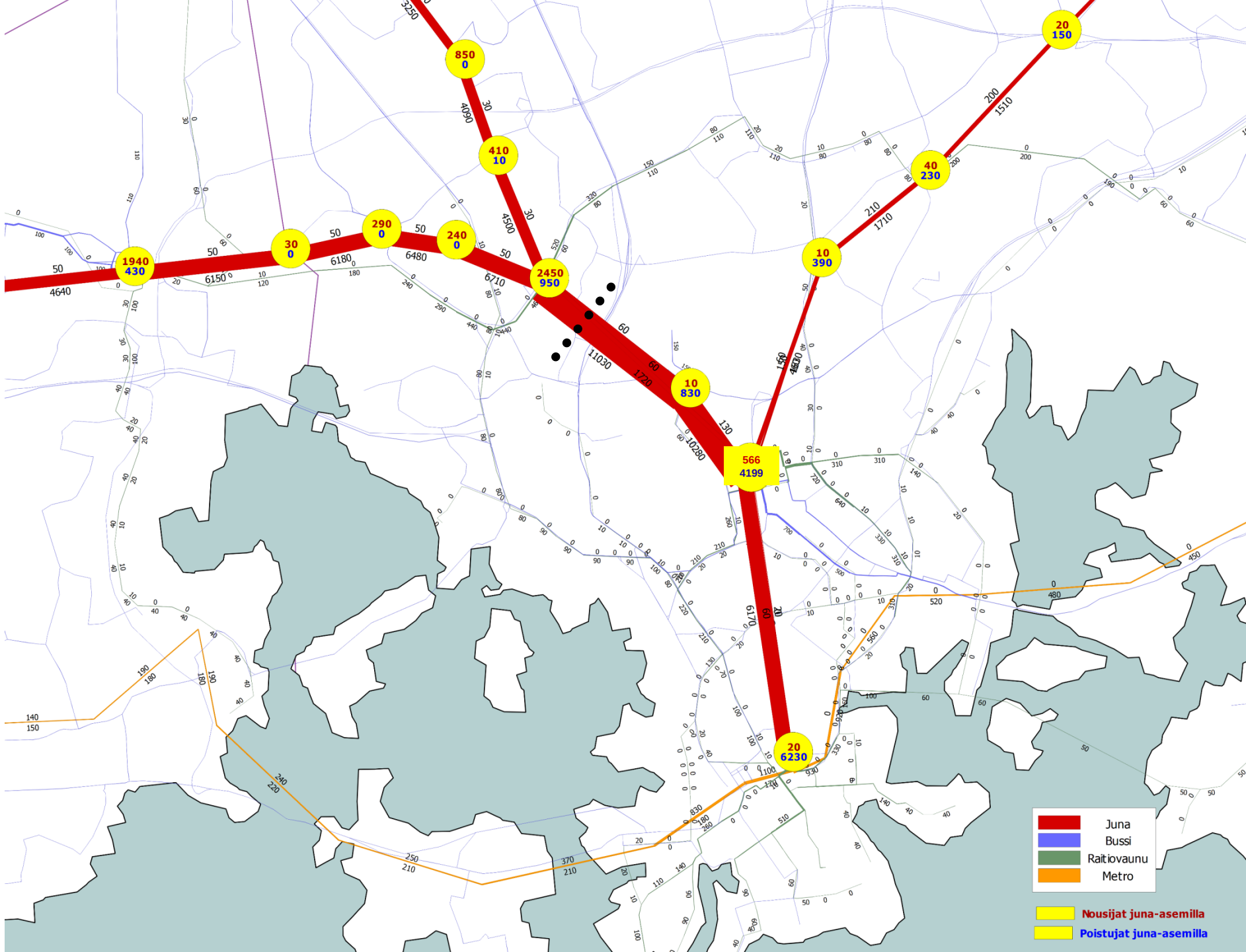
Maanalaisella LYYRA-asemalla Pasilassa on vähän käyttäjiä

Päärautatieaseman käyttö vertailu-vaihtoehtoon nähden ei juuri muutu



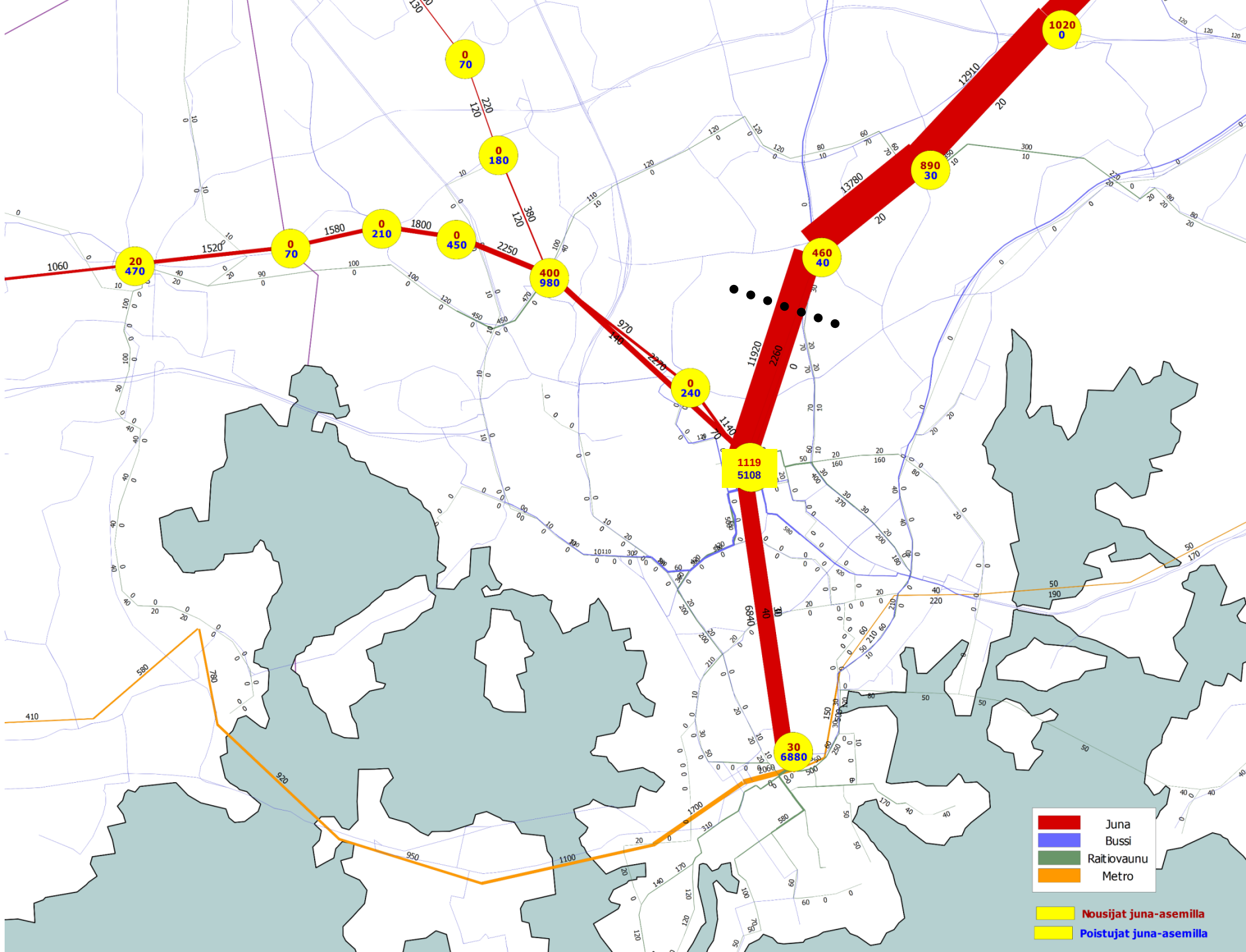
Matkojen suuntautuminen Huopalahden eteläpuolelta, AHT LYYRA

Matkat Huopalahdesta etelään jakaantuvat nykyisen radan ja LYYRA-radan välille. LYYRA-rata nostaa matkamääriä Pääradan suuntaan.



Matkojen suuntautuminen Käpylän eteläpuolelta, AHT LYYRA

Matkat Käpylästä etelään jakaantuvat nykyisen radan ja LYYRA-radan välille. LYYRA-rata nostaa matkamääriä Rantaradan suuntaan.

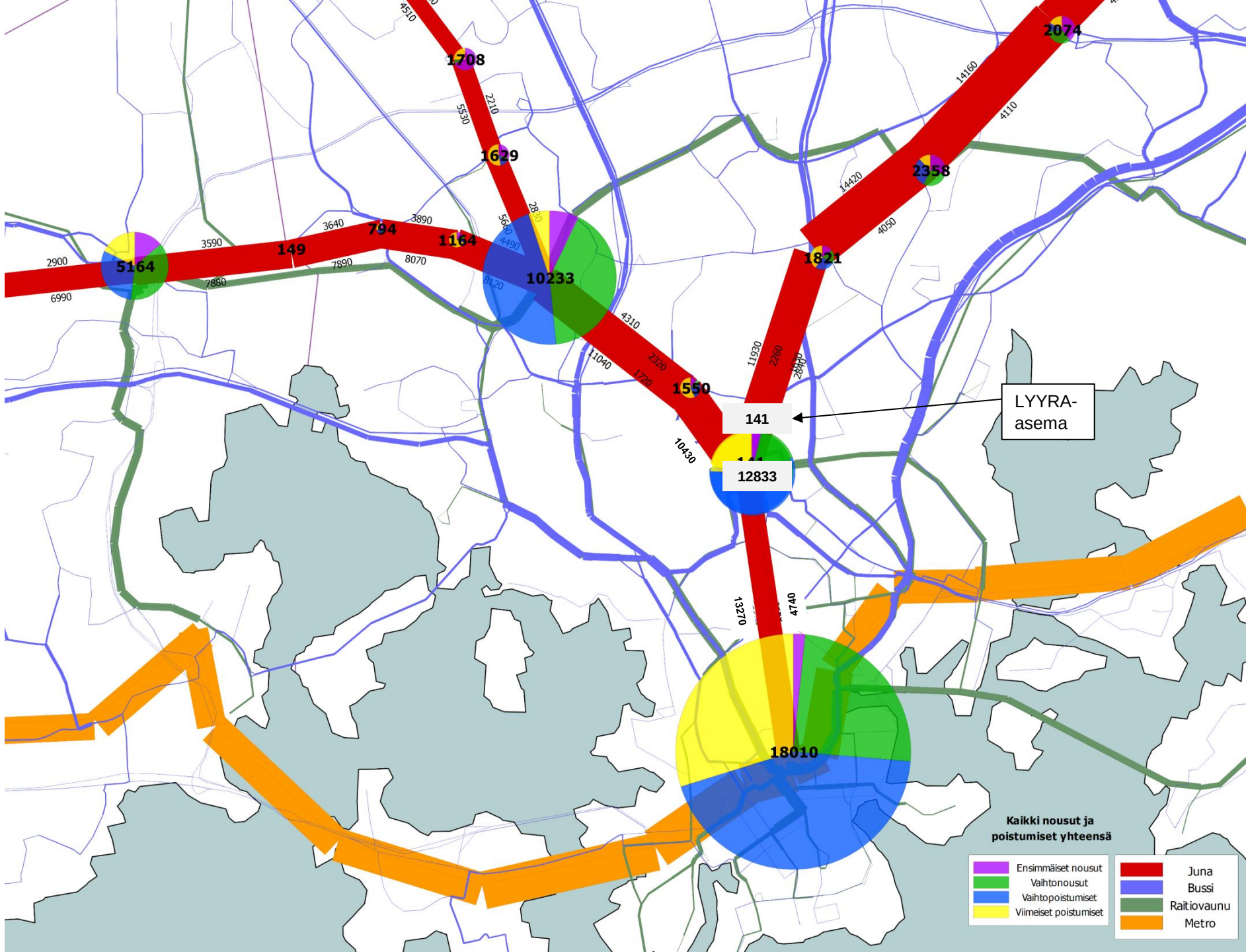


Vaihtajat LYYRA, kaupunki-radat 8 min

Huopalahden vaihtajamäärät kasvavat suuriksi, koska kaupunkiratajunista vaihdetaan keskustaan meneviin juniin ja syvällä sijaitseva LYYRA-asema ei houkuttele vaihtoon.

Huopalahden aseman vaihtaja-määrät kasvavat liian suuriksi nykyiseen infraan nähden.

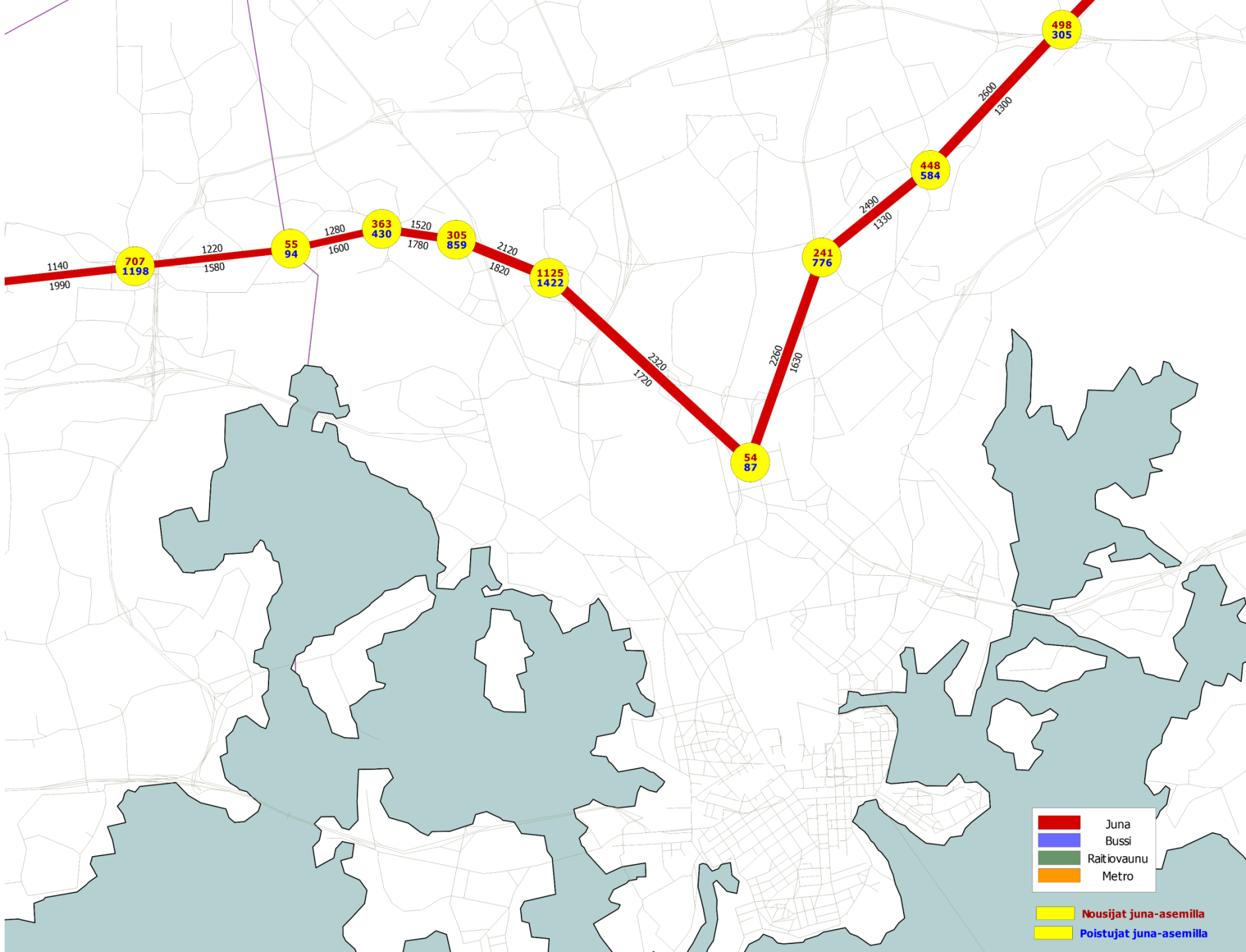
Pasilan merkitys vaihto-asemana vähenee, koska LYYRA mahdollistaa vaihdottoman junaliikenne-yhteyden pää- ja rantaradan välille ja LYYRA-asema sijaitsee syvällä.



Kuormitus LYYRA-linjat, vv 8 min

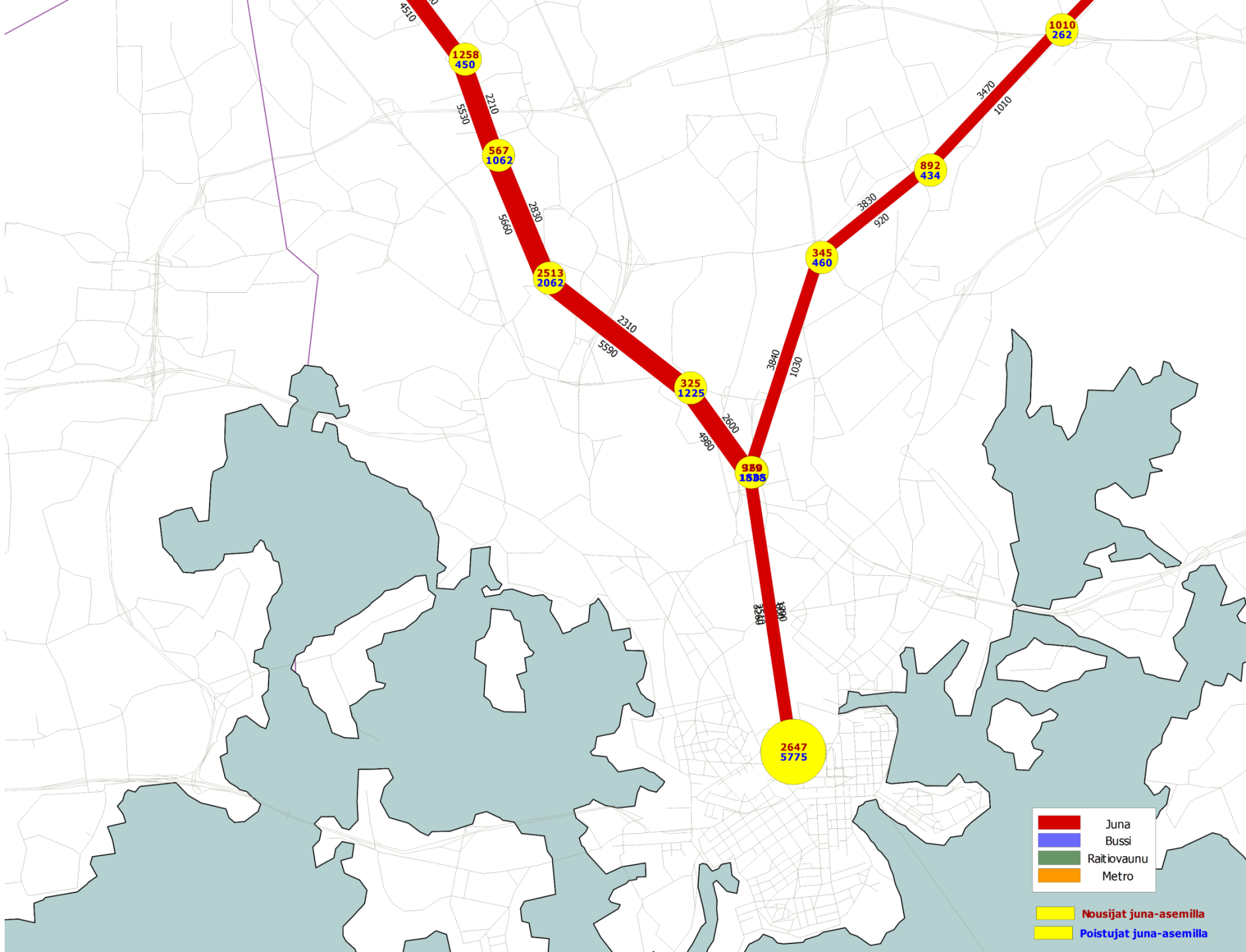
LYYRA-rataa kulkevien kaupunkiratalinjojen kuormitus on varsin tasainen molempiin suuntiin

Mikäli Pasilaan tulisi maanalainen poikittaisen pikaraitiotie- tai metrolinjan asema, korostuisi LYYRA:n merkitys vaihtoyhteyksiä tuovana ratkaisuna



Kuormitus LYYRA-tilanteen Kehärata-linjat, vv 8 min

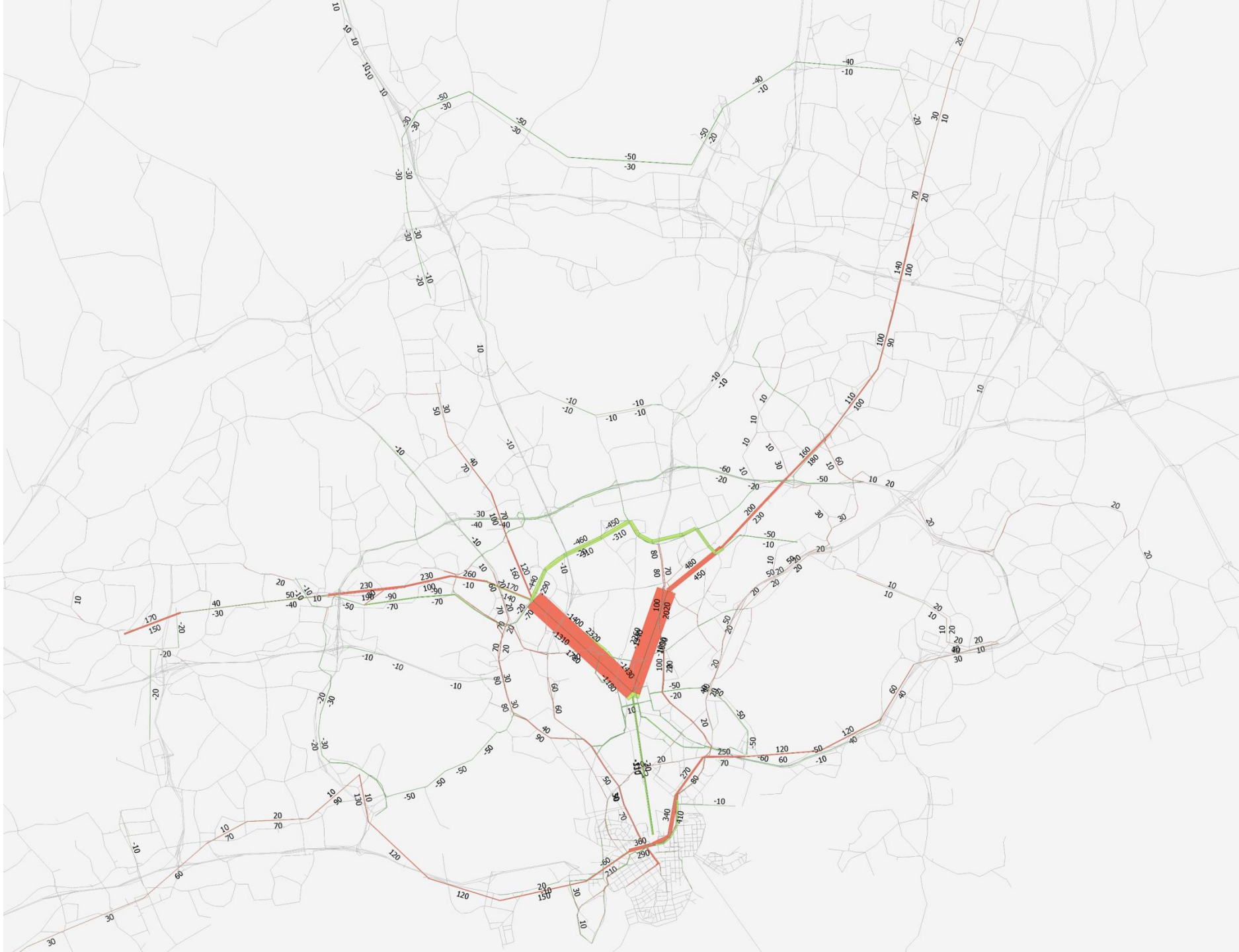
Päärautatieasemalle saakka kulkevien kaupunkiratalinjojen käyttö on huomattavasti suurempaa kuin LYYRA-linjan, joten ko. linjojen liikennöintiin tarvitaan erimittaiset junat



Kuormitus-ero LYYRA vs. vertailu-ve, kaupunki-radat 8 min

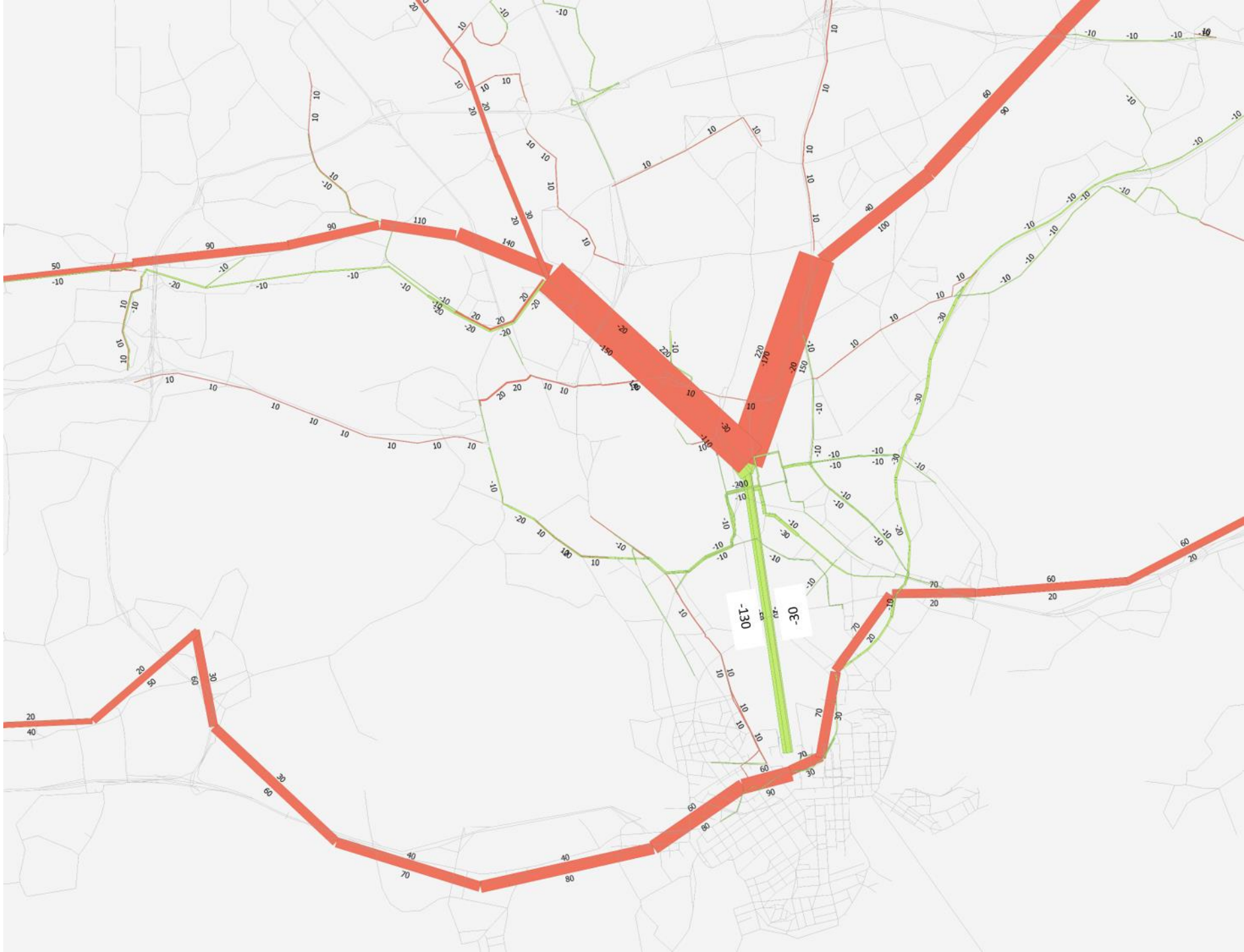
Raide-Jokerin kuormitus kevenee sen kuormitetuimmalla osalla

Kuvassa korostuu teknisistä syistä LYYRA-linjausta käyttävien uusien junareittien kuormitus punaisella



LYYRA:n vaikutus matkamääriin

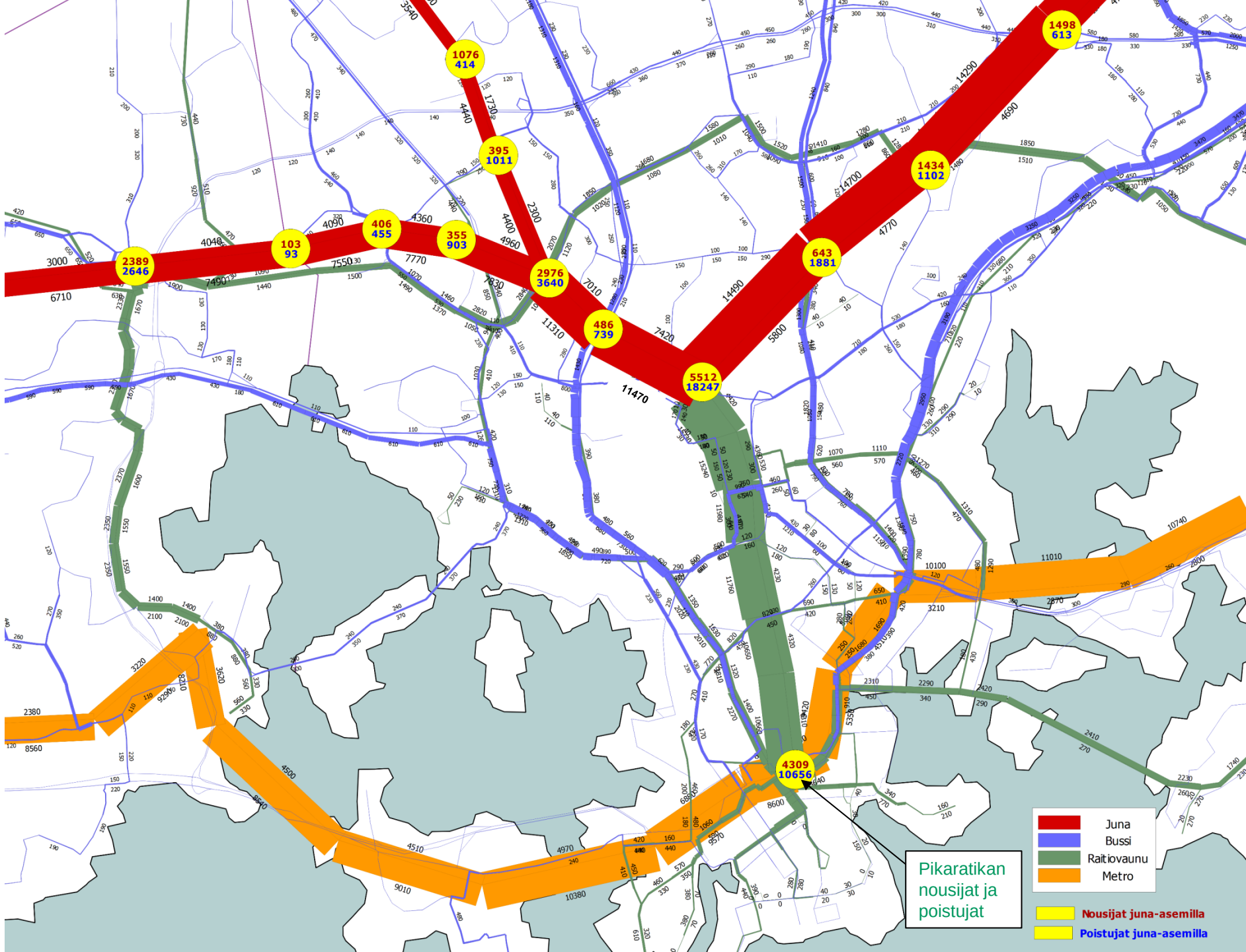
- LYYRA vähentää aamu-ruuhkatunnissa Helsingin keskustaan junalla saapuvia matkoja 130:lla, jotka liikenne-malli ”korvaa” metron varresta tulevilla matkoilla
- Uusi poikittainen LYYRA-junayhteys synnyttää mallin mukaan muutamia satoja uusi junamatkoja
- LYYRA:n vaikutus joukkoliikennematkojen suuntautumiseen ei ole merkittävää



Herkkyystarkastelu: Heilurimainen kauko- ja lähijunaliikenne 2030

Kuormitus Heiluri, kaupunki-radat 8 min

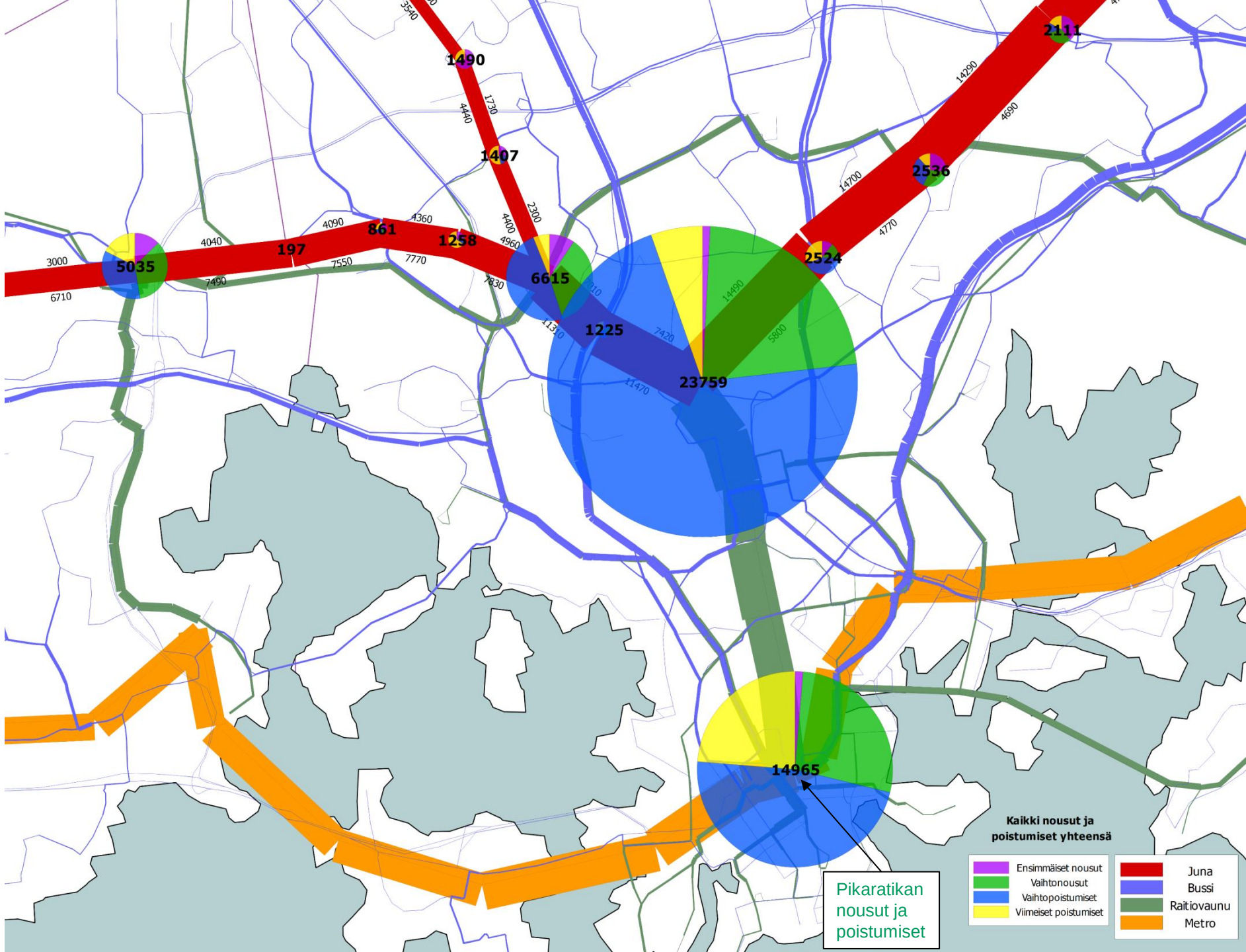
Raitiotiematkustajien määrä ”Ilmala2:sta” nykyiselle päärautatie-asemalle on hyvin suuri, sillä vaihtoehdossa kaksi vilkkainta rautatie-asemaa poistuu käytöstä



Vaihtajat Heiluri, kaupunki-radat 8 min

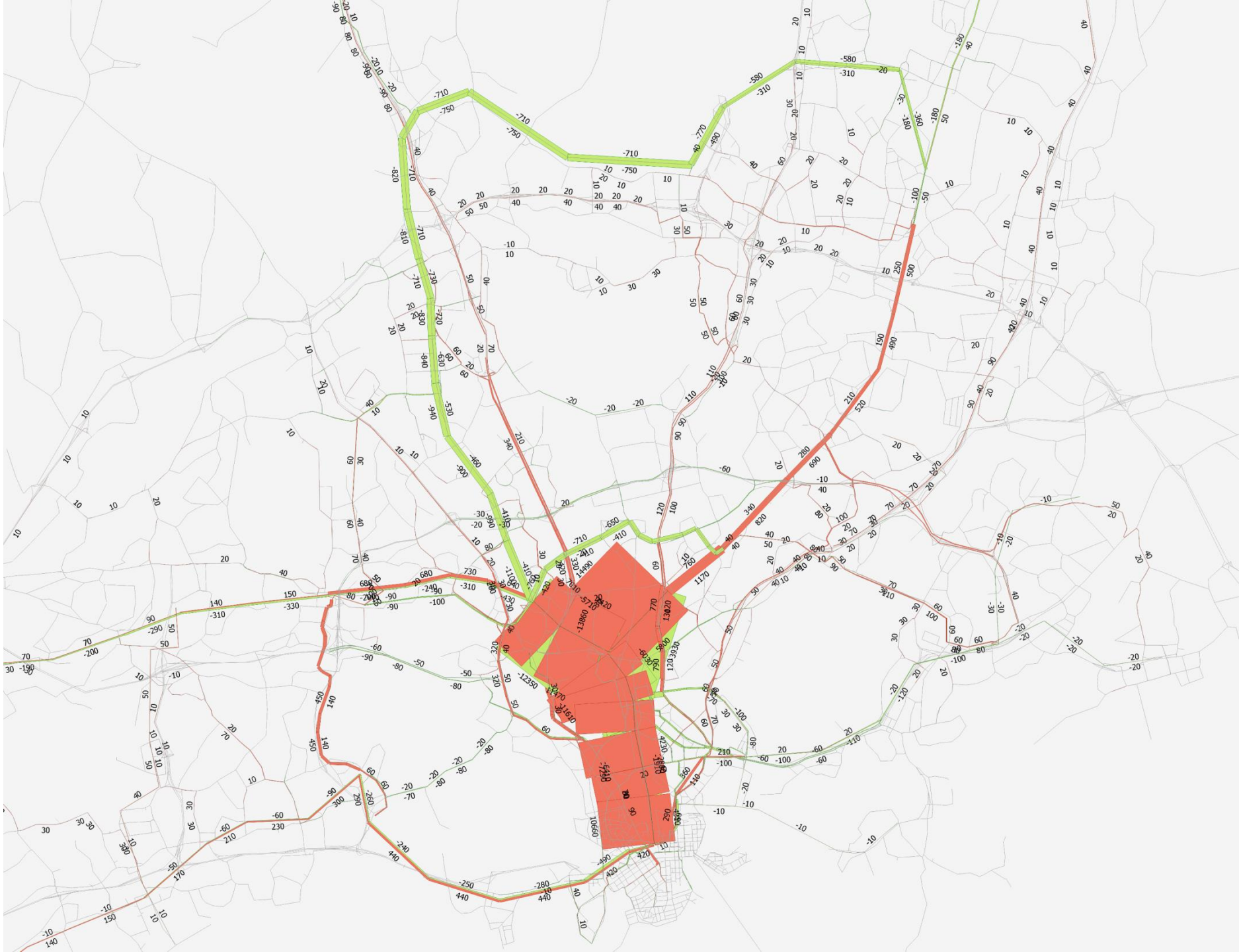
Kulkuvälinettä vaihtavien matkustajien määrä ”Ilmala2:ssa” on erittäin suuri

Pää- ja rantaradan välille syntyy tiheästi kulkevat vaihdottomat yhteydet



Kuormitus-ero Heiluri vs. vertailu-ve, kaupunki-radat 8 min

- Kehäradan käyttö vähenee, koska matka-aikoja on ympyrälinjalla jouduttu hidastamaan aikataulujen tasaamisen vuoksi
- Bussiliikenteen käyttö kantakaupunkiin tulevilla matkoilla kasvaa
- Raide-Jokerin kuormitus kevenee

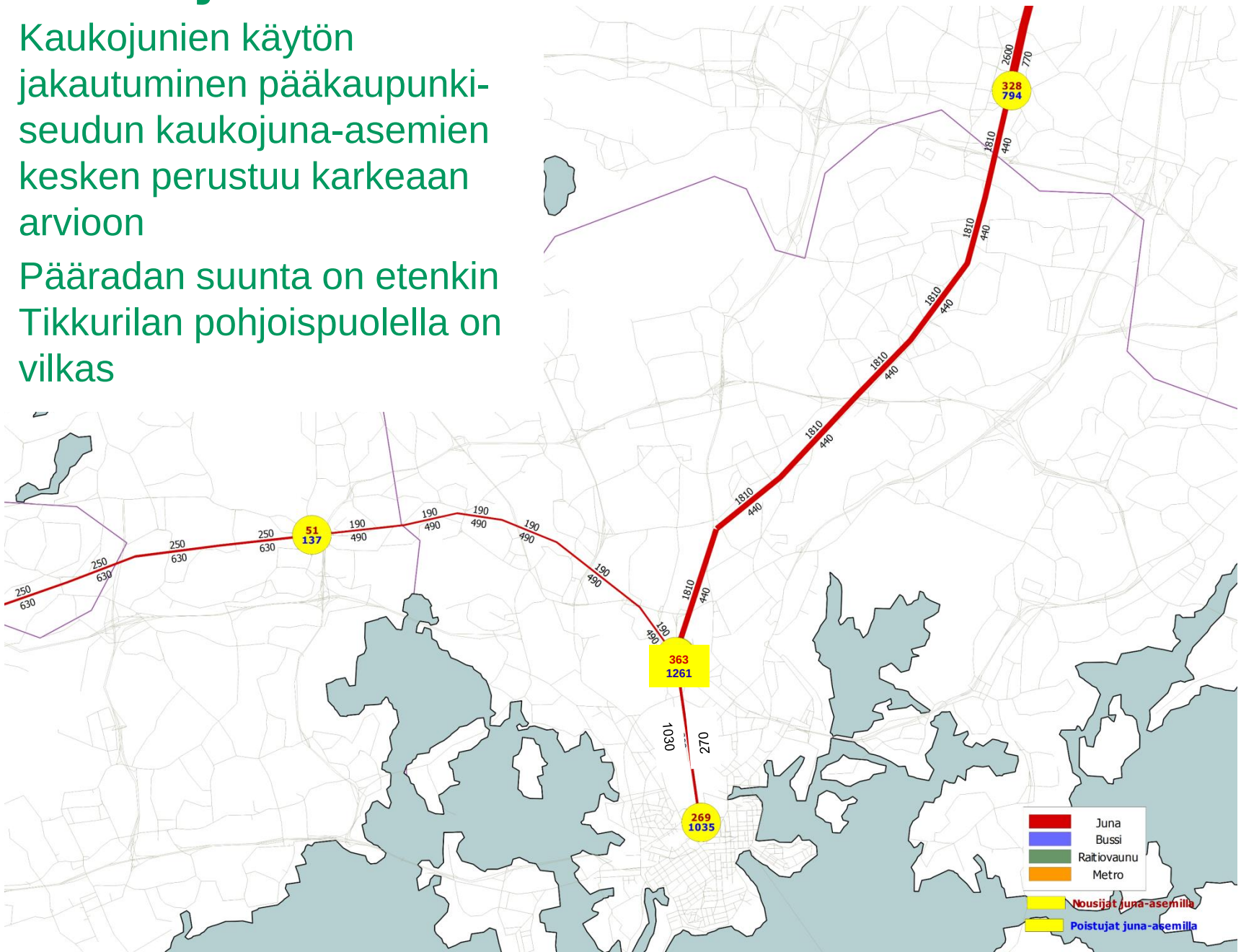


Kaukojunien kuormitus liikennemallin mukaan arvioituna

Kaukojunat AHT vertailuvaihtoehto

Kaukojunien käytön jakautuminen pääkaupunki-seudun kaukojuna-asemien kesken perustuu karkeaan arvioon

Pääradan suunta on etenkin Tikkurilan pohjoispuolella on vilkas



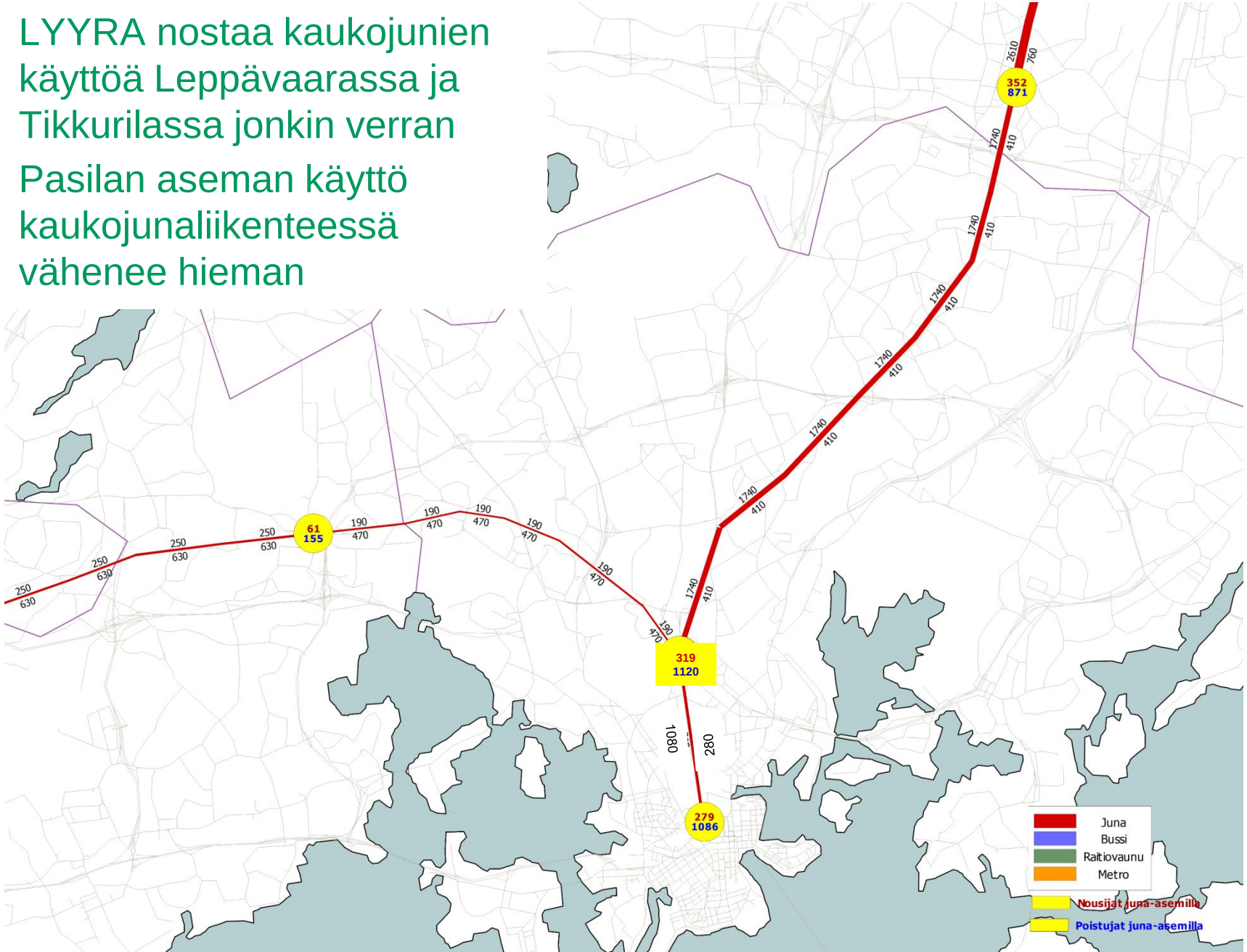
Kaukojunat AHT Pisararata

Pisararata korostaa jonkin verran Pasilan merkitystä päärautatieaseman suhteen, muut muutokset ovat vähäisiä

Kaukojunat AHT LYYRA

LYYRA nostaa kaukojunien käyttöä Leppävaarassa ja Tikkurilassa jonkin verran

Pasilan aseman käyttö kaukojunaliikenteessä vähenee hieman



Kaukojunat AHT Heiluri

Heilurimaisen junaliikenteen vaihtoehdossa kaukojunat siirtyvät Pasilasta ja päärautatieasemalta ”Ilmala2:seen”

Myös Leppävaaran käyttö kaukoliikenteessä kasvaa

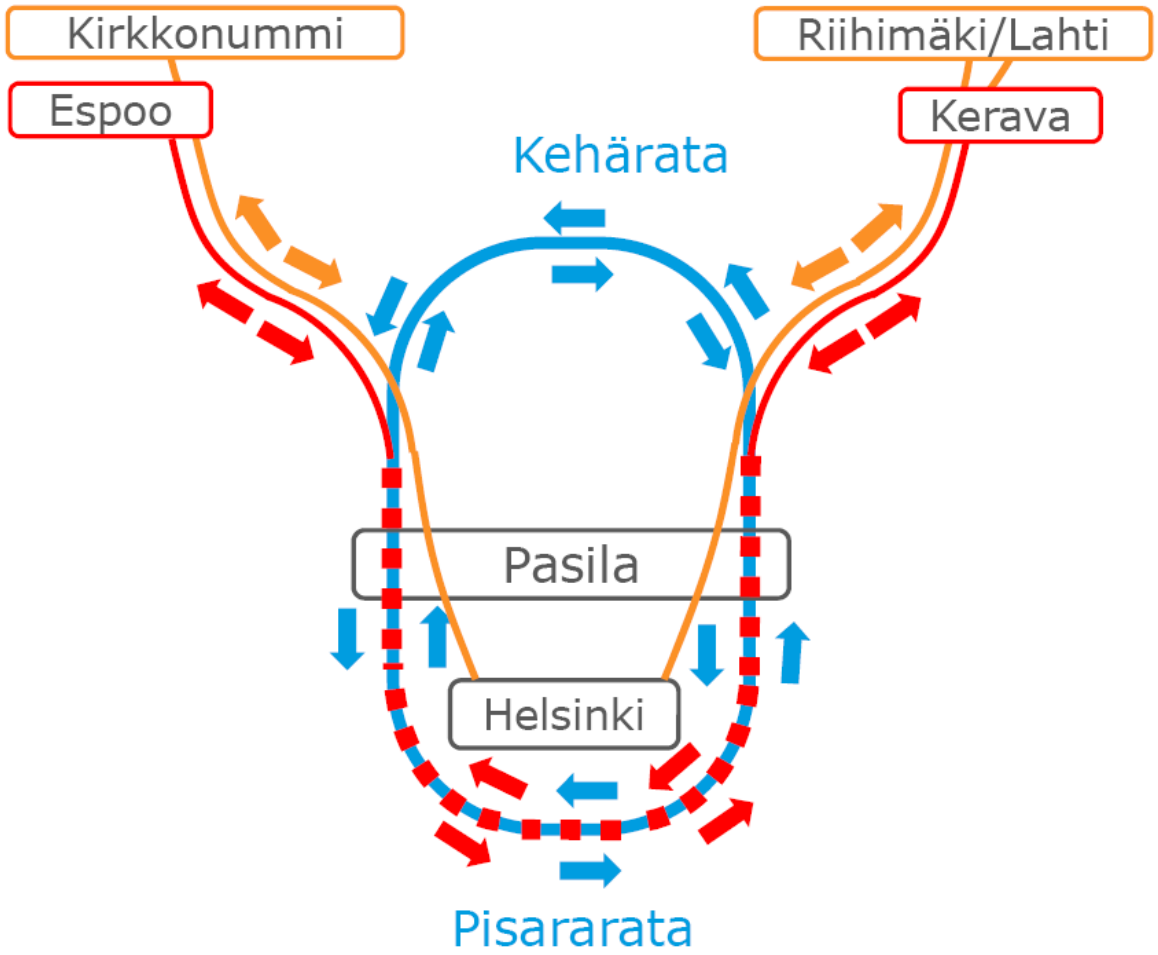
Rantaradan ja pääradan kaukoliikenteen kuormitukset ovat erisuuruiset, joten heilurimaisen liikenteen vaihtoehdon oletuksilla kaupallisen ratkaisun toteuttaminen on haasteellinen

Saavutettavuusmuutokset liikennemallilla arvioituna

Pisararata

Pisaran liikennöinnin periaate

Ympyrä + heilurit

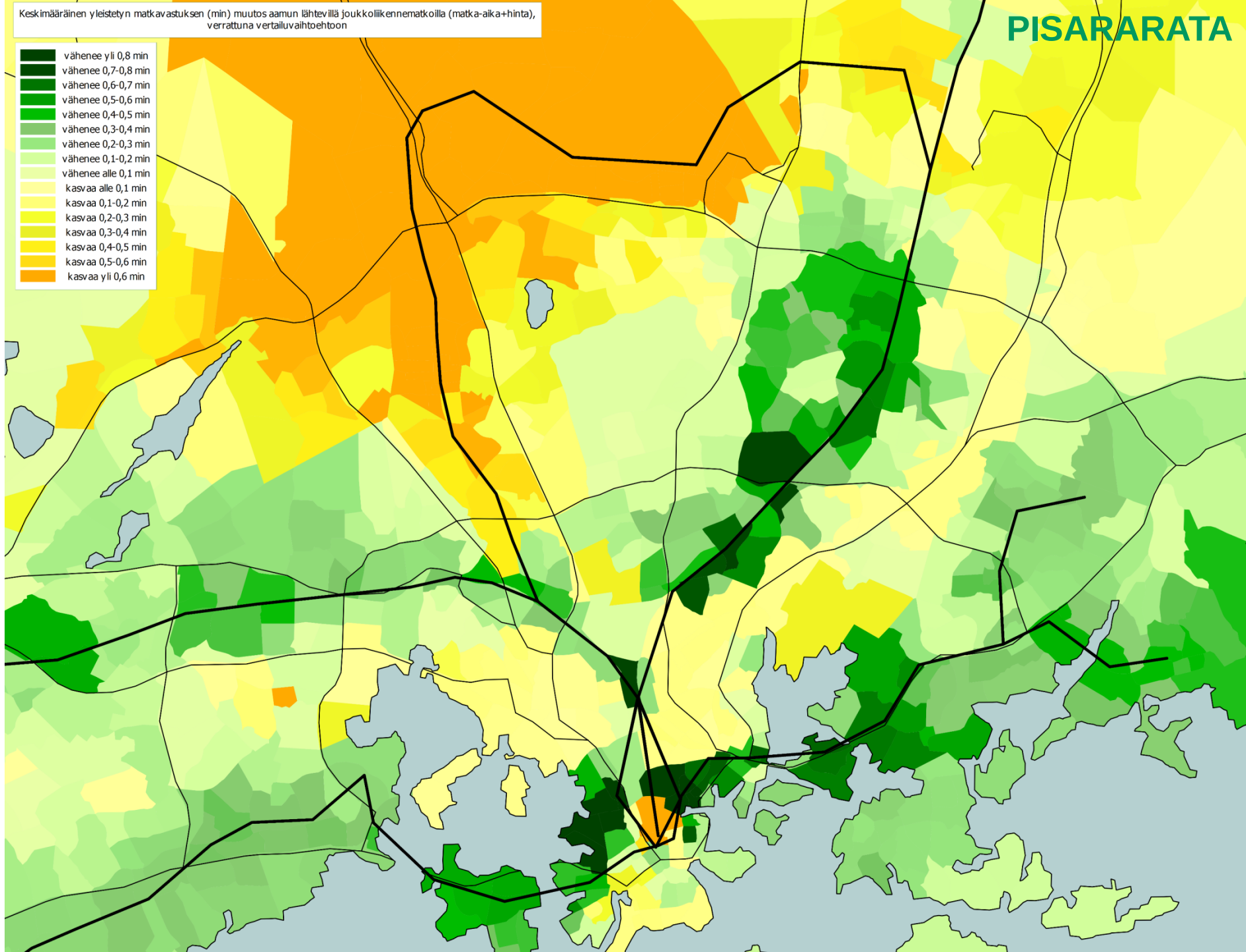


Pisararadan ratkaisussa kaikilta kaupunkiratojen asemilta on vaihdottomat yhteydet Pisararadan asemille (Hakaniemi, Helsingin keskusta ja Töölö), mutta ei Helsingin päärautatieasemalle

Päärautatieasemalle liikennöivät kaukojunat sekä Riihimäen, Lahden ja Kirkkonummen lähijunat

Keskimääräinen yleistetyn matkavastuksen (min) muutos aamun lähtevillä jl-matkoilla Pisararata vs. vertailuvaihtoehto

Matkavastus kasvaa Kehäradalla ympyrä-linjan aikataulujen tasaamisen vuoksi, mutta vähenee Töölössä, Hakaniemessä sekä Itämetron ja Pääradan varressa Helsingissä. Päärautatieaseman lähiympäristö heikkenee saavutettavuudeltaan.



JL-matkavastuksen muutokset AHT: Pisara

Vertailuvaihtoehto ⟶ Pisararata

matkavastus JL AHT	Keskusta	Pasila	Valimo	Hakaniem	Herttonie	Itäkeskus	Malmi	Matinkylä	Tapiola	Leppävaa	Espoonke	Myyrmäk	Aviapolis	Tikkurila	Kirkkonu	Klaukkala	Hyrylä	Kerava	Järvenpää	Hyvinkää	Mäntsälä
Keskusta		10 %	9 %	-2 %	-1 %	-1 %	9 %	-1 %	-1 %	1 %	0 %	13 %	10 %	0 %	0 %	0 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Pasila	9 %		0 %	-8 %	-2 %	0 %	0 %	-5 %	-6 %	0 %	0 %	6 %	5 %	0 %	0 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Valimo	9 %	0 %		-18 %	-5 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	5 %	9 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Hakaniemi	-9 %	-19 %	-19 %		0 %	0 %	-25 %	0 %	0 %	-10 %	-10 %	-12 %	-1 %	-22 %	-6 %	0 %	-7 %	-14 %	-14 %	-10 %	-8 %
Herttoniemi	-6 %	-2 %	-6 %	0 %		0 %	-12 %	0 %	0 %	0 %	-2 %	-2 %	-1 %	-9 %	-2 %	0 %	-2 %	-5 %	-5 %	-3 %	-3 %
Itäkeskus	-5 %	-2 %	-5 %	0 %	0 %		-11 %	0 %	0 %	0 %	-2 %	-1 %	-1 %	-8 %	-2 %	0 %	-2 %	-4 %	-4 %	-3 %	-3 %
Malmi	9 %	0 %	0 %	-24 %	-12 %	-6 %		-5 %	-5 %	0 %	0 %	3 %	5 %	0 %	0 %	6 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Matinkylä	-4 %	-5 %	0 %	0 %	0 %	0 %	-5 %		0 %	0 %	0 %	0 %	1 %	-2 %	0 %	0 %	-2 %	-2 %	-2 %	-1 %	-1 %
Tapiola	-4 %	-5 %	0 %	0 %	0 %	0 %	-5 %	0 %		0 %	0 %	0 %	1 %	-2 %	0 %	0 %	-2 %	-2 %	-2 %	-1 %	-1 %
Leppävaara	1 %	0 %	0 %	-11 %	-2 %	0 %	0 %	0 %	0 %		0 %	0 %	8 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Espoonkeskus	0 %	0 %	0 %	-9 %	-2 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %		4 %	8 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Myyrmäki	13 %	6 %	5 %	-11 %	-1 %	4 %	2 %	0 %	0 %	0 %	4 %		8 %	12 %	3 %	3 %	10 %	7 %	5 %	3 %	3 %
Aviapolis	6 %	5 %	7 %	-4 %	0 %	0 %	3 %	0 %	0 %	6 %	6 %	7 %		3 %	5 %	3 %	0 %	3 %	3 %	2 %	2 %
Tikkurila	0 %	0 %	0 %	-24 %	-10 %	-3 %	0 %	-3 %	-3 %	0 %	0 %	12 %	0 %		0 %	8 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Kirkkonummi	0 %	0 %	0 %	-6 %	-1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	3 %	6 %	0 %		0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Klaukkala	4 %	3 %	2 %	-2 %	1 %	1 %	6 %	0 %	0 %	0 %	2 %	3 %	3 %	8 %	2 %		5 %	6 %	6 %	4 %	4 %
Hyrylä	0 %	0 %	0 %	-7 %	-2 %	0 %	0 %	-2 %	-2 %	0 %	0 %	6 %	0 %	0 %	0 %	5 %		0 %	0 %	0 %	0 %
Kerava	0 %	0 %	0 %	-14 %	-5 %	0 %	0 %	-2 %	-2 %	0 %	0 %	5 %	5 %	0 %	0 %	6 %	0 %		0 %	0 %	0 %
Järvenpää	0 %	0 %	0 %	-13 %	-4 %	0 %	0 %	-2 %	-2 %	0 %	0 %	3 %	4 %	0 %	0 %	6 %	0 %	0 %		0 %	0 %
Hyvinkää	0 %	0 %	0 %	-9 %	-3 %	0 %	0 %	-1 %	-1 %	0 %	0 %	2 %	3 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %		0 %
Mäntsälä	0 %	0 %	0 %	-7 %	-3 %	0 %	0 %	-1 %	-1 %	0 %	0 %	2 %	3 %	0 %	0 %	4 %	0 %	0 %	0 %	0 %	

Pisararata parantaa yhteyksiä metro- ja junaratojen varrella olevien keskusten välillä Hakaniemen hyvien vaihtoyhteyden ansiosta, mutta heikentää Vantaan keskusten yhteyksiä Kehäradan hidastamisen vuoksi

Matkamäärät Helsingin kantakaupunkiin kasvavat (ks. seuraava dia)

Matkamäärämuutokset vuorokausitasolla: Pisara

Vertailuvaihtoehto ⟶ Pisararata

MAL 2019

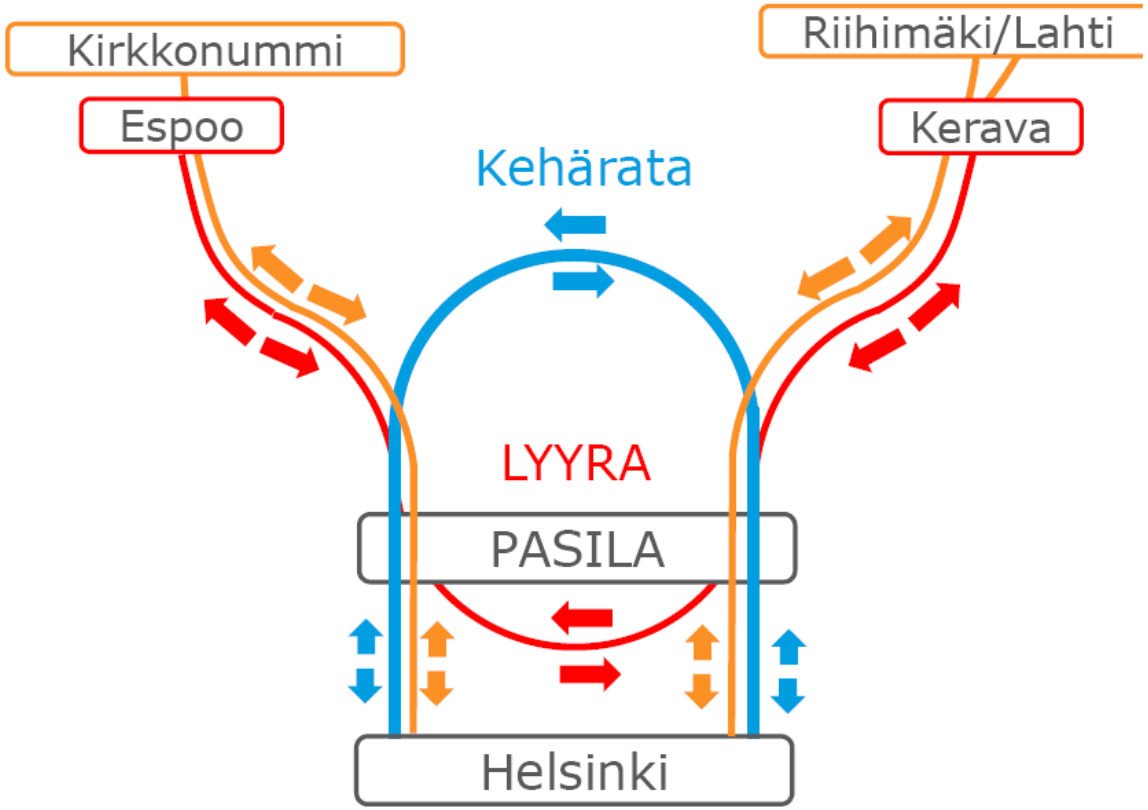
JL-matkat	Kantakaupunki	Muu Helsinki	Espoo+Kaun+ Vantaa	Raideliik. Keskukset	Muu Hgin seutu	Muu tutkimusalue	Yhteensä
Kantakaupunki	-0.09 %	1.18 %	1.29 %	1.66 %	0.26 %	0.41 %	**0.71 %**
Muu Helsinki	1.22 %	-0.13 %	-0.83 %	-0.04 %	-0.77 %	0.11 %	**0.24 %**
Espoo+Kaun+Vantaa	1.45 %	-0.70 %	-1.02 %	-1.65 %	-1.55 %	-0.45 %	**-0.48 %**
Raideliik. Keskukset	1.61 %	-0.01 %	-1.55 %	-0.30 %	-0.64 %	-0.33 %	**-0.05 %**
Muu Hgin seutu	0.25 %	-0.74 %	-1.50 %	-0.64 %	-0.16 %	-0.14 %	**-0.35 %**
Muu tutkimusalue	0.30 %	0.09 %	-0.47 %	-0.43 %	-0.14 %	0.00 %	**0.00 %**
Yhteensä	**0.77 %**	**0.24 %**	**-0.55 %**	**-0.08 %**	**-0.36 %**	**0.00 %**	**0.10 %**

Kaikki matkat	Kantakaupunki	Muu Helsinki	Espoo+Kaun+ Vantaa	Raideliik. Keskukset	Muu Hgin seutu	Muu tutkimusalue	Yhteensä
Kantakaupunki	-0.28 %	0.66 %	0.81 %	1.09 %	0.11 %	-0.32 %	**0.21 %**
Muu Helsinki	0.71 %	-0.32 %	-0.45 %	-0.21 %	-0.32 %	-0.32 %	**-0.03 %**
Espoo+Kaun+Vantaa	0.97 %	-0.38 %	-0.24 %	-0.30 %	-0.03 %	0.01 %	**-0.10 %**
Raideliik. Keskukset	1.11 %	-0.17 %	-0.32 %	-0.03 %	-0.03 %	-0.01 %	**-0.01 %**
Muu Hgin seutu	0.11 %	-0.29 %	-0.06 %	-0.03 %	0.03 %	0.02 %	**-0.01 %**
Muu tutkimusalue	0.18 %	0.00 %	-0.16 %	0.01 %	0.01 %	0.00 %	**0.00 %**
Yhteensä	**0.32 %**	**-0.07 %**	**-0.15 %**	**-0.02 %**	**0.00 %**	**-0.08 %**	**0.00 %**

LYYRA

LYYRA-liikennöinnin periaate

Kaksi erillistä linjaa

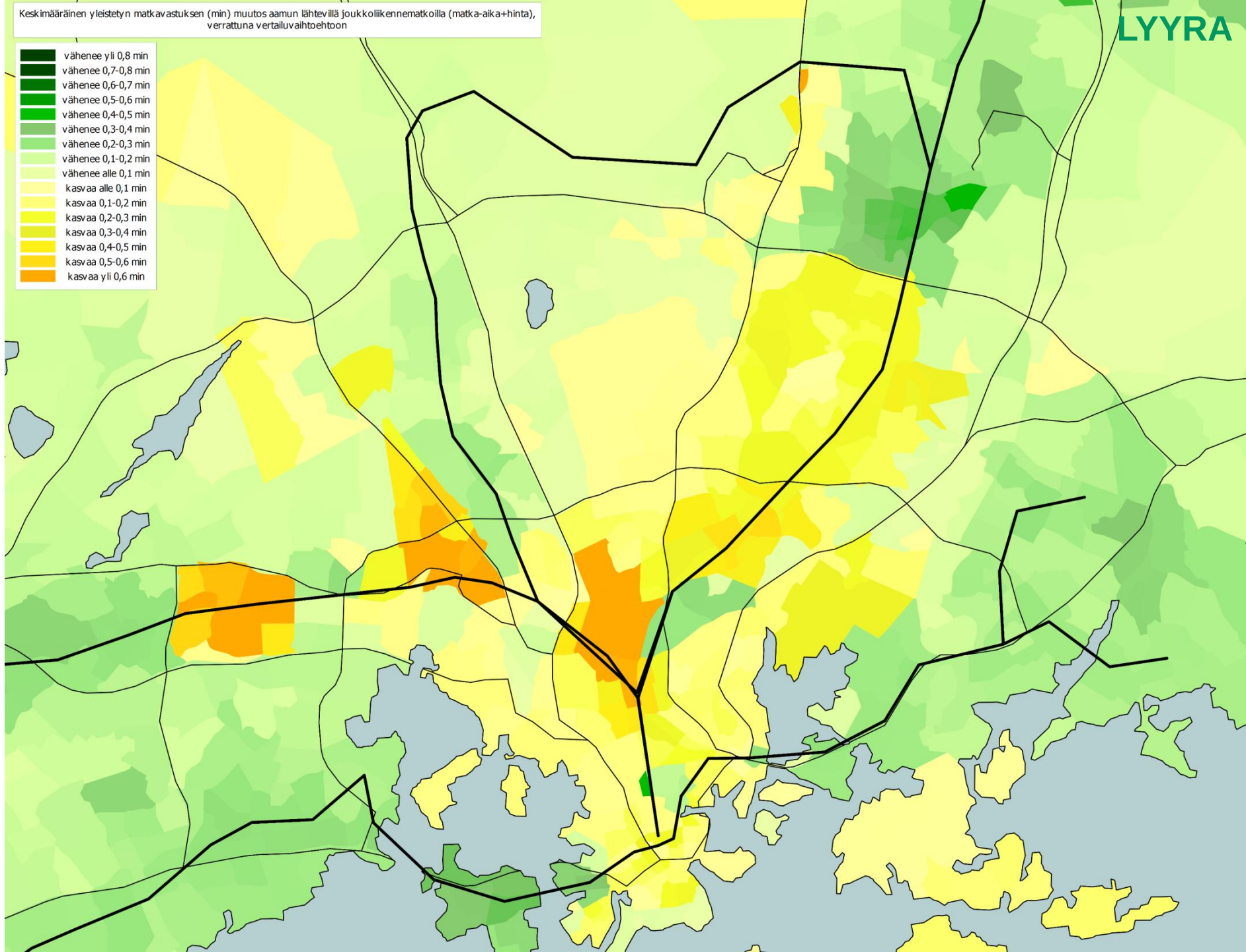


LYYRA-ratkaisussa Keravalle ja Espooseen kulkevien kaupunkijuna-linjoilta poistuu vaihdoton yhteys Helsingin päärautatieasemalle

Kokonaan ilman vaihdotonta juna-yhteyttä Päärautatieasemalle jäävät Valimo, Pitäjänmäki, Mäkkylä, Kilo, Kera, Koivuhovi ja Tuomarila sekä Koivukylä, Rekola, Korso ja Savio

Keskimääräinen yleistetyn matkavastuksen (min) muutos aamun lähtevillä jl-matkoilla LYYRA vs. vertailuvaihtoehto

Matkavastus kasvaa erityisesti Ilmalassa, Kerassa, Kilossa, Pitäjänmäellä ja Valimossa poistuvan keskustayhteyden myötä. Muutokset ovat Pisararataan verrattuna pienempiä.



JL-matkavastuksen muutokset AHT: LYYRA

Vertailuvaihtoehto ⟶ LYYRA

matkavastus JL AHT	Keskusta	Pasila	Valimo	Hakaniem	Herttonie	Itäkeskus	Malmi	Matinkylä	Tapiola	Leppävaa	Espoonke	Myyrmäk	Aviapolis	Tikkurila	Kirkkonu	Klaukkala	Hyrylä	Kerava	Järvenpää	Hyvinkää	Mäntsälä
Keskusta		2 %	17 %	-2 %	-1 %	-1 %	5 %	-1 %	-1 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Pasila	4 %		17 %	0 %	0 %	0 %	5 %	-1 %	-1 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Valimo	17 %	18 %		11 %	7 %	7 %	-16 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	-12 %	0 %	0 %	-7 %	-4 %	4 %	3 %	2 %
Hakaniemi	-9 %	0 %	9 %		0 %	0 %	1 %	0 %	0 %	0 %	-3 %	-3 %	0 %	-3 %	-2 %	0 %	0 %	-2 %	-2 %	-2 %	-1 %
Herttoniemi	-6 %	0 %	7 %	0 %		0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	-2 %	-3 %	0 %	-3 %	-2 %	0 %	0 %	-2 %	-2 %	-2 %	-1 %
Itäkeskus	-5 %	0 %	6 %	0 %	0 %		0 %	0 %	0 %	0 %	-2 %	-2 %	0 %	-3 %	-2 %	0 %	0 %	-2 %	-2 %	-2 %	-1 %
Malmi	5 %	5 %	-16 %	3 %	0 %	3 %		0 %	1 %	-8 %	-2 %	-2 %	0 %	0 %	-2 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Matinkylä	-4 %	-2 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %		0 %	0 %	0 %	0 %	-1 %	-2 %	0 %	0 %	-1 %	-2 %	-2 %	-1 %	-1 %
Tapiola	-4 %	-2 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %		0 %	0 %	0 %	-2 %	-2 %	0 %	0 %	-1 %	-2 %	-2 %	-1 %	-1 %
Leppävaara	1 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	-9 %	0 %	0 %		0 %	0 %	0 %	-6 %	0 %	0 %	0 %	-2 %	0 %	0 %	0 %
Espoonkeskus	0 %	0 %	0 %	-1 %	-2 %	0 %	-4 %	0 %	0 %	0 %		0 %	0 %	-1 %	0 %	0 %	-1 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Myyrmäki	0 %	0 %	0 %	-1 %	-2 %	0 %	-3 %	0 %	0 %	0 %	0 %		0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Aviapolis	0 %	0 %	-1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	-1 %	-1 %	0 %	0 %	0 %		0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Tikkurila	0 %	0 %	-12 %	-1 %	-2 %	0 %	0 %	-2 %	-2 %	-5 %	-1 %	0 %	0 %		-1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Kirkkonummi	0 %	0 %	0 %	-1 %	-1 %	0 %	-1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %		0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Klaukkala	0 %	0 %	0 %	0 %	-1 %	0 %	0 %	-1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %		0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Hyrylä	0 %	0 %	-1 %	0 %	-1 %	0 %	0 %	-1 %	-1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %		0 %	0 %	0 %	0 %
Kerava	0 %	0 %	-2 %	-1 %	-2 %	0 %	0 %	-2 %	-2 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %		0 %	0 %	0 %
Järvenpää	0 %	0 %	4 %	-1 %	-2 %	0 %	0 %	-2 %	-2 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %		0 %	0 %
Hyvinkää	0 %	0 %	3 %	-1 %	-1 %	0 %	0 %	-1 %	-1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %		0 %
Mäntsälä	0 %	0 %	2 %	-1 %	-1 %	0 %	0 %	-1 %	-1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	

LYYRA parantaa pää- ja rantaradan välisiä yhteyksiä (kuten Leppävaara–Tikkurila), mutta heikentää mm. Malmin ja Valimon yhteyksiä keskustaan

Pääkaupunkiseudun esikaupunkialueiden väliset matkamäärät kasvavat, kantakaupunkiin suuntautuvien matkojen määrä vähenee jonkin verran (ks. seuraava dia)

Matkamäärämuutokset vuorokausitasolla: LYYRA

Vertailuvaihtoehto ⟶ LYYRA

MAL 2019

JL-matkat	Kantakaupunki	Muu Helsinki	Espoo+Kaun +Vantaa	Raideliik. Keskukset	Muu Hgin seutu	Muu tutkimusalue	**Yhteensä**
Kantakaupunki	0.21 %	-0.65 %	-0.50 %	-0.10 %	0.02 %	-0.12 %	**-0.26 %**
Muu Helsinki	-0.68 %	0.48 %	1.33 %	0.51 %	0.12 %	0.15 %	**0.19 %**
Espoo+Kaun+Vantaa	-0.47 %	1.34 %	0.24 %	0.26 %	0.23 %	0.05 %	**0.25 %**
Raideliik. Keskukset	-0.06 %	0.42 %	0.24 %	-0.10 %	-0.20 %	-0.33 %	**0.00 %**
Muu Hgin seutu	0.01 %	0.08 %	0.20 %	-0.21 %	-0.01 %	-0.01 %	**0.01 %**
Muu tutkimusalue	-0.10 %	0.08 %	-0.06 %	-0.43 %	-0.01 %	0.00 %	**-0.03 %**
Yhteensä	**-0.27 %**	**0.21 %**	**0.25 %**	**-0.01 %**	**0.02 %**	**-0.01 %**	**0.06 %**

Kaikki matkat	Kantakaupunki	Muu Helsinki	Espoo+Kaun +Vantaa	Raideliik. Keskukset	Muu Hgin seutu	Muu tutkimusalue	**Yhteensä**
Kantakaupunki	0.18 %	-0.45 %	-0.36 %	-0.08 %	0.00 %	0.15 %	**-0.09 %**
Muu Helsinki	-0.49 %	0.17 %	0.62 %	0.22 %	0.09 %	-0.06 %	**0.05 %**
Espoo+Kaun+Vantaa	-0.37 %	0.62 %	-0.02 %	-0.01 %	-0.01 %	-0.10 %	**0.02 %**
Raideliik. Keskukset	-0.06 %	0.20 %	0.00 %	-0.02 %	-0.03 %	-0.01 %	**-0.01 %**
Muu Hgin seutu	-0.02 %	0.07 %	0.01 %	-0.03 %	-0.01 %	-0.01 %	**-0.01 %**
Muu tutkimusalue	-0.14 %	0.08 %	0.03 %	0.02 %	0.01 %	0.00 %	**0.00 %**
Yhteensä	**-0.15 %**	**0.08 %**	**0.02 %**	**-0.01 %**	**-0.01 %**	**0.00 %**	**0.00 %**

Pisararata/LYYRA vaikutukset eri alueille

MAL 2019

Pisararata:

- → parantaa yhteyksiä metro- ja junaratojen varrella olevien keskusten välillä Hakaniemen hyvien vaihtoyhteyden ansiosta (metron kapasiteetti tarkistettava)
- → heikentää Vantaan keskusten yhteyksiä Kehäradan hidastamisen vuoksi
- → matkamäärät Helsingin kantakaupunkiin kasvavat

LYYRA:

- → parantaa pää- ja rantaradan välisiä yhteyksiä (kuten Leppävaara–Tikkurila), mutta heikentää mm. Malmin ja Valimon yhteyksiä keskustaan
- → pääkaupunkiseudun esikaupunki-alueiden väliset matkamäärät kasvavat, kantakaupunkiin suuntautuvien matkojen määrä vähenee jonkin verran

Junalinjojen mitoittava kuormitus AHT

Matkustajia/juna, Huopalahdesta etelään

Linja	Vertailu-ve	Pisara	Lyyra
Espoon kaupunkirata	473	516	229
Kehärata	651	643	745
Kauklahden lähijuna	505	565	835
Kirkkonummen lähijuna	765	830	1 070
Siuntion lähijuna	880	950	1 170
Turun kaukojuna	490	490	470

Matkustajia/juna, Käpylästä etelään

Linja	Vertailu-ve	Pisara	Lyyra
Keravan kaupunkirata	456	540	301
Kehärata	377	461	511
Riihimäen lähijuna	1 125	1 143	1 213
Lahden lähijuna	650	655	755
Tampereen kaukojuna	450	460	433
Lahden kaukojuna	230	230	220

Mitoittava kuormitus tarkoittaa matkustaja-määrää maksimipoikkileikkauksessa, jonka mukaan kaluston määrä pitää mitoittaa. Periaatteessa mitä tasaisempi kuormitus, sen parempi.
Riihimäen lähijunien ja Kirkkonummen junien kuormitukset ovat korkeita.

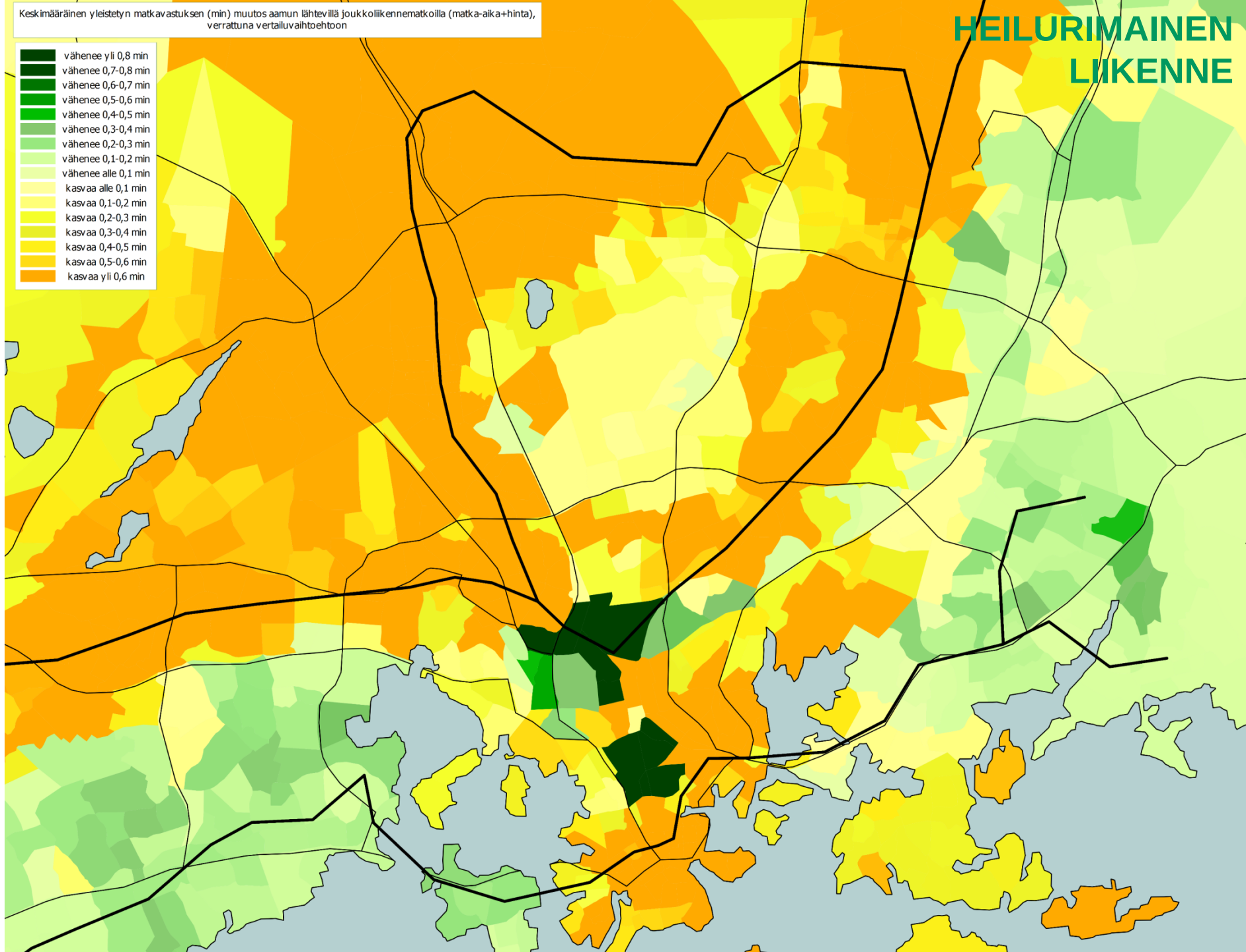
LYYRA vähentää kuormitusta Espoon ja Keravan kaupunkiradoilla ja vastaavasti lisää kuormitusta muilla, keskustaan suuntautuvilla lähijunalinjoilla.

Kaukojunien matkustajakuormitukset aamuruuhkassa ovat lähijuniin verrattuna pieniä.

Herkkyystarkastelu: Heilurimainen kauko- ja lähijunaliikenne

Keskimääräinen yleistetyn matkavastuksen (min) muutos aamun lähtevillä jl-matkoilla heilurimainen vs. vertailuvaihtoehto

Matkavastus kasvaa lähes kaikkialla rautateiden varressa. Saavutettavuus paranee merkittävästi ainoastaan uuden tiheän raitioyhteyden kohdalla. Kantakaupungin saavutettavuus heikkenee merkittävästi.



JL-matkavastuksen muutokset AHT: Heiluri

Vertailuvaihtoehto ⟶ Heiluri

matkavastus JL AHT	Keskusta	Pasila	Valimo	Hakaniem	Herttonie	Itäkeskus	Malmi	Matinkylä	Tapiola	Leppävaa	Espoonke	Myyrmäk	Aviapolis	Tikkurila	Kirkkonu	Klaukkala	Hyrylä	Kerava	Järvenpää	Hyvinkää	Mäntsälä
Keskusta		7 %	22 %	-2 %	-1 %	-1 %	16 %	-1 %	-1 %	14 %	17 %	23 %	16 %	20 %	10 %	0 %	9 %	14 %	13 %	9 %	8 %
Pasila	2 %		28 %	0 %	0 %	0 %	21 %	-6 %	-6 %	19 %	21 %	29 %	11 %	25 %	13 %	1 %	0 %	18 %	17 %	11 %	10 %
Valimo	23 %	31 %		9 %	5 %	11 %	-15 %	0 %	0 %	0 %	0 %	5 %	5 %	-10 %	0 %	-8 %	-7 %	-7 %	-5 %	-4 %	-4 %
Hakaniemi	-9 %	0 %	7 %		0 %	0 %	5 %	0 %	0 %	0 %	6 %	10 %	0 %	6 %	4 %	0 %	0 %	5 %	5 %	3 %	3 %
Herttoniemi	-6 %	0 %	5 %	0 %		0 %	1 %	0 %	0 %	0 %	4 %	8 %	0 %	5 %	3 %	0 %	0 %	4 %	4 %	3 %	2 %
Itäkeskus	-5 %	0 %	5 %	0 %	0 %		1 %	0 %	0 %	0 %	4 %	8 %	0 %	5 %	3 %	0 %	0 %	4 %	4 %	3 %	2 %
Malmi	17 %	22 %	-15 %	7 %	0 %	7 %		3 %	4 %	-8 %	-5 %	-9 %	5 %	0 %	-4 %	-1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Matinkylä	-4 %	-4 %	0 %	0 %	0 %	0 %	3 %		0 %	0 %	0 %	0 %	6 %	4 %	0 %	0 %	2 %	3 %	3 %	2 %	2 %
Tapiola	-4 %	-5 %	0 %	0 %	0 %	0 %	4 %	0 %		0 %	0 %	0 %	6 %	4 %	0 %	0 %	2 %	3 %	3 %	3 %	2 %
Leppävaara	15 %	21 %	0 %	0 %	0 %	5 %	-10 %	0 %	0 %		0 %	0 %	4 %	-21 %	0 %	0 %	-8 %	-17 %	-16 %	-12 %	-11 %
Espoonkeskus	17 %	23 %	0 %	7 %	5 %	9 %	-5 %	0 %	0 %	0 %		4 %	4 %	-20 %	0 %	-2 %	-12 %	-18 %	-15 %	-11 %	-6 %
Myyrmäki	24 %	31 %	5 %	12 %	8 %	13 %	-10 %	0 %	0 %	0 %	4 %		8 %	7 %	3 %	3 %	10 %	0 %	0 %	0 %	-1 %
Aviapolis	15 %	10 %	1 %	0 %	0 %	0 %	3 %	4 %	5 %	-1 %	-1 %	7 %		3 %	-1 %	3 %	0 %	3 %	3 %	2 %	2 %
Tikkurila	21 %	28 %	-15 %	8 %	5 %	10 %	0 %	4 %	4 %	-21 %	-20 %	2 %	0 %		-14 %	8 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Kirkkonummi	10 %	14 %	0 %	5 %	3 %	6 %	-4 %	0 %	0 %	0 %	0 %	3 %	3 %	-13 %		-1 %	-9 %	-11 %	-9 %	-7 %	-6 %
Klaukkala	5 %	8 %	1 %	2 %	1 %	1 %	4 %	0 %	0 %	0 %	3 %	3 %	3 %	8 %	2 %		5 %	6 %	6 %	4 %	4 %
Hyrylä	9 %	7 %	-4 %	0 %	2 %	3 %	0 %	2 %	2 %	-9 %	-11 %	6 %	0 %	0 %	-8 %	5 %		0 %	0 %	0 %	0 %
Kerava	15 %	21 %	-8 %	7 %	4 %	9 %	0 %	3 %	4 %	-17 %	-17 %	-2 %	5 %	0 %	-12 %	6 %	0 %		0 %	0 %	0 %
Järvenpää	14 %	19 %	-7 %	6 %	4 %	8 %	0 %	3 %	3 %	-16 %	-15 %	-3 %	4 %	0 %	-8 %	6 %	0 %	0 %		0 %	0 %
Hyvinkää	9 %	12 %	-5 %	4 %	3 %	6 %	0 %	3 %	3 %	-12 %	-11 %	-2 %	3 %	0 %	-7 %	0 %	0 %	0 %	0 %		0 %
Mäntsälä	7 %	10 %	-4 %	3 %	2 %	5 %	0 %	2 %	2 %	-10 %	-7 %	-2 %	3 %	0 %	-7 %	4 %	0 %	0 %	0 %	0 %	

Heilurimainen junaliikenne heikentää merkittävästi yhteyksiä Helsingin keskustaan ja Pasilaan, mutta toisaalta parantaa pää- ja rantaradan varrella olevien keskusten välisiä yhteyksiä

Seudulliset matkat Helsingin kantakaupunkiin vähenevät paljon, ja ne suuntautuvat muualle pääkaupunkiseudulle (ks. seuraava dia)

Matkamäärämuutokset vuorokausitasolla: Heiluri

Vertailuvaihtoehto ⟶ Heiluri

JL-matkat	Kantakaupunki	Muu Helsinki	Espoo+Kaun +Vantaa	Raideliik. Keskukset	Muu Hgin seutu	Muu tutkimusalue	Yhteensä
Kantakaupunki	1.25 %	-1.44 %	-3.80 %	-6.34 %	-1.02 %	-1.02 %	**-1.09 %**
Muu Helsinki	-1.42 %	1.02 %	0.81 %	4.18 %	1.35 %	0.26 %	**0.13 %**
Espoo+Kaun+Vantaa	-3.82 %	0.88 %	0.19 %	4.21 %	1.18 %	0.54 %	**-0.43 %**
Raideliik. Keskukset	-6.06 %	4.11 %	3.99 %	0.97 %	0.99 %	0.36 %	**0.08 %**
Muu Hgin seutu	-0.88 %	1.37 %	1.05 %	0.93 %	0.17 %	0.10 %	**0.25 %**
Muu tutkimusalue	-0.82 %	0.29 %	0.41 %	0.29 %	0.08 %	0.00 %	**-0.05 %**
Yhteensä	**-1.12 %**	**0.15 %**	**-0.40 %**	**0.12 %**	**0.25 %**	**-0.02 %**	**-0.40 %**

Kaikki matkat	Kantakaupunki	Muu Helsinki	Espoo+Kaun +Vantaa	Raideliik. Keskukset	Muu Hgin seutu	Muu tutkimusalue	Yhteensä
Kantakaupunki	0.71 %	-0.89 %	-2.32 %	-4.36 %	-0.67 %	0.21 %	**-0.39 %**
Muu Helsinki	-0.87 %	0.66 %	0.75 %	1.71 %	0.56 %	0.34 %	**0.16 %**
Espoo+Kaun+Vantaa	-2.43 %	0.77 %	0.41 %	1.03 %	0.49 %	0.41 %	**0.10 %**
Raideliik. Keskukset	-4.44 %	1.71 %	1.00 %	0.13 %	0.13 %	0.07 %	**0.05 %**
Muu Hgin seutu	-0.59 %	0.54 %	0.40 %	0.12 %	0.06 %	0.05 %	**0.07 %**
Muu tutkimusalue	-0.51 %	0.20 %	0.08 %	0.08 %	0.09 %	0.00 %	**0.00 %**
Yhteensä	**-0.58 %**	**0.28 %**	**0.18 %**	**0.09 %**	**0.11 %**	**0.14 %**	**0.01 %**

Tunnuslukuja liikennemallilla arvioituna

Tunnuslukuja

Kulkumuodot 2030	Vertailu-ve	Pisara	Lyyra	Heiluri
Joukkoliikenne	25.55 %	25.58 %	25.57 %	25.44 %
Kävely	29.12 %	29.12 %	29.12 %	29.09 %
Polkupyörä	7.97 %	7.96 %	7.97 %	7.99 %
Henkilöauto	37.36 %	37.34 %	37.34 %	37.47 %
Kestävät kulkutavat	**62.64 %**	**62.66 %**	**62.66 %**	**62.52 %**
Joukkoliikenne	vrt. vert-ve	0.03 %	0.02 %	*-0.11 %*
Kävely	vrt. vert-ve	0.00 %	0.00 %	*-0.03 %*
Polkupyörä	vrt. vert-ve	*-0.01 %*	0.00 %	0.02 %
Henkilöauto	vrt. vert-ve	*-0.02 %*	*-0.02 %*	0.11 %
Kestävät kulkutavat	vrt. vert-ve	**0.02 %**	**0.02 %**	***-0.12 %***

Mittareita	Vertailu-ve	Pisara	Lyyra	Heiluri
Osuus väestöstä kestävän liikkumisen vyöhykkeillä	82.13 %	82.01 %	82.13 %	81.91 %
Henkilöautosuorite	30 240 453	30 233 863	30 239 089	30 288 850
Työvoiman saavutettavuus	114 634	114 962	114 748	113 881
Osuus väestöstä ...	vrt. vert-ve	*-0.11 %*	0.00 %	*-0.21 %*
Henkilöautosuorite	vrt. vert-ve	*-6 590*	*-1 364*	48 397
Työvoiman ...	vrt. vert-ve	328	115	*-753*

Matkat ja vaihdot / vrk	Vertailu-ve	Pisara	Lyyra	Heiluri
Joukkoliikenne	1 370 345	1 371 771	1 371 160	1 364 846
Nousut / matka	1.52	1.53	1.53	1.61
Joukkoliikennematkat	vrt. vert-ve	1 426	815	*-5 498*
Nousut / matka	vrt. vert-ve	0.01	0.01	0.09

Tunnuslukuina on käytetty MAL 2019 -työssä määriteltyjä päämittareita, jotka käsittelevät koko Helsingin seutua

Pisararata ja LYYRA nostavat kestävien kulkutapojen osuutta vähän, mutta heilurimainen liikenne vähentää kestävien kulkutapojen käyttöä paljon

Pisararata ja heiluriliikenne supistavat kestävän liikkumisen vyöhykettä (johtuu Kehäradan ympyrälinjan hidastamisesta ajantasaussyistä)

Pisararata parantaa työvoiman saavutettavuutta, Heiluri heikentää

Heilurimainen liikenne vähentää joukkoliikennematkojen määrää, ja lisää vaihtojen määrää ja ha-suoritetta

Herkkyystarkastelut
- 2030 10 min vuorovälillä
- 2050 8 min vuorovälillä

Tunnuslukuvertailu: 2030 10 min vuorovälillä, 2030 8 min vuorovälillä, 2050 8 min vuorovälillä

MAL 2019

Kulkumuodot	Vertailu-ve, 2030 10 min	Vertailu-ve, 2030 8 min	Vertailu-ve, 2050 8 min	Pisara, 2030 10 min	Pisara, 2030 8 min	Pisara, 2050 8 min	Lyyra, 2030 10 min	Lyyra, 2030 8 min	Lyyra, 2050 8 min
Joukkoliikenne	25.48 %	25.55 %	25.62 %	25.53 %	25.58 %	25.64 %	25.49 %	25.57 %	25.64 %
Kävely	29.10 %	29.12 %	30.00 %	29.11 %	29.12 %	30.00 %	29.10 %	29.12 %	30.00 %
Polkupyörä	7.98 %	7.97 %	7.85 %	7.97 %	7.96 %	7.84 %	7.99 %	7.97 %	7.85 %
Henkilöauto	37.44 %	37.36 %	36.53 %	37.39 %	37.34 %	36.51 %	37.42 %	37.34 %	36.50 %
Kestävät kulkutavat	**62.56 %**	**62.64 %**	**63.47 %**	**62.61 %**	**62.66 %**	**63.48 %**	**62.58 %**	**62.66 %**	**63.49 %**
Joukkoliikenne			vrt. vert-ve	0.05 %	0.03 %	0.02 %	0.01 %	0.02 %	0.02 %
Kävely			vrt. vert-ve	0.01 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %
Polkupyörä			vrt. vert-ve	*-0.01 %*	*-0.01 %*	*-0.01 %*	0.01 %	0.00 %	0.00 %
Henkilöauto			vrt. vert-ve	*-0.05 %*	*-0.02 %*	*-0.02 %*	*-0.02 %*	*-0.02 %*	*-0.03 %*
Kestävät kulkutavat			vrt. vert-ve	**0.05 %**	**0.02 %**	**0.01 %**	**0.02 %**	**0.02 %**	**0.02 %**

Mittareita	Vertailu-ve, 2030 10 min	Vertailu-ve, 2030 8 min	Vertailu-ve, 2050 8 min	Pisara, 2030 10 min	Pisara, 2030 8 min	Pisara, 2050 8 min	Lyyra, 2030 10 min	Lyyra, 2030 8 min	Lyyra, 2050 8 min
Osuus väestöstä kestävän liikkumisen vyöhykkeillä	82.13 %	82.13 %	87.42 %	82.01 %	82.01 %	87.37 %	82.13 %	82.13 %	87.50 %
Henkilöautosuorite	30 270 630	30 240 453	34 347 814	30 256 769	30 233 863	34 343 411	30 263 476	30 239 089	34 337 652
Työvoiman saavutettavuus	114 259	114 634	123 347	114 664	114 962	123 628	114 317	114 748	123 461
Osuus väestöstä ...			vrt. vert-ve	*-0.11 %*	*-0.11 %*	*-0.05 %*	0.00 %	0.00 %	0.08 %
Henkilöautosuorite			vrt. vert-ve	*-13 861*	*-6 590*	*-4 403*	*-7 154*	*-1 364*	*-10 162*
Työvoiman ...			vrt. vert-ve	405	328	281	58	115	115

Vuorovälimuutokset ja 2050 maankäyttö eivät oleellisesti muuta johto-päätöksiä Pisararadasta ja LYYRA:sta

- Perustarkastelu on vuoden 2030 tilanne kaupunkirata-linjojen 8 minuutin linja-kohtaisella vuorovälillä
- Kaupunkiratojen 10 min vuoroväli v. 2030 nostaa Pisararadan vaikutuksia jonkin verran
- Vuoden 2050 maankäyttö suosii LYYRAA, ja Pisara-radan vaikuttavuus pienenee jonkin verran

2. Liikennöinti ja häiriönhallinta lähitulevaisuudessa ja pitkällä aikavälillä

Rautatieliikenteen asiantuntija-haastattelujen yhteenveto

Haastatellut tahot

Pvm	Yritys/Viranomainen	Edustaja(t)
25.5.	VR, lähiliikenteen aikataulusuunnittelu	Atte Wahlström, Valtteri Mustajärvi
7.6.	VR, kaukoliikenteen aikataulusuunnittelu	Sami Hovi, Kaisa-Liisa Tikka
22.5.	VR, operaatiokeskus	Mikko Linderoos
7.6.	VR, lähiliikenne (operointi, Ilmalan varikko)	Antti Koskela
21.5.	Finrail	Jari Toivonen
25.5.	HSL	Tuomas Piiroinen, Olli Ahti, Tuomo Lankinen
17.5.	Liikennevirasto	Antti Lautela, Tiina Purhonen, Teemu Sirkiä, Timo Kovanen
16.5.	Rataliikennekeskus	Rauno Helander
	LVM	*Elina Thorström (sähköpostikysely 8.6.)*

Rautatieliikenteen asiantuntijahaastattelujen yhteenveto

MAL 2019

- → **Liikenne toimii Helsinki–Pasila-välillä nykytilanteessa varsin hyvin**
  - Poikkeustilanteissa **häiriöt kuitenkin kertautuvat** nopeasti
- → **HELRA-hankkeen** toimenpiteiden nähdään helpottavan häiriönhallintaa oleellisesti
- → **Liikenteenohjauksen resurssipula ja toimintamallien kehitystarve** nousi esiin useissa haastatteluissa
- → Monitoimijaympäristö tuo lisää **rajapintoja** ja todennäköisesti jäykistää toimintaa
  - Liikennevirasto **on jo ottamassa käyttöön ns. koordinaattorimallin kapasiteetin ja raiteiston käytön suunnittelussa**
- → Nykyisillä **liikennöintikäytännöillä** välille Helsinki–Pasila ei ruuhka-aikaan lisäjunia juuri mahdu
  - Toisaalta esimerkiksi **kääntöaikojen lyhentäminen** nähtiin useimmissa haastatteluissa mahdollisena
- → Pisaran liikenteellisistä hyödyistä esitettiin hyvin **eriäviä näkemyksiä**
  - Häiriönhallinta sekä liikenteen aloittaminen&lopettaminen todettiin useimmissa haastatteluissa haastaviksi
- → LYYRA:n liikennöitävyys nähtiin **useimmiten Pisaraa parempana**, mutta toisaalta epäiltiin, vapauttaisiko se riittävästi kapasiteettia Helsingistä
  - Puuttuva yhteys Helsinkiin osalla junista nähtiin haittana, mutta toisaalta suora yhteys Pää- ja Rantaradan välillä mahdollisuutena
- → **Uuden infran rakentamista ei nähty nykytilanteessa tarpeelliseksi**, mutta esimerkiksi Lentoradan mahdollistama Pääradan suunnan junien lisääminen saattaa muuttaa tilannetta

Edellä mainitut haastattelujen keskeiset johtopäätökset ovat vaikuttaneet kalvosarjan loppuun koottujen toimenpiteiden yhteenvedossa.

Täsmällisyys-analyysit

Täsmällisyysanalyysit

- Työn yhteydessä analysoitiin kevään 2018 **lähijunien** myöhästymisminuutteja (mm. myöhästymisminuuttien summaa tarkasteluajanjaksolla junanumeroittain)
  - Lisäksi tarkasteltiin **rataosittain** saapuvien ja lähtevien junien aikataulussa pysymistä Helsingin ja Pasilan välillä graafisen aikataulun avulla

→ **Eniten myöhässä olevat junat ovat pääosin hiljaisen ajan junia** (esim. L-junat, joilla on suunniteltuja myöhästymisiä ratatöistä johtuen) ja **pääradan taajamajunia**

→ **Kaupunkijunien täsmällisyys on hyvä**

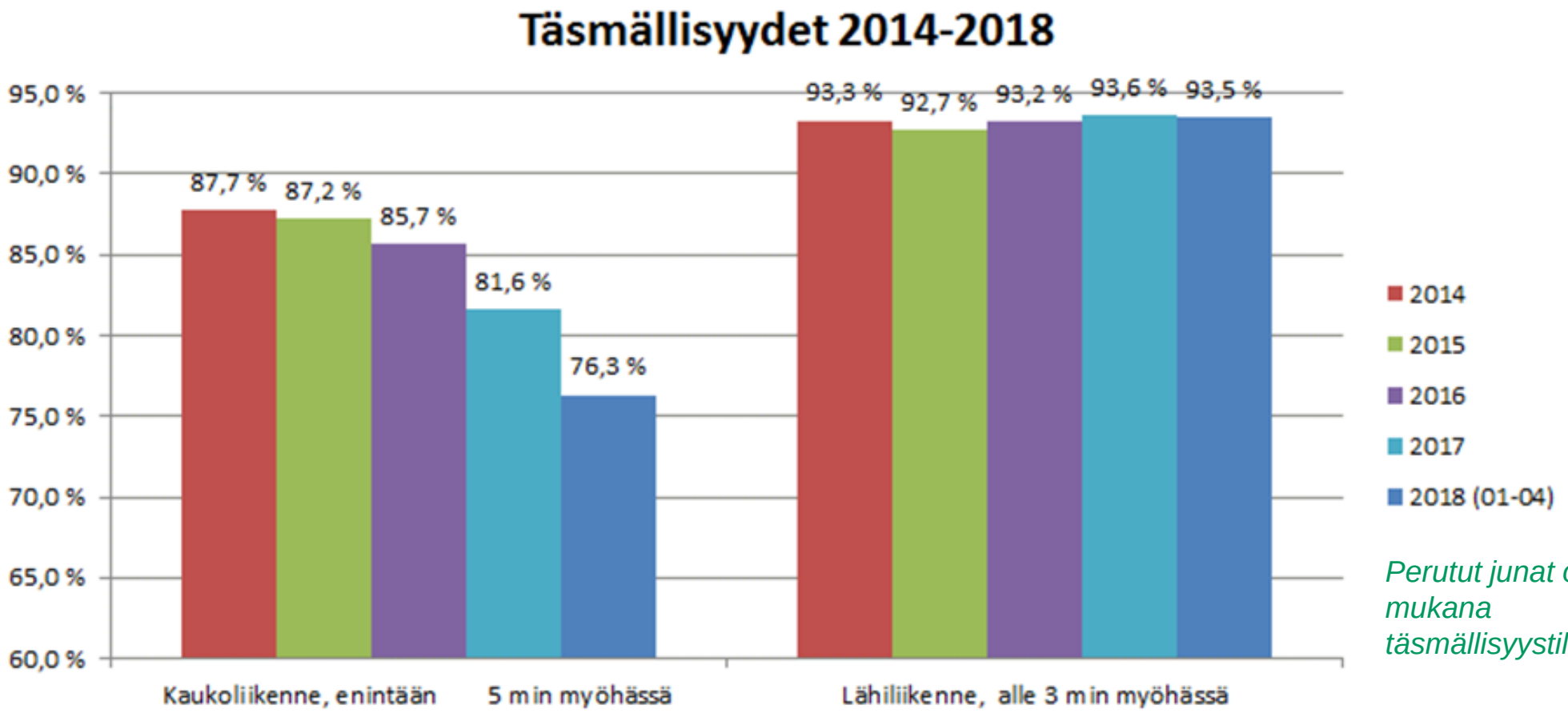
→ Helsinkiin **saapuvien junien viiveet ovat selkeästi suuremmat** Helsingistä lähteviin juniin nähden

- Helsingissä saadaan vähennettyä viivytyksiä **kääntöajoilla, mikä on tärkeä häiriönhallinnan toimenpide**

Lähijunien täsmällisyys on yleisesti ottaen hyvä, kaukojunien täsmällisyys on heikommalla tasolla. Helsingin kääntöajat mahdollistavat myöhässä saapuvien junien lähtemisen ajallaan ja katkaisevat häiriöiden kertautumisen.
Seuraavilla kalvoilla on esitetty täsmällisyysanalyysiaineistoa.

Täsmällisyysanalyysit

Kauko- ja lähiliikenteen täsmällisyys 2014-2018 huhtikuu

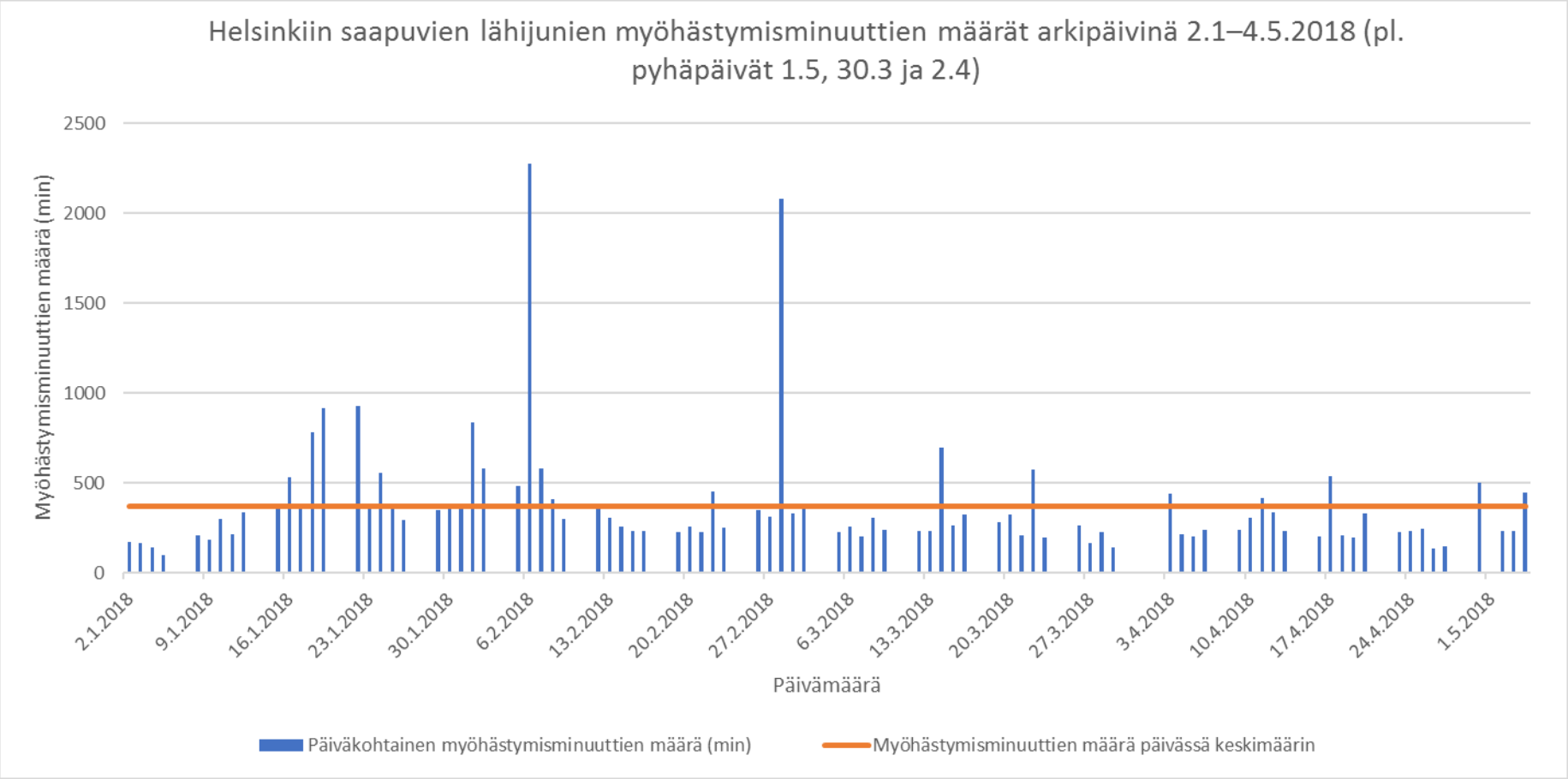


Perutut junat ovat mukana täsmällisyystilastoissa.

Esimerkki täsmällisyysanalyysistä

MAL 2019

Helsinkiin saapuvien **lähijunien*** myöhästymisminuuttien summa

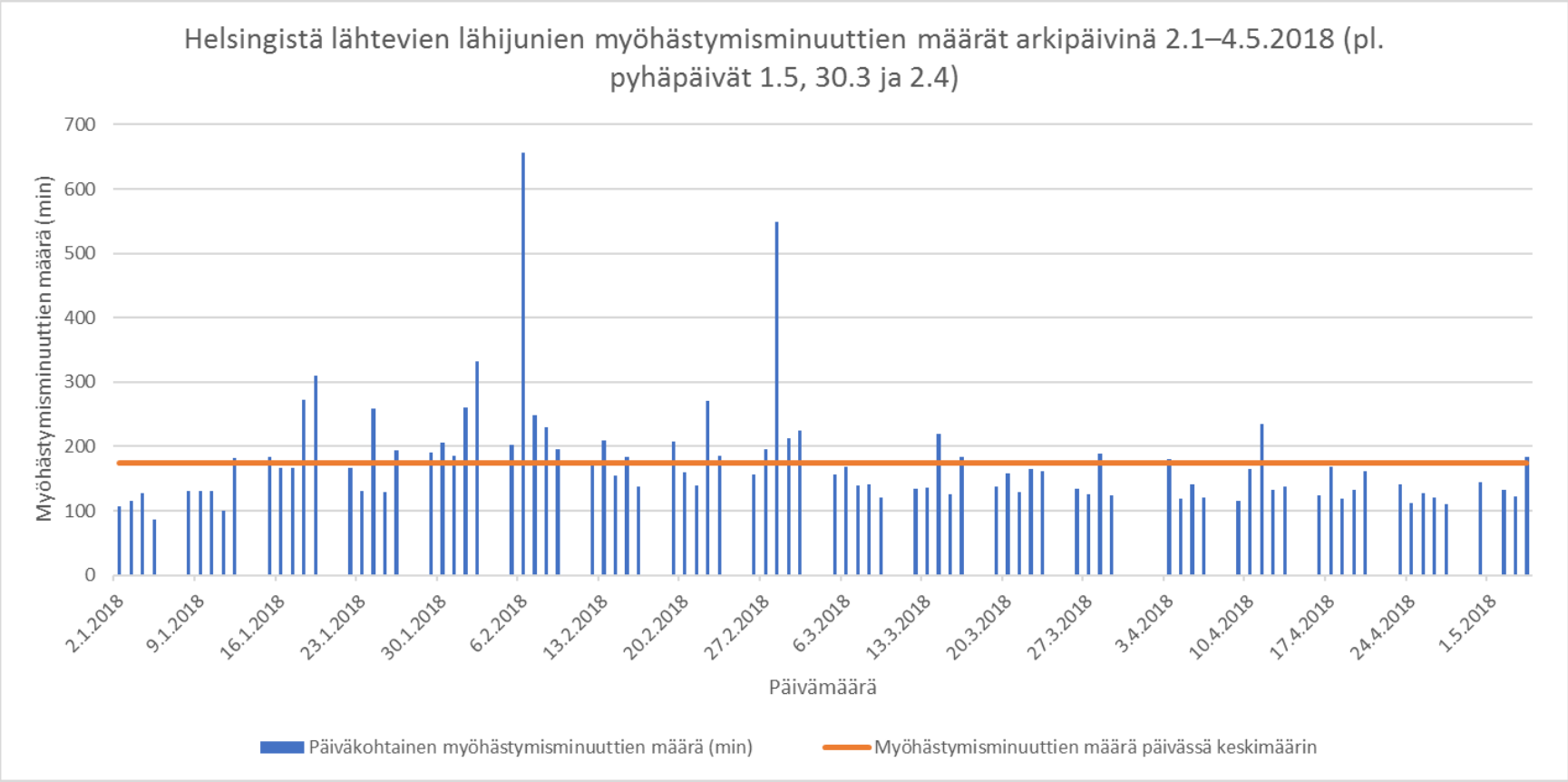


Keskiarvo 374 minuuttia/arkipäivä (1,15 min/juna)

** Mukana junat, jotka ajetaan linjatunnuksella A, E, L, U, Y, X, P, I, N, K, T, R, D tai Z*

Esimerkki täsmällisyysanalyysistä

Helsingistä lähtevien **lähijunien*** myöhästymisminuuttien summa



Keskiarvo 175 minuuttia/arkipäivä (0,35 min/juna)

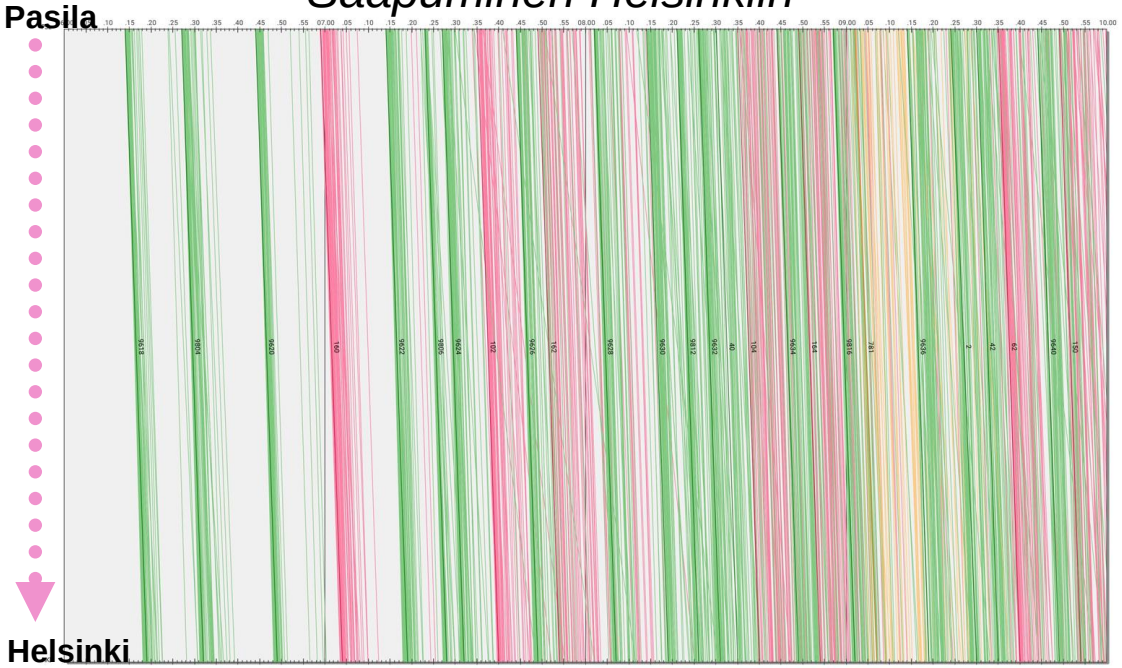
** Mukana junat, jotka ajetaan linjatunnuksella A, E, L, U, Y, X, P, I, N, K, T, R, D tai Z*

Lähtevien lähijunien myöhästymisminuuttien summa on selvästi pienempi kuin saapuvien lähijunien (vrt. esimerkiksi myöhästymisminuuttien keskiarvo saavuttaessa 374 minuuttia, lähdettäessä 175 minuuttia)

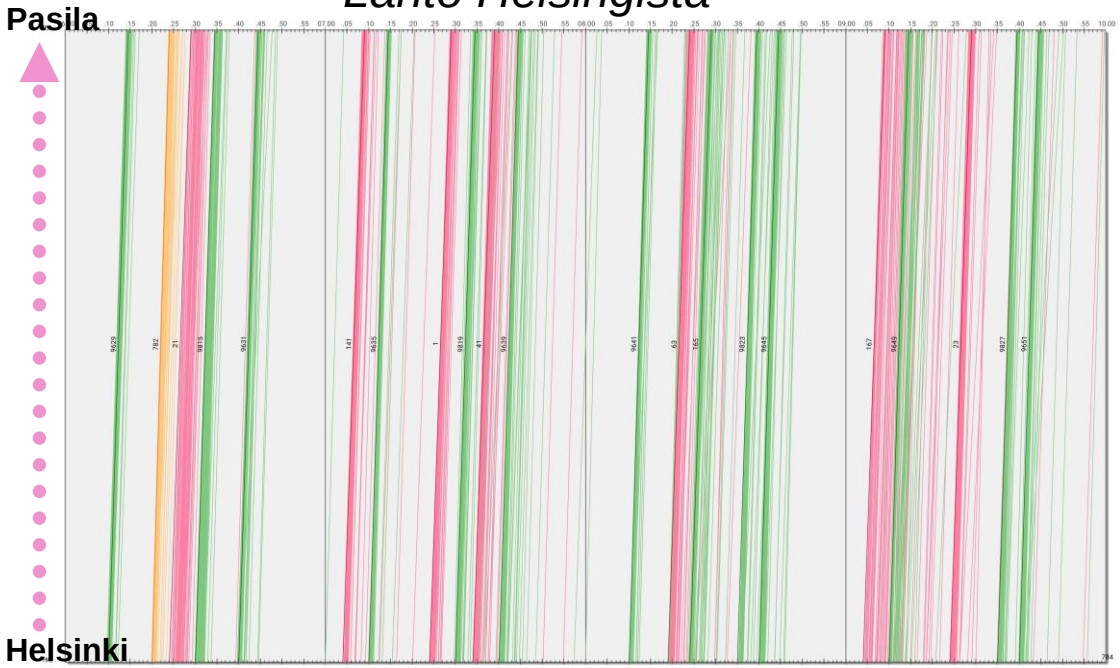
Esimerkki täsmällisyysanalyysistä

Pääradan kaukoraiteita käyttävät junat välillä Helsinki-Pasila klo 6-10

Saapuminen Helsinkiin



Lähtö Helsingistä



- *Tumma aikatauluviiva kuvaa suunniteltua aikataulua ja haaleammat viivat toteumia tarkastellulla ajanjaksolla*
- *Mitä hajanaisempi viivasto, sitä epätäsmällisemmin junat ovat kulkeneet*

→ **Grafiikasta nähdään, miten junat saapuvat Helsinkiin epätäsmällisesti ja saavat Helsingin käännöllä kurottua aikataulueroa kiinni**

Täsmällisyysanalyysit

Suuret viiveet

- ❑ HSL on tehnyt analyysiä suurten häiriöiden esiintymistaajuudesta
- → Merkittävät häiriöt vuonna 2018 (tammikuu–syyskuu):
  - Vähintään 50 peruutusta aiheuttaneita häiriöitä (esim. asetinlaiteviat, poikkeukselliset sääolosuhteet, ESKO-häiriö) keskimäärin 0,7 häiriötä kuukaudessa
  - Vähintään 20 peruutusta aiheuttaneita häiriöitä (esim. isommat turvalaiteviat, vaihdeviat, jännitekatkot) keskimäärin 1,3 häiriötä kuukaudessa *(sisältää edelliset)*
  - Vähintään 10 peruutusta aiheuttaneita häiriöitä (esim. allejäännit ja turvalaiteviat) keskimäärin 2,6 häiriötä kuukaudessa *(sis. edelliset)*

- → **Häiriöistä palautuminen kestää useita tunteja ja edellyttää aktiivista otetta liikenteenohjaukselta**
- → Nopein palautuminen häiriöstä saavutetaan, kun pysäytetään koko liikenne kyseiseltä rataosalta, eikä päästetä junia ajamaan sumppuun

Helsingin maksimiaikataulun optimointi nykyisellä ratainfralla

Helsingin maksimiaikataulun optimointi nykyisellä ratainfralla

Simuloinnit

- **Mitä simulointiin:** Simulointien avulla tutkittiin, miten Helsingin ratapihalla kääntyvien junien aikataulua voidaan optimoida niin, että ratapiha välittää mahdollisimman paljon junia. Simuloinnit tehtiin nykyisellä kulunvalvontajärjestelmällä, joka ollaan muuttamassa (uudella kulunvalvontajärjestelmällä voidaan lisätä linjaraiteen kapasiteettia).
  - Kapasiteetin kannalta haastavinta on **pääradan kaukoraiteilla**, joilla liikennöi erityyppisiä junia (nykyisin ruuhkasuuntaan korkeintaan 10 junaa tunnissa). Tiheällä kaupunkirataliikenteellä (12 junaa tunnissa) kapasiteettiongelmia ei ole liikenteen homogeenisyyden ja tehokkaiden kääntöjen vuoksi. Tämän vuoksi kaupunkirataliikennettä ei ollut tarve simuloida.
  - Simulointeja varten laadittiin Pääradan kaukoraiteita käyttäville junille aikataulu, jossa junien kääntö Helsingissä oli mahdollisimman tehokas ja vertailtiin erilaisia tapoja kääntää junia Helsingin asemalla nykyiseen infraan pohjautuen. Käytettävissä olevien laituriraiteiden määrä vaihteli 7-8 laituriraiteen välillä.
  - Simuloinnit suoritettiin sekä pientä häiriötilannetta (jakauma 1) että suurta häiriötilannetta (jakauma 2) kuvaavalla viivejakaumalla. Jakaumassa 1 kaikki junat ovat hieman myöhässä (myöhästymisen keskiarvo ja maksimiarvo riippuvat kalustotyypistä, kts. taulukosta. Jakaumassa 2 viiveet ovat suuremmat, mutta keskimäärin vain joka toinen juna on myöhässä.

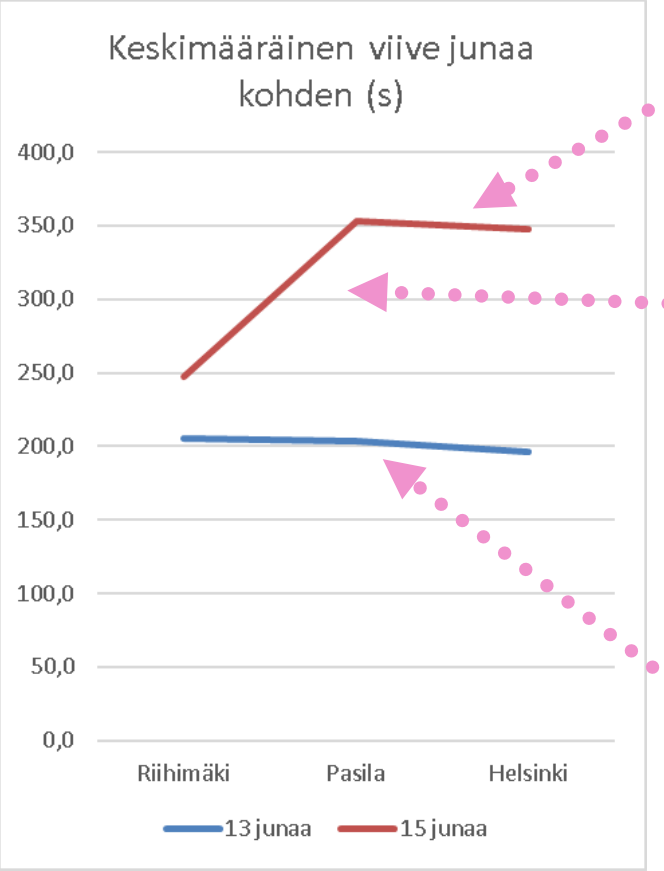
Taulukossa on esitetty alkuviiveet, jotka on syötetty mallissa kulkeville junille	Jakauma 1 (pienet viiveet)			Jakauma 2 (suuret viiveet)		
	Viivästyneitä junia (%)	Alkuviiveiden keskiarvo (s)	Maksimialku-viive (s)	Viivästyneitä junia (%)	Alkuviiveiden keskiarvo (s)	Maksimialku-viive (s)
Kaupunkiratojen junat	100	30	300	50	240	480
Lähijunat	100	30	300	50	240	480
IC-junat	100	180	360	50	540	1800
Pendolinot ja Allegrot	100	240	480	50	540	1800
Vaihtotyö, lähijunat	100	30	300	50	600	1200
Vaihtotyö, kaukojunat	100	240	300	50	600	1200

Helsingin maksimiaikataulun optimointi nykyisellä ratainfralla

Simuloinnit

→ Pääradan kaukoliikenneraiteiden simuloinneissa havaittiin, että Helsingin ratapiha toimi viivetilanteissa parhaiten, mikäli
- lähtevän ja samalle raiteelle saapuvan junan välinen aika oli vähintään 8 minuuttia, junat käyttivät aktiivisesti varalaituria tuloraiteen ollessa varattu ja laiturinkäyttö oli optimoitu usean tunnin aikaikkunassa (epäsäännöllinen laiturinkäyttö)

→ Optimaalista raiteistoratkaisua tutkittiin eri junamäärillä ja havaittiin, että junille ei aiheudu merkittävää lisäviivettä Helsinkiin saavuttaessa edes linjakapasiteetin maksimijunamäärällä (4 minuutin junavälillä 15 junaa tunnissa)
- Isoissa häiriötilanteissa viiveitä alkoi muodostua linjalla Riihimäen ja Pasilan välillä
- Pienissä häiriötilanteissa viiveiden kertaantumista ei vielä tapahtunut, vaan pienet viiveet saatiin ajettua kiinni



15 junalla viiveet eivät kasvaneet Helsinkiin saavuttaessa, mutta viiveet kasvoivat merkittävästi linja-osuudella Pasilan pohjoispuolella etenkin etelän suuntaan kuljettaessa

13 junalla simuloitaessa viiveet eivät kasvaneet linjaosuudella

→ **Helsingin raiteistonkäytölle on useita ratkaisuja ja raiteistonkäytön ratkaisuilla voidaan vaikuttaa Helsingin ratapihan häiriösietoisuuteen ja kapasiteettiin**

→ **Optimoidulla raiteistoratkaisulla linjakapasiteetti etenkin Oikoradan ja Pääradan yhtymäkohdan eteläpuolella alkoi muodostuu pullonkaulaksi, ei Helsingin ratapiha**

Helsingin maksimiaikataulun optimointi nykyisellä ratainfralla

Keinoja tehostaa ratapihan käyttöä

→ **Liikennesuunnittelun toimenpiteitä** maksimiaikataulun optimointiin
- Ristiinajojen ja Ilmalan varikkosiirtojen minimoiminen
- Kääntöaikojen optimointi (kaupunkiraiteilla kääntöaikojen lyhentäminen)
- Varalaiturijärjestelyjen huomioiminen aikataulusuunnittelussa
- Kokoonpanomuutosten lopettaminen Helsingissä

→ **Liikenteenohjauksen toimenpiteitä** häiriötilanteissa
- Huoltoraiteiden hyödyntäminen
- Vaihtoehtoisten kulkuteiden käyttö Helsingissä

→ Rataverkon haltijan tulee omalta osaltaan varmistaa, että **rajallista kapasiteettia käytetään tehokkaasti**
- **Liikenneviraston roolia** ratapihan kapasiteetin jaossa ja hallinnassa on nykytilasta kasvatettava, mihin on jo suunniteltu toimintamalli. Kapasiteetin käyttöä ohjaava **hinnoittelu** voi myös olla yksi ratkaisu.

→ Liikenteenohjauksen tulee olla poikkeustilanteissa **aktiivista**, jotta olemassa olevan infran resursseja hyödynnetään tehokkaasti
- Liikenteenohjauksen tehtävänä on **ylläpitää tilannekuvaa ja ehkäistä häiriöiden syntymistä**
- Tämä tulisi **kirjata Liikenteenohjausyhtiön sopimuksiin ja kehittää työkaluja**

Helsingin maksimiaikataulun optimointi nykyisellä ratainfralla

Kaupunkiratojen liikenne

→ Kaupunkiraiteiden osalta aikataulujen optimoinnille Helsingin näkökulmasta ei ole vastaavaa tarvetta kuin kauko- ja lähiliikenteen osalta

- Kaupunkiratojen liikenteessä kalusto, junavälit sekä kääntöajat ovat kaikilla junilla samankaltaiset, minkä takia optimoinnille ei ole tarvetta

→ Junien kääntöaikoja voidaan tarvittaessa lyhentää esimerkiksi useampaa kuljettajaa käyttämällä, jolloin tarvittavaa laiturikapasiteettia saadaan vähennettyä

- Kääntöajoissa pitää kuitenkin olla pelivaraa häiriönhallinnan takia

→ **Liikenteen tihentäminen 10 minuutista 8 minuuttiin onnistuu myös nykyisellä infralla**

- Tihennys voidaan toteuttaa ilman, että laiturikapasiteetin tarve kasvaa, mikäli samalla myös kääntöaikoja lyhennettään
- Vuorovälin tihentäminen 10 minuutista 8 minuuttiin kasvattaa matkustajakapasiteettia 25 %

Pisaran liikennöinti

Pisaran aikataulut ja simuloinnit

MAL 2019

- Tässä työssä laadittiin **ensimmäistä kertaa Pisaran aikataulut koko päivälle** ottaen huomioon myös liikenteen aloitus ja lopetus (varikkosiirrot)
  - Liikenteen aloitus ja lopetus sekä tihennys ja harventaminen hoidettiin hyödyntämällä Helsingin ratapihaa, mikä on selkein toimintatapa nykyisellä Pisaran raiteistokaaviolla
    - Vaihtoehtoisesti liikenne voitaisiin aloittaa nykyisellä suunnittelulla Pisaran raiteistokaaviolla Keravan suuntaan suoraan Ilmalasta Oulunkylän kautta (raiteistokaaviota kehittämällä mahdollisesti myös muilla tavoin)
  - Aikataulut tehtiin sekä 10 minuutin että 8 minuutin vuorovälin liikennemalleille

→ **Simulointien perusteella voidaan todeta, että Pisaran liikenteen aloitus ja lopetus onnistuu Ilmalan varikolta operoiden**
  - Liikenteen aloitus ja lopetus sekä tihentäminen ja harventaminen hyödyntämällä Helsingin ratapihaa ei kuitenkaan vapauta ratapihalta raiteita kaukoliikenteen käyttöön
  - Lisäksi linjasto ei ole matkustajille selkeä, jos osa vuoroista lähtee Helsingissä eri paikasta (ensimmäiset ja viimeiset vuorot sekä vuorot tihentämisen ja harventamisen yhteydessä)
  - Siirtoajot aiheuttavat pieniä viiveitä kaukoliikenteelle etenkin häiriötilanteissa, mutta tilanne ei poikkea merkittävästi nykytilasta

→ **Liikenteen aloitus ja lopetus tulisi tehdä siten, että Helsingin asemaa ei tarvita**
  - Uudet varikot Pääradalla ja Rantaradalla mahdollistavat liikenteen aloittamisen ja lopettamisen linjojen päistä, eikä Helsingin ratapihalle tarvitse varata raiteita Pisaran liikenteen aloitusta ja lopetusta varten
  - Liikenteen järjestäminen uusilta varikoilta tulee selvittää tarkemmin

→ **Pisaran liikennöinti onnistuu suunnitellullakin infralla, mutta tällöin suuri osa Pisaran aiemmin ajatelluista hyödyistä menetetään, koska Helsingin ratapihaa tarvitaan edelleen. Uudet varikot Pääradalle ja Rantaradalle tarvitaan Pisaran järkevään liikennöintiin, sillä Pisara ei vapauta riittävästi kapasiteettia Helsingin ratapihalta ilman niitä.**

Pisaran haasteita (1/2)

- **Häiriönhallinta**
  - Infran häiriötilanteessa (esimerkiksi toisen raiteen ollessa poissa käytöstä) Pisaraa ei ole mahdollista liikennöidä normaaliaikatauluilla, vaan osa junista pitää ohjata Helsinkiin.
    - → **Helsingin ratapihalta on varattava raiteita lähiliikenteen käyttöön häiriötilanteita** varten, jolloin kapasiteettia kaukoliikenteelle ei vapaudu suunnitellusti.
    - → **Vaihdeyhteydet ovat puutteellisia** eli Pisararadalta on vain yksi raideyhteys molemmin puolin kaupunkiraiteilta Helsingin suuntaan, mikä vaikeuttaa liikenteen ohjaamista Helsinkiin ja sieltä takaisin Pisaralenkille.
  - Kehäradan käyttöönoton myötä on havaittu, että häiriöt leviävät nopeasti koko kaupunkiraiteiden verkolle. Isompia häiriöitä sattuu useamman kerran kuussa. Lisäksi Länsimetron kokemusten perusteella häiriöiden määrä kasvaa pitkällä linjalla ja tiheällä liikenteellä.
    - → **Pisara kytkee kaikki kaupunkiraiteiden junat yhteen**, jolloin esimerkiksi Pääradan häiriöt näkyvät nopeasti myös Rantaradan puolella. Isojen häiriöiden vaikutus Pisaralla näkyy välittömästi koko junaliikenteessä.
    - → *Huom. Simuloinnit eivät ota huomioon epäsäännöllisen vuorovälin aiheuttamaa matkustajamäärän kasvua junaa kohden ja mahdollista pysähdysajan kasvua kuormituksen vuoksi (esim. kahden minuutin viivästys 5 minuutin vuorovälillä tarkoittaa 40% lisäkuormaa yksittäiselle junalle).*
  - Viiveanalyysin perusteella Helsingin kääntöaika puskuroi junaliikenteen viiveitä merkittävästi.
    - → Pisaralla Helsingin kääntöaika poistuu, joten **mahdollisuutta viiveiden puskurointiin ei enää ole Helsingissä**.

Pisaran haasteita (2/2)

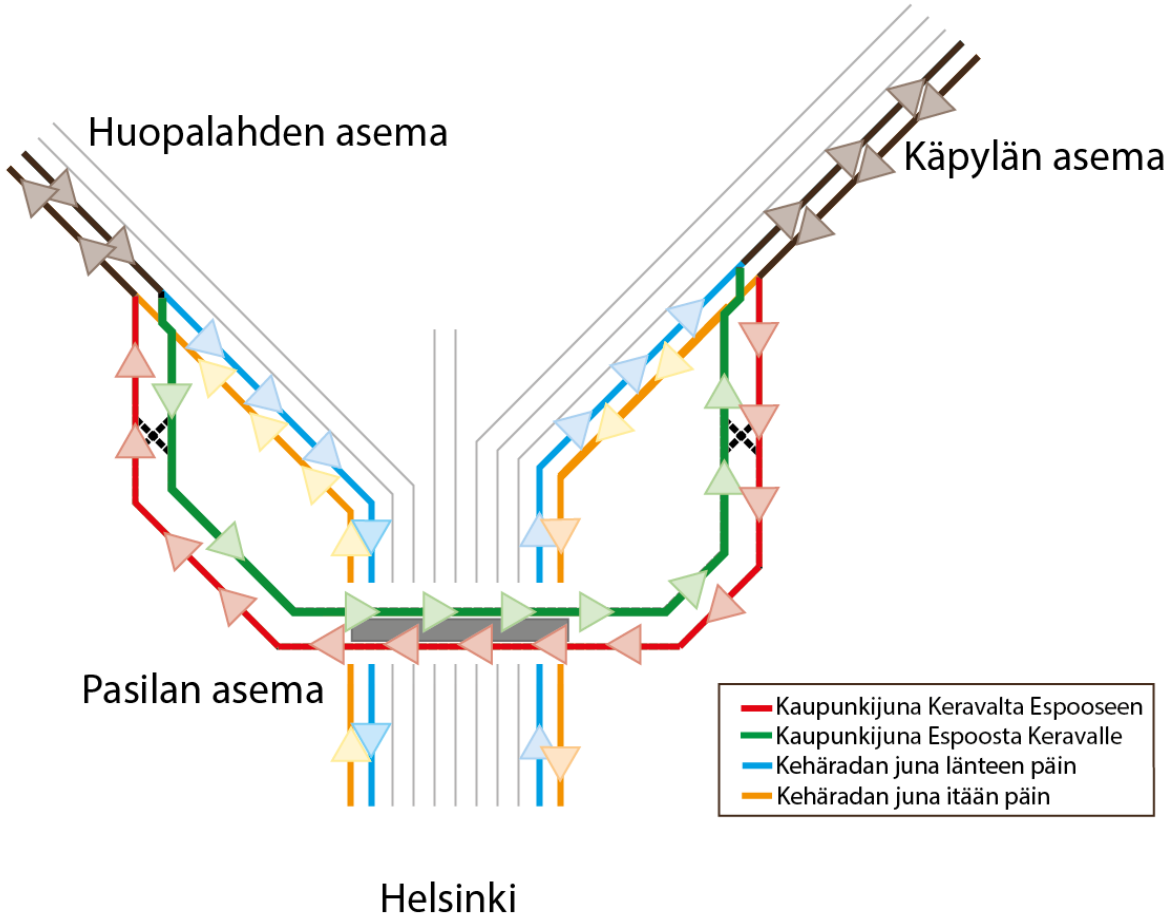
- **Kaluston mitoitus**
  - Ristiinajojen vuoksi kalustokokoonpanojen muutoksia on erittäin haastava tehdä keskellä päivää.
    - → Koko HSL-lähijunaliikenteen kapasiteetti joudutaan mitoittamaan Käpylä-Pasila välin kuormituksen perusteella, mikä vaikuttaa operointikustannuksiin. Jatkossa on tutkittava kapasiteetin riittävyyttä koko liikennejärjestelmän kannalta Pisaran tilanteessa.
    - → Uudet HSL-junien varikot Ranta- ja Pääradan varrella helpottaisivat kalustokokoonpanomuutoksien tekemisestä myös keskellä päivää.
- **Aikataulusuunnittelu; Tihennys, harvennus ja ympyrälinjan ajantasaus**
  - Ristiinajojen vuoksi myös liikenteen tihentäminen ja harventaminen on haastavaa suunnitella.
  - Pisara-Kehärata ympyrälinjalle tarvitaan pelivaraa, kun kääntöaika poistuu. Pelivara voidaan toteuttaa monella tavalla, mutta pienin haitta matkustajille tulee, kun junia seisotetaan Lentoaseman kohdalla noin 5-10 minuuttia riippuen aikataulurakenteesta. Tällöin haitta kohdistuu Vantaan poikittaisliikenteeseen.
  - Pelivara voidaan myös toteuttaa pidentämällä ajoaikoja, jolloin matka-ajat kasvavat kaikille matkustajille tasaisemmin.

→ **Uudet varikot tarvitaan Pisaran järkevään liikennöintiin. Häiriönhallinnan ongelmat on ratkaistava. Tulee selvittää, onko ympyrälinjasta aiheutuva haitta minimoitavissa hyväksyttävälle tasolle. Tätä varten on päivitettävä Pisaran liikennöintisuunnitelma, kalustosuunnitelma ja tarvittaessa tekninen suunnitelma.**

Lyyran liikennöinti

Lyyran liikennöinti

- Kehäradan junat käännetään Helsingin asemalla kuten nykyisinkin, mikä **varaa kapasiteettia asemalta**
- Keravan ja Espoon välillä liikennöivät junat liikennöidään Lyyran tunnelin kautta
  - Junia ei ajeta normaaliliikenteessä Helsinkiin (pääsy Helsinkiin edellyttää vaihtoa asemilla Valimo, Pitäjänmäki, Mäkkylä, Kilo, Kera, Koivuhovi, Tuomarila, Koivukylä, Rekola, Korso ja Savio)
  - Ranta- ja Pääradan kaupunkiraiteille muodostuu vaihdoton yhteys (esim. Leppävaarasta Tikkurilaan)
- Varikkosiirrot on selkein ajaa pääosin Helsingin kautta (liikenteen aloitus ja lopetus)
  - Varaa kapasiteettia ratapihalta myös liikenteen aloituksessa ja lopetuksessa
  - **Uusia varikoita tarvitaan myös Lyyrassa, jotta ratkaisusta saadaan enemmän hyötyjä**
- *Huom. Lyyran liikennöinti voitaisiin ratkaista myös eri tavalla (esimerkiksi 4/8 min vuorovälillä joka toinen Keravan/Espoon juna Helsinkiin), mutta ratkaisu on jo tällaisenaan melko monimutkainen ja linjamäärän kasvattaminen sekavoittaisi ratkaisua entisestään. Ratkaisu vähentäisi Helsingin niemen junaliikenteen tarjontaa nykyisestä, mutta vähemmän kuin nyt suunniteltu Lyyran liikenne.*



Lyyran kustannusarvio

- Lyyrasta on tehty vain alustavia toteutettavuusselvityksiä, eli Lyyraa ei ole suunniteltu kuten Pisaraa. Täten kustannusarvioon liittyy enemmän epävarmuustekijöitä.
- Kustannusarvion laadinnassa on käytetty apuna sekä toteutuneiden hankkeiden että pidemmälle edenneiden suunnitteluhankkeiden kustannusarvioita
  - Kustannukset on päivitetty tämän päivän hintatasoon
  - Koska kustannuksissa on huomioitu muun muassa kokemuksia Pisarasta, riski kustannusten nousuun on pienempi
- Tausta-aineistona on käytetty:
  - Kehäradan toteutuneita kustannuksia
  - Metron toteutuneita kustannuksia
  - Pisararadan rakentamissuunnitteluvaiheen kustannusarviota
  - Pitkän Pisaran yleissuunnitelmavaiheen kustannusarviota Käpylän liitosalueen osalta
  - Tallinnan radan FinEst Link-selvityksen kustannusarvio
- Riskivaraukset on huomioitu %-korotuksena yksikköhinnoissa siten, että maanpäällisellä osuudella riskivaraus on 10% ja tunneliosuudella 5%

→ **Alustava kustannusarvio on noin 550 M€,** MAKU 130 (2010=100).

Lyyran rakentamisen riskejä ja epävarmuustekijöitä

- Jos maanpäälliselle liitoskohdalle tai tunnelin suuaukkojen läheisyyteen rakennetaan uusia rakennuksia tai rakenteita, aiheutuu siitä lisärajoituksia ratalinjaukselle
- Kalliopinnasta ei ole varmaa tietoa kaikilta osin
- Kallionpinta on syvällä Keskuspuiston kohdalla, Keski-Pasilassa ja Vallilassa (voi olla merkki rikkonaisuusvyöhykkeestä)
- Pasilan asema on haasteellinen toteuttaa
  - kallion rikkonaisuudesta johtuen Pasilan asemaa voidaan joutua siirtämään kallioperätutkimuksien jälkeen joko vaaka- tai pystysuunnassa
  - Triplan rakenteet rajoittavat
- Johtotunneleiden risteämiset ratatunnelin kanssa suunniteltava jatkossa (kustannustekijä)

→ Lyyraa ei ole suunniteltu kuten Pisaraa, joten kustannuksiin liittyy **enemmän epävarmuustekijöitä**. Toisaalta tunneliosuus on lyhyempi ja maanalaisia asemia Pisaran kolmen sijasta vain yksi, joten riski kustannusten nousulle **samalla suunnittelutarkkuudella** olisi pienempi kuin Pisarassa.

Lyyran haasteita (1/2)

- Helsingin raiteistonkäyttö
  - Varaa kapasiteettia Helsingin ratapihalta sekä liikenteen aloituksessa ja lopetuksessa että koko päivän ajan, koska puolet kaupunkijunista käy edelleen kääntymässä Helsingissä
    - → **Vapauttaa vain vähän laiturikapasiteettia Helsingissä**
    - → **Uusia varikoita tarvitaan myös Lyyrassa**
- Linjaraiteiden varaus Helsingin ja Pasilan välillä
  - Suunnitellulla raiteistolla ja liikennöintimallilla ei vapauta myöskään linjaraiteita Helsingin ja Pasilan välillä
    - → **Ei tuo uutta linjaraidekapasiteettia nykyiseen infraan verrattuna**
- Saavutettavuus
  - Suunnitellulla liikennemallilla osaa junista **ei ajeta normaaliliikenteessä Helsinkiin**
    - → Pääsy Helsinkiin **edellyttää vaihtoa** asemilta Valimo, Pitäjänmäki, Mäkkylä, Kilo, Kera, Koivuhovi, Tuomarila, Koivukylä, Rekola, Korso ja Savio
  - Pasilan asema joudutaan tekemään syvälle
    - → **Huonontaa aseman saavutettavuutta**

Lyyran haasteita (2/2)

- Kalustomitoitus
  - Kehäradan ja Lyyra-lenkin kalustokiertoa ei voida yhdistää keskenään (vrt. nykytilassa Kehäradan ja Keravan kierto on ruuhkassa yhdistetty)
  - Kalustomitoitus tehtävä kuormittuneimpien osuuksien mukaisesti, jolloin vähemmän kuormittuneilla osuuksilla on ylimitoitusta
  - Kuormittaa Kirkkonummen suunnan kaukoraiteita käyttäviä lähijunia
- Aikataulusuunnittelu ja häiriönhallinta
  - Kaupunkijunat risteävät keskenään neljässä eri pisteessä (Huopalahdessa, Hiekkaharjussa sekä Pasilan molemmin puolin)
    - → **Aikataulusuunnittelussa on paljon pakkopisteitä**
    - → **Häiriötilanteet edellyttävät aktiivista liikenteenohjausta, jotta junia ohjataan konfliktitilanteissa optimaalisesti**
    - → Pääradan häiriöt näkyvät nopeasti myös Rantaradan puolella ja päinvastoin
    - → *Huom. Simuloinnit eivät ota huomioon epäsäännöllisen vuorovälin aiheuttamaa matkustajamäärän kasvua junaa kohden ja mahdollista pysähdysajan kasvua kuormituksen vuoksi (esim. kahden minuutin viivästys 5 minuutin vuorovälillä tarkoittaa 40% lisäkuormaa yksittäiselle junalle).*

Simulointitulosten yhteenveto

Simulointitulosten vertailu

Vertailuasetelma

- Työssä vertailtiin kolmea infravaihtoehtoa **alkuviivehäiriösimulointien avulla** (infra täysimääräisesti käytössä):
  1. HELRA – ratapihalla nykyinen infra Helra-hankkeen toimenpiteiden jälkeen
  2. Lyyra – Lyyra-tunneli toteutettu (ratapihalla Helra-hankkeen toimenpiteet toteutettu)
  3. Pisara – Pisara-tunneli toteutettu (yhteensovitettu Helra-hankkeen kanssa)

Muistettavaa:

- Tulokset kahden eri simuloinnin välillä ovat täysin vertailukelpoisia ainoastaan, mikäli
  - vertailuvaihtoehtojen infra on täysin sama (aikatauluvaihtoehtojen vertailu) tai
  - aikataulurakenteet ovat täysin samat (”pienten” infravaihtoehtojen vertailu)
- Nyt toteutetuissa simuloinneissa sekä infrassa että aikataulurakenteissa on jonkin verran muutoksia aikaisemmissa selvityksissä toteutettuihin simulointeihin verrattuna
- Lisäksi koska eri malleissa on hyvin erilainen infra, on aikataulurakennekin osin erilainen

→ **Simulointien tuloksia ei voida yksiselitteisesti vertailla toisiinsa**

- *Tämä koskee sekä tässä työssä toteutettujen simulointien vertailua keskenään että vertailua aiempiin tuloksiin*

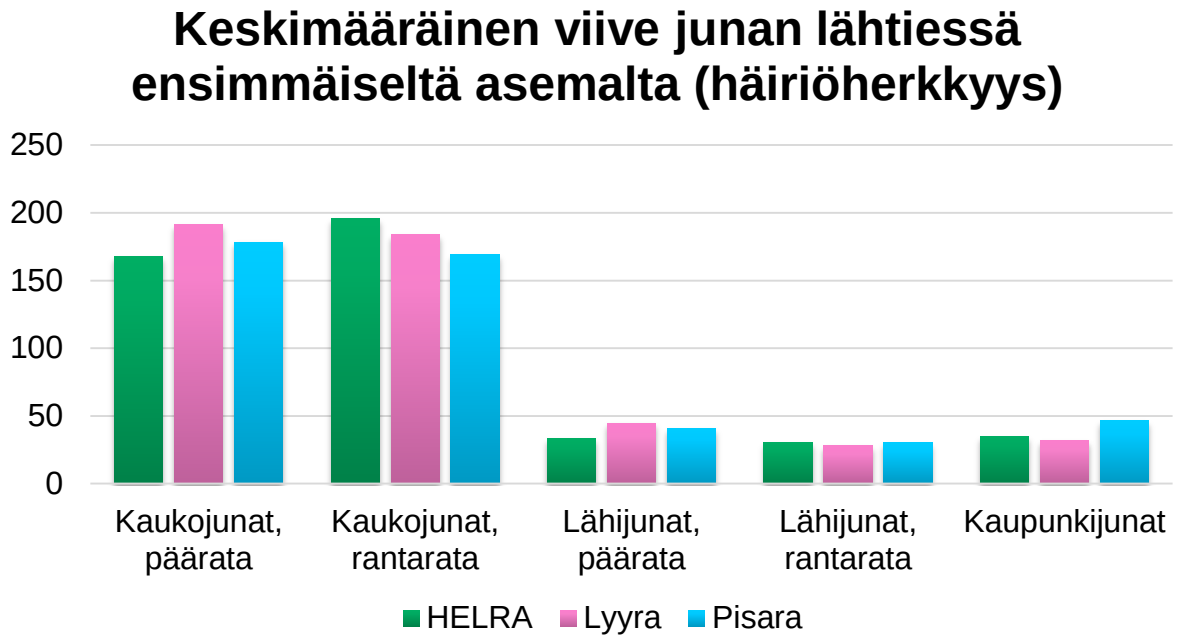
- Lisäksi simuloinnit on tehty **nykyisellä kulunvalvontajärjestelmällä**. Helsingin asetinlaite vaihdetaan joka tapauksessa ja siirrytään ERTMS-kulunvalvontajärjestelmään. Jatkossa simuloinnit tarvitaan uudella kulunvalvontajärjestelmällä.
- Kaikki tässä työssä toteutetut häiriösimuloinnit on tehty olettamuksella, että **infra on täysimittaisesti käytettävissä**, ts. kaikki häiriöt johtuvat muun rataverkon ulkopuolisista ongelmista, jotka heijastuvat tarkastelualueelle alkuviiveiden muodossa. Lisäksi junille voi tulla lähtöviiveitä Helsingin asemalta lähdettäessä (esim. kuljettaja puuttuu vuorosta).
- Simulointimalli **ei myöskään huomioi mahdollisesta matkustajaruuhkasta aiheutuvaa lisäviivytystä asemilla**.

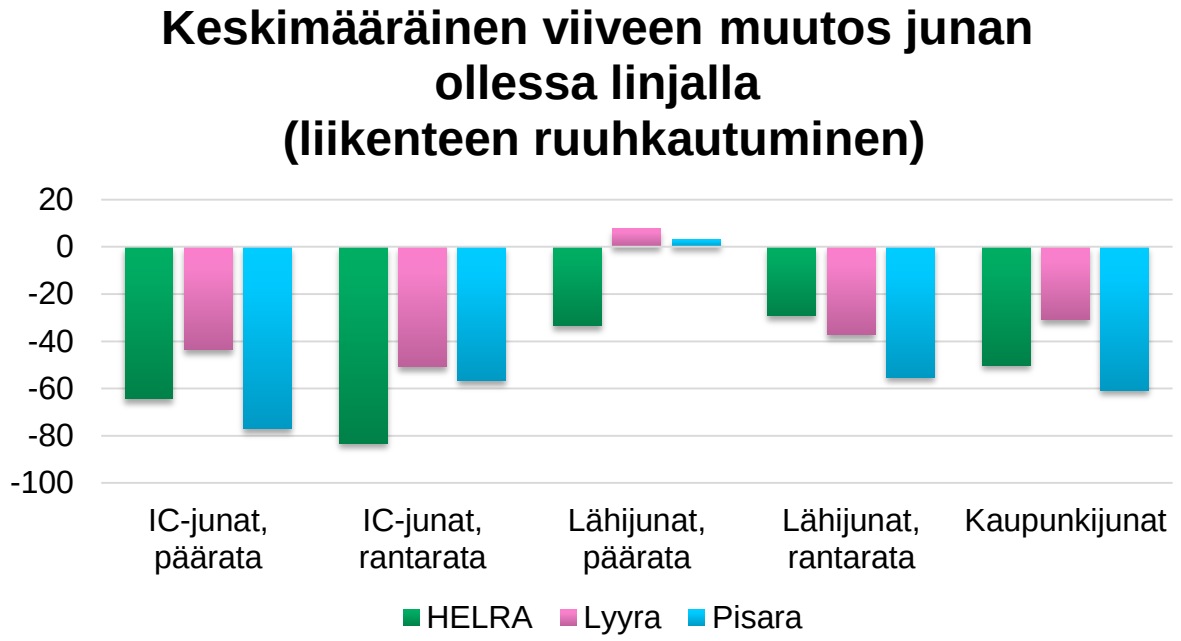
Simulointitulokset

Pienet viiveet

- → Pienissä alkuviivetilanteissa häiriösietoisuudessa ei ole merkittävää eroa eri skenaarioiden välillä
- → Kaikissa malleissa liikenteen häiriösietoisuus on hyvä ja pienet viiveet saadaan poistettua ilman, että ne lähtevät kertaantumaan
- → Lähijunien kohdalla pientä ruuhkautumista tapahtuu sekä Lyyra- että Pisara-malleissa, mutta viiveet ovat keskimäärin hyvin pieniä (< 10 sekuntia)

- ❑ *Oletuksena on, että infra on täysimääräisesti käytettävissä kaikissa vaihtoehdoissa*

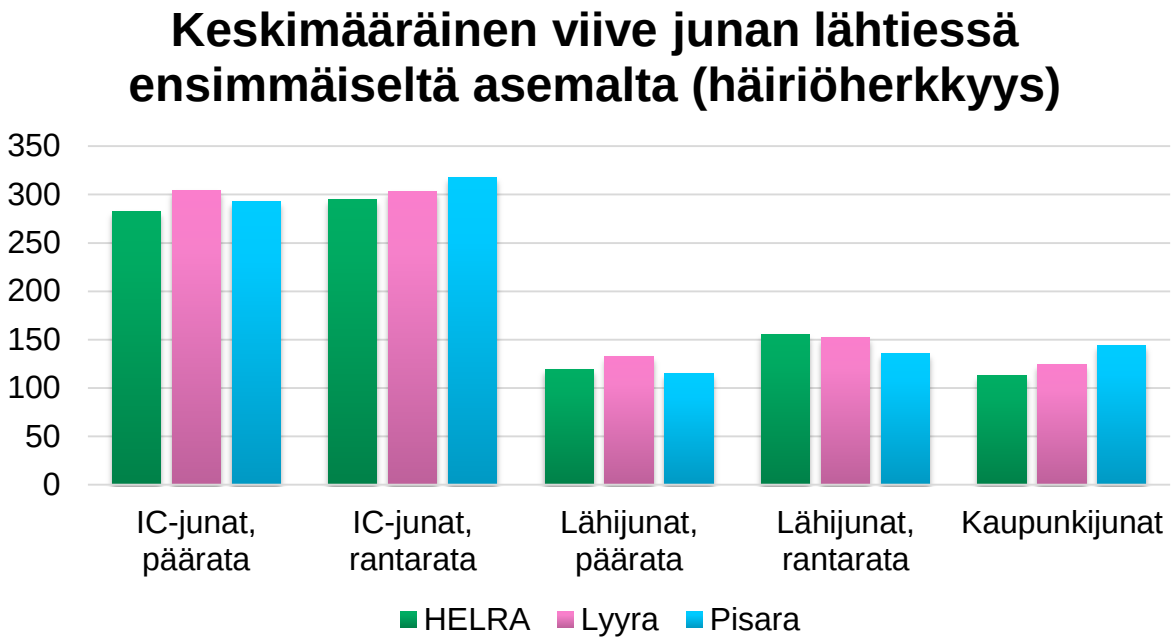


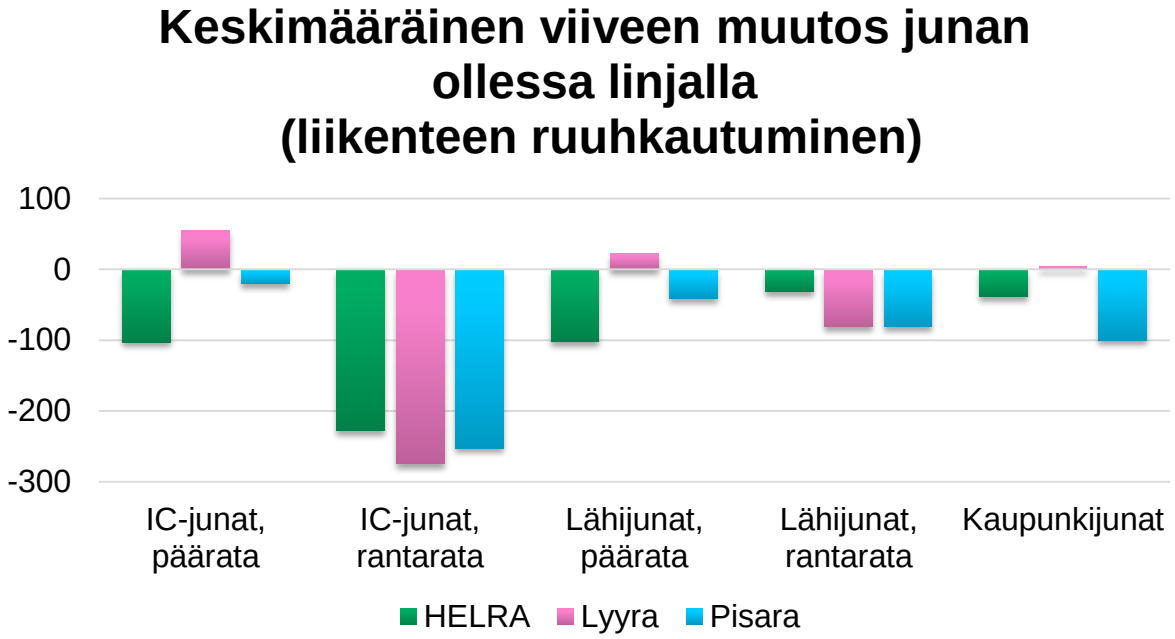


Simulointitulokset

Suuret viiveet

- → Suurissakaan viivetilanteissa häiriösietoisuudessa ei ole merkittävää eroa eri skenaarioiden välillä
  - Erot viiveissä ovat hyvin pieniä viiveiden kokonaismäärään verrattuna
- → Kaupunkijunien osalta häiriösietoisuus on paras Helrassa, Pisarassa huonoin, mutta erot eivät ole kaupunkijunienkaan kohdalla ole suuria
- → Liikenne sujuu Pääradalla parhaiten Helra-mallissa, Lyyra-mallissa huonoiten
  - Helrassa Pääradan junaliikenne sujuu muita malleja paremmin –> koska kääntöaikoja on lyhennetty, ei häiriösietoisuudessa ole merkittävää eroa muihin malleihin verrattuna
  - Lyyrassa Pääradan kaukoliikenne ruuhkautuu hieman, keskimääräiset viiveet ovat n. 50 sekuntia
- → Kaupunkiraiteilla liikenne joutuu linjalla seisomaan eniten Lyyrassa, Pisarassa ajoajan tasaus pienentää viiveitä linjalla merkittävästi
- ❑ *Oletuksena on, että infra on täysimääräisesti käytettävissä kaikissa vaihtoehdoissa*





Simulointitulokset

Herkkyystarkastelu, jossa ainoastaan malliin tuleville junille syntyy viivettä*

→ Häiriöherkkyydessä ei ole merkittävää eroa eri mallien välillä, junien keskimääräinen viive jää pienemmäksi kuin malliin saapuvien junien alkuperäinen viive on ollut

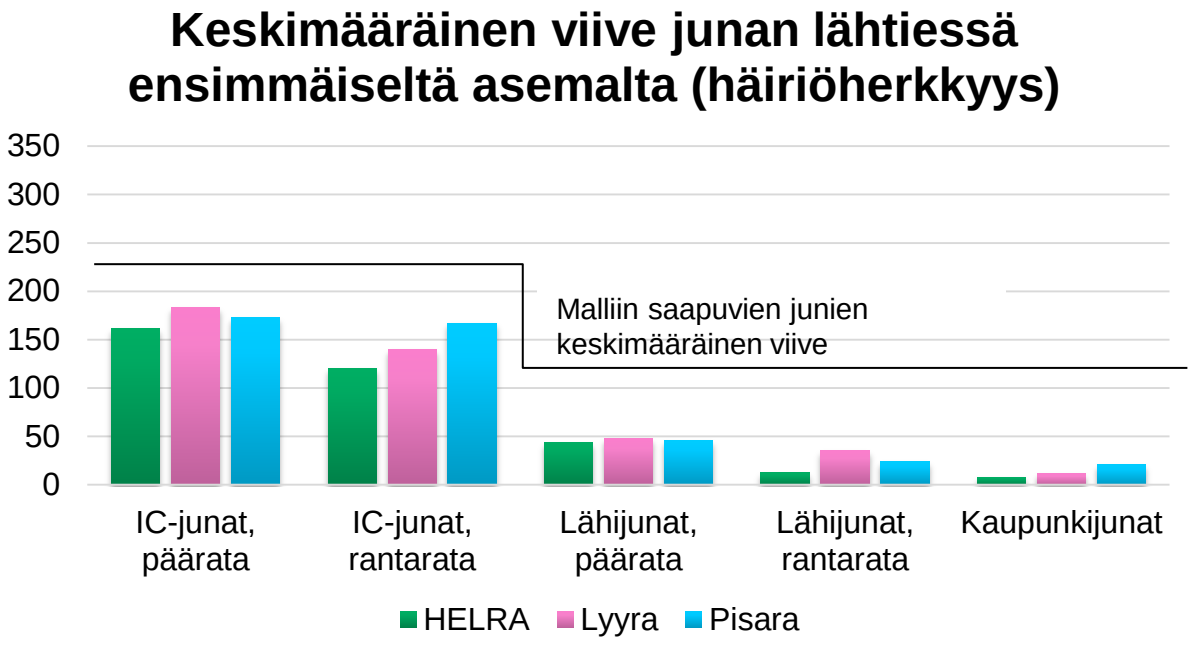
- Viiveet eivät lähde kertautumaan vaan pienenevät kaikissa malleissa

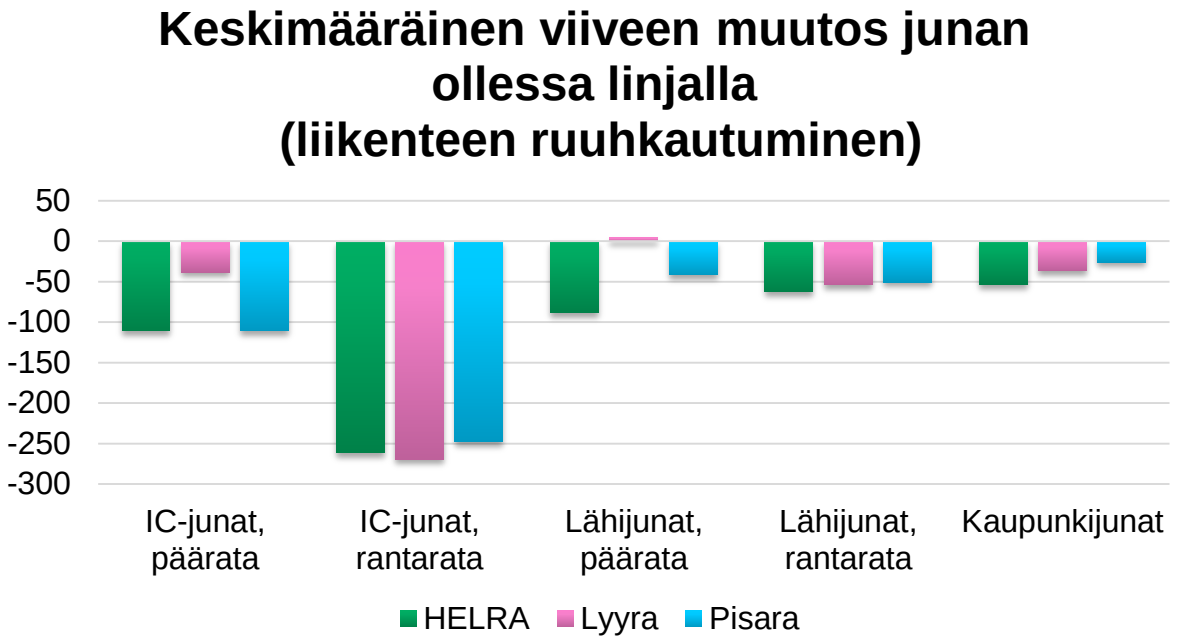
→ Liikenne ruuhkautuu Pääradalla Lyyra-mallissa jonkun verran, muissa malleissa ruuhkautumista ei ole havaittavissa

- Lyyrassakin viiveet ovat pieniä ja lyhyiden minimikääntöaikojen takia junat pääsevät lähtemään aikataulussa käytännössä yhtä usein kuin muissa malleissa

❑ *Oletuksena on, että infra on täysimääräisesti käytettävissä kaikissa vaihtoehdoissa*

** Aiemmilla kalvoilla esitetyissä tuloksissa alkuviiveitä on syötetty kaikille junille annetun jakauman mukaisesti, mutta tässä tarkastelussa alkuviive tulee vain ns. ensimmäistä kertaa tarkastelualueelle tuleville junille (esim. juna ilmestyy malliin Riihimäeltä ja kääntyy Helsingissä takaisin pohjoiseen - viive voi tulla vain Riihimäellä, ei enää uudelleen Helsingissä)*





Alkuviivesimulointien johtopäätökset

- Liikenteen aloitus ja lopetus saatiin simuloinneissa toimimaan **kaikissa malleissa häiriöttömässä tilanteessa** (teoreettinen tilanne)
  - Tässä selvityksessä simulointiin ensimmäistä kertaa mm. Pisaran liikenne koko vuorokauden osalta
  - Liikenne saatiin toimimaan myös kaupunkijunien 8 minuutin vuoroväleillä (ns. 4/8 min aikataulu)
- **Alkuviivesimuloinneissa** oletuksena oli, että **infra on täysimääräisesti käytössä**
  - *Huom. aiemmissa selvityksissä (ESSI – Etelä-Suomen junaliikenteen kehityskuva) on todettu, että **mikäli vain toinen tunneliraide on käytettävissä, Pisarassa häiriöt leviävät nopeasti koko verkolle**, kun taas **Lyyrassa liikennöinti myös yhdellä tunneliraiteella on mahdollista***

→ Liikenteen aloitus ja lopetus häiritsee muuta liikennettä kaikissa malleissa
  - Mikäli junat tuodaan Ilmalasta pitkinä letkoina, joudutaan käyttämään Helsingin asemalla pitkiä keskiraiteita
  - Jos junat tuodaan lyhyempinä, voidaan käyttää ratapihan reunassa olevia laitureita, mutta tällöin vaihtotöitä ja siten myös ristiinajoja on enemmän
    - → **Uudet lähijunien varikot helpottaisivat tilannetta, koska ne poistavat Helsingin ratapihan käytön tarpeen liikenteen aloituksessa ja lopetuksessa**

→ Kauko- ja lähiliikenteen **sujuvuutta olisi pyrittävä parantamaan suunnittelemalla aikataulut enemmän Helsingin laiturinkäyttö optimoiden (vaikutukset tarkasteltava koko Suomen mittakaavassa)**
  - Häiriösietoisuus ”nykyinfralla” pysyi simuloinneissa samalla tasolla Pisara- ja Lyyra-vaihtoehtojen kanssa, vaikka kääntöaikoja lyhennetäänkin

→ Lyyra-vaihtoehdossa **Pääradan kaukoraiteiden liikenne ruuhkautuu** Pisaraa enemmän, koska Pisararadassa Helsingin ja Pasilan välillä on neljä kaukoliikenteen raidetta ja Lyyrassa vain kaksi
  - Viiveet jäävät kuitenkin edelleen niin pieniksi, että **tehokkailla käännöillä viiveet eivät lähde kertautumaan**

→ Viivetilanteessa **kaupunkiratojen liikenteen osalta vaihtoehdoilla ei ole merkittävää eroa häiriösietoisuuden osalta**
  - Kaikissa malleissa viiveet lähtevät häiriön loputtua purkautumaan, eikä viiveiden kertautumista esiinny

Operointi-kustannukset

Operointikustannusten laskenta

MAL 2019

- → Työssä tehtiin karkea, suuntaa antava laskelma operointikustannuksista kaupunkiratojen liikenteelle
  - Nykytilan laskentaan otettiin mukaan myös E-junat
  - Liikennöintiajat likimain nykyisen aikataulun mukaiset
  - Huoltovaraa ei ole laskettu mukaan pääomakustannuksiin
  - Henkilöstökiertoa ei ole huomioitu laskelmassa
- → Kustannuslaskennan pohjana on käytetty pääosin Liikenneviraston laskentamallin mukaisia yksikköhintoja
  - Pääomakustannus HSL:n määrittelemä
- → Jotta operointikustannukset olisivat vertailukelpoisempia eri vaihtoehtojen välillä, on nykytilan lisäksi arvioitu myös Espoon kaupunkiradan vaikutus
  - Nykytila + Espoon kaupunkirata -vaihtoehdossa kiertoaika perustuu Espoon kaupunkiradan liikennöintisuunnitelmaan

Käytetyt yksikköhinnat

Sm5 pääomakustannus/vuosi	371 000 €	
Aikaperusteiset	Perusyksikkö	Lisäyksikkö
Työvoimakustannus (€/h)	82	
Käyttövalmiushuolto (€/h)	52	52
Matkaperusteiset		
Energiakustannus (€/km)	0,4	0,4
Kunnossapitokustannus (€/km)	2,1	2,1

Laskentaoletuksia:

- vakiokokoonpanot (2xSm5) 10 min vuorovälillä
- mukana yleiskustannus 15 %
- junissa on kuljettaja mutta ei konduktööriä

Operointikustannukset

- → Operointikustannukset ovat hyvin samansuuruiset eri vaihtoehdoissa, mutta laskelma ei huomioi mahdollisia kalustokokoonpanomuutosten vaikutuksia tai mahdollisuuksia liikennöidä eri linjoilla eri pituisilla junilla
- → Pisaran myötä junien matkaan sidottu kustannus kasvaa, mutta pääomakustannukset pienenevät Helsingin käännön jäädessä pois, koska kaluston käyttö tehostuu
- → Lyyrassa Kehäradan liikennöinnin kustannuksia nostaa yli 60 minuutin ajoaika – linjalle joudutaan lisäämään yksi ylimääräinen juna Pisara-vaihtoehtoon verrattuna
  - Lyyrassa olevat konfliktipisteet estävät, että junan kääntöaikaa Helsingissä ei ole mahdollista lyhentää
  - Koska Helsinkiin ei kulje muita linjoja, kalustokiertoa ei voi yhdistää muihin linjoihin (kuten nykytilassa)
- → Laskennalliset operointikustannukset karkealla tasolla näillä oletuksilla laskettuna ovat:

	Kustannus/vuosi
Nykytila + E-juna	103 000 000 €
Nykytila + Espoon kaupunkirata	106 000 000 €
Lyyra	100 000 000 €
Pisara	106 000 000 €

ERTMS-erillisselvitys

ERTMS/ETCS pähkinänkuoressa

- ERTMS/ETCS on eurooppalainen rautatieliikenteen hallintajärjestelmä (ERTMS, European Rail Traffic Management System) ja se sisältää junien kulunvalvontajärjestelmän (ETCS, European Train Control System)
- ERTMS/ETCS-järjestelmässä on kolme tasoa
  - Taso 1: Pistemäinen kulunvalvonta
  - Taso 2: Jatkuvatoiminen junien kulunvalvonta
  - Taso 3: Junan kokonaisuuden valvontajärjestelmä (ei vielä yhtään toimivaa sovellusta)
- **Junien kulunvalvontatekniikka JKV tulee uusia joka tapauksessa**
  - Pääosassa Suomea JKV korvataan ERTMS/ETCS-tasolla 1
  - Etelä-Suomessa on kuitenkin mahdollisuus käyttää myös tasoa 2 **(päätöstä ei ole tehty)**
- ERTMS käyttöönottosuunnitelman mukaan järjestelmän uusiminen aloitetaan Pohjois-Suomesta vuosina 2020–2023 ja edetään sieltä kohti etelää vaiheittain niin, että pk-seudulle järjestelmä uusitaan vasta noin vuosien 2035–2038 aikana
  - Pääkaupunkiseudun osalta vaikutuksia ei ole vielä tutkittu ja toteutuksen aikataulua voi olla mahdollista nopeuttaa, mikäli asia nähdään tarpeelliseksi
- Toteutustaso voi olla eri rataverkon osissa erilainen
  - Jopa vierekkäisillä **kaupunkiraiteilla ja kaukoraiteilla voi olla eri toteutustaso**

ERTMS/ETCS-järjestelmän vaikutukset Helsinki–Pasila-välillä

MAL 2019

- Työssä vertailtiin ERTMS/ETCS-tasojen 1 ja 2 välisiä eroja minimijunaväleissä karkealla tarkkuudella
  - ERTMS/ETCS-taso 2 parantaa kapasiteettia kaikilla tutkituilla raiteilla ERTMS/ETCS-tasoon 1 verrattuna myös nykyisillä opastinsijainneilla
  - ERTMS/ETCS-taso 1 saattaa huonontaa kapasiteettia nykytilasta ERTMS/ETCS-järjestelmän JKV-järjestelmää loivempien jarrukäyrien johdosta

→ ERTMS/ETCS-taso 2 mahdollistaa **opastinvälien optimoinnin** merkittävästi helpommin kuin tasolla 1, koska tasolla 2 ei ole fyysisiä opastimia
  - Optimointi on sitä helpompaa, mitä homogeenisempää liikenne on eli **hyötyjä on mahdollista saada etenkin kaupunkiraiteilla**
  - Esimerkiksi Lontoossa Thameslinkilla minimivuoroväli on 2 min ERTMS:n tasolla 2

→ Tässä työssä on havaittu, että tarvitaan **laajempi jatkoselvitys** siitä, mitä ERTMS/ETCS-taso 2 ja uusi asetinlaite mahdollistavat. Tämän työn johtopäätökset eivät riitä raiteiston kapasiteetin arvioimiseksi.

Rakentamiskustannukset*	Taso 1	Taso 2
Kaupunkiradat	6 miljoonaa euroa	24 miljoonaa euroa
Päärata Helsinki-Kerava	3 miljoonaa euroa	11 miljoonaa euroa

**ERTMS/ETCS-järjestelmän suuntaa antavat rakentamiskustannukset, laskenta pohjautuu UIC:n yksikköhintoihin vuodelta 2010*

Junien automatisointi (GoA-taso 2)

- Työssä toteutettiin kirjallisuuskatsaus junien automatisoinnista GoA-tasolle 2
  - GoA (Grades of Automation) tasolla 2 junat ovat puoliautomaattisia, eli kuljettaja hallinnoi ovia, ajaa junaa tarvittaessa sekä hoitaa hätätilanteet
- GoA-taso 2 on mahdollista toteuttaa ERTMS/ETCS-järjestelmän päälle, mutta standardia tähän ei ole olemassa
  - GoA-taso 2 voidaan toteuttaa ERTMS/ETCS-tasosta riippumatta, mutta tällä hetkellä kaikki suunnitellut automatisoinnit on toteutettu tason 2 päälle

→ **GoA-tasolla 2 olisi mahdollista liikennöidä lyhyemmillä junaväleillä**
  - Junamäärää voisi mahdollisesti nostaa **kaupunkiraiteilla 18-20 junaan tunnissa** suuntaa kohden
    → *GoA-tason 2 ratkaisuja ei kuitenkaan ole vielä tarpeeksi, jotta olisi mahdollista sanoa tarkasti maksimijunamäärää Helsinki–Pasila-välillä tai kustannuksia*
  - **Optimoimalla opastinvälejä (ERTMS/ETCS-taso 2) junamäärää lienee mahdollista kasvattaa edelleen**

→ **Erityisesti Helsingin lähijunien kääntöaikoja on mahdollista merkittävästi lyhentää**
  - Helsingin laiturikapasiteetti riittää tällöin suurelle junamäärälle
  - Sitoutuvan kaluston määrää on mahdollista vähentää

→ **GoA-tason 2 mahdollisuuksia yhdessä ERTMS/ETCS-tason 2 kanssa tulee tutkia tarkemmin**, kun ratkaisuista on enemmän tietoa saatavissa. Nykytietämyksen perusteella Sm5-junat ovat automatisoitavissa GoA2-tasolle.

3. Yhteenveto ja johtopäätöksiä

Toimenpiteiden yhteenveto ja jatkoselvitykset

Ohjeistus ja toimintamallit - toimenpiteiden yhteenveto

Toimenpide	Vaikutukset			Kustannustaso	Vastuutaho	Toteutetaan joka tapauksessa?	Kommentit
	Laiturikapasiteetti	Linjakapasiteetti	Häiriönhallinta				
Vakiokokoonpanot läpi päivän	Vapauttaa kapasiteettia huoltoliikenteeltä junaliikenteelle	Vapauttaa kapasiteettia huoltoliikenteeltä junaliikenteelle	Vähentynyt huoltoliikenne lisää pelivaraa	Kohtalainen	HSL, operaattorit	Ei välttämätön, mutta suositellaan toteutettavaksi	Jos uudet varikot toteutetaan, kokoonpanomuutokset voidaan tehdä linjojen päissä
Huoltoraiteiden käytön lisääminen junaliikenteessä	-	Suunniteltu käyttö lisää linjakapasiteettia	Lisää mahdollisuuksia häiriönhallintaan	Ei kustannuksia	Liikennevirasto	Ei välttämätön, mutta suositellaan toteutettavaksi	Huoltoliikenteen tarpeita ei saa unohtaa
Liikenteenohjauksen järjestelmien ja toimintamallien kehittäminen	-	-	Tehokkaampi ja suunnitelmallisempi häiriönhallinta	Vähäinen/ kohtalainen	Finrail	Ei välttämätön, mutta suositellaan toteuttettavaksi	Huomiotava Liikenteenohjausyhtiön sopimuksissa
Räätälöidyt määräykset kaupunkirataliikenteelle	Mahdollinen kääntöjen nopeuttaminen lisäisi laiturikapasiteettia	Opastinvälien optimointi tietylle kalustolle parantaa linjakapasiteettia	Lisää mahdollisuuksia häiriönhallintaan	Ei kustannuksia	Liikennevirasto, Trafi	Ei välttämätön, mutta suositellaan toteuttettavaksi	Asia on RATO:ssa osin jo huomioitu esim. opastinvälien osalta
Sallitaan kiihdytys suoraan linjanopeuteen, kun vaihteet sallivat	-	-	Voi ottaa kiinni pieniä myöhästymisiä	Ei kustannuksia	Liikennevirasto	Ei välttämätön, mutta suositellaan toteuttettavaksi	Helran myötä tilanne muuttuu osittain, mutta sähkönsyötön riittävyys selvitettävä
Sallitaan junien lähtö Helsingissä laiturista opastimelle odottamaan kulkutien vapautumista	-	-	Vähennetään matkustajien viiveitä ja helpotetaan häiriötilanteiden hoitoa	Ei kustannuksia	Operaattorit, Liikennevirasto	Ei välttämätön, mutta suositellaan toteuttettavaksi	
Huoltoraiteiden liikennöintisuunnan muutos	-	-	Huoltoraiteiden helpompi käytettyvyys häiriötilanteessa	Ei kustannuksia/ vähäinen	Liikennevirasto, Finrail	Ei välttämätön, mutta suositellaan toteuttettavaksi	
Kääntöaikojen lyhentäminen	Tehostaa nykyisen laiturikapasiteetin hyödyntämistä	-	Liiallinen kiristäminen voi lisätä häiriöherkkyyttä	Ei kustannuksia	Aikataulusuunnittelu (Operaattorit, HSL, LIVI)	Ei välttämätön, mutta suositellaan toteuttettavaksi	Livin roolia ratapihan kapasiteettijaossa kasvatettava (päätös tästä on jo olemassa)
Pasilan raiteen 5B-käyttö suunnitelmallisesti	*Lisää Pasilan laiturikapasiteettia*	-	*Lisää mahdollisuuksia häiriönhallintaan*	*Ei kustannuksia*	-	*Kyllä*	*Tulee HELRA:n valmistuttua vakituisesti linjaliikenteen käyttöön*

Pienet infratoimet - toimenpiteiden yhteenveto

Toimenpide	Vaikutukset			Kustannustaso	Vastuutaho	Aikataulu	Toteutetaan joka tapauksessa?	Kommentit
	Laiturikapasiteetti	Linjakapasiteetti	Häiriönhallinta					
Laituriopastimet	-	Lisää linjakapasiteettia Hki-Psl -välillä	Helpottaa häiriötilanteiden hoitoa	Kohtalainen	Liikennevirasto	Voidaan toteuttaa kulunvalvonnan uusimisen jälkeen	Ei	Teknisiä haasteita nykyisen asetinlaitteen kanssa
Helsinkiin vaihdekuja Rantaradan kaupunkiraiteilta raiteille 115 ja 116	Joustavampi laitureiden käyttö (kaupunkiraiteilta laitureille 13-15)	-	Lisää mahdollisuuksia häiriönhallintaan	Vähäinen	Liikennevirasto	2020-->	Ei	Edellyttää aktiivista liikenteenohjausta häiriötilanteissa

Isommat investoinnit* - Toimenpiteiden yhteenveto

***Tulisi toteuttaa joka tapauksessa**

Toimenpide	Vaikutukset			Kustannustaso	Vastuutaho	Aikataulu	Toteutetaan joka tapauksessa?	Vaikutus suuriin hankkeisiin	Kommentit
	Laiturikapasiteetti	Linjakapasiteetti	Häiriönhallinta						
Junien pituuksien kasvattaminen/ 2-kerroskalusto lähiliikenteessä	Laiturikapasiteettia voidaan hyödyntää tehokkaammin	Linjakapasiteettia voidaan hyödyntää tehokkaammin	Pienempi junamäärä helpottaa häiriönhallintaa	Kohtalainen	Kauko- ja lähiliikenteen kalustoyhtiö	2020-->	Osittain		Lähiliikenteen (LVM:n liikenne) kaluston uusiminen edessä joka tapauksessa.
HSL-liikenteeseen varikot Pääradalle ja Rantaradalle	Vapauttaa kapasiteettia huoltoliikenteeltä junaliikenteelle	Vapauttaa kapasiteettia huoltoliikenteeltä junaliikenteelle	Vähentynyt huoltoliikenne lisää pelivaraa	Kohtalainen/suuri	HSL, Liikennevirasto	2025-->	Kyllä	Kalustosiirtoja ei ole tarvetta ajaa Helsingin aseman kautta Pisararadalla tai Lyyrassa.	Varikot ovat tarpeellisia Ilmalan kapasiteetin takia, vaikka Lyyraa tai Pisaraa ei toteutettaisi.
Kulunvalvonnan uusiminen	-	Lisää mahdollisesti linjakapasiteettia Hki-Psl –välillä	-	Kohtalainen	Liikennevirasto	2030-->	Kyllä	Parantaa mahdollisesti häiriösietoisuutta (riippuu toteutustavasta)	Toteutettava joka tapauksessa JKV:n tullessa teknisen käyttöikänsä päähän

Toimenpiteiden vaiheistus ja arvioitu vaikutus pääradan kaukoraiteiden maksimijunamäärään

2018

2030

Toimintamallien kehittäminen:

Liikenteenohjauksen toimintamallit ja työkalut

Vakiokokoonpanojen käyttö

Kääntöaikojen optimointi

Uudet varikot Pääradalla ja Rantaradalla

(kokoonpanomuutokset voidaan tehdä linjojen päissä)

Liikenteenohjaus-järjestelmän uudistaminen*:

ERTMS/ETCS-taso 2 kaupunkiradoilla sekä Pääradalla Helsinki-Kerava

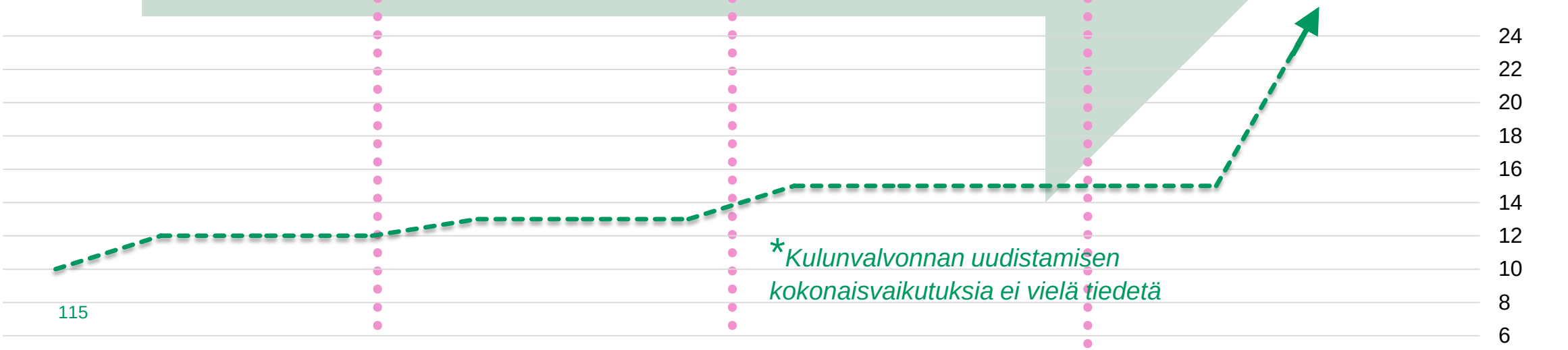
Laituriopastimet

Helsingin asetinlaite

Merkittävän junatarjonnan lisäämisen mahdollistavat hankkeet:

Lentorata/Pääradan lisäraiteet

Pisara/muu ratkaisu



Kulunvalvonnan uudistamisen kokonaisvaikutuksia ei vielä tiedetä

Yhteenveto jatkoselvitettävistä asioista

- → HSL-liikenteen uudet varikot Pääradalle ja Rantaradalle
- → Suunnittelukäytäntöjen kehittäminen häiriönhallinnan kannalta optimaalisempaan suuntaan
- → ERTMS/ETCS-tason 2 hyötyjen selvittäminen
  - Ratainfran (ja asetinlaitteen) optimoinnin vaikutukset ratakapasiteettiin etenkin ERTMS/ETCS-tasolla 2
  - Tutkittava myös GoA2-tason mahdollisuudet
- → Pisaran jatkosuunnittelu
  - Liikennöintiselvitys erityisesti häiriösietoisuuden näkökulmasta tulevaisuuden muutokset (ERTMS, varikot) huomioon ottaen
  - Tarvittaessa tekninen suunnittelu ja hankearviointi
- → Etelä-Suomen raideliikenteen kehitysratkaisujen tutkiminen kokonaisuudessaan liikenteen näkökulmasta (mm. Lentorata, Pisara, ESA-rata, Tallinnan tunnelivaihtoehdot)

Johtopäätöksiä kokonaisuudesta

Johtopäätökset kapasiteetista ja liikennöinnistä

MAL 2019

→ Junamäärän merkittävä kasvu Pääradan kaukoraiteilla vaatii toimenpiteitä Helsingin ja Pasilan välillä, jotta sujuva liikenne saadaan turvattua

- Kaupunkiraiteilla junamäärä voidaan nostaa nykyisestä 12 junasta 15 junaan tunnissa ilman merkittäviä infrainvestointeja
- Rantaradan puolella kaukoraiteilla on kapasiteettia Helsingin ja Pasilan välillä
- Toimintamallimuutoksilla sekä muilla pienillä toimenpiteillä mahdollistetaan liikenteen kasvu pitkälle tulevaisuuteen

→ Junamäärän kasvaessa Pääradan kauko- ja lähiliikenteen kapasiteetin pullonkaula syntyy linjaraiteille Oikoradan ja Pääradan yhtymiskohdan eteläpuolelle

- **Helsingin laiturinkäyttö optimoimalla Helsingin ratapihan kapasiteetti ei muodostu pullonkaulaksi**
- Myös kaupunkiratojen liikenteessä kapasiteetti loppuu ensin linjaraiteilta, ei ratapihalta

→ **Uudet varikot** helpottaisivat liikennöintiä ja niistä olisi hyötyä kehitysvaihtoehdosta riippumatta

- Uusien varikoiden myötä ristiinajot Helsingissä vähenisivät ja liikenne alkaisi ja loppuisi kysynnän kannalta järkevästä paikasta (ei turhia siirtoajoja). Myös kokoonpanomuutokset tehtäisiin varikoilla.
- Uudet varikot ovat toimiva ratkaisu sekä nykytilanteessa, että tarkastelluissa tulevaisuuden tilanteissa
- Liikennöinti uusilta varikoilta tutkittava (jatkoselvityskohde)

→ Ratakapasiteetti loppuu todennäköisesti ensin Pääradan kaukoliikenneraiteilta. Mikäli Lentorata rakennetaan, Pasilan eteläpuolen kapasiteetti on merkittävästi pohjoispuolen kapasiteettia pienempi

- **Huoltoraiteiden käyttö** linjaliikenteessä mahdollistaa kuitenkin liikennöinnin, mikäli junamäärän kasvu on maltillista
- Lentoradan ja Pasilan eteläpuolella kapasiteettia parantavan hankkeen **suunnittelu tulee tapahtua yhteen kytkettynä**, jotta voidaan varautua junatarjonnan kasvuun
- Tarve isoille hankkeille syntyy mikäli Pääradan kauko- ja lähiliikenteen junatarjonta on merkittävästi (n. 6–8 junaa/h) nykyistä (10 junaa/h) suurempi

Johtopäätökset liikennejärjestelmätarkasteluista

- Helsinki–Pasila rautatiejärjestelmän suurta investointia ei voida perustella joukkoliikenteen käytön lisääntymisellä.
- Pisararata parantaa yhteyksiä metro- ja junaratojen varrella olevien keskusten välillä Hakaniemen hyvien vaihtoyhteyden ansiosta, mutta heikentää Vantaan keskusten yhteyksiä Kehäradan ympyrälinjan aikataulujen tasaamisen vuoksi. Matkamäärät Helsingin kantakaupunkiin kasvavat.
- Lyyra-vaihtoehto parantaa pää- ja rantaradan välisiä yhteyksiä, mutta heikentää joidenkin esikaupunkiasemien yhteyksiä Helsingin keskustaan. Pääkaupunkiseudun esikaupunkialueiden väliset matkamäärät kasvavat, mutta Helsingin kantakaupunkiin suuntautuvien matkojen määrä vähenee jonkin verran.
- Lyyra-vaihtoehdon ongelmana on se, että kaikki junat eivät tule Helsingin keskustaan, mikä heikentää keskustan saavutettavuutta. Seudun merkittävimmän keskuksen saavutettavuus puoltaa tarkastelluista vaihtoehdoista Pisararataa.
- Heilurimainen lähi- ja kaukojunaliikenne ei ole tavoiteltava ratkaisu.

Kehittämispolku

Helsinki–Pasila Toimenpidepolku 1/2

→ Nykyisten toimintamallien ja ohjeistuksen kehittäminen mm. **2019→**

- Huoltoraiteiden käytön lisääminen junaliikenteessä sekä Pasilan raiteen 5B käyttö suunnitelmallisesti
- Liikenteenohjauksen järjestelmien ja toimintamallien kehittäminen
- Räätälöidyt määräykset kaupunkirataliikenteelle
- Sallitaan kiihdytys suoraan linjanopeuteen, kun vaihteet sallivat sekä sallitaan junien lähtö Helsingissä laiturista opastimelle odottamaan kulkutien vapautumista
- Kääntöaikojen lyhentäminen
- Sähkönsyötön riittävyys tarkistettava
- Jossain vaiheessa vakiokokoonpanot läpi päivän (ei tarpeen, kun uudet Pääradan ja Rantaradan seisontavarikot toteutetaan)

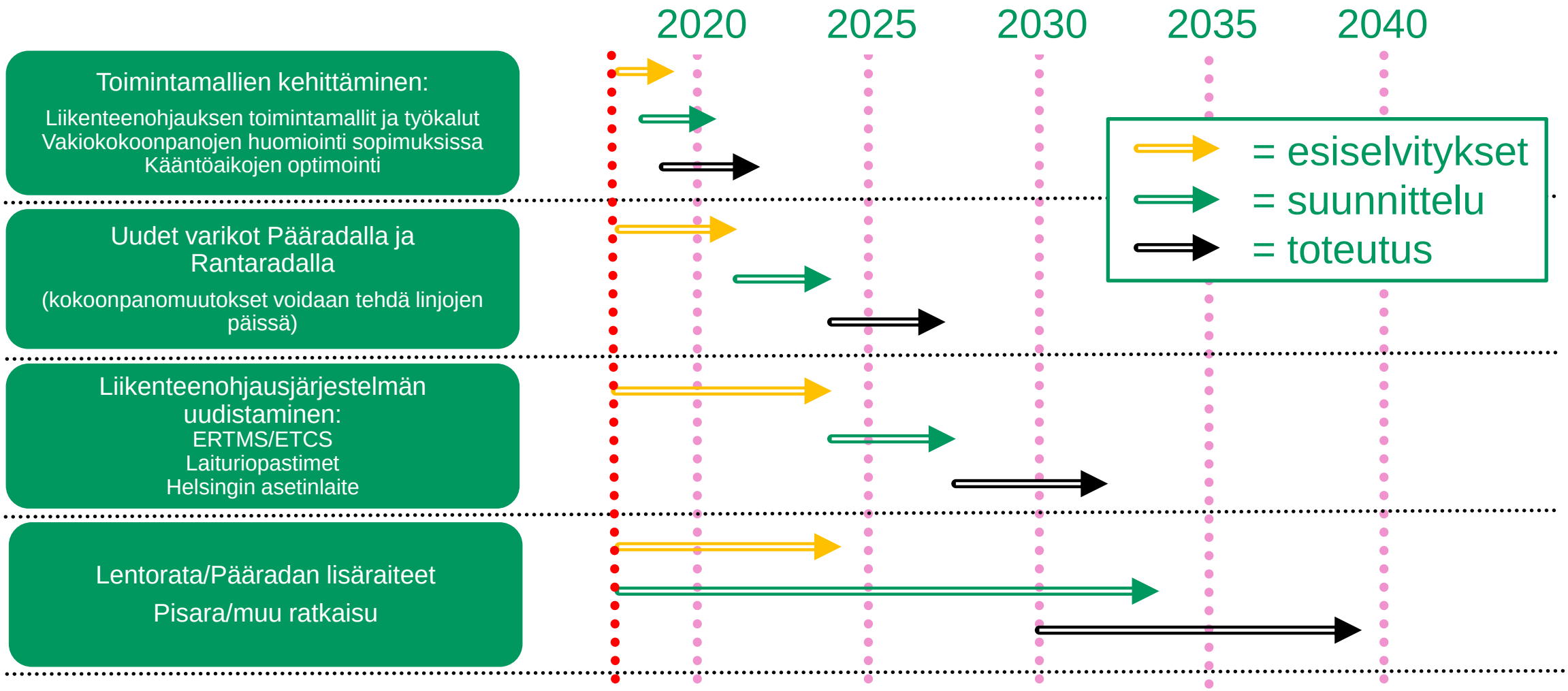
→ Pienet infratoimet ratapihalla **2020→**

- Helsinkiin vaihdekuja Rantaradan kaupunkiraiteilta raiteille 115 ja 116

→ Kalustoratkaisut **2020→**

- Kalustoratkaisut LVM-liikenteessä, kuten mahdollinen kaksikerroskalusto R- ja Z-junille
- Kaupunkirataliikenteen tihentäminen tarpeen mukaan: vuoroväli 10 min => 8 min, edellyttää kaluston kehittämistä ja varikkoratkaisua

Helsinki–Pasila Toimenpidepolku 2/2

- → Uudet Pääradan ja Rantaradan seisontavarikot **2025→**
  - Uusiin seisontavarikoihin liittyy lisäselvitystarpeita jo 2019→
  - Ilmalan varikko tarvitaan jatkossakin, vaikka uudet seisontavarikot toteutettaisiinkin
- → Uusi kulunvalvonta (ERTMS taso 2) ja laituriopastimet **2030→** (nykyinen suunnitelma 2035)
  - Uuden kulunvalvontajärjestelmän ERTMS selvittäminen tulee käynnistää mahdollisimman pian, 2019→
- → Pisararadan tai jonkin muun toteutus, kun Lentoradan/Pääradan kapasiteetin lisäys ja merkittävä lisäliikenne
  - Jatkossa muita mahdollisia vaihtoehtoja Pisaralle tarkastellaan Pisararadan suunnittelu -otsikon alla. Pisararadan ratasuunnittelu ja liikennöinnin suunnittelu on tarpeen ennen toteutuspäätöksen tekemistä, ja suunnittelu tulisi käynnistää mahdollisimman pian.
  - Seisontavarikoiden ja kulunvalvontajärjestelmän lisäselvitykset aloitetaan **2019 →**
  - niiden toiminnallinen integrointi Pisararadan liikennöintisuunnitelman ja ratasuunnitelman tarkistukseen (mm. liikennöinti, häiriöherkkyys) aloitetaan **2019 →**

Toimenpiteiden aikajänne ja kytkennät