



# Metron matkustajakuormitusennusteet

15.8.2012



Helsingin kaupunki  
**Kaupunkisuunnitteluvirasto**





## TIIVISTELMÄ

Työn tavoitteena on ollut tuottaa tietoa metron mitoittavasta matkustajakuormituksesta eri tulevaisuusskenaarioissa sekä osoittaa merkittävimpien epävarmuustekijöiden vaikutus kuormitukseen.

Työssä on laadittu ennusteskenaariot vuosille 2020, 2035 ja 2050 sekä selvitetty kahdeksan erilaisen epävarmuustekijän vaikutuksia metron kuormittumiseen. Työssä laaditut ennusteskenaariot on muodostettu siten, että niissä realisoituu enemmän metron matkustajamääriä lisääviä kuin niitä laskevia epävarmuustekijöitä. Tästä syystä metron kuormitus on ennusteissa hieman suurempi kuin seudulla yleisesti käytetyissä perusennusteissa.

Metroluikenteen mitoittava matkustajien huippukuormitus osuu aamuruuhkassa Kulosaaren ja Kalasataman asemien välille Helsingin suuntaan. Länsimetron valmistuessa mitoittava kuormituskohta säilyy ennallaan, joten myös Espoon suunnan liikenteen mitoittaa pitkälle tulevaisuuteen matkustajamäärä Kulosaaren sillalla.

Metroluikenteen mitoittavaa kuormitusta lisää erityisesti asukasmäärän kasvu Helsingin itäosissa ja Etelä-Sipoossa ja toisaalta vähentää kantakaupungin ja itäisen Helsingin raitioverkon kehittäminen. Autoistumiskehityksen ja liikkumisen ja liikenteen hinnoittelun vaikutus metron maksimikuormiin jää suhteellisesti pienemmäksi kuin seudun joukkoliikennenyhteyksillä keskimäärin. Tämä johtuu siitä, että metron kuormittumisen kannalta kriittisimmillä Itäkeskuksen ja Helsingin kantakaupungin välisellä osuudella henkilöautoa käytetään huomattavasti vähemmän kuin metroa.

Metron matkustajakapasiteetti riittää kaikissa tarkastelluissa skenaarioissa, mikäli metroa liikennöidään automaattimetrolle suunnitellulla lyhimällä mahdollisella vuorovälillä (linjakohtainen vuoroväli 3,4 minuuttia ja linjojen yhteinen vuoroväli 1,7 minuuttia) kahden vaunuparin pituisilla, lyhyille laitureille mahtuvilla junilla.

Vuoden 2020 skenaariossa liikennöinti 5 minuutin linjakohtaisella ja 2,5 minuutin yhteisellä vuorovälillä tarjoaa Kulosaaren sillalla suurin piirtein nykyisen matkustusväljyyden. Näköpiirissä ei ole epävarmuustekijöitä, jotka lisääisivät merkittävästi metron kuormitusta perusskenaarioon nähden näin lyhyellä aikavälillä.

Vuoden 2035 kaikissa tarkastelluissa skenaarioissa kapasiteetti riittää 4 minuutin linjakohtaisella eli 2 minuutin yhteisellä vuorovälillä. Tämä vuoroväli tarjoaa kuormittuneimmalla osuudella suurin piirtein nykyisen matkustusväljyyden perusskenaariota mukaisessa tilanteessa. Automaattimetron suunniteltu välityskyky riittää myös siinä tapauksessa, että kaikki tarkastellut epävarmuustekijät realisoituvat.

Vuoden 2050 perusskenaariossa 4/2 minuutin vuoroväli on juuri ja juuri kapasiteetin kannalta riittävä. Mikäli useita metron kuormitusta lisääviä epävarmuustekijöitä realisoituu, on automaattimetrolle suunnitellun kapasiteetin ylittyminen mahdollista.

Vaikka metron kapasiteetti näyttää todennäköisesti riittävän ainakin vuoteen saakka 2050, on metrolinjojen epätasainen kuormittuminen pidemmän aikavälin ennusteissa metron taloudellisen liikennöinnin kannalta merkittävä haaste.

Pitkällä aikavälillä metron kuormitusasteen keventämiseen ja metrolinjojen kuormituserojen tasaamiseen on olemassa erilaisia vaihtoehtoja. Näitä ovat esimerkiksi täydentävä metrolinja Östersundom-Itäkeskus, Raide-Jokerin jatkaminen Itäkeskuksesta Östersundomiin, liikennöinti pitkällä, kolmen vaunuparin junilla Östersundomista tai Sibbesborgista Kamppiin, Ruoholahteen tai Lauttasaareen tai raideverkon laajentaminen esimerkiksi yhteydellä Kamppi-Pasila-Viikki-Itäkeskus-Östersundom.

## ALKUSANAT

Metron kapasiteetin riittävyttä on arvioitu mm. Länsimetron suunnitellun yhteydessä (Länsimetron matkustajamäärä- ja liikennöintiskenaariot, muistio 16.11.2007). Viiden vuoden aikana liikennejärjestelmän ja maankäytön kehittämissuunnitelmat ovat tarkentuneet ja myös metron matkustajamäärien kehityksestä on saatu tuoreempaa tietoa.

Helsingin seudulle on myös valmistunut uusi liikenne-ennustemalli vuonna 2010, jonka muodostamisessa on käytetty uusimpia tietoja seudun asukkaiden liikkumisesta, liikennejärjestelmästä ja maankäytöstä.

Metron automatisointiin liittyvät haasteet ovat käynnistäneet keskustelun metron kapasiteetin riittävydestä tulevaisuudessa. Metron kapasiteetin riittävyttä on arvioitu mm. Helsingin kaupungin liikennelaitoksen Strafica Oy:ltä tilaamassa muistiossa (5.4.2012). Aikataulusyistä tarkastelua varten ei ollut mahdollista laatia uusia liikenne-ennusteajoja, joten muistio perustui tuolloin valmiina olleiden ennusteskenaarioiden mukaisiin liikenne-ennusteisiin.

Muistiota ja sen liikenne-ennusteita kohtaan on esitetty mm. seuraavaa kritiikkiä:

- Liikenne-ennusteiden taustalla olevat maankäyttöarviot tulisi päivittää tuoreimpien suunnitelmien mukaiseksi. Tämä koskee erityisesti Kalasataman ja Östersundomin väestöarvioita.
- Liikenne-ennusteiden lähtökohtana oleva ennuste on luonteeltaan ns. perusskenaario, jota on käytetty hankkeiden vaikutus- ja kannattavuusarvioinnissa. Metron kapasiteetin riittävyden arvioinnissa tulisi käyttää myös ns. maksimiennustetta, jossa realisoituu matkustajamääriä lisääviä epävarmuustekijöitä.
- Metron kapasiteetin riittävyttä tulisi tarkastella myös huomattavasti pidemmälle tulevaisuuteen kuin vuoteen 2035.
- Tarkastelussa tulisi osoittaa metron matkustajakuormituksen herkkyys olennaisimpien epävarmuustekijöiden suhteen. Näitä ovat esimerkiksi autoistumiskehitys, maankäytön kehitys, liikenneverkon kehitys sekä liikkumisen, erityisesti autoilun kustannusten kehitys.

Helsingin kaupunginhallitus on edellyttänyt, että metron ja metroasemien kuljetuskapasiteetti ja liikennevarmuus varmistetaan tekemäl-

lä asiasta riittävällä laajuudella selvitys Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston, Helsingin seudun liikenteen ja Helsingin kaupungin liikennelaitoksen toimesta.

Tämän konsulttityön tavoitteena on tuottaa tietoa metron mitoittavasta matkustajakuormituksesta eri tulevaisuusskenaarioissa sekä osoittaa merkittävimpien epävarmuustekijöiden vaikutus matkustajamääriin. Työ korvaa 5.4.2012 päivätyn muistion metron matkustajakuormitusennusteista.

Työ on laadittu Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston, Helsingin seudun liikenteen (HSL) ja Helsingin kaupungin liikennelaitoksen (HKL) toimesta. Konsulttina työssä on toiminut Strafica Oy, jossa työstä ovat vastanneet Hannu Pesonen, Taina Haapamäki ja Antti Rahiala.

Työssä on käytetty HSL:n liikenne-ennusteaineistoja ja liikennemallia. Helsingin seudun liikennejärjestelmäsuunnitelman HLJ 2011 laadinnan yhteydessä laaditut aineistot ja menetelmät ovat luoneet edellytykset selvityksen laadinnalle mahdollistaneet työn laadinnan annetussa aikataulussa.

Työ on käynnistynyt kesäkuun lopussa ja valmistunut elokuussa 2012.

# Sisältö

<b>Tiivistelmä .....</b>	<b>1</b>
<b>Alkusanat.....</b>	<b>2</b>
<b>1. Lähtökohdat.....</b>	<b>4</b>
Metron kapasiteetti eri liikennöintimalleilla.....	4
Metron mitoittavat matkustajamäärät ja niiden toteutunut kehitys..	5
Liikenne-ennustemalli .....	5
Metron huippukuormitukseen vaikuttavia muutostekijöitä.....	6
<b>2. Ennusteskenaariot .....</b>	<b>7</b>
Skenaarioiden muodostamisperiaatteet .....	7
Nykytilanne .....	7
Vuoden 2020 ennusteskenaario.....	7
Vuoden 2035 ennusteskenaario.....	8
Vuoden 2050 ennusteskenaario.....	8
Herkkyystarkastelut.....	9
<b>3. Metron kuormitusennusteet .....</b>	<b>10</b>
Perusskenaariot .....	10
Herkkyystarkastelut.....	14
<b>4. Yhteenveto ja päätelmät .....</b>	<b>22</b>
Metron kapasiteetin riittävyys .....	22
Mahdollisia keinoja metron kuormitusasteen keventämiseksi ja kuormituserojen tasaamiseksi .....	22

# 1. LÄHTÖKOHDAT

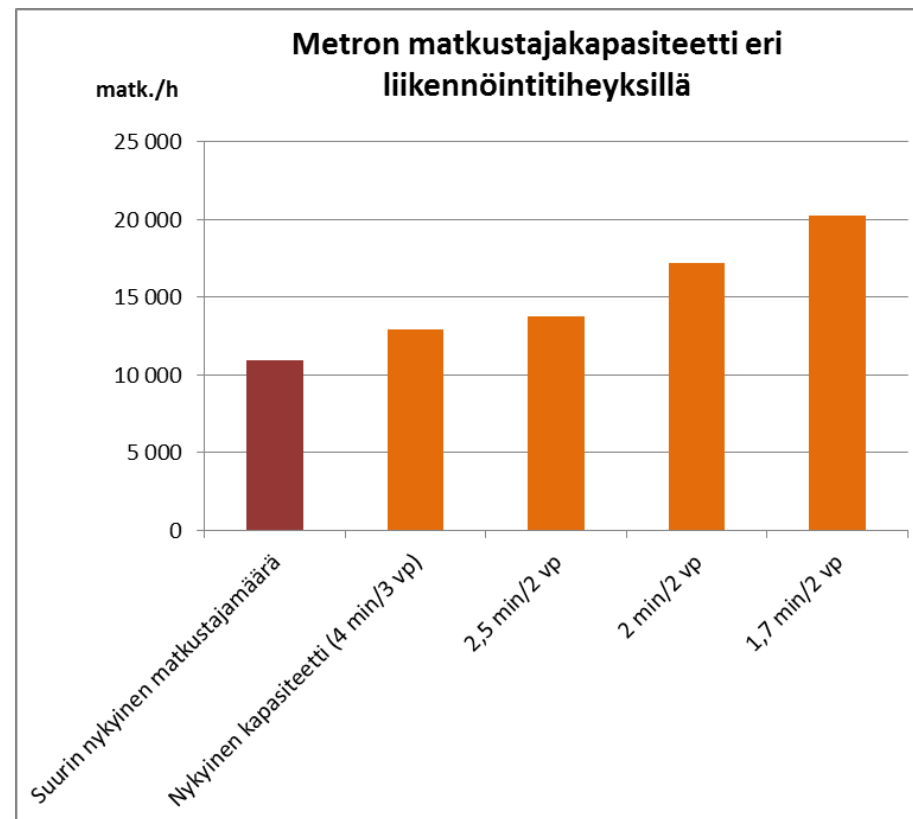
## Metron kapasiteetti eri liikennöintimalleilla

Metroliiikenteen suunnittelussa käytettävä suurin tunnin keskimääräinen matkustajamäärä on noin 290 matkustajaa/vaunupari. Tällöin seisovien matkustajien määrä on enintään 3 hlö/lattia-m<sup>2</sup> ja seisovien matkustajien osuus on enintään 55 %.

Metron tekninen suurin sallittu matkustajamäärä on vielä huomattavasti suurempi kuin tämä suunnitteluohjeen mukainen mitoituskapasiteetti. Toisaalta matkustajat eivät jakaudu täysin tasan ruuhkatunnin lähtöihin, jolloin joidenkin lähtöjen matkustajamäärä on hieman suurempi ja joidenkin hieman pienempi kuin ruuhkatunnin keskimääräinen kuormitus. Tässä raportissa kapasiteetilla tarkoitetaan aina suunnitteluohjeen mukaista maksimikuormitusta (290 matkustajaa/vaunupari) eikä metrolinjan teknistä maksimikapasiteettia.

Liikennöitäessä nykyiseen tapaan kolmen vaunuparin junilla 8 minuutin linjakohtaisella vuorovälillä on yhden linjan mitoituskapasiteetti noin 6 500 matkustajaa/h ja kahden linjan yhteinen mitoituskapasiteetti noin 13 000 matkustajaa/h yhteisen vuorovälillä ollessa Ruoholahden ja Itäkeskuksen välillä 4 min.

Länsimetron valmistuessa on suunniteltu siirryttävän liikennöimään kahden vaunuparin junilla tihennetyllä vuorovälillä linjoilla Mellunmäki-Tapiola ja Vuosaari-Kivenlahti. Liikennöitäessä linjakohtaisella 5 minuutin eli yhteisillä osuuksilla 2,5 minuutin vuorovälillä, on mitoituskapasiteetti molemmilla linjoilla noin 6 900 ja yhteensä noin 13 800 matkustajaa/h. Liikennöitäessä linjakohtaisella 4 minuutin eli yhteisellä 2 minuutin vuorovälillä linjakohtainen kapasiteetti on noin 8 600 ja molempien linjojen yhteenlaskettu kapasiteetti noin 17 200 matkustajaa/h. Automaattimetrolle suunnitellulla maksimitiheydellä (linjakohtainen vuoroväli 3,4 minuuttia ja yhteinen vuoroväli 1,7 minuuttia) liikennöitäessä linjakohtainen kapasiteetti on noin 10 100 ja linjojen yhteinen kapasiteetti noin 20 200 matkustajaa/h.



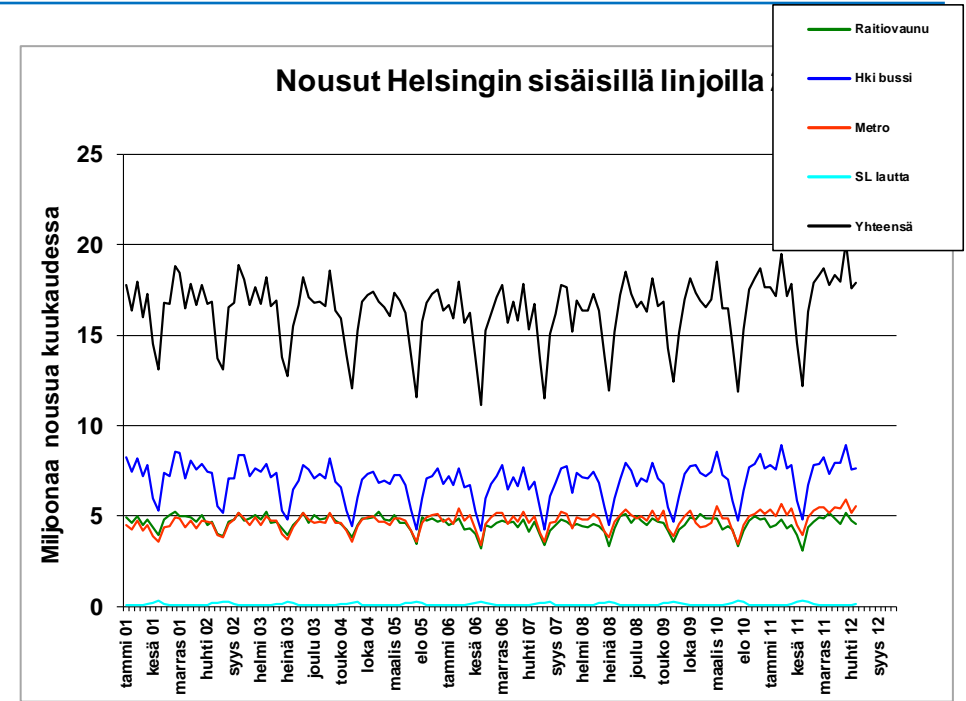
Kuva 1 Metron matkustajakapasiteetti eri liikennöintitiheyksillä.

## Metron mitoittavat matkustajamäärät ja niiden toteutunut kehitys

Metrolliikenteen mitoittava matkustajien huippukuormitus osuu aamuruuhkassa Kulosaaren ja Kalasataman asemien välille Helsingin suuntaan. Iltapäiväruuhkassa kuormitushuippu itään päin ei ole yhtä terävä. Länsimetron valmistuessa mitoittava kuormituskohta säilyy ennallaan, joten myös Espoon suunnan liikenteen mitoittaa matkustajamäärä Kulosaaren sillalla.

Kulosaaren sillan suurin tuntikohtainen matkustajamäärä on tuoreimpien tietojen mukaan noin 11 000 matkustajaa/h Helsingin suuntaan. Kuormitus jakautuu varsin tasaisesti Vuosaaresta ja Mellunmäestä Ruoholahteen liikennöivien linjojen kesken. Nykyinen linjakohtainen huippukuormitus on noin 85 % suunnitteluohjeen mukaisesta maksimikuormituksesta. Vuoden 2003 tietojen mukaan huippukuormitus oli noin 10 200 matkustajaa/h, joten mitoittava matkustajamäärä on kasvanut arviolta noin 10 % vuosikymmenessä.

Metron käyttäjien kokonaismäärä on kasvanut 10 vuodessa (2001-2011) noin 16 %. Metron käyttäjien kokonaismäärä kasvaa nopeammin kuin aamuruuhkan mitoittava matkustajamäärä. Tämä johtuu siitä, että vapaa-ajan matkustaminen kasvaa nopeammin kuin työssäkäyntimatkustaminen. Yhdyskuntarakenteen laajetessa työmatkat suuntautuvat myös aiempaa useammin Helsingin keskustan ulkopuolelle. Ennusteiden mukaan metron käyttö ruuhkan vastasuunnassa kasvaa suhteellisesti selvästi nopeammin kuin matkustaminen ruuhkasuunnassa.



Kuva 2 Joukkoliikennematkustuksen kehitys Helsingissä vuodesta 2001. Metron matkustajamäärä on merkitty punaisella viivalla (lähde HSL).

## Liikenne-ennustemalli

Matkustajakuormitusennusteet on laadittu HSL:n Helsingin työssäkäyntialueen (Uusimaa + Riihimäen seutu) kattavalla liikenne-ennustemallilla. Malli ennustaa matkojen määrän eli tuotoksen, eri kulutapojen käytön, matkojen suuntautumisen seudun eri alueille sekä autoliikenteen ja joukkoliikenteen reittien käytön eli liikenneverkon kuormittumisen.

Liikennekysynnän ennustaminen tapahtuu matkaryhmittäin (kotiperäiset työmatkat, kotiperäiset ostos- ja asiointimatkat, kotiperäiset koulumatkat, kotiperäiset muut matkat, työperäiset matkat, muut kuin kotitai työperäiset matkat), jotka yhdistetään lopuksi kulkutavoittain kysyntämatriiseiksi. Kysyntä eritellään aikajaksottain (vuorokausi, aamu-huipputunti, iltahuipputunti).

Alueiden matkojen kokonaismäärät (tuotokset) riippuvat alueiden maankäytöstä.

Suuntautumiseen ja kulkutapajakaumaan vaikuttaa pääosin samat tekijät:

- Maankäytön määrät, lajit ja sijainti suhteessa lähtöpaikkaan
- Liikenneyhteydet ja niiden sujuvuus (mm. tieverkon ruuhkaisuus) eri kulkutavoilla (määrittää yhdessä edellisen kanssa saavutettavuuden eri kulkutavoilla)
- Liikkumisen kustannukset eri kulkutavoilla
- Talouskasvun vaikutukset henkilöauton hankinnan edellytyksiin

Kaksi ensimmäistä määrittää maankäytön ja liikennejärjestelmän kuvauksen kautta. Kaksi viimeistä ovat toimintaympäristökijöitä, jotka annetaan mallille lähtökohtana.

Esimerkiksi työmatkojen suuntautuminen ja kulkutavan valinta tapahtuu sen perusteella, missä työpaikat sijaitsevat asukkaisiin nähden ja kuinka hyvät liikenneyhteydet eri kulkutavoilla niiden välillä on. Malli huomioi esimerkiksi sen, että länsimetrolla voi olla Itä-Helsingin ja Etelä-Espoon välistä työmatkaliikennettä lisäävä vaikutus. Asiointimatkojen suuntautuminen ja kulkutavan valinta tapahtuu sen perusteella, missä palvelutyöpaikat ja myymälätilat sijaitsevat ja kuinka hyvät liikenneyhteydet eri kulkutavoilla niille on. Jos yhteydet jollakin kulkutavalla paranevat tosiin kulkutapoihin nähden, lisääntyy tämän kulkutavan käyttö.

Liikennemalli perustuu nykytilanteessa tehtyihin liikkumisvalintoihin, jotka perustuvat tietoihin yli 20 000 henkilön päivittäisestä liikkumisesta. Malli ottaa huomioon esimerkiksi maankäyttöön, liikkumisyhteyksiin, liikkumisen hintoihin ja talouteen liittyvät muutostekijät, mutta ei kuitenkaan huomioi muutoksia ihmisten eettisissä asenteissa tai arvo-maailmoissa.

### Metron huippukuormitukseen vaikuttavia muutostekijöitä

Metroliiikenteen kriittinen kuormitus tapahtuu aamuruuhkassa Kulosaaren sillan kohdalla Helsingin suuntaan. Näin ollen metron kapasiteetin kannalta keskeisiä ovat ne muutokset liikennejärjestelmässä ja maan-

käytössä, jotka muuttavat nimenomaan tätä kriittisen kohdan matkustajavirtaa.

Maankäytön osalta kuormittumiseen vaikuttaa eniten asukasmäärän kasvu Kalasataman itäpuolella ja toisaalta työpaikkamäärän muutokset Helsingin kantakaupungissa ja Etelä-Espoossa. Sen sijaan asukasmäärän kasvu Etelä-Espoossa ja Helsingin kantakaupungissa tai työpaikkamäärän kasvu Itä-Helsingissä ei lisää juurikaan metron käyttöä kriittisessä kohdassa, vaikkakin nämä muutokset lisäävätkin metron käyttöä kokonaisuudessaan.

Yhdyskuntarakenteen laajeneminen ja erityisesti työpaikkojen painopisteen siirtyminen kauemmas Helsingin keskustasta johtaa siihen, että työmatkat suuntautuvat entistä useammin Helsingin kantakaupungin sijaan muualle seudulle. Tästä syystä asukasmäärän kasvu esimerkiksi Itä-Helsingissä ei lisää samassa suhteessa metron käyttöä Helsingin keskusta.

Liikennejärjestelmän osalta kriittisen kohdan kuormitusta kasvattaa Pisara-rata, joka muodostaa hyvän vaihtoyhteyden metroon Hakaniemessä. Myös metron jatkaminen erityisesti itään parantaa metrojärjestelmän palvelutasoa ja lisää matkustusta myös kriittisessä kohdassa. Sen sijaan Kruunuvuorenselän raitioyhteys keventää selvästi kriittistä matkustajakuormitusta erityisesti Laajasalon tuleva maankäyttö huomioiden. Myös esimerkiksi Jokeri-linjan tai Pasilan tason poikittaisen joukkoliikenneyhteyden kehittäminen keventää jonkin verran metron kriittistä kuormittumista.

Talouskasvun myötä tapahtuva henkilöautotiheyden kasvu vähentää hieman metron käyttöä, toisaalta henkilöautoilun kallistuminen tai ruuhkamaksut lisäävät metron käyttöä. Näitä vaikutuksia lieventää kuitenkin se, että henkilöautomatkojen osuus aamuruuhkassa idän suunnasta Helsingin kantakaupunkiin on melko pieni, eivätkä suhteelliset muutokset henkilöauton käytössä ilmene yhtä suurina suhteellisina muutoksina metron käytössä.



## 2. ENNUSTESKENAARIOT

### Skenaarioiden muodostamisperiaatteet

Tämän selvityksen ennusteskkenaariot on pyritty muodostamaan siten, että niissä realisoituu enemmän metron matkustajamääriä lisääviä kuin niitä laskevia epävarmuustekijöitä. Tästä syystä muodostetut ennusteskkenaariot poikkeavat jonkin verran seudulla yleisesti käytettävistä ns. perusennusteskkenaariosta, jotka on muodostettu Helsingin seudun liikennejärjestelmäsuunnitelman HLJ 2011 yhteydessä.

Ennusteskkenaariot on muodostettu siten, että ne sisältävät vain ne liikennehankkeet, joiden toteutumisen voi arvioida olevan nykyisten suunnitelmien valossa hyvin todennäköistä kyseiseen ennustevuoteen mennessä. Epävarmat hankkeet on jätetty skenaarioista pois, varsinkin jos niillä on metron kuormitusta keventävä vaikutus.

Maankäytön osalta lähtökohtana on HSL:n tuottamat, HLJ-2011-työssä käytetyt seudulliset asukas- ja työpaikka-arviot, jotka on tasa-painotettu siten, että seudun kokonaiskasvu ei kasva epärealistisen suureksi. Tästä syystä seudullinen maankäyttöarvio ei sisällä täysmääräisesti seudun kaikkia maankäyttömitoitusten tai alustavien suunnitelmien mukaisia asukas- ja työpaikkamääriä. Esimerkiksi pääkaupunkiseudun kuntien yhteenlaskettu väestönkasvu arvio 2008-2035 on HSL:n luvuissa noin 266 000 asukasta eli noin 26 %. Näihin HSL:n maankäyttölukuihin on kuitenkin tehty tämän selvityksen yhteydessä tarkistuksia vuosien 2035 ja 2050 skenaarioihin, jotka on kuvattu myöhemmin raportissa. Näiden tarkistusten vaikutus on metron kriittistä kuormitusta kasvattava. On myös syytä huomioida, että asumisväljyyden kasvu vähitellen laskee valmiiksi rakennettujen alueiden asukasmääriä.

Taloukasvuun ja henkilöautoistumiskehitykseen liittyy tulevaisuudessa epävarmuutta. Tässä työssä laadituissa perusennusteissa henkilöautotiheyden on oletettu jäävän vuoden 2008 tasolle. Tämä lisää metron kuormitusta verrattuna esimerkiksi HLJ 2011-suunnitelman laadinnan yhteydessä käytettyihin ennusteisiin, joissa henkilöautotiheyden on oletettu edelleen kasvavan, tosin toteutunutta kehitystä selvästi hitaammin.

Peruskkenaarioiden lähtöolettamukset on siis valittu siten, että metron kuormitus on suurempi kuin tavanomaisesti seudun liikennetarkasteiluissa käytetyissä HLJ 2011-ennusteissa, joita oli käytetty myös keväällä 2012 laadittujen metron kuormitusennusteiden lähtökohtina.

### Nykytilanne

Liikenne-ennusteiden lähtökohtana on toteutunut ”nykytilanne”, josta on saatavissa mm. maankäyttöä ja liikennejärjestelmän tilaa koskevat tiedot. Liikennemallissa ”nykytilanteen” tiedot ovat ajankohdasta 2008-2009. Jatkossa tässä raportissa nykytilanteelle on annettu vuosiluku 2009. HSL:ssä on käynnistymässä nykytilanteen päivittäminen vuoden 2012 tiedoilla, mutta päivitys ei ole vielä käytettävissä.

Nykytilaennusteessa (2009) kriittisen kohdan matkustajakuormitus Kuloosaaren sillan kohdalla (noin 11 000 matkustajaa aamuhuipputunnin aikana Helsingin suuntaan) vastaa hyvin tuoreimpia laskentatietoja. Huippukuormituksesta 51 % jakautuu ennusteen mukaan Vuosaaresta ja 49 % Mellunmäestä Ruoholahteen liikennöivälle linjalle.

### Vuoden 2020 ennusteskkenaario

Vuoden 2020 ennuste on laadittu siten, että merkittävistä joukkoliikennehankkeista vain Matinkylään päättyvä metro, Kehärata, Pisara-rata ja Jokeri-linjan kehittäminen bussiliikenteenä (ei Raide-Jokeria) on kuvattu verkkoihin.

Näistä hankkeista Pisara muodostaa metron kanssa hyvän vaihtoyhteyden Hakaniemessä, ja siten lisää hieman metron kuormitusta Kuloosaaren sillalla. Vaikka Pisara ei välttämättä ole käytössä vielä 2020, on sen toteutuminen 2020-luvulla nykyäsitäytymisen mukaan melko todennäköistä.

Maankäytön osalta on käytetty HSL:n tuottamia, HLJ 2011-työssä laadittuja maankäyttöarvioita vuodelle 2020.

Autoistumisen oletetaan jäävän vuoden 2008 tasolle. Keskustojen pysäköinnin hinta (vastus) kasvaa 25 % käytettävissä olevia tuloja nopeammin. Henkilöauton ja joukkoliikenteen käytön kustannusten on arvioitu kasvavan käytettävissä olevien tulojen mukaisesti.

Erot kevään 2012 tarkasteluihin

- verkkoon on lisätty Pisara-rata
- henkilöautotiheys ei kasva vuodesta 2008

**Vuoden 2035 ennusteskenaario**

Vuoden 2035 perusennusteessa metroa on jatkettu lännessä Kivenlahteen ja idässä Östersundomiin. Jokeri-linja on kehitetty pikaraitiotieksi (Raide-Jokeri). Skenaario ei sisällä esimerkiksi Kruunuvuorenselän raitiotietä tai Pasilan tason poikittaista pikaraitioyhteyttä.

Maankäyttöennusteet on tarkistettu Pasilan ja Kalasataman osalta Helsingin KSV:ltä kesäkuussa 2012 saatujen arvioiden mukaisesti. Aikaisempaan ennusteeseen nähden Pasilaan tulee noin 1000 asukasta enemmän ja noin 2000 työpaikkaa vähemmän. Kalasatamaan tulee noin 5000 asukasta enemmän.

Östersundomin yleiskaava-alueen mitoituksesta (70 000 asukasta ja 20 000 työpaikkaa) noin 70 % oletetaan toteutuneen vuoteen 2035 mennessä (noin 50 000 asukasta ja noin 14 000 työpaikkaa). Yleiskaava-alueella (Vantaan ja Sipoon alueet mukaan lukien) on nykyisin noin 10 000 asukasta, joten asukasmäärä kasvaa nykyisestä noin 40 000 asukkaalla.

Seudun muilta osin maankäyttö on HSL:n tuottaman HLJ-2011-työssä käytetyn seudullisen asukas- ja työpaikka-arvion 2035 mukainen.

Autoistumisen oletetaan jäävän vuoden 2008 tasolle. Keskustojen pysäköinnin hinta (vastus) kasvaa 25 % käytettävissä olevia tuloja nopeammin. Henkilöauton ja joukkoliikenteen käytön kustannusten on arvioitu kasvavan käytettävissä olevien tulojen mukaisesti.

Erot kevään 2012 tarkasteluihin

- verkkoon on lisätty Pisara-rata ja Raide-Jokeri
- Pasilaan 1000 asukasta enemmän ja 2000 työpaikkaa vähemmän
- Kalasatamaan 5 000 asukasta enemmän
- Östersundomiin 13 000 asukasta enemmän
- henkilöautotiheys ei kasva vuodesta 2008

**Vuoden 2050 ennusteskenaario**

Vuoden 2050 perusennuste sisältää HLJ 2011-suunnitelman vuoden 2035 tavoiteverkkoon sisältyvät liikennehankkeet. Näistä metron kuormitukseen selvimmin keventävästi vaikuttavat joukkoliikennehankkeet ovat Kruunuvuorenselän raitiotie sekä Pasilan tason pikaraitioyhteys, joka on kuvattu kulkemaan Otaniemestä Pasilan ja Viikin kautta Itäkeskukseen. Lisäksi metro on tässä työssä laaditussa ennusteessa jatkettu Sibbesborgiin (Söderkullaan) saakka.

Seudullisena maankäyttönä on HLJ 2011-työn yhteydessä laadittu maankäyttöarvio vuodelle 2050 (ns. lyhyet sormet), johon on tehty Helsingin KSV:n esittämät tarkistukset Pasilan osalta (kasvu 3000 asukasta suurempi) ja Kalasataman osalta (kasvu 5000 asukasta suurempi).

Östersundomin yleiskaava-alueen mitoituksen toteutumaksi oletetaan 100 % (70 000 asukasta ja 20 000 työpaikkaa). Asukasmäärä on 22 000 asukasta suurempi kuin HLJ 2011-työssä laaditussa vuoden 2050 seudullisessa maankäyttöarviossa.

Sibbesborgin maankäytön kasvuksi arvioidaan tässä skenaariossa noin 30 000 asukasta ja 4 000 työpaikkaa. Kasvu on noin kaksinkertainen verrattuna HLJ 2011-työn vuoden 2050 maankäyttöarvioon.

Autoistumisen oletetaan jäävän vuoden 2008 tasolle. Keskustojen pysäköinnin hinta (vastus) kasvaa 25 % käytettävissä olevia tuloja nopeammin. Henkilöauton ja joukkoliikenteen käytön kustannusten on arvioitu kasvavan käytettävissä olevien tulojen mukaisesti.

Keväällä 2012 laadittuihin metron kuormitustarkasteluihin ei sisältynyt vuoteen 2050 ulottuvaa ennusteskenaariota.

*Taulukko1. Asukasmääräarviot metron kuormittumisen kannalta keskeisillä kasvualueilla eri ennusteskenaarioissa.*

	Asukkaita	Asukasmäärien kasvu perusskenaarioissa		
	2008	2020	2035	2050
Kalasadama	500	+8 000	+16 000	+16 000
Kruunuvuorenranta+Laajasalo	16 000	+6 500	+10 000	+12 000
Roihupelto	4 000	+3 000	+5 000	+5 000
Östersundom (yht. yleisk.alue)	10 000	+8 000	+40 000	+60 000
Sibbesborg	4 000	+2 000	+4 000	+30 000
Lauttasaari-Koivusaari	20 000	+2 500	+8 000	+7 000
Otaniemi-Matinkylä	64 000	+6 000	+7 000	+8 000
Finnoo-Saunalahti	34 000	+8 000	+20 000	+21 000
Etelä-Kirkkonummi	26 000	+8 000	+14 000	+20 000

## Herkkyystarkastelut

Koska työn tavoitteena on osoittaa merkittävimpien epävarmuustekijöiden merkitys metron matkustajamääriin, on työssä laadittu seuraavat herkkyystarkastelut:

- H1. Henkilöautoistuminen jatkuu HLJ:n perusennusteiden mukaisesti mennyttä kehitystä hitaammin.
- H2. Östersundomiin tulee 20 000 asukasta enemmän eli yhteensä 70 000 asukasta vuoteen 2035 skenaariossa. Tarkastelun perusteella voidaan arvioida yleisemmin Östersundomin asukasmäärän vaikutuksia metron kuormittumiseen.
- H3. Sibbesborgiin tulee 20 000 asukasta enemmän eli yhteensä noin 54 000 asukasta v. 2050 skenaariossa. Tarkastelun perusteella voidaan arvioida yleisemmin Sibbesborgin asukasmäärän vaikutuksia metron kuormittumiseen.
- H4. Helsingin seudun ruuhkamaksut liitetään vuoden 2035 skenaarioon.
- H5. Kruunuvuorenselän raitioyhteys lisätään vuoden 2035 skenaarioon.
- H6. Pikaraitiolinja Otaniemi-Pasila-Viikki-Itäkeskus lisätään vuoden 2035 skenaarioon. Lisäksi on tutkittu tiheävuorovälisen runkobus-

silinjan Itäkeskus-Pasila-Munkkiniemi vaikutusta metron kuormittumiseen.

- H7. Keskustojen pysäköinnin hinta säilyy nykyisellään. Tarkastelun perusteella voidaan arvioida myös yleisemmin keskustan pysäköintimahdollisuuksien vaikutuksia metron kuormittumiseen.
- H8. Lounais-Espooseen akselille Finnoo-Saunalahti tulee 20 000 asukasta enemmän eli yhteensä noin uutta 40 000 asukasta vuoteen 2035 mennessä. Tarkastelun avulla voidaan arvioida yleisemmin länsimetrokäytävän asukasmäärien vaikutuksia metron matkustajakuormittumiseen.

Herkkyystarkastelu H3 on tehty vuoden 2050 ennusteskenaariossa, muut herkkyystarkastelut on tehty vuoden 2035 ennusteskenaariossa. Tarkastelujen perusteella voidaan tehdä päätelmiä metron matkustajamäärän herkkyystekijästä myös muissa ennusteskenaarioissa.

Koska tarkastellut herkkyystekijät vaikuttavat myös toisiinsa, ei tulosten perusteella voida laskea summaamalla tarkkoja yhteisvaikutuksia useiden herkkyystekijöiden osalta, mutta yhteisvaikutuksen suuruusluokka on kuitenkin hyvin arvioitavissa.

### 3. METRON KUORMITUSENNUSTEET

#### Perusskenaariot

Metron matkustajamäärä Itäkeskuksen ja Helsingin välillä kasvaa voimakkaammin ruuhkan vastasuunnassa kuin ruuhkasuunnassa. Suhteellinen kasvu ruuhkan vastasuunnalla on vielä selvästi suurempi. Tästä syystä metron mitoittava matkustajamäärä maksimi kasvaa hitaammin kuin metron kokonaiskäyttäjämäärä.

Metron molempien linjojen (Mellunmäki/Östersundom/Sibbesborg-Tapiola, Vuosaari-Ruoholahti/Matinkylä/Kivenlahti) yhteenlaskettu huippukuormitus osuu kaikissa perusskenaarioissa Kulosaaren ja Kalasataman välille (aamuruuhkatunti länteen päin) kuten nykyisinkin. Molempien linjojen yhteenlaskettu matkustajamäärä kasvaa ennusteiden mukaan noin 6 % vuoteen 2020 mennessä ja noin 23 % vuoteen 2035 mennessä. Kruunuvuorenselän raitioyhteys ja Otaniemi-Pasila-Viikki-Itäkeskus –pikaraitioyhteys keventävät metron kuormitusta siten, että vuoden 2050 skenaarion matkustajamäärä jää samalle tasolle kuin vuoden 2035 skenaariossa.

Taulukko 2. Metron maksimikuormitusennusteet linjat yhteenlaskien.

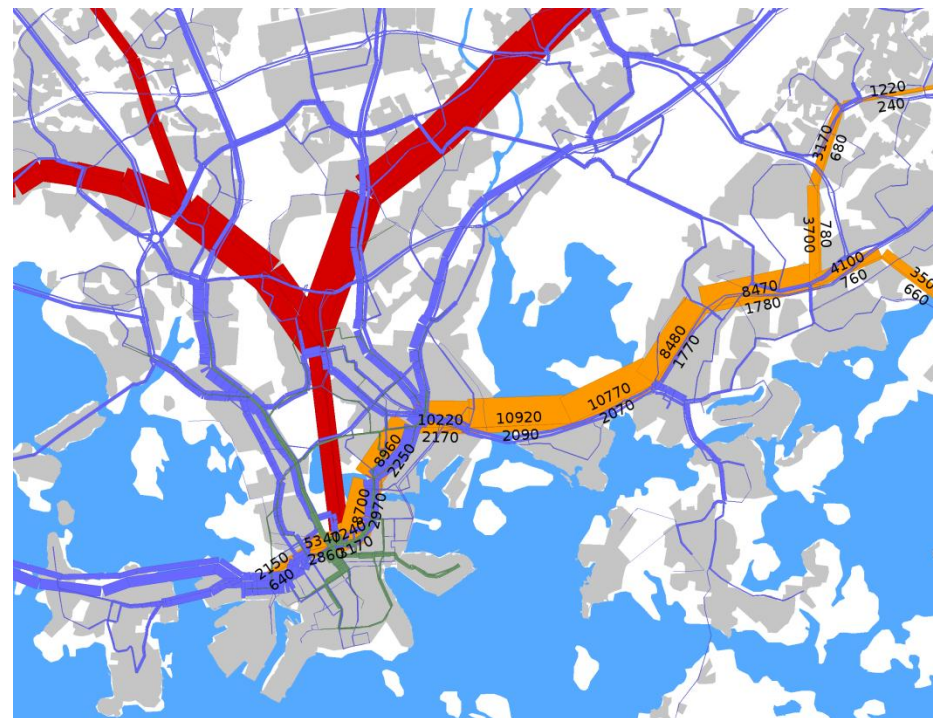
	Maksimikuormitus (aamuruuhkatunti)			
	2009	2020	2035	2050
matkustajaa/h	10 920	11 600	13 470	13 320
kasvu (matk.) vuodesta 2009		680	2 550	2 400
kasvu (%) vuodesta 2009		6 %	23 %	22 %

Metron maksimikuormitus kasvaa ennusteiden mukaan selvästi hitaammin kuin nousumäärä. Tämä johtuu osittain metroverkon laajenemisesta. Pelkästään kysynnän muutoksen vaikutuksia on selvitetty vertaamalla nykyverkolle tehtyjä vuosien 2009 ja 2020 kysyntäennusteiden kuormituksia. Tarkastelun mukaan aamuhuipputunnin nousumäärä kasvaa 11 % kun maksimikuormitus kasvaa 4 %.

Taulukko 3. Metron nousumäärän ja maksimikuormituksen ennustettu kehitys aamuhuipputunnin aikana.

	Nousut metron		Maksimikuormitus (linjakoht.)	
	määrä	muutos 2009-	määrä	muutos 2009-
2009	21 800		5 580	
2020, nykyverkko	24 180	11 %	5 830	4 %
2020 perusennuste	32 830	51 %	5 960	7 %
2035 perusennuste	43 170	98 %	7 590	36 %
2050 perusennuste	47 140	116 %	8 470	52 %

Metron matkustajamäärä Itäkeskuksen ja Helsingin välillä kasvaa voimakkaammin ruuhkan vastasuunnassa kuin ruuhkasuunnassa. Suhteellinen kasvu ruuhkan vastasuunnalla on vielä selvästi suurempi. Tämä vaikuttaa osaltaan siihen, että matkustajamäärä maksimi kasvaa hitaammin kuin metron kokonaiskäyttäjämäärä.



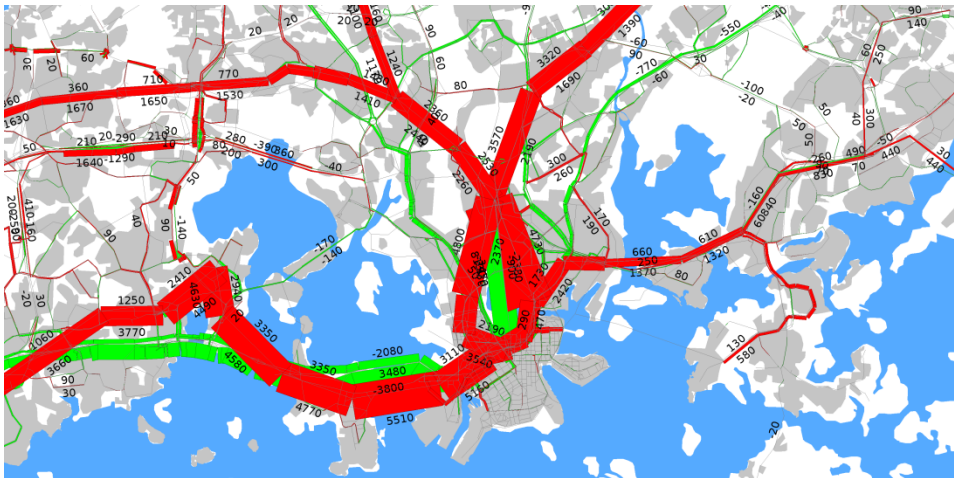
Kuva 3 Metron matkustajamääräennuste, aamuhuipputunti 2009.



Kuva 4 Metron matkustajamääräennuste, aamuhuipputunti 2020.



Kuva 6 Metron matkustajamääräennuste, aamuhuipputunti 2035.



Kuva 5 Joukkoliikenteen matkustajamäärien muutos 2009->2020, aamuhuipputunti.



Kuva 7 Joukkoliikenteen matkustajamäärien muutos 2009->2035, aamuhuipputunti.



Kuva 8 Metron matkustajamääräennuste, aamuhuipputunti 2050.



Kuva 9 Joukkoliikenteen matkustajamäärien muutos 2009->2050, aamuhuipputunti.

Kun tilannetta tarkastellaan linjoittain, kuva muuttuu selvästi. Östersundomista Mellunmäen kautta tuleva linja kuormittuu pidemmän aikavälin ennusteissa selvästi voimakkaammin kuin Vuosaaresta tuleva

linja. Mellunmäen kautta kulkevan linjan maksimikuormitus osuu vuoden 2035 ennustilanteeseen saakka Kulosaaren ja Kalasataman välille, mutta vuoden 2050 skenaariossa tämän linjan matkustajamaksimi siirtyy Myllypuron ja Itäkeskuksen välille. Vuosaaresta tulevan, vähemmän kuormittuneen linjan maksikuormitus osuu pidemmän aikavälin ennusteissa Kalasataman ja Sörnäisten välille.

Pidemmän aikavälin ennusteissa metron matkustajamäärän kasvu kohdistuu lähes kokonaan Östersundomista tai Sibbesborgista Mellunmäen kautta tulevalle linjalle, josta tulee maksikuormituksen kannalta kriittisempi ja metron vuorovälin mitoittava linja. Tämän linjan kuormitus kasvaa selvästi myös vuoden 2035 skenaariorista vuoden 2050 skenaarioon, vaikka Vuosaaren linjan kuormitus ennusteen mukaan laskee. Östersundomista tulevan linjan maksimikuormitus v. 2035 kasvaa yli 40 % ja Sibbesborgista tulevan linjan maksimikuormitus v. 2050 lähes 60 % nykyiseen Mellunmäen linjan maksimikuormitukseen verrattuna.

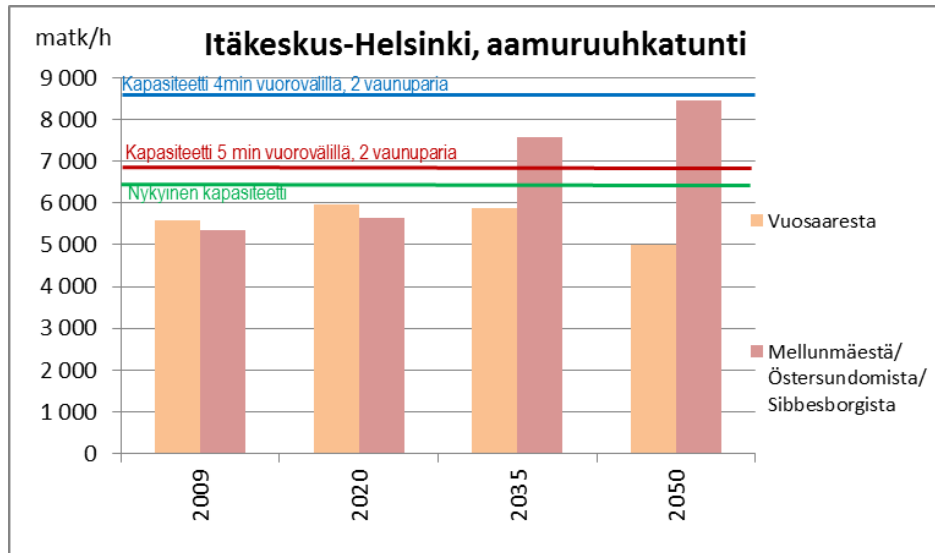
Taulukko 4. Metron maksimikuormitusennusteet linjoittain.

	Maksimikuormitus linjoittain (aamuruuhkatunti)			
	2009	2020	2035	2050
<b>Vuosaaresta tuleva linja</b>				
matkustajaa/h	5 581	5 963	5 878	5 000
kasvu (matk.) vuodesta 2009		382	297	-581
kasvu (%) vuodesta 2009		7 %	5 %	-10 %
<b>Mellunmäestä tuleva linja</b>				
matkustajaa/h	5 343	5 640	7 593	8 465
kasvu (matk.) vuodesta 2009		297	2 250	3 122
kasvu (%) vuodesta 2009		6 %	42 %	58 %
<b>Vuorovälitarve (min) 2 vaunuparilla</b>				
kuormitusaste 100 %	6.17	5.78	4.54	4.07
nykyinen kuorm.aste (85 %)	5.25	4.91	3.86	3.46

Matkustajamäärän suhde matkustuspaikkoihin säilyy vuonna 2020 lähes nykyisellään, jos metrolla liikennöidään suunnitellusti 5 minuutin linjakohtaisella vuorovälillä (2,5 minuutin yhteinen vuoroväli) kahden vaunuparin mittaisilla yksiköillä. Nykyinen kuormitusaste on noin 85 % suunnitteluohjeen mukaisesta suurimmasta sallitusta maksimikuormituksesta.

Vuoden 2035 ennustetilanteessa Vuosaaresta tulevan linjan maksimikuormitus ei kasva vuodesta 2020, mutta Östersundomista tuleva linja edellyttää 4 minuutin vuoroväliä, jotta matkustusväljyys säilyisi nykyisellä tasolla. Mikäli kapasiteetin käyttöasteeksi hyväksytään 100 % (suunnitteluohjeen mukainen suurin sallittu maksimikuormitus), riittää vuoroväliksi 4,5 minuuttia.

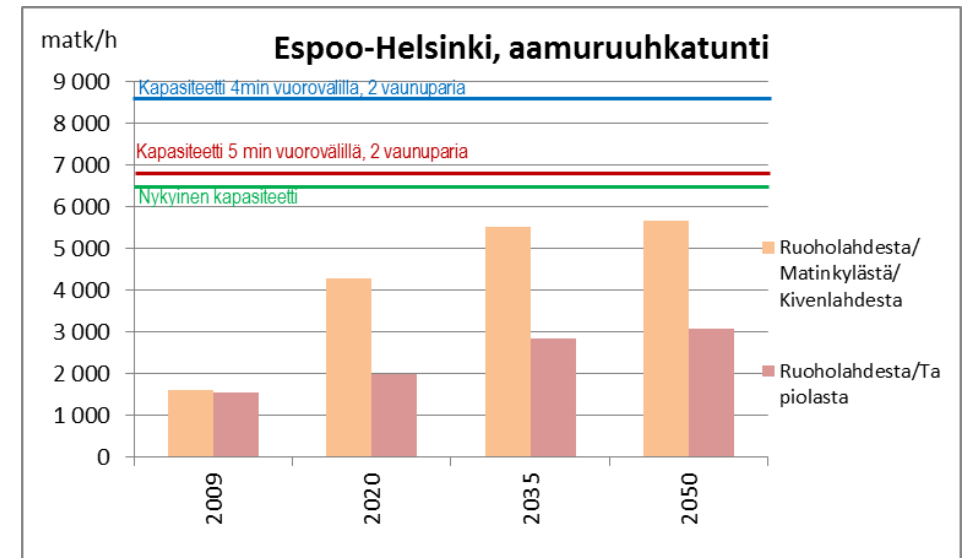
Vuoden 2050 ennustetilanteessa Kruunuvuorenselän raitioyhteys ja Pasilan tason poikittainen pikaraitioyhteys keventävät selvästi Vuosaaresta tulevan linjan kuormitusta, mutta maankäytön arvioitu kasvu Östersundomissa ja Sibbesborgissa lisää selvästi Mellunmäen kautta kulkevan linjan maksimikuormitusta. Nykyisen matkustusväljyyden säilyttäminen edellyttäisi tämän linjan osalta liikennöintiä 3,5 minuutin vuorovälillä, jolloin linjojen yhteinen vuoroväli olisi 1,75 minuuttia. Mikäli kapasiteetin käyttöasteeksi hyväksytään 100 %, riittää vuoroväliksi 4 minuuttia, jolloin yhteinen vuoroväli olisi 2 minuuttia. Vuosaaren linjan maksimikuormitus jää noin puoleen kapasiteetista.



Kuva 10 Perusskenaarioiden mukaiset metron maksimikuormitukset linjoittain osuudella Itäkeskus-Helsinki. Kuormitusmaksimit sijoittuvat aamuruuhkassa Kulosaaren ja Sörnäisten välille länteen päin kuljettaessa.

Linjojen välistä kuormitusta pystytään mahdollisesti kuitenkin tasoittamaan hieman epäsäännöllisellä vuorovälillä, jolloin Mellunmäestä tuleva metro tulee hieman aikaisemmin Vuosaaresta tulevan metron perässä ja vastaavasti Vuosaaresta tuleva hieman myöhemmin Mellunmäestä tulevan metron perässä. Tällöin vuorovälit linjojen yhteisellä osuudella voisivat olla esimerkiksi 1,75 min ja 2,25 min.

Espoon suunnalla kapasiteetti riittää kaikissa skenaarioissa hyvin. Eriyisesti Tapiolasta lähtevä metro kuormittuu hyvin väljästi kaikissa skenaarioissa ja lähes kaikille tämän linjan matkustajista riittää istumapaikka Helsinkiin tai Helsingistä matkustettaessa, koska vuoroväli määräytyy edellä kuvattujen itämetron matkustajahuippujen perusteella.



Kuva 11 Perusskenaarioiden mukaiset maksimikuormat linjoittain osuudella Espoo-Helsinki. Vuonna 2020 Matinkylä-Vuosaari -linjan kuormitusmaksimi sijoittuu Ruoholahden ja Kampin välille ja vuonna 2035 Kivenlahti-Vuosaari -linjan Urheilupuiston ja Tapiolan välille.

## Herkkyystarkastelut

### H1. Henkilöautoistuminen jatkuu v. 2035 HLJ:n perusennusteiden mukaisesti mennessä kehitystä hitaammin.

Tämän selvityksen perusskenaarioissa henkilöautotiheyden ei oleteta kasvavan vuodesta 2008.

HLJ 2011-työssä sekä useimmissa muissa HSL-aluetta koskevissa tarkasteluissa olettamuksena on ollut, että henkilöautotiheyden kasvu jatkuu talouskasvun myötä, joskin selvästi toteutunutta kehitystä hitaampana. Näissä ennusteissa pääkaupunkiseudun henkilöautotiheyden kasvu on ollut noin 6 % välillä 2008-2020 ja noin 20 % välillä 2008-2035. Vuoden 2035 jälkeiselle ajalle ei ole ennustettu henkilöautotiheyden kasvua.

Herkkyystarkastelu on tehty vuoden 2035 skenaariossa, jossa henkilöautotiheyden kasvuksi pääkaupunkiseudulla on oletettu noin 20 % aikavälillä 2008-2035.

Henkilöautoistumisen jatkuminen vähentää metron maksimimatkustajamääriä Kulosaaren sillan kohdalla noin 700 matkustajalla/h eli noin 5 %. Linjoittain tarkasteltuna vaikutus on hieman suurempi Östersundomista tulevan linjan kohdalla, jonka maksimikuormitus vähenee noin 420 matkustajalla/h eli noin 6 %. Linjojen väliset erot johtuvat siitä, että Östersundomista tulevalla linjalla on selvästi enemmän matkustajia ja se palvelee alueita, joilla henkilöautotiheys on suurempi kuin Vuosaaren haaralla.

Autoistumiskehityksen jatkuminen vaikuttaa metron linjakohtaiseen vuorovälitarpeeseen noin 0,3 minuuttia harventavasti vuoden 2035 perusskenaarioon verrattuna, mikäli kapasiteetin käyttöasteeksi hyväksytään 100 % suunnitteluohjeen mukaisesta maksimikuormasta.



Kuva 12 Herkkyystarkastelun H1 vaikutukset joukkoliikenteen matkustajamääriin vuoden 2035 ennustetilanteessa.

### H2. Östersundomiin tulee 20 000 asukasta enemmän eli yhteensä 70 000 asukasta vuoden 2035 skenaariossa.

Tämän selvityksen perusskenaariossa 2035 Östersundomin yhteiselle yleiskaava-alueelle (ml. Vantaan ja Sipoon alueet) tulee nykyisten noin 10 000 asukkaan lisäksi noin 40 000 uutta asukasta. Herkkyystarkastelussa Östersundomin yleiskaava-alueelle on sijoitettu alueelle kaavailtu lopputilanteen mukainen asukasmäärä eli yhteensä noin 70 000 asukasta, joista 60 000 on uusia.

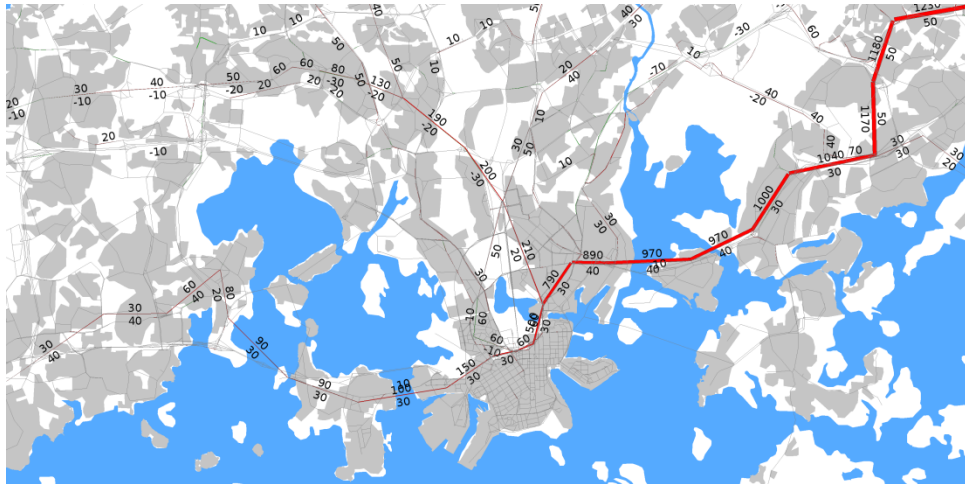
Alueen näin nopea rakentuminen ei ole nykyäsityksen mukaan todennäköistä, mutta tarkastelun perusteella voidaan arvioida yleisemmin Östersundomin asukasmäärän vaikutuksia metron kuormittumiseen.

20 000 lisäasukasta kasvattaa metron maksimimatkustajamääriä Kulosaaren sillan kohdalla noin 1 000 matkustajalla/h eli noin 7 %. Enimmillään matkustajamäärät kasvavat noin 1 200 matkustajalla/h Länsisalmen ja Itäkeskuksen välillä. Kasvu kohdistuu Östersundomista tulevalle linjalle jonka maksimikuormitus kasvaa noin 12 %.



20 000 lisäasukasta vaikuttaa metron linjakohtaiseen vuorovälitarpeeseen noin 0,5 minuuttia tihentävästi vuoden 2035 perusskenaarioon verrattuna.

Mikäli Östersundom kehitty perusskenaarioon nähden saman verran hitaammin (vain 20 000 uutta asukasta vuoteen 2035 mennessä), vaikutus metron kuormitukseen on samaa suuruusluokkaa, mutta vastakkaisuuntainen.



Kuva 13 Herkkyystarkastelun H2 vaikutukset joukkoliikenteen matkustajamääriin vuoden 2035 ennustetilanteessa.

### H3. Sibbesborgiin tulee 20 000 asukasta enemmän eli yhteensä noin 54 000 asukasta vuoden 2050 skenaariossa

Tämän selvityksen perusskenaariossa 2050 metroa on jatkettu Östersundomista Sibbesborgiin (Söderkullaan) ja alueelle on sijoitettu 30 000 uutta asukasta. Herkkyystarkastelussa asukasmäärää on kasvatettu 20 000 jolloin uusien asukkaiden määrä Sibbesborgissa olisi 50 000.

20 000 lisäasukasta kasvattaa metron molempien linjojen yhteenlaskettua maksimimatkustajamäärää Kulosaaren sillan kohdalla noin 700 matkustajalla/h eli noin 5 %. Enimmillään matkustajamäärät kasvavat yli 1000 matkustajalla Östersundomin alueella. Kasvu kohdistuu Sib-

besborgista Mellunmäen kautta kulkevalle linjalle jonka maksimikuormitus kasvaa noin 900 matkustajalla/h eli 10 %.

20 000 lisäasukasta vaikuttaa metron linjakohtaiseen vuorovälitarpeeseen noin 0,4 minuuttia tihentävästi vuoden 2050 perusskenaarioon verrattuna.

Mikäli Sibbesborg kehitty perusskenaarioon nähden saman verran hitaammin (vain 10 000 uutta asukasta vuoteen 2050 mennessä), vaikutus metron kuormitukseen on samaa suuruusluokkaa mutta vastakkaisuuntainen.

Tarkastelun perusteella voidaan arvioida yleisemmin Sibbesborgin asukasmäärän vaikutuksia metron kuormittumiseen.



Kuva 14 Herkkyystarkastelun H3 vaikutukset joukkoliikenteen matkustajamääriin vuoden 2050 ennustetilanteessa.

### H4. Helsingin seudulle ruuhkamaksu vuoden 2035 skenaariossa.

Herkkyystarkastelussa vuoden 2035 skenaarioon on lisätty aikaan ja paikkaan sidottu kilometrimaksu. Maksuksi on kuvattu ruuhka-aikoina Kehä III-vyöhykkeen sisällä 10 snt/km ja muualla Helsingin seudulla 5 snt/km. Ruuhka-aikojen ulkopuolella maksu Kehä III-vyöhykkeen sisäpuolella on 5 snt/km, mutta muualla Helsingin seudulla ei maksua ruuhka-ajan ulkopuolella ole. Maksuvyöhykkeet ja hinnat ovat samat kuin HLJ 2011-työssä tarkastelluissa ruuhkamaksuskenaarioissa.

Herkkyystarkastelun mukaisessa tilanteessa yhdistyy siis ruuhkamaksu ja henkilöautotiheyden kasvun pysähtyminen vuoden 2008 tasolle.

Ruuhkamaksu lisää metron maksimimatkustajamääriä Kulosaaren sillan kohdalla noin 600 matkustajalla/h eli noin 4 %. Linjoittain tarkasteltuna vaikutus on hieman suurempi Östersundomista tulevan linjan kohdalla, jonka maksimikuormitus kasvaa noin 340 matkustajalla/h eli noin 4 %. Linjojen väliset erot johtuvat siitä, että Östersundomista tulevalle linjalla on selvästi enemmän matkustajia.

Ruuhkamaksu vaikuttaa metron linjakohtaiseen vuorovälitarpeeseen noin 0,2 minuuttia tihentävästi vuoden 2035 perusskenaarioon verrattuna.

Ruuhkamaksun suhteellinen vaikutus joukkoliikenteen matkustajamääriin Itäkeskuksen ja Helsingin välillä on pienempi kuin seudulla keskimäärin, koska henkilöautomatkojen osuus aamuruuhkassa Kulosaaren sillan kohdalla on poikkeuksellisen pieni, noin neljännes. Jos kaikki Kulosaaren sillan henkilöautoliikenne siirtyisi aamuruuhkassa metron, kasvaisi metron maksimikuormitus noin kolmanneksen.

Ruuhkamaksutarkastelua voidaan hyödyntää myös arvioitaessa muiden liikkumisen hintaan vaikuttavien toimien tai muutosten vaikutuksia metron kuormittumiseen.



Kuva 15 Herkkyystarkastelun H4 vaikutukset joukkoliikenteen matkustajamääriin vuoden 2035 ennustetilanteessa.

## H5. Kruunuvuorenselän raitioyhteys lisätään vuoden 2035 skenaarioon.

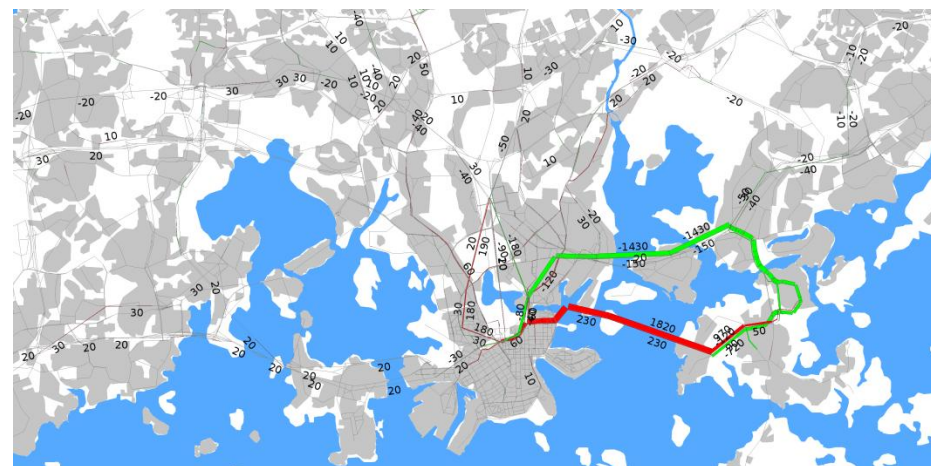
Kruunuvuorenselän raitioyhteys sisältyy Helsingin seudun liikennejärjestelmäsuunnitelman HLJ 2011 ennen vuotta 2020 aloitettavien hankkeiden joukkoon. Koska raitiotien rakentamisesta ei ole lopullista päätöstä, sitä ei ole sisällytetty vuosien 2020 tai 2035 perusskenaarioihin. Vuoden 2050 perusskenaarioon hanke sisältyy.

Herkkyystarkastelussa Kruunuvuorenselän raitioyhteys on lisätty vuoden 2035 ennusteskenaarioon.

Kruunuvuorenselän raitioyhteys keventää metron maksimimatkustajamääriä Kulosaaren sillan kohdalla noin 1 400 matkustajalla/h eli noin 11 %. Linjoittain tarkasteltuna absoluuttinen vaikutus on lähes sama. Östersundomista tulevan linjan maksimikuormitus vähenee noin 700 matkustajalla/h eli noin 9 %.

Kruunuvuoren raitioyhteys vaikuttaa metron linjakohtaiseen vuorovälitarpeeseen noin 0,5 minuuttia harventavasti vuoden 2035 perusskenaarioon verrattuna.

Raitioyhteiden vaikutusta voidaan arvioida myös vuoden 2050 skenaariossa. Mikäli raitioyhteys puuttuu, on vaikutus samaa luokkaa mutta vastakkaisuuntainen kuin vuoden 2035 skenaariovertailussa.



Kuva 16 Herkkyystarkastelun H5 vaikutukset joukkoliikenteen matkustajamääriin vuoden 2035 ennustetilanteessa.

## H6. Pikaraitiolinja Otaniemi-Pasila-Viikki-Itäkeskus lisätään vuoden 2035 skenaarioon.

Otaniemestä Pasilaan ja Viikkiin ja edelleen Raide-Jokerin kautta Itäkeskukseen kulkeva ns. Tiederatikka sisältyy HLJ 2011 suunnitelman kaudella 2021-2035 aloitettaviin hankkeisiin. Koska raitiotien rakentamisesta ei ole lopullista päätöstä, sitä ei ole sisällytetty vuosien 2020 tai 2035 perusskenaarioihin. Vuoden 2050 perusskenaarioon hanke sisältyy.

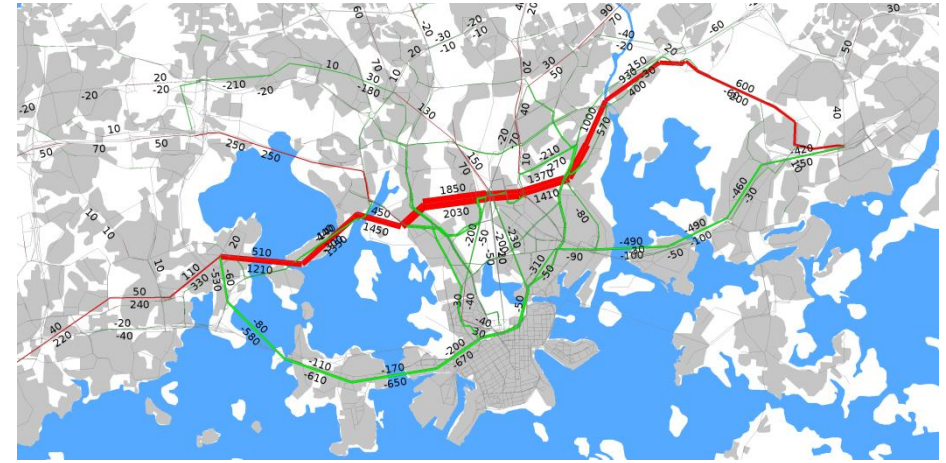
Herkkyystarkastelussa raitioyhteys on lisätty vuoden 2035 ennusteskenaarioon.

Raitioyhteys keventää metron maksimimatkustajamääriä Kulosaaren sillan kohdalla noin 500 matkustajalla/h eli noin 4 %. Linjoittain tarkasteltuna vaikutus on hieman suurempi Östersundomista tulevalla linjalla, jonka maksimikuormitus vähenee noin 270 matkustajalla/h eli noin 4 %.

Pasilan tason raitioyhteys vaikuttaa metron linjakohtaiseen vuorovälitarpeeseen noin 0,2 minuuttia harventavasti vuoden 2035 perusskenaarioon verrattuna.

Raitioyhteyden vaikutusta voidaan arvioida myös vuoden 2050 skenaariossa. Mikäli raitioyhteys puuttuu, on vaikutus samaa luokkaa mutta vastakkaisuuntainen kuin vuoden 2035 skenaariovertailussa.

Lisäksi on tutkittu tiheävuo-rovälisen runkobussilinjan Itäkeskus-Pasila-Munkkiniemi vaikutusta metron kuormittumiseen. Pelkkä bussilinja ilman Pasilan tason raitioyhteyttä keventää metron maksimimatkustajamäärää noin 120 matkustajaa/h. Yhdessä Pasilan tason raitioyhteyden kanssa keventävä vaikutus on 570 matkustajaa/h.



Kuva 17 Herkkyystarkastelun H6 vaikutukset joukkoliikenteen matkustajamääriin vuoden 2035 ennustetilanteessa.

## H7. Keskustan pysäköinnin hinta säilyy nykyisellään

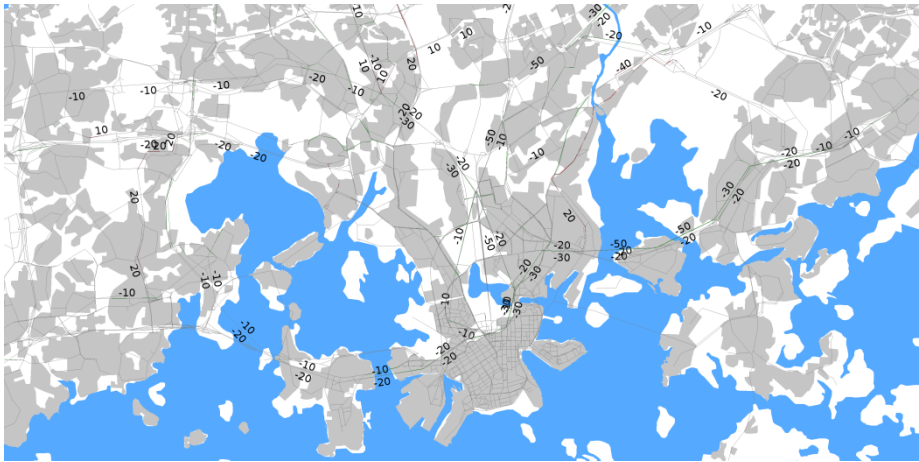
HLJ 2011-työn liikenne-ennusteissa ja useimmissa muissa seudullisissa liikenne-ennusteissa on Helsingin keskustan pysäköinnin hintaa kasvatettu 25 % käytettävissä oleviin tuloihin nähden. Taustalla on ajatus, että liityntäpysäköinnin edistäminen ja muut HLJ 2011-suunnitelmaan sisältyvät pienehköt joukko- ja kevytliikenteen kehittämistoimet hieman heikentävät henkilöautoilun houkuttelevuutta keskustaan suuntautuvilla matkoilla. Koska osa näistä toimista on sellaisia, että ne eivät ole liikennemallijärjestelmään kuvattavissa, on vastaavaa vaikutusta haettu pysäköinnin vastusta muuttamalla.

Kaikkiin tämän selvityksen perusskenaarioihin sisältyy Helsingin keskustan ja muiden keskusten, joissa pysäköinti on maksullista, pysäköintihinnan nostaminen edellä kuvatusti. Tässä herkkyystarkastelussa pysäköintikustannuksen nosto on poistettu.

Pysäköintikustannuksen alentaminen 25 %:lla vähentää metron maksimimatkustajamääriä Kulosaaren sillan kohdalla noin 50 matkustajalla/h eli alle 1 %. Pysäköintikustannuksen muutos neljänneksellä ei myöskään vaikuta merkittävästi metron vuorovälitarpeeseen. Vaikutuksen pienuuteen vaikuttaa hinnanmuutoksen pienuuden ohella se,

että henkilöautomatkojen määrä suhteessa metron käyttöön on itäsuunnalta Helsingin kantakaupungin suuntaan varsin pieni.

Tarkastelun perusteella voidaan arvioida myös yleisemmin keskustan pysäköintimahdollisuuksien vaikutuksia metron kuormitukseen. Jos esimerkiksi Helsingin keskustan pysäköintikustannus kasvaisi kaksinkertaiseksi, olisi vaikutus suuruusluokaltaan arviolta nelinkertainen mutta vastakkaisuuntainen. Tällöinkin vaikutukset jäisivät pienemmiksi kuin muissa herkkyytarkasteluissa.



Kuva 18 Herkkyytarkastelun H7 vaikutukset joukkoliikenteen matkustajamääriin vuoden 2035 ennustetilanteessa.

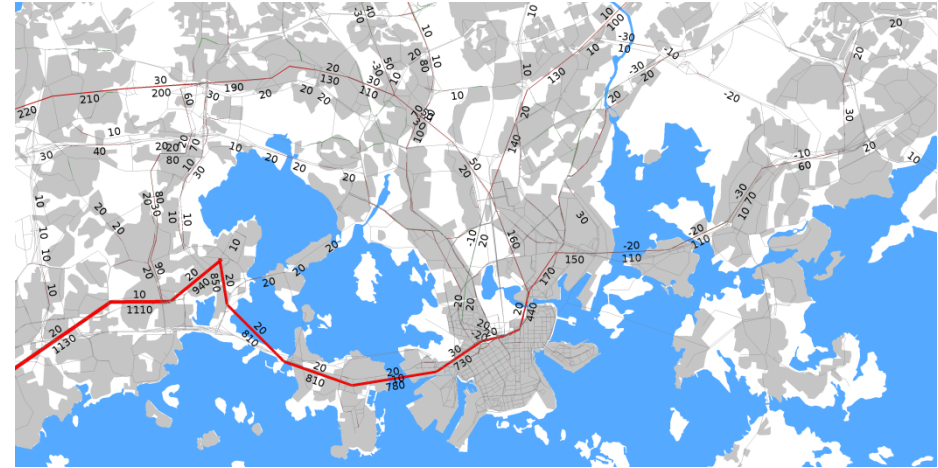
#### H8. Lounais-Espooseen akselille Finnoo-Saunalahti tulee 20 000 asukasta enemmän.

Herkkyytarkastelussa Länsimetron jatkeen tuntumassa olevien asuinalueiden kasvu (noin 40 000 asukasta vuoteen 2035 mennessä) on kaksinkertainen vuoden 2035 perusskenaarioon verrattuna.

Alueen näin voimakas ei ole nykyasityksen mukaan todennäköistä, mutta tarkastelun perusteella voidaan arvioida yleisemmin länsimetron käytävän asukasmäärien vaikutuksia metron matkustajakuormitukseen.

Asukasmäärän kasvaminen Länsimetron tuntumassa ei juurikaan vaikuta metrojärjestelmän mitoittavaan matkustajamäärään Itäkeskuses-

ta Helsingin keskustaan aamuruuhkassa. Sen sijaan herkkyytarkastelu kasvattaa Kivenlahdesta Helsinkiin liikennöivän metrolinjan suurinta matkustajamäärää Espoossa noin 1 100 matkustajalla/h. Lauttasaaren ja Ruoholahden välillä kuormitus kasvaa noin 800 matkustajalla/h.



Kuva 19 Herkkyytarkastelun H8 vaikutukset joukkoliikenteen matkustajamääriin vuoden 2035 ennustetilanteessa.

## Herkkyystarkastelujen yhteenveto

Metron kriittisen kohdan kuormittumiseen vaikuttaa erityisesti asukasmäärän kehitys Helsingin itäosissa ja Etelä-Sipoossa sekä toisaalta kantakaupungin ja itäisen Helsingin raitioverkon kehittäminen. Asukasmäärän voimakkaan kasvun voi nähdä metron kuormitusta lisäävänä haasteena ja rinnakkaisten raitioyhteyksien kehittämisen metron kuormitusta laskevana mahdollisuutena.

Autoistumiskehityksen ja liikkumisen ja liikenteen hinnoittelun vaikutus metron maksimikuormiin jää suhteellisesti pienemmäksi kuin seudun joukkoliikenneyhteyksillä keskimäärin. Tämä johtuu siitä, että metron kuormittumisen kannalta kriittisimmillä Itäkeskuksen ja Helsingin kantakaupungin välisellä osuudella henkilöauton käyttö suhteessa metron käyttöön on varsinkin aamuruuhkassa varsin vähäistä, jolloin suurehkojen kulkutapasiirtymät henkilöautosta metroon vaikuttavat suhteellisen vähän metron kuormittumiseen.

Asukasmäärän kasvu Länsimetron tuntumassa ei lisää kriittistä, Itäkeskuksesta Helsinkiin aamuruuhkassa suuntautuvaa matkustajavirtaa, vaikka metron matkustajakuormitus Espoosta Helsinkiin kasvaa.

*Taulukko 5. Herkkyystekijöiden vaikutukset metron maksimikuormitukseen linjat yhteenlaskien.*

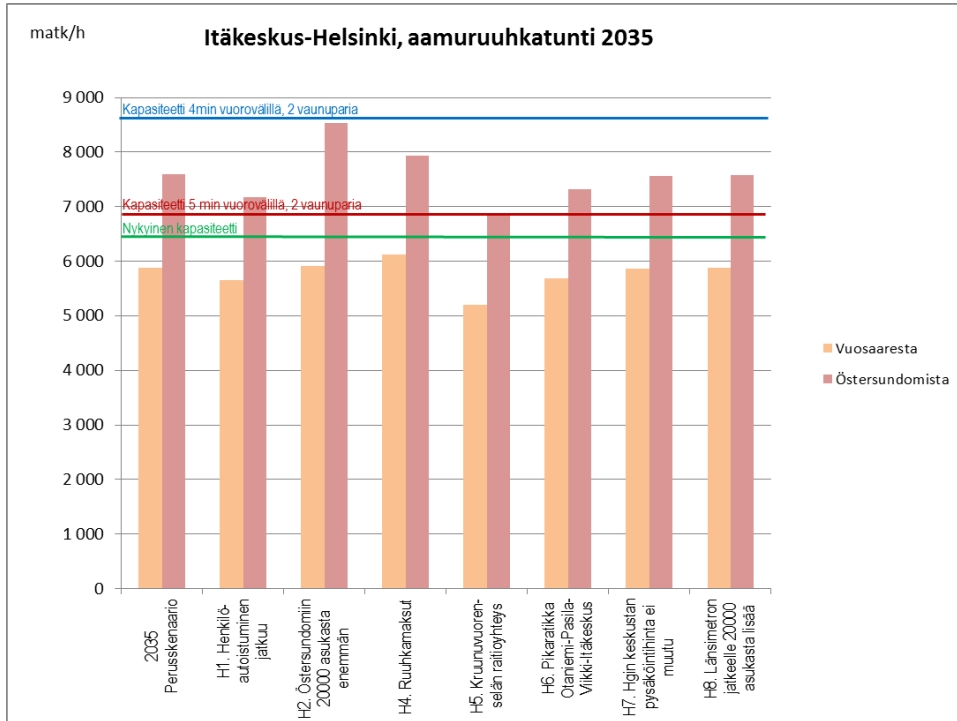
	Maksimikuormitus		
		vaik. abs	vaik. %
<b>2035 Perusskenaario</b>	<b>13440</b>		
H1. Henkilö-autoistuminen jatkuu	12 770	-670	-5 %
H2. Östersundomiin 20000 asukasta enemmän	14 410	970	7 %
H4. Ruuhkamaksut	14 040	600	4 %
H5. Kruunuvuoren-selän raitioyhteys	12 010	-1 430	-11 %
H6. Pikaratikka Otaniemi-Pasila-Viikki-Itäkeskus	12 960	-480	-4 %
H7. Hgin keskustan pysäköintihinta ei muutu	13 390	-50	0 %
H8. Länsimetron jatkeelle 20000 asukasta lisää	13 391	-49	0 %
<b>2050 Perusskenaario</b>	<b>13320</b>		
H3. Sibbesborgiin 20000 asukasta enemmän	14 050	730	5 %

*Taulukko 6. Herkkyystekijöiden vaikutukset metrolinjojen maksimikuormitukseen.*

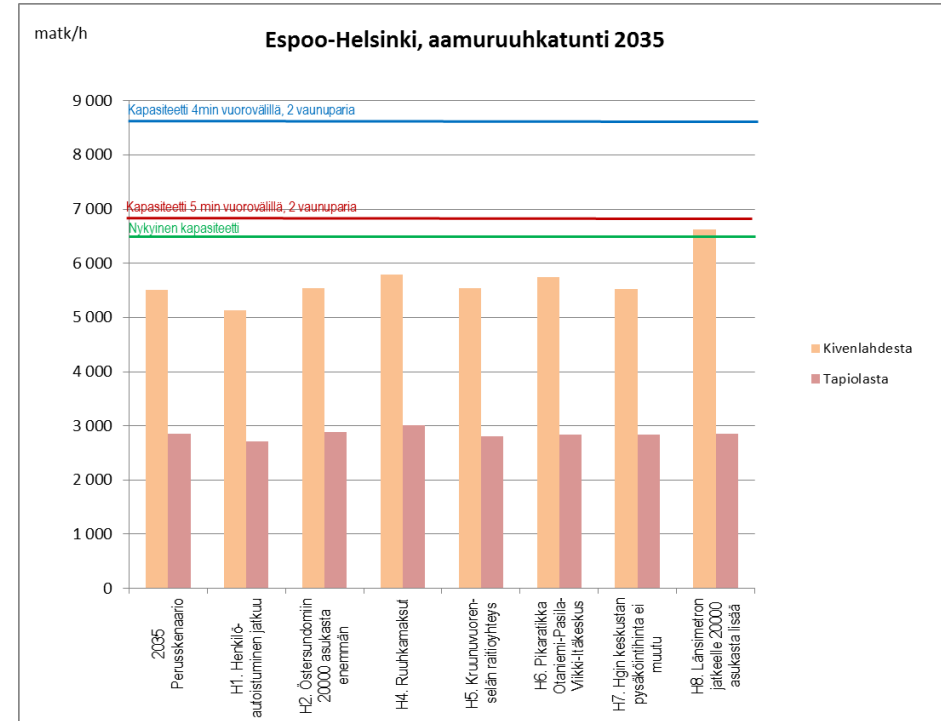
	Maksimikuormitus linjoittain (matk/h)			
	Vuosaaresta		Östersundomista	
<b>2035 Perusskenaario</b>	<b>5878</b>		<b>7593</b>	
H1. Henkilö-autoistuminen jatkuu	-224	-4 %	-422	-6 %
H2. Östersundomiin 20000 asukasta enemmän	38	1 %	947	12 %
H4. Ruuhkamaksut	251	4 %	340	4 %
H5. Kruunuvuoren-selän raitioyhteys	-676	-12 %	-709	-9 %
H6. Pikaratikka Otaniemi-Pasila-Viikki-Itäkeskus	-192	-3 %	-268	-4 %
H7. Hgin keskustan pysäköintihinta ei muutu	-8	0 %	-24	0 %
H8. Länsimetron jatkeelle 20000 asukasta lisää	4	0 %	-10	0 %
<b>2050 Perusskenaario</b>	<b>5000</b>		<b>8465</b>	
H3. Sibbesborgiin 20000 asukasta enemmän	6	0 %	879	10 %

*Taulukko 7. Herkkyystekijöiden vaikutukset metron vuorovälitarpeeseen (Östersundomista tulevan metronlinjan kuormituksen määräämämitoitus).*

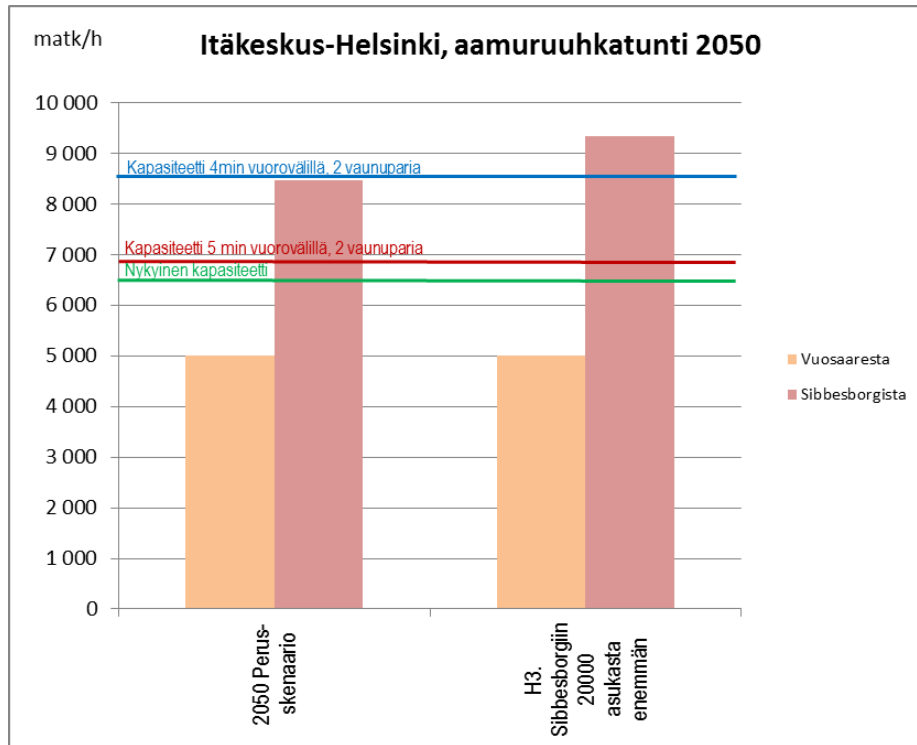
	Vuorovälitarve 2 vaunuparilla (min/linja)			
	Kuorm.aste 100 %	Nykyinen kuorm.aste muutos (85 %)	Nykyinen kuorm.aste muutos	
<b>2035 Perusskenaario</b>	<b>4.54</b>		<b>3.86</b>	
H1. Henkilö-autoistuminen jatkuu	4.80	0.27	4.08	0.23
H2. Östersundomiin 20000 asukasta enemmän	4.03	-0.50	3.43	-0.43
H4. Ruuhkamaksut	4.34	-0.19	3.69	-0.17
H5. Kruunuvuoren-selän raitioyhteys	5.00	0.47	4.25	0.40
H6. Pikaratikka Otaniemi-Pasila-Viikki-Itäkeskus	4.70	0.17	4.00	0.14
H7. Hgin keskustan pysäköintihinta ei muutu	4.55	0.01	3.87	0.01
H8. Länsimetron jatkeelle 20000 asukasta lisää	4.54	0.01	3.86	0.01
<b>2050 Perusskenaario</b>	<b>4.07</b>		<b>3.46</b>	
H3. Sibbesborgiin 20000 asukasta enemmän	3.69	-0.38	3.13	-0.33



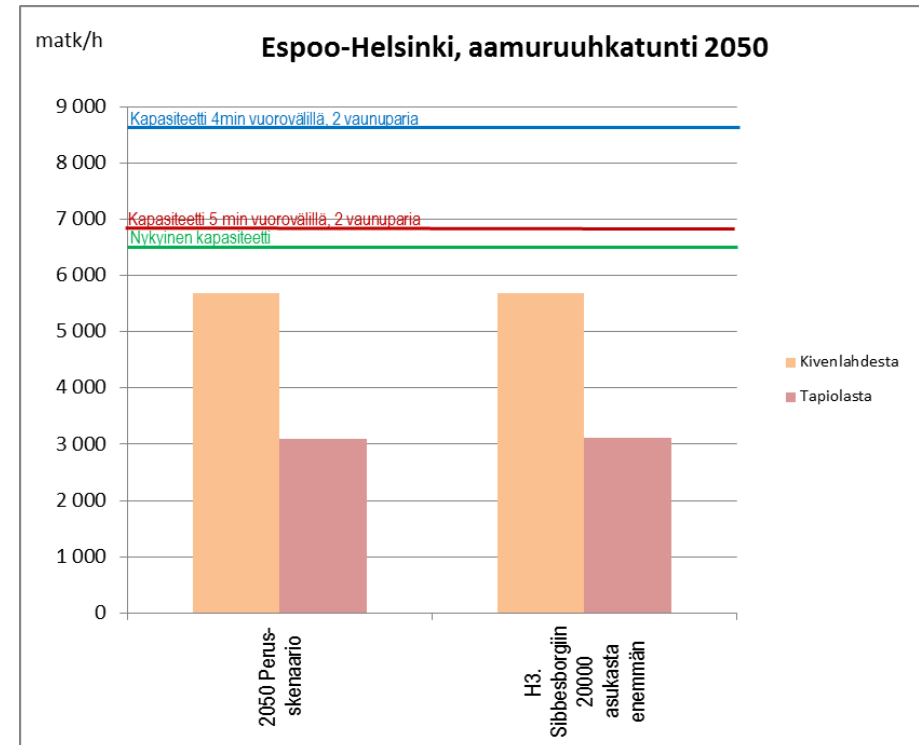
Kuva 20 Herkkyystarkastelujen mukaiset metron maksimikuormitukset linjoittain osuudella Itäkeskus-Helsinki vuonna 2035.



Kuva 21 Herkkyystarkastelujen mukaiset metron maksimikuormitukset linjoittain osuudella Espoo-Helsinki vuonna 2035.



Kuva 22 Herkkystarkastelujen mukaiset metron maksimikuormitukset linjoittain osuudella Itäkeskus-Helsinki vuonna 2050



Kuva 23 Herkkystarkastelujen mukaiset metron maksimikuormitukset linjoittain osuuksilla Itäkeskus-Helsinki ja Espoo Helsinki vuonna 2050.

## 4. YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT

### Metron kapasiteetin riittävyys

Metron matkustajakapasiteetti riittää kaikissa tarkastelluissa skenaarioissa, mikäli metroa liikennöidään automaattimetrolle suunnitellulla lyhimmällä mahdollisella vuorovälillä (linjakohtainen vuoroväli 3,4 minuuttia ja linjojen yhteinen vuoroväli 1,7 minuuttia) kahden vaunuparin pituisilla, lyhyille laitureille mahtuvilla junilla.

**Vuoden 2020** skenaariossa liikennöinti 5 minuutin linjakohtaisella ja 2,5 minuutin yhteisellä vuorovälillä tarjoaa kuormittuneimmalla osuudella (Kulosaaren silta) suurin piirtein nykyisen matkustusväljyyden. Näköpiirissä ei ole epävarmuustekijöitä, jotka lisäisivät merkittävästi metron kuormitusta perusskenaarioon nähden näin lyhyellä aikavälillä.

**Vuoden 2035** kaikissa tarkastelluissa skenaarioissa kapasiteetti riittää 4 minuutin linjakohtaisella eli 2 minuutin yhteisellä vuorovälillä. Tämä vuoroväli tarjoaa kuormittuneimmalla osuudella suurin piirtein nykyisen matkustusväljyyden perusskenaarion mukaisessa tilanteessa. Mikäli kaikki tarkastellut metron kuormitusta kasvattavat epävarmuustekijät realisoituvat, on tarvittava linjakohtainen vuoroväli noin 3,8 minuuttia ja yhteinen vuoroväli noin 1,9 minuuttia. Tässä skenaariossa Östersundomissa asuu 70 000 asukasta, henkilöautotiheys ei ole kasvanut vuodesta 2008 ja ruuhkamaksut on otettu käyttöön. Mikäli tässä yhdistelmässä henkilöautotiheys laskee nykyisestä noin 20 %:lla, on tarvittava vuorotiheys noin 3,7/1,85 minuuttia. Mikäli viimeksi mainittuun yhdistelmään lisätään vielä metron jatkaminen ja 20 000 uutta asukasta Sibbesborgiin, olisi tarvittava vuoroväli arviolta 3,4/1,7 minuuttia eli juuri automaattimetron suunniteltu maksimivuorotiheys.

**Vuoden 2050** ennustetilanteessa epävarmuudet metron kapasiteetin riittävydestä kasvavat selvästi suuremmaksi. Perusskenaariossa 4/2 minuutin vuoroväli on juuri ja juuri riittävä. Mikäli Sibbesborgin kasvu on 20 000 asukasta suurempi (yhteensä 54 000 asukasta) tai Kruunuvuorenselän raitioyhteys ja Otaniemi-Pasila-Viikki-Itäkeskus –pikaraitioyhteys jäävät molemmat toteutumatta, on tarvittava vuoroväli noin 3,6/1,8 minuuttia. Mikäli useita metron kuormitusta lisääviä epävarmuustekijöitä realisoituu, on automaattimetrolle suunnitellun kapasiteetin ylittyminen mahdollista. Tällainen tilanne syntyy esimerkiksi silloin,

jos vuoden 2050 skenaarioon lisätään ruuhkamaksut ja Sibbesborgin lisäasukkaat (yhteensä 54 000 asukasta) ja toisaalta Kruunuvuorenselän raitioyhteys jää toteutumatta. Tällöin Sibbesborg-Tapiola –linjan maksimimatkustajamäärä ylittäisi suunnitteluohjeen mukaisen maksimikapasiteetin arviolta noin 4 prosentilla, mikäli linjan vuoroväli on automaattimetrolle suunniteltu tihein mahdollinen eli 3,4 minuuttia. Metron tekninen suurin sallittu matkustajamäärä ei tässäkään skenaariosa ylity.

### Mahdollisia keinoja metron kuormitusasteen keventämiseksi ja kuormituserojen tasaamiseksi

Vaikka metron kapasiteetti näyttää todennäköisesti riittävän ainakin vuoteen saakka 2050, on metrolinjojen epätasainen kuormittuminen pidemmän aikavälin ennusteissa metron taloudellisen liikennöinnin kannalta merkittävä haaste.

Vuoden 2050 ennustetilanteessa metron huippukuormitus on itäsuunnalla yli kaksi kertaa suurempi kuin länsisuunnalla ja toisaalta itäsuunnalla Östersundomista tai Sibbesborgista tulevan metrolinjan huippukuormitus on noin kaksinkertainen verrattuna Vuosaaresta tulevaan linjan huippukuormitukseen. Espoon suunnan ja Vuosaaren linjan kannalta riittävä vuoroväli lyhyillä kahden vaunuparin junilla olisi 5 minuuttia kaikissa, myös vuoteen 2050 ulottuvissa skenaarioissa. Tällöin suurin kuormitusaste Espoossa ja Vuosaaren linjalla olisi lähellä nykyistä Kulosaaren sillan kuormitusastetta kaikkien tutkittujen skenaarioiden osalta.

Koska metrolinjoja joudutaan pitkällä aikavälillä ajamaan mahdollisesti jopa 3,5 minuutin vuorovälillä Östersundomista tulevan linjan kuormittumisen takia, nousevat liikennöintikustannukset Espoon ja Vuosaaren suuntien kannalta tarpeettoman korkeiksi.

Mahdollisia keinoja metron kuormitusasteen keventämiseksi ja linjojen kuormituserojen tasaamiseksi ovat esimerkiksi seuraavat:

**Täydentävä Östersundomin ja Itäkeskuksen välinen metrolinja** tasaisi eri metrolinjojen kuormitusaste-eroja. Koska Östersundom-Itäkeskus –välillä tarvitaan kapasiteettia ainakin kaksi kertaa niin paljon kuin Sibbesborg-Östersundom –välillä, on tarjontaa idän suuntaan tarkoituksenmukaista porrastaa. Itäkeskuksesta on tulossa Raide-



Jokerin ja Pasilan tason poikittaisen pikaraitioyhteyden myötä entistä vahvempi liikenteen solmukohta, jolloin nykyistä useampi matkustaja vaihtaa joukkoliikennevälinettä Itäkeskuksessa. Östersundom-Itäkeskus -linjalla Helsingin keskustaan suuntaan jatkavat vaihtaisivat Itäkeskuksessa Vuosaaresta tulevaan metrojunaan. Vaihto voitaneen toteuttaa hyvin sujuvasti. Toisaalta iltapäiväruuhkassa moni pysähtyy kotimatalla joka tapauksessa Itäkeskuksessa asioimassa. Tässä liikennöintimallissa kaikki yhteydet Sibbesborgin metroasemilta Helsingin keskustaan ja joka toinen metroyhteys Östersundomin metroasemilta Helsingin keskustaan olisivat edelleenkin vaihdottomia.

**Raide-Jokerin jatkaminen Itäkeskuksesta Östersundomiin** on myös yksi mahdollinen keino keventää Östersundomin metrohaaran kuormitusta. Keventävä vaikutus riippuu mm. metron ja pikaraitiotien matka-ajoista. Östersundomin yleiskaavaluonnokseen sisältyy metron kanssa rinnakkainen pikaraitiotievaraus Itäkeskuksesta Östersundomiin.

**Liikennöinti Östersundomin linjalla kolmen vaunuparin junilla** lisääisi kapasiteettia selvästi voimakkaammin kuormittuneella linjalla. Mallissa Östersundomin tai Sibbesborgin ja Kampin välillä liikennöitäisiin pitkillä 3 vaunuparin junilla ja Vuosaaren ja Kivenlahden välillä lyhyillä 2 vaunuparin junilla. Ratkaisussa voidaan hyödyntää Kampissa jo nykyisin olevaa kääntöraidetta idän suunnasta. Tässä liikennöintimallissa kuormituksen kannalta kriittinen kohta muodostuu aamuruuhkassa Ruoholahden ja Kampin välille itään päin. Ratkaisu tähän voisi olla pintaliikenteen lisääminen Lauttasaaren ja Kampin välillä, metrolinjojen vuorovälin tihentäminen tai pitkien junien ajaminen idästä Lauttasaareen saakka, mikä edellyttäisi kääntöraiteen rakentamista ja laiturien pidentämistä Lauttasaaren asemalla.

**Raideverkon laajentaminen** on pitkällä aikavälillä yksi vaihtoehto kuormituserojen tasaamiseen ja kapasiteetin vapauttamiseen. Esimerkiksi raideyhteys Kampista Pasilan ja Viikin kautta Itäkeskukseen ja mahdollisesti edelleen Östersundomiin on yksi mahdollinen vaihtoehto. Raideverkon laajentaminen on kuitenkin erittäin suuri investointi, jota tulee tarkastella laajemmin Helsingin seudun liikennejärjestelmän ja yhdyskuntarakenteen näkökulmasta eikä pelkästään metrolinjojen operoinnin kannalta.

Edellä kuvattujen ja mahdollisten muiden metron kuormitusta keventävien vaihtoehtojen toteuttamiskelpoisuuden ja vaikutusten osoittaminen edellyttää tarkempia selvityksiä ja suunnitelmia. Näillä keinoilla on vaikutuksia paitsi metrolinjojen kuormittumiseen ja liikennöinnin kustannuksiin myös laajemmin liikennejärjestelmään ja yhdyskuntarakenteeseen: mm. liikkumisen palvelutasoon, kulkutapajakaumiin, päästöihin, muun joukkoliikennejärjestelmän ja tieverkon kuormittumiseen sekä liikenteen ja liikkumisen yhteiskuntataloudellisiin kustannuksiin.