

Maaliskuu 2022



Metron kapasiteetin ja luotettavuuden kehittäminen

Hankesuunnitelma

Junakulunvalvonnan toteutus

Yhteistyössä



KAUPUNKILIIKENNE
STADSTRAFIK



HKL
HST



HSL
HRT



ESPOO
ESBO

LÄNSIMETRO

Sisällysluettelo



Esipuhe	3	Hankeviestintä	26
Tiivistelmä	4	Hankkeen tavoitteiden varmistaminen	26
Sanasto ja termit	6	Hankkeen johtamismalli	26
Lähtökohta ja tavoitteet	8	Hankkeen päätöksenteon elimet	27
Metro osana pääkaupunkiseudun joukkoliikennejärjestelmää	8	Kustannukset ja niiden jakautuminen	28
Metron matkustajamäärien kehittyminen ja metron kuormitus	10	Kustannusarvio	28
Matkustajakasvuun liittyviä epävarmuustekijöitä	11	Kustannusten jakautuminen	29
Matkustajamäärätutkimukset	12	Hankkeen vaikutusten arviointi	30
Metron operointi ja omistajuus	13	Keskeiset vaikutukset	30
Nykyinen järjestelmä	14	Vaikutukset metrojärjestelmän tuomiin tuloihin ja yhteiskunnallisiin hyötyihin	32
Järjestelmän luotettavuuteen ja turvallisuuteen vaikuttavia tekijöitä	14	Kannattavuuden arviointi	33
Hankesuunnitelma	15	Toteuttamatta jättämisen vaikutukset	34
Hankkeen rajaus	15		
Hankkeen tavoitteet	16	Liite 1: Metron nykyjärjestelmän kuvaus	
Liikenteenohjausjärjestelmän tavoitteet	17	Liite 2: Metron junakulunvalvonnan uudistuksen tavoitteet	
Junakulunvalvontajärjestelmän uusimishankkeen tehtäväkokonaisuudet	18	Liite 3: Metron junakulunvalvonnan uudistuksen tekninen toteutus	
Järjestelmän ja toiminnallisten vaatimusten määrittely	20	Liite 4: Selvitys maankäytön ja liikennejärjestelmän kehittymisskenaarioista, Metron kapasiteetin noston yleissuunnitelman selvitys 13, Metro 2060	
Järjestelmän automaatiotasot	21		
Alustava käyttöönoton vaiheistus	22	Liite 5: Hankkeen tarkempi aikataulu	
Hankkeen aikataulu	22		
Riskit ja mahdollisuudet	24		
Hankkeen jälkeiset toimenpiteet	25		
Vaikutukset organisaatioon	25		

Esipuhe

HKL, HSL, Länsimetro Oy ja Espoon kaupunki ovat sopineet yhteistyöstä metron kapasiteetin ja luotettavuuden parantamiseksi. HKL:n henkilökunta ja toiminnot ovat siirtyneet 1. helmikuuta 2022 Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:ön, jolta HKL tilaa metron operointiin, kunnossapitoon, omaisuudenhallintaan ja jatkokehittämiseen tarvittavat palvelut.

Tässä hankesuunnitelmassa esitetään suunnitelma metron junakulunvalvontajärjestelmän uusimisesta.

Metrossa on käytössä monia järjestelmiä, joiden elinkaari on hyvin pitkällä tai se on jo loppumassa. On sujuvan liikennöinnin kannalta kriittisen tärkeää, että näiden järjestelmien toiminta varmistetaan niin pitkälle kuin tarpeellista. Junakulunvalvontajärjestelmä on keskeinen osa metron junaturvallisuuden varmistamista. Nykyinen kulunvalvontajärjestelmä on elinkaarensa lopussa ja sen luotettava käyttöikä lähenee loppuaan. Tästä syystä esitetään järjestelmälle korvausinvestointia, joka mahdollistaa merkittävästi nykyistä tehokkaamman operoinnin.

HSL:n keväällä 2018 tekemien ja kesällä 2020 päivittämien liikenne-ennusteiden mukaan pääkaupunkiseudun maankäytön kehittyessä tulee metron matkustajamäärä ylittämään sen kapasiteetin seuraavan vuosikymmenen aikana. Koronapandemia on kuitenkin tilapäisesti laskenut matkustajamääriä, ja oletetaan, että tämän vaikutukset pienentävät matkustajamääriä aikaisemmin tehtyihin ennusteisiin nähden.

Järjestelmän uusinta esitetään toteutettavaksi niin, että metron liikenteenohjausjärjestelmä mahdollistaa vuorovälin tihentämisen sen tullessa ajankohtaiseksi lisäjunia hankittaessa.

Hankesuunnitelmassa määritetään kulunvalvonnan uusinnan laadulliset tavoitteet, asetetaan toimenpiteelle kattohinta ja laaditaan kuvaus hankkeen lopputuloksesta.

Hankesuunnitelman laadintaa on ohjannut HKL:n, HSL:n, Espoon kaupungin ja Länsimetro Oy:n muodostama yhteistyöryhmä, jonka jäseninä ovat olleet:

HKL	Espoon kaupunki	HSL	Länsimetro Oy
Ville Lehmoskoski	Olli Isotalo	Tero Anttila	Ville Saksi
Artturi Lähdetie	Harri Tanska		

Hankesuunnitelman laadintaan ja tietojen kokoamiseen ovat osallistuneet:

HKL	Länsimetro Oy	HSL	SWECO Oy
Kaupunkiliikenne	Raimo Kaunismäki	Johanna Wallin	Anssi Airaksinen
Heikki Viika	Juhani Penttilä	Eeva Vesaoja	Anssi Apell
Julius Vuoriluoto		Teuvo Syrjälä	Sami Haapalehto
Paparao Uppalapati	WSP	Joel Stenmans	Esa Jukuri
Salar Mohammad	Glen Jackson		Jouni Kiviniitty
Jere Pulkkinen	Gab Parris	Huld.IO	Mika Kupari
Mikko Paajanen	Dinu-Cristian Balan	Timo Latvala	Jouni Lehmusto
Jussi Veikkolainen	Joseph Wong	Anton Alexeev	Antti Leppänen
Jukka Aholainen	Clement Lai	Puja Alempur	Joonas Pursiainen
Anni Putkonen	Patrik Gunnarsson	Jussi Lahtinen	Inkeri Räsänen
Marika Halmela	Thomas Heide	Miikka Saukko	Mirella Rintamäki
Timo Ansamaa	Mikko Kapanen		Jussi Sipilä
Sanna Granholm	Antti Kataja	Sitowise Oy	Kimmo Ståhlberg
Sami Kellokoski	Andrew Kelland	Laura Järvinen	Jarkko Vuoti
Keijo Lahti	Anson Lo	Tero Palmu	
Harri Perkiö	David Milburn	Tytti Anttila	Railify
Lasse Rosenholm	David Rix	Niina Uusinarkaus	Aleksander Kolev
Niina Salojärvi	Sammy Li	Saara Soikkeli	Barbro Rosenberg
Sami Hylli	James Spink		
Viivi Sänkiniemi	Neil Thompson	Ramboll Oy	Hankintajuristit
	Fabian Watson	Jyrki Rinta-Piirto	Valtteri Nieminen

Suunnitelman laatiminen alkoi maaliskuussa 2021 ja päättyi helmikuussa 2022.

Tiivistelmä



Metro on pääkaupunkiseudun joukkoliikenteen itä-länsiakselin selkäranka, jonka varaan matkustajia hyvin palveleva ja houkutteleva liikennejärjestelmä rakentuu. Tämän vuoksi metron palvelun tulee olla laadukasta ja luotettavaa, ja riittävä kapasiteetti on oleellinen pääkaupunkiseudun joukkoliikennejärjestelmän toimivuuden kannalta.

Metron nykyisenä junakulunvalvontajärjestelmänä toimiva pakkopysäytysjärjestelmä on elinkaarensa päässä. Järjestelmän huoltoon ja varaosien saatavuuteen liittyvien ongelmien takia merkittävät investoinnit ovat välttämättömiä, eikä järjestelmän turvallisuustaso täytä uusien raskaan raideliikenteen turvalaitejärjestelmille asetettavia vaatimuksia. Vanheneva järjestelmä asettaa haasteita koko metroliiikenteen luotettavuudelle ja toimintavarmuudelle. Vanhenevan järjestelmän ylläpito on myös haastavaa, sillä vanhenevan teknologian osajien määrä pienenee ajan myötä, kun taas uudempien teknologioiden vaatimaa osaamista on helpompi löytää.

Metroa tulee kehittää ennakoivasti, sillä kulunvalvontajärjestelmän uudistaminen käytössä olevaan järjestelmään kustannustehokkaasti edellyttää huolellista suunnittelua ja työ kestää useita vuosia.

Hankkeena on uudistaa metron junien kulunvalvontajärjestelmä myös tulevaisuuden kapasiteettitarpeet tyydyttävällä, kokonaistaloudellisesti kustannustehokkaalla, korkeamman automaatiotason tarjoavalla järjestelmällä. Näin voidaan varmistaa metrojärjestelmän kyky vastata mahdolliseen nopeasti kasvavaan kysyntään. Nyt tehtävä uudistus mahdollistaa metron vuorovälien lyhentämisen ja 25 % kapasiteetin noston. Vuorovälien lyhentäminen edellyttää myös metrokaluston lisäämistä sekä vanhojen kalustosarjojen korvaamisen.

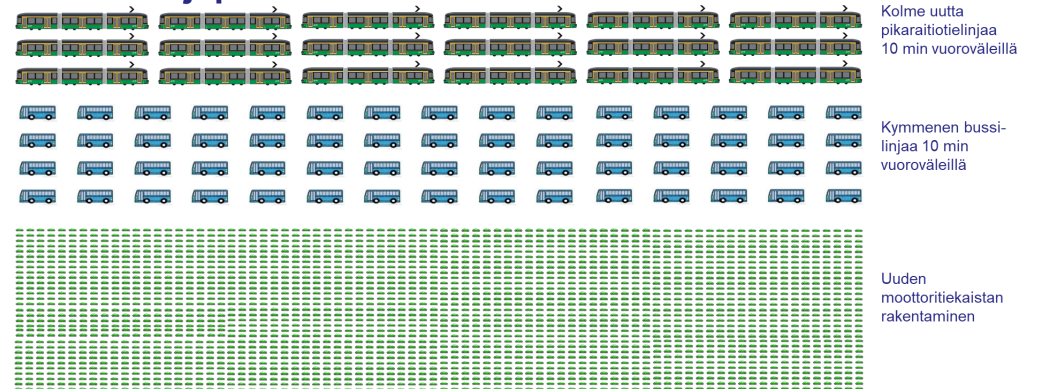
Liikenteenohjauksen kehittäminen on joukkoliikenteen kapasiteetin nostamiseksi erittäin kustannustehokas ja ympäristöystävällinen toimenpide. Parantamalla olemassa olevan metrolinjan kapasiteettia päästään vastaavaan kapasiteettisykykseen, johon tarvittaisiin

merkittäviä muiden liikennemuotojen infrastruktuurihankkeita (Kuva 1).

Nyt esitetty 25 % kapasiteettisyky vastaa samaa kuin kolme uutta pikaraitiotietä, kymmenen bussilinjaa tiekapasiteettitarpeineen tai uusi moottoritiekaista. Lisäys saadaan aikaan ilman uuden infrastruktuurin rakentamista, joten hanketta voisi luonnehtia ”digitaaliseksi kaistalisäykseksi”. Kustannuksiltaan hanke vertautuu luonnollisesti erittäin edullisesti näihin vertailukohtiin.

Metron matkustajamäärät ovat kasvaneet voimakkaasti viime vuosien ajan koronapandemian saakka, jonka vaikutus näkyy edelleen merkittävästi metroliiikenteessä. Vuodesta 2010 vuoteen 2019 metron käyttäjien kokonaismäärä on kasvanut n. 62 % ja metron

Metron kapasiteettisyky 25% vastaa samaa matkustajapaikkamäärää kuin



Kuva 1 Metron kapasiteettisykyksen vertailu muihin liikennemuotoihin

huippukuormitus on kasvanut n. 14 % vuodesta 2012. Suurin osa kasvusta on tullut länsimetron avautumisen vaikutuksesta.

HSL:n ja metron vaikutusalueen kuntien yhteistyössä vuonna 2020 laatiman selvityksen¹ yhteydessä tehdyn metron matkustajamääräennusteen mukaan matkustajamäärät ovat ylittämässä kapasiteetin vuoteen 2030 mennessä. Metron haaroilla täyttöaste vaihtelee eri skenaarioissa välillä 82-97 % osuudella Myllypuro–Itäkeskus ja välillä 100-111 % osuudella Urheilupuisto–Tapiola. Matinkylän linjalla matkustajat ovat kokeneet ruuhkan tunnetta jo n. 81 % täyttöasteella. Nykyinen kapasiteetti tulee kuitenkin johtamaan ruuhkaisuuteen metrossa, vaikka ruuhka-ajan kysyntä vähenisi tällä hetkellä arvioidut 15 % verrattuna ennusteisiin.

Edellä esitetyt ennusteet on tehty kuitenkin ennen koronapandemiaa laaditulla mallilla. Pandemian myötä joukkoliikenteen matkustajamäärät ovat romahtaneet. Vuoden 2021 aikana HSL tutki liikkumisen muutosta koronan jälkeen, ja oletus on, että erityisesti ruuhkaliikenteen kysyntä jää pysyvästi matalammalle tasolle etätöiden yleistyessä. Liikkumisen muutos on kuitenkin parhaillaan käynnissä ja liikenne-ennusteisiin liittyy tällä hetkellä erittäin suuria muitakin epävarmuuksia, kuten vuoden 2021 aikana noussut öljyn hinta, ympäristötaavoitteet, Ukrainan sodan tilanne ja Venäjän vastaisten pakotteiden vaikutus.

Hankesuunnitelman valmistelussa on arvioitu metron palvelutason, eli luotettavuuden ja aikataulunmukaisuuden, mahdollisen heikkenemisen vaikutuksia metron matkustajamääriin ja sitä kautta lipputuloihin sekä yhteiskuntataloudellisiin kustannuksiin.

Hanke on tarkoitus aloittaa vuonna 2022, jolloin käynnistetään hankkeeseen liittyvät hankinnat. Tavoitteena on käynnistää junakulunvalvontajärjestelmän toimitussopimus vuonna 2024, ja järjestelmän valmistua vuoteen 2029 mennessä.

Hankkeen kokonaiskustannusarvio on 110 miljoonaa euroa.

¹Liite 4: Selvitys maankäytön ja liikennejärjestelmän kehitymisskenaarioista, Metro 2060.



Sanasto ja termit



Liikenteenohjausjärjestelmä	Metroliiikenteen ohjauksen kokonaisjärjestelmä, johon sisältyy liikenteenohjauskeskus, asetinlaite, tiedonsiirtojärjestelmä ja useita radanvarren ohjattavia tai valvottavia laitteita, esimerkiksi valo-opastimet.	GoA	Grade of Automation. Raideliikennejärjestelmän automaatioaste. Perään liitetään numero ilmaisemaan automaatioastetta.
Liikenteenohjauskeskus, ATS	Järjestelmä, jolla ohjataan metrojunien liikennettä asetinlaitteen välityksellä. Järjestelmä valvoo junien sijaintia, reitittää niiden liikennettä automaattisesti, sekä antaa mahdollisuuden puuttua liikenteen kulkuun myös käsikäyttöisesti.	GoA0	0-taso tarkoittaa ajamista kuljettajan näköhavaintojen mukaan
Asetinlaite	Ohjaa ja valvoo radan varren laitteita ja valvoo junaturvallisuutta.	GoA1	1. tasolla kuljettaja ajaa valo-opastimien mukaan ja liikennejärjestelmässä on kulunvalvontajärjestelmä käytössä.
Äänitaajuusraidevirtapiiri	Tunnistaa junan läsnäolon metroradan osuudella, jota ko. yksittäinen laite valvoo.	GoA2	2. tasolla on käytössä puoliautomaattiajo, ts. kuljettajan tehtävänä on sulkea ja mahdollisesti avata ovet sekä antaa junalle lähtölupa. Automaatio kuljettaa junan seuraavalle pysähtymislaiturille automaattisesti.
Pakkopysäytysjärjestelmä	Järjestelmä, joka antaa ohittavalle metrojunassa olevalle jarrujärjestelmään kytketyille junalaitteelle magneettikentän välityksellä pysähtymisvaateen, mikäli radanvarren magneettikenttää ei ole ohjattu pois päältä. Magneettikenttää ohjataan ainoastaan silloin, kun radanvarren laitteen läheisyydessä oleva opastin näyttää sallivaa opastetta.	GoA3	3. tasolla on käytössä automaattiajo, ts. kuljettajaa ei tarvita. Automaatio kuljettaa junan seuraavalle pysähtymislaiturille automaattisesti. Junassa on kuitenkin operaattorin henkilö poikkeustilanteita varten.
Junakulunvalvonta tai kulunvalvonta	Järjestelmä, joka valvoo jatkuvatoimisesti junan suurinta sallittua nopeutta ja etäisyyttä radan kohtaan, johon saakka ko. junalla on oikeus edetä. Mikäli kuljettaja ei noudata nopeusrajoitusta eikä jarrutuskäyrää pysähtymispaikkaan, järjestelmän junalaite hidastaa automaattisesti junan kulkua.	GoA4	4. tasolla on käytössä automaattiajo, ts. kuljettajaa ei tarvita. Automaatio kuljettaa junan seuraavalle pysähtymislaiturille automaattisesti. Junassa ei ole normaalisti operaattorin henkilöä.
CBTC	Communications Based Train Control. Kulunvalvontajärjestelmä, joka saa tietonsa radan varren järjestelmistä perustuen radioteknologiaan.	M100	Metrojunasarja, jotka on otettu käyttöön 1980–1984
Greenfield project	Rakenteilla olevaan uuteen liikennejärjestelmään kohdistuva projekti. Esimerkiksi Länsimetron 2. vaihe.	M200	Metrojunasarja, jotka on otettu käyttöön 2000–2001
Brownfield project	Olemassa olevaan liikennejärjestelmään kohdistuva projekti, jossa päivitetään olemassa olevia laitteita. Esimerkiksi kantametron asetinlaittepäivitys.	M300	Metrojunasarja, jotka on otettu käyttöön 2017–2018, viisi optiojunaa tulossa 2022.
		M400	Tulevaisuuden metrojunasarja, jonka hankintaa ei ole vielä käynnistetty
		SIL	Safety Integrity Level. Laitteen tai järjestelmän turvallisuusehystaso. Taso 4 on korkein, turvallisuuskriittisille järjestelmille määritelty taso. Taso 0 on alhaisin, ja siihen liittyy ainoastaan laatuvaatimuksia.



Kuva: Länsimetro kuva-arkisto

Lähtökohta ja tavoitteet

Metro osana pääkaupunkiseudun joukkoliikennejärjestelmää



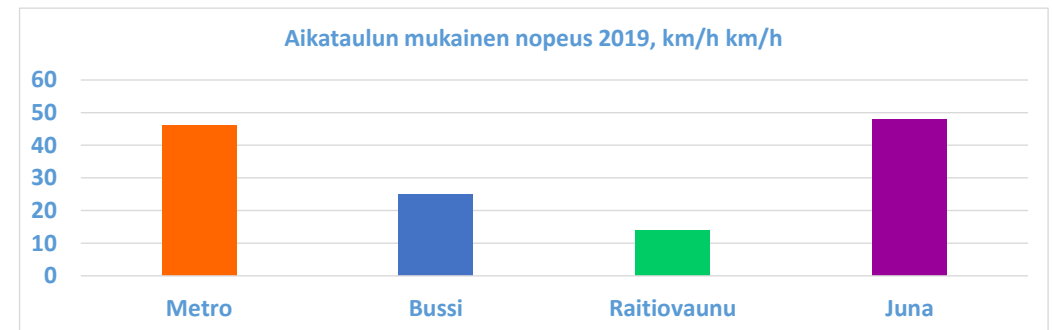
Metro on pääkaupunkiseudun joukkoliikenteen itä-länsiakselin selkäranka, jonka varaan matkustajia hyvin palveleva ja houkutteleva liikennejärjestelmä rakentuu. Tämän vuoksi metron palvelun tulee olla laadukasta ja luotettavaa, ja riittävä kapasiteetti on oleellinen pääkaupunkiseudun joukkoliikennejärjestelmän toimivuuden kannalta.

Metron etuna on sen hyvä keskinopeus verrattuna muihin vaihtoehtoihin. Ainoastaan paikallisjunaliikenne tarjoaa vastaavan matkustuskeskinopeuden kuin metro (Kuva 2).

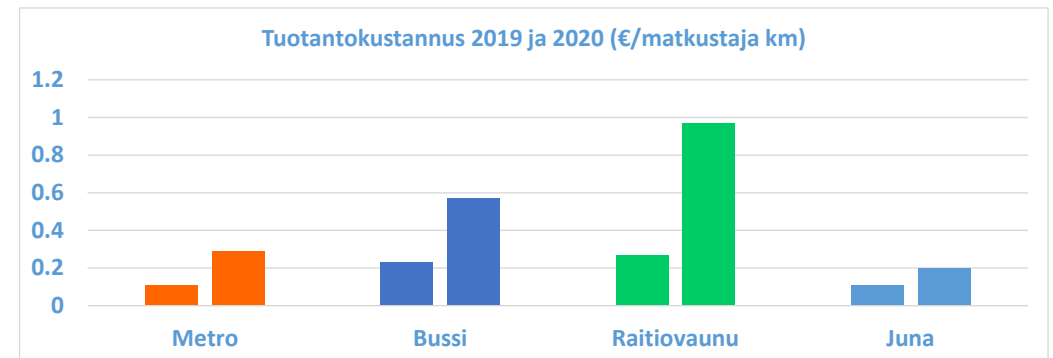
Myös matkustajakilometrin tuotantokustannukset poikkeavat edukseen muista vaihtoehdoista paikallisjunaliikennettä lukuun ottamatta. Vuoden 2019 metromatkustajakilometrin kustannukset olivat alle puolet bussin tai raitiovaunun matkustajakilometrikustannuksesta. Vuoden 2020 kustannuksissa metron ja raitiovaunuliikenteen matkustajakilometrikustannuksen merkittävä kallistuminen suhteessa bussiliikenteeseen verrattuna aikaisempaan selittyi pandemian vaikutuksilla sekä metroliiikenteen länsimetron tehdyillä investoinneilla (Kuva 3).

Metro on myös monella tavalla ympäristöystävällinen liikennemuoto. Sähkövoimalla ilman lähipäästöjä kulkevat junat kuljettavat suhteellisen pienellä tilantarpeella ja suurelta osin jopa maan alle sijoitettuna erittäin suuren määrän matkustajia (Kuva 4). Näin ollen metroliiikenne kykenee pienentämään huomattavasti maanpäällistä liikennettä tiheään rakennetulla keskusta-alueella.

Metron nykyisenä junakulunvalvontajärjestelmänä toimiva pakkopysäytysjärjestelmä on elinkaarensa päässä. Järjestelmän huoltoon ja varaosien saatavuuteen liittyvien ongelmien takia merkittävät investoinnit ovat välttämättömiä, eikä järjestelmän turvallisuustaso täytä uusien raskaan raideliikenteen turvalaitejärjestelmille asetettavia vaatimuksia. Vanheneva järjestelmä asettaa haasteita koko metroliiikenteen luotettavuudelle ja toimintavarmuudelle.



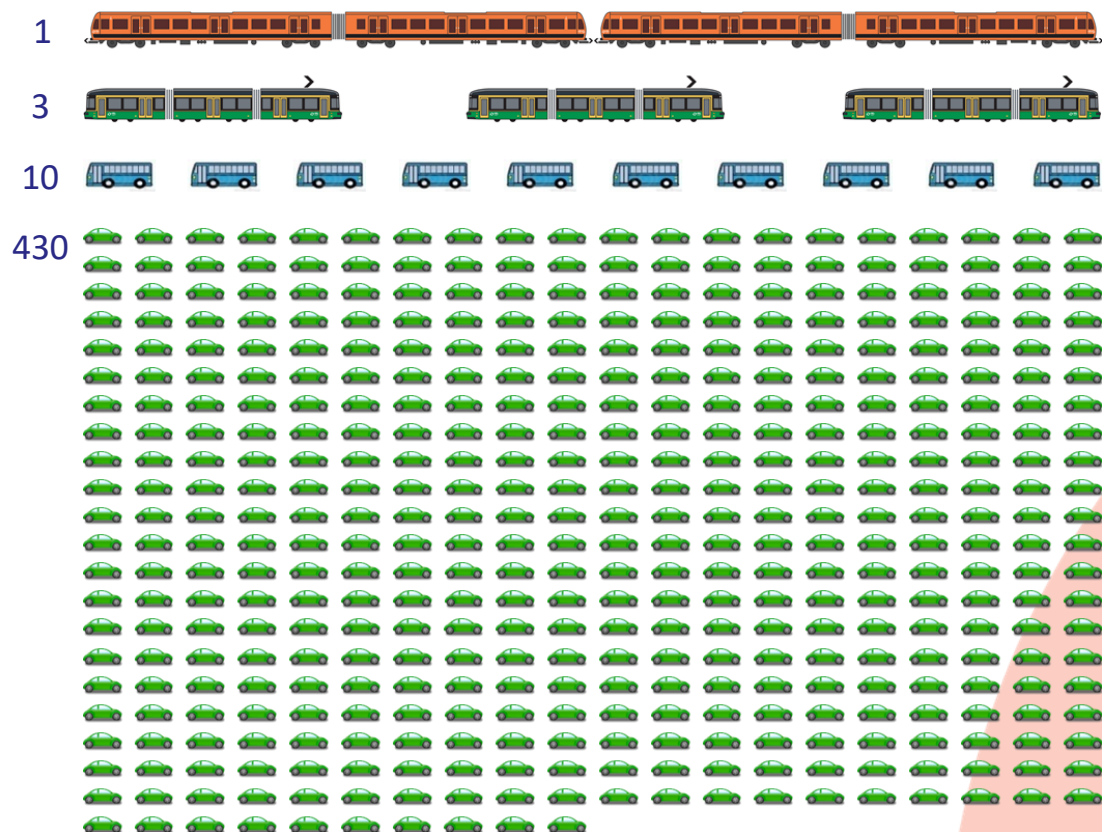
Kuva 2 Joukkoliikennemuotojen keskimääräinen aikataulujen mukainen nopeus



Kuva 3 Matkustajakilometrin tuotantokustannus 2019 ja 2020.

Huom. Kustannusnousu pandemiasta johtuvan matkustajamäärien laskun vuoksi

Yhden metrojunan kapasiteetti vastaa



Kuva 4 Metron kapasiteetti verrattuna muihin kaupunkiliikennemuotoihin.

Metrojärjestelmän suurin viime aikojen kehityshanke on ollut metron laajentaminen Espooseen. Laajennuksen ensimmäinen vaihe Ruoholahdesta Matinkylään on tuonut kahdeksan uutta asemaa ja kasvattanut matkustajamääriä huomattavasti. Laajennuksen vuonna 2023 aukeava toinen vaihe Kivenlahteen tuo vielä viisi uutta asemaa ja lisää edelleen matkustajamääriä huomattavasti matkustajamäärätutkimusten mukaan. Metron piiriin tulleille uusille alueille on kohdistunut huomattavasti asunto- ja liikekiinteistörakentamista kasvattaen potentiaalisia matkustajamääriä. Tämä matkustajamäärien kasvu, joka ennen pandemian alkua oli suurempaa kuin alun perin ennakoitiin, toi mukanaan tarpeen kehittää metron kapasiteettiä.

Toisaalta liikkumisen tarpeet ovat muuttuneet merkittävästi koronapandemian seurauksena, eikä akuuttia tarvetta lisäkapasiteetille tällä hetkellä ole. Liikkumisen muutos on kuitenkin parhaillaan käynnissä ja liikenne-ennusteisiin liittyy tällä hetkellä erittäin suuria muitakin epävarmuuksia, kuten vuoden 2021 aikana nousnut öljyn hinta, ympäristötavoitteet, Ukrainan sodan tilanne ja Venäjän vastaisten pakotteiden vaikutus. Koska investointeja tarvitaan joka tapauksessa ja hankittavien ratkaisujen käyttöikä on kymmeniä vuosia, investointien tulee mahdollistaa metrojärjestelmän kapasiteetin nosto tarvittaessa liikenteen kysynnän kasvaessa.

Metron matkustajamäärien kehittyminen ja metron kuormitus

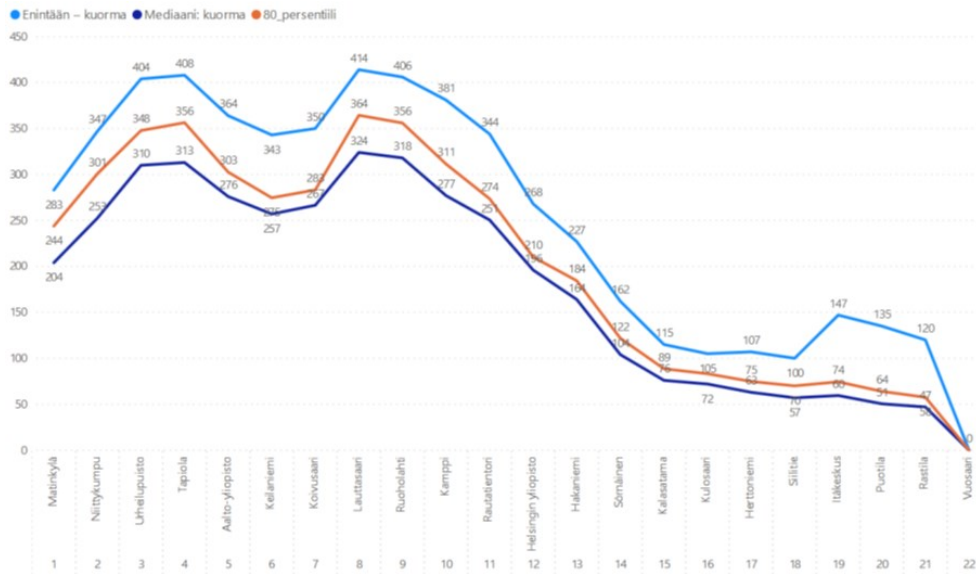
Metron matkustajamäärä on kasvanut voimakkaasti viime vuosien ajan koronapandemiaan saakka, jonka vaikutus näkyy edelleen merkittävästi metroliikenteessä. Vuodesta 2010 vuoteen 2019 metron käyttäjien kokonaismäärä on kasvanut n. 62 % ja metron huippukuormitus on kasvanut n. 14 % vuodesta 2012. Suurin osa kasvusta on tullut länsimetron avautumisen vaikutuksesta.

Helmikuussa 2020 aamuruuhkassa metron kuormittunein osuus oli idässä Sörnäisten ja Hakaniemen välillä, jossa matkustajia oli n. 8 400 ruuhkatunnissa. Vuosaaren linjan kuormitus oli tästä n. 4 500 ja Mellunmäen linjan kuormitus n. 3 900 matkustajaa. Lännessä kuormittunein osuus oli Lauttasaaren ja Ruoholahden välillä, jossa matkustajia oli n. 5 800 ruuhkatunnissa. Matinkylän linjan kuormitus oli tästä n. 4 000 ja Tapiolan linjan kuormitus n. 1 800 matkustajaa. Korkein havaittu kuorma oli 515 matkustajaa yksittäisessä junassa.

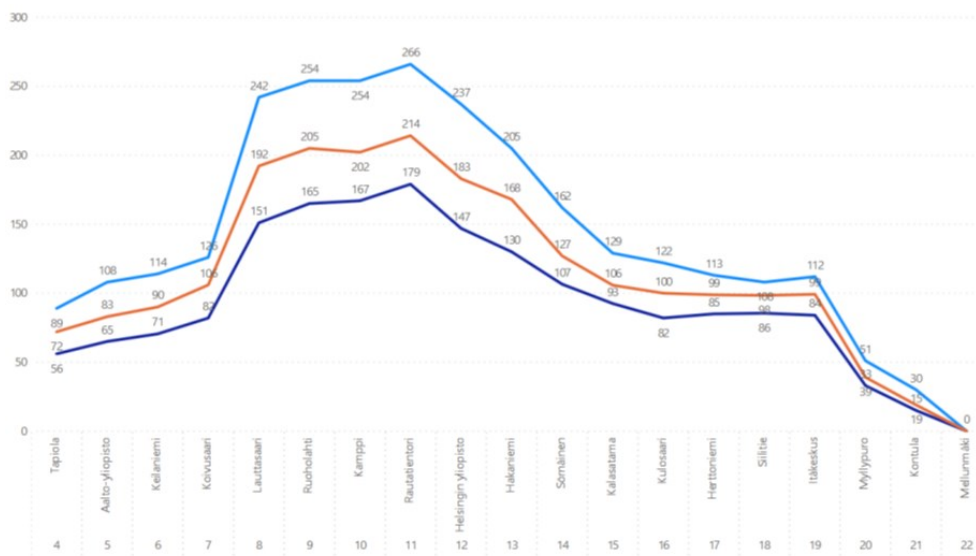
Seuraavalla sivulla on esitetty (Kuva 5 ja Kuva 6) metrolinjojen M1 Matinkylä–Vuosaari ja M2 Tapiola–Mellunmäki junakohtaiset kuormat (maksimi, 80-persenttiili ja mediaani) asemalta lähdeäessä klo 8–9 viikolla 6/2020.

Idän suuntaan metro kuormittuu matkustajalaskentatietojen mukaan hyvin epätasaisesti etenkin Espoon osuudella. Lännen suuntaan Vuosaaren ja Mellunmäen metrolinjat kuormittuvat varsin tasaisesti. Matinkylän linjalla oli Tapiolassa yli viisinkertainen matkustajamäärä Tapiolan linjaan verrattuna. Linjojen epätasainen kuormitus tulee korostumaan, kun Matinkylän linjaa jatketaan Kivenlahteen ja toinen linja päättyy Tapiolaan. Tapiolan ja Kivenlahden välillä ei ole kääntöraiteita, joten vaihtoehto tasata linjojen epätasaisista kuormitusta on ajaa osa Tapiolaan suunnitelluista vuoroista Kivenlahteen saakka. Näissä suunnitelmissa on tunnistettu Sammalvuoren varikon liityntään ja kääntöraiteiden kapasiteettiin liittyviä haasteita, joita voidaan ainakin osittain ratkaista kulunvalvontajärjestelmän uudistamisella.





Kuva 5 Metrolinjan M1 Matinkylä-Vuosaari kuorma (maksimi, 80-persenttili ja mediaani) idän suuntaan asemalta lähdeettäessä klo 8-9 viikolla 6/2020



Kuva 6 Metrolinjan M2 Tapiola-Mellunmäki kuorma (maksimi, 80-persenttili ja mediaani) idän suuntaan asemalta lähdeettäessä klo 8-9 viikolla 6/2020.

Matkustajakasvuun liittyviä epävarmuustekijöitä

Matkustajakysynnän nähdään kasvavan tulevaisuudessa pääkaupunkiseudun asukasmäärien ja työpaikkojen kasvun myötä. Toisaalta mm. alkuvuonna 2020 alkanut pandemia (COVID-19), vuoden 2021 aikana noussut öljyn hinta, ympäristötavoitteet, sekä Ukrainan tilanne ja Venäjän vastaisten pakotteiden vaikutus ovat tehneet tulevan kapasiteettitarpeen arvioimisesta haastavaa.

Muutokset ovat aiheuttaneet epävarmuutta matkustajamäärien kasvun vauhdista, mahdollisista askelmuutoksista kysynnässä etätöyön lisääntyttä ainakin väliaikaisesti, ja muista mahdollisista muutoksista matkustuskäytännöissä, esim. aamuruuhkahuipun viimeaikainen pieneneminen ja sen myötä tasoittuminen. On epäselvää, mitkä näistä muutoksista ovat väliaikaisia ja mitkä saattavat vakiintua tulevaisuudenkin käytännöiksi. Liikennemalliasiantuntijoiden mukaan voi kestää 4–5 vuotta, ennen kuin uudet matkustuskäytännöt pystytään mallintamaan ja uusien mallien pohjalta tekemään päivitetty mallinnukset.

Koronaviruspandemia on kuitenkin osoittanut, että n. 30 % joukkoliikennematkoista toteutuu pahimmassakin epidemiatilanteessa. Etätöysoositusten ollessa voimassa joulukuussa 2021 nousijamäärät olivat n. 35 % pienempiä kuin normaalitilanteessa, mutta ruuhka-aikana nousijamäärät olivat jopa 50 % pienempiä. Suosituksena on tässä vaiheessa käyttää herkkystarkasteluun skenaariota, joissa metron ruuhkatunnin matkustajamäärät alenevat 15 % nykyisiin malleihin nähden. Luotettavaa arviota mahdollisen pitkäaikaisen muutoksen suuruudesta ei voida tehdä, mutta kyseessä olisi molemmissa tapauksissa merkittävä muutos liikennejärjestelmässä, ja sopii siksi herkkystarkasteluksi. Liikkumisen muutos on parhaillaan käynnissä ja sitä seurataan tiiviisti. Tällä hetkellä ei ole edellytyksiä tehdä luotettavia liikenne-ennusteita. Liikkumisen muutokseen vaikuttaa merkittävästi myös joukkoliikenteen hinnoittelu ja sen suhde polttoaineen hintaan.

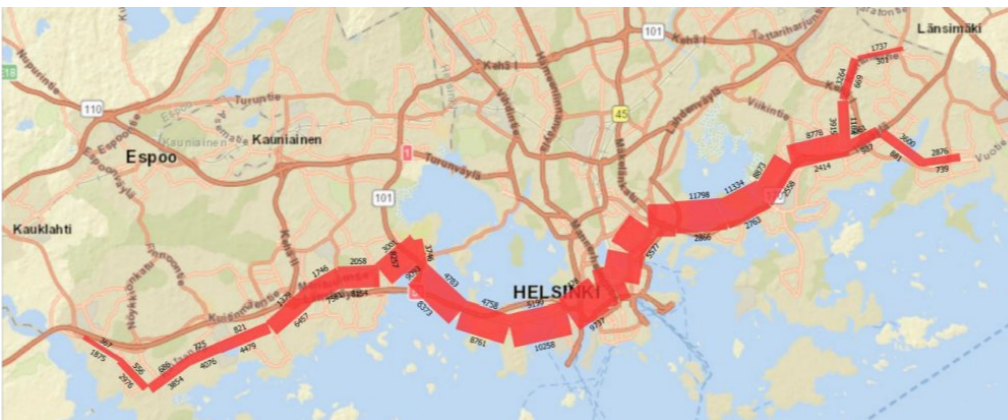
Arvioihin liittyy siis epävarmuuksia, minkä seurauksena voidaan ajautua tilanteeseen, jossa nykyinen järjestelmä ruuhkautuu kestävämmällä tavalla, eikä tilanteeseen pystytä reagoimaan riittävän nopeasti. Tämän riskin ehkäisemiseksi liikennemäärien ja -ennusteiden seuranta tulee tekemään säännöllisesti. Johtopäätös vuonna 2021 tehdystä analyysistä on, että kapasiteettitarve tulee olemaan 15 % aikaisempia arvioita alhaisempi ruuhka-aikana ja 5 % alhaisempi muina aikoina. Ennuste on kuitenkin hyvin epävarma ja sitä tulee tarkentaa jatkuvasti, kun muutosten vaikutuksista saadaan lisää tietoa.

Matkustajamäärätutkimukset

Metron matkustajamäärään vaikuttaa mm. metron vaikutusalueen maankäytön kehittyminen, liikkumistottumusten muutokset sekä liikenteen hinnoittelu. Matkustajakysyntä kasvaa edelleen vuoden 2030 jälkeen maankäytön kehittyessä. Jotta matkustajakysynnän maksimikasvusta tulevana vuosikymmeninä olisi selkeämpi kuva, on HSL yhteistyössä metron vaikutusalueen kaupunkien ja kuntien Helsingin, Espoon, Vantaan, Kirkkonummen ja Sipoon kanssa tehnyt uuden laajan selvityksen², kuinka maankäyttö ja liikennejärjestelmät tulevat kehittymään vuoteen 2060 mennessä.

Selvityksen yhteydessä tehdyn metron matkustajamääräennusteen mukaan metron matkustajamäärät ovat ylittämässä kapasiteetin 2020-luvun loppupuolella. Näiden liikenne-ennusteiden perusteella metron kuormittunein osuus on Kulosaaren ja Kalasataman välillä, jossa on n. 11800 matkustajaa tunnissa (Kuva 7). Ennusteessa matkustajamäärä Tapiolan länsipuolella vuonna 2030 on noin 9300–10500 matkustajaa tunnissa, mikä ylittää selvästi nyky-metron kapasiteetin.

Selvityksessä 200 sekunnin vuorovälein molempia linjoja operoivan automatisoidun metron matkustajamäärät ylittävät nykyisen metron ennustetut matkustajamäärät. Tiheämpi



Kuva 7 Metron kuormitus vuoden 2030-ennusteessa aamuhuipputunnissa (5 minuutin vuoroväli molemmilla linjoilla)

vuoroväli lisää järjestelmän matkustajakysyntää, jolloin Kulosaaren ja Kalasataman välillä on n. 12700 matkustajaa tunnissa.

Selvitys tehtiin ennen koronapandemiaa ja siinä hyödynnettiin kuntien näkemyksiä maankäytön kehityksestä. Pandemian myötä joukkoliikenteen matkustajamäärä on toistaiseksi vähentynyt huomattavasti. Vuoden 2021 aikana HSL tutki liikkumisen muutosta koronan jälkeen, ja oletus on, että erityisesti ruuhkaliikenteen kysyntä jää pysyvästi matalammalle tasolle etätöiden yleistyessä. Liikkumisen muutos on kuitenkin parhaillaan käynnissä ja liikenne-ennusteisiin liittyy tällä hetkellä erittäin suuria epävarmuuksia. Liikkumistarpeen kausi- ja viikonpäivävaihtelu saattaa myös kasvaa, jos esim. tulevaisuudessa etätö- ja toimistopäivät keskittyvät tietyille viikonpäiville. Liikkuminen myös muissa matkaryhmissä voi kasvaa, jolloin erityisesti iltaliikenteen kysyntäpiikki korostuu. HSL on käynnistämässä laa-

Rataosuus/Asema	Matkustajamäärä/tunti Kapasiteetti	Käyttöaste	
		Metro2060	-15%
URP 2020 (helmikuu toteuma)	7200	81%	
URP 2030 (MAL19)	7200 (150s)	133%	113%
URP 2030 (MAL19)	9000 (120s)	107%	91%
URP 2060 (Metro 2060 perus)	10800 (100s)	110%	94%
KA - M1 ja M2 2020 (helmikuu toteuma)	7200x2	75%	
KA - M1 2030 (MAL19)	7200 (150s)	88%	74%
KA - M2 2030 (MAL19)	7200 (150s)	89%	76%
KA - M1 2030 (MAL19)	9000 (120s)	70%	60%
KA - M2 2030 (MAL19)	9000 (120s)	71%	60%
KA - M1 2060 (Metro 2060 perus)	10800 (100s)	67%	57%
KA - M2 2060 (Metro 2060 perus)	10800 (100s)	93%	79%

URP = Urheilupuisto – Tapiola, KA = Kulosaari – Kalasatama linjaosuus

Taulukko 1 Kapasiteetti ja matkustajamääräennusteet Helmet 3.0-mallin mukaan, Metro 2060 -tutkimus

²Liite 4: Selvitys maankäytön ja liikennejärjestelmän kehitymisskenaarioista, Metro 2060.

jempaa selvitys muiden kuin työmatkojen matkaryhmien muutoksista. Myös hinnoittelun muutokset voivat vaikuttaa merkittävästi matkustajamääriin. Metron kapasiteetin osalta järjestelmäkehityksessä on syytä varautua mahdollisuuteen kasvattaa kapasiteettia tarpeen mukaan.

Taulukko 1 käsittelee metrossa tunnistettujen pullonkaulapaikkojen matkustajamääriä eri ennusteissa. Taulukossa oleva Metro 2060 -skenaario ei vastaa MAL 2019 -mallin mukaista asukas- ja työpaikkamäärää, vaan kunkin metron alueen kunnan itse arvioimaa asukasmäärää. Taulukossa on lisäksi laskettu matkustajamäärät, joissa mitoittavan aamuruuhkapiikin matkustajamääriä on vähennetty 15 %, mikä vastaa HSL:n arvioita koronapandemian pysyvistä vaikutuksesta ruuhka-aikojen matkustajamäärään.

Taulukosta näkee, että sekä 2030- että 2060 -ennusteissa nykyinen metron kapasiteetti ei riitä Tapiolan länsipuolella nykyisellä järjestelmällä ja liikennemallilla tämän vuosikymmenen lopulla, vaikka kysyntä vähenisi 15 %. Uudemalla Helmet-versiolla toteutetut alustavat tarkastelut ovat ennustaneet tässä esitettyjä alhaisempia matkustajamääriä, mutta kyseisen mallin epäillään ennustavan metron matkustajamääriä liian alhaisiksi. Liikenne-ennusteisiin sisältyy huomattavia epävarmuuksia, ja matkustajat ovat kokeneet metron täydeksi Matinkylän linjalla jo ennen Kivenlahden jatkeen valmistumista matkustajamäärän oltua n. 81 % mitoituskapasiteetista.

Mikäli järjestelmää kehitetään niin, että voidaan lyhentää vuoroväli 120 sekuntiin, riittäisi 15 % vähennys ennusteisiin nähden huipputunnin matkustajamäärissä vuonna 2030 varmistamaan riittävän kapasiteetin. Toisaalta matkustajamäärät ovat kuitenkin jo niin lähellä maksimikapasiteettia, että tulee valmistautua siirtymään liikennemalliin, jossa useampi kuin joka toinen juna jatkaa Tapiolasta eteenpäin. Tämä tulee huomioida uuden kulunvalvontajärjestelmän toteutuksessa.

Metro 2060 -tutkimuksen perusskenaariossa Kivenlahden linja on Matinkylän ja Kampin välillä lähellä maksimikapasiteettia tai ylikuormittuu, kun taas Tapiolan linja kerää varsin vähän matkustajia. Tarkastellut metron länsipään ratkaisut mahdollistavat liikennöintimallin, joka poistaa epätasaisesta kuormittumisesta johtuvat kapasiteetti-ongelmat.

Muut tarkastellut vaihtoehdot eivät riitä ratkaisemaan lännen kapasiteettihaasteita, mutta osassa skenaarioista vähenee niiden osuuksien määrä, joilla ollaan yli tai lähellä maksimikapasiteettia. Eniten vaikutusta on bussitarjonnan kehittäminen -skenaariolla. Myös ratikkayhteyksien kehittämisellä on vaikutusta, ja Tiederatikalla on lännen kuormitukseen suurempi vaikutus kuin Jokeri 0 -ratikalla. Muissa skenaarioissa lännen ongelmapaikat eivät muutu perusskenaarioon verrattuna.

Metron operointi ja omistajuus

Metrojärjestelmän kaluston, valvomojärjestelmät ja infran Ruoholahdesta itään omistaa ja sitä ylläpitää ja kehittää Helsingin kaupunki (Helsingin kaupungin liikenneliikelaitos). Tämä käsittää radan lisäksi asemat ja tekniset järjestelmät. Ruoholahdesta länteen radan, asemien ja teknisten järjestelmien omistus-, ylläpito- ja kehittämisvastuut ovat Länsimetro Oy:llä. Länsimetro Oy:n omistavat Espoon ja Helsingin kaupungit. Kaupunkien osuudet jakautuvat niin, että Espoon osuus Länsimetrosta on 84,4 % ja Helsingin 15,6 %. Kaupungit ovat sopineet keskinäisestä rakentamisen kustannusjaosta rajalta poikki -periaatteen mukaisesti, eli kumpikin maksaa omalla alueellaan syntyvät rakennuskustannukset.

Helmikuun alusta 2022 entisen HKL:n henkilökunta ja toiminnot ovat siirtyneet vastaperustettuun Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:ön. Metrojärjestelmä säilyy kuitenkin liikenneliikelaitoksen omistuksessa ja liikenneliikelaitos säilyy metron operoinnista vastaavana osapuolena. Liikenneliikelaitos puolestaan tilaa metron operointiin, kunnossapitoon, omaisuudenhallintaan ja jatkokehittämiseen tarvittavat palvelut Kaupunkiliikenne Oy:ltä. Myös Länsimetro Oy tilaa Kaupunkiliikenteeltä Länsimetron asemien ja radan hallinnon ja ylläpidon HKL:n kanssa olevan sopimuksen välityksellä.

Tässä rakenteessa keskeisimmät operointiin, omistukseen ja kunnossapitoon liittyvät toiminnot on keskitetty yhdelle toimijalle. Tämä mahdollistaa metron liikenteenohjausjärjestelmän kehittämisen huomioiden kaikkien operointiin liittyvien toimintojen tarpeet, jolloin vältetään osaoptimoinnilta ja pystytään keskittymään koko metrojärjestelmän tavoitteiden ja elinkaarikustannusten optimointiin.

HSL suunnittelee ja järjestää toimialueensa pääkaupunkiseudun joukkoliikenteen, ja hankkii metroliikennöinnin lisäksi myös bussi-, raitiovaunu-, lautta- ja lähijunaliikenteen palvelut. HSL hyväksyy joukkoliikenteen taksa- ja lippujärjestelmän sekä lippujen hinnat, järjestää lippujen myynnit ja vastaa niiden tarkastuksesta sekä vastaa joukkoliikenteen markkinoinnista ja matkustajainformaatiosta.

Nykyinen järjestelmä

Metrolinjaston kokonaispituus on 35 km, siinä on 25 asemaa ja yksi varikko. Asemista 16 on maanalaisia ja 9 maanpäällisiä. Kaikki maanpäälliset asemat sijaitsevat Sörnäisten itäpuolella. Länsimetron kuuluvat Lauttasaaresta Matinkylään olevat asemat, muut asemat ovat Helsingin kaupungin kantametroa. Länsimetron jatke Matinkylästä Kivenlahteen tuo metrolinjaan 7 km ja 5 asemaa lisää sekä Sammalvuoren varikon, jolla on nykyistä Roihupellon metrovarikkoa suppeammat toiminnot. Länsimetron jatkeen tultua käyttöön metrolinjaston kokonaispituus on 42 km, siinä on 30 asemaa ja kaksi varikkoa. Asemista 21 on maanalaisia ja 9 maanpäällisiä.

Pääkaupunkiseudun metroa liikennöidään tällä hetkellä 45 metrojunalla, joista liikenteeseen sitoutuvia vuoroja on 36. Junia on kolme eri sarjaa: M100, M200 ja M300. M300-junasarjan hankintaan liittyneen option pohjalta on tätä junasarjaa tilattu 5 junayksikköä lisää. Junayksiköiden toimitus on ajoitettu vuoteen 2022, jonka jälkeen käytettävissä on 50 metrojunaa.

Länsimetron osuudella vuonna 2017 käyttöön otettu liikenteenohjausjärjestelmä on hankittu Mipro Oy:ltä, ja se on pääosin modernia tekniikkaa. Mipron järjestelmät otettiin käyttöön myös kantametron alueelle vanhoja ratalaitteita hyödyntäen tammikuussa 2019, ja siitä lähtien koko metrolinjalla on ollut yhtenäinen liikenteenohjausjärjestelmä. Samaa järjestelmää ollaan toteuttamassa myös Länsimetron jatkeen (Matinkylä–Kivenlahti) alueelle.

Nykyinen järjestelmä on kuvattu tarkemmin liitteessä 1.

Järjestelmän luotettavuuteen ja turvallisuuteen vaikuttavia tekijöitä



Metrolinjakasvatus ajetaan tällä hetkellä 35 km pitkällä linjalla. Kun Länsimetron 2. vaihe avautuu, kasvaa linjan pituus 7 km, mikä todennäköisesti kasvattaa metrolinjan häiriöherkkyyttä. Liikenteen tihentyessä ja kysynnän kasvaessa nykyisestä liikenteen säännöllisyys muodostuu vieläkin tärkeämmäksi.

Helsingin kantametron alueen liikenteenohjausjärjestelmän ulkolaitteet ovat pääosin 1980-luvulta ja niiden varaosien saatavuus on heikentynyt. Osa laitteista on elinkaarensa loppupäässä, ja niiden häiriötiheys on kasvanut aiheuttaen lisääntyvässä määrin liikennehäiriöitä. Tämä yhdessä kasvavan linjan pituuden kanssa kasvattaa riskiä lisääntyville liikennehäiriöille ja sen myötä matkustajatytyttömyydelle.

Laitteistoista kriittisimminkin vanhentuneita ovat junan sijainnin tunnistuksessa käytettävä raidevirtapiirilaitteisto ja junakulunvalvonnasta vastaava pakkopysäytysjärjestelmä.

Nykyisen liikenteenohjausjärjestelmän junan kulkua turvaavasta junakulunvalvonnasta vastaava pakkopysäytysjärjestelmä ei täytä vaatimuksia, joita nykyään rakennettavalta metrojärjestelmästä odotetaan. Uuden junakulunvalvontajärjestelmän hankinnalla kohotetaan samalla metron turvallisuustasoa vastaamaan nykyajan vaatimustasoa. Lisäksi laitteisto on vanhentunut ja sen varaosien saatavuus on heikentynyt.

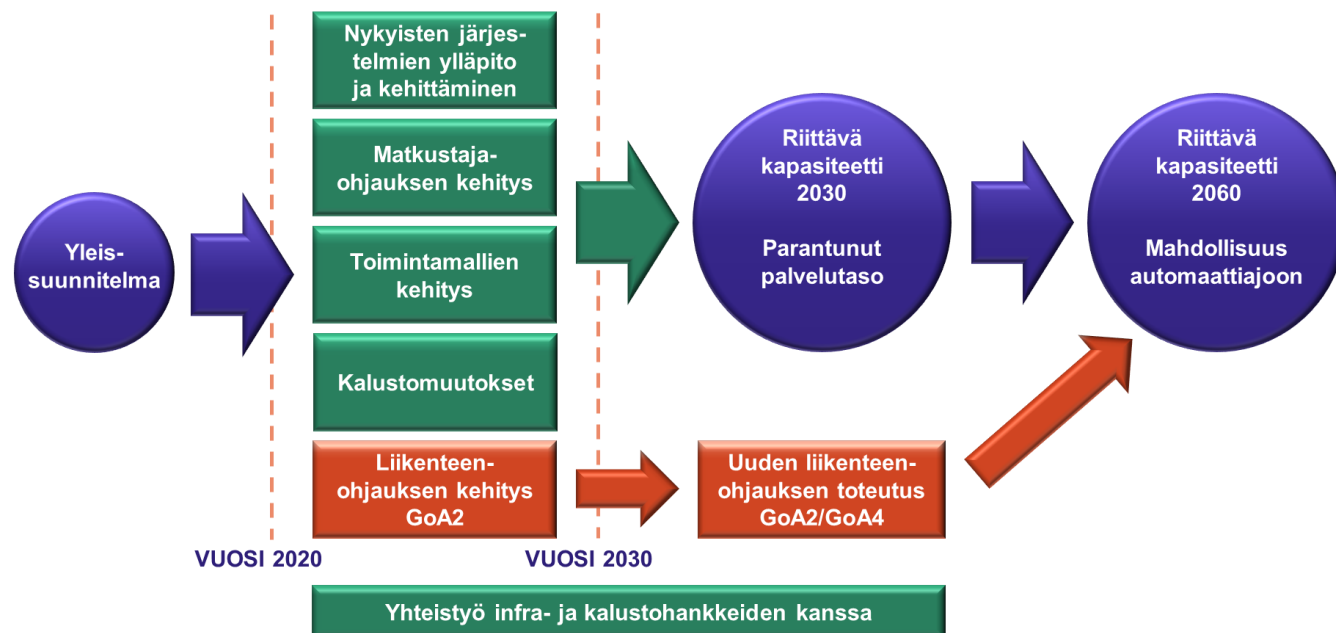
Metrojunien sijainnin seurannasta vastaavat raidevirtapiirit ovat kantametron alueella täysin vanhentunutta teknologiaa, jonka tuki valmistajalta on päättynyt jo vuosia sitten. Laitteisiin ei ole saatavilla varaosia, joten järjestelmän toimivuus on täysin kunnossapitoyksikön korjausten varassa. Raidevirtapiirit korvataan nopeammalla aikataululla kuin kulunvalvontaa, ja niiden korvauksesta laaditaan erillinen hankesuunnitelma. Sen kustannukset eivät ole osa tätä hankesuunnitelmaa. Raidevirtapiirihankkeen kustannuksiksi arvioidaan n. 15 milj. euroa ja se on aikataulutettu alkavaksi loppuvuodesta 2022. Hanke on HKL:n ja Kaupunkiliikenne Oy:n talousarviossa ja tulosbudjetissa.

Hankesuunnitelma

Hankkeen rajaus

Metron kapasiteetin ja luotettavuuden kehittämisen hankekokonaisuus on toteutusvaiheessa. Yleissuunnitelmassa esitellyt toimenpiteet ovat jakautuneet useisiin hankkeisiin, joista tässä suunnitelmassa esitellyn hankkeen tavoitteena on mahdollistaa puoliautomaattinen liikennöinti ja uudistaa järjestelmiä niin, että varmistetaan metron luotettavuus sekä mahdollistetaan vuorovälin tihentäminen tulevaisuudessa.

Toimenpiteenä on uudistaa metron junien kulunvalvontajärjestelmä tulevaisuuden kapasiteettitarpeet tyydyttävällä, kokonaistaloudellisesti kustannustehokkaalla, korkean automaatiotason tarjoavalla järjestelmällä. Hankesuunnitteluvaiheessa on jatkettu järjestelmän määrittelyä ja hankinnan valmistelua, joiden lisäksi hankkeen tavoitteita on tarkennettu.



Kuva 8 Kapasiteetin ja luotettavuuden kehittämishankkeen yleissuunnitelmassa esitetty etenemispolku

Koronapandemiasta johtuen tarveselvitysvaiheessa arvioitu kapasiteetin kasvattamistarve on siirtynyt myöhäisemmäksi. Tämän takia hankkeen tavoitteita on tarkennettu ja tulevien vuosikymmenien kapasiteettitarpeeseen varaudutaan optioin. Hankkeessa turvataan järjestelmän luotettavuus ja uusitaan vain välttämättömät osajärjestelmät 120 sekunnin vuorovälin mahdollistamiseksi. M300-sarjan pakkopysäytysjärjestelmä korvataan nykyajan vaatimukset täyttävällä kulunvalvontajärjestelmällä. M100- ja M200-sarjojen varustamista ei nähty taloudellisesti kannattavaksi.

Liikennöinti uudella kulunvalvontajärjestelmällä koko järjestelmän osalta tulee tapahtumaan 2030-luvun vaihteessa M400-sarjan toimitusten jälkeen. Merkittäviä vuorovälin tihennyksiä ei voida tehdä ennen uusia kalustotoimituksia, sillä vuorovälin tihentäminen 120 sekuntiin vaatii 10 uutta metrojunaa.

Tarve 100 sekunnin vuorovälille ja kulunvalvontajärjestelmän lisäkapasiteettivarausten toteutukselle arvioidaan 2020-luvun lopussa koronan pitkäaikaisten vaikutusten selvittyä. Hankinnassa varaudutaan vuorovälin tihentämiseen 120 sekunnista 100 sekuntiin 2030- tai 2040-luvulla.

Junakulunvalvontahanke toteutetaan tiiviissä yhteistyössä muiden yleissuunnitelmassa esitettyjen toimenpiteiden, muiden liittyvien hankkeiden sekä jatkuvasti käynnissä olevan operatiivisen toiminnan kanssa. Yleissuunnitelman etenemispolun kokonaisuus on esitetty alla olevassa kuvassa, jossa tämä hanke on punaisella. Hanke ei sisällä näitä muita toimenpiteitä, jotka eivät suoraan ole edellytyksiä kulunvalvontajärjestelmän käyttöönotolle. Nämä toimenpiteet koordinoidaan Kaupunkiliikenteen Metron kapasiteettihankkeet -palvelun toimesta, joka kuuluu hankejohtajan vastuulle.

Varmistamme metron luotettavan liikennöinnin

Toteutamme liikenteenohjausjärjestelmälle asetetut tavoitteet

- Korvaamme vanhenevan kulunvalvontajärjestelmän nykyaikaisella **automaattisella kulunvalvonnalla**.
- **Kehitämme** metron liikennöinnin **turvallisuustasoa**.
- Vältämme liikennehäiriöitä järjestelmän toteutuksen aikana ja **varmistamme** metron **paranevan luotettavuuden**.
- **Varmistamme** kaupunkien metroon tekemien **investointien jatkuvuuden**.

Varmistamme toteutuksen onnistumisen yhteistyöllä ja ennakoivalla

Ennakoiva projektinhallinta reagoivan sijaan. Hankkeen aikana odotettavissa useita aikaisemmin tunnistamattomia muutostarpeita. Edellyttää muutoksia liikennöinniltä ja kunnossapidolta.

- Tiivis yhteistyö **integroidulla järjestelmäsuunnittelulla** kaikkien osallistuvien toimittajien, muun organisaation ja yhteistyökumppanien kanssa.
- **Ristiriidat ja ongelmat ratkaistaan ilman viiveitä** niiden toimesta, joilla on asiasta paras asiantuntemus.
- **Riskien hallinta** on keskeinen tavoite kaikille ja osa kaikkia projektin hallintaprosesseja edistään avointa ja ennakoivaa riskien tunnistusta, hallintaa ja omistusta.
- **Luomme uutta osaamista** metron ylläpitoon
- Ennakoiva ja avoin projektiviestintä.

Luomme lisäarvoa kaupunkirakenteen kehittämisen mahdollistajana

Kaupunkien tarpeet huomioidaan ja varmistetaan taloudellinen toteutus ja investoinnin oikea-aikainen ajoitus

- Mahdollistamme **kapasiteetin kasvattamisen kustannustehokkaasti** ja parannamme asiakaskokemusta.
- **Toteutamme hankkeen** oikea-aikaisesti ja **taloudellisesti** huomioiden myös liittyvät hankkeet.
- **Keskitymme** koko metron **elinkaarikustannuksien ja ympäristövaikutusten optimointiin** hankkeen suunnittelussa varmistaen tulevaisuudessa toimivan ratkaisun.
- **Mahdollistamme tiheän vuorovälin** ajamisen Kivenlahden ja Itäkeskuksen välillä.

Liikenteenohjausjärjestelmän tavoitteet

Uuden kulunvalvontajärjestelmän ensisijaisena tavoitteena on kehittää järjestelmän luotettavuutta ja mahdollistaa metrojärjestelmän kapasiteetin nosto vaaditulle tasolle siten, että liikenteen häiriötaso on mahdollisimman alhainen eivätkä operointikustannukset koho.

Pääkaupunkiseudun metro on keskeinen osa joukkoliikennejärjestelmää. Matkustajien näkökulmasta voidaan asettaa seuraavat luotettavuustavoitteet:

Liikennöinnissä on mahdollisimman vähän matkustuskokemusta heikentäviä häiriöitä. Metron häiriöt aiheuttavat pahimmillaan matkustajalle hyvin suuria vaikeuksia korvaavien yhteyksien puuttuessa.

Häiriötilanteista aiheutuu matkustajille mahdollisimman vähän haittaa. Häiriöiden sattuessa on matkustajille pystyttävä kertomaan häiriön arvioitu kesto, korvaavat tai vaihtoehtoiset yhteydet sekä häiriön syy.

Järjestelmän tulee mahdollistaa liikennehäiriöiden hallinta ja nopea toipuminen matkuaikoja kasvattamatta. Teknisesti mahdollisen ja käytännön operatiivisen vuorovälin eron tulee olla riittävän suuri, jotta kohtuulliset viivästymiset esim. matkustajien toimien vuoksi eivät aiheuta kasvavaa häiriötä liikenteessä.

Näiden metrojärjestelmän tavoitteiden tukemiseksi kulunvalvontajärjestelmän uudistamiselle on määritetty tavoitteet sekä tekijät niiden arvioimiseksi, jotta hankkeen päätöksenteko on linjassa metrojärjestelmän, HSL:n sekä Helsingin ja Espoon kaupunkien tavoitteisiin nähden.

Järjestelmän kustannuksia arvioidaan elinkaarikustannusten avulla, joissa huomioidaan järjestelmän 30 vuoden elinkaaritavoite. Kyseessä on järjestelmätason tavoite, mikä tarkoittaa sitä, että järjestelmän yksittäisten komponenttien teknisen eliniällä ja saatavuudella saattaa olla lyhyempi elinkaari.

Palvelutaso	Kapasiteetti	Luotettavuus, käytettävyys, huollettavuus	Turvallisuus	Kyber-turvallisuus	Ympäristö	Inhimilliset tekijät	Muokattavuus	Digitalisaatio
Liikenteen säännöllisyys	Vuoroväli	Laitteiston kestävyys	Vaaralliseen tilanteeseen päättymisen ehkäisy	Hyväksyttävä kyberturvallisuustaso	Järjestelmätoteutuksen hiilijalanjälki	Järjestelmän helppokäyttöisyys	Järjestelmän joustava muokkaus	Prosessitiedon saatavuus ja kattavuus
Aikataulun pitävyys	Poikkeus-tilanteiden hallinta	Korkean käytettävyyden järjestelmärakenne	Työturvallisuus	Järjestelmän helppokäyttöisyys	Energiankulutus	Järjestelmän helppo ja turvallinen huolto	Skaalattavuus	Automaatio-toiminnot prosessitietojen avulla
Matka-aika	Käynnistysaika	Huollon helppous					Yhteensopivuus	
Hankkeen aikaiset vaikutukset metroliikenteeseen		Elinkaari-kustannusten huomioiminen						

Junakulunvalvontajärjestelmän uusimishankkeen tehtäväkokonaisuudet

Hankkeessa korvataan nykyisen pakkopysäytyslaittejärjestelmän juna- ja radanvarren laitteet nykyaikaisella kulunvalvontajärjestelmällä. Tavoitteena on mahdollistaa 120 sekunnin vuoroväli vuoteen 2030 mennessä. Lisäksi on tarkoitus mahdollistaa puoliautomaattiajo (GoA2).

Kuva 9 esittää yleiskuvan kulunvalvontahankkeen kokonaisuudesta ja merkittävimmistä siihen liittyvistä projekteista. Kuvassa tämän hankkeen kokonaisuus tummansinisellä pohjalla.

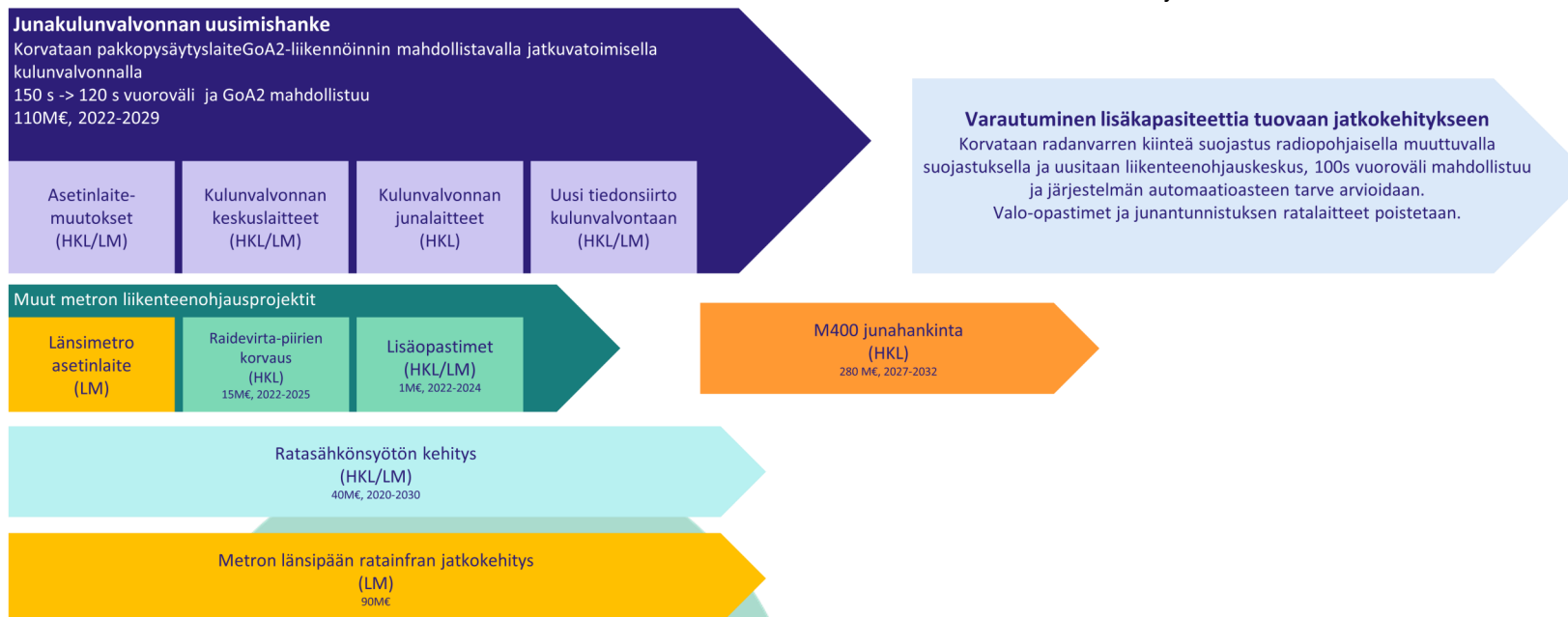
Kulunvalvontaprojekti jakautuu kolmeen osaprojektiin, joista selkeästi suurin investointi kohdistuu junakulunvalvontajärjestelmään. Kulunvalvontajärjestelmän toteutus edellyttää

lisäksi järjestelmän junalaitteiden ja radanvarren laitteiden välisen tiedonsiirron perustana toimivan radioverkon toteutusta. Kulunvalvontajärjestelmän toiminta on kiinteästi yhteydessä muihin liikenteenohjausjärjestelmän osajärjestelmiin, asetinlaitteeseen ja liikenteenohjauskeskusjärjestelmään, minkä takia niihin joko tehdään merkittäviä muutoksia tai ne korvataan. Järjestelmän teknistä toteutusta on käsitelty tarkemmin liitteessä 3.

Kulunvalvontajärjestelmän hankintaa edeltää merkittävä järjestelmän ja suorituskykyvaatimusten määrittely, jotka asettavat lähtökohdan hankintaprosessin neuvotteluille. Määritellyt tehdään kaikkien edellä mainittujen järjestelmien vaatimien muutosten ja tarvittavien raja-

pintojen osalta. Vaatimusmäärittelyvaiheessa laaditaan nykyisen asetinlaite- ja liikenteenohjauskeskusjärjestelmätoimittajan kanssa aiesopimus, jolla taataan kulunvalvontajärjestelmätoimittajien yhdenvertainen kohtelu hankinnassa ja mahdollistetaan järjestelmien yhteensopivuuden edellyttämien muutosten toteutus. Aiesopimuksella myös taataan, että nykyjärjestelmän jatkokehittäminen pysyy taloudellisesti kannattavana pidemmän takaisinmaksuajan seurauksena.

Hankintasopimukseen kuuluu merkittävässä määrin varautuminen järjestelmän mahdollisiin tuleviin laajennuksiin, päivityksiin ja muu-



Kuva 9 Junakulunvalvontahankkeen kokonaisuus, ja tärkeimmät liittyvät hankkeet, sekä varautuminen järjestelmän jatkokehitykseen.

toksiin järjestelmän oletetun kolmenkymmenen vuoden elinkaaren aikana. Näitä ovat mm. uusien junasarjojen hankinta, järjestelmän päivittäminen liikkuviin suojaväleihin sekä järjestelmän maantieteellinen laajentaminen. Järjestelmän elinkaaren aikana radioverkkoteknologiassa tullaan todennäköisesti ainakin kerran uudistamaan tiedonsiirron selkärangan toimiva radioverkko, mikä otetaan huomioon hankkeen toteutuksessa. Kaikissa toteutettavissa hankinnoissa otetaan huomioon osajärjestelmien rajapinnat ja niiden menestyksekkääseen toteutukseen johtavat sopimusmallit ja sopimukselliset mekanismit.

Simulointien perusteella 120 sekunnin vuoroväliin pääseminen edellyttää kulunvalvontajärjestelmä uudistuksen lisäksi muutamia uusia suojavälejä, joihin tarvittavat opastimet toteutetaan kantametron osalta raidevirtapiirien korvausinvestoinnin yhteydessä ja länsimetron osalta erillisenä hankkeena.

Junakulunvalvontahankkeen asettamat vaatimukset otetaan huomioon kantametron alueella tehtävissä merkittävässä raidevirtapiirien ja opastimien korvausinvestoinnissa sekä nykyjärjestelmän kehitykseen liittyvissä projekteissa.

Järjestelmä toteutetaan siten, että operointi on mahdollista määritettyjen automaatioasteiden mukaisesti 120 sekunnin vuorovälillä. Vuorovälin tihentäminen edellyttää merkittävää investointia M400-junasarjaan, jolla korvataan nykyiset M100- ja M200-junasarjat. Lisäksi tarvitaan kymmenen uutta junaa.

Lisäksi tiettyjen syöttöasemien peruskorjausta tarvitaan varmistamaan suuremman junamäärän tarvitsema sähköenergia. Sähkön-syötöstä on tekeillä kevään 2022 aikana uusi simulaatio varmistamaan laskelmat energiantarpeesta 120 sekunnin ja 100 sekunnin junatiheyksillä.

Hanke huomioi myös metron jatkorakentamisen mahdollistamisen. Metron länsipään mahdollista jatkokehitystä on arvioitu ja siitä laadi-

taan erillinen hankesuunnitelma. Jatkokehityksen taustalla ovat mahdolliset tarpeet tehostaa junien suunnanvaihtoa Kivenlahden asemalla. Samalla mahdollistettaisiin metron jatkorakentaminen tulevaisuudessa.

Hankkeessa varaudutaan varmoina pidettävien mm. luotettavuustarpeiden lisäksi tuleviin, kasvaviin kapasiteettitarpeisiin, joista saadaan varmempaa tietoa vasta olosuhteiden vakiinnuttua. Varautuminen osana toteutettavaa hanketta mahdollistaa lisäinvestoinnin tarvittaessa, ja investoinnin askelittaisuus pienentää nykyjärjestelmien jäännösarvon alaskirjaustarvetta riskien pienentämisen lisäksi. Varautumiseen kuuluva sisältö ei sisälly tähän hankkeeseen eikä sitä ole tarkemmin kuvattu tässä hankesuunnitelmassa. Kuva 10 kirjaa joitain askelittaisen toteutuksen tuomia etuja.



Kuva 10 Askelittaisen järjestelmätoteutuksen tuomia etuja

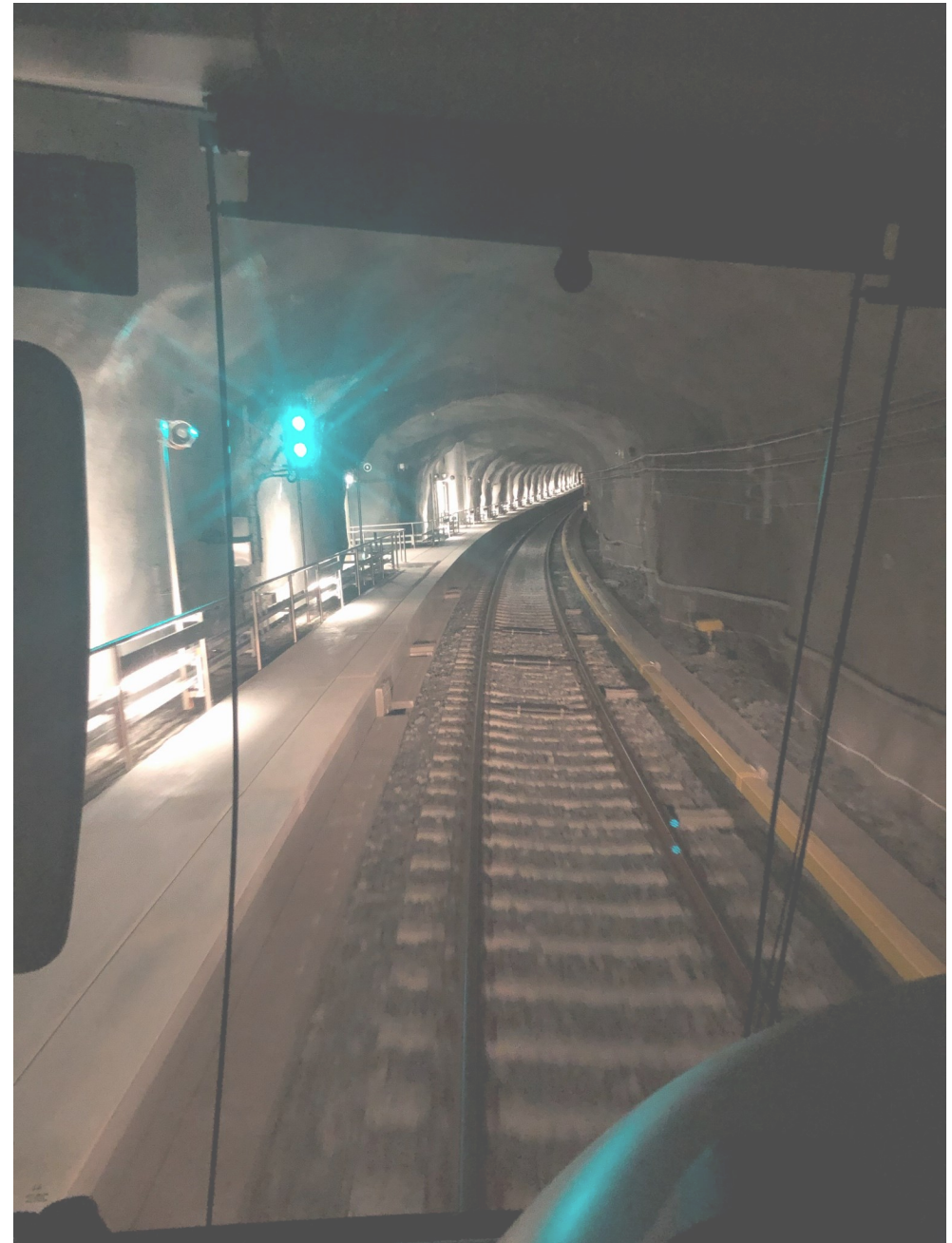
Järjestelmän ja toiminnallisten vaatimusten määrittely

Järjestelmän vaatimusten määrittelyn lähtökohtana ovat yleissuunnitelmassa asetetut tavoitteet. Hankesuunnitelman laatimisen aikana tavoitteita on tarkennettu ja laadullisia mittareita on määritetty niiden arvioimiseksi. Reunaehtoja määritettyjen tavoitteiden lisäksi asettavat muun muassa tekniset standardit, nykyisen metron toimintaympäristön ja olemassa olevan järjestelmän asettamat vaatimukset ja toimintamallit sekä markkinoilla olevat tuotteet ja niiden markkinatilanne.

Vaatimusmäärittely koskee kulunvalvontajärjestelmää, radioverkon toteutusta sekä nykyiseen liikenteenohjausjärjestelmään tarvittavia muutoksia. Tämän tyyppisissä järjestelmähankinnoissa on tyyppisesti kannattavaa määrittää järjestelmän yltäosan vaatimukset sekä suorituskyyvaatimukset. Järjestelmätoimittajan vastuulle jää vaatimusten tarkentaminen ja kohdistaminen osajärjestelmiin, jotta tilaajan asettamiin operatiivisiin tavoitteisiin voidaan päästä useiden tarjoajien järjestelmillä. Osa toiminnoista voidaan kuitenkin toteuttaa kulunvalvontajärjestelmässä tai nykyisessä liikenteenohjausjärjestelmässä, minkä takia tilaajan tulee kohdistaa osa vaatimuksista järjestelmiin tai ratkaista kohdistaminen neuvottelumenettelyn aikana.

Vaatimusten yhteys hankkeen tavoitteisiin on tärkeä olla jäljitettävissä, jotta kaikki projektin aikana tulevat muutokset vaatimuksiin saadaan käsiteltyä hallitusti. Systemaattinen muutoksenhallintaprosessi on edellytys turhien muutosten epäämiseksi ja tarvittavien muutosten tehokkaalle toimeenpanolle. Mahdolliset ristiriidat vaatimuksissa ja tavoitteissa käsitellään viiveettä. Tämä edellyttää avointa ja ratkaisukeskeistä vuoropuhelua kaikkien hankkeen sidosryhmien, järjestelmätoimittajien ja tilaajaorganisaation jäsenten kesken.

Järjestelmän tekninen toteutus ja vaihtoehtoanalyysi on esitetty tarkemmin liitteessä 2.



Järjestelmän automaatiotasot

Nykyistä järjestelmää operoidaan automaation tasolla GoA1, jossa kuljettaja ajaa asetinlaitteen varmistamien kulkuteiden turvaamana opastintietojen mukaisesti. Hankkeen tavoitteena on mahdollistaa operointi automaation tasolla GoA2. Tällöin juna liikkuu kuljettajan antaman lähtöluvan jälkeen automaattisesti seuraavalle asemalle, jossa kuljettaja vastaa junien ovien turvallisesta operoinnista. Kuljettaja myös havainnoi radalla mahdollisesti olevia ihmisiä tai muita radalle kuulumattomia asioita.

Hankesuunnitelmavaiheessa on analysoitu kaupallisen liikenteen ulkopuolisten GoA3- ja GoA4-automaatioasteiden hyötyjä, riskejä ja niiden hallitsemiseksi tarvittavia toimenpiteitä.

Liikennöinnin aloittamisen ja lopettamisen sekä varikon ja linjan välillä siirtymisen automatisoinneilla ei nähty saavutettavan sellaisia hyötyjä, jotta niiden riskien hallitsemiseksi tarvittavia toimenpiteitä kannattaa toteuttaa.

Junien kääntäminen linjaliikenteessä nähtiin tukevan metrolinjan luotettavuustavoitteita siinä määrin, että tarkempi suunnittelu käynnistetään. Lisäksi varikon sisällä tapahtuvien automatisoitujen liikkeiden hyödyistä ja riskeistä tehdään tarkempi arviointi ja suunnitellaan jatkotoimenpiteet tulosten perusteella.

GoA1	GoA2	GoA3	GoA4
Kuljettaja ajaa junaa opastintietojen mukaan	Puoliautomaattinen järjestelmä, jossa juna liikkuu automaattisesti. Kuljettaja vastaa junan ovien sulkemisesta, junan lähettämisestä liikkeelle ja junaturvallisuudesta. Ongelmatilanteissa kuljettaja ajaa, ja vastaa hätäjärruttamisesta.	Juna toimii kuljettamattomana. Junassa on henkilöstöä, joka saattaa myös lähettää junan. Ongelmatilanteissa henkilöstön jäsen voi ajaa junaa, ja vastaa toiminnasta hätätilanteissa.	Täysautomaattinen junan toiminta ilman henkilöstöä junassa. Ovien toiminta ja hätätilanteet voidaan hoitaa automaation ja etäohjauksen avulla, eikä junassa tarvita henkilökuntaa matkustajaturvallisuuksien takia.
Kuljettaja ajaa junaa	Junan ohjaamossa on kuljettaja	Juna on miehitetty	Juna on miehittämätön
Normal Train Operation (NTO) Kuljettaja-ajo	Semi-automatic Train Operation (STO) Puoliautomaattiajo	Driverless Train Operation (DTO) Täysautomaattiajo	Unattended Train Operation (UTO) Miehittämätön ajo

Kuva 11 Raideliikenteen automaation tasot

Alustava käyttöönoton vaiheistus

Hankkeen toteutus perustuu olemassa olevan liikenteenohjausjärjestelmän hyödyntämiseen, ja hankkeen keskeisiä tavoitteita on välttää merkittäviä liikennehäiriöitä matkustajille. Hankkeen tavoitteiden mukainen toteutus edellyttää käyttöönoton huolellista vaiheistusta, joka usein myös määrittää hyödynnettäviä ratkaisuja. Vaiheittainen suunnitelma tärkeimpien tulosten saavuttamiseksi muodostaa oleellisen pohjan vuoropuhelulle toimittajien kanssa sekä hankkeen suunnittelulle. Tässä vaiheessa suunnitelma on riippumaton teknologiasta, laitetoimittajasta ja tuotteesta.

Hankkeen alustava käyttöönotto hyödyntää vaiheittaista lähestymistapaa:

Vaihe 1 – Radioverkon toteutus

Vaihe 2 – Kulunvalvontajärjestelmän toteutus ja rajapinnat nykyisen liikenteenohjauksen kanssa.

Vaihe 3 – M400-sarjan käyttöönotto (tämän hankkeen ulkopuolella)

Kulunvalvontajärjestelmän edellytyksenä on kaksi osaprojektia, joista ensimmäisessä toteutetaan kulunvalvontajärjestelmän tiedonsiirron selkärankana toimiva radioverkko. Toinen edellytys kulunvalvontajärjestelmälle on osaprojekti, jossa nykyiseen asetinlaitteeseen ja liikenteenohjauskeskusjärjestelmään toteutetaan tarvittavat rajapinnat ja muutokset toimintaperiaatteisiin, jotka toteutetaan tiiviissä yhteistyössä nykyisen liikenteenohjausjärjestelmän ja kulunvalvontajärjestelmän toimittajien kanssa.

Kulunvalvontajärjestelmä asennetaan vain M300-junasarjaan, mikä tarkoittaa, että operointi tapahtuu ns. sekaliikenteenä, jossa M100- ja M200-sarjojen junat operoivat pakkopysäytysjärjestelmällä ja M300-sarja uudella kulunvalvontajärjestelmällä. Sekaliikenteestä siirrytään vain kulunvalvontajärjestelmää hyödyntävään liikennöintiin M400-sarjan junien käyttöönoton myötä. Ajankohta tarkentuu liikenteen kysynnän kasvunopeuden tarkentuessa sekä M100- ja M200-sarjojen eliniän päättyessä. Näin M300-junasarjan varustamisen turvallisuuhyödyt realisoituvat ennen M400-sarjan hankintaa, ja askelittaisella lähestymistavalla molempien hankkeiden riskiprofiili saadaan matalammaksi. Jo pelkän M300-sarjan varustamisen avulla metron operoinnin riskitaso pienenee ja liikennejärjestelmän häiriönsieto parane merkittävästi.

Hankkeen aikataulu



Uuden liikenteenohjauksen junakulunvalvontahankkeen toteutuksen alustava aikataulu on esitetty kuvassa 12. Toteuttamisesta on hankesuunnitelman yhteydessä laadittu työn osittelu, jossa projekti on jaettu neljään päävaiheeseen:

Vaihe A: Hankesuunnitelman laatiminen

Vaiheella A tarkoitetaan hankesuunnitelmavaihetta, joka päättyy tämän hankesuunnitelman valmistumiseen.

Vaihe B: Tarjouspyyntöasiakirjojen laatiminen

Vaihe sisältää tarjouspyyntöjä varten tarvittavien teknisten ja kaupallisten asiakirjojen valmistelun. Vaiheessa jatketaan toimittajien kanssa vuoropuhelua ja tarkennetaan projektin suunnittelua. Sopimusmallien ja teknisten ratkaisujen tarkennuttua vaiheessa B suunnitellaan tarkemmin radioverkon toteutuksen sekä nykyjärjestelmään tehtävien muutosten aikataulu. Vaihe B alkaa vuoden 2022 alkupuolella ja kestää noin vuoden 2022 syksyyn.

Vaihe C: Kulunvalvontajärjestelmän hankintaprosessi

Vaihe sisältää hankintailmoitusten julkaisemisen ja siitä käynnistyvän hankintaprosessin läpiviemisen. Vaihe kattaa tarjoajien kanssa käytävät neuvottelut, lopullisten tarjouspyyntöjen laatimisen ja tarjousten arvioimisen sekä sopimusneuvottelut ja sopimuksen laatimisen. Vaihe alkaa vaiheen B valmistuttua ja hankesuunnitelman hyväksynnän jälkeen vuoden 2022 syksyllä ja päättyy sopimusten allekirjoittamiseen arviolta vuoden 2024 alussa.

Vaihe D: Kulunvalvontajärjestelmän toteutus

Vaihe sisältää hankittavien järjestelmien ja laitteiden suunnittelun, valmistamisen, toimittamisen ja asentamisen sekä testaamisen ja käyttöönoton. Vaihe D jakautuu EN 50126-standardin mukaisen elinkaari-prosessin mukaisiin vaiheisiin. Vaihe D alkaa sopimusten allekirjoittamisen jälkeen ja kestää arviolta vuoden 2028 loppuun asti.

GENERAL SCHEDULE	2021		2022			2023			2024			2025			2026			2027			2028			2029			2030			2031										
Version 7	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
METKA, Metro capacity programme, ATC project																																								
New train control procurement																																								
New train control project execution																																								
PHASE A, Project mandate development																																								
Project mandate preparation																																								
Project mandate approval																																								
<i>Milestone: Project mandate approved</i>																																								
PHASE B, Documentation for invitation to tenders																																								
Documents for invitation to tender																																								
Current system descriptions																																								
<i>Milestone: Invitation to tender documents ready</i>																																								
PHASE C, Procurement process																																								
Notice on public procurement preparing																																								
<i>Milestone: Notice on public procurement published</i>																																								
Participation request phase																																								
Negotiation phase																																								
Tender phase																																								
Contract phase																																								
<i>Milestone: Signature of contracts</i>																																								
Provision for complaints processing																																								
PHASE D, Execution phase																																								
Design and manufacture																																								
System testing																																								
Installations (trains, track) and track testing																																								
Commissioning																																								
Trial operations																																								
<i>Milestone: ATC system in operation</i>																																								
Radio network																																								
Option 1, 5G																																								
Planning / Development																																								
Pilot																																								
Procurement																																								
Execution																																								
Option 2, Wifi																																								
Pilot																																								
Procurement																																								
Execution																																								
<i>Milestone: System Decision</i>																																								
<i>Milestone: Radio network in operation</i>																																								
Changes in current traffic management																																								
Initial negotiations with MIPRO																																								
Procurement / Contract negotiations with MIPRO																																								
Planning / Development																																								
Execution																																								
<i>Milestone: Updated current system in operation</i>																																								
Other METKA projects																																								
Development of current system and operating model																																								
Länsimetro phase 2 interlocking																																								
Rolling stock modifications (Initial estimation)																																								
Train detection system upgrade																																								
Related projects																																								
Traction power substation renovation, Part 1 (planned)																																								
Traction power substation renovation, Part 2 (Initial estimation)																																								
M400 delivery (Initial estimation)																																								
Länsimetro phase 2																																								
Länsimetro west end network modifications (potential initial estimate)																																								

Kuva 12 Uuden liikenteenohjausjärjestelmän alustava aikataulu

Radioverkon toteutus

Kulunvalvontajärjestelmän tiedonsiirron selkärankana toimivan radioverkon hankinta ja toteutus ajoitetaan siten, että radioverkko on täysin toimintavalmis ennen kulunvalvontajärjestelmän testauksen aloittamista mahdolliset viiveet huomioiden.

Nykyisen liikenteenohjausjärjestelmän muutokset

Nykyjärjestelmän muutosten määrittely aloitetaan kulunvalvontajärjestelmän toimittajan sopimuksen solmimisen jälkeen ja toteutetaan tiiviissä yhteistyössä kahden laitetoimittajan kesken. Nykyjärjestelmän muutokset tulee ottaa käyttöön ennakkoivasti siten, että kulunvalvontahanke pystyy suorittamaan tarvittavat testaukset yhteisesti sovitussa aikataulussa mahdolliset viiveet huomioiden.

Liittyvät hankkeet

Liittyviä hankkeita toteutetaan erillisten hankesuunnitelmien mukaan. Oheisessa aikataulussa olevat ajoitukset ovat viitteellisiä ja perustuvat tämän hetkisiin ennustuksiin.

Riskit ja mahdollisuudet

Riskeillä tässä hankkeessa voidaan tarkoittaa kahta asiaa: projektiriskejä ja junaturvallisuusriskejä. Realisoituessaan projektirisakit voivat aiheuttaa hankkeelle lisäkustannuksia, laatuongelmia tai viiveitä aikatauluun. Junaturvallisuusriskeillä on suora yhteys metrol liikenteen turvallisuustasoon. Riskien käsittely tapahtuu hyvin eri tavoin: projektiriskejä hallitaan hanketta varten määritetyn riskienhallintaprosessin mukaisesti, kun taas junaturvallisuusriskejä hallitaan EN-standardien pohjalta määritetyllä turvallisuusjohtamisjärjestelmällä yhdessä laitetoimittajan kanssa. Tämä kappale käsittelee projektiriskejä.

Hankkeessa määritetyn prosessin mukaisesti riskien käsittely alkaa arvioimalla riskin luokka yhdeksi seuraavasta kolmesta. Luokan 1 riskit ovat sellaisia, jotka voivat realisoituessaan johtaa hankkeen kaatumiseen tai muihin erittäin vakaviin seurauksiin ja edellyttävät toimenpiteitä korkealla prioriteetilla. Luokan 3 riskit ovat sellaisia, joiden hallinta pystytään tekemään kertaluonteisella, vähäisellä tai yksinkertaisella toimenpiteellä eikä riskin suuruutta nähdä tarpeen arvioida tarkemmin. Luokan 2 riskit vaativat riskin vakavuuden ja todennäköisyyden tarkempaa arviointia sekä riskin kehittymisen seuranta. Projektirisakien yhteydessä käsitellään myös projektin mahdollisuudet vastaavalla tavalla. Hankesuunnitelmavaiheen aikana on tunnistettu 165 projektirisakiä, joista 29 on luokan 1 riskejä. Luokan 1 riskit poistetaan tai hallitaan alemmalle tasolle ennen hankinnan aloittamista.

Arvioinnissa kriittisimpien riskien havaittiin koskevan ongelmia järjestelmän vaatimusmäärittelyssä ja hankkeen resursoinnissa. Keskeisimmiksi syiksi riskien toteutumiselle nähtiin järjestelmämäärittelyn laatiminen liian vähäisellä markkinavuorovaiikutuksella ja kokemuksella. Hankkeen resursointiin liittyvien riskien toteutumiselle keskeisimpiä syitä ovat sidosryhmien puutteellinen osallistuttaminen ja sitouttaminen, hankkeen henkilöstön liian suuri työ määrä ja toimittajan resurssien osaaminen ja kokemus.

Riskien ja mahdollisuuksien tunnistaminen ja hallinta jatkuvat aktiivisesti koko projektin ajan. Riskiprofiili on hankkeen alkuvaiheesta aina toimittajan kanssa yhteisesti tehdyn määrittelyn päättymiseen saakka erittäin korkea. Määrittely- ja suunnitteluvaiheesta projektin toteutusvaiheeseen siirtymisen edellytyksenä on riskiprofiilin riittävä madaltuminen.

Riskit

Tekninen toteutus ei onnistu. Projektin tahtotila ei vastaa sitä, mitä on realistisesti mahdollista toteuttaa.

Tarjouspyynnön tekninen kuvaus on liian epätarkka. Seurauksena ei saada yhteneviä tarjouksia tai toteutus on epärealistinen, tarjoaja ei hahmota, mitä on tarjoamassa.

Tarjouspyynnön tekninen kuvaus on liian tarkka. Seurauksena ei synny kilpailua, koska laitetoimittajien erilaisen erilaisella arkkitehtuurilla ja toiminnallisuudella toteutettujen tuotteisiin vaadittavat muutokset eivät mahdollista kilpailukyistä tarjousta.

Tarjoaja ei ole tehnyt vastaavaa järjestelmää, aina on vähintään sovellus- ja maa-kohtaisia eroja. Yhteistyö toimittajien välillä ei toimi. Haasteita toteuttamisessa, joita tarjousta tehdessä ei olla osattu arvioida. Laitetoimittajan mennessä tappiolla projektista tulee riitainen.

Jollakin toimittajista tai tilaajalla ei ole kiinnitetty tarpeeksi resursseja. Seurauksena toimittajalla töiden viivästyminen, tilaajalla ei ole tarpeeksi resursseja ohjaamaan ja valvomaan työtä.

Hankkeen alkuvaiheessa ei pystytä arvioimaan hankkeen todellisia kustannuksia, jolloin budjetti voi ylittyä. Tästä seuraa myös julkisuusuhaitta.

Riskin torjuntatoimenpiteet

Toiminnalliset tavoitteet määritetään sidosryhmien kanssa. Projekti viestii sidosryhmille järjestelmätoimittajien ratkaisusta. Sidoryhmit osallistuvat sopimusneuvotteluihin.

Asiantuntijoina käytetään vastaavia hankkeita kokeneita. Markkinoilta löytyvien määrittelyiden aktiivinen hyödyntäminen tarjouspyyntömateriaalissa. Varmistetaan määrittelyiden sopivuus yhteistoiminnallisella kehitysvaiheella.

Markkinavuoropuhelut, yhteistoiminnallinen sopimusmalli, tilaaja määrittää toiminnalliset asiat, tilaajan hyödyntämät ulkoiset asiantuntijat, joilla kokemusta vastaavista hankkeista. Olemassa olevien ja yleisesti käytettyjen määrittelyiden hyödyntäminen tarjouspyynnössä

Valitsemiskriteereinä on toiminnalliset ja operatiiviset vaatimukset. Asiakas ei määritä teknisiä ratkaisuja. Hankintamuotona (kilpailullinen) neuvottelumenettely.

Yhteistoiminnallinen toiminta kehitysvaiheessa. Muutoksenhallinnan määrittäminen sopimuksessa korvauksineen. Osavaiheiden vaatimusmukaisuuden varmistaminen porttiprosessilla. Big room -työskentely. Kaikki toimijat sitoutetaan hankkeen arvoihin ja edellytetään niiden mukaista toimintaa. Valintaperusteissa arvioidaan yhteistyökykyä. Hanke ennakoit tarvittavan sidosryhmien tuen määrän.

Toimittajan riittävistä pätevistä resursseista huolehditaan sopimuksellisesti. Asiakas varautuu hankkeen kuormitukseen asiantuntijasopimuksin ja sidosryhmien tuen varmistamalla. Toimittajan työn laatu varmistetaan jatkuvasti porttiprosessilla.

Hankkeen riski- ja hankevaraus tehdään pohjautuen vastaavien hankkeiden toteumiin. Kustannuseuranta tehdään ajantasaisena ja riski- ja hankevaraus päivitetään jatkuvasti simuloinnin pohjalta.

Hankkeen jälkeiset toimenpiteet

Hankkeessa toteutetaan vaatimusmäärittelyt tuleville kalustohankinnoille, jotta M400-sarjan ja mahdollisten uuden kunnossapitokaluston toimituksissa kulunvalvontajärjestelmän junalaitteet voidaan toimittaa osana hankintaa. Hanke varautuu siihen, että M400-sarjan hankinta käynnistyy ennen kulunvalvontajärjestelmähankkeen käyttöönottoa. Vuorovälin tihentäminen 120 sekuntiin on mahdollista M400-sarjan kaluston käyttöönoton jälkeen. 120 sekunnin vuoroväli edellyttää junamäärän kasvattamista nykyisestä kymmenellä.

Hankkeessa varmistetaan, että kulunvalvontajärjestelmässä käytetty teknologian mahdollistaa tulevaisuudessa päivittämisen 100 sekunnin vuoroväliin ja liikkuviin suojaväleihin. Tässä vaiheessa ei ole kannattavaa valmistella optiona kysyttävää hankintaa tämän tarkemmin, koska 100 sekunnin vuoroväliä edellyttävän kapasiteettitarpeen ajankohdasta saadaan varmempaa tietoa vasta pandemian vaikutusten tasaannuttua. Järjestelmän tulee myös mahdollistaa automaatiotason nostaminen tasoille GoA3/4, mikä edellyttää myös muita merkittäviä toimenpiteitä, joten päätös järjestelmän automaatiotason nostamisesta tehdään samaan aikaan kuin päätös vuorovälin edelleen tihentämisestä.



Kuva: Länsimetro kuva-arkisto

Vaikutukset organisaatioon

Operoinnin automaatioasteen muuttuminen vaikuttaa kaikkiin metron operoinnin toimintoihin ja pahimmillaan aiheuttaa merkittäviä teknisiä, operatiivisia ja työhyvinvointiin liittyviä ongelmia. Järjestelmän vaatimusten määrittelyssä ja muutosten toteutuksen suunnittelussa tullaan hyödyntämään operatiivisten toimintojen edustajia merkittävässä määrin, jotta muutosten aiheuttamat seuraukset saadaan hallittua ja paras operatiivinen osaaminen saadaan hyödynnettyä tulevaisuuden toimintamalleja määritettäessä.

Myös työnkuvat saattavat automaatioasteen muutoksen seurauksena kaivata päivitystä työhyvinvoinnin ja eri roolien houkuttelevuuden turvaamiseksi. Tässä työssä henkilöstö ja työhyvinvointi pidetään keskiössä.

Merkittävimmän muutoksen työnkuvassaan tulevat kokemaan kuljettajat, joiden tehtävä muuttuu ajamisesta valvompaan rooliin. Tällä on vaikutuksia muun muassa kuljettajien vireystilaan, jonka hallintaan kiinnitetään erityistä huomiota.

Metron liikenteenohjauskeskuksen toimintaan tehtävällä muutoksella ei ole merkittävää vaikutusta. Liikenteen säännöllisyys ja järjestelmän häiriönsietokyky voi vähentää työn kuormittavuutta, mutta vika- ja häiriötilanteiden hallinnassa tarvittavan henkilöstön takia liikenteenohjauskeskuksen merkittävä resursoinnin muutos ei ole realistista. Lisääntyvä automaatio antaa tarkempaa tietoa vikojen syistä, mikä mahdollisesti tarkoittaa vikojen ja häiriötilanteiden tulkinnan etänä.

Automaatio ja uusi teknologia lisäävät kunnossapidolta vaadittavaa erityisosaamista. Kunnossapidon osaamisen hyödyntäminen järjestelmän asennus-, testaus- ja käyttöönottovaiheessa paitsi sujuvoittaa projektia, myös kasvattaa henkilöstön pätevyyttä ja auttaa kunnossapitoa tuntemaan järjestelmän toiminnan syvällisesti. Tällä on merkittäviä positiivisia vaikutuksia käyttöönotetun järjestelmän viankorjauksen kestoon ja järjestelmän luotettavuuteen.

Järjestelmän käyttöönottovaiheessa tullaan tarvitsemaan normaalia enemmän kuljettajien, valvomoiden ja kunnossapidon työpanosta. Tilanne otetaan huomioon hankkeen suunnittelussa, ja pyritään hoitamaan pääasiassa luonnollisella poistumalla ja ennakoivalla rekrytoinnilla.

Hankeviestintä

Hankkeen mediatiedottamisesta ja julkaisuista vastaa Metron kapasiteettihanke yhdessä Kaupunkiliikenteen viestinnän sekä hankkeen osapuolten (HSL, Länsimetro oy, Espoon kaupunki) kanssa. Hankesuunnitelman hyväksymisen jälkeen laaditaan viestintäsuunnitelma, jossa määritetään tarkemmin viestinnän osa-alueet, kuten toimintatavat, sidosryhmät, viestinnän kanavat ja vastuut.

Hankkeen etenemisestä ja vaikutuksista viestitään aktiivisesti, mutta hankkeen vaikutukset matkustajille ja kaupunkiympäristölle ovat pieniä. Mahdollisista häiriöistä ja ongelmista hankkeessa tiedotetaan tarkoituksenmukaisella laajuudella. Pääkaupunkiseudun metron automatisointi on läpi metron historian herättänyt kiinnostusta myös suuressa yleisössä. Väärinymmärryksen riski on korkea, minkä takia viestintää tulee tehdä avoimesti ja ennakoivasti.

Hankkeen onnistumisen kannalta sisäinen viestintä on erittäin tärkeää. Hanke vaikuttaa metron operointiin merkittävästi ja muutosten aiheuttamat haasteet käsitellään yhdessä operoinnin kanssa aktiivisella vuoropuhelulla. Vuoropuhelun toteutuminen varmistetaan osallistamalla metron toimintojen edustajia päätöksentekoon sivulla 27 esitetyllä tavalla.

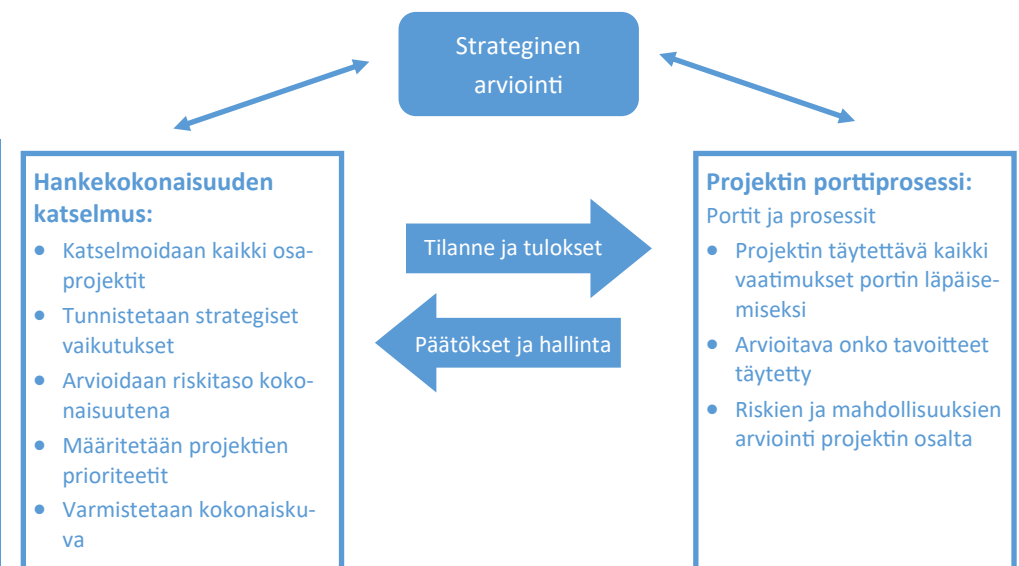
Sidosryhmä	Kommunikointitapa	Kuinka usein
Kaupunkien päättäjät	Informaatio kokouksessa	Kerran vuodessa
METKA yhteistyöryhmä	Informaatio kokouksessa	Neljä kertaa vuodessa
Muut hankkeet, jotka ovat läheisesti METKAan linkittyneitä	Koordinaatioryhmä	Kerran kuukaudessa
Kaupunkiliikenne Oy, HSL, Länsimetro Oy työntekijät	Tiedotteita	Säännöllisesti kahden-kolmen kuukauden välein, ja kun on merkittäviä tapahtumia
METKA projektitiimi	Kuukausi-info	Kerran kuukaudessa
Kansainväliset yhteistyöforumit, esim. UITP	Esitelmät, projektitiedotteet	Tilaisuuksien mukaan
Lehdistö, suuri yleisö	Lehdistötiedotteet	Merkittävien tapahtumien yhteydessä ja muuten pari kertaa vuodessa
Keskeiset henkilöstöryhmät, joihin hanke vaikuttaa	Säännöllinen keskusteluyhteys, kuljettajatapaamiset Käyttäjärühmä	Useita kertoja vuodessa / kvartaaleittain Kuukausittain

Tavoitteiden varmistaminen

Hankkeen johtamismalli

Hankkeen strategisia tavoitteita seurataan ja ohjataan varmistuen, että pääkaupunkiseudun ja kunkin kunnan hankkeelle asettamat tavoitteet voidaan saavuttaa, ja että niitä ohjataan ajanmukaisesti kehityksen mukaan. Hanke on osa metron kapasiteettihankkeen projektiportfoliota.

Hankkeessa noudatetaan ns. porttiprosessia, jonka tarkoituksena on varmistaa, että projektissa minimoidaan uudelleen tekemisen riski ja toteutetaan hyvin määriteltyjä kokonaisuuksia. Kunkin osaprojektin päällikkö on vastuussa porttiprosessin mukaisesta johtamisesta hankkeen vaatimuksenmukaisuuden varmistamiseksi. Osaprojektien projektipäälliköt vastaavat muutosten ja riskien hallinnasta heille määriteltyjen valtuuksien rajoissa.



Kuva 13 Hankkeen johtamismalli

Hankkeen päätöksenteon elimet

Kapasiteetin nostolle ja liikennöinnin luotettavuudelle on asetettu korkean tason yhteistyöryhmä, jonka jäseninä ovat hankkeen toteutuksen esittelijät poliittisille päättäjille. Yhteistyöryhmässä on edustettuna HKL, Espoon kaupunki, HSL, Länsimetro Oy ja Kaupunkiliikenne Oy.

Yhteistyöryhmän toiminta on erittäin keskeisessä roolissa, sillä ryhmässä ovat rahoituksesta vastaavat tahot, ja eri tahoilla on helposti erilaisia intressejä. Yhteistyöryhmä vastaa hankkeen päätösten valmistelusta kaupunkien asettamien tavoitteiden mukaisesti. Yhteistyötä määrittää Espoon kaupungin ja HKL:n välillä neuvoteltu yhteistyösopimus hankkeen suunnittelusta, sekä muut nykyiset ja tulevat sopimukset toteutusprojekteista sekä kustannusten jaosta.

Kapasiteetin noston kokonaisuudesta vastaa hankejohtaja. Kapasiteetin noston keskeinen toimenpide on kulunvalvontajärjestelmän uusiminen, jonka etenemisestä hankejohtaja raportoi yhteistyöryhmälle. Hankejohtaja myös vastaa muista yleissuunnitelmassa esiteltyjen metron kapasiteetin ja luotettavuuden nostoon liittyvien toimien etenemisestä sekä koordinoi yhteistyötä ja tavoitteita liittyvien investointien osalta. Näiden muiden toimien ja projektien kustannukset eivät kuulu tämän hankesuunnitelman piiriin.

Hankeella on merkittävä vaikutus metron operointiin kaikkien metron toimintojen osalta, minkä takia hanketta varten on perustettu koordinaatioryhmä, jonka tehtävänä on varmistaa, että projekti toteuttaa kaikkien keskeisten osapuolten vaatimukset ja ratkaisu mahdolliset ristiriidat. Koordinaatioryhmäs-

sä on edustajat kaikista metron operaattorin yksiköistä sekä HSL:n ja Länsimetron edustajat. Projektin ohjausryhmä vastaa projektinhallinnallisesta ohjauksesta, kun taas projektiryhmä projektin valvonnasta, raportoinnista ja suunnittelusta. Kuljettajien, kunnossapidon ja liikenteenohjauksen näkökulma tuodaan esille käyttäjäryhmässä, joka käy säännöllistä vuoropuhelua projektin kanssa. Muita projektiryhmiä perustetaan työvaihe- ja työkohtaisesti tarpeen mukaan. Lisäksi hankkeen projektiriskien ja toiminnallisen turvallisuuden hallitsemiseksi on määritetty erilliset säännöllisesti kokoontuvat asiantuntijaryhmät.



Kuva 14 Hankkeen päätöksenteon elimet

Kustannukset ja niiden jakautuminen

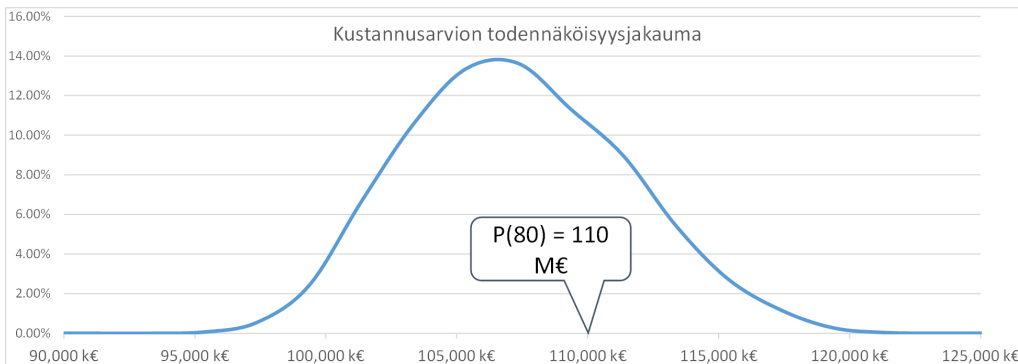


Hankkeen kokonaiskustannusarvio on 110 miljoonaa euroa. Kustannusarvio jakaantuu hankekustannuksiin, kulunvalvontajärjestelmän ja radioverkon hankintaan sekä nykyjärjestelmään toteutettaviin muutoksiin. Lisäksi varataan erikseen riskienhallintaprosessin tulosten perusteella 8,5 milj. euron riskivaraus sekä ennalta arvaamattomien menojen kustannusta varten kymmenen prosentin hankevaraus.

Hankekustannuksista merkittävin osa koostuu projektityöstä, joka sisältää tilaajan projektityöntekijöiden työtä, ulkoisten asiantuntijoiden työtä sekä myös merkittävässä määrin tilaajan muiden yksiköiden, kuten kunnossapidon ja liikennöintiyksikön työtä. Lisäksi kustannukset sisältävät tilat, ohjelmistot ja muut tarvittavat välineet ja palvelut.

Kulunvalvontajärjestelmän hankinnan kustannus jaetaan valvomo-, rata- ja kalustokustannuksiin. Kulunvalvontajärjestelmän kustannukseen vaikuttaa järjestelmätoimittajan kustannustason lisäksi sovitun työn rajaus ja määritetyt vastuut sekä tilaajan organisaation tuki sekä vaatimusmäärittelyjen ja toimitettujen lähtötietojen tarkoituksenmukaisuus.

Liitteessä 2 esitellyt toteuttamisvaihtoehdot määrittävät radioverkon investointi- ja käyttökustannusten suhdetta. Suhde tarkentuu radioverkkoteknologiasta tehtävän pilotin sekä järjestelmätoimittajien ja radioverkko-operaattoreiden kanssa käytävien neuvottelujen myötä.

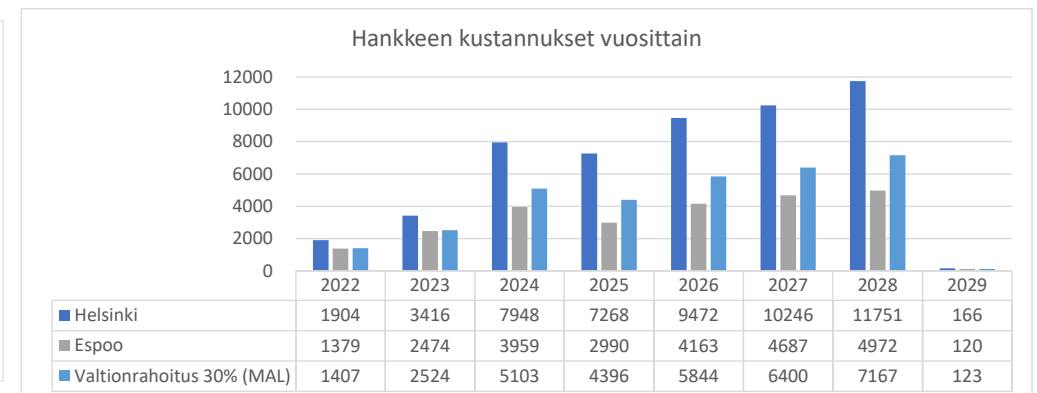


Kuva 15 Kokonaiskustannusten todennäköisyysjakauma, miljoonaa euroa

Nykyiseen liikenteenohjausjärjestelmään toteutettavien toiminnollisuuksien ja rajapintojen kustannus tarkentuu vasta kulunvalvontajärjestelmätoimittajan kanssa käytyjen neuvotteluiden jälkeen.

Tavoitteena on kokonaistaloudellisesti alhaisimmat elinkaarikustannukset koko metron osalta. Tällöin osaoptimoitua ja ratkaisujen rajoittamista liian aikaisin toteutetuilla ja sitovilla määrittelyillä on vältettävä erityisesti nykyisen liikenteenohjausjärjestelmän ja kulunvalvontajärjestelmän osalta. Hankintojen vertailuperusteena ovat elinkaarikustannukset investointikustannuksen sijaan. Riskeistä ja toteutuksista tulevat vastaamaan ne, jotka pienimmällä kustannuksella ja parhaalla osaamisella pystyvät niitä hallitsemaan.

Kustannusarviota ei avata edellä mainittujen osa-alueiden osalta, koska neuvotteluita laitettoimittajien kanssa ei olla vielä käyty. Hankesuunnittelussa kertyneen tiedon perusteella kustannusten vaihteluväli on simuloitu osa-aluekohtaisesti. Sen perusteella alla esitetään kokonaiskustannusten jakauma (Kuva 15) sekä kustannusten jakautuminen vuosittain (Kuva 16). Arvioissa on otettu huomioon kustannusriskisimulaatioon sisältyvän vaihtelun lisäksi kymmenen prosentin hankevaraus sekä osa-aluekohtaisen arvioiden ulkopuolelle jääneiden riskien pohjalta tehty riskivaraus (noin 7,5 %).



Kuva 16 Kustannusten jakautuminen vuosittain, tuhatta euroa

Kustannusten jakautuminen

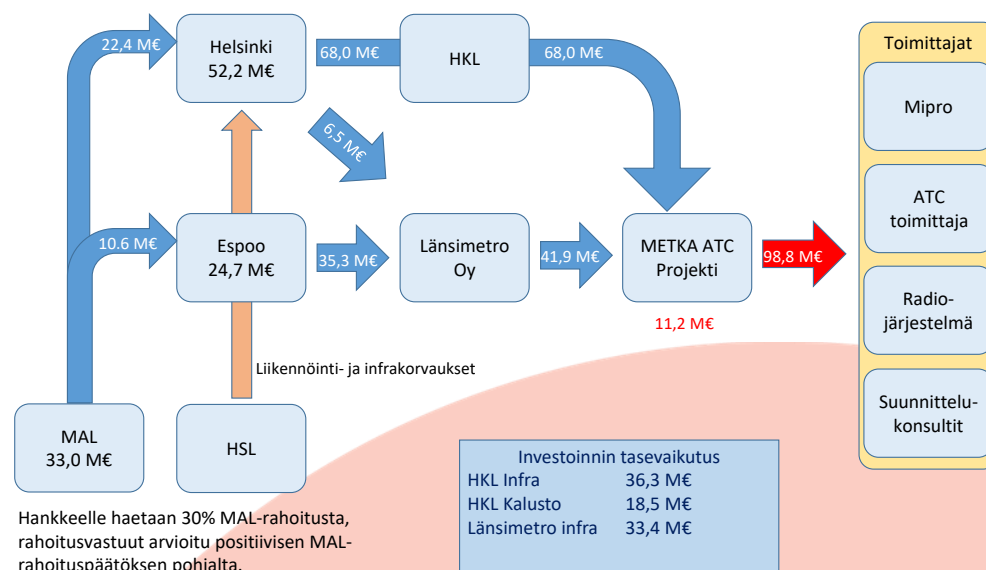
Hankesuunnitelmassa on käytetty kustannusjaon oletuksena Helsingin ja Espoon kaupunkien välistä sopimusta metron kustannusten jaosta. Sopimuksessa on määritelty, että länsimetron kustannukset jaetaan alueellisen aiheuttamisperiaatteen eli kuntarajojen mukaan Espoon ja Helsingin kesken. HKL vastaa kantametron alueelle kohdistuvista kustannuksista ja Länsimetro omalle alueelleen kohdistuvista kustannuksista. Lisäksi Helsingin ja Espoon välillä on sovittu, että valvomojärjestelmiin ja kalustoon kohdistuvat kustannukset ovat HKL:n vastuulla.

Hankkeen valmistelusta ja suunnittelusta aiheutuvat kustannukset on sovittu jaettavaksi rahoittajien kesken aiheuttamisperiaatteen mukaan ratakilometrien mukaisessa suhteessa. Helsingin osuus näistä kustannuksista on 58 % ja Espoon 42 %. Ilman MAL-rahoitusta Helsingin kaupungin osuus hankkeen kustannuksista on 68,0 milj. euroa HKL:n järjestelmiin liittyen ja 6,5 milj. euroa Länsimetron järjestelmiin liittyen, eli yhteensä 74,5 milj. euroa. MAL-rahoitus huomioiden Helsingin investointi on 52,2 milj. euroa. Espoon osuus hankkeen kustannuksista ilman MAL-rahoitusta on 35,3 milj. euroa Länsimetron toteuttamana investointina, ja MAL-rahoitus huomioiden 24,7 milj. euroa. Länsimetron kokonaisinvestointi on 41,9 milj. euroa.

Hankkeen toteutuskustannukset jaetaan HKL:n ja Länsimetron välillä. Jaossa on käytetty oletusta, että Länsimetron kustannukset jakautuvat Helsingille ja Espoolle suhteessa omistus-osuuksiin. Taulukon 2 kustannusarviossa on yllä mainittujen periaatteiden mukaan tehty oletettu jako eri kustannuslajeille Helsingin ja Espoon / HKL:n ja Länsimetro Oy:n välillä, jota on käytetty kustannusanalyysin jyvittämisessä eri osapuolille. Hankkeelle haetaan MAL-rahoitusta, jolloin valtio osallistuisi kustannuksiin 30 % osuudella. Kuvassa 17 on esitetty hankkeen rahoitusvastuiden jakautuminen 110 milj. euron kokonaiskustannusarviolla.

Hankkeen toteuttamisesta ja sen kustannusjaosta tullaan sopimaan erillisellä sopimuksella HKL:n, Länsimetro Oy:n ja Kaupunkiliikenne Oy:n välillä.

Yleissuunnitelmassa hankkeen kokonaiskustannuksiksi oli arvioitu 90-125 miljoonaa euroa.



Kuva 17 Hankkeen rahoitusvastuiden jakautuminen ja rahoitusvirrat 110 milj. euron kustannusarvion mukaan

Kohde	HKL	Länsimetro Oy	Helsingin kaupunki	Espoon kaupunki
Hankekustannukset	50,2%	49,8%	58,0%	42,0%
Ratalaitteiden kustannukset	Rajalta poikki			
Radioverkko	Rajalta poikki			
Valvomokustannukset	100,0%	0,0%	100,0%	0,0%
Kalustokustannukset	Rajalta poikki			

Taulukko 2 Kustannusten jaossa käytetyt osuudet

Hankkeen vaikutusten arviointi

Keskeiset vaikutukset



”Maailman toimivin kaupunki” on Helsingin kaupungin ja ”vastuullinen ja inhimillinen edelläkävijäkaupunki” vastaavasti Espoon kaupungin visio siitä, minkälaisen kokemuksen kumpikin kaupungeista haluaa tarjota ihmisille.

Toimiva joukkoliikenne on keskeinen osa toimivaa, nykyaikaista kaupunkikuvaa. Se on verkosto, joka koostuu useista eri liikennevälineistä, ja metro toimii sen selkärangana tarjoten korkeakapasiteettisen ja nopean yhteyden itä-länsi-suunnassa. Metron suosio näkyy kasvavina matkustajamäärinä, joten palvelutason ylläpito vaatii kapasiteetin kohottamista. Metron kapasiteetin kohottaminen ja järjestelmän käyttövarmuuden parantaminen vaikuttavat positiivisesti molempien kaupunkien kaupunkimielikuvaan. Korkeampi kapasiteetti sallii jatkuvan rakentamisen metron vaikutusalueella, kun kapasiteetti riittää myös uusille matkustajille. Näin metron kapasiteetin kohottaminen muokkaa kaupunkikuvaa.

Merkittävimmät vaikutukset metron kapasiteettihankkeella on metron ennusteiden mukaan ruuhkautuviin osiin, erityisesti Tapiolan länsipuolella sekä väleillä Herttoniemi–Kalasatama ja Myllypuro–Itäkeskus. Tapiolan länsipuolella on siirryttävä uuteen aikataulumalliin kaikissa tarkastelutapauksissa tämän vuosikymmenen aikana matkustajamäärän kasvaessa yli kapasiteetin. Kruunusillat-hanke tulee pienentämään itämetron kuormitusta n. 11% vuodesta 2027 alkaen, mikä siirtää hieman eteenpäin ajankohtaa, jolloin idän suuntaan tarvitaan lyhyempiä vuorovälejä. Ilman Kruunusillat-hanketta matkustajamäärät saavuttaisivat maksimikapasiteetin vuoteen 2030 mennessä, jos pandemian aiheuttamat muutokset liikkumistarpeessa eivät jää pysyviksi.

Kapasiteettihankkeen keskeisin uudistus on kulunvalvontajärjestelmän toteutus. Se mahdollistaa liikenteenohjausjärjestelmän osalta junavälien tihentämisen nykyisestä 2,5 minuutin vuorovälistä keskeisillä osilla ensin 2 minuutin vuoroväliin, ja lisäinvestointien avulla edelleen 1 minuutin 40 sekunnin vuoroväliin. Näin ollen kahden linjan järjestelmässä kumpaakin linjoista on mahdollista liikennöidä nykyisen 5 minuutin välin sijasta aluksi 4 minuutin ja lisäkapasiteettivarauksen käytön osoittautuessa tarpeelliseksi 3 minuutin 20 sekunnin vä-

lein. Tällöin matkustajien keskimääräiset odotusajat lyhenevät, ja liikennemuodosta tulee entistä houkuttelevampi. Tihennetty liikenne myös pienentää ruuhka-aikojen junakohtaisia maksimimatkustajamääriä vaikuttaen edelleen positiivisesti matkustajakokemukseen. Uusi junakulunvalvontajärjestelmä mahdollistaa myös toimintojen automatisointia, jolla voidaan saavuttaa monenlaisia etuja ja hyötyjä operoinnille.

Metron turvallisuustasoa voidaan nostaa uudella kulunvalvontajärjestelmällä. Helsingin metron on toiminut yli kaksikymmentä vuotta ilman vakavia junaturmia. ”Läheltä piti” -tilanteiksi luokiteltavia tapauksia on ollut jonkin verran. Erittäin matalaan onnettomuustasoon on päästy henkilökunnan hyvän toiminnan ansiosta. Tekniikan luotettavuus on ollut aikaisemmin riittävällä tasolla, mutta luotettavuuden arvioidaan heikkenevän tulevina vuosina merkittävästi, tosin kehityksen ennustaminen täsmällisesti on haastavaa.

Jatkossa on kuitenkin syytä parantaa turvallisuustasoa, koska ison liikenneyhteyksikön onnettomuus on usein seurauksiltaan suuri. Uusitun kulunvalvontajärjestelmän ja uuden tekniikan avulla on mahdollista nostaa turvallisuustasoa merkittävästi.

Arvioinnin lähtökohdat

Junakulunvalvontahankkeen vaikutusten arvioinnin lähtökohdaksi on pidetty Metron kapasiteettihankkeelle yleissuunnitelmassa asetettuja tavoitteita.

Metron kapasiteettihankkeen yleissuunnittelun yhteydessä on laadittu useita selvityksiä ja niissä tehdyt havainnot ja löydökset on huomioitu tässä hankesuunnitelmassa. Yleissuunnitelmaan vaikutti merkittävästi maailmanlaajuisen pandemian aiheuttamat muutokset matkustajamääräarvioihin. Nämä ovat vaikuttaneet merkittävästi myös tässä hankesuunnitelmassa esitettyihin ratkaisuihin.

Vaikutukset saavutettavuuteen ja palvelutason

Suunnittelun mukainen junakulunvalvontajärjestelmä lisää ratakapasiteettia 20-33 % koko rataverkolla tiheämpien suojavälien hyödyntämisen ansiosta:

- Pientää minimijunaväliä ja lisää laskennallista ratakapasiteettia
- Minimivuorovälejä voidaan lyhentää nykyisestä 150 sekunnista 120 sekuntiin

Parempaa täsmällisyyttä koko rataverkolla (edellytys myös junamäärien lisäämiselle).

- Helpottaa häiriöistä palautumista, kun voidaan lähteä nopeammin edellä ajavan junan perään, pienentää liikennehäiriöiden haittavaikutuksia matkustajille
- Mahdollistaa liikenteen optimoinnin systemaattisesti järjestelmän tunnistaman kuormitusilanteen perusteella

Parantaa saavutettavuutta ja pienentää matkavastusta junatarjonnan (määrä ja laatu) parantuessa.

Mahdollisuus minimoida rakentamisvaiheen liikennehäiriöitä.

Parempaa palvelua luotettavamman ja ajantasaisen liikennetiedon avulla.

Vaikutukset liikennejärjestelmän turvallisuuteen

Nykyisen järjestelmän toimintavarmuus heikkenee, kun jo noin 40 vuotta käytössä olleet komponentit lähestyvät käyttöikänsä loppua. Turvallisuuden ja luotettavuuden kannalta kulunvalvonnan uudistaminen on siis välttämätöntä.

- Käytössä oleva teknologia on saavuttanut elinkaarensa pään Kulunvalvontajärjestelmä parantaa turvallisuutta:
- Järjestelmän luotettavuus paranee ja onnettomuusriski voidaan minimoida
- Ajantasaisen tiedon hyödyntäminen helpottuu
- Liikennetilanteen ennakointi paranee, kun tieto on luotettavampaa ja kulkee molempiin suuntiin
- Turvallisuus ratatöissä paranee
- Liikenne rajoitteita voidaan valvoa ja automatisoida paremmin
- Häiriöherkkyyden alenee, häiriöiden vaikutukset pienenevät ja häiriöistä palautuminen nopeutuu
- Ajantasainen tiedotus ja lisäpalvelut parantavat matkustajien kokemaa turvallisuutta

Vastattava myös uudella turvallisuuksiin, kuten kyberturvallisuus Moderni digitaalinen kulunvalvonta mahdollistaa muiden teknologioiden käyttöönoton tai integroimisen järjestelmään (esim. erilaisten sensorien käyttöönotto)

- Mahdollistaa järjestelmän jatkokehittämisen, nykyisen vanhan teknologian kehittäminen ei ole kannattavaa

Vaikutukset taloudelliseen kestävyteen

Oleellista on verrata eri skenaarioiden elinkaarikustannuksia toisiinsa, koska investointi tarvitaan joka tapauksessa. Nykyisen järjestelmän ylläpitokustannukset kasvavat merkittävästi, kun järjestelmä vanhenee ja varaosien saataavuus vaikeutuu entisestään.

- Huomioitava myös muut investoinnit, joita tarvitaan joka tapauksessa, esimerkiksi MetroLAN:in korvaava radioverkko.
- Kulunvalvontajärjestelmä mahdollistaa kustannusten lisäksi yhteiskuntataloudellisia hyötyjä:
- Aikasäästöt häiriönhallinnan, täsmällisyyden paranemisen ja liikenteen lisäämisen kautta
 - Parantaa esim. jo tehtyjen ratakankkeiden kannattavuutta, kun samalla infrainvestoinnilla saadaan tuotettua enemmän liikennettä ja sitä kautta enemmän hyötyjä, esimerkiksi Länsimetron jatke
 - Kunnossapitokustannusten optimointi mahdollista
 - Voidaan vastata joustavasti tulevaisuuden kehitystarpeisiin mm. automaatiota hyödyntämällä

Vaikutukset ekologiseen kestävyteen

Suomi on sitoutunut puolittamaan liikenteen päästöt vuoteen 2035 mennessä. Helsinki ja Espoo ovat asettaneet tavoitteekseen olla hiilineutraaleja vuoteen 2030 mennessä. Tavoitteita ei saavuteta, ellei raideliikenteen kulkumuotojen osuus lisäänty merkittävästi.

Ilmastovaikutusten kannalta tehokkaimpia ovat nykyisen infran hyödyntämistä tehostavat hankkeet, kuten kulunvalvontajärjestelmän kehittäminen ja pienet parantamistoimet, joilla ei ole merkittävää materiaalivaikutusta. Moderni kulunvalvontajärjestelmä tarjoaa työkaluja päästöjen vähentämiseen:

- Ratakapasiteetin tehokkaampi käyttö ja parempi saavutettavuus suojavälejä tihentämällä:
- Parempi liikenteen tarjonta ja täsmällisyys tukevat kulkumuotosiirtymää kestäviin kulkutapoihin
- Ruuhka-aikaan enemmän kapasiteettia -> lisää vähäpäästöisten liikennemuotojen osuutta
- Tukee päästövähennystavoitteen saavuttamista Helsingin seudulla kapasiteetin lisäämisen ja täsmällisyyden kautta
- Lisäkapasiteetti mahdollistaa entistä tiiviimmän maankäytön radan varteen
- Mahdollistaa energiansäästön kannalta optimaalisen ajotavan -> vähentää metroliikenteen kulutusta
- Mahdollisuus hyödyntää automaatiota täysimääräisesti
- Ratalaitteiden määrän vähentäminen pienentää materiaalivaikutusta

Vaikutukset sosiaaliseen kestävyteen

Liikennetarjonnan lisääminen parantaa myös sosiaalista kestävyttä, sillä parantunut tarjonta lisää asukkaiden liikkumismahdollisuuksia esteettömällä, kaikille liikkujaryhmille avoimella kulkumuodolla.

- Metrojärjestelmä on esteetön ja helppokäyttöinen ja tarjonnan parantaminen edistää tasavertaisia liikkumismahdollisuuksia
- Parantuvat liikkumismahdollisuudet edistävät myös kestäviin kulkumuotoihin tukeutuvan aluerakenteen kehittymistä.
- Metroliikenteen kehittäminen tukee kestävien kulkumuotojen matkaketjuja, kun esim. polkupyörän kuljettaminen metrossa on mahdollista

Metron liikenteenohjauksen kehittämisen tuomat säästöt operaattorille

Säästetään energiaa

- Energiaa säästyy metron sähköenergian tarve pienessä, koska automaattiajaja vähentää ajosähkön tarvetta 20-25 % verrattuna tilanteeseen, jossa käytössä ei ole energiaa säästävää järjestelmää. Toisaalta osa näistä säästöistä saavutetaan jo tänä päivänä kuljettajien avustusjärjestelmän avulla, joten nettohyödyksi arvioidaan 8-13 %.

Metrojunien ylläpitokustannukset alenevat

- Jos siirrytään puoliautomaattiajajaan, metrojunilla ajetaan tasaisemmin, ja sekä jarrujen että pyörien kuluminen vähenee, jolloin näiden huoltokustannukset laskevat n. 20 %.

Vaikutukset metrojärjestelmän tuomiin tuloihin ja yhteiskunnallisiin hyötyihin

Matka-ajat lyhenevät joukko- ja henkilöautoliikenteessä

Odotus- ja vaihtoajat asemilla ovat lyhyet. Metron käyttö on vaivatonta ja nopeaa myös verkon latvoilla. Aikatauluja ei tarvitse seurata. Ajan arvolla 10 euroa/tunti hyöty olisi vuonna 2030 noin 3,5 miljoonaa euroa vuodessa 120 sekunnin vuorovälillä.

Kun metroa laajennetaan, matka-aikahyödyt kasvavat matkustajamäärien suhteessa.

Investoinnista olisi hyötyä myös autoilijoille matka-aikasäästöinä ja pienentyneinä onnettomuuskustannuksina.

Säästetään tie- ja katuinvestoinneissa, ympäristö- ja onnettomuuskustannuksissa

Joukkoliikenteen vetovoiman kasvaessa henkilöautoliikenteen kasvu puolestaan tasaantuu. Näin tarve investoida tie- ja katuverkon välityskyvyn nostoon vähenee.

Taulukossa 3 on esitetty kapasiteetin noston vuosittaiset rahamääräiset hyödyt sekä yhteiskunnallisten tulojen lisäys ja säästöt vuonna 2030. Suurin yksittäinen hyötyerä on vertailutilanteen joukkoliikennematkustajien aikahyöty.

Joukkoliikenteen käyttö kasvaa

Kun matka-ajat lyhenevät, metron ja koko joukkoliikenteen käyttö kasvaa. Osa uusista matkustajista tulee kevyen ja henkilöautoliikenteen käyttäjistä. Osa matkoista on uusia matkoja, joita syntyy välimatkojen lyhentyessä. Osa taas on uusia metron käyttäjiä, jotka siirtyvät nopeammalle reitille muista joukkoliikenteen muodoista.

Metronousut vuorokaudessa kasvavat mallitarkastelun perusteella vuoden 2030 skenaariossa 2,3 %, kun vuoroväli tihenee 120 sekuntiin (verrattuna skenaarioon 2030 150 KIL) ja 3,7 %, kun vuoroväli tihenee 100 sekuntiin (verrattuna skenaarioon 2030 150 KIL).

Kun metroverkon laajuus kasvaa, uusien matkustajien määrä voi yli kaksinkertaistua edellä esitetyistä.

Lipputulot kasvavat

Matkustajamäärien kasvu tuo lisää lipputuloloja. Nykyisellä metroverkon laajuudella ja nykyisellä lippuhinnan tasolla lisätulo olisi vuonna 2030 noin 1–1,6 miljoonaa euroa.

Vuonna 2050 lisätulo ylittäisi arvioilta 2,4 miljoonaa euroon/vuosi.

Arvioinnin lähtökohdat

Tulojen lisäyksiksi lasketaan:

- Joukkoliikenteen lipputulosten kasvu, joka on määritetty Helmet 3.1 -liikennemallin ennustamien matkamäärien avulla.
- Vuokra- ja mainostulojen kasvu, joiden voidaan ajatella olevan verrannolliset metronousujen määrän kasvuun.

Yhteiskunnallisiin vaikutuksiin lasketaan:

- Joukkoliikennematkustajien aika- ja palvelutasohyödyt sekä vertailutilanteen matkustajien, että siirtyvien, uusien matkustajien osalta. Matka-aika- ja matkavastussuoritteet on laskettu Helmet 3.1 -mallin avulla, ja ajan arvoina on käytetty Väyläviraston ratahankeiden hankearviointiohjeen mukaisia ajan arvoja (n. 10 €/h). (Liikennevirasto, 2013)
- Tieliikenteen aikakustannussäästöt vähenevän autoliikenteen myötä on laskettu Helmet 3.1 -mallin avulla, ja ajan arvoina on käytetty Väyläviraston ratahankeiden hankearviointiohjeen mukaisia ajan arvoja (n. 10 €/h henkilöautomatkoilla ja n. 33 €/h kuorma-automatkoilla). (Liikennevirasto, 2013)
- Tieliikenteen onnettomuuskustannukset, jotka on määritetty Helmet 3.1 -mallin tuottamien väylätyyppikohtaisten kilometrisuoritteiden ja onnettomuusasteiden mukaan. Henkilövahinko-onnettomuuden hintana on käytetty Väyläviraston ratahankeiden hankearviointiohjeen 598 899 €/onnettomuus. (Liikennevirasto, 2013)

Tieliikenteen CO₂-päästökustannukset, jotka on määritetty Helmet 3.1 -mallin tuottamien tieliikenteen kilometrisuoritteiden ja VTT:n ALIISA ja LIISA-mallien perusteella laskettujen yksikköpäästökertoimien perusteella. VTT:n arviot CO₂-yksikköpäästökertoimiksi vuodelle 2030 ovat 93 g/km (HA) ja 560 g/km (KA). Vuoden 2050 päästökertoimet ovat 46 g/km (HA) ja 408 g/km (KA). (VTT, 2020).

Kannattavuuden arviointi

Kannattavuuden arvioinnissa on huomioitu tässä vaiheessa tunnistetut tulojen lisäykset ja yhteiskunnalliset vaikutukset. Hankkeen yhteiskunnallinen H/K on 1,05 kahdenkymmenen vuoden käyttöjaksolla.

Investointikustannukset on huomioitu ennusteen korkeimman arvon mukaan. Arvioinnissa investointikustannus on huomioitu poistoina 20 vuoden poistoajalla tasapoistoina. Kannattavuuden arviointi on nähtävissä viereisessä taulukossa.

Järjestelmän päivittäminen niin, että päästään 120 sekunnin vuoroväliin tuo 3,5-4,0 milj. euron vaikutukset vuosittaiseen käyttö- ja yhteiskuntatalouteen. Tämä muutos on esitetty järjestelmäpäivityksessä, mutta vaatii myös kymmenen lisäjunan hankinnan. Lisäjunioiden hankinta huomioiden metron kapasiteetin nosto maksaa itsensä, ja hankkeen kannattavuus perustuu metron elinkaaren jatkuvuuden varmistamiseen.

Arvio hankkeen vaikutuksista HSL:n infra- ja liikennöintikorvauksiin			
Infrakorvaus	Investointi	HSL-poisto ja korko yhteensä	HSL-poisto ja korko 1. vuosi
HKL Infra, Hki	29,60	31,12	2,15
LM Infra, Hki	5,16	4,32	0,29
LM Infra, ES	24,16	20,29	1,32
Liikennöinti			
HKL liikennöinti	18,00	21,03	1,17
Poistoaika 20v., Infran rakennuksen aikainen korko 5%, liikennöinti rakennuksen aikainen korko 3%. HSL:n infra- ja liikennöintikorvaukset alkavat vuodesta 2029. Laskelma ei sisällä investointia lisäjuniin.			

Milj. €/vuosi	2030 150s vs 120s
Yhteiskunnalliset vaikutukset	
Joukkoliikenteen matka-aikahyödyt	3,55
Joukkoliikenteen palvelutasohyödyt	1,70
Tieliikenteen aikakustannussäästöt	0,69
Tieliikenteen onnettomuuskustannukset	1,08
Tieliikenteen CO2-päästökustannukset	0,02
Väyläinvestointisäästöt	Hyötyjä ei arvioitu
Kaupunkirakenteen tiivistäminen	
Lisääntyneet lippumaksut	-0,98
Yhteiskunnalliset vaikutukset yhteensä	6,06
Tulojen lisäykset	
Lisääntyneet lipputulot	0,98
Lisääntyneet vuokratulot	Hyötyjä ei arvioitu
Lisääntyneet mainostulot	
Tulojen lisäykset yhteensä	0,98
Kustannussäästöt	
Käyttöenergian säästö	0,50
Kuljettajasäästö	0,10
Säästöt pintaliikenteessä	
Nykyisen kulunvalvonnan ylläpito	0,30
Kustannussäästöt yhteensä	0,90
Käyttötaloushyödyt yhteensä (milj. €/v)	1,88
Kustannusten lisäykset	
Uuden järjestelmän ylläpito	-0,30
Poistojen muutos (liikenteenohjaus, poisto aika 20 v.)	-3,85
Poistojen muutos (10 lisäjuna, poisto aika 30 v.)	-2,67
Kustannusten lisäykset yhteensä	-6,82
Vaikutus käyttötalouteen	-4,94
Käyttötalouden ja yhteiskuntatalouden vaikutukset yhteensä	1,12

Taulukko 3 Kannattavuuden arviointi. Lähde: Metron vuorovälin muutosten vaikutusanalyysi, Ramboll, J.Rinta-Piirto, 12/2020.

Toteuttamatta jättämisen vaikutukset

Nykyisten laitteiden ja niiden tekniikan vanhentuuessa tulee eteen teknisiä haasteita, jotka voivat vaikuttaa metron liikennöinnin luotettavuuteen. Hankesuunnitelman valmistelussa on arvioitu metron palvelutason, eli luotettavuuden ja aikataulunmukaisuuden, mahdollisen heikkenemisen vaikutuksia metron matkustajamääriin ja sitä kautta lipputuloihin ja yhteiskuntataloudellisiin kustannuksiin.

Metron junalaitteiden teknisellä vanhentumisella on vaikutuksia metron liikennöintiin. Vaikutuksia voi tulla kahdesta eri teknisestä näkökulmasta:

- Junien vikaantuminen: Mikäli vanhojen junien junalaitteet vikaantuvat tavalla, johon ei ole saatavilla varaosia, täytyy kyseiset junat poistaa liikenteestä pitkäksi aikaa, sillä niihin tulee asentaa uuden sukupolven laitteet. Junien poistuminen liikenteestä tarkoittaa metron vuorovälin pidentymistä ruuhkassa.
- Tietyille liikenneväleille asetettava alempi nopeusrajoitus: Mikäli metrossa joudutaan tekemään korjaustöitä, voi se tarkoittaa nopeusrajoitusten asettamista tietyille liikenneväleille korjaamisen ajaksi. Tämä tarkoittaa pidempiä matka-aikoja ja mahdollisesti harvempaa liikennettä ruuhkassa, mikäli metron kierrosajat kasvavat niin paljon, että vuoroväliä on pidennettävä.
- Puhtaasti matka-ajassa mitattavien vaikutusten lisäksi luotettavuuden heikkeneminen vaikuttaa matkustajien reitin- ja kulkutapojen valintaan, jos ja kun aiempaa epäluotettavammaksi koettua metroa aletaan välttää.

Liikenne-ennustamallilla on tarkasteltu tilannetta, jonka on arvioitu olevan hankalin mahdollinen kuviteltavissa oleva tilanne. Hankalimmassa tilanteessa seuraavat tekijät olisivat voimassa yhtä aikaa:

- Metrojunien vikaantuminen johtaa vuorovälin pitenemiseen ruuhkassa. Jos junista noin 10 % olisi pois käytöstä, tarkoittaisi tämä noin 15 sekuntia pidempää vuoroväliä ruuhkassa.
- Alemmat nopeusrajoitukset metroradalla johtavat matka-ajan pitenemiseen ja mahdollisesti ruuhkan vuorovälin pitenemiseen. Alempien nopeusrajoitusten vuoksi keskinopeus putoaa noin 10 km/h, koska vika edellyttää pysähtymistä opastimelle, radioliikennettä ja tämän jälkeen 35 km/h maksiminopeutta. Jos vika on runko-osuudella ruuhka-aikana, jouduttaisiin menemään poikkeusjärjestelyihin, poistamaan vuoroja ja liikennöimään 30 sekuntia pidemmällä vuorovälillä.
- Metron koetun luotettavuuden väheneminen. Lähijuna koetaan HSL-liikenteen asiakasyytyväisyystutkimusten mukaan vähiten täsmälliseksi raideliikennevälineeksi, jota kuvataan nykytilanteen mallinuksissa siten, että lähijunaa käyttävien matkustajien koettu matka-aika on kaksi minuuttia todellista matka-aikaa pidempi. Metromatkoilla tällaista koettua matka-aikalisää ei tällä hetkellä ole. Mikäli metromatkustaminen alettaisiin kokea luotettavuudeltaan samaksi kuin lähijuna, tarkoittaisi se koetun matka-ajan pitenemistä kahdella minuutilla.

Hankalinta kuviteltavissa olevaa tilannetta on verrattu Länsimetron jatkeella täydennettyyn nykytilanteen mukaiseen metroon, jossa vuoroväli Tapiolan ja Itäkeskuksen välillä on 150 sekuntia. Tarkastelu on tehty liikennekysynnällä, joka perustuu vuodelle 2030 arvioituihin asukas- ja työpaikkamääriin.

Alla olevassa taulukossa on esitetty hankalimman kuviteltavissa olevan tilanteen vaikutuksia yhteiskuntataloudellisiin kustannuksiin tilanteessa, jossa ongelmat pitkittyvät. Vaikutukset eivät ole näin suuria, mikäli ongelmat saadaan nopeasti korjattua.

Hankalimman kuviteltavissa olevan tilanteen vaikutukset joukkoliikenteen aikahäviöihin ovat suuria, mikä johtuu vuorovälin harvenemisen ja matka-aikojen pitenemisen kohdistumisesta kaikkiin metroliikenteen matkustajiin. Vaikutuksista noin kolmannes johtuu metron koetun luotettavuuden vähenemisestä, jota on siis kuvattu kahden minuutin koetun matka-ajan pitenemisenä. Matkoja siirtyy pois joukkoliikenteestä, mikä alentaa lipputulota sekä lisää tieliikennettä ja sen haittoja, kuten ruuhkautumista, onnettomuuksia ja päästöjä.

Tarkastelussa on ollut hankalin kuviteltavissa oleva pitkäkestoinen tilanne. Häiriöiden vaikutus matkustukseen ei tapahdu lineaarisesti, vaan on oletettavaa, ettei satunnaisilla häiriöillä ole suurta merkitystä, mutta mikäli häiriöitä tapahtuu tai niitä koetaan tapahtuvan usein, vaikuttaa se metroliikenteen koettuun palvelutasoon. Pitkään jatkuva tilanne vähentää järjestelmän luotettavuutta, jolloin matkustajia siirtyy muihin joukkoliikennevälineisiin tai kulkutapoihin. Tästä voi syntyä myös välillisiä lisäkustannuksia, mikäli tulee vaatimuksia esimerkiksi metrolle rinnakkaisen bussiliikenteen järjestämisestä.

Haitat vuodessa 2030, miljoonaa euroa	150 s vuoroväli
Joukkoliikenteen aikahäviöt	-28,7
Henkilöautoliikenteen aikahäviöt	-1,0
Lipputulosten vähenemä	-4,4
Onnettomuus- ja päästökustannusten kasvu	-1,3
Yhteiskuntataloudelliset haitat yhteensä	-35,5

Taulukko 4 Metron palvelutason heikkenemisen vaikutuksia yhteiskuntataloudellisiin kustannuksiin, hankalin kuviteltavissa oleva tilanne. Metron palvelutason heikkenemisen analyysi, Ramboll, J.Rinta-Piirto, 11/2021.





Kuva: Helsingin kaupungin kuva-arkisto