

Maaliskuu 2022



Metron kapasiteetin ja luotettavuuden kehittäminen

Hankesuunnitelma

Junakulunvalvonnan toteutus

Yhteistyössä



KAUPUNKILIIKENNE
STADSTRAFIK



HKL
HST



HSL
HRT



ESPOO
ESB



LÄNSI-METRO

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 kehitysskenaarioista, Metron kapasiteetin noston yleissuunnitelman selvitys 13, Metro 2060	
Järjestelmän automaatiotaso	21	Liite 5: Hankkeen tarkempi aikataulu	
Alustava käyttöönoton vaiheistus	22		
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 jo hyvin pitkällä tai se on jo loppumassa. On sujuvan liikennöinnin kannalta kriittisen tärkeää varmistaa, 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 Lehmuskoski Artturi Lähdetie	Olli Isotalo Harri Tanska	Tero Anttila	Ville Saksi

Hankesuunnitelman laadintaan ja tietojen kokoamiseen ovat osallistuneet:

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

Metron nykyisen junakulunvalvontajärjestelmänä toimiva pakkopysäytysjärjestelmä on elinkaarensa päässä. Järjestelmän huolto 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 osaajien määrä pienenee ajan myötä, ja uudempien teknologioiden vaatimaa osaamista on helpompi löytää.

Metroa tulee kehittää ennakoivasti, koska 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 ja vanhojen kalustosarjojen korvaamisen.

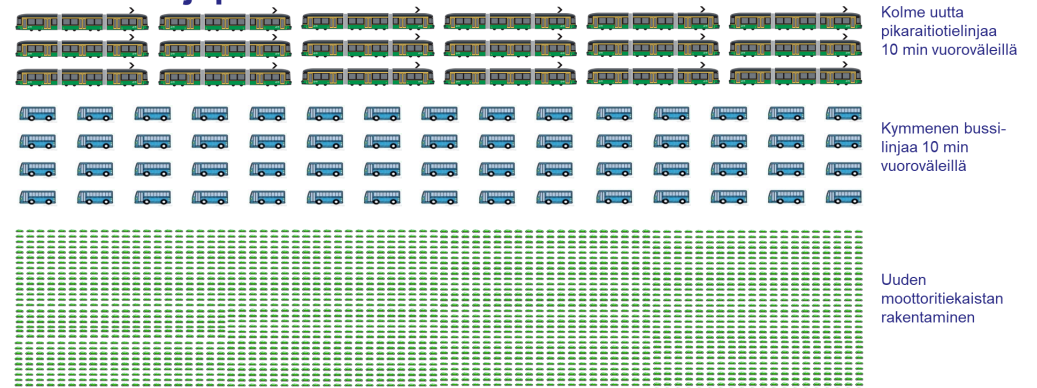
Liikenteenohjauksen kehittäminen on joukkoliikenteen kapasiteetin nostotoimenpiteenä erittäin kustannustehokas ja ympäristöystävällinen. Parantamalla olemassa olevan metrolinjan kapasiteettia päästään vastaavaan kapasiteettisäykseen, johon tarvittaisiin merkittä-

viä infrastruktuurihankkeita muilla liikennemuodoilla (Kuva 1).

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

Metron matkustajamäärä on kasvanut voimakkaasti viime vuosien ajan koronapandemiaan saakka, jonka vaikutus näkyy edelleen merkittävästi metroliiikenteessä. Vuodesta 2010 vuoteen 2019 metron käyttäjien kokonaismäärä on kasvanut n. 62 % ja metron huippukuormi-

Metron kapasiteettisäys 25% vastaa samaa matkustajapaikkamäärää kuin



Kuva 1 Metron kapasiteettisäyksen vertailu muihin liikennemuotoihin

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

HSL:n ja metron vaikutusalueen kuntien yhteistyössä vuonna 2020 laatimassa selvityksessä¹ metron matkustajamääristä tehdyn ennusteen mukaan metron 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 metron kapasiteetti tulee kuitenkin johtamaan ruuhkaisuuteen metrossa, vaikka ruuhka-ajan kysyntä vähenisi tällä hetkellä arvioitua 15% verrattuna ennusteisiin.

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

Hankesuunnitelman valmistelussa on arvioitu metron palvelutason, eli luotettavuuden ja aikataulunmukaisuuden, mahdollisen heikkenemisen vaikutuksista metron matkustajamää-
riin ja sitä kautta lipputuloihin ja yhteiskuntataloudellisiin kustannuksiin.

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

Hankkeen kokonaiskustannusarvio on 110 M€.

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



Kuva: Länsimetro kuva-arkisto

Sanasto ja termit



Liikenteenohjausjärjestelmä	Metroliiikenteen ohjauksen kokonaisjärjestelmä, mihin sisältyy liikenteenohjauskeskus, asetinlaite, tiedonsiirtojärjestelmä ja useita radanvarren ohjattavia tai valvottavia laitteita, esimerkiksi valo-opastimet.	GoA	Grade of Automation. Raideliikennejärjestelmän automaatioaste. Perään liitetään numero ilmaistamaan automaatioastetta.
Liikenteenohjauskeskus, ATS	Järjestelmä jolla ohjataan metrojunien liikennettä asetinlaitteen välityksellä. Järjestelmä valvoo junien sijaintia, ja 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, mitä 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 kytketylle 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, mihin saakka ko. junalla on oikeus edetä. Mikäli kuljettaja ei noudata nopeusrajoitusta eikä jarrutuskäyriä 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 henkilökuntaa.
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, minkä 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, mihin liittyy ainoastaan laatuvaatimuksia.



Lähtökohta ja tavoitteet

Metro osana pääkaupunkiseudun joukkoliikennejärjestelmää



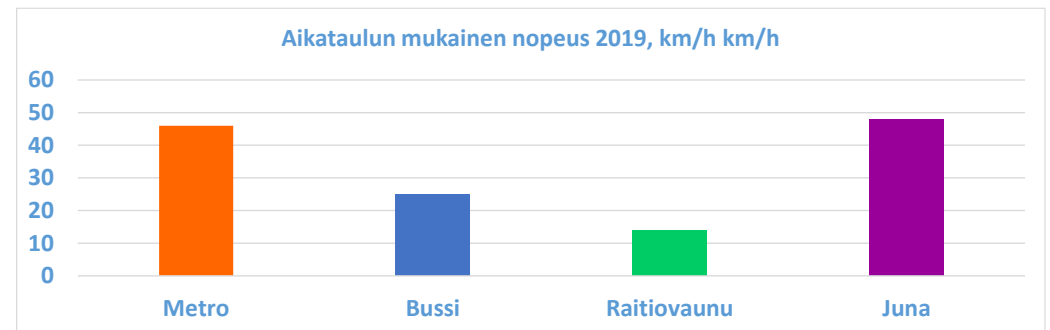
Metro on pääkaupunkiseudun joukkoliikenteen itä-länsiakselin selkäranka, jonka varaan matkustajia hyvin palveleva ja houkutteleva liikennejärjestelmä rakentuu. Tämän vuoksi metron palvelun tulee olla laadukasta ja luotettavaa, ja riittävä kapasiteetti on oleellista pääkaupunkiseudun joukkoliikennejärjestelmän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

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

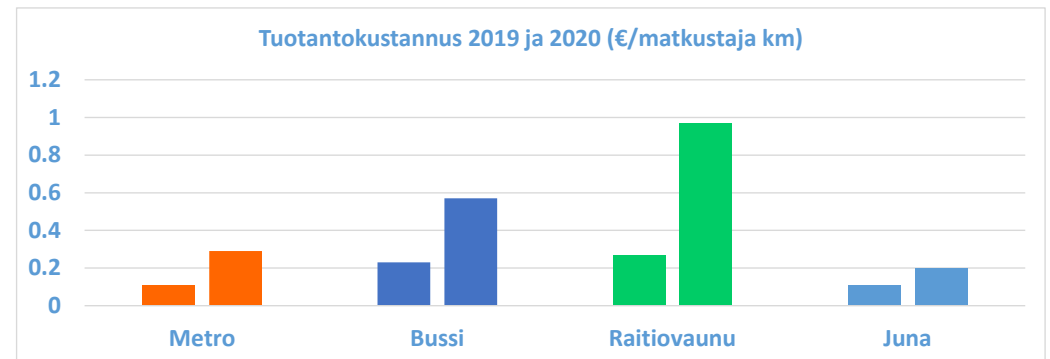
Myös matkustajakilometrin tuotantokustannukset poikkeavat edukseen muista vaihtoehtoista paikallisjunaliikennettä lukuun ottamatta. Vuoden 2019 metromatkustajakilometrin kustannukset ovat alle puolet bussin tai raitiovaunun matkustajakilometrikustannuksesta. Vuoden 2020 kustannuksissa metron ja raitiovaunuliikenteen matkustajakilometrikustannuksen merkittävä kallistuminen suhteessa bussiliikenteeseen verrattuna aikaisempaan selittyy pandemian vaikutuksilla sekä metrolinjakkeiden Länsimetroon 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 metrolinjakkeiden kykenee pienentämään maanpäällistä liikennettä huomattavasti tiheään rakennetulla keskusta-alueella.

Metron nykyinen junakulunvalvontajärjestelmän toimiva pakkopysäytysjärjestelmä on elinkaarensa päässä. Järjestelmän huolto 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 metrolinjakkeiden luotettavuudelle ja toimintavarmuudelle.



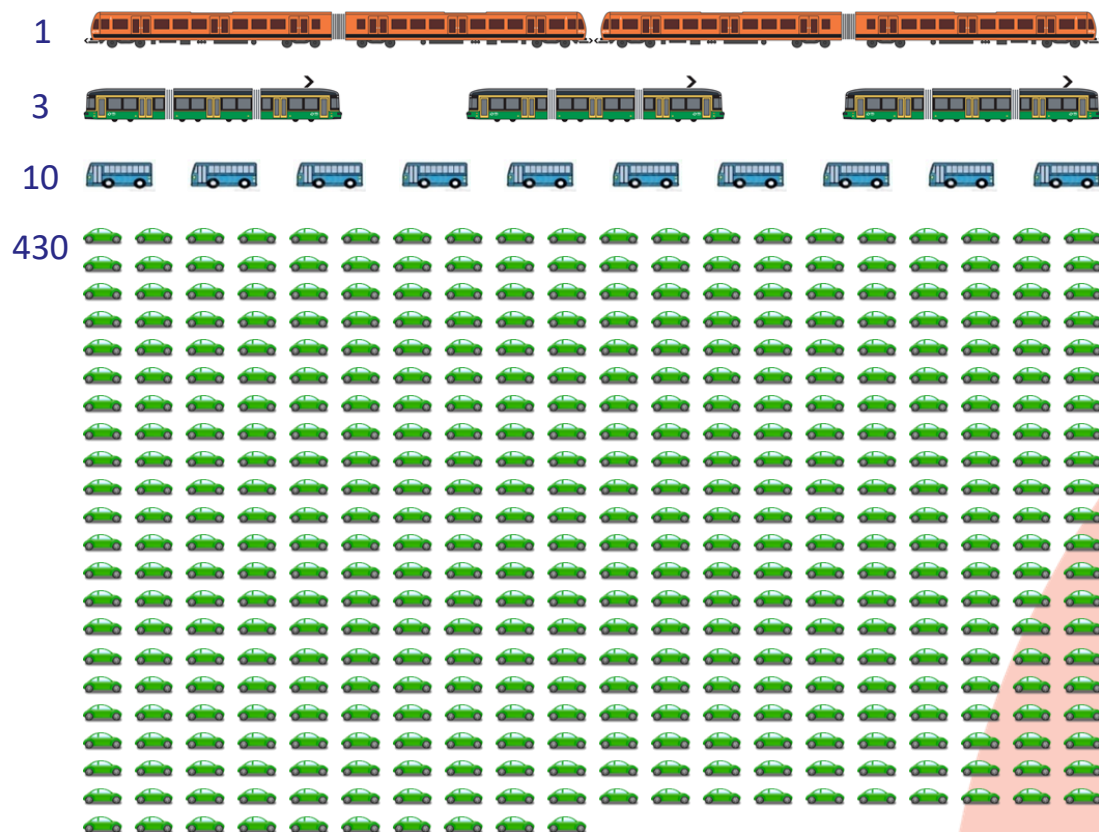
Kuva 2 Joukkoliikennemuotojen keskimääräinen aikataulujen mukainen nopeus



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, mikä ennen pandemian alkua oli suurempaa kuin alun perin ennakoitiin, toi mukanaan tarpeen kehittää metron kapasiteettia.

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 mm. vuoden 2021 aikana noussut 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 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.

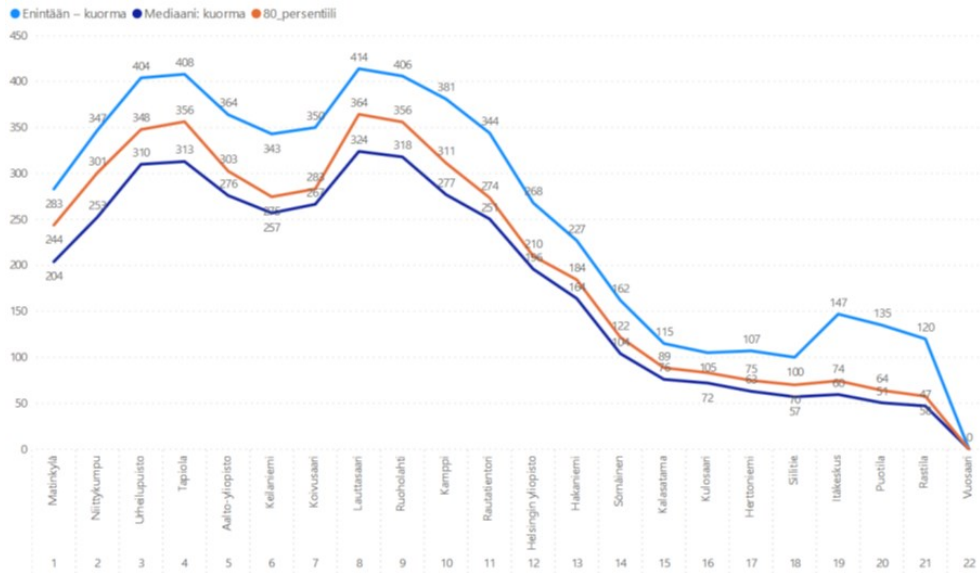
Helmikuussa 2020 aamuruuhkassa metron kuormittunein osuus oli idässä Sörnäisten ja Hakaniemen välillä, jossa matkustajia oli n. 8 400 ruuhkatunnissa. Vuosaaren linjan kuormitus oli tästä n. 4 500 ja Mellunmäen linjan kuormitus n. 3 900 matkustajaa. Lännessä kuormittunein osuus oli Lauttasaaren ja Ruoholahden 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-persentiili ja mediaani) asemalta lähdetäessä klo 8-9 viikolla 6/2020.

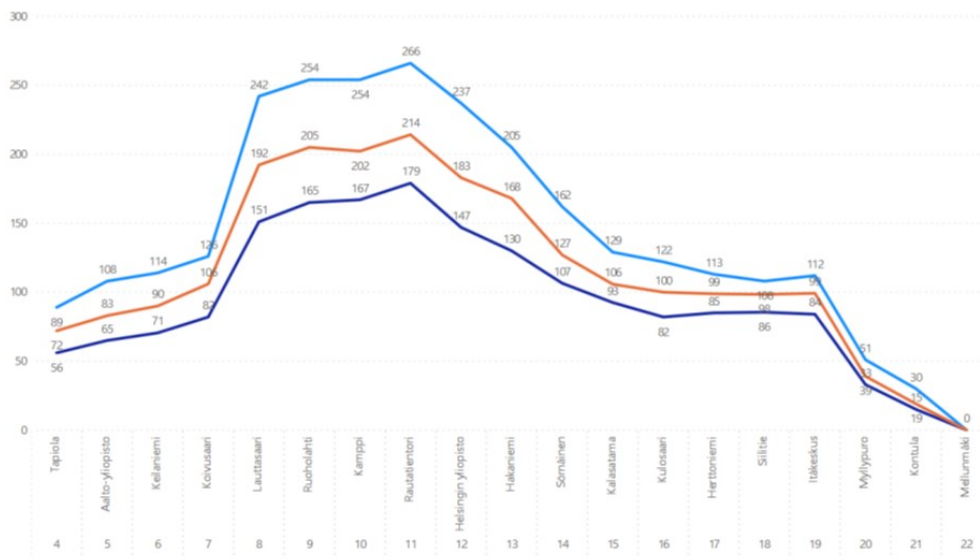
Idän suuntaan metro kuormittuu matkustajalaskentatietojen mukaan hyvin epätasaisesti etenkin Espoon osuudella. Lännen suuntaan Vuosaaren ja Mellunmäen metrolinjat kuormittuvat varsin tasaisesti. Matinkylän linjalla oli Tapiolassa yli viisinkertainen matkustajamäärä Tapiolan linjaan verrattuna. Linjojen 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 epätasaista 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: Helsingin kaupunginmuseo kuva-arkisto



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



Kuva 6 Metrolinjan M2 Tapiola-Mellumäki kuorma (maksimi, 80-persentili ja mediaani) idän suuntaan asemalta lähdettäessä 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 asettaneet haasteita arvioida tulevaa kapasiteettitarvetta.

Muutokset ovat aiheuttaneet epävarmuutta matkustajamäärien kasvun vauhdista, mahdollisista askelmuutoksista kysynnässä etätöiden lisääntyä ainakin väliaikaisesti, ja muista mahdollisista muutoksista matkustuskäytännöissä, esim. aamuruuhkahuipun viimeaikainen pieneminen ja sen myötä tasoittuminen. On epäselvää, mitkä näistä muutoksista ovat väliaikaisia, ja mitkä näistä saattavat vakiintua tulevaisuudenkin käytännöiksi. Liikennemalliasiantuntijoiden mukaan voi kestää 4-5 vuotta, ennen kuin uudet matkustuskäytännöt pystytään mallintamaan ja liikennemallien pohjalta pystytään tekemään päivitetyt mallinnukset.

Koronaviruspandemia on kuitenkin osoittanut, että ~30 % joukkoliikennematkoista toteutuu pahimmassakin epidemiatilanteessa. Etätösuositusten ollessa voimassa joulukuussa 2021 nousijamäärät ovat n. 35 % pienempiä kuin normaalitilanteessa, mutta ruuhka-aikana nousijamäärät ovat olleet jopa 50 % pienempiä. Suosituksena on tässä vaiheessa käyttää herkkystarkasteluun skenaarioita, missä 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 liikenneennusteita. Liikkumisen muutokseen vaikuttaa merkittävästi myös joukkoliikenteen hinnoittelu ja sen suhde polttoaineen hintaan.

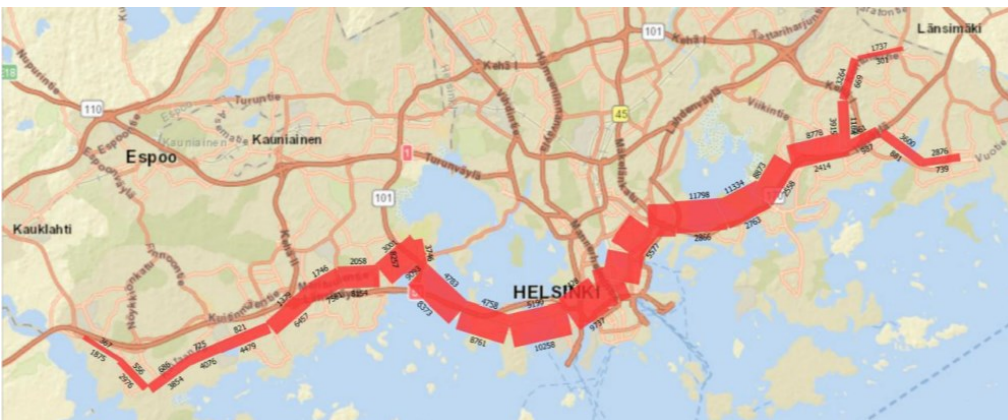
Arvioihin liittyy siis epävarmuuksia, minkä seurauksena voidaan ajautua tilanteeseen, jossa nykyinen järjestelmä ruuhkautuu kestävämmällä tavalla, eikä tilanteeseen pystytä reagoimaan riittävän nopeasti. Tämän riskin ehkäisemiseksi tullaan liikennemäärien ja -ennusteiden seuranta tekemään säännöllisesti.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

Matkustajamäärätutkimukset

Metron matkustajamääriin vaikuttavat mm. metron vaikutusalueen maankäytön kehittyminen, liikkumistottumusten muutokset sekä liikenteen hinnoittelu. Matkustajakysyntä kasvaa edelleen vuoden 2030 jälkeen maankäytön kehittyessä. Jotta matkustajakysynnän maksimik kasvusta tulevana vuosikymmeninä olisi selkeämpi kuva on HSL yhteistyössä metron vaikutusalueen kaupunkien ja kuntien Helsingin, Espoon, Vantaan, Kirkkonummen ja Sipoon kanssa tehnyt uuden laajan selvityksen² maankäytön ja liikennejärjestelmän kehittämisestä vuoteen 2060 mennessä.

Selvityksessä metron matkustajamäärästä tehdyn ennusteen 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 matkustaja tunnissa (Kuva 7). Ennusteessa matkustajamäärä Tapiolan länsipuolella vuonna 2030 on noin 9300–10500 matkustajaa tunnissa, mikä ylittää selvästi nykymetron kapasiteetin.

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



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

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

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

Selvitys tehtiin ennen koronapandemiaa ja siinä hyödynnettiin kuntien näkemyksiä maankäytön kehityksestä. Koronapandemian myötä joukkoliikenteen matkustajamäärä on toistaiseksi vähentynyt huomattavasti. HSL on tutkinut liikkumisen muutosta koronan jälkeen vuoden 2021 aikana ja oletus on, että erityisesti ruuhkaliikenteen kysyntä jää pysyvästi matalammalle tasolle etätöiden yleistymisessä. 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 etätöypäivät ja toimistopäivät keskittyvät tietyille viikonpäiville. Liikkuminen myös muissa matkaryhmissä voi kasvaa, jolloin erityisesti iltaliikenteen kysyntäpiikki korostuu. HSL on käynnistämässä laajempaa selvitystä muiden kuin työmatkojen matkaryhmien muutoksista. Myös

Rataosuus/Asema	Matkustajamäärä/tunti	Käyttöaste	
	Kapasiteetti	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

hinnoittelun muutokset voivat vaikuttaa merkittävästi matkustajamääriin ja 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 arvioiman asukasmäärän. 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 nykyinen metron kapasiteetti ei riitä Tapiolan länsipuolella nykyisellä järjestelmällä ja liikennemallilla tämän vuosikymmenen lopulla 2030 tai 2060 ennusteissa, vaikka kysyntä vähenisi 15%. Uudemmallalla 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 kapasiteettiongelmat.

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, 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 prosenttia ja Helsingin 15.6 prosenttia. Kaupungit ovat sopineet keskinäisestä rakentamisen kustannusjaosta rajalta poikki -periaatteen mukaisesti, eli kumpikin maksaa omalla alueellaan syntyvät rakennuskustannukset.

Helmikuun alusta 2022 on entisen HKL:n henkilökunta ja toiminnot 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 hallinnoinnin 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 osaoptimoimilta ja pystytään keskittämään koko metrojärjestelmän tavoitteiden ja elinkaarikustannusten optimointiin.

HSL suunnittelee ja järjestää toimialueensa pääkaupunkiseudun joukkoliikenteen, sekä hankkii metroliiikennöinnin 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, sillä 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, sillä 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 kolmea 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, minkä jälkeen on käytettävissä 50 metrojunaa.

Länsimetron osuuden vuonna 2017 käyttöönotettu liikenteenohjausjärjestelmä on hankittu Mipro Oy:ltä ja on pääosin modernia tekniikkaa. Tammikuussa 2019 otettiin käyttöön Mipron järjestelmät myös kantametron alueelle hyödyntäen vanhoja ratalaitteita, mistä lähtien koko metrolinjalla on 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



Metroliiikenne ajetaan tällä hetkellä 35 km pitkällä linjalla. Kun Länsimetron 2. vaihe avautuu, kasvaa linjapituus 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 elinkaaren loppupäässä ja niiden häiriötiheys on kasvanut aiheuttaen lisääntyvässä määrin liikennehäiriöitä. Tämä yhdessä kasvavan linjapituuden kanssa kasvattaa riskiä lisääntyville liikennehäiriöille ja sen myötä matkustajatytyttömyyden kasvulle.

Laitteistoista kriittisimmin 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 metrojärjestelmältä odotetaan. Hankittaessa uusi junakulunvalvontajärjestelmä kohotetaan samalla metron turvallisuustasoa vastaamaan nykyajan vaatimustasoa. Lisäksi laitteisto on vanhentunutta ja sen varaosien saatavuus on heikentynyt.

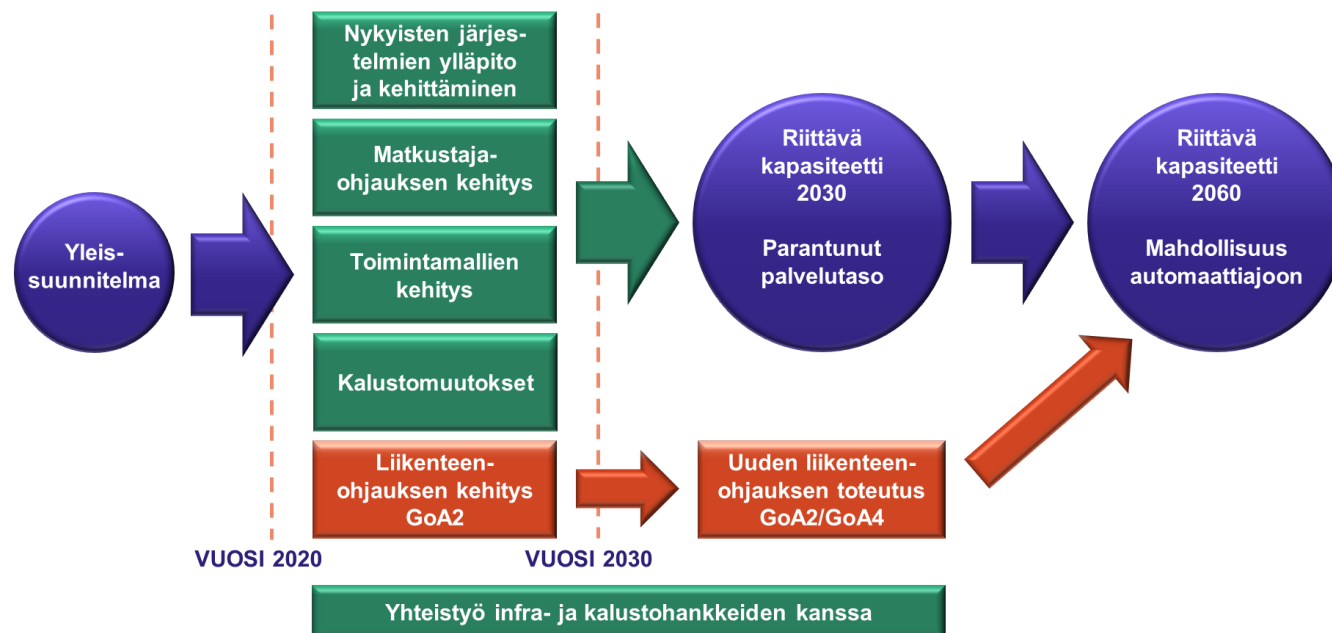
Metrojunien sijainnin seurannasta vastaavat raidevirtapiirit ovat kantametron alueella jo täysin vanhentunutta teknologiaa, jonka tuki valmistajalta on päättynyt jo vuosia sitten. Laitteisiin ei ole saatavilla varaosia, joten järjestelmän toimivuus on täysin kunnossapitoyksikön korjausten varassa. Raidevirtapiirit korvataan nopeammalla aikataululla kuin kulunvalvontaa, ja niiden korvauksesta laaditaan erillinen hankesuunnitelma, eikä sen kustannukset ole osa tätä hankesuunnitelmaa. Raidevirtapiirihankkeen kustannuksiksi arvioidaan n. 15MEUR 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, minkä lisäksi hankkeen tavoitteita on tarkennettu.



Kuva 8 Kapasiteetin ja luotettavuuden kehittämishankkeen yleissuunnitelmassa esitetty etenemispolku

Koronapandemiasta johtuvien vaikutusten takia tarveselvitysvaiheessa arvioitu kapasiteettitarpeen kasvu on siirtynyt myöhäisemmäksi, minkä 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 tiennyksiä ei voida tehdä ennen uusia kalustotoimituksia, sillä vuorovälin tihentäminen 120 sekuntiin vaatii 10 uutta metrojunaa.

Tarve 100 sekunnin vuorovälille ja kulunvalvontajärjestelmän lisäkapasiteettivaruuden 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 ja operointikustannukset eivät ko-
hoa.

Pääkaupunkiseudun metro on keskeinen osa joukkoliikennejärjestelmää. Matkustajien nä-
kökulmasta voidaan asettaa seuraavat luotettavuustavoitteet:

Liikennöinnissä on mahdollisimman vähän matkustuskokemusta heikentäviä häiriöitä. Met-
ron häiriöt aiheuttavat pahimmillaan matkustajalle hyvin suuria vaikeuksia korvaavien yh-
teyksien puuttuessa.

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

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

Näitä metrojärjestelmän tavoitteita tukemaan on kulunvalvontajärjestelmän uudistamiselle
määritetty tavoitteet sekä tekijät niiden arvioimiseksi, jotta hankkeen päätöksenteko on lin-
jassa metrojärjestelmän, HSL:n sekä Helsingin ja Espoon kaupunkien tavoitteisiin nähden.

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

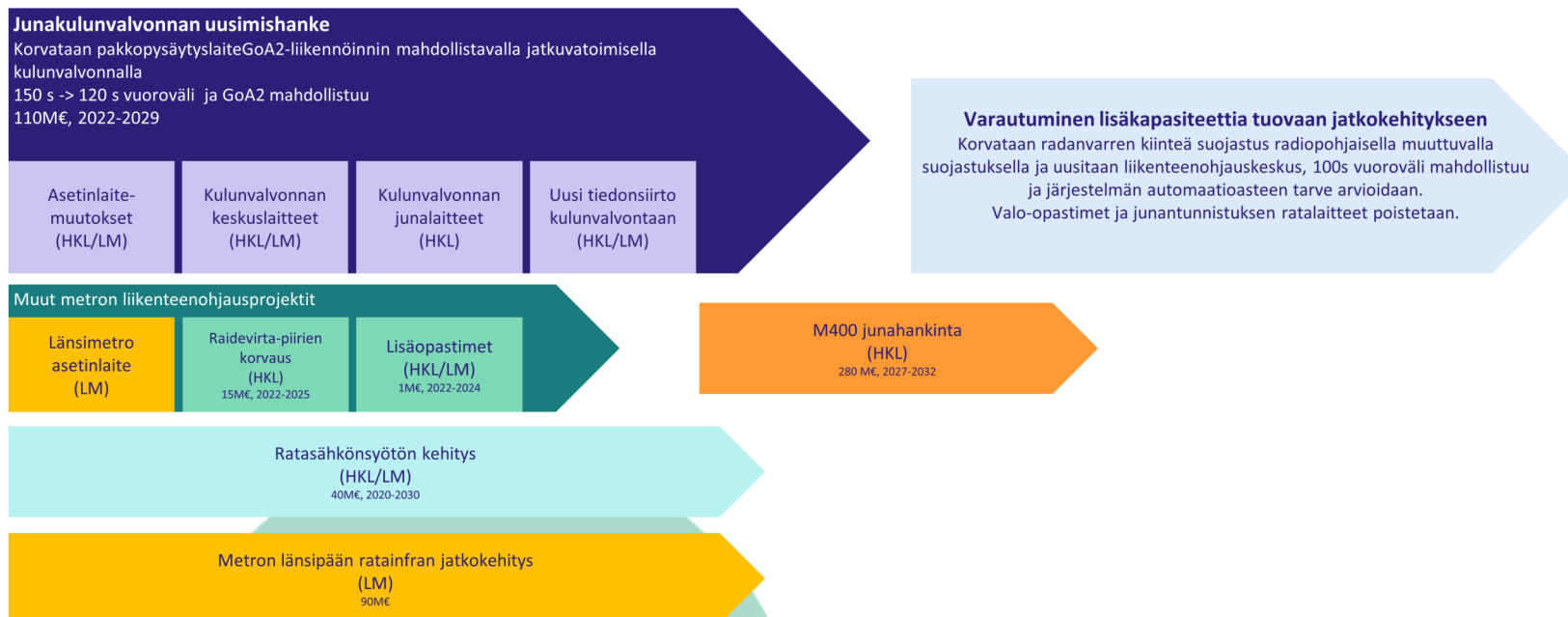
Palvelutaso	Kapasiteetti	Luotettavuus, käytettävyys, huollettavuus	Turvallisuus	Kyber- turvallisuus	Ympäristö	Inhimilliset tekijät	Muokatta- vuus	Digitalisaatio
Liikenteen säännöllisyys	Vuoroväli	Laitteiston kestävyys	Vaaralliseen tilanteeseen päättymisen ehkäisy	Hyväksyttävä kyberturvallisuus- taso	Järjestelmä- toteutuksen 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 metro- liikenteeseen		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 kaaviona 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 näihin joko tehdään merkittäviä muutoksia tai ne korvataan. Järjestelmän teknistä toteutusta on käsitelty tarkemmin liitteessä 3.

Kulunvalvontajärjestelmän hankintaa edeltää merkittävä järjestelmän ja suorituskykyvaatimusten määrittely, mikä asettaa lähtökohdan hankintaprosessin neuvotteluille. Määrittelyt 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 varautuminen järjestelmän oletetun kolmenkymmenen vuoden elinkaaren aikana. Näitä mm. uusien junasarjojen hankinta, järjestelmän päivittäminen liikkuviin suojaväleihin sekä järjestelmän maantieteellinen laajentaminen. Järjestelmän elinkaaren aikana radioverkkoteknologiassa tullaan todennäköisesti ainakin kerran uudistamaan tiedonsiirron selkärunkana 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 kulunvalvontajärjestelmäuudistuksen 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 merkittävissä 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 korvaamaan nykyiset M100- ja M200-junasarjat sekä tuomaan kymmenen lisäjuna.

Lisäksi tiettyjen syöttöasemien peruskorjaus on tarpeellinen varmistamaan suuremman junamäärän tarvitsema sähköenergian tarve. 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 erillistä hankesuunnitelmaa. Jatkokehityksen taustalla on 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 muuttuneiden olosuhteiden vakiinnuttua. Varautumisen huomioiminen 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

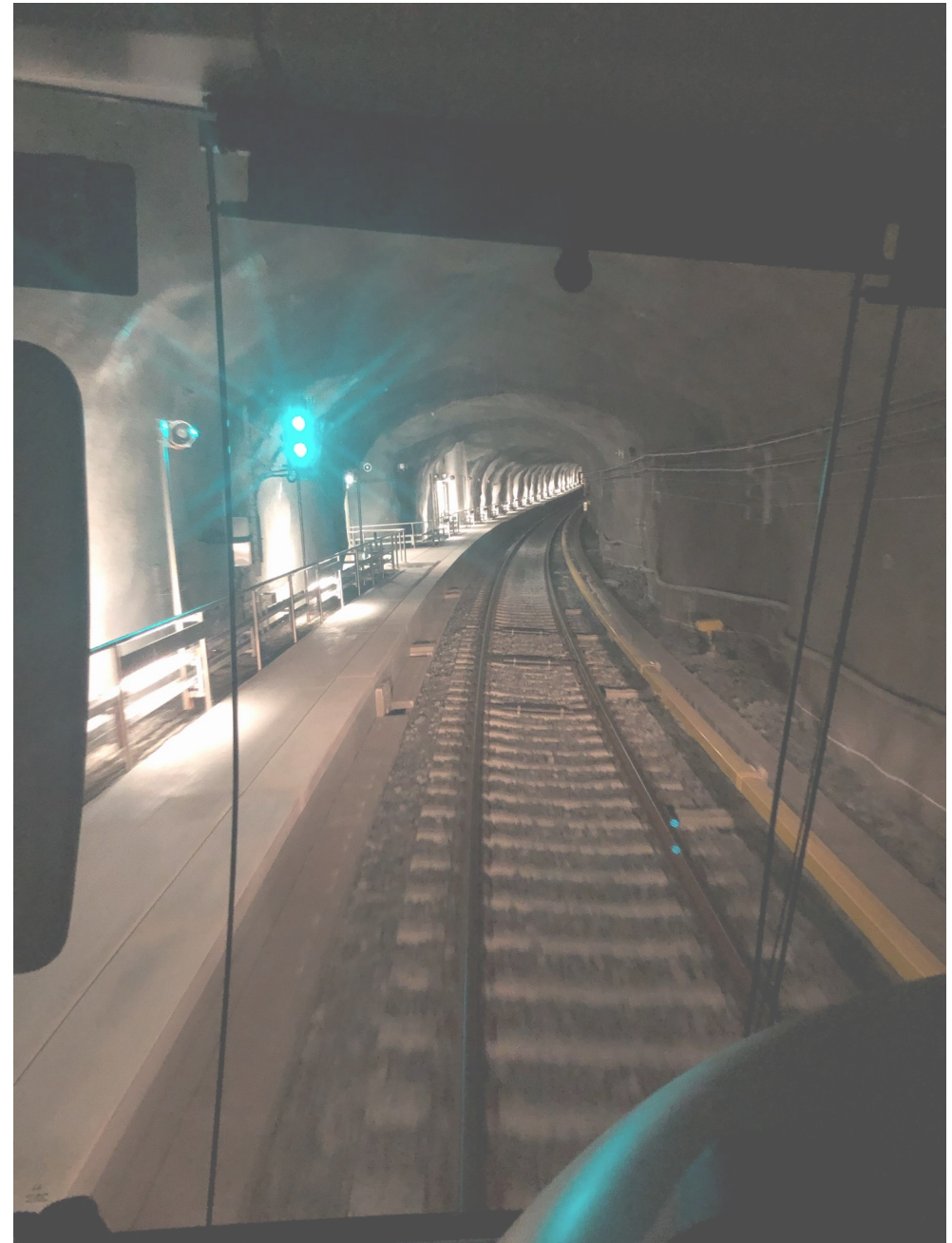
Järjestelmän ja toiminnallisten vaatimusten määrittely

Järjestelmän vaatimusten määrittelyn lähtökohdan muodostaa yleissuunnitelmassa asetetut tavoitteet. Hankesuunnitelman laatimisen aikana tavoitteita on tarkennettu ja määritetty laadullisia mittareita näiden 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.

Vaatusmäärittely koskee kulunvalvontajärjestelmää, radioverkon toteutusta sekä nykyiseen liikenteenohjausjärjestelmään tarvittavia muutoksia. Tämän tyyppisissä järjestelmähankinnoissa on tyypillisesti kannattavaa määrittää järjestelmän ylätasoon vaatimukset sekä suorituskyykyvaatimukset ja 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 muutoksen hallintaprosessi on edellytys turhien muutosten epäämiselle ja tarvittavien muutoksen tehokkaalle toimeenpanolle. Mahdolliset ristiriidat vaatimuksissa ja tavoitteissa käsitellään viiveettä, mikä edellyttää avointa ja ratkaisukeskeistä vuoropuhelua kaikkien hankkeen sidosryhmien, järjestelmätoimittajien ja tilaajaorganisaation jäsenten kesken.

Järjestelmän tekninen toteutus ja vaihtoehtoanalyysi on esitetty tarkemmin liitteessä 2.



Kuva: Länsimetro kuva-arkisto

Järjestelmän automaatiotaso

Nykyään järjestelmää operoidaan automaation tasolla GoA1, jossa kuljettaja ajaa asetinlaitteen varmistamien kulkuteiden turvaamana opastintietojen mukaisesti. Hankkeen tavoitteena on mahdollistaa operointi automaation tasolla GoA2, jossa 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 automaatioinneilla ei nähty saavutettavan sellaisia hyötyjä, jotta niiden riskien hallitsemiseksi tarvittavia toimenpiteitä kannattaa toteuttaa.

Junien kääntäminen linjaliikenteessä nähtiin tukevan metrol liikenteen 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 ja 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, mitkä 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, jonka ajankohta tarkentuu liikenteen kysynnän kasvunopeuden tarkentuessa sekä M100- ja M200-sarjojen eliniän päättyessä. Näin M300-junasarjan varustamisen turvalisuishyödyt 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 paranee merkittävästi.

Hankkeen aikataulu

Uuden liikenteenohjauksen junakulunvalvontahankkeen toteutuksen alustava aikataulu on esitetty kuvassa 12. Toteuttamisesta on hankesuunnitelman yhteydessä laadittu työn ositelu, 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 tehtävät 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.

Radioverkon toteutus

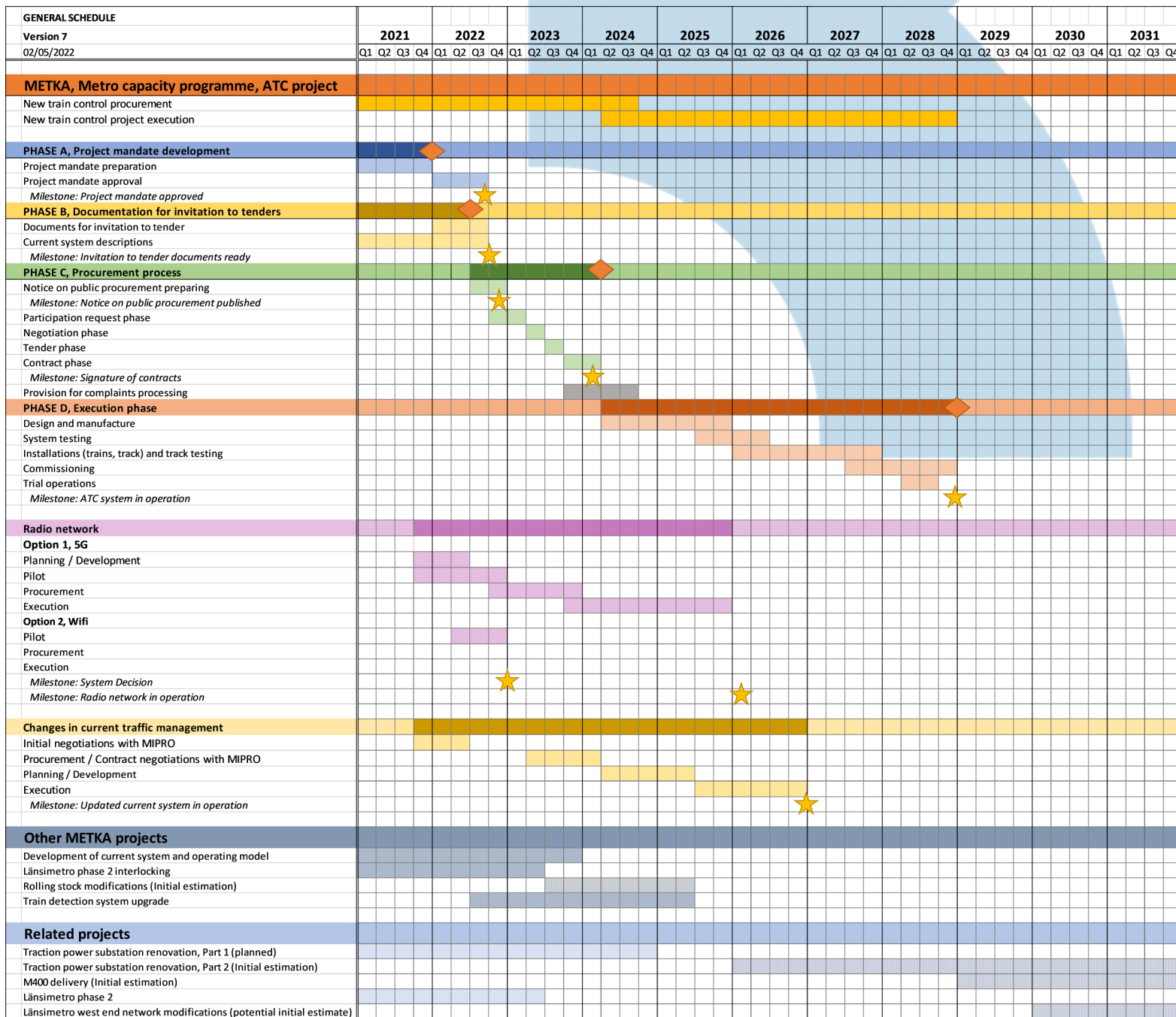
Kulunvalvontajärjestelmän tiedonsiirron selkärankana toimivan radioverkon hankinta ja toteutus ajoitetaan siten, että radioverkko on täysin toimintavalmis ennen kulunvalvontajärjestelmän testauksen aloittamista mahdolliset viiveet huomioiden.

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 ennusteluihin.



Kuva 12 Uuden liikenteenohjausjärjestelmän alustava aikataulu

Riskit ja mahdollisuudet

Riskeillä tässä hankkeessa voidaan tarkoittaa kahta asiaa, projektiriskejä ja junaturvallisuusriskejä. Projektiriskeillä realisoituessaan aiheuttavat hankkeelle lisäkustannuksia, laatuongelmia tai viiveitä aikatauluun. Junaturvallisuusriskeillä on suora yhteys metrol liikenteen turvallisuustasoon. Näiden 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 nähdä tarpeen arvioida riskin suuruutta tarkemmin. Luokan 2 riskit vaativat riskin vakavuuden ja todennäköisyyden tarkempaa arviointia sekä riskin kehittymisen seuranta. Projektiriskeiden yhteydessä käsitellään myös projektin mahdollisuudet vastaavalla tavalla. Hankesuunnitelmavaiheen aikana on tunnistettu 165 projektiriskeä, 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 markkinavuorovaikutuksella 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 kilpailukykyistä tarjousta.

Tarjoaja ei ole tehnyt vastaavaa järjestelmää, aina on vähintään sovellus- ja maa-kohtaisia eroja. Yhteistyö toimittajien välillä ei toimi. Haasteita toteuttamisessa, mitä tarjousta tehdessä ei ole osannut arvioida. Laitetoimittajan mennessä tapille 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 pystytty arvioimaan hankkeen todellisia kustannuksia, jolloin budjetti voi ylittyä. Tästä seuraa myös julkisuushaittaa.

Riskin torjuntatoimenpiteet

Toiminnalliset tavoitteet määritetään sidosryhmien kanssa. Projekti viestii sidosryhmille järjestelmätoimittajien ratkaisusta. Sidosryhmät 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 ennakoii 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. Kustannusseuranta 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 kypsyys 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 työnkuvaan tulevat kokemaan kuljettajat, joiden tehtävät muuttuvat ajamisesta valvovampaan 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 tulkinna etänä.

Automaatio ja uusi teknologia lisäävät kunnossapidolta vaadittavaa erityisosaamista. Kunnossapidon osaamisen hyödyntäminen järjestelmän asennus-, testaus- ja käyttöönottoaiheissa projektin sujuvoittamisen lisäksi kasvattaa henkilöstön pätevyyttä ja auttaa kunnossapitoa tuntemaan järjestelmän toiminnan syvällisesti. Tällä on merkittäviä vaikutuksia käyttöönotetun järjestelmän viankorjauksen kestoon ja järjestelmän luotettavuuteen.

Järjestelmän käyttöönottoaiheessa tullaan tarvitsemaan normaalia enemmän kuljettajien, valvomoiden ja kunnossapidon työpanosta, mikä otetaan 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 aiheuttanut kiinnostusta myös suurelle yleisölle, ja väärinymmärryksen riski on korkea, minkä takia viestintää tulee tehdä avoimesti ja ennakkoivasti.

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

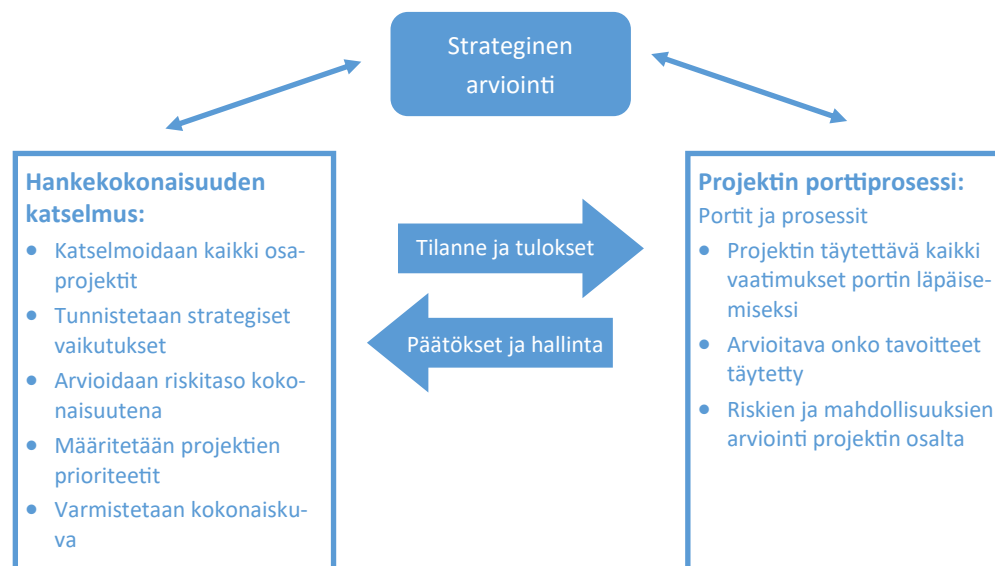
Sidosryhmä	Kommunikointitapa	Kuinka usein
Kaupunkien päättäjät	Informaatio kokouksessa	Kerran vuodessa
METKA yhteistyöryhmä	Informaatio kokouksessa	Neljä kertaa vuodessa
Muut hankkeet, jotka ovat läheisesti METKAan linkittyneitä	Koordinaatioryhmä	Kerran kuukaudessa
Kaupunkiliikenne Oy, HSL, Länsimetro 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 varmistaen, 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, minkä tarkoituksena on varmistaa, että projektissa minimoidaan uudelleen tekemisen riski, ja toteutetaan hyvin määriteltyjä kokonaisuuksia. Kunkin osaprojektin päällikkö on vastuussa portti-prosessin mukaisesta johtamisesta hankkeen vaatimuksenmukaisuuden varmistamiseksi. Osaprojektien projektipäälliköt vastaavat muutosten ja riskien hallinnasta heille määriteltyjen valtuuksien rajoissa.



Kuva 13 Hankkeen johtamismalli

Hankkeen päätöksenteon elimet

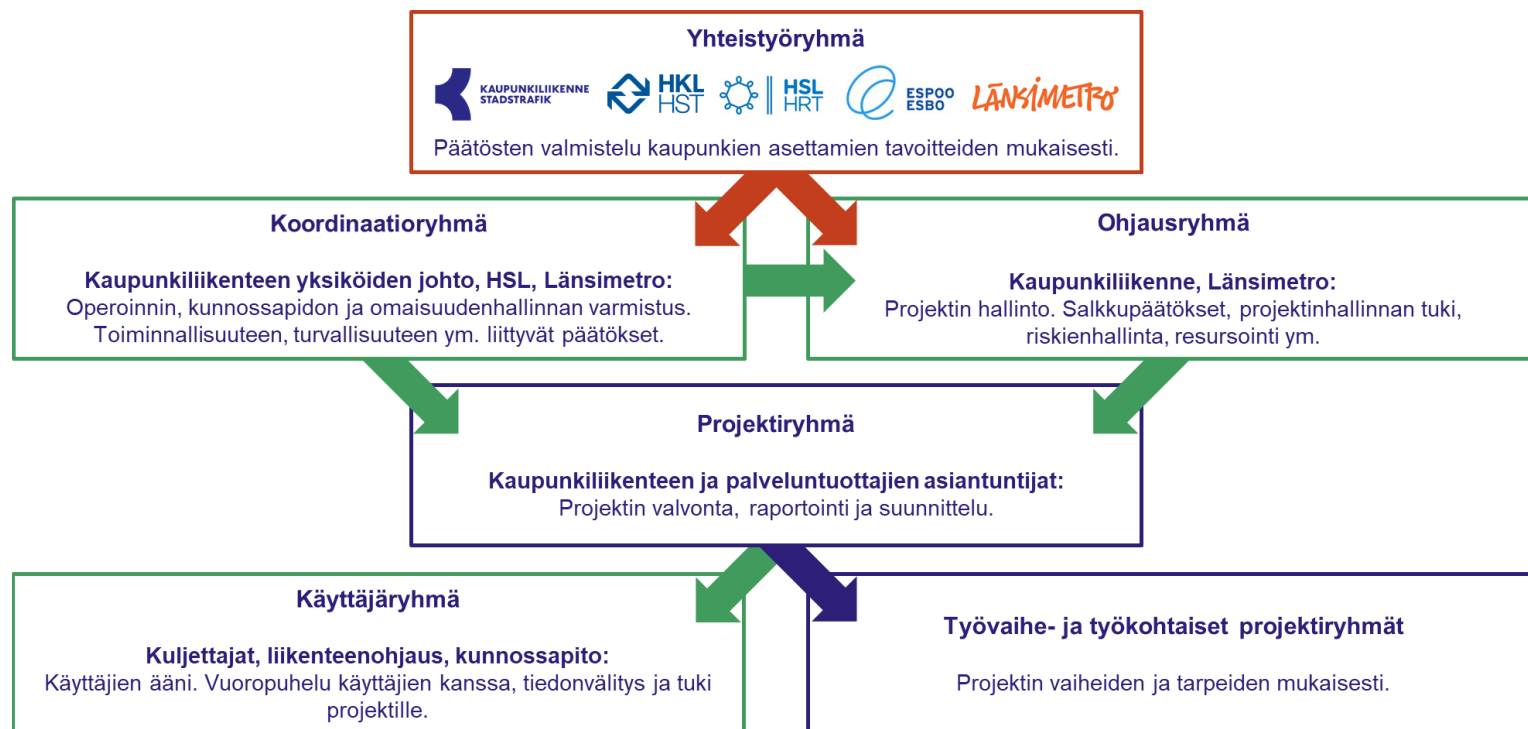
Kapasiteetin nostolle ja liikennöinnin luotettavuudelle on asetettu korkean tason yhteistyöryhmä, jonka jäseninä ovat hankkeen toteutuksen esittelijät poliittisille päättäjille. Yhteistyöryhmässä on edustettuna HKL, Espoon kaupunki, HSL, Länsimetro Oy ja Kaupunkiliikenne Oy.

Yhteistyöryhmän toiminta on erittäin keskeisessä roolissa, koska siellä 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 esitetyjen 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.

Hankkeella on merkittävä vaikutus metron operointiin kaikkien metron toimintojen osalta, minkä takia työtä hanketta varten on perustettu koordinaatioryhmä, jonka tehtävänä on varmistaa, että projekti toteuttaa kaikkien keskeisten osapuolten vaatimukset ja ratkaista 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

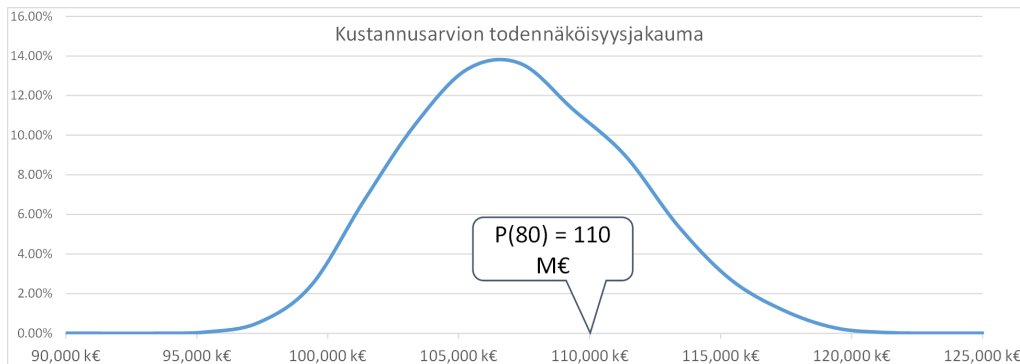


Hankkeen kokonaiskustannusarvio on 110M€. Kustannusarvio jakaantuu hankekustannuksiin, kulunvalvontajärjestelmän ja radioverkon hankintaan ja nykyjärjestelmään toteutettaviin muutoksiin. Lisäksi varataan erikseen riskienhallintaprosessin tulosten perusteella riskivaraus 8,5 M€ sekä ennalta arvaamattomien 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 rajausta ja määritetyt vastuut sekä tilaajan organisaation tuki sekä vaatimusmäärittelyjen ja toimitettujen lähtötietojen tarkoituksenmukaisuus.

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

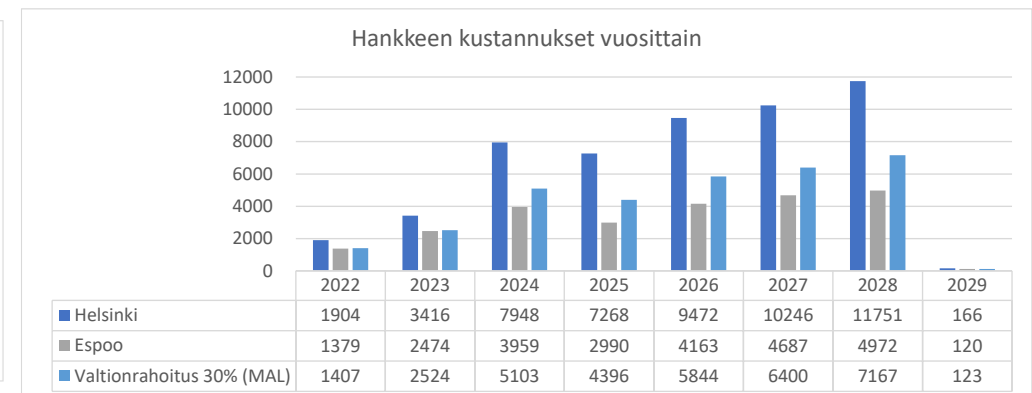


Kuva 15 Kokonaiskustannusten todennäköisyysjakauma, miljoonaa euroa

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

Tavoitteena on kokonaistaloudellisesti alhaisimmat elinkaarikustannukset koko metron osalta, jolloin osaoptimointia ja ratkaisuiden rajoittamista liian aikaisin toteutetuina ja sitovina määrittelyinä on vältettävä erityisesti nykyisen liikenteenohjausjärjestelmän ja kulunvalvontajärjestelmän osalta. Hankintojen vertailuperusteena on elinkaarikustannukset investointikustannuksen sijaan. Riskeistä ja toteutuksista tulevat vastaamaan ne, jotka pienimmällä kustannuksella ja parhaalla osaamisella pystyvät niitä hallitsemaan.

Koska neuvottelut laite-toimittajien kanssa ovat käymättä, ei kustannusarviota avata edellä mainittujen osa-alueiden osalta. Hankesuunnittelussa kertyneen tiedon perusteella kustannusten vaihteluväli on simuloitu osa-aluekohtaisesti, jonka perusteella alla esitetään kokonaiskustannusten jakauma (Kuva 15) sekä kustannusten jakautuminen vuosittain (Kuva 16). Arvioissa on otettu huomioon kustannusriskisimulaation 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

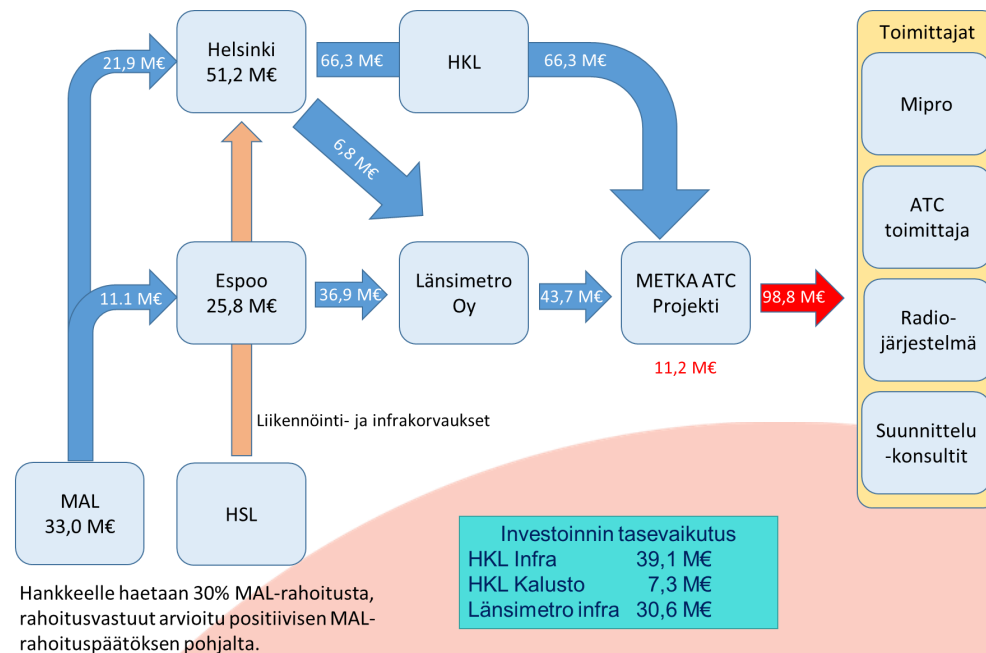
Hankesuunnitelmassa on käytetty kustannusjaon oletuksena Helsingin ja Espoon kaupunkien välisen sopimuksen jakoa metron kustannuksista. Sopimuksessa on määritelty, että Länsimetron kustannukset jaetaan alueellisen aiheuttamisperiaatteen eli kuntarajojen mukaan määräytyvän kustannusten jakautumisen periaattein 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 66,3M€ HKL:n järjestelmiin liittyen ja 6,8M€ Länsimetron järjestelmiin liittyen, eli yhteensä 73,1M€. MAL-rahoitus huomioiden Helsingin investointi on 51,2M€. Espoon osuus hankkeen kustannuksista ilman MAL-rahoitusta on 36,9M€ Länsimetron toteuttamana investointina, MAL-rahoitus huomioiden investointi on 25,8M€.

Hankkeen toteutuskustannukset jaetaan HKL:n ja Länsimetron välillä. Tässä on käytetty oletusta, että Länsimetron kustannukset jakautuvat Helsingille ja Espoolle omistuosuuksien suhteessa. Taulukossa 2 on kustannusarviossa 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 M€ kokonaiskustannusarviolle.

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 M€.



Kuva 17 Hankkeen rahoitusvastuiden jakautuminen ja rahoitusvirrat 110 M€ kustannusarvion mukaan

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

Taulukko 2 Kustannusten jaossa käytetyt osuudet

Hankkeen vaikutusten arviointi

Keskeiset vaikutukset



”Maailman toimivin kaupunki” on Helsingin kaupungin ja ”Espoo on vastuullinen ja inhimillinen edelläkävijäkaupunki” on 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 selkärankana tarjoten korkeakapasiteettisen ja nopean yhteyden itä-länsi-suunnassa. Metron suosio näkyy kasvavina matkustajamäärinä, joten palvelutason ylläpito vaatii sen kapasiteetin kohottamista. Metron kapasiteetin kohottaminen ja järjestelmän käyttövarmuuden parantaminen vaikuttaa 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 ja Herttoniemi-Kalasatama ja Myllypuron-Itäkeskus väleillä. 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 saavuttavat maksimikapasiteetin vuoteen 2030 mennessä, jos pandemian aiheuttamat muutokset liikkumistarpeissa eivät jää pysyviksi.

Kapasiteettihankkeen keskeisin uudistus on kulunvalvontajärjestelmän toteutus, mikä mahdollistaa liikenteenohjausjärjestelmän osalta junavälien tihentämisen nykyisestä 2,5 minuutin vuorovälistä keskeisillä osilla ensin 2 minuutin vuoroväliin, ja lisäinvestointien avulla edelleen 1 min 40 s vuoroväliin. Näin ollen kahden linjan järjestelmässä kumpikin linjoista on mahdollista liikennöidä nykyisen 5 minuutin välin sijasta aluksi 4 minuutin ja lisäkapasiteettivarauksen käytön osoittautuessa tarpeelliseksi 3 min 20 s välein, lyhentäen matkustajien keskimääräisiä odotusaikoja, ja kasvattaen liikennemuodon houkuttelevuutta entises-

tään. Tihennetty liikenne myös pienentää ruuhka-aikojen junakohtaisia maksimimatkustajamääriä vaikuttaen edelleen positiivisesti matkustajakokemukseen. Uusi junakulunvalvontajärjestelmä mahdollistaa myös toimintojen automatisointia, millä on saavutettavissa 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 tulevana vuosina merkittävästi, tosin tämän kehityksen ennustaminen täsmällisesti on haastavaa.

Jatkossa on kuitenkin syytä parantaa turvallisuustasoa, koska ison liikenneyhteyksikön onnettomuus on usein seurauksiltaan suuri. Uusittaessa kulunvalvontajärjestelmä on uuden tekniikan avulla mahdollisuus nostaa turvallisuustasoa merkittävästi.

Arvioinnin lähtökohdat

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

Metron kapasiteettihankkeen yleissuunnittelun yhteydessä on laadittu useita selvityksiä ja niissä tehty 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 palvelutasoon

Suunnitellun mukainen junakulunvalvontajärjestelmä lisää ratakapasiteettia 20-33 % tiheämpien suojavälien hyödyntämisen kautta koko rataverkolla:

- Piententää 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 kuormitus tilanteen 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
- Häiriöherkyys alenee, häiriöiden vaikutukset pienenevät ja häiriöistä palautuminen nopeutuu
- Ajantasainen tiedotus ja lisäpalvelut parantavat matkustajien kokemaa turvallisuutta

Vastattava myös uudellaisiin turvallisuusuhkiin, 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 kestävytyteen

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

- Huomioitava myös muut investoinnit, jotka 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 kestävytyteen

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 kulkumuoto-osuus lisäännä merkittävästi Ilmastovaikutusten kannalta tehokkaita ovat nykyisen infran hyödyntämistä tehostavat hankkeet, kuten kulunvalvontajärjestelmän kehittäminen ja pienet parantamistoimet, joilla ei ole merkittävää materiaali vaikutusta 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 tiiviimpää maankäyttöä radan varteen
- Mahdollistaa energiansäästön kannalta optimaalisen ajotavan -> vähentää metroluikenteen kulutusta
- Mahdollisuus hyödyntää automaatiota täysimääräisesti
- Ratalaitteiden määrän vähentäminen pienentää materiaali vaikutusta

Vaikutukset sosiaaliseen kestävytyteen

Liikennetarjonnan lisääminen parantaa myös sosiaalista kestävytyttä, 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 pienetessä, koska automaattiajo vähentää ajosähkön tarvetta 20 - 25 % verrattuna tilanteeseen, jossa ei ole energiaa säästävää järjestelmää käytössä. Toisaalta osa näistä säästöistä saavutetaan jo tänä päivänä kuljettajien avustusjärjestelmän avulla, joten nettohyödyksi arvioidaan 8-13%.

Metron junien ylläpitokustannukset alenevat

- Jos siirrytään puoliautomaattiajoon, metron junilla 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

Odutus- 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 s vuorovälillä.

Kun metroa laajennetaan, matka-aikahyödyt kasvavat matkustajamäärien suhteessa.

Hyötyä investoinnista tulisi myös autoilijoille matka-aikasäästöinä ja pienentyneinä onnettomuuskustannuksina.

Säästetään tie- ja katuinvestoinneissa, ympäristö- ja onnettomuuskustannuksissa

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

Yhteiskunnallisten tulojen lisäys ja säästöt on esitetty (Taulukko 3) kapasiteetin noston vuosittaiset lasketut rahamääräiset hyödyt vuonna 2030. Yksittäinen suurin hyötyerä on vertailutilanteen joukkoliikennematkustajien aikahyödyt.

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 tiheenee 120 sekuntiin (verrattuna skenaarioon 2030 150 KIL) ja 3,7 %, kun vuoroväli tiheenee 100 sekuntiin (verrattuna skenaarioon 2030 150 KIL).

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

Lipputulot kasvavat

Matkustajamäärien kasvu tuo lisää lipputulota. 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 lisäksi lasketaan:

- Joukkoliikenteen lipputulot 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 ratahankkeiden 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 ratahankkeiden 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 ratahankkeiden 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 on investointikustannus 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 10 lisäjunan hankinnan. Lisäjuniin hankinta huomioitaessa 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	42,83	37,74	2,48
LM Infra, Hki	4,60	4,04	0,27
LM Infra, ES	21,56	18,99	1,25
Liikennöinti			
HKL liikennöinti	7,97	11,00	0,66
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, poistoaika 20 v.)	-3,85
Poistojen muutos (10 lisäjuna, poistoaika 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 vanhentuessa tulee eteen teknisiä haasteita, jotka voivat vaikuttaa metron liikennöinnin luotettavuuteen. Hankesuunnitelman valmistelussa on arvioitu metron palvelutason, eli luotettavuuden ja aikataulunmukaisuuden, mahdollisen heikkenemisen vaikutuksista 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, joihin 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 kulkutavan valintoihin, 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 olisi voimassa seuraavat tekijät 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, poistetaan vuoroja ja liikennöimään 30 sekuntia pidemmällä vuorovälillä.
- Metron koetun luotettavuuden väheneminen. Lähijuna koetaan HSL-liikenteen asiakastytyväisyyssitutkimusten mukaan vähiten täsmälliseksi raideliikennevälineeksi, jota kuvataan nykytilanteen mallinnuksissa siten, että lähijunaa käyttävien matkustajien koettu matka-aika on 2 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 2 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 on suuri, mikä johtuu vuorovälin harvenemisen ja matka-aikojen pitenemisen kohdistumisesta kaikkiiin metroluikenteen matkustajiin. Vaikutuksista noin kolmannes johtuu metron koetun luotettavuuden vähenemisestä, jota on siis kuvattu 2 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, että satunnaisilla häiriöillä ei ole suurta merkitystä, mutta mikäli häiriötä tapahtuu tai niitä koetaan tapahtuvan usein, vaikuttaa se metroluikenteen 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.



