

Metron kapasiteetin ja luotettavuuden kehittäminen

Hankesuunnitelma, junakulunvalvonnan toteutus

Maaliskuu 2022

Yhteistyössä:

Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy

HKL – Helsingin kaupungin liikenneliikelaitos

HSL – Helsingin seudun liikenne

Espoon kaupunki

Länsimetro Oy



Sisällys

Esipuhe	4
Tiivistelmä.....	6
Sanasto ja termit.....	7
Lähtökohta ja tavoitteet	9
Metro osana pääkaupunkiseudun joukkoliikennejärjestelmää	9
Metron matkustajamäärien kehittyminen ja metron kuormitus	10
Matkustajakasvuun liittyviä epävarmuustekijöitä	10
Matkustajamäärätutkimukset	11
Metron operointi ja omistajuus.....	14
Nykyinen järjestelmä	15
Järjestelmän luotettavuuteen ja turvallisuuteen vaikuttavia tekijöitä.....	15
Hankesuunnitelma	17
Hankkeen rajaus.....	17
Hankkeen tavoitteet	18
Liikenteenohjausjärjestelmän tavoitteet	19
Junakulunvalvontajärjestelmän uusimishankkeen tehtäväkokonaisuudet	20
Järjestelmän toiminnallisten vaatimusten määrittely.....	22
Järjestelmän automaatiotaso.....	22
Alustava käyttöönoton vaiheistus.....	23
Hankkeen aikataulu.....	24
Riskit ja mahdollisuudet.....	25
Hankkeen jälkeiset toimenpiteet	27
Vaikutukset organisaatioon	27
Hankeviestintä	28
Tavoitteiden varmistaminen.....	29
Hankkeen johtamismalli	29
Hankkeen päätöksenteon elimet.....	29
Kustannukset ja niiden jakautuminen	30



Kustannusten jakautuminen	31
Hankkeen vaikutusten arviointi	31
Keskeiset vaikutukset	32
Vaikutukset metrojärjestelmän tuomiin tuloihin ja yhteiskunnallisiin hyötyihin	36
Kannattavuuden arviointi	38
Toteuttamatta jättämisen vaikutukset	40



Esipuhe

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

Tässä hankesuunnitelmassa esitetään suunnitelma metron junakulunvalvontajärjestelmän uusimisesta.

Metrossa on käytössä monia järjestelmiä, joiden elinkaari on hyvin pitkällä tai se on jo loppumassa. On sujuvan liikennöinnin kannalta kriittisen tärkeää, että näiden järjestelmien toiminta varmistetaan niin pitkälle kuin tarpeellista. Junakulunvalvontajärjestelmä on keskeinen osa metron junaturvallisuuden varmistamista. Nykyinen junakulunvalvontajärjestelmä 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	Olli Isotalo	Tero Anttila	Ville Saksi
Artturi Lähdetie	Harri Tanska		

Hankesuunnitelman laadintaan ja tietojen kokoamiseen ovat osallistuneet:

HKL Kaupunkiliikenne

- Heikki Viika
- Julius Vuoriluoto

- Pappas
- 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

Länsimetro Oy

- 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

HSL

- 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

SWECO Oy

- 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 oleellinen pääkaupunkiseudun joukkoliikennejärjestelmän toimivuuden kannalta.

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

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

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

Liikenteenohjauksen kehittäminen on joukkoliikenteen kapasiteetin nostamiseksi erittäin kustannustehokas ja ympäristöystävällinen toimenpide. Parantamalla olemassa olevan metrolinjan kapasiteettia päästään vastaavaan kapasiteettilisäykseen, johon tarvittaisiin merkittäviä muiden liikennemuotojen infrastruktuurihankkeita. Nyt esitetty 25 % kapasiteettilisäys vastaa samaa kuin kolme uutta pikaraitiotietä, kymmenen bussilinjaa tiekapasiteettitarpeineen tai uusi moottoritiekaista. Lisäys saadaan aikaan ilman uuden infrastruktuurin rakentamista, joten hanketta voisi luonnehtia ”digitaaliseksi kaistalisäykseksi”. Kustannuksiltaan hanke vertautuu luonnollisesti erittäin edullisesti näihin vertailukohtiin.

Metron matkustajamäärät ovat kasvaneet voimakkaasti viime vuosien ajan koronapandemiaan saakka, jonka vaikutus näkyy edelleen merkittävästi metroliiikenteessä. 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.

HSL:n ja metron vaikutusalueen kuntien yhteistyössä vuonna 2020 laatiman selvityksen yhteydessä tehdyn metron matkustajamääräennusteen mukaan matkustajamäärät ovat ylittämässä kapasiteetin vuoteen 2030 mennessä. Metron haaroilla täyttöaste vaihtelee eri skenaarioissa välillä 82–97 % osuudella Myllypuro–Itäkeskus ja välillä 100–111 %



osuudella Urheilupuisto–Tapiola. Matinkylän linjalla matkustajat ovat kokeneet ruuhkan tunnetta jo n. 81 % täyttöasteella. Nykyinen kapasiteetti tulee kuitenkin johtamaan ruuhkaisuuteen metrossa, vaikka ruuhka-ajan kysyntä vähenisi tällä hetkellä arvioidut 15 % verrattuna ennusteisiin.

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

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

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

Hankkeen kokonaiskustannusarvio on 110 miljoonaa euroa.

Sanasto ja termit

Liikenteenohjausjärjestelmä	Metrolinjan ohjauksen kokonaisjärjestelmä, johon sisältyy liikenteenohjaus-keskus, asetinlaite, tiedonsiirtojärjestelmä ja useita radanvarren ohjattavia tai valvottavia laitteita, esimerkiksi valo-opastimet.
Liikenteenohjauskeskus, ATS	Järjestelmä, jolla ohjataan metrojunien liikennettä asetinlaitteen välityksellä. Järjestelmä valvoo junien sijaintia, reitittää niiden liikennettä automaattisesti, sekä antaa mahdollisuuden puuttua liikenteen kulkuun myös käsikäyttöisesti.
Asetinlaite	Ohjaa ja valvoo radan varren laitteita ja valvoo junaturvallisuutta.
Äänitaajuusraidevirtapiiri	Tunnistaa junan läsnäolon metroradan osuudella, jota ko. yksittäinen laite valvoo.
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.
Junakulunvalvonta tai kulunvalvonta	Järjestelmä, joka valvoo jatkuvatoimisesti junan suurinta sallittua nopeutta ja etäisyyttä radan kohtaan, johon saakka ko. junalla on oikeus edetä. Mikäli kuljettaja ei noudata



	nopeusrajoitusta eikä jarrutuskäyrää pysähtymispaikkaan, järjestelmän junalaite hidastaa automaattisesti junan kulkua.
Greenfield project	Rakenteilla olevaan uuteen liikennejärjestelmään kohdistuva projekti. Esimerkiksi Länsimetron 2. vaihe.
Brownfield project	Olemassa olevaan liikennejärjestelmään kohdistuva projekti, jossa päivitetään olemassa olevia laitteita. Esimerkiksi kantametron asetinlaitepäivitys.
GoA	Grade of Automation. Raideliikennejärjestelmän automaatioaste. Perään liitetään numero ilmaisemaan automaatioastetta.
GoA0	0-taso tarkoittaa ajamista kuljettajan näköhavaintojen mukaan
GoA1	1. tasolla kuljettaja ajaa valo-opastimien mukaan ja liikennejärjestelmässä on kulunvalvontajärjestelmä käytössä.
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.
GoA3	3. tasolla on käytössä automaattiajo, ts. kuljettajaa ei tarvita. Automaatio kuljettaa junan seuraavalle pysähtymislaiturille automaattisesti. Junassa on kuitenkin operaattorin henkilö poikkeustilanteita varten.
GoA4	4. tasolla on käytössä automaattiajo, ts. kuljettajaa ei tarvita. Automaatio kuljettaa junan seuraavalle pysähtymislaiturille automaattisesti. Junassa ei ole normaalisti operaattorin henkilökuntaa.
M100	Metrojunasarja, jotka on otettu käyttöön 1980–1984
M200	Metrojunasarja, jotka on otettu käyttöön 2000–2001
M300	Metrojunasarja, jotka on otettu käyttöön 2017–2018, viisi optiojunaa tulossa 2022.
M400	Tulevaisuuden metrojunasarja, jonka hankintaa ei ole vielä käynnistetty
SIL	Safety Integrity Level. Laitteen tai järjestelmän turvallisuuseheystaso. Taso 4 on korkein, turvallisuuskriittisille järjestelmille määritelty taso. Taso 0 on alhaisin, ja siihen 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 oleellinen pääkaupunkiseudun joukkoliikennejärjestelmän toimivuuden kannalta.

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

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

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. Näin ollen metrolinien kykyneen pienentämään huomattavasti maanpäällistä liikennettä tiheään rakennetulla keskusta-alueella.

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

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 liikekiinteistö- ja rakentamista kasvattaen potentiaalisia matkustajamääriä. Tämä matkustajamäärien kasvu, joka 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 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 tarvittaessa liikenteen kysynnän kasvaessa.

Metron matkustajamäärien kehittyminen ja metron kuormitus

Metron matkustajamäärä on kasvanut voimakkaasti viime vuosien ajan koronapandemiaan saakka, jonka vaikutus näkyy edelleen merkittävästi metrolienteessä. Vuodesta 2010 vuoteen 2019 metron käyttäjien kokonaismäärä on kasvanut noin 62 % ja metron huippukuormitus on kasvanut noin 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 noin 8 400 ruuhkatunnissa. Vuosaaren linjan kuormitus oli tästä noin 4 500 ja Mellunmäen linjan kuormitus noin 3 900 matkustajaa. Lännessä kuormittunein osuus oli Lauttasaaren ja Ruoholahden välillä, jossa matkustajia oli noin 5 800 ruuhkatunnissa. Matinkylän linjan kuormitus oli tästä noin 4 000 ja Tapiolan linjan kuormitus noin 1 800 matkustajaa. Korkein havaittu kuorma oli 515 matkustajaa yksittäisessä junassa.

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 epätasaisesta kuormituksesta 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.

Matkustajakasvuun liittyviä epävarmuustekijöitä

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

Muutokset ovat aiheuttaneet epävarmuutta matkustajamäärien kasvun vauhdista, mahdollisista askelmuutoksista kysynnässä etätöiden lisääntyä ainakin väliaikaisesti, ja muista mahdollisista muutoksista matkustuskäytännöissä, esim. aamuruuhkahuipun



viimeaikainen pieneneminen ja sen myötä tasoittuminen. On epäselvää, mitkä näistä muutoksista ovat väliaikaisia ja mitkä saattavat vakiintua tulevaisuudenkin käytännöiksi. Liikennemalliasiantuntijoiden mukaan voi kestää 4–5 vuotta, ennen kuin uudet matkustuskäytännöt pystytään mallintamaan ja uusien mallien pohjalta tekemään päivitetty mallinnukset.

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

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

Matkustajamäärätutkimukset

Metron matkustajamäärään vaikuttaa mm. metron vaikutusalueen maankäytön kehittyminen, liikkumistottumusten muutokset sekä liikenteen hinnoittelu.

Matkustajakysyntä kasvaa edelleen vuoden 2030 jälkeen maankäytön kehittyessä. Jotta matkustajakysynnän maksimikasvusta tulevina vuosikymmeninä olisi selkeämpi kuva, on HSL yhteistyössä metron vaikutusalueen kaupunkien ja kuntien Helsingin, Espoon, Vantaan, Kirkkonummen ja Sipoon kanssa tehnyt uuden laajan selvityksen, kuinka maankäyttö ja liikennejärjestelmät tulevat kehittymään vuoteen 2060 mennessä.

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

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



Tiheämpi vuoroväli lisää järjestelmän matkustajakysyntää, jolloin Kulosaaren ja Kalasataman välillä on noin 12700 matkustajaan tunnissa.

Selvitys tehtiin ennen koronapandemiaa ja siinä hyödynnettiin kuntien näkemyksiä maankäytön kehityksestä. Pandemian myötä joukkoliikenteen matkustajamäärä on toistaiseksi vähentynyt huomattavasti. Vuoden 2021 aikana HSL tutki liikkumisen muutosta koronan jälkeen, ja oletus on, että erityisesti ruuhkaliikenteen kysyntä jää pysyvästi matalammalle tasolle etätyön yleistyessä. Liikkumisen muutos on kuitenkin parhaillaan käynnissä ja liikenne-ennusteisiin liittyy tällä hetkellä erittäin suuria epävarmuuksia. Liikkumistarpeen kausi- ja viikonpäivävaihtelu saattaa myös kasvaa, jos esim. tulevaisuudessa etätyö- ja toimistopäivät keskittyvät tietyille viikonpäiville. Liikkuminen myös muissa matkaryhmissä voi kasvaa, jolloin erityisesti iltaliikenteen kysyntäpiikki korostuu. HSL on käynnistämässä laajempaa selvitys muiden kuin työmatkojen matkaryhmien muutoksista. Myös hinnoittelun muutokset voivat vaikuttaa merkittävästi matkustajamääriin. Metron kapasiteetin osalta järjestelmäkehityksessä on syytä varautua mahdollisuuteen kasvattaa kapasiteettia tarpeen mukaan.

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

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

Rataosuus/Asema	Matkustajamäärä tunnissa	Käyttöaste	
		Metro2060	-15%
Urheilupuisto – Tapiola vuonna 2020 (helmikuu toteuma)	7200	81 %	
Urheilupuisto – Tapiola vuonna 2030 (MAL19)	7200 (150 sekuntia)	133 %	113 %
Urheilupuisto - Tapiola vuonna 2030 (MAL19)	9000 (120 sekuntia)	107 %	91 %
Urheilupuisto – Tapiola vuonna 2060 (Metro 2060 perus)	10800 (100 sekuntia)	110 %	94 %



	Matkustajamäärä tunnissa	Käyttöaste	
Rataosuus/Asema	Kapasiteetti/vuoroväli	Metro2060	-15%
Kulosaari – Kalasatama (M1 ja M2) vuonna 2020 (helmikuun toteuma)	7200x2	75 %	
Kulosaari – Kalasatama (M1) vuonna 2030 (MAL19)	7200 (150 sekuntia)	88 %	74 %
Kulosaari – Kalasatama (M2) vuonna 2030 (MAL19)	7200 (150 sekuntia)	89 %	76 %
Kulosaari – Kalasatama (M1) vuonna 2030 (MAL19)	9000 (120 sekuntia)	70 %	60 %
Kulosaari – Kalasatama (M2) vuonna 2030 (MAL19)	9000 (120 sekuntia)	71 %	60 %
Kulosaari – Kalasatama (M1) vuonna 2060 (Metro 2060 perus)	10800 (100 sekuntia)	67 %	57 %
Kulosaari – Kalasatama (M2) vuonna 2060 (Metro 2060 perus)	10800 (100 sekuntia)	93 %	79 %

Taulukosta käy ilmi, että sekä vuosien 2030- että 2060 -ennusteissa nykyinen metron kapasiteetti ei riitä Tapiolan länsipuolella nykyisellä järjestelmällä ja liikennemallilla tämän vuosikymmenen lopulla, vaikka kysyntä vähenisi 15 %. Uudemmalla 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 noin 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 kehittämällä on vaikutusta, ja Tiederatikalla on lännen kuormitukseen suurempi vaikutus kuin Jokeri 0 -ratikalla. Muissa skenaarioissa lännen ongelmapaikat eivät muutu perusskenaarioon verrattuna.

Metron operointi ja omistajuus

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

Helmikuun alusta 2022 entisen HKL:n henkilökunta ja toiminnot ovat siirtyneet vastaperustettuun Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:ön. Metrojärjestelmä säilyy kuitenkin liikenneliikelaitoksen omistuksessa ja liikenneliikelaitos säilyy metron operoinnista vastaavana osapuolena. Liikenneliikelaitos puolestaan tilaa metron operointiin, kunnossapitoon, omaisuudenhallintaan ja jatkokehittämiseen tarvittavat palvelut Kaupunkiliikenne Oy:ltä. Myös Länsimetro Oy tilaa Kaupunkiliikenteeltä Länsimetron asemien ja radan 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 osaoptimoinnilta ja pystytään keskittymään koko metrojärjestelmän tavoitteiden ja elinkaarikustannusten optimointiin.

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

Pääkaupunkiseudun metroa liikennöidään tällä hetkellä 45 metrojunalla, joista liikenteeseen sitoutuvia vuoroja on 36. Junia on 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, jonka jälkeen käytettävissä on 50 metrojunaa.

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

Järjestelmän luotettavuuteen ja turvallisuuteen vaikuttavia tekijöitä

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

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

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

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



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



Hankesuunnitelma

Hankkeen rajaus

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

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

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

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

Tarve 100 sekunnin vuorovälille ja kulunvalvontajärjestelmän lisäkapasiteettivarauksen 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. 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.



Hankkeen tavoitteet

1. Varmistamme metron luotettavan liikennöinnin

Toteutamme liikenteenohjausjärjestelmälle asetetut tavoitteet.

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

2. Varmistamme toteutuksen onnistumisen yhteistyöllä ja ennakoivalla projektinhallinnalla

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.

3. 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 varmista-en tulevaisuudessa toimivan ratkaisun.
- Mahdollistamme tiheän vuorovälin ajamisen Kivenlahden ja Itäkeskuksen välillä.



Liikenteenohjausjärjestelmän tavoitteet

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

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

- Liikennöinnissä on mahdollisimman vähän matkustuskokemusta heikentäviä häiriöitä. Metron häiriöt aiheuttavat pahimmillaan matkustajalle hyvin suuria vaikeuksia korvaavien yhteyksien puuttuessa.
- Häiriötilanteista aiheutuu matkustajille mahdollisimman vähän haittaa. Häiriöiden sattuessa on matkustajille pystyttävä kertomaan häiriön arvioitu kesto, korvaavat tai vaihtoehtoiset yhteydet sekä häiriön syy.
- Järjestelmän tulee mahdollistaa liikennehäiriöiden hallinta ja nopea toipuminen matka-aikoja kasvattamatta. Teknisesti mahdollisen ja käytännön operatiivisen vuorovälin eron tulee olla riittävän suuri, jotta kohtuulliset viivästymiset esim. matkustajien toimienvuoksi eivät aiheuta kasvavaa häiriötä liikenteessä.

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

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

Taulukko 2. Liikenteenohjausjärjestelmälle asetetut tavoitteet.

Palvelutaso	Kapasiteetti	Luotettavuus, käytettävyys, huolettavuus	Turvallisuus	Kyber-turvallisuus	Ympäristö	Inhimilliset tekijät	Muokattavuus	Digitalisaatio
Liikenteen säännöllisyys	Vuoroväli	Laitteiston kestävyys	Vaaralliseen tilanteeseen päätyminen ehkäisy	Hyväksyttävä kyber-turvallisuustaso	Järjestelmän toteutuksen hiilijalanjälki	Järjestelmän helppo-käyttöisyys	Järjestelmän joustava muokkaus	Prosessitiedon saatavuus ja kattavuus
Aikataulun pätevyys	Poikkeus-tilanteiden hallinta	Korkean käytettävyyden järjestelmärakenne	Työturvallisuus	Järjestelmän helppo-käyttöisyys	Energian-kulutus	Järjestelmän helppo ja turvallinen huolto	Skaalattavuus	Automaatio-toiminnot prosessitietojen avulla
Matka-aika	Käynnistys-aika	Huollon helppous					Yhteen-sopivuus	



Palvelutaso	Kapasiteetti	Luotettavuus, käytettävyys, huolettavuus	Turvallisuus	Kyber-turvallisuus	Ympäristö	Inhimilliset tekijät	Muokattavuus	Digitalisaatio
Hankkeen aikaiset vaikutukset metro-liikenteeseen		Elinkaari-kustannusten huomioiminen						

Junakulunvalvontajärjestelmän uusimishankkeen tehtäväkokonaisuudet

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

Kulunvalvontaprojekti jakautuu kolmeen osaprojektiin, joista selkeästi suurin investointi kohdistuu junakulunvalvontajärjestelmään. Kulunvalvontajärjestelmän toteutus edellyttää lisäksi järjestelmän junalaitteiden ja radanvarren laitteiden välisen tiedonsiirron perustana toimivan radioverkon toteutusta. Kulunvalvontajärjestelmän toiminta on kiinteästi yhteydessä muihin liikenteenohjausjärjestelmän osajärjestelmiin, asetinlaitteeseen ja liikenteenohjauskeskusjärjestelmään, minkä takia niihin joko tehdään merkittäviä muutoksia tai ne korvataan.

Kulunvalvontajärjestelmän hankintaa edeltää merkittävä järjestelmän ja suorituskykyvaatimusten määrittely, jotka asettavat lähtökohdan hankintaprosessin neuvotteluille. Määrittelyt tehdään kaikkien edellä mainittujen järjestelmien vaatimien muutosten ja tarvittavien rajapintojen osalta. Vaatimusmäärittely-vaiheessa 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 muutoksiin järjestelmän oletetun kolmenkymmenen vuoden elinkaaren aikana. Näitä ovat mm. uusien junasarjojen hankinta, järjestelmän päivittäminen liikkuviin suojaväleihin sekä järjestelmän maantieteellinen laajentaminen. Järjestelmän elinkaaren aikana radioverkkoteknologiassa tullaan todennäköisesti ainakin kerran uudistamaan tiedonsiirron selkärankana 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 merkittävässä raidevirtapiirien ja opastimien korvausinvestoinnissa sekä nykyjärjestelmän kehitykseen liittyvissä projekteissa.

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

Lisäksi tiettyjen syöttöasemien peruskorjausta tarvitaan varmistamaan suuremman junamäärän tarvitsema sähköenergia. Sähkönsyötöstä 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 laaditaan erillinen hankesuunnitelma. Jatkokehityksen taustalla ovat mahdolliset tarpeet tehostaa junien suunnanvaihtoa Kivenlahden asemalla. Samalla mahdollistettaisiin metron jatkorakentaminen tulevaisuudessa.

Hankkeessa varaudutaan varmoina pidettävien mm. luotettavuustarpeiden lisäksi tuleviin, kasvaviin kapasiteettitarpeisiin, joista saadaan varmempaa tietoa vasta olosuhteiden vakiinnuttua. Varautuminen osana toteutettavaa hanketta mahdollistaa lisäinvestoinnin tarvittaessa, ja investoinnin askelittaisuus pienentää nykyjärjestelmien jäännösarvon alaskirjaustarvetta riskien pienentämisen lisäksi. Varautumiseen kuuluva sisältö ei sisälly tähän hankkeeseen eikä sitä ole tarkemmin kuvattu tässä hankesuunnitelmassa. Taulukossa 3 on joitain askelittaisen toteutuksen tuomia etuja.

Taulukko 3. Askelittaisen toteutuksen etuja.

Kapasiteetti	Toiminnalliset näkökohdat	Taloudelliset näkökohdat
Järjestelmän kapasiteettia kasvatetaan askeleittain mahdollistaen nyt 25 % noston ja myöhemmin vielä saman lisäyksen. Ei tarvitse investoida kerralla käyttämättömään kapasiteettiin.	Asteittainen siirtymä vähentää toiminnan muutosriskiä. Muutos GoA1:stä GoA2:een mahdollistaa automaatiotason ennen päätöstä GoA4:stä.	Juuri tehdyn liikenteenohjausinvestoinnin korkea jäännösarvo (poisto aika 20 vuotta). Askelittainen uusinta vähentää riskejä, kun käytössä olevaa järjestelmää muutetaan.



Järjestelmän toiminnallisten vaatimusten määrittely

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

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

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

Järjestelmän automaatiotaso

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

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

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

Junien kääntäminen linjaliikenteessä nähtiin tukevan metroliikenteen luotettavuustavoitteita siinä määrin, että tarkempi suunnittelu käynnistetään. Lisäksi



varikon sisällä tapahtuvien automatisoitujen liikkeiden hyödyistä ja riskeistä tehdään tarkempi arviointi ja suunnitellaan jatkotoimenpiteet tulosten perusteella.

Taulukko 4. Metron liikennöinnin automaatiotasot.

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 hätäjarruttamisesta.	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 matkustajaturvallisuuden 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.

Alustava käyttöönoton vaiheistus

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

Hankkeen alustava käyttöönotto hyödyntää vaiheittaista lähestymistapaa:

- Vaihe 1: Radioverkon toteutus.
- Vaihe 2: Kulunvalvontajärjestelmän toteutus ja rajapinnat nykyisen liikenteenohjauksen kanssa.
- Vaihe 3: M400-sarjan käyttöönotto (tämän hankkeen ulkopuolella).

Kulunvalvontajärjestelmän edellytyksenä on kaksi osaprojektia, joista ensimmäisessä toteutetaan kulunvalvontajärjestelmän tiedonsiirron selkärankana toimiva radioverkko. Toinen edellytys kulunvalvontajärjestelmälle on osaprojekti, jossa nykyiseen asetinlaitteeseen ja liikenteenohjauskeskusjärjestelmään toteutetaan tarvittavat rajapinnat



ja muutokset toimintaperiaatteisiin, jotka toteutetaan tiiviissä yhteistyössä nykyisen liikenteenohjausjärjestelmän ja kulunvalvontajärjestelmän toimittajien kanssa.

Kulunvalvontajärjestelmä asennetaan vain M300-junasarjaan, mikä tarkoittaa, että operointi tapahtuu ns. sekaliikenteenä, jossa M100- ja M200-sarjojen junat operoivat pakkopysäytysjärjestelmällä ja M300-sarja uudella kulunvalvontajärjestelmällä. Sekaliikenteestä siirrytään vain kulunvalvontajärjestelmää hyödyntävään liikennöintiin M400-sarjan junien käyttöönoton myötä. Ajankohta tarkentuu liikenteen kysynnän kasvunopeuden tarkentuessa sekä M100- ja M200-sarjojen eliniän päättyessä. Näin M300-junasarjan varustamisen turvallisuushyödyt 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 toteuttamisesta on hankesuunnitelman yhteydessä laadittu työn osittelu, jossa projekti on jaettu neljään päävaiheeseen:

Vaihe A: Hankesuunnitelman laatiminen

Vaiheella A tarkoitetaan hankesuunnitelmavaihetta, joka päättyy tämän hankesuunnitelman valmistumiseen.

Vaihe B: Tarjouspyyntöasiakirjojen laatiminen

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

Vaihe C: Kulunvalvontajärjestelmän hankintaprosessi

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

Vaihe D: Kulunvalvontajärjestelmän toteutus

Vaihe sisältää hankittavien järjestelmien ja laitteiden suunnittelun, valmistamisen, toimittamisen ja asentamisen sekä testaamisen ja käyttöönoton. Vaihe D jakautuu EN



50126-standardin mukaisen elinkaariprosessin mukaisiin vaiheisiin. Vaihe D alkaa sopimusten alle-kirjoittamisen 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 ennakoivasti siten, että kulunvalvontahanke pystyy suorittamaan tarvittavat testaukset yhteisesti sovitussa aikataulussa mahdolliset viiveet huomioiden.

Liittyvät hankkeet

Liittyviä hankkeita toteutetaan erillisten hankesuunnitelmien mukaan. Tämänhetkisessä aikataulussa olevat ajoitukset ovat viitteellisiä ja perustuvat tämänhetkisiin ennusteisiin.

Riskit ja mahdollisuudet

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

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

Taulukko 5. Tunnistettuja mahdollisia riskejä ja toimenpiteitä riskien torjumiseksi.

Riskit	Riskin torjuntatoimenpiteet
Tekninen toteutus ei onnistu. Projektin tahtotila ei vastaa sitä, mitä on realistisesti mahdollista toteuttaa.	Toiminnalliset tavoitteet määritetään sidosryhmien kanssa. Projekti viestii sidosryhmille järjestelmätoimittajien ratkaisusta. Sidosryhmät osallistuvat sopimusneuvotteluihin.
Tarjouspyynnön tekninen kuvaus on liian epätarkka. Seurauksena ei saada yhteneviä tarjouksia tai toteutus on epärealistinen, tarjoaja ei hahmota, mitä on tarjoamassa.	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.
Tarjouspyynnön tekninen kuvaus on liian tarkka. Seurauksena ei synny kilpailua, koska laitetoimittajien erilaisen erilaisella arkkitehtuurilla ja toiminnallisuudella toteutettujen tuotteisiin vaadittavat muutokset eivät mahdollista kilpailukyistä tarjousta.	Valitsemiskriteereinä on toiminnalliset ja operatiiviset vaatimukset. Asiakas ei määritä teknisiä ratkaisuja. Hankintamuotona (kilpailullinen) neuvottelumenettely.
Tarjoaja ei ole tehnyt vastaavaa järjestelmää, aina on vähintään sovellus- ja maakohtaisia eroja. Yhteistyö toimittajien välillä ei toimi. Haasteita toteuttamisessa, joita tarjousta tehdessä ei olla osattu arvioida. Laitetoimittajan mennessä tappiolla projektista tulee riitainen.	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 ennakoi tarvittavan sidosryhmien tuen määrän.
Jollakin toimittajista tai tilaajalla ei ole kiinnitetty tarpeeksi resursseja.	Toimittajan riittävästä pätevistä resursseista huolehditaan sopimuksellisesti. Asiakas varautuu hankkeen kuormitukseen



Riskit	Riskin torjuntatoimenpiteet
Seurauksena toimittajalla töiden viivästyminen, tilaajalla ei ole tarpeeksi resursseja ohjaamaan ja valvomaan työtä.	asiantuntijasopimuksin ja sidosryhmien tuen varmistamalla. Toimittajan työn laatu varmistetaan jatkuvasti porttiprosessilla.
Hankkeen alkuvaiheessa ei pystytä arvioimaan hankkeen todellisia kustannuksia, jolloin budjetti voi ylittyä. Tästä seuraa myös julkisuushaittaa.	Hankkeen riski- ja hankevaraus tehdään pohjautuen vastaavien hankkeiden toteumiin. Kustannusseurantaa tehdään ajantasaisena ja riski- ja hankevarausta päivitetään jatkuvasti simuloinnin pohjalta.

Hankkeen jälkeiset toimenpiteet

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

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

Vaikutukset organisaatioon

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

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



Merkittävimmän muutoksen työnkuvassaan tulevat kokemaan kuljettajat, joiden tehtävä muuttuu ajamisesta 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 tulkinnan etänä.

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

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

Hankeviestintä

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

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

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



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

Hankkeen päätöksenteon elimet

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

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

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

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

Kustannukset ja niiden jakautuminen

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

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

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

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

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

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

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



Kustannusten jakautuminen

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

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

Hankkeen toteutuskustannukset jaetaan HKL:n ja Länsimetron välillä. Jaossa on käytetty oletusta, että Länsimetron kustannukset jakautuvat Helsingille ja Espoolle suhteessa omistusosuuksiin. Taulukon 6 kustannusarviossa on yllä mainittujen periaatteiden mukaan tehty oletettu jako eri kustannuslajeille Helsingin ja Espoon sekä HKL:n ja Länsimetro Oy:n välillä, jota on käytetty kustannusanalyysin jyvittämisessä eri osapuolille. Hankkeelle haetaan MAL-rahoitusta, jolloin valtio osallistuisi kustannuksiin 30 % osuudella.

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

Yleissuunnitelmassa hankkeen kokonaiskustannuksiksi oli arvioitu 90–125 miljoonaa euroa.



Taulukko 6. Kustannusten jaossa käytetyt osuudet.

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

Hankkeen vaikutusten arviointi

Keskeiset vaikutukset

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

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

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



saavuttaisivat maksimikapasiteetin vuoteen 2030 mennessä, jos pandemian aiheuttamat muutokset liikkumistarpeessa eivät jää pysyviksi.

Kapasiteettihankkeen keskeisin uudistus on kulunvalvontajärjestelmän toteutus. Se mahdollistaa liikenteenohjausjärjestelmän osalta junavälien tihentämisen nykyisestä 2,5 minuutin vuorovälistä keskeisillä osilla ensin 2 minuutin vuoroväliin, ja lisäinvestointien avulla edelleen 1 minuutin 40 sekunnin vuoroväliin. Näin ollen kahden linjan järjestelmässä kumpaakin linjoista on mahdollista liikennöidä nykyisen 5 minuutin välin sijasta aluksi 4 minuutin ja lisäkapasiteettivarauksen käytön osoittautuessa tarpeellisiksi 3 minuutin 20 sekunnin välein. Tällöin matkustajien keskimääräiset odotusajat lyhenevät, ja liikennemuodosta tulee entistä houkuttelevampi. Tihennetty liikenne myös pienentää ruuhka-aikojen junakohtaisia maksimimatkustajamääriä vaikuttaen edelleen positiivisesti matkustajakokemukseen. Uusi junakulunvalvontajärjestelmä mahdollistaa myös toimintojen automatisointia, jolla voidaan saavuttaa monenlaisia etuja ja hyötyjä operoinnille.

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

Jatkossa on kuitenkin syytä parantaa turvallisuustasoa, koska ison liikenneyksikön onnettomuus on usein seurauksiltaan suuri. Uusitun kulunvalvontajärjestelmän ja uuden tekniikan avulla on mahdollista 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 tehdyt havainnot ja löydökset on huomioitu tässä hankesuunnitelmassa. Yleissuunnitelmaan vaikutti merkittävästi maailmanlaajuisen pandemian aiheuttamat muutokset matkustajamääräarvioihin. Nämä ovat vaikuttaneet merkittävästi myös tässä hankesuunnitelmassa esitettyihin ratkaisuihin.

1. Vaikutukset saavutettavuuteen ja palvelutasoon

Suunnitellun mukainen junakulunvalvontajärjestelmä lisää ratakapasiteettia 20–33 % koko rataverkolla tiheämpien suojavälien hyödyntämisen ansiosta:

- Pienentää minimijunaväliä ja lisää laskennallista ratakapasiteettia.
- Minimivuorovälejä voidaan lyhentää nykyisestä 150 sekunnista 120 sekuntiin.
- Parempaa täsmällisyyttä koko rataverkolla (edellytys myös junamäärien lisäämiselle).



- Helpottaa häiriöistä palautumista, kun voidaan lähteä nopeammin edellä ajavan junan perään, pienentää liikennehäiriöiden haittavaikutuksia matkustajille.
- Mahdollistaa liikenteen optimoinnin systemaattisesti järjestelmän tunnistaman kuormitusilanteen perusteella.
- Parantaa saavutettavuutta ja pienentää matkavastusta junatarjonnan (määrä ja laatu) parantuessa.
- Mahdollisuus minimoida rakentamisvaiheen liikennehäiriöitä.
- Parempaa palvelua luotettavamman ja ajantasaisen liikennetiedon avulla.

2. Vaikutukset taloudelliseen kestävyYTEEN

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

- Huomioitava myös muut investoinnit, joita tarvitaan joka tapauksessa, esimerkiksi MetroLAN:in korvaava radioverkko.

Kulunvalvontajärjestelmä mahdollistaa kustannusten lisäksi yhteiskuntataloudellisia hyötyjä:

- Aikasäästöt häiriönhallinnan, täsmällisyyden paranemisen ja liikenteenlisäämisen kautta
- Parantaa esim. jo teytyjen ratahankkeiden 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.

3. Vaikutukset sosiaaliseen kestävyYTEEN

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

- Metrojärjestelmä on esteetön ja helppokäyttöinen ja tarjonnanparantaminen 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.



4. 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.
- Liikennerajoitteita voidaan valvoa ja automatisoida paremmin.
- Häiriöherkkyys alenee, häiriöiden vaikutukset pienenevät ja häiriöistä palautuminen nopeutuu.
- Ajantasainen tiedotus ja lisäpalvelut parantavat matkustajien kokemaa turvallisuutta.
- Vastattava myös uudentyyppisiin 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.

5. Vaikutukset ekologiseen kestävyteen

Suomi on sitoutunut puolittamaan liikenteen päästöt vuoteen 2035 mennessä. Helsinki ja Espoo ovat asettaneet tavoitteekseen olla hiilineutraaleja vuoteen 2030 mennessä. Tavoitteita ei saavuteta, ellei raideliikenteen kulkumuotojen osuus lisäänty merkittävästi. Ilmastovaikutusten kannalta tehokkaimpia ovat nykyisen infran hyödyntämistä tehostavat hankkeet, kuten kulunvalvontajärjestelmän kehittäminen ja pienet parantamistoimet, joilla ei ole merkittävää materiaalivaikutusta. Moderni kulunvalvontajärjestelmä tarjoaa työkaluja päästöjen vähentämiseen:

- Ratakapasiteetin tehokkaampi käyttö ja parempi saavutettavuus suojavailejä tihentämällä.
- Parempi liikenteen tarjonta ja täsmällisyys tukevat kulkumuotosiirtymää kestäviin kulkutapoihin.
- Ruuhka-aikaan enemmän kapasiteettia, mikä lisää vähäpäästöisten liikennemuotojen osuutta.
- Tukee päästövähennystavoitteen saavuttamista Helsingin seudulla kapasiteetin lisäämisen ja täsmällisyyden kautta.
- Lisäkapasiteetti mahdollistaa entistä tiiviimmän maankäytön radan varteen.



- Mahdollistaa energiansäästön kannalta optimaalisen ajotavan, mikä vähentää metrolinjan kulutusta.
- Mahdollisuus hyödyntää automaatiota täysimääräisesti.
- Ratalaitteiden määrän vähentäminen pienentää materiaali-vaikutusta.

6. Metron liikenteenohjauksen kehittämisen tuomat säästöt operaattorille

Säästetään energiaa:

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

Metrojunien ylläpitokustannukset alenevat:

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

Vaikutukset metrojärjestelmän tuomiin tuloihin ja yhteiskunnallisiin hyötyihin

Matka-ajat lyhenevät joukko- ja henkilöautoliikenteessä

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

Kun metroa laajennetaan, matka-aikahyödyt kasvavat matkustajamäärien suhteessa.

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

Säästetään tie- ja katuinvestoinneissa, ympäristö- ja onnettomuuskustannuksissa

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

Taulukossa 6 on esitetty kapasiteetin noston vuosittaiset rahamääräiset hyödyt sekä yhteiskunnallisten tulojen lisäys ja säästöt vuonna 2030. Suurin yksittäinen hyötyerä on vertailutilanteen joukkoliikennematkustajien aikahyöty.



Joukkoliikenteen käyttö kasvaa

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

Metronousut vuorokaudessa kasvavat mallitarkastelun perusteella vuoden 2030 skenaariossa 2,3 %, kun vuoroväli tihenee 120 sekuntiin (verrattuna skenaarioon 2030 150 KIL) ja 3,7 %, kun vuoroväli tihenee 100 sekuntiin (verrattuna skenaarioon 2030 150 KIL). Kun metroverkon laajuus kasvaa, uusien matkustajien määrä voi yli kaksinkertaistua edellä esitetystä.

Lipputulot kasvavat

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

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

Arvioinnin lähtökohdat

Tulojen lisäksi lasketaan:

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

Yhteiskunnallisiin vaikutuksiin lasketaan:

- Joukkoliikennematkustajien aika- ja palvelutasohyödyt sekä vertailutilanteen matkustajien, että siirtyvien, uusien matkustajien osalta. Matka-aika- ja matkavastussuoritteet on laskettu Helmet 3.1 -mallin avulla, ja ajan arvoina on käytetty Väyläviraston ratahankeiden hankearviointiohjeen mukaisia ajan arvoja (n. 10 €/h). (Liikennevirasto, 2013)
- Tieliikenteen aikakustannussäästöt vähenevän autoliikenteen myötä on laskettu Helmet 3.1 -mallin avulla, ja ajan

arvoina on käytetty Väyläviraston ratahankeiden hankearviointiohjeen mukaisia ajan arvoja (n. 10 €/h henkilöautomatkoilla ja n. 33 €/h kuorma-automatkoilla). (Liikennevirasto, 2013)

- Tieliikenteen onnettomuuskustannukset, jotka on määritetty Helmet 3.1 -mallin tuottamien väylätyyppikohtaisten kilometrisuoritteiden ja onnettomuusasteiden mukaan. Henkilövahinko-onnettomuuden hintana on käytetty Väyläviraston ratahankeiden hankearviointiohjeen 598 899 €/onnettomuus. (Liikennevirasto, 2013)

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



Kannattavuuden arviointi

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

Investointikustannukset on huomioitu ennusteen korkeimman arvon mukaan. Arvioinnissa investointikustannus on huomioitu poistoina 20 vuoden poistoajalla tasapoistoina. Kannattavuuden arviointi on nähtävissä taulukossa 6.

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



Taulukko 7. Kannattavuuden arviointi. Lähde: Metron vuorovälin muutosten vaikutusanalyysi, Ramboll, J.Rinta-Piirto, 12/2020.

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



Taulukko 8. Arvio hankkeen vaikutuksista HSL:n infra- ja liikennöintikorvauksiin.

Infrakorvaus	Investointi	HSL-poisto ja korko yhteensä	HSL-poisto ja korko 1. vuosi
HKL Infra, Helsinki	29,60	31,12	2,15
Länsimetro Infra, Helsinki	5,16	4,32	0,29
Länsimetro Infra, Espoo	24,16	20,29	1,32
Liikennöinti			
HKL liikennöinti	18,00	21,03	1,17

Poistoaika 20 vuotta. Infran rakentamisen aikainen korko 5 %, liikennöinnin rakentamisen aikainen korko 3 %. HSL:n infra- ja liikennöintikorvaukset alkavat vuodesta 2029.
Laskelma ei sisällä investointia lisäuniin.

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 vaikutuksia metron matkustajamääriin ja sitä kautta lipputuloihin ja yhteis-kuntataloudellisiin kustannuksiin.

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

- Junien vikaantuminen: Mikäli vanhojen junien junalaitteet vikaantuvat tavalla, johon ei ole saatavilla varaosia, täytyy kyseiset junat poistaa liikenteestä pitkäksi aikaa, sillä niihin tulee asentaa uuden sukupolven laitteet. Junien poistuminen liikenteestä tarkoittaa metron vuorovälin pidentymistä ruuhkassa.
- Tietyille liikenneväleille asetettava alempi nopeusrajoitus: Mikäli metrossa joudutaan tekemään korjaustöitä, voi se tarkoittaa nopeusrajoitusten asettamista tietyille liikenneväleille korjaamisen ajaksi. Tämä tarkoittaa pidempiä matka-aikoja ja mahdollisesti harvempaa liikennettä ruuhkassa, mikäli metron kierrosajat kasvavat niin paljon, että vuoroväliä on pidennettävä.

Puhtaasti matka-ajassa mitattavien vaikutusten lisäksi luotettavuuden heikkeneminen vaikuttaa matkustajien reitin- ja kulkutapojen valintaan, jos ja kun aiempaa epäluotettavammaksi koettua metroa aletaan välttää.



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

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

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

Taulukossa 6 on esitetty hankalimman kuviteltavissa olevan tilanteen vaikutuksia yhteiskuntataloudellisiin kustannuksiin tilanteessa, jossa ongelmat pitkittyvät. Vaikutukset eivät ole näin suuria, mikäli ongelmat saadaan nopeasti korjattua.

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

Tarkastelussa on ollut hankalin kuviteltavissa oleva pitkäkestoinen tilanne. Häiriöiden vaikutus matkustukseen ei tapahdu lineaarisesti, vaan on oletettavaa, ettei satunnaisilla häiriöillä ole suurta merkitystä, mutta mikäli häiriöitä tapahtuu tai niitä koetaan tapahtuvan usein, vaikuttaa se metrolikenteen 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.



Taulukko 9. Metron palvelutason heikkenemisen vaikutuksia yhteiskuntataloudellisiin kustannuksiin, hankalin kuviteltavissa oleva tilanne. Metron palvelutason heikkenemisen analyysi, Ramboll, J.Rinta-Piirto, 11/2021.

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

