

Kaupunkien liikennehankkeiden vaikutusten arvioinnin kehittäminen

Helsinki

Julkaisija | Helsingin kaupunki / Kaupunkiympäristön toimiala

ISBN | 978-952-386-547-1

ISSN | 2489-4257

TIIVISTELMÄ

Kaupunkien liikennehankkeiden arviointien yhteydessä on noussut esiin kysymyksiä liittyen tiiviisti asuttujen seutujen hankkeiden vaikutusten arviointiin. Kysymykset liittyvät sekä arviointikehikoihin (siihen, mitkä asiat nostetaan systemaattisesti esiin osana arviointeja), ennustemenetelmiin (siihen, miten esimerkiksi matka-aikasäästöjä tai kulkutapamuutoksia ja siitä kumpuavia ulkoisvaikutuksia ennustetaan) että yksikköarvoihin (siihen, miten vaikutukset rahallistetaan esimerkiksi matka-ajan tai ilmanlaadun osalta).

Liikennehankkeiden kannattavuuslaskelmien pääasiallinen tehtävä on liikennehankkeiden järjestäminen paremmuusjärjestykseen liikennetaloudellisesta näkökulmasta. Kuitenkin kaupunkiseudun hankkeissa päätetään usein vain yhden hankkeen viemisestä eteenpäin päätöksenteossa. Etenkin näissä tilanteissa hyöty-kustannussuhdetta hyödynnetään yhteiskuntataloudellisen kannattavuuden mittarina. Tällöin on erityisen tärkeää, että yksikköarvot ovat mahdollisimman tarkasti arvioituja, jotta hankkeen hyötyjä ja haittoja ei yli- tai aliarvioida.

Tässä työssä tarkastellaan eräiden vaikutuslajien teoriapohjaa ja suuruusluokkia, ja työ tuottaa lisää tietoa tiiviisti asuttujen kaupunkien liikennehankkeiden arviointiin. Tarkasteluun valittiin kasautumisen taloudelliset vaikutukset, liikenteen viemä tila sekä matka-ajan arvo ja ilmanlaatuun liittyvät vaikutukset. Yksikköarvojen osalta kysymyksenä oli, miten valtakunnalliset yksikköarvot soveltuvat hankkeiden vaikutusten arviointiin Helsingissä.

Työtä varten haastateltiin useita asiantuntijoita ja arviointien hyödyntäjiä heidän näkemyksistään vaikutusten arvioinnin taustoista ja kehitystarpeista.

Hankearviointien yksikköarvojen osalta työssä tarkasteltiin, mitkä asiat vaikuttavat matka-aikasäästöjen ja lähipäästöjen yksikköarvojen suuruuteen. Tämän pohjalta määritettiin matka-aikasäästöjen ja lähipäästöjen yksikköarvot kuvaamaan Helsingin kaupungin korkeampaa palkkatasoa ja tiiviimpää yhdyskuntarakennetta, jossa lähipäästöille altistuvia on keskimääräistä enemmän. Tarkastelujen perusteella matka-

aikasäästöjen osalta huomioitiin myös kertaluonteiset palkkaerät ja vapaapäivien palkat, joita kansallisessa ohjeistuksessa ei huomioida. Lisäksi työssä määritettiin kasautumisvaikutusten laskentaperiaatteet ja liikenteen vaatiman tilan arvon arvioimisperiaatteet.

Matka-aikasäästöjen yksikköarvojen määrittäminen Helsingin seutua koskevalla tilastoilla ja kaikkien työllistämisen kustannusten huomiointi kasvatti yksikköarvoja yli 50 % suhteessa kansallisiin yksikköarvoihin. Myös lähipäästöjen yksikköarvojen määrittäminen Helsinkiä koskevalla tilastoilla kasvatti yksikköarvoa selvästi. Kasautumisvaikutusten osalta todettiin, että verotulojen kasvu, joka johtuu kasautumisen takia kasvaneista palkoista, voidaan ottaa mukaan hyöty-kustannuslaskelmaan. Liikenteen vaatiman tilan osalta kehitettiin menetelmiä tilantarpeen muutoksen ja kohdistumisen arviointiin.

Päivitettyjen yksikköarvojen, kasautumisvaikutuksien ja liikenteen tilan arvon vaikutusta pilotoitiin Viikin-Malmin pikaraitiotien kannattavuuslaskelmassa.

Työn tulokset osoittavat, että matka-aikasäästöjen yksikköarvojen päivittämisellä ja kasautumisvaikutusten huomioimisella on merkitystä liikennehankkeiden kannattavuuslaskelmassa. Matka-aikasäästöjen yksikköarvojen päivittäminen kasvattaa Viikin-Malmin pikaraitiotien hyöty-kustannus-suhdetta merkittävästi. Lisäksi kasautumisvaikutusten huomioinnista aiheutuneet verohyödyt ovat merkittävä hyötyerä. Lähipäästöjen yksikköarvojen päivittämisellä ja autoliikenteen vaatiman tilan arvon huomioimisella ei ole olennaista merkitystä Viikin-Malmin pikaraitiotien kannattavuuslaskelmassa, sillä näiden yhteiskuntataloudelliset vaikutukset ovat pieniä.

Työn johtopäätösten perusteella suositellaan toimenpiteitä Helsingin kaupungin liikennehankkeiden kannattavuuslaskentaan, arviointikehikkojen ja -menetelmien kehittämiseen ja seudullisen liikennemallin kehittämiseen.

ESIPUHE

Liikennehankkeiden arviointimenetelmiä on kehitetty Suomessa jo pitkään. Valtakunnallisesti pääasiallisena arviointikehikkona toimii kansallinen hankearviointikehikko, jota ylläpitää Väylävirasto. Kyseistä arviointikehikkoa hyödynnetään monesti myös kaupungeissa ja kunnissa suunnitteluvalintojen ja liikennehankkeisiin liittyvän päätöksenteon tukena.

Kaupunkien raitiotiehankkeiden arvioinnissa on noussut esiin kysymyksiä liittyen tiiviisti asuttujen seutujen hankkeiden vaikutusten arviointiin. Kysymyksiä on noussut niin arviointikehikon sopivuudesta, kuin mahdollisista arvioitavista hyötyeristä, sekä arviointiin käytettävistä menetelmistä.

Tässä työssä tavoitteena oli tarkastella osaa heränneistä kysymyksistä ja selvittää miten merkittäviä hyötyeriä tiiviisti asuttujen alueiden erityispiirteet tuovat hankkeiden arviointiin. Tarkasteluun valikoitui edellisissä hankkeiden arvioinneissa nousseiden teemojen perusteella kasautumisvaikutukset, matka-ajan arvo, lähipäästöjen tuomat haitat ja liikenteen viemän tilan arvo. Lisäksi työssä kerättiin yhteen asiantuntijatietoa siitä, miten nykyiset vaikutusten arvioinnin käytännöt palvelevat hankkeiden suunnittelua ja päätöksentekoa.

Työn ohjausryhmään kuuluivat Helsingin kaupungilta Niklas Aalto-Setälä (pj), Artturi Björk, Heikki Palomäki, Annika Rantala, Riku Raunola, Heikki Salmikivi ja Niko Setälä.

Työn on alkanut kesällä 2024 ja valmistunut tammikuussa 2025. FLOUsta työhön ovat osallistuneet Taina Haapamäki (projektipäällikkö), Touko Väänänen, Jarkko Jalovaara ja Elias Axelsson.

Sisältö

1. Johdanto.....	6
2. Liikennehankkeisiin liittyvä päätöksenteko ja vaikutusten arviointi	8
2.1. Kaupunkien ja valtion roolit.....	8
2.2. Raidehankkeiden vaikutukset	9
2.3. Liikennetaloudelliset ja laajemmat taloudelliset vaikutukset.....	9
2.4. Liikennehankkeiden vaikutusten arviointi	10
2.4.1. Arviointikehikot	10
2.4.2. Raidehankkeiden vaikutusten arvioinnin edellytykset	12
2.4.3. Liikenne-ennustemallit	12
3. Kannattavuus-laskennan kehitettävät osa-alueet.....	13
3.1. Matka-aikasäästöjen yksikköarvot	13
3.1.1. Helsingin seudun matka-aikasäästön arvojen arviointi.....	14
3.2. Lähipäästöjen yksikköarvot.....	17
3.3. Liikenteen vaatiman tilan arvo	20
3.4. Kasautumisvaikutukset	22
4. Sovellus Viikin-Malmin pikaraitiotien hyöty-kustannuslaskelmaan	24
4.1. Yksikköarvojen muutos.....	24
4.2. Liikenteen vaatima tila	24
4.2.1. Pysäköinnin vaatima tila	24
4.2.2. Ajo ratojen ja raitiotien vaatima tila.....	26
4.3. Kasautumisvaikutukset	27
4.4. Yhteenveto	28
5. Johtopäätökset ja suositukset	30
5.1. Johtopäätökset.....	30
5.2. Suositukset	31
LÄHTEET	32
Kuvailulehti	37

1. Johdanto

Liikennehankkeisiin ja politiikkatoimenpiteisiin liittyvän päätöksenteon ja suunnitteluvaihtojen tueksi tarvitaan tietoa hankkeiden ja toimenpiteiden vaikutuksista. Vaikutusten arviointi on parhaimmillaan systemaattista ja tuottaa yhteismitallisia tuloksia siten, että hankkeet ja toimenpiteet ovat keskenään vertailukelpoisia ja niistä voidaan valikoida kehittämisen tavoitteisiin parhaiten vastaavia kokonaisuuksia. Systemaattiseen vaikutusten arviointiin voidaan vaikuttaa sopimalla yhteisiä arvioinnin periaatteita ja ohjeistamalla tiettyihin toimintatapoihin.

Helsingin kaupungin hankkeiden yleissuunnittelua ja hankesuunnittelua ohjaavat kaupungin itse laatimat ohjeet yleissuunnittelusta (Helsingin kaupunki, 2021) ja hankesuunnittelusta (Helsingin kaupunki, 2022). Lisäksi liikenneväylien käsittelyyn on tehty oma ohjeensa (Helsingin kaupunki, 2018), jota raportin kirjoittamisen aikaan ollaan päivittämässä vuodelle 2024 (Helsingin kaupunki, 2024). Näiden ohjeiden mukaan periaatteellisesti ja taloudellisesti merkittävissä liikennehankkeissa laaditaan hankearviointi, jonka kannattavuuden arvioinnin osiossa sovelletaan Väyläviraston ylläpitämää kannattavuusarvioinnin kehikkoa.

Laki liikennejärjestelmästä ja maanteistä (503/2005) velvoittaa Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen tekemään hankearvioinnin merkittävistä tiehankkeista koskevista yleis- ja tiesuunnitelmista. Ratalaki (110/2007) puolestaan velvoittaa Väylävirastoa laatimaan hankearvioinnin vastaavista merkittävistä ratahankkeiden suunnitelmista. Näitä hankearviointeja varten Väylävirasto ylläpitää hankearviointikehikkoa, joka määrittää yhtenäiset periaatteet hankearviointien laatimiselle. Väylävirasto ylläpitää myös yksikköarvoja ja periaatteita, joita hyödynnetään hankearviointiin kuuluvan kannattavuuslaskelman laatimiseen.

Liikennehankkeen arvioinnin vaiheet määritellään samoissa laeissa, jotka velvoittavat hankearviointien laatimiseen. Lain mukaan hankearvioinnissa on esitettävä hankkeen lähtökohtien, tavoitteiden ja vaikutusten kuvaus,

vaikuttavuuden arviointi, kannattavuuslaskelma sekä toteutettavuuden arviointi ja päätelmät. Lisäksi hankearvioinnin osana on lain mukaan esitettävä suunnitelma hankkeen seurannan ja jälkiarvioinnin toteutuksesta ja sisällöstä.

Hankearvioinnin tuottamaa tietoa hyödynnetään liikennehankkeiden suunnittelussa tehtäviin valintoihin, hankkeen ohjelmointiin ja rahoitusta käsittelevään päätöksentekoon. Erityisesti valtion rahoituspäätöksiä varten on hyödyllistä, että eri puolella Suomea toteutettavista liikennehankkeista on käytössä vertailukelpoista tietoa hankkeiden vaikutuksista niin liikenteellisiin, kuin taloudellisiin lopputulemiin. Hankearviointien tuloksia hyödynnetään myös hankkeiden kehittämiseen suunnitteluvaiheessa, arviointien tuottaessa tietoa hankkeiden mahdollisista heikkouksista ja kehittämistarpeista. Lisäksi hankearviointien tuloksilla on vaikutusta esimerkiksi hankkeista käytävään julkiseen keskusteluun.

Valtion lisäksi myös kunnat laativat hankearviointeja erityisesti sellaisissa tapauksissa, joissa on kyse valtion ja kuntien yhteisestä kehittämishankkeesta tai muusta hankkeesta, johon voi liittyä valtion rahoitusta. Edellä oli mainittu Helsingin kaupungin ohjeistuksesta arviointeihin liittyen. Ohjeistusta sovelletaan osittain myös erilaisissa liikennejärjestelmävertailuissa (mm. Helsingin kaupunki, 2023; Helsingin kaupunki, 2021; Helsingin kaupunki, 2015).

Vuosien varrella Väyläviraston hankearviointiohjeistuksen on todettu osin vastaavan heikosti kaupunkien raidehankkeiden arviointitarpeisiin (mm. Helsingin kaupunki, 2018). Erityisesti kannattavuuslaskennan periaatteet ja yksikköarvot ovat puhututtaneet kaupunkien raidehankkeiden arvioinnissa. Syksyllä 2023 Liikenne- ja viestintävirasto Traficom tuotti ja julkaisi *Kaupunkiraideiden hankearviointiohjeen* (Traficom, 2023). Kyseinen kaupunkiraidehankkeiden hankearviointiohje noudattaa pääosin Väyläviraston hankearviointiohjeen yleisiä periaatteita, mutta poikkeaa niistä vertailuasetelman ja liikenne-ennusteen periaatteissa sekä vaikuttavuuden arvioinnin menetelmässä. Ohjeen perusteella laadittu hankearviointi tulee toimittaa Traficomille, jos arvioitava hanke tulee mukaan MAL-sopimusneuvotteluihin.

Kaupunkiraidehankkeiden hankearviointiohje on tärkeä avaus kaupunkien liikennehankkeiden tarkempaan yhteiskuntataloudelliseen arviointiin. Ohje ei kuitenkaan vastannut vielä kaikkiin kaupunkien liikennehankkeiden yhteiskuntataloudellisten vaikutusten arvioinnissa nousseisiin kysymyksiin ja epäkohtiin. Yksi näistä aiheista, joka ohjeessakin mainitaan tulevana kehityskohteena, on kannattavuusarvioinnissa käytettävät yksikköarvot. Traficomin laatimassa ohjeessa nojataan Väyläviraston ylläpitämiin valtakunnallisiin yksikköarvoihin, mutta erikseen mainitaan että Kaupunkiraidehankkeiden arviointiin on jatkossa tarpeen laatia erilliset yksikköarvo-ohjeet”. Tämän lisäksi kasautumisen tuomien taloudellisten vaikutusten ja liikenteen viemän tilan käsittely kannattavuuslaskelmassa ovat osa-alueita, joiden sisällyttämistä laskelmiin on pohdittu niin keskusteluissa kuin mainintoina hankearviointiohjeissa ja selvityksissä (mm. Somerpalo & Haapamäki, 2018).

Vaikka hankearviointiohjeistuksen rajoitteet ovat nousseet esiin erityisesti kaupunkiraidehankkeiden arviointien yhteydessä, tarve kehittää kaupunkien liikennehankkeiden arviointia ei liity ainoastaan niihin. Tiheästi asuttujen alueiden erityispiirteet, kuten kasautumisen taloudelliset vaikutukset, keskimääräistä korkeammat ajan arvot, niukkuus kaupunkitilasta ja lähipäästöjen arvottaminen väkirikkailla alueilla, ovat tekijöitä, joita ei täysimääräisesti huomioida osana vaikutusten arviointia myöskään muiden liikennehankkeiden tai politiikkatoimenpiteiden kohdalla. Tässä työssä on tutkimuskirjallisuuden ja tilastoaineistojen avulla arvioitu matka-aikasäästöjen ja lähipäästöjen yksikköarvot Helsingin seudulle. Tämän lisäksi on selvitetty laskentaperiaatteet liikenteen viemän tilan ja kasautumisvaikutusten arvioimiseksi osana liikennehankkeiden kannattavuuslaskentaa. Päivitettyjä laskentaperiaatteita on pilotoitu Viikin-Malmin pikaraitiotien yhden hankevaihtoehdon arviointiin laskentaperiaatteiden vaikutuksen demonstroimiseksi.

Kaupunkiraidehankkeisiin liittyy erityispiirteitä, kuten luotettavuustekijät ja muut palvelutasotekijät, joilla on vaikutusta myös kulkutavanvalintaan ja sitä kautta esimerkiksi kulkutapamuutoksen kautta syntyviin tieliikenteen aikasäästöihin, joukkoliikenteen lipputuloihin, liikenteen onnettomuuksiin ja päästöihin. Myös nämä asiat vaativat kehittämistä, mutta ne on rajattu tämän työn tarkastelujen ulkopuolelle.

Työtä varten haastateltiin monipuolisesti hankkeiden arvioinnin ja arviointimenetelmien kanssa työskenteleviä asiantuntijoita. Haastateltavina oli niin arviointeja päätöksenteossa hyödyntäviä, että arviointeja tekeviä ja menetelmiä kehittäviä tahoja. Haastatellut asiantuntijat löytyivät työn liitteestä A. Haastattelut toteutettiin puolistrukturoituina haastatteluina siten, että eri asiantuntijoille esitettiin eri teemojen kysymyksiä riippuen asiantuntijan roolista arvioinnin tekijöinä tai niiden hyödyntäjinä. Haastatteluissa kerättiin näkemyksiä muun muassa nykyisen hankearvioinnin ja hyöty-kustannusanalyysin toimivuudesta kaupunkiseutujen liikennehankkeiden arvioinnissa, niiden tuloksien hyödyntämisestä päätöksenteossa, arviointimenetelmien puutteista ja yksikköarvojen tarkentamisesta alueittaisten arvostusten mukaan.

2. Liikennehankkeisiin liittyvä päätöksenteko ja vaikutusten arviointi

2.1. Kaupunkien ja valtion roolit

Helsingin kaupungin liikennehankkeiden tarpeen muodostumista ja suunnittelua kuvataan *Katu-, liikenneväylä-, rata- ja puistohankkeiden käsittelyohjeessa* (Helsingin kaupunki, 2018), jota ollaan päivittämässä vuodelle 2024 (Helsingin kaupunki, 2024). Ohje kuvaa suunnittelun vastuutahot, miten tarpeet liikennejärjestelmän muutoksille voivat nousta suunnitteluun ja päätöksentekoon, sekä suunnittelun etenemistä alustavista suunnitelmista yleissuunnitelmaan ja tarkempiin hanke- ja rakennussuunnitelmiin. Yleissuunnitelman ja hankesuunnitelman laatimiseen on vielä erikseen tarkemmat ohjeet (Helsingin kaupunki, 2021; 2022).

Yleissuunnitteluohjeen mukaan (Helsingin kaupunki, 2021) ”[y]leissuunnitelman tarkoituksena on esittää kaikki hankkeen toteuttamiseen liittyvät suunnitteluratkaisut siten, että hankkeelle saadaan muodostettua kokonaiskustannusarvio. Yleissuunnitelman muita tavoitteita ovat:

- vaihtoehtoisten ratkaisujen tutkiminen
- vaikutusten selvittäminen ja arviointi
- yhteiskunnallisen hyväksyttävyyden saavuttaminen
- ratkaisujen toteuttamiskelpoisuuden varmistaminen
- ratkaisut ovat ympäristöä säästäviä ja ilmastokestäviä
- hankearvioinnin laatiminen siten, että hankkeen eri vaihtoehtojen yhdenmukainen vertailu on mahdollista

- yleissuunnitelmat laaditaan yhteisiä periaatteita noudattaen, jolloin niiden vertaaminen on mahdollista.”

Liikennehankkeiden vaikutusten arvioinnilla on monia yhteyksiä yleissuunnitelman tavoitteisiin. Laadukas vaikutusten arviointi auttaa vaihtoehtoisten ratkaisujen tutkimisessa, vaikutusten selvittämisessä ja arvioinnissa, hankearvioinnin laatimisessa ja ratkaisujen ympäristön säästävyyden ja ilmastokestävyyden varmistamisessa. Lisäksi haastattelujen perusteella hankkeen kannattavuusarviointi vaikuttaa hankkeesta käytävään yhteiskunnalliseen keskusteluun vähintäänkin luomalla perussävyä hankkeen kannatettavuudesta. Täten yhteiskuntataloudellinen kannattavuusarviointi tukee myös yhteiskunnallisen hyväksyttävyyden saavuttamista. Tästä näkökulmasta alueellisesti tarkkojen yksikköarvojen ja arviointimenetelmien hyödyntäminen kannattavuusarvioinnissa voi myös olla tärkeää suunnittelunäkökulmasta. Nykyään yleissuunnitteluohjeessa kehoitetaan noudattamaan kannattavuuslaskennassa Väyläviraston ohjeistusta ja yksikköarvoja.

Helsingin kaupungin hankesuunnitteluohjeen (Helsingin kaupunki, 2022) perusteella ”[h]ankesuunnittelun tarkoituksena on suunnitella ja organisoida hankkeen läpivienti. Hankesuunnitelma tarkoittaa hankkeelle asetetut tavoitteet suunnitteluvaatimuksiksi sekä hankkeen toteuttamista ohjaaviksi menettelyiksi. Hankesuunnitelmassa määritellään hankkeen laajuus, kustannukset (enimmäishinta), haluttu laatutaso ja kannattavuus sekä kuvataan hankkeen toteutustapa.”

Myös hankesuunnitteluvaiheessa hankkeesta on tarpeen laatia vaikutusten arviointi, jos vaikutuksia ei ole arvioitu ennen hankesuunnitteluvaihetta tai hankkeen sisältö tai laajuus on muuttunut aiemman vaikutusten arvioinnin jälkeen.

Katu-, liikenneväylä-, rata- ja puistohankkeiden käsittelyohjeessa käsitellään erikseen, miten suunnitelmat laaditaan yhteistyössä ELY-keskuksen tai Väyläviraston kanssa, kun suunnittelu pitää sisällään valtion hallinnoimia alueita. Näissä hankkeissa ELY-keskuksilla ja Väylävirastolla on selkeä rooli yleissuunnitelman ja tie- tai ratasuunnitelman laadinnassa, sillä ohjeen mukaan suunnitelmat laaditaan yhteistyössä erikseen sovitun mukaisesti. Yhteishankkeissa

yleissuunnitelmaa ei erikseen hyväksytetä kaupungin toimielimissä, mutta kaupunginhallitus antaa yleissuunnitelmasta lausunnon.

Tie- tai ratasuunnitelmaa laadittaessa kaupungin ja valtion kesken sovitaan suunnitelman laativa taho. Jos kaupunki on vastuussa laatimisesta, ELY-keskuksen kanssa tehdään hankkeelle suunnittelusopimus. Tie- ja ratasuunnitelmiin liittyy myös hankkeen kustannusjako valtion, kaupungin ja muiden osapuolten kesken. Tie- ja ratasuunnitelman mukaisesta toteutuksesta ja kustannusjaosta laaditaan yhteisrahoitteisissa tai kaupungin kokonaan rahoittamissa hankkeissa kaupungin ja valtion kesken toteutussopimus. Sopimus hyväksytään asianmukaisessa toimielimessä.

Kaupunki voi saada suunnittelu- ja toteutusrahaa liikennehankkeisiin myös maankäytön-, asumisen ja liikenteen (MAL) sopimuksien perusteella. Nämä sopimukset tukevat Suomen suurimpien kaupunkiseutujen kasvua ja kehitystä. Niissä määritellään valtion ja kaupunkiseutujen yhteiset tavoitteet ja konkreettiset toimenpiteet lähivuosien asuntotuotannolle sekä kestävän yhdyskuntarakenteen ja liikennejärjestelmän kehittämiseksi.

Valtio tuki aikanaan Raide-Jokerin investointia 30 % osuudella, joka on jäänyt lähtökohdaksi valtion osallistumisesta myös Raide-Jokerin jälkeisiin raidehankkeisiin. Haastatteluissa nousi kuitenkin esiin näkemys, että valtion rahoitusosuuksia raidehankkeista tulisi tarkastella hankekohtaisesti, esimerkiksi sillä perusteella, miten yhteiskunta hyötyy raidehankkeesta.

Haastattelujen perusteella nykyiset vaikutusten arvioinnin käytännöt ja ohjeistukset vastaavat hyvin tietotarpeisiin liikennehankkeiden liikenteellisistä vaikutuksista. Kuitenkin vaikutusten arvioinnin edellytyksien parantamiseen kiinnitettiin haastatteluissa huomiota. Haastatteluissa nähtiin, että hankearvioinneissa ei saada otettua huomioon vaikutuksia, joiden määrälliseen arviointiin ei ole luotettavia menetelmiä. Tällaisia vaikutuksia ovat esimerkiksi vaikutukset kävelyyn ja pyöräilyyn, vaikutukset kaupunkitilan viihtyisyyteen ja jotkin ympäristövaikutukset, kuten vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen. Myös monet kaupungin strategiset tavoitteet jäävät vaikutusarvioissa vähälle huomiolle. Näitä tavoitteita ovat esimerkiksi asemanseutujen

kehittäminen ja segregaaation vähentäminen. Lisäksi arviot liikennehankkeiden vaikutuksesta kuntatalouteen vaativat kehittämistä. Tiheästi asuttujen alueiden erityispiirteet paremmin huomioiva hankkeiden arviointi nähtiin erityisesti kaupungin omaa päätöksentekoa palvelevana. Valtio ylläpitää edelleen omia vaikutusten arvioinnin ohjeistuksiaan, joiden avulla saatuja arvioinnin tuloksia käytetään valtion tuki- ja muissa päätöksissä.

2.2. Raidehankkeiden vaikutukset

Raidehankkeiden liikenteellisillä vaikutuksilla tarkoitetaan hankkeen aiheuttamia muutoksia liikenteen matka-ajoissa, matkamäärissä, kulkutapajakaumassa ja muissa liikenteellisissä tulemissa. Liikenteelliset vaikutukset syntyvät pääosin joukkoliikenteen matka-aikojen lyhenemisestä ja joukkoliikenteen palvelutason paranemisesta, sekä niistä johtuvista muutoksista. Joukkoliikenteen matka-aikojen lyheneminen esimerkiksi houkuttelee henkilöautoilijoita käyttämään joukkoliikennettä, minkä seurauksena autoliikenteen ilmasto- ja lähipäästöt sekä ruuhkat vähenevät. Kasvaneet joukkoliikennematkat vaikuttavat myös joukkoliikenteen lipputuloihin ja vähentynyt polttoaineen kulutus valtion verotuloihin.

Erityisesti raidehankkeita toteutetaan joukkoliikenteen kapasiteettia kasvattavina hankkeina. Monesti raidehankkeiden reitillä kulkee jo hyvän palvelutason bussiliikennettä, mutta kaupunkirakenteen kehittyessä ja bussilinjojen kysynnän kasvaessa joukkoliikennekysynnän palveleminen busseilla muuttuu yhä vaikeammaksi. Raideliikenteen kapasiteetti liikuttaa ihmisiä on suurempi kuin bussiliikenteellä ja täten suosituilla joukkoliikennekäytävillä raiteiden rakentamisella voidaan vastata kasvaneeseen joukkoliikennekysyntään. Tämän takia raideratkaisujen rakentaminen mahdollistaa myös tiiviimmän kaupunkirakenteen pysäkkien ympärille.

2.3. Liikennetaloudelliset ja laajemmat taloudelliset vaikutukset

Raidehankkeiden liikennetaloudellisilla vaikutuksilla tarkoitetaan liikenteellisten vaikutusten yhteiskuntataloudellista arvoa. Näiden suorien

taloudellisten vaikutusten lisäksi hankkeet synnyttävät niin sanottuja laajempia taloudellisia vaikutuksia. Tällaisiksi vaikutuksiksi luetaan tyypillisesti hankkeiden vaikutukset kiinteistömarkkinoille, työmarkkinoille ja taloudellisen toimeliaisuuden kasautumiseen. Laajemmat taloudelliset vaikutukset ovat aina seurausta liikennehankkeen suorista taloudellisista vaikutuksista. (Liikenne- ja viestintäministeriö, 2020) Laajempia taloudellisia vaikutuksia syntyy joko siksi, että hankkeiden tuottamat liikenteelliset hyödyt kapitalisoituvat maan arvoon; siksi, että liikennehanke kasvattaa saavutettavuutta ja siten ihmisten toimintaa työmarkkinoilla. Kuten edellä mainittiin, raidehankkeet voivat myös mahdollistaa lisärakentamista kaupungin uusille tai olemassa oleville asuin- tai työpaikka-alueille.

Monet laajemmat taloudelliset vaikutukset ovat vain suorien liikennetaloudellisten vaikutusten ilmenemistä muilla markkinoilla. Nämä laajemmat taloudelliset vaikutukset on siten jo huomioitu liikennehankkeiden kannattavuuslaskelmassa, jos liikennetaloudellisten vaikutusten suuruus on arvioitu oikein. Jotkin laajemmat vaikutukset voivat kuitenkin olla nettomääräistä lisäystä suorien vaikutusten päälle. Näitä vaikutuksia ovat erityisesti liikennehankkeen seurauksena kasvavista palkoista maksettavat verot ja osa kasautumisen vaikutuksista (esim. Venables, 2007 ja Eliasson & Fosgerau, 2019). Nämä laajemmat taloudelliset vaikutukset on mahdollista lisätä kannattavuuslaskentaan omina hyötyerinään. Kasautumisvaikutuksia käsitellään tarkemmin raportin luvussa 3.4.

Tämän lisäksi erityisesti kaupunkien osalta tärkeä kysymys on liikenneväylien tilankäyttö. Jos liikennehankkeella voidaan vähentää liikenneväylien vaatimaa tilaa ja muuttaa sitä esimerkiksi asuinrakentamisen käyttöön, hankkeella voi olla positiivisia yhteiskuntataloudellisia vaikutuksia. Vastaavia vaikutuksia syntyy silloin, kun liikennehankkeen rakentaminen mahdollistaa tiiviimpää kaupunkirakennetta ja siten lisää asunto- tai toimitilarakentamista.

Jos liikennehankkeen perusteluna on rakentamiseen soveltuvan maankäytön lisääminen, ei liikennehankkeiden liikenteellisten vaikutusten arviointiin kehitetty kannattavuusarvioinnin kehikko sovellu täysin hankkeen yhteiskuntataloudellisen kannattavuuden arviointiin. Äärimmäisenä esimerkkinä liikennehankkeesta, jonka maankäytölliset ja

liikenteelliset vaikutukset eroavat täysin on Tampereen rantatunneli, joka vei Tampereen Rantaväylän 2,3 kilometrin matkalta tunneliin ja siten vapautti suuren kaistaleen Tampereen pohjoista keskustaa asunto- ja toimitilarakentamisen käyttöön ja mahdollisti paremman pääsyn Näsijärven rantaan.

Haastatteluissa kaupunkiseuduilla tärkeäksi näkökulmaksi nostettiin myös kaupunkitilan viihtyisyys. Manner-eurooppalaisissa kaupungeissa kuten Pariisissa on etenkin Covid19-pandemian aikana ja jälkeen muunnettu autoteitä kävely- ja pyöräteiksi. Muuntaminen aiheuttaa suoraa haittaa autoliikenteelle, mutta kaupunkitilan viihtyisyys kasvaa ja voi ylittää koituvat haitat. Liikenteellisten ratkaisujen vaikutus alueiden viihtyisyyteen olisikin tärkeä arvioinnin kohde, mutta ainakaan tällä hetkellä tähän sovellettavia maksuhalukkuustutkimuksia ei ole saatavilla.

Liikennehankkeilla on myös suoria vaikutuksia kaupungin talouteen. Hanke on rahoitettava jollakin tavalla ja hankkeesta voidaan odottaa suoria tuloja kaupungille esimerkiksi maanmyynti- ja -vuokratulojen, kiinteistöverojen ja kunnallisverojen kasvun seurauksena. Nämä kuntataloudelliset vaikutukset ovat kuitenkin melko pienessä roolissa hankkeiden arvioinnissa ja menetelmät eri tulo- ja menoerien arviointiin vaatisivat tarkastelua ja kehittämistä. Kuntataloudellisen arviointikehikon kehittäminen yhteiskuntataloudellisen rinnalle nousikin haastatteluissa yhdeksi arvioinnin kehittämisen kohteeksi.

2.4. Liikennehankkeiden vaikutusten arviointi

Liikennehankkeiden vaikutuksia arvioidaan tyypillisesti laskennallisten mallien avulla. Helsingin seudulla on käytössä liikenne-ennustemalli, jonka avulla hankkeiden vaikutuksia liikenteellisiin tulemiin voidaan arvioida. Näiden arvioiden pohjalta voidaan vielä tehdä lisäanalyyseja liittyen esimerkiksi saavutettavuuteen tai kiinteistömarkkinatulemiin.

2.4.1. Arviointikehikot

Arviointikehikolla tarkoitetaan arvioinnin sisällön ja vaiheiden määrittämistä. Liikennehankkeiden keskinäistä vertailua helpottamaan hankkeiden erilaiset vaikutukset pyritään usein tiivistämään yhdeksi hankkeen hyvyttä kuvaavaksi luvuksi. Tämän kaltaiseen

liikennehankkeiden arviointiin on käytössä tyypillisesti kaksi kehikkoa: hyöty-kustannusanalyysi ja monikriteerianalyysi. Kehikot muistuttavat toisiaan monilta osin, mutta monikriteerianalyysi on tyypillisesti joustavampi sen osalta, mitä vaikutuksia arvioinnissa voidaan ottaa huomioon.

Hyöty-kustannusanalyysin talousteoreettinen pohja perustuu hyvinvoinnin taloustieteeseen ja vaikutusten monetisointiin. Hankkeen liikenteellisille ja muille vaikutuksille määritetään yksikköarvot, joiden avulla matka-aikasäästöt, lähipäästövaikutukset tai vaikutukset liikennöintiin ja väyläomaisuuden ylläpitoon voidaan muuttaa rahamääräisiksi. Yksikköarvojen määrittämiseen on erilaisia menetelmiä, kuten maksuhalukkuustutkimukset, vaikutusten välttämisen kustannukset, tavoitteiden saavuttamisen kustannukset tai hedoniset hinnat (Koopmans & Mouter, 2020). Siten esimerkiksi maksuhalukkuustutkimuksilla arvioidut yksikköarvot voidaan tulkita ihmisten preferensseistä siitä, miten paljon he olisivat valmiita maksamaan liikenteellisen hyödyn saamisesta tai haitan vähentämisestä. Rahamääräiset vaikutukset summataan yhteen ja hankkeen hyötyjä verrataan sen investointikustannukseen. Hyöty-kustannusanalyysin talousteoreettisen pohjan perusteella sen tulokset voidaan myös tulkita yhteiskuntataloudellisen kannattavuuden näkökulmasta. Jos hyödyt ovat kustannuksia suuremmat, hanke on yhteiskuntataloudellisesti kannattava. Kuitenkin hyöty-kustannusanalyysiin liittyvien epävarmuuksien takia sitä usein suositellaan käytettävän vain samankaltaisten hankkeiden paremmuuden vertailuun. Haastatteluiden perusteella kannattavuuslaskennan tuloksia usein kuitenkin tulkitaan myös yhteiskuntataloudellisen kannattavuuden näkökulmasta. Hyöty-kustannusanalyysia on kritisoitu monesta näkökulmasta, ja yksi haastatteluissakin esiin noussut kritiikki on, ettei se ota huomioon kuin sellaisia vaikutuksia, joille on arvioitu yksikköarvot, mikä voi johtaa esimerkiksi luontoarvojen huomioimisen puutteeseen.

Vaikutusten yksikköarvot, joilla liikenteelliset vaikutukset muutetaan rahamääräisiksi, ovat tärkeä osa hyöty-kustannusanalyysia. Niiden tarkkuus voi vaikuttaa paljon hyöty-kustannusanalyysin johtopäätöksiin hankkeen yhteiskuntataloudellisesta kannattavuudesta. Jos esimerkiksi alueiden välillä on eroja siinä, kuinka paljon matka-ajan säästämisestä ollaan valmiita maksamaan, samojen yksikköarvojen käyttäminen kaikkialla tuottaa yhteiskuntataloudellisesta näkökulmasta vääriä

johtopäätöksiä hankkeiden vertailussa. Eri organisaatioilla voi kuitenkin olla syitä käyttämään keskimääräisiä maksuhalukkuuden arvoja hankkeiden arvioinnissa.

Monikriteerianalyysissa puolestaan hankkeen erilaiset vaikutukset yhteismitallistetaan asiantuntija-arvioiden perusteella. Erilaisia systemaattisia menetelmiä asiantuntija-arvioiden tuottamiseksi on useita, mutta erään viimeaikaisen katsauksen perusteella *analyttinen hierarkiaprosessi* on näistä käytetyin liikennehankkeiden arvioinnissa (Broniewicz & Ogrodnik, 2020). Kyseisessä menetelmässä vaikutusten painoarvo määritetään vertailemalla vaikutuspareja toisiinsa ja arvioimalla eri vaikutusten tärkeyttä toisiinsa. Tämän lisäksi eri vaihtoehtoja verrataan toisiinsa kunkin vaihtoehdon vaikutuksen osalta, jotta vaihtoehtojen erot vaikutuksissa saadaan arvioitua. Toinen suosittu menetelmä on TOPSIS, jossa vaikutusten painoarvot määritetään vertailemalla niitä ideaaliseen vaihtoehtoon, jossa kaikki vaikutukset ovat vaihtoehtoista parhaan tasolla ja toisaalta kuvitteelliseen vaihtoehtoon, jossa vaikutukset ovat vaihtoehtoista huonoimman tasolla. Monikriteerianalyysin käyttöä liikennehankkeiden arviointiin voidaan kritisoida muun muassa siitä näkökulmasta, että sen tuottamat päätöskriteerit eivät välttämättä edusta kaupungin asukkaiden preferenssejä vaan painoarvojen määrittämiseen osallistuvien asiantuntijoiden näkemyksiä.

Osana Väyläviraston hankearviointia hankkeista on tehtävä hyöty-kustannusanalyysin periaatteiden mukainen kannattavuuslaskelma ja monikriteerianalyysia muistuttava vaikuttavuuden arviointi. Myös Helsingin kaupunki tekee merkittävistä liikennehankkeista niin kannattavuusarvioinnin kuin monikriteerianalyysia muistuttavan laajemman hankearvioinnin, joka kerää yhteen liikennehankkeen kaikki vaikutukset.

Haastatteluissa ehdotettiin, että kaupunki laatisi oman hankearviointiohjeensa, jossa Väyläviraston vaikuttavuuden arvioinnin kaltaisesti olisi määritelty kaupunkistrategioiden pohjalta kaupungin tavoitteet, joita liikennehankkeiden arvioitaisiin toteuttavan. Nämä tavoitteet olisivat vakiot vähintäänkin strategiakausittain, mutta niitä voitaisiin tarvittaessa päivittää uuden kaupunkistrategian myötä. Tämänkaltaisen arviointikehikko voisi parantaa hankkeiden vertailua

kannattavuusarvioinnin tuloksen ja strategisten tavoitteiden saavuttamisen osalta, jolloin kehikko palvelisi paremmin strategianmukaisten päätösten tekemistä.

2.4.2. Raidehankkeiden vaikutusten arvioinnin edellytykset

Jotta raidehankkeiden vaikutuksia ja yhteiskuntataloudellista kannattavuutta voidaan arvioida, tarvitaan menetelmiä, joilla hankkeen vaikutuksia seudun liikenteellisiin tulemiin voidaan arvioida. Raidehankkeiden osalta tärkeitä arvioitavia osa-alueita ovat esimerkiksi matka-aikasäästöt, joukkoliikenteen palvelutason muutos ja kulkutapasiirtymä muista kulkutavoista joukkoliikenteeseen.

Monesti raidehankkeiden osalta tärkeää on kyetä arvioimaan raiteisiin perustuvan joukkoliikenteen palvelutason eroa suhteessa bussilla tarjottavaan joukkoliikenteeseen. Tämä johtuu siitä, että raideyhteyksiä tyypillisesti rakennetaan jo olemassa olevaan joukkoliikenneverkostoon yhteyksille, joita on aiemmin palveltu busseilla. Tärkeä osa palvelutason paranemista on joukkoliikenteen ruuhkaisuuden väheneminen, kun joukkoliikenteen kapasiteetti kasvaa raideratkaisuun siirryttäessä.

Palvelutason paraneminen on myös oleellinen osa kulkutapasiirtymän arvioinnissa, sillä liikkujien siirtyminen kulkutavasta toiseen perustuu kulkutapojen paremmuuden vertailuun tehtävällä matkalla (tai tarkemmin koko päivän matkaketjulla). Jos palvelutason paraneminen ennustetaan liian pieneksi tai liian suureksi, tällöin myös kulkutapasiirtymät muista kulkutavoista ennustetaan liian pieniksi tai suuriksi.

2.4.3. Liikenne-ennustemallit

Kaupunkiseuduilla, joilla liikennehankkeet vaikuttavat niin matkojen määränpäihin, kuin reitteihin ja kulkutapaankin, liikenne-ennustemalli on välttämätön työkalu liikenteellisten vaikutusten arviointiin. Liikenne-ennustemallit mallintavat ihmisten liikkumiskäyttäytymistä ja sen muutoksia, kun mallinnettavassa liikenneverkossa tapahtuu muutoksia. Tyypillisesti liikenne-ennustemallit ovat niin kutsuttuja neliporrasmalleja, joissa liikenteellisiä tulemia mallinnetaan neljän apumallin avulla. Apumallit mallintavat eri vaiheita liikkumisen päätöksenteossa ja ne ovat:

- 1) tuotosmalli, joka mallintaa tehtävien matkojen määrää
- 2) suuntautumismalli, joka mallintaa tehtävien matkojen määränpäitä
- 3) kulkutavan valintamalli, joka mallintaa matkojen kulkutapaa ja
- 4) sijoittelumalli, joka mallintaa tehtävien matkojen reittejä.

Joissain neliporrasmallien sovelluksissa on vielä mukana autonomistumismalli, joka mallintaa autonomistusta eri mallialueilla. Kyseisiä malleja ajetaan järjestyksessä siten, että edellisen mallin tuotos toimii seuraavan mallin lähtötietona. Sijoittelumallista saadaan tietoon eri alueiden väliset matka-ajat, jotka jälleen syötetään tuotosmalliin ja suuntautumismalliin. Malleja iteroidaan, kunnes mallinnetut matka-ajat eivät enää juurikaan muutu malliajojen välillä.

HSL ylläpitää Helsingin seudulla Helmet-nimistä liikenne-ennustemallia, jonka nykyinen malliversio on Helmet 4.1. Kyseinen malli on neliporrasmallin sovellus, jossa on mukana myös yksinkertainen autonomistumismalli. Kyseisellä mallilla arvioidaan kaikkien seudun liikennehankkeiden liikenteelliset vaikutukset, joita puolestaan käytetään kannattavuuslaskelmien pohjana. Täten Helmet 4.1 -mallin kyky ennustaa hankkeiden liikenteellisiä vaikutuksia on erittäin tärkeässä osassa hankkeiden yhteiskuntataloudellisen kannattavuuden arviointia.

Joukkoliikennehankkeiden vaikutusten arvioinnissa on todettu, että Helmet 4.1 -mallin kyky ennustaa joukkoliikenteen kapasiteettia kasvattavien hankkeiden liikenteellisiä vaikutuksia on puutteellinen. Ongelma liittyy erityisesti käytettävään sijoittelumalliin, joka iteroinnin aikana arvioi joukkoliikenteen kysynnän ja matka-ajat siten, ettei joukkoliikennevälineissä ole kapasiteettirajoitusta. Vasta viimeisellä iteraatiolla kapasiteettirajoitus joukkoliikenteessä laitetaan päälle. Tämä johtaa siihen, ettei joukkoliikenteen ruuhkautuminen näy joukkoliikenteen matkamäärien kysynnässä. Kapasiteettia parantavien hankkeiden vaikutus joukkoliikenteen kokonaiskysyntään ja siten kulkutapasiirtymään tulee tällöin aliarvioitua. Kulkutapasiirtymän suuruus puolestaan vaikuttaa muun muassa arvioihin autoliikenteen ruuhkautumisesta, hankkeen vaikutuksesta kulkutapajakaumaan sekä lähi- ja ilmastopäästöistä.

3. Kannattavuus- laskennan kehitettävät osa-alueet

Tässä työssä aloitetaan liikennehankkeiden kannattavuuden arvioinnin kehittämistä kaupunkien erityispiirteet paremmin huomioivaksi. Työssä käydään läpi teoreettisia perusteita sille, miksi kannattavuuslaskennan yksikköarvot voivat poiketa erilaisilla alueilla ja tehdään alustavat arviot yksikköarvojen suuruudesta Helsingin seudulle. Lisäksi työssä tarkastellaan joidenkin hyötyerien laskentaperiaatteita ja esitetään ehdotuksia laskennan tarkentamiseksi. Työhön valikoituneet kannattavuuslaskennan osa-alueet ovat matka-aikasäästöt, lähipäästöt, kasautumisvaikutukset ja liikenteen viemän tilan arvo. Näistä erityisesti kaksi viimeistä ovat varsinkin kaupunkiseuduille tärkeitä liikennehankkeiden osa-alueista, sillä kaupungeissa tilan niukkuus on tärkeä kaupunkisuunnittelua ohjaava tekijä ja kasautumisen tuomat tuottavuushyödyt ovat suurimpia juuri tiiviillä kaupunkialueilla.

3.1. Matka-aikasäästöjen yksikköarvot

Liikennehankkeiden suurimmat hyödyt tulevat käytännössä kaikissa hankkeissa matka-aikasäästöistä. Hankkeiden yhteiskuntataloudellisen arvioinnin tarkkuuden kannalta on siten tärkeää, että matka-aikasäästöjen arvo kyetään arvioimaan mahdollisimman oikein hankkeiden arvioinnissa. Matka-aikasäästöjen suhteen arvioinneissa heränneet kysymykset liittyvät erityisesti yksikköarvojen oikeaan suuruuteen, sekä siihen, että autoilun matka-aikasäästöjen yksikköarvo on korkeampi kuin joukkoliikenteen käyttäjien. Eri kulkutapojen matka-aikasäästöjen erot ovat nostaneet kysymyksen siitä, tulisiko joukkoliikennehankkeita arvioida autoilijoiden matka-aikasäästöjen arvolla. Jos matka-aikasäästöjen arvot eroavat eri kulkutapojen käyttäjien tulojen takia, autoilun matka-aikasäästöjen painottaminen voi johtaa

liikennehankkeiden painottamiseen hyvätuloisille ja siten mahdollisiin ongelmiin liikennejärjestelmän kehittämisen tasapuolisuudessa.

Matka-aikasäästöjen teoreettinen pohja on ajan allokaatioteoriassa (mm. Jára-Díaz ja Guevara, 2003). Teorian perusteella ihmisten kokemaan hyötyyn vaikuttaa hyödykkeiden kulutus, sekä eri aktiviteeteissa, kuten töissä, vapaa-ajalla tai matkustamisessa, käytetty aika. Valintoja rajoittavat tulo- ja aikarajoitteet, minkä lisäksi aktiviteettien tekeminen voi vaatia hyödykkeiden kulutusta ja aktiviteeteilla voi olla minimiaika, joka niiden suorittamiseen täytyy käyttää. Ihmisten töissä käyttämä aika ja tuntipalkka määrää hyödykkeiden kulutukseen käytössä olevat tulot. Ihmiset valitsevat eri aktiviteetteihin käytetyn ajan siten, että heidän kokemansa hyöty maksimoituu.

Teorian perusteella matka-aikasäästö arvo koostuu vapaa-ajan arvosta, josta vähennetään matkustusajan arvo. Vapaa-ajan arvo voidaan vielä jakaa palkkaan ja töissäoloajan arvoon siten, että matka-aikasäästö arvon lauseke on:

$$\begin{aligned} \text{Matka_aikasäästö arvo} &= \text{Vapaa_ajan arvo} - \text{Matkustusajan arvo} \\ &= \text{Palkka} + \text{Töissäoloajan arvo} - \text{Matkustusajan arvo} \end{aligned} \quad (1)$$

Teorian perusteella matka-aikasäästö arvo kannattaa erityisesti tulkita maksuhalukkuutena siitä, että matkustamiseen käytetty aika vähenisi yhdellä yksiköllä (esimerkiksi minuutilla tai tunnilla). Matka-aikasäästö arvoon vaikuttaa siten ihmisten palkka, työn mukavuus ja matkustamisesta koettu vaiva. Matka-aikasäästö arvo voi siten olla jollain alueella korkeampi kuin toisella jos 1) alueen palkkataso on korkeampi, 2) alueen työt ovat mielekkäämpiä tai 3) matkustaminen jollain kulkutavalla on ikävämpää.

Pohjoismaisessa matka-aikasäästöjen tutkimuksessa on myös selvitetty syitä empiiriselle havainnolle siitä, että auton käyttäjien maksuhalukkuus matka-ajan säästämiseen on korkeampi kuin joukkoliikenteen käyttäjien (mm. Fosgerau ym., 2007; Börjesson ja Eliasson, 2014). Tutkimuksessa mahdolliset syyt on jaoteltu kolmeen selitykseen: 1) systemaattiset tuloerot eri kulkutapojen käyttäjillä, 2) eri kulkutapojen mukavuuserot ja 3) valikoituminen.

Tässä yhteydessä valikoitumisella tarkoitetaan sitä, että korkean matka-aikasäästön arvon omaavat yksilöt valitsevat nopeampia kulkuvälineitä kuin matalamman matka-aikasäästön arvon omaavat yksilöt. Tyypillisesti autoilu on joukkoliikennettä nopeampaa, joten tutkimuksissa auton käyttäjillä havaitaan suurempi maksuhalukkuus matka-ajan säästämisestä.

Tutkimusten perusteella pääasiallinen syy kulkutapojen erilaisille matka-aikasäästöjen arvoille on valikoituminen. Huomattavaa on, että valikoituminen nopeuden perusteella joukkoliikenteen ja autoilun välillä riippuu niiden keskimääräisestä nopeuserosta, joten nopean joukkoliikenteen alueilla valikoitumisen merkitys pienenee. Helsingissä henkilöauto liikenteen matka-aikaetu joukkoliikenteeseen verrattuna on merkittävästi pienempi kuin muualla Suomessa, ja siksi on mahdollista korkean ajan arvon matkoilla valikoitumista henkilöautoiluun tapahtuu Helsingissä selvästi vähemmän verrattuna muuhun maahan. Täten henkilöautoilun ja joukkoliikenteen matka-aikasäästöjen erot voivat olla selvästi pienemmät kuin keskimäärin koko maassa. Asian varmistaminen vaatisi kuitenkin maksuhalukkuustutkimuksen toteuttamisen Helsingissä.

Eri kulkutapojen käyttäjien tuloerot selittävät osan kulkutapojen välisten matka-aikasäästöjen yksikköarvojen eroista, mutta osuus on kohtuullisen pieni. Esimerkiksi Börjesson ja Eliasson (2014) raportoivat, että matka-aikasäästöjen arvot eivät juurikaan muuttuneet pääosassa kulkutapa-matkan tarkoitus -pareja. Heidän mukaansa keskimääräisellä tulotasolla arvioidut matka-aikasäästöjen arvot poikkeavat korkeintaan 20 % ”oikeista” matka-aikasäästöjen arvoista ja pääosa arvoista muuttui alle 10 %. Tutkijat päätyvätkin suosittelemaan, että erot kulkutapojen välisissä matka-aikasäästöjen yksikköarvoissa pidetään mukana arvioinnissa.

Erot yksikköarvojen välillä ilmentävät variaatiota vapaa-ajan arvossa, mikä voi johtua yksilöstä, mutta myös yksilön eri päivinä kohtaamista rajoitteista. Yksittäisen ihmisen matka-aikasäästöjen arvo voi vaihdella päivästä tai matkasta riippuen (Börjesson, Cherchi ja Bierlaire, 2013). Tämä variaatio ihmisten matka-aikasäästöjen maksuhalukkuudessa on tärkeää huomioida, kun pyritään löytämään yhteiskuntataloudellisesti tehokkaita liikennehankkeita.

Liikennehankkeiden arvioinnista käydyssä keskustelussa on kiinnitetty huomiota myös siihen, tulisiko arvioinnissa hyödyntää yksikköarvoja, joista tulojen vaikutus on poistettu vai yksikköarvoja, joissa näkyy eri kulkutapojen käyttäjien tulojen vaikutus. Börjesson ja Eliasson (2019) toteavat, että molempiin tapoihin on perusteet erilaisissa konteksteissa. Tärkeimmät valintaa erottelevat tekijät ovat 1) onko liikkumisen hinta julkisesti muutettavissa ja siten hinnanmuutokset mahdollinen vaihtoehtoinen liikennepoliittinen toimenpide ja 2) siirtyvätkö liikennehankkeiden hyödyt muille markkinoille, kuten työ- tai kiinteistömarkkinoille. Kirjoittajat toteavat, että jos jompikumpi näistä tekijöistä toteutuu, kannattaa hankkeiden arvioinnissa käyttää yksikköarvoja, joissa tuloerot ovat mukana.

3.1.1. Helsingin seudun matka-aikasäästöjen arvojen arviointi

Väyläviraston nykyiset yksikköarvot on arvioitu vuonna 2020. Samaan aikaa tämän työn kanssa Väylävirasto on päivittämässä yksikköarvo-ohjetta. Työtä varten saatiin nähtäville uusi yksikköarvo-ohje ja uudet yksikköarvot. Työssä on kuitenkin pääosin hyödynnetty vuoden 2020 yksikköarvo-ohjetta, sillä Viikin-Malmin pikaraitiotien kannattavuuslaskelma, jota käytetään tapausesimerkkinä, on laskettu vuoden 2020 yksikköarvoilla. Yksikköarvot on kuitenkin laskettu myös uuden ohjeistuksen kaltaisesti ja nämä arvot esitetään liitteessä B. Väyläviraston nykyiset yksikköarvot on määritelty vuoden 2018 hintatasossa kolmelle kulkutavalle (auto, bussi ja juna) ja kolmelle matkantarkoitukselle (työasiamatka, työ- tai koulutusmatka ja muu vapaa-ajan matka). Yksikköarvot on eroteltu vielä matkan pituuden mukaan (yli ja alle 50 km pituiset matkat), mutta Helsingin seudun liikennehankkeiden kannattavuusarvioinnissa tätä erottelua ei ole otettu huomioon. Yksikköarvot on arvioitu työtunnin kustannukseen työnantajalle ja muiden matkantarkoitusten osalta empiirisillä suhdeluvuilla, jotka perustuvat Ruotsissa tehtyihin matka-aikasäästöjen maksuhalukkuustutkimuksiin. Suhdeluvut vastaavat Ruotsin yksikköarvojen suhdelukuja, kuitenkin siten, että erot työnantajien maksamien sivukulujen osuuksissa on otettu huomioon. Taulukko 1 kokoa Väyläviraston tämänhetkiset yksikköarvot liikennehankkeiden kannattavuusarviointia varten.

Taulukko 1. Väyläviraston kannattavuusarvioinnin matka-aikasäästön yksikköarvot.

(€/henkilö/tunti)	Henkilöauto	Linja-auto	Juna
Työasiamatka	24,60	24,60	20,88
Työ- tai koulutusmatka	7,92	4,83	6,28
Muu vapaa-ajan matka	5,37	3,01	4,83

Tärkeänä lähtökohtana Väyläviraston yksikköarvojen arvioinnissa on työtunnin kustannus työnantajalle. Yksikköarvojen arvioinnissa on tehty tämän kustannuksen osalta valinta, että se koostuu vain suorista kustannuksista työnantajalle. Tästä kustannuksesta on siten jätetty pois kertaluonteiset palkkaerät, kuten loma-ajan ja sairausajan palkat, sekä kertaluonteiset tulospalkkiot. Nämäkin palkkaerät tulisi kuitenkin ottaa huomioon tuntikustannusta arvioitaessa, sillä työnantaja on valmis maksamaan myös kyseiset erät työntekijän työpanoksesta. Vuoden 2016 työvoimakustannustutkimuksen perusteella työtunnin kustannus, ja siten työasiamatkan matka-aikasäästön arvo, työnantajalle vuonna 2016 kertaluonteisine erineen oli 34,10 €/tunti, joka työvoimakustannusindeksillä vuoteen 2018 korjattuna on 33,60 €/tunti.

Matka-aikasäästöjen teorian perusteella Helsingin seudun matka-aikasäästön arvot voivat poiketa valtakunnallisista kolmen syyn takia: 1) palkkatason erot, 2) töissäoloajan arvon erot ja 3) matkustusajan arvon erot.

Selkeä ero valtakunnallisiin yksikköarvoihin on palkkatason vaikutus. Keskimääräiset palkat Helsingin seudulla ovat korkeampia kuin koko Suomessa, minkä perusteella matka-aikasäästöjen arvon voi odottaa olevan korkeampi kuin Väyläviraston yksikköarvo-ohjeessa.

Töissäoloajan arvon ero Helsingin seudun ja koko Suomen välillä ei sen sijaan ole helposti selvitettävissä. Ei ole mitään erityistä syytä odottaa, että töiden mukavuus poikkeaisi keskimäärin Helsingin seudun ja koko

Suomen välillä. Kysymys on pohjimmiltaan empiirinen ja vaatisi tutkimusta matka-aikasäästön arvojen eri komponenteista seuduittain.

Matkustusajan arvo saattaa sen sijaan vaihdella alueittain. Kaupunkien liikenne on ruuhkaisempaa ja pääosin enemmän tarkkaavaisuutta vaativaa kuin maaseutumaisemmille alueilla. Nämä erot liikenteessä voivat periaatteessa johtaa epämiellyttävämpään matkustuskokemukseen ja korkeampaan matka-aikasäästön arvoon. Tämäkin kysymys on kuitenkin pohjimmiltaan empiirinen. Ruotsin matka-aikasäästön arvon tutkimuksessa (Börjesson ja Eliasson, 2014) havaittiin, että tulojen kontrolloimisen jälkeen Tukholmassa autolla tehtyjen työ- ja muiden vapaa-ajan matkojen matka-aikasäästön arvo on noin 25 % korkeampi kuin muun maan vastaavien matkojen matka-aikasäästön arvo. Tutkijat selittävät tätä havaintoa juuri sillä, että Tukholmassa autolla matkustaminen on muuta maata ikävämpää mahdollisesti suurempien ruuhkien takia. Joukkoliikenteen matka-aikasäästön arvoa ei kyseisessä tutkimuksessa eritelty eri alueiden välillä.

Helsingin seudun matka-aikasäästön arvoja arvioitaessa oletettiin, että töissäoloajan ja matkustusajan arvot ovat keskimäärin yhtä suuret Helsingin seudulla ja koko maassa. Siten ainoa ero matka-aikasäästön arvoissa johtuu palkkatason eroista Helsingin seudun ja koko maan välillä. Matka-aikasäästöjen arvon arvioinnissa lähtökohtana pidettiin Väyläviraston matka-aikasäästöjen arvoja, sekä niiden arviointiperiaatteita. Koska työtunnin kustannus on Väyläviraston yksikköarvoissa määritelty kiistanalaisella tavalla, Helsingin seudun arvot arvioitiin kahdella työasiamatkan matka-aikasäästön arvolla. Siten, että huomioon otetaan myös kertaluonteiset palkkaerät ja siten, että ne eivät ole arvoissa mukana.

Molemmissa tavoissa edettiin kuten Väyläviraston yksikköarvojen arvioinnissa. Työasiamatkan matka-aikasäästön arvon oletettiin olevan yhtä suuri kuin yhden työtunnin kustannus työnantajalle. Muiden matkantarkoitusten ja kulkutapojen arvot arvioitiin empiirisillä suhdeluvuilla, jotka on johdettu Ruotsin matka-aikasäästön arvoista jakamalla Ruotsin ohjeistuksen yksikköarvo Ruotsin ohjeistuksen työasiamatkan yksikköarvolla ottaen kuitenkin huomioon maiden erilaiset palkan sivukulut. Tätä työtä varten Helsingin matka-aikasäästöjen yksikköarvot määritettiin vastaavasti seuraavan kaavan avulla:

$$VTTS_{mk}^{Helsinki} = w_{Helsinki} * \frac{VTTS_{mk}^{Väylä}}{VTTS_{auto,työasia}^{Väylä}},$$

jossa $VTTS_{mk}^{Helsinki}$ on matka-aikasäästö arvo kulkutavalle m ja matkan tarkoitukselle k Helsingissä. Työtunnin kustannus työnantajalle on $w_{Helsinki}$ ja empiirinen suhdeluku, jolla kunkin kulkutavan ja matkan tarkoituksen yksikköarvo saadaan, on Väyläviraston ohjeistuksesta löytyvän yksikköarvon ja Väylän ohjeistuksen työasiamatkan yksikköarvon osamäärä. Työtunnin kustannus Helsingissä määritettiin Tilastokeskuksen tilastointien tuntipalkkojen ja työvoimakustannustutkimuksen avulla. Tuntipalkat Helsingin seudulla ja koko maassa laskettiin yhdistämällä kansantalouden aluetilinpidon tilastoja tuloista ja työtunneista alueittain. Koko maan ja Helsingin seudun tuntipalkat kerrottiin palkkojen sivukulujen osuudella (22,5 %), jotta saadaan laskettua koko maan ja Helsingin seudun välinen erotus työtunnin kustannuksessa työnantajalle. Kuten Väyläviraston yksikköarvojen arvioinnissa, perusvuotena käytettiin vuotta 2016 ja luvut päivitettiin työvoimakustannusindeksillä vuoteen 2018.

Taulukko 2 kokoaa tilastojen pohjalta lasketut keskimääräiset palkansaajakorvaukset ja sivukulut lisätyötunnista Helsingin seudulla ja koko maassa. Sivukuluineen palkansaajakorvauksien ero on 5,56 €/h. Tästä 4,54 €/h on bruttopalkkojen ero ja 1,02 €/h palkan sivukulujen ero.

Taulukko 2. Keskimääräiset palkansaajakorvaukset ja sivukulut lisätyötunnista Helsingin seudulla ja koko maassa.

Alue	Keskimääräinen palkansaajakorvaus + sivukulut lisätyötunnista (€)
Helsingin seutu	30,42 + 6,84
Koko maa	25,88 + 5,82
Erotus	4,54 + 1,02

Helsingin seudun työasiamatkan matka-aikasäästö arvon laskemiseksi palkansaajakorvauksien ero lisättiin vuodelle 2018 arvioituun

työvoimakustannukseen (33,61 €/tunti) lausekkeen 1 mukaisesti. Loput matka-aikasäästöjen arvot arvioitiin työasiamatkan matka-aikasäästö arvosta Taulukon 1 arvoista laskettujen suhdelukujen perusteella siten, että matka-aikasäästöjen suhde työasiamatkan aikasäästö arvoon pysyy samana kuin Väyläviraston yksikköarvoissa. Taulukossa 3 on esitetty Helsingin seudulle arvioidut matka-aikasäästöjen yksikköarvot siten, että palkansaajakorvauksissa on mukana myös kertaluonteiset palkkaerät. Taulukossa suluissa on esitetty Väyläviraston yksikköarvot vertailun helpottamiseksi. Verrattuna Väyläviraston arvoihin yksikköarvot ovat siten korkeampia kahdesta syystä: 1) Helsingin seudulla palkat ovat korkeammat ja 2) Väyläviraston yksikköarvoissa ei huomioida kertaluonteisia palkkaeria tai loma-aikojen palkkoja.

Helsingin seudulle arvioidut yksikköarvot ovat selvästi suuremmat kuin Väyläviraston suosituksissa. Arvot ovat 1,77–14,49 €/henkilö/tunti suuremmat kuin Väyläviraston yksikköarvot riippuen matkan tarkoituksesta ja kulkutavasta. Koska suhdeluvut Väyläviraston arvoihin pysyvät vakiona, suhteellinen korotus kaikkiin yksikköarvoihin on 59 %.

Taulukko 3. Helsingin seudun matka-aikasäästöjen yksikköarvot. Palkansaajakorvauksissa mukana myös kertaluonteiset palkkaerät. Suluissa on ilmoitettu vastaavat Väyläviraston vuodelle 2018 määrittämät yksikköarvot.

(€/henkilö/tunti)	Henkilöauto	Linja-auto	Juna
Työasiamatka	39,09 (24,60)	39,09 (24,60)	33,18 (20,88)
Työ- tai koulutusmatka	12,59 (7,92)	7,68 (4,83)	9,98 (6,28)
Muu vapaa-ajan matka	8,53 (5,37)	4,78 (3,01)	7,68 (4,83)

Vertailun vuoksi Helsingin seudun matka-aikasäästöjen yksikköarvot arvioitiin myös siten, että kertaluonteisia palkkaeria ei oteta huomioon työasiamatkan matka-aikasäästö arvossa. Tämä tapa vastaa tarkemmin Väyläviraston yksikköarvojen arviointitapaa, jossa kertaluonteiset palkkaerät eivät vaikuta työasiamatkan aikasäästö arvoon. On kuitenkin huomioitava, että Isossa-Britanniassa työasiamatkan matka-aikasäästö arvossa on mukana kertaluonteiset erät ja loma-ajan palkat (Wardman, et

al., 2013). Ruotsin arviointiselostus ei ole aivan yhtä selkeä siitä, mitkä erät työasiamatkan yksikköarvoon on laskettu mukaan (Trafikverket, 2024). Kuitenkin olettaen, että loma-ajan palkka ja kertaluonteiset erät ovat mukana myös Ruotsin yksikköarvoissa, suhdeluvut antavat oikeamman kuvan matka-aikasäästön arvoista, kun työasiamatkan aikasäästön arvossa on mukana samat erät kuin Ruotsissa.

Taulukossa 4 esitetään kyseisellä tavalla Helsingin seudulle arvioidut yksikköarvot. Arvot ovat edelleen selvästi suuremmat kuin Väyläviraston suositukset. Arvot ovat 0,67–5,48 €/henkilö/tunti suuremmat. Suhteellisesti arvot ovat 22 % suuremmat.

Taulukko 4. Helsingin seudun matka-aikasäästöjen yksikköarvot. Palkansaajakorvauksissa ei ole mukana kertaluonteisia palkkaaeriä, jolloin arviointi vastaa Väyläviraston yksikköarvojen arviointitapaa.

(€/henkilö/tunti)	Henkilöauto	Linja-auto	Juna
Työasiamatka	30,08	30,08	25,35
Työ- tai koulutusmatka	9,68	5,91	7,68
Muu vapaa-ajan matka	6,57	3,68	5,91

Arvioituja matka-aikasäästön yksikköarvoja hyödynnetään Viikin-Malmin pikaraitiotien hyöty-kustannuslaskelman päivittämiseen, jotta hankkeen yhteiskuntataloudellisesta kannattavuudesta saataisiin tarkempi kuva.

3.2. Lähipäästöjen yksikköarvot

Liikennehankkeiden lähipäästökustannuksilla tarkoitetaan sellaisia liikennehankkeiden ympäristökustannuksia, jotka kohdistuvat pääosin liikennehankkeiden lähiympäristöön. Tällaisiin kustannuksiin luetaan yleensä erilaisten pienhiukkasten aiheuttamat kustannukset sekä liikenteen melun aiheuttamat kustannukset. Lähipäästökustannusten osuus uusimmissa hankearvioinneissa on kokonaisuutena ollut verrattain pieni, mikä johtuu päästömäärien pienestä kokonaismäärästä. Hiukkaspäästöjen määrä on lisäksi jatkuvasti pienentynyt teknologian

kehittyessä entisestään (Suomen Ympäristöhallinto, 2024). Lähipäästökustannusten suuruus hankkeessa riippuu kuitenkin vahvasti alueen demografiasta, joten lähipäästöjen yksikkövaikutuksen selvittäminen alueella on erityisen oleellista hankearviointien luotettavuuden kannalta.

Nykyiset lähipäästöjen taloudelliset yksikköarvot on määritelty osana Väyläviraston laatimaa hankearviointien yleisohjetta (Metsäranta, Iikkanen, Ristikartano, & Reimi, 2018). Raportissa yksikköarvot on määritelty erikseen juna- ja tieliikenteelle siten, että Liikenneviraston laatiman tutkimusraportin (Gynther, et al., 2012) tulokset on päivitetty kuluttajahintaindeksillä tämänhetkiseen hintatasoon. Väyläviraston raportissa yksikköarvot on kuitenkin määritelty ainoastaan taajamalle, haja-asutusalueelle sekä keskimäärin koko Suomelle. Taajaman määrittämisessä yksikköarvot on määritelty keskiarvoistamalla erikokoisten kaupunkien omat yksikköarvot, kun taas haja-asutusalueiden kohdalla on keskiarvoistettu Suomen alle 10 000 asukkaan kuntien yksikköarvot.

Kaupunkien sisäisten liikennehankkeiden arvioinnissa Väyläviraston määrittämät yksikköarvot tieliikenteelle ovat epätarkkoja, sillä yksikköarvot on keskiarvoistettu erisuuruisten kaupunkien yksikköarvoista. Helsingin seudulla lähipäästöjen yksikköarvot ovat oletetusti korkeampia Väyläviraston arvoihin verrattuna, sillä altistuvien henkilöiden määrä on suuremmasta asukastiheydestä johtuen suurempi kuin keskimääräisellä Suomen taajamalla. Myös junaliikenteen yksikköarvoihin liittyy epätarkkuutta, sillä Väyläviraston määrittämät yksikköarvot on keskiarvoistettu kaikkien asemakaupunkien junaliikenteen yksikköarvoista.

Tässä työssä tieliikenteen lähipäästöjen yksikköarvot määritetään Helsingin seudulle haitallisten pienhiukkasten osalta. Yksikköarvot määritetään Liikenneviraston tutkimusraportissa käytetyllä vaikutuspolkumenetelmällä, jossa jokaiselle pienhiukkasista johtuvalle terveyshaitalle määritetään rahallinen arvo. Pienhiukkaspäästöjen yksikköarvo määritetään jakamalla pienhiukkasista muodostuva alueellinen kokonaisterveyshaitta alueen kokonaispäästömäärällä.

Marginaalisista junaliikenteen päästömääristä johtuen tässä työssä ei tarkenneta lähipäästöjen yksikköarvoja junaliikenteelle. Junaliikenteen

lähipäästöjen vaikutus pääkaupunkiseudulla voidaan olettaa erittäin marginaaliseksi, sillä säännöllisesti operoitavaa diesel-junakalustoa on erittäin vähän. Selkeästi suurin osuus pääkaupunkiseudun junaliikenteestä toteutuu sähköjunilla, eikä siten lähipäästöjen yksikköarvojen muutoksella ole merkittävää vaikutusta hyöty-kustannuslaskelmaan hankearvioinneissa.

Lähipäästöiksi luokiteltujen typen oksidien yksikköarvoja ei tässä työssä tarkenneta Helsingin seudulle, sillä ajantasaisia nitraatin leviämismallinnuksia ei ole helposti saatavilla. Pääkaupunkiseudun uusimman ilmanlaatuselvityksen (Latikka, et al., 2022) tuloksissa tieliikenteen vaikutus hiukkasmäärin on määritelty kaikille primäärihiukkasille yhdessä eikä nitraattien osuutta ole tuloksissa eritelty. Täten typen oksidien osuutta alueellisiin nitraattiosuuksiin on hankala määrittää. Liikenneviraston raportin (Gynther, et al., 2012) perusteella typen oksidien mahdollisesti aiheuttamat suorat terveysvaikutukset ovat marginaalisen pieniä tyypillisissä typen oksidien pitoisuuksissa kaupunkialueilla. Vastaavasti typen oksideista aiheutuneita otsonipäästöjä ei ole mielekäästä tarkastella lähipäästöinä lainkaan, sillä alueelliset typen oksidin pitoisuudet eivät suoraan korreloi alueellisten otsonipitoisuuksien kanssa. Lopulta Väyläviraston raportin (Metsäranta, Iikkanen, Ristikartano, & Reimi, 2018) perusteella typen oksidien yksikköarvot ovat noin 1 % luokkaa pienhiukkasten yksikköarvoista.

Vaikutuspolkumenetelmässä terveyshaitat jaetaan kuolemaa aiheuttaviin terveyshaittoihin ja ei-kuolemaa aiheuttaviin terveyshaittoihin. Kuolemaa aiheuttavien terveyshaittojen kohdalla yksittäisen terveyshaitan kustannukset määritetään laskemalla ensin vuosittaiset menetetyt henkilöelinvuodet alla olevan kaavan perusteella.

$$YOLL = Kuolleisuus * Altistuserroin \\ * Menetettyjen henkilövuosien määrä tapausta kohden \\ * pienhiukkaspitoisuus * väestömäärä$$

(2)

Menetetyn henkilövuoden euromääräinen taloudellinen haitta on määritelty Liikenneviraston raportissa (Gynther, et al., 2012), jolloin yksittäisen terveyshaitan kokonaiskustannukset saadaan kertomalla menetetyt henkilöelinvuodet vastaavalla taloudellisella haitalla.

$$Kustannus = YOLL * menetetyn elinvuoden yksikkökustannus$$

(3)

Ei-kuolemaa aiheuttavien terveyshaittojen kohdalla taloudellinen haitta määritellään yksittäiselle terveyshaitalle suoraan alla olevan kaavan perusteella.

$$Kustannus = Terveyshaitan yksikkökustannus * altistuserroin \\ * pienhiukkaspitoisuus * väestömäärä$$

(4)

Perustelu terveyshaittojen jakamiselle on se, että kuolemaa aiheuttavien terveyshaittojen menetetyt elinvuodet pyritään kohdistamaan tietylle terveyshaitalle hyödyntämällä terveyshaitan arvioitua alueellista kuolleisuutta.

Tässä työssä yksikköarvojen määrittämisessä on pääosin käytetty vuoden 2022 tilastoja Helsingin kaupungista. Sairauksien kuolleisuustilastot ja astmalääkkeiden käyttäjien ikäjakaumat pohjaavat Tilastokeskuksen tilastoihin, kun taas terveyshaittojen tapausmäärät ja terveyshaittojen takia menetetyt elinvuodet pohjautuvat Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksen avoimeen tietokantaan. Terveyshaittojen taloudelliset yksikköhaitat tapausta tai menetettyä elinvuotta kohti oletetaan samaksi kuin Liikenneviraston raportissa (Gynther, et al., 2012), koska päivitettyä arvioita ei ole helposti saatavilla. Yksikköhaitat on tässä työssä kuitenkin päivitetty kuluttajahintaindeksin kautta nykyhetken tasolle, jotta pilottilaskelman muut kuluerät olisivat vertailukelpoisia lähipäästöihin liittyvien kulujen kanssa. Myös terveyshaittojen altistus-vaikutusfunktiot oletetaan samaksi kuin Liikenneviraston raportissa, sillä uudempaa tutkimusta altistus-vaikutusfunktioiden estimointiin ei ole saatavilla. Pienhiukkaspitoisuudet ja päästömäärät Helsingissä on arvioitu pääkaupunkiseudun ilmanlaatuselvityksen (Latikka, et al., 2022) tulosten perusteella.

Huomioitavaa on, että päästömäärien ja pienhiukkaspitoisuuden arvioinneissa on käytetty vuosittaisista muutoksista interpoloituja korjauskertoimia vuoden 2022 pienhiukkaspitoisuuksien ja päästömäärien arvioinneissa. Tämä johtuu siitä, että mallinnuksia tai mittaustuloksia oli uusimmillaan saatavilla vuodelle 2019. Vastaavasti

pääkaupunkiseudulle arvioidut päästömäärät on korjauskertoimien avulla muutettu Helsingin päästömääräksi pääkaupunkiseudun pienhiukkaspitoisuuksien jakauman perusteella. Korjauskerroituhiin tuloksiin liittyy jonkin verran epävarmuutta, sillä itse pienhiukkaspitoisuudet pääkaupunkiseudulla eri vuosille on määritetty mallinnustulosten pohjalta, eivätkä ne perustu konkreettisiin mittaustuloksiin. Suuruusluokat korjatuissa arvioinneissa ovat kuitenkin oikean suuntaisia, joten työn tarkkuuden puitteissa tuloksia voidaan hyödyntää yksikköarvojen määrittämisessä.

Terveyshaittojen kustannusten määrittämisessä terveyshaittojen tilastointitapojen mahdolliset erot Liikenneviraston (Gynther, et al., 2012) raporttiin nähden aiheuttavat pientä epävarmuutta tulosten validointia ajatellen. Keskeinen haaste tarkastelujen yhtenevyydessä on se, mitkä ICD-10 -standardin mukaisista taudeista on määritelty kuolemaa aiheuttaviksi. Kuolleisuustilastot ja menetetyt elinvuodet on lisäksi tilastoitu eri tautiryhmiin, jonka takia yksittäisten terveyshaittojen aiheuttamia haittoja on täytynyt arvioida koko maan tilastoihin pohjautuen. Suurin ero Liikenneviraston raporttiin on merkittävästi pienemmät sydän- ja verisuonitautien tilastoidut menetetyt elinvuodet. Tilastoinnin mahdollisista eroista johtuen raportissa esitetään pelkästään uusimpiin tilastoihin pohjautuvat laskelmat, sekä vaihtoehtoinen laskelma, jossa sydän- ja verisuonitautien menetetyt elinvuodet on korjattu samaan suhteeseen syöpäsairauksien kanssa Liikenneviraston raportin mukaisella menetettyjen elinvuosien suhteella.

Taulukko 5. Helsingin seudun pienhiukkaspäästöjen yksikköarvot eri määrittäytavoilla. Väyläviraston arvo on määritetty keskiarvoistamalla Suomen yli 200 000 asukkaan kaupunkien yksikköarvot. Uudet arvot on määritetty vaikutuspolkumenetelmällä Helsingin seudun tietolähteitä hyödyntäen.

Pienhiukkasten yksikköarvo	(€/tonni)
Väyläviraston arvo (2018)	140 000
Uusi arvo (2022)	220 000
Uusi arvo sydän- ja verisuonitautien korjauskertoimella (2022)	290 000

Meluhaittojen yksikköarvot on määritelty tieliikenteessä ja junaliikenteessä osana Väyläviraston hankearvioinnin yleisohjetta (Metsäranta, Ilikkanen, Ristikartano, & Reimi, 2018). Meluhaittojen yksikköarvot on siirretty Ruotsin liikennehallinnon raportista (Trafikverket, 2020) Suomeen, ja ne perustuvat vuosina 2012 ja 2013 valmistuneisiin Ruotsissa toteutettuihin tutkimuksiin. Yksikköarvot on esitetty Väyläviraston raportissa viiden desibeliluokan keskiarvona siten, että esitetyt melutasot tarkoittavat päivääjän (klo 7–22) ulkomelun ekvivalenttitasoa. Tulokset on myös muunnettu vuoden 2018 tasoon kuluttajahintaindeksin avulla. Suomessa ei ole toteutettu vastaavia meluhaittojen arvottamistutkimuksia, mutta Ruotsin tulokset voidaan kuitenkin perustellusti olettaa vertailukelpoisiksi Suomessa.

Ruotsissa toteutetuissa tutkimuksissa melun häiritseväksi kokevien osuus altistuvassa populaatiossa vaihtelee, ja tutkimuksissa arvioidut yksikköarvot on arvioitu koko populaatiosta määritettyinä keskiarvoina. Tällä perusteella on mahdollista, että koko populaation käyttäytyminen ei kuvaa melun kokemista Helsingin seudulla tarpeeksi tarkasti. Voidaan olettaa, että Helsingin seudulla populaatio kokee melun vähemmän häiritseväksi verrattuna muuhun Suomeen kaupunkiympäristön luonnollisesta melusta johtuen.

Populaatioiden erojen vaikutukset melun yksikköarvoihin ovat kuitenkin todennäköisesti marginaalisia, sillä melusta aiheutuvien terveyshaittojen yksikkökustannukset voidaan olettaa samoiksi kaikkialla populaatiossa. Voidaan myös perustellusti olettaa, että meluhaittojen subjektiivisten kokemusten arvottaminen alueellisesti vaatisi merkittäviä resursseja tutkimuksen toteuttamiseksi.

Tässä työssä tarkennetaan Väyläviraston raportissa (Metsäranta, Ilikkanen, Ristikartano, & Reimi, 2018) esitettyjä yksikköarvoja siten, että yksikköarvot esitetään jokaiselle melun ekvivalenttitasolle. Yksikköarvojen keskiarvoistamisesta luovutaan kokonaan, ja yksikköarvot meluhaittoille tuodaan Ruotsin liikennehallinnon raportista (Trafikverket, 2024), jossa yksikköarvot jokaiselle vuorokauden melutasolle on raportoitu. Meluhaitat päivitetään lisäksi kuluttajahintaindeksillä vuoden 2022 arvoihin. Meluhaittojen yksikköarvojen tarkennus on perusteltua, sillä äänenvoimakkuuden logaritmisesta yksiköstä johtuen jo yhden desibeliyksikön muutos muuttaa koettua äänenvoimakkuutta erityisesti

suurilla äänenvoimakkuuksilla. Meluhaittojen tarkennetut yksikköarvot vuorokauden ekvivalenttitasolle on esitetty taulukkomuodossa. Tässä työssä tarkennetaan Väyläviraston raportissa (Metsäranta, Iikkanen, Ristikartano, & Reimi, 2018) esitettyjä yksikköarvoja siten, että yksikköarvot esitetään jokaiselle melun ekvivalenttitasolle.

Taulukko 6. Kuluttajahintaindeksillä vuoden 2022 hintatasoon muutetut meluhaittojen yksikköarvot. Arvojen pohjalla on Ruotsin ASEK 8.0 -raportin arvot meluhaittoille.

Ulkoilman melutaso (dB)	(€/asukas/vuosi)
50	18
51	57
52	117
53	196
54	297
55	418
56	559
57	721
58	913
59	1123
60	1358
61	1615
62	1896
63	2201
64	2529
65	2879
66	3254
67	3653
68	4076
69	4521
70	4994
71	5488
72	6007
73	6550
74	7117
75	7710

Tieliikenteen lähipäästöjen osalta tässä työssä määritettiin tarkennetut pienhiukkasten yksikköarvot Helsingin kaupungille valintapolkumenetelmällä ja tarkennettiin tieliikenteen aiheuttaman melun yksikköarvoja eri ekvivalenttitasoille Ruotsissa käytettyjen yksikköarvojen pohjalta. Pienhiukkasten tarkennetut yksikköarvot ovat noin kaksinkertaiset Väyläviraston raporttiin verrattuna, joten pienhiukkasten taloudelliset haittavaikutukset Helsingin kaupunkialueella ovat selkeästi suuremmat kuin keskimääräisellä Suomen taajama-alueella. Merkittävin syy pienhiukkasten yksikköarvojen kasvuun ovat Helsingin kaupungin suurempi väkiluku keskimääräiseen taajamakaupunkiin verrattuna. Vaikka pienhiukkasten määrä taajamissa väheneekin vuosi vuodelta, on pienhiukkaspäästöjen terveyshaitat otettava edelleen huomioon erityisesti kaupunkialueiden raidehankkeissa.

3.3. Liikenteen vaatiman tilan arvo

Liikenteen vaatiman tilan arvoa on käsitelty hyöty-kustannuslaskennan tutkimuskirjallisuudessa vain vähän. Tässä työssä liikenteen vaatima tila on jaettu kolmeen eri kategoriaan: 1) ajoratojen vaatima tila, 2) pysäköintipaikkojen vaatima tila ja 3) raitioteiden tai ratojen vaatima tila. Litman (1995) kokoaa yhteen tutkimuskirjallisuutta liikenteen maankäyttövaikutusten yhteiskuntataloudellisista kustannuksista. Maalla, joka varataan teiden ja ratojen käyttöön olisi myös vaihtoehtoinen käyttö muussa tarkoituksessa. Hankearvioinneissa maan kustannus otetaan tyypillisesti korkeintaan huomioon maan lunastuskustannuksena. Jos liikennehankkeelle tarjotaan maata alennetulla hinnalla tai kunta toteuttaa liikennehankkeen omalle maalleen, ei maan vaihtoehtoiskustannus välttämättä tule otetuksi kokonaan huomioon hankkeen kustannuksissa. Lisäksi Solow (1973) huomauttaa, että ilman ruuhkamaksuja maan hintagradienetti on liian loiva ja maan hinta ei kuvaa täysin maankäytön yhteiskuntataloudellista arvoa. Täsmällisesti ottaen tämä vaikutus tulisi ottaa maan hinnassa huomioon.

Keskustelujen perusteella näiden tilantarpeiden muutosten arvo huomioidaan jo hyöty-kustannuslaskennassa matka-aikasäästöjen arvossa. Pysäköintipaikkojen vaatiman tilan arvo näkyy kulkutavanvalintamallin kertoimien kautta, ajoratojen vaatima tilan arvo näkyy autoilijoiden matka-aikasäästöissä ja joukkoliikenteen tilan arvo joukkoliikenteen matka-aikasäästöjen kautta.

Kulhutavan valintamallissa pysäköintipaikkojen kustannus näkyy kahdella tavalla. Pysäköinnin hinnalle on mallissa oma kertoimensa, joka vaikuttaa kulhutavan valintaan niillä alueilla, joilla seudulla on maksullisia kadunvarsipaikkoja. Muilta osin pysäköinnin kustannus näkyy henkilöauton kulkutapaavakiossa, jonka avulla koko seudun kulkutapaosuudet tasapainottuvat estimointiaineistossa havaitulle tasolle. Hankearvioinneissa vaikutus näkyy epäsuorasti kulkutapamuutoksien ja siten matka-aikasäästöjen kautta. Arvion oikeellisuus riippuu ainakin matka-aikasäästöjen ja kulkutapamuutoksen oikeasta arvioinnista.

Se, että ajoratojen vaatiman tilan arvo näkyy autoilijoiden matka-aikasäästöjen arvossa, johtuu siitä, että kyseinen arvo kuvaa sitä ruuhkautumisen vähenemistä, joka hankkeella saavutetaan. Tämä ruuhkautumisen väheneminen voitaisiin saavuttaa myös lisäämällä kaistoja, jolloin hanke on vähentänyt matka-aikasäästöjen verran painetta uusien ajoratojen rakentamiseen.

Erään näkökohdan mukaan sillä, missä ruuhkautumista vältetään, on myös merkitystä, sillä maan arvo eri alueilla vaihtelee. Toisaalta korkeamman maan arvon alueilla ruuhkautumista todennäköisesti siedetään enemmän, sillä maan ottaminen ajoratakapasiteetin käyttöön vaatii suurempia matka-aikasäästöjä ajoradan lisäämisestä kuin pienemmän maan arvon alueilla. Kuitenkin, jos hanke eksplisiittisesti tarvitsee lisää maata, tulisi tämä kustannus ottaa huomioon arvioinnissa. Tämän käytännön toteutuksessa haasteena on, että hankkeiden vertailuvaihtoehtoa harvoin on suunniteltu sellaisella tarkkuudella, että liikenteen käyttämän tilan muutosta voitaisiin arvioida. Esimerkiksi raitiovaunuinvestoinnin tekemättä jättäminen voi vaatia vertailuvaihtoehdossa bussikaistojen tai terminaalikapasiteetin lisäämistä, jota harvoin on kunnolla arvioitu.

Hankkeen vaikutusten arvioinnin kannalta voi kuitenkin olla hyödyllistä arvioida liikenteen vaatiman tilan muutoksia myös suoraan tilana. Tätä varten työssä kehitettiin menetelmät ajoratojen ja pysäköintipaikkojen vaatiman tilan arviointiin. Näitäkin menetelmiä voidaan hyödyntää liikenteen vaatiman tilan arviointiin, mutta tällöin vastaavat erät matka-aikasäästöissä tulisi jättää pois kannattavuuslaskelmasta.

Tässä työssä teiden vaatiman tilan arvon muutosta arvioidaan liikennemäärien muutosten perusteella. Hérán ja Ravalet (2008) mukaan kaupunkialueilla ajossa oleva auto vie tilaa keskimäärin $1,8 \text{ m}^2/\text{h}/\text{ajon.km}$. Ajossa olevan auton tila vaihtelee kuitenkin nopeuksittain siten, että vähimmillään auto vie tilaa noin $1,1 \text{ m}^2/\text{h}/\text{ajon.km}$ ajaessaan 30 km/h nopeudella. Tilantarve kasvaa noin $1,5 \text{ m}^2/\text{h}/\text{ajon.km}$:iin auton liikkuesssa 10 km/h ja jopa $4,0 \text{ m}^2/\text{h}/\text{ajon.km}$:iin auton liikkuesssa 130 km/h . Arvio kuvaa painetta lisäteiden rakentamiselle, jonka liikennemäärien kasvu aiheuttaa. Yksittäisen hankkeen arvioinnissa arvion voi siten nähdä kuvaavan kyseisen hankkeen kontribuutiota tulevien liikenneväylien rakentamiselle.

Liikennehankkeet voivat myös vaikuttaa autonomistuksen muutokseen ja siten pysäköintipaikkojen määrään. Tätä pysäköintipaikkojen vaatimaa tilaa ole tietääksemme huomioitu yhdessäkään kannattavuuslaskelmassa. Toisaalta asukkaat arvostavat pysäköintipaikkojen olemassaoloa, minkä tulisi myös näkyä pysäköintipaikkojen hyötynä. Pysäköintipaikkoja ei kuitenkaan tuoteta täysin markkinaehtoisesti, sillä parkkipaikkanoimit voivat aiheuttaa parkkipaikoista ylitarjontaa ja siten tehokkuustappioita. Parkkipaikkanoimit synnyttävät tehokkuustappiota, jos asukkaat ovat valmiita maksamaan parkkipaikoista vähemmän kuin mitä niiden rakentaminen maksaa (maanvuokra + rakentamiskustannukset). Parkkipaikkanoimien poistaminen vähentäisi tällöin parkkipaikkojen määrää siten, että asukkaiden maksuhalukkuus vastaisi parkkipaikkojen kustannusta. Parkkipaikkojen ylitarjonnan yhteiskuntataloudellisen vaikutuksen tarkaksi arvioimiseksi tarvittaisiin siten tietoa asukkaiden maksuhalukkuudesta ja pysäköintipaikkojen rakentamiskustannuksesta alueittain, sekä eri hankevaihtoehdoissa rakennettavien pysäköintipaikkojen määrästä.

Pysäköintipaikkoja voidaan rakentaa katujen varrelle, sekä pysäköintilaitoksiin. Pääosa pysäköintitilasta rakennetaan nykyään pysäköintihalleihin. Tästä syystä pysäköintipaikkojen viemän tilan arvoa arvioidaan autojen määrän muutoksen ja pysäköintihallissa olevan pysäköintipaikan viemän tilan avulla. Henkilöauto tarvitsee useamman pysäköintipaikan, sillä autolla tehdyn matkan määränpäässäkin tarvitaan pysäköintipaikka. Tästä syystä työssä oletetaan, että jokainen henkilöauto tarvitsee kaksi pysäköintipaikkaa.

Yksittäisen pysäköintipaikan tila on arvioitu Rakennusteollisuuden pysäköintilaitosten suunnitteluohjeessa (Rakennusteollisuus RT Ry, 2024) määritettyjen pysäköintitilojen ohjemittojen perusteella. Yksittäisen pysäköintipaikan leveys (2,5 m) ja pituus (5 m) ovat ohjeistuksen mukaisesti samoja pysäköintilaitoksen rakenteesta riippumatta. Pysäköintipaikan tilassa on kuitenkin huomioitava myös pysäköintipaikoille johtavan ajoradan vaadittava leveys, joka lisätään laskuissa pysäköintipaikan pituuteen. Suunnitteluohjeessa on taulukoitu ajoratojen ohjeleveydet eri pysäköintikulmille ajorataan nähden siten, että ajorataan nähden loivemmassa kulmassa olevien paikkojen ajoradan leveys on pienempi. Näin ollen pysäköintilaitoksen suunnittelussa on mahdollista pienentää ajoradan vaatimaa tilaa leventämällä vierekkäin pysäköityjen autojen rivin yhdessä vaatima tilaa. Erot vaaditussa kokonaistilassa eri pysäköintikulmilla voidaan kuitenkin olettaa pieniksi, joten tässä työssä oletetaan kaikkien pysäköintilaitosten pysäköintikulmiksi 90-astetta ajorataan nähden. Tietoa eri pysäköintilaitosten pysäköintikulmista pääkaupunkiseudulla ei ole helposti saatavilla, eikä oletus olennaisesti muuta kokonaistulosten suuruusluokkaa. Täten yksittäisen pysäköintipaikan vaatima tila tässä työssä on vakio ja se määräytyy ohjekortissa listattujen pysäköintipaikan leveyden, pituuden sekä vaaditun ajoradan leveyden mukaan.

Raitiotien vaatima tila on tässä työssä arvioitu Viikin-Malmin pikaraitiotien yleissuunnitelman (Helsingin kaupunki, 2024) ja Helsingin kaupungin raitiotieliikenteen mitoitusohjeen perusteella. Kaupunkitalousvyöhykekohtaiset raitiotien pituudet on määritetty Viikin-Malmin pikaraitiotien yleissuunnitelmassa ilmoitettujen raitiotieosuuksien pituuksien avulla. Raitiotien vaatima leveys on määritetty raitiotieliikenteen mitoitusohjeessa (Helsingin kaupunki, 2020) ilmoitettujen Virroittimen vaara-alueen (ViVa) ja aukean tilan ulottuman (ATU) perusteella. Yksinkertaistavana oletuksena Viikin-Malmin pikaraitiotie oletetaan kaksiraiteiseksi kokomatkalta siten, että radan kaarevuussäde koko matkalta on yli 250 m. Oletus tehdään laskennan yksinkertaistamiseksi, sillä lopullista tietoa rataosuuksien kaarevuuksista ei ole helposti saatavilla, eikä pienemmän kaarevuussäteen aiheuttamasta raideleveyden kasvulla ole merkittävää vaikutusta tulosten kokoluokkaan. Tällöin kahden raiteen raitiotien leveys koko matkalta oletetaan aukean tilan ulottuman ja virroittimen vaara-alueen maksimiksi yli 250 metrin vakiokaarevuussäteellä, jolloin vaadittava leveys on 8,4 m.

3.4. Kasautumisvaikutukset

Kasautumisella tarkoitetaan taloudellisen toiminnan maantieteellistä keskittymistä. Kasautumista voi tapahtua kahdella tavalla: 1) alueen maankäyttö voi tiivistyä, jolloin kasaantuminen lisääntyy tai 2) alueen liikennejärjestelmä voi kehittyä, jolloin alueet ovat ajallisesti lähempänä toisiaan. Liikennehankkeiden aiheuttamat kasautumisvaikutukset nousivat liikennehankkeiden arvioinnin agendalle, kun Venables (2007) osoitti, että kasautumisen tuoma tuottavuuslisäys ei näy perinteisessä hyöty-kustannusanalyysissä. Lisäksi tuottavuuden kasvun siirtyessä palkkoihin, kasvaneista palkoista maksettavat verot tulisi myös huomioida hankkeiden hyöty-kustannuslaskennassa.

Huolimatta siitä, että aihetta on tutkittu tästä lähtien, harvassa maassa kasautumishyödyt voidaan vielä ottaa suoraan huomioon hyöty-kustannuslaskelmassa (Haapamäki, et al., 2020). Syynä tähän on joidenkin hyötyjen kaksinkertaisen laskemisen uhka. Taloudellisesta kasautumisesta tulevien hyötyjen ajatellaan syntyvän kolmen eri mekanismin kautta. Nämä mekanismit ovat 1) kohtaanto, 2) jakaminen ja 3) oppiminen. Parantuneella kohtaannolla tarkoitetaan suurempaa todennäköisyyttä tuottavammille työntekijä-työpaikka-pareille. Tiiviimmillä seuduilla, joilla työntekijöillä ja työnantajilla on paljon mahdollisuuksia, todennäköisyydet tuottavien parien syntymiselle kasvaa. Jakamisella tarkoitetaan toimijoiden mahdollisuutta jakaa alueen infrastruktuuria, välituotepanosten tuottajia tai logistiikkaketjuja. Oppimisella puolestaan tarkoitetaan tiedon ja parhaiden käytäntöjen leviämistä alueella. Näistä mekanismeista kuitenkin kohtaanto ja ainakin osaksi jakaminen ovat jo mukana matka-aikasäästöjen arvoissa. Kohtaanto näkyy matka-aikasäästöjen arvossa siksi, että ihmiset ottavat työmatkan ajan huomioon valitessaan työpaikkaansa (mm. Eliasson & Fosgerau, 2019). Lyhentynyt matka-aika laajemmalle määrälle erilaisia työpaikkoja voi mahdollistaa parempipalkkaisen työn vastaanottamisen. Jakaminen puolestaan näkyy työpaikkojen välisen liikenteen matka-aikasäästöissä, sillä jos esimerkiksi välituotepanosten tuottajat säästävät logistiikkakustannuksissa, tämä säästö kasvattaa yritysten tuottavuutta säästettyjen kustannusten verran. Nämä säästöt voivat näkyä esimerkiksi matkojen määrän kasvuja. Siten, jos liikennehankkeiden kasautumisen arvioinnissa hyödynnetään menetelmiä, jotka arvioivat myös kohtaannon paranemista, osa hyödyistä lasketaan kahteen kertaan. Kuitenkin

riippumatta siitä minkä mekanismin avulla alueen palkat kasvavat liikennehankkeiden seurauksena, kasvaneista palkoista maksettavat verot tulisi ottaa huomioon liikennehankkeiden hyöty-kustannuslaskelmissa.

Haapamäki ym. (2024) arvioivat Helsingin seudulla liikennehankkeiden aiheuttaman työpaikkojen välisen ja kodin ja työpaikan välisen saavutettavuuden vaikutusta työntekijöiden palkkoihin. Heidän käyttämänsä saavutettavuusmittarin ja vuosipalkkojen välinen jousto oli työpaikkojen välisen saavutettavuuden osalta 0,045 ja kodin ja työpaikkojen välillä 0,029. Työssä hyödynnettiin työpaikkojen välistä saavutettavuutta sen takia, ettei joustossa näkyisi kohtaannon vaikutus ja ne olisivat paremmin hyödynnettävissä hyöty-kustannuslaskelmissa. Raportissa kuitenkin todetaan, että ainakin jakamisen hyötyjä voi edelleen olla joustossa mukana, joten tavaraliikenteen hyödyt saatetaan edelleen laskea kahteen kertaan näitä joustoja käytettäessä. (Haapamäki, et al., 2024) esittävät myös laskentamenetelmän, jolla liikennehankkeen aiheuttaman saavutettavuusmuutoksen vaikutusta alueen palkkoihin voi arvioida.

Hyödynnämme pilottilaskelmassa edellä esitettyjä saavutettavuusjoustoja sen arviointiin, miten Viikin-Malmin pikaraitiotien aiheuttamat muutokset saavutettavuudessa vaikuttavat seudun työntekijöiden palkkoihin. Palkkojen kasvusta lasketaan puolestaan verotulot, jotka lisätään hyöty-kustannuslaskelmaan omaksi eräkseen. Työssä lasketaan myös erikseen työpaikkojen välisen saavutettavuuden kasvusta syntyvä palkkojen nousu, mutta tätä ei suoraan esitetä otettavaksi mukaan hyöty-kustannuslaskelmaan.

4. Sovellus Viikin-Malmin pikaraitiotien hyöty-kustannus-laskelmaan

Helsingin seudulle sovellettuja matka-aikasäästöjen arvoja ja kehitettyjä laskentamenetelmiä kokeiltiin Viikin-Malmin pikaraitiotien yleissuunnitelman kannattavuusarvioon (Helsingin kaupunki, 2024). Arviossa matka-aikasäästöjen ja lähipäästöjen yksikköarvot muutettiin tässä työssä arvioituiksi ja kasvihuonekaasupäästöjen arvo päivitettiin uusinta tietoa kuvaavaksi. Lisäksi laskelmaan lisättiin arvio liikenteen vaatiman tilan arvosta ja kasautumishyötyjen taloudellisesta arvosta. Kasautumishyödyt arvioitiin kahdella tavalla. Ensimmäisessä vain kasvaneesta palkkasummasta maksetut verot otettiin mukaan laskelmaan ja toisessa koko kasautumisjoustoperusteella arvioitu palkkasumman kasvu otettiin huomioon kannattavuuslaskelmassa.

4.1. Yksikköarvojen muutos

Matka-aikasäästöjen yksikköarvojen päivittäminen Viikin-Malmin pikaraitiotien hyötykustannuslaskelmaan kasvattaa matka-aika- ja palvelutasohyötyjä lähes 80 % koko hankkeen tarkastelujaksolta (2035–2065). Lisäksi tieliikenteen aikahyödyt kasvavat, ja bussien ketjuuntumisen vähenemisestä aiheutuvat täsmällisyyden arvioinnin hyödyt kasvavat noin 12 M€. Matka-aika- ja palvelutasohyödyt kasvavat aikaisempaan hyötykustannuslaskelmaan verrattuna merkittävästi. Tieliikenteen ja täsmällisyyden hyötyjen kasvu on hillitympää, sillä niiden kasvu on vain noin 15 % kasvaneista matka-aika- ja palvelutasohyödyistä.

Pienhiukkaspäästöjen yksikköarvojen päivittäminen vaikuttaa merkittävästi tieliikenteen lähipäästökustannuksiin, sillä päästökustannukset tuplaantuvat päivitetyillä yksikköarvoilla. Vaikka yksikköarvot vastaavatkin nyt paremmin pääkaupunkiseudun tiheämpää asukaspopulaatiota, ovat vaikutukset koko hankkeen hyötyihin marginaalisia. Vaikutukset hankkeen kokonaishyötyihin ovat edelleen alle prosentin luokkaa.

Kokonaiskuvassa yksikköarvojen päivitys parantaa hankkeen H/K-suhdetta merkittävästi. Selvästi merkittävin osuus lisääntyneistä hyödyistä syntyy kasvaneista matka-aika- ja palvelutasohyödyistä. Yksikköarvojen päivittämisen jälkeen hankkeen H/K-suhde jää silti selvästi alle yhden.

4.2. Liikenteen vaatima tila

Liikenteen vaatiman tilan osalta tarkastellaan pysäköinnin vaatiman tilan arvoa sekä ajoratojen ja raitiotien vaatiman tilan arvoa. Kokonaisvaikutus hankkeen hyötyihin on arvioiden perusteella positiivinen, mutta muutoksen aiheuttamat kokonaishyödyt ovat erittäin pieniä. Liikenteen vaatiman tilan arvo on mukana vain siltä osin, kun suunnitelmat suoraan vaikuttavat liikenteen vaatiman tilan arvoon. Täten henkilöautoliikenteen vähenemisestä syntyvän katuinfran rakentamisen paineen vähenemistä tai pysäköintitarpeen vähenemistä ei oteta huomioon hyötykustannuslaskelmassa, sillä ne on jo huomioitu matka-aikasäästöjen arvossa.

4.2.1. Pysäköinnin vaatima tila

Pysäköinnin vaatiman tilan arvosta muodostuvat hyödyt ovat koko hankkeen tarkastelujaksolta noin 1,86 M€, joka on vain noin yksi prosentti koko hankkeen hyödyistä. Tarkasteluissa pysäköintitilan tarve vähenee eniten Viikin vyöhykkeellä ja Helsingin kantakaupungissa. Ennustettu pysäköintitilan kokonaistarpeen pienentyminen vastaa tavoitteita. Ennusteen perusteella pysäköintitilan tarve kuitenkin hieman myös kasvaa osassa pikaraitiotien ympäristöä Malminkentän ja Jakomäen vyöhykkeillä. Tämä oletettavasti johtuu alueiden bussiyhteyksien muutoksista aiheutuneesta saavutettavuusmuutoksesta. Kokonaisuutena voidaan todeta, että pysäköintitilan tarpeen muutos on verrattain pieni

pelkän automatkojen määrän avulla laskettuna. Pieni muutos oletettavasti johtuu Helmet-mallin tuottaman kulkutapamuutoksen pienuudesta, joka on tunnettu ilmiö erityisesti kapasiteettia kasvattavien joukkoliikennehankkeiden kanssa. Tämän pohjalta henkilöautoliikenteen väheneminen mallissa on todennäköisesti kokonaisuutena aliarvioitu.

Pysäköintipaikan vaatiman tilan arvioinnissa päätekijänä on henkilöautojen alueellinen määrä, jonka perusteella pysäköinnin vaatima tila määritetään hankearvioinnin eri skenaarioissa. Henkilöautojen määrän alueelliseen arviointiin on liikenne-ennustemalleissa käytössä regressiomalli, joka määrittää auton omistavien asukkaiden osuuden koko alueen populaatiosta. Keskeiset muuttujat, jotka mallissa vaikuttavat autonomistusasteeseen, ovat pientalojen osuus alueen kerrosneliöistä sekä autoilun ja joukkoliikenteen aika- ja kustannussuhteiden erot alueittain. Liikennemallissa käytetyn autonomistusmallin rajoitteena on kuitenkin se, että se on suunniteltu ennustamaan autonomistusastetta vain uusille asukkaille eri skenaarioissa. Rajoitteen takia autonomistusmalli ei siis sovellu tämän työn tarkoitukseen, joka on arvioida jokaiselle skenaariolle kokonaisautomäärä pysäköintitilan määrittämiseksi.

Autonomistusmallin rajoitteiden takia tässä työssä käytetään yksinkertaisempaa lähestymistapaa automäärien laskemiseen eri skenaarioissa. Työssä on määritetty vuoden 2019 Liikkumistutkimuksen (Brandt, Kantele, & Rätty, 2019) pohjalta suhde henkilöautomäärän ja henkilöautomatkojen välille pääkaupunkiseudulla. Tämän jälkeen liikennemallilla on määritetty eri kaupunkitalousvyöhykkeille henkilöautomatkojen määrä, jolloin arvio vyöhykkeiden henkilöautomäärästä saadaan kertomalla henkilöautomatkojen määrä edellä määritetyllä suhteella.

Henkilöautomäärien laskemiseen automatkojen määrän avulla liittyy jonkin verran epävarmuustekijöitä, sillä automatkojen ja automäärien suhde voi alueittain olla erilainen, vaikka työssä suhde on keskiarvoistettu koko pääkaupunkiseudulle. Tällöin ulkoisten tekijöiden, kuten alueittaisen tulotason ja joukkoliikennesaavutettavuuden osuus tarkasteluissa jää osittain hyödyntämättä. Ulkoisten tekijöiden vaikutus autonomistuksen ennustamiseen on kuitenkin todennäköisesti kokonaiskuvan kannalta verrattain pieni. Toinen epävarmuustekijä liittyy automatkojen määrän

vaikutukseen automäärään, kun otetaan huomioon usean henkilön automatkat. Liikennemallissa automatkojen määrittämisessä ei erotella matkustajana tai kuljettajana tehtyjä automatkoja. Tästä syystä automatkojen määrän vaikutus automääriin voi olla jonkin verran pienempi. Todennäköisesti erot tässä suhteessa ovat kuitenkin verrattain pieniä, ja erityisesti vaikutukset hankearvioinnin tuloksiin ovat minimaalisia.

Myös markkinavaikutusten arviointiin vahvasti säännellyssä toimintakentässä, jollainen pysäköintipaikkojen muodostuminen on, liittyy merkittäviä epävarmuuksia. Pysäköintipaikkojen määrän muodostumiseen vaikuttavat kaavamääräykset ja rakennusinvestointien pysyvyys, joiden takia pysäköintipaikkojen määrä reagoi viiveellä sekä kysynnän kasvuun että pienenemiseen. Suhteessa todelliseen maailmaan malli todennäköisesti yliarvioi vaikutuksia lyhyellä tähtämellä ja aliarvioi pitkällä tähtämellä. Yliarviointi lyhyellä tähtämellä liittyy ilmiöiden hitauteen, eli siihen, että pysäköintipaikat eivät ehdi vähentyä tai lisääntyä. Aliarviointi pitkällä tähtämellä liittyy siihen, että eri kulkutapojen käyttöön ja yhdyskuntarakenteeseen tiivistymiseen tai hajautumiseen liittyy takaisinkytkentöjä, joita malli ei huomii. Tietyn kulkutavan käyttö vaikuttaa toimintojen sijoittumiseen ja toimintojen sijoittuminen taas siihen, millä kulkutavoilla toimintoja on mahdollista tulevaisuudessa saavuttaa.

Taulukko 7. Pysäköinnin vaatiman tilan arvon muutos vertailuvaihtoehtoon verrattuna Viikin-Malmin pikaraitiotien hankearvioinnissa kaupunkitalousvyöhykkeittäin. Taulukossa positiivinen etumerkki ilmaisee yhteiskuntataloudellista hyötyä vertailuvaihtoehtoon nähden ja negatiivinen etumerkki ilmaisee yhteiskuntataloudellista haittaa vertailuvaihtoehtoon nähden.

Tilan arvon muutos (M€)	2035 Ve2 – Ve0	2050 Ve2 – Ve0	2050 Ve3 – Ve0	2065 Ve3 – Ve0
Kumpulan- Koskelan vyöhyke	0,07	0,15	0,17	0,20
Viikin vyöhyke	0,45	0,64	0,76	1,04
Malmin lentoaseman vyöhyke	-0,33	-0,53	-0,11	-0,06
Malmin vyöhyke	0,00	0,01	0,01	0,02
Jakomäen vyöhyke	-0,07	-0,31	-0,09	-0,12
Helsingin niemi ja itäinen kantakaupunki	0,40	0,74	0,73	0,81
Muu Helsinki	0,10	0,12	0,21	0,16
Muu pääkaupunkiseutu	0,15	0,11	0,37	0,55
Yhteensä	0,78	0,96	2,07	2,62

4.2.2. Ajoratojen ja raitiotien vaatima tila

Ajoratojen vaatiman tilan arvosta muodostuvat hyödyt ovat koko hankkeen tarkastelujaksolta vain noin 0,09 M€, joten hyödyt ovat erittäin marginaalisia. Ajoratojen vaatima tila kokonaisuutena ei siis laskelman perusteella juurikaan muutu. Kuten pysäköinnin vaatiman tilan kohdalla, myös ajoratojen vaatiman tilan arvo määritetään henkilöautoliikenteen muutoksen kautta. Helmet-mallin heikkous kapasiteettihankkeiden

kulkutapamuutoksen arvioinnissa aiheuttaa siten erittäin pieniä kulkutapamuutoksia, jotka selittävät marginaalisen pienet muutokset ajoratojen vaatiman tilan osalta.

Raitiotien vaatiman tilan arvoksi muodostuu tässä arviossa 16,7 M€, joka on selvästi suurempi kustannus kuin muun liikenteen vaatiman tilan arvioinnista muodostuvat hyödyt yhteensä. Kustannuksen suuruus johtuu pääosin siitä, että vertailuvaihtoehtossa lisääntyneelle ajoneuvoliikenteelle ei ole määritetty omia kaistoja, jotka toisivat vastaavan suuruisia liikenteen määrästä riippumattomia tilaa vaativia kustannuseriä.

Taulukko 8. Ajouratojen vaatiman tilan arvon muutos vertailuvaihtoehtoon verrattuna Viikin-Malmin pikaraitiotien hankearvioinnissa kaupunkitalousvyöhykkeittäin. Taulukossa positiivinen etumerkki ilmaisee yhteiskuntataloudellista hyötyä vertailuvaihtoehtoon nähden ja negatiivinen etumerkki ilmaisee yhteiskuntataloudellista haittaa vertailuvaihtoehtoon nähden.

Tilan arvon muutos (M€)	2035 Ve2 – Ve0	2050 Ve2 – Ve0	2050 Ve3 – Ve0	2065 Ve3 – Ve0
Kumpulan-Koskelan vyöhyke	-0,02	0,01	-0,01	-0,01
Viikin vyöhyke	-0,03	0,02	-0,01	-0,02
Malmin lentoaseman vyöhyke	-0,03	0,03	-0,02	-0,02
Malmin vyöhyke	0,01	-0,01	0,01	0,03
Jakomäen vyöhyke	0,00	0,01	0,00	-0,01
Helsingin niemi ja itäinen kantakaupunki	-0,03	0,00	0,04	0,01
Muu Helsinki	0,04	-0,05	0,09	0,12
Yhteensä	-0,04	0,00	0,17	0,17

Taulukko 9. Raitiotien viemän tilan arvon muutos vertailuvaihtoehtoon verrattuna Viikin-Malmin pikaraitiotien hankearvioinnissa kaupunkitalousvyöhykkeittäin. Taulukossa positiivinen etumerkki ilmaisee yhteiskuntataloudellista hyötyä vertailuvaihtoehtoon nähden ja negatiivinen etumerkki ilmaisee yhteiskuntataloudellista haittaa vertailuvaihtoehtoon nähden.

Tilan arvon muutos (M€)	2035 Ve2 – Ve0	2050 Ve3 – Ve0
Kumpulan-Koskelan vyöhyke	- 2,93	0,00
Viikin vyöhyke	-6,42	0,00
Malmin lentoaseman vyöhyke	-2,68	0,00
Malmin vyöhyke	-2,67	0,00
Jakomäen vyöhyke	0,00	-2,43
Muu pääkaupunkiseutu	0,00	0,20
Yhteensä	-14,70	-2,63

4.3. Kasautumisvaikutukset

Arvion perusteella kasautumisvaikutusten osana määritetty saavutettavuuden kasvu tuo vuosittain 0,85–3,63 M€ lisää verotuloja Helsingin seudulla. Verotulojen kasvu jakautuu melko tasaisesti kodin työpaikkasaavutettavuuden ja työpaikan työpaikkasaavutettavuuden välille. Koko 30 vuoden tarkastelujakson ajalta verotulojen kasvu on noin 32 M€, mikä on noin 15 % suhteessa matka-aikasäästöihin. Liikenteen vaatiman tilan arvoon nähden kasautumisvaikutukset aiheutuvat verohyödyt ovat merkittävästi suuremmat, vaikka virallisesti kasautumishyötyjä ei pidetäkään osana hyötykustannuslaskelmaa.

Kun kasautumishyödyissä huomioi koko palkkasumman kasvun, saavutettavuuden kasvu nostaa seudun palkkasummaa 0,97–3,63 M€ vuosittain. Koko 30 vuoden tarkastelujaksolla palkkasumman nettonykyarvo on noin 70,5 M€.

Taulukko 10. Kasautumisvaikutusten verohyötyjen arvon muutos vertailuvaihtoehtoon verrattuna. Suluissa koko kasautumishyöty eli palkkasumman nousu. Taulukossa positiivinen etumerkki ilmaisee yhteiskuntataloudellista hyötyä vertailuvaihtoehtoon nähden.

Verotulojen muutos (M€)	2035 Ve2 – Ve0	2050 Ve2 – Ve0	2050 Ve3 – Ve0	2065 Ve3 – Ve0
Kodin työpaikkasaavutettavuus (verotulojen kasvu)	0,47	0,39	1,6	2,14
Kodin työpaikkasaavutettavuus (palkkasumman kasvu)	1,06	0,90	3,58	4,84
Työpaikan työpaikkasaavutettavuus (verotulojen kasvu)	0,5	0,46	1,2	1,49
Työpaikan työpaikkasaavutettavuus (palkkasumman kasvu)	1,01	0,95	2,52	3,14
Yhteensä (verotulojen kasvu)	0,97	0,85	2,8	3,63
Yhteensä (palkkasumman kasvu)	2,07	1,85	6,10	7,98

4.4. Yhteenveto

Taulukossa 11 on esitetty Viikin-Malmin pikaraitiotien alkuperäinen hyöty-kustannuslaskelma ja pilottilaskelma, joka huomioi työn aikana tehdyn kehitystyön. Arvioituja vaikutuslajeja, jotka eivät sisälly nykyisen ohjeiston mukaiseen laskelmaan, ovat raitiovaunukiskojen vaatiman tilan arvo ja kasautumisvaikutusten johdosta kasvaneet verotulot. Ajan arvojen päivittäminen vaikuttaa kuluttajan ylijäämän määrään ja lähipäästöjen tieliikenteen päästökustannuksiin.

Raitiovaunukiskojen vaatiman tilan arvon huomioiminen laskelmassa kasvattaa väylänpitäjän kustannuksia 30 vuoden yli laskettuna ja nykyarvoistettuna noin 16,6 miljoonaa euroa. Matka-aika- ja palvelutasohyödyt kasvavat 62,4 miljoonalla eurolla, hyödyt täsmällisyydestä noin 8 miljoonalla eurolla ja tieliikenteen aikahyödyt noin 5,8 miljoonalla eurolla. Tieliikenteen päästökustannukset laskevat noin 0,3 miljoonalla eurolla. Kasautumisvaikutuksista koituu noin 32,4 miljoonan euron verotuotot. Kokonaisuutena hankkeen hyödyt kasvavat 91,9 miljoonalla eurolla, mikä johtaa h/k-suhteen kasvamiseen 0,24:stä 0,47:een.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että tässä työssä tarkasteltujen vaikutuslajien huomioon ottaminen laskelmissa vaikuttaa arvioon tarkastellun hankkeen yhteiskuntataloudellisista hyödyistä. On kuitenkin huomattava, että hyöty-kustannussuhteiden ensisijainen käyttötarkoitus on hankkeiden tai toimenpiteiden välinen vertailu, ei arviointi suhteessa kannattavuuden raja-arvoon (1). Jatkossa keskeistä olisikin tutkia, miten kehitetty laskentatapa vaikuttaisi eri hankkeiden keskinäisiin kannattavuuksiin.

Taulukko 11. Viikin-Malmin pikaraitiotien kannattavuusarviointi yleissuunnitelman kannattavuusarvioinnissa käytetyillä ja tässä työssä arvioituilla yksikköarvoilla. Muuttuneet erät on korostettu vihreällä.

30 vuoden hyöty-kustannuslaskelma (M€)	Alkuperäinen laskelma Ve2 → Ve3 – Ve0	Pilottilaskelma Ve2 → Ve3 – Ve0
KUSTANNUKSET (K)		
Investointikustannukset	327,9	327,9
Julkisten varojen rajakustannus	65,6	65,6
Rakentamisen aikainen korko	40,1	40,1
Vertailuvaihtoehdon investointikustannukset	-40,6	-40,6
KUSTANNUKSET YHTEENSÄ	393,0	393,0
HYÖDYT (H)		
Väylänpitäjän kustannusmuutokset	-20,0	-36,6
Radan kunnossapitokustannukset	-16,6	-16,6
Julkisten varojen rajakustannus väylänpidon menoista	-3,3	-3,3
Raitiovaunukiskojen vaatiman tilan arvo	0,0	-16,7
Tuottajan ylijäämän muutos	-24,8	-24,8
Pikaraitiotien liikennöintikustannukset	-300,3	-300,3
Bussien liikennöintikustannukset	270,0	270
Lipputulojen muutos	5,5	5,5
Kuluttajan ylijäämän muutos	130,4	206,5
Matka-aika ja palvelutasohyödyt	106,0	168,4
Hyödyt kehitetystä täsmällisyyden arvioinnista	13,3	21,3
Tieliikenteen aikahyödyt	11,0	16,8
Ulkoisten kustannusten muutos	3,7	36,1
Tie- ja raideliikenteen onnettomuuskustannukset	2,6	2,6
Tieliikenteen päästökustannukset	0,3	0,6
Tieliikenteen melukustannukset	0,8	0,8
Kasvaneet verotulot kasautumisvaikutuksista (kodin saavutettavuus)	0,0	17,7
Kasvaneet verotulot kasautumisvaikutuksista (työpaikan saavutettavuus)	0,0	14,7
Julkistaloudellisten verojen ja maksujen muutos	-14,9	-14,9
Jäännösarvo 30 vuoden jälkeen	19,6	19,6
HYÖDYT YHTEENSÄ	94,0	185,9
NETTONYKYARVO	-299,0	-207,1
H/K-SUHDE	0,24	0,47

5. Johtopäätökset ja suositukset

5.1. Johtopäätökset

Tässä työssä tutkittiin, miten Helsingin seudun erityispiirteisiin liittyvien osatekijöiden ja hankearvioinneissa aiemmin huomiotta jätettyjen osatekijöiden huomioiminen vaikuttaa Viikin-Malmin pikaraitiotien kannattavuuslaskelman tuloksiin. Hankearvointien yksikköarvojen osalta työssä päivitettiin matka-aikasäästöjen ja lähipäästöjen yksikköarvot kuvaamaan Helsingin kaupungin ominaispiirteitä tarkemmin ja tutkittiin, kuinka suuri vaikutus yksikköarvojen muuttamisella on Viikin-Malmin pikaraitiotien kannattavuuslaskelmassa. Lisäksi työssä määritettiin kasautumisvaikutusten ja liikenteen vaatiman tilan vaikutukset Viikin-Malmin pikaraitiotien kannattavuuslaskelmaan, joita ei aikaisemmin ollut laskelmassa huomioitu.

Työn tulokset osoittavat, että matka-aikasäästöjen yksikköarvojen päivittämisellä ja kasautumisvaikutusten huomioimisella on merkitystä Viikin-Malmin pikaraitiotien hankearvioinnissa. Matka-aikasäästöjen yksikköarvojen päivittäminen parantaa Viikin-Malmin pikaraitiotien hyöty-kustannus-suhdetta merkittävästi, kun taas kasautumisvaikutusten huomioinnista aiheutuneet verohyödyt ovat merkittäviä, vaikkei verohyötyjä virallisesti pidetäkään osana hyötykustannuslaskelmaa. Vastaavasti lähipäästöjen yksikköarvojen päivittämisellä ja autoliikenteen vaatiman tilan arvon huomioimisella ei ole olennaista merkitystä Viikin-Malmin pikaraitiotien hankearvioinnissa, sillä näiden yhteiskuntataloudelliset vaikutukset ovat marginaalisia.

Tarkastelujen perusteella voidaan tehdä seuraavia johtopäätöksiä:

1. Kasautumisvaikutukset. Hankkeiden vaikutus verotuloihin kasautumisen kasvun takia on merkittävä hyötyerä. Tämän työn

laskelmissa ei ole otettu työnantajan palkasta maksamia veroluonteisia maksuja, kuten työeläkemaksuja, huomioon.

2. Matka-aikasäästöjen arvo. Matka-aikasäästöjen yksikköarvojen tarkistaminen Helsingin palkkojen tasolle vaikuttaa esimerkkilaskelman perusteella huomattavasti hankkeiden laskennallisiin hyötyihin.
3. Liikenteen vaatima tila. Hankkeiden vaatiman tilan arvo voi olla merkittävä haittaerä. Kaupungeissa on myös tilaan liittyviä vaikutuseriä, joita nykyään arvioidaan heikosti, kuten vaikutukset kaupunkitilan viihtyisyyteen
4. Lähipäästöt. Helsingin seudun suuremman väestötiheyden takia Väyläviraston yksikköarvot matka-aikasäästöille ja lähipäästöille ovat liian pienet. Lähipäästöjen vaikutus laskennallisiin hyötyihin on kuitenkin edelleen pieni.
5. Kannattavuuslaskenta päätöksenteossa. Vaikka hyöty-kustannussuhde on parhaimmillaan samankaltaisten liikennehankkeiden järjestyksen vertailussa, hankkeiden yhteiskuntataloudellinen kannattavuus tai kannattamattomuus vaikuttaa siitä käytävään keskusteluun. Tästä syystä on myös merkityksellistä kiinnittää huomiota kannattavuuslaskennan tarkkuuteen muutenkin kuin hankkeiden vertailun näkökulmasta.

Tämän työn fokus ei ollut arviointikehikon tai liikenne-ennustemallien kehittämisessä. Arviointikehikkojen kehittämisestä voidaan kuitenkin todeta seuraavaa:

1. Liikennehankkeet kaupungeissa on monesti osaltaan maankäyttöhankkeita. Tällöin hankkeen liikenteellisiä hyötyjä arvioiva kannattavuuskehikko ei välttämättä huomioi kaikkia hankkeen yhteiskuntataloudellisia hyötyjä.
2. Helsingin kaupungilla on kasvava tarve ymmärtää liikennehankkeiden vaikutusta kuntatalouteen ja liikennehankkeiden ajoituksen vaikutusta hankkeen hyötyihin.
3. Helsingin kaupunkistrategian painopisteet ja yli valtuustokausien jatkuvat teemat, kuten segregaaation vähentäminen eivät näy hyvin liikennehankkeiden arvioinnissa.

Helsingissä ja ympäröivällä seudulla käytössä olevan liikenne-ennustemallin (Helmet) kehittämisestä vaikutusten arviointeja varten voidaan todeta kaupunkien näkökulmasta:

1. Eri kulkumuotojen matka-aikojen luotettavuudesta ja luotettavuuden vaikutuksista matkustuskokemukseen ja sitä kautta liikkumisvalintoihin tarvitaan lisää tietoa ennustemallin kehittämiseksi.
2. Hankkeiden arvioinnissa vertailuvaihtoehtolla on tärkeä asema hankkeen kannattavuuden vertailussa. Vertailuvaihtoehtoa ei kuitenkaan usein kuvata yhtä tarkasti esimerkiksi tarvittavien kaista- tai varikkojärjestelyiden ja investointien osalta.
3. Malli ei välttämällä arvioi joukkoliikenteen kapasiteettihankkeiden aiheuttamaa kulkutapasiirtymää kunnolla, koska kapasiteetin vaikutukset eivät tule täysimääräisesti huomioitua suuntautumis- ja kulkutapamalleissa eikä mallia ole estimoitu vastaavien muutosten kautta vaan vain yhdessä aikapoikkileikkauksessa. Tällä on vaikutusta kulkutapaosuuden arvioinnin lisäksi esimerkiksi arvioihin hankkeen päästövaikutuksista, vaikutuksista ruuhkautumiseen ja joukkoliikenteen lipputuloihin.

5.2. Suositukset

Työn perusteella suositellaan seuraavia toimenpiteitä:

1. Kehitetään tietopohjaa hankkeiden ja toimenpiteiden vaikutuksista eri kulkutapojen luotettavuuteen ja täsmällisyyteen ja sitä kautta matka-aika- ja palvelutasohyötyihin.
2. Kehitetään kulkutapavaikutuksiin liittyvää tietopohjaa ja arviointimenetelmiä. Vaikutetaan Helmet-mallin kehittämiseen siten, että malli ottaa jatkossa paremmin huomioon joukkoliikenteen kapasiteetin kasvattamisen aiheuttaman kulkutapamuutoksen.
3. Helsingin kaupungin omaa päätöksentekoa varten hankearvioinneissa lasketaan hyöty-kustannussuhde myös tässä työssä arvioiduilla yksikköarvoilla. Laskennassa otetaan huomioon myös kasautumisen vaikutuksesta kasvavat verotulot. Kasautumisen verotulovaikutusten arviointia varten tulee

selvittää, pitääkö myös työnantajan palkasta maksamat veroluonteiset erät lisätä tähän hyötyerään.

4. Samalla jatketaan liikennehankkeiden arvioinnin kehittämistä kaupungin tarpeisiin. Kehittämisen kannattaa olla jatkuvaa ja pitkäjänteistä, jotta kehitystyön tulokset ovat laadukkaita ja niitä saadaan omaksuttua käytännön arviointiin. Tässä työssä nousseita kehittämistarpeita ovat:
 - Liikennehankkeiden arviointikehikon kehittäminen siten, että kehikossa arvioidaan selkeästi hankkeen vaikutuksia kaupunkistrategian eri osa-alueisiin.
 - Liikennehankkeiden kuntatalousvaikutusten arvioinnin kehittäminen. Arviointia tulisi kehittää siten, että liikennehankkeiden vaikutukset kaupungin budjettimenoihin ja -tuloihin vuosittain pystyttäisiin arvioimaan tarkemmin.
 - Menetelmien kehittäminen sen arviointiin, miten liikennehankkeiden ajoitus vaikuttaisi hankkeen hyötyihin ja kustannuksiin.
 - MALPAKKA-työkalun päivittäminen. Maankäytön ja liikennehankkeiden välisen yhteyden tutkimisen jatkaminen, jotta liikennehankkeiden vaikutus rakentamiseen pystyttäisiin arvioimaan paremmin.
 - Liikenteen vaikutuksesta kaupunkitilan viihtyvyyteen tiedetään melko vähän. Suositellaan tutkimaan, miten liikennehankkeilla voidaan vaikuttaa kaupunkitilan koettuun viihtyvyyteen.
5. Seurataan aktiivisesti kansallisten vaikutusten arvioinnin kehikoiden kehittämistä ja käydään aktiivista vuoropuhelua valtion edustajien kanssa vaikutusten arvioinnin kehittämisestä.

LÄHTEET

- Brandt, E., Kantele, S., & Rätty, P. (2019). *Liikkumistutkimukset Helsingin seudulla 2018*. Helsinki: HSL.
- Broniewicz, E., & Ogrodnik, K. (2020). Multi-criteria analysis of transport infrastructure projects. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*.
- Eliasson, J., & Fosgerau, M. (2019). Cost-benefit analysis of transport improvements in the presence of spillovers, matching and an income tax. *Economics of Transportation*, 1-9.
- Gynther, L., Tervonen, J., Hippinen, I., Lovén, K., Salmi, J., Soares, J., . . . Tikka, T. (2012). *Liikenteen päästökustannukset*. Helsinki: Liikennevirasto.
- Haapamäki, T., Harjunen, O., Kauhanen, A., Kuivalainen, V., Riukula, K., & Valmari, N. V. (2024). *Kasautumisen vaikutus tuottavuuteen: Työpaikkojen välisen saavutettavuuden vaikutus toimipaikkoihin ja työntekijöihin*. Helsinki: ETLA Raportti No 144.
- Haapamäki, T., Kauhanen, A., Laakso, S., Metsäranta, H., Ojanperä, M., Riukula, K., & Väänänen, T. (2020). *Kasautumisvaikutusten arvioinnin menetelmät liikennejärjestelmän kehittämisen vaikutustarkastelussa*. Helsinki: ETLA Raportti No 101.
- Helsingin kaupunki. (2018). *Katu-, liikenneväylä-, rata-, ja puistohankkeiden käsittelyohjeet*. Helsinki: Helsingin kaupunki. Retrieved from <https://dev.hel.fi/paatokset/media/att/39/39bb5178c8f2eaba8d28913632f4ad9865faa8cf.pdf>
- Helsingin kaupunki. (2020). *Raitiotieliikenteen mitoitusohje*. Helsinki: Helsingin kaupunki.
- Helsingin kaupunki. (2021). *Yleissuunnitteluohje*. Helsinki: Helsingin kaupunki.
- Helsingin kaupunki. (2022). *Hankesuunnitteluohje*. Helsinki: Kapunkiympäristön aineistoja 2022:11.
- Helsingin kaupunki. (2024, Marraskuu 30). *Liikennehankkeiden käsittelyohjeet*. Retrieved from <https://paatokset.hel.fi/fi/asia/hel-2024-014756?paatos=86ecd77d-307d-c803-ac7c-9362dac00005>
- Helsingin kaupunki. (2024). *Viikin-Malmin pikaraitiotien yleissuunnitelman päivitys*. Helsinki: Helsingin kaupunki.
- Koopmans, C., & Mouter, N. (2020). Cost-benefit analysis. In *Advances in Transport Policy and Planning* (pp. 1-42). Elsevier.
- Latikka, J., Sillanpää, S., Rasila, T., Komppula, B., Laukkanen, E., & Lovén, K. (2022). *Pääkaupunkiseudun ilmanlaatuselvitys*. Helsinki: Ilmatieteen laitos.
- Liikenne- ja viestintäministeriö. (2020). *Liikennejärjestelmän kehittämisen laajempien taloudellisten vaikutusten tarkastelukehikko*. Helsinki: Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja.
- Metsäranta, H., Ilikanen, P., Ristikartano, J., & Reimi, P. (2018). *Tie- ja rautatieliikenteen hankearvioinnin yksikköarvojen määrittäminen vuodelle 2018*. Väylävirasto.
- Rakennusteollisuus RT Ry. (2024, Helmikuu 29). *Betonielementtirakentamisen tietopankki*. Retrieved from <https://www.elementtisuunnittelu.fi/rakennejarjestelmat/pysakointi-laitokset>

- Somerpalo, S., & Haapamäki, T. (2018). *Maankäyttö hankearvioinnissa*. Helsinki: Väyläviraston julkaisuja.
- Suomen Ympäristöhallinto. (2024). *Ilman epäpuhtauksien päästöt Suomessa*. Retrieved from <https://www.ymparisto.fi/fi/saasteettomuus-ja-ymparistoriskit/ilmansuojelu/ilman-epapuhtauksien-paastot-suomessa>
- Traficom. (2023). *Kaupunkiraiteiden arviointiohje*. Helsinki: Traficomin julkaisuja.
- Trafikverket. (2020). *Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 7.0*. Stockholm: Trafikverket.
- Trafikverket. (2024). *Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn (ASEK 8.0)*. Trafikverket.
- Venables, A. J. (2007). Evaluating urban transport improvements: cost-benefit analysis in the presence of agglomeration and income taxation. *Journal of Transport Economics and Policy (JTEP)*, 173-188.
- Wardman, M., Batley, R., Laird, J., Peter, M., Fowkes, T., Lyons, G., . . . Eliasson, J. (2013). *Valuation of Travel Time Savings for Business Travellers*. Institute for Transport Studies.

LIITE A. Haastatellut asiantuntijat

Mikko Keskinen	Helsingin kaupunki
Rikhard Manninen	Helsingin kaupunki
Reetta Putkonen	Helsingin kaupunki
Pasi Rajala	Helsingin kaupunki
Juha Tervonen	Liikenne- ja viestintäministeriö
Miikka Niinikoski	Traficom
Jens West	Traficom
Taneli Antikainen	Väylävirasto
Anton Goebel	Väylävirasto
Heikki Metsäranta	Wuutis

LIITE B Matka-aikasäästön arvot Väyläviraston vuonna 2024 määritettyjen yksikköarvojen pohjalta.

Vuoden 2024 matka-aikasäästöjen yksikköarvojen määrittäminen noudattelee periaatteiltaan vastaavaa tapaa kuin aiemmin. Tieliikenteen matka-aikasäästöjen määrittämisestä kerrotaan raportissa näin: ”Työasiamatkan aikasäästön arvottamisperuste on palkka sivukuluihin. Palkkakustannus kuvaa sen työn arvoa, joka toteutuu, kun työaikaa voidaan käyttää matkustamisen sijaan työsuoritukseen. Työajan ulkopuolisten matkojen aikasäästöt arvotetaan empiirisellä suhdeluvulla työasiamatka-aikasäästön arvosta. Empiiriset suhdeluvut johdetaan ruotsalaisten yksikköarvoista (Trafikverket 2024), koska Suomessa ei ole tehty ajan arvon maksuhalukkuustutkimusta”. Taulukko kokooa Väyläviraston vuonna 2024 määrittämät matka-aikasäästön yksikköarvot.

Taulukko 12. Väyläviraston vuonna 2024 määrittämät matka-aikasäästön arvot alle 100 km pitkillä matkoilla vuoden 2022 hintatasossa.

(€/henkilö/tunti)	Henkilöauto	Linja-auto	Juna
Työasiamatka	27,00	27,00	22,95
Työ- tai koulutusmatka	9,20	5,60	7,30
Muu vapaa-ajan matka	6,20	3,50	5,60

Määrittämisessä on käytetty eri tilastoja kuin aiemmin. Raportin mukaan: ”Palkkakustannukset määritetään kaikkien toimialojen palkansaajien kokonaisansioiden keskiarvona työtuntia kohden vuonna 2022 (SVT 2024b). Työnantajan maksamien palkan sivukulujen vaikutus oli yhteensä 21,5 prosenttia vuonna 2022. Vuoden 2022 tasolla kaikissa palkansaajaryhmissä työnantajan palkkakustannukset olivat yhteensä 27,02 euroa/tunti, josta kokonaisansiot olivat 22,24 euroa ja palkan sivukulut 4,78 euroa.”

Määrittäksen pohjalla on tällä kertaa palkkarakennetilasto työvoimakustannustutkimuksen sijaan. Palkkarakennetilaston kokonaisansiot lasketaan palkattua tuntia kohden, jotka voivat olla tehtyjä

työtunteja tai ei-tehtyjä eli poissaolotunteja (vuosilomat, sairauslomat, yleiset vapaapäivät, muut vapaat). Palkkarakennetilaston kokonaisansioissa ei myöskään ole mukana kertaluonteisia palkkaeriä kuten tulospalkkioita ja lomarahoja. Nämä tilastointitavat johtavat siihen, että työn tuotoksen arvon laskemiseksi palkkarakennetilaston havaittua tuntipalkkaa on korjattava ei-tehtyjen työtuntien ottamiseksi huomioon, joka tässä on tehty seuraavasti:

Oletetaan, että työntekijälle maksetaan palkkaa tehdyistä työtunneista ja tämä todellinen tuntipalkka vastaa marginaalisen työtunnin arvoa työnantajalle. Työntekijälle maksettavan palkan suuruus W on tällöin

$$W = wl,$$

jossa, w todellinen tuntipalkka ja l työntekijän tehdyt työtunnit. Tilaston käyttämät palkatut työtunnit L ovat puolestaan

$$L = l + t,$$

jossa t on ei-tehty tai poissaolotunnit. Tällöin tilastossa havaittu tuntipalkka ω on

$$\omega = \frac{W}{L} = \frac{wl}{l + t},$$

josta muokkaamalla näemme, että todellinen tuntipalkka w saadaan havaitusta tuntipalkasta ω korjaamalla sitä ei-tehtyjen ja tehtyjen työtuntien suhteella

$$w = \omega \frac{l + t}{l} = \omega \left(1 + \frac{t}{l} \right).$$

Vastaavaan lopputulokseen päästään myös, jos oletetaan että työnantajan tulee maksaa palkkaa palkatuista työtunneista, mutta työntekijä tekee työnantajalle tuottavaa työtä vain tehtyjen työtuntien aikana. Tällöin, jos työnantaja valitsee maksettavan tuntipalkan siten että työntekijän tuottama arvo ja työntekijälle maksettava palkka ovat samansuuruiset, päädytään yllä olevaan korjaukseen kun työntekijän tuottamaa arvoa halutaan mitata työntekijälle maksettavalla tuntipalkalla.

Helsingin seudun matka-aikasäästön yksikköarvojen määrittämiseksi tulee siis Väyläviraston käyttämiä kokonaisansioita työtuntia kohden korjata ei-tehtyjen työtuntien ottamiseksi huomioon, sekä lisätä kertaluonteiset erät ja Helsingin seudun ja muun maan välinen keskipalkkaero.

Ei-tehtyjä työtunteja ei tilastoida suoraan Tilastokeskuksen toimesta, mutta työvoimakustannustutkimuksessa eritellään vapaapäivien palkat ja sairausajan palkat välittömistä ansioista ja kertaluonteisista eristä. Tämän perusteella voidaan arvioida ei-tehtyjen työtuntien suhdetta tehtyihin työtunteihin. Uusin työvoimakustannustutkimus on vuodelta 2020, jolloin ei-tehtyistä työtunneista maksettavan palkan suhde tehtyjen työtuntien palkkaan oli 0,179. Kun lähtökohdaksi otetaan Väyläviraston käyttämät kokonaisansiot 22,24 euroa/tunti ja palkan sivukulujen osuus 21,5 % sekä vuoden 2020 työvoimakustannustutkimuksen kertaluonteiset erät (2,27 €/h), saadaan työasiamatkan matka-aikasäästön arvoksi koko maalle

$$\left(22,24 \frac{\text{€}}{\text{h}} * (1 + 0,179) + 2,27 \frac{\text{€}}{\text{h}}\right) * 1,215 = 34,60 \frac{\text{€}}{\text{h}}.$$

Tilastokeskuksen tilastojen *Tulot ja työllisyys alueittain* ja *Työllisyys ja työtunnit alueittain* perusteella Helsingin ja koko maan välinen työvoimakustannuksen (palkka + sivukulut) ero oli vuonna 2021 (uusin raportin tekohetkellä tilastoitu vuosi) 6,33 €/h. Kun tämä lisätään koko maan työasiamatkan aikasäästön arvoon, Helsingin seudun työasiamatkan matka-aikasäästön arvoksi saadaan 40,94 €/h, mikä vastaa melko lähelle vuoden 2018 työvoimakustannustutkimuksen perusteella arvioituja vuoden 2022 kustannustasoon työvoimakustannusindeksillä muutettuja arvoja 36,05 €/h (koko maa) ja 42,01 €/h (Helsinki).

Taulukko 13 esittää oheisen työasiamatkan aikasäästön ja Väyläviraston 2024 määrittämien matka-aikasäästön arvojen perusteella arvioidut matka-aikasäästön arvot vuoden 2022 hintatasossa. Työ- ja koulutusmatkojen ja Muiden vapaa-ajan matkojen yksikköarvot on arvioitu siten, että niiden suhde työasiamatkan arvoon pysyy samana kuin Väyläviraston vuonna 2024 määrittämässä arvoissa.

Helsingin seudulle arivoidut matka-aikasäästön arvot ovat näin arvioituna 51,6 % korkeammat kuin Väyläviraston arvioimat koko maan arvot. Ero johtuu kahdesta seikasta: 1) Väyläviraston arvoissa ei ole huomioitu ei-tehtyjen työtuntien korjausta tai kertaluonteisia eriä ja 2) Helsingin seudun palkat ovat korkeammat kuin koko maan palkat. Ei-tehtyjen työtuntien ja kertaluonteisten erien perusteella tehty korjaus vastaa 22,7 %-yks. noususta ja Helsingin seudun palkkaero 23,4 %-yks. noususta matka-aikasäästön arvoissa.

Taulukko 13. Helsingin seudulle määritetyt matka-aikasäästön arvot alle 100 km pitkillä matkoilla vuoden 2022 hintatasossa.

(€/henkilötunti)	Henkilöauto	Linja-auto	Juna
<i>Työasiamatka</i>	40,94	40,94	34,80
<i>Työ- tai koulutusmatka</i>	13,95	8,49	11,07
<i>Muu vapaa-ajan matka</i>	9,40	5,31	8,49

Kuvailulehti

Tekijä	FLOU / Taina Haapamäki, Touko Väänänen, Jarkko Jalovaara ja Elias Axelsson
Nimike	Kaupunkien liikennehankkeiden vaikutusten arvioinnin kehittäminen
Sarjan nimike	Helsingin kaupungin kaupunkiympäristön aineistoja
Sarjanumero	2025:2
Julkaisuaika	1:2025
Sivuja	37
Liitteitä	2
ISBN	978-952-386-547-1
ISSN	2489-4257 (verkkojulkaisu)
Kieli, koko teos	Suomi
Kieli, yhteenveto	Suomi

Tiivistelmä:

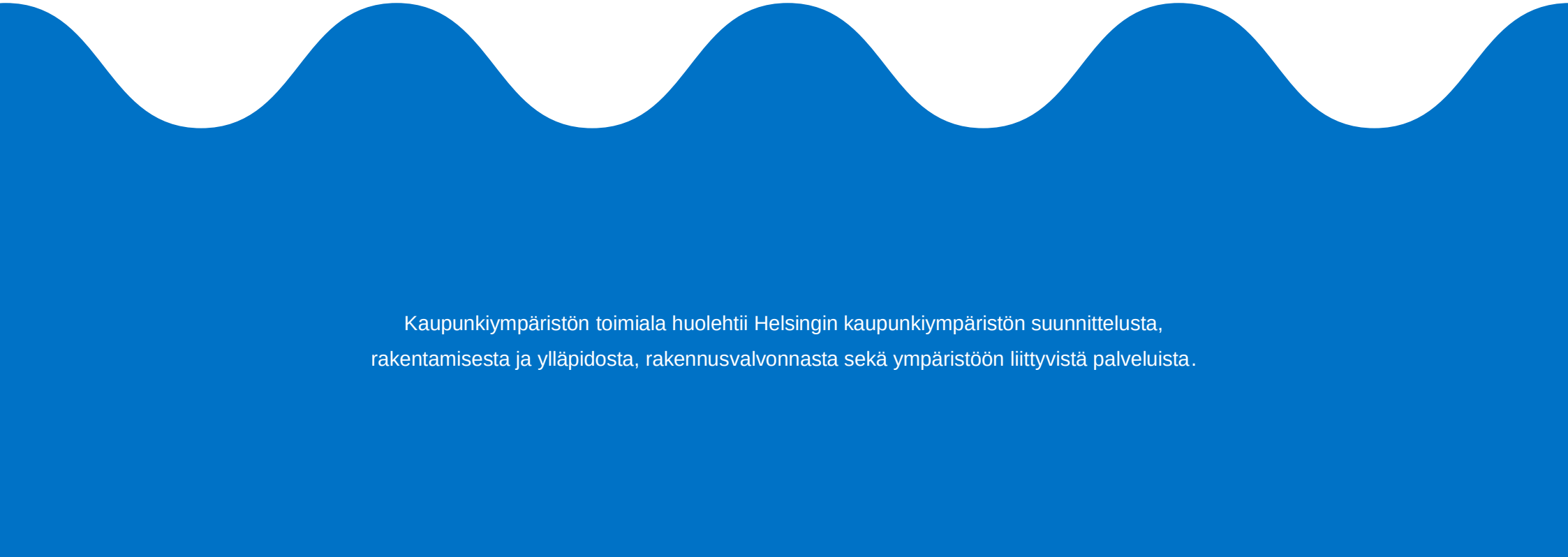
Tässä työssä tarkastellaan eräiden vaikutuslajien teoriapohjaa ja suuruusluokkia, ja työ tuottaa lisää tietoa tiiviisti asuttujen kaupunkien liikennehankkeiden arviointiin. Työn johtopäätösten perusteella suositellaan toimenpiteitä Helsingin kaupungin liikennehankkeiden kannattavuuslaskentaan, arviointikehikkojen ja -menetelmien kehittämiseen ja seudullisen liikennemallin kehittämiseen.

Avainsanat:

Liikennehanke, arviointi, hankearviointi, hyöty-kustannusanalyysi, Helsinki, liikenne, pikaraitiotie, joukkoliikenne, raidehanke, pysäköinti, matka-aikasäästö, lähipäästöt

The word "Helsinki" is written in a bold, blue, sans-serif font. It is enclosed within a blue outline that forms a speech bubble shape, with the top part being a rectangle and the bottom part curving inward to form a tail.

Helsinki

The bottom half of the image features a solid blue background with a white, wavy line pattern that resembles a stylized horizon or water surface, separating the header area from the main content area.

Kaupunkiympäristön toimiala huolehtii Helsingin kaupunkiympäristön suunnittelusta, rakentamisesta ja ylläpidosta, rakennusvalvonnasta sekä ympäristöön liittyvistä palveluista.