



TOIMIVUUSTARKASTELUIDEN PROSESSI MIKROMALLINNUKSESSA

Case-esimerkki Helsingistä

Ammattikorkeakoulututkinto opinnäytetyö

Liikenneala, insinööri (AMK)

Syksy, 2023

Hang Tran

Liikenneala, insinööri (AMK)

Tekijä Hang Tran

Työn nimi Toimivuustarkasteluiden prosessi mikromallinnuksessa - case-esimerkki
Helsingistä

Ohjaaja Oskar Eklöf (HAMK) ja Taneli Nissinen (Helsingin kaupunki)

Tiivistelmä

Vuosi 2023

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutustua Helsingin kaupungin toimivuustarkastelun ohjeisiin ja kuvata kaupungin nykyisen prosessin tarkastelujen suhteen. Työssä käytiin teoreettiset kirjallisuuskatsaukset toimivuustarkastelujen menetelmistä ja prosessista. Toimivuustarkastelut laadittiin kaupungin ohjeiden mukaisesti PTV VISSIM23-mikrosimulointiohjelmistolla. Tarkastelut tehtiin ajoneuvoliikenteelle huomioiden jalankulunylitystä Sörnäisten rantatiellä. Helsingin asiantuntijalle tehtiin kirjallinen haastattelu aiheeseen liittyen. Työn tavoitteena on löytää kehittämissuhteita kaupungin ohjeistukselle. Työn tilaajana on Helsingin kaupunki.

Kohteeksi valittiin Sörnäisten rantatie. Alueella on suunnitteilla uutta maankäyttöä sekä täydennysrakentamista. Katulinjausta muutetaan Haapaniemenkatu-Hanasaarenkatu välillä. Uusilinjaus mahdollista rakentamista Suvilahden rannan ja katualueen väliin. Tarkastelun kohdemalli rakennettiin suunnitteluvaiheessa oleva liikennesuunnitelman mukaan. Tarkastelut tehtiin Hanasaarenkadun, Kaikukadun ja Haapaniemenkadun risteyksille. Tarkasteluihin käytetty liikennemäärät olivat vuoden 2023 sekä ennustevuoden 2040. Tuloksista esitettiin ruuhkatunnin keskimääräiset jononpituudet, hetkittäiset maksimijononpituudet sekä keskimääräisiin ajoneuvo kohtaisiin viiveisiin perustuvat palvelutasot. Tuloksien perusteella todettiin uuden katujärjestelyjen toimivuutta nykytilanteen ja ennustevuoden liikennemäärissä.

Kaupungin nykyinen toimivuustarkasteluohje on listattu teknisesti hyvin kattavat ja selkeät tiedot, jota tarvitaan tilatessa toimivuustarkastelut. Ohjeeseen olisi kuitenkin hyvä tarkentaa mitä lähtötietoja kaupungilla on ja mistä tiedot löytyisivät. Ennustevuoden määrä ei ole maininta vaan tieto tuli haastattelussa. Ennustevuoden ohjeistuksen tarkentaminen helpottaisi työn tilaamista sekä ohjaamista. Lisäksi haastattelussa tuli ehdotus lisätä/mainita ohjeeseen Hiilineutraali Helsinki -tavoitteet ja kulkumuotojakauman muutostavoitteet. Tämä selkeyttää kaupungin hiilineutraalin tavoitteiden pitämistä, kun ennusteissa ajoneuvoliikenteen määrä tyypillisesti nousee vuosi vuodelta.

Avainsanat Jononpituudet, simulointi, toimivuustarkastelut

Sivut 30 sivua ja liitteitä 29 sivua

Traffic and transport management

Author Hang Tran

Subject The process of functionality reviews in micro modeling - case example from Helsinki

Supervisors Oskar Eklöf (HAMK) and Taneli Nissinen (Helsinki City)

Abstract

Year 2023

The aim of this thesis was to investigate the guidelines for the city of Helsinki's functionality review and to describe the city's current process in terms of reviews. The project involved theoretical literature reviews on the methods and process of functionality reviews.

Functionality checks were prepared in accordance with the city's instructions using the PTV VISSIM23 microsimulation software. Inspections were made for vehicle traffic, considering the pedestrian crossing on Sörnäisten rantatie. A written interview was conducted with an expert from Helsinki regarding the topic. The aim of the project was to find development proposals for the city's guidelines. This thesis was commissioned by Helsinki city.

Sörnäisten rantatie was chosen as the target of this investigation. There are plans for new land use and supplementary construction in the area. The street alignment will be changed between Haapaniemenkatu and Hanasaarenkatu. The new street alignment makes it possible construction between the Suvilahti beach and the street area. The target model of the review was built according to the traffic plan that is in the planning stage. Inspections were carried out at the intersections of Hanasaarenkatu, Kaikukatu and Haapaniemenkatu. The traffic volumes used for the analysis were for the year 2023 and the forecast year 2040. The results presented the average queue lengths of the rush hour, instantaneous maximum queue lengths and service levels based on average vehicle-specific delays. Based on the results, the functionality of the new street arrangements was found in the traffic volumes of the current situation and the forecast year.

The city's current functionality inspection instructions list technically very comprehensive and clear information that is needed when ordering functionality inspections. However, it would be beneficial to specify in the instructions what starting information the city has and where the information can be found. The number of the forecast year is not mentioned, but the information was presented in an interview with expert. Clarifying the instructions for the forecast year would make it easier to order and direct work. In addition, there was a suggestion in the interview to add/mention the carbon neutral Helsinki goals and the change goals for the distribution of transportation modes in the guidelines. This clarifies the city's goal of carbon neutrality, when in the forecasts the amount of vehicle traffic typically increases from year to year.

Keywords Functionality reviews, simulation, queue lengths

Pages 30 pages and appendices 29 pages

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Helsingin toimivuustarkasteluiden prosessi	1
2.1	Toimivuustarkastelutarpeen arviointi	2
2.1.1	Maankäytön suunnittelu	3
2.1.2	Liikennehankkeiden suunnittelu	3
2.1.3	Työaikaisten järjestelyjen suunnittelu	3
2.2	Tarkastelumenetelmän valinta ja alueen rajaus	4
2.2.1	Mikrosimulointitaso	4
2.2.2	Makrosimulointitaso	4
2.2.3	Alueen rajausta ja tarkasteltava ajanjakso	5
2.3	Liikenteelliset lähtötiedot mikrosimulointiin	6
2.4	Toimivuustarkastelujen laadinta	7
2.5	Raportointi	7
2.6	Asiantuntijan haastattelu	8
3	Toimivuustarkastelu	9
3.1	Simulointitasot	9
3.2	Toimivuustarkastelujen menetelmät	10
3.2.1	Analyttiset menetelmät	11
3.2.2	Simulointi	11
3.3	Simulointiohjelmat	11
3.4	Lähtötiedot simulointiin	12
3.5	Liikennemäärät ja liikenne-ennusteet	13
3.5.1	Nykytilanteen liikennemäärä	13
3.5.2	Liikenne-ennuste	13
3.6	Toimivuustarkasteluiden tulokset	14
4	Tarkastelu kohde	15
4.1	Kohteen liikenteelliset lähtötiedot	17
4.1.1	Jalankulku ja pyöräliikenne	17
4.1.2	Julkinen liikenne	17
4.1.3	Autoliikenne	17
4.2	Kohteen toimivuustarkastelut	18

4.3	Nykytilanne liikennemäärä	19
4.4	Kohteen liikenne-ennuste.....	20
4.5	Liikennevalo-ohjaukset.....	21
4.6	Simuloinnin tulokset.....	23
5	Yhteenveto.....	27
	Lähteet.....	29

Kuvat ja taulukot

Kuva 1.	Sörnäisten rantatie nykytilanne. (google Maps, 2023).....	15
Kuva 2.	Uusi katulinjaus suunnitteluvaiheessa. Pohjakartta (Sitowise, 2022).....	16
Kuva 3.	Katuverkon muutokset. (Helsingin kaupunki, 2023-a)	18
Kuva 4.	Nykytilan liikennemäärä.	19
Kuva 5.	Ennustevuoden 2040 liikennemäärät suunnittain.	21
Kuva 6.	Haapaniemenkadun liittymän valo-ohjauksen vaihekaaviot.....	21
Kuva 7.	Nykytilan vaihejaot ja ajoitustiedot.	22
Kuva 8.	Vuoden 2040 vaihejaot ja ajoitustiedot, 40 km/h.	22
Kuva 9.	Nykytilan jononpituudet.	23
Kuva 10.	Vuoden 2040 jononpituudet 40 km/h nopeusrajoituksella.....	24
Kuva 11.	Vuoden 2040 jononpituudet 50 km/h nopeusrajoituksella.....	24
Kuva 12.	Nykytilan palvelutasot.	25
Kuva 13.	Vuoden 2040 palvelutasot, 40 km/h.	26
Kuva 14.	Vuoden 2040 palvelutasot, 50 km/h.	26

Taulukko 1. Tärkeimpiä lähtötietoja mikrosimulointiin. (Helsingin kaupunki, 2022)	6
Taulukko 2. Liikenne-ennuste.	20
Taulukko 3. Keskimääräisiin ajoneuvokohtaisiin viiveisiin perustuvat palvelutasot.	25

Liitteet

- Liite 1. Liikennemäärien ja valo-ohjauksien laskut, Excel-taulukko
- Liite 2. Toimivuustarkasteluiden tulokset, PowerPoint
- Liite 3. Kirjallinen haastattelun kysymykset ja vastaukset

Lyhenteet

- AHT** Aamuhuipputunti on yhden aamutunnin aikana esiintynyttä suurinta liikennemäärä. Aamuhuipputunti osuu yleensä aikavälille 06:00-09:00.
- HT** Huipputunti on tunnin ajanjaksoa, jolloin liikennemäärä on tarkastelukohteessa kohteiden läheisyydessä vilkkain tunti voi sijoittua myös viikonlopulle. Toimivuustarkastelut tehdään yleensä mitoittavan huipputunnin tai huipputuntien liikennemäärillä.
- IHT** Iltahuipputunti on yhden alkuillan tunnin aikana esiintynyttä suurinta liikennemäärä. Yleensä iltahuipputunti osuu aikavälille 15:00-18:00.
- Kohdemalli** Kohdemalli on intramalli, jota rakennetaan simulointiohjelmassa kuvaamaan tarkastelun kohdetta. Kohdemalli voi kuvata esimerkiksi yhtä liittymää tai liittymien muodostama kokonaisuutta. Kohdemalliin määritetään tarkasteltavan kohteen liikenneinfrastruktuuri, nykytilanteen tai ennustevuoden liikennemäärä.

Liikenne-ennuste

Alueelle muodostettu arviota liikennemäärien kehittymisestä. Ennuste laaditaan yleensä nykyisten liikennemäärätietojen, liikenteen kasvukertoimen, tuleva maankäyttötietojen perusteella huomioiden myös alueelle suunnitellut liikenneverkon kehittämishankkeet.

- Välityskyky** Liikenteen välityskyvyllä tarkoitetaan suurinta ajoneuvojen liikennemäärä, jotka voivat ohittaa tarkasteltavan väylän tai sen tietyn kohdan vallitsevissa liikenne-, tie-, sää- ja keliolosuhteissa aikayksikössä.

1 Johdanto

Opinnäytetyössä tutustutaan Helsingin kaupungin liikenteen toimivuustarkastelujen prosessiin. Kaupungin nykyisessä ohjeessa on kuvattu yleisellä tasolla liikenteen toimivuustarkastelujen tarpeen arviointia, työn toteutumistapaa, lähtötietojen tarvetta ja toimivuustarkastelun tuloksia sekä raportin sisältöä. Työssä käydään yleisesti kaupungin ohjeistusta läpi ja laaditaan teoreettinen kirjallisuuskatsauksen menetelmistä ja prosessista.

Opinnäytetyön toisen vaiheen kokonaisuutena on suorittaa Helsingin kaupungin ohjeen mukaisesti PTV VISSIM 23 -mikrosimulointiohjelmalla toimivuustarkastelua ennalta valittuun ja kaupungin toimintaa palvelemaan kohteeseen katuverkolla. Tarkastelun kohteena on Sörnäisten rantatien varrella olevat kolmea risteystä Hanasaarenkatu, Kaikukatu ja Haapaniemenkatu. Alueella on suunnitteilla uusi liikennesuunnitelma, jossa Sörnäisten rantatien katutilan linjausta, välillä Hanasaarenkadun ja Haapaniemenkadun kohdalla, menee mutkalle. Lisäksi Hanasaarenkadun liittymään lisätään Sörnäisten rantatien ylitykseen suojatie. Tarkastelulla halutaan varmistaa liikenteen toimivuutta katujärjestelyiden muutoksien jälkeen nykytilan ja ennustevuoden 2040. Tarkastelua tehdään nykytilan liikennemäärällä, jota kerätään liikennelaskennasta ja liikennevalon ilmaisimesta muokattuna sopivaan muotoon käytettäväksi. Ennustevuoden toimivuustarkastelussa käytetään nykytilan rajoitusta 50 km/h sekä asemakaavan mukaista 40 km/h. Tarkastelua on tarkoitus tehdä ruuhkatunnin (joka osuu iltaruuhkatunnin ajalle) ajoneuvoliikenteelle huomioiden jalankulkijan ylitystä Sörnäisten rantatiellä. Liikenteen toimivuustarkastelulla varmistetaan liikenteen toimivuutta uuden maankäytön tuoma muutoksen katujärjestelyissä.

Työn loppuvaiheessa esitetään saadut toimivuustarkastelun tulokset ja arvioidaan ohjeisiin liittyviä puutteita ja kehittämisehdotuksia Helsingin kaupungin toimivuustarkastelu ohjeistuksen parantamiseksi.

2 Helsingin toimivuustarkasteluiden prosessi

Kaupungin kehittyvät maankäytöt vaikuttavat liikennemäärien muutokseen. Liikenteelliset muutokset tuovat tarpeita selvittää liikenneväylien sekä -ratkaisujen välityskykyä. Liikenteen toimivuustarkasteluiden avulla varmistetaan liikenneverkon sujuvuutta nykytilanteessa sekä tulevaisuudessa. Kaupungin toimivuustarkastelua teetetään enimmäkseen kaupungin

ulkopuolisilta asiantuntijoilta. Tässä luvussa käydään läpi kaupungin nykyistä toimivuustarkastelut-ohjetta (Helsingin kaupunki, 2022), joka pohjautuu Väyläviraston Tieliikenteen toimivuuden arviointiin -ohjeeseen (Väylävirasto, 2013). Kappaleessa 2.6 käydään aiheeseen liittyen kaupungin asiantuntijan kirjallinen haastattelu.

Kaupungin prosessi toimivuustarkastelun ohje etenee seuraavasti:

- tarkastelutarpeen arvioinnista
- tarkastelumenetelmän valinnoista ja aluerajaus
- lähtötiedot (simulointi varten)
- toimivuustarkastelujen laadinta
- raportointi

2.1 Toimivuustarkastelutarpeen arviointi

Toimivuustarkasteluja tarvitaan liikenteen toimivuusongelmien ratkaisemiseksi tai ennaltaehkäisemiseksi. Alueen maankäytön suunnittelussa tai nykyliikenneverkon kehittäessä on tunnistettu tarvetta tehdä ennaltaehkäisevät toimivuustarkastelut. Tarkastelulla ehkäistään tai varmistetaan kehitystoimenpiteiden muutokset eivät tuottaisi liikenteen toimivuusongelmia tai miten potentiaaliset toimivuusongelmat voitaisi pienentää. Tarkastelun alkuvaiheessa määritetään kysymyksiä, joihin tarkasteluilla halutaan saada vastauksia. Tarkastelulla pyritään selvittämään esimerkiksi

- tarkasteltavan kohteen palvelutaso nykyisillä liikenneratkaisuilla nyky- ja ennustetilanteessa
- lisäisivätkö viivytykset tai jonot kohteen liikenneväylälle
- kestäkö nykyiset liikennejärjestelyt liikennemäärän kasvua
- kohteen liikenneväylän tai -verkon välityskykyä
- kohteelle sopivin liittymätyyppi tai miten laajemman alueen liikennejärjestelyä kannattaisi toteuttaa
- millaisia kaistajärjestelyjä tarvitaan kyseiselle kohteelle
- aiheuttaako liikenteen sujuvuuteen muutoksia toimenpiteiden jälkeen
- liikennevalojen ajoitukset, vaiheistukset ym. suunnittelussa
- liikennejärjestelyjen toteutukset työmaan aikana

Liikenteen toimivuustarkastelujen laadinnan ja tarkkuustasojen tarpeesta vaikuttavat useita tekijöitä. Vaikuttavia tekijöitä tarpeen arviointiin ovat esimerkiksi maankäytön, liikennehankkeiden ja työaikaisten järjestelyjen suunnittelussa.

2.1.1 Maankäytön suunnittelu

Kaupungin maankäytön suunnittelussa tarvitaan toimivuustarkastelua, kun uusi maankäyttökohde liittyy suoraan vilkkaalle pääkadulle, jossa epäillään sen liikenneverkon välityskyvyn heikkenemistä. Pääosa maankäyttökohteen liikenteestä ohjautuu pääkadun vilkkaaseen risteykseen tai muuhun hankalaksi havaittuun risteykseen ja uuden kohteen liikennemäärä on melko suuri (esim. yli 200 ajon/h ruuhka-aikaan). Toimivuustarkastelulle on tarvetta, kun maankäyttökohteenä on päivittäistavara-alue, suuri työpaikka-alue tai asuinalue. Pienet yksittäiskohteet (esim. noin 5 000–10 000 k-m²) tarkat tarkastelut eivät välttämättä ole tarkoituksenmukaisia, ellei esimerkiksi niiden tonttiliittymä tule suoraan vilkkaalle katuosuudelle.

2.1.2 Liikennehankkeiden suunnittelu

Kaupungin verkolliset ja alueelliset liikennehankkeet, jotka sisältävät usein myös merkittävää uutta maankäyttöä voi olla tarpeena toimivuustarkastelulle. Liikennehanke, joka vähentää olemassa olevaa henkilöautoliikenteen kaistamäärä merkittävästi autoliikenteen väylillä olisi tarpeellista tehdä toimivuustarkastelua. Joukkoliikenteen sujuvuuteen on myös tarvetta tutkia katu- ja liikennesuunnitelmien yhteydessä. Hankalien liikennevalosuunnittelukohteiden tai kuormittuneiden yksittäisten risteyksien pienparannustoimenpiteisiin voi olla myös tarvetta tehdä toimivuustarkastelut.

2.1.3 Työaikaisten järjestelyjen suunnittelu

Kaupungilla on tarve tehdä liikenteen toimivuustarkastelua vaihtoehtoisten työmaaratkaisujen paremmuuden vertailut merkittävässä kohteissa. Toimivuustarkastelua tarvitaan myös arvioidessa tarkemmin bussi- tai ratikkaliikenteen haittavaikutuksia, kuten esimerkiksi matkajan kasvua. Myös kriittisten tulosuunnan jononpituudet ovat erityisen tärkeä arvioida laajemman liikenneverkon kannalta, jos ruuhka-aikana osat kaistoista on pois käytössä. Toimivuustarkastelua tehdään myös, kun halutaan varmistaa tai todistaa muille toimijoille

pitkäkestoiset ja laajat, periaatteelta samana pysyvät liikennejärjestelyt sekä kaistakapasiteetin kestävyyttä.

2.2 Tarkastelumenetelmän valinta ja alueen rajaus

Mikrosimulointeja ja toimivuustarkasteluja tehdään mm. uuden maankäytön tai uusien liikennejärjestelyjen aiheuttamien liikennevaikutusten arviointiin, nykyisten liikenteellisten ongelmakohtien analysointiin ja parantamistoimenpiteiden ideoimiseksi.

Tarkastelumenetelmän valintaan vaikuttavat tarkastelun kohteen tavoitteet ja mitä tuloksia tarkastelulla halutaan saada.

2.2.1 Mikrosimulointitaso

Mikrosimulointitaso valitaan VISSIM:ia ja yksinkertaisimmissa henkilöautoliikenteen tarkastelukohteissa valitaan Syncro/Sim Traffic (tarkempaa tietoa kappaleesta 3.3). Mikrosimulointi kohteena voivat olla suunnittelukohteet, joissa tiedetään olevan nykytilanteissa jo ongelmia liikenteen kannalta. Katuosuudet ja liikenneverkot, joissa vierekkäiset risteykset tai muut kohteet vaikuttavat toisiinsa. Esimerkkinä ovat risteyksiä tai liikenteellisiä pullonkauloja lähekkäin tai kaista päättyy katuosuudella, puomi, ajoratapysäkit jne. Mikrosimulointitasoa valitaan myös monimutkaisessa liittymäjärjestelyssä.

Mikrosimulointitaso on hyvä valinta useampikaistaisissa kiertoliittymissä, laajat ja monimutkaisissa valo-ohjatuissa liittymissä sekä monimutkaisissa eritasoliittymissä.

Joukkoliikenteen, jalankulun tai erikoiskohteiden mallinnusta valitaan myös mikrosimulointitasoa. Simulointi videot tehdään myös päättäjille ja kuntalaisille kohteista, joissa liikenteentilanteen havainnollistaminen on katsottu erityisen tärkeäksi.

2.2.2 Makrosimulointitaso

Karkeampi makrotason tarkastelussa valitaan Emme-malli (tarkempaa tietoa kappaleesta 3.5.2). EMME-malli sopii laajemmassa verkollisessa liikenneselvityksen tarkastelussa, kun halutaan nähdä koko kaupungin verkkoa koskevia tuloksia. Emme-mallin tuloksista voi saada ruuhkautuneiden kilometrien määrä tai koko joukkoliikennelinjaston matka-ajat linjastonvaihtoehtojen vertailuun. Emme-mallista saadaan myös liikennemäärät, liikenteen sijoittuminen, katuosuuksien kuormittuminen verkkotasolla (EMME-malli). Emme-mallia käytetään myös yksittäiset ja yksinkertaiset liittymät, missä karkean tason tarkastelut riittävät, kuten kuormituslaskelmat.

2.2.3 Alueen rajausta ja tarkasteltava ajanjakso

Tarkasteltavan risteyksen tai kohteen lähellä olevat risteykset otetaan pääsääntöisesti mukaan, jos niiden tiedetään tai ennakoidaan vaikuttavan merkittävästi tarkastelun tuloksiin. Tarkasteltavien liittymien lisäksi on syytä mallintaa niitä edeltävät liittymät, jotta liikenne virtaisi tarkasteltaviin liittymiin realistisemmin. Toimivuustarkastelut toteutetaan usein mitoittavien huipputuntien liikennemäärillä nyky- ja ennustetilanteessa. Tarkasteluun käytettävä liikenne-ennusteen määrä voi olla useita eri vuosia. Toimivuustarkastelussa suositaan selvitettäväksi sekä nyky- että ennustetilanteen aamun ja illan huipputuntien liikennemäärät, jotta kohteen ennustetun liikennekysynnän mukaan voidaan mitoittaa koko tarkasteluvälille. Mikäli yksittäisen huipputunnin liikennemäärä eroa suuresti muiden huipputuntien liikennemäärästä, niin yhdestä huipputuntitilanteen tarkastelusta voisi riittää tuloksien saamiseksi. Kohteen läheisyydessä olevat liikennettä synnyttävät ja vastaanottavat alueiden luonteet sekä tarkasteltavan väylän tai alueen ominaisuudet vaikuttavat tarkasteluajankohdan valintaan. Esimerkiksi aamuisin työpaikka-alueet vastaanottavat liikennettä ja synnyttävät liikennettä iltaisin ja vastaavasti asuinalueilla liikennevirrat suuntautuvat toisinpäin. Kauppa-alueiden läheisyydessä mitoittavien huipputunnin liikennemäärä ei välttämättä ole arkihuipputunnissa vaan se voi olla esimerkiksi lauantai huipputunti. Kauppa-alueiden keskittymät tulisi arvioida arkihuipputunti sekä viikonlopun huipputunti erikseen. Tarkastelut tulisi tarvittaessa tehdä viikonpäivien huipputuntien ajankohdissa. Tarkastelun tarve tulisi arvioida hankkeittain.

2.3 Liikenteelliset lähtötiedot mikrosimulointiin

Liikenteen toimivuustarkasteluihin tarvitaan liikenteelliset lähtötiedot (Vissim, Synchro/SimTraffic). Nämä tärkeimmät lähtötiedot mikrosimuloinnissa ovat tarkastelun alueen liikennemäärät, liikennesuunnitelma, nopeusrajoitukset, nykytilan valo-ohjaukset ja kantakartat (Taulukko 1).

Taulukko 1. Tärkeimpiä lähtötietoja mikrosimulointiin. (Helsingin kaupunki, 2022)

Liikennemäärät	Henkilöautoliikenteen määrät tarvitaan tuntitasolla ajosuunnittain. Liikennelaskentatiedot (risteyslaskennat) ovat usein paras lähtötieto pienissä ja keskisuurissa hankkeissa. Isoissa verkollisissa tai alueellisissa hankkeissa puolestaan käytetään seudun liikenne-ennustemallia, mutta tällöinkin liikennelaskennat ovat hyvä taustatietona.
	Joukkoliikenteen määrät ruuhkatuntina reiteittäin. Nykytila HSL:n reittioppaasta, muuten tietolähtöoletuksena käytettävästä linjastosuunnitelmasta.
	Raskaan liikenteen osuus suuruusluokkatasolla. Yleensä rekkaliikennettä ei syötetä malliin tarkasti kääntymissuunnittain kuten autoliikennettä, vaan osuus riittää. Poikkeuksena voi olla esim. satamaliikenne.
	Kävely- ja pyöräliikenteen määrät tuntitasolla. Autoliikenteen tarkasteluissa useimmiten riittää suojatien ylittäjämäärä, joita on hankala saada riittävällä tarkkuudella. Tällöin käytetään suuruusluokkia.
Tarkasteltavan alueen liikennesuunnitelma	Tarkasteltavan hankkeen liikennesuunnitelma. Suunnitelma voi olla myös alustava tai keskeneräinen, jos/kun toimivuustarkastelussa sitä on tarkoitus tarkentaa. Periaatteessa minimissään riittää kuvaus siitä, minkälaiseksi lopputilanne on alustavasti ajateltu (mukaan lukien alustavat pysäkkien sijainnit, suojatiet, halutut joukkoliikennekaistat).
Nopeusrajoitukset	Nykytilan nopeusrajoitukset löytyvät kaupungin sisäisessä www-kartta selaimessa ja mahdolliset muutokset liikennesuunnitelman laatijalta.
Nykytilan valo-ohjaukset	Tarkasteluun on hyvä saada liikennevalon suunnitelmakartta, vaihejako ja ajoitustiedot.
Alueen kantakartta	Tarkastelun alueen kantakartta on hyvä olla, mutta ei aina pakollinen. Esimerkiksi yksittäisissä risteyksissä ei ole tarvetta, mutta yleensä helpottaa työtä.

Näiden lisäksi maankäyttö- ja aluehankkeiden liikenteen toimivuustarkasteluissa tarvitaan usein suunnitellun maankäytön laajuuden arviot maankäyttötyypeittäin liikennetuotosten määrittämiseksi.

2.4 Toimivuustarkastelujen laadinta

Toimivuustarkastelut tilataan usein ulkopuoliselta konsultilta. Tilaajan tehtävinä on mm. valvoa ja ohjata tarkastelutyötä haluttuun suuntaan. Tilaaja kommentoi mahdollisia parannustoimenpide-ehdotuksia ja niiden toteutettavuutta. Tilaaja myös arvioi yhdessä tekijän kanssa työhön parhaiten sopivaa tulosten raportointitapaa ja mahdollisesti tarvittavia herkkyystarkasteluja.

Toimivuustarkastelun teknisistä tuloksista ja mikrosimulointien tuottamia liikenteen tunnusluvuista laadittava sanallinen kuvaus liikenteen toimivuudesta ja ongelmakohdista, maksimijonot, keskimääräiset jonot, keskimääräiset viivytykset ja risteyksen palvelutasoa, matka-ajat tai nopeudet ja suhteelliset viivytykset. Herkkyystarkastelutarpeista ovat liikennemäärät ja ennusteet, ruuhkatunnin toimivuuden varmistaminen yleisellä tasolla, yksittäisen fyysisen toimenpiteen vaikutusta toimivuuteen ja simulointimallin parametrien vaikutusta lopputulokseen.

2.5 Raportointi

Toimivuustarkastelujen raportointi riippuu kyseessä olevan työn tarkoituksesta ja sen laajuudesta. Raportoinnin sisällöstä voisi olla esimerkkinä

- Työn sisältö ja tavoitteet, tarkastelualue ja -tilanne
- Eri kulkumuotojen liikennemäärät, menetelmät ja oletukset liikennemääräarvioiden taustalla.
- Tarkastellun järjestelyn fyysinen kuvaus
- Työssä mahdollisesti tehtyjen uusien valo-ohjauksien toiminnalliset periaatteet, kuten ohjaustapa, vaihejako, etuudet, mahdollisten kriittisten (pitkien) suojateiden vihreän pituus tai muut erikoisuudet.

- Simulointimallin rakentamiseen, ominaisuuksiin ja tulosten tuottamiseen liittyvät asiat. Tarvittaessa: useimmiten lähinnä simulointiajojen määrät, tunnuslukujen valinta ja matka-aikamittausten jaksot.
- Simulointien ja mallinnusten tulokset. Sanalliset kuvaukset, halutut numeeriset tulokset, ongelmakohtien ja syiden kuvaus.
- Vaihtoehtovertailut, jos ne sisältyvät tarkasteluun.
- Herkkyystarkastelut, jos niitä tarvitaan.
- Johtopäätökset. Yhteenveto tuloksista, mahdolliset ideat parannustoimenpiteistä, jatkoselvitystarpeet, mahdollisesti tarkastelussa olleet huomattavat epävarmuudet.

2.6 Asiantuntijan haastattelu

Toimivuustarkastelun aiheeseen liittyen tehtiin yksi kirjallinen haastattelu Helsingin kaupungin asiantuntijalle (Liite 3) sähköpostilla. Haastattelun tavoitteena on tarkentaa kaupungin toimivuustarkastelut-ohjetta. Haastattelun kysymyksiä oli viisi, jonka tarkoituksena oli saada vastauksella ohjeeseen tarkennusta.

Haastattelun ensimmäisessä kysymyksissä ilmeni, että kaupungin asiantuntijat tilaavat toimivuustarkasteluja muihinkin käyttötarkoitukseen kuin päätöksenteon tueksi. Esimerkkinä pääkatuverkolla olevat vaihtoehtoisten vertailut suunnittelutyössä. Toisessa kysymyksessä saatiin tarkennusta kaupungin toimittamista lähtötiedoista, kuten Helmet-pohjainen liikenneennustetta sekä mahdolliset liikennelaskennat. Sen pohjalta konsultit täydentävät ja kalibroivat ennustetta käyttöönsä. Liikennelaskentoja tehdään myös joskus osana konsulttityötä. Kolmas kysymyksellä saatiin tarkennusta ennustevuosiin, jota on kaupungilla suosituksena 15–20 vuoden päähän. Neljännessä kysymyksessä käytiin raportin sisällöstä, josta asiantuntijan mielestä ei ollut suuria puutteita. Joskus raporttiin on pyydetty konsultilta täsmentäviä lisäyksiä. Viimeisessä kysymyksessä saatiin asiantuntijalta ohjeeseen liittyvä lisäysehdotusta, kuten esimerkiksi linkki Hiilineutraali Helsinki -tavoitteisiin.

3 Toimivuustarkastelu

Alue- ja yhdyskuntarakenne sekä palvelujen sijoittuminen vaikuttavat ihmisten liikkumistarpeisiin. Kaavoituksessa liikenteelliset selvitystarpeet liittyvät liikennejärjestelmän ja muuttuvan maankäytön suhteisiin. Alueiden kehittymiselle tarvitaan hyvät sekä toimivat liikenneyhteydet myös ruuhkatunnin ajoilla. Liikennesuunnitteluprojekteissa hyödynnetään toimivuustarkasteluja selvittäessä liikennejärjestelyiden mitoitustarpeet. Liikenteen toimivuustarkastelut sijoittuvat liikennesuunnittelun keskivaiheille, eli tarkan asemakaavatason ja laajemman liikenneverkon suunnittelun välille. Projektin edetessä toimivuustarkastelun tulokset toimivat päätöksenteon tukena ja ohjaavat asemakaavatason jatkosuunnitelmia. (Suomen Tieyhdistyksen ammattilehti, 2021, s. 18)

Nykyään liikenteellisten tarkastelujen toteutustapana on enimmäkseen simulointitarkasteluna. Simulointiohjelmissa on yksittäisten tekijöiden vuorovaikutuksen kuvausmahdollisuuksia, joten simulointi sopii erityisesti yksityiskohtien tarkasteluun. Laajojen verkkokokonaisuuksien tutkimiseen, kuten yksittäisistä kulkutavoista useiden eri kulkutapojen ja matkaketjujen mallintamiseen käytetään myös simulointia. Simulointi auttaa havainnollistamaan, arvioimaan ja vertailemaan liikenteen sujuvuutta vaihtelevissa olosuhteissa sekä olemassa olevassa että suunnitellussa liikenneympäristössä. Simuloinnilla voidaan mallintaa satunnaisvaihtelua sisältäviä toimintoja, sillä osa tiedoista tuotetaan malliin todennäköisyysjakaumien perusteella. Luotettavan simulointimallin avulla voidaan tehdä esimerkiksi vaikutustarkasteluja erilaisista liikennejärjestelmäratkaisuista. (Väylävirasto, 2012-a, s. 8)

3.1 Simulointitasot

Simuloinnissa ja toimivuustarkastelussa on tärkeä valita oikea tarkkuustaso. Simulointi on määritelmän mukaan asioiden mallintamista yksinkertaistettuna. Liikennevirtoja voidaan tarkastella kokonaisuuksina tai yksittäisinä ajoneuvoina. Välityskyky mallit ovat erilaisiin laskentakaavoihin ja liikennevirran ominaisuuksiin perustuvia makromalleja, jotka käsittelevät liikennettä yhtenäisenä virtauksena ja ilmiönä erottelematta yksittäisiä ajoneuvoja ja tapahtumia liikennevirrassa. (Väylävirasto, 2013, s. 7)

Mikrotason mallit mallintavat yksittäisten ajoneuvojen ja kuljettajien keskinäisistä sekä liikenneympäristön välisistä vuorovaikutussuhteista. Kävely- ja pyöräilyliikennettä, bussi- ja raidejoukkoliikennettä sekä niille ohjattuja valoetuksia voidaan tarvittaessa mallintaa autoliikenteen kanssa mikromallinnuksessa. Mikromallin simulointiohjelmia ovat mm. VISSIM ja Paramics. (Väylävirasto, 2012-a, s. 14)

Makrotason mallit käsittelevät liikennevirtaa yhtenäisenä ja jatkuvana ilmiönä, jonka käyttäytyminen on riippuvainen virran ominaisuuksista (ajoneuvomäärä ja -tiheys) ja vallitsevista olosuhteista (geometriset rajoitukset, kaistamäärät, jne.). Makromalli simulointiohjelma on esimerkiksi EMME. (Väylävirasto, 2012-a, s. 14)

Mesotaso on mikro- ja makrotaso mallin välimuoto, jota käytetään harvoin Suomessa. Mesotason mallissa ei ole yksittäisiä vuorovaikutuksia, vaan malli pyrkii mallintamaan esimerkiksi ajoneuvoryhmien liikkeitä (Väylävirasto, 2012-a, s.14). Mesomallin simulointiohjelmaa on esimerkiksi Dynameq, joka käytetään esimerkiksi vaihtoehtovertailuissa. Dynameq:in ominaisuuteen kuuluu kaksi pääkomponenttia, liikennevirran simulointimalli ja reitinvalintamalli. Liikennevirran simuloinnissa ohjelma keskittyy ajoprosessin muihin ominaisuuksiin, kuten esimerkiksi kiihdytyksiin, jarrutuksiin, kaistanvalinnan prosessiin ja keskustelee muiden liikennejärjestelmän käyttäjien kanssa. Reitinvalintamallissa ohjelma simuloi henkilöiden reitinvalintatapaa haluttuun määränpäähän. (Pyykkönen, 2022, s. 16)

3.2 Toimivuustarkastelujen menetelmät

Toimivuustarkastelun menetelmän valintaan vaikuttavat tarkastelun tavoitteet sekä tarkastelukohde. Riittävätkö tarkastelumenetelmäksi analyttinen vai tarvitaanko simulointia. Esimerkiksi yhden liittymän toimivuustarkasteluihin riittää usein analyttisen menetelmän käyttö. Laajemmissa kokonaisuuksissa valitaan simulointia nähdäkseen vierekkäisten liittymien väliset vuorovaikutukset. Esimerkiksi tarkasteltavan liittymän on tarkastelutilanteessa kuormittunut ja jonoja arvioidaan ulottuvan herkästi viereiseen liittymiin. (Väylävirasto, 2013, s. 13)

3.2.1 Analyttiset menetelmät

Analyttiset menetelmät tarkoittavat liikenteen toimivuuden arvioimista ja välityskyvyn laskemista erilaisilla laskentamalleilla, yhtälöillä, kaavioilla ja taulukoilla. Analyttisissä menetelmissä saadaan toimivuuteen kuvaavia tunnuslukuja kaistan tai kaistojen kohtaisessa liittymässä tai väyläosuudessa. Nämä tunnusluvut voivat olla esimerkiksi jononpituudet, palvelutasoluokat tai viivytykset. (Väylävirasto, 2013, s. 15)

3.2.2 Simulointi

Liikenteen simulointi tarkoittaa liikenneverkon jäljittämistä ja kohteessa liikkuva liikenteen kuvaamista liikenneympäristössä tietokonemallin avulla. Simulointi tutki laajempien liikennejärjestelyjen toimivuutta, kuten vierekkäisten liittymien vaikutukset toisiinsa. Simulointi ottaa huomioon satunnaisuus ja tarkastele erikoisjärjestelyjen vaikutuksia esimerkiksi joukkoliikenne-etuudet. Liikenteen toimivuutta kuvaavien tunnuslukujen lisäksi liikenteen toimivuutta arvioidaan usein simulointimallin tuottaman animaation avulla. (Väylävirasto, 2013, s. 15)

3.3 Simulointiohjelmat

Simulointiohjelmiä on monenlaisia räätälöityjä eri tarkoituksiin ja tarkkuustasojen tarkasteluihin. Suomessa yleisimmät käytössä olevat mikrosimulointiohjelmat ovat Paramics, Synchron/SimTraffic ja VISSIM.

Paramics on Edinburghin yliopistossa kehitetty mikrosimulointiohjelma, joka sopii erinomaisesti laajojen liikenneverkkojen toimivuustarkasteluihin. Autoliikenteen mallintamisen lisäksi Paramicsilla voidaan mallintaa joukkoliikennettä ja joitakin jalankulku- ja pyöräilyliikennettä. Yksittäisessä liittymäalueen mallinnuksessa Paramicsilla saadaan tarkemmin mallinnettua kuin Synchron/Simtrafficcissa, mutta ohjelmista tarkin on VISSIMillä. (Väylävirasto, 2013, s. 12)

Synchron/Simtraffic soveltuu erityisesti valo-ohjattujen risteyksien tarkasteluihin. Ohjelma luo liikennemäärien pohjalta liikennevalojen kiertoajat ja eri vaiheiden pituudet. Ohjelma muodostuu kahdesta erillisestä ohjelmasta, Synchronista ja SimTrafficcista. Kohdemallin

mallinnusta sekä liikennevalonsuunnitelmia luodaan Synchrolla ja simulointianimaatiota SimTrafficilla. Synchro/SimTraffic on simulointiohjelmista epätarkin verrattaessa Paramicsiin ja VISSIMIin. Synchroa voi halutessa käyttää erillään SimTrafficista, sillä erillään käytettynä Synchro on periaatteessa analyttinen menetelmä. Jos Synchroa käytetään pelkästään toimivuustarkastelussa, niin raportin tuloksia käsittelevässä kohdassa mainittava asiasta. (Väylävirasto, 2013, s. 12)

Saksalaisten PTV Groupin kehittämä VISSIM on mikrotason simulointiohjelma, jonka tarkkuustasonsa vuoksi se soveltuu erityisesti kaupunkiympäristön mallintamiseen. Ohjelma pystyy käsittelemään myös muita liikenneympäristöjä. VISSIMillä voidaan simuloida joukkoliikennettä, jalankulkijoita ja pyöräilijöitä samalla tavalla kuin Paramicsissa. Näistä kolmesta simulointiohjelmasta VISSIMilla saadaan mallinnettua kohdetta yksityiskohtaisin. (Väylävirasto, 2013, s. 12.)

3.4 Lähtötiedot simulointiin

Liikenteen toimivuustarkasteluiden lähtötiedot jaetaan tarkasteltavan kohteen ominaistietoihin sekä liikennemäärätietoihin. Näiden lähtötietojen lisäksi selvitetään muun muassa alueelle aikaisemmin tehdyt liikenneselvitykset ja mahdolliset alueen maankäytön suunnitelmat, joiden perusteella laaditaan liikenne-ennustetta. Kohdemallin rakentamiseen tarvitaan nykytilanteen lisäksi ennustevuoden liikennetietoja pohjatiedoksi. Simulointi kohdemallia rakennetaan seuraavilla tarvittavilla lähtötiedoilla

- ajokaistojen järjestelyt (esimerkiksi kaistojen määrä, leveydet sekä pituudet)
- liikennevalojen sijainnit, kiertoajat ja vaiheineen sekä ilmaisimien tiedot
- ajosuuntien etuajo-oikeudet
- suojateiden tiedot, kuten esimerkiksi niiden leveydet
- joukkoliikenteen pysäkit
- alueen nopeusrajoitukset

Simulointi kohdemallin rakentamiseen nopeuttavat liikennelähtötiedot ovat liikenne- ja liikennevalosuunnitelmat. (Väylävirasto, 2013, s. 17)

3.5 Liikennemäärät ja liikenne-ennusteet

Toimivuustarkastelun liikennemääriä käytetään lähtötietoina usein nykytilanteen liikennelaskentatietoja, maankäyttötoimintojen matkatuotoslaskelmia tai suuremman mittakaavan Emme-ennustemalleja. Aikaisemmin tehdyt liikennelaskentojen laskentatiedot ovat usein toimivia, jos liikennetietoihin muokataan laskentavuosi ja huomioidaan kasvukertoimella maankäytön muutokset vastamaan nykytilannetta. (Väylävirasto, 2013, s. 17)

3.5.1 Nykytilanteen liikennemäärä

Nykytilanteen liikennemäärät saadaan helposti suunnittain ja ajoneuvoryhmittäin luokiteltuna, jos tarkastelukohteen lähellä löytyy LAM-piste. LAM-pisteestä saadaan tietoa poikkileikkaus liikenteen jakautumisesta mm. tunneittain, viikonpäivittäin, viikoittain ja kuukausittain. LAM-pisteen lisäksi liikennevalojen ilmaisimista saadaan tarkkaa päivittäistä liikennemäärätietoa halutuun ajanjaksoon, kun laskenta on päällä. Jos liikennevalon risteyksessä ilmaisimia on asennettu kaikkiin suuntiin menevät kaistat, liikennemäärätieto on saatavissa ajosuunnittain. Luotettavin liikennemäärän on kuitenkin käsin laskenta, koska ilmaisimissa voi olla joskus jokin häiriö kuten mm. satamien lähistöllä. Käsin laskennat antavat myös selvityksen tekijälle ja käsityksen nykytilanteesta ja mahdollisista toimivuusongelmista, jos tarkastelun suorittaja ei tunne tarkastelukohdetta entuudestaan. (Väylävirasto, 2013, s. 17)

3.5.2 Liikenne-ennuste

Liikenne-ennusteen laadinnassa käytetään perinteisesti nykytilan liikennemäärätiedot ja liikenteen kasvukertoimet. Liikennetietojen lisäksi laadinnassa huomioidaan alueelle tulevat maankäytöt sekä alueelle suunnitellut liikenneverkkojen kehittämishankkeet. Näiden lisäksi Helsingin seudun 14 kuntaa ja Siuntion sekä niitä ympäröivät työssäkäyntialueet käyttävät Helmet 4.1 malli, joka pohjautuu Emme 4.4 -mallin pohjalta. Helmet on HSL:n ylläpitämä liikenne-ennustejärjestelmä (Helmet, n.d.). Liikenne-ennusteita käytetään usein liikenteen sujuvuuden arviointiin tulevaisuudessa. Ennustevuoden tarkasteluihin käytetty liikennemäärät pohjautuvat nykytilan liikennemääriin, alueen tuleviin maankäyttöön sekä liikenteen kehittymisen arviointiin. Liikenteen sujuvuutta voidaan arvioida luotettavammin tuntiliikenteen kuin vuorokausiliikenteen avulla. Liikenne-ennusteissa tutkitaan kuitenkin vuorokausiliikennettä kuin tuntiliikennettä yksinkertaisuuden mallintamisen vuoksi.

Tyypillisesti liikenteen huipputunnin osuus on noin 10 % asuinalueen ja työpaikka-alueen välisessä tieyhteydessä. (Suomen ympäristö, 2008, s. 15)

Tarkastelutilanteiden osalta määritellään tarkasteluvuosi tai -vuodet, -viikonpäivä sekä -vuorokaudenaika. Tarkasteluajankohtien määrittelyssä voidaan hyödyntää reunaehtoja esimerkiksi mitoittavan tilanteen osalta. Tärkein tarkasteluvuosi on usein esimerkiksi 20–30 vuoden päähän ajoittuva ennustetilanne, jonka avulla määritellään pitkän aikavälin kehittämistarpeet. Vaiheittaisissa rakentamishankkeissa voi olla tarpeen laatia vielä useampia ennustetilanteita esimerkiksi 5–10 vuoden välein. (Väylävirasto, 2012-b, s. 21)

3.6 Toimivuustarkasteluiden tulokset

Toimivuustarkasteluissa liikenteelliset toimivuutta kuvaavat tunnusluvut ja tarkkuustasot riippuvat valittavasta menetelmästä ja ohjelmista. Analyttiset menetelmät käsittelevät liikennettä tilastollisena ja kohdistaa yksittäiseen tarkasteluajankohtaan ja pisteeseen liittyvää laskentatietoa. Simulointiohjelmissa käsittelevät yksittäisten ajoneuvojen välistä vuorovaikutusta ja satunnaisuutta. (Väylävirasto, 2023, s. 23).

Keskeisimpiä liikennejärjestelmän toimivuuden määrittämisestä kertovia osatekijöitä ovat kuormitusaste ja sen suhde välityskykyyn. Liikenneväylän tai -verkon välityskyvyn määrittämisessä käytetään usein ajoneuvojen määrä per tuntiin. Kuormitusaste kuvaa tulosuuntien tai liittymän liikennemäärän suhteessa välityskykyyn. Simulointiohjelmissa voidaan saada myös yksittäisiin ajoneuvoihin liittyviä tietoja. (Nieminen, 2017, s. 12)

Perinteisesti toimivuustarkasteluihin esitetään

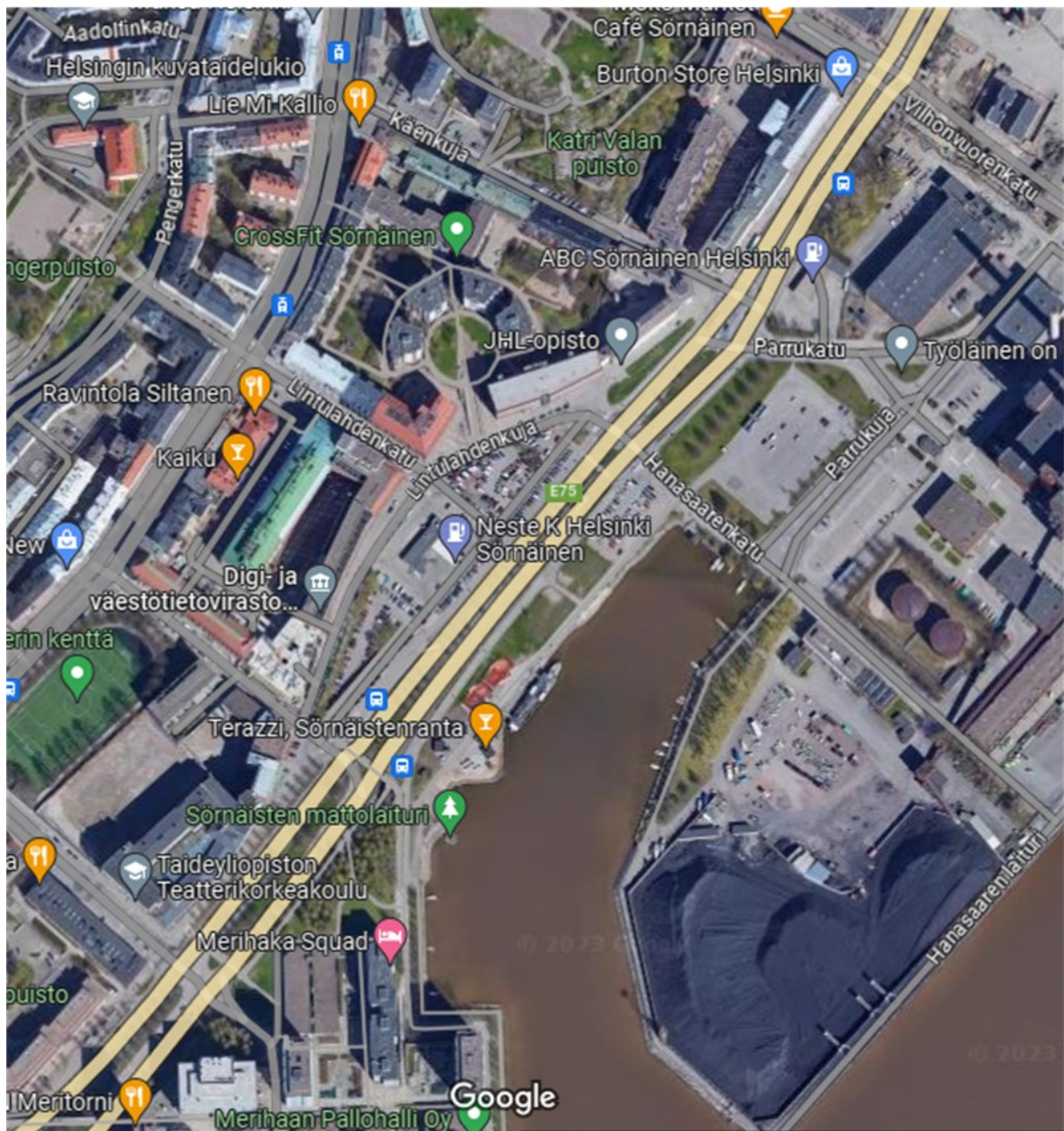
- ajoneuvojen keskimääräiset viivytykset risteyksissä tulosuunnittain
- jononpituudet (ajoneuvojen määrällä tai metreinä) tulosuunnittain ja kaistoittain
- matka-ajat
- nopeustason muutokset
- pysähtymään joutuneiden ajoneuvojen määrä tai osuus
- palvelutasoluokat

Simulointitarkastelussa liikenteen ruuhkautuminen voidaan kuvailla sanallisen lisäksi animaation perusteella. (Väylävirasto, 2013, s. 23)

4 Tarkastelu kohde

Sörnäisten rantatie on suuren muutoksen edessä Hakaniemenrannan ja Sörnäistenrannan asemakaavamuutosten myötä. Tällä hetkellä Sörnäisten rantatien pohjoisosa on rakennettu vain toiselta puolelta. Meren puolella ei ole rakennuksia (Kuva 1). Sörnäisten rantatien ja Linnunlahdenkujan välissä on nykytilanteessa huoltoasema ja pysäköintialuetta. (Helsingin kaupunki, 2023-b, s. 12)

Kuva 1. Sörnäisten rantatie nykytilanne. (Google Maps, 2023)



Sörnäisten rantatien linjausta on kaavoitettu siirrettäväksi voimassa olevan asemakaavan mukaan ja linjaus kaartuu olemassa olevan rakennusrintaman mukaisesti. Muutoksen myötä Suvilahden ranta-alueen ja Sörnäisten rantatien väliin on mahdollista sijoittaa täydennysrakentamista ja rantaan julkista tilaa. Suunnittelualueen rakentumisen yhteydessä luoteis- ja länsipuolella Sörnäisten rantatie linjataan uudelleen lähemmäs nykyistä talorivistöä kadun länsipuolella (Kuva 2). (Helsingin kaupunki, 2023-b, s. 6)

Kuva 2. Uusi katulinjaus suunnitteluvaiheessa. Pohjakartta (Sitowise, 2022)



Kaavaratkaisulla edistetään kaupungin strategisten tavoitteiden toteutumista tiivistämällä nykyistä kaupunkirakennetta joukkoliikenneyhteyksien varten. Muutoksella edistetään alueiden kestävien liikkumismuotojen lisäämistä kaupunkitasolla. Sörnäisten rantatie on nykyisellään erittäin vilkasliikenteinen katualue. Uuden maankäytön tuottama liikennemäärä ei ole merkittävä suhteessa nykyliikennemäärään. Korkeat rakennukset tulevat reunustamaan katua molemmin puolin, jolloin siitä muodostu kuilumainen katu ympäristö.

Matkatuotoksien lisäykset ovat suhteellisesti pienempi kuin vuosittainen vaihtelu, joten toimivuustarkasteluiden tarve on ensisijaisesti uusien katujärjestelyiden liikennetoimivuutta varten. (Helsingin kaupunki, 2023-b, s. 6–7)

4.1 Kohteen liikenteelliset lähtötiedot

Liikenneyhteyksien uudelleenjärjestelyn myötä erityisesti jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden yhteyksiä, esteettömyyttä sekä rantojen käytettävyyttä parannetaan alueella. Sörnäisten rantatie on pääkatu ja itäinen pääyhteys kantakaupunkiin. (Helsingin kaupunki, 2023-b, s. 12)

4.1.1 Jalankulku ja pyöräliikenne

Sörnäisten rantatien molemmin puolin on jalkakäytävät ja samassa tasossa kulkevat kaksisuuntaiset pyörätiet. Sörnäisten rantatie on mahdollista ylittää Kaikukadun kohdalle sijoittuvaa siltaa sekä Haapaniemenkadun, Hanasaarenkadun ja Käenkujan risteysten valo-ohjattuja suojateitä pitkin. (Helsingin kaupunki, 2023-b, s. 12)

4.1.2 Julkinen liikenne

Sörnäisten rantatiellä kulkee HSL:n busseja mutta ei säännöllistä pääkaupunkiseudun ulkopuolista reittiliikennettä. Sörnäisten rantatiellä kulkee arkisin kaksi Helsingin sisäistä bussilinjaa. Ruuhkatunnin aikana Sörnäisten rantatiellä kulkee kuusi bussivuoroa/suuntaa. (Helsingin kaupunki, n.d.)

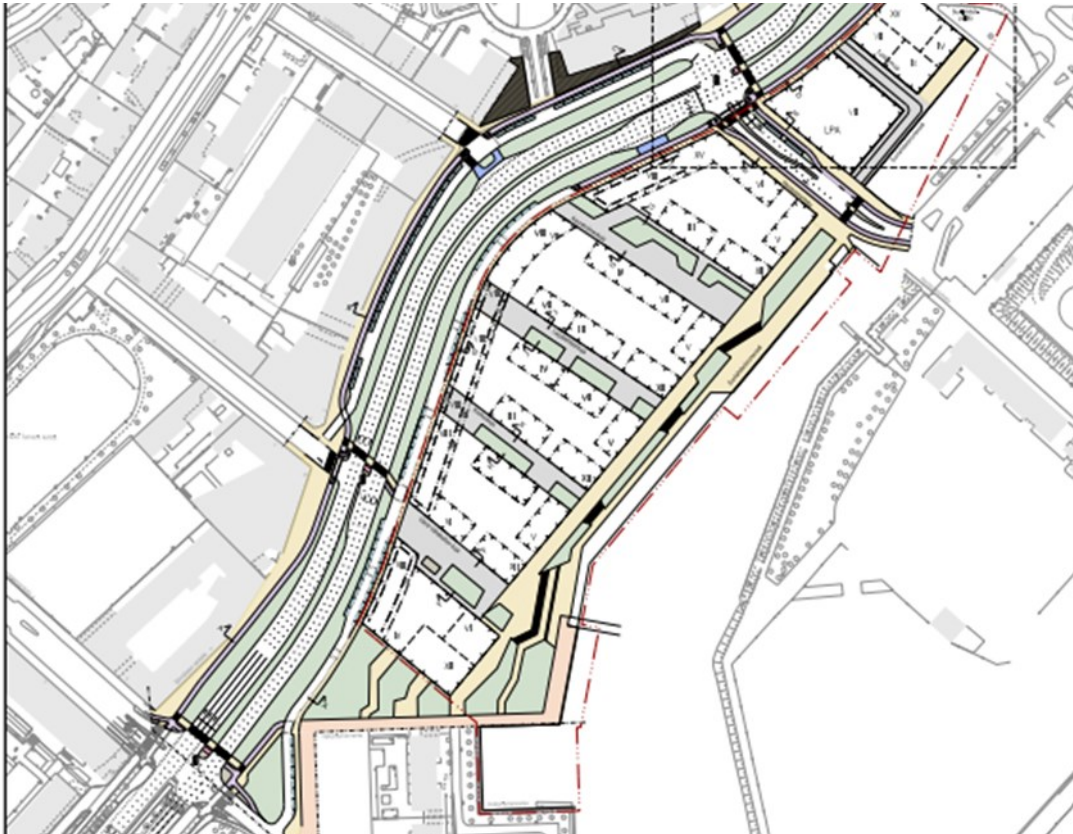
4.1.3 Autoliikenne

Sörnäisten rantatien autoliikenteen määrä tarkastelualueen osuudella oli vuonna 2019 noin 51 000 ajoneuvoa vuorokaudessa. Sörnäisten rantatiellä läpiajavalle autoliikenteelle on 3 + 3-kaistaa. Sörnäisten rantatien nopeusrajoitus on tällä hetkellä 50 km/h, mutta uuden linjauksen rakentamisen jälkeen se muutetaan 40 km/h. Raskaan liikenteen osuus vuonna 2019 oli 4 %. Raskaan liikenteen osuuden arvioidaan olevan sama myös tulevaisuudessa. (Helsingin kaupunki, 2023-b, s. 13)

4.2 Kohteen toimivuustarkastelut

Toimivuustarkasteluiden tarkoituksena oli selvittää uuden maankäytön tuottama liikennetuotoksien sekä liittymäjärjestelyiden vaikutuksia Sörnäisten rantatien toimivuutta kolmessa liittymässä Hanasaarenkatu, Kaikukatu ja Haapaniemenkatu (Kuva 3).

Kuva 3. Katuverkon muutokset. (Helsingin kaupunki, 2023-a)

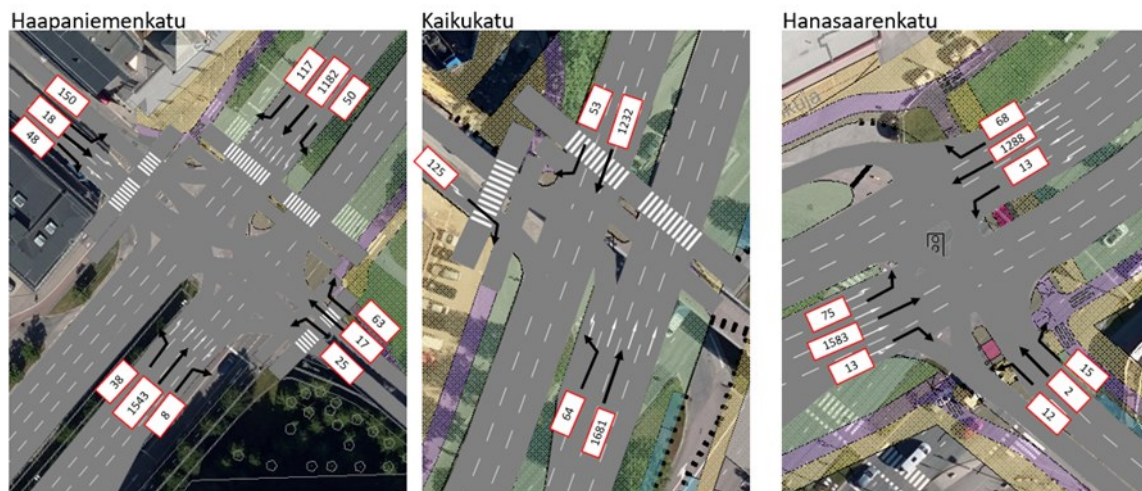


Toimivuustarkastelut suoritettiin PTV Vissim 23-mikrosimulointiohjelmalla noudattaen kaupungin liikenteen toimivuustarkastelut -ohjeiden mukaisesti. Tarkastelut tehtiin nykyvuoden (2023) ruuhkatunnin (HT) liikennemäärillä sekä vuoden 2040 ennuste liikennemäärällä. Tarkastelut oli tarkoituksena tehdä vain ajoneuvoliikenteelle huomioiden jalankulunylitystä Sörnäisten rantatie suojatiellä. Kohdemallinnuksessa mallinnettiin kolmea bussipysäkkiä, joissa bussivuoroja syötettiin malliin 10 minuutin välein. Simulointien tuloksina esitettiin keskimääräisiä jononpituuksia, hetkittäisiä maksimijononpituuksia sekä ajoneuvokohtaisiin viiveisiin perustuvat palvelutasot. Simulaatioiden tulokset olivat keskiarvoja kolmesta (3) eri satunnaissiemenlukuilla (random seed) ajetuista, huipputuntia kuvaavista simulaatioista.

4.3 Nykytilanne liikennemäärä

Toimivuustarkasteluissa käytetyt nykytilanteen liikennemäärät (Kuva 4) saatiin kaupungin liikennetutkijalta video liikennelaskentana. Videoliikennelaskennat tehtiin 7.3.2023 päivänä Haapaniemenkatu Sörnäisten rantatie risteyksessä. Kaikukadun ja Hanasaarenkadun risteykselle ei tehty liikennelaskentaa rajoitetun resurssin takia. Näiden kahden risteyksen liikennemäärät johdettiin lähimmästä risteyksestä (Vilhonvuorenkatu-Sörnäisten rantatien risteys), joissa löytyivät liikennevalon ilmaisimet. Kerätyistä tiedoista muokattiin sopivaan muotoon tarkastelua varten. Saaduista liikennemäärien tuloksista ei välttämättä kuvaa Sörnäisten rantatien nykytilan liikennemäärää. Sörnäisten rantatien tarkastelun ajankohdalla on meneillään työmaan aluetta, jossa työmaan aikaisista kaistajärjestelyisistä vaikuttavat todelliseen liikennemääriin. Parempi nykytilan liikennemäärä olisi vuosi 2019, ennen koronaa ja työmaita. Tarkastelussa päädyttiin kuitenkin käyttämään kevään liikennelaskentoja kääntymissuuntien liikennemäärien vuoksi, koska vuoden 2019 liikennelaskenta oli toteutettu kadun poikkileikkauslaskentana. Tarkemmista tiedoista löytyvät Excel taulukossa (Liite 1).

Kuva 4. Nykytilan liikennemäärä.



4.4 Kohteen liikenne-ennuste

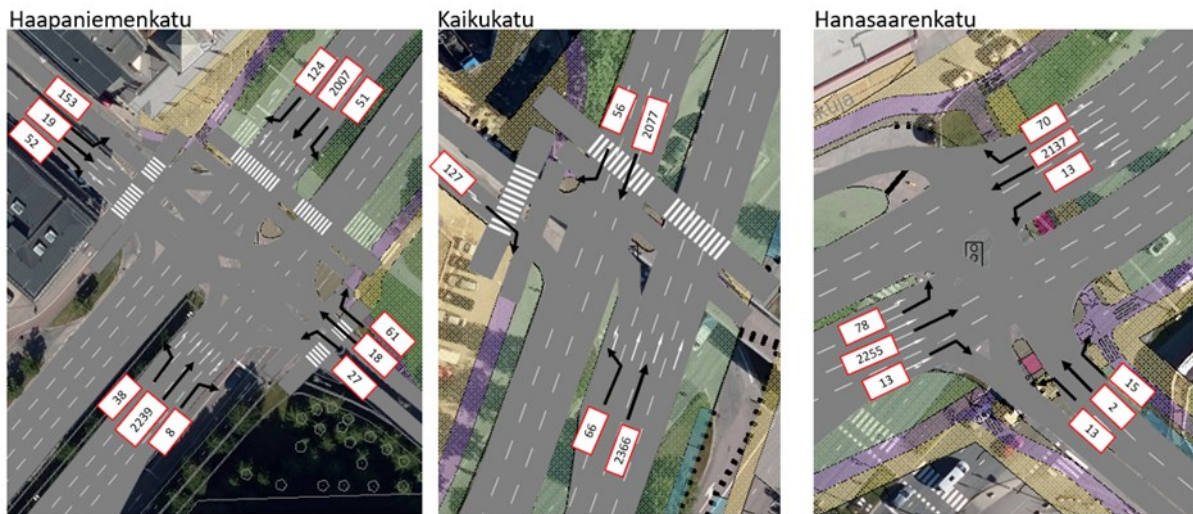
Liikenne-ennusteen liikennemäärä on laatinut Helsingin kaupungin liikenne-ennusteen asiantuntija. Ennuste laadittiin HELMET-mallilla, joka on HSL:n ylläpitämä ennustemalli. Ennustemalli perustuu neliporrasperiaatteeseen, eli ennustetaan matkojentuotokset, suuntautumiset, kulkutapojen valinnat ja verkkojen kuormitukset ja näitä toistetaan, kunnes saavutetaan tasapainotila (Helmet, n.d.). Liikenne-ennuste laadittiin vuoden 2019 liikennelaskennan määrällä ja nykytilanteen intramallilla, jossa Sörnäisten rantatie on suorana kohdalla Hanasaarenkadun risteyksestä Haapaniemenkadun risteykseen. Tarkasteluihin valittiin IHT liikennemäärä tarkasteltavaksi, koska vuorokauden huipputunti on silloin korkeimmillaan (Taulukko 2). Ennustevuoden toimivuustarkastelut sovittiin tehdä ilman Sörnäisten tunnelia.

Taulukko 2. Liikenne-ennuste.

Sörnäisten rantatie	Laskenta 2019 (ajon/h)	Vuoden 2040 (ajon/h) (sisältää Sörnäisten tunnelin)	Vuoden 2040 (ajon/h) (ilman Sörnäisten tunnelia)
KAVL	46909	47700	43600
AHT	3894	4404	4034
IHT	4210	4892	4474

Sörnäisten rantatien pohjoisosa on vilkasliikenteinen alue, jossa liikennemäärän ennustettiin kasvavan hieman tulevaisuudessa (Kuva 5). Maankäytön tuottama autoliikenne liittyy suurimmaksi osaksi Sörnäisten rantatiehen ja uuden maankäytön tuottama osuus on noin 3 % kokonaisliikennemäärästä (Helsingin kaupunki, 2023-b, s. 15–16). Tarkempi tieto löytyy Excel-taulukon liitteessä 1.

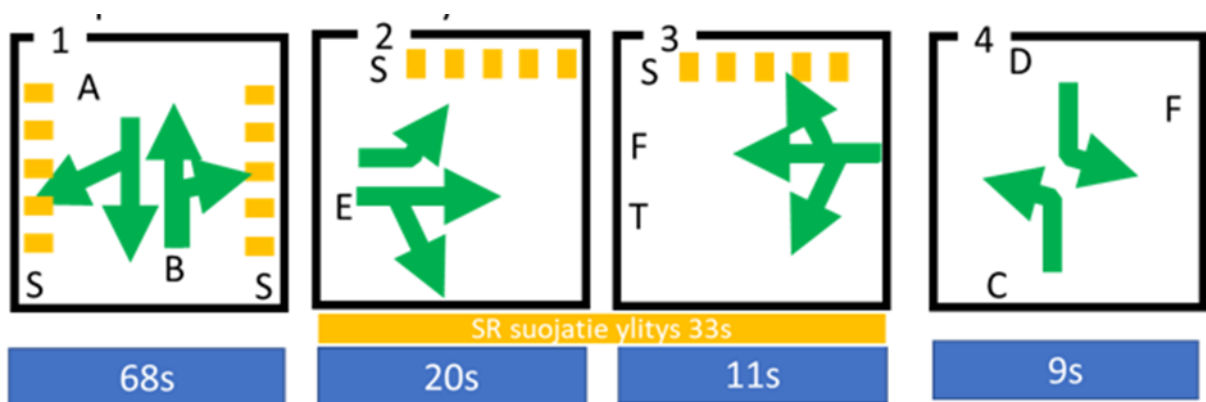
Kuva 5. Ennustevuoden 2040 liikennemäärät suunnittain.



4.5 Liikennevalo-ohjaukset

Toimivuustarkasteluiden kohdemalli laadittiin suunnitteluvaiheessa oleva liikennesuunnitelman mukaan. Liikennevalon vaihekaavioiden sekä niiden vaiheistuksien suunnittelut eivät ole aloitettu vielä, joten työssä laadittiin suunnanantava esimerkki valo-ohjauksen vaihekaaviosta kolmelle risteykselle nykytilanteen sekä ennustevuodelle. Kuva 6 on esitetty esimerkki Haapaniemenkadun valo-ohjauksen vaihekaaviosta. Lisätietoja vaihekaaviosta löytyy liitteessä 1 ja 2.

Kuva 6. Haapaniemenkadun liittymän valo-ohjauksen vaihekaaviot.



Simulaation valo-ohjauksessa käytettiin kiinteä aikajakso 120 s kiertoajalla. Suojateiden valo-ohjausaika on laskettu niin, että yhdellä vihreällä pääsee Sörnäisten rantatien suojatien yli. Suojateiden minimivihreä laskettiin 0,8 m/s nopeudella, että hitaasti kävelevä jalankulkijakin ehtii kadun yli ennen kuin autot pääsevät liikkeelle. Suojatiet tulevat jokaisessa valokierrossa (Liikennevalot, n.d.).

Liittymien liikennevalojen ajoitukset pyrittiin kytkemään valot keskenään, jotta pääsuunnan liikenteelle olisi vihreävalon aalto. Tämä vähentää pääsuunnan ajoneuvojen pysähtymistä ja sujuvoittaa liikennettä. Lisää valo-ohjauksen vaihejaosta ja ajoituksesta on esitetty liitteessä 1 ja 2.

Ennustevuoden tilanteessa jouduttiin muokkaamaan nykytilan ajoitusajat, jotta liikenne kulkisi jouhevasti. Muokkauksia tehtiin Kaikukadun ja Hanasaarenkadun liittymissä. Simuloinnissa kiertoaika (120 s) ohjattiin kiinteällä valokierrolla. Kaikukadulla vihreä alkaa nykytilanteessa (Kuva 7) 2. sekuntiajalla ja ennustevuodessa (Kuva 8) alkaa vasta 7. sekunnilla. Vastaavasti Hanasaarenkadun liittymässä nykytilanne alkaa 14. sekuntiajallaan ja ennustevuodessa 8. sekuntiajallaan. Tarkemmat tiedot löytyvät liitteessä 2.

Kuva 7. Nykytilan vaihejaot ja ajoitustiedot.



Kuva 8. Vuoden 2040 vaihejaot ja ajoitustiedot, 40 km/h.

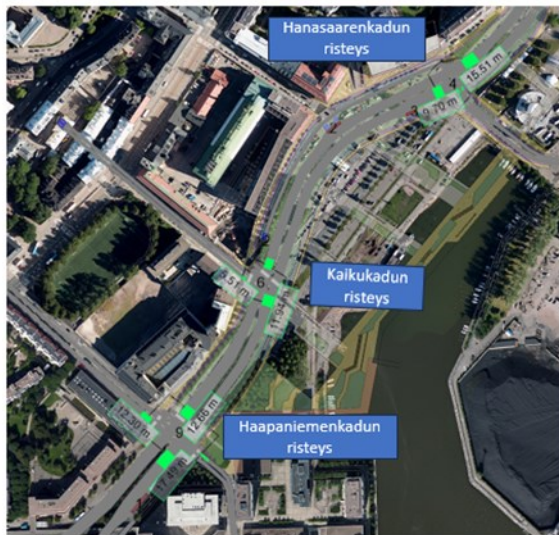


4.6 Simuloinnin tulokset

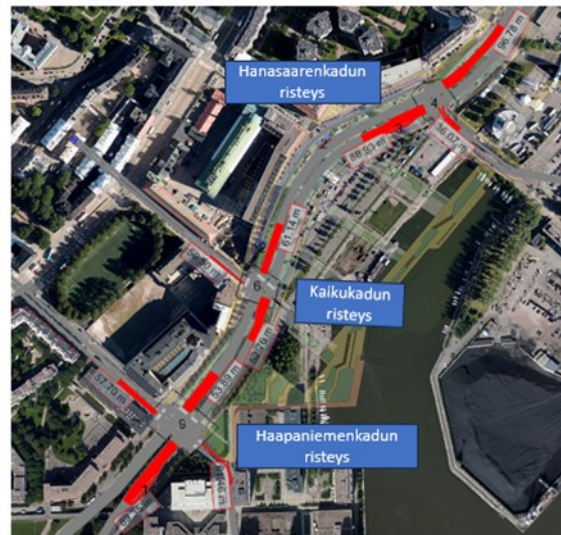
Seuraavissa kuvissa 9–10 esitettiin huipputunnin nykytilanteen sekä ennustevuoden 2040 simulointimallin jonoutumisarvot. Nykytilanteen liikennemäärillä jononpituudet ovat hyvällä mallillaan. Keskimääräiset jononpituudet olivat lyhyitä, vaikka hetkittäistä maksimijononpituutta oli Hanasaarenkadun risteuksen pohjoisesta suunnasta hieman pitkä (Kuva 9), joka ulottui Käenkujan liittymään. Tarkasteluun laadittiin nykytilan nopeusrajoituksellaan 50 km/h.

Kuva 9. Nykytilan jononpituudet.

Keskimääräiset jononpituudet



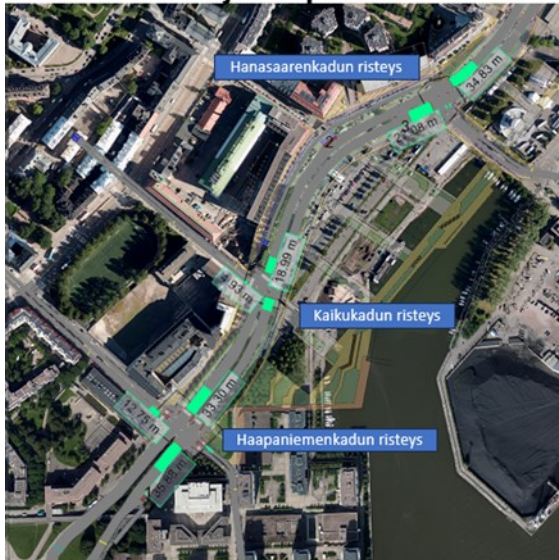
Hetkittäiset maksimijononpituudet



Vuoden 2040 jononpituudet olivat nykytilanteen suhteen pidempiä (Kuva 10). Sörnäisten rantatien pohjoisesta Hanasaarenkadun risteykseen hetkittäisen maksimijononpituus ylitti seuraavaan risteykseen, Käenkujan risteykseen yli (nopeusrajoituksessa 40 km/h). Lisätietoja tuloksen tarkasteluista löytyvät liitteessä 2.

Kuva 10. Vuoden 2040 jononpituudet 40 km/h nopeusrajoituksella.

Keskimääräiset jononpituudet



Hetkittäiset maksimijononpituudet



Kuva 11 on esitetty jononpituudet ennustevuoden liikennemäärällä nopeusrajoituksella 50 km/h. Jononpituudet ovat hieman lyhyempi Haapaniemenkadun ja Kaikukadun liittymissä kuin nopeusrajoituksessa 40 km/h.

Kuva 11. Vuoden 2040 jononpituudet 50 km/h nopeusrajoituksella.

Keskimääräiset jononpituudet



Hetkittäiset maksimijononpituudet



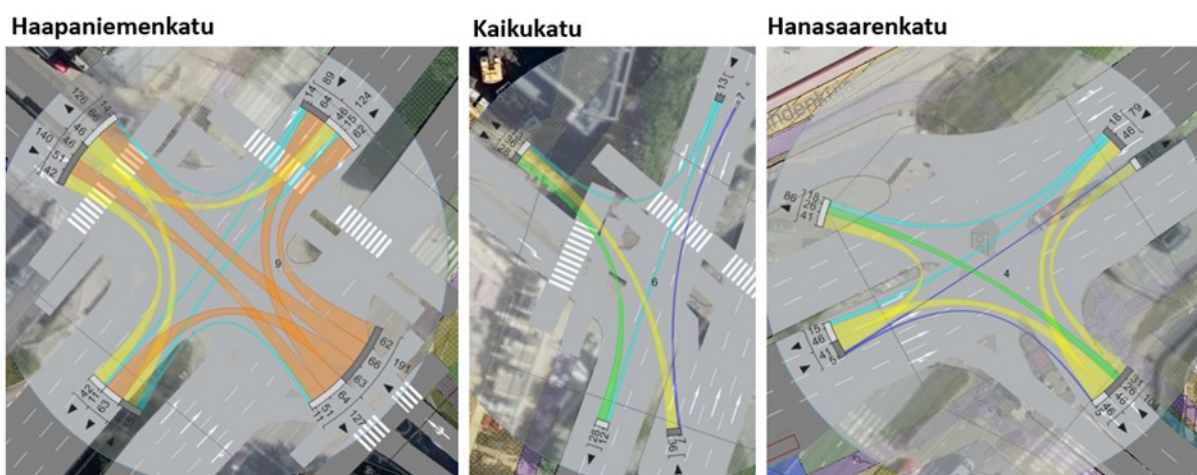
Jononpituuksien lisäksi tarkasteluissa saatiin ajoneuvokohtaisiin viiveisiin perustuvat palvelutasoluokat ajosuunnittain. Alla on esitetty ajoneuvokohtaisiin viiveisiin perustuvat, Highway Capacity Manual 2000:n mukaiset palvelutasot (Taulukko 3).

Taulukko 3. Keskimääräisiin ajoneuvokohtaisiin viiveisiin perustuvat palvelutasot.

Palvelutaso	Palvelutasoluokka	Viivytyks (s) valo-ohjatuissa liittymissä
Erittäin hyvä	A	≤ 10
Hyvä	B	> 10-20
Tyydyttävä	C	> 20-35
Välttävä	D	> 35-55
Huono	E	> 55-80
Erittäin huono	F	> 80

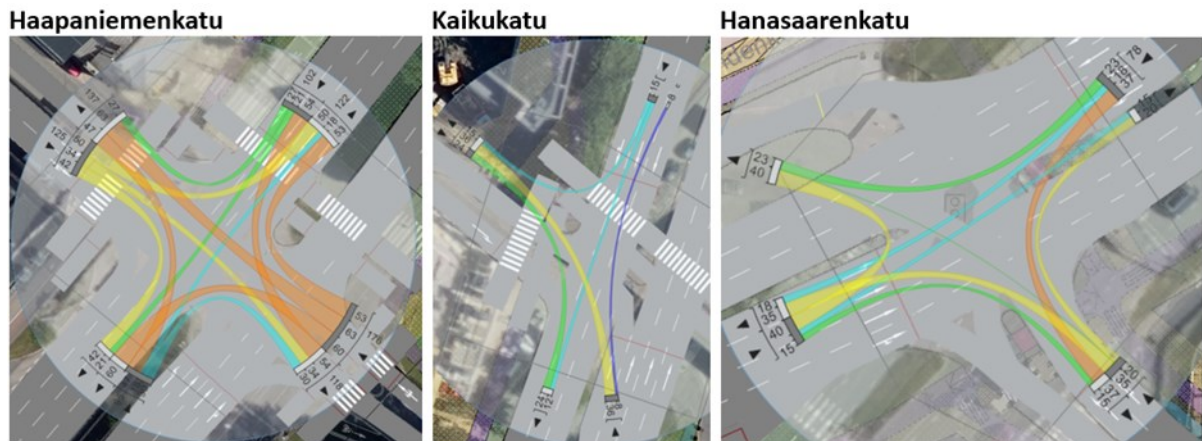
Seuraavissa kuvissa esitetään nykytilan sekä ennustevuoden 2040 keskimääräisiin ajoneuvokohtaisiin viiveisiin perustuvat palvelutasot ja viivytykset sekunteina. Nykytilan palvelutasot risteyksessä vaihtelee A:sta E:hen (Kuva 12). Lisätietoja tarkasteluiden tuloksista löytyy liitteissä 2.

Kuva 12. Nykytilan palvelutasot.



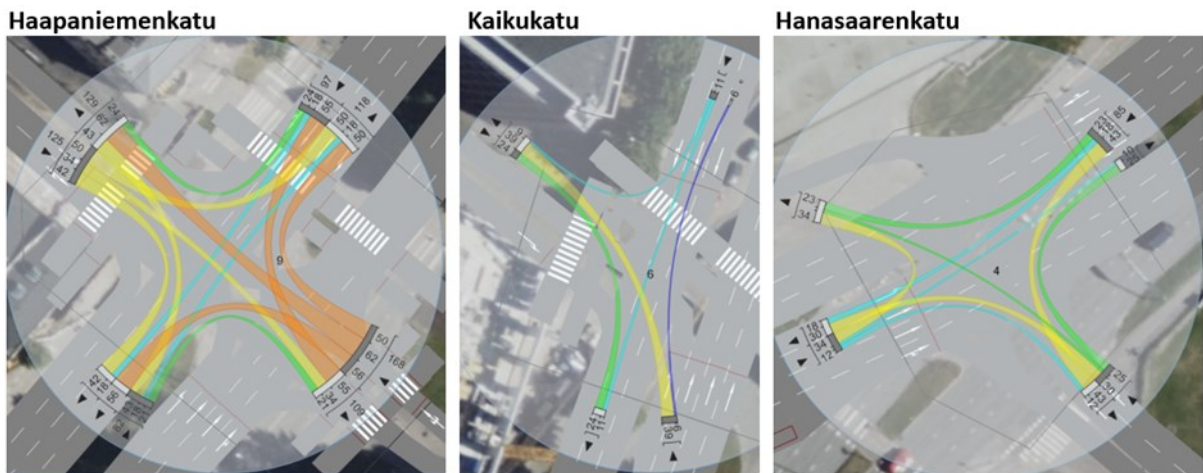
Kaikukadun risteyksessä palvelutasot pysyivät ennallaan. Hanasaarenkadun risteyksessä pohjoisesta Linnunlahdenkujalle, etelästä pohjoiseen ja itään sekä idästä pohjoiseen palvelutasot laskivat yhdellä (Kuva 13).

Kuva 13. Vuoden 2040 palvelutasot, 40 km/h.



Palvelutasojen vertailtaessa ennustevuoden liikennemäärällä erissä nopeusrajoituksessa osoittavat, että nopeusrajoitus 50 km/h palvelutasot (Kuva 14) ovat hieman paremmat joissakin suunnissa.

Kuva 14. Vuoden 2040 palvelutasot, 50 km/h.



5 Yhteenveto

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutustua toimivuustarkastelun prosessiin mikromallinnuksessa ja sen ohjeistusta mikromallinnuksiin. Työssä käytiin läpi kaupungin toimivuustarkastelun prosessit sekä teoreettisen kirjallisuuskatsauksen menetelmistä ja prosessista.

Toimivuustarkastelun ohjeeseen liittyen tehtiin yksi kirjallinen haastattelu kaupungin asiantuntijalle.

Toimivuustarkastelun mikromallinnuksessa toteutettiin Helsingin kaupungin ohjeistuksen mukaan. Saaduista tuloksista todettiin nykytilan sekä ennustevuoden 2040 huipputunnin liikennemäärien tarkastelussa, uuden liikennesuunnitelman katuverkolla, liikenneväylien kapasiteetit eivät ylitä hetkellisen maksimijononpituudessa viereiseen risteykseen kuin ehkä Hanasaarenkadun risteyksestä Käenkujan risteykseen ennustevuoden liikennemäärillä. Palvelutason luokat tippuivat yhdellä ennustevuoden liikennemäärässä Haapaniemenkadun ja Hanasaarenkadun risteuksen muutamilla ajoväylien suunnilla. Toimivuustarkasteluiden tuloksella todetaan liikenneverkon liikennetoimivuutta suunnitteilla oleva liikennesuunnitelman tuoma katujärjestelyiden muutoksissa. Kuormitusta näkyi nykytilanteen liikennemäärillä tarkastelussa Hanasaarenkadun risteuksen pohjoisesta suunnasta hetkittäisessä maksimijononpituudessa, jossa jononpituus yltäisi Käenkujan risteykseen. Ennustevuoden liikennemäärillä jononpituus ylitti Käenkujan risteystä. Jatkoselvityksessä olisi hyvä ottaa Käenkujan mukaan tarkastukseen, jotta nähdään että venyykö hetkittaiset maksimijononpituudet Vilhonvuorenkadun risteykseen.

Laaditun liikenne-ennusteen luotettavuus vaikuttavat toimivuustarkastelun tulosten pitävyyteen. Ennusteeseen liittyy monenlaisia epävarmuustekijöitä sekä riippuvuuksia muihin mahdollisesti toteutettaviin hankkeisiin ja maankäyttöön. Esimerkiksi on haasteellista arvioida työpaikkojen ja asukkaiden määrän kasvua ja niiden tuottama liikennettä, vaikka ihmisten liikkumistottumuksia on tutkittu hyvin paljon. Lisäksi on vaikea ennustaa ja määritellä yksityiskohtaisesti alueiden synnyttämä liikennettä ja miten liikennemäärät jakautuvat eri kulkutavoille, väylille ja vuorokaudenajoille. (Väylävirasto, 2013, s. 18)

Helsingin kaupungin toimivuustarkastelun ohje noudattaa hyvin paljon Väyläviraston, Tieliikenteen toimivuuden arviointi -ohjetta (Väylävirasto, 2013). Kaupungin ohjeessa on listattu tarkasti tarkastelutarpeen arvioinnista, tarkastelumenetelmän ja alueen rajauksesta, simulointiin tarvittavat lähtötiedoista, toimivuustarkastelujen tulosten laadinnosta ja raportoinnin sisällöstä. Ohjeistuksen läpikäynnistä nousi kuitenkin epäselvää mitä lähtötietoja kaupunki toimittaa konsultille. Toimivuustarkastelujen tilaamisen nopeuttamiseksi

olisi suotavaa tarkentaa mitä lähtötietoja löytyy kaupungilla ja mistä aineistot löytyvät. Mitkä lähtötietoja olisi suotava jättää konsultin itse hankittavaksi.

Toimivuustarkasteluiden yksi tärkeimmästä simulointiin tarvittavasta tiedosta on liikenneennuste, jonka avulla saadaan kuva tulevaisuuden liikennejärjestelmän toimivuudesta ei löytynyt ohjeesta. Ja mille ennustevuoden määrälle tulisi ennustetta tehdä. Ehkä tarkoituksena on jättää tilaajan itse arvioitavaksi mille vuodelle liikenne-ennustetta kannattaisi tehdä tai määrittää aiempien ennusteiden käyttöä. Ohjeisiin olisi hyvä olla jonkinlainen ohjeistusta ennustevuoden laadinnan määrittämiselle toimivuustarkastelun laadun varmistamiseksi. Väyläviraston ohjeessa suositettiin esimerkiksi 20–30 vuoden päähän ja pitkäkestoisen hankkeen eri vaiheessa toimivuustarkastelua on suosittu uusia, koska katuverkoston suunnitelmiin voi tulla muutoksia (Väylävirasto, 2012-b, s. 21). Liikenteen asiantuntijalta saatu kirjallisen haastattelun mukaan ennustevuosi on ollut kaupungilla 15–20 vuoden päästä (Liite 3).

Ennusteiseen liittyen haastattelussa tuli esille hiilipäästötavoitteiden huomioiminen liikenneennusteen laadinnan ohjeistuksesta kaupungin toimivuustarkastelun ohjeeseen. Ennusteissa ajoneuvoliikenteen määrät nousivat tyypillisesti vuosi vuodelta, mikä on ristiriidassa kaupungin hiilipäästötavoitteiden kanssa. Asiantuntijan mielestä olisi hyvä lisäystä tai maininta asiasta kaupungin toimivuustarkastelun ohjeeseen, kuten esimerkiksi linkki Hiilineutraali Helsinki -tavoitteeseen sekä kulkumuotojakaumien muutostavoitteeseen. Lisäsehdotuksen tavoitteena on huomioida liikenne-ennustetta laatiessa kaupungin hiilipäästötavoitteita liikennesuunnittelussa. (Liite 3)

Lähteet

Google Maps. (n.d.). Haettu 2.6.2023 osoitteesta

<https://www.google.com/maps/@60.1832439,24.9612733,378m/data=!3m1!1e3?entry=ttu>

Helmet. (n.d.). *HSL:n liikenne-ennustejärjestelmän yleiskuvaus*. Haettu 24.7.2023 osoitteesta

<https://hsldevcom.github.io/helmet-docs/>

Helsingin kaupunki. (2022). *Liikenteen toimivuustarkastelut-tarkistuslista*. Haettu 23.8.2023 osoitteesta

<https://helsinginkaupunki.sharepoint.com/sites/Ohjesovellus/Kadutjaliikenne/Forms/Ohjelista.aspx?id=%2Fsites%2FOhjesovellus%2FKadutjaliikenne%2FKymp%2F16%5FToimivuustarkastelut%5Ftarkistuslista%2Epdf&parent=%2Fsites%2FOhjesovellus%2FKadutjaliikenne%2FKymp>

Helsinki kaupunki. (2023-a). *Sörnäistenrannan liikennesuunnitelma*. Haettu 5.6.2023

osoitteesta <https://ahjojulkaisu.hel.fi/5D06C0F0-2A06-CC62-AEBC-87B31C800000.pdf>

Helsinki kaupunki. (2023-b). *Sörnäistenranta, kaavanro 12835*. Haettu 7.6.2023 osoitteesta

<https://ahjojulkaisu.hel.fi/05AD1C5D-AD8E-C72E-9700-87C8B1300000.pdf>

Helsingin kaupunki. (n.d.). *Karttapalvelu*. Haettu 22.6.2023 osoitteesta

<https://kartta.hel.fi/?setlanguage=fi#>

Liikennevalot. (n.d.). *Jalankulkijan suoja-aika*. Haettu 17.7.2023 osoitteesta

<http://www.liikennevalot.info/tieto/jalankulkijansuojaika.shtml>

Nieminen, K. (2017). *Työn aikaisten liikenteenohjaussuunnitelmien simulointi PTV VISSIM:llä*

[AMK-opinnäytetyö, Hämeen ammattikorkeakoulu]. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2017061313467>

Pyykkönen, K. (2022). *Liikenteen mallintaminen ja simulointi*. Haettu 29.8.2023 osoitteesta

<http://jultika.oulu.fi/files/nbnfioulu-202203311471.pdf>

Sitowise. (2022). *Helsingin ortoilmakuva 2022 [pohjakartta]*. Haettu 22.9.2023 osoitteesta

<https://kartta.hel.fi/#>

Suomen Ympäristö. (2008). *Liikennetarpeen arviointi maankäytön suunnittelussa*. Haettu 2.3.2023 osoitteesta

https://www.motiva.fi/files/1986/Liikennetarpeen_arviointi_maankayton_suunnittelussa.pdf

Suomen Tieyhdistyksen ammattilehti. (2021). *Tie&liikenne*. Haettu 16.6.2023 osoitteesta

https://www.tieyhdistys.fi/site/assets/files/1351/tie_liikenne_4_2021_final.pdf

Väylävirasto. (2013). *Tieliikenteen toimivuuden arviointi*. Haettu 16.3.2023 osoitteesta

https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/lo_2013-36_tieliikenteen_toimivuuden_web.pdf

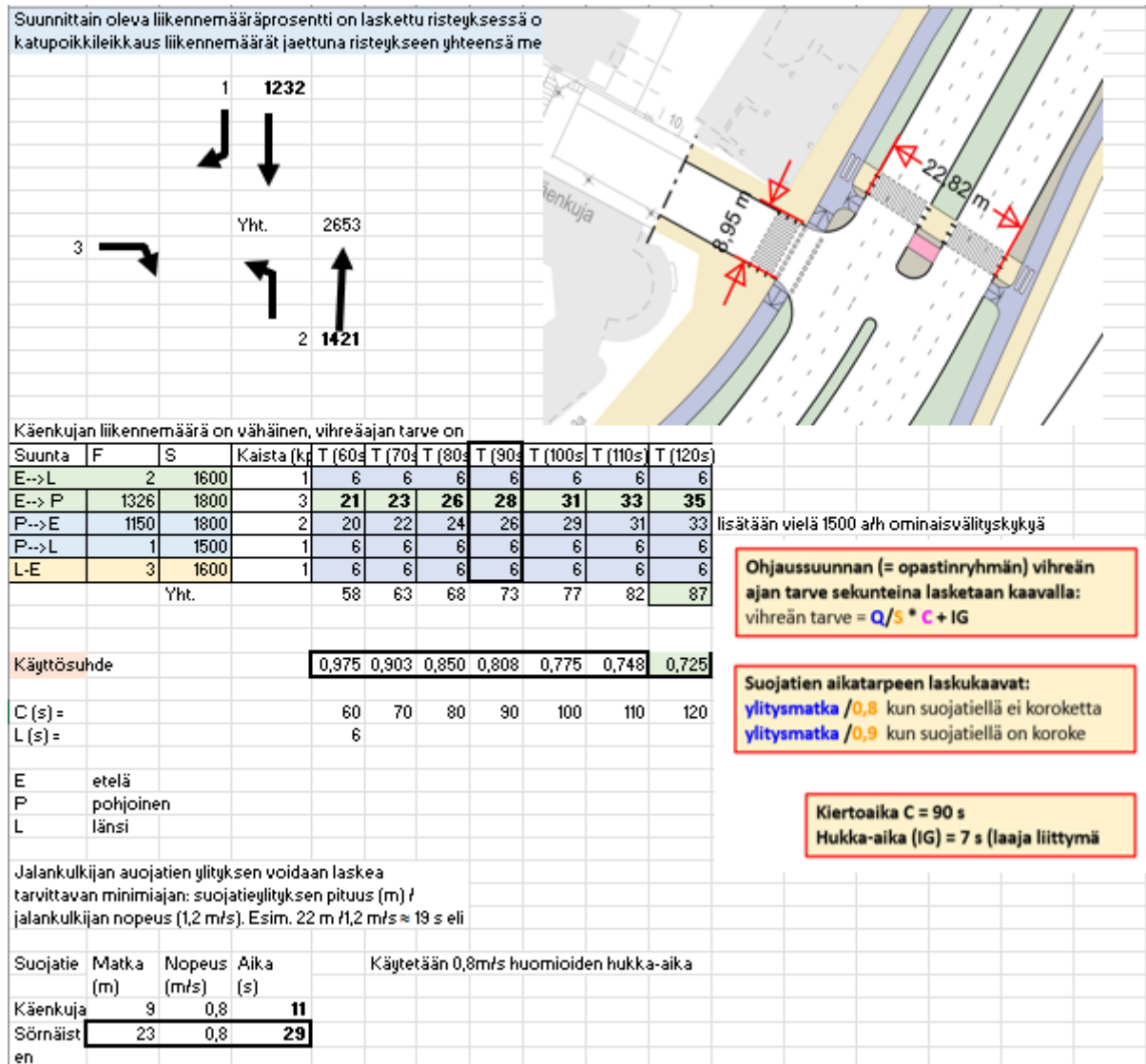
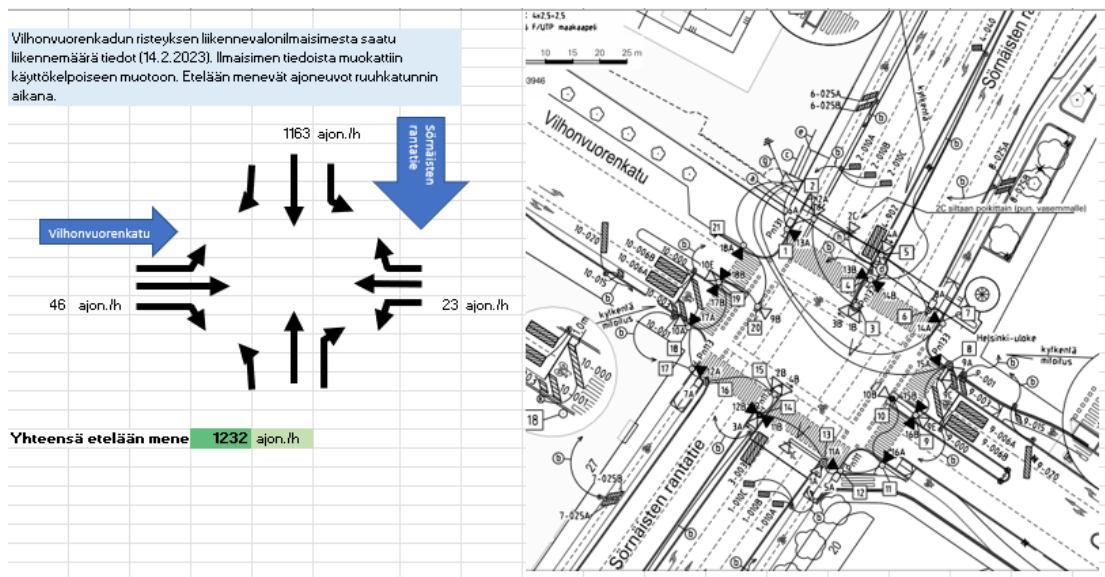
Väylävirasto. (2012-a). *Liikenteen välityskykytarkastelukäytännöt*. Haettu 1.7.2023

osoitteesta <https://www.doria.fi/handle/10024/121231>

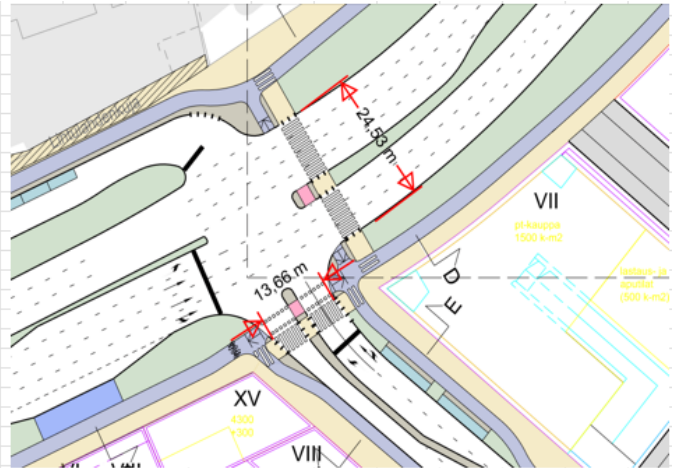
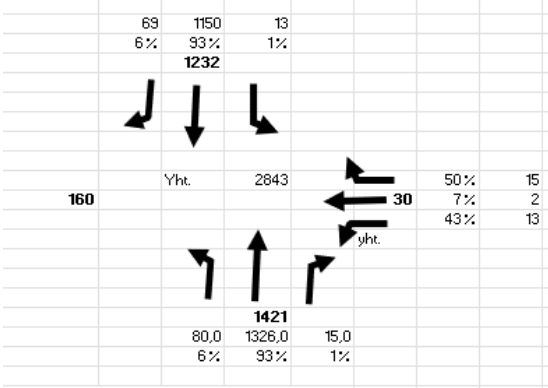
Väylävirasto. (2012-b). *Suuria liikennevirtoja synnyttävien kohteiden liikenneselvitykset ja liikenteelliset ratkaisut*. Haettu 15.6.2023 osoitteesta

<https://www.doria.fi/handle/10024/121588>

Liite 1. Liikennemäärien ja valo-ohjauksien laskut



Suunnittain oleva liikennemääräprosentti on laskettu risteyksessä olevat katujen katupoikkileikkaus liikennemäärät jaettuna risteykseen yhteensä menevät liikennemäärät.



Hanasaarenkadun risteyksen vihreävalon tarve

Suunta	F	S	kaista (kp)	T (60s)	T (70s)	T (80s)	T (90s)	T (100s)	T (110s)	T (120s)
E-->L	80	1600	1	9	10	10	11	11	12	12
E-->I	15	1500	1	7	7	7	7	7	7	7
E-->P	1326	1800	2	22	24	27	29	32	35	37
P-->E	1150	1800	2	20	22	24	26	29	31	33
P-->L	69	1500	1	9	9	10	10	11	11	12
P-I	13	1600	1	6	7	7	7	7	7	7
I-E	13	1600	1	6	7	7	7	7	7	7
I-P	15	1500	1	7	7	7	7	7	7	7
I-L	2	1500	1	6	6	6	6	6	6	6
		yht.		48	53	57	62	67	72	77
Käyttösuhte				0,794	0,751	0,719	0,694	0,674	0,657	0,644

lisätään vielä 1500 a/h ominaisvälityskykyä
lisätään vielä 1500 a/h ominaisvälityskykyä

C (s) =	60	70	80	90	100	110	120
L (s) =	6						

E etelä
P pohjoinen
L länsi
I itä

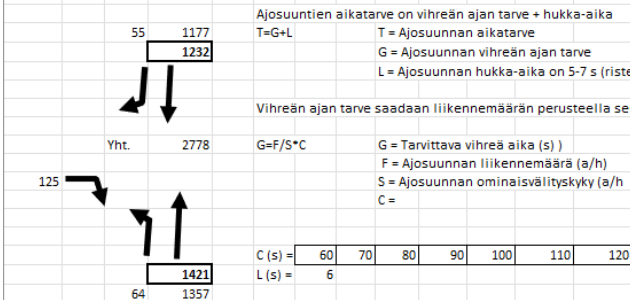
Ohjaussuunnan (= opastinryhmän) vihreän ajan tarve sekunteina lasketaan kaavalla:
vihreän tarve = $Q/S * C + IG$

Suojatie	Matka (m)	Nopeus (m/s)	Aika (s)
Hanasaarenkadun rantatie	14	0,8	18
Sörnäisten rantatie	24,5	0,8	31

Suojatien aikatarpeen laskukaavat:
ylitysmatka / 0,8 kun suojatiellä ei koroketta
ylitysmatka / 0,9 kun suojatiellä on koroke

Kiertoaika C = 90 s
Hukka-aika (IG) = 7 s (laaja liittymä)

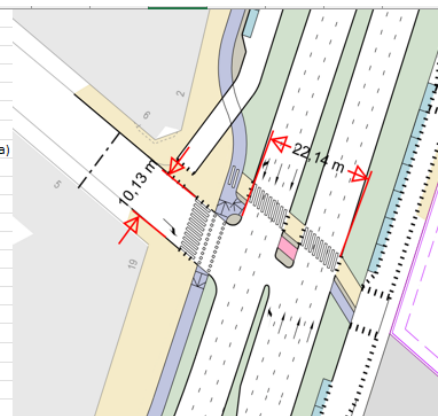
Suunnittain oleva liikennemääräprosentti on laskettu risteyksessä olevat katujen katupoikkileikkaus liikennemäärät jaettuna risteykseen



Ajosuuntien aikatarve on vihreän ajan tarve + hukka-aika
 $T = G + L$
 T = Ajosuunnan aikatarve
 G = Ajosuunnan vihreän ajan tarve
 L = Ajosuunnan hukka-aika on 5-7 s (risteyksen laajuus vaikuttaa)

Vihreän ajan tarve saadaan liikennemäärän perusteella seuraavasti

$G = F/S * C$
 G = Tarvittava vihreä aika (s)
 F = Ajosuunnan liikennemäärä (a/h)
 S = Ajosuunnan ominaisvälityskyky (a/h)
 C =



Kaikukadun risteuksen vihreävalon tarve

Suunta	F	S	Kaista (kp)	T (60s)	T (70s)	T (80s)	T (90s)	T (100s)	T (110s)	T (120s)
E->L	64	1600	1	8	9	9	10	10	10	11
E->P	1326	1800	3	21	23	26	28	31	33	35
P->E	1150	1800	2	20	22	24	26	29	31	33
P->L	55	1500	1	8	9	9	9	10	10	10
L-E	125	1600	1	11	11	12	13	14	15	15
Yhteensä				68	74	80	86	93	99	105
Käyttösuhde				1,13	1,05	1,00	0,96	0,93	0,90	0,88

lisätään vielä 1500 a/h ominaisvälityskykyä

Jalankulkijan suojatien ylityksen voidaan laskea tarvittavan minimiajan: suojatieylityksen pituus (m) / jalankulkijan nopeus (1,2 m/s). Esim. 22 m / 1,2 m/s ≈ 19

Suojatie	Matka a (m)	Nopeus (m/s)	Aika (s)
Kaikukat	10	0,8	13
Sörnäisten	22	0,8	28

Ohjaussuunnan (= opastinryhmän) vihreän ajan tarve sekunteina lasketaan kaavalla:
 vihreän tarve = $Q/S * C + IG$

Suojatien aikatarpeen laskukaavat:
 ylitysmatka / 0,8 kun suojatiellä ei koroketta
 ylitysmatka / 0,9 kun suojatiellä on koroke

Kiertoaika C = 90 s
Hukka-aika (IG) = 7 s (laaja liittymä)

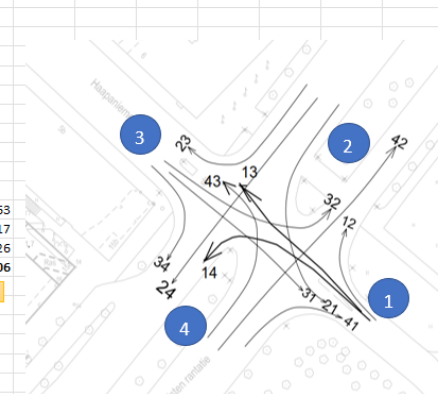
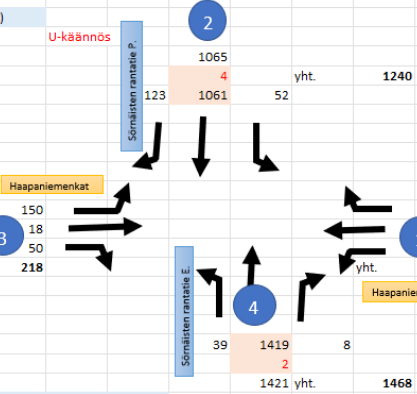
Linnunlahdenkujasta

Itään	0,995
Länteen	0,005
Itä+Länsi	1508

Laskenta tehty video tallenteesta (7.3.2023 ottopäivä)

Suunta	AHT lkm	IHT lkm
12	93	63
13	15	17
14	40	26
21	84	52
23	119	123
24	1279	1061
31	30	18
32	82	150
34	83	50
41	17	8
42	874	1419
43	31	39
22	0	2
44	6	4
Yhteensä	2753	3032

Koska iltahuippupunti (IHT) on suurempi, valitaan IHT liikennemäärä tarkastavaksi.

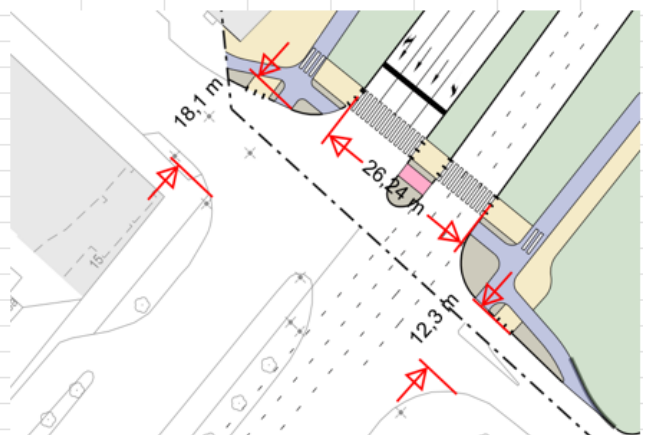


Lasketaan liittymälle kääntymisprosentit

Suunta	Etelään	Itään	Länteen	Pohjoiseen	Yht.
Etelästä		0,0054	0,0266	0,9680	1
Idästä	0,2453		0,1604	0,5943	1
Lännestä	0,2294	0,0826		0,6881	1
Pohjoisesta	0,8589	0,0419	0,0992		1

Linnunlahdenkujasta

Itään	0,297
Länteen	0,703
Itä+Länsi	0,141



Jalankulkijan auojatien ylityksen voidaan laskea tarvittavan minimiajan: suojatieylityksen pituus (m) / jalankulkijan nopeus (1,2 m/s). Esim. 22 m /1,2 m/s ≈ 19 s eli $t=s/v$			
Suojatie	Matka (m)	Nopeus (m/s)	Aika (s)
Haapaniemenkatu	18	0,8	23
Sörnäisten rantatie	26,5	0,8	33
Liikennevalojen kiertoaika vaihtelee n. 60-120 s välillä. Useimmissa liittymissä 90 s on sopiva kiertoaika (Hiljaiset liittymät 60 s ja erittäin ruuhkaiset liittymät pääkaupunkiseudulla 120 s).			
Lasketaan suuntien aikatarve			
Ajosuuntien aikatarve on vihreän ajan tarve + hukka-aika			
T=G+L		T = Ajosuunnan aikatarve	
		G = Ajosuunnan vihreän ajan tarve	
		L = Ajosuunnan hukka-aika on 5-7 s (risteyksen laajuus vaikuttaa)	
Vihreän ajan tarve saadaan liikennemäärän perusteella seuraavasti			
G=F/S*C		G = Tarvittava vihreä aika (s)	
		F = Ajosuunnan liikennemäärä (a/h)	
		S = Ajosuunnan ominaisvälityskyky (a/h)	
		C = Liikennevalojen kiertoaika (s) - yleensä 90 sekuntia. Laajoissa ja monimutkaisissa risteyksissä kiertoaika voi olla myös 120 s	

Suunta	F	S	Kaista (kp)	T (60s)	T (70s)	T (80s)	T (90s)	T (100s)	T (110s)	T (120s)
E->L	39	1600	1	7	8	8	8	8	9	9
E->I	8	1500	1	6	6	6	6	7	7	7
E->P	1421	1800	2	23	26	28	31	34	37	39
P->E	1065	1800	2	19	21	23	25	27	29	31
P->L	123	1500	1	11	12	13	13	14	15	16
P-I	52	1600	1	8	8	9	9	9	10	10
L-E	150	1500	1	12	13	14	15	16	17	18
L-P	50	1600	1	8	8	9	9	9	9	10
L-I	18	1500	1	7	7	7	7	7	7	7
I-E	63	1600	1	8	9	9	10	10	10	11
I-P	26	1600	1	7	7	7	7	8	8	8
I-L	17	1800	1	7	7	7	7	7	7	7
		yht.		62	68	74	80	87	93	99
Käyttösuhde				1,027	0,970	0,927	0,893	0,867	0,845	0,827

lisätään vielä 1500 a/h ominaisvälityskykyä
lisätään vielä 1500 a/h ominaisvälityskykyä

Hanasaarenkatu

Kaikukatu

Haapaniemenkatu

Vilhonvuorenkatu (14.2.2023)

Käenkujas	Hanas.	Lintul	Kaikukat	Haapa L	Haapa I	SRE
2	3	4	5	6	7	8
3	28	151	119	179	78	1278
1	13	63	55	123	52	1061
0	0	0	0	0	0	3
0	0	2	0	0	0	13
0	0	0	0	0	0	0
			0			125
				0	18	50
				17	0	26
2	15	80	64	39	8	0

Liikenne-ennuste 2040	SRP	Käenkujas	Hanas.	Lintul	Kaikukat	Haapa L	Haapa I	SRE
	1	2	3	4	5	6	7	8
SUM	2355	3	29	156	123	184	80	2139
SRP	2238	0	1	13	71	57	54	1916
Käenkujas	3	0	0	0	0	0	0	3
Hanas.	31	15	0	0	2	0	0	13
Lintul	4	0	0	0	0	0	0	0
Kaikukat	5	0	0	0	0	0	0	129
Haapa L	6	225	155	0	0	0	19	52
Haapa I	7	109	65	0	0	0	18	0
SRE	8	2335	2121	2	15	82	66	40

ennuste 2021	2040 ve1 (sisältää Sörnäisten tunnelin)	2040 ve1 (ilman Sörnäisten tunnelia)
42200	47700	43600
3805	4404	4034
4391	4892	4474

Asiantuntijalta saatu liikenne-ennuste on tehty vuoden 2019 mukaan. Toimivuustarkasteluun valitaan IHT liikennemäärä tarkasteltavaksi, koska vuorokauden huipputunti on silloin korkeimmillaan. Ennusteessa on annettua katupoikkileikkaus liikennemäärä eikä kerrota mitä liikenne menee mihinkin suuntaan joten oletetaan että suurin piirtein puolet menee kumpaakin suuntaan.

v. 2040 4474 ajon.fh kerroin ----> 1,03
ja yhteensuunta n. 2237

Kaavaelostuksessa mainittiin uuden maankäyttö lisäksi liikennettä Sörnäisten rantatielle n. 3%.

Pääsuunnan ja suojatien vihreävalon minimin ajan tarve (s)	Risteyks	Suunta	F (ajon./h S)	Kaista (kp T (60s) T (70s) T (80s) T (90s) T (100s) T (110s) T (120s)								
Haapaniemenk. Pääsuonna			2237	1800	2	32	37	41	45	50	54	59
SR suojatie						33	33	33	33	33	33	33
Kaikukat. Pääsuunnat												42
SR suojatie												28
Hanasaarenkatu. Pääsuunnat												44
SR suojatie												31

Liikennevalojen kiertoaika vaihtelee n. 60-120 s välillä. Useimmissa liittymissä 90 s on sopiva kiertoaika (Hijaiset liittymät 60 s ja erittäin ruuhkaiset liittymät pääkaupunkiseudulla 120 s).

Lasketaan suuntien aikatarve

Ajosuuntien aikatarve on vihreän ajan tarve + hukka-aika
 $T = G + L$
 T = Ajosuunnan aikatarve
 G = Ajosuunnan vihreän ajan tarve
 L = Ajosuunnan hukka-aika on 5-7 s (risteyksen laajuus vaikuttaa)

Vihreän ajan tarve saadaan liikennemäärän perusteella seuraavasti
 $G = F / S \cdot C$

G = Tarvittava vihreä aika (s)
 F = Ajosuunnan liikennemäärä (a/h)
 S = Ajosuunnan ohitusvälityskyky (a/h)
 C = Liikennevalojen kiertoaika (s) - yleensä 90 sekuntia. Laajoissa ja monimutkaisissa risteyksissä kiertoaika voi olla myös 120 s

Suunta	F	S	Kaista (h)	T (60s)	T (70s)	T (80s)	T (90s)	T (100s)	T (110s)	T (120s)
E->L	39	1600	1	7	8	8	8	8	8	8
E->P	8	1600	1	6	6	6	6	6	6	6
E->P	1421	1800	2	23	26	28	31	34	37	39
P->E	1065	1800	2	19	21	23	25	27	29	31
P->L	123	1500	1	11	12	13	14	15	16	16
P->L	52	1600	1	8	8	9	9	9	10	10
L-E	150	1500	1	12	13	14	15	16	17	18
L-P	50	1600	1	8	8	9	9	9	9	10
L-I	18	1500	1	7	7	7	7	7	7	7
I-E	63	1600	1	8	9	9	10	10	10	11
I-P	26	1600	1	7	7	7	7	8	8	8
I-L	17	1600	1	7	7	7	7	7	7	7
yht.				62	68	74	80	87	93	95
Käyttösuhte				1,027	0,970	0,927	0,893	0,867	0,845	0,827

Koska suora + kääntövä kaistalla on ajosuunnan ominaisvälityskyky 1500 ajon/h
 lisätään pääsuuntiin menevät välityskyyn määrään 2*1800+1500 5100 ajon/h

Vihreävalon tarve kasvukerroin 59/39= 1,513

Liite 2. Toimivuustarkasteluiden tulokset

Liite 2: Toimivuustarkasteluiden tulokset

Hang Tran , 2023

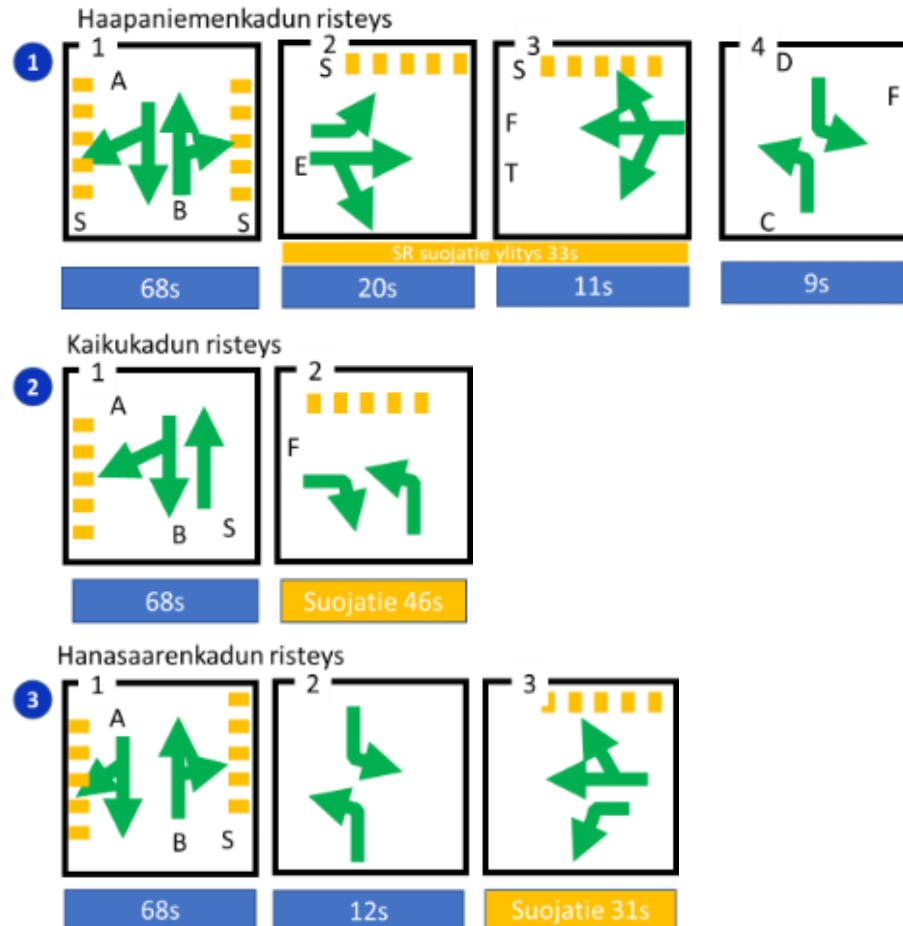
Kohteen mallinnus

- VISSIMillä rakennettu kohdemalli, Sörnäisten rantatie, välillä Hanasaarenkadun ja Haapaniemenkadun risteystä suunnitteluvaiheessa olevan liikennesuunnitelman mukaan
- Mallinnuksessa on mallinnettu kolme bussipysäkkiä.
- Bussivuoroja on mallinnettu 10 minuutin välein.



Liikennevalojen kaaviot

- Liikennevalojen kierrosaika on asetettu kiinteäksi 120 s toistolla
- Sörnäisten rantatien jalankulkuylityksen minimivihreä 31 s
- Toimivuustarkastelussa sivukadun liittymien vihreät vaiheet lyhennetty minimiin, jotta pääsuunta, Sörnäisten rantatie, saisi mahdollisimman paljon vihreä aikaa.

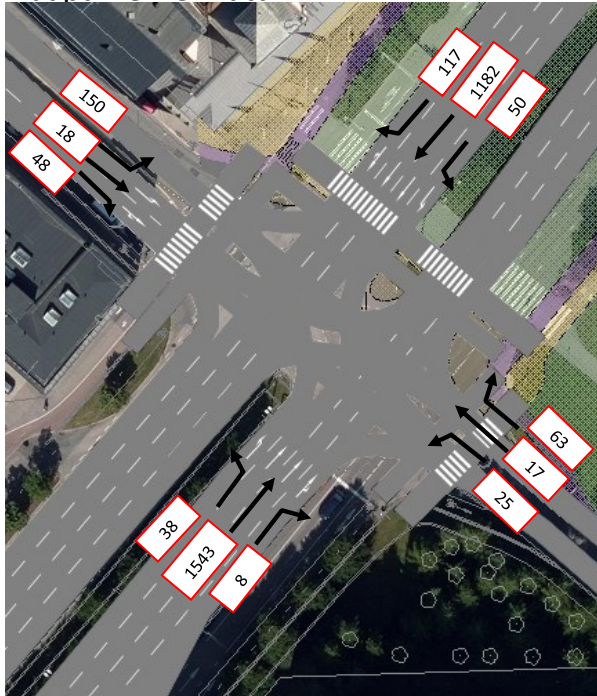


A blurred photograph of a multi-lane highway at night, with light trails from cars and streetlights. A white arrow points downwards in the center of the road.

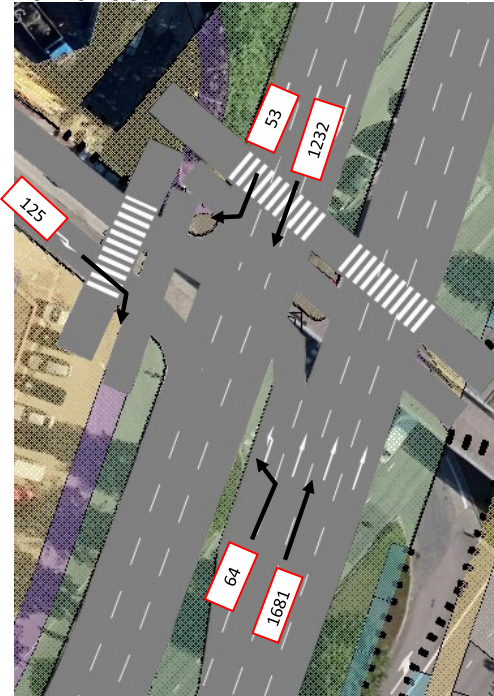
Toimivuustarkastelu nyky
liikennemäärällä (HT)
2023

Liikennemäärä suunnittain IHT, nykytilanne

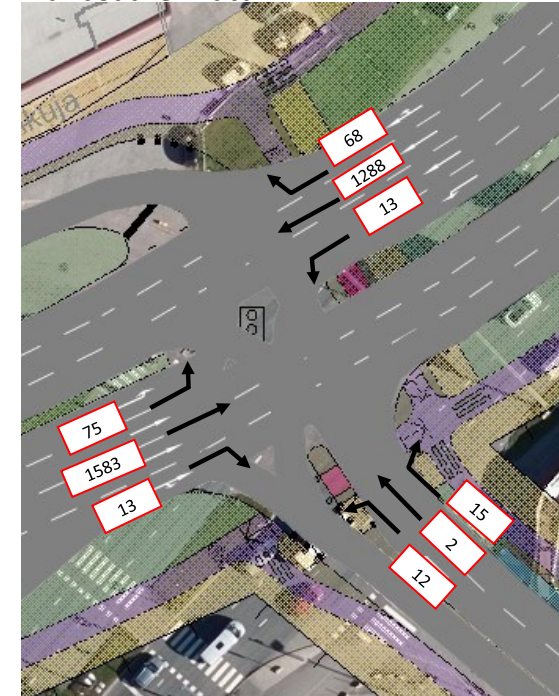
Haapaniemenkatu



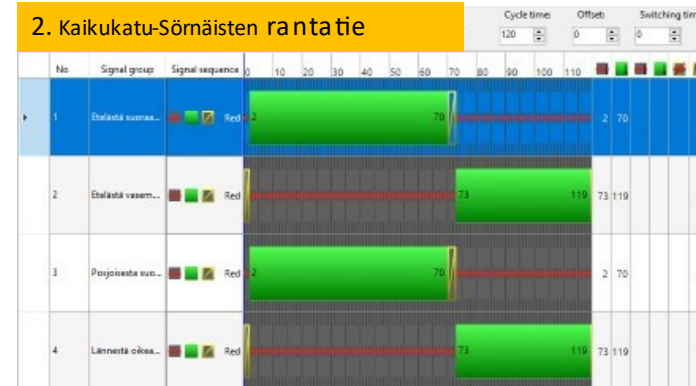
Kaikukatu



Hanasaarenkatu



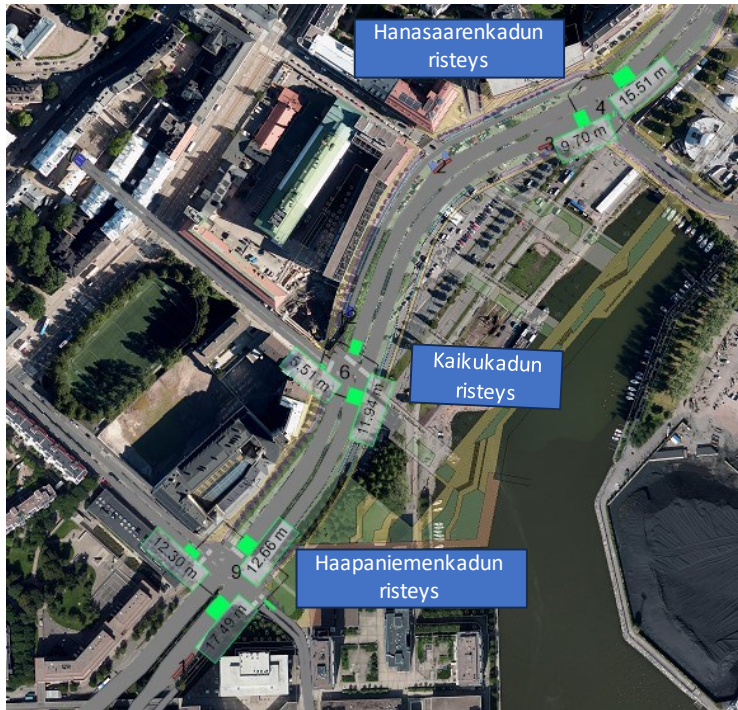
Liikennevalon vaiheistus (50km/h)



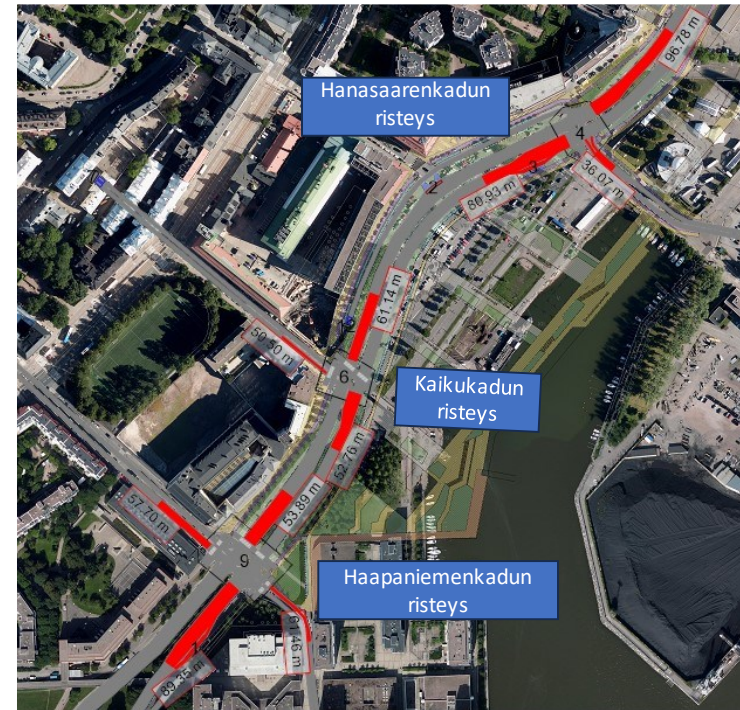
- Liittymien liikennevalojen ajoitukset on kytketty keskenään, jotta pääsuunnan ajoneuvoliikenteelle olisi vihreä aalto.
- Sörnäisten rantatien kadunylitykseen vihreä aika on laskettu niin, että yhdellä vihreällä hidaskin jalankulkija pääsee yli.

Jononpituudet ruuhkatunnin aikana (50km/h)

Keskimääräiset jononpituudet



Hetkittäiset maksimijononpituudet



Ajoneuvojen viivytykset (s) ja palvelutasot (50km/h), nykytilanne

Palvelutaso	Palvelutasoluokka	Viivytys (s) valohjatuissa liittymissä
Erittäin hyvä	A	≤ 10
Hyvä	B	> 10-20
Tyydyttävä	C	> 20-35
Välttävä	D	> 35-55
Huono	E	> 55-80
Erittäin huono	F	> 80

Haapaniemenkatu



Kaikukatu

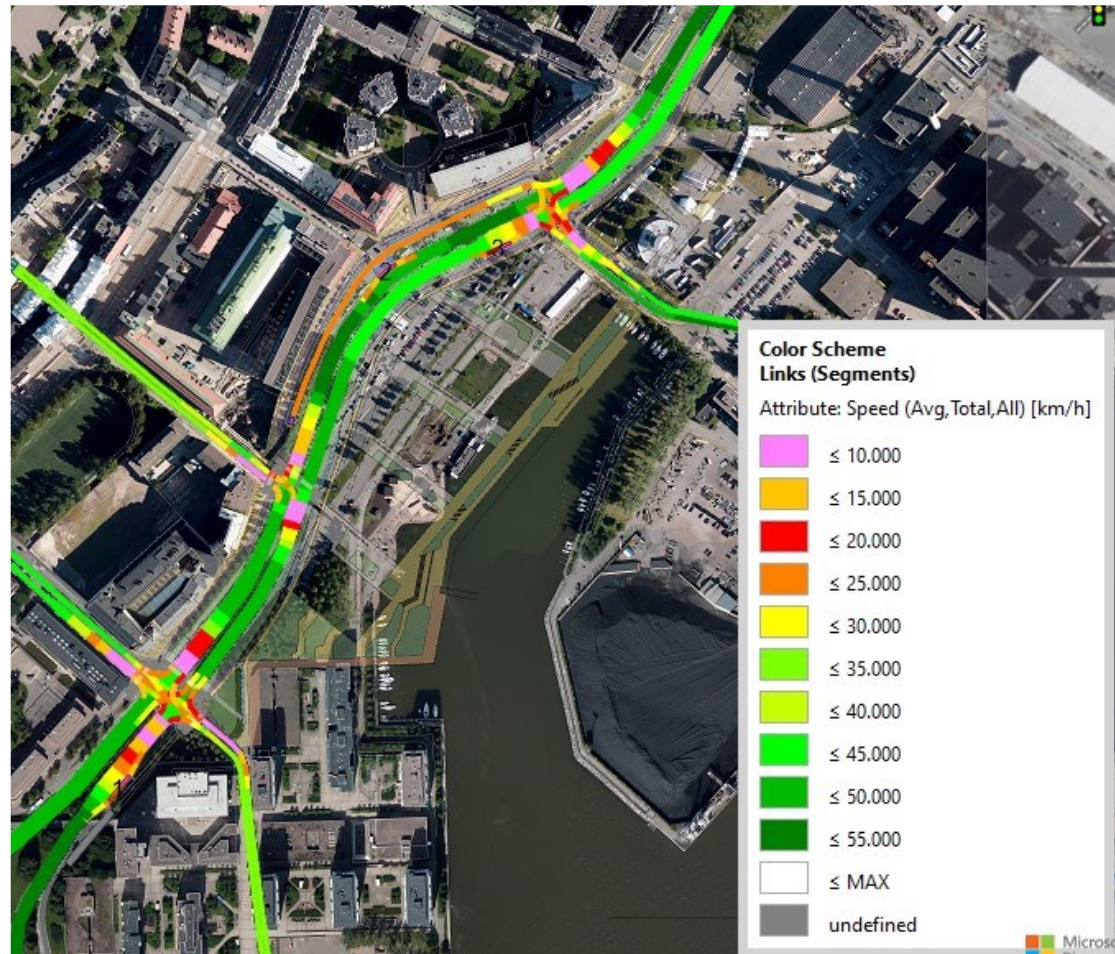


Hanasaarenkatu



Keskimääräinen ajonopeus

Nopeusrajoitus alueella on 50km/h.
Ajoneuvoliikenteen nopeus on hyvin
maltillinen liittymissä.

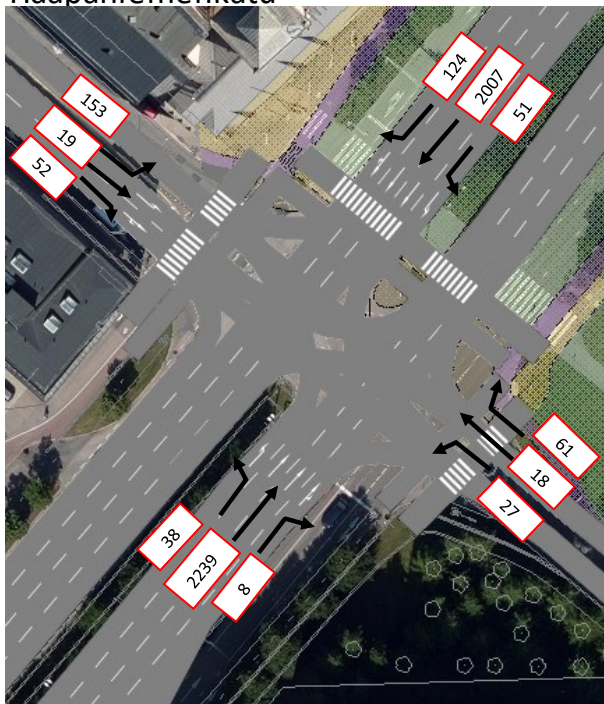


A blurred photograph of a multi-lane highway at night, with light trails from cars and streetlights. A white arrow points downwards in the center of the image.

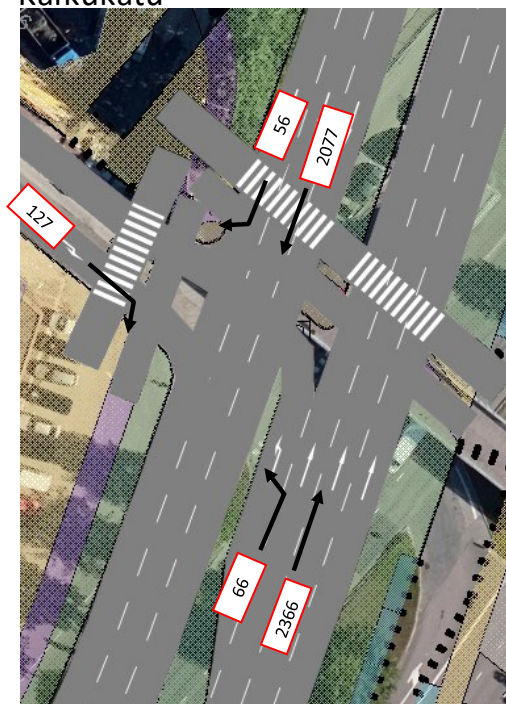
Toimivuustarkastelu v. 2040 (HT),
Sörnäisten rantatie nopeusrajoitus
pysyy entisellään (50km/h)

Liikennemäärä suunnittain, v. 2040 (50km/h ja 40km/h)

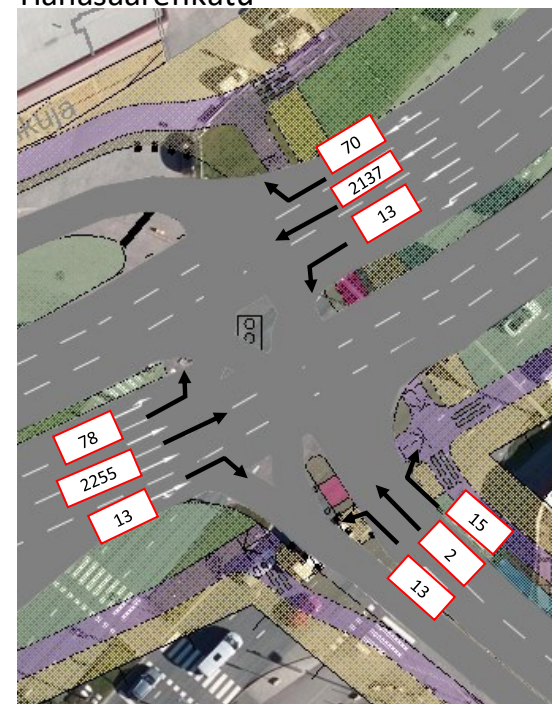
Haapaniemenkatu



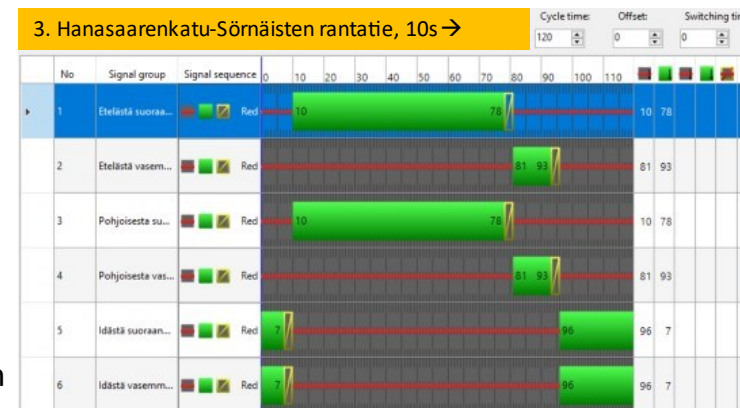
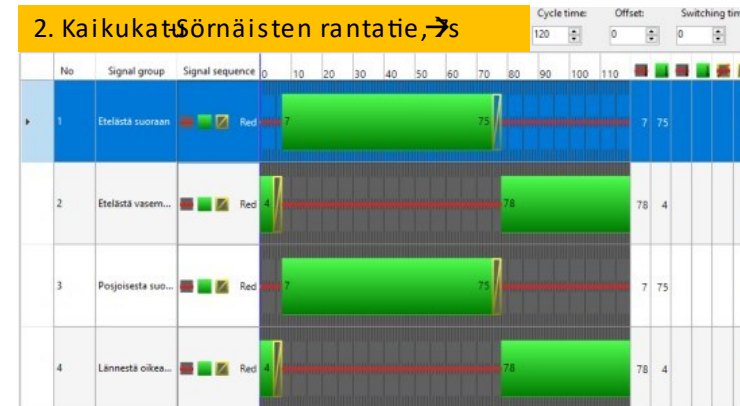
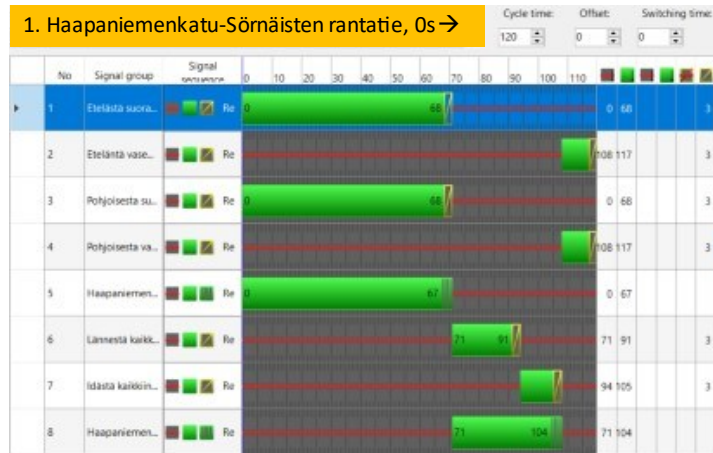
Kaikukatu



Hanasaarenkatu



Liikennevalon vaiheistus (50km/h)



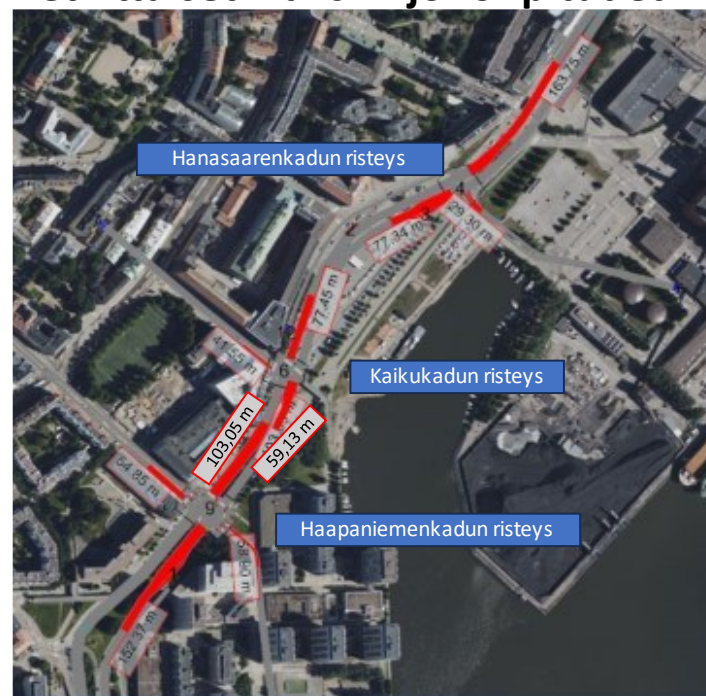
- Liittymien liikennevalojen ajoitukset on kytketty keskenään, jotta pääsuunnan ajoneuvoliikenteelle olisi vihreä aalto.
- Sörnäisten rantatien kadunylitykseen vihreä aika on säädetty niin, että yhdellä vihreällä hidaskin jalankulkija pääsee yli.
- Ennustevuodessa vihreä ajan ajoitusta on säädetty liikennemäärän ja nopeusrajoituksen mukaan sujuvoittamaan liikennettä.

Jononpituudet ruuhkatunnin aikana (50km/h)

Keskimääräiset jononpituudet



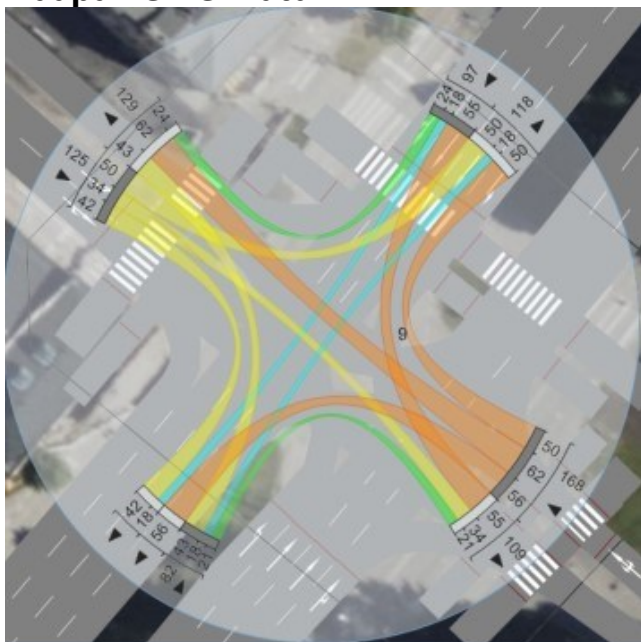
Hetkittäiset maksimijononpituudet



Ajoneuvojen viivytykset (s) ja palvelutasot (50km/h)

Palvelutaso	Palvelusoluokka	Viivytys (s) valohjatuissa liittymissä
Erittäin hyvä	A	≤ 10
Hyvä	B	> 10-20
Tyydyttävä	C	> 20-35
Välttävä	D	> 35-55
Huono	E	> 55-80
Erittäin huono	F	> 80

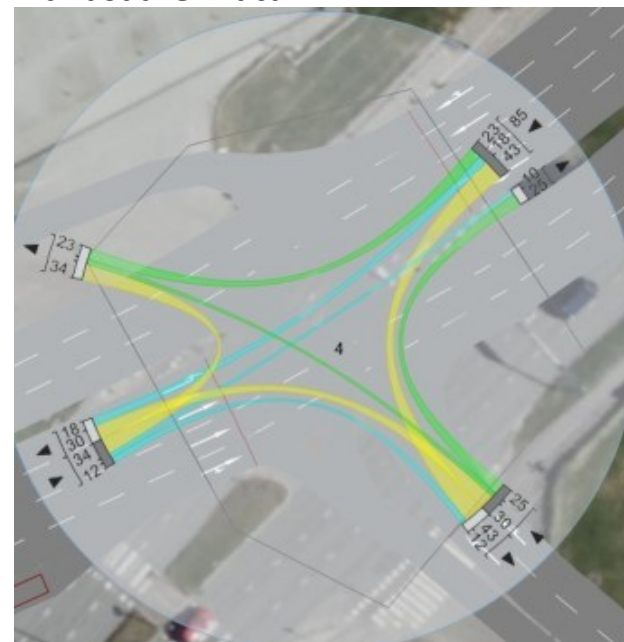
Haapaniemenkatu



Kaikukatu

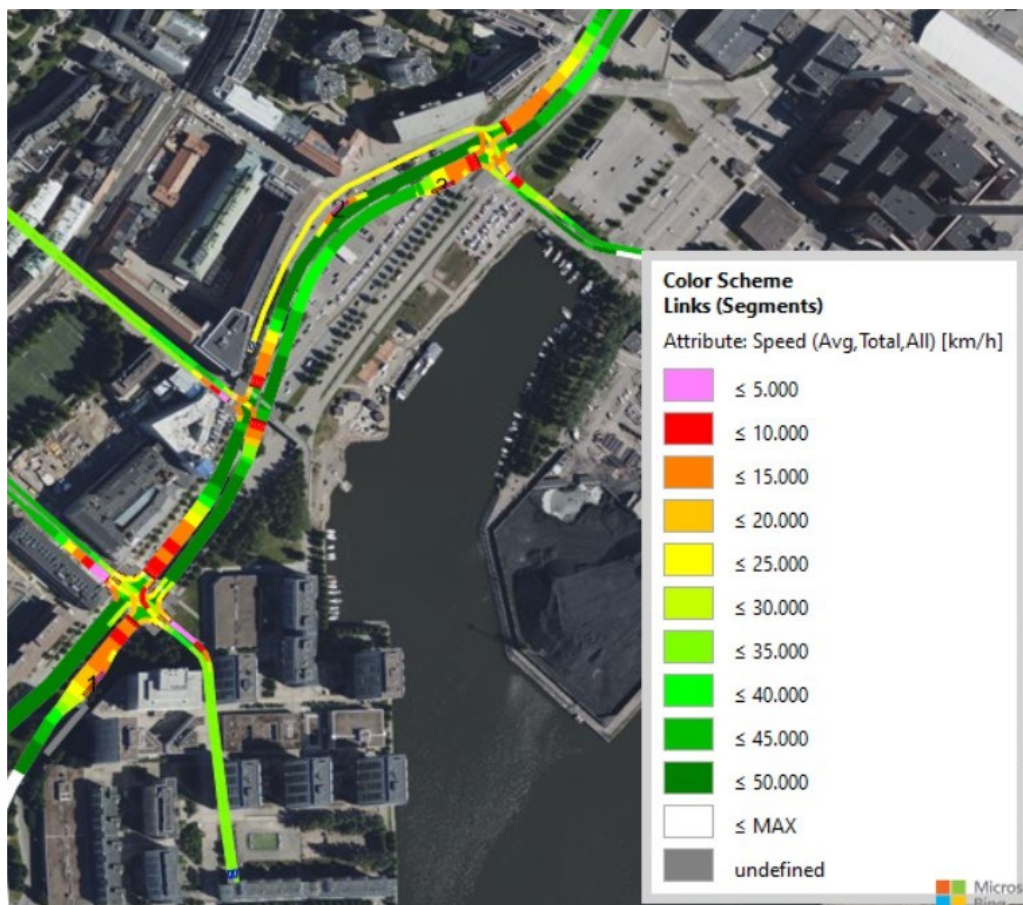



Hanasaarenkatu



Ajoneuvojen keskimääräinen ajonopeus

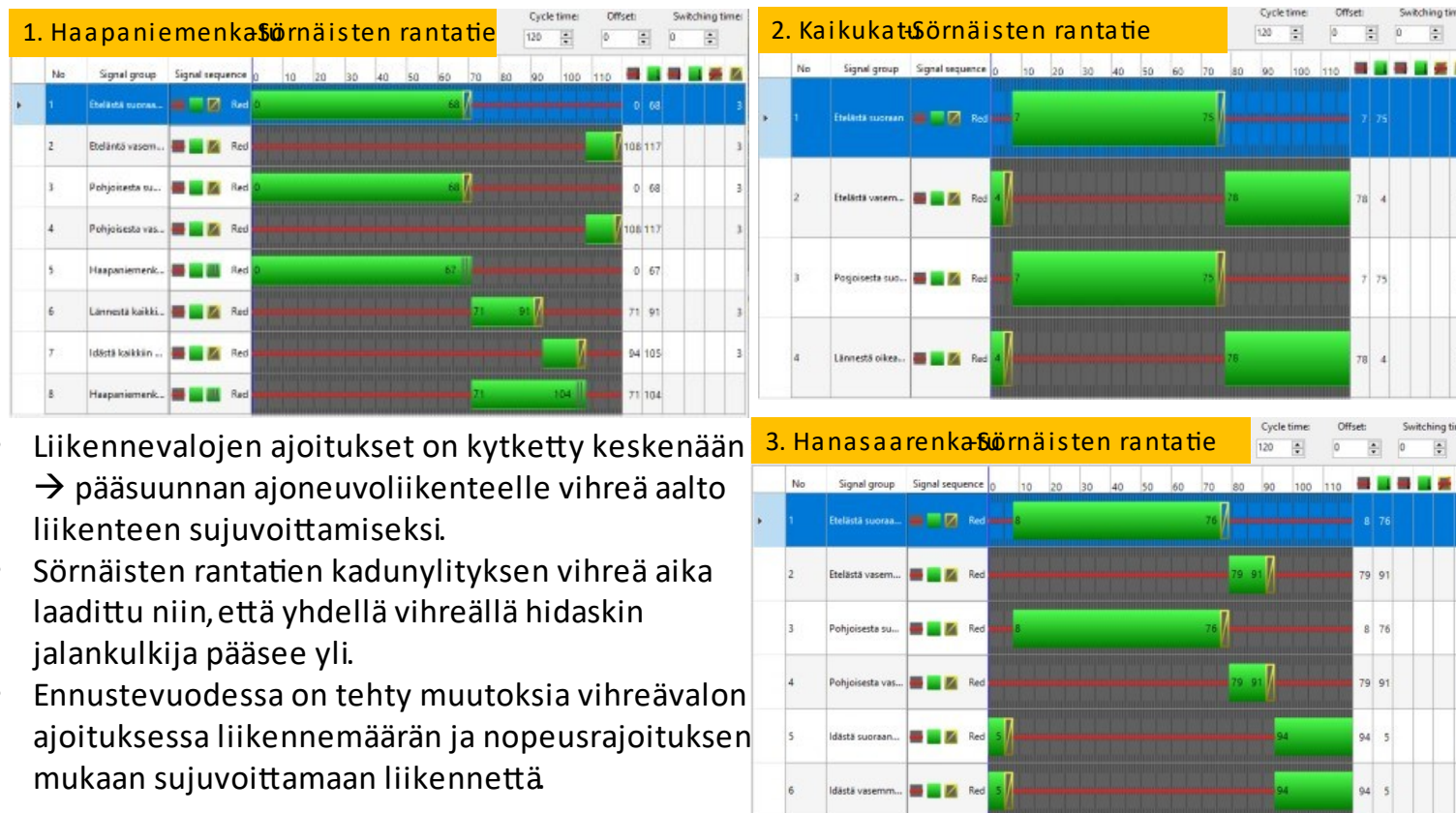
Nopeusrajoitusalueella
nykytilanteen mukaan
50km/h



A blurred photograph of a multi-lane highway at night, showing light trails from cars. A white arrow points downwards in the center of the road.

Toimivuustarkastelu v. 2040(HT),
Sörnäisten rantatie
nopeusrajoituksen muutos
asemakaavan mukaan (40km/h)

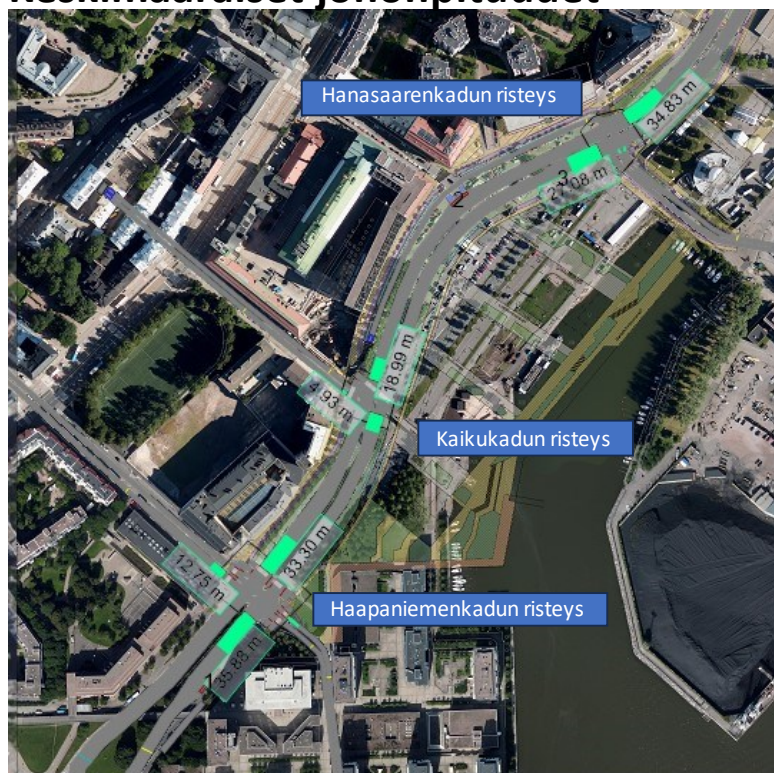
Liikennevalon vaiheistus (40km/h)



- Liikennevalojen ajoitukset on kytketty keskenään → pääsuunnan ajoneuvoliikenteelle vihreä aalto liikenteen sujuvoittamiseksi.
- Sörnäisten rantatien kadunylityksen vihreä aika laadittu niin, että yhdellä vihreällä hidaskin jalankulkija pääsee yli.
- Ennustevuodessa on tehty muutoksia vihreävalon ajoituksessa liikennemäärän ja nopeusrajoituksen mukaan sujuvoittamaan liikennettä

Jononpituudet ruuhkatunnin aikana (40km/h)

Keskimääräiset jononpituudet



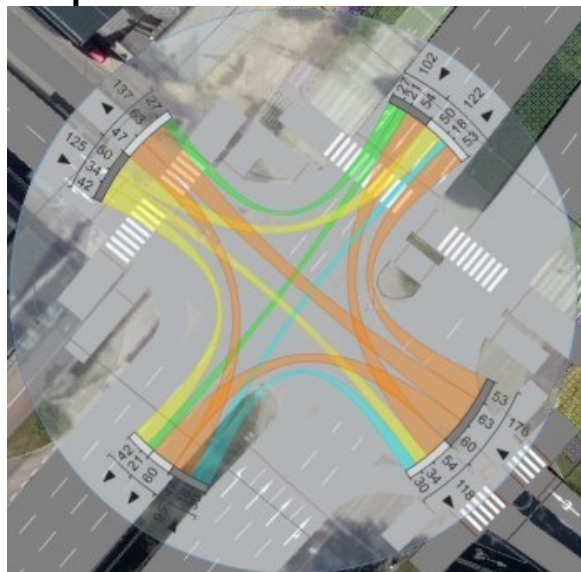
Hetkittäiset maksimijononpituudet



Ajoneuvojen viivytykset (s) ja palvelutasot (40km/h)

Palvelutaso	Palvelusoluokka	Viivytys (s) valohjatuissa liittymissä
Erittäin hyvä	A	≤ 10
Hyvä	B	> 10-20
Tyydyttävä	C	> 20-35
Välttävä	D	> 35-55
Huono	E	> 55-80
Erittäin huono	F	> 80

Haapaniemenkatu

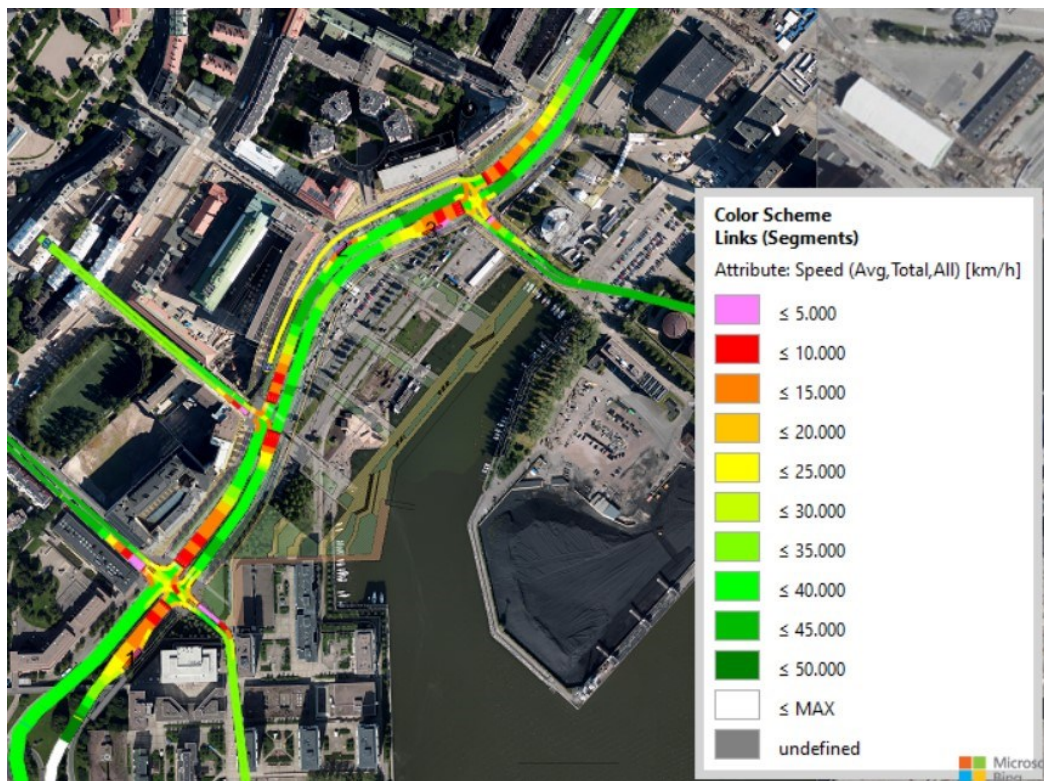


Kaikukatu



Hanasaarenkatu

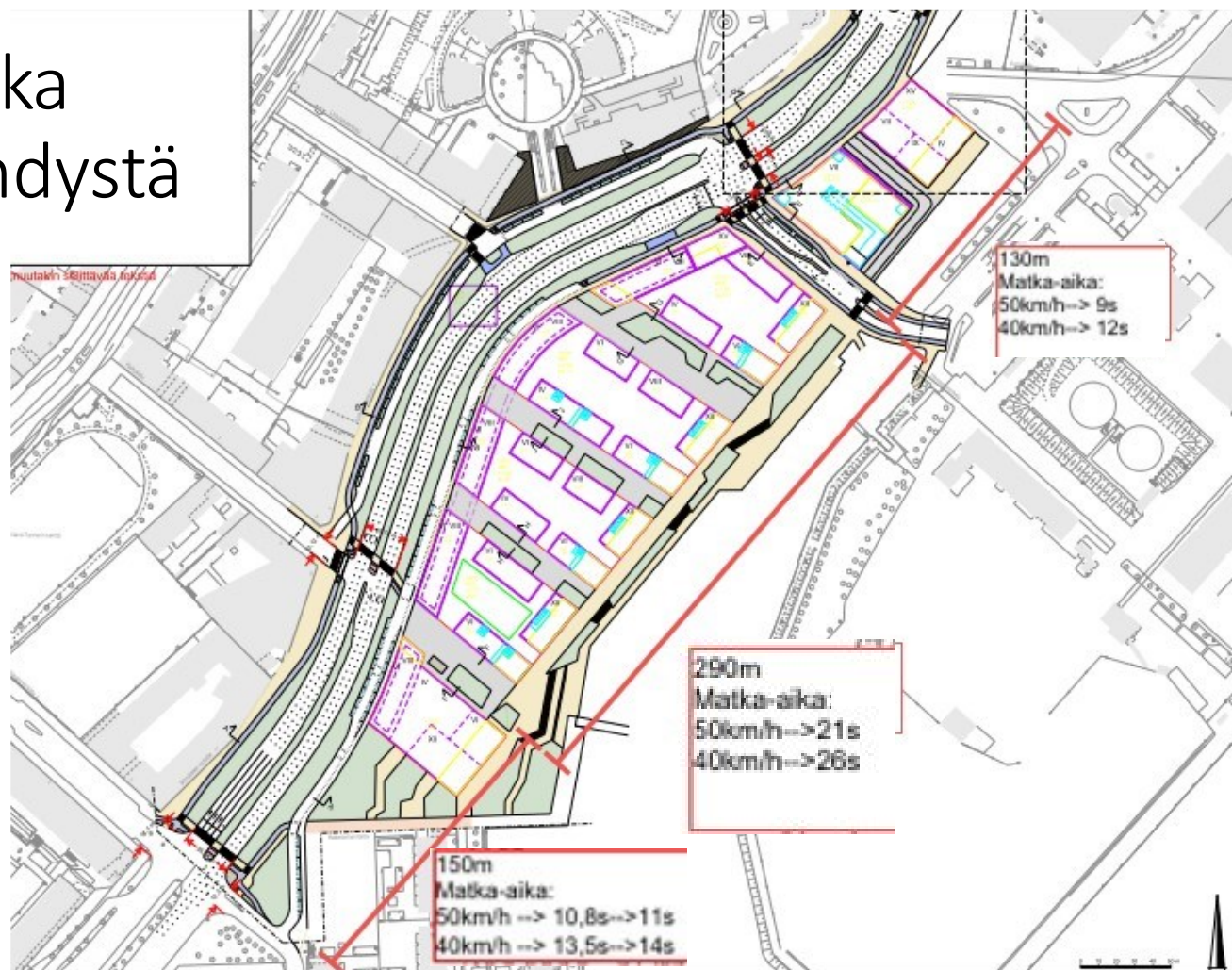




Keskimääräinen ajonopeus

Ennustevuoden
nopeusrajoitusta on muutettu
40km/h asemakaavan
mukaan.

Auton ajoaika ilman pysähdystä



Yhteenveto

Toimivuustarkastelun tuloksista todettiin nykytilan sekä ennustevuoden 2040 huipputunnin liikennemäärillä liikenneväyläkapasiteetit eivät ylitä keskimääräisessä jononpituudessa. Hetkellisen maksimijononpituudessa Hanasaarenkadun liittymä jono ylittyi Käenkujan liittymään.

Palvelutason luokat tippuivat yhdellä tasoluokituksella ennustevuoden liikennemäärässä Haapaniemekadun ja Hanasaarenkadun liittymissä muutamilla ajoväylän suunnilla.

Toimivuustarkasteluiden tuloksella todetaan, että suunnitteilla oleva liikennesuunnitelman katuverkoston kestävä hyvin uuden maankäytön tuoma liikennemuutokset.

Kuormitusta näkyi tarkastelussa Hanasaarenkadun risteuksen pohjoisesta suunnasta. Jatkoselvityksessä olisi hyvä ottaa Käenkujan liittymä mukaan tarkastukseen. Tarkastelulla nähtäisiin yltäkö hetkittäiset maksimijononpituudet Käenkujan liittymään.

Toimivuustarkastelun tulosten paikkansapitävyys riippuu hyvin paljon liikenneennusteen laadinnan luotettavuudesta. Ennusteis on aina suuria epävarmuustekijöitä ja riippuvuuksia muihin mahdollisesti toteutettaviin hankkeisiin ja maankäyttöön.

Palvelutaso	Palvelutasoluokka	Viivytys (s) valo-ohjatuissa liittymissä
Erittäin hyvä	A	≤ 10
Hyvä	B	> 10-20
Tyydyttävä	C	> 20-35
Välttävä	D	> 35-55
Huono	E	> 55-80
Erittäin huono	F	> 80

Hetkittäiset maksimijononpituudet



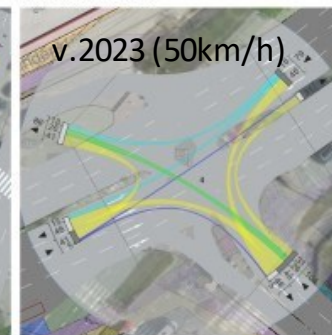
Hetkittäiset maksimijononpituudet



Haapaniemekatu

Kaikukatu

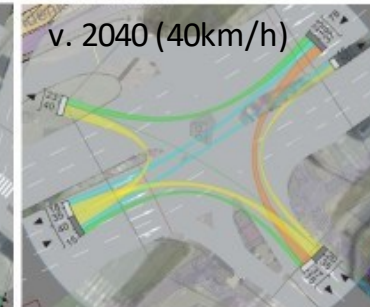
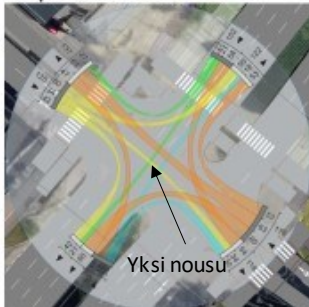
Hanasaarenkatu



Haapaniemekatu

Kaikukatu

Hanasaarenkatu



Liite 3. Kirjallinen haastattelun kysymykset ja vastaukset

Asiantuntijan haastattelukysymykset

Liikenneasiantuntija Helsingin kaupungilta

1. Missä tapauksissa kaupunki tilaa liikenteen toimivuustarkasteluja päätöksenteon tueksi? Tilataanko toimivuustarkasteluita muihin tarkoituksiin, kuin tukemaan päätöksentekoa?

Suurien järjestelmätason suunnitelmien toimivuustarkasteluiden lisäksi toimivuustarkasteluja tehdään myös esim. vaihtoehtojen vertailuun suunnittelutyötä tehdessä erityisesti pääkatuverkolla. Esimerkiksi kääntyvien kaistojen tarpeen määrittely; tarvitaanko kääntymiskaistoja tai pitääkö vasemmalle kääntyminen kieltää kokonaan. Mihin jononpäät ulottuvat, kuinka pitkä kääntymiskaista tarvitaan, jottei pääsuunta/joukkoliikenne häiriinny, yms. Myös työnaikaisia liikennejärjestelyitä (tai niiden periaatteita) suunniteltaessa voidaan tehdä toimivuustarkasteluja vaihtoehtojen vertailun vuoksi. vaikutuksia esim. joukkoliikenteeseen pitkällä aikavälillä voi olla hankala selvittää, sillä autoliikenne voi hakeutua ajan kanssa eri reiteille tai liikkuu eri aikoina tai vaihtaa kulkumuotoa. Sama tuki pätee pysyvissä järjestelyissäkin, mikäli autoliikenteen kapasiteetti vähenee.

2. Mitä lähtötietoja kaupunki toimittaa konsultille tilatessaan toimivuustarkasteluja? Kaupungin ohjeessa kerrotaan tärkeimpiä lähtötietoja, mutta siinä ei ole rajattu, mitä niistä kaupunki toimittaa ja mikä niistä jää konsultin hankittavaksi.

Helmet-pohjainen liikenne-ennuste sekä mahdolliset liikennelaskennat, joiden pohjalta konsultti täydentää ja kalibroi tarkastelualueen ennustetta. Joskus laskentoja tehdään myös osana konsulttityötä. Lisäksi tarkastelualueen liikennesuunnitelma tai sen luonnos sekä maankäytön kerrosalat toiminnoittain. Kaupunki toimittaa myös nopeusrajoitustiedot ja raskaan liikenteen osuuden tai arvion siitä. Joukkoliikenteen osalta toimitaan varmaan tapauskohtaisesti, tuleeko lähtötieto kaupungilta vai selvittääkö konsultti.

3. Onko kaupungilla suosituksia, mitä liikenteen ennustevuotta toimivuustarkasteluissa tulisi käyttää? Millä perusteella ennustevuosi valitaan?

Ennustevuosi on tyypillisesti ollut 15–20 vuoden päässä. Ennusteissa on aina suuria epävarmuuksia ja riippuvuuksia muihin mahdollisesti toteutettaviin hankkeisiin ja maankäyttöön. Ennusteissa autoliikenteen määrä tyypillisesti nousee vuosi vuodelta, mikä on

ristiriidassa Hiilineutraali Helsinki -tavoitteiden ja muutenkin kulkumuotojakauman muutostavoitteiden kanssa. Yksi tapa on myös käyttää nykytilanteen liikennemääriä eli olettaa, että autoliikenteen määrä ei ainakaan kasva. Täysin selkeää toimintatapaa tästä ei vielä ole. Käytetty ennuste/liikennemäärä on merkittävä tekijä toimivuustarkasteluiden kannalta, joten asia on tärkeä.

4. Onko konsultin toimittamat toimivuustarkastelun raportit sisällöltään riittäviä, selkeitä ja havainnollisia? Jäikö mieleen, että olisit kaivannut tuloksissa jotain muuta, joka tukisi liikennesuunnitelman päätöstä?

En muista niissä olleen mitään isompia puutteita. Raporttiin on voitu tehdä täsmentäviä lisäyksiä esim. lähtökohtiin tai johtopäätöksiin.

5. Onko kaupungin nykyinen liikenteen toimivuustarkasteluohje toimiva? Onko ohjeessa kohtia, joita tulisi selkeyttää tai täydentää? Muita parannusehdotuksia?

Teknisesti ohje on hyvä, mutta ohjeesta puuttuu linkki Hiilineutraali Helsinki -tavoitteisiin, vrt. vastaus ennustevuodesta. Ehkä tällaista ei syytä kirjoittaakaan tuohon ohjeeseen, mutta ainakin pitäisi keskustella ja päättää, tehdäänkö kuten on ennenkin tehty vai siirrytäänkö tavoitelähtöiseen suunnitteluun.