

Keravan keskustan liikenteen toimivuustarkastelu



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Liikennealan koulutusohjelma

Riihimäki, 2016

Tiia Numminen

Liikenneala
Riihimäki

Tekijä Tiiia Numminen **Vuosi** 2016

Työn nimi Keravan keskustan liikenteen toimivuustarkastelu

TIIVISTELMÄ

Työssä selvitettiin Keravan keskustan maankäytön kehittämisen vaikutuksia liikenteeseen koko keskustan alueelta. Keskustan alueella tullaan tiivistämään asuntorakentamista. Alueen kokonaisvaltainen liikenteen toimivuuden tarkastelu oli tehtävä, jotta kehittämistarpeita voidaan tunnistaa ja ennakoida maankäyttöhankkeiden yhteydessä. Työn toimeksiantajana toimi Keravan kaupunkitekniikka -liikelaitos.

Työssä tutkittiin nykytilanteen toimivuutta sekä kahden parannusehdotuksen vaikutuksia liikenteeseen. Parannusehdotukset on saatu toimeksiantajalta. Vaihtoehtoilta pyrittiin selvittämään, mitä mahdollisia muutoksia liikennejärjestelmään tulisi tehdä rakentamisen yhteydessä.

Toimivuustarkastelut tehtiin Paramics- mikrosimulointiohjelmalla. Tarvitavat pohjatiedot antoi työn toimeksiantaja. Liikennemäärät keskusta-alueelta saatiin yhdistelemällä monia erilaisia lähteitä. Alueelta saatiin kerätyksi riittävät lähtötiedot liikennemääristä. Tulevaisuuden liikennemäärät laskettiin rakennettavista ja suunnitteilla olevista kerrosneliömetreistä.

Keravan aseman itäpuoli nousi esille, kun tarkasteltiin ongelmakohtia. Jos aseman itäpuolelle tullaan rakentamaan paljon, tulee alueen liikennejärjestelmää kehittää. Vaihtoehtoista parhaiten toimi kiertoliittymän rakentaminen asemansillan itäpuolelle, johon otetaan mukaan Sahankatu. Samassa vaihtoehdossa tarkasteltiin Paasikivenkadun muuttamista joukkoliikennekaduksi kävelykadun kohdalta. Tämä rauhoittaisi keskustan aluetta, eikä muutos vaikuttanut liikenteen toimivuuteen.

Avainsanat liikenteen simulointi, toimivuustarkastelu, liikenteen rauhoittaminen

Sivut 27 sivua

Degree Programme in Traffic and Transport Management
Riihimäki

Author	Tiia Numminen	Year 2016
Subject	Traffic Statement of the Kerava city centre	

ABSTRACT

The work examined the effects of land-use development in Kerava traffic at the downtown area. At the downtown area the compaction construction will be intensified. The area traffic statement had to be done so that development needs can be recognised and that they can be anticipated on the context of land-use plan. The thesis was commissioned by the City of Kerava and its public utility of Kaupunkitekniikka.

The thesis inspest the functionality of the present situation as well as the effects of two different proposal of improvements. The proposal for improvement were given by the commissioner of the thesis. The options aimed to find out what possible changes to the transport system should be carried out interconnect the construction.

The functionality tests of the traffic was performed program called Paramics microscopic traffic simulation software. The necessary grounding of the thesis gave the commissioned. Traffic volumes in the downtown area was got joining by many different data. The basic data of the traffic volumes were collected on the area. The future traffic volumes were calculated from the floor square meters up which are about to be built.

Most of the problems in the future will be on the east side of the Kerava railway station. If there will be lot of construction on the east side of the railway station, the transportation system in the area has to be developed. The best scenario is a construction of a roundabout on the eastern side of the bridge, which will include also Sahankatu. In the same scenario construction of Paasikivenkatu to the bus and tram street on the point of the pedestrian street was considered. This would calm down traffic on the center area and the change didn't affect the functioning of the traffic.

Keywords traffic simulation, traffic protection, traffic statement

Pages 27 pages

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	TYÖN TAVOITTEET	1
3	TYÖN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS	2
4	MALLINNETTU ALUE	3
5	LIKENNEMÄÄRÄT	4
5.1	Mallissa käytetyt lähtö- ja määräpaikkamatriisit	4
5.1.1	Nykytilanteen lähtö- ja määräpaikkamatriisi	4
5.1.2	Vuoden 2030 lähtö- ja määräpaikkamatriisi	5
6	TARKASTELTAVAT VAIHTOEHDOT	6
6.1	Vaihtoehto 0.....	6
6.2	Vaihtoehto 1.....	6
6.3	Vaihtoehto 2.....	7
7	TULOKSET.....	8
7.1	Nykytilanne.....	8
7.1.1	Jonon maksimipituudet	9
7.1.2	Palvelutaso	9
7.1.3	Liikennemäärät	10
7.2	Vaihtoehto 0.....	11
7.2.1	Jonon maksimipituudet	11
7.2.2	Palvelutaso	12
7.2.3	Liikennemäärät	13
7.3	Vaihtoehto 0 tuloksien vertailu nykytilanteeseen	14
7.3.1	Jonon maksimipituudet nykytilanteessa verrattuna vaihtoehtoon 0... 14	14
7.3.2	Palvelutaso nykytilanteessa verrattuna vaihtoehtoon 0.....	14
7.3.3	Liikennemäärät nykytilanteessa verrattuna vaihtoehtoon 0	15
7.3.4	Matka-ajat nykytilanteessa verrattuna vaihtoehtoon 0	15
7.4	Vaihtoehto 1.....	16
7.4.1	Jonon maksimipituudet	16
7.4.2	Palvelutaso	16
7.4.3	Liikennemäärät	17
7.5	Vaihtoehto 1 tuloksien vertailu vaihtoehtoon 0	18
7.5.1	Jonon maksimipituudet vaihtoehdossa 0 verrattuna vaihtoehtoon 1.. 18	18
7.5.2	Palvelutaso vaihtoehdossa 0 verrattuna vaihtoehtoon 1	19
7.5.3	Liikennemäärät vaihtoehdossa 0 verrattuna vaihtoehtoon 1.....	19
7.5.4	Matka-ajat vaihtoehdossa 0 verrattuna vaihtoehtoon 1	20
7.6	Vaihtoehto 2.....	21
7.6.1	Jonon maksimipituudet	21
7.6.2	Palvelutaso	22
7.6.3	Liikennemäärät	23

7.7	Vaihtoehdon 2 tuloksien vertailu vaihtoehtoon 0	24
7.7.1	Jonon maksimipituudet vaihtoehdossa 0 verrattuna vaihtoehtoon 2..	24
7.7.2	Palvelutaso vaihtoehdossa 0 verrattuna vaihtoehtoon 2	24
7.7.3	Liikennemäärät vaihtoehdossa 0 verrattuna vaihtoehtoon 2.....	25
7.7.4	Matka-aika vaihtoehdossa 0 verrattuna vaihtoehtoon 2.....	25
7.8	Tulosten yhteenveto ja tilaajan palaute	25
LÄHTEET	27

1 JOHDANTO

Kerava on pinta-alaltaan pieni kaupunki, joka sijaitsee junaradan varrella. Asukkaita kaupungissa on 35 293. Kerava on suomen kolmanneksi tiheimmin asutettu kaupunki. Keravan keskustan liikenteen toimivuuden tarkastelun tilaajana on toiminut Keravan kaupungin Kaupunkitekniikan -liikelaitos. Liikenteen toimivuuden tarkastelussa on kiinnitetty huomiota siihen, kuinka Keravan keskustan kehittäminen vaikuttaa liikenteeseen.

Keravan kaupunki on sitoutunut Helsingin seudun maankäytön-, asumisen- ja liikenteen sopimuksessa asuntotuotannon määrän kasvattamiseen. Keravan kaupungin yksi keskeisimmistä asumisen tiivistämisen kohteista on keskusta-alue. Tämän alueen kokonaisvaltainen liikenteen toimivuuden tarkastelu oli tehtävä, jotta kehittämistarpeita voidaan tunnistaa ja ennakoita maankäyttöhankkeiden yhteydessä.

Liikenteen toimivuuden tarkastelut on tehty Paramics -mikrosimulointiohjelmalla. Paramics soveltuu laajojen liikenneverkkojen tarkasteluun. Paramicsilla pystytään mallintamaan ajoneuvoliikenteen lisäksi joukkoliikennettä sekä jalankulkijoita. Tarkasteltavia vaihtoehtoja on kolme. Simuloinnin ajankohta on iltahuipputunti kello 16:00-17:00.

2 TYÖN TAVOITTEET

Työllä haluttiin selvittää, miten keskusta-alueen liikennejärjestelmä toimisi, jos maankäyttöä lisätään noin 300 000 kerrosneliometriä. Toisena tarkoituksena oli selvittää mahdollisia liikenneongelmia sekä havaita uusia kehittämistarpeita. Selvittämiseen tarvittiin tuloksia, joita saatiin mikrosimulointiohjelmasta. Tuloksia, joiden avulla liikennejärjestelmän toimivuutta tarkastellaan, ovat jonojen maksimipituudet, palvelutaso, matka-aika ja liikenteenmäärät.

Tuloksia hyödynnetään keskusta-alueen kaavoituksessa sekä liikennejärjestelmän kehittämistoimenpiteiden priorisoinnissa, siltä osin kuin se on kaupungin kehittämisen kannalta tarkoituksenmukaista.

3 TYÖN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

Työn suunnittelu aloitettiin miettimällä yhdessä tilaajan kanssa mitä halutaan mallintaa ja miksi ja millaisia tuloksia olisi tarkoituksena tuottaa. Yhdessä tilaajan kanssa rajattiin mallinnettava-alue ja sovittiin mitä mallissa simuloidaan.

Kun mallinnettava alue oli selvillä, aloitin Paramics -mikrosimulointiohjelmalla rakentamaan nykytilannetta. Rakensin mikrosimulointiohjelmalla kaikki mallinnettavaan alueeseen kuuluvat kadut oikeassa mittakaavassa.

Malliin olen muuttanut Approach Visibility-parametrin arvoja, tämä vaikuttaa liittymän välityskykyyn. Arvo kertoo mikä on näkyvyys liittymässä, oletusarvo ohjelmassa on nolla. Arvon ollessa nolla ajoneuvot pysähtyvät ennen risteystä. Approach Visibility-parametrit on muutettu mallissa vastaamaan todellista näkyvyyttä liittymissä. (Musto, ym. 2013, 35.)

Parametrien Reaction factor ja Headway factor arvoilla vaikutetaan reagointi aikaan risteyksissä. Paramic-ohjelmassa oletusarvo on 1.0. Muutin arvoja liikennevaloissa 0.77, kiertoliittymässä arvoksi muutin 0.7 ja muissa risteyksissä 0.8. Parametrien arvot on saatu Tieliikenteen toimivuuden arviointiohjeista. (Musto, ym. 2013, 35.)

Malliin on mallinnettu joukkoliikenne, Paasikivenkadun ylitykseen kävelijöitä sekä tehty yli- ja alikulkuja. Mallissa on reititystä, jolla on saatu nykytilanteen liikennemäärät vastaamaan todellisuutta.

Mallin rakentamisen jälkeen tuli luoda nykytilanteen liikennettä malliin. Liikenne kulkee mallissa lähtö- ja määräpaikkamatriisiin mukaan. Matriisin tekeminen oli työläs, koska matriisissa lähtö- ja määräpaikkoja on 32 kappaletta. Matriisin liikenteen sai vastaamaan todellisuutta reitityksen avulla.

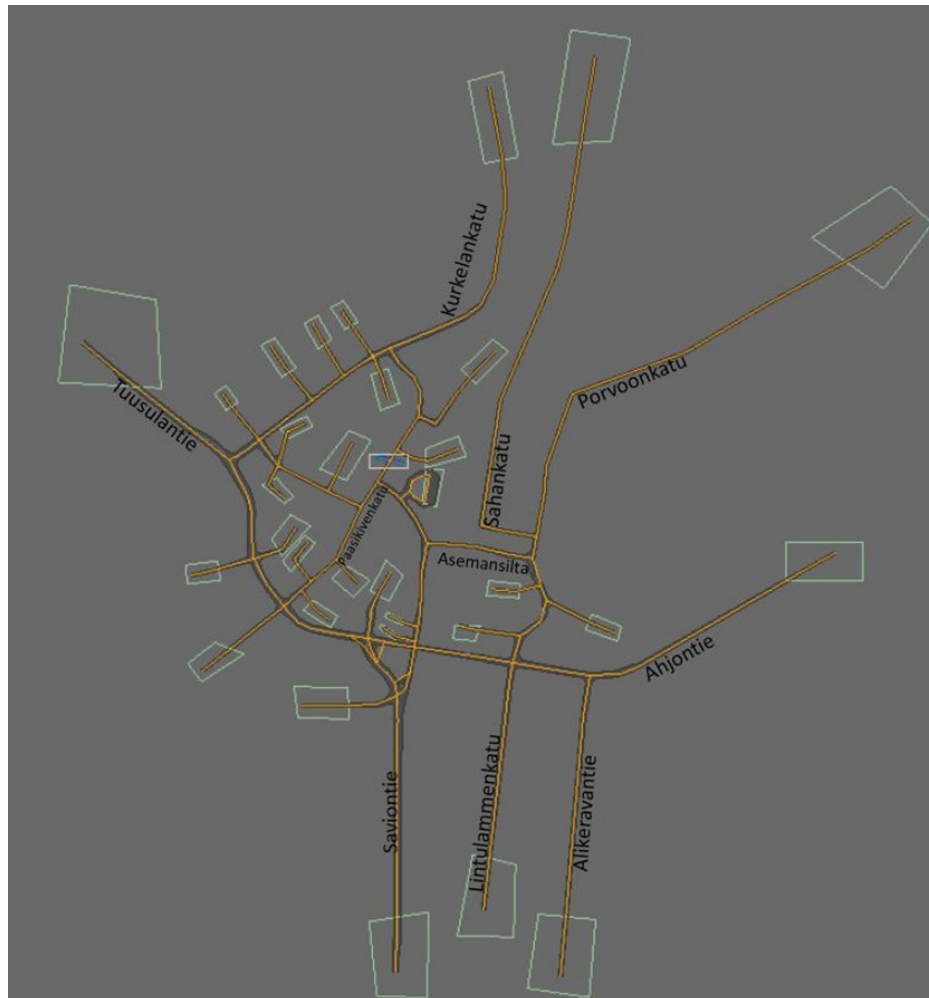
Kun mallinnettava nykytilanne vastasi todellisuutta, rupesin muokkaamaan mallinnettua verkkoa tilaajan haluamilla tavoilla. Lähtö- ja määräpaikka matriisiin laskin tulevasta rakentamisesta johtuvan lisääntyvän liikenteen määrän ja lisäsin ne matriisiin.

Verkkojen rakentamisen jälkeen simuloin jokaista mallia neljä kertaa käyttäen eri siemenlukua. Siemenlukua muuttamalla malli syöttää liikennettä verkolle eri lailla. Simulointien jälkeen otin tuloksia ulos Excelin muodossa.

Tuloksista on laskettu neljän simulointikerran keskiarvot. Simulointiohjelmasta otettiin ulos ja käsiteltiin tuloksia tilaajan haluamalla tavalla. Seuraavissa luvuissa on kerrottu tarkemmin työstä ja sen tuloksista.

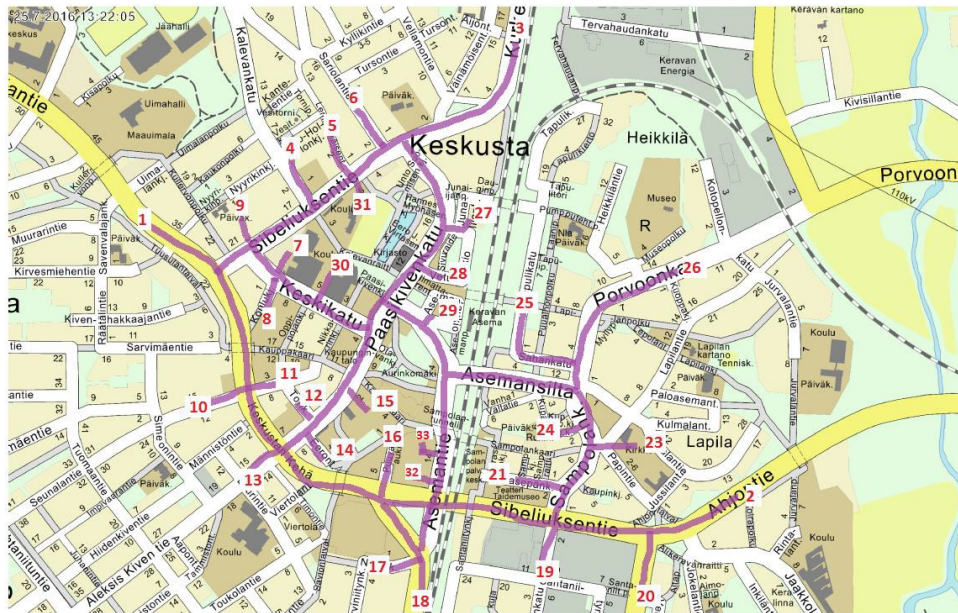
4 MALLINNETTU ALUE

Params -mikrosimulointiohjelmalla mallinnettu alue on Keravan keskustan aluetta. Mallinnettu alue on esiteltynä kuvassa 1.



Kuva 1. Params -mikrosimulointiohjelmalla mallinnettu alue Keravan keskustasta.

Mallissa lähtö- ja määräpaikkoja eli zoneja on 32 kappaletta. Kuvassa 2 on karttakuva zoneista. Simulointiohjelmalla on mallinnettu ajoneuvoliikenne, joukkoliikenne sekä jalankulkijat Paasikivenkadulla, Keravan kirjaston ja aseman välille.



Kuva 2. Zonejen nimet ja paikat kartassa.

5 LIIKENNEMÄÄRÄT

Liikennemäärien tiedot on kerätty liikennevaloista iltahuipputunnin ajalta. Sampolankadun liikennelaskennat on saatu Hämeen ammattikorkeakoulun opinnäytetyöstä Sampolankadun liikenteellinen toimivuustarkastelu. (Henttonen 2013.) Paasikivenkadun liikennemäärät kävimme laskemassa 18.8.2016 Kauppakaaren kohdalta. Paasikivenkadun ylityksen jalankulkijat ja polkupyöräilijät on laskettu 8.6. ja 22.6.2016.

5.1 Mallissa käytetyt lähtö- ja määräpaikkamatriisit

Lähtö- ja määräpaikkamatriisi on laskettu liikennelaskentojen, liikennevalojen sekä parkkipaikkojen määrien avulla. Apuna käytimme Keravan liikenteen suuntautumisen tietoja. Lähtö- ja määräpaikkamatriiseja on kaksi kappaletta. Ensimmäinen on nykytilanteesta ja toinen on tulevaisuuden liikenteestä vuodelta 2030.

5.1.1 Nykytilanteen lähtö- ja määräpaikkamatriisi

Kuvassa 3 on esitetty nykytilanteen lähtö- ja määräpaikkamatriisi. Kuvassa 2 näkyy lähtö- ja määräpaikkojen sijainti kartalla. Lähtö- ja määräpaikkamatriisissa lähtöpaikan liikenne on vihreällä värityksellä ja oranssi kuvastaa määräpaikkaa. Esimerkiksi zonesta 1 eli Tuusulantieltä lähtee liikennettä muihin zoneihin yhteensä 387 ajoneuvoa. Vastaavasti zoneen 1 tulee muilta zoneilta liikennettä 624 ajoneuvon verran.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	yht	
1	0	52	14	11	5	5	5	35	5	2	5	5	6	1	4	11	22	56	33	47	5	4	1	3	5	15	5	6	8	3	5	3	387	
2	39	0	10	23	0	3	0	2	2	4	7	13	3	0	2	13	4	12	8	118	8	8	2	17	0	3	3	10	3	0	3	10	330	
3	55	9	0	0	1	0	2	2	0	1	3	4	2	0	6	2	4	15	5	8	1	0	0	2	8	2	2	2	2	0	1	0	139	
4	37	7	3	0	0	0	6	9	0	2	3	0	2	0	4	2	3	8	5	8	3	0	0	5	10	5	3	10	5	0	2	5	147	
5	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	7	14	2	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	40	
6	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	7	14	2	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	40	
7	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	7	15	2	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	48	
8	10	3	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	4	7	15	2	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	51	
9	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	7	14	2	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	43	
10	18	6	3	2	1	1	0	3	0	0	6	0	0	0	2	3	10	4	3	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	64	
11	15	4	3	3	0	0	0	2	0	5	0	0	0	0	1	2	5	2	3	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	47	
12	2	2	4	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	4	2	2	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	28	
13	14	5	5	3	0	0	1	3	2	0	0	0	0	0	3	2	3	10	4	4	0	0	0	5	0	0	2	0	0	0	0	0	66	
14	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	7	15	2	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	40	
15	9	2	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	6	0	0	6	0	0	0	0	0	40	
16	37	32	11	10	0	0	0	0	0	5	9	0	3	0	0	0	10	32	33	38	1	2	1	2	11	0	0	0	0	1	0	1	238	
17	29	11	9	7	2	2	2	2	2	2	3	3	1	1	3	14	0	44	8	0	0	0	0	7	10	7	4	10	2	2	5	3	195	
18	101	34	89	79	8	8	6	5	5	6	12	9	4	5	11	50	47	0	36	30	11	25	9	27	154	5	5	10	0	0	5	6	802	
19	40	21	14	9	3	3	0	8	0	5	9	8	4	3	8	21	5	17	0	21	12	10	5	7	35	7	4	12	0	0	1	7	299	
20	70	406	19	21	0	0	5	5	0	10	17	13	7	5	9	29	15	25	18	0	21	16	8	8	58	2	3	12	0	0	0	5	807	
21	4	16	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	3	23	13	0	0	0	5	23	5	3	5	0	0	0	5	117		
23	1	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	1	7	5	0	0	0	2	7	0	0	3	0	0	0	0	0	40	
24	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	2	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	16	
25	15	7	6	5	2	2	0	2	2	0	0	0	0	2	1	0	16	9	6	0	0	0	0	84	0	0	0	0	0	0	0	0	2	161
26	34	19	13	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	50	27	24	21	26	15	3	40	0	13	8	20	0	0	0	0	27	355	
27	24	0	7	7	4	3	5	4	0	7	0	0	2	0	0	13	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10	3	100	
28	4	0	0	0	3	5	0	3	0	0	5	3	1	0	0	4	0	2	2	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	38	
29	4	2	0	0	4	4	0	2	0	1	5	4	2	0	0	4	0	2	2	0	0	0	0	6	0	0	0	15	15	10	10	0	92	
30	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4	7	15	2	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	41	
31	10	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	4	8	15	2	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	47	
32	4	0	0	0	2	0	0	0	1	5	4	4	0	0	2	0	3	2	1	1	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34
33	10	0	0	1	8	3	0	0	0	1	6	5	7	0	0	1	0	2	2	1	0	0	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	53
Yht	624	656	228	200	41	43	32	87	18	56	98	72	54	15	66	191	239	421	249	332	90	80	30	125	492	64	40	112	36	25	43	86		

Kuva 3. Lähtö- ja määräpaikkamatriisi nykyliikenteestä.

5.1.2 Vuoden 2030 lähtö- ja määräpaikkamatriisi

Vuoden 2030 lähtö- ja määräpaikkamatriisiin on lisätty rakentamisesta syntyvän liikenteen kasvu. Autokannan ei odoteta yleisesti kasvavan. Taulukossa 1 on esitettyä rakentamisesta johtuva liikenteen kasvu iltahuippu-putuntiin. Liikenne on saatu rakennetuista kerrosneliömetreistä sekä ideaalitaso suunnitelmista. Taulukossa 1 on esitelty mihin zoneen lisärakentaminen on sijoitettu.

Taulukko 1. Arviot tulevaisuuden ajoneuvojen määrästä iltahuippu-putunnissa.

Zone	Iltapäivän huippu-putunnin liikenteeseen lisää ajoneuvoja
8	78
10	7
11	21
12	30
16	13
19	156
25	200
26	33
27	191
28	194
33	16
yhteensä	939

Vuoden 2030 lähtö- ja määräpaikkamatriisi on esitettyä kuvassa 4. Oranilla värillä korostettuihin kohtiin on lisätty taulukosta 1, saatuja liikennemääriä.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	yht.	
1	0	52	14	11	5	5	5	58	5	2	6	7	6	1	4	11	22	56	54	47	5	4	1	5	5	22	12	6	8	3	5	3	450	
2	39	0	10	23	0	3	0	6	2	5	9	18	3	0	2	13	4	12	16	118	8	2	25	0	4	8	10	3	0	3	10	364		
3	55	9	0	0	1	0	2	3	0	1	3	5	2	0	6	2	4	15	8	8	1	0	0	3	8	2	4	2	2	0	1	0	147	
4	37	7	3	0	0	0	6	16	0	2	3	0	2	0	4	2	3	8	8	8	3	0	0	7	10	7	8	10	5	0	2	5	166	
5	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	7	14	2	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	40	
6	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	7	14	2	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	40	
7	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	7	15	2	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	48	
8	10	3	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	4	7	15	2	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	51	
9	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	7	14	2	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	43	
10	18	6	3	2	1	1	0	5	0	0	7	0	0	0	0	2	3	10	6	3	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	69	
11	15	4	3	3	0	0	0	3	0	7	0	0	0	0	0	1	2	5	2	3	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	50	
12	2	2	4	3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	4	2	2	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	28	
13	14	5	5	3	0	0	1	5	2	0	0	0	0	0	3	2	3	10	6	4	0	0	0	0	5	0	0	2	0	0	0	0	70	
14	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	7	15	2	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	40	
15	9	2	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	6	0	0	6	0	0	0	0	40	
16	38	33	12	10	0	0	0	0	0	6	12	0	3	0	0	0	10	33	55	39	1	2	1	3	12	0	0	0	0	0	1	0	271	
17	29	11	9	7	2	2	2	3	2	2	3	4	1	1	3	14	0	44	15	0	0	0	0	11	10	10	10	2	2	5	3	217		
18	101	34	89	79	8	8	6	10	5	8	15	13	4	5	11	50	47	0	60	30	11	25	9	40	165	7	12	10	0	0	5	6	873	
19	46	24	15	10	3	3	0	15	0	7	12	12	4	3	8	24	5	20	0	24	12	10	5	11	43	10	10	13	0	0	1	7	357	
20	70	406	19	21	0	0	5	13	0	13	21	18	7	5	9	29	15	25	32	0	21	16	8	13	63	2	8	12	0	0	0	5	856	
21	4	16	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	3	23	13	0	0	0	5	25	7	8	5	0	0	0	5	126	
23	1	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	1	7	5	0	0	0	4	7	0	0	3	0	0	0	0	42	
24	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	2	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	16	
25	28	13	11	9	4	4	0	5	4	0	0	0	0	0	3	2	0	30	17	11	0	0	0	0	168	0	0	0	0	0	0	0	4	313
26	34	19	13	10	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	5	0	50	27	41	21	26	15	3	59	0	23	18	20	0	0	0	27	414	
27	63	0	19	19	11	9	12	17	0	22	0	0	4	0	0	0	35	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	272	
28	19	15	15	15	8	10	0	15	0	12	11	6	0	0	4	0	7	7	15	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	187	
29	4	2	0	0	4	4	0	3	0	1	6	5	2	0	0	4	0	2	2	0	0	0	0	0	6	0	0	0	15	15	10	10	95	
30	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4	7	15	2	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	41	
31	10	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4	8	15	2	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	47	
32	4	0	0	0	2	0	0	0	1	6	6	4	0	0	2	0	3	2	1	1	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	37	
33	13	0	0	1	10	4	0	0	0	1	11	11	10	0	0	1	0	2	2	1	0	0	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	74	
Yht.	701	681	262	232	57	57	39	180	20	82	129	111	64	15	67	195	261	453	385	356	90	80	30	186	626	94	98	113	36	32	59	93		

Kuva 4. Vuoden 2030 lähtö- ja määräpaikkamatriisi.

6 TARKASTELTAVAT VAIHTOEHDOT

Tarkasteltavia vaihtoehtoja on kolme kappaletta. Vaihtoehdossa 0 on nykyinen verkko, johon on muutettu liikennemäärät vastaamaan vuoden 2030 liikennemääriä. Vaihtoehdossa 1 on rakennettu Asemansillan, Porvoonkadun ja Sampolankadun risteykseen kiertoliittymä, johon on otettu mukaan Sahankatu, sekä muutettu Paasikivenkatu Kauppakaaren kohdilta joukkoliikennekaduksi. Vaihtoehdossa 2 on rakennettu Ohitustie Kytömaantieltä Kurkelankadulle.

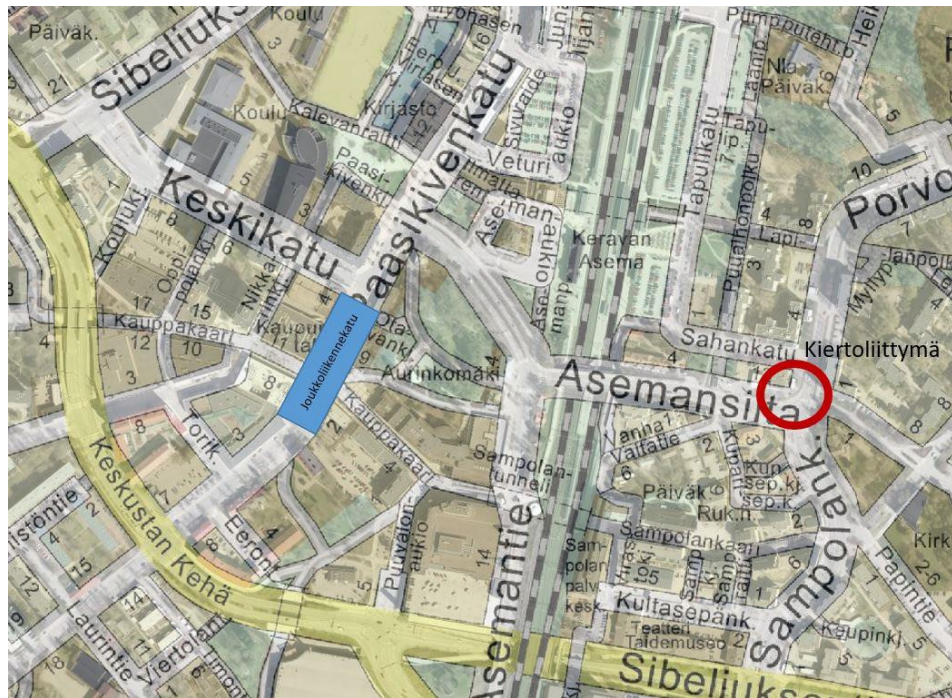
6.1 Vaihtoehto 0

Vaihtoehdossa 0 mallinnettu verkko on nykytilanteen kaltainen. Verkossa on tehty jo muutos, mikä toteutetaan Asemansillalla. Asemansillan länsipäästä tultaessa Asemantielle on vain yksi kaista tulosuunnasta. Vaihtoehdossa 0 on käytetty vuoden 2030 lähtö- ja määräpaikkamatriisia.

6.2 Vaihtoehto 1

Vaihtoehdossa 1 on rakennettu kiertoliittymä. Kiertoliittymässä on neljä tulosuuntaa, tulosuunnat ovat Asemansilta, Sahankatu, Porvoonkatu sekä Sampolankatu. Kiertoliittymän kiertosaarekkeen mitoituksiksi on arvioitu 15 metriä ja kiertotilan mitoituksiksi 9 metriä, joista 2 metriä on kiertotilan kavennusta. Kiertoliittymän mitoitukset on saatu opinnäytetyöstä Sampolankadun liikenteellinen toimivuustarkastelu. (Henttonen 2013.) Kiertoliittymän paikka näkyy kartalla kuvassa 5 punaisena ympyränä.

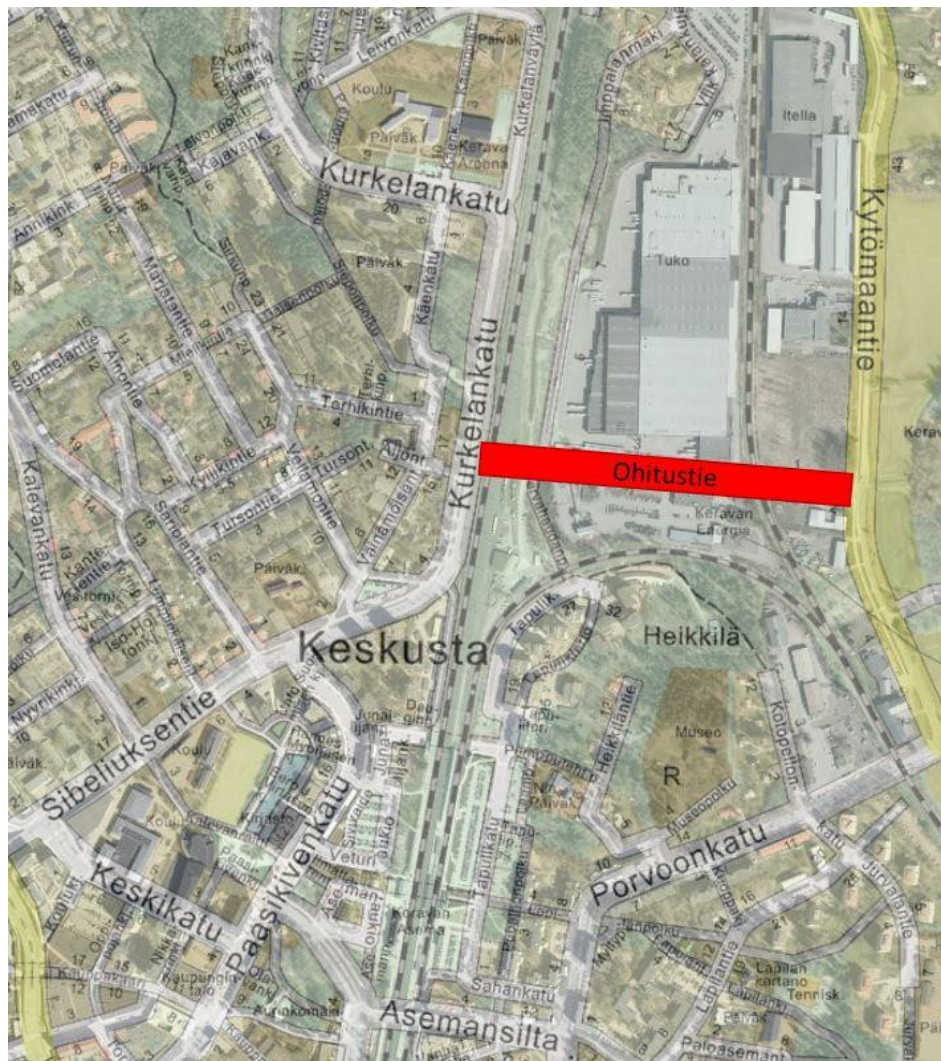
Vaihtoehdossa 1 on Paasikivenkadulla Kauppakaaren kävelykadun kohdalta kadun pätkää muutettu joukkoliikennekaduksi. Joukkoliikennekadun muutoskohta on esitetty kuvassa 5 sinisellä suorakaiteella. Vaihtoehdossa 1 on käytetty vuoden 2030 lähtö- ja määräpaikkamatriisia.



Kuva 5. Vaihtoehtoon 1 tulevien kiertoliittymän ja joukkoliikennekadun paikat kartalla.

6.3 Vaihtoehto 2

Vaihtoehdossa 2 rakennetaan Ohitustie Kytömaantieltä Kurkelankadulle. Mallinnetussa verkossa Ohitustien pituudeksi tuli noin 550 metriä. Ohitustien paikka simulointimallissa on esitetty kuvassa 6. Ohitustielle ei ole tarkkoja sijaintisuunnitelmia. Mallinnuksessa käytettävän sijainnin toteuttaminen ei välttämättä ole teknisesti mahdollinen, tällöin vaikutukset jäävät vähäisemmiksi. Vaihtoehdossa 2 on käytetty vuoden 2030 lähtö- ja määräpaikkamatriisia.



Kuva 6. Vaihtoehdossa 2 olevan Ohitustien paikka kartalla.

7 TULOKSET

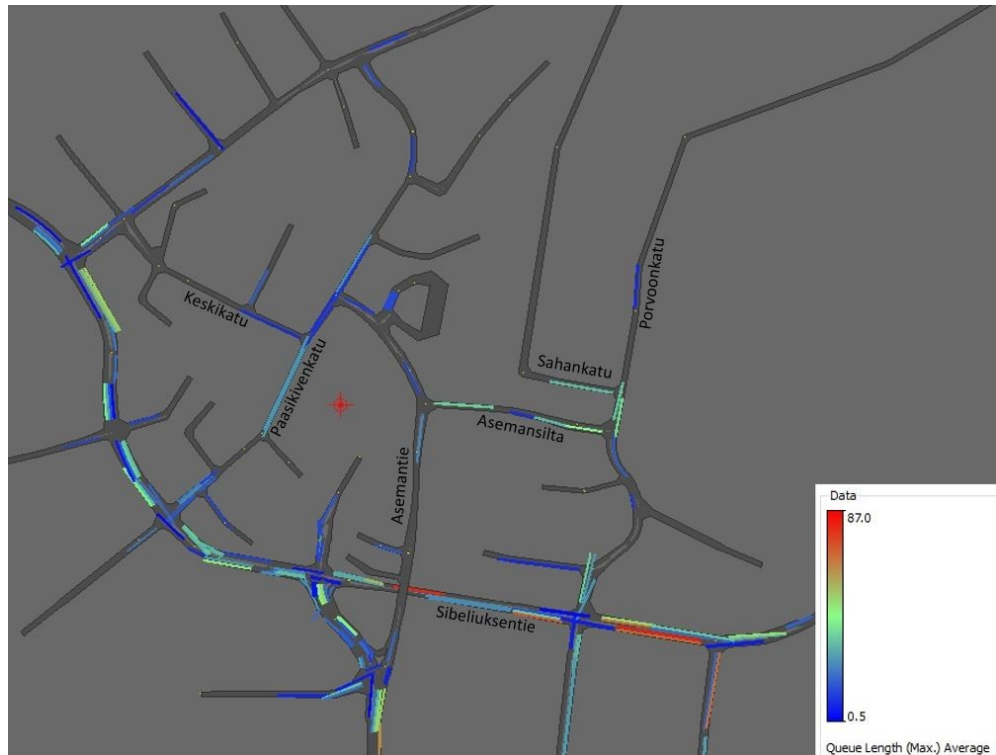
Aluksi referoidaan nykytilan tuloksia. Tämän jälkeen tuloksia esitellään Vaihtoehdosta 0, jonka tuloksia sitten verrataan nykytilanteiden tuloksiin. Vaihtoehtojen 1 ja 2 tuloksia verrataan vaihtoehdon 0 tuloksiin.

7.1 Nykytilanne

Nykytilanteessa liikenne toimii pääsääntöisesti hyvin. Nykytilanteessa on käytetty kuvan 3 lähtö- ja määräpaikkamatriisia. Mallin toiminta vastasi maastossa tehtyjä havaintoja.

7.1.1 Jonon maksimipituudet

Sahankadun ja Porvoonkadun risteykseen syntyy ajoittain jonoja. Saman pituista jonotusta syntyy Asemansillan, Porvoonkadun ja Sampolankadun risteykseen. Asemansillan länsipuolella jonot ovat lyhyempiä. Asemantien ja Paasikivenkadun risteuksen jonot ovat vähäisiä. Kuvassa 7 on esitetty jonojen maksimipituuksien keskiarvot metreinä.



Kuva 7. Nykytilanteen jonojen maksimipituuksien keskiarvot.

7.1.2 Palvelutaso

Liikenteen palvelutaso nykytilanteessa on hyvä. Keskustan kehän liikennevaloissa, palvelutaso on huonompaa kuin muualla. Palvelutaso määräytyy taulukossa 2 esitettyjen viivästyksien mukaisesti.

Taulukko 2. Palvelutasoluokan muodostuminen.

Name	Min	Max
A	0.0	10.0
B	10.0	20.0
C	20.0	35.0
D	35.0	55.0
E	55.0	80.0
F	80.0	3402823466385...

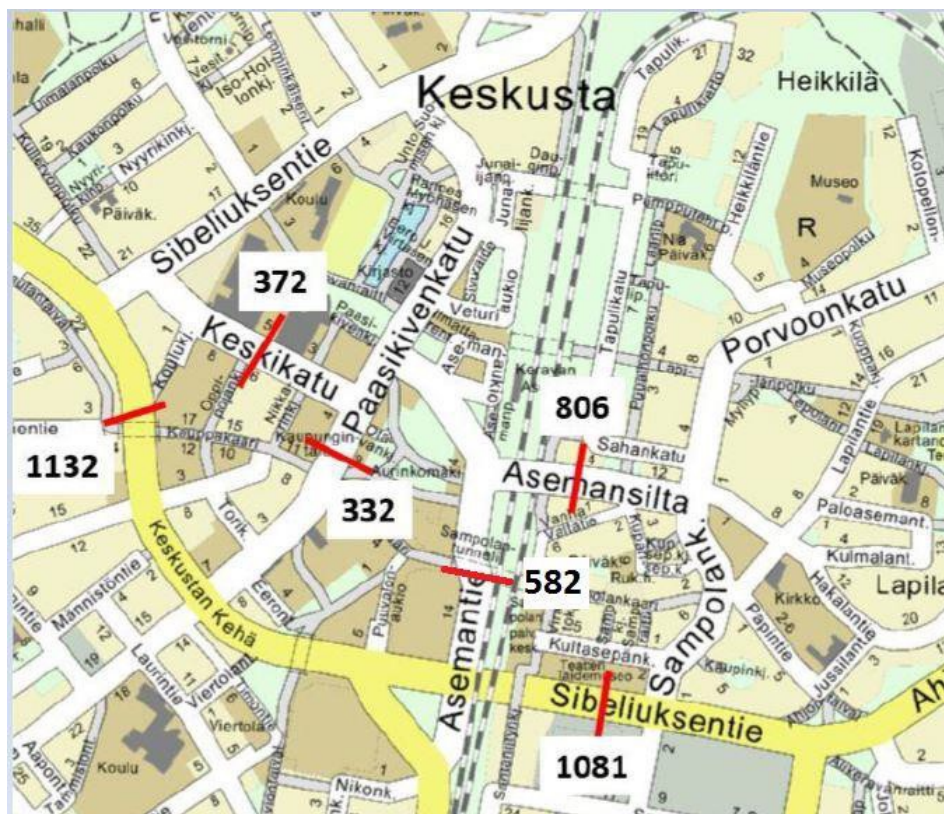
Kuvassa 8 on esitetty keskiarvo palvelutasosta nykytilanteessa. Palvelutaso on pääsääntöisesti A:ta.



Kuva 8. Nykytilanteen palvelutaso.

7.1.3 Liikennemäärät

Liikennemäärien poikkileikkaukset nykytilanteessa iltahuipputunnin aikana on esitetty kuvassa 9.



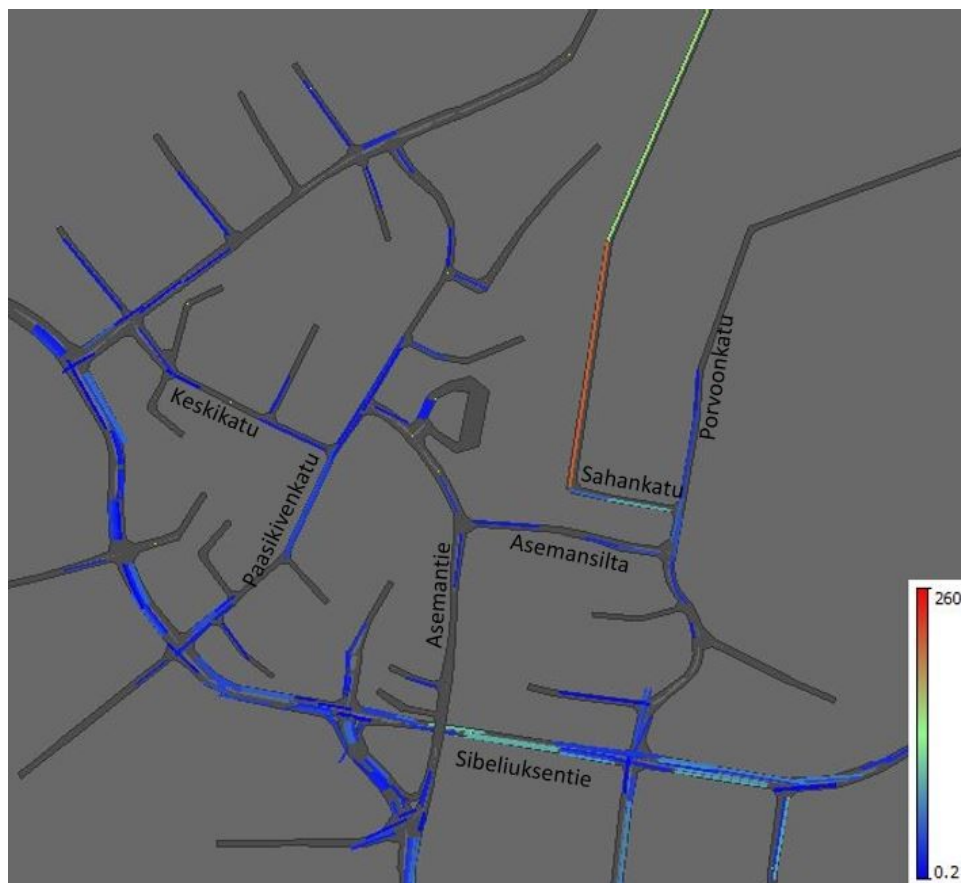
Kuva 9. Liikennemäärien poikkeilekkaukset iltahuipputunnilta.

7.2 Vaihtoehto 0

Vaihtoehdossa 0 on samanlainen verkko kuin nykytilanteessa. Mallissa on käytetty kuvan 4 lähtö- ja määräpaikkamatriisia.

7.2.1 Jonon maksimipituudet

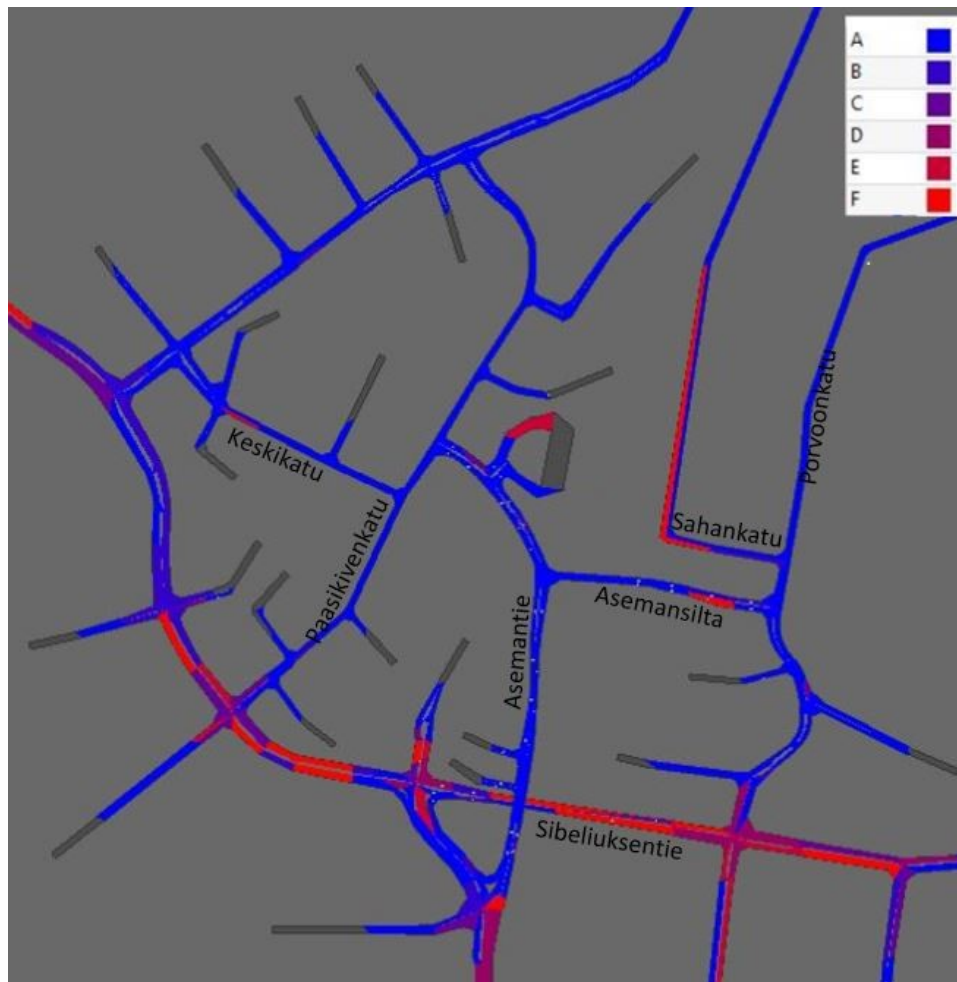
Vaihtoehdossa 0 huomio kiinnittyy Sahankadulle syntyneisiin jonoihin. Sen liikennemäärät ovat kasvaneet rakentamisen myötä paljon. Rakentaminen on sijoittunut aivan radan viereen ja sen aiheuttamaa henkilöliikennettä on vaikea arvioida, autoliikenteen määrä on arvioitu samalla tavalla kuin muu-allakin keskustassa. Nykyinen liikennejärjestelmä ei mahdollista näin suurta rakentamista radan itäpuolelle, ellei liikennettä saada ohjattua muille reiteille tai muihin kulkumuotoihin. Kuvassa 10 on esitetty keskimääräisiä jonon maksimipituuksia.



Kuva 10. Vaihtoehto 0 keskimääräiset jonon maksimipituudet.

7.2.2 Palvelutaso

Kuvassa 11 on esitetty vaihtoehto 0 keskimääräinen palvelutaso.

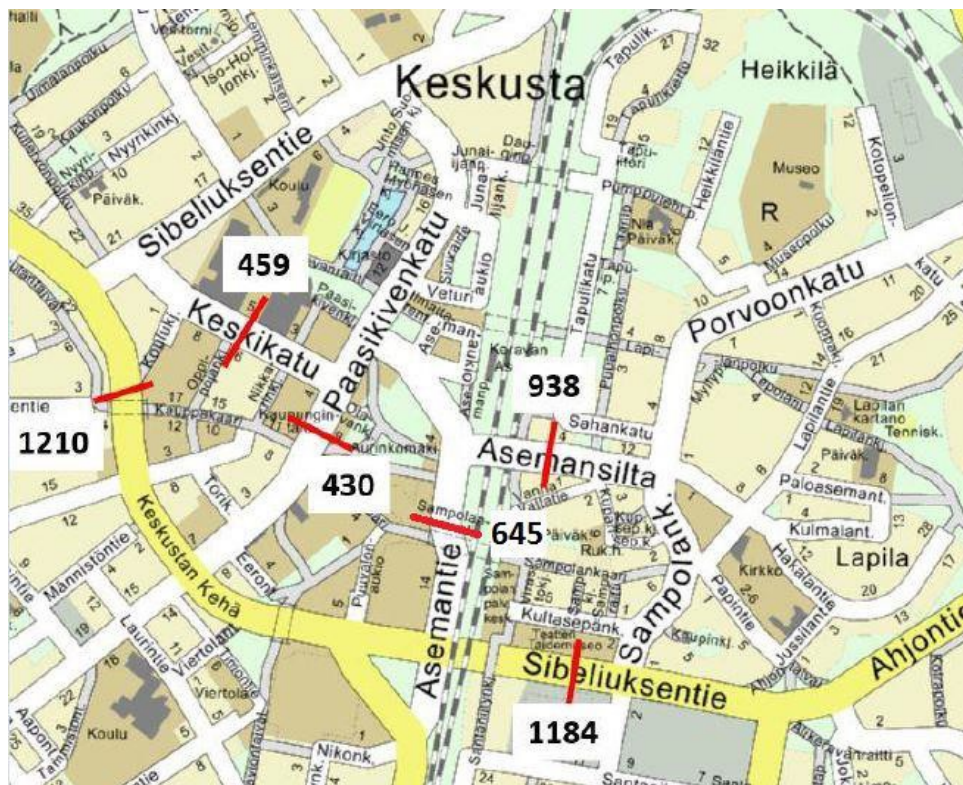


Kuva 11. Vaihtoehto 0 keskimääräinen palvelutaso.

Kuvasta 11 huomaa kuinka palvelutaso on huonontunut Sahankadulla, Asemansillalla ja liikennevaloissa keskustan kehällä.

7.2.3 Liikennemäärät

Liikennemäärien poikkileikkaukset iltahuipputunnilta ovat kuvassa 12.



Kuva 12. Vaihtoehto 0 liikennemäärien poikkileikkaukset iltahuipputunnilta.

7.3 Vaihtoehto 0 tuloksien vertailu nykytilanteeseen

Nykytilanteen ja vaihtoehto 0 tulosten keskinäisiä vertailuja on tehty jonon maksimipituuksista, palvelutasoista, matka-ajoista sekä liikennemääristä.

7.3.1 Jonon maksimipituudet nykytilanteessa verrattuna vaihtoehtoon 0

Sahankadulta Porvoonkadulle tultaessa jonon maksimipituudet tulevat kasvamaan noin 110 prosenttia, kun verrataan vaihtoehto 0 tuloksia nykytilanteeseen. Jonon maksimipituus kasvaa Porvoonkadulle tultaessa pohjoisesta etelään jopa noin 70 prosenttia. Etelästä pohjoiseen menevän liikenteen jonon maksimipituus Porvoonkadulla kasvaa noin 40 prosenttia.

Merkittävää jonojen maksimipituuksien kasvua syntyy Paasikivenkadulle sekä Paasikivenkadun ja Asemantien risteykseen.

7.3.2 Palvelutaso nykytilanteessa verrattuna vaihtoehtoon 0

Palvelutaso huonontuu eniten Sahankadulla ja Asemantiellä mentäessä Paasikivenkadulle.

Liikennevaloissa palvelutaso huonontuu merkittävästi kahdessa risteyksessä. Ahjontien, Sibeliuskatun ja Alikkeravantien risteyksessä palvelutaso

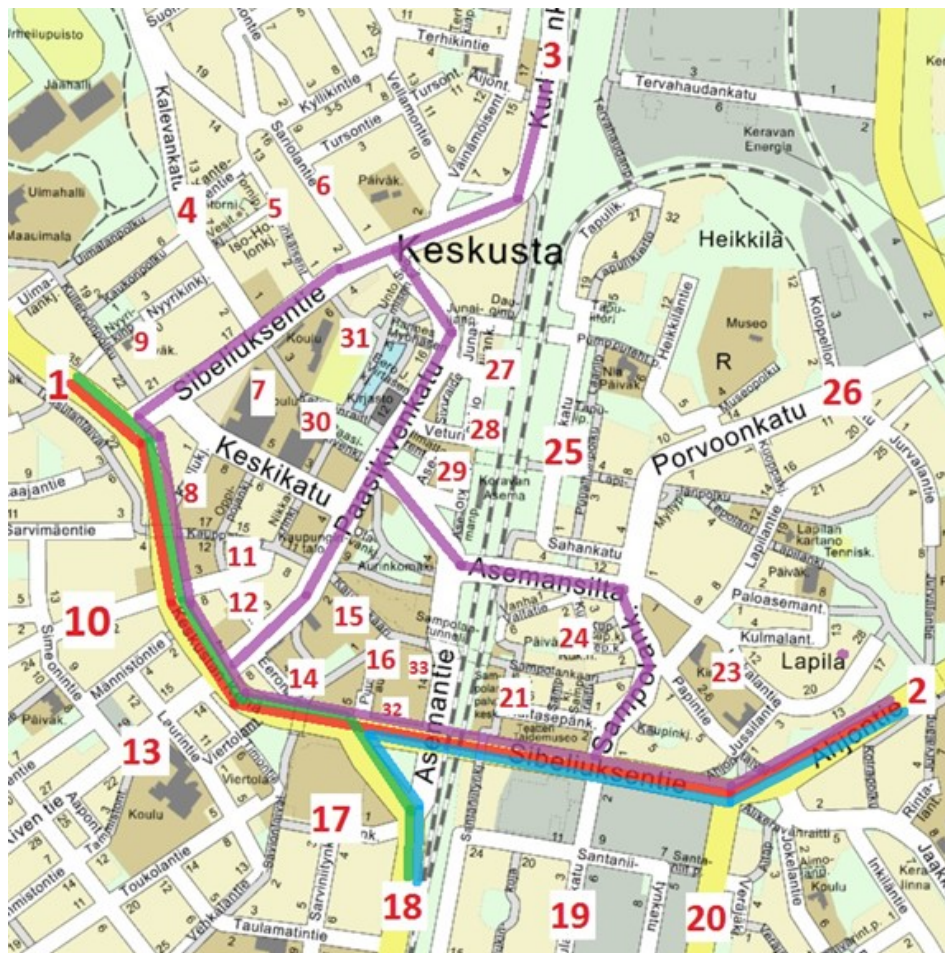
huonontuu tultaessa Sibeliuksentieltä Alikravantielle. Palvelutaso huononee D:stä E:hen. Sibeliuksentien, Sampolankadun ja Lintulammenkadun risteyksessä palvelutaso huonontuu C:stä D:hen koko risteyksen osalta.

7.3.3 Liikennemäärät nykytilanteessa verrattuna vaihtoehtoon 0

Liikennemäärien poikkileikkauksissa eniten kasvua tapahtui Paasikivenkadulla, kun verrattiin nykyverkon liikennemääriä vaihtoehtoon 0 liikennemääriin. Poikkileikkauksen liikennemäärät kasvoivat kohdassa noin 30 prosenttia. Noin 20 prosentin kasvu liikennemäärien poikkileikkauksissa syntyi Asemantielle, välillä Asemanaukio ja Asemansilta sekä Keskikadulle. Liikennemäärät kasvoivat koko mallinnetulla verkolla noin 19 prosentilla nykytilanteesta vaihtoehtoon 0.

7.3.4 Matka-ajat nykytilanteessa verrattuna vaihtoehtoon 0

Matka-ajat kasvoivat eniten zonesta 1 zoneen 2, zonesta 2 zoneen 1, zones-ta 18 zoneen 1, zonesta 18 zoneen 2 sekä zonesta 3 zoneen 20. Kaikkien matka-ajan kasvu oli noin 20 prosenttia. Kaikissa tarkasteltavissa matkoissa matka-aika kasvoi. Vähiten kasvua, tapahtui matkoissa, joissa vältti liikennevalot. Kuvassa 13 on esiteltynä kasvaneiden matka-aikojen reitit.



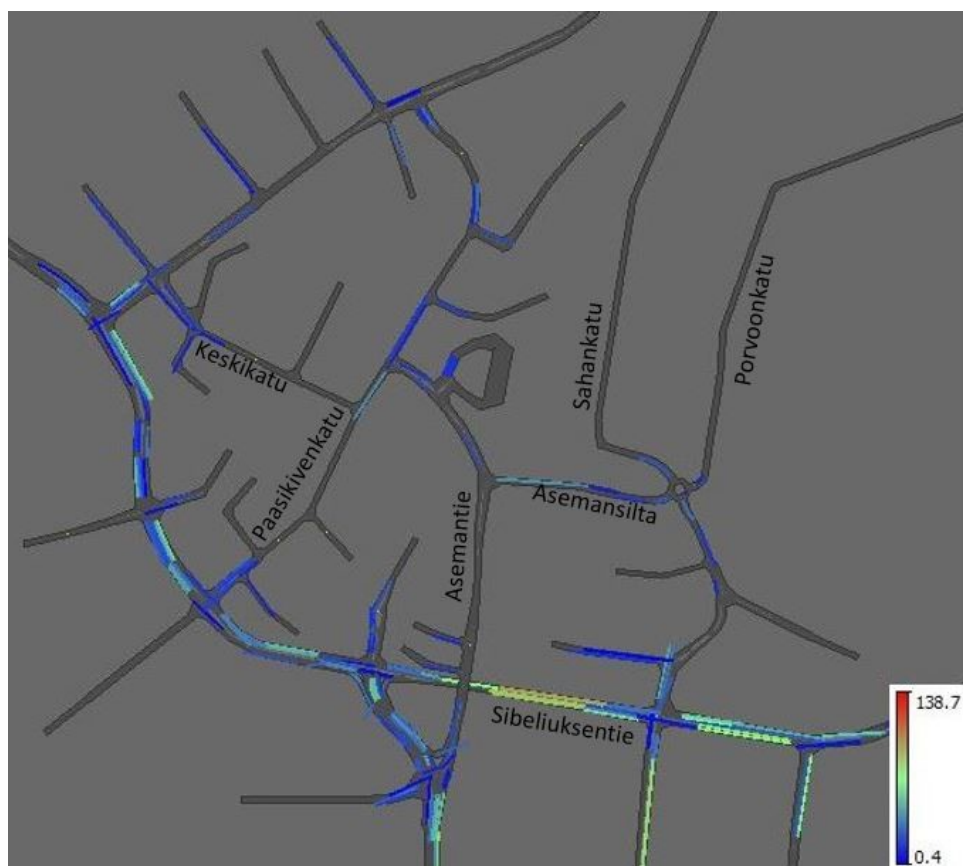
Kuva 13. Kasvaneiden matka-aikojen reitit kartalla.

7.4 Vaihtoehto 1

Vaihtoehdon 1 verkon muutokset ovat esiteltynä kuvassa 5. Vaihtoehdossa 1 on käytetty kuvan 4 lähtö- ja määräpaikkamatriisia.

7.4.1 Jonon maksimipituudet

Vaihtoehdossa 1 jonoutuminen Sahankadulla pienenee kiertoliittymän ansiosta. Kuvassa 14 on esitetty vaihtoehto 1 jonon maksimipituuksien keskiarvo. Jonoutumista tapahtuu eniten junaradan itäpuolen liikennevaloissa.



Kuva 14. Vaihtoehto 1 jonon maksimipituuksien keskiarvot.

7.4.2 Palvelutaso

Kuvassa 15 on esiteltynä keskimääräinen palvelutaso vaihtoehdosta 1.

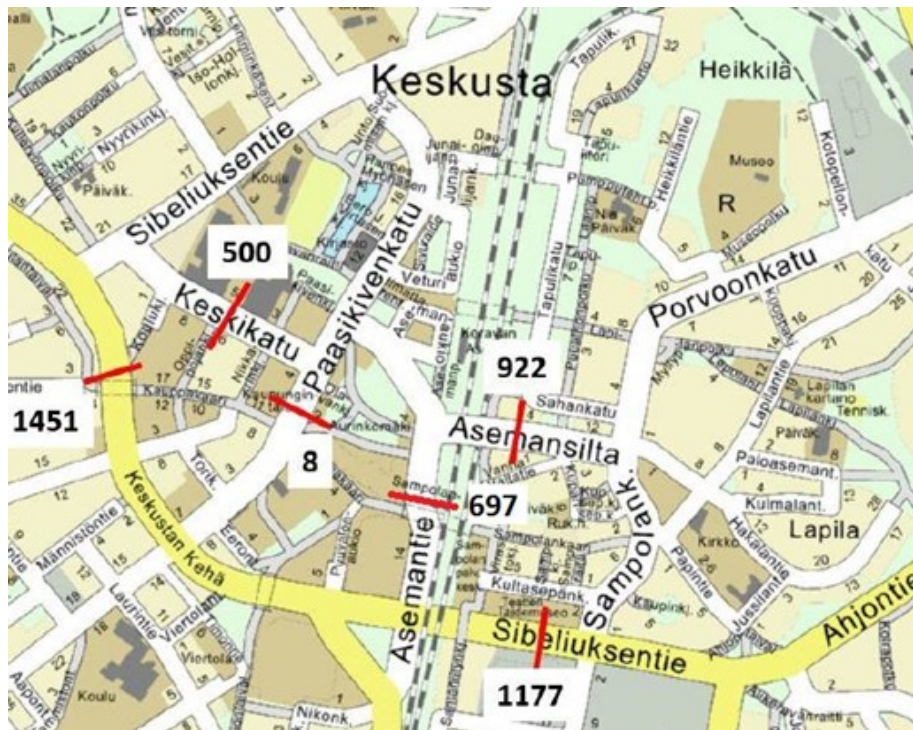


Kuva 15. Vaihtoehto 1 keskimääräinen palvelutaso.

Kuvasta 15 huomaa kuinka palvelutaso on parantunut kiertoliittymän ympäristössä.

7.4.3 Liikennemäärät

Liikennemäärien poikkileikkaukset iltahuipputunnilta ovat kuvassa 16.



Kuva 16. Vaihtoehto 1 liikennemäärien poikkileikkaukset iltahuipputunnin ajalta.

Paasikivenkadun joukkoliikennekadulla kulkee kahdeksan linja-autoa iltahuipputunnin aikana.

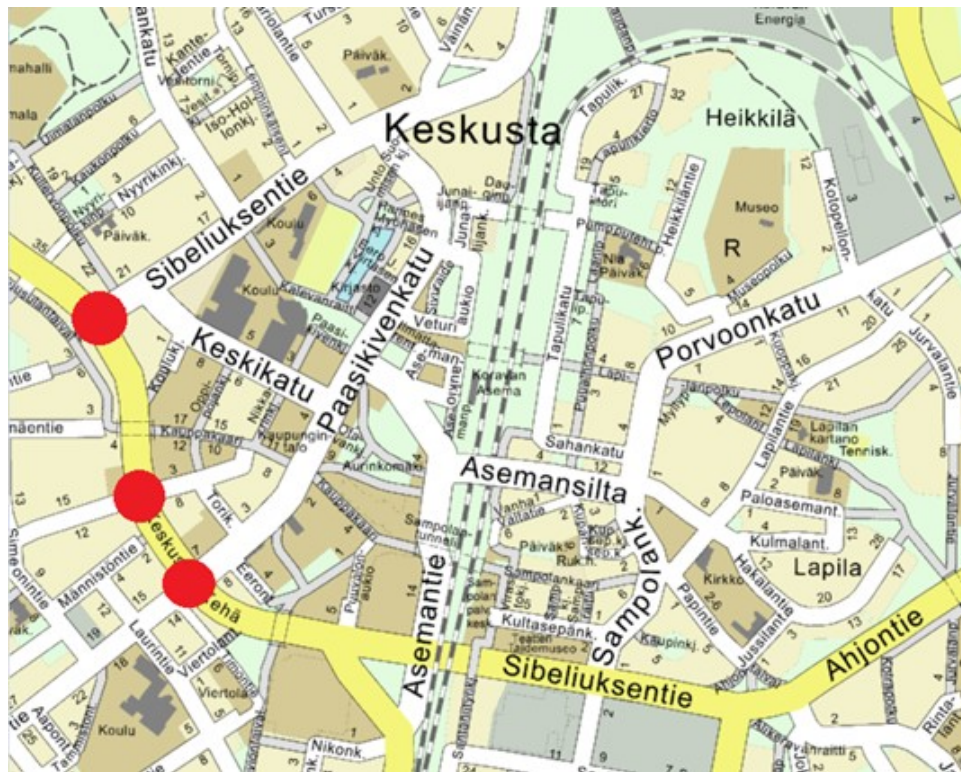
7.5 Vaihtoehto 1 tuloksien vertailu vaihtoehtoon 0

Vertailemme vaihtoehto 1 ja vaihtoehto 0 tuloksia keskenään. Vertailuja on tehty jonon maksimi pituuksista, palvelutasoista, liikennemääristä sekä matka-ajoista.

7.5.1 Jonon maksimipituudet vaihtoehdossa 0 verrattuna vaihtoehtoon 1

Jonon maksimipituudet pienentyivät suurimmassa osassa risteysissä. Jonon maksimipituus kasvoi Asemansillalta tultaessa Asemantielle. Jonon maksimipituudet kasvoivat Keskikadun ja Sibeliuksenkatujen risteyksessä noin 50 prosenttia.

Kuvassa 17 on esitettyä liikennevaloristeukset, joissa jonojen maksimipituudet kasvoivat noin 30 prosenttia. Jonon maksimipituuksien kasvuun vaikuttaa Paasikivenkadun joukkoliikennekatu.



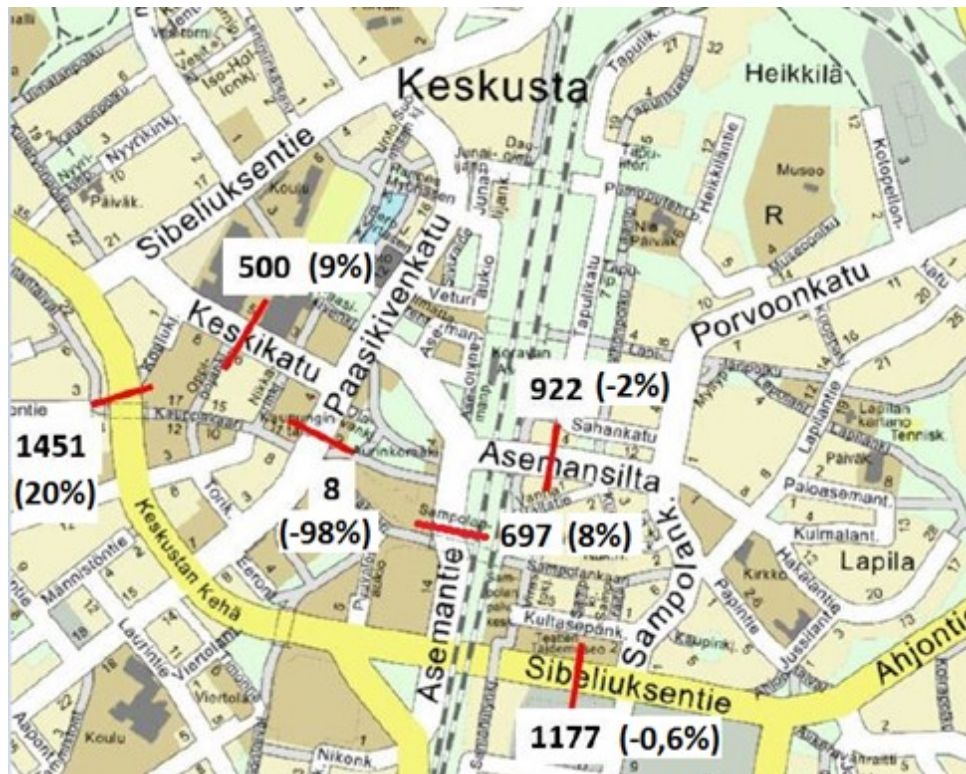
Kuva 17. Liikennevaloristeykset joiden jonon pituudet kasvoivat vaihtoehtoa 1 verrattaessa vaihtoehtoon 0.

7.5.2 Palvelutaso vaihtoehdossa 0 verrattuna vaihtoehtoon 1

Palvelutaso on parantunut Sahankadun ympäristössä. Palvelutason parantamiseen on vaikuttanut malliin rakennettu kiertoliittymä, mikä on pienentänyt ympäristössä tapahtuvaa viivytystä. Palvelutaso ei ole merkittävästi huonontunut liikennevaloissa. Kaikista keskustan kehän liikennevaloista palvelutaso on huonontunut vain kahdesta tulosuunnasta.

7.5.3 Liikennemäärät vaihtoehdossa 0 verrattuna vaihtoehtoon 1

Paasikivenkadulla liikennemäärät vähenivät 98 prosenttia johtuen joukko-liikennekadusta. Keskikadun liikennemäärät kasvoivat noin 9 prosenttia. Sibeliuskentiellä Kauppakaaren kohdalla liikennemäärät kasvoivat noin 20 prosenttia. Asemantiellä oli kasvua vielä noin 8 prosenttia. Muilla kuvan 15 liikennemäärien poikkileikkauspisteillä oli vain vähästä kasvua tai laskua liikennemäärissä. Kuvassa 18 sulkujen sisällä on esiteltyä liikennemäärien muutokset prosentteina.



Kuva 18. Poikkileikkauksien liikennemäärien muutokset on esiteltyä suljujen sisällä prosentteina, kun verrataan vaihtoehtoa 0 vaihtoehtoon 1.

7.5.4 Matka-ajat vaihtoehdossa 0 verrattuna vaihtoehtoon 1

Melkein kaikissa matkoissa matka-aika pysyi samana kuin vaihtoehdossa 0. Matka-aika laski noin 20 prosenttia mentäessä zonesta 3 zoneen 20. Matka-aika laski noin 30 prosenttia mentäessä zonesta 3 zoneen 18. Matka-aika nousi noin 10 prosenttia zonesta 2 zoneen 18. Kuvassa 19 on esitetty reitit matka-aikojen kasvusta punaisella ja pienentyneet matka-ajat sinisellä. Joukkoliikennekatu ei vaikuttanut mitenkään matka-aikoihin.



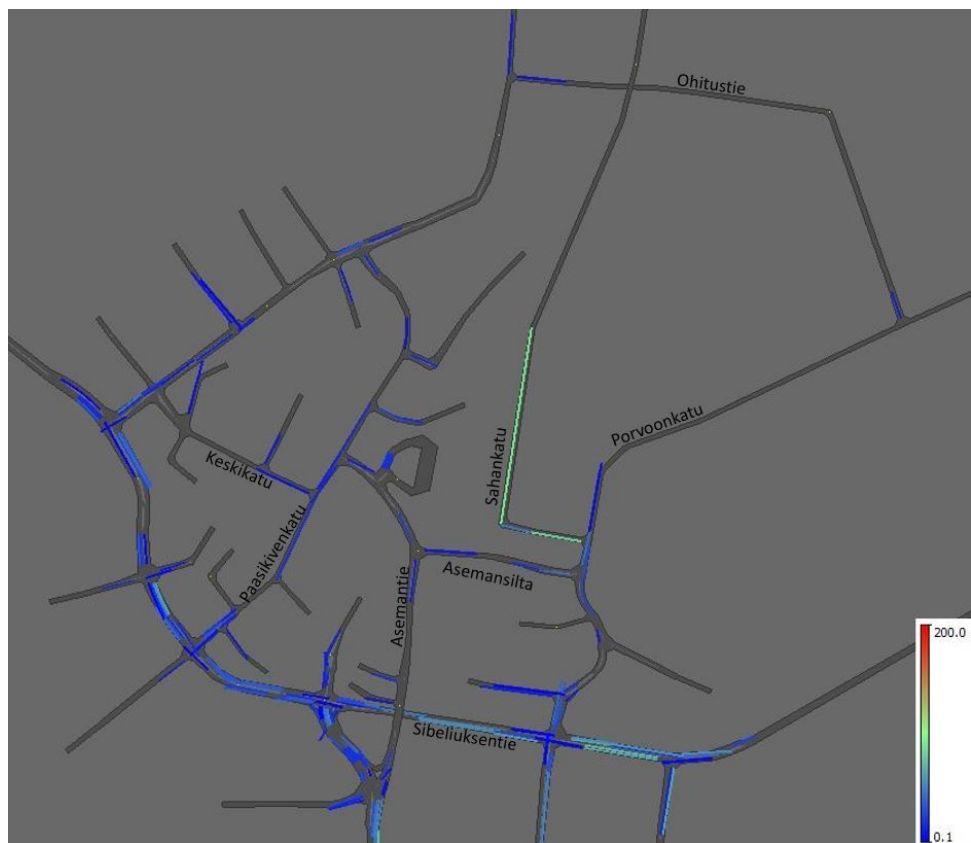
Kuva 19. Reitit joiden matka-ajat kasvoivat ja laskivat.

7.6 Vaihtoehto 2

Vaihtoehdon 2 muutokset ovat esiteltyinä kuvassa 6. Vaihtoehdossa 2 on käytetty kuvan 4 lähtö- ja määräpaikkamatriisia.

7.6.1 Jonon maksimipituudet

Kuvassa 20 on esitettyinä vaihtoehdon 2 jonon maksimipituuksien keskiarvot. Sahankadun jonon maksimipituudet ovat pitkiä. Jonoutumista syntyy asemansillan kumpaakin päähän sekä liikennevaloihin.



Kuva 20. Vaihtoehdon 2 jonojen maksimipituuksien keskiarvot.

7.6.2 Palvelutaso

Kuvassa 21 on keskimääräinen palvelutaso esitettyä vaihtoehdosta 2.



Kuva 21. Vaihtoehdon 2 keskimääräinen palvelutaso.

Sahankadun ja Asemansillan ympäristössä palvelutaso on B-D.

7.6.3 Liikennemäärät

Poikkileikkaukset liikennemäärästä iltahuipputunnilta on esitettyä kuvassa 22.



Kuva 22. Vaihtoehdon 2 poikkileikkaukset liikennemääristä iltahuipputunnilta.

Uuden Ohitustien poikkileikkauksen liikennemäärät iltahuipputunnilla ovat 142 ajoneuvoa.

7.7 Vaihtoehdon 2 tuloksien vertailu vaihtoehtoon 0

Vertailemme vaihtoehto 2 ja vaihtoehto 0 tuloksia keskenään. Vertailuja on tehty jonon maksimipituuksista, palvelutasoista, liikennemääristä sekä matka-ajoista.

7.7.1 Jonon maksimipituudet vaihtoehdossa 0 verrattuna vaihtoehtoon 2

Jonon maksimipituudet vähenevät Sahankadulla noin 8 prosenttia vaihtoehdossa 2, kun sitä verrataan vaihtoehtoon 0. Porvoonkadulla jonon maksimipituudet lyhentyvät noin 30 prosenttia.

Asemansillan itäpuolella jonon maksimi pituudet pysyvät samoina. Asemansillan länsipuolella jonon maksimipituudet vähentyvät noin 20 prosenttia. Muualla jonon maksimipituudet ovat samoja vaihtoehdossa 0 ja 2.

7.7.2 Palvelutaso vaihtoehdossa 0 verrattuna vaihtoehtoon 2

Palvelutasossa ei ole huomattavia muutoksia vaihtoehdon 0 ja 2 välillä.

7.7.3 Liikennemäärät vaihtoehdossa 0 verrattuna vaihtoehtoon 2

Liikennemäärät laskivat vaihtoehdossa 2 Keskikadulla ja Asemantiellä noin 12 prosenttia. Laskua oli Porvoonkadulla noin 6 prosenttia ja Asemansillalla noin 8 prosenttia. Paasikivenkadulla liikennemäärät pysyivät samoina kuin vaihtoehdossa 0. Kuvassa 23 on esitettyä suluissa liikennemäärien muutokset prosentteina.



Kuva 23. Liikennemäärien poikkileikkausten muutokset prosentteina verrattaessa vaihtoehtoa 2 vaihtoehtoon 0.

7.7.4 Matka-aika vaihtoehdossa 0 verrattuna vaihtoehtoon 2

Matka-ajat pienenevät ohitustien ansiosta zonesta 3 zoneen 26 ja zonesta 26 zoneen 3 noin 50 prosentilla. Muilla matkoilla matka-ajat pienenevät vähän tai ei ollenkaan.

7.8 Tulosten yhteenveto ja tilaajan palaute

Vaihtoehdossa 0 ja 2 Sahankadun liikenteeseen aiheutuu ajoittain pitkiä jonoja, mikä ruuhkauttaa Sahankadun ja Asemansillan itäpuolta. Vaihtoehdossa 1 saadaan liikenne parhaiten toimimaan Asemansillan itäpuolella kiertoliittymän ansiosta.

Keskustan rauhoittaminen onnistuu parhaiten vaihtoehdolla 1. Paasikivenkadun liikenne siirtyy tasaisesti muille kaduille eikä aiheuta ruuhkautumista. Vaihtoehdossa Paasikivenkadun liikenne vähenee 98 prosenttia.

Keskikadun liikennemäärät nousevat vain 9 prosenttia sekä liikennevaloissa keskustan kehällä Kauppakaaren kohdalla liikennemäärät nousevat vain 20 prosenttia.

Vaihtoehdolla 2 oli rauhoittavaa vaikutusta keskustan liikenteeseen. Keskikadulla liikennemäärät vähenivät noin 13 prosenttia sekä Asemansillalla noin 8 prosenttia. Paasikivenkadun liikennemääriin vaihtoehdossa 2 ei ollut vaikutusta. Vaihtoehdon 2 vaikutukset liikenteeseen ovat vähäiset verrattaessa sen kustannuksiin ja liikennemääriin. Ohitustien rakentamisen kustannukset olisivat väistämättä korkeat, koska väylä kulkisi junaradan alitse.

Keskustan kehän liikennevalot kestävät ajoneuvoliikenteen kasvun melko hyvin. Keskustan kehän pullonkaulaksi muodostuu Asemantien alitus. Tässä kohdassa kaistoja on menosuuntiin vain yksi. Keskustan kehän liikenne lännestä itään jonoutuu pahiten Sibeliuksentien, Sampolan- ja Lintulammenkadun risteyksessä. Vaikutus jatkuu samassa suunnassa Sibeliuksen-tien, Alikravantien ja Ahjontien risteykseen, koska näiden kahden risteuksen välillä on vain yksi kaista. Kuvassa 24 on punaisella ympyröity ongelmakohdat.



Kuva 24. Keskustan kehän liikenteelliset ongelmakohdat on ympyröitynä punaisella.

Keskustan kehän ongelma kohdat voisivat toimia paremmin, jos Maantielle 148 menevä liikenne saataisiin ohjattua Saviontien kautta, eikä se kulkisi Sibeliuksentieltä Alikravantielle ja siitä edelleen Maantielle 148. Lintulammenkadulle syntyvää jonoutumista voitaisiin vähentää, jos Jaakkolan alueen uudisrakentamisen liikenne voitaisiin ohjata Alikravantielle.

Tilaaajan mielestä työ täytti sille asetetut tavoitteet. Se tuotti olennaista tietoa liikennejärjestelmän toimivuudesta sekä päätöksenteolle edellytyksiä tehdä ratkaisuja liikennejärjestelmän kehittämistoimenpiteistä ja nosti esiin ongelma-kohtia, joihin ei ole kiinnitetty suunnittelussa riittävästi huomiota.

LÄHTEET

Henttonen, A. (2013). *Sampolankadun liikenteellinen toimivuustarkastelu*. Opinnäytetyö. Liikennealan koulutusohjelma. Hämeen ammattikorkeakoulu. Lähde on haettu 15.05.2016 osoitteesta

<http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2013121721622>

Kuntaliitto. *Suomen pinta-ala kunnittain 1.1.2016*. Excel-tiedosto. Lähde on haettu 20.12.2016 osoitteesta

www.kunnat.net/fi/tietopankit/tilastot/aluejaot/kuntien-pinta-alat-ja-asukastiheydet/Documents/Kuntien%20pinta-alat%20ja%20asukastiheydet%202016.xlsx

Musto, M. Iikkanen, S & Helelä, M. *Tieliikenteen toimivuuden arviointi 36/2013* Liikenneviraston ohjeita. Lähde on haettu 12.03.2013 osoitteesta http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2013-36_tieliikenteen_toimivuuden_web.pdf