

HÄMEENTIEN SIMULOINNIT

Hämeentien simuloinnit

Johdanto

Hämeentien pyöräliikenteen olosuhteiden parantamiseksi on laadittu erilaisia vaihtoehtoisia liikennesuunnitelmia. Tässä työssä on tutkittu Dynameq-simulointiohjelmalla kahden eri liikennesuunnitelman välisiä eroja autoliikenteen ja bussiliikenteen kannalta. Työssä ei ole tutkittu vaihtoehtojen liikenteellisiä vaikutuksia raitioliikenteeseen, pyöräliikenteeseen eikä jalankulkuun.

Vaihtoehto A kuvaa tilannetta, jossa henkilöautoliikenteen pääsyä Hämeentielle on rajoitettu Hakaniemen päässä ja Kurvissa. Suurimmalla osaa Hämeentietä Hakaniementorin ja Kurvin välisellä osuudella ei ole erillisiä bussikaistoja ja moottoriajoneuvoliikenteen käytössä on vain yksi kaista suuntaansa. Valo-ohjattuja liittymiä on vähemmän nykytilanteeseen verrattuna.

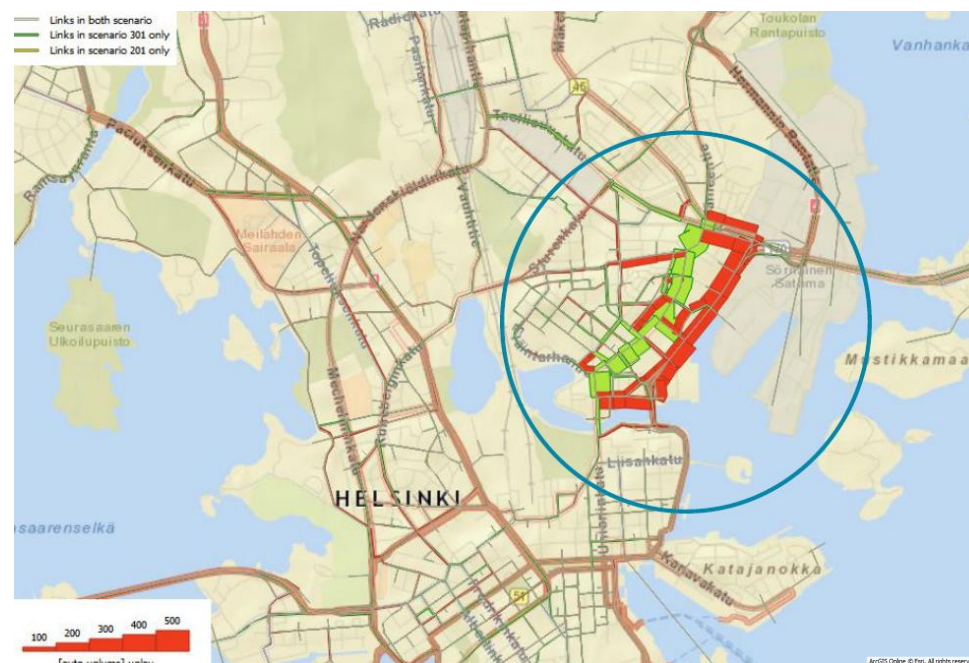
Vaihtoehto B kuvaa tilannetta, jossa autoliikenteen kaistamäärät ovat nykyisen kaltaiset. Tila pyöräliikenteelle on otettu jalkakäytävästä ja osittain autokaistoista. Hämeentiellä on nykyiset bussikaistat. Valo-ohjatut liittymät ovat nykyisellään.

Simuloinnin lähtökohtia

Tarkastelualueen rajaus

Vaihtoehtojen välistä liikenteen siirtymää tutkittiin Emme-ohjelman nykyliikenteen ennustemallilla iltaruuhkan aikaan. Emme-ennustemallissa liikenteen siirtymät olivat melko paikallisia (kuva 1), minkä perusteella tarkasteltava simulointialue rajattiin koskemaan itäistä kantakaupunkia.

Alue rajautuu etelässä Pohjoisrantaan ja Kaisaniemenkatuun, idässä Itäväylään, pohjoisessa Lahdenväylään ja Tuusulanväylään ja lännessä päärataan (kuva 2). Molemmista vaihtoehdoissa käytettiin samaa ennustemallista irrotettua liikenteen kysyntämatriisia, aamuruuhkatarkastelussa ja iltaruuhkatarkastelussa omiaan.

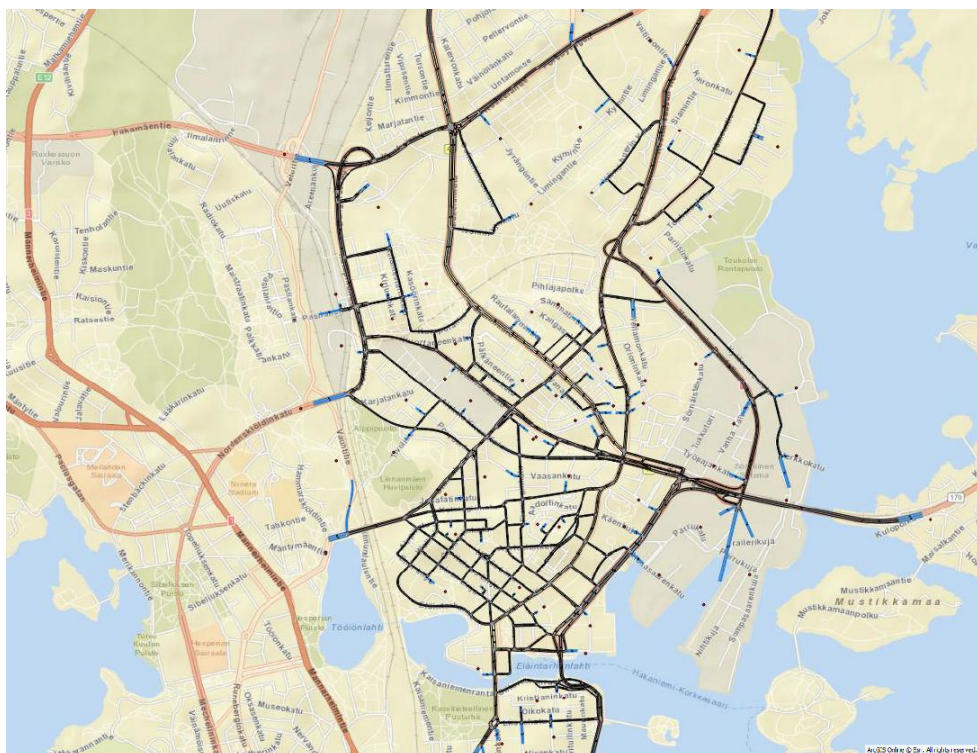


Kuva 1. Nykyyliikenteen ennustemallin liikenteen siirtymät vaihtoehtojen välillä iltaruuhkatunnin aikana

Malli, matriisi ja verkko

Työ tehtiin Dynameq-ohjelmalla. Dynameq-simulointimallin pohjana on Emme-ohjelmasta tuotu liikenneverkko sekä ruuhkatuntien henkilö- ja tavaraliikennettä kuvaavat kysyntämatriisit, jotka jakolukujen avulla on jaettu kolmeen tunnin matriisiin, aamupäivällä klo 7–10 ja iltapäivällä klo 15–18 väliselle ajalle. Iltaruuhkatunnin aikana on tarkasteluajankohtana

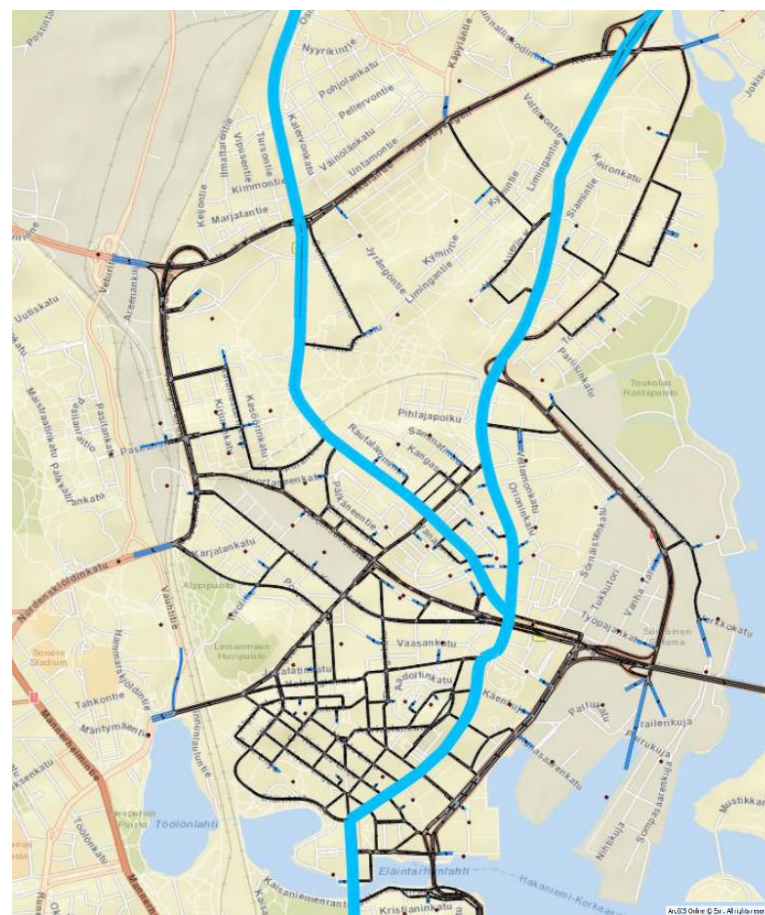
enemmän liikennettä kuin aamuruuhkatunnin aikana. Aamuruuhkatunnin aikana autoliikenteen suuntautuminen painottuu hieman enemmän toispuoleisesti, ts. liikennettä suuntautuu enemmän kaupunkiin päin kuin kaupungista ulos. Iltaruuhkatunnin aikana suuntautuminen tarkastelualueella on hieman tasaisempaa.



Kuva 2. Simulointialueen liikenneverkko

Emmestä tuotua liikenneverkkoa on tarkennettu Dynameqissa vastaamaan paremmin vaihtoehtoisia liikennesuunnitelmia. Mallissa on kuvattu verkon liikennevalo-ohjatut ja ohjaamattomat liittymät kääntymis-suuntineen ja ryhmittymiskaistoineen. Liikennevalot on ohjelmoitu kiinteinä nykyisten aamu- ja iltaruuhkatunnin ajoitusten mukaisesti. Nopeusrajoitukset ja väistämisvelvollisuudet on koodattu verkkoon suunnitelmien mukaisesti.

Malliin on lisätty erikseen Hämeentien bussiliikenne siten, että Tuusulanväylän suunnan bussiliikenne on yhtenä kokonaisuutena ja Lahdenväylän suunnan bussiliikenne omanaan (kuva 3). Bussien kokonaismäärä vastaa Hämeentiellä nykytilannetta. Tässä työssä ei ole eritelty yksittäisiä bussilinjoja. Molemmissa vaihtoehdoissa oletuksena on, että raitioliikenne kulkee Hämeentien keskellä omilla kaistoillaan, eikä se siten vaikuta tässä simuloinnissa autoliikenteeseen.



Kuva 3. Bussiliikenteen reitit, Lahdenväylän suunta ja Tuusulanväylän suunta

Mallinnuksen taustateoriaa

Emme on makrotason simulointiohjelma, joka soveltuu hyvin liikennejärjestelmätason analyysiin, mutta ei liikenteen toimivuustarkasteluihin. Emmellä ei voida realistisella tavalla mallintaa liikenteen jonoutumista, jolloin liikenteen pullonkaulakohtien analysointi ei onnistu. Ongelmana ovat tilanteet joissa liikenteen kysyntä on suurempi kuin liikenneverkon kapasiteetti. Emme päästää linkin läpi myös sellaiset liikennemäärät, jotka ylittävät sen kapasiteetin, jos vaihtoehtoisia nopeampia reittejä ei ole olemassa. Dynameq eroaa Emmestä siinä, että se mallintaa myös pullon-kaulakohdat realistisesti, jolloin linkki/liittymä ei päästä enempää liikennettä läpi kuin sen kapasiteetti sallii. Dynameq toimii siten, että liikennemäärän lähestyessä kapasiteettiarvoaan jononpituudet kasvavat ylävirtaan ja toisaalta alavirtaan liikennemäärät vähenevät.

Dynameq on mesotason simulointiohjelma, joka soveltuu erityisesti liikennejärjestelmätason toimivuustarkasteluihin. Dynameqissa on sisäänrakennettuna dynaaminen reitinhaku, jolloin liikenne hakeutuu automaattisesti vaihtoehtoisille nopeammille reiteille liikennetilanteen muuttuessa. Dynameqista puuttuu mikrosimulointiohjelmien tarjoamia ominaisuuksia, jotka ovat tärkeitä pienempien alueiden simuloinneissa (kokoluokkaa yksi kaupunginosa tai pienempi). Toisaalta Dynameq tuottaa stabiilimpia tuloksia kuin mikrosimulointi, mikä on tärkeää, kun halutaan vertailla eri vaihtoehtoja keskenään.

Tulokset

Työssä simuloitiin niin aamu- kuin iltahuipputunti. Tulosten mukaan uusilla järjestelyillä on keskimäärin enemmän vaikutusta iltahuipputunnin aikana koko verkolla kuin aamuhuipputunnin aikana. Seuraavassa on esitetty kummankin huipputunnin simulointitulokset eli uuden liikennesuunnitelman vaikutukset niin auto- kuin bussiliikenteeseen.

Simulointitulosten yhteydessä on esitetty myös vaihtoehtojen verkollisten tunnuslukujen luottamusvälejä, sillä simulointeihin liittyy aina satunnaisuutta. Dynameq tuottaa aina saman tuloksen, kun valitaan pseudosatunnaislukugeneraattorille sama siemenluku. Kun siemenlukua vaihdetaan, tulos muuttuu. Tulosten luotettavuuden ja vertailtavuuden takia ei voida tarkastella pelkästään yhdellä siemenluvulla laskettuja tuloksia. Luottamusvälit on laskettu tekemällä simuloinnit 10 eri siemenluvulla ja laskemalla niistä keskiarvot, keskihajonnat ja 95 % luottamusvälit t-jakauman avulla. 95 % luottamusväli kertoo, että tehtyjen simulointien perusteella matka-ajan keskiarvo on 95 % todennäköisyydellä taulukkoon kirjatun ala- ja ylärajan välissä.

Vaikutukset auto- ja tavaraliikenteeseen

Iltahuipputunti

Iltahuipputunnin tulosten tarkasteluvälinä on klo 16–17, jolloin koko simulointialueella on suurin autoliikenteen kysyntä. Vaihtoehdon A mukaiset järjestelyt Hämeentiellä hidastavat jonkin verran henkilö- ja tavaraliikennettä, koska kapasiteetti verkolla vähenee. Vaihtoehdossa B Hämeentietä kulkevat ajoneuvot siirtyvät vaihtoehdossa A muille reiteille, joissa jo tällä hetkellä on ajoittain kapasiteettipulaa. Vaihtoehdossa A liikenteen hidastuminen on noin 170 ajoneuvotuntia iltahuipputunnin aikana verrattuna vaihtoehtoon B.

Autoliikenne hidastuu keskimäärin noin 5 % simulointialueella.

Taulukossa 1 on esitetty mallinnuksen tulosten vaihtoehtojen välisiä eroja.

Taulukko 1. Vaihtoehtojen vaikutukset koko simulointialueella henkilöauto- ja tavaraliikenteeseen klo 16.00–17.00 välillä. Simuloinnit on ajettu kymmenellä eri siemenluvulla tulosten satunnaisuuden esiin tuomiseksi. Taulukossa on esitetty tuloksista 95 % luottamusväli t-jakauman avulla.

n=10	VE A			VE B		
	keskiarvo	alaraja 95%	yläraja 95%	keskiarvo	alaraja 95%	yläraja 95%
liikennetiheys (%)	13,0	12,9	13,1	12,4	12,3	12,5
kokonaismatka-aika (h)	3517	3423	3611	3344	3323	3364
kokonaisviive (h)	1945	1850	2040	1798	1781	1816
viipeen osuus (%)	55,3	54,0	56,5	53,8	53,6	54,0
keskinopeus (km/h)	25,3	25,1	25,4	25,9	25,7	26,0

Liikennetiheys kuvaa verkon keskimääräistä kaistojen käyttöä tunnin aikana. Jos liikennetiheys on 0, ovat kadut tyhjiä ja jos liikennetiheys on 100, ovat kaikki kaistat täynnä autoja puskuri puskurissa. Keskimäärin koko verkko vetää melko hyvin, mutta paikallisesti kapasiteetti-ongelmia on hetkittäin.

Simulointialueella on iltaruuhkatunnin aikana noin 22 200 autoa. Matka-ajan lisäys on keskimäärin 28 sekuntia autoa kohden vaihtoehdossa A verrattuna vaihtoehtoon B. Matka-ajan lisäys ei kohdistu tasaisesti kaikkiin alueella liikennöiviin autoihin, mutta luku kuvaa keskimääräistä suuruusluokkaa yksilötasolla.

Aamuhuipputunti

Aamuhuipputunnin tulosten tarkasteluvälinä on klo 8–9, jolloin koko simulointialueella on suurin autoliikenteen kysyntä. Vaihtoehdon A mukaisilla järjestelyillä ei ole keskimäärin juurikaan vaikutusta henkilö- ja tavaraliikenteeseen. Vaihtoehdossa B Hämeentietä kulkevat ajoneuvot mahtuvat vaihtoehdossa A muille reiteille ilman suurempia kapasiteetti-

ongelmia. Vaihtoehdossa A liikenne jopa keskimäärin nopeutuu hieman, noin 28 ajoneuvotuntia, aamuhuipputunnin aikana verrattuna vaihtoehtoon B.

Autoliikenteeseen kohdistuva vaikutus on +/- 0 % simulointialueella.

Taulukossa 2 on esitetty mallinnuksen tuloksien vaihtoehtojen välisiä eroja.

Taulukko 2. Vaihtoehtojen vaikutukset koko simulointialueella henkilöauto- ja tavaraliikenteeseen klo 8.00–9.00 välillä. Simuloinnit on ajettu kymmenellä eri siemenluvulla tulosten satunnaisuuden esiin tuomiseksi. Taulukossa on esitetty tuloksista 95 % luottamusväli t-jakauman avulla.

n=10	VE A			VE B		
	keskiarvo	alaraja 95%	yläraja 95%	keskiarvo	alaraja 95%	yläraja 95%
liikennetiheys (%)	11,5	11,4	11,6	11,4	11,3	11,5
kokonaismatka-aika (h)	3512	3482	3541	3515	3493	3538
kokonaisviive (h)	1283	1256	1310	1311	1287	1335
viipeen osuus (%)	36,5	36,1	37,0	37,3	36,8	37,7
keskinopeus (km/h)	36,6	36,3	36,9	36,3	36,1	36,6

Simulointialueella on aamuruuhkatunnin aikana noin 21 100 autoa. Matka-ajan nopeutuminen on keskimäärin 5 sekuntia autoa kohden vaihtoehdossa A verrattuna vaihtoehtoon B. Matka-ajan nopeutuminen ei kohdistu tasaisesti kaikkiin alueella liikennöiviin autoihin, mutta luku kuvaa keskimääräistä suuruusluokkaa yksilötasolla.

Vaiikutukset bussiliikenteeseen

Iltahuipputunti

Iltahuipputunnin aikana Hämeentietä kulkevien bussien matka-ajoissa on jonkin verran eroa tarkastellulla verkolla vaihtoehtojen välillä. Vaiht-

toehdossa A bussien kulku nopeutuu vaihtoehtoon B verrattuna. Nopeutuminen johtuu osittain liikennevalo-ohjattujen risteysten määrän vähentymisestä ja osittain Hämeentieltä poistuvasta autoliikenteestä.

Bussiliikenne nopeutuu keskimäärin noin 6 % simulointialueella.

Taulukko 3. Bussiliikenteen keskimääräiset matka-aikojen erot (eli matka-aikasäästöt- ja tappiot) sekunteina per lähtö eri bussikäytävissä iltaruuhkassa

Matka-aika ero (s) VE A - VE B	
Lahdenväylä-keskusta	-68
Keskusta-Lahdenväylä	-64
Tuusulanväylä-keskusta	-83
keskusta-Tuusulanväylä	-53
Yhteensä	-267

Taulukossa 2 on esitetty simuloitujen bussilinjojen keskimääräiset matka-aikaerot. Tulosten mukaan Hämeentien uudet järjestelyt tuottavat Lahdenväylän käytävän bussiliikenteelle keskimäärin yli minuutin matka-aikasäästön niin keskustasta poispäin kuin keskustaan päin. Myös Tuusulanväylän suunnan bussit hyötyvät Hämeentien uusista järjestelyistä, keskustasta lähtevät hieman alle minuutin ja keskustaan suuntaavat linjat selvästi enemmän.

Mallissa Tuusulanväylää keskustaan suuntaavan bussiliikenne ei kuvaudu täysin luotettavasti kummassakaan vaihtoehdossa, toisaalta mallien välinen ero kuvautuu oikein.

Taulukko 4. Simuloitujen bussilinjojen matka-ajat yhteensä molemmissa vaihtoehdossa (klo 16–17 väliset lähdöt, ajoneuvotuntia yhteensä simulointi-alueella) iltaruuhkassa

BUSSIEN MATKA-AJAT YHTEENSÄ (klo 16-17 väliset lähdöt, ajoneuvotuntia yhteensä)						
n=10	VE A			VE B		
	keskiarvo	alaraja 95%	yläraja 95%	keskiarvo	alaraja 95%	yläraja 95%
Yhteensä	301,17	299,76	302,59	320,55	318,54	322,56
Lahdenväylä-keskusta	14,53	14,49	14,56	15,69	15,67	15,72
Keskusta-Lahdenväylä	13,84	13,74	13,95	14,94	14,72	15,16
Tuusulanväylä-keskusta	32,73	32,32	33,14	34,30	33,81	34,78
keskusta-Tuusulanväylä	14,84	14,71	14,96	15,85	15,55	16,14

Taulukossa 3 on esitetty simulointialueen bussikäytäväkohtaiset bussilähtöjen matka-aikasummien keskiarvot eli ajoneuvotuntimäärät. Taulukossa ensimmäisenä on esitetty vaihtoehtojen yhteenlasketut ajoneuvotuntimäärät. Tuloksista voidaan todeta, että Hämeentien uudet järjestelyt tuottavat tarkastelluissa suunnissa yhteensä pienemmät ajoneuvotuntimäärät kuin mitä nykyisen mukaiset järjestelyt tuottavat. Iltaruuhkatunnin aikana vaihtoehtoon A mukaiset järjestelyt ovat bussiliikenteelle edullisemmat kuin vaihtoehtoon B mukaiset järjestelyt.

Aamuhuipputunti

Aamuhuipputunnin aikana Hämeentietä kulkevien bussien matka-ajoissa on selvästi vähemmän eroa kuin iltaruuhkatunnin aikana. Vaihtoehdossa A bussien kulku nopeutuu keskimäärin hieman vaihtoehtoon B verrattuna. Merkittävää eroa matka-ajoissa ei ole kuin keskustasta pois suuntautuvilla reiteillä.

Bussiliikenne nopeutuu keskimäärin noin 1 % simulointialueella.

Taulukko 5. Bussiliikenteen keskimääräiset matka-aikojen erot (eli matka-aikasäästöt- ja tap-piot) sekunteina per lähtö eri bussikäytävissä aamuruuhkassa

Matka-aika ero (s) VE A - VE B	
Lahdenväylä-keskusta	5
Keskusta-Lahdenväylä	-27
Tuusulanväylä- keskusta-	13
	-31
Yhteensä	-40

Taulukossa 5 on esitetty simuloitujen bussilinjojen keskimääräiset matka-aikaerot. Tulosten mukaan Hämeentien uudet järjestelyt tuottavat Lahdenväylän käytävän bussiliikenteelle keskimäärin puolen minuutin matka-aikasäästön keskustasta pois päin ja keskustaan suuntautuvalle liikenteelle järjestelyillä ei ole vaikutusta. Myös Tuusulanväylän suunnan bussien hyödyt ovat Lahdenväylän suunnan suuntaisia. Keskustasta lähtevät hyötyvät noin puoli minuuttia, mutta keskustaan saapuvat eivät hyödy järjestelyistä.

Taulukko 6. Simuloitujen bussilinjojen matka-ajat yhteensä molemmissa vaihtoehdoissa (klo 16–17 väliset lähdöt, ajoneuvotuntia yhteensä simulointi-alueella) aamuruuhkassa

BUSSIEN MATKA-AJAT YHTEENSÄ (klo 8-9 väliset lähdöt, ajoneuvotuntia yhteensä)						
n=10	VE A			VE B		
	keskiarvo	alaraja 95%	yläraja 95%	keskiarvo	alaraja 95%	yläraja 95%
Yhteensä	320,68	317,27	324,10	323,56	320,67	326,46
Lahdenväylä-keskusta	24,28	23,46	25,09	24,18	23,79	24,57
Keskusta-Lahdenväylä	20,00	19,93	20,06	20,51	20,36	20,66
Tuusulanväylä-keskusta	18,39	18,10	18,68	18,17	17,87	18,47
keskusta-Tuusulanväylä	17,68	17,60	17,77	18,22	18,07	18,37

Taulukossa 6 on esitetty simulointialueen bussikäytäväkohtaiset bussilähtöjen matka-aikasummien keskiarvot eli ajoneuvotuntimäärät. Taulukossa ensimmäisenä on esitetty vaihtoehtojen yhteenlasketut ajoneuvotuntimäärät. Tuloksista voidaan todeta, että Hämeentien uudet järjes-

telyt tuottavat tarkastelluissa suunnissa yhteensä pienemmät ajoneuvotuntimäärät kuin mitä nykyisen mukaiset järjestelyt tuottavat. Aamuruuhkatunnin aikana vaihtoehdon A mukaiset järjestelyt ovat bussiliikenteelle hieman edullisemmat kuin vaihtoehdon B mukaiset järjestelyt.

Vaikutukset verkolla

Verkolla tapahtuvia muutoksia vaihtoehtojen välillä on havainnollistettu liitteessä olevilla kuvilla. Liitteeseen on kuvattu molemmat vaihtoehdot rinnakkain kumpanakin ruuhkatuntina.

Liitteessä 1 on kuvattu vaihtoehtojen keskinopeudet jokaisella linkillä. Kuvista voidaan huomata, etteivät autojen keskinopeudet merkittävästi muutu suurimmassa osassa verkkoa, joitain yksittäisiä eroja löytyy, lähinnä linkeiltä, jotka ovat ennen liikennevaloristeyttä.

Liitteessä 2 on kuvattu henkilöauto- ja tavaraliikenteen määrä verkolla linkeittäin sekä linkin liikennetiheys. Värimuutoksista on helppo havaita missä päin verkkoa muutoksia tapahtuu ja kuinka suurista muutoksista on kyse. Mitä punaisempi väri on, sitä tiheämmin linkillä eli katuosuehdella on autoja. Aamuruuhkan kuvasta voi helposti havaita, ruuhkaisuuden suunnan keskustaan päin sisääntuloväylien päässä.

Liitteessä 3 on kuvattu pistekohtaiset viivytykset, jotka havainnollistavat verkon pullonkaula kohtia ja antavat kuvan siitä, mitä vaihtoehtojen välillä risteyksissä tapahtuu. Pistekohtainen viivytyks on risteyksen keskimääräinen viivytyks sekunneissa. Hämeentien muutokset johtavat tiettyjen risteysten viivytyksen kasvuun, mutta muutokset eivät missään ole kovin merkittäviä.

Johtopäätökset

Simulointiverkolla autoliikenteen keskinopeus ei juurikaan muutu vaihtoehtojen välillä kummankaan ruuhkatunnin aikana. Joillain katuosuuksilla autoliikenteen sujuvuus hieman heikentyy, mutta suurimmalla osalla tarkastelualueen verkkoa Hämeentien muutoksilla ei ole merkittäviä vaikutuksia.

Nykyinen Hämeentien läpikulkeva autoliikenne näyttäisi siirtyvän käyttämään pääosin Sörnäisten rantatietä ja osittain Sturenkatua. Suurimassa osassa Kalliota tilanne pysyy nykyisenkaltaisena. Sörnäisten rantatielle liikenne ohjautuu Hakaniemen ja Hakaniemensillan kautta.

Bussiliikenteen osalta uuden suunnitelman mukaiset järjestelyt nopeuttavat ajoaikoja ja tuottavat näin hyötyä myös matkustajille varsinkin iltaruuhkan aikaan. Nopeutumisen syitä ovat valoliittymien vähentyminen sekä autoliikenteen jonojen aiheuttamien häiriöiden väheneminen Hä-

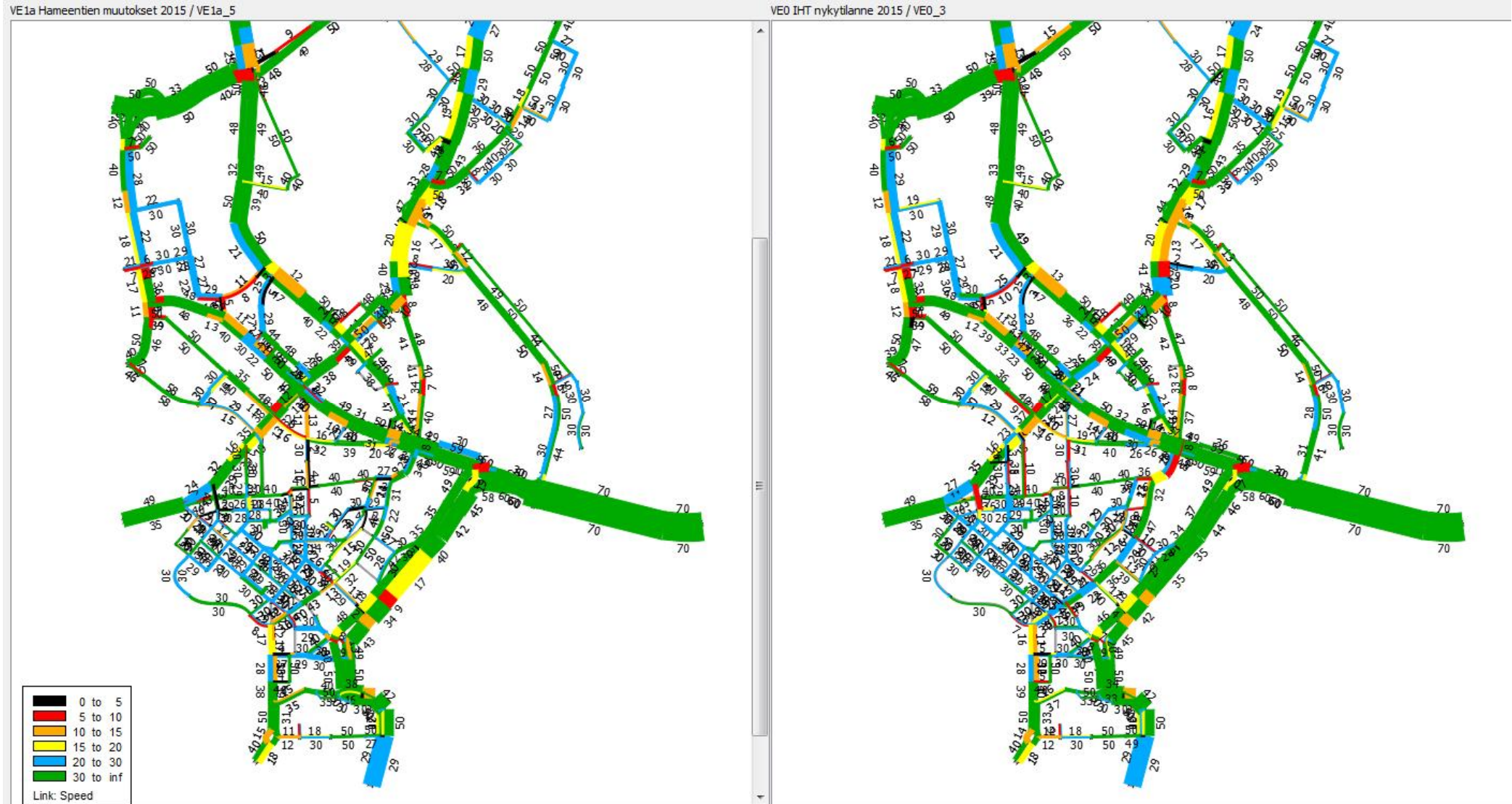
meentiellä. Aamuruuhkassa samanlaisia vaikutuksia ei ole havaittavissa kuin iltaruuhkassa. Aamuruuhkassa vaikutukset verkon liikennetilanteessa pysyvät likimain ennallaan.

Liikenteen simuloinnit ovat parhaimmillaankin vain mallinnettuja yleistyksiä eivätkä ne sisällä kaikkia todellisessa liikenneympäristössä ilmenneviä tekijöitä. Yksi simuloinneista puuttuva tekijä on joukkoliikenteen liikennevaloetuuudet. Käytetty simulointiohjelma Dynameq ei mahdollista niiden mallintamista. Liikennevaloetuuksilla on mahdollista saada joukkoliikenteelle lisää nopeushyötyjä.

Simulointien tuloksia tarkasteltaessa täytyy myös muistaa, että mitä yksityiskohtaisempia tuloksia tutkitaan, sitä enemmän epävarmuustekijöitä tuloksiin liittyy. Eli tarkasteltaessa koko verkon tai bussilinjojen tuloksia kokonaisuutena saadaan luetettavampaa tietoa kuin tarkasteltaessa yksittäisiä tuloksia. Simuloinneista saatava yleiskuva on lähellä oikeaa, vaikka yksityiskohtaiset tulokset ovatkin vain suuntaa antavia.

Liite 1: Liikenteen keskinopeudet ruuhkatunnin aikana eri vaihtoehdoissa

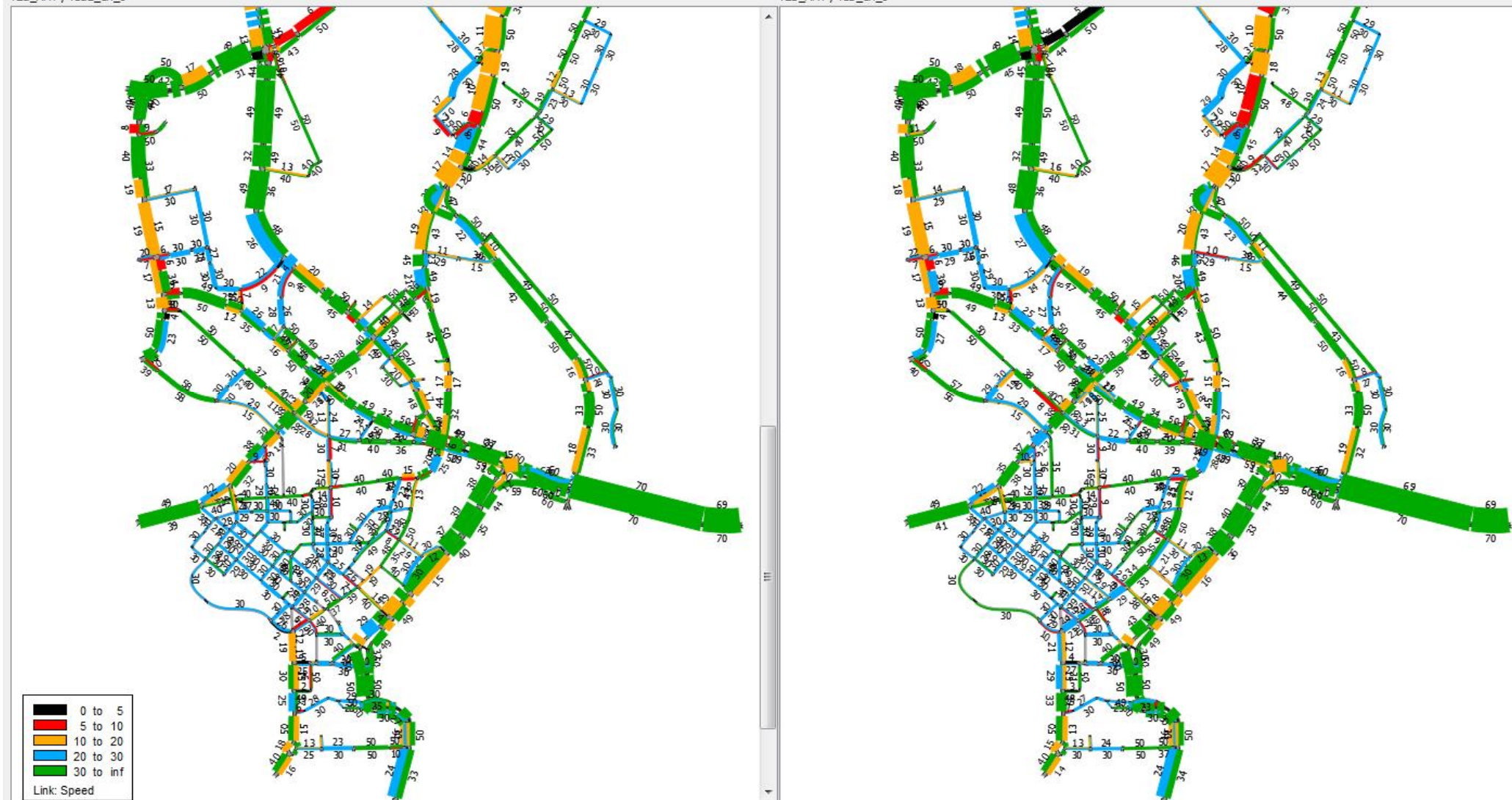
Linkeillä olevat lukuarvot kertovat keskimääräisen ajonopeuden (km/h) linkeittäin. Sama asia on kerrottu myös värikoodilla (musta-punainen-oranssi-keltainen-sininen-vihreä). Värikoodia vastaava lukuarvo näkyy kuvan alareunan nimiö-kentässä. Linkin paksuus kuvaa linkin läpi kulkevaa liikennemäärää ruuhkatunnin aikana.



Kuva 4. Henkilöauto- ja tavaraliikenteen keskinopeudet (km/h) iltaruuhkassa molemmissa vaihtoehdoissa. Vaihtoehto A vasemmalla ja vaihtoehto B oikealla

VEa_AHT / Vea2_1h_8

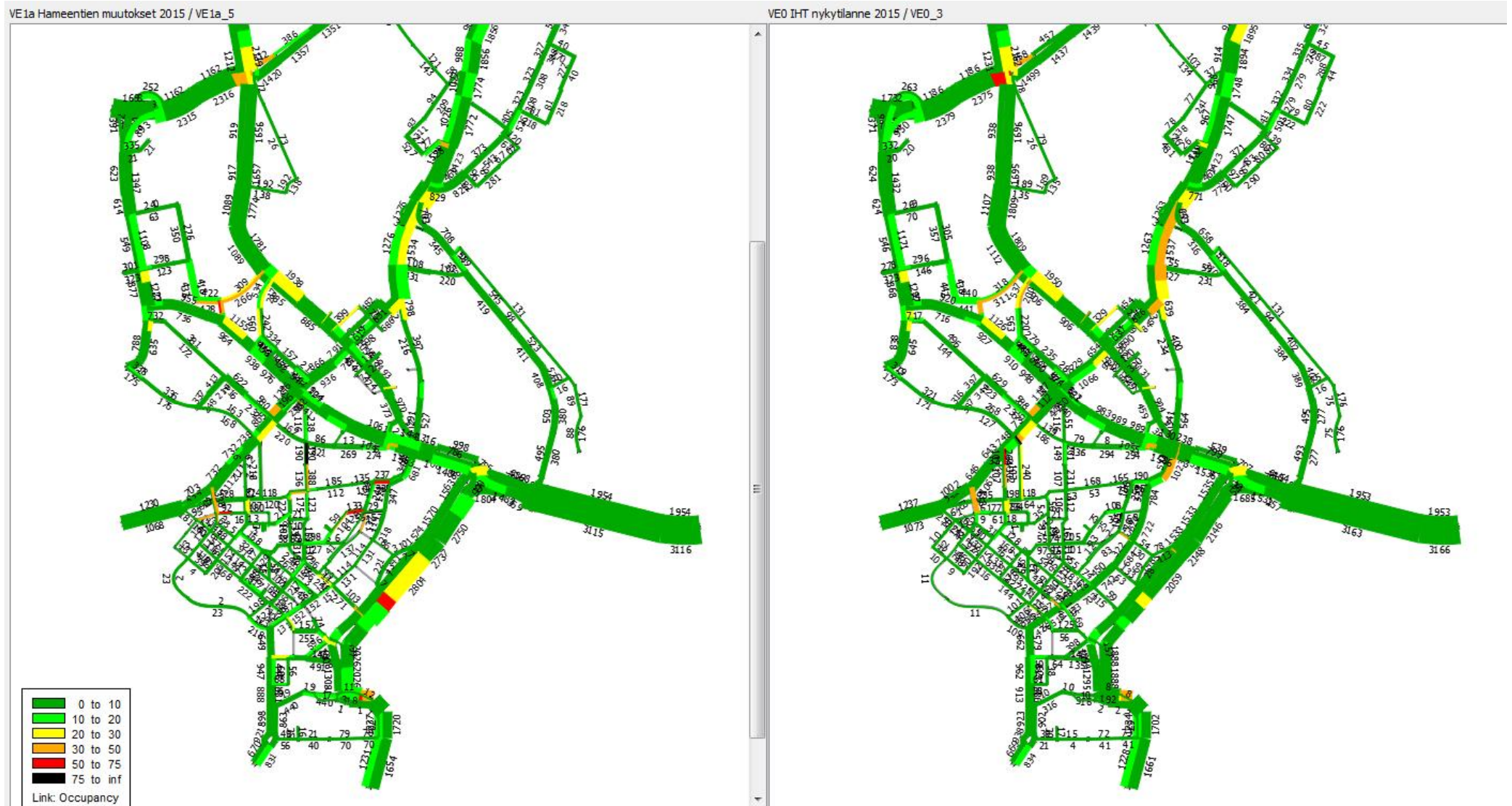
VEb_AHT / Veb_1h_8



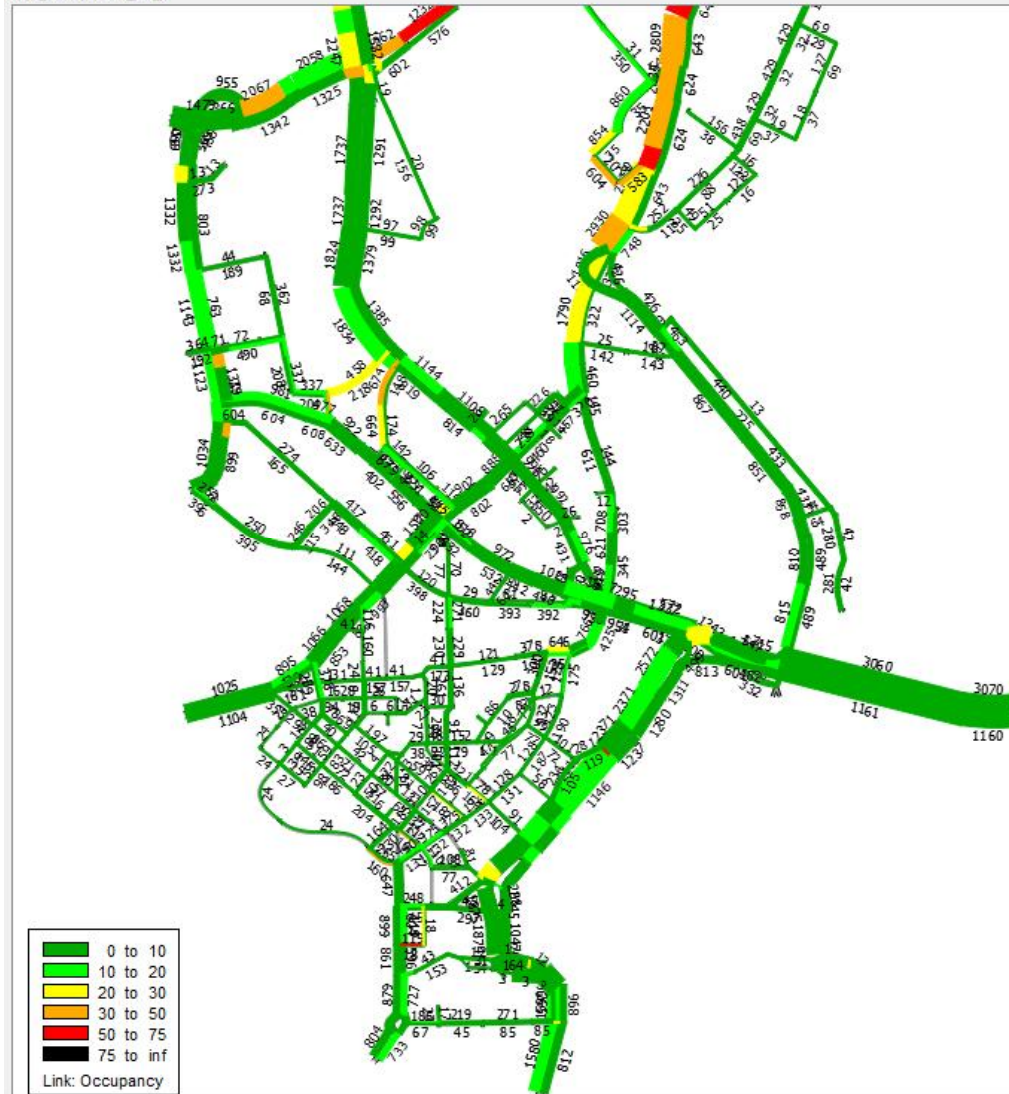
Kuva 5. Henkilöauto- ja tavaraliikenteen keskinopeudet (km/h) aamuruuhkassa molemmissa vaihtoehdoissa. VE A vasemmalla ja VE B oikealla.

Liite 2: Henkilöauto- ja tavaraliikenteen määrä sekä liikennetiheys ruuhkatunnin aikana eri vaihtoehdoissa

Liikennetiheys kuvaa sitä kuinka suuri osa (prosentteina) väylän pituudesta on ajoneuvojen varaamana. Jos liikennetiheys 0, katu on täysin tyhjä. Jos liikennetiheys on 100, ajoradat ovat täynnä autoja, etupuskuri takapuskurissa. Liikennetiheys on esitetty linkillä värillä ja linkin ruuhkatunnin keskimääräinen liikennemäärä numerolla.



Kuva 6 Henkilöauto- ja tavaraliikenteen määrä (ajon/h) ja liikennetiheys iltaruuhkassa molemmissa vaihtoehdoissa. VE A vasemmalla ja VE B oikealla.



Kuva 7. Henkilöauto- ja tavaraliikenteen määrä (ajon/h) ja liikennetiheys aamuruuhkassa molemmissa vaihtoehdoissa. VE A vasemmalla ja VE B oikealla

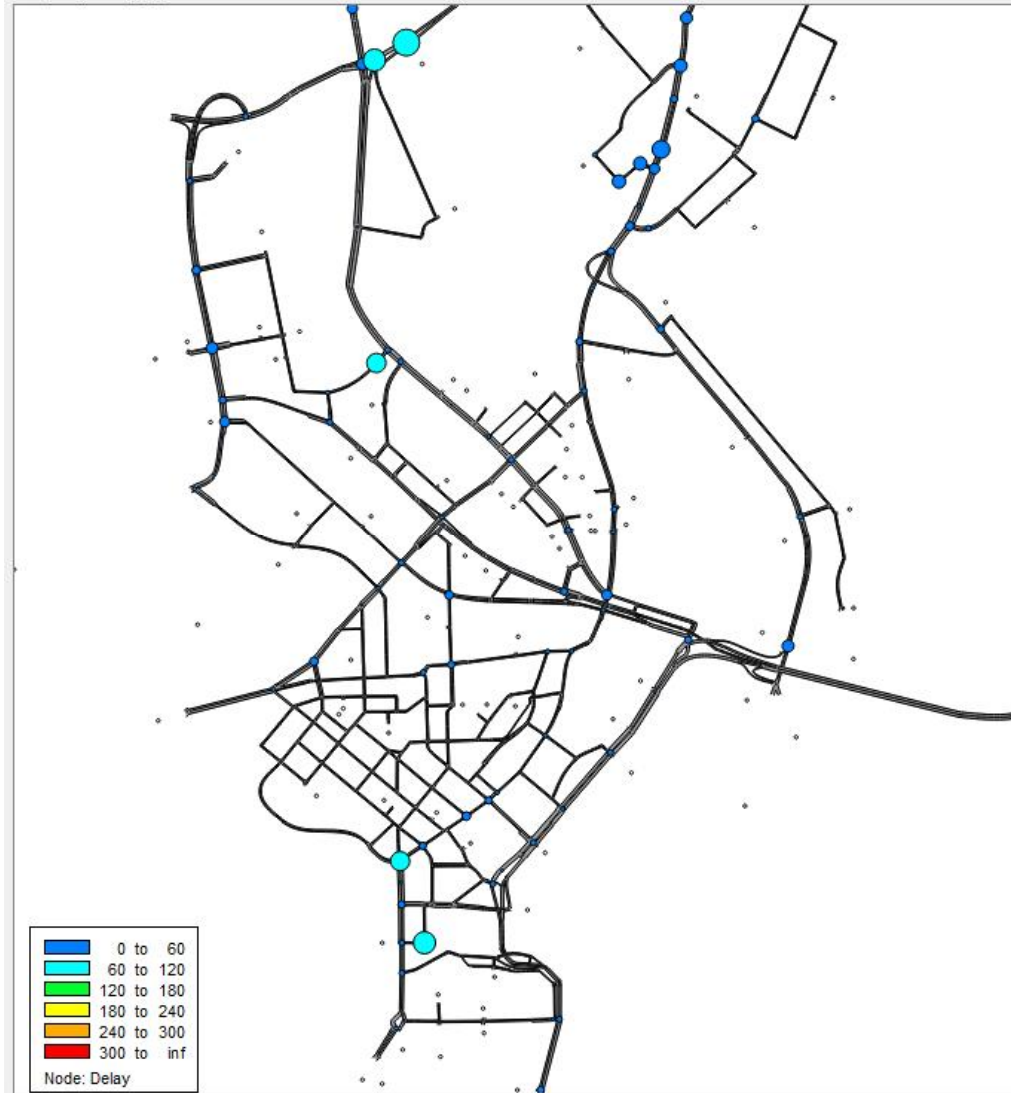
Liite 3. Pistekohtaiset viivytykset ruuhkatunnin aikana eri vaihtoehdoissa

Pistekohtaiset viivytykset antavat havainnollisen kuvan verkon pullonkaulakohdista ja siitä, mitä muutoksia niissä tapahtuu vaihtoehtojen välillä. Solmupistettä ympäröivän kehän säde ja ympyrän väri ovat suhteessa viivytyksen määrään.



Kuva 8. Pistekohtaiset viivytykset (s) iltaruuhkassa molemmissa vaihtoehdoissa. VE A vasemmalla ja VE B oikealla.

VEa_AHT / Vea2_1h_8



VEb_AHT / Veb_1h_8



Kuva 9. Pistekohtaiset viivytykset (s) aamuruuhkassa molemmissa vaihtoehdoissa. VE A vasemmalla ja VE B oikealla.