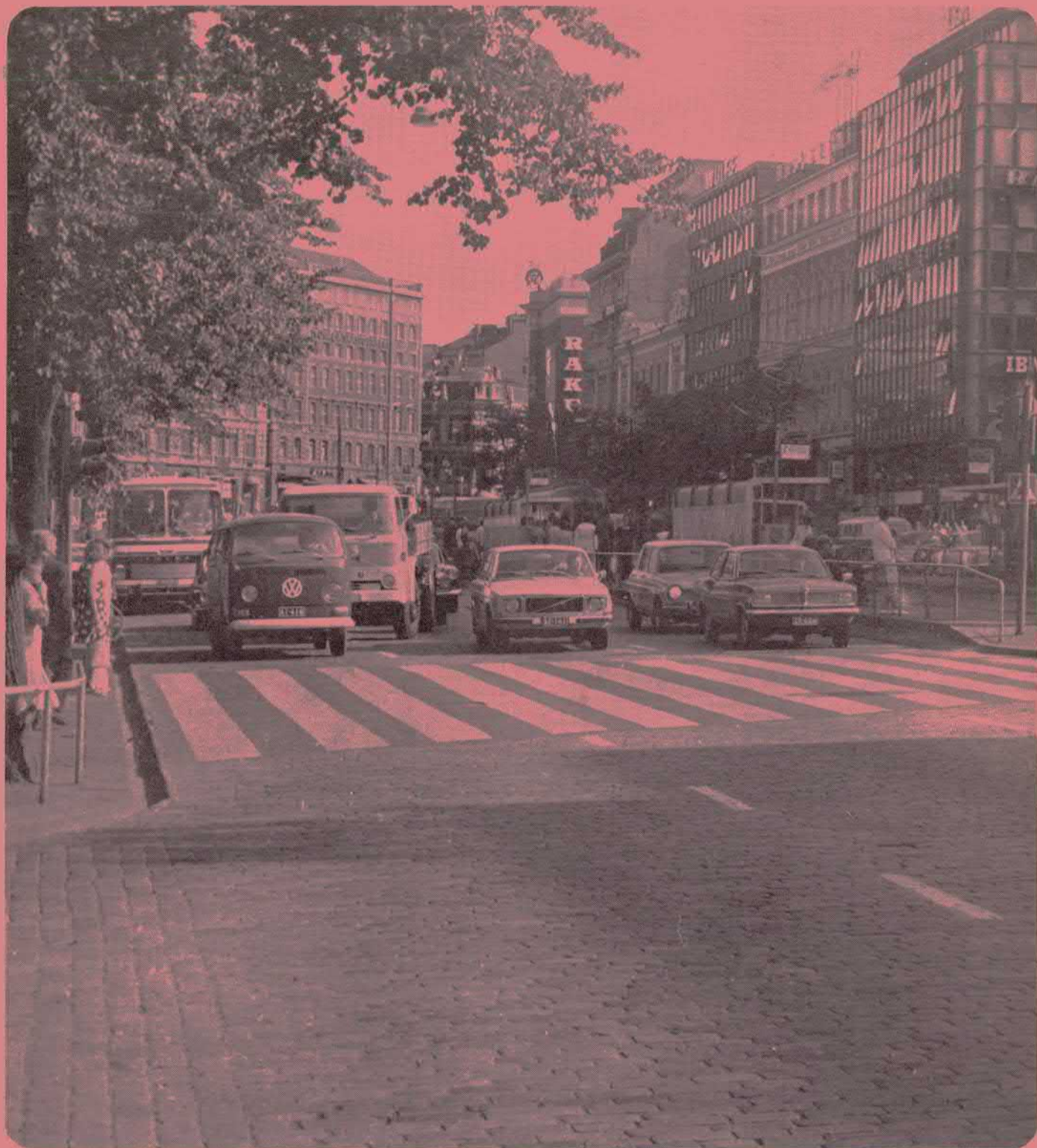




LIIKENTENVÄLITYSKYKYTUTKIMUS HELSINGISSÄ v.1972

KAUPUNKISUUNNITTELUVIRASTO
LIIKENNESUUNNITTELUOSASTO

JULKAISUJA B:11/73

TUTKIMUSTOIMISTO
15.8.1973

LIIKENTEEENVÄLITYSKYKYTUTKIMUS
HELSINGISSÄ V. 1972

Dipl.ins. Risto Jokinen

Liikennesuunnitteluosaston julkaisu B: 11/73

Helsingin Kaupungin Kaupunkisuunnitteluvirasto

ESIPUHE

Liikenteen jatkuva kasvu, yhä pahenevat ruuhkat ja näiden ratkaisu edellyttävät liikenteen tutkimista. Katujen mitoituksessa tarvitaan tietoja liikenteenvälityskyvystä. Sillä tarkoitetaan ajoneuvojen suurinta lukumäärää, joka sivuuttaa tarkasteltavan kohdan tietynä ajanjaksona.

Liikenteenvälityskykyä on tutkittu eniten USA:ssa jossa on julkaistu tutkimusten tulokset v. 1965 Highway Capacity Manual'issa (HCM). Helsingissä on vuosina 1966 ja 1969 tehty kenttämittauksia, joilla on pyritty selvittämään tiettyjen katujen liikenteenvälityskyvyt sekä niiden poikkeavuus HCM:n menetelmällä lasketuista välityskyvyistä.

Tässä julkaisussa esitetyn tutkimuksen tarkoituksena on ollut kehittää liikenteenvälityskyvyn laskentamenetelmä, joka soveltuu Helsingin oloihin. Tutkimuksen laskennat suoritettiin kesäkuussa ja syyskuussa v. 1972 eri tyyppisissä valo-ohjatuissa liittymissä liikekeskustassa, keskustan reuna-alueilla ja esikaupungeissa.

Tutkimuksen suunnittelun ja kenttätöet suoritti dipl.ins. Markus Rönty. Tietojen käsittelyn, menetelmän kehittämisen ja raportoinnin on tehnyt dipl.ins. Risto Jokinen. Julkaisun kuvat on piirtänyt Heli Virtanen ja konekirjoitustyön suorittanut Lea Meinander.

Liikennesuunnitteluosastolla 15.8.1973

Risto Jokinen

SANASTO

HTK = Huipputuntikerroin - Huipputunnin todellisen liikennemäärän suhde huipputuntiin sisältyvän lyhyemmän huippuliikennejakson redusoituun tuntiliikenteeseen. Huipputuntikertoimen suurin arvo =1. Ajanjaksona käytetään liittymien tarkasteluissa 15 minuuttia.

Huipputuntiliikenne - Korkein ajoneuvolukumäärä, joka ohittaa tien tai kaistan poikkileikkauksen yhden yhtäjaksoisen tunnin aikana.

Jakso - Liikennevaloissa aika tietyn opasteen tai opasteyhdistelmän alkuhetkestä siihen hetkeen, jolloin sama opaste seuraavan kerran alkaa.

Kapasiteetti = Liikenteenvälityskyky

Kuormituskerroin - Tietyllä tulosuunnalla huipputunnin täysin kuormitettujen vihreiden vaiheiden lukumäärän suhde saman tunnin kaikkien vihreiden lukumäärään.

Käyttösuhde - Liittymää tai sen tulosuuntaa kuormittavan liikennemäärän suhde liittymän tai tulosuunnan liikenteenvälityskykyyn.

Liikenteenvälityskyky - Liikenteenvälityskyvyllä tarkoitetaan ajoneuvojen suurinta lukumäärää, joka voi sivuuttaa tietyn kaistan tai tien poikkileikkauksen tietyllä ajanjaksona vallitsevissa tie- ja liikenneolosuhteissa.

Opaste - Liikennevalon tai vastaavan laitteen näyttämä valo tai merkki tai samanaikaisten valojen tai merkkien yhdistelmä.

Palvelutaso - Palvelutasolla tarkoitetaan laajassa merkityksessä mitä tahansa ajo-olosuhteisiin vaikuttavien tekijöiden yhdistelmää erilaisien liikennemäärien kuormittaessa määrättyä kaistaa tai tietä.

Progressiivinen järjestelmä - Liikennevalojärjestelmä, missä tietyn kadun liikennettä ohjaavat opasteet sallivat liikennöimisen tietyn aikataulun mukaan mahdollisimman jatkuvana virtana päästämällä ajoneuvot ryhminä katua eteenpäin tietyllä nopeudella, joka saattaa järjestelmän eri osissa vaihdella.

Raskas ajoneuvo tai raskas auto on yhteisnimitys kuorma-autoille ja linja-autoille.

Redusoitu tuntiliikenne - Tuntia lyhyemmän ajanjakson aikana tiellä tai kaistalla esiintyvä liikennemäärä kerrottuna koko tunnin ja jakson pituuden suhteella.

Tulosuunta - Se liittymän osa, jota liittymää lähestyvä liikenne käyttää.

Vaihe - Jakson osa, joka saattaa käsittää yhden tai useampia vaiheosia, ja jonka aikana opasteet sallivat tietyn liikennevirran tai tiettyjen liikennevirtojen kulun.

Vallitsevat ajo-olosuhteet riippuvat liikennevirran ajoneuvokoostumuksesta, liittymän geometrisista ominaisuuksista sekä kaistojen lukumäärästä ja leveydestä. Vallitsevat ajo-olosuhteet voidaan jakaa liittymästä ja sen rakenteesta sekä liittymän liikenteestä riippuviin tekijöihin. Vallitsevat ajo-olosuhteet ovat edellä esitettyjen tekijöiden joku yhdistelmä.

Viivytys tai viive - Viivytys on ajanhukka, joka aiheutuu liikenteen tai sen osan vapaata kulkua häiritsevästä tekijästä, johon ajaja ei voi vaikuttaa.

Y H T E E N V E T O

Liittymien mitoituksessa ja liikenne ratkaisujen arvostelussa eräs tärkeimmistä tekijöistä on liikenteenvälityskyky. Tätä on tutkittu paljon USA:ssa, Englannissa, Ruotsissa, Australiassa ja Länsi-Saksassa. Suomessa ei liittymien liikenteenvälityskykyä ole tutkittu aikaisemmin riittävän laajassa mitassa. Vuosina 1966 ja 1969 Helsingissä tehdyillä tutkimuksilla on selvitetty tiettyjen katujen liikenteenvälityskyvyt ja niiden poikkeamat Highway Capacity Manual 1965:n arvoista.

Koska HCM:n antamat arvot poikkesivat aikaisemmissa tutkimuksissa yksittäistapauksissa $\pm 40\%$ ja antoi keskimäärinkin hieman pieniä välityskykyarvoja meidän olosuhteissa, tämän tutkimuksen avulla pyrittiin joko korjaamaan HCM:n mitoitusnomogrammeja tai laatimaan uusi liikenteenvälityskyvyn laskentamenetelmä. Tutkimus ja mittaukset rajoitettiin ensimmäisessä vaiheessa valo- tai poliisiohjauksella toimiviin liittymiin.

Liikenteenvälityskykytutkimuksen maastotutkimukset suoritettiin kesäkuussa ja syyskuussa 1972. Mittaukset suoritettiin joko aamu- tai iltahuipputuntina. Tutkimuksen kohteina oli 41 liittymää ja 138 tulosuuntaa. Tyydyttävät välityskykytiedot saatiin 117 tulosuunnasta.

Tutkituista tulosuunnista oli 1-kaistaisia 18, 2-kaistaisia 76, 3-kaistaisia 22 ja 1 4-kaistainen. Liittymistä 12 sijaitsi keskustan liikealueella (32 tulosuuntaa), 17 muualla kanta-kaupungissa (50 tulosuuntaa) ja 11 esikaupunkialueilla (35 tulosuuntaa).

Tulosten käsittely suoritettiin automaattista tietojenkäsittelyä hyväksi käyttäen. Laskennassa käytettiin valikoivaa regressioanalyysiä. Selitettävänä käytettiin joko liikenteenvälityskykyä (ajon/vihreä h) tai tämän luonnollista logaritmia.

Käsittely suoritettiin koko aineistolla ja tulosuunnan kaistamäärän mukaan jaoteltuna.

Tilastollismatemaattisen käsittelyn jälkeen oli laskentamallissa suoranaisia virheitä. Selvin virhe esiintyi 1-kaistaisilla tulosuunnilla, joissa välityskyky väheni kaistaleveyden kasvaessa. Virhe johtuu siitä, että malli valitsi absoluuttisesti paremman matemaattisen yhteyden antavan laskevan suoran lähes yhtä hyvän nousevan suoran asemasta. Vastaavanlaisia virheellisyksiä oli vihreän ajan osuuden kasvaessa tai kuormitus-kertoimen kasvaessa välityskyky pieneni. Pysäköinti ei myös vaikuttanut välityskykyyn muilla kuin 1-kaistaisilla tulosuunnilla. Linja-autopysäkkien ja vasemmalle kääntyvien vaikutus välityskykyyn oli olematon. Esiintyvät virheet johtuvat suureksi osaksi liian pienestä havaintojen määrästä. Virheellisyydet poistettiin mallin viimeistelyn yhteydessä.

Yksisuuntaisen ja kaksisuuntaisen tulosuunnan vaikutus välityskykyyn on tutkimuksen mukaan vastakkainen kuin HCM:n ja Nordqvistin menetelmissä. 1- ja 3-kaistaisilla tulosuunnilla välitti kaksisuuntainen katu paremmin liikennettä kuin yksisuuntainen.

Raskaiden ajoneuvojen vaikutus liikenteenvälityskykyyn on tutkimuksen mukaan riippuvainen tulosuunnan kaistamäärästä. 1-kaistaisilla tulosuunnilla raskaiden ajoneuvojen välityskykyä vähentävä vaikutus on pienin ja vähennys on suurin 3-kaistaisilla tulosuunnilla. Tulos johtuneeksi osaksi 1- ja 3-kaistaisten tulosuuntien havaintojen vähäisyydestä ja osaksi siitä, että raskas ajoneuvo vaatii useampikaistaisella tulosuunnalla ryhmittyessään ja kulkiessaan yli kaistan leveyksen ajotilan.

Liikenteenvälityskyvyn laskentamenetelmä on kehitetty tulosuunnan kaistamäärästä riippuvaksi, koska kaistamäärä oli aineistossa parempi selittäjä kuin tulosuunnan leveys. Menetelmä on esitetty 1-kaistaiselle tulosuunnalle kuvassa 14, 2-kaistaiselle kuvassa 15 ja 3-kaistaiselle kuvassa 16. Mallissa on liittymää ja sen rakennetta kuvaavina muuttujina tulosuunnan kaistamäärä, leveys, yksisuuntaisuus/kaksisuuntaisuus, pituuskaltevuus ja sijainti kaupungissa. Liikenteestä riippuvia muuttujia ovat raskaiden ajoneuvojen osuus, oikealle kääntyvien ajoneuvojen osuus ja huippu-tuntikerroin.

VI

Laskentamenetelmällä laskettujen arvojen ja havaintojen maksimi poikkeamat olivat -19 % ja + 28 %. Keskimäärin voidaan laskentamenetelmän tarkkuutena pitää ± 10 %.

Laskentamenetelmän ja virheellisten havaintojen tarkistamiseksi laskettiin tutkittujen liittymien liikenteenvälityskyvyt HCM:n, RRL:n ja Nordqvistin menetelmillä. Mainitut menetelmät on esitelty kohdassa 3. Road Research Laboratory:n (Englanti) ja Nordqvistin (Ruotsi) menetelmät on esitetty niin tarkasti, että niiden perusteella voidaan liittymän välityskyky määrittää. HCM:n menetelmän käyttö edellyttää tekstissä mainittujen kuvien ja taulukoiden hankkimista.

Seuraavassa taulukossa on esitetty eri menetelmillä lasketut keskimääräiset kaistakapasiteetit erialueilla.

Sijainti Menetelmä	Ajoneuvoa/vihreä tunti/kaista		
	Liikekeskusta	Muu Kantakaupunki	Esikaupunki
Tutkimus 1972	1 310	1 440	1 390
HCM 65	1 100	1 280	1 290
RRL	1 330	1 340	1 290
Nordqvist	1 200	1 410	1 370
Tutkimuksen malli	1 310	1 430	1 390

Kehitetyllä laskentamenetelmällä lasketut keskimääräiset kaistakohtaiset liikenteenvälityskyvyt tulosuunnan kastamäärän mukaan eri alueilla on esitetty seuraavassa taulukossa. Välityskyvyn edessä suluissa on mainittu havaintojen lukumäärä.

Sijainti Tulosuunta	Liikekeskusta	Muu Kantakaupunki	Esikaupunki	Keskimäärin
1-kaistainen	(4) 1 600	(4) 1 560	(10) 1 660	(18) 1 630
2-kaistainen	(20) 1 370	(37) 1 490	(19) 1 390	(76) 1 430
3-kaistainen	(8) 1 170	(8) 1 240	(6) 1 250	(22) 1 220
Keskimäärin	(32) 1 310	(49) 1 430	(35) 1 390	(116) 1 390

Välityskykytutkimuksen yhteydessä laskettiin päin punaista liikennevaloa kävelleet jalankulkijat. Mäkeläkadun - Koskelantien liittymässä käveli puolet jalankulkijoista päin punaista valoa.

Keskimäärin kaikissa liittymissä 10 % jalankulkijoista käveli päin punaista valoa. Siltasaarenkadun - Hämeentien ja Huopalahdentien - Paciuksenkadun liittymissä ajoi noin 17 % ajoneuvoista päin punaista tai keltaista valoa. Päin punaista valoa ajoi eniten, 6,2 % ajoneuvoista, Reijolankadun - Nordenskiöldinkadun liittymässä. Keskimäärin ajoi päin punaista valoa 0,8 % ja päin keltaisia vaihteita 3,9 % ajoneuvoista.

S I S Ä L L Y S L U E T T E L O

Sivu

ESIPUHE

SANASTO

YHTEENVETO

1.	YLEISTÄ	1
1.1	Tutkimuksen tarve ja tarkoitus	1
1.2	Tutkimuksen ohjelma	2
2.	LIIKENTEENVÄLITYSKYKYYN LIITTYVÄT PERUSKÄSITTEET	4
2.1	Liikenteenvälityskyky	4
2.2	Vallitsevat ajo-olosuhteet	4
2.3	Palvelutaso	5
2.4	Muut käsitteet	5
3.	LIIKENTEENVÄLITYSKYVYN LASKENTAMENETELMÄT	7
3.1	RRL:n menetelmä	7
3.2	Nordqvistin menetelmä	12
3.3	HCM:n menetelmä	17
4.	HELSINGISSÄ SUORITETUT TUTKIMUKSET	21
4.1	Vuonna 1966 suoritettu tutkimus	21
4.2	Vuonna 1969 suoritettu tutkimus	21
4.3	Mannerheimintien - Lapinmäentien liittymässä v. 1971 suoritettu tutkimus	21
4.4	HCM:n menetelmän avulla lasketut liikenneväylien välityskyvyt Helsingissä	25
4.5	Viivetutkimus	25
5.	LIIKENTEENVÄLITYSKYKYTUTKIMUS V. 1972	29
5.1	Maastotutkimusten suoritus	29
5.2	Tulosten käsittely	29
5.3	Liikenteenvälityskyvyn laskentamallien kehittäminen	32

	Sivu
6. LIIKENTEENVÄLITYSKYVYN LASKENTAMALLI	36
6.1 Liikenteenvälityskyky kaistoittain	36
6.2 Havaintojen ja eri laskentamenetelmien vertailu	45
6.3 Laskentamenetelmän soveltaminen	54
6.4 Laskentamenetelmän arvostelu ja jatkotutkimustarve	56
 7. JALANKULKUUN LIITTYVIÄ SEIKKOJA	 58
7.1 Jalankulun tutkimus v. 1972	58
7.2 Punaisen liikennevalon noudattaminen	58
 KIRJALLISUUSLUETTELO	 60

1. YLEISTÄ

Moottoriajoneuvojen määrän voimakas kasvu vaatii toimenpiteitä liikenneuhkien välttämiseksi. Uudet kadut ja eritasoliittymät eivät yksistään auta ratkaisemaan ongelmia, sillä nämä esiintyvät yleensä keskustoissa, joissa ei ole mahdollisuuksia rakentaa uusia katuja. Ongelmien selvittämiseen, toimenpiteiden laastamiseen ja nykyisen katuverkon mahdollisimman tehokkaaseen hyväksikäyttöön tarvitaan liikenteen mitoitus- ja laskentamenetelmiä. Laskentamenetelmiä on kehitetty mm. Yhdysvalloissa, Ruotsissa, Englannissa, Länsi-Saksassa ja Australiassa.

1.1 Tutkimuksen tarve ja tarkoitus

Liikenteenvälityskyvyn laskemisessa on Suomessa käytetty yleensä ulkomailta kehitettyjä laskentamenetelmiä. Eniten käytetty on ollut Yhdysvalloissa v. 1965 julkaistussa Highway Capacity Manual'issa (HCM) esitetty menetelmä. Ruotsalaista Nordqvistin menetelmää on myös käytetty mitoituksessa.

Helsingissä on vuosina 1966 ja 1969 tehty kenttämittauksia, joilla on pyritty selvittämään tiettyjen katujen liikenteenvälityskyvyt sekä niiden poikkeavuus HCM:n menetelmällä lasketuista välityskyvyistä. HCM:n avulla laskettujen välityskykyarvojen ja mitattujen arvojen poikkeamat olivat yksittäistapauksissa jopa $\pm 40\%$, eli jokseenkin suuret. Useimmissa tapauksissa HCM:n todettiin kuitenkin antavan liian pieniä arvoja.

HCM:n menetelmällä laskettujen välityskykyarvojen poikkeamiseen Suomen olosuhteissa havaituista arvoista vaikuttavat mm seuraavat seikat:

- jo USA:n olosuhteissa esiintyy havainnoissa melkoinen hajonta
- HCM:n menetelmiä eri perustapausten soveltaminen tiettyyn tilanteeseen on joskus harkinnanvarainen (esim. mitä HCM:n perusdiagrammeista 6.5-6.10 käytetään laskettaessa tietyn taso-risteyksen välityskykyä)
- Ajoneuvojen dimensiot ovat USA:ssa erilaiset kuin Suomessa (esim. pituus, leveys, paino)
- Liikenneväylien standardi on USA:ssa yleensä korkeampi kuin Suomessa.

- Ajotavat lienevät USA:ssa erilaiset kuin Suomessa, samoin lainsäädäntö, liikennemerkkit, yms.

Edellä mainittujen seikkojen vuoksi on pyritty kehittämään nimenomaan paikallisiin kenttämittauksiin perustuva liikenteenvälityskyvyn laskentamenetelmä. Nykyisen liikenneväyläverkoston välityskyky voitaisiin tietenkin kartoittaa pelkillä mittauksilla, mutta tämä tulisi kustannuksiltaan jokseenkin kalliiksi ja toisaalta uusien liikennejärjestelyjen suunnittelussa on käytettävä jotakin laskennallista menetelmää. Näin ollen kenttämittauksia suoritetaan vain niin monessa kohteessa kuin menetelmän kehittämisen oletetaan edellyttävän, ja menetelmää sovelletaan mittaus-ten ulkopuolelle jääneissä kohteissa. Käytettävissä olevat resurssit rajoittavat lisäksi tutkimuksen laajuutta. Ensimmäisessä vaiheessa kohdistettiin tutkimus ja mittaukset vain liikennevalo- tai poliisiohjauksella toimiviin risteyksiin, jotka ovat yleensä pahimpia liikenteen "pullonkauloja" ja joissa lisäksi kenttämittaukset ovat helpommin järjestettävissä.

1.2 Tutkimuksen ohjelma

Tutkimuksen alkuvaiheessa selvitettiin kirjallisuustutkimuksen perusteella liikenteenvälityskykyyn liittyvien seikkojen teoreettiset perusteet sekä määritettiin tutkimuksessa käytettävät menetelmät ja tutkittavat tekijät. Liikenteenvälityskykyä tutkittiin yhtäältä liikennemäärien ja toisaalta viivytyksien kannalta.

Liikenteenvälityskyvyn eri laskentamenetelmien tarkastelun yhteydessä selvitettiin tekijät, joilla menetelmässä lasketaan liikenteenvälityskyky. Tutkimuksen yhteydessä vertailtiin lähemmin Highway Capacity Manual'in, Englannin tielaboratorion (Road Research Laboratory, RRL) ja ruotsalaista Nordqvistin menetelmää. Edellisten lisäksi tarkasteltiin myös australialaista mitoitusmenetelmää.

Helsingissä suoritetuista liikenteenvälityskykytutkimusten tuloksista laadittiin yhteenveto

- Sanaksenaho 1966
- Sanaksenaho 1969
- Rönty 1971

Edellä lueteltujen tutkimusten tuloksia käytettiin hyväksi liikenteenvälityskyvyn laskentamenetelmän kehittelyssä.

Kenttämittausten tarkoituksena oli

- liikenteen "pullonkauloina" toimivien risteysten liikenteenvälityskyvyn ja palvelutason selvittäminen
- niin laajan tietomateriaalin kerääminen, että voidaan kehittää yleinen liikenteenvälityskyvyn laskentamenetelmä.

Liikenteenvälityskyvyn laskentamenetelmä kehitettiin kenttämittausten tulosten pohjalta. Tulosten analysoinnissa ja mallin kehittelyssä käytettiin valikoivaa regressioanalyysiä. Mallin perusteella laadittiin graafinen liikenteenvälityskyvyn laskentamenetelmä.

Tutkimustuloksia vertailtiin yleisimpien laskentamenetelmien antamiin tuloksiin sekä HCM 65:n perusteella laskettuihin maksimi liikenteenvälityskykyihin. Tutkimustulosten arvostelun perusteella määritetään jatkotutkimusten tarve.

2. LIIKENTEENVÄLITYSKYKYYN LIITTYVÄT PERUSKÄSITTEET

Pääkatujen ja -teiden kyky välittää liikennettä on eräs suunnittelun päätekijä varsinkin kaupungeissa. Liikenteenvälityskyvyn kannalta ovat liittymät yleensä ratkaisevat. Liittymien liikenteenvälityskykyyn vaikuttaa niiden sijainti, tulosuuntien leveys, muotoilu, kaltevuus, liikennemäärä ja sen vaihtelu, liikenteen koostumus, kääntyvät liikennevirrat, liikennevalot jne. Liittymän ajo-olosuhteita eli edellä lueteltujen tekijöiden yhteisvaikutusta kuvataan palvelutasolla.

2.1 Liikenteenvälityskyky

Liikenteenvälityskyvyllä tarkoitetaan ajoneuvojen suurinta lukumäärää, joka voi sivuuttaa tietyn kaistan tai tien poikkileikkauksen tietyssä ajanjaksona vallitsevissa tie- ja liikenneolosuhteissa. Liikenteenvälityskyvyllä voidaan kuitenkin tarkoituksenmukaisuussyistä käsittää välityskykyä laajemminkin eri yhteyksissä. Ilmoitettua välityskykyä ei normaalisti voida ylittää elleivät vallitsevat olosuhteet muutu. Välityskyvyn lukuarvon yhteydessä on ilmoitettava kyseistä lukuarvoa vastaavat vallitsevat tie- ja liikenneolosuhteet. Yleensä liikenteenvälityskykytarkasteluissa käytetään mittayksikkönä yhden tunnin liikennemäärää.

2.2 Vallitsevat ajo-olosuhteet

Useat tekijät vaikuttavat tien ja liittymän liikenteenvälityskykyyn. Liikennevirran ajoneuvokoostumus, tien geometriset ominaisuudet sekä kaistojen lukumäärä ja leveys ovat eräitä tekijöitä, jotka muodostavat vallitsevat ajo-olosuhteet.

Vallitsevat ajo-olosuhteet voidaan jakaa kahteen yleiseen ryhmään:

- 1) liittymästä ja sen rakenteesta riippuvat tekijät
- 2) liittymän liikenteestä riippuvat tekijät.

Edelliseen ryhmään kuuluvista tekijöistä, joita ei voida muuttaa ilman rakennustoimenpiteitä, käytetään nimitystä perusolosuhteet. Toiseen ryhmään kuuluvista tekijöistä, jotka voivat muuttua tai joita voidaan muuttaa tunneittain tai vuorokauden eri aikoina, käytetään yhteisnimeä vallitsevat liikenneolosuhteet.

2.3 Palvelutaso

Liikenteenvälityskykyyn liittyy läheisesti käsite palvelutaso, jolla tarkoitetaan laajassa merkityksessä mitä tahansa ajo-olosuhteisiin vaikuttavien tekijöiden yhdistelmää erilaisten liikennemäärien kuormittaessa määrättyä kaistaa tai tietä. Yksittäisissä liittymissä voidaan palvelutaso likimäärin kuvata. Koska palvelutaso kuitenkin määritelmän mukaan osoittaa ajo-ominaisuuksia pitemmällä jaksolla, ovat tällaiset erillisissä liittymissä saatavat "pistemäiset" palvelutasot kiinnostavia vain paikalliselta kannalta.

Palvelutaso ilmoitetaan HCM:ssä kuudella kirjaintunnuksella A....F (ks. kohta 3.3). Suunnitteluperusteena käytetään jotakin ennalta määrättyä palvelutasoa tai liikennöitävyystasoa esimerkiksi esikaupunkialueella C ja kantakaupungissa D. Kun ajo-olosuhteet pysyvät tiettyä palvelutasoa vastaavana, liikenteenvälityskyky sanan asemasta käytetään palvelutason välityskykyä.

Liittymien ajo-olosuhteita voidaan kuvata palvelutasoa paremmin kuormituskertoimella, viivytyksellä tai liittymän käyttösuhteella. Progressiivisen valojärjestelmän ajo-olosuhteiden arvosteluun soveltuu palvelutaso paremmin kuin yksityisten tai useiden peräkkäisten yhteenkytkemättömien liikennevalo-ohjattujen liittymien arvosteluun.

2.4 Muut käsitteet

Kuormituskerroin tarkoittaa tietyllä tulosuunnalla huipputunnin täysin kuormitettujen vihreiden vaiheiden lukumäärän suhdetta saman tunnin kaikkien vihreiden vaiheiden lukumäärään.

Viivytys on ajanhukka, joka aiheutuu liikenteen tai sen osan vapaata kulkua häiritsevästä tekijästä, johon ajaja ei voi vaikuttaa. Viivytys ilmaistaan tavallisesti sekunteina ajoneuvoa kohti.

Käyttösuhteella tarkoitetaan liittymää kuormittavan liikennemäärän suhdetta liittymän liikenteenvälityskykyyn. Käyttösuhde on varsinkin suunnittelussa erittäin käytännöllinen, koska siitä voidaan helposti laskea esimerkiksi liikennemäärän mahdollinen kasvu välityskykyyn nähden tai kuinka kauan liittymä toimii olettaen liikenteelle määrätyn kasvuvauhdin.

Huipputuntikertoimella tarkoitetaan tunnin liikennemäärän suhdetta tuntia lyhyemmästä huippuliikennejaksosta muunnettuun liikennemäärään (redusoituun tuntiliikenteeseen). Huipputunnin mitoitettavana ajanjaksona käytetään liittymätarkasteluissa 15 minuuttia ja moottoriteiden liikennöitävyystarkasteluissa 5 tai 6 minuuttia. Redusoitu tuntiliikenne saadaan kertomalla tunnin vilkkaimman 15 minuutin liikenne 4:llä (moottoriteillä jaksosta riippuen 12 tai 10:llä).

3. LIIKENTEENVÄLITYSKYVYN LASKENTAMENETELMÄT

Liikenteenvälityskyvyn laskemiseksi on kehitetty useita eri menetelmiä. Suomessa nykyisin ehkä käytetyin ja tunnetuin menetelmä on Highway Capacity Manual 1965:n menetelmä. Osaksi HCM:n menetelmän korjauskertoimiin perustuu ruotsalainen Nordqvistin menetelmä. Englantilainen RRL:n menetelmä lienee vähemmän käytetty Suomessa. Menetelmä olisi tarkistuksien jälkeen melko käyttökelpoinen. Edellä mainittujen lisäksi ovat mm. saksalaiset kehittäneet teoreettisia ja tutkimuksiin perustuvia menetelmiä varsinkin valo-ohjaamattomiin liittymiin. Australiassa kehitetty menetelmä on osittain RRL:n ja osittain HCM 65:n menetelmän kaltainen, mutta perustuu Australian olosuhteisiin.

Suomessa on viime vuosina tutkittu pääasiassa maanteiden liikenteenvälityskykyä. Keväällä 1973 ryhtyi pohjoismainen työryhmä selvittämään viime aikoina suoritettuja liikenteenvälityskykytutkimuksia. Tähän selvitystyöhön sisältyvät liittymien, maanteiden ja moottoriteiden liikenteenvälityskyky.

3.1 RRL:n menetelmä

Englannin tielaboratorion (Road Research Laboratory) menetelmä perustuu tietyn tulosuunnan ns. kyllästysliikennemäärään (saturation flow) eli siihen maksimiliikennemäärään (S), jonka tulo-suunta pystyy välittämään, kun ajoneuvojono etenee katkeamattomana virtana. Kun otetaan huomioon vihreän vaiheen (g) osuus koko jakson (c) pituudesta, on tulosuunnan välityskyky

$$q_{\max} = \frac{g}{c} S$$

Liikennevirta ei kuitenkaan voi edetä koko vihreän vaiheen (t_{vi}) aikana kyllästysliikennemäärän suuruisena koska liikkeelle lähtöön ja liikennevirran pysähtymiseen punaisen vaiheen alkaessa sisältyvät hukka-ajat (h_1, h_2). Tästä syystä tehollinen vihreä aika.

$$g = t_{vi} - (h_1 + h_2)$$

Tulosuunnan leveyden vaikutus

Kyllästysliikennemäärä ilmaistuna henkilöautoyksikköinä tunnissa, kun ei esiinny kääntyvää liikennettä eikä pysäköityjä ajoneuvoja, saadaan kaavasta (kuva 10).

$$S = 160 w \left[\frac{\text{hay}}{h} \right]$$

missä w = tulosuunnan leveys jalkaa (mitattuna ajoradan reunasta jalankulkukorokkeen reunaan tai keskilinjaan riippuen siitä kumpi on lähempänä). Tämä kaava pätee w :n arvoille 18 - 60 jalkaa. Leveyksille 10 - 17 jalkaa saadaan kyllästysliikennemäärä seuraavasta taulukosta.

W =	3.05	3.36	3.66	3.97	4.27	4.58	4.88	5.19 m
	10	11	12	13	14	15	16	17 ft
S =	1850	1875	1900	1950	2075	2250	2475	2700hay/

Kyllästysliikennemäärä on 6 % pienempi esitettyjä arvoja iltahuipputuntina, mikä johtunee siitä, että ajajalla on vähemmän kiire kuin esim. aamuruuhka aikana.

Ajoradan pituuskaltevuuden vaikutus (kuva 11)

Jokaista 1 %:n positiivista pituuskaltevuuden lisäystä kohden vähenee kyllästysliikennemäärä 3 % ja jokaista 1 %:n negatiivista pituuskaltevuuden lisäystä kohden lisääntyy kyllästysliikennemäärä 3 %. Pituuskaltevuus lasketaan keskimääräisenä kaltevuutena pysähtymislinjan ja 200 ft ennen pysähtymislinjaa olevan pisteen välillä. Tämä vaikutus pätee kaltevuuksilla -5 %...+ 10 % paikoissa, missä ko. kaltevuus jatkuu koko risteyksen lävitse.

Ajoneuvokoostumuksen vaikutus

Eri ajoneuvolajien vaikutus kyllästysliikennemäärään näkyy seuraavista henkilöautoyksikköekvivalenteista (kuva 12).

1	raskas tai keskiraskas tavara-ajoneuvo	= 1.75 hay
1	bussi	= 2.25 hay
1	raitiovaunu	= 2.50 hay
1	kevyt tavara-ajoneuvo	= 1.00 hay
1	moottoripyörä mobedi tai skootteri	= 0.33 hay
1	polkupyörä	= 0.20 hay

Vasemmalle kääntyvien ajoneuvojen vaikutus (Engl. oikealle kääntyvät)

Mikäli vasemmalle kääntyvät vastakkaisesta suunnasta tulevat ajoneuvot aiheuttavat risteyksen tukkiintumisen ei risteyksen välityskykyjä voida helposti laskea. Tukkeentumattomissa olosuhteissa vasemmalle kääntyvän liikenteen vaikutus riippuu siitä onko vai eikö ole samassa vaiheessa risteäviä liikennevirtoja ja onko vai eikö ole vasemmalle kääntyvälle liikenteelle varattu omat lisäkaistat. On olemassa neljä eri tapausta.

1. Ei vastaan tulevaa liikennettä, ei lisäkaistoja vasemmalle kääntyville.

Yleiskuva tulosuunnan kyllästysliikenteestä saadaan edellä esitetyillä säännöillä (välittämättä kääntyvistä virroista)

2. Ei vastaantulevaa liikennettä, lisäkaistat vasemmalle kääntyville.

Vasemmalle kääntyvien virtojen kyllästysliikennemäärät on määrättävä erikseen. On havaittu, että suoran kulman kääntyvien liikennevirtojen kyllästysliikennemäärä (S) riippuu kääntymissäteestä (r) seuraavasti:

$$S = \frac{1800}{1 + 5/r} \quad \text{hay yhden kaistan virralle}$$

$$S = \frac{3000}{1 + 5/r} \quad \text{hay/h kahden kaistan virralle}$$

missä r on mitattu jalkoina

3. Vastaantulevaa liikennettä on, ei lisäkaistoja vasemmalle kääntyville

Vasemmalle kääntyvien vaikutus näissä olosuhteissa on kolmitahoinen. Ensiksi vastaantulevan liikenteen vuoksi vasemmalle kääntyvät viivytävät toisiaan ja niin muodoin viivytävät myös muita (ei vasemmalle kääntyviä) saman tulosuunnan ajoneuvoja. Toiseksi vasemmalle kääntyvät ajoneuvot pyrkivät häiritsemään vastakkaisen suunnan suoraan pyrkiviä ajoneuvoja ja näin ollen aiheuttavat viivytystä. Kolmanneksi ne vasemmalle kääntyvät ajoneuvot, jotka jäävät risteysalueelle vihreän vaiheen lopussa voivat viivyttää seuraavan vaiheen risteävien ajoneuvojen lähtöä liikkeelle.

Kahden ensimmäisen seikan vaikutus voidaan ottaa huomioon olettamalla, että jokainen vasemmalle kääntyvä ajoneuvo vastaa keskimäärin 1.75 suoraan ajavaa ajoneuvoa. Kolmas vaikutus on monimutkaisempi. Vasemmalle kääntyvät voivat päästä vastakkaisen virran läpi sopivista aukoista. Eräs menetelmä on kehitetty, jossa määritetään jakson maksimi vasemmalle kääntyvien ajoneuvojen määrä (h_T), joka voi käyttää hyväksi vastakkaisen liikennevirran aukkoja. Jakson keskimääräisen vasemmalle kääntyvien ajoneuvojen määrän ja h_T :n ero antaa keskimääräisen vihreän vaiheen lopussa odottavien ajoneuvojen määrän. Aika, jonka nämä ajoneuvot tarvitsevat päästäkseen risteysalueen läpi voidaan laskea olettaen että jokainen ajoneuvo tarvitsee aikaa 2,5 sekunttia (kuva 13).

4. Vastaantulevaa liikennettä on, lisäkaistat vasemmalle kääntyville.

Vasemmalle kääntyvä liikenne ei aiheuta viivytystä saman tulosuunnan suoraan menevälle liikenteelle, mutta voi esiintyä häiriöitä risteävän vaiheen ajoneuvoille ja tämä voidaan laskea käyttäen samaa menetelmää kuin kohdassa 3 edellä.

Oikealle kääntyvien ajoneuvojen ja jalankulkijoiden vaikutus

Yleensä ei tarvita korjauskertoimia

Pysäköityjen ajoneuvojen vaikutus

Lähelle seis-linjaa pysäköityjen ajoneuvojen vaikutuksen kyl-
lästysliikennemäärään on havaittu olevan samanlainen kuin tu-
losuunnan leveyden menetys seis-linjalla ja tämä voidaan il-
maista seuraavasti

$$W = 5.5 - \frac{0.9 (Z - 25)}{k} \quad \text{ft (jos positiivinen)}$$

missä

$Z = 25 \text{ ft} =$ lähimmän pysäköidyn ajoneuvon etäisyys seis-
linjasta (ft)

$k =$ vihreä aika (sek)

Mikäli w tulee negatiiviseksi, otetaan leveyden vähennys nol-
laksi. Kuorma-auton tai leveän auton vaikutus voi olla jopa 50%

Paikan laadun vaikutus

Monet muutkin tekijät vaikuttavat kyllästysliikennemäärään
mutta pienemmässä määrin kuin edellä mainitut. Nämä teki-
jät on ryhmitelty yhteen antamaan arvio paikan tyypistä.
Paikat luokitellaan hyväksi, keskinkertaiseksi tai huonoksi
näkyvyyden, jalankulkuliikenteen vilkkauden, vasemmalle kään-
tyvien aiheuttamien häiriöiden, pysäköityjen ajoneuvojen jne.
mukaan ja kyllästysliikennemäärät kerrotaan vastaavasti ker-
toimilla 1,2 , 1,0 tai 0,85.

Lähde: Traffic Engineering Practice. Spon's
Civil Engineering Series. London 1968

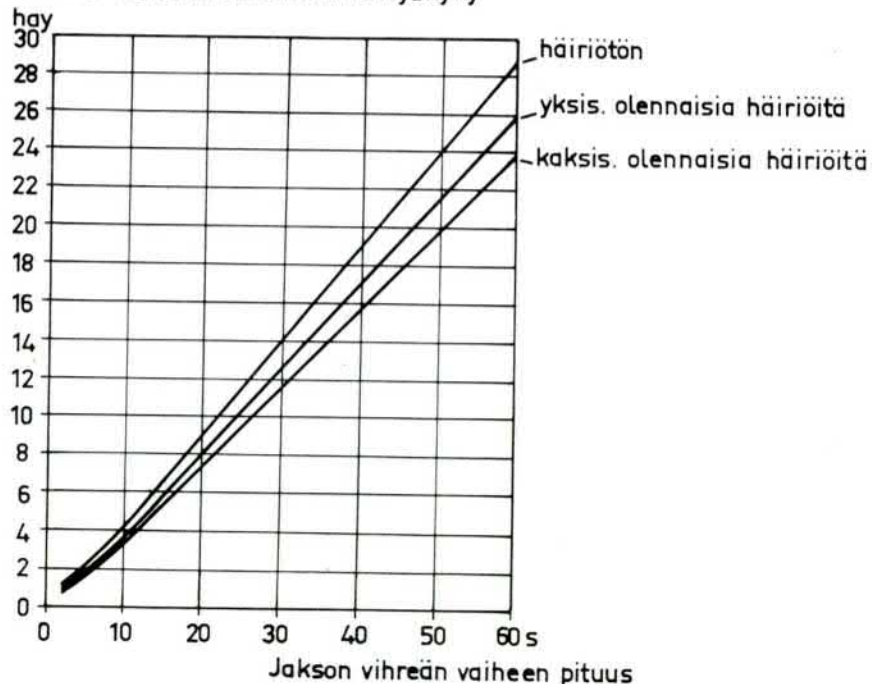
3.2 Nordqvistin menetelmä

Ruotsalainen Nordqvistin menetelmä perustuu 50-luvun lopussa olemassa olevaan tietoon ja aineistoon joiden perusteella Nordqvist kehitti menetelmänsä.

Liikennevalo-ohjatun risteyksen välityskyky lasketaan menetelmällä seuraavasti:

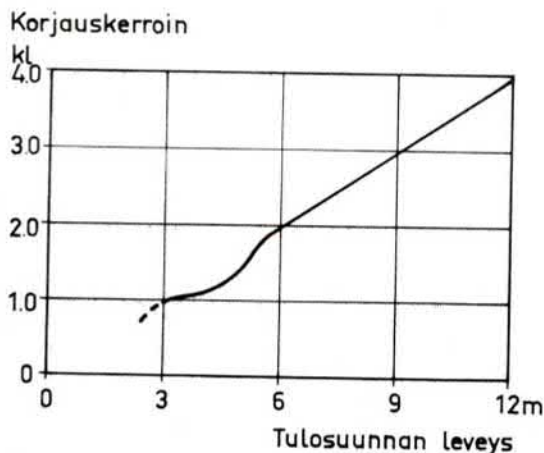
(1) Kuvasta 1 saadaan 3,0 metrin levyisen kaistan mahdollinen kapasiteetti vaiheenpituuden funktiona. Mikäli olosuhteiden voidaan olettaa olevan täysin kontrolloitu, so. jalankulkijat eivät viivästyä ajoneuvoja ajoneuvovaiheen aikana, autot eivät pysähdy tai pysäköi vastoin kieltoja, ja mitään muutakaan häiriöitä ei ole odotettavissa, käytetään kuvan ylemmää käyrää. Mikäli tällaisia häiriöitä sensijaan on odotettavissa olennaisessa määrin, käytetään diagrammin muita käyriä, keskimäistä yksisuuntaisella, alinta kaksisuuntaisella kadulla. Henkilöautoyksikköjen määrä on luettava yhden desimaalin tarkkuudella.

Vihreän vaiheen liikenteenvälityskyky



Kuva 1. 3,0 metrin leveä tulosuunnan mahdollinen liikenteenvälityskyky jakson vihreän ajan pituudesta riippuen

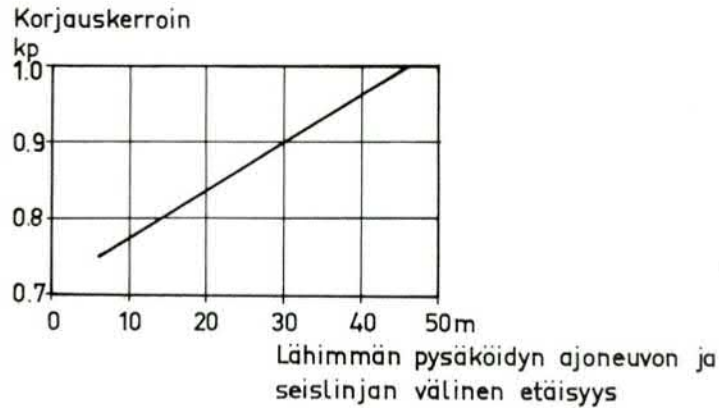
(2) Tulosuunnan leveydestä aiheutuva korjauskerroin saadaan kuvasta 2. Kuten kuvasta ilmenee, on välityskyky suorassa suhteessa leveyteen paitsi leveyden ollessa välillä 3.0 - 6.0 m. Mikäli tulosuunta on jaettu kahteen tai useampaan osatulosuuntaan erillisten valovaiheiden avulla, tapahtuu leveyskorjaus seuraavasti: Mikäli osatulosuunta (tavallisesti oma kaista kääntyville ajoneuvoille) on erotettu muista tulosuunnista kaistamaalauksella, tapahtuu leveyskorjaus osatulosuunnan ja lähimmän kaistan yhteenlasketun leveyden perusteella. Leveyskorjaus tulosuunnan pääosalle tapahtuu tässä tapauksessa koko tulosuunnan leveyden, myös osatulosuunnan leveyden perusteella. Mikäli osatulosuunta on erotettu esim. korokkeella muusta tulosuunnasta, käsitellään tulosuunnan osat erillisenä.



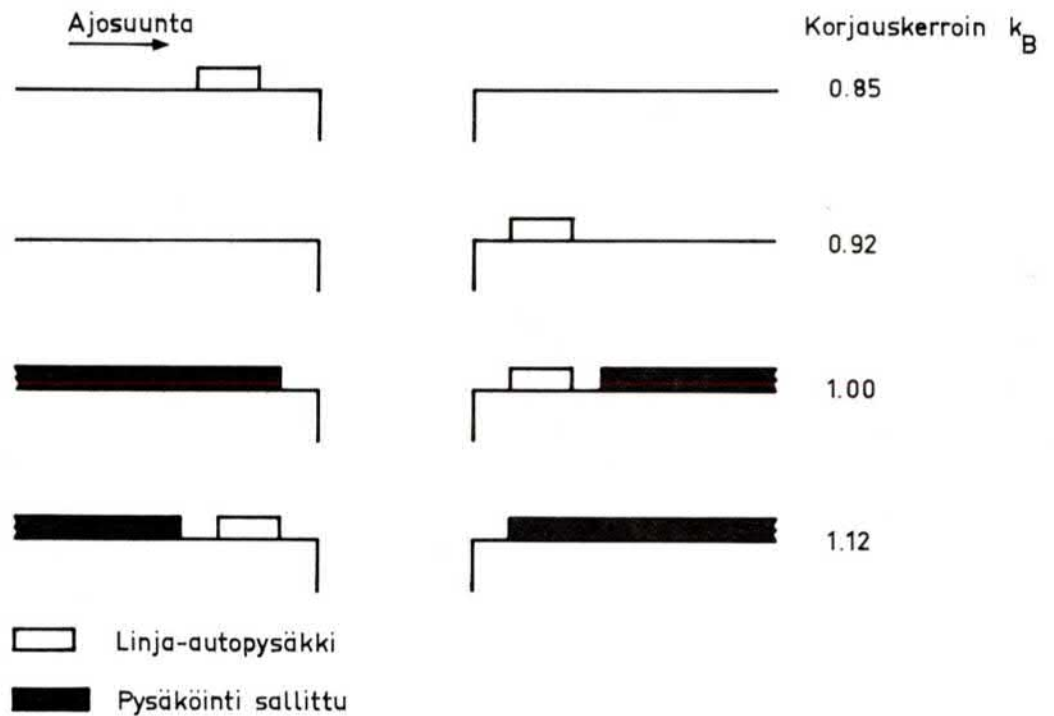
Kuva 2. Tulosuunnan leveydestä johtuva korjauskerroin.

(3) Pysäköinnin huomioonottaminen tapahtuu kuvasta 3 saatavan korjauskertoimen avulla. Korjauskertoimen suuruus riippuu ensimmäisen pysäköidyn ajoneuvon ja seislinjan välisestä etäisyydestä. Yksisuuntaisella kadulla, jolla on pysäköintiä molemmilla puolilla, on omaa korjauskerrointa käytettävä molemmilla puolilla. Korjaus koskee koko tulosuuntaa paitsi osatulosuuntaa vasemmalle kääntyville ajoneuvoille.

(4) Linja-autopysäkkien aiheuttama korjauskerroin saadaan kuvasta 4. Korjaus koskee tulosuuntaa paitsi mahdollista osatulosuuntaa vasemmalle kääntyville ajoneuvoille.

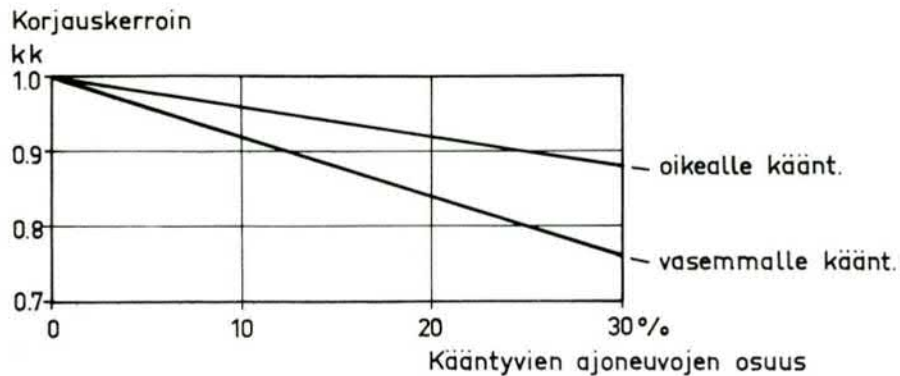


Kuva 3. Eri etäisyyksillä seislinjasta pysäköityjen ajoneuvojen vaikutus liikenteenvälityskykyyn.



Kuva 4. Linja-autopysäkin sijainnista johtuva korjauskerroin.

(5) Kääntyvien ajoneuvojen aiheuttamat korjauskertoimet saadaan kuvasta 5. Kääntyvien ajoneuvojen korjaus tapahtuu vain mikäli näille ei ole varattu omia kaistoja. Korjaus koskee koko tulosuuntaa paitsi mahdollista osatulosuuntaa vasemmalle kääntyville ajoneuvoille. Yksisuuntaisella kadulla vasemmalle kääntyvät aiheuttavat saman korjauksen kuin oikealle kääntyvät.



Kuva 5. Kääntyvien ajoneuvojen aiheuttama korjauskerroin, kun kääntyville virroille ei ole omia kaistoja tai valovaihetta.

(6) Edellä saatujen korjauskerrointen avulla saadaan tulosuunnan mahdollinen välityskyky/vaihe vallitsevissa olosuhteissa.

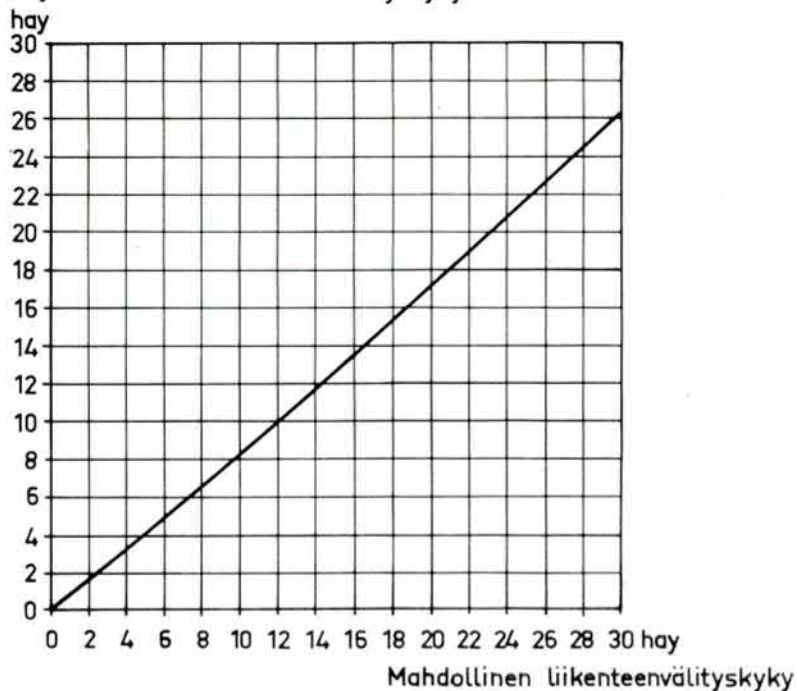
(7) Mikäli vasemmalle kääntyvälle liikennevirralle on varattu omat kaistat muttei omaa valovaihetta, on sen mahdollinen välityskyky kohdan (6) mukaan määrätyn mahdollisen välityskyvyn ja vastakkaisen suunnan liikennemäärän erotus, kuitenkin vähintään kohdan (8) mukainen minimiarvo.

(8) Käytännöllinen välityskyky saadaan kuvasta 6. Kuva antaa käytännöllisen välityskyvyn, jonka määrittellään olevan se liikennemäärä, joka voidaan ylittää 20 %:n todennäköisyydellä. Muulle todennäköisyydelle määritetty käytännöllinen välityskyky saadaan Poissonjakautuman avulla.

Kohdan (7) mukaan laskettu mahdollinen välityskyky vasemmalle kääntyvälle virralle, jolle on varattu omat kaistat mutta ei omaa valovaihetta, voi tulla nolaksi. Kuitenkin käytännölliselle välityskyvyllä tällaisella erillisellä kaistalla on asetettu minimiarvo 1.5 hay/vaihe.

(9) Mikäli risteys kuuluu progressiiviseen liikennevalojärjestelmään korotetaan kohdan (8) mukaan saatua käytännöllistä välityskykyä 20 %:lla. Tällöin edellytetään kuitenkin että käytännöllinen välityskyky on määrätty 20 % ylikuormitustodennäköisyydelle.

Käytännöllinen liikenteenvälityskyky



Kuva 6. Käytännöllisen ja mahdollisen liikenteenvälityskyvyn välinen riippuvuus, kun ylitystodennäköisyys on 20 %.

(10) Käytännöllinen välityskyky tuntia kohden voidaan nyt laskea kertomalla vaiheen käytännöllinen välityskyky tunnin sisällä olevien jaksojen lukumäärällä. Lisäksi on kuitenkin tarkistettava, että odotettavissa oleva suoraan menevien ja kääntyvien liikennevirtojen välinen jakautuminen on todellisuutta vastaava. Useimmiten voidaan odotettu välityskyky täysin käyttää hyväksi vain yhdellä tulosuunnalla, kun taas muilla tulosuunnilla kuormitus alittaa välityskyvyn. Tämä voidaan tarkistaa seuraavasti:

- a) $K_p(v)$ = laskettu käytännöllinen välityskyky oikealle kääntyville ajoneuvoille
 $K_p(h)$ = sama vasemmalle kääntyville ajoneuvoille
 $K_p(r)$ = sama suoraan ajaville ajoneuvoille
 K_p = tulosuunnan kokonaisvälityskyky
 P_v, P_h, P_r = odotettu prosentuaalinen jakauma oikealle, vasemmalle ja suoraan ajaville ajoneuvoille

b) Laske:

$$M_v = \frac{P_v \times K_p(r)}{P_r} \quad \text{ja} \quad M_h = \frac{P_h \times K_p(r)}{P_r}$$

c) Jos $M_v < K_p(r)$ ja $M_h > K_p(h)$ niin

$$K_p = K_p(r) + M_v + M_h$$

d) Jos $M_v > K_p(r)$ ja/tai $M_h > K_p(h)$, lasketaan M_r' ja M_v' tai M_h'

$$M_r' = \frac{K_p(v) \times Pr}{P_v} \quad \text{tai} \quad M_r = \frac{K_p(h) \times Pr}{P_h}$$

$$M_h' = \frac{P_h \times M_r'}{Pr} \quad \text{tai} \quad \frac{M_v'}{Pr} = \frac{P_v \times M_r'}{Pr}$$

$$K_p = M_r' + K_p(v) + M_h' \quad \text{tai} \quad K_p = M_r' + M_v' + K_p(h)$$

Lähde: Nordqvist S: Gators och vägars kapacitet. Stockholm 1960

3.3 HCM:n menetelmä

Tunnetuin ja käytetyin lienee amerikkalainen HCM:n menetelmä. Menetelmä on esitetty niin laajasti ja useissa julkaisuissa, että sen lähempi esittely tässä yhteydessä lienee tarpeetonta. Kuitenkin seuraavassa on hyvin lyhyesti menetelmän pääperiaatteet. Tarkemmat tiedot ilmenevät mm. lähteistä.

HCM:ssä on otettu mukaan käsite palvelutaso sekä määritetty kullekin palvelutasolle välityskyvyt. Ajo-olosuhteet eri palvelutasoilla ovat valo-ohjatussa risteyksessä seuraavat:

Palvelutaso A:

Täysin kuormitettuja vaihteita ei esiinny ts. kuormituskerroin on 0,0. Yksikään ajoneuvo ei joudu odottamaan enempää kuin korkeintaan yhden punaisen vaiheen ajan.

Palvelutaso B:

Liikenneolosuhteet ovat hyvät. Kuormituskertoimen arvo ei saa olla yli 0,1. Maaseutu olosuhteissa tämä taso soveltuu suunnitteluperusteeksi.

Palvelutaso C:

Liikenneolosuhteet ovat vielä kohtalaisen hyvät ja kuormituskerroin vaihtelee välillä 0.1 ... 0.3. Ajajat joutuvat joskus odottamaan useamman kuin yhden punaisen vaiheen ajan ja jonoja saattaa syntyä kääntyvien ajoneuvojen taakse. Tämä taas soveltuu suunnitteluperusteeksi kaupunkiolosuhteissa.

Palvelutaso D:

Liikennevirrassa on lisääntyviä häiriöitä ja olosuhteet tulevat epävakaisiksi, kun kuormituskerroin lähestyy arvoa 0,7. Viivytykset liittymässä saattavat olla suuria lyhyin ajanjaksoin ruuhka-aikoina.

Palvelutaso E:

Tällä palvelutasolla saavutetaan maksimivälityskyky. Vaikka kuormituskerroin 1.0 esittääkin teoreettisesti maksimivälityskykyä, jokainen vaihe ei ole käytännössä kuitenkaan täysin kuormitettu. Todennäköisin kuormituskertoimen arvo vaihtelee välillä 0,7 ... 1,0.

Palvelutaso F:

Liittymä on täysin tukossa ja liikenne ruuhkautuu kaikissa suunnissa. Kuormituskertoimen arvo vaihtelee, koska liittymän kuormitus riippuu ulkoisista tekijöistä.

Liittymien liikenteenvälityskyky saadaan määritettyä HCM:n kuvien 6.5 - 6.9 avulla, kun tunnetaan tulohaaran leveys, kuormituserroin, huipputuntikerroin, kaupunkiseudun väkiluku ja liittymän sijainti kaupunkiseudulla. Kuvissa 6.5 - 6.9 on esitetty tulohaaran liikenteenvälityskyky (ajoneuvoa/vihreä tunti) tulohaaran leveydestä ja kuormituskertoimesta riippuen seuraaville katujen perustilanteille:

- yksisuuntainen, pysäköinti kielletty (6.5)
- yksisuuntainen, pysäköinti sallittu toisella puolella (6.6)
- yksisuuntainen, pysäköinti sallittu molemmilla puolilla (6.7)
- kaksisuuntainen, pysäköinti kielletty (6.8)
- kaksisuuntainen, pysäköinti sallittu (6.9).

Kuvissa käytetty tulohaaran leveys vastaa tulohaaran päällystetyn osan kokonaisleveyttä, ja se sisältää mahdolliset pysäköintikaistat, mutta ei erillisiä ryhmittymiskaistoja.

Vihreän tunnin aikana välitetyt liikennemäärät vastaavat keskimääräisiä liikenneolosuhteita. Kuvien käyrien laskelmissa tehdyt perusolettamukset ovat seuraavat: vasemmalle kääntyviä ajoneuvoja 10 %, oikealle kääntyviä ajoneuvoja 10 % ja kuorma-autoja ja pitkämatkaisia linja-autoja 5 % liikennevirrasta. Paikallisliikenteen linja-autoja ei esiinny.

Ympäristöolosuhteiden osalta on mitoituskuvuissa käytetty seuraavia arvoja: huipputuntikerroin 0,85 (kaikista havainnoista saatu keskiarvo), kaupunkiseudun väkiluku 250 000 ja liittymän sijainti keskustan liikealueella. Kuormituskertoimen arvona voidaan käyttää HCM:n mukaan liikenteenvälityskykyä laskettaessa palvelutasoa E vastaavaa kerrointa 0,85. Jos liittymien yhteenkutkentä on hyvin tehokasta, voivat kuormituskertoimen arvot olla 0,95 - 1,00.

Kuvien 6.5 - 6.9 käyttö on yksinkertaista. Perustapauksessa, jossa tulohaaran leveys tunnetaan ja liikennemäärä on laskettava, tehtävä ratkaistaan siten, että tulohaaran leveyttä osoittavasta kohdasta piirretään pystysuora viiva asianmukaista kuormituskerrointa vastaavalle käyrälle. Viivojen leikkauspisteestä piirretään vaakasuora viiva liikennemäärä-asteikolle, ja tästä saatu arvo korjataan vastaamaan asianmukaisia ympäristöolosuhteita kuvassa esitetyillä kertoimilla.

Ympäristöolosuhteita vastaava arvo korjataan vastaamaan liikenneolosuhteita käyttämällä taulukoituja kertoimia tai nomogrammeja. Kääntyvien ajoneuvojen korjauskertoimet on annettu kahdelle perustapaukselle, pysäköinti kielletty ja pysäköinti sallittu tulohaaran leveydestä riippuen. Kuorma-autoista ja pitkämatkaisista linja-autoista (raskaat autot) johtuvat korjauskertoimet on taulukoitu. Paikallisliikenteen linja-autojen aiheuttama korjaus on esitetty nomogrammeina linja-autojen määräästä, paikan sijainnista, pysäkin sijainnista, pysäköintiolosuhteista ja ajokaistojen määrästä riippuen.

Menetelmän kehittämisen perustana olevien havaintojen hajonnan johdosta on menetelmän kehittäjät vetäytyneet vastuusta tulosten paikkansa pitävyyden osalta mm. seuraavasti:

" Näiden kuvien antamat lukuarvot eivät ole lopullisia tuloksia edes silloin, kun kuviin liittyvissä taulukoissa esitettyjä korjauskertoimia on käytetty. Saatu liikennemäärän arvo sellaisenaan saattaa soveltua karkeisiin vertaileviin laskelmiin, mutta kuvaajien perusteella ei saisi ratkaista käytännössä esiintyviä ongelmia taulukoituja korjauskertoimia käyttämättä, minkä lisäksi tavallisesti on vielä sovellettava lisäkorjauskertoimia".

Lähde: Tie ja vesirakennushallitus: Tien liikenteenvälityskyky Highway Capacity Manual 1965. TVH N:o 2388. Helsinki 1971

4. HELSINGISSÄ SUORITETUT TUTKIMUKSET

Helsingissä suoritettut kenttämittauksiin ja laskentoihin perustuvat välityskykytutkimukset ovat olleet jokseenkin suppeita, eikä niillä ole pyritty kehittämään mitään uutta laskentamenetelmää. Tarkoituksena on ollut lähinnä saada tietoa todellisista välityskyvyistä sekä vertailla niitä teoreettisilla muualla kehitetyillä ja lähinnä HCM:n menetelmillä saatuihin välityskykyarvoihin.

4.1 Vuonna 1966 suoritettu tutkimus

Tutkimus suoritettiin 23:ssa liikennevalo- tai poliisiohjatussa risteyksessä. Kussakin risteyksessä laskettiin kahden tulosuunnan välityskyky. Saatuja välityskykyarvoja verrattiin HCM:n menetelmällä saatuihin välityskykyarvoihin.

Tutkimuksesta saatujen tulosten yhteenveto näkyy taulukosta 1. HCM:n menetelmällä saatujen välityskykyarvojen havaittiin yksittäisissä tapauksissa poikkeavan huomattavasti todellisista arvoista molempiin suuntiin. Keskimäärin oli kuitenkin poikkeama vain 2-5 %:n luokkaa.

4.2 Vuonna 1969 suoritettu tutkimus

Tutkimus suoritettiin 23:ssa risteyksessä, joista osa oli valo-ohjattuja ja osa poliisiohjattuja. Tutkimuksessa saatujen tulosten yhteenveto näkyy taulukosta 1. Saatujen tulosten lähempää tarkastelua ei ole suoritettu.

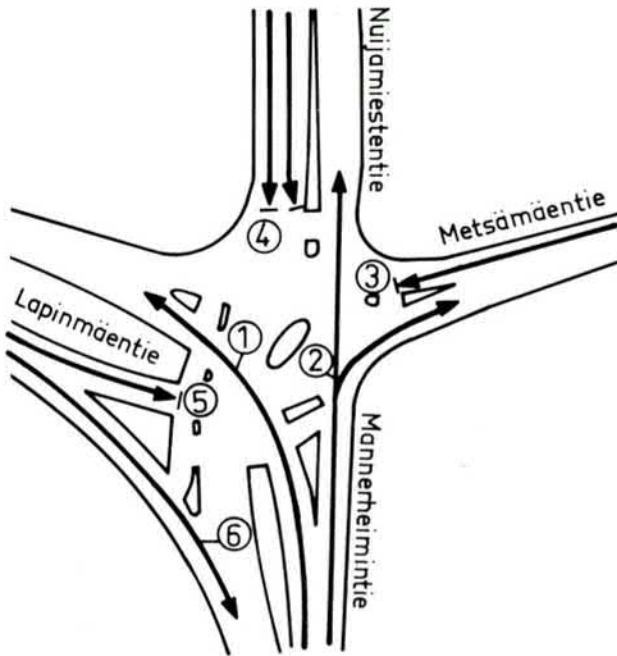
4.3 Mannerheimintien - Lapinmäentien liittymässä v. 1971 suoritettu tutkimus

Tutkimuksessa laskettiin kaikkien tulosuuntien (kuva 7) välityskyvyt aamu- ja iltahuipputuntina. Mitattuja arvoja verrattiin HCM:n avulla saatuihin välityskykyarvoihin. Saadut tulokset näkyvät taulukosta 2.

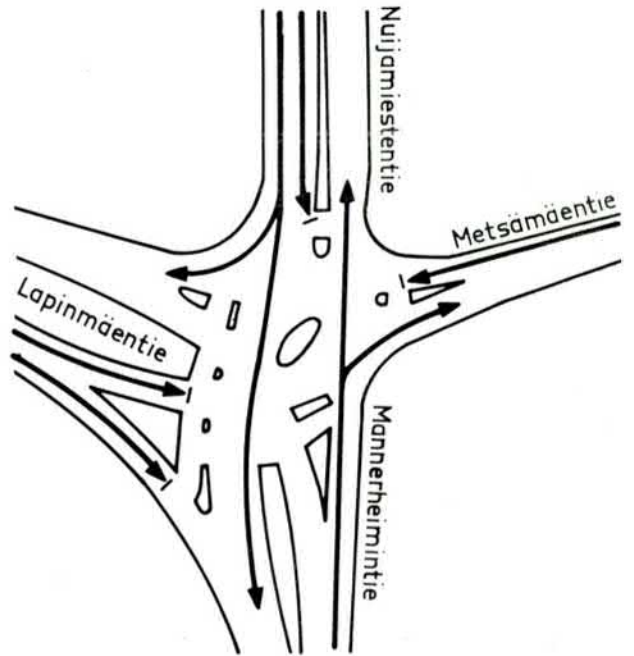
Taulukko 1: Tiivistelmä Helsingin liikenteenvälityskykytutkimuksista

Katu	Tutk. 1969 Ajon/h	Kuorm.	HCM Ajon/h	Kuorm.	Tutk. 1969 Ajon/h	Kuorm.	HCM Ajon/h	Kuorm.
Mannerheimintie (etel.→rist.)	1 400	E	-	A	2 688	E	1 195	E
Bulevardi (länsi.→rist.)	670	E	465	B	2 024	E	1 680	E
Mannerheimintie (M-tietä E-rota- jälle)	1 500	A	815	B	3 444	A	3 560	E
Simonkatu (S-lta Kaivokadul- le)	800	A	300	B	2 940	A	1 760	E
Mannerheimintie (etel.→rist.)	2 480	E	1 730	E	3 744	E	3 270	E
Runeberginkatu (länsi→rist.)	1 200	D	930	E	3 564	D	3 500	E
Mannerheimintie (etel.→rist.)	1 370	D	1 310	A	3 096	E	3 240	E
Nordenskiöldink. (länsi→rist.)	680	E	805	C	3 264	E	3 960	E
Mannerheimintie (etel.→rist.)	1 380	E	1 240	C	3 216	E	3 240	E
Topeliuksenkatu (lounas→rist.)	900	D	895	D	2 964	E	3 220	E
Mannerheimintie (M-tä postille)	2 200	E			5 676	E		
Kaivokatu (K-lta - Simonk-lle)	710	E			3 070	E		
Mannerheimintie (Itä-Länsi)	2 020	E			4 500	E		
Eläintarhantie (Pohjois-Etelä)	2 800	A			2 904	A		
Mannerheimintie (rannasta M-lle)	1 900	E			3 588	E		
P.Esplanadi (Erotaajalta)	800	E			1 908	E		
P-Esplanadin jatke(etel.→rist.)	1 760	A	1 150	E	3 300	A	2 720	E
Kanavakatu (itä → rist.)	1 420	A	600	D	2 160	A	1 660	E
E.Esplanadi (itään)	1 060	D			1 956	D		
Eteläranta (pohjoiseen)	700	D			2 256	D		
Hämeentie (pohjoiseen)	650	A	752	A	1 272	A	-	
Mäkeläinkatu (Mäkeläkadulle)	1 000	A	630	A	2 652	A	2 500	E
Pasilankatu (Rautatiesillalle)	1 460	A			2 400	A		
Nordenskiöldink. (keskustasta)	580	A			1 260	A		
Topeliuksenkatu (keskustaan)	640	A			1 044	A		
Nordenskiöldinkatu (Linnankosken- Linnankoskenkatu kadulle)	1 250	E			1 672	E		
Topeliuksenkatu (kaupungista)	1 380	E			1 752	E		
Mechelininkatu								
Linnankoskenkatu(T-ltä kaupunkiin)	850	E			944	E		
Kaisanimenkatu (etel.→rist.)	2 000	E	2 180	E	2 944	E	3 900	E
Liisankatu (itä → rist.)	480	E	-	A	1 764	E	1 610	E
Siltasaarenk. (keskustasta H-rantaan)	2 160	C			3 528	C		
Hakaniemen ranta (Kalliosta-H-ran- taan)	340	E			1 992	E		
Siltasaarenkatu (keskustaan)	1 000	E			3 456	E		
Hakaniement.risteys(keskustaan)	950	E			3 060	E		
Lauttasaarenkatu (keskustasta)								
Länsiväylä(Töölöstä Länsiv.lle)	1 880	E			4 212	E		
Länsiväylä(Töölöstä Länsiv.lle)	1 180	E			3 840	E		
Runeberginkatu (R.-itä)	1 580	E			4 080	E		
Malminrinne (M.-itä)	670	D			2 112	E		
Fredrikinkatu (Fredrikinkatua)	1 620	D			2 556	D		
Kampinkatu (Malminrinteelle)	720	D			2 556	D		
Mariankatu (M-a etelään)								
Aleksanterink. alas satamaan)	1 090	A			1 512	A		
Pitkäsilta	2 030	A			2 604	A		
Unioninkatu (U-a etelään)	870	D			2 400	E		
P.Esplanadi (P-E-a länteen)	1 280	D			2 748	D		

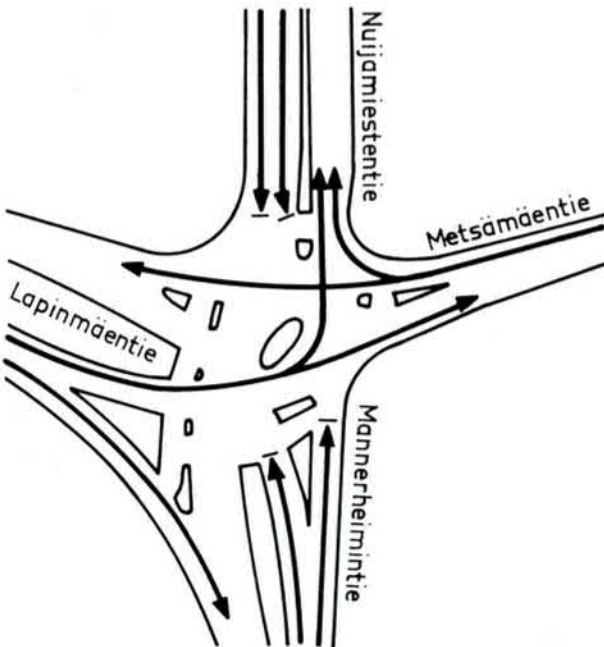
A-VAIHE
MAX 30 SEK



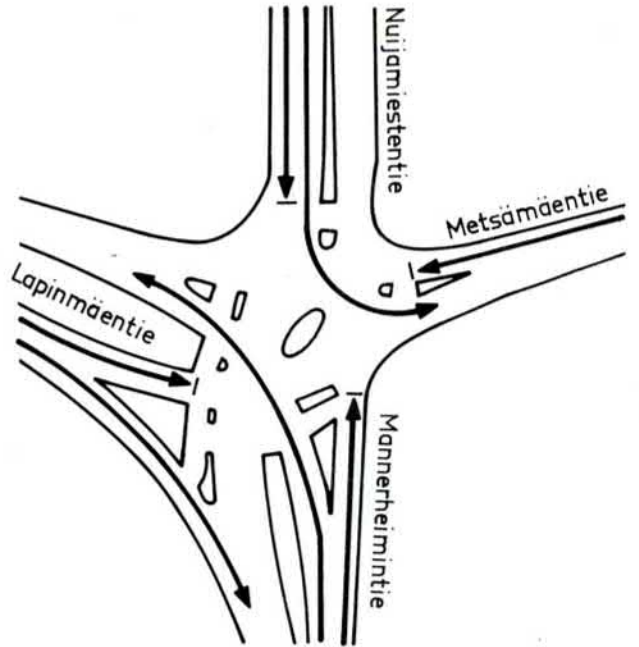
B-VAIHE
MAX 30 SEK



C-VAIHE
MAX 30 SEK



D-VAIHE
MAX 30 SEK



Kuva 7. Viivetutkimuksessa v.1971 tutkittujen tulosuuntien numerointi(A-vaihe) liikennevalojen vaiheet ja maksimiajat.

Taulukko 2: Laskettu sekä HCM:n menetelmällä saatu välityskyky Mannerheimintien-Lapinmäentien liittymän eri tulosuunnilla

Kello	Tulo- suunta	g/c	Vallitsevat olosuhteet			Maksimi olosuhteet		kapasit. ajon/h HCM	laskettu max. ka- pasit. ajon/h	
			kuorm. kerroin	palvelu- taso	kapasit. ajon/h HCM	kuorm. kerroin	palvelu- taso			
Aamu ht 7.15-8.15	1	0.41	0.13	B	930	925	1.00	E	1250	1440
	2	0.54	0.00	A	1000	397	1.00	E	1410	1050
	3	0.15	0.00	A	175	56	1.00	E	250	225
	4	0.25	0.43	C	840	1252	1.00	E	980	1470
	5	0.14	0.61	D	300	324	1.00	E	330	410
	6	0.64	0.59	D	1630	1274	1.00	E	1860	1500
-----					-----					↓
	Yht.				4875	4228			6080	6095
Ilta ht 16.00-17.00	1	0.42	0.74	D	1350	1427	1.00	E	1440	1550
	2	0.55	0.38	C	1380	886	1.00	E	1660	1050
	3	0.15	0.00	A	290	60	1.00	E	410	225
	4	0.23	0.03	A	650	606	1.00	E	920	1470
	5	0.14	0.73	D	320	440	1.00	E	345	510
	6	0.64	0.00	A	1230	983	1.00	E	1800	1500
-----					-----					-----
	Yht.				5220	4402			6575	6305

Eri tulosuunnilla vaihteli HCM:n antaman maksimivälityskyvyn ja lasketun maksimivälityskyvyn suhde aamuhuipputuntina välillä 0.67 ... 1.34 ja iltahuipputuntina välillä 0.63 ... 1.77. Vaihteluväli on huomattavan suuri. Vaikka eri tulosuunnilla poikkeamat olivatkin jokseenkin suuret, koko risteyksen välityskyky oli molemmilla tavoilla saatujen tulosten mukaan lähes sama, mikä kuitenkin voinee olla pelkästään sattumasta johtuvaa.

4.4 HCM:n menetelmän avulla lasketut liikenneväylien välityskyvyt Helsingissä

Teoreettiset välityskyylaskelmat on Helsingissä yleensä tehty HCM:n menetelmällä.

Taulukossa 3 on esitetty suuren liikennetutkimuksen yhteydessä v. 1966 lasketut Niemen ja kantakaupungin tarkistuslinjan väylien välityskyvyt, jotka on määrätty tarkistuslinjaa lähinnä olevassa määräävässä risteyksessä.

V. 1967 laskettiin HCM:n menetelmällä kantakaupungin pääväylästä välityskyvyt, mutta ottaen huomioon menetelmän antamien tulosten suuri hajonta, niitä ei ole esitetty tässä julkaisussa. Ilmeistä on, ettei HCM:n antamat välityskykyarvot ole tarpeeksi luotettavia yksittäisissä risteyksissä. Näinollen tässä tutkimuksessa on pyritty kehittämään välityskyvyn laskentamenetelmä, joka antaisi paremman tarkkuden kuin HCM:n menetelmä, ja jota voitaisiin jatkossa käyttää liittymien liikenteenvälityskyvyn määrittämisessä.

4.5. Viivetutkimus

Liittymien ajo-olosuhteita kuvaa käsite palvelutaso. Palvelutaso E (HCM:n luokitus) täysin kuormitettuna vastaa liittymän liikenteenvälityskykyä. Muut palvelutasot on määritetty kuormituskertoimen avulla. Palvelutasojen A - D välittämä liikennemäärä on siis pienempi kuin liittymän liikenteenvälityskyky. Palvelutasa voidaan kuvata kuormituskerronta paremmin ja havainnollisemmin sillä viivytyksellä (viive), minkä ajoneuvo keskimäärin joutuu odottamaan liittymässä.

Taulukko 3: Liikennemäärät ja kapasiteetit kaupungista poispäin niemen ja kanta-
kaupungin tarkistuslinjoilla v. 1966¹⁾

Kadun nimi	Kaistoja	1966 Huippu- tunnin liikenne- määrä (Ajon./h)4)	6xHuippu 10 min liikenne- määrä (Ajon./h)4)	Käytännöll. ²⁾ kapasit. (Ajon./h)4)	Maksimi ³⁾ kapasit. (Ajon./h)4)
------------	----------	---	---	--	--

NIEMEN TARKISTUSLINJA

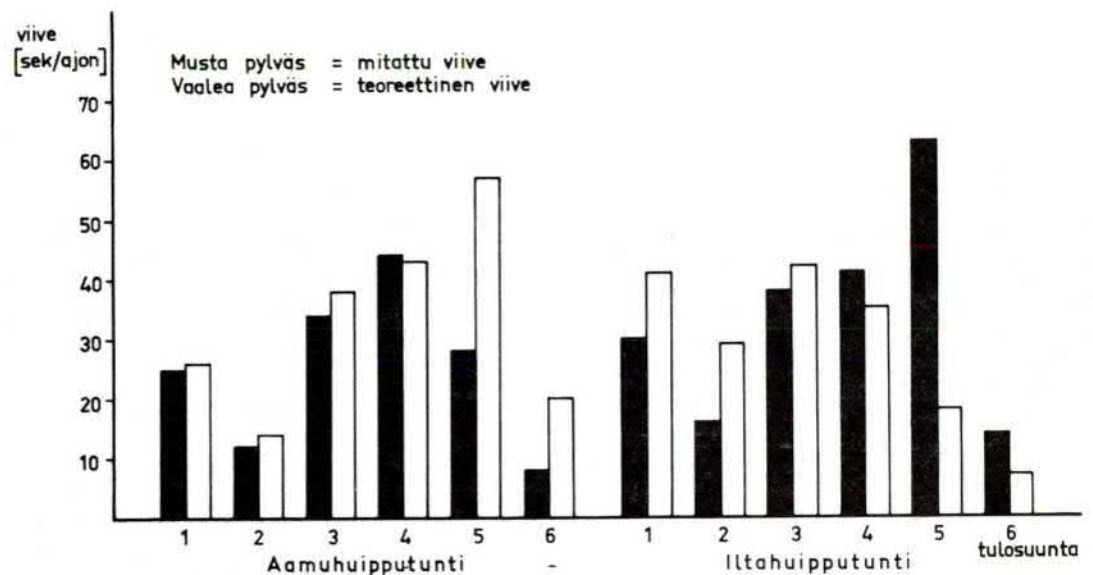
Lauttasaaren silta	1+1	1058	1200	1040	1400
Lapinlahden silta	2+2	1996	2400	1480	2100
Merikannontie	1+1	423	480	760	1220
Mechelininkatu	2+2	1481	1790	1190	1820
Runeberginkatu	2+2	1528	1740	1160	1770
Töölönkatu	1+1	598	720	620	930
Mannerheimintie	2+2	1931	2380	1200	1850
Pitkäsilta	2+2	2004	2160	1660	2180
Hakaniemen silta	<u>2+2</u>	<u>2146</u>	<u>2440</u>	<u>2000</u>	<u>2910</u>
Yhteensä	15+15	13165	15310	11110	16180

KANTAKAUPUNGIN TARKISTUSLINJA

Länsiväylä	2+2	2340	2710	2460	3380
Kuusisaarentie	1+1	649	865	1100	1660
Huopalahdentie	2+2	1643	1960	1570	2960
Mannerheimintie	2+2	2781	3066	1610	2395
Suokatu	1+1	711	822	850	1315
Mäkelänkatu	3+3	1647	2090	2055	2780
Hämeentie	2+2	1136	1480	1435	2150
Kyläsaarenkatu	1+1	474	600	870	1290
Kulosaaren silta	<u>3+3</u>	<u>3235</u>	<u>3620</u>	<u>3300</u>	<u>4500</u>
Yhteensä	17+17	14616	17273	15250	22430

- 1) Kapasiteetti on laskettu tarkistuslinjaa lähinnä olevassa määräävässä risteyksessä
- 2) Käytännöllinen kapasiteetti laskettu B palvelutaso käyttäen.
- 3) Maksimikapasiteetti laskettu E palvelutasoa käyttäen.
- 4) Moottoriajoneuvoja

Liittymän liikenteenvälityskyvyn ja ajoneuvojen keskimääräisen viiveen riippuvuutta toisistaan on tutkittu Mannerheimintien - Lapinmäentien liittymässä lokakuussa v. 1971. Liittymän tulo- haarojen liikenteenvälityskyvyt on esitetty taulukossa 2 (koh- ta 4.3). Taulukossa 4 on esitetty ajoneuvojen mitatut ja teo- reettiset viiveet. Ajoneuvojen teoreettiset viiveet on lasket- tu Websterin kaavalla, jossa liikennemäärän ja liikenteenväli- tyskyvyn sekä eräiden muiden muuttujien perusteella voidaan määrittää ajoneuvon keskimääräinen viivytyks liittymässä. Mit- tausten ja teoreettisten viiveiden välistä vertailua on havain- nollistettu kuvan 8 avulla.



Kuva 8. Ajoneuvojen keskimääräiset viiveet Mannerheimintien- Lapinmäentien liittymässä ruuhka-aikoina 28.10.1971.

Lähteet: Helsingin Kaupunkisuunnitteluviraston liikennesuun- nitteluosaston julkaisemattomia tutkimuksia.

Highway Capacity Manual 1965

Wilbur Smith & Associates, insinööritoimisto

Pentti Polvinen: Helsingin kaupunkiseudun liikenne- tutkimus. osa 1 Helsinki 1968

Taulukko 4: Liikennevalojen vihreän vaiheen ja jakson pituudet, keskimääräiset viiveet/ajoneuvo sekä jonon pituudet
Mannerheimintien - Lapinmäentien liittymässä aamu- ja iltahuipputunteina 28.10.1971

Kello	Tulo- suunta	Vihreä vaihe keskim. sek.	Jakson pi- tuus keskim. sek.	Keskim. viive sek/ajon Mitattu viive	Teoreett. viive	Keskim. jonon pituus ajon.
Aamu ht 7.15-8.15	1	46	114	25	26	20
	2	61	"	12	14	8
	3	17	"	34	38	1
	4	28	"	44	43	39
	5	17	"	28	57	5
	6	72	"	8	20	12
Ilta 16.00-17.00	1	49	116	30	41	36
	2	62	"	16	29	17
	3	17	"	38	42	2
	4	26	"	41	35	16
	5	17	"	58	63	18
	6	72	"	6	14	7

5. LIIKENTEENVÄLITYSKYKYTUTKIMUS V. 1972

5.1 Maastotutkimusten suoritus

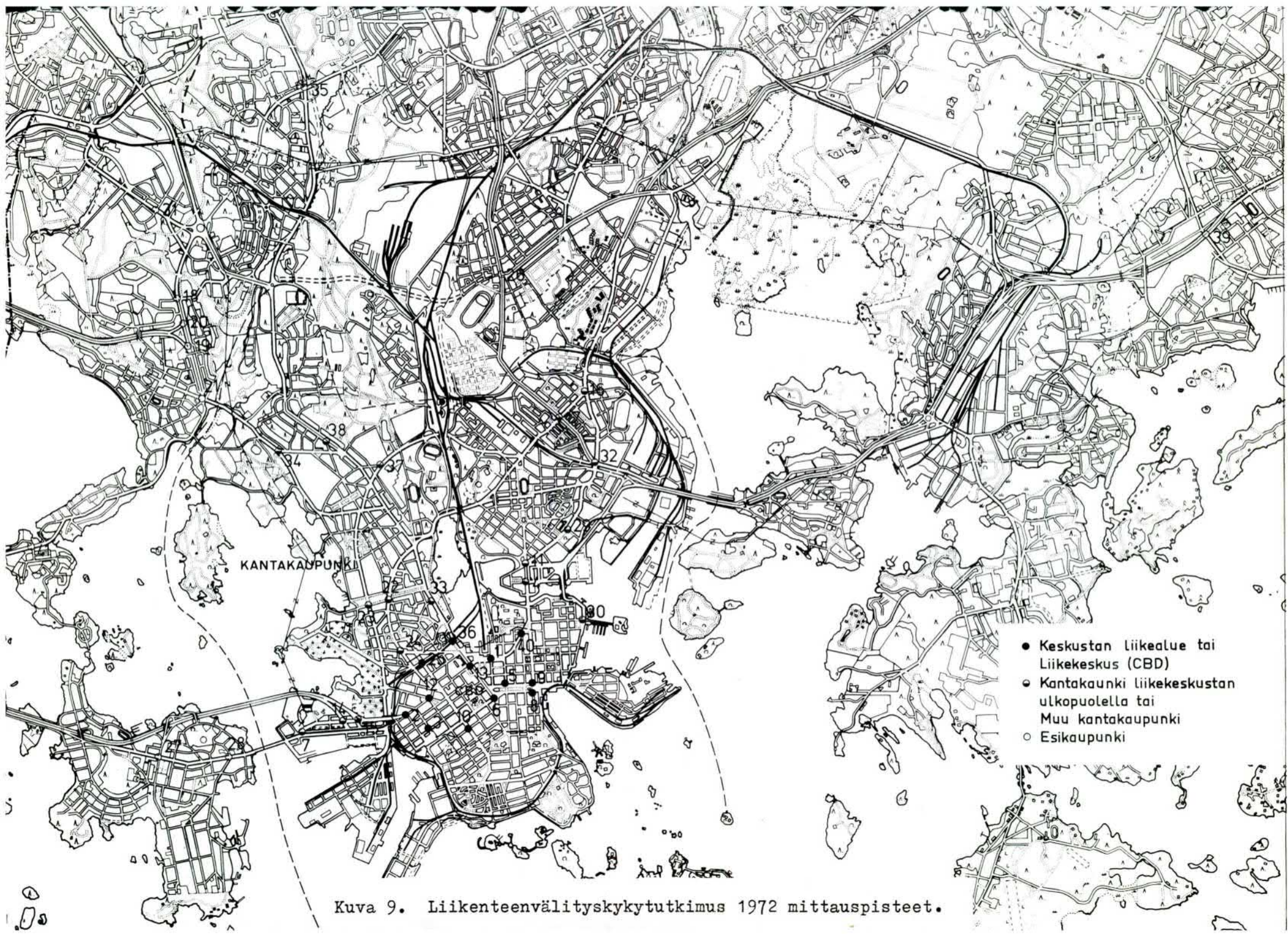
Liikenteenvälityskykytutkimuksen maastotutkimukset suoritettiin 13.6. - 21.6. ja 6.9 - 22.9.1972. Tutkimuksen kohteena oli 41 liittymää ja 138 tulosuuntaa (kuva 9). Tyydyttävät välityskykytiedot saatiin kuitenkin vain 117 tulosuunnasta. Kustakin tulosuunnasta saadut tiedot näkyvät kuvasta 10.

Liikennettä koskevat mittaukset tehtiin kussakin liittymässä joko klo 7.00-9.00 tai 15.30-17.30. Tulosten käsittely tapahtui kuitenkin vain aikajakson klo 7.30-8.30 tai 16.00-17.00 puitteissa.

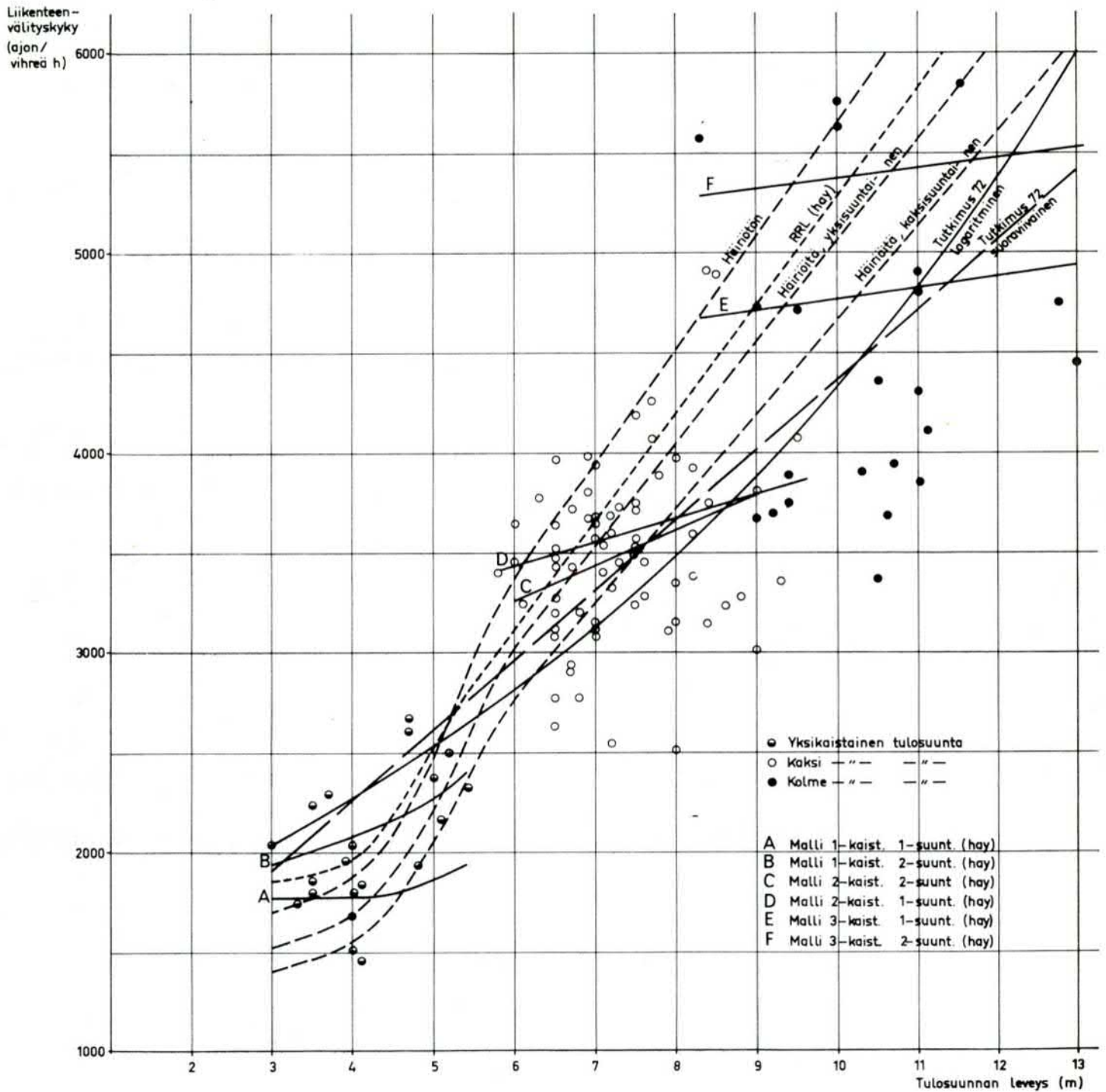
Mittauksen suoritti noin 10 laskijan ryhmä. Tulosuunnan liikenne laskettiin 5 sekunnin jaksoissa ja samalla merkittiin muistiin päin keltaista ja punaista valoa ajaneet ajoneuvot sekä onko vihreä vaihe täysi. Kellolla mitattiin jaksoiden punaisen valon kestot. Tulosuunnan ajoneuvoliikenteen oikealle kääntyvien tai vastaavien virtojen kanssa samanaikaisesti kulkevat jalankulkijamäärät laskettiin erikseen vihreän vaiheen ja punaisen vaiheen aikana. Samalla laskettiin suojatien ylittävä ajoneuvomäärä sekä mitattiin punaisen valon kesto. Edellisten tietojen lisäksi laskettiin tulosuunnan liikennevirrat ajoneuvolajeittain 5 minuutin jaksoissa.

5.2 Tulosten käsittely

Maastomittausten tulokset kerättiin liitteessä 1 esitettyyn lomakkeeseen. Laskettu maksimi välityskyky on saatu etsimällä laskentatuloksista 10 suurinta jakson ensimmäisen 10 sekunnin liikennemäärää, joista on muunnettu koko tunnin liikennemäärä. Maksimi välityskyky on ensin määritetty tulosuunnan käytettävissä olevalle vihreälle ajalle, johon on voitu verrata tulosuunnan laskettua liikennemäärää. Kun käytettävissä oleva vihreän ajan mukainen maksimi liikenteenvälityskyky jaetaan tulosuunnan vihreän vaiheen



Kuva 9. Liikenteenvälityskykytutkimus 1972 mittauspisteet.



Kuva 10. Maksimivälityskyvyn riippuvuus tulosuunnan leveydestä havaintojen, RRL:n, Nordqvistin ja laskettujen mallien mukaan.

osuudella (g/c), päästään vihreän tunnin maksimi liikenteenvälityskykyyn. Kuormituskerroin on saatu laskemalla täysin kuormitettujen vaiheiden osuus koko tunnin vaiheiden lukumäärästä. Huipputuntikerroin on saatu jakamalla laskettu liikennemäärä 4 x vilkkaimman 15 minuutin liikennemäärällä.

Liittymätyyppi, liittymän sijainti, yksisuuntainen tai kaksisuuntainen katu on ilmoitettu numerokodeilla, jotka on saatu liittymien piirustuksista ja maastossa suoritetuista tarkasteluista. Liitteenä 1 olevan lomakkeen tiedoista on jätetty tietojen käsittelystä pois liikennevalotyyppi ja päällyste. Siivesteiden etäisyys on ollut eri tulosuunnilla lähes vakio, sillä liikennemerkit, kaiteet yms. sijaitsevat useimmiten jalakäytävän reunalla. Pysäkkiä käyttävien linja-autojen määrää ei laskettu maastomittausten yhteydessä.

Tulosten automaattista tietojenkäsittelyä varten on liitteen 1 lomakkeen tiedot lävistetty reikäkortteille, kustakin tulosuunnasta oma kortti. Tulosten käsittely ja alustavat mallit on laskettu Oy Nokia AB:n ohjelmalla valikoiva regressioanalyysi, BMD02R.

5.3 Liikenteenvälityskyvyn laskentamallien kehittäminen

Valikoivassa regressioanalyysillä on testattu muuttujien tilastollinen luotettavuus ja hylätty tietyn tason (F-testi) alittavat muuttujat. Tämän jälkeen on askeleittain laskettu regressiomalli muuttujien tilastollisessa paremmuusjärjetyksessä kulkien parhaasta muuttujasta huonoimpaan. Maksimi liikenteenvälityskykyä on selvitetty suoraviivaisesti ja logaritmisesti sekä koko aineistosta että kaistoittaisista tuloksista.

Suoraviivainen käytetty regressiomalli on muotoa

$$(1) \quad Y_s = a_0 + a_1 \times X_1 + a_2 \times X_2 + a_3 \times X_3 + \dots + a_n \times X_n,$$

missä Y_s = maksimi liikenteenvälityskyky (ajon/vihreä h)

X_i = mallien selittävät muuttujat, kun i saa arvoja $1 \dots n$

a_i = muuttujan kerroin, i saa arvoja $0 \dots n$

n = selittävien muuttujien lukumäärä

Käytettäessä selitettävänä $Y_l = \ln Y_s$ liikenteenvälityskyvyn luonnollista logaritmia voidaan malli palauttaa kerroinmuotoon

$$(2) \quad Y_l = e^{a_0} \times e^{a_1 X_1} \times e^{a_2 X_2} \times e^{a_3 X_3} \dots e^{a_n X_n}$$

missä Y_l = liikenteenvälityskyvyn luonnollinen logaritmi

e = Neaperin luku

muut merkinnät kuten kaavassa (1).

Kuvassa 10 on esitetty tutkimuksen koko aineistosta laskettu liikenteenvälityskyvyn riippuvuus tulosuunnan leveydestä. Kaistakohtaisessa käsittelyssä saatiin 1-kaistaisille ja 3-kaistaisille tulosuunnille kummallekin kaksi suoraa (eri suorat yksisyyntaiselle ja kaksisuuntaiselle tulosuunnalle) ja 2-kaistaisille yksi suora.

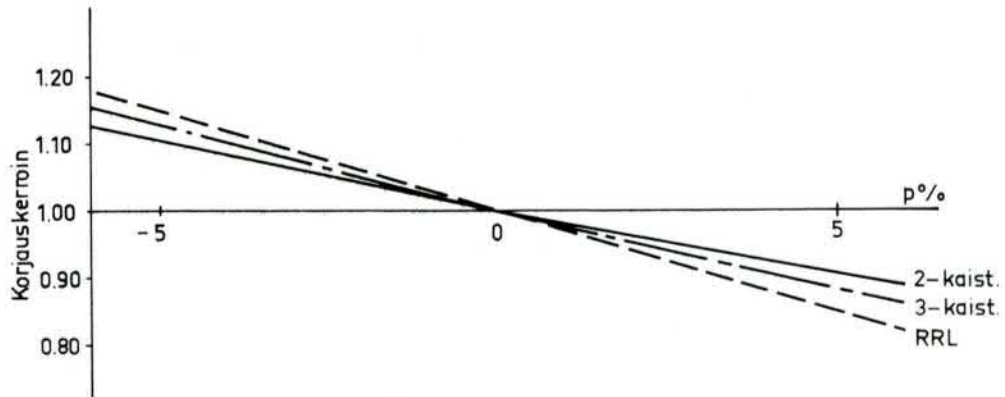
Tulosten käsittelyssä ilmeni suoranaisia virheitä. Joissakin ajoissa saattoi vihreän ajan osuuden lisäys vähentää liikenteenvälityskykyä. Samoin kuormituskertoimen kasvu saattoi aiheuttaa liikenteenvälityskyvyn laskua. Linja-autopysäkkien, jalan-kulkijoiden määrän/suojatien leveysmetri ja vasemmalle kääntyvien vaikutus vaihteli eri käsittelyvaiheissa välityskykyä lisäävästi tai vähentävästi tai vaikutus selitettävään oli tilastollisesti merkityksetön. Pysäköinnin vaikutus oli yleensä melko vähäinen. 3-kaistaisilla vaikutti pysäköinti jopa liikenteenvälityskykyä lisäävästi. Edellä esitettyihin virheellisyyksiin vaikuttaa aineiston pienuus varsinkin esitettyjen selittäjien osalta.

Suurin virheellisyys ATK:n tuloksissa esiintyi 1-kaistaisilla tulosuunnilla, joissa välityskyky väheni kaistaleveyden kasvaessa. Esitetty vaikutus johtunee osaksi muuttujien lineaarisuudesta ja osaksi havaintojen määrän vähäisyydestä ja epätarkkuudesta.

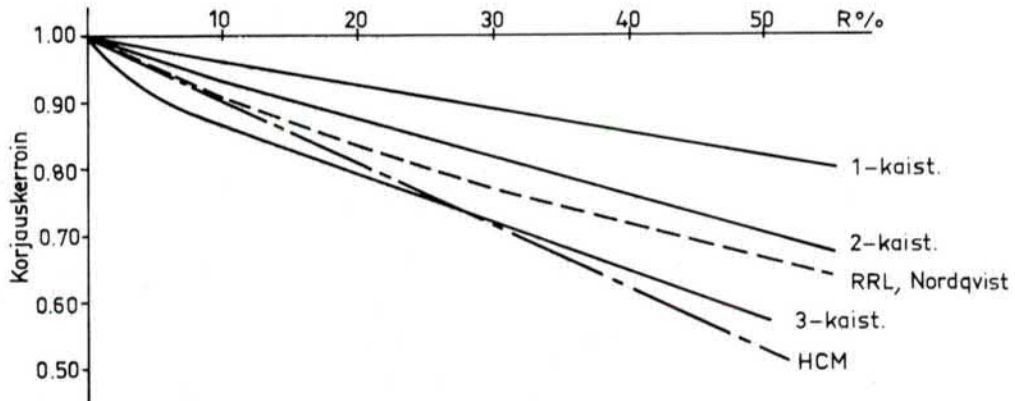
Paras selittäjä oli koko aineiston käsittelyssä kaistamäärä. Parhaat selittäjät kaistoittaisessa käsittelyssä olivat yksisuuntaisuus/kaksisuuntaisuus, raskasautoprosentti, kaistaleveys (2- ja 3-kaistaiset tulosuunnat), liittymän sijainti, oikealle kääntymisprosentti ja tulosuunnan pituuskaltevuus.

Lopullisen mallin muodostaminen tapahtui ottamalla parhaat loogiset muuttujat malliin sinänsä. Tämän jälkeen piirrettiin kaistoittain liikenteenvälityskyvyn ja tulosuunnan leveyden välinen riippuvuus. Laadittiin käyrät pituuskaltevuuden, raskaiden ajoneuvojen ja oikealle kääntyvien liikennevirtojen vaikutusten korjaamiseksi. Tämän jälkeen laskettiin nomogrammien avulla eri tulosuuntien liikenteenvälityskyky ja verrattiin tuloksia havaintojen tuloksiin. Havaintojen ja laskettujen arvojen poikkeamien avulla korjattiin tulosuunnan leveyden ja välityskyvyn välisiä nomogrammeja. Tämän jälkeen verrattiin liittymän sijainnin vaikutusta mallilla laskettujen arvojen ja havaintojen avulla. Lopuksi suoritettiin sijainnista aiheutuvan korjauskertoimen korjaus.

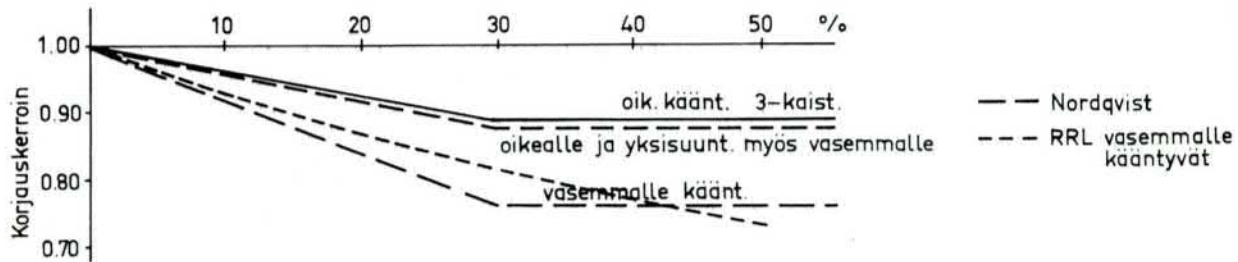
Lopullisen laskentamallin tulosuunnan leveyden ja liikenteenvälityskyvyn välinen yhteys on esitetty kuvassa 10, jossa on vertailun vuoksi RRL:n ja Nordqvistin menetelmien peruskäyrät sekä havainnot. Pituuskaltevuuden vaikutus välityskykyyn on esitetty tutkimuksen ja RRL:n menetelmän mukaan kuvassa 11. Kuvassa 12 on esitetty eri menetelmien ja tutkimuksen mukaiset raskaiden ajoneuvojen korjauskertoimet. Muissa menetelmissä ei ole esitetty raskaiden ajoneuvojen vaikutuksen olevan kaistamääristä johtuva. Kääntyvien liikennevirtojen vaikutus välityskykyyn on esitetty kuvassa 13.



Kuva 11. Pituuskaltevuuden vaikutus liikenteenvälityskykyyn.



Kuva 12. Raskaiden ajoneuvojen vaikutus liikenteenvälityskykyyn.



Kuva 13. Kääntyvien ajoneuvojen vaikutus liikenteenvälityskykyyn.

6. LIIKENTEENVÄLITYSKYVYN LASKENTAMALLI

Liikenteenvälityskyvyn laskentamalli on kehitetty erikseen 1-, 2- ja 3-kaistaisille tulosuunnille. Yksisuuntaisille ja kaksisuuntaisille kaduille on esitetty omat käyränsä.

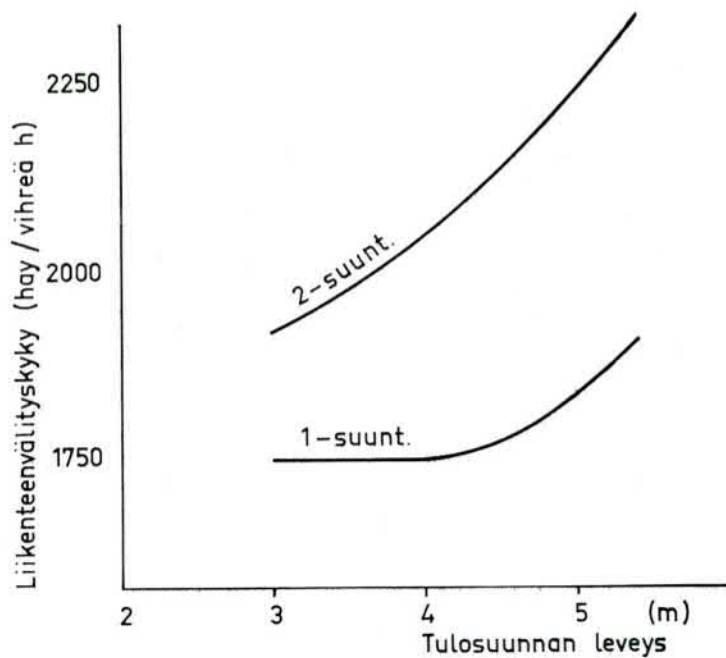
6.1 Liikenteenvälityskyky kaistoittain

Liikenteenvälityskyky 1-kaistaisilla tulosuunnilla on esitetty kuvassa 14. Kuvan avulla laskettuja arvoja ja havaintoja on verrattu keskenään taulukossa 5. Mallin ja havaintojen väliset maksimipoikkeamat ovat -17 % ja +17 %. Suurimmista poikkeamista voidaan havaita taulukoista 13-15, että tutkimuksen arvot ovat todennäköisesti virheellisiä. Menetelmä antaa saadun aineiston puitteissa tulosten tarkkuudeksi ± 10 %.

Liikenteenvälityskyvyn laskentamenetelmä 2-kaistaisilla tulosuunnilla on esitetty kuvassa 15. Menetelmällä laskettujen ja havaintojen antamia arvoja on verrattu yksisuuntaisten tulosuuntien osalta taulukossa 6. Mallin ja havaintojen väliset maksimipoikkeamat ovat -19 % ja +24 %. Kaksisuuntaisilla 2-kaistaisilla tulosuunnilla on mallin ja havaintojen väliset suurimmat poikkeamat -19 % ja 28 % (taulukko 7). Lähes kaikissa tapauksissa, joissa mallin ja havaintojen välinen ero on yli 15 %, eri menetelmien ja havaintojen vertailu osoittaa jälkimmäisissä olevan todennäköisesti virhettä. Menetelmällä lasketut arvot poikkeavat normaalisti havainnoista ± 10 %.

3-kaistaisten tulosuuntien liikenteenvälityskyvyn laskentamenetelmä on esitetty kuvassa 16. Mallin ja havaintojen väliset maksimipoikkeamat ovat taulukon 8 mukaan -15 % ja + 19 %. Normaalisti poikkeamat ovat ± 10 %.

Kaistoittaiset tulosuuntien liikenteenvälityskyvyt havaintojen mukaan sekä mallien ja havaintojen välisiä eroja on esitetty taulukossa 9.

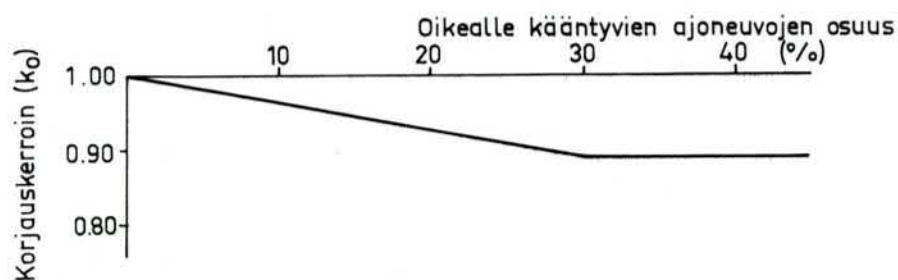
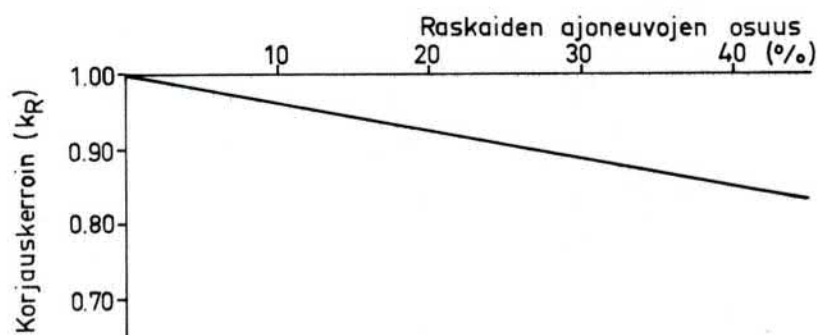


LIITTYMÄN SIJAINNISTA
RIIPPUVA KORJAUS-
KERROIN (k_s)

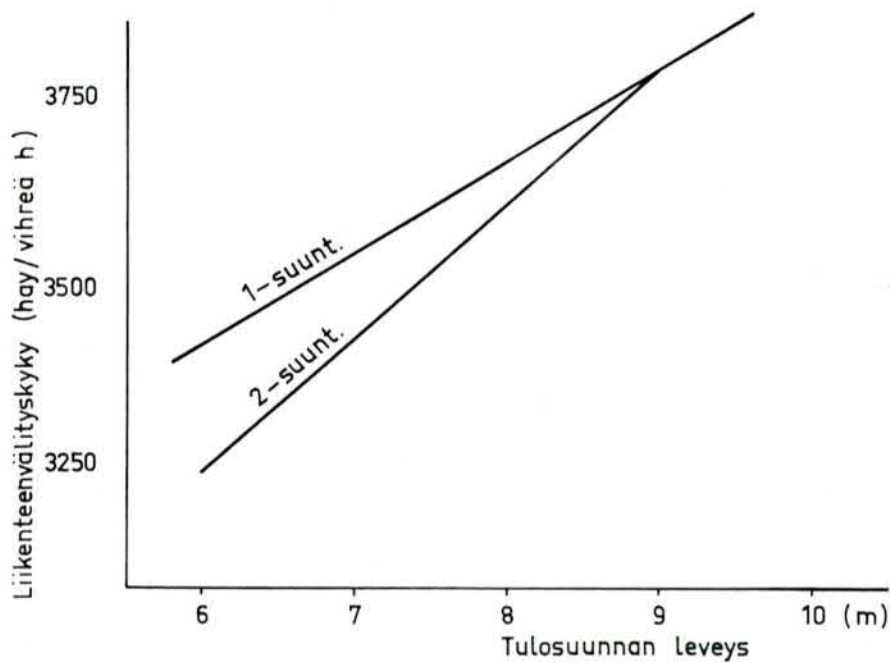
LIIKEKESKUSTA 1.00
MUU KAUPUNKI 1.10

TULOSUUNNAN
PITUUSKALTEVUUDEN
KORJAUSKERROIN (k_p)

Pit. kalt. ‰	k_p
- 5	1.11
- 4	1.08
- 3	1.06
- 2	1.04
- 1	1.02
0	1.00
1	0.98
2	0.96
3	0.94
4	0.92
5	0.90



Kuva 14. 1-kaistaisten tulosuuntien liikenteenvälityskyky.

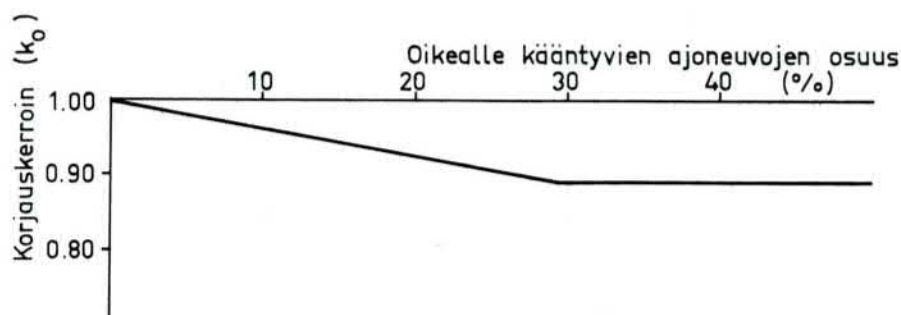
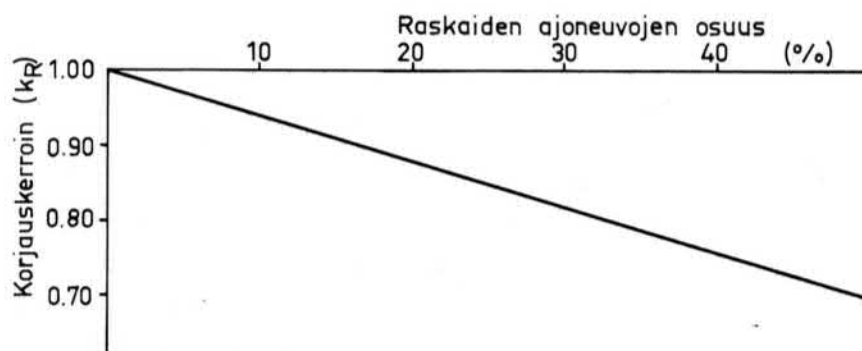


LIITTYMÄN SIJAINNISTA
RIIPPUVA KORJAUS-
KERROIN (k_s)

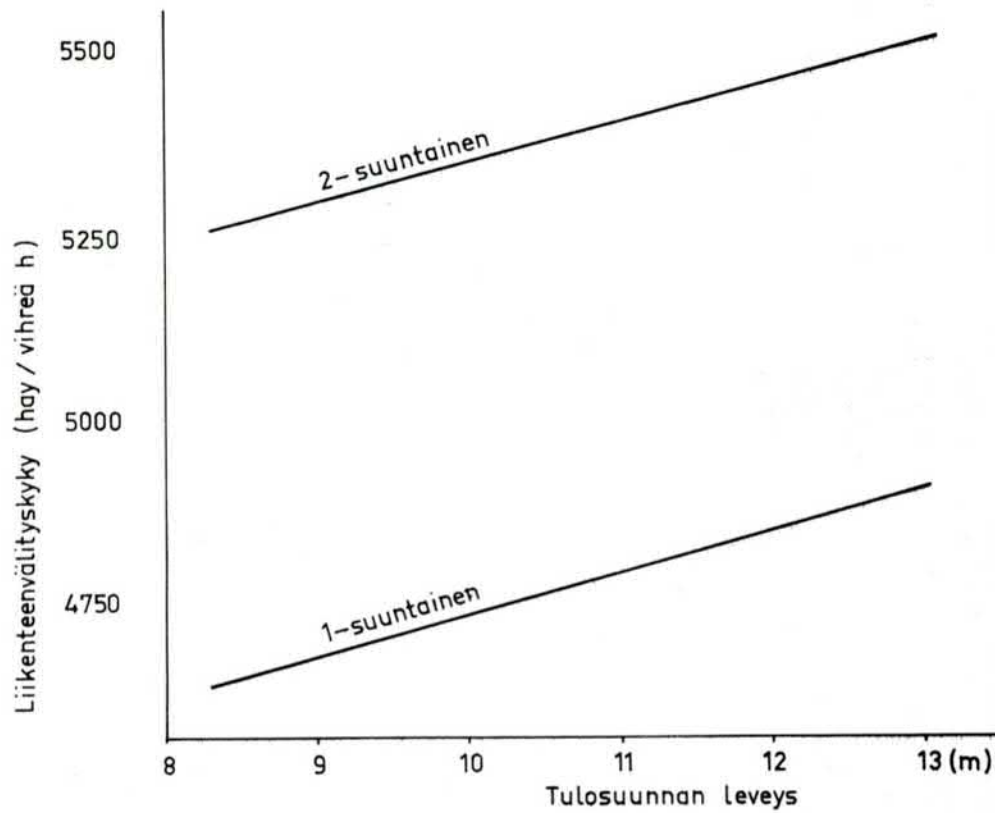
LIIKEKESKUSTA 1.00
MUU KAUPUNKI 1.10

TULOSUUNNAN
PITUUSKALTEVUUDEN
KORJAUSKERROIN (k_p)

Pit. kalt. ‰	k_p
-5	1.11
-4	1.08
-3	1.06
-2	1.04
-1	1.02
0	1.00
1	0.98
2	0.96
3	0.94
4	0.92
5	0.90

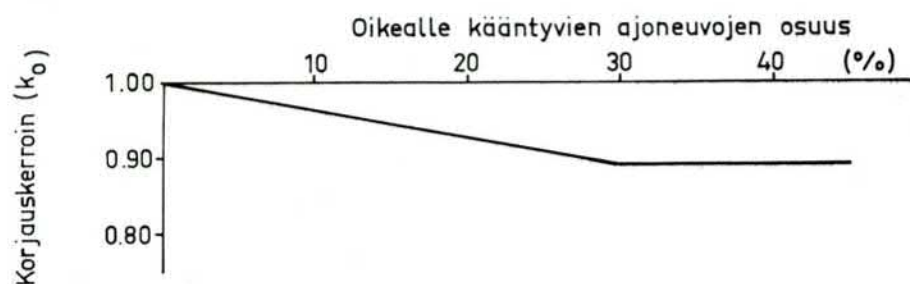
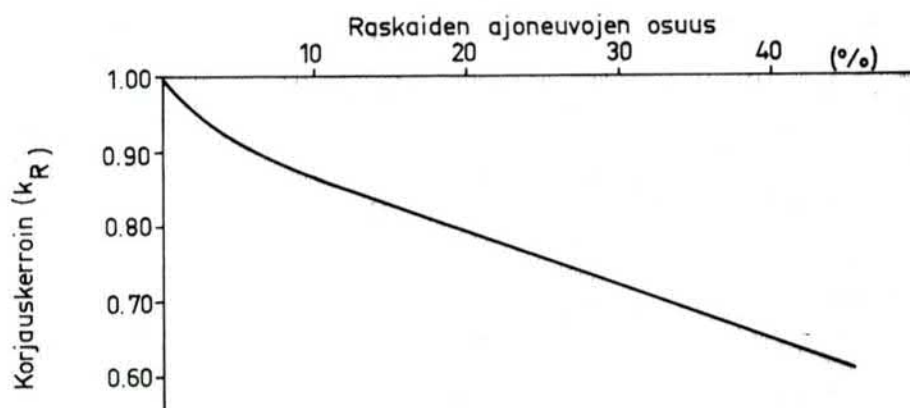


Kuva 15. 2-kaistaisten tulosuuntien liikenteenvälityskyky.



LIITTYMÄN SIJAINNISTA RIIPPUVA KORJAUS- KERROIN (k_s)	
LIIKEKESKUSTA	1.00
MUU KAUPUNKI	1.10

TULOSUUNNAN PITUUSKALTEVUUDEN KORJAUSKERROIN (k_p)	
Pit. kalt. %	k_p
- 5	1.13
- 4	1.10
- 3	1.08
- 2	1.05
- 1	1.02
0	1.00
1	0.98
2	0.95
3	0.93
4	0.91
5	0.88



Kuva 16. 3-kaistaisten tulosuuntien liikenteenvälityskyky.

Taulukko 5 : Mallin ja tutkimuksen antamien liikenteenvälityskykyjen (ajon/vihreä h) vertailu 1-kaistaisilla tulosuunnilla

N:o	Sijainti	L	p %	R %	O %	HTK	Laskettu	Havaittu	Virhe %	HTKxLask.
2 b	1 K	4,1	2	13,8	0	0,89	1870	1870	0	1670
4 c	2 Y	3,3	0	12,3	0	0,80	1820	1780	+ 2	1470
12 a	1 K	4,8	1	9,2	0	0,85	2090	1910	+ 9	1780
b	1 Y	4,1	-3	23,8	0	0,77	1700	1450	+17	1320
d	1 K	3,5	0	5,3	11,4	0,87	1880	1800	+ 4	1640
20 d	3 Y	4,0	0	5,0	0	0,88	1910	1850	+ 3	1680
28 a	3 K	5,1	0	6,4	0	0,83	2470	2160	+14	2020
b	3 Y	3,5	1	34,5	1,6	0,70	1670	1780	- 6	1150
c	3 Y	3,5	1	9,4	0	0,82	1860	2230	-17	1520
30 b	2 Y	4,0	0	17,4	0	0,75	1780	1520	+17	1340
31 b	3 K	4,7	0	5,5	17,4	0,72	2230	2700	-17	1580
32 a	2 K	5,4	4	11,6	17	0,85	2140	2370	-10	1820
d	2 Y	3,0	1	14,1	0	0,89	1790	2040	-12	1600
35 c	3 K	4,7	-1	10,2	5,8	0,81	2340	2620	-11	2000
39 b	3 K	5,0	0	9,1	0	0,76	2440	2380	+ 3	1840
41 a	3 Y	3,9	0	3,7	0	0,88	1940	1950	0	1690
b	3 Y	4,0	0	11,1	0	0,77	1880	1670	+13	1430
c	3 Y	3,7	-2	4,9	0	0,86	1990	2270	-12	1700

- 40 -

1 Liikekeskusta

2 Muu kantakaupunki

3 Esikaupunki

K Kaksisuuntainen tulosuunta

Y Yksisuuntainen tulosuunta

L Tulosuunnan leveys (m)

p % Tulosuunnan kaltevuus

R % Raskasauto -%

O % Oikealle kääntymis -%

HTK Huipputuntikerroin

Taulukko 6 : Mallin ja tutkimuksen antamien liikenteenvälityskykyjen (ajon/vihreä h) vertailu 2-kaistaisilla yksisuuntaisilla tulosuunnilla

N:o	Sijainti	L	p %	R %	O %	HTK	Laskettu	Havaittu	Virhe %	HTK x Lask.
3 a	1	6,9	0	2,5	0	0,72	3 440	3 940	- 13	2 490
4 b	2	6,7	0	29,1	3,1	0,94	3 100	2 940	5	2 910
5 a	1	7,0	-2	10,3	0	0,74	3 420	3 130	9	2 550
6 a	1	7,0	-3	0,8	0	0,79	3 710	3 560	4	2 940
b	1	6,5	0	6,7	30	0,82	3 000	3 490	- 14	2 460
c	1	6,5	0	10,8	0	0,91	3 250	3 060	6	2 960
7 b	2	7,1	0	14,7	0	0,91	3 520	3 600	- 2	3 200
9 a	1	7,0	0	10	0	0,84	3 300	3 100	6	2 770
b	1	7,6	0	11,6	0	0,84	3 530	3 470	2	2 970
c	1	8,0	-3	3,3	23	0,90	3 470	3 990	- 13	3 130
11 c	2	9,5	0	7,2	0	0,85	3 900	4 010	- 3	3 310
12 c	1	5,8	-3	3,5	0	0,81	3 540	3 450	3	2 870
13 a	1	6,5	1	12,6	14,4	0,83	2 670	2 900	- 8	2 470
b	1	7,5	0	3,1	0	0,82	3 540	3 530	0	2 910
14 a	2	7,2	0	21,9	0	0,69	3 340	3 600	- 7	2 300
c	2	7,2	0	12,3	2,3	0,80	3 530	3 320	6	2 820
15 a	2	8,4	0	7,4	0	0,85	3 840	3 810	1	3 260
d	2	6,9	0	7,4	0	0,81	3 650	3 970	- 8	3 050
16 a	2	7,3	-3	16,1	5,1	0,89	3 670	3 720	- 2	3 260
b	2	7,0	1	25,5	0	0,75	3 170	3 120	2	2 370
18 a	3	9,0	0	6,8	30	0,76	3 530	3 700	- 5	2 670
b	3	7,1	0	5	30	0,81	3 380	3 350	1	2 730
19 a	3	7,7	0	6,8	0	0,86	3 770	4 250	- 11	3 260
b	3	7,9	0	10,3	0	0,84	3 720	3 100	20	3 130
c	3	7,0	-2	0,8	0	0,60	4 050	3 680	10	2 430
d	3	6,9	-1	5,1	0	0,83	3 840	3 680	4	3 180
20 a	3	7,5	0	6,3	0	0,94	3 800	3 770	1	3 570
b	3	7,5	1	4,6	0	0,91	3 750	3 500	7	3 410
c	3	7,5	-1	7,6	0	0,75	3 840	3 350	14	2 880
22 a	2	6,5	-1	13,1	0	0,90	3 580	3 420	5	3 210
23 a	2	7,0	-2	9,3	8,1	0,91	3 670	3 680	0	3 330
b	2	6,5	0	12,5	0	0,81	3 490	3 630	- 4	2 820

(jatkuu)

N.o	Sijainti	L	p %	R %	O %	HTK	Laskettu	Havaittu	Virhe %	HTK x Lask.
24 a	2	6,0	-1	15,9	0	0,84	3 420	3 120	10	2 870
b	2	6,0	0	15,7	2,7	0,91	3 330	3 650	- 9	3 020
25 b	1	7,6	0	4,6	11,1	0,86	3 530	3 280	8	3 030
26 a	3	9,3	0	26,2	0	0,89	3 520	3 360	5	3 140
29 a	2	6,5	1	39,4	17,7	0,89	2 640	3 270	-19	2 330
b	2	6,7	-1	27,5	0	0,91	3 240	3 420	- 5	2 940
30 a	2	6,5	0	4,7	0	0,83	3 690	3 460	8	3 060
31 a	3	8,0	-1	21,6	5,5	0,84	3 500	3 170	10	2 930
c	3	6,8	-1	25,5	1,3	0,57	3 310	3 200	3	1 890
32 b	2	6,3	0	18,2	0	0,74	3 350	3 760	-11	2 470
c	2	6,5	1	19,3	0	0,79	3 280	2 640	24	2 600
33 a	2	8,2	-1	23,7	0	0,95	3 470	3 440	1	3 290
b	2	6,5	0	13,4	6	0,79	3 390	3 500	- 3	2 680
34 a	2	6,5	-3	6	0	0,89	3 870	3 970	- 2	3 410
b	2	6,8	2	7,7	0	0,94	3 510	3 570	- 2	3 290
c	2	8,4	2	8,8	0	0,86	3 650	3 120	17	3 140
36 a	1	6,0	2	4,9	0	0,85	3 230	3 230	0	2 740
b	1	6,0	0	14,3	15,5	0,86	2 940	3 450	-15	2 530
37 a	2	7,5	2	8,9	0	0,74	3 560	3 600	- 1	2 630
b	2	7,2	-1	9,4	0	0,85	3 740	3 360	11	3 170

1 Liikekeskusta
2 Muu kantakaupunki
3 Esikaupunki
L Tulosuunnan leveys (m)

p % Tulosuunnan kaltevuus
R % Raskasauto -%
O % Oikealle kääntymis -%
HTK Huipputuntikerroin

Taulukko 7 : Mallin ja tutkimuksen antamien liikenteenvälityskykyjen (ajon/vihreä h) vertailu 2-kaistaisilla kaksi-suuntaisilla tulosuunnilla

N:o	Sijainti	L	p %	R %	O %	HTK	Laskettu	Havaittu	Virhe %	HTK x Lask.
2 a	1	8,2	-1	3,4	0	0,77	3 620	3 950	- 8	2 790
6 d	1	6,7	-1	9,5	2	0,90	3 310	3 750	-12	2 980
7 a	2	7,3	0	12,7	4	0,80	3 440	3 440	0	2 750
13 c	1	6,1	-3	9,9	9,3	0,77	3 150	3 310	- 5	2 430
15 b	2	8,5	-1	1,4	0	0,91	4 090	4 880	-16	3 720
15 c	2	7,2	-1	12,5	0	0,88	3 550	3 680	- 3	3 120
16 c	2	6,5	0	6,9	4,3	0,81	3 390	3 060	11	2 750
17 a	2	8,4	-1	6,7	4,2	0,75	3 940	4 880	-19	2 960
17 c	2	6,7	0	11,8	12,1	0,81	3 240	2 880	12	2 630
18 c	3	7,7	-1	9,9	5,1	0,76	3 640	4 140	-12	2 760
18 d	3	6,5	-1	12,6	30	0,70	3 070	2 700	14	2 150
27 a	3	7,0	0	4	5,9	0,63	3 580	3 950	- 9	2 260
27 b	3	7,2	0	14,8	6	0,77	3 360	3 160	6	2 590
30 c	2	7,5	-1	8,8	3,6	0,89	3 620	3 760	- 4	3 210
31 d	3	6,5	1	5,4	30	0,74	3 070	3 090	- 1	2 280
35 b	3	7,2	0	19,3	4,4	0,77	3 290	2 560	28	2 530
36 c	1	6,8	-1	37,4	0	0,85	2 720	2 810	- 3	2 320
37 c	2	7,8	0	9,1	0	0,83	3 660	3 890	- 6	3 040
38 a	2	8,6	-2	17,8	0	0,92	3 760	3 310	13	3 450
38 b	2	8,2	-2	19,6	27,5	0,76	3 310	3 600	- 8	2 490
38 c	2	8,8	-2	13,4	1,7	0,86	3 880	3 280	18	3 340
39 a	3	8,0	0	6	0	0,75	3 810	3 360	13	2 860
40 a	1	8,0	0	35,2	7,4	0,85	2 780	2 530	10	2 370
40 b	1	9,0	0	33,3	0	0,95	3 050	3 020	1	2 900

1 Liikekeskusta
2 Muu kantakaupunki
3 Esikaupunki
L Tulosuunnan leveys (m)

p % Tulosuunnan kaltevuus
R % Raskasauto -%
O % Oikealle kääntymis -%
HTK Huipputuntikerroin

Taulukko 8 : Mallin ja tutkimuksen antamien liikenteenvälityskykyjen (ajon/vihreä h) vertailu 3-kaistaisilla tulosuunnilla

N:o	Sijainti	L	p %	R %	O %	HTK	Laskettu	Havaittu	Virhe %	HTK x Lask.	
3	b	1 Y	9,4	-1	5,3	25,2	0,89	3 990	3 750	6	3 560
4	a	2 K	10,0	-1	19	0	0,83	4 760	5 570	-15	3 960
5	b	1 Y	10,5	0	9,2	6,9	0,70	4 020	4 350	- 7	2 830
7	c	2 Y	10,6	0	11,2	30	0,87	3 990	3 710	8	3 460
8	a	1 Y	11,1	0	10,9	0	0,95	4 180	4 050	3	3 930
	b	1 Y	9,0	-4	9	11,5	0,89	4 310	3 630	19	3 840
10	a	1 Y	9,2	0	7,8	12,1	0,86	3 950	3 710	6	3 400
	b	1 Y	9,4	0	2,4	0	0,86	4 490	3 850	16	3 880
11	a	2 Y	10,7	0	26,7	2	0,90	3 880	3 910	- 1	3 480
	b	2 Y	10,5	1	26,9	0	0,89	3 760	3 370	12	3 340
17	b	2 K	11,0	3	11,9	6	0,88	4 580	3 870	18	4 020
	d	2 K	10,3	-1	21	23	0,82	4 260	3 900	9	3 490
21	a	3 K	11,5	0	6,6	1,3	0,83	5 330	5 830	- 9	4 430
	b	3 Y	8,3	0	1	3	0,75	4 970	5 480	- 9	3 730
	c	3 Y	11,0	0	11,4	18,2	0,82	4 230	4 770	-11	3 470
22	b	2 Y	9,0	0	4,5	28,5	0,76	4 710	4 670	1	3 580
25	a	1 Y	12,8	-1	13,9	11,7	0,85	4 040	4 750	-15	3 430
	c	1 Y	13,0	0	12,4	0	0,78	4 160	4 490	- 7	3 260
26	b	3 Y	11,0	0	11,9	2,5	0,77	4 440	4 300	3	3 420
	c	3 Y	11,0	-1	11,8	0	0,92	4 590	4 900	- 6	4 210
34	d	2 K	10,0	-1	4,4	6,9	0,82	5 300	5 730	- 8	4 350
35	a	3 K	9,5	1	9,1	6,7	0,65	4 840	4 820	0	3 150

1 Liikekeskusta

2 Muu kantakaupunki

3 Esikaupunki

K Kaksisuuntainen tulosuunta

Y Yksisuuntainen tulosuunta

L Tulosuunnan leveys (m)

p % Tulosuunnan kaltevuus

R % Raskasauto -%

O % Oikealle kääntymis -%

HTK Huipputuntikerroin

Taulukko 9 : 1-, 2- ja 3- kaistaisten tulosuuntien keskimääräinen liikenteen-
välityskyky kaistaa kohden sekä tutkimuksen ja mallin välinen
vaihtelu

Tulosuunta	Havaintojen keskiarvot		Laskettujen arvojen poikkeamat havaituista arvoista		
	Ajon/kaista vihreä h	Keskiha- jonta	Ääriarvot %	Normaali- arvot %	Keskiarvojen poikk. %
1-kaistainen	2 020	344	-17 +17	± 10	-1,5
2-kaistainen	1 730	216	-19 +28	± 10	0
yksisuuntainen			-19 +24	± 10	+0,4
kaksisuuntainen			-19 +28	± 10	-0,8
3-kaistainen	1 480	239	-15 +19	± 10	-0,7

6.2 Havaintojen ja eri laskentamenetelmien vertailu

Menetelmän kehittämisen yhteydessä on laskettu ajoneuvojen mää-
rä vihreää tuntia ja kaistaa kohden alueittain eri menetelmillä.
Keskimääräiset huipputuntikertoimella kerrotut, kaistakapasiteet-
tit on esitetty taulukossa 10 ja eri menetelmien ja tutkimuksen
väliset poikkeamat taulukossa 11. Havaintojen ja eri menetel-
millä laskettujen välityskykyjen väliset yksittäisten tulosten
poikkeamien vaihtelu on esitetty taulukossa 12. Siinä on esi-
tetty myös alueittaisten laskettujen summien poikkeama kohdassa
"keskiarvo"

Taulukko 10 : Keskimääräinen ajoneuvomäärä vihreää tuntia ja kaistaa koh-
den eri alueilla

Sijainti	Ajoneuvoa/vihreä tunti/ kaista		
	Liikekeskusta	Muu kantakaupunki	Esikaupunki
Menetelmä			
Tutkimus 1972	1 310	1 440	1 390
HCM	1 100	1 280	1 290
RRL	1 330	1 340	1 290
Nordqvist	1 200	1 410	1 370
Tutkimuksen malli	1 310	1 430	1 390

Taulukko 11: Tutkimus 1972 ja eri menetelmien keskimääräisten kaistakapasiteettien vertailu (menetelmä/tutkimus)

Sijainti	Liikekeskusta	Muu kantakaupunki	Esikaupunki
Menetelmä	Poikkeama %	Poikkeama %	Poikkeama %
Tutkimus 1972	-	-	-
HCM 65	-16,3	-11,1	-7,1
RRL	+1,3	-6,6	-7,4
Nordqvist	-8,4	-2,3	-1,7
Tutkimuksen malli	-0,6	-0,3	-0,2

Taulukko 12: Tutkimus 1972 ja eri menetelmien liikenteenvälityskykyarvojen vaihtelujen vertailu alueittain (menetelmä/tutkimus)

Menetelmä	Menetelmien ja tutkimuksen väliset poikkeamat		
	Ääriarvot %	"Normaaliarvot" %	Keskiarvo %
Liikekeskusta:			
HCM 65	- 43 + 21	- 25 ... - 5	- 16
RRL	- 25 + 27	- 10 ... +10	+ 1
Nordqvist	- 30 + 28	- 20 ... 0	- 8
Malli	- 15 + 19	- 10 ... +10	- 1
Muu kantakaupunki:			
HCM 65	- 58 + 38	- 25 ... +15	- 11
RRL	- 47 + 34	- 20 ... +10	- 7
Nordqvist	- 39 + 31	- 20 ... +10	- 2
Malli	- 19 + 24	- 10 ... +10	0
Esikaupunki:			
HCM 65	- 33 + 35	- 20 ... +15	- 7
RRL	- 46 + 20	- 20 ... +10	- 7
Nordqvist	- 38 + 30	- 15 ... +15	- 2
Malli	- 17 + 28	- 10 ... +10	0

Taulukoista 10, 11 ja 12 havaitaan, että HCM antaa kaikilla alueilla keskimäärin pieniä arvoja (laskettu kuormituskertoimen arvolla 1.00) kuin havainnot ja yksittäisten tulosten hajonta on erittäin suuri. RRL:n menetelmä antaa liikekeskustassa hyviä arvoja, mutta muualla kaupungissa keskimäärin pieniä arvoja. Keskustan ulkopuolella on myös yksittäisten havaintojen hajonta melko suuri. Nordqvistin menetelmä antaa keskustassa hieman pieniä arvoja, kun keskustan ulkopuolella keskiarvot ovat hyviä. Nordqvistin menetelmän arvot ja havainnot poikkeavat yksittäisissä tapauksissa huomattavasti toisistaan.

Eri menetelmillä on liikenteenvälityskyky laskettu laadittujen nomogrammien avulla. Kohdassa 3.1 on selvitetty RRL:n menetelmä ja kohdassa 3.2 Nordqvistin menetelmä, jonka selostuksen yhteydessä on esitetty mitoituksessa tarvittavat käyrästöt. Menetelmää on yksinkertaistettu käyttämällä 36 sekunnin vihreän vaiheen ~~kist~~akapasiteettia (jakso 90 sek, vihreän ajan osuus 0,40). Tällöin saadaan mahdolliseksi liikenteenvälityskyvyiksi häiriöttömissä olosuhteissa 1700 hay/vihreä h ja häiriöllisissä yksisuuntaisilla 1520 ja kaksisuuntaisilla kaduilla 1400 hay/vihreä h. RRL:n ja Nordqvistin menetelmän tulokset on kerrottu huipputuntikertoimella. HCM:n mukainen välityskyky on laskettu Highway Capacity Manual 1965:ssä esitettyjen kuvien 6.5-6.9 sekä taulukoiden 6.4, 6.5 ja 6.6 avulla.

Alueittaiset eri menetelmillä lasketut liikenteenvälityskyvyt on esitetty taulukoissa 13-15. Keskustan liikealueella (taulukko 13) voidaan havaita, että tulosuuntien 6d, 12c, 13c havainnot ovat melko suuria ja suuntien 3a, 25b, 36b havainnot ovat hieman suuria sekä tulosuunnan 8a havainto pieni verrattaessa näitä eri menetelmien antamiin tuloksiin. Kantakaupungissa (taulukko 14) suuria havaintoja ovat tulosuuntien 4a, 17a, 24b, 29a ja b, 32b ja d sekä 34b. Vastaavasti pieniä havaintoarvoja on tulosuunnissa 7c, 34c, 38a ja c. Esikaupungissa (taulukko 15) suuria havaintoarvoja on tulosuunnilla 21a ja b, 28b ja c, 31b ja d, 35a ja c sekä 41c. Pieniä arvoja on vastaavasti tulosuunnissa 19b, 26a ja 28 a. Taulukoissa 13-15

Taulukko 13: Liikenteenvälityskykytutkimuksen 1972 ja eri laskentamenetelmien antamien tulosten vertailu:
Keskustan liikealue (CBD)

N:o	Liittymän nimi	Kaistaa	Tutkimus 72	HCM 65	RRL	Nordqwist	Malli
2 a	Ruoholahdenkatu-Hietalahdenkatu	2	3 040	2 830	3 280	3 430	2 790
b		1	1 660	1 850	1 470	1 470	1 670
3 a	Lönnrotinkatu-Abrahaminkatu	2	2 840	2 220	2 530	2 270	2 490
b		3	3 340	3 330	4 260	3 580	3 560
5 a	Mikonkatu-Pohjoisesplanadi	2	2 320	1 970	2 160	2 170	2 550
b		3	3 050	2 300	2 900	2 460	2 830
6 a	Bulevardi-Mannerheimintie	2	2 810	2 460	3 110	2 730	2 940
b		2	2 860	1 890	2 620	2 220	2 460
c		2	2 780	2 320	2 800	2 720	2 960
d		2	3 370	1 920	2 540	2 030	2 980
8 a	Eteläesplanadi-Unioninkatu	3	3 850	3 860	4 370	4 470	3 930
b		3	3 230	3 040	3 970	3 580	3 840
9 a	Pohjoisesplanadi-Unioninkatu	2	2 600	2 380	2 840	2 660	2 770
b		2	2 920	2 430	3 020	2 900	2 970
c		2	3 590	2 830	4 000	3 200	3 130
10 a	Uudenmaankatu-Fredrikinkatu	3	3 190	2 480	3 200	2 710	3 400
b		3	3 310	2 510	3 170	2 890	3 880
12 a	Ruoholahdenkatu-Malminrinne	1	1 620	1 670	1 820	1 470	1 780
b		1	1 120	1 350	1 360	1 040	1 320
c		2	2 800	1 990	2 550	2 090	2 870
d		1	1 570	1 240	1 470	1 100	1 640
13 a	Kaivokatu-Mannerheimintie	2	2 400	1 920	2 410	2 300	2 470
b		2	2 890	2 570	3 100	3 020	2 910
c		2	2 550	1 870	2 290	1 840	2 430
25 a	Fredrikinkatu-Pohj. ja Etel. Rautatienkatu	3	4 040	3 770	3 920	3 380	3 430
b		2	2 820	1 630	2 520	2 240	3 030
c		3	3 500	3 410	3 720	3 430	3 260
36 a	Pohj. Rautatienkatu-Mannerheimintie	2	2 740	2 120	2 360	2 450	2 740
b		2	2 970	1 800	2 330	2 150	2 530
c		2	2 390	1 700	2 270	1 960	2 320
40 a	Kaisaniemenkatu-Fabianinkatu	2	2 150	1 980	2 630	2 750	2 370
b		2	2 870	3 000	3 350	2 990	2 900
		68	89 190	74 640	90 340	81 700	89 150
	Ajoneuvoa/kaista/vihreä h		1 312	1 098	1 329	1 201	1 311

Paulukko 14: Liikenteenvälityskykytutkimuksen 1972 ja eri laskentamenetelmien antamien tulosten vertailu:
Kantakaupunki liikekuskusta ulkopuolella

No	Liittymän nimi	Kaistaa	Tutkimus 72	HCM 65	RRL	Nordqwist	Malli
4 a	Siltasaarenkatu-Paasivuorenk.	3	4 620	3 690	3 760	3 950	3 960
b		2	2 760	2 470	2 530	2 700	2 910
c		1	1 420	1 320	1 320	1 210	1 470
7 a	Porkkalankatu-Itämerenkatu	2	2 750	2 900	2 700	2 880	2 750
b		2	3 280	2 680	3 000	3 330	3 200
c		3	3 230	3 760	4 340	4 120	3 460
11 a	Siltasaarenkatu-Hämeentie	3	3 520	3 230	2 780	3 780	3 480
b		3	3 000	3 150	3 750	3 750	3 340
c		2	3 400	3 550	3 950	4 230	3 310
14 a	Porkkalankatu-Länsiväylä	2	2 480	2 330	2 120	2 310	2 300
b	(läntinen)	4	5 890	4 900	4 720	5 180	5 890
c		2	2 650	2 490	2 670	2 880	2 820
15 a	Porkkalankatu-Länsiväylä	2	3 240	3 160	3 480	3 730	3 260
b	(itäinen)	2	4 440	4 130	4 070	4 270	3 720
c		2	3 240	3 020	3 020	3 200	3 120
d		2	3 220	2 530	2 710	2 940	3 050
16 a	Sturenkatu-Hämeentie	2	3 310	2 760	3 040	3 060	3 260
b		2	2 320	1 830	2 150	2 350	2 370
c		2	2 480	1 820	2 120	2 300	2 750
17 a	Sturenkatu-Mäkelänkatu	2	3 660	2 660	2 520	2 510	2 960
b		3	3 410	3 410	3 850	4 240	4 020
c		2	2 340	2 670	2 370	2 600	2 630
d		3	3 200	3 430	3 480	3 220	3 490
22 a	Eteläinen Hesperiankatu -	2	3 080	2 460	2 790	2 920	3 210
b	Runeberginkatu	3	3 550	1 810	3 720	2 940	3 580
23 a	Eteläinen Hesperiankatu -	2	3 310	2 660	3 040	3 100	3 330
b	Mechelininkatu	2	2 940	2 200	2 440	2 700	2 820
24 a	Runeberginkatu-Arkadiankatu	2	2 620	1 890	2 090	2 320	2 870
b		2	3 320	1 400	1 750	2 040	3 020

jatkoa)

No	Liittymän nimi	Kaistaa	Tutkimus 72	HCM 65	RRL	Nordqwist	Malli
9 a	Hämeentie-Kaikukatu	2	2 910	1 590	2 110	2 180	2 330
b		2	3 110	1 920	2 180	2 390	2 940
0 a	Liisankatu-Pohjoisranta	2	2 870	2 500	2 680	2 900	3 060
b		1	1 140	1 570	1 240	1 190	1 340
c		2	3 350	2 990	2 300	3 030	3 210
2 a	Hämeentie-Mäkelänkatu	1	2 020	2 110	1 890	2 100	1 820
b		2	2 780	1 920	2 080	2 250	2 470
c		2	2 080	2 380	2 180	2 480	2 600
d		1	1 820	1 270	1 390	1 330	1 600
3 a	Mannerheimintie-Cygnaeuksenkatu	2	3 260	3 320	3 400	3 400	3 290
b		2	2 760	2 220	2 330	2 630	2 680
4 a	Tukholmankatu-Paciuksenkatu	2	3 540	2 780	3 310	3 160	3 410
b		2	3 360	2 810	2 880	2 420	3 290
c		2	2 680	3 150	3 270	3 420	3 140
d		3	4 700	4 420	4 170	4 280	4 350
7 a	Reijolankatu-Nordenskiöldinkatu	2	2 660	2 440	2 490	2 890	2 630
b		2	2 860	2 700	3 020	3 200	3 170
c		2	3 230	3 000	2 830	3 020	3 040
8 a	Mannerheimintie-Topeliuksenkatu	2	3 040	3 550	3 720	3 610	3 450
b		2	2 740	2 890	2 900	2 610	2 490
c		2	2 820	3 690	3 690	3 690	3 340
		106	152 410	135 530	142 340	148 940	152 000
	Ajoneuvoa/kaista/vihreä h		1 438	1 279	1 343	1 405	1 434

taulukko 15 : Liikenteenvälityskykytutkimuksen 1972 ja eri laskentamenetelmien antamien tulosten vertailu:
Esikaupunkialueet

No	Liittymän nimi	Kaistaa	Tutkimus 72	HCM 65	RRL	Nordqvist	Malli
8 a	Huopalahdentie-Lapinmäentie	2	2 810	3 010	3 340	3 200	2 670
b		2	2 710	2 130	2 350	2 710	2 730
c		2	3 150	3 060	2 840	2 940	2 760
d		2	1 890	1 690	1 860	1 640	2 150
9 a	Huopalahdentie-Länt.Moottoritie	2	3 660	2 870	3 200	3 500	3 260
b	(etelähaara)	2	2 600	2 850	3 130	3 380	3 130
c		2	2 210	1 930	1 880	2 040	2 430
d		2	3 050	2 620	2 930	3 080	3 180
10 a	Huopalahdentie-Länt.Moottoritie	2	3 540	3 060	3 450	3 750	3 570
b	(pohjoishaara)	2	3 190	2 800	3 300	3 710	3 410
c		2	2 510	2 430	2 800	2 960	2 880
d		1	1 630	1 990	1 630	1 560	1 680
21 a	Huopalahdentie-Paciuksenkatu	3	4 840	4 070	3 280	4 390	4 430
b		3	4 110	2 940	3 220	3 440	3 730
c		3	3 910	3 720	4 150	4 210	3 470
26 a	Mäkelänkatu-Koskelantie	2	2 990	3 460	3 440	3 700	3 140
b		3	3 310	3 480	3 230	3 700	3 420
c		3	4 510	4 070	4 850	5 140	4 210
27 a	Lauttasaarentie-Lemissaarentie	2	2 490	2 480	1 980	2 180	2 260
b		2	2 430	2 370	2 270	2 380	2 590
28 a	Lauttasaarentie-Meripuistotie	1	1 790	2 420	2 030	1 990	2 020
b		1	1 250	960	960	880	1 150
c		1	1 830	1 510	1 380	1 270	1 520

jatkoa)

N:o	Liittymän nimi	Kaistaa	Tutkimus 72	HCM 65	RRL	Nordqwist	Malli
31 a	Pitäjänmäentie-Valimontie	2	2 680	2 400	2 750	3 050	2 930
b		1	1 950	1 300	1 050	1 200	1 580
c		2	1 830	1 560	1 610	1 710	1 890
d		2	2 290	1 650	1 730	1 830	2 280
35 a	Nurmijärventie-Pirkkolantie	3	3 130	2 900	2 020	2 360	3 150
b		2	1 970	2 460	2 280	2 400	2 530
c		1	2 120	1 620	1 560	1 410	2 000
39 a	Itäväylä-Myllymestarintie	2	2 520	2 570	2 060	2 420	2 860
b		1	1 820	1 800	1 750	1 780	1 840
41 a	Lehtisaarentie-Kuusisaarentie	1	1 730	1 790	1 600	1 580	1 690
b		1	1 290	1 710	1 350	1 300	1 430
c		1	1 950	1 500	1 650	1 330	1 700
		66	91 690	85 180	84 910	90 120	91 670
	Ajoneuvoa/kaista/vihreä h		1 389	1 291	1 287	1 365	1 389

esiintyy enemmän suuria havaintoja kuin pieniä. Tämä johtuu siitä, että tutkimus on antanut liikenteenvälityskyvylle suurempia arvoja kuin muut menetelmät ja toisaalta HCM on antanut melko pieniä arvoja, jolloin havainto on jäänyt menetelmien antamien tulosten väliin.

Taulukossa 12 esitetyt poikkeamien maksimi-arvot ovat eri menetelmillä käytännössä laskettaessa pienempiä, sillä havaintojen virheet ovat todennäköisesti kertautuneet tällaisissa tapauksissa vrt. taulukot 13-15.

Laskentamenetelmän ja havaintojen välisiä eroja kaistoittain on jo edellä selostettu kohdassa 5.4 (taulukot 5-9). Mallilla laskettujen alueettaisten ja kaistoittaisen tulosten vertailu havaintoihin on esitetty taulukoissa 16 ja 17. Suurin poikkeama esiintyy 1-kaistaisilla tulosuunnilla liikekeskustassa (7 %). Havaintojen lukumäärän vähäisyydestä johtuen ei mitoitusmenetelmää voi tarkistaa kaistoittain ja alueittain.

Taulukko 16: Keskimääräinen liikenteenvälityskyky vihreää tuntia ja kaistaa kohden tulosuunnan kaistamäärän mukaan eri alueilla (havaintojen määrä)

Sijainti	Liikekeskusta	Muu kantakaupunki	Esikaupunki	Keskimäärit
Tulosuunta				
1-kaistainen	(4) 1 600	(4) 1 560	(10) 1 660	1630
2-kaistainen	(20) 1 370	(37) 1 490	(19) 1 390	1430
3-kaistainen	(8) 1 170	(8) 1 240	(6) 1 250	1220
Keskimäärin	1 310	1 430	1 390	1390

Taulukko 17: Malilla laskettujen ja havaittujen arvojen väliset erot alueittain ja kaistamäärittäin ($100 \times \frac{\text{Laskettu}}{\text{havaittu}}$)

Sijainti	Liikekeskusta	Muu kantakaupunki	Esikaupunki	Keskimäärin
Tulosuunta				
1-kaistainen	(4) 7	(4) -2	(10) -4	-1,5
2-kaistainen	(20) -3	(37) -1	(19) 4	0
3-kaistainen	(8) 2	(8) 1	(6) -6	-0,7
Keskimäärin	-0,6	-0,3	0,2	-0,3

6.3 Laskentamenetelmän soveltaminen

Laskentamenetelmässä on esitetty 1-, 2-, ja 3-kaistaisten tulosuuntien liikenteenvälityskyky käyrien ja kerrointen avulla. Tulosuunnan kaistamäärän, leveyden ja onko katu yksisuuntainen vai kaksisuuntainen saadaan liikenteenvälityskyky henkilöautoyksikköä/vihreä tunti. Tulosuunnan liikenteenvälityskyky todellisissa olosuhteissa saadaan kertomalla edellä saatu arvo seuraavilla kertoimilla:

- liittymän sijainti (ks)
- tulosuunnan pituuskaltevuus (kp)
- raskaiden ajoneuvojen osuus (kr)
- oikealle kääntyvien ajoneuvojen osuus(ko)
- huipputuntikerroin (HTK).

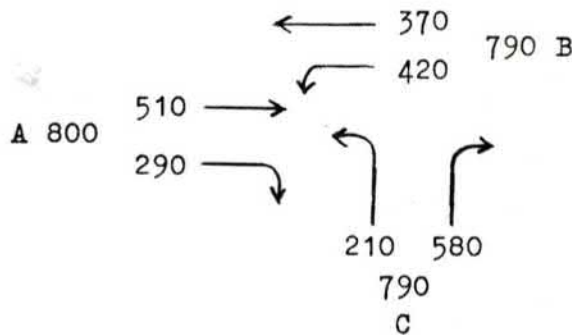
Erilliset ryhmittymiskaistat voidaan laskea kaistamäärän mukaisilla nomogrammeilla.

Huipputuntikertoimen vaihteluita alueittain ja kaistoittain on esitetty taulukossa 18. Vaihtelut ovat taulukon mukaan keskimääräisissä arvoissa vähäiset. Liikekeskustassa ja kantakaupungissa voidaan suunnitelmissa käyttää arvoa 0.85 ja esikaupungeissa 0.80, mikäli tarkempia tutkimustuloksia ei ole käytettävissä.

Taulukko 18 : Keskimääräiset tulosuuntien liikenteenvälityskyvyllä painotetut, huipputuntikertoimet eri alueilla ja kaistamäärillä

	Tulosuunta 1-kaistainen	2-kaistainen	3-kaistainen	Keskimäärin
Sijainti				
Liikekeskusta	0.85	0.84	0.85	0.84
Muu kantakaupunki	0.83	0.84	0.84	0.84
Esikaupunki	0.80	0.78	0.79	0.78
Keskimäärin	0.82	0.83	0.83	0.83
Painottamaton ka.	0.82	0.82	0.83	0.82

Esimerkki: Mitoitettava kahden keskikaistalla erotetun 2+2 kaistaisen pääkadun T-liittymä, kun liikennemäärät on virrot-
tain annettu. Liittymä sijaitsee keskustan liikealueella,
paikka on tasainen, raskaita ajoneuvoja on $R=10\%$ ja huippu-
tuntikerroin $HTK=0.80$.



Liikennevirrat ovat tasaisia ja kääntyviä virtoja on paljon, joten kukin tulosuunta voi kulkea omassa vaiheessaan. Tulo-
suuntiin B ja C otetaan ryhmittymiskaistat, jolloin tulosuun-
tien leveys on 11 m. Tulosuunnan A leveytenä käytetään aluk-
si kadun poikkileikkauksen mukaista 8 m. Tulosuunnittaiset
ihanteelliset liikenteenvälityskyvyt (C_i) saadaan kuvista 15
ja 16. Tämän jälkeen saadaan korjauskertoimilla kertomalla
todellinen välityskyky (C_t)

$$(3) \quad C_t = C_i \cdot K_s \cdot K_p \cdot K_r \cdot K_o \cdot HTK$$

Todelliset välityskyvyt tulosuunnittain ovat:

A	$3670 \cdot 1.00 \cdot 1.00 \cdot 0.94 \cdot 0.89 \cdot 0.80$	$= 2\,460$ ajon/vihr.h
B	$4820 \cdot 1.00 \cdot 1.00 \cdot 0.86 \cdot 1.00 \cdot 0.80$	$= 3\,320$ ajon/vihr.h
C	$4820 \cdot 1.00 \cdot 1.00 \cdot 0.86 \cdot 0.89 \cdot 0.80$	$= 2\,950$ ajon/vihr.h

Eri tulosuuntien vihreän ajan osuudet saadaan jakamalla tulosuun-
nan liikennemäärä liikenteenvälityskyvyllä. Tulokseksi saadaan

$$A \quad \frac{800}{2460} = 0.33$$

$$B \quad \frac{790}{3320} = 0.24$$

$$C \quad \frac{790}{2950} = 0.27$$

$$\text{Yhteensä} \quad 0.84$$

Kun hukka-ajan pituutena voidaan pitää 4 sekunttia/vaihe, saadaan 90 sekunnin jaksonpituudella hukka-ajan osuudeksi 0.13-0.14. Hukka-ajan ja tulosuuntien vihreiden aikojen osuuksien summa on 0.97 eli liittymän kapasiteetti on lähes täysin käytetty ohjetilanteessa.

Laskentamenetelmän laatimisen yhteydessä on tarkistettu, että menetelmällä saadut liikenteenvälityskykyarvot ovat todellisia. Tarkistus on suoritettu laskettujen koko tunnin liikennemäärien perusteella tapauksissa, joissa kuormituskertoimella on ollut arvo $\geq 0,2$. Tällöin ovat lasketut liikennemäärät olleet suurempia tai yhtäsuuria kuin mallilla laskettu liikenteenvälityskyky.

6.4 Laskentamenetelmän arvostelu ja jatkotutkimustarve

Laskentamenetelmän antamien tulosten vertailu muilla laskentamenetelmillä laskettuihin arvoihin osoittaa, että tulokset ovat yhdensuuntaisia. Joidenkin tekijöiden osalta oli tutkimuksessa liian vähän havaintoja selvän matemaattisen riippuvuuden arvioimiseksi. Vasemmalle kääntyville ajoneuvoille ei saatu korjauskerrointa. Tämä johtunee siitä, että vasemmalle kääntyvät pääsevät häiriöittä kulkemaan omassa vaiheessaan. Sellaisia havaintoja, joissa vasemmalle kääntyvien kanssa oli yhtäaikaaisesti risteävää liikennettä, oli liian vähän matemaattisen riippuvuuden selvittämiseksi.

Yksisuuntaisen ja kaksisuuntaisen tulosuunnan vaikutus liikenteenvälityskyvyn on muista menetelmistä poikkeava 1- ja 3-kaistaisilla tulosuunnilla. Helsingin tutkimuksen 1972 mukaan kaksisuuntainen tulosuunta välittää paremmin liikennettä kuin yksisuuntainen. Kapeilla tulosuunnilla on myös HCM:n menetelmässä yksisuuntaisen kadun välityskyky pienempi kuin kaksisuuntaisen. 3-kaistaisilla tulosuunnilla oli 6 kaksisuuntaista ja 16 yksisuuntaista havaintoa. Aineiston pienuus, ajotottumukset ja ajoneuvojen vaatima erilainen liikkumisvara keski ja reunakaistoilla selittävät osaksi saatua tulosta. Aineiston käsittelyssä on yksisuuntaisena tulosuuntana pidetty yksisuuntaista katua ja keskikorokkeella erotettuja tulosuuntia. Esitettyjen tapausten välillä saattaa kuitenkin olla eroja ryhmittymiskaistojen pituudesta yms. johtuen.

Liikenteenvälityskykytutkimuksen 1972 menetelmää tilastomatematisesti kehitettäessä ei saatu muilla kuin 1-kaistaisilla loogisia yhteyksiä pysäköinnin vaikutuksesta välityskykyyn. Linja-autopysäkkien vaikutus ei myöskään ollut merkitsevä. Edellä mainitut ristiriitaisuudet johtunevat tulosuuntien leveyden määrittämisessä mahdollisesti esiintyvistä tulkintavaikeuksista sekä selittäjän koodeilla esittämisestä.

1-kaistaisilla tulosuunnilla ei saatu järkevää yhteyttä pituuskaltevuuden ja oikealle kääntyvien ajoneuvojen osalta, mutta malliin on kuitenkin otettu em. tekijöistä johtuva korjaus. Leveyden lisääntymisen välityskykyä vähentävä vaikutus mallia kehitettäessä johtuu aineiston pienuudesta (18 havaintoa) ja satunnaisista virheistä. Pysäköinnin liikenteenvälityskykyä vähentäväksi vaikutukseksi on saatu noin 160 ajoneuvoa/vihreä h.

2-kaistaisilla tulosuunnilla aineisto hajosi melkoisesti. Havainnot tehtiin 76 tulosuunnasta, joista 24 tapausta on kaksisuuntaisia. Yksisuuntaisten ja kaksisuuntaisten tulosuuntien välinen ero välityskyvyssä on lähes olematon. Kääntyvien ajoneuvojen vaikutus välityskykyyn ei ollut merkitsevä, mutta oikealle kääntyvien korjaus on otettu malliin 3-kaistaisten tulosuuntien mukaisena.

Liikenteenvälityskyvyn laskentamenetelmän tarkistamiseksi ja luotettavuuden parantamiseksi pitäisi tutkia edelleen 1- ja 3-kaistaisia tulosuuntia. Pysäköinnin ja linja-autopysäkkien vaikutusta välityskykyyn pitäisi myös selvittää. Tutkimusta voidaan jatkaa aluksi vertailemalla laskentamallin tuloksia Tampereella suoritettuihin tutkimuksiin sekä muissa pohjoismaissa viimeaikoina tehtyihin tutkimuksiin. Tämän jälkeen tulisi suorittaa täydentäviä maastotutkimuksia ja käsitellä havaintoaineisto uudelleen.

7. JALANKULKUUN LIITTYVIÄ SEIKKOJA

7.1 Jalankulun tutkimus v. 1972

Ajoneuvoliikenteen välityskykytutkimuksen yhteydessä tutkittiin myös jalankulkuliikennettä 41 suojatiellä. Tutkimuksessa ei määriteltä varsinaisesti jalankulkukaistan välityskykyä. Tutkimuksessa laskettiin jalankulkijoiden määrä tunnissa eroteltuna vihreän ja punaisen valon aikana lähteneisiin suojatien ylittäjiin. Lisäksi mitattiin vihreän ja punaisen valovaiheen pituudet sekä laskettiin suojatietä risteävien ajoneuvojen määrä tunnissa.

Jalankulkijoiden määrä vaihteli 25 - 2 760 jalankulkijaan tunnissa. Suurin jalankulkijamäärä laskettuna suojatien leveysmetriä kohden oli Siltasaarenkadun - Paasivuorenkadun liittymässä noin 690 jalankulkijaa/h. Normaalisti arvot vaihtelivat suojatien leveysmetriä kohden 100 - 300 jalankulkijaa/h.

7.2 Punaisen liikennevalon noudattaminen

Tutkimuksessa laskettiin punaisen valon aikana suojatien ylitykseen lähteneet jalankulkijat. Jalankulkijamäärät vihreän ja punaisen valon aikana on esitetty taulukossa 19. Jalankulkijoiden määrästä suhteellisesti eniten noin puolet ylitti punaisen vaiheen aikana suojatien Mäkelänkadun - Koskelantien liittymässä. Noin kolmasosa käveli päin punaista valoa Porkkalankadun - Itämerenkadun ja Hämeentien - Kaikukadun liittymissä. Noin neljännes jalankulkijoista käveli päin punaista Bulevardin - Fredrikinkadun ja Ruoholahdenkadun - Hietalahdenkadun liittymissä. Keskimäärin tutkituilla suojateilla kulki päin punaista valoa noin 10 %.

Ajoneuvojen punaisen ja keltaisen valon noudattamista tutkittiin liikenteenvälityskykytutkimuksen yhteydessä. Yhteensä punaista ja keltaista valoa vasten ajaneita oli, noin 17 %, Siltasaarenkadun - Hämeentien liittymässä ja Huopalahdentien - Paciuksenkadun liittymissä. Päin punaista valoa ajoi eniten, 6,2 % ajoneuvoista, Reijolankadun - Nordenskiöldinkadun liittymässä. Keskimäärin ajoi päin punaista valoa 0,8 % ja päin keltaisia vaihteita 3,9 % ajoneuvoista.

Taulukko 19: Jalankulkijoiden määrä ja päin punaista valoa kulkeneiden osuus eräissä liittymissä Helsingissä

Liittymä	Suojatie	Jalank.määrä/h				Valojen pit.sek.		Liikennemäärä Ajon./h
		Vihr.	ABS.	Pun. %	Yht	Pun.	Jakso	
Pohj.Espl.-Unioninkatu	Pohj.Esplanadi	600	39	6,1	639	56	90	840
Etel.Espl.-Unioninkatu	Unioninkatu	780	35	4,3	815	64	90	1180
Uudenmaankatu-Fredrikinkatu	Uudenmaankatu	232	47	16,8	279	34	90	710
- " - " -	Fredrikinkatu	138	15	9,8	153	38	90	580
Bulevardi-Fredrikinkatu	Bulevardi	388	124	24,2	512	58	90	630
- " - " -	Fredrikinkatu	344	63	15,5	407	55	90	470
Ruoholahdenkatu-Malminrinne	Ruoholahdenkatu	312	58	15,7	370	70	90	1100
- " - " -	Malminrinne	479	72	13,1	551	50	90	1150
Mannerheimintie-Kaivokatu	Mannerheimintie Sokos	2655	105	3,8	2760	45	90	1250
- " - " -	Mannerheimintie Forum	1917	132	6,4	2049	54	90	690
- " - " -	Kaivokatu Sokos	1610	163	9,2	1773	65	90	740
Porkkalankatu-Itämerenkatu	Porkkalankatu	23	12	34,3	35	60	90	560
- " - " -	Itämerenkatu	153	47	23,5	200	30	90	710
Bulevardi-Mannerheimintie	Bulevardi	1740	39	2,2	1779	30	90	1050
- " - " -	Erottajankatu	1213	82	6,3	1295	35	90	510
Mikonkatu-Pohjoisesplanadi	Pohjoisesplanadi Länt.	580	86	13,0	666	35	90	980
- " - " -	Mikonkatu Etel.	912	157	14,4	1069	42	90	27
- " - " -	Pohjoisesplanadi Itä	1074	70	6,1	1144	42	90	1009
- " - " -	Mikonkatu Pohj.	726	66	8,3	792	38	90	360
Siltasaarenk.-Paasivuorenkatu	Siltasaarenk. Metallit.	1503	15	1,0	1518	69	92	2000
Lönnrotinkatu-Abrahaminkatu	Lönnrotinkatu Poli	249	40	13,8	289	61	90	1180
- " - " -	Lönnrotinkatu Halli	89	18	16,8	107	61	90	880
Ruoholahdenkatu-Hietalahdenk.	Ruoholahdenkatu	111	44	28,1	155	70	90	760
Lönnrotinkatu-Abrahaminkatu	Abrahaminkatu VTT	179	14	7,3	193	75	90	1350
Hämeentie-Kaikukatu	Hämeentie Rv-pys. et.	182	95	34,3	277	44	90	620
- " - " -	Kaikukatu	147	30	17,0	177	55	90	580
Pitäjänmäentie-Valimontie	Kutomontie	20	5	20,0	25	70	110	400
Mannerheimintie-Gygnauksenkatu	Mannerheimintie Länt.	58	1	1,7	59	78	90	1540
Mannerheimintie-Pohj.Rautatiek.	Pohj.Rautatiekatu Pohj.	1158	145	11,1	1303	30	90	180
Sturenkatu-Hämeentie	Violankatu	358	49	12,0	407	12	86	34
Mäkelänkatu-Sturenkatu	Sturenkatu	273	65	19,2	338	51	90	1300
- " - " -	Mäkelänkatu	311	16	4,9	327	45	90	610
Etel.Hesperiank.-Runebergink.	Etel.Hesperiankatu	315	50	13,7	365	25	90	310
- " - " -	Runeberginkatu	365	10	2,7	375	58	90	1380
- " - Mechelininkatu	Etel.Hesperiankatu	116	9	17,2	125	31	90	280
Arkadiankatu-Runeberginkatu	Arkadiankatu	184	46	20,0	230	65	90	340
- " - " -	Runeberginkatu	487	78	13,8	565	55	90	1100
Fredrikinkatu-Rautatiekatu	Etel.Rautatiekatu	793	88	10,0	881	36	90	680
- " - " -	Pohj.Rautatiekatu	605	106	14,9	711	74	90	1900
Mäkelänkatu-Koskelantie	Mäkelänkatu	102	97	48,7	199	53	90	570
- " - " -	Koskelantie	81	79	49,3	160	76	90	50
Yhteensä		23562	2512	9,6	26074			

K I R J A L L I S U U S L U E T T E L O

Miller A.J. :The Capacity of Signalized Intersections in Australia.
Australian Road Research Board, Bulletin n:o 3, March 1968

Miller A.J. :Australian Road Capacity Guide; Provisional Introduction
and Signalized Intersections. Australian Road Research Board, Bulletin
n:o 4, June 1968

Nordqvist S. :Gators och vägars kapacitet. Stockholm 1960

Sagi G.S., Campbell L.R. :Vehicle delay at signalized intersections.
Traffic Engineering, February 1969

Wilbur Smith & Associates, insinööritoimisto Pentti Polvinen:
Helsingin kaupunkiseudun liikennetutkimus, osa 1. Helsinki 1968

Tie ja vesirakennushallitus :Tien liikenteenvälityskyky Highway Capacity
Manual 1965. TVH n:o 2388. Helsinki 1971

Traffic Engineering Practice :Spon's Civil Engineering Series. London 1968

Webster F.V. :Traffic Signal Settings. Road Research Laboratory Technical
Paper n:o 39, Her Majesty's Stationery Office. London

LIIKENTEENVÄLITYSKYKYTUTKIMUS • HELSINGIN KAUPUNKI • KSV L-03

RISTEYS:

N:o

TULOSUUNTA:

N:o

PVM:

KLO:

1. LASKETTU MAX. VÄLITYSKYKY (AJON./H)

2. LASKETTU LIIKENNEMÄÄRÄ (AJON./H)

3. LIITTYMÄTYYPPI

4. LIITTYMÄN SIJAINTI

5. YKSISUUNT./KAKSISUUNT.KATU

6. LIIKENNEVALOTYYPPI

7. PÄÄLLYSTE

8. TULOSUUNNAN LEVEYS (M)

9. - " - KAISTOJA (KPL)

10. - " - PITUUSKALTEVUUS (%)

11. BUSSIPYS. ETÄIS. ENNEN RISTEYSTÄ (M)

12. - " - - " - RISTEYKSEN JÄLKEEN (M)

13. - " - SYVENNYS, PYS. ENNEN RIST. (M)

14. - " - - " - , PYS. RIST. JÄLKEEN (M)

15. PYSÄKÜINNIN ETÄIS. RISTEYKSESTÄ (M)

16. SIVUESTEIDEN ETÄIS. VÄYLÄSTÄ (M)

17. VIHREÄN AJAN OSUUS g/c

18. JAKSON PITUUS (KESKIM. SEK)

19. KUORMITUSKERROIN

20. HUIPPUTUNTIERROIN

21. KUORMA-AUTO %

22. LINJA-AUTO %

23. POLKUPYÖRÄ %

24. VASEMMALLE KÄÄNT. %

25. OIKEALLE KÄÄNT. %

26. PYSÄKKIÄ KÄYTT. LINJA-AUTOJA/H

27. AJON. LIIK. RIST. JALANKULKIJA MÄÄRÄ/

SUOJAT. LEVEYSMETRI

28. SAMASSA VAIHEESSA RISTEÄVIEN

AJON MÄÄRÄ