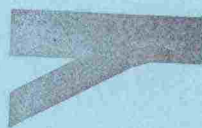


Oulun seudun liikennetutkimus

Oulun tiepiiri
Oulun kaupunki
Pohjois-Pohjanmaan Seutukaavaliitto
Oulun Yliopisto
Suunnittelukolmio Oy
8.1.1990

Raportti 1 Nopeustutkimus

08 TIEL / 061



Tielaitos
Tiehallituksen kirjasto

Doknro: 910460
Nidenro: 710577

OULUN SEUDUN LIIKENNETUTKIMUS 1989-91

OSARAPORTTI 1/8.1.1990: NOPEUSTUTKIMUS

ESIPUHE

Nopeustutkimus liittyy Oulun seudun liikennetutkimukseen yhtenä osaprojektina. Liikennetutkimuksen tilaajina ovat Oulun kaupunki (kustannusosuus 40%), Oulun tiepiiri (40%) ja Pohjois-Pohjanmaan seutukaavaliitto edustaen 11 ympäristökuntaa (20%). Konsulttina on toiminut Suunnittelukolmio Oy. Tutkimuksen tulokset on hyödynnetty myös Viatek Oy:ssä tehdyssä valtakunnallisessa matka-aikatutkimuksessa, jonka tuloksena on kehitetty Suomen liikenneolosuhteisiin sopivat viivytysfunktiot.

Oulun seudun liikennetutkimusta on ohjannut ja valvonut seuraava työryhmä:

Timo Ernvall,	Oulun yliopisto, puheenjohtaja
Mauri Myllylä	Oulun kaupunki
Esa Katajamäki	Oulun kaupunki
Erkki Martikainen	Oulun kaupunki
Raimo Kannisto	Oulun tiepiiri
Pentti Lauronen	Oulun tiepiiri
Reima Petäjäjärvi	Oulun tiepiiri
Jaakko Pitkänen	Tiehallitus
Matti Pietilä	Tiehallitus
Tuomo Palokangas	Pohjois-Pohjanmaan Seutukaavaliitto
Kari Korpela	Liikenneministeriö
Martti Perälä	Suunnittelukolmio Oy
Jaakko Leinonen	Suunnittelukolmio Oy, sihteeri

Konsultin puolelta nopeustutkimukseen ovat osallistuneet:

Jarkko Leinonen	dipl.ins.,	projektin johto, tutkimuksen suunnittelu ja raportointi
Markku Kivari	tekn.yo,	avustava suunnittelu, raportin valmistelu
Keijo Pulkkinen	tekn.yo,	kenttätyöt
Teija Korhonen	piirtäjä	

TIIVISTELMÄ

Nopeustutkimuksen pääasiallisena tarkoituksena on tuottaa perusaineistoa liikenteen nykytilanteesta eli todellisista matka-ajoista ja liikennevirtojen nopeuksista Oulun kaupungin nykyisellä liikenneverkolla eri liikennetilanteissa (aamuruuhkassa, keskipäivällä ja iltaruuhkassa). Toissijaisena tarkoituksena on tuottaa aineistoa viivytysfunktioiden mallittamiseen.

Tutkimusmenetelmänä on käytetty "Liikkuvan auton"- menetelmää (Floating Car -menetelmä), joka on yleisimmin käytetty menetelmä kaupunkialueella tehtävissä matkaaikojen mittauksissa.

Käytetyt ajoreitit valittiin siten, että niistä on mahdollisimman paljon hyötyä liikenneverkon kalibroinnissa: reittien tuli olla todennäköisesti nopeimpia ja eniten käytettyjä reitin päätepisteiden välillä. Toisaalta niiden tuli sisältää linkkejä, joilta oli saatavilla liikennelaskentoja joko automaattisista liikennelaskureista tai mittauksen kanssa samanaikaisti suoritetuista laskennoista. Nämä periaatteet otettiin huomioon siten, että valitut kuusi (6) reittiä ovat kaupungin keskustaan tulevia, läpimeneviä ja sieltä poistuvia väyliä. Lisäksi reitit valittiin siten, että ne risteävät tai limittyvät toisiinsa, jolloin saatuja tuloksia on helppo yhdistellä.

Matka-aikatutkimuksen kanssa yhtäaikaan suoritettiin liikennelaskentoja viivytysten ja liikennemäärien välisen riippuvuuden selvittämiseksi. Linkkien pituudet mitattiin mittausautolla.

Tutkimuksen tuloksena saatiin Oulun kaupungin tie- ja katuverkon 98 linkille linkin pituus, liikennevirran keskinopeus ja matka-ajat ruuhka-aikoina molempiin suuntiin. Vapaiden olosuhteiden matka-ajat on laskettu nopeusrajoitusten ja linkkien pituuksien perusteella. Liikennelaskennoista saatiin yhteensä 216 liikennemäärää.

Tutkimuksen perusteella laskettiin aamuhuipputunnin aikana keskinopeudet suunnittain Oulun keskustaan tuleville vaihtoehdoisille reiteille. Iltapäiväruuhkassa nopeudet laskettiin keskustasta poistuville liikennevirroille. Mikäli Rajakylästä (pohjoisesta) keskustaan tulevat autoilijat siirtyisivät käyttämään nopeinta reittiä, jossa osa matkasta ajetaan moottoritietä, keskimääräinen aikasäästö olisi 4-8 minuutin matkalla 2-4 minuutia eli 25%...50% aamulla ja noin 25% iltapäivällä.

OULUNSEUDUNLIIKENNETUTKIMUS 1989-91
NOPEUSTUTKIMUS

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO.....	1
2. TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TAVOITTEET.....	1
2.1 Tutkimuksen tarkoitus.....	1
2.2 Tutkimuksen tavoitteet.....	1
3. TUTKIMUKSEN SUORITUS.....	2
3.1 Tutkimusmenetelmä.....	2
3.2 Käytetyt resurssit.....	2
3.3 Tutkimuksen suunnittelu.....	3
3.3.1 Ajoreittien valintaperusteet.....	3
3.3.2 Tutkimuspäivien ja -ajan valintaperusteet.....	4
3.3.3 Mittauspisteiden ja linkkien valintaperusteet.....	4
3.3.4 Liikennelaskennat.....	4
3.4 Mittauksen suoritus.....	4
3.5 Mittauksen onnistumisen arviointi.....	5
4. TUTKIMUSAINEISTON KÄSITTELY.....	6
5. TUTKIMUKSEN TULOKSET JA NIIDEN HYÖDYNTÄMINEN....	6
5.1 Oulun aineisto.....	6
5.2 Valtakunnallisen projektin tulokset.....	7
6. JOHTOPÄÄTÖKSIÄ JA SUOSITUKSIA.....	7

LIITTEET

1. JOHDANTO

Nopeustutkimus kuuluu yhtenä osana Oulun seudun liikennetutkimukseen, joka suoritetaan vuosina 1989-91. Liikennetutkimuksen tarkoituksena on selvittää perinpohjaisesti liikenteen nykytilanne Oulun kaupungin ja ympäristökuntien alueella ja tuottaa liikenteellistä perustietoutta liikenne-ennusteissa käytettäviä liikennemalleja varten. Viimeksi vastaava laaja liikennetutkimus tehtiin vuonna 1962.

Tässä tutkimuksessa hankittua aineistoa on käytetty myös valtakunnallisessa viivytysfunktioitutkimuksessa, joka on tehty Viatek Oy:ssä. Siinä on pyritty kehittämään sellaiset viivytysfunktiot, joiden avulla voidaan kuvata ja arvioida mahdollisimman hyvin liikenteelle aiheutuvia viivytyksiä eri liikennemäärillä ja väyläluokissa.

Tässä raportissa esitetään vain kuvaus tutkimuksen suorittamisesta ja saadun aineiston peruskäsittelystä valtakunnallista projektia varten sekä Viatek Oy:ssä kehitettyjen funktioiden yhtälöt.

2. TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TAVOITTEET

2.1 Tutkimuksen tarkoitus

Nopeustutkimuksen pääasiallisena tarkoituksena on tuottaa perusaineistoa liikenteen nykytilanteesta eli todellisista matka-ajoista ja liikennevirtojen nopeuksista Oulun kaupungin nykyisellä liikenneverkolla eri liikennetilanteissa (aamuruuhkassa, keskipäivällä ja iltaruuhkassa). Aineistoa käytetään liikenne-ennusteprosessissa liikenteen sijoittelumallin kalibroimiseen eli säätämiseen siten, että ajoneuvoliikenteen matriisi tieverkolle sijoiteltuna kuvaa mahdollisimman hyvin liikenteen nykytilannetta. Toissijaisena tarkoituksena on tuottaa aineistoa viivytysfunktioiden mallittamiseen.

2.2 Tutkimuksen tavoitteet

Tutkimuksen päätavoitteena on tuottaa Oulun kaupungin liikenneverkon katulinkkien käytännön ajonopeuksia (matkanopeuksia) ja matka-aikoja siten, että niitä voidaan käyttää liikenneverkon kalibroinnissa. Toisena tavoitteena, joka liittyy valtakunnalliseen projektiin, on kehittää Oulun seudun liikennetutkimuksen liikenteen sijoittelumallissa käytettävät viivytysfunktiot (kapasiteettirajoitusfunktiot).

Nopeustutkimuksen tuloksena saatavat linkkikohtaiset nopeudet, linkkien pituudet ja nykyiset liikennemäärät ovat perustietoja, jotka ovat tarpeen nykyisen liikenneverkon kalibroinnissa ja liikennemallien luomisessa. Muita tarvittavia tietoja ovat liittymäkohtaiset tunnistetiedot, kaistojen määrä linkillä, tiedot linkin ajosuunnista, linkkityyppi (tie/katu- luokka) ja kapasiteetti.

Näihin päiviin saakka on käytetty viivytysfunktioita, joita ovat kehittäneet mm. Ruotsin (Vägverket), Australian ja Yhdysvaltojen (FHWA) tielaitokset ja tutkimusyksiköt tai joita on kehitetty jonkun laajan liikennetutkimuksen yhteydessä, kuten Chicagossa (CATS, Chicago Area Transportation Study). Suomen oloihin sopivien funktioiden kehittäminen

on ollut esillä liikennetutkijoiden keskusteluissa jo usean vuoden ajan. Valtakunnallinen tutkimus on käynnistetty vuoden 1989 alkupuolella. Sen on määrä valmistua tammi-kuussa 1990. Tämän tutkimuksen tuottama aineisto on liian vähäinen funktioiden kehittämiseksi. Sen tähden se on luovutettu käytettäväksi valtakunnallisessa viivytysfunktio-projektissa.

3. TUTKIMUKSEN SUORITUS

3.1 Tutkimusmenetelmä

Tutkimusmenetelmänä on käytetty "Liikkuvan auton"- menetelmää (Floating Car -menetelmä), joka on yleisimmin käytetty menetelmä kaupunkialueella tehtävissä matka-aikojen mittauksissa. Sen periaattena on, että mittausautoa ajetaan muun liikenteen mukana liikennevirran keskinopeudella tai enintään nopeusrajoituksen mukaista nopeutta. Ajon aikana kirjataan muistiin kaikki viivytyksiä aiheuttaneet tekijät ja linkkikohtaiset matka-ajat. Mittaus suoritetaan yleensä vähintään 5-6 kertaa samoissa olosuhteissa. Tällöin saadaan selville reitin ja sen linkkien keskimääräiset matka-ajat, viivytysten kesto ja määrä sekä niiden syyt ja tapahtumapaikat. Ajoreittien varrella on suoritettu tutkimusajankohtana liikennelaskentoja, joita on käytetty matka-aikaa selittävinä muuttujina mallien luomisessa.

3.2 Käytetyt resurssit

Tutkimuksen kenttäosuuden on suorittanut 2 henkilöä, joista toinen toimi tutkimusajoneuvon kuljettajana ja toinen kirjurina. Ajoreittien linkkien pituuksien mittaukseen osallistui lisäksi yksi TVL:n rakennusmestari.

Tutkimusajoneuvoina käytettiin Ford Escort 1.3 L ja Peugeot 205 Junior -merkkisiä henkilöautoja, joiden nopeusmittarien virheet tunnettiin. Linkkien pituudet mitattiin TVL:n Oulun piiristä lainatulla mittausautolla, jossa oli metrin tarkkuuteen kalibroitu digitaalinen matkamittari.

Tulokset kirjattiin esitäytetyille lomakkeille (Liite 1). Mittauskellona käytettiin digitaalikeloa, joka näytti juoksevaa reaaliaikaa. Realiajat kirjattiin ylös 1 sekunnin tarkkuudella mittauspisteiden ohitushetkeltä.

3.3 Tutkimuksen suunnittelu

3.3.1 Ajoreittien valintaperusteet

Käytetyt ajoreitit valittiin siten, että niistä on mahdollisimman paljon hyötyä liikenneverkon kalibroinnissa: niiden tuli olla todennäköisesti nopeimpia ja eniten käytettyjä reitin päätepisteiden välillä. Toisaalta niiden tuli sisältää linkkejä, joilta oli saatavilla liikennelaskentoja joko automaattisista liikennelaskureista tai mittauksen kanssa samanaikaisesti suoritetuista laskennoista.

Nämä periaatteet otettiin huomioon siten, että valitut kuusi (6) reittiä ovat kaupungin keskustaan tulevia, läpimeneviä ja sieltä poistuvia väyliä. Lisäksi reitit valittiin siten, että ne risteävät tai limittyvät toisiinsa, jolloin saatuja tuloksia on helppo yhdistellä. Tämän seurauksena voidaan reittejä sopivasti yhdistelemällä saada useampien kuin kuuden osaluheen välisiä matka-aikoja ja vertailla eri reittivaihtoehtojen paremmuutta matka-aikojen perusteella.

Viivytyksifunktio tutkimuksen reiteille asettamat vaatimukset olivat, että ne ovat riittävän lyhyitä, jolloin ne ehditään ajaa riittävän usein (vähintään 3 kertaa) lävitse molempiin suuntiin kussakin liikennetilanteessa. Lisäksi reittien tuli olla tyypillisiä kaupunkialueen pääväyliä ja kattaa Oulun kaupunkialueen pääsuunnat.

Reittejä, joilla oli tietöitä tai muita väliaikaisia järjestelyjä, ei valittu tutkimusreiteiksi. Valittujen ajoreittien päätepisteet ja pituudet on esitetty taulukossa 1.

Tunnus	Reitti	Pituus
R 1	Kiviniemi-Ämmänväylä	5592 m
R 2	Poikkimaantie-Aleksanterinkatu	4276 m
R 3	Oulunsuu-Limingantulli	4087 m
R 4	Rajakylä-Rautatieasema	7616/8357 m
R 5	Rajakylä-Ruskonselkä	11052 m
R 6	Linnanmaa-Tavara-asema	7275/7059 m
Molemmat suunnat yhteensä		80,501 km

TAULUKKO 1 Nopeustutkimuksen ajoreitit ja reittipituudet

Liittessä 2 on esitetty kartalla ajoreitit ja linkit, joilla on suoritettu samanaikaisesti liikennelaskennat.

3.3.2 Tutkimuspäivien ja -ajan valintaperusteet

Tutkimusajankohtaa valittaessa tärkeimpänä perusteena oli, että tutkimus on tehtävä ajankohtana, jolloin liikennemäärät ja liikenteen luonne ovat mahdollisimman "normaalit". Tämän perusteella valittiin tutkimusajankohdaksi lokakuun 41. ja 42. viikko (10-12. 10. ja 17-19.10.), jolloin liikenteen kausivaihtelukerroin on lähellä ykköstä. Tutkimusviikonpäivät olivat tiistai, keskiviikko ja torstai, jolloin myös viikonpäivävaihtelu on lähellä ykköstä.

Tutkimuksen vuorokaudenaikaa valittaessa otettiin huomioon tunnit, joiden aikana liikenneverkon kuormitus on suurin. Tällöin saadaan parhaiten selville liikennemäärien vaikutus syntyviin viivytyksiin. Tutkimuksen suoritusajaksi valittiin aamuruuhka (7.00- 9.00), keskipäivä (11.00 - 13.00) ja iltaruuhka (15.00 - 17.00).

3.3.3 Mittauspisteiden ja linkkien valintaperusteet

Mittauspisteitä (linkkien päätepisteitä) valittaessa yleissääntönä oli, että ne sijaitsevat aina liittymän keskipisteessä, koska tällöin linkkien pituudet ovat samat molempiin suuntiin. Tällöin myös liittymästä aiheutunut viivytyks oli yksikäsitteisesti määrätty. Mikäli tästä säännöstä jouduttiin poikkeamaan, niin mittauspisteeksi valittiin jokin selvästi erottuva ja yksikäsitteisesti määrätty liikennemerkki tai katuun liittyvä muu merkki tai rakenne.

Valitut reitit ajettiin kerran lävitse, jolloin tarkastettiin mittauspisteiden havaittavuus ja mitattiin myös linkkien pituudet. Solmupisteet (mittauspisteet) on numeroitu yhdestä alkaen juoksevana numerona kullekin reitille erikseen.

3.3.4 Liikennelaskennat

Matka-aikatutkimuksen kanssa yhtäaikaan suoritettiin liikennelaskentoja viivytysten ja liikennemäärien välisen riippuvuuden selvittämiseksi. Kunkin reitin mittauspäivät valittiin siten, että ne sattuivat samalle päivälle kuin Oulun kaupungin samanaikaisesti suorittamat risteyslaskennat (4 laskentapistettä). Osa reiteistä kulki kaupungin jatkuvien auto-maattisten liikennelaskentapisteen kautta.

TVL:n Oulun piiri suoritti Oulun seudun liikennetutkimuksen liikennelaskentaohjelman mukaisia käsilaskentoja. Ne suoritettiin sellaisista reiteille sattuvista poikkileikkauksista, joista ei saatu tuloksia mikroaaltolaskimilla liian hitaan liikennevirran vuoksi.

Liikennelaskentoja suoritettiin yhteensä kymmenessä (10) pisteessä, joissa havainnot kirjattiin 12 poikkileikkauksesta ja 23 yksisuuntaiselta linkiltä. Liikennelaskentapaikat ja niiden numerot on merkitty liitteen 2 karttaan.

3.4 Mittauksen suoritus

Tutkimuksen kenttäosuus suoritettiin siten, että suunniteltuna ajankohtana reitti ajettiin läpi 3 kertaa kumpaankin suuntaan. Näin ajoja kertyi yhtä reittiä kohden 9 kertaa/suunta. Ajon aikana kuljettaja keskittyi ajamiseen ja ilmoitti mittauskohdat kuuluvalla äänellä.

Mukana ollut kirjuri kirjasi lomakkeelle mittauspisteiden ohitusajat, pysähtymiset, pysähtymisen syyt, jononpituudet, arvion liikenteen palvelutasosta (A-F) ja säätilan. Ajat merkittiin sekunnin tarkkuudella.

Auton kuljettamisessa huomioitiin seuraavat seikat:

- ajo tapahtui oikeanpuoleisella kaistalla siellä, missä kaistoja samaan suuntaan oli 2, ellei ryhmittäminen edellyttänyt muuta
- ajettiin liikennevirran (jonon) mukana kuitenkin korkeintaan nopeusrajoituksen mukaisesti
- äkkikiihdytyksiä ja jarrutuksia vältettiin.

3.5 Mittauksen onnistumisen arviointi

Kokonaisuutena mittaus onnistui hyvin. Reitit ajettiin sovittuina ajankohtina annettujen ohjeiden mukaisesti. Joillakin reiteillä oli kuitenkin ennalta-arvaamattomia tilanteita kuten:

- tietöitä: toinen kaista tukossa, työkone tiellä
- vilkulla tai pimeänä olleita liikennevaloja
- kaupungin automaattinen liikennelaskentajärjestelmä ei toiminut.

Niiden vaikutus tutkimuksen tuloksiin oli kuitenkin yksittäisiin linkkeihin kohdistuva, eikä vaikutus kokonaisuutta ajatellen ollut merkittävä.

Poikkeuksellisista tilanteista aiheutuneet häiriöt on esitetty taulukossa 2:

REITTI	LINKKI	HÄIRIÖTEKIJÄ	VAIKUTUS
4	13 - 14	Tietyömaa	1 kaista3:sta vapaana/3 ajokertaa
	15 - 14	Rak.nosturi tiellä	1 kaista2:sta vapaana/3 ajokertaa
3	13 - 14	Rak.työmaa	1 kaista2:sta vapaana/3 ajokertaa
	16 - 15	Ajon.nosturi tiellä	1 kaista2:sta vapaana/2 ajokertaa
6	M.piste9	Liikennevalotrikki	9 ajokertaa/suunta

TAULUKKO 2 Nopeusmittausta vaikeuttaneet olosuhteet ja niiden vaikutus.

Reitillä 5 ei ollut lainkaan liikennelaskentoja. Lisäksi kaupungin jatkuvaa liikennelaskentaa tekevä automaattinen järjestelmä oli osan aikaa epäkunnossa. Tämä aiheutti sen, että liikennelaskentatiedot puuttuivat kahdeksalta (8) linkiltä.

4. TUTKIMUSAINEISTON KÄSITTELY

Tutkimusaineistoa käsiteltiin siten, että saatuja tuloksia voidaan käyttää suoraan hyväksi Oulun seudun liikennetutkimuksessa liikenneverkon perustietoina. Tällöin tarvittavat tiedot olivat linkkikohtaiset keskinopeudet ja matka-ajat. Tietojen tallennus ja laskenta tehtiin mikrotietokoneella Symphony-taulukkolaskenta- ja Dbase IV-tietokantaohjelmalla.

Käsittelyä varten havaintolomakkeilla oleva aineisto kirjoitettiin DBase IV -ohjelmaa hyväksikäyttäen tietokantaan, joka siirrettiin Symphonyyn reiteittäin jaoteltuna. Siellä laskettiin kullekin reitille linkkikohtainen keskinopeus, matka-aika ja jonotusaika. Lisäksi taulukkoon kirjoitettiin liikennelaskentatulokset sekä muut liikenneolosuhteita koskevat tiedot: jonopituudet, viivytysten syyt, linkkipituudet ja linkkikohtaiset nopeusrajoitukset.

Tulokset niistä linkeistä, joilla oli suoritettu liikennelaskentoja poimittiin tietokannasta ja lähetettiin edelleen Viatek Oy:lle viivytysfunktio tutkimuksen käyttöön (Liite 3).

5. TUTKIMUKSEN TULOKSET JA NIIDEN HYÖDYNTÄMINEN

5.1 Oulun aineisto

Tutkimuksen tuloksena saatiin Oulun kaupungin tie- ja katuverkon 98 linkille linkin pituus, liikennevirran keskinopeus ja matka-ajat ruuhka-aikoina molempiin suuntiin. Vapaiden olosuhteiden matka-ajat on laskettu nopeusrajoitusten ja linkkien pituuksien perusteella teoreettisesti. Liikennelaskennoista saatiin yhteensä 216 liikennemäärää. Laskentalinkkien havainnoista on piirretty kuvaajat matka- aikojen riippuvuudesta liikennemäärästä liitteissä 4 ja 5.

Tutkimuksen perusteella laskettiin aamuhuipputunnin aikana keskinopeudet kustakin suunnasta Oulun keskustaan tuleville vaihtoehtoisille reiteille. Iltapäiväruuhkassa nopeudet laskettiin keskustasta pois päin meneville liikennevirroille. Aamuruuhkassa Rajakylästä Koskitien kautta Merikoskenkadun liittymään kulkevan liikennevirran nopeus oli 34 km/h ja vastaava väli Pohjantien ja Kemintien kautta 45 km/h. Vastaavat nopeudet ilta-päivällä olivat 36 ja 56 km/h. (Liite 6)

Tuloksia hyödynnetään liikenneverkon ja liikenteen sijoittelun kalibroinnissa sekä liikenne-ennusteissa.

5.2 Valtakunnallisen projektin tulokset

Valtakunnallisen viivytysfunktio tutkimuksen tulokset on saatu valmiiksi keväällä 1990 (Liite 7). Tutkimuksessa on kehitetty Suomen olosuhteisiin sopivat viivytysfunktiot. Tutkimuksen tuloksena on saatu tieluokittaiset funktiot, joilla voidaan kuvata viivytysten kehittymistä liikennemäärien kasvaessa. Funktiotyypiksi on valittu Davidsonin funktio. Funktioita käytetään mm. Oulun seudun liikennetutkimuksessa liikenteen sijoittelussa.

6. JOHTOPÄÄTÖKSIÄ JA SUOSITUKSIA

Seuraavassa taulukossa 3 on esitetty vaihtoehtoisten reittien matka-ajat ja keskinopeudet aamu- ja iltapäiväruuhkassa.

REITTI	MATKA-AIKA (min) ja KESKINOPEUS (km/h)		
	aamu	ilta	keskipäivä
A. Rajakylä - Koskitie - Merikoski	8 34	8 36	6,5 42 min km/h
B. Rajakylä - Pohjantie - Kemintie - Merikoski	6 45	6 56	5,5 55
C. Rajakylä - Pohjantie - Kuusamontie	4 70	6 64	4,5 74
Katujen keskinopeuksia			
Kajaanintie	30	34	36
Kainuuntie	39	50	53

TAULUKKO 3 Eri reittivaihtoehtojen matka-ajat ja keskinopeudet, ja eräiden katujen keskinopeudet.

Koska matka-ajat ja nopeudet on mitattu todellisessa liikennevirrassa, liikennemäärän vaikutus on mukana nopeusarvoissa. Toisin sanoen mitä suurempi matka-aika tai alhaisempi nopeus sitä enemmän reitillä on liikennettä.

Jos Oulun seudun autoilija käyttäisi aamulla reittiä B reitin A sijasta, keskimääräinen aikasäästö olisi noin 2 minuuttia (25%). Vastaavasti iltaruuhkassa aikasäästö olisi samoin noin 2 minuuttia (25%). Aamulla reittiä C Kuusamontielle saakka ajaen aikasäästö verrattuna reittiin A olisi 4 minuuttia (50%) ja iltapäivällä 2 minuuttia (25%).

LIITTEET

- Liite 1 Nopeustutkimuksen kenttälomake.
- Liite 2 Reittikartta ja liikennelaskentalinkit
- Liite 3 Tulokset linkeistä, joilla on tehty liikennelaskentoja (viivytysfunktio tutkimus)
- Liite 4 Kuviot matka-aikojen riippuvuudesta liikennemääristä reiteittäin ja linkeittäin, kun linkillä ei ole ollut viivytyksiä.
- Liite 5 Kuvioita matka-aikojen riippuvuudesta liikennemääristä reiteittäin ja linkeittäin, kun viivytykset ovat mukana.
- Liite 6 Reittikohtaiset keskinopeudet ja liikennemäärät tutkimusajankohtana.
- Liite 7 Davidsonin viivytysfunktioiden tieluokittainen muodostus, Matti Keränen 1990.

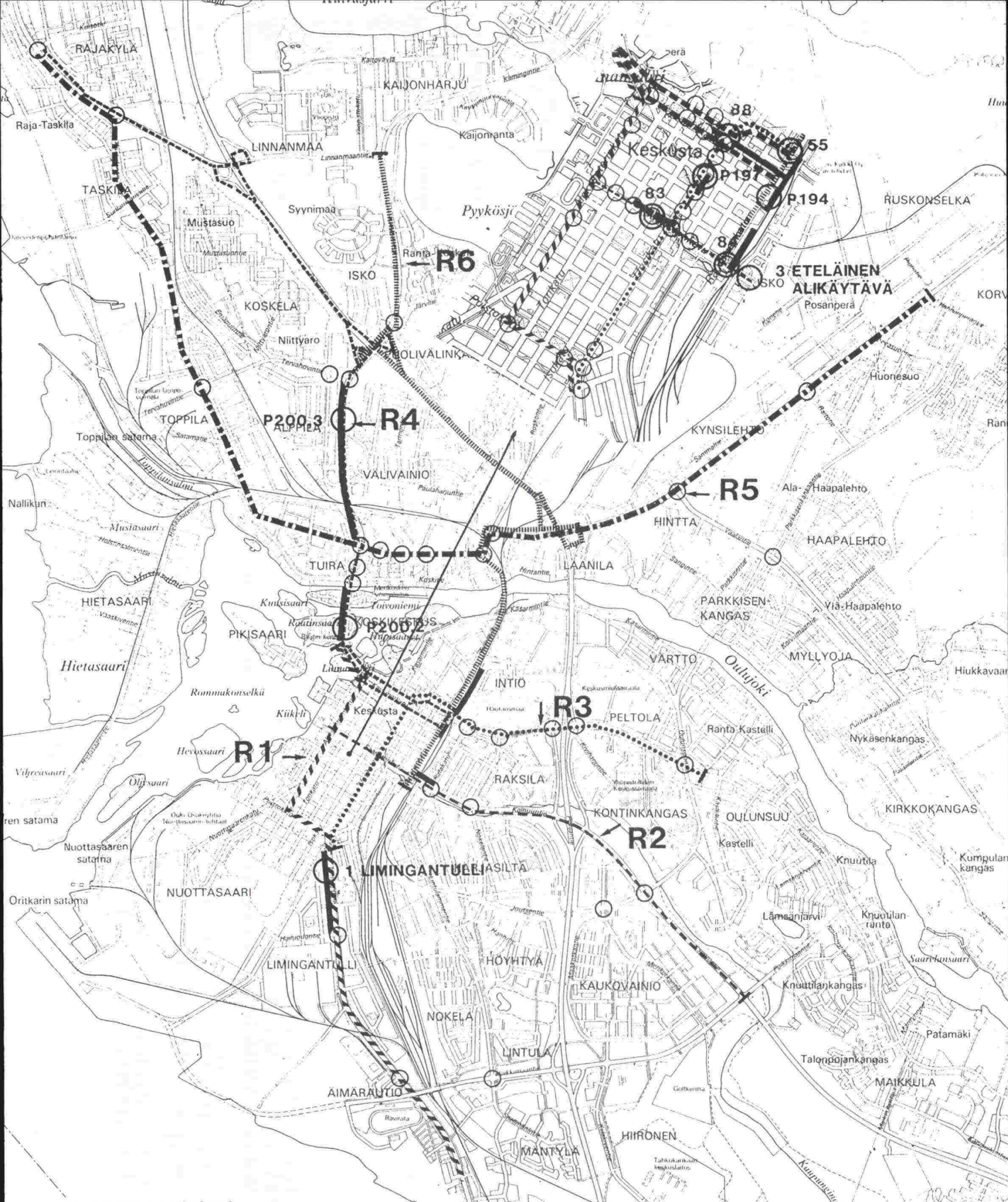
Liite 1

Nopeustutkimuksen kenttälomake.

	A	B	C	D
1	MATKA-AIKA TUTKIMUS		/	. 19
2	Tavara-asema - Puolivälinkangas		KLO	-
3	Lähtöpaikka: Saaristonkadun ja Rautatienkadun liittymä			
4	TUTKIJAT:			
5				
6	PISTE	AIKA	JONOAIKA	MUUTA
7	LÄHTÖ			
8	1. Pakkahuoneenkadun liittymä			
9	2. Hallituskadun liittymä			
10	3. Kajaaninkadun liittymä			
11	4. Kajaanintien liittymä			
12	5. Nahkatehtaankadun liittymä			
13	6. Kosteperänekadun liittymä			
14	7. Valtatien liittymä			
15	8. Kuusamontien liittymä			
16	9. vt 4:n ensimmäinen ramppi			
17	10. vt 4:n toinen ramppi			
18	11. Liittyminen vt 4:ään ; nokan oh.			
19	12. Eroaminen Kiim.tielle, opaskilpi			
20	13. Kääntyminen Kiimingintielle			
21	14. Kesoilin liittymä			
22	lopetus: linnanmaantien liittymä			
23	16			
24	17			
25	18			
26	19			
27	20			
28	YHT			

Liite 2

Reittikartta ja liikennelaskentalinkit



Merkintöjen selitykset:

- P194 ○ Laskentapiste + nro
- Liikennevaloliittymä
- Linkit, joilla liikennelaskennat
- - - - R1 5592 m
- · · · · R2 4276 m
- · - · - R3 4087 m
- - - - - R4 7616 m / 8537 m
- · - · - R5 11052 m
- R6 7275 m / 7059 m
- yht 39898 m / 40603m



OULUN SEUDUN LIIKENNETUTKIMUS

NOPEUSTUTKIMUS - ajoreitit		MITTAKAAVA 1:30000	
		SUUNNITTELU- KOLMIO OY VUOSI 1989	
PVM 4.10.89	SUUNN. PIIRT.	MKI K Pu TKo	TARK. HYV. JLe
Täyd. 18.12.1989 TKo			PIIR. N:O

Liite 3

Tulokset linkeiltä, joilla on tehty liikennelaskentoja
(viivytysfunktio tutkimus)

OULUN SEUDUN LIIKENNETUTKIMUS, NOPEUSMITTAUS/MATKA-AIKATUTKIMUS 10.-19.10.1989

REITTI	SUUNTA	SOLMU1	SOLMU2	PITUUS	NOPRA (km/h)	KESKINOP (km/h)	OHITUNTI	OHIMIN	VIIVYTYYS (sek)	JONOTUK- SEN SYY	AUTOJA JONOSSA	AJOAIKA (sek)	LIIKENNE (ajon/15min)
1	ETELA	10	11	730	60	35.51	15	26	25	V	0	74	268
1	POHJOINEN	11	10	730	60	15.19	15	36	114	PJ	2	173	297
1	ETELA	10	11	730	60	47.78	15	49	0	V	0	55	268
1	POHJOINEN	11	10	730	60	25.51	15	59	53	PD	0	103	263
1	ETELA	10	11	730	60	13.90	16	10	0	V	0	189	351
1	POHJOINEN	11	10	730	60	26.55	16	23	51	P	0	99	251
1	POHJOINEN	11	10	730	60	25.76	12	6	42	V	0	102	169
1	ETELA	10	11	730	60	27.38	11	58	46	V	0	96	217
1	POHJOINEN	11	10	730	60	27.38	11	46	46	PJ	0	96	222
1	ETELA	10	11	730	60	54.75	11	37	0	V	0	48	218
1	POHJOINEN	11	10	730	60	30.21	11	26	37	PJ	1	87	186
1	ETELA	10	11	730	60	54.75	11	18	0	V	0	48	197
1	ETELA	10	11	730	60	35.04	8	34	0	VC	0	75	133
1	POHJOINEN	11	10	730	60	29.20	8	3	42	VC	0	90	194
1	ETELA	10	11	730	60	25.76	7	53	50	V	0	102	267
1	POHJOINEN	11	10	730	60	48.67	7	40	0	VB	0	54	211
1	ETELA	10	11	730	60	55.91	7	30	0	VC	0	47	213
1	POHJOINEN	11	10	730	60	36.50	7	20	21	JPB	1	72	114
2	ITA	3	4	107	50	20.27	16	15	0	PJ	2	19	74
2	ITA	4	5	111	50	6.24	16	16	60	VDE	0	64	91
2	ITA	7	8	193	50	34.74	16	18	0	PJ	6	20	395
2	LANSI	8	7	193	50	33.09	16	6	0	VCD	0	21	255
2	LANSI	5	4	111	50	16.65	16	8	0	V	0	24	146
2	LANSI	4	3	107	50	1.99	16	8	193	V	0	194	100
2	ITA	3	4	107	50	25.68	15	53	0	PJ	2	15	97
2	ITA	4	5	111	50	6.89	15	53	45	V	0	58	103
2	ITA	7	8	193	50	43.43	15	54	0	V	0	16	356
2	LANSI	8	7	193	50	6.81	15	45	54	V	0	102	254
2	LANSI	5	4	111	50	30.74	15	48	0	V	0	13	162
2	LANSI	4	3	107	50	9.88	15	48	0	V	0	39	111
2	ITA	3	4	107	50	27.51	15	32	0	PJ	2	14	81
2	ITA	4	5	111	50	7.40	15	32	48	V	0	54	93
2	ITA	7	8	193	50	43.43	15	33	0	V	0	16	294
2	LANSI	8	7	193	50	34.74	15	27	0	V	0	20	208
2	LANSI	5	4	111	50	28.54	15	28	0	V	0	14	141
2	LANSI	4	3	107	50	17.51	15	29	0	V	0	22	100
2	ITA	3	4	107	50	16.75	11	59	0	JD	3	23	59
2	ITA	4	5	111	50	13.78	11	59	12	V	0	29	59
2	ITA	7	8	193	50	46.32	12	0	0	V	0	15	224
2	LANSI	8	7	193	50	38.60	11	53	0	V	0	18	196
2	LANSI	5	4	111	50	24.98	11	55	0	VD	0	16	143
2	LANSI	4	3	107	50	29.63	11	55	0	V	0	13	97
2	LANSI	8	7	193	50	31.58	11	19	0	VC	0	22	201
2	LANSI	5	4	111	50	7.84	11	20	35	VC	0	51	105
2	LANSI	4	3	107	50	29.63	11	21	0	PC	0	13	74
2	LANSI	8	7	193	50	38.60	11	2	0	VC	0	18	197
2	LANSI	5	4	111	50	28.54	11	3	0	VD	0	14	112
2	LANSI	4	3	107	50	8.56	11	3	30	VD	0	45	92
2	ITA	3	4	107	50	27.51	11	40	0	JPC	2	14	69
2	ITA	4	5	111	50	7.27	11	40	40	VC	0	55	68
2	ITA	7	8	193	50	43.43	11	43	0	V	0	16	189
2	ITA	3	4	107	50	22.66	11	7	0	JP	3	17	53
2	ITA	4	5	111	50	10.80	11	8	22	V	0	37	55
2	ITA	7	8	193	50	46.32	11	9	0	VC	0	15	201
2	ITA	3	4	107	50	27.51	8	26	0	JP	3	14	61
2	ITA	4	5	111	50	9.51	8	27	27	V	0	42	49
2	ITA	7	8	193	50	49.63	8	28	0	V	0	14	135
2	LANSI	8	7	193	50	43.43	8	21	0	V	0	16	189
2	LANSI	5	4	111	50	23.51	8	22	0	V	0	17	89
2	LANSI	4	3	107	50	35.02	8	22	0	V	0	11	49
2	LANSI	8	7	193	50	8.79	7	56	43		0	79	382
2	LANSI	5	4	111	50	36.33	7	58	0	V	0	11	137
2	LANSI	4	3	107	50	29.63	7	58	0	VC	0	13	98
2	ITA	3	4	107	50	6.53	8	4	36	V	0	59	47
2	ITA	4	5	111	50	4.76	8	5	66	P	0	84	46
2	ITA	7	8	193	50	34.74	8	7	0	PJ	2	20	161
2	ITA	3	4	107	50	21.40	7	43	0	V	0	18	63
2	ITA	4	5	111	50	8.50	7	43	34	V	0	47	69
2	ITA	7	8	193	50	31.58	7	45	0	V	0	22	198
2	LANSI	8	7	193	50	40.87	7	27	0	V	0	17	141
2	LANSI	5	4	111	50	33.30	7	28	0	V	0	12	58
2	LANSI	4	3	107	50	38.52	7	28	0	V	0	10	35
3	LANSI	11	12	94	50	42.30	16	30	0	V	0	8	98

3 ITA	12	11	94	50	42.30	16	18	0 V	0	8	197
3 LANSI	11	12	94	50	37.60	16	8	0 V	0	9	137
3 ITA	12	11	94	50	28.20	15	54	0 V	0	12	218
3 LANSI	11	12	94	50	9.67	15	45	26 V	0	35	121
3 ITA	12	11	94	50	42.30	15	31	0 V	0	8	164
3 LANSI	11	12	94	50	42.30	15	22	0 V	0	8	114
3 ITA	12	11	94	50	28.20	15	9	0	0	12	151
3 LANSI	11	12	94	50	30.76	12	20	0 V	0	11	117
3 ITA	12	11	94	50	33.84	12	5	0 V	0	10	139
3 LANSI	11	12	94	50	33.84	11	56	0 V	0	10	134
3 ITA	12	11	94	50	33.84	11	42	0 V	0	10	124
3 LANSI	11	12	94	50	33.84	11	34	0 V	0	10	113
3 ITA	12	11	94	50	7.87	11	13	29 V	0	43	109
3 LANSI	11	12	94	50	33.84	8	47	0 V	0	10	95
3 ITA	12	11	94	50	28.20	8	5	0 V	0	12	101
3 LANSI	11	12	94	50	37.60	7	58	0 V	0	9	148
3 ITA	12	11	94	50	21.15	7	44	0 JP	0	16	88
3 LANSI	11	12	94	50	42.30	7	36	0 V	0	8	131
3 ITA	12	11	94	50	30.76	7	11	0 P	0	11	27
4 ETELA	7	8	1477	60	44.68	16	24	21 PJC	6	119	151
4 ETELA	10	11	659	50	47.45	16	26	0 V	0	50	329
4 ETELA	14	15	105	50	27.00	16	29	0 V	0	14	276
4 ETELA	15	16	319	50	31.04	16	29	0 V	0	37	106
4 POHJOINEN	13	12	659	50	41.62	16	8	0	0	57	595
4 POHJOINEN	10	9	1477	60	52.65	16	10	0 JV	20	101	416
4 ETELA	7	8	1477	60	31.28	15	56	77 PJ	1	170	159
4 ETELA	10	11	659	50	50.48	15	59	0 V	0	47	294
4 ETELA	14	15	105	50	16.43	16	2	0 VP	0	23	285
4 ETELA	15	16	319	50	20.15	16	2	24 V	0	57	80
4 POHJOINEN	13	12	659	50	40.90	15	40	0	0	58	528
4 POHJOINEN	10	9	1477	60	48.34	15	41	13 V	0	110	276
4 ETELA	7	8	1477	60	29.38	15	29	86 VB	0	181	95
4 ETELA	10	11	659	50	49.43	15	32	0 V	0	48	319
4 ETELA	13	14	109	50	17.06	15	35	0 V	0	23	248
4 ETELA	14	15	105	50	27.00	15	35	0 V	0	14	86
4 POHJOINEN	13	12	659	50	44.76	15	13	0 C	0	53	335
4 POHJOINEN	10	9	1477	60	50.64	15	14	8 V	0	105	181
4 ETELA	7	8	1477	60	34.53	12	31	63 P	0	154	127
4 ETELA	10	11	659	50	53.92	12	34	0 V	0	44	242
4 ETELA	14	15	105	50	54.00	12	37	0 JP	4	7	173
4 ETELA	15	16	319	50	18.83	12	37	20 V	0	61	60
4 POHJOINEN	13	12	659	50	35.41	12	14	24	0	67	338
4 POHJOINEN	10	9	1477	60	58.43	12	16	0 V	0	91	137
4 ETELA	7	8	1477	60	28.28	12	1	91 VC	0	188	115
4 ETELA	10	11	659	50	49.43	12	4	0 V	0	48	264
4 ETELA	14	15	105	50	25.20	12	10	0 JP	4	15	146
4 ETELA	15	16	319	50	33.78	12	11	0 V	0	34	44
4 POHJOINEN	13	12	659	50	50.48	11	16	0	0	47	257
4 POHJOINEN	10	9	1477	60	57.80	11	17	0 JP	3	92	138
4 ETELA	7	8	1477	60	55.39	11	33	0 JP	3	96	114
4 ETELA	10	11	659	50	50.48	11	35	0 VB	0	47	249
4 ETELA	14	15	105	50	34.36	11	40	0 JPE	6	11	160
4 ETELA	15	16	319	50	42.53	11	40	0 V	0	27	57
4 POHJOINEN	13	12	659	50	32.95	11	44	15	0	72	231
4 POHJOINEN	10	9	1477	60	49.69	11	46	19 K	0	107	112
4 ETELA	7	8	1477	60	38.81	8	43	46 V	0	137	136
4 ETELA	10	11	659	50	44.76	8	45	0 V	0	53	296
4 ETELA	14	15	105	50	25.20	8	51	0 PJ	6	15	138
4 ETELA	15	16	319	50	44.17	8	51	0	0	26	53
4 POHJOINEN	13	12	659	50	38.26	8	26	0	0	62	154
4 POHJOINEN	10	9	1477	60	56.57	8	28	0 BC	0	94	87
4 ETELA	7	8	1477	60	59.74	8	16	0 P	0	89	145
4 ETELA	10	11	659	50	47.45	8	18	0	0	50	250
4 ETELA	14	15	105	50	25.20	8	22	0 PJ	10	15	113
4 ETELA	15	16	319	50	38.28	8	22	0 V	0	30	41
4 POHJOINEN	13	12	659	50	32.95	7	59	26	0	72	239
4 POHJOINEN	10	9	1477	60	46.64	8	1	19 PJ	2	114	138
4 ETELA	7	8	1477	60	23.32	7	45	135 V	0	228	252
4 ETELA	10	11	659	50	28.93	7	49	0 V	0	82	620
4 ETELA	14	15	105	50	29.08	7	54	0 V	0	13	189
4 ETELA	15	16	319	50	35.89	7	55	0 V	0	32	61
4 POHJOINEN	13	12	659	50	25.51	7	20	43	0	93	102
4 POHJOINEN	10	9	1477	60	55.97	7	22	5 V	0	95	57
6 ETELA	6	5	447	50	39.25	16	19	0	0	41	142
6 ETELA	5	4	138	50	23.66	16	19	0	0	21	90
6 ETELA	4	3	174	50	15.28	16	20	0	0	41	157
6 ETELA	2	1	226	50	8.22	16	21	64	0	99	132
6 POHJOINEN	1	2	226	50	26.25	15	55	0	0	31	64
6 POHJOINEN	3	4	174	50	32.97	15	56	0	0	19	127
6 POHJOINEN	4	5	138	50	4.60	15	56	94	0	108	116

6 POHJOINEN	5	6	447	50	47.33	15	58	0 JP	10	34	181
6 ETELA	6	5	447	50	28.74	15	50	23	0	56	156
6 ETELA	5	4	138	50	13.80	15	51	0 JP	4	36	100
6 ETELA	4	3	174	50	20.88	15	51	0	0	30	135
6 ETELA	2	1	226	50	30.13	15	52	0	0	27	127
6 POHJOINEN	1	2	226	50	38.74	15	30	0	0	21	82
6 POHJOINEN	3	4	174	50	29.83	15	31	0	0	21	108
6 POHJOINEN	4	5	138	50	21.60	15	31	0	0	23	125
6 POHJOINEN	5	6	447	50	45.98	15	31	0 V	0	35	175
6 ETELA	6	5	447	50	16.94	15	22	62	0	95	131
6 ETELA	5	4	138	50	31.05	15	24	0 P	0	16	77
6 ETELA	4	3	174	50	12.78	15	24	31	0	49	134
6 ETELA	2	1	226	50	19.84	15	25	0	0	41	123
6 POHJOINEN	1	2	226	50	42.82	15	4	0	0	19	53
6 POHJOINEN	3	4	174	50	32.97	15	5	0	0	19	84
6 POHJOINEN	4	5	138	50	11.04	15	5	35	0	45	118
6 POHJOINEN	5	6	447	50	44.70	15	6	0 JP	3	36	157
6 ETELA	6	5	447	50	41.26	12	20	8	0	39	136
6 ETELA	5	4	138	50	19.11	12	20	0 JP	2	26	77
6 ETELA	4	3	174	50	28.47	12	21	0	0	22	109
6 ETELA	2	1	226	50	28.06	12	21	0	0	29	117
6 POHJOINEN	1	2	226	50	40.68	12	0	0	0	20	50
6 POHJOINEN	3	4	174	50	29.83	12	0	0	0	21	87
6 POHJOINEN	4	5	138	50	8.14	12	1	43	0	61	132
6 POHJOINEN	5	6	447	50	51.91	12	2	0 JP	2	31	140
6 ETELA	6	5	447	50	30.36	11	53	22	0	53	136
6 ETELA	5	4	138	50	20.70	11	54	0 JP	8	24	92
6 ETELA	4	3	174	50	20.21	11	54	0	0	31	120
6 ETELA	2	1	226	50	10.71	11	55	49	0	76	124
6 POHJOINEN	1	2	226	50	36.98	11	31	0	0	22	51
6 POHJOINEN	3	4	174	50	34.80	11	31	0	0	18	102
6 POHJOINEN	4	5	138	50	7.00	11	31	57	0	71	116
6 POHJOINEN	5	6	447	50	50.29	11	33	0 P	0	32	121
6 ETELA	6	5	447	50	34.24	11	25	18	0	47	115
6 ETELA	5	4	138	50	19.87	11	26	0 P	3	25	69
6 ETELA	4	3	174	50	20.21	11	26	0	0	31	104
6 ETELA	2	1	226	50	33.90	11	27	0	0	24	100
6 POHJOINEN	1	2	226	50	40.68	11	6	0	0	20	54
6 POHJOINEN	3	4	174	50	41.76	11	7	0	0	15	96
6 POHJOINEN	4	5	138	50	5.99	11	7	65	0	83	137
6 POHJOINEN	5	6	447	50	50.29	11	8	0 P	5	32	142
6 ETELA	6	5	447	50	47.33	8	20	0	0	34	117
6 ETELA	5	4	138	50	31.05	8	20	0 V	0	16	57
6 ETELA	4	3	174	50	29.83	8	20	0	0	21	61
6 ETELA	2	1	226	50	21.99	8	21	15	0	37	65
6 POHJOINEN	1	2	226	50	38.74	8	1	0	0	21	62
6 POHJOINEN	3	4	174	50	36.85	8	1	0	0	17	113
6 POHJOINEN	4	5	138	50	4.04	8	2	111	0	123	94
6 POHJOINEN	5	6	447	50	50.29	8	4	0 PJ	0	32	111
6 ETELA	6	5	447	50	28.74	7	48	20	0	56	223
6 ETELA	5	4	138	50	21.60	7	49	0 PJ	8	23	111
6 ETELA	4	3	174	50	24.09	7	50	0	0	26	72
6 ETELA	2	1	226	50	8.56	7	50	68	0	95	88
6 POHJOINEN	1	2	226	50	38.74	7	31	0	0	21	59
6 POHJOINEN	3	4	174	50	39.15	7	31	0	0	16	137
6 POHJOINEN	4	5	138	50	9.03	7	32	39	0	55	83
6 POHJOINEN	5	6	447	50	50.29	7	32	0 PJ	1	32	94
6 ETELA	6	5	447	50	45.98	7	19	0	0	35	149
6 ETELA	5	4	138	50	24.84	7	19	0 V	0	20	72
6 ETELA	4	3	174	50	31.32	7	20	0	0	20	32
6 ETELA	2	1	226	50	27.12	7	20	0	0	30	47
6 POHJOINEN	1	2	226	50	40.68	7	1	0	0	20	22
6 POHJOINEN	3	4	174	50	41.76	7	1	0	0	15	87
6 POHJOINEN	4	5	138	50	9.03	7	1	41	0	55	51
6 POHJOINEN	5	6	447	50	48.76	7	2	0 P	0	33	48

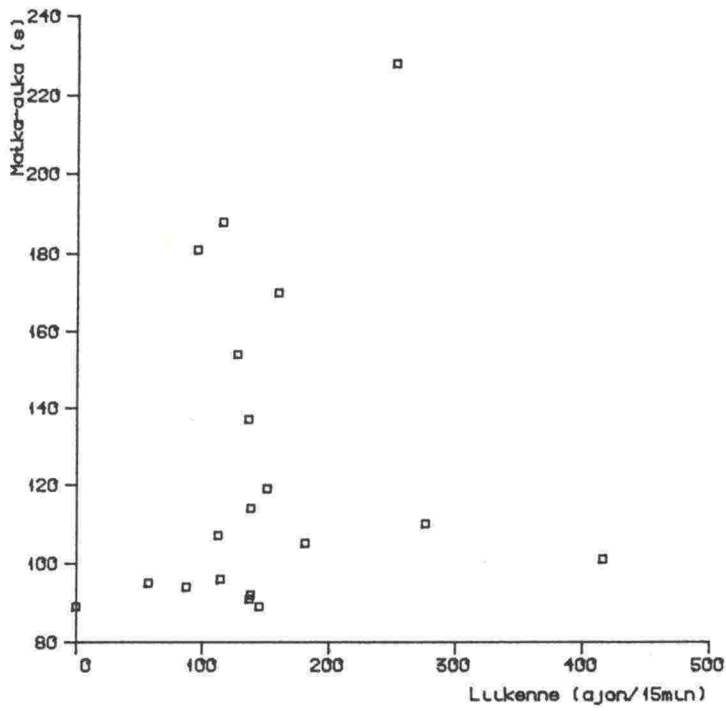
JONOTUKSEN SYYT: V = liittymän ohitus ensimmäisenä ajoneuvona vihrealla liikennevalolla
JV tai VJ = liittymän ohitus jonossa vihrean liikennevalon palaessa
P = liittymässä ensimmäisenä punaisen liikennevalon palaessa
PJ tai JP = liittymässä autojonossa punaisen valon palaessa
K = ajo liittymän lapi keltaisella vilkulla
J = ajo jonossa; ei liikennevaloja

Kirjaimet A,B,C,D,E ja F ovat liikenteen palvelutasoja, jotka on arvioitu mittauksen aikana.

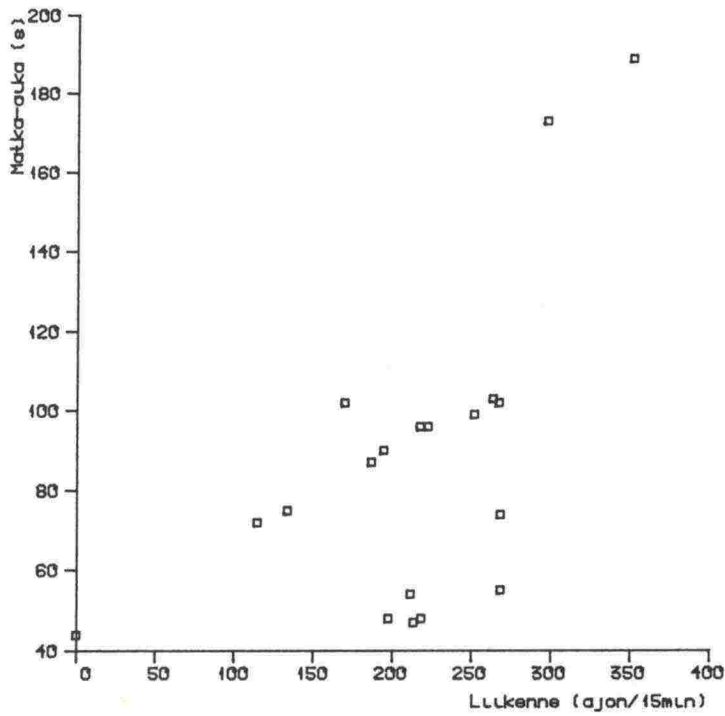
Liite 4

Kuviot matka-aikojen riippuvuudesta liikennemääristä reiteittäin ja linkeittäin, kun linkillä ei ole ollut viivytyksiä.

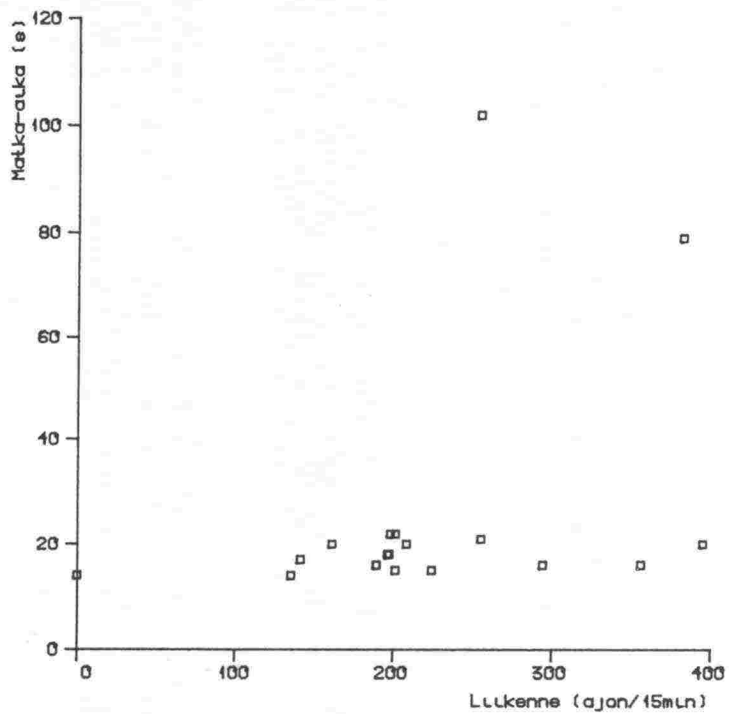
OULUN SEUDUN LIIKENNETUTKIMUS 1989
 Nopeustutkimus, reitti 4, t₀ = 89 s.



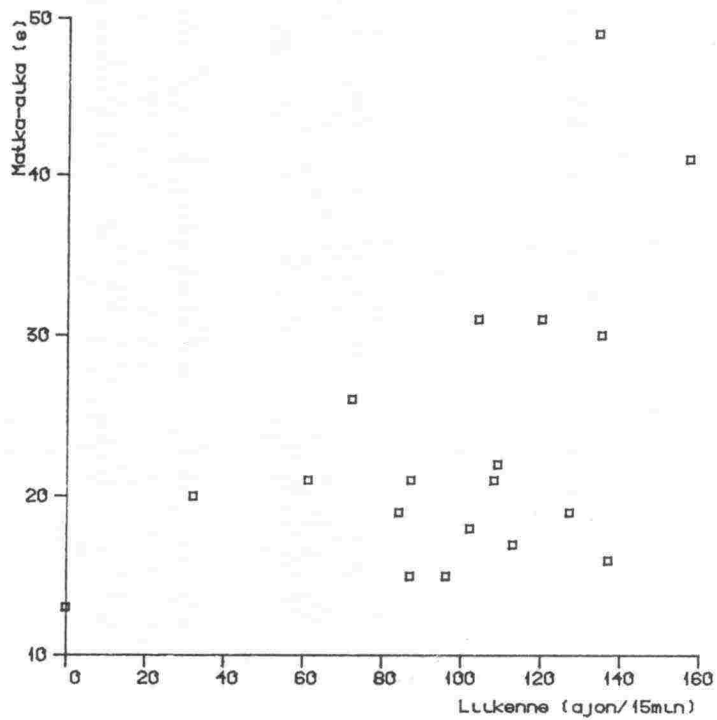
OULUN SEUDUN LIIKENNETUTKIMUS 1989
 Nopeustutkimus, reitti 1, t₀ = 44 s.



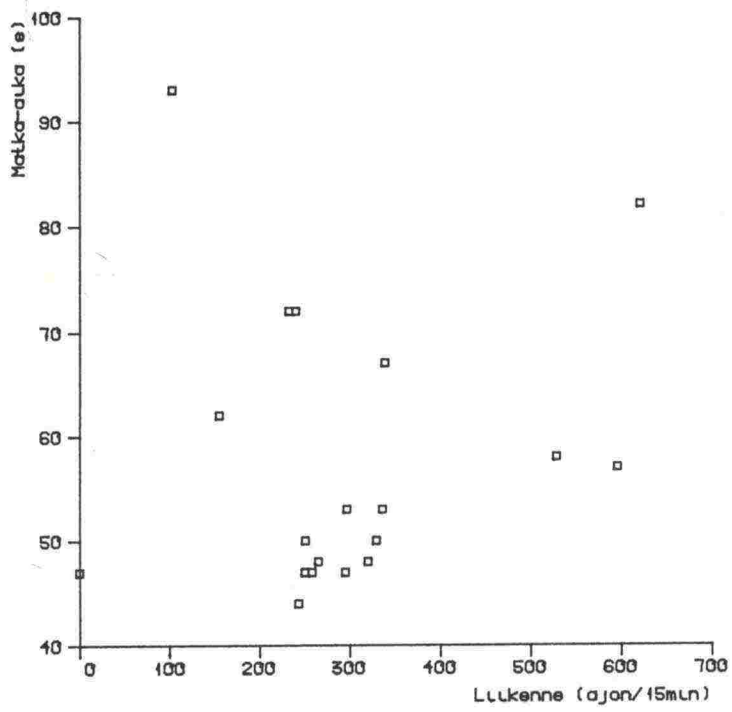
OULUN SEUDUN LIIKENNETUTKIMUS 1989
Nopeustutkimus, reitti 2, t0 = 14 e.



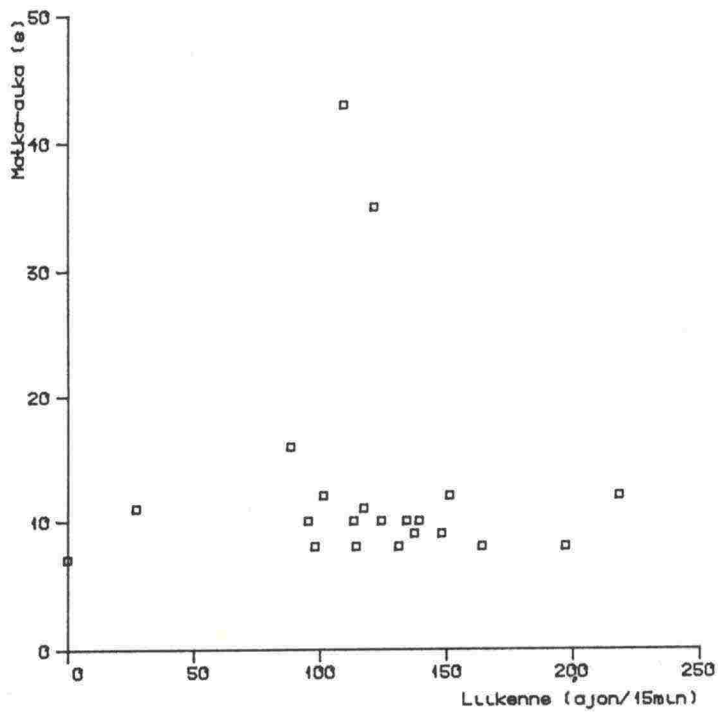
OULUN SEUDUN LIIKENNETUTKIMUS 1989
Nopeustutkimus, reitti 6, t0 = 13 e.



OULUN SEUDUN LIIKENNETUTKIMUS 1989
 Nopeustutkimus, reitti 4, $t_0 = 47$ s.



OULUN SEUDUN LIIKENNETUTKIMUS 1989
 Nopeustutkimus, reitti 3, $t_0 = 7$ s.

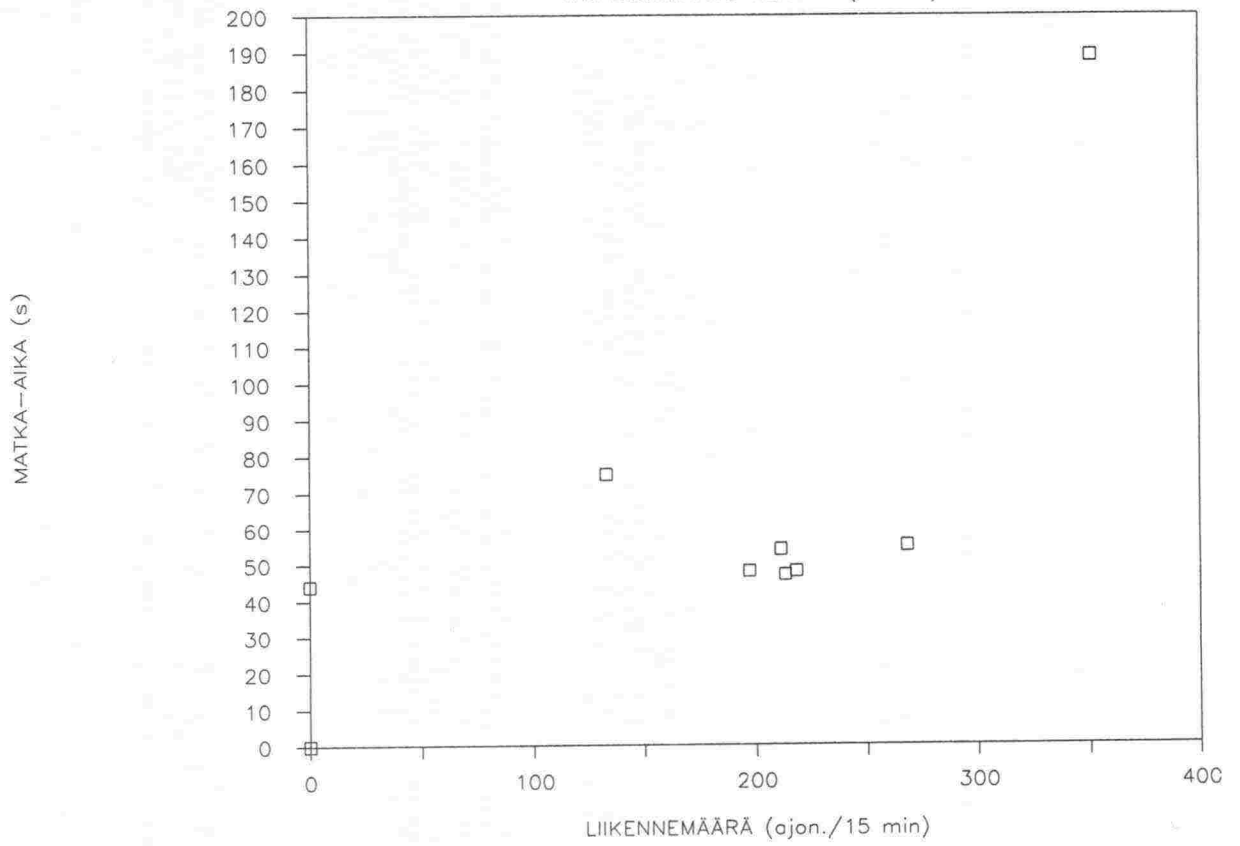


Liite 5

Kuvioita matka-aikojen riippuvuudesta liikennemääristä reiteittäin ja linkeittäin, kun viivytykset ovat mukana.

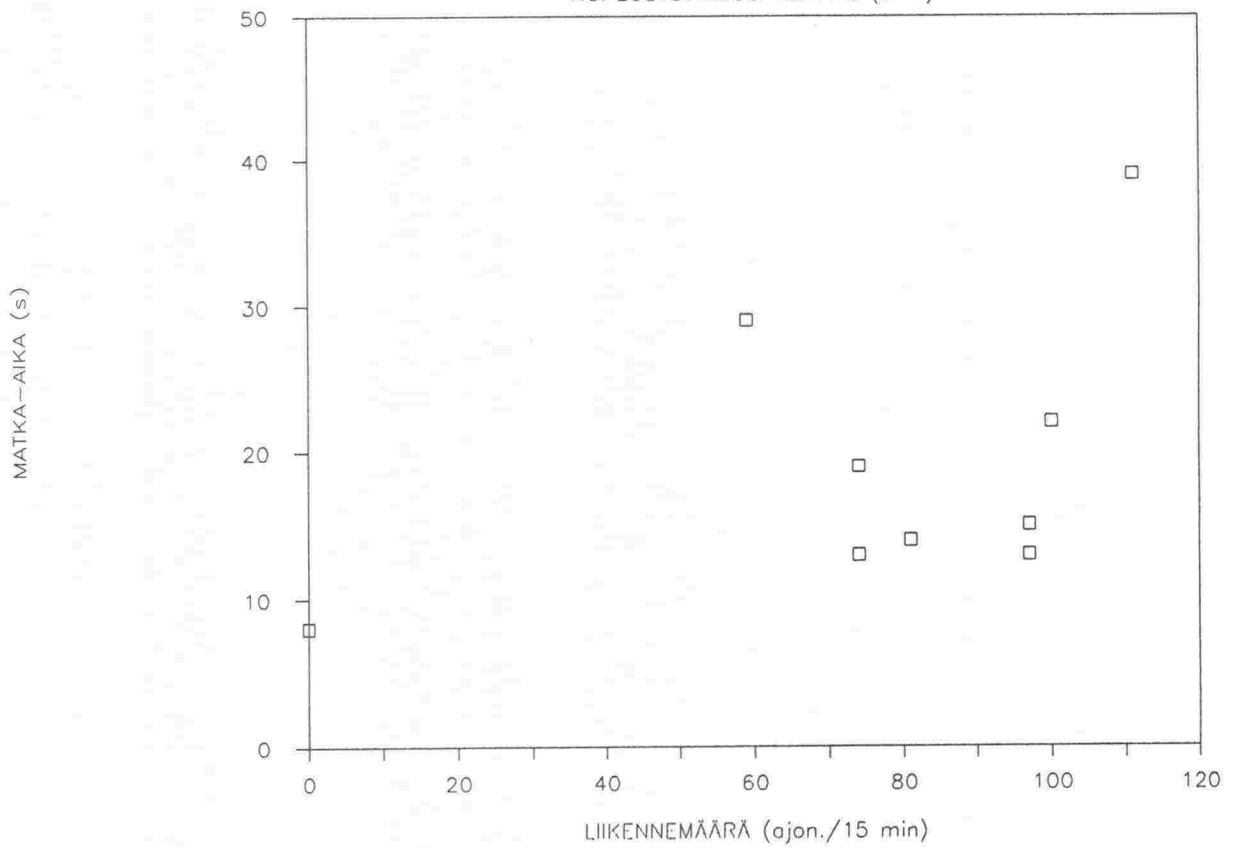
OULUN SEUDUN LIIKENNETUTKIMUS 1989

NOPEUSMITTAUS REITTI 1 (10-11)



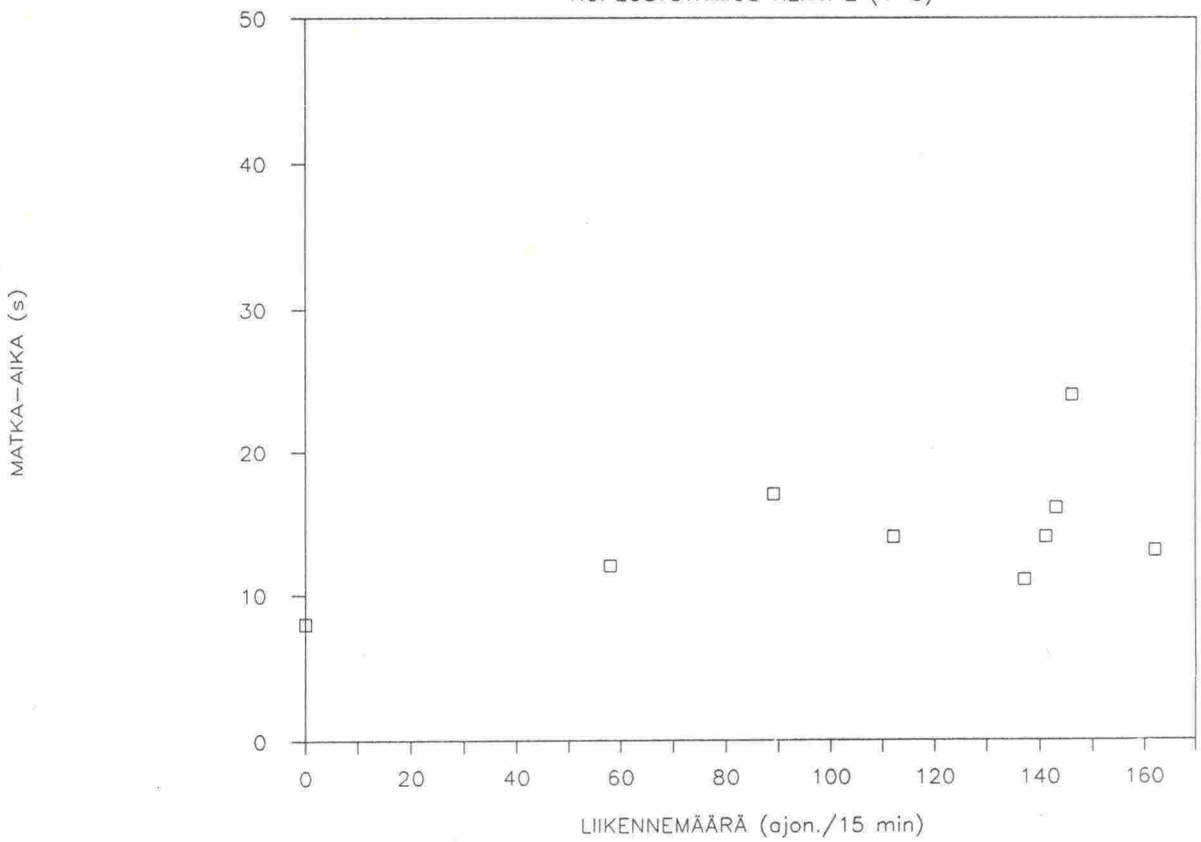
OULUN SEUDUN LIIKENNETUTKIMUS 1989

NOPEUSTUTKIMUS REITTI 2 (3-4)



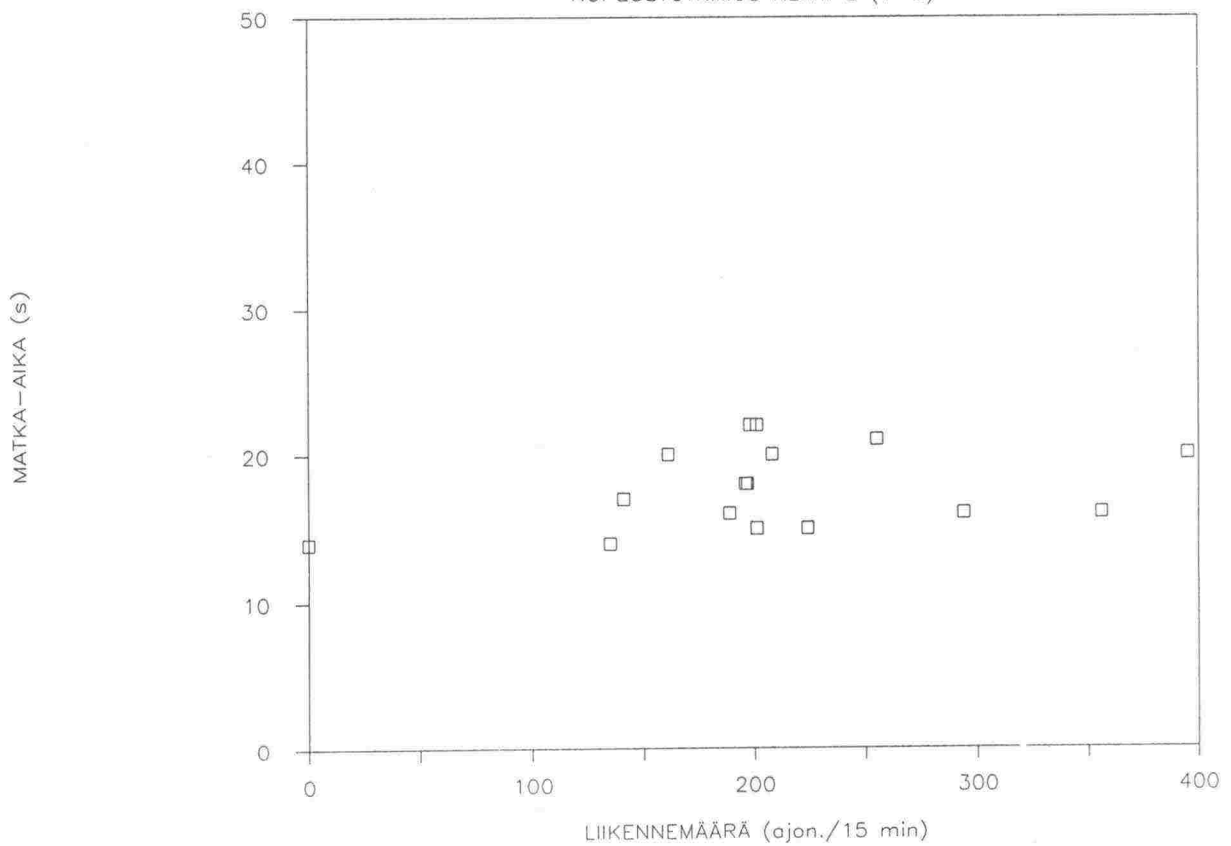
ÖULUN SEUDUN LIIKENNETUTKIMUS 1989

NOPEUSTUTKIMUS REITTI 2 (4-5)



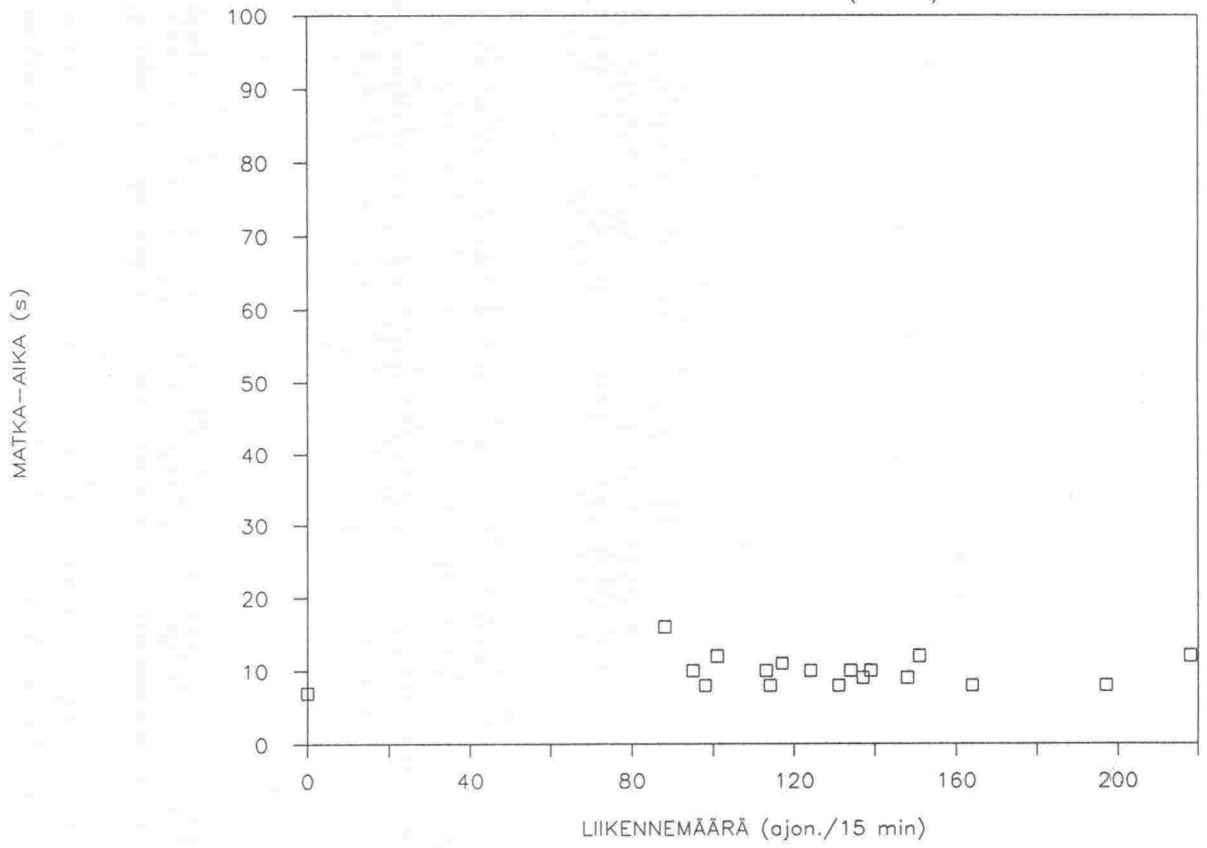
ÖULUN SEUDUN LIIKENNETUTKIMUS 1989

NOPEUSTUTKIMUS REITTI 2 (7-8)



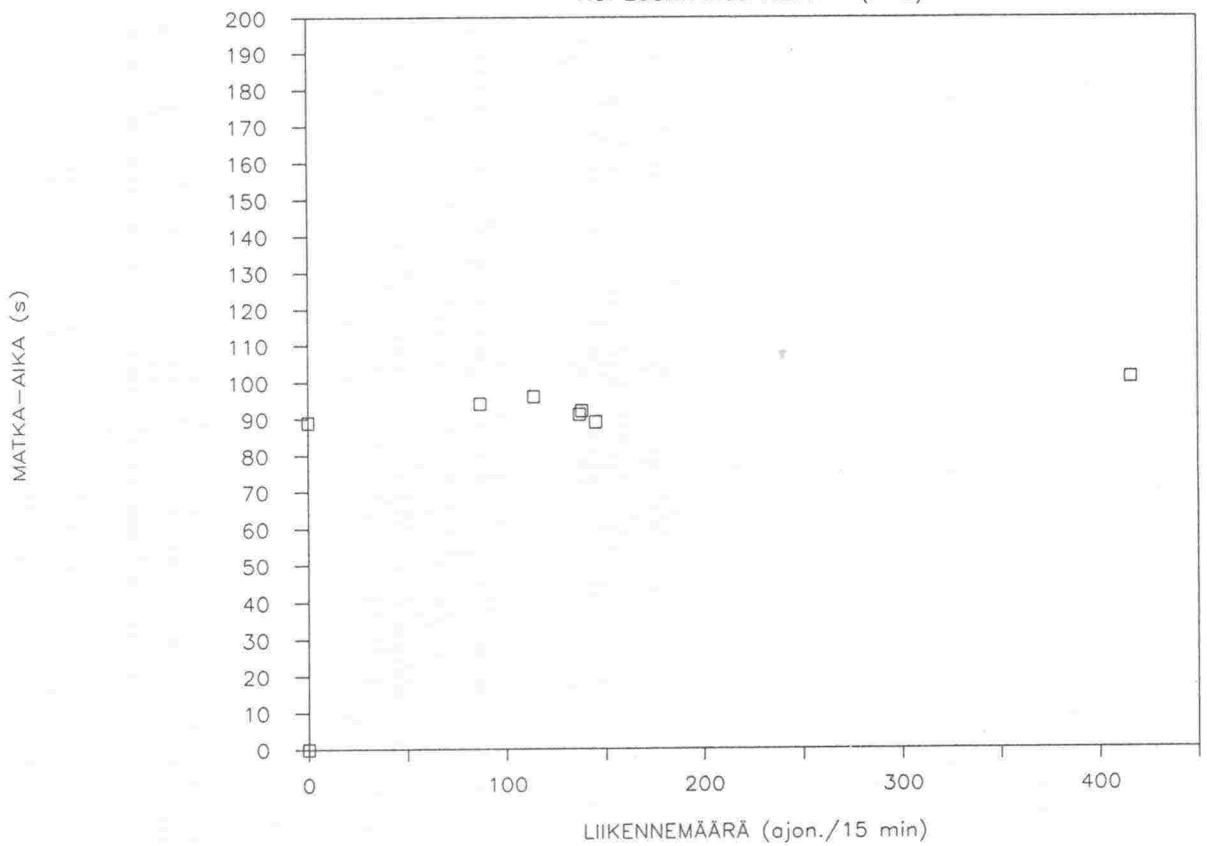
OULUN SEUDUN LIIKENNETUTKIMUS 1989

NOPEUSMITTAUS REITTI 3 (11-12)



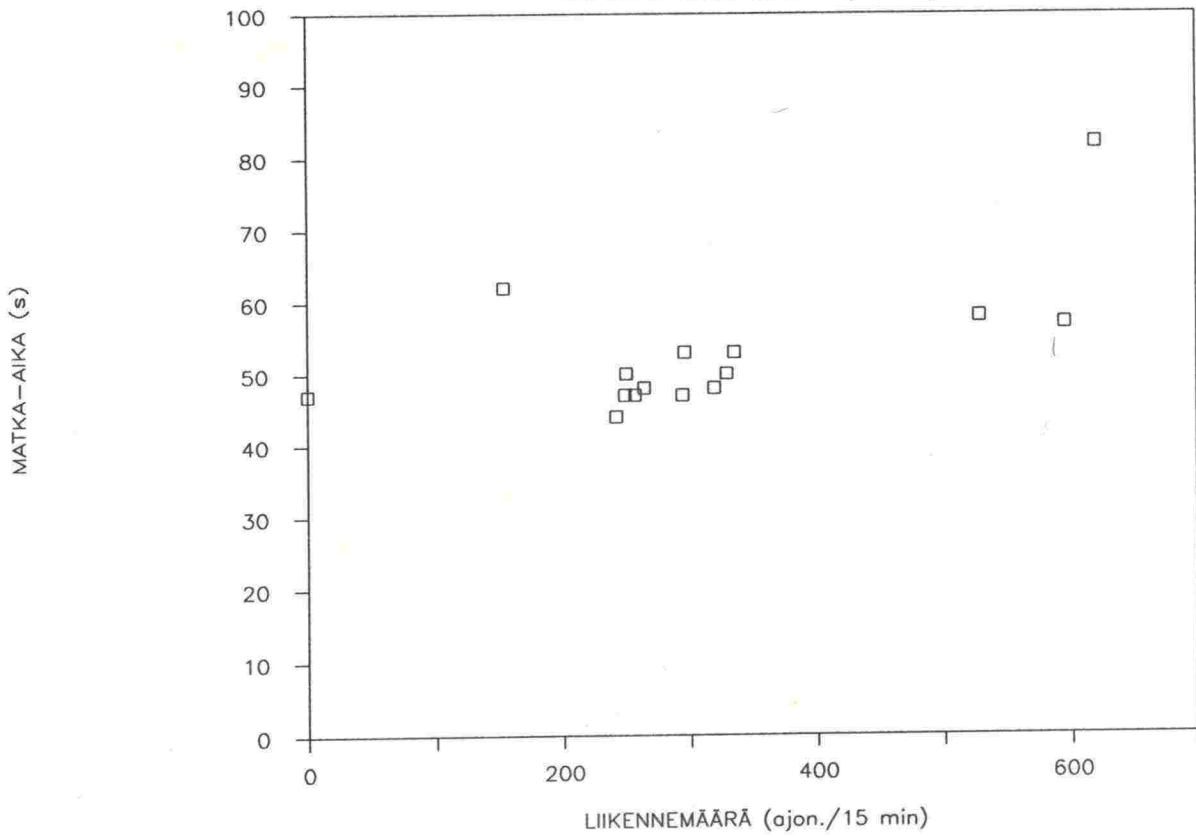
OULUN SEUDUN LIIKENNETUTKIMUS 1989

NOPEUSMITTAUS REITTI 4 (7-8)



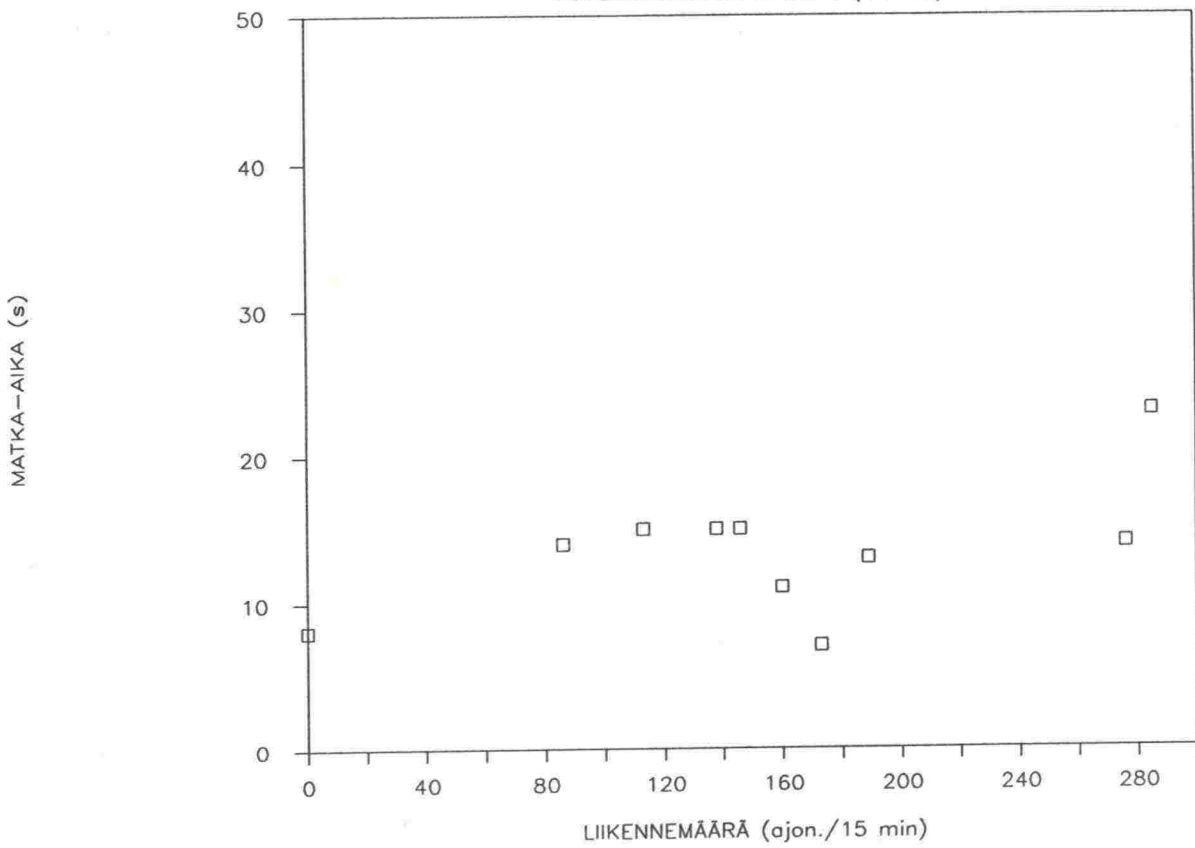
OULUN SEUDUN LIIKENNETUTKIMUS 1989

NOPEUSMITTAUS REITTI 4 (10-11)



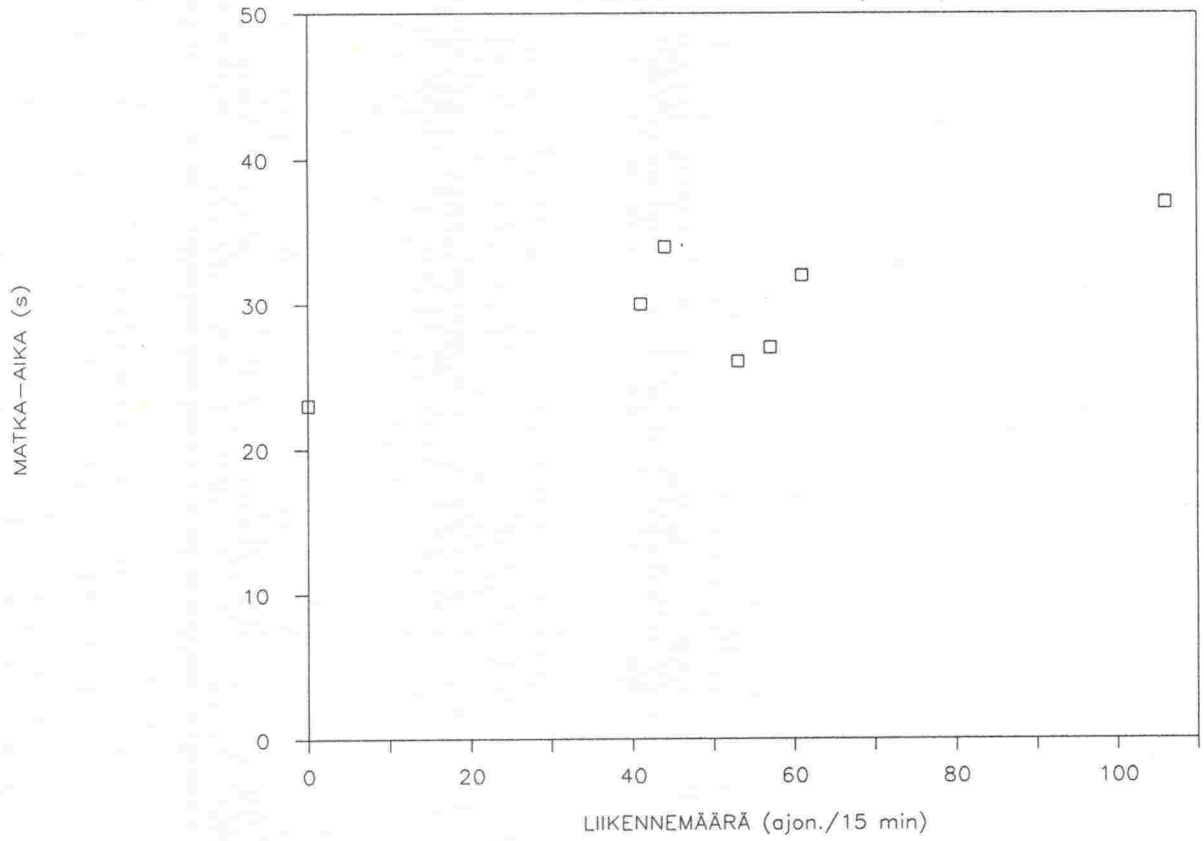
OULUN SEUDUN LIIKENNETUTKIMUS 1989

NOPEUSTUTKIMUS REITTI 4 (14-15)



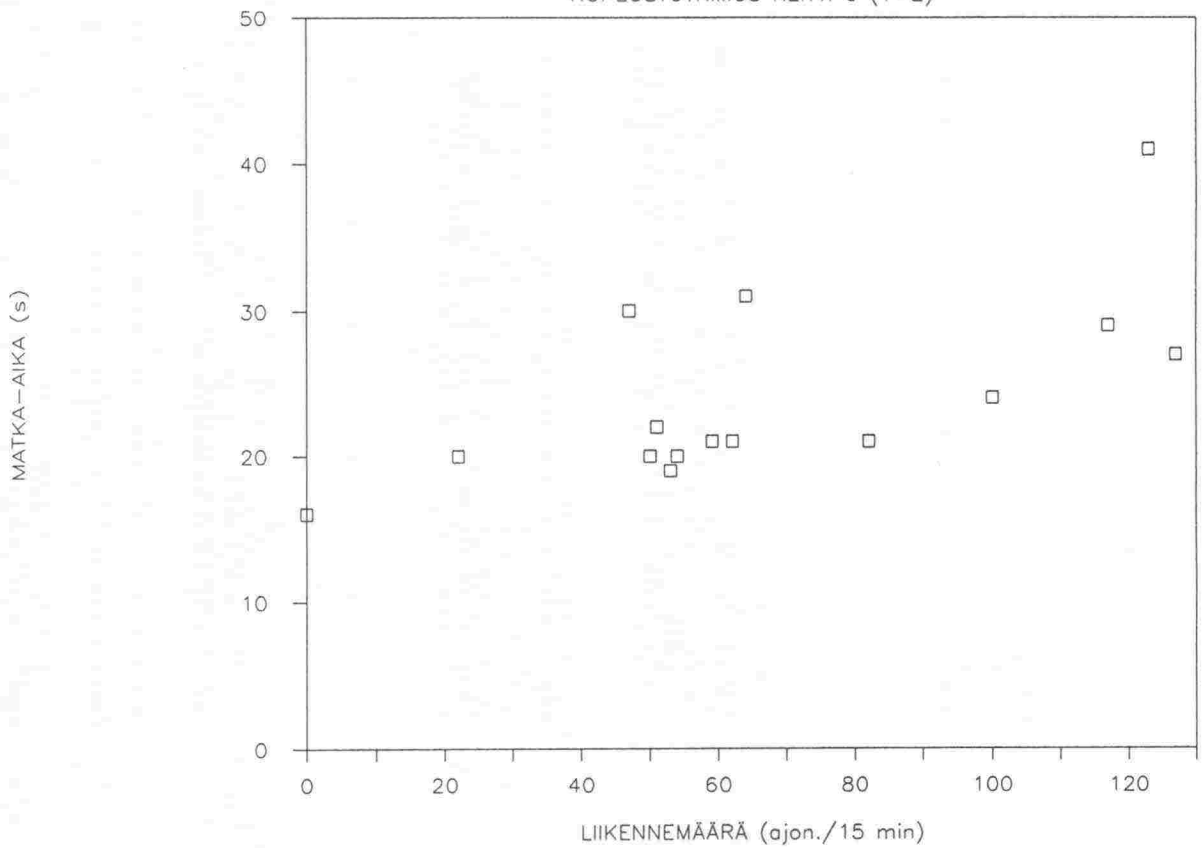
OULUN SEUDUN LIIKENNETUTKIMUS 1989

NOPEUSTUTKIMUS REITTI 4 (15-16)



OULUN SEUDUN LIIKENNETUTKIMUS 1989

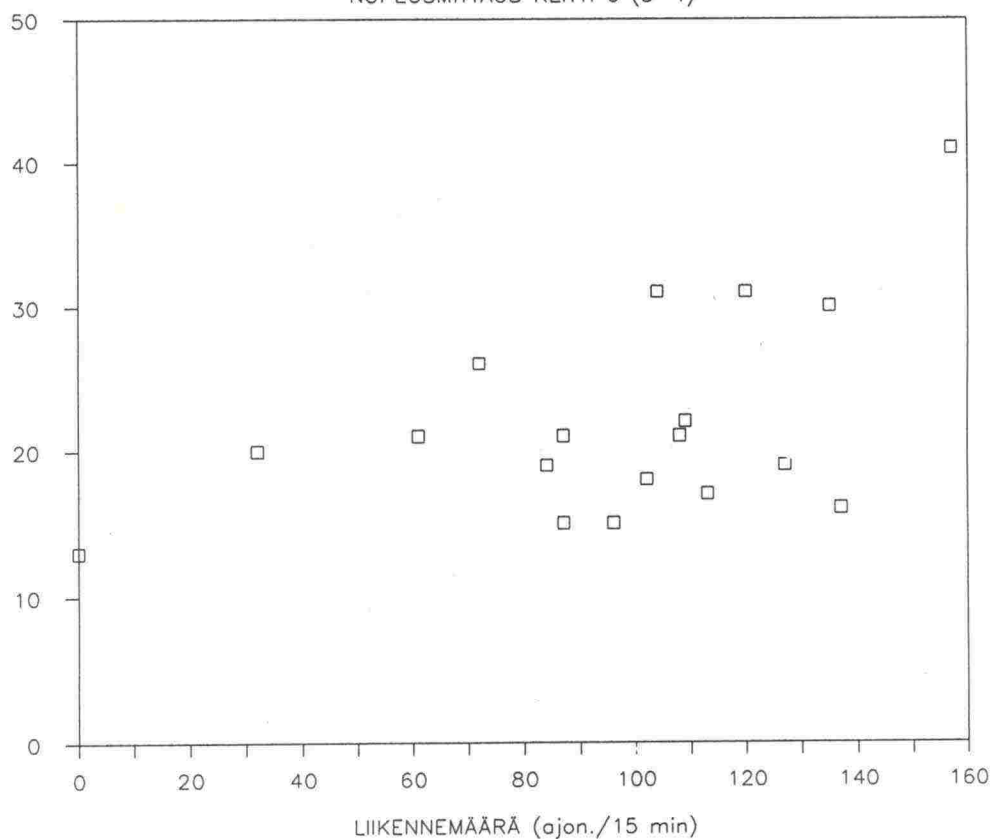
NOPEUSTUTKIMUS REITTI 6 (1-2)



OULUN SEUDUN LIIKENNETUTKIMUS 1989

NOPEUSMITTAUS REITTI 6 (3-4)

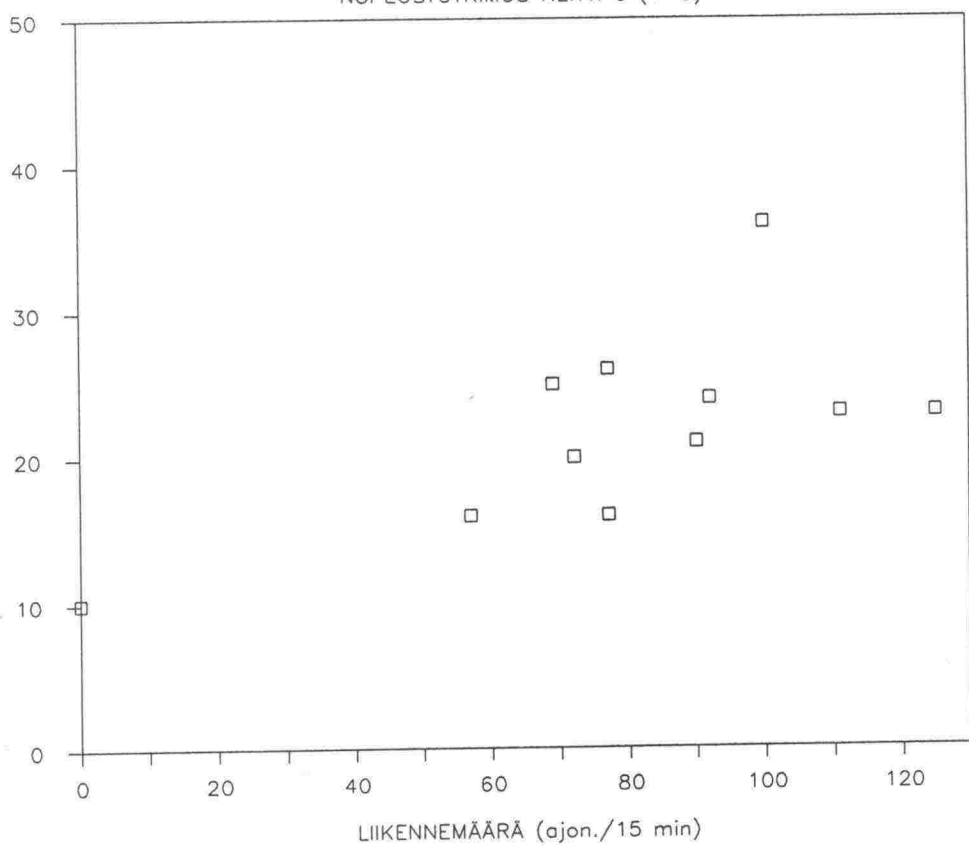
MATKA-AIKA (s)



OULUN SEUDUN LIIKENNETUTKIMUS 1989

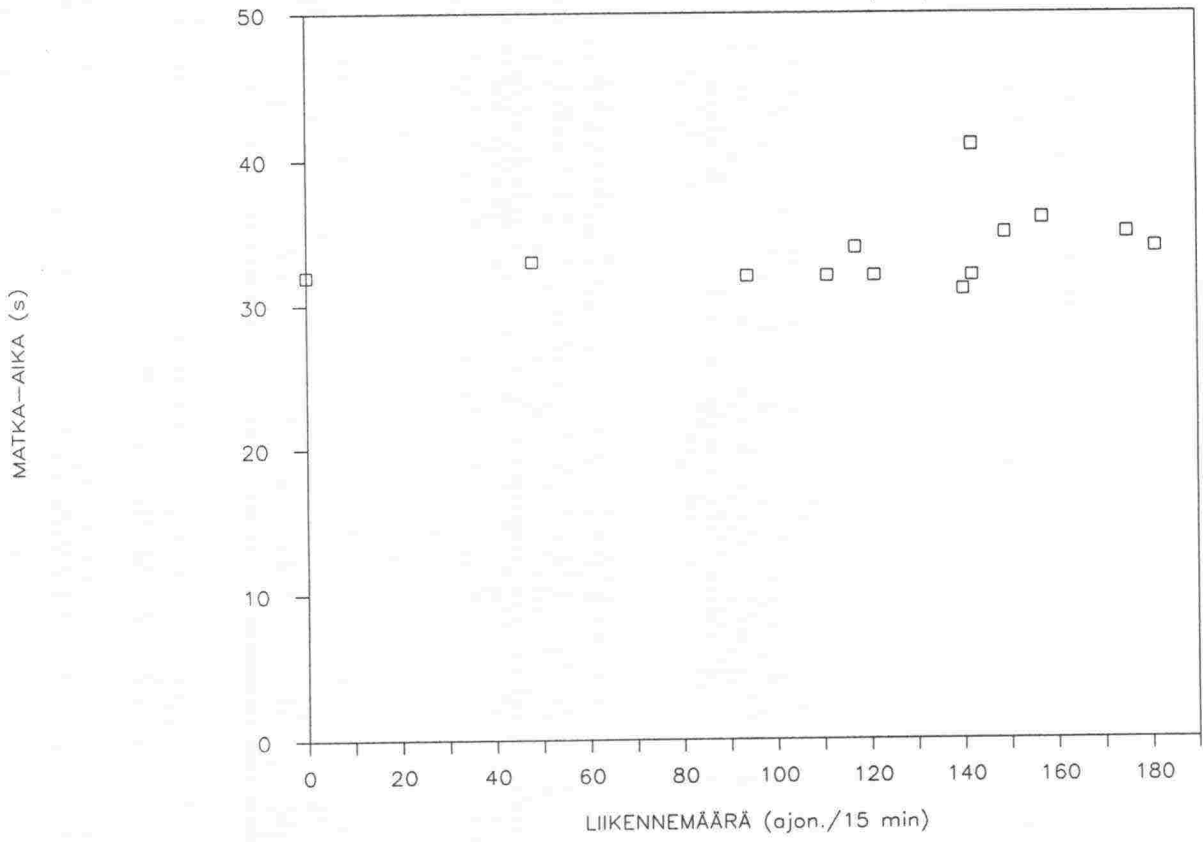
NOPEUSTUTKIMUS REITTI 6 (4-5)

MATKA-AIKA (s)



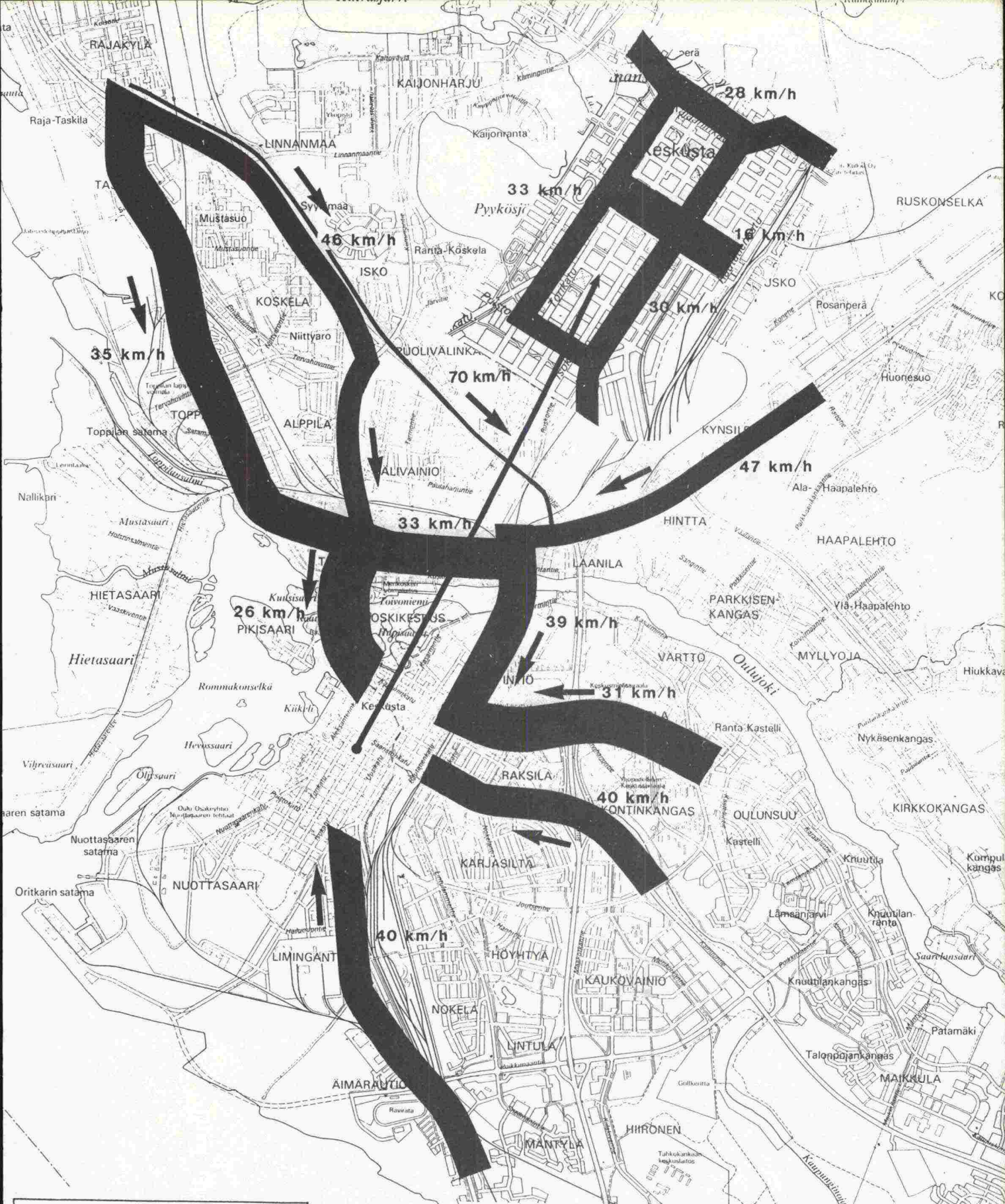
OULUN SEUDUN LIIKENNETUTKIMUS 1989

NOPEUSTUTKIMUS REITTI 6 (5-6)

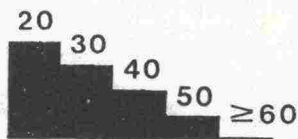


Liite 6

**Reittikohtaiset keskinopeudet ja liikennemäärät
tutkimusajankohtana.**



MITTAKAAVA (km/h)



Keskustassa viivapaksuudet puolitettu



OULUN SEUDUN LIIKENNETUTKIMUS

NOPEUSTUTKIMUS
- keskinopeudet katusoitain
(aamuruuhka 07-09)

MITTAKAAVA
1:30000

SUUNNITTELU-KOLMIO OY

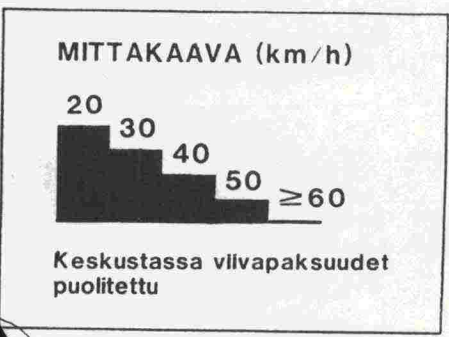
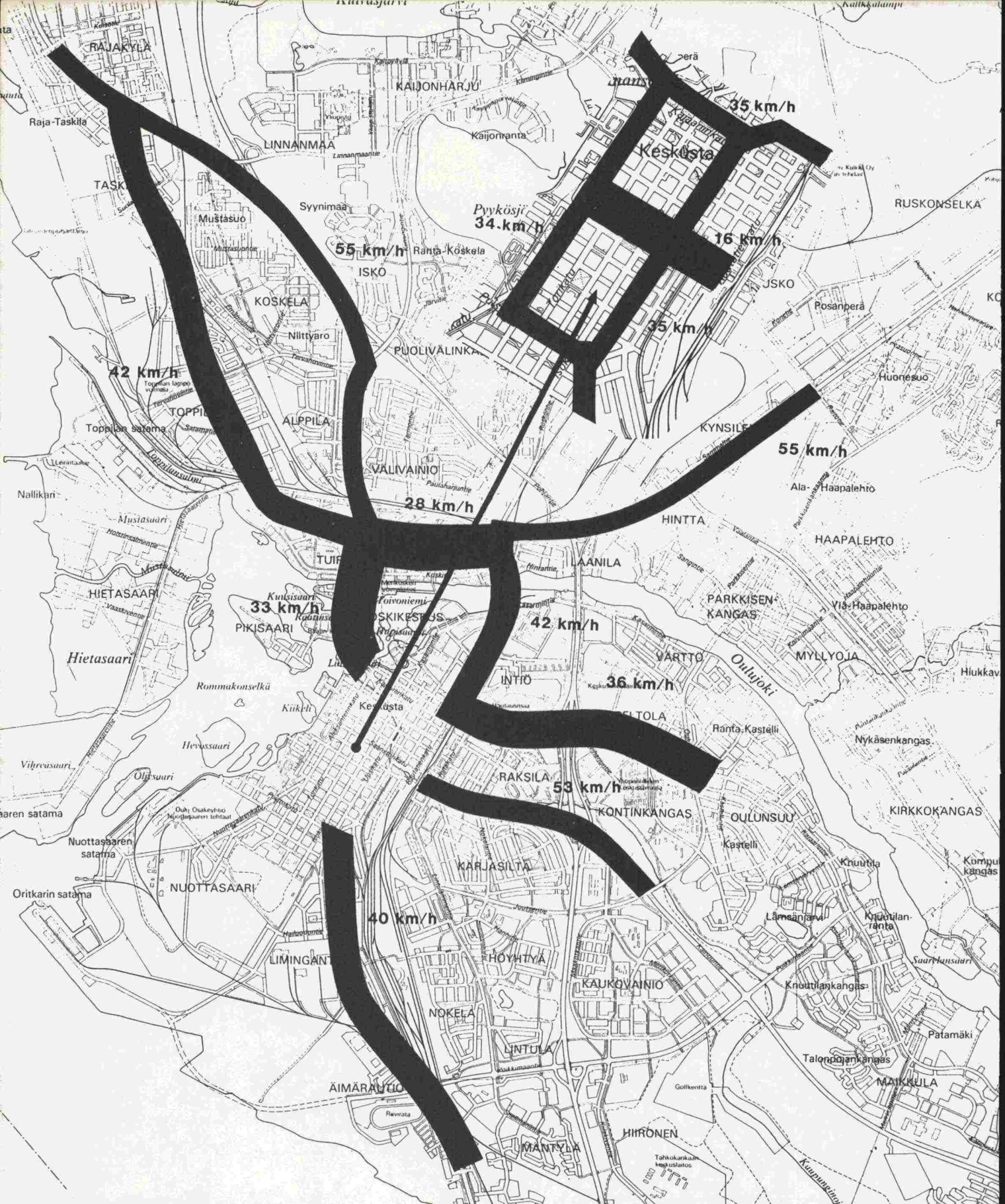
VUOSI
1990


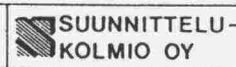
PVM
13.2.90

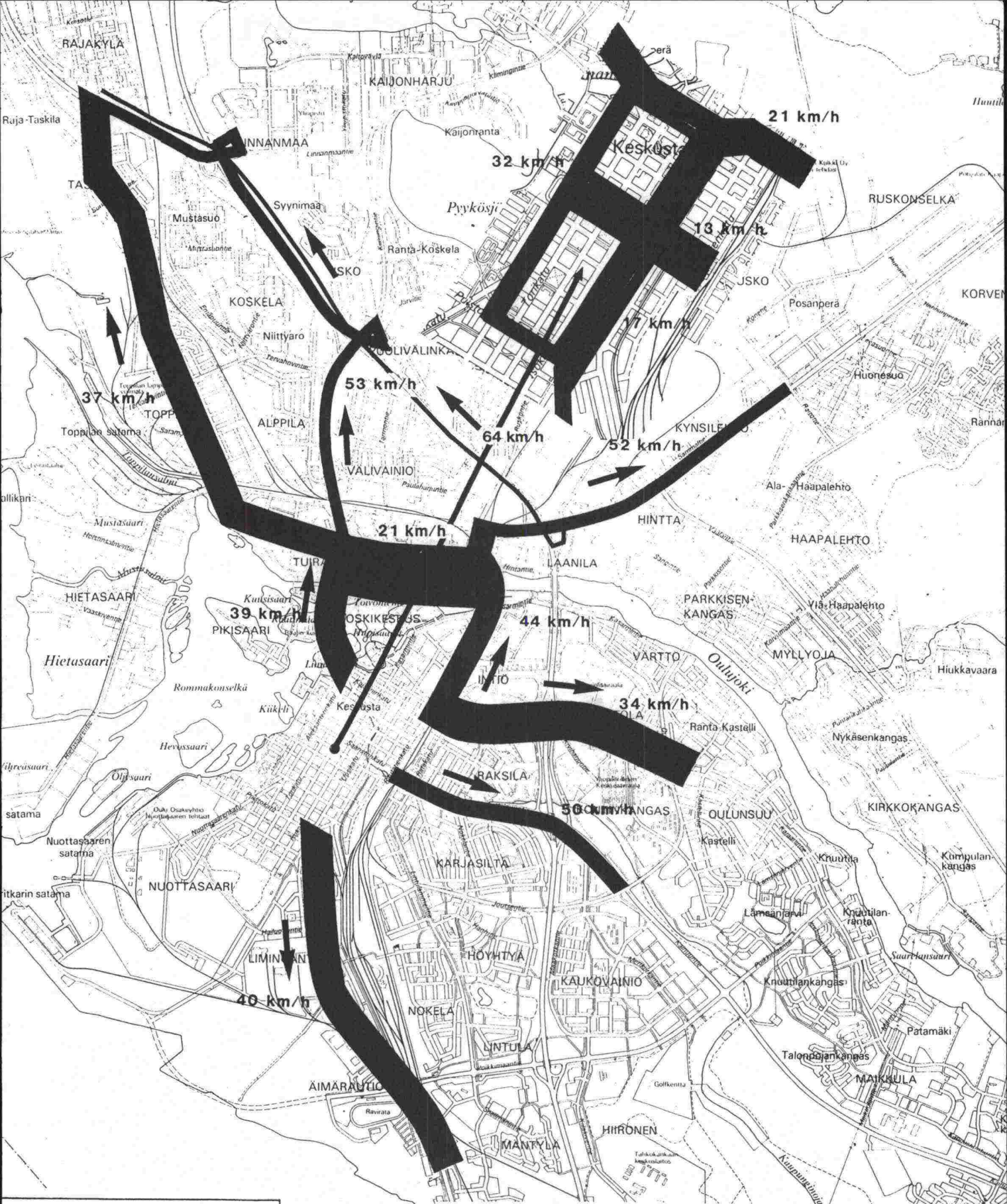
SUUNN. MKI
PIIRT. TKo

TARK. JLe
HYV.

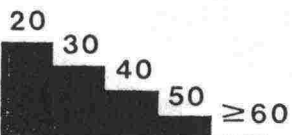
PIIR. N:O



 OULUN SEUDUN LIIKENNETUTKIMUS					
NOPEUSTUTKIMUS -keskinopeudet katuosittain (keskipäivä 11-13 molemmat yhteenlaskettuna)			MITTAKAAVA 1:30000		
			 SUUNNITTELU-KOLMIO OY		
PVM .10.89		SUUNN. MKI	TARK. JLe	VIIR. N:O	
		PIIRT. TKo	HYV.		



MITTAKAAVA (km/h)

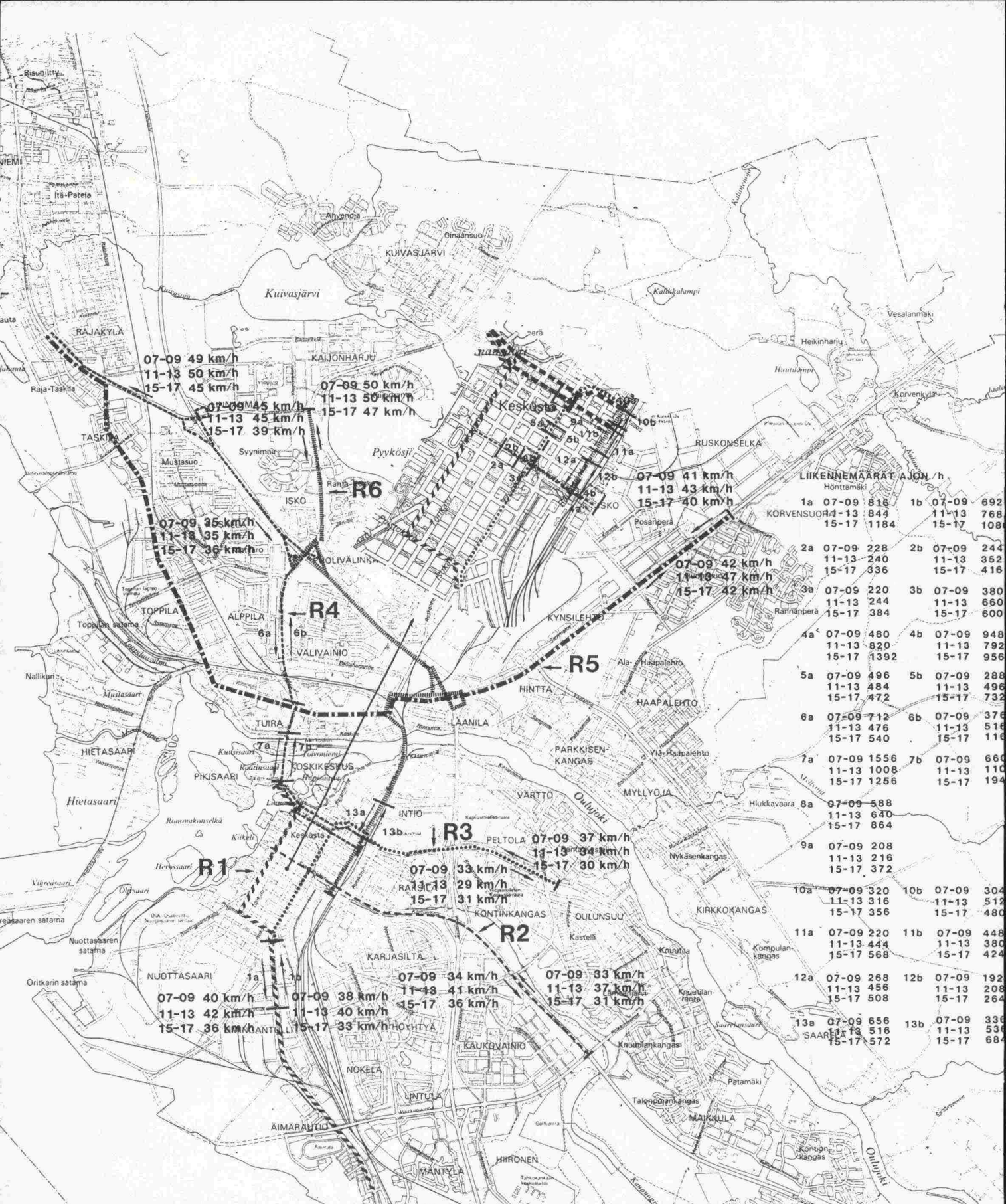


Keskustassa viivapaksuudet puolitettu



OULUN SEUDUN LIIKENNETUTKIMUS

NOPEUSTUTKIMUS -keskinopeudet katuosittain (iltapäiväruuhka 15-17)			MITTAKAAVA 1:30000	
			SUUNNITTELU- KOLMIO OY	
			VUOSI 1989	
PVM	SUUNN.	MKI	TARK.	JLe
4.10.89	PIIRT.	TKo KPu	HYV.	
			PIIR. N:O	



LIKENNEMÄÄRÄT AJON/h

Hönttämäki

1a	07-09	816	1b	07-09	692
	11-13	844		11-13	768
	15-17	1184		15-17	1088

KORVENSUORA

2a	07-09	228	2b	07-09	244
	11-13	240		11-13	352
	15-17	336		15-17	416

3a

07-09	220	3b	07-09	380
11-13	244		11-13	600
15-17	384		15-17	600

4a

07-09	480	4b	07-09	948
11-13	820		11-13	792
15-17	1392		15-17	956

5a

07-09	496	5b	07-09	288
11-13	484		11-13	496
15-17	472		15-17	732

6a

07-09	712	6b	07-09	376
11-13	476		11-13	516
15-17	560		15-17	116

7a

07-09	1556	7b	07-09	660
11-13	1008		11-13	110
15-17	1256		15-17	194

8a

07-09	588			
11-13	640			
15-17	864			

9a

07-09	208			
11-13	216			
15-17	372			

10a

07-09	320	10b	07-09	304
11-13	316		11-13	512
15-17	356		15-17	480

11a

07-09	220	11b	07-09	448
11-13	444		11-13	380
15-17	568		15-17	424

12a

07-09	268	12b	07-09	192
11-13	456		11-13	208
15-17	508		15-17	264

13a

07-09	656	13b	07-09	336
11-13	516		11-13	536
15-17	572		15-17	684

Merkintöjen selitykset:

- //// R1 5592 m
- R2 4276 m
- R3 4087 m
- R4 7616 m/ 8537 m
- R5 11052 m
- R6 7275 m/ 7059 m
- yht 39898 m/40603m

OULUN SEUDUN LIKENNETUTKIMUS

NOPEUSTUTKIMUS		MITTAKAAVA	
-reititkohtaiset keskinopeudet ja liikennemäärät tutkimusajankohtana		1:30000	
SUUNNITTELU- KOLMIO OY		VUOSI 1990	
PVM 16.2.90	SUUNN. PIIRT.	MKI TKo	TARK. HYV.
		PIIR. N:O	

Liite 7

Davidsonin viivytysfunktioiden tieluokittainen muodostus,
Matti Keränen 1990.

12.6.90

Matti Keränen

DAVIDSONIN VIIVYTYSFUNKTIOIDEN TIELUOKITTAINEN MUODOSTUS

1. Yleistä

Viivytysfunktion kehitys lähtee muodostettavan funktiotyypin valinnasta. Omassa työssäni valittiin kirjallisuusselvityksen perusteella kehitettäväksi funktiotyypiksi Davidsonin v. 1966 esittelemä liikennemäärän ja matka-ajan välinen riippuvaisuus. Perusteena valinnalle on funktion oikea muoto, se antaa pieniä viivytyksiä alhaisilla liikennemäärillä, mutta viivytykset kasvavat voimakkaasti liikennemäärien lähestyessä kapasiteettirajaa. Lisäksi Davidsonin viivytysfunktiolla on jonoteoreettinen perusta, kuten kirjallisuusselvitysosassa esitetään. Funktiolla on vielä se etu, että iteroitavien parametrien määrä on pieni, vain kolme parametria, Davidsonin viivytysfunktio on kaavassa 1.

$$T = T_0 + (1 + J \cdot Q / (S - Q)), \text{ jossa} \quad (\text{kaava 1})$$

Q = liikennemäärä

T = matka-aika

T₀ = matka-aika nollaliikennemäärillä

J = J - parametri

S = kapasiteetti.

Käytännön mittauksissa on havaittavissa matka-aika - liikennemääräkuvaajan takaisinpäin kääntyminen. Käyrän kääntyminen tapahtuu, kun liikenteen kysyntä ylittää tieosan kapasiteetin (ylikysyntätilanne). Tämä ilmiö tuo ongelmia funktion määrittelylle sekä parametrien iteroinnille. Nykyiset sijoittelumenetelmät eivät huomioi liikennemäärien ja viivytysten välistä riippuvuutta kellonajasta, joten sijoittelussa käytettävä funktio ei saa kääntyä takaisinpäin, vaan sen on oltava jatkuva ja aina kasvava. Funktio ei kuitenkaan saa kasvaa äärettömyyteen asti äärellisillä liikennemäärillä. Nämä ehdot täyttyvät, kun funktion loppuosa korvataan suoralla, vaikka funktion derivaatalla. Suoran kaltevuuden ja paikan määrittäminen on hankalaa. Eräs lähestymiskeino ongelmaan on jonoteoreettisesti laskea ylikysyntätilanteen liikennemäärät mitatuilla viivytysarvoilla.

Davidsonin funktion alkuperäiset parametrit ovat kapasiteetti S, matka-aika pienillä 'nollaliikennemäärillä' t₀ ja tieluokkaparametri J. S-parametri on funktion asymptootti, jota funktion arvot lähenevät äärettömyyteen asti, mutta S:n arvoa ei saavuteta. T₀-parametri määrää funktion arvon pienillä liikennemäärillä ja J-parametri määrää funktion kaarevuuden t₀:n ja S:n

välillä. Davidsonin funktion J-parametri voidaan liittää sidonnaiseksi tieluokkaan.

2. Mittaukset

2.1 Käytetty mittausaineisto

Keväällä ja syksyllä -90 tehtiin matka-aikamittauksia ja liikennelaskentoja viivytysfunktioiden tieluokittaiseksi kehittämiseksi. Mittauksia tehtiin tätä projektia varten sekä muiden projektien yhteydessä. Mittauksia tehtiin lähes pelkästään kaupunkien alueilla. Maaseutumaisia olosuhteita mitattiin osalla uuden Kehä III:n ja Tuusulantien mittauksissa. Mittauksia tehtiin pääkaupunkiseudulla Kehä III:lla, Kuusisaarentiellä, Tuusulantiellä, Tarvontiellä ja Hgin keskustassa kahdesti. Lisäksi paljon aineistoa saatiin YTV:n matka-aikamittauksista (15 linkkiä). Lisäksi mittaustuloksia saatiin Oulusta (12 linkkiä) ja Porvoosta (23 linkkiä). TKK:n vuonna -84 tekemät kattavat mittaukset olivat käytettävissä.

Mittauksissa mittausreitit pyrittiin valitsemaan mahdollisimman kattavasti eri tyyppisille teille. Itse mittausta varten reitit jaettiin suhteellisen lyhyisiin linkkeihin, joista ennalta valituilla oli liikennelaskenta. Liikennelaskentalinkit toimivat mittalinkkeinä, joille tulo- ja poistumisaika sekä mahdollinen jonotus- tai odottelu-aika kirjattiin paperille. Linkkien pituudet vaihtelivat sadasta metristä kahteen kilometriin. Linkkien alku- ja loppupisteinä oli yleensä saman- tai suurempiluokkaisen tien risteys tai valo-ohjattu risteys.

Mittausaineisto koodattiin ja tallennettiin tietokoneelle ja aineistolle tehtiin peruskäsittely, jossa laskettiin linkin matka-aika s/km ja linkille yhdistettiin liikennelaskentatieto.

2.2 Aineiston muokkaus

Tässä työssä käytännön mittauksia oli tieluokittain paikoitellen runsaastikin käytössä, mutta aineiston heikkous on hajanaisuus. Useimmista luokista ei saa selville ruuhkaisen ajan pituutta johtuen siitä, että mittaustuloksia on usealta ajankohdalta ja eri päiviltä.

Mittausaineisto ryhmiteltiin taulukon 1 mukaisiin ryhmiin. Ryhmäjako noudattaa aikaisemmin esitettyä tieluokkajakoa. Aineiston ryhmittely tehtiin harkinnanvaraisesti sijoittamalla mitatut linkit niihin luokkiin, joihin ne tuntuivat kuuluvan sekä linkeittäin tulostettujen liikennemäärä - matka-aika kuvaajien avulla. Ryhmittelyn yhteydessä poistettiin havaintosarjat, jotka

eivät sopineet viivytysfunktion nousevan trendin perusajatukseen eivätkä muuhun havaintoaineistoon ja ne havaintosarjat, jotka olivat tehty poikkeuksellisissa olosuhteissa. Myös muusta aineistosta huomattavasti poikkeavat havainnot poistettiin.

Alkuperäinen mittausaineisto käsitti noin 1300 havaintoriviä ja lopulliseen iterointiin hyväksytyt aineisto noin 840 havaintoriviä 112 suunnittaisella linkillä. Lisäksi Länsiväylän aineistosta poimittiin hyvän kelin aamuruuhkamittaukset Helsinkiin päin. Dataa kertyi 259 havaintoa 4 linkiltä.

Taulukko 1.

Luokka	Nopeusrajoitus	Mittauspaikkoja mm.	Havaintomäärä
10, Moottoritie	120	Tarvontie, Lahdentie	13
		100 Tarvontie	39
20, Maantie	80	Uusi kehä III, Tuusulantie	24
		60 Vanha kehä III, Tuusulantie	26
Taajama-alueet			
11, Moottoritie	100	Länsiväylä	77
		80 Länsiväylä	182
31, Useampikaistaiset eritasoliittymien, ei valoja	80	Kehä I, Itäväylä	32
		70 Kehä I, Itäväylä	8
32, Useampikaistaiset eritasoliittymien, valoilla	60	70 Kehä I, Itäväylä	22
		Kehä I, Itäväylä	39
hidas	70	Kehä I	12
hidas	60	Kehä I	16
41, Esikaupunkipäätie, ei valoja	50	Vanha Turuntie, Kuusisaarentie	37
42, Esikaupunkipäätie valoilla	50	Espoonväylä, V. Turuntie, Kuusisaarentie, Merikosken sillat (O)	76
		60 Vanha Kehä III, Limingantie(O), Kemintie (O)	42
51, Keskusta, pääkadut, ei valoja	50	Tulliväylä(O)	18
52, Keskusta isot pääkadut valoilla	50	Mannerheimintie, Nordenskiöldinkatu, Mechelininkatu, Mäkelänkatu, Mannerheiminkatu(P)	87
61, Keskusta, muu pääkadut, ei valoja	50	Rautatienkatu (O), Aleksanterinkatu(P)	37
62, Keskusta, muu pääkadut, valoilla	50	Saaristonkatu(O), Aleksanterinkatu(P), Mannerheiminkatu(P)	63
71, Keskusta, kokoojatyypiset, ei valoja	50	Jokikatu(P), Lundinkatu(P)	19
72, Keskusta, kokoojatyypinen, valoilla	50	Rautatienkatu(O), Runeberginkatu(P), Saaristonkatu(O), Uusikatu(O)	55
72, Keskusta, kokoojatyypinen, valoilla hidas	50	Saaristonkatu(O), Hietalahdenranta	44

3. Iterointimenetelmä

Parametrit estimoitiin iteratiivisesti samanaikaisella minimineliösumma-menettelmällä. Kyseistä menetelmää käytti myös Taylor (1976) estimoidessaan Davidsonin funktion parametreja. Tässä työssä funktioon lisättiin neljäs parametri, joka määrää funktion loppuosan suoran alkupisteen. Suoran yhtälö muodostettiin derivoimalla Davidsonin funktio, jolloin suora on funktion tangentti (kaava 2). Neljäs iteroitava parametri on liikennemäärä, josta lähtien Davidsonin funktio korvataan tangentillaan.

$$T = T_0 * (1 + J*Q_r/(S - Q_r)) + (T_0 * J * S / (S - Q_r)^2 * (Q - Q_r)), \text{ jossa (kaava 2)}$$

Q_r = tangenttipisteen liikennemäärä

T = matka-aika

J = J - parametri

S = iteroitu kapasiteetti

T_0 = matka-aika nollaliikennemäärällä

Q = havaittu liikennemäärä (todellinen tai laskettu).

Iteraatiossa minimoidaan estimoitujen ja havaittujen matka-aikojen erotusten neliöiden summaa (kaava 3).

$$U = \sum_{i=1}^n (t_i - t(q_i))^2, \quad (\text{kaava 3})$$

jossa t_i on havaittu matka-aika ja

$t(q_i)$ on havaitun liikennemäärän perusteella laskettu Davidsonin matka-aika.

On mahdollista löytää minimineliösummaestimaatti parametreille s , J ja t_0 . Se onnistuu ottamalla kaavasta 1 osittaisderivaatat $S:n$, $J:n$ ja $T_0:n$ suhteen ja olettamalla nämä nolliksi (kaavat 4, 5 ja 6).

$$\frac{\partial U}{\partial t_0} = -2 * \sum_{i=1}^n (t_i - t_0 - J * t_0 * q_i / (s - q_i)) * (1 + J * q_i / (s - q_i)) = 0 \quad (\text{kaava 4})$$

$$\frac{\partial U}{\partial J} = -2 * t_0 * \sum_{i=1}^n (t_i - t_0 - J * t_0 * q_i / (s - q_i)) * q_i / (s - q_i) = 0 \quad (\text{kaava 5})$$

$$\frac{\partial U}{\partial s} = 2 * t_0 * \sum_{i=1}^n (t_i - t_0 - J * t_0 * q_i / (s - q_i)) * J * q_i / (s - q_i)^2 = 0 \quad (\text{kaava 6})$$

Nyt määritellään apumuuttujat A - G seuraavasti olettaen, että $s > q_i$

$$A = \sum_{i=1}^n t_i * q_i / (s - q_i)$$

$$B = \sum_{i=1}^n q_i / (s - q_i)^2$$

$$C = \sum_{i=1}^n t_i * q_i / (s - q_i)^2$$

$$D = \sum_{i=1}^n q_i / (s - q_i)$$

$$E = \sum_{i=1}^n q_i^2 / (s - q_i)^2$$

$$F = \sum_{i=1}^n q_i^2 / (s - q_i)^3$$

$$G = \sum_{i=1}^n t_i$$

Nyt kaavojen 4, 5 ja 6 sekä ylläolevien määrittelyjen avulla voidaan muodostaa funktio vain s:n suhteen (kaava 7).

$$f(s) = A*B*D - D^2*C + D*F*G + n*E*C - n*A*F - G*B*E = 0 \quad (\text{kaava 7})$$

Kaavan 7 ratkaisu antaa parametrin s estimaatin, jonka avulla saadaan parametrien t0 ja J arvot laskettua. S:n arvon hakemiseen käytettiin Taylorin tapaan Newton - Raphson - menetelmää (kaava 8). Menetelmässä vähennetään s:n arvoa jokaisella iterointikierröksellä kaavan 7 funktion ja sen derivaatan suhteella. Iterointi loppuu, kun s:n muutos edelliseen kierrokseen on hyväksyttävän pieni.

$$s_{i+1} = s_i - f(s_i)/f'(s_i) \quad (\text{kaava 8})$$

4. Parametrien estimointi

4.1 Yleistä

Luokittaisten havantoryhmien parametrit iteroitiin Taylorin menetelmän perusteella tehdyllä ohjelmalla. Ohjelma tulosti kaksi parametrisarjaa, joista toinen oli iterointimenetelmän tulos ja toinen pienimmän neliösumman antava. Iteroinnista oli kaksi versiota, joista toinen haki Davidsonin funktion normaaliin parametrien lisäksi myös ylikysyntätilannetta kuvaavan suoran osan paikan. Suora sovitettiin minimineliösummamenetelmällä normaalin iteroinnin antaman parametrisarjan arvoille. Suurimmalle osalle aineistoa tehtiin kuitenkin vain normaalin Davidsonin funktion parametrien iterointi.

Huonolla mittausaineistolla iterointi pyrkii antamaan liian suuria kapasiteetin s arvoja. Tämä johtunee siitä, että iteroinnissa muutetaan ensin parametrien s arvoa $j:n$ ja $t0:n$ arvojen muuttuessa suhteellisen vähän. Tästä syystä jouduttiin parametrien arvoja joissain tapauksissa hakemaan käsin. Käsin sovitusta tehtiin muuttamalla iteroinnin arvoja siten, että iteroinnin antaman funktion muoto pysyi suunnilleen samana. Parametrien sovituksessa pyrittiin pitämään minimineliösumma mahdollisimman pienenä.

Aineistosta saatiin kaksi viivytysfunktioikäyrää, joiden ylikysyntäsuora sovitettiin modifioitujen havaintoaineiston avulla. Muihin viivytysfunktioihin lisättiin ylikysyntäsuora näiden kahden suoran perusteella. Sovitus tehtiin niin, että suoran kaltevuus muuttuu loogisesti kahden estimoidun suoran väliin.

Funktioiden estimoidut parametrit esitetään tieluokittain taulukossa 2. Tieluokittaiset viivytysfunktiot ovat liitteenä. Funktio lasketaan kaavan 1 mukaan, kun havaitut liikennemäärät ovat pienempiä kuin Q_r , ja muulloin kaavan 2 mukaan.

Taulukko 2. Tieluokittaiset Davidsonin funktion estimoidut parametrit.

luokka	nop.	r.hav.	S	T0	J	Qr
	lkm					
10	120	13	600	32	0.015	586
10	100	39	600	38	0.010	587
20	80	24	450	45	0.100	416
31	70	8	410	45	0.070	384
31	80	32	470	44	0.090	437
32	60	23	350	70	0.150	312
32h	60	16	300	85	0.200	261
32	70	22	370	60	0.100	338
32h	70	12	350	120	0.250	294
41	60	26	400	55	0.110	366
41	50	37	320	70	0.115	289
42	50	76	280	70	0.100	255
42	60	42	295	60	0.210	262
51	50	18	270	71	0.100	246
52	50	87	255	85	0.300	214
61	50	37	180	89	0.300	148
62	50	63	195	95	0.300	160
71	50	19	140	100	0.300	110
72	50	55	129	103	0.310	101
72h	50	44	150	270	0.300	100
*4	50	8	213	80	0.250	180
11	100	77	528	34	0.022	513
11	80	75	550	42	0.030	530
11	80	56	545	41	0.025	527
11	80	51	550	41	0.020	534

4.2 Davidsonin viivytysfunktion parametrien estimointi ylikysyntätilanteessa – esimerkki

Tässä käytetty mittausaineisto on TKK:n mittaama Länsiväylällä vuonna 1984 (Matka-aikamittaukset Länsiväylällä, TKK, Pursula). Länsiväylän mittaukset ovat hyvin sopivia viivytysfunktioiden kehittämiseen, sillä mittausaineistoa on runsaasti käytettävissä.

Mittausaineistosta havaitaan liikennemäärä – viivytyskäyrän takaisinpäin kääntyminen (kuva 3). Ylikysyntätilanteen keskimääräinen viivytys on laskettavissa kaavalla 9 (Pursula). Tästä voidaan johtaa kaava 10, jolla lasketaan havaittua keskimääräistä viivytystä vastaava liikennemäärä.

$$\text{Keskimääräinen viivytys} = d = 1/2 * ((q_r - q_c)/q_c) * t, \quad (\text{kaava 9})$$

q_r = ruuhkauttava liikennemäärä

q_c = kapasiteetti

t = ylikysynnän kesto

Laskennallinen liikennemäärä q_i , kun keskimääräinen viivytys on d

$$q_i = (q_c * (2*d + t))/t, \quad (\text{kaava 10})$$

q_i = ylikysyntätilanteen liikennemäärä

t = ylikysynnän kesto

q_c = kapasiteetti

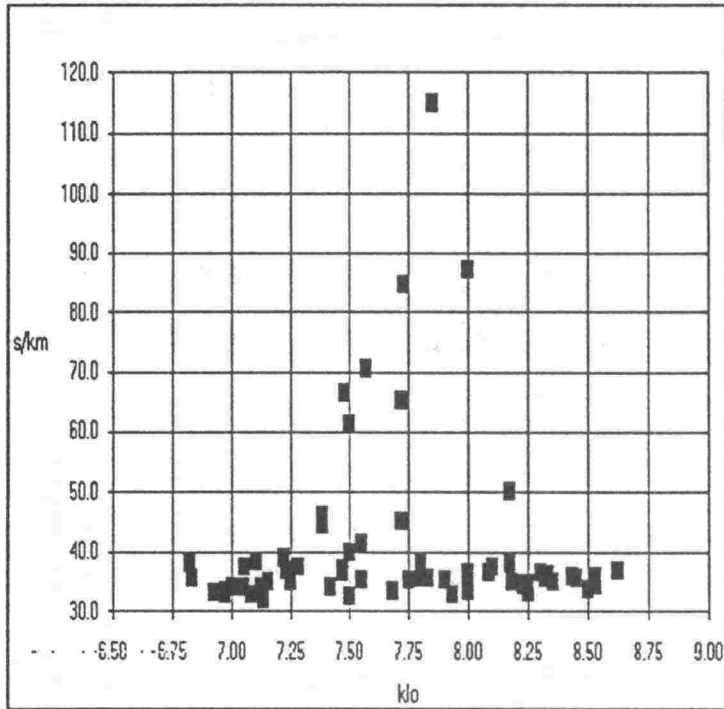
Esimerkkinä olevat mittaustulokset ovat Länsiväylän linkiltä Haukilahden silta – Suvikummun silta vuodelta 1984. Mittaukset tehtiin aamuruuhkassa Helsinkiin päin ja ohitus- ja reunakaistojen havainnot on yhdistetty havaintopareittain.

Matka-aika havainnoista havaitaan ylikysynnän keston t olevan 30 minuuttia (kuvassa 1 7.30 – 7.80). Ruuhkauttava ylikysyntätilanteen liikennemäärä q_r puolen tunnin ajalla on kuvan 2 mukaan 520 ajoneuvoa/15 minuuttia. Keskimääräinen matka-aika ajalla 7.30 – 7.80 oli 60.3 sekuntia/kilometri ja matka-aika pienillä liikennemäärillä 34.8 sekuntia/kilometri. Keskimääräinen viivytys d ylikysynnän aikana oli 24.5 sekuntia/kilometri. Mitatun havaintoparin (q_r , d) ja kaavan 9 avulla laskettiin kapasiteetin q_c arvoksi 506 ajoneuvoa/15 minuuttia. Nyt sovellettiin kaavaa 9 ja laskettiin kapasiteetin ylittävälle liikennemäärille uudet viivytysarvot. Nämä laskennalliset havaintoparit näkyvät kuvassa 4 salmiakkikuvioisina.

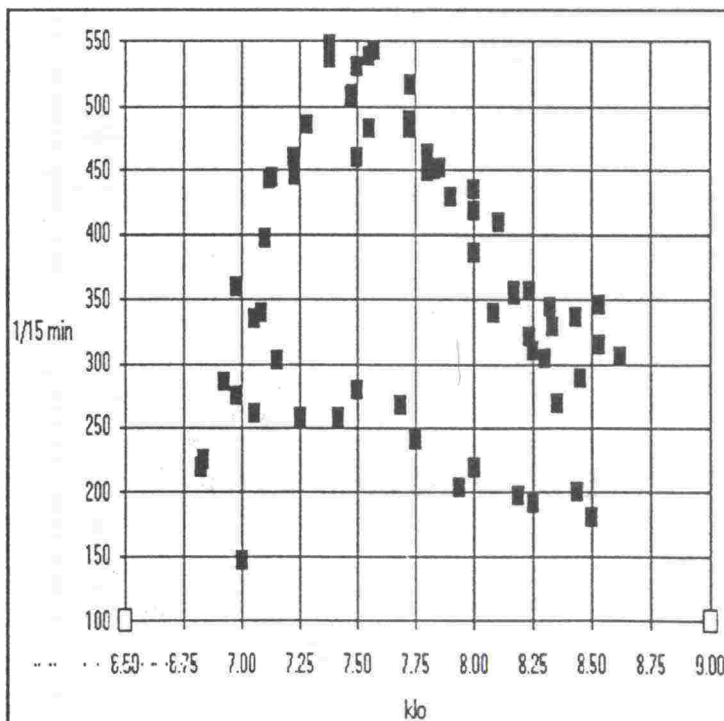
Voidaan myös soveltaa kaavaa 10, jolloin muutetaan viivytyksen arvoja ja lasketaan viivytyksiä vastaavat liikennemäärät. Lasketut pisteparit ovat

päteviä, jos voidaan olettaa ylikysynnän keston pysyvän samansuuruisena ja riippumattomana ruuhkauttavasta liikennemäärästä. Tietysti on mahdollista laskea suoria erilaisilla ylikysynnän kestoilla. Uudet lasketut havaintoparit osoittavat funktion suoran osan paikan ja kaltevuuden.

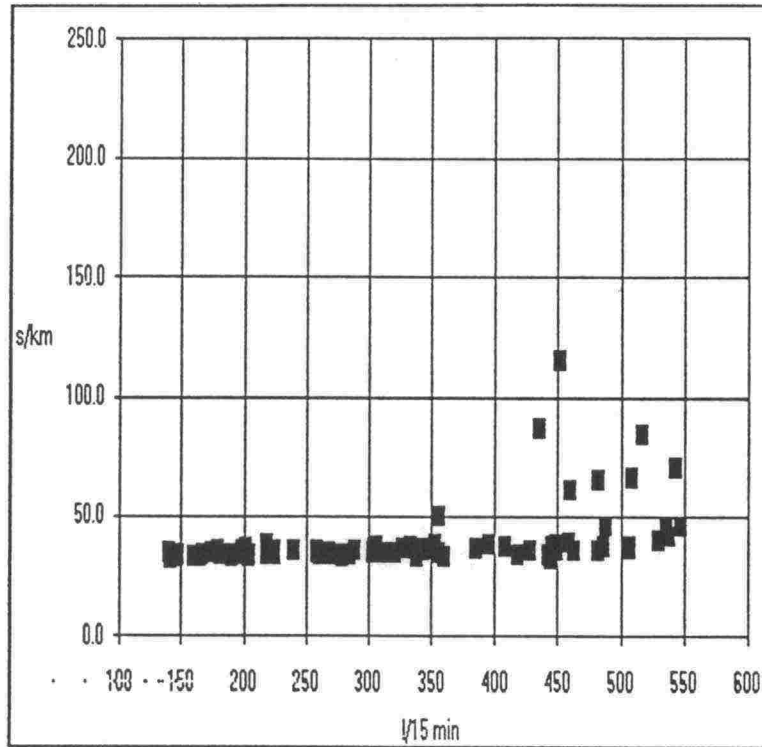
Kuva 1. Matka-aikojen kehitys kellonajan mukaan.



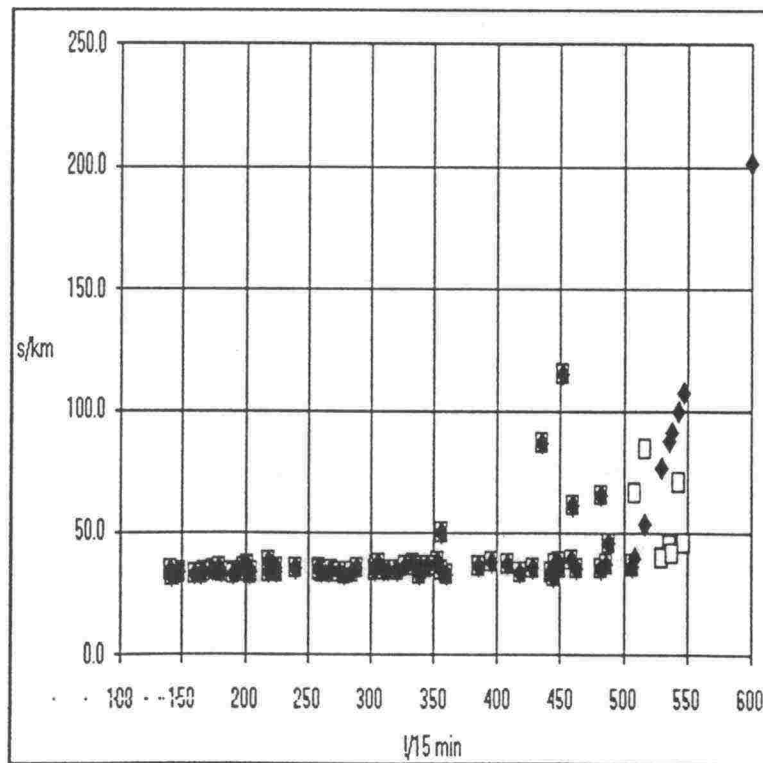
Kuva 2. Liikennemäärien kehitys kellonajan mukaan.



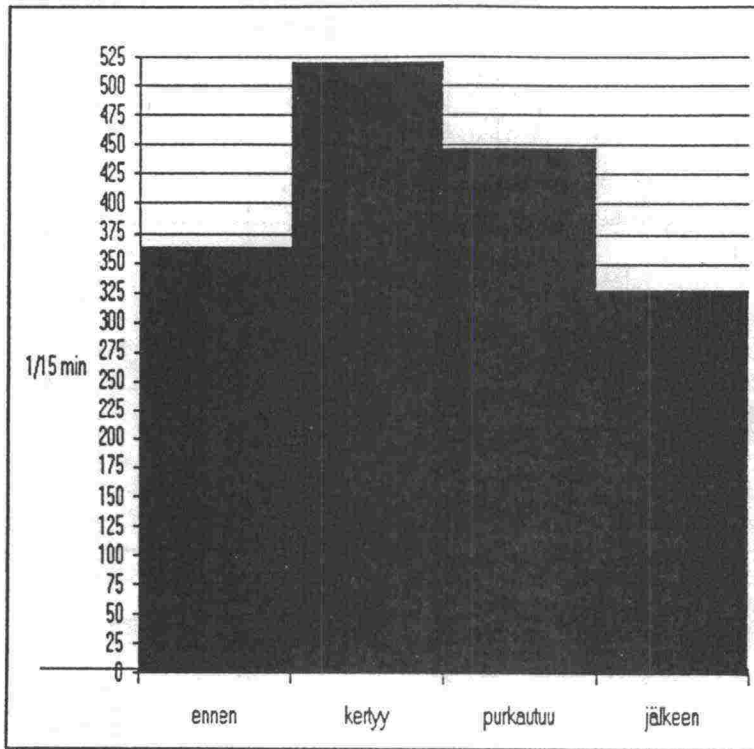
Kuva 3. Matka-ajat havaittujen liikennemäärien mukaan.



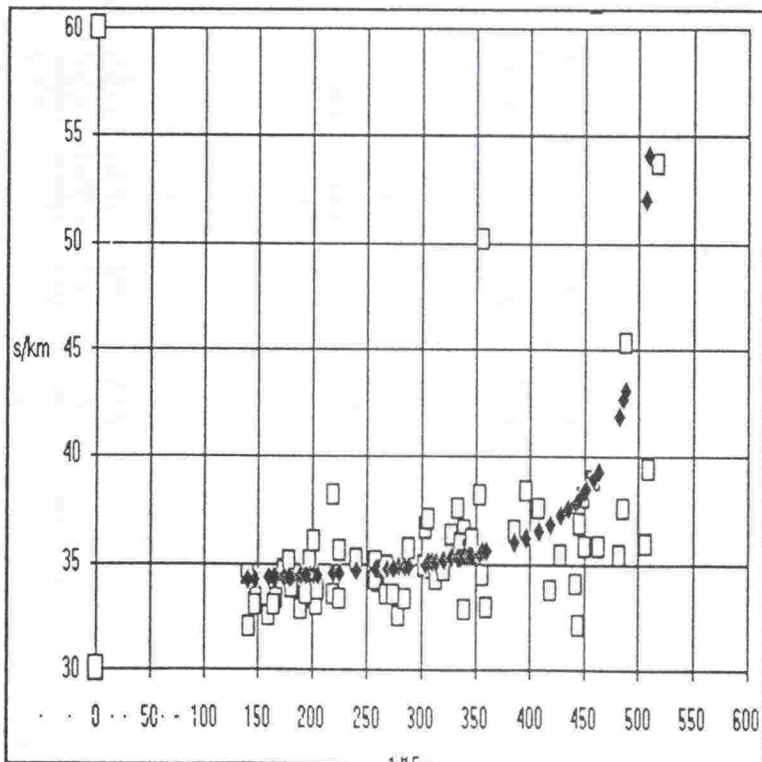
Kuva 4. Matka-ajat modifioitujen liikennemäärien mukaan.

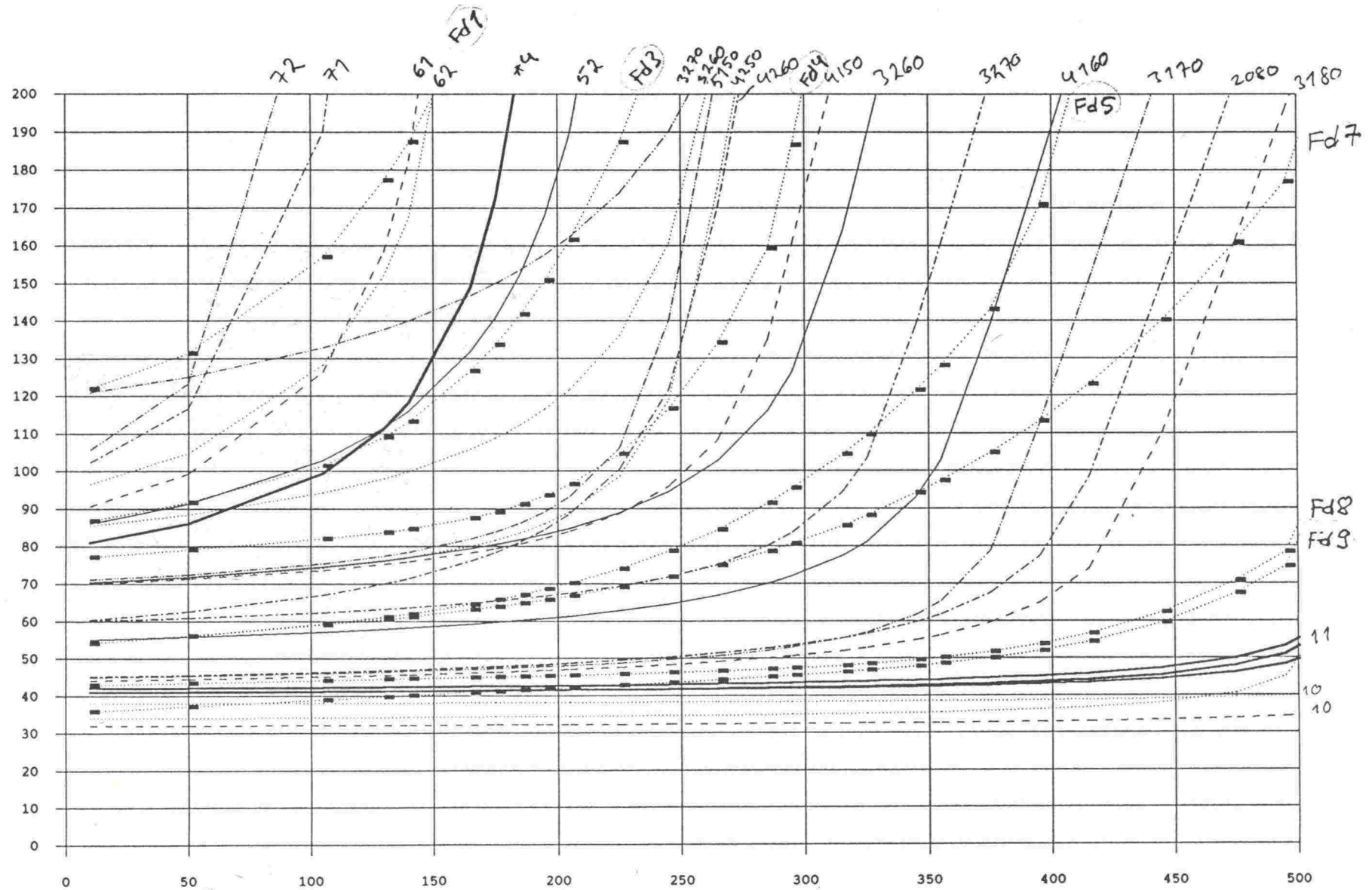


Kuva 5. Keskimääräiset liikennemäärät ennen ruuhkaa, ruuhkan aikana ja ruuhkan jälkeen.

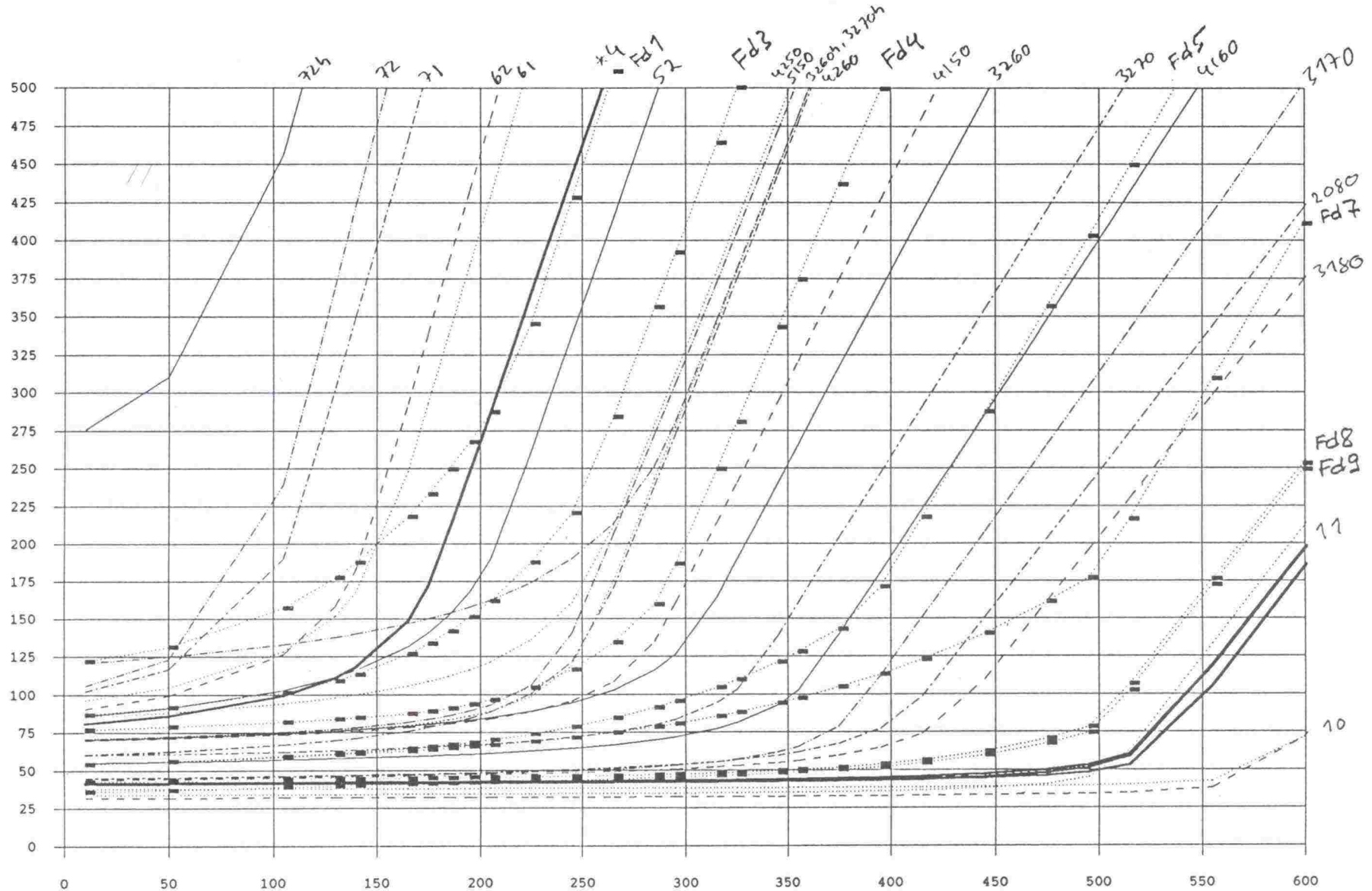


Kuva 6. Davidsonin funktio havaintoaineistossa.

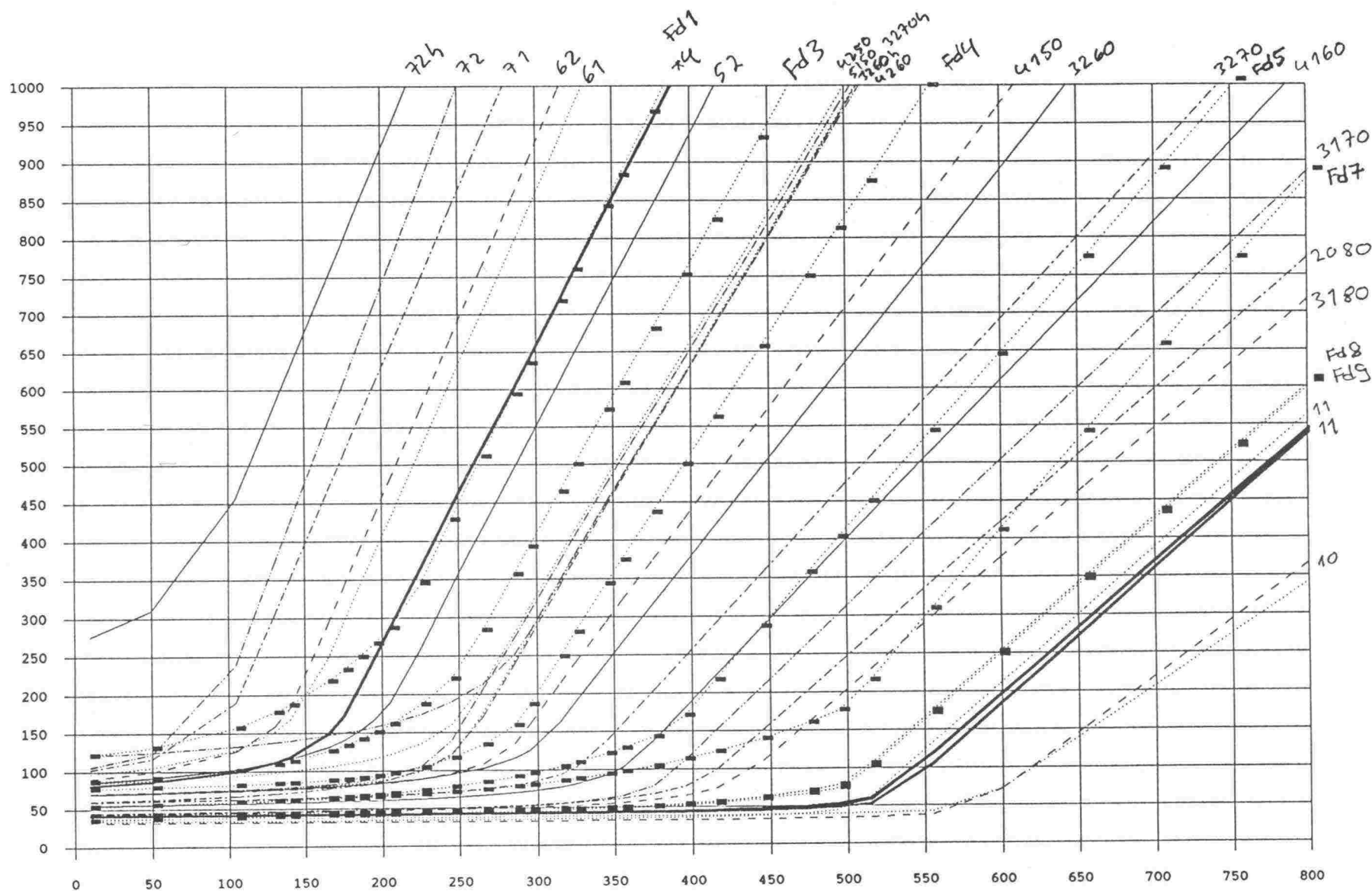




Ruotsalaiset funktiot = Fd_n
 onat funktiot tekstin mukaan



Ruotsalaiset funktiot = fd
 Omat funktiot tehtiin mukana



Rootsaiset funktiot = Fd
 Onat funktiot tehtiin uunsaun