

**KAKSIAJOKAISTAISEN TIEN LIIKENTEENVÄLITYSKYKY
TUTKIMUS V. 1972**

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS
TIESUUNNITTELUOSASTON TUTKIMUKSIA

TVH 2.396

HELSINKI 17.4. 1973

KAKSIAJOKAISTAISEN TIEN LIIKENTEEN-
VÄLITYSKYKYTUTKIMUS v. 1972

Dipl.ins. Matti Roine

Tiesuunnitteluosaston teknillistaloudellinen toimisto

Tie- ja vesirakennushallitus

Helsinki 17.04.1973

ISBN 951-46-0123-8

Alkusanat

Tiesuunnitteluosaston teknillistaloudellinen toimisto aloitti vuonna 1970 kaksiajokaistaisen tien liikenteenvälityskykyä koskevat tutkimukset. Ko. vuonna suoritettiin nopeustutkimuksia erilaisissa tie- ja liikenneolosuhteissa keräten nopeushavaintoja kaikkiaan n. 15 000 kpl.

Tvh:n julkaisussa 2.389 on luotu katsaus aikaisempiin välityskykytutkimuksiin, tehty tutkimussuunnitelma välityskykytutkimusten suorittamiseksi sekä esitetty v. 1970 suoritettujen mittausten tulokset.

Vuonna 1972 kaksiajokaistaisen tien välityskykytutkimusta päätettiin jatkaa pyrkimällä saamaan nopeustuloksia yhä vaihtelevimmissa tie- ja liikenneolosuhteissa. Tutkimus suoritettiin teknillistaloudellisen toimiston ja Uudenmaan piirikonttorin yhteistyönä ja nopeushavaintoja tehtiin kesällä 1972 kaikkiaan n. 35 500 kpl.

Tämän julkaisun alkuosassa (kohdat 1...6) on esitetty vuoden 1972 välityskykytutkimus ja sen tulokset. Julkaisun loppuosassa (kohta 7) on esitetty menetelmä kaksiajokaistaisen tien liikenteenvälityskyvyn määrittämiseksi, jossa tarkastelussa on otettu v. 1972 suoritettun tutkimuksen tulosten lisäksi myös v.1970 suoritettun tutkimuksen tulokset. Ko. menetelmä perustuu näin ollen varsin laajaan aineistoon ja antanee suhteellisen luotettavan kuvan kaksiajokaistaisen tien liikenteenvälityskyvystä Suomen olosuhteissa.

Tutkimuksen on suorittanut allekirjoittaneen johdolla Uudenmaan piirikonttorin palveluksessa ollut dipl.ins. Matti Roine käyttäen maastomittauksissa apuna sekä piirikonttorin että teknillistaloudellisen toimiston henkilökuntaa. Dipl.ins. Roine on tehnyt myös diplomityönsä tässä tutkimuksessa keräämänsä aineiston pohjalta.

Dipl.ins. Teppo Miikkulainen

SISÄLLYSLUETTELO:

	Sivu
0. Johdanto	
1. Tutkimuksen määritelmät ja käytetyt tilastol- liset menetelmät	1
2. Tutkimusmenetelmät	5
2.1 Yleistä	5
2.2 Tutkimusvälit	5
2.3 Nopeuksien mittaaminen	13
2.4 Liikennemäärät	14
2.5 Matkavälien määrittäminen	14
3. Tutkimusaineiston hankinta ja käsittely	16
3.1 Yleistä	16
3.2 Ajo- ja pistenopeushavainnot	16
3.3 Tietojen käsittely	17
4. Havaittujen liikennevirtojen ominaisuuksia	19
4.1 Liikennemäärät	19
4.2 Liikenteen koostumus	23
4.3 Nopeus- ja aikavälijakautumat	24
4.4 Matkavälit	26
5. Nopeudet ja nopeuksien hajonnat	27
5.1 Yleistä	27
5.2 Raskaiden autojen ajonopeudet	27
5.3 Raskaiden autojen vaikutus henkilöautojen ajonopeuksiin	28
5.4 Henkilöautojen ajonopeus	31
5.5 Kaikkien autojen ajonopeus	32
5.6 Nopeuksien hajonnat	32
5.7 Yhteenveto nopeuksiin ja hajontoihin vaikuttavista tekijöistä	33
6. Nopeuden ja liikennemäärän välinen riippuvuus	35
6.1 Nopeuden riippuvuus liikennemäärästä tutkimusväleillä	35
6.2 Nopeudet tien eri ajokaistoilla	44

7.	Tien liikenteenvälityskyvyn ja ajonopeuden määrittäminen tutkimuksen perusteella	46
7.1	Yleistä	46
7.2	Lähtökohdat	46
7.3	Palvelutasot	46
7.4	Palvelutasojen määrääminen nopeuden ja liikennemäärän avulla	48
7.5	Palvelutasojen välityskykyyn ja liikenteenvälityskykyyn vaikuttavat tekijät	48
7.51	Tien geometria	51
7.52	Ajoradan ja pientareen leveys	51
7.53	Raskaat ajoneuvot	52
7.54	Sivuesteet ja liittymät	52
7.6	Liikenteenvälityskyvyn ja palvelutason välityskyvyn laskeminen	52
7.7	Ajonopeuden määrittäminen	55
7.71	Henkilöautojen keskinopeus	57
7.72	Henkilöautojen 85 %:n nopeus	57
8.	Yhteenveto	58
9.	Kirjallisuusluettelo	61
	Liitteet	

0. JOHDANTO

Liikenteenvälityskykytutkimuksilla on pääasiassa tarkoitus selvittää kuinka paljon ajoneuvoja aikayksikössä tie pystyy välittämään ja minkälaiset ovat ajo-olosuhteet tiellä eri liikennemäärillä. Kun nämä tunnetaan voidaan liikenne-ennusteiden perusteella suunnittelussa todeta mm. missä vaiheessa on välttämätöntä parantaa tieverkko ja miten se voidaan taloudellisesti liikenteenvälityskyvyn kannalta tehdä. Vain vähäisellä osalla tiestöämme on tällä hetkellä suuria liikennemääriä, mutta liikennemäärien jatkuvasta kasvusta johtuen liikenteenvälityskykyyn liittyvien tekijöiden tunteminen on välttämätöntä.

Pohjoismaissa mm. Tanskassa on tehty tutkimuksia liikenteenvälityskyvystä. Laajin tätä alaa käsittelevä julkaisu lienee kuitenkin Yhdysvalloissa ilmestynyt HCM-1965. Tvh aloitti kaksiajokäytöisen tien liikenteenvälityskykytutkimukset v.1970, koska haluttiin selvittää miten ulkomaiset tutkimukset pitävät paikkansa olosuhteissamme. Tällöin havaittiinkin mm. seuraavia eroja:

- nopeudet olivat meillä yleensä suurempia
- nopeuden ja liikennemäärän välinen riippuvuus poikkesi esim. HCM:ssä esitetystä
- suuria liikennemääriä esiintyi tutkimusväleillä vain perjantaisin ja sunnuntaisin

Vuoden 1970 tutkimus koski pääasiassa hyvät tieolosuhteet omaavia kaksiajokäytöisiä teitä. Tässä tutkimuksessa onkin tarkoitus selvittää tarkemmin huonojen tieolosuhteiden vaikutuksia nopeuksiin ja liikenteenvälityskykyyn sekä täydentää aikaisempaa tutkimusta. Samalla on tavoitteena tutkia palvelutasoja ja niiden määräämiseen liittyviä kysymyksiä ja kehitellä menetelmiä liikenteenvälityskyvyn laskemiseksi.

1. TUTKIMUKSEN MÄÄRITELMÄT JA KÄYTETYT TILASTOLLISET MENETELMÄT

Tutkimuksessa käytettävät määritelmät vastaavat TVH:n HCM-65 käännöksen /15/ määritelmiä.

Aikaväli - Kahden peräkkäisen ajoneuvon välinen aikaero mitattuna keulasta keulaan niiden ohittaessa tietyn poikkileikkauksen.

Ajonopeus - Ajoneuvon nopeus tietyllä tieosalla määritettynä matkan ja ajoajan osamääränä. Koko liikennevirran tai sen osan keskimääräinen ajonopeus on matkasuunnan ja ajoaikasumman osamäärä.

Ihannecolosuhteet - Liikenteenvälityskyvyn määrittelyssä käytetyt perusolosuhteet:

- katkeamaton liikennevirta, jota siihen kuulumattomat ajoneuvot tai jalankulkijat eivät häiritse
- liikennevirta muodostuu vain henkilöautoista
- ajokaistat 3.6 metriä, pientareet riittävät eikä sivusteitä ole 1.80 metriä lähempänä ajoradan reunaa
- tien vaaka- ja pystylinjaus vastaa 112 km/h keskimääräisen tienopeuden edellytyksiä, minkä lisäksi tiellä on jatkuvasti ohitusnäkemä

Liikenneolosuhteet - Kuvautuvat tässä tutkimuksessa liikenteen nopeudessa, liikennemäärässä ja liikenteen koostumuksessa.

Liikennetiheys - Tietyn pituisella tien, ajoradan tai ajokaistan osalla tietyllä hetkellä kulkevien ajoneuvojen lukumäärä. Ilmoitetaan tavallisesti ajoneuvoina/1 km.

Liikenteenvälityskyky-välityskyky - Liikenneyksiköiden määrä aikayksikössä (tässä tunnissa), jonka tie tai kaista voi välittää vallitsevissa tie- ja liikenneolosuhteissa.

Matkaväli - Kahden peräkkäisen ajoneuvon välinen etäisyys mitattuna keulasta keulaan.

Mäkisyys - Tietyllä tieosalla esiintyvien pystysuorien korkeuserojen itseisarvojen summa jaettuna tieosan pituudella, tässä tutkimuksessa m/km.

Näkemä - Henkilöauton kuljettajan näkemä matka mitattuna tien normaalia ajouraa pitkin tiettyyn korkeuteen tien pinnan yläpuolella, kun muu liikenne ei ole näkemäesteenä.

Ohitusnäkemä - Matka, jonka pituisen vapaan näkemän ajoneuvon kuljettaja tarvitsee voidakseen suorittaa ohituksen turvallisesti niin, ettei ohituksen alkamishetkellä näkyviin tulevan ohjenopeudella vastakkaiseen suuntaan kulkevan ajoneuvon tarvitse vähentää nopeutta. Tässä tutkimuksessa ≈ 460 metriä.

Kaarteisuus - Tietyllä tieosalla esiintyvien vaakasuorien kaarteiden keskuskulmien summa jaettuna tieosan pituudella, tässä tutkimuksessa gradia/km.

Katkeamaton liikennevirta - Liikennevirta, josta ajoneuvo ei joudu tietyllä tieosuudella pysähtymään muun kuin liikennevirrasta itsestään johtuvan syyn vuoksi.

Keskimääräinen tienopeus - Eri tieosien ohjenopeuksien painotettu keskiarvo, kun osuuksien ohjenopeudet on määriteltä kunkin osuuden suunnittelu elementtien perusteella.

Käyttönopeus - Suurin matkanopeus, joka tiellä voidaan saavuttaa suotuisissa sääolosuhteissa ja vallitsevissa liikenneolosuhteissa ylittämättä missään kohdassa turvallista nopeutta, jona pidetään kunkin osuuden suunnitteluelementtien perusteella määrättyä ohjenopeutta.

Käytösuhde - Tien liikennemäärän suhde sen maksimivälityskykyyn.

Liikennemäärä - Tässä tutkimuksessa tietyn tien kohdan ohittavien ajoneuvojen lukumäärä yhtä tuntia kohti (ajon/h).

Pistenopeus - Ajoneuvojen nopeus sen ohittaessa tien tietyn poikileikkauksen.

Raskas ajoneuvo - Kuorma-auto tai linja-auto.

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

Tarkasteluissa käytetyt merkinnät:

$V_T(H)$	= henkilöautojen nopeuksien aikajakautuman keskiarvo
V_T	= kaikkien autojen nopeuksien aikajakautuman keskiarvo
$V_{85}(H)$	= henkilöautojen 85 % nopeus
V_{85}	= kaikkien autojen 85 % nopeus
M	= mäkisyys (m/km)
K	= kaarteisuus (grad/km)
Q	= molempien suuntien yhteinen liikennemäärä (ajon/h)
Δv	= nopeusero (km/h)
R	= kokonaiskorrelaatiokerroin

r	= raskaiden autojen (kuorma-autot + linja-autot) prosenttiosuus liikennevirrassa (%)
PLS	= pääliikennesuunta
VLS	= pääsuunnan vastainen ajosuunta
L _a	= ajoradan leveys (m)
L _p	= pientareen leveys (m)
N ₄₆₀	= yli 460 m näkemien prosenttiosuus (%)
N ₃₀₀	= yli 300 m näkemien prosenttiosuus (%)

Tilastolliset menetelmät:

Havainnoista laskettiin tietokoneen avulla keskiarvoja ja muita tunnuslukuja. Vertailevana keskinopeutena käytetään aikajakautuman keskiarvoa (Time Mean Speed) V_T , joka voidaan laskea kaavalla:

$$V_T = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_i \quad (1)$$

Matkajakautuman keskiarvo (Space Mean Speed) saadaan havainnoista myös:

$$V_S = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{V_i}} \quad (2)$$

Näiden välillä on yhteys:

$$V_T = V_S \left(1 + \frac{S^2}{V_S^2} \right) \quad (3)$$

Regressiomallina on käytetty seuraavaa lineaarista mallia kaikissa tarkasteluissa:

$$y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_n x_n \quad (4)$$

missä: y	= selitettävä muuttuja
$x_1 \dots x_n$	= selittävät muuttujat
$a_1 \dots a_n$	= regressiokerroin

Monimuuttujamallit on laskettu tietokoneen valikoivalla regressioanalyysiohjelmalla, joka lisää muuttujat malliin paremmuusjärjestyksessä. Tulostuksessa kuvaa t-arvo muuttujan merkitsevyyttä mallissa. Kokonaiskorrelaatiokerroin R ilmoittaa kuinka paljon malli selittää selitettävän muuttujan kokonaisvaihtelusta.

Yhden selittäjän mallien korrelaatiokerroimen nollasta poikkeavuutta on testattu t-testillä:

$$H_0 : R = 0 \quad (5)$$

$$t(n-2) = \frac{2}{\sqrt{1-R^2}} \sqrt{n-2} \quad (6)$$

Tilastollisessa testauksessa on käytetty kolmea varmuustasoa:

95-99 %	<u>melkein merkitsevä ero</u> havaintojen ja nollahypoteesin välillä (x)
99-99,9 %	<u>merkitsevä ero</u> havaintojen ja nollahypoteesin välillä (xx)
>99,9 %	<u>erittäin merkitsevä ero</u> havaintojen ja nollahypoteesin välillä (xxx)

2. TUTKIMUSMENETELMÄT

2.1 Yleistä

Tutkimuksessa on liikenteellisistä tekijöistä tarkasteltu liikennemäärän ja liikenteen koostumuksen vaikutusta nopeuksiin. Tien geometriaa kuvaavina muuttujina on käytetty mäkisyyttä, kaarteisuutta, näkemäprosentteja ja ajoradan sekä pientareen leveyttä. Liikennemääränä on käytetty molempien suuntien yhteistä liikennemäärää ja nopeutena yleensä ajonopeutta pääliikennesuunnassa. Tällöin on oletettu, että pääliikennesuunnan ja vastakkaisen suunnan ajonopeudet ovat lähes samat. Oletus on tehty HCM:n esittämien tutkimustulosten perusteella. Sen paikkansapitävyyttä on tarkkailtu tutkimuksin.

2.2 Tutkimusvälit

Tutkimusvälit valittiin liikennemäärän, mäkisyyden ja kaarteisuuden perusteella. Alustavassa vaiheessa välien silmämääräisen arvion ja tieinventointitietojen perusteella valittiin 25 mittausväliä. Näistä osoittautui sopiviksi 12 väliä, joilla suoritettiin mittaukset. Välien valintavaiheessa osoittautui liikennemäärä merkittävimäksi välien valintaa rajoittavaksi tekijäksi. Vain harvalla tiellä oli sopivan mittaisia ja luonteisia tieosia, joilla liikennemäärän vaihteluväli oli riittävä tutkimuksen kannalta. Tutkimusvälien valinnassa pyrittiin siihen, että huippu-tunnin kokonaisliikennemäärä olisi 1000 ajon/h. Osa tutkimusväleistä valittiin lisäksi mäkisiltä ja kaarteisilta tieosilta, joilla oli huonot näkemäolosuhteet.

Tutkimusvälien pituuksien mittaus suoritettiin autoon asennetulla tarkkuusmatkamittarilla. Välien mäkisyyden, kaarteisuuden, pituuden ja näkemät inventoitiin tvh:n mittausautoilla. Kaltevuudet mitattiin 50 m välein kaltevuusmittarilla ja kaarteet hyrräkompassilla. Näkemämittaus tehtiin kahdella autolla, mitaten kohtaamisnäkemä. Tutkimusväleistä piirrettiin näkemä- ja kaltevuuskäyrät sekä laskettiin kaarteisuus, mäkisyyden, kaarteiden pituus ja kaarresäteet.

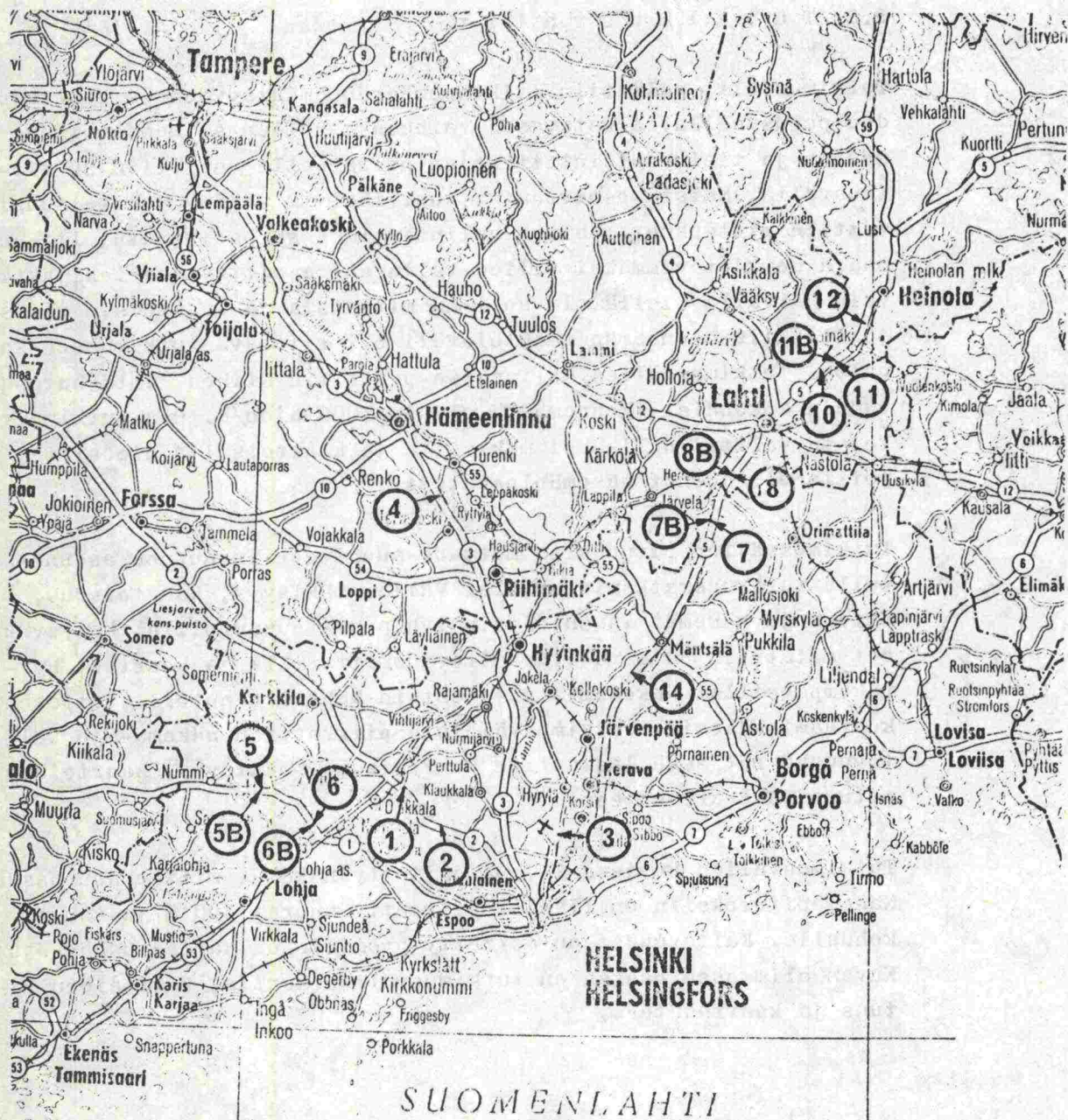
Tutkimusvälien kuvissa 2-7 on esitetty näkemät mittaussuunnassa. Näkemäpiirroksiin on lisäksi piirretty suorat 300 m ja 460 m kohdalle. Kaltevuudet on esitetty promilleina kaltevuuskäyrässä. Kuvan alimmassa osassa on tutkimusvälien kartta, kaarteiden pituus ja kaarresäteet.

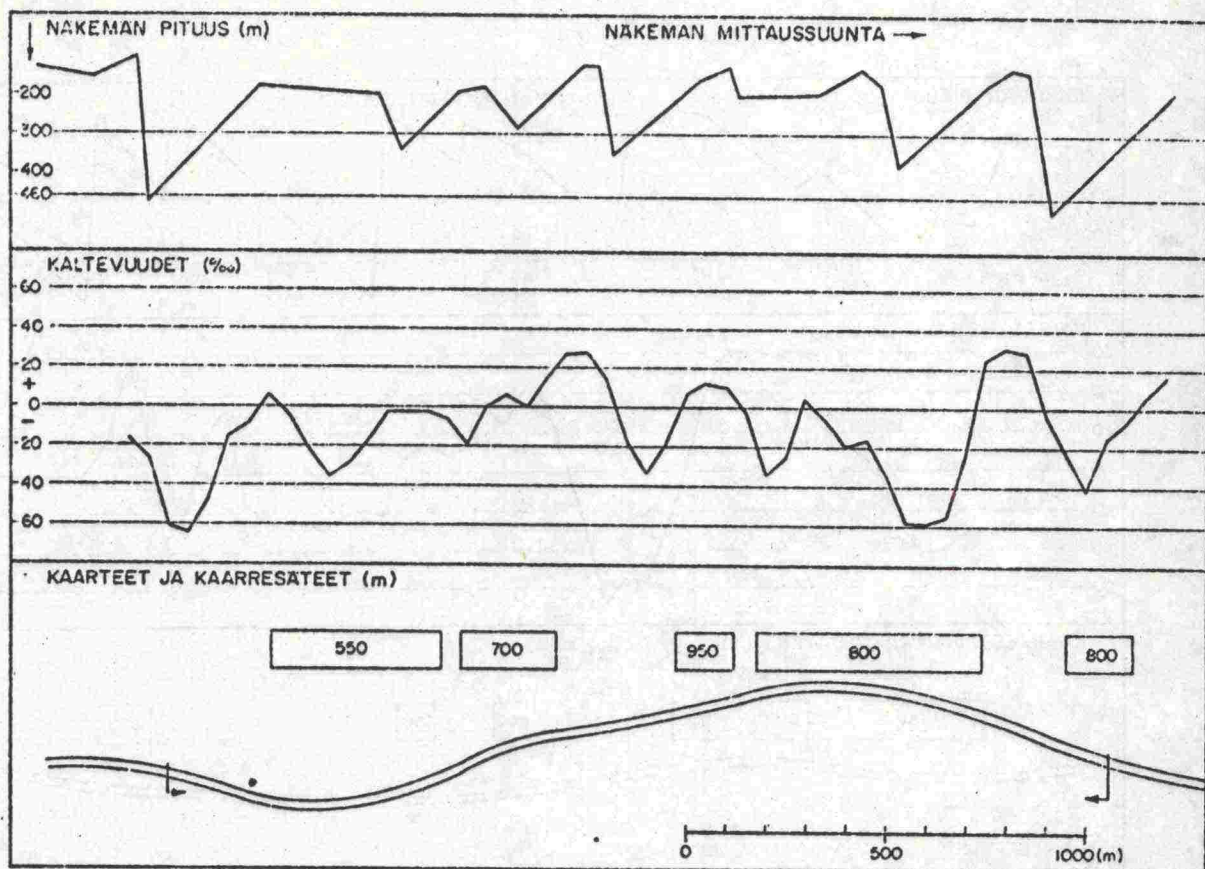
Tutkimusvälit on numeroitu:

1, 2, 3, 4, 5, 5B, 6, 6B, 7, 7B, 8, 8B, 10, 11, 11B, 12 ja 14

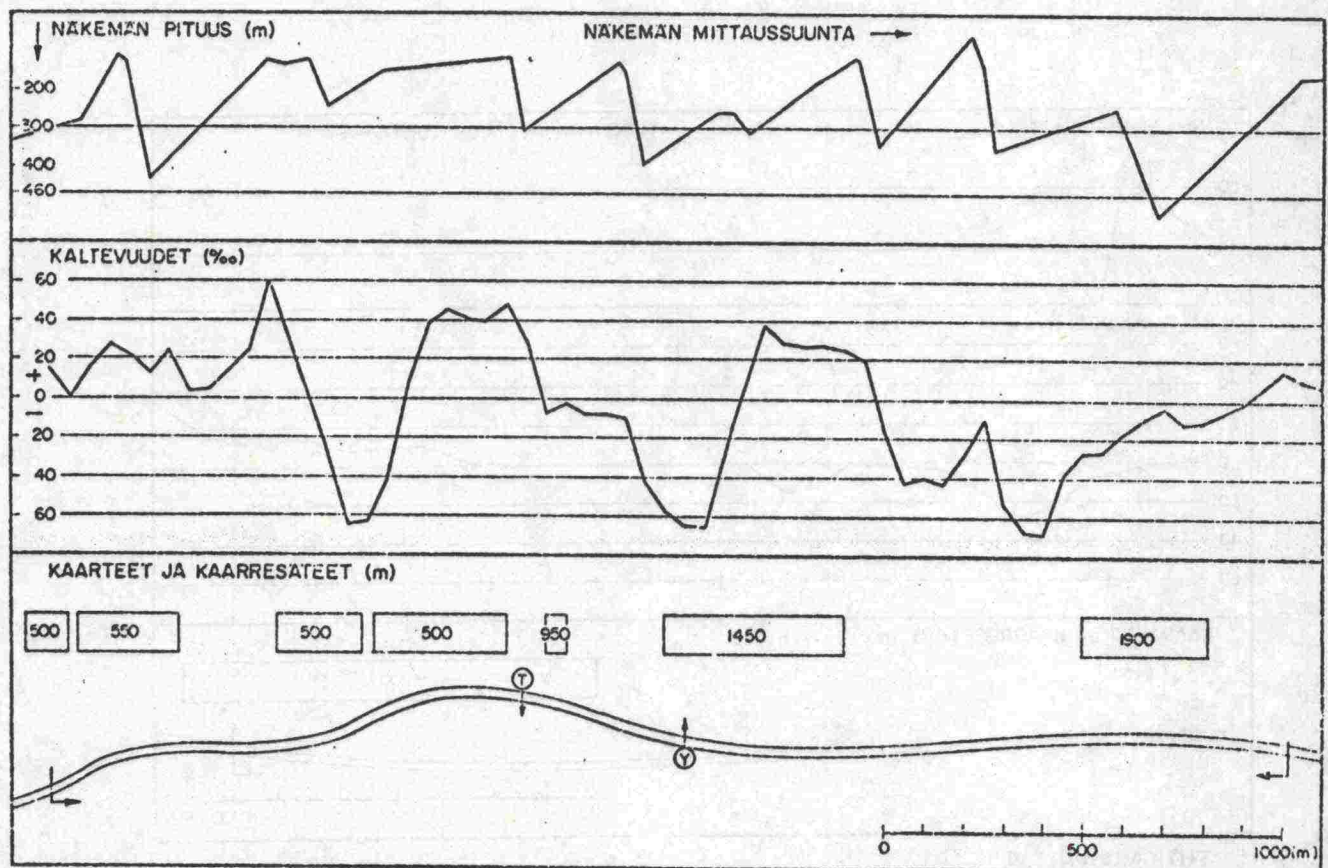
Kuvassa 1 on esitetty kartta tutkimusvälien sijainnista.

Numeroinnissa B tarkoittaa samaa tutkimusväliä, mutta ajonopeus on mitattu vastakkaisessa suunnassa. Näillä tutkimusväleillä on mitattu yleensä perjantaina menoliikennettä ts. Helsinkiin tulevaa liikennettä. Välit 10 ja 12 alkavat mäen alta ja päättyvät mäen harjalle, joten nopeuksiin vaikuttaa tällöin nimenomaan välin pitkä nousu. Taulukkoon 1 on koottu tiedot tutkimusvälien geometriasta.

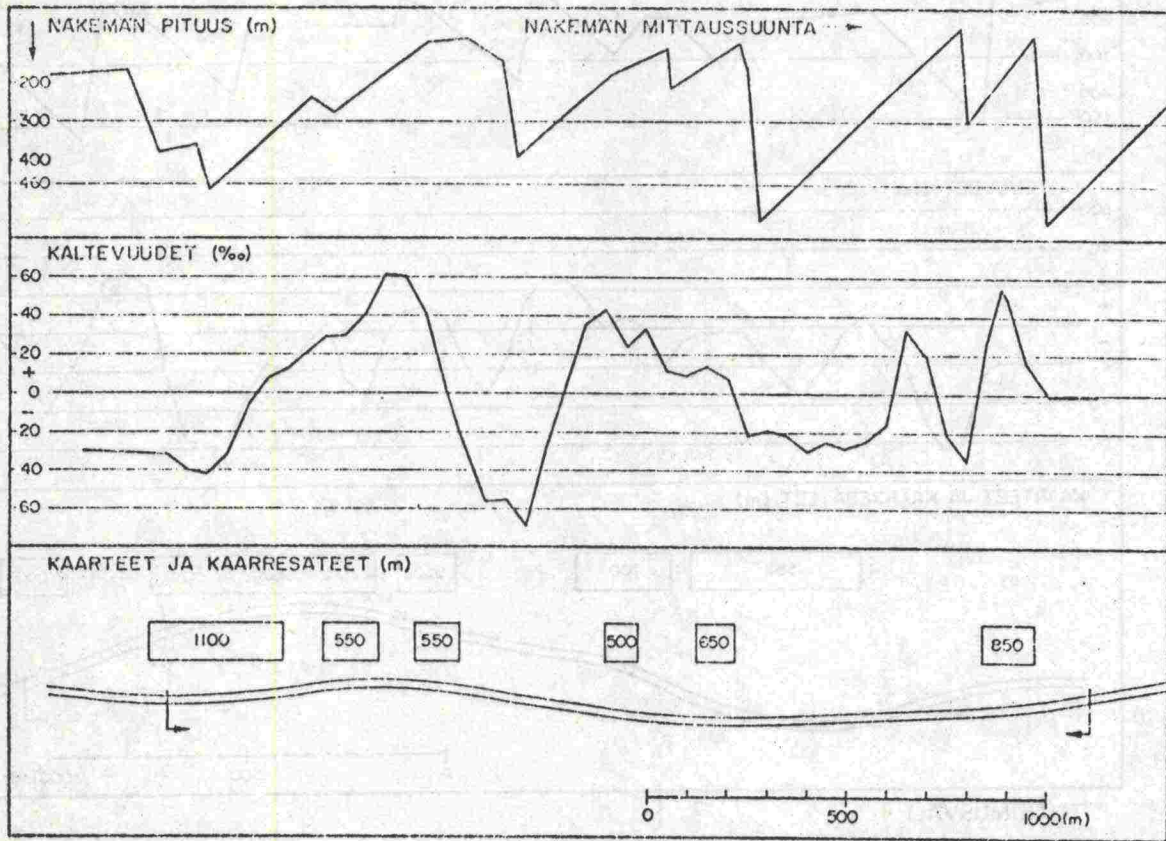




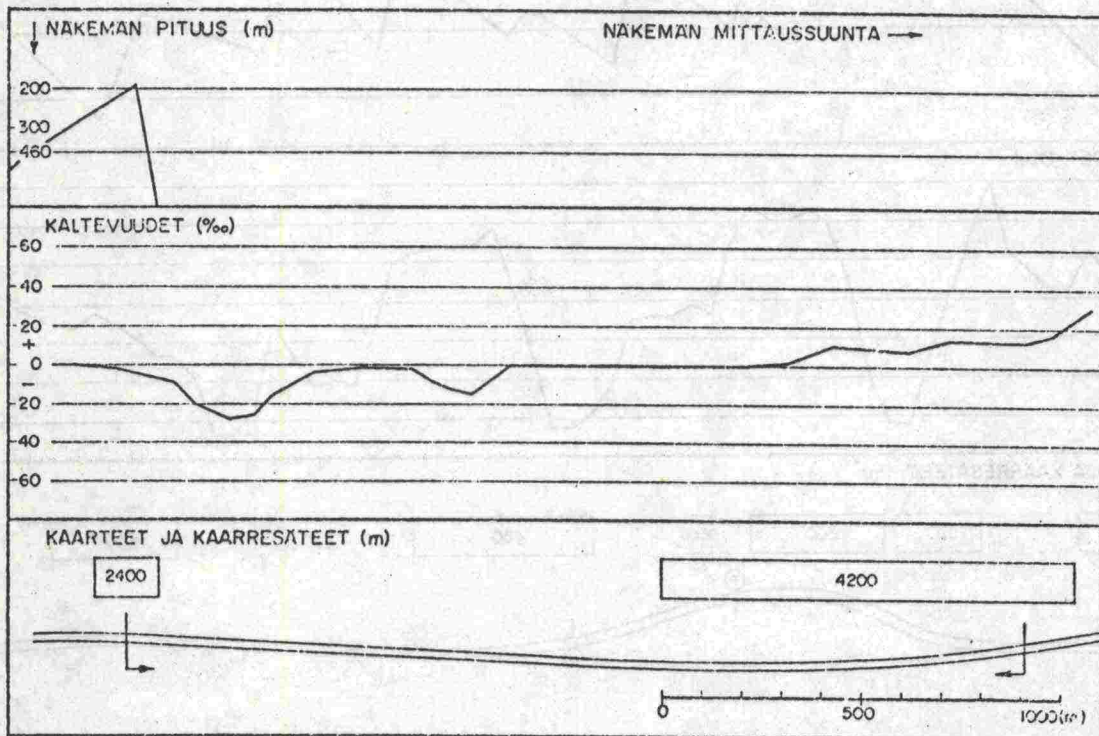
TUTKIMUSVALI I



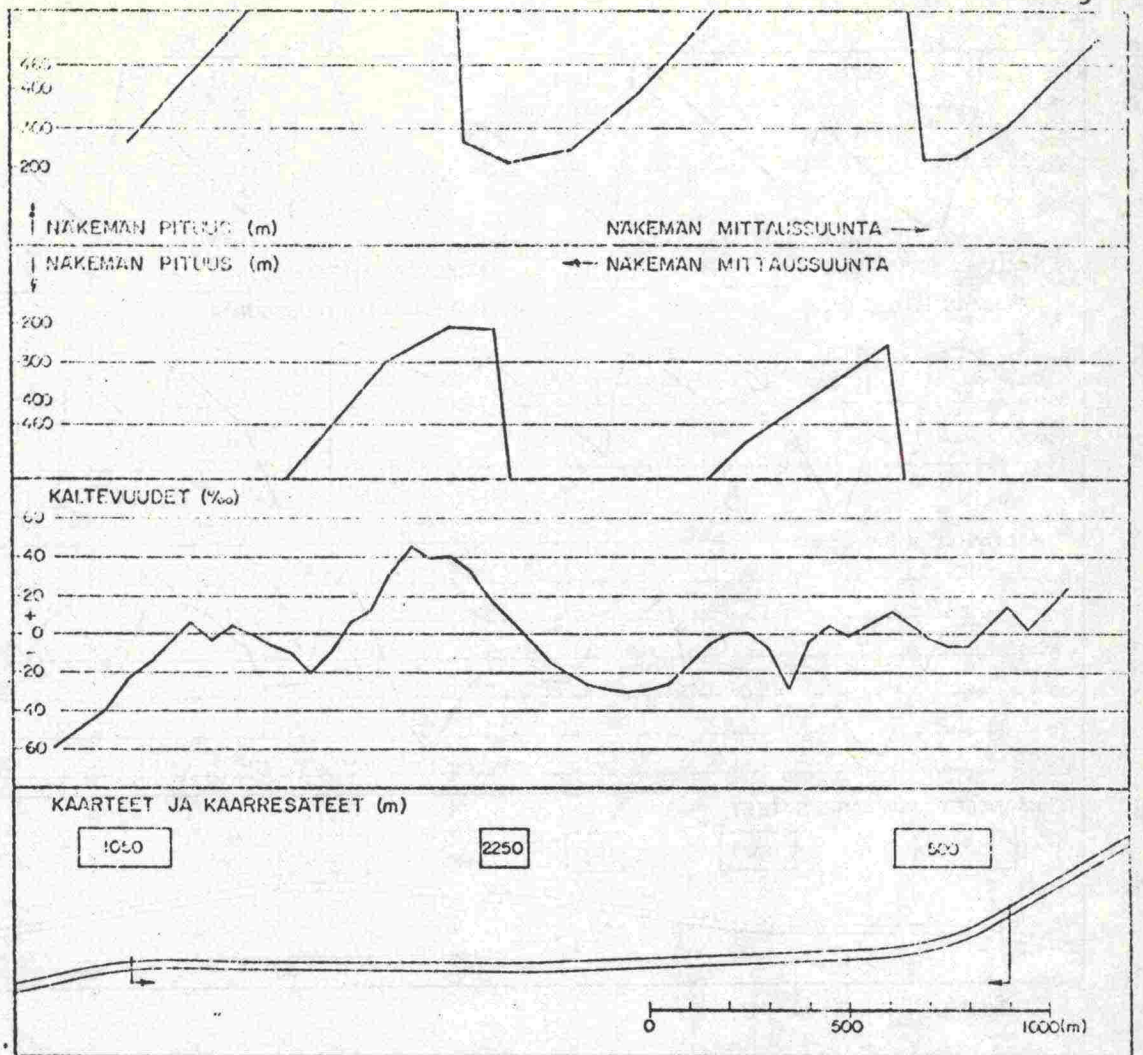
TUTKIMUSVALI 2



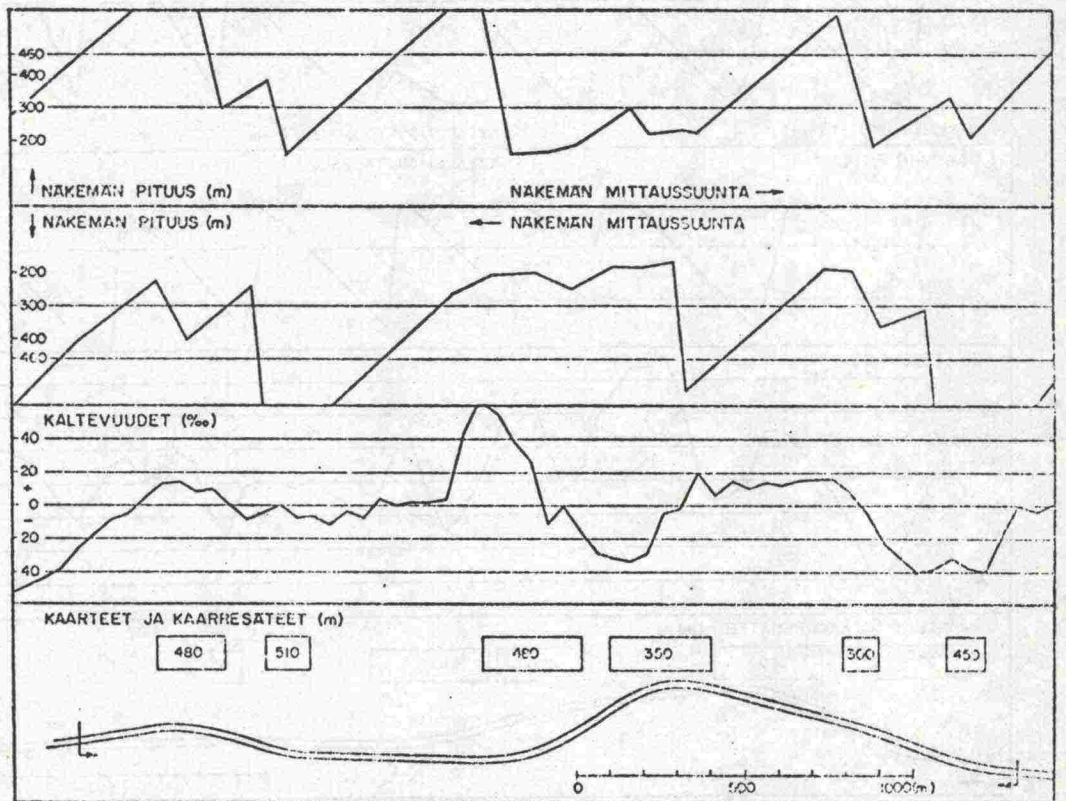
TUTKIMUSVALI 3



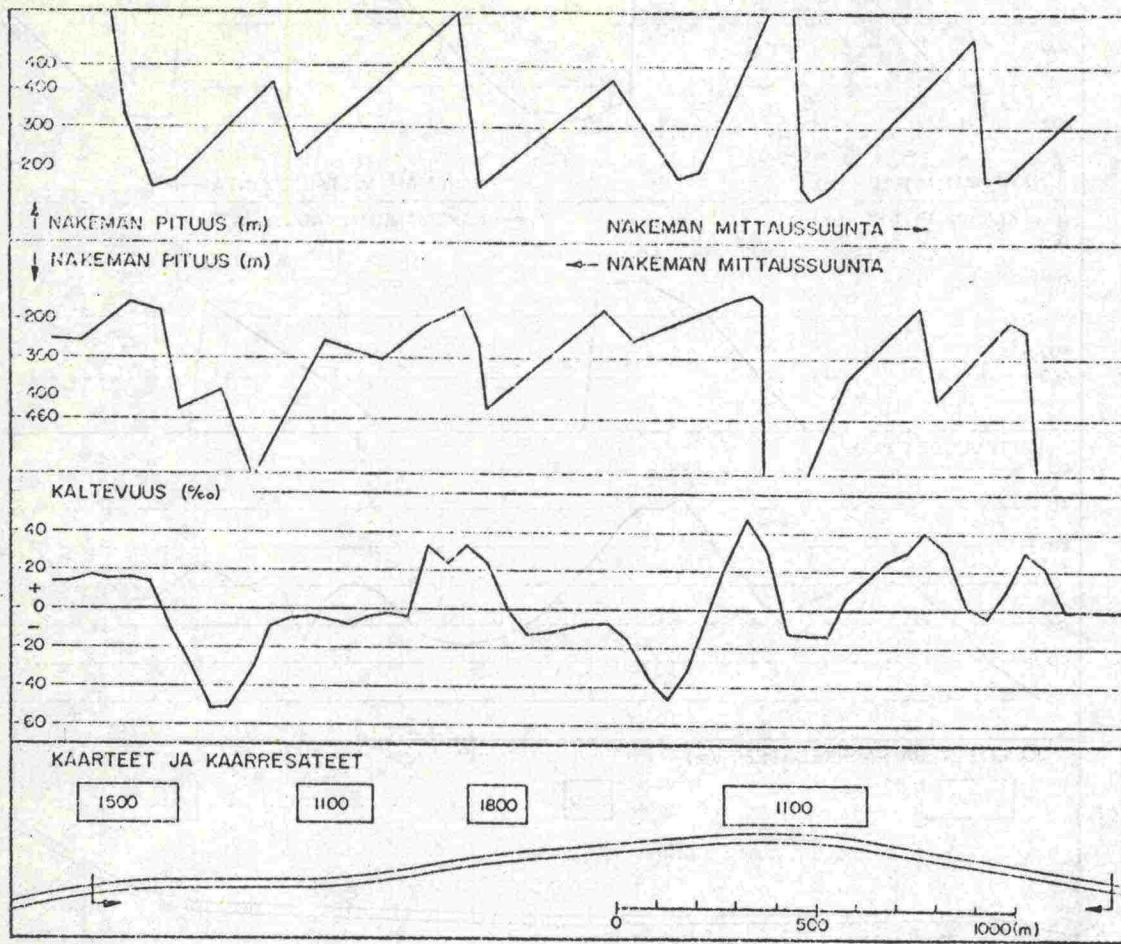
TUTKIMUSVALI 4



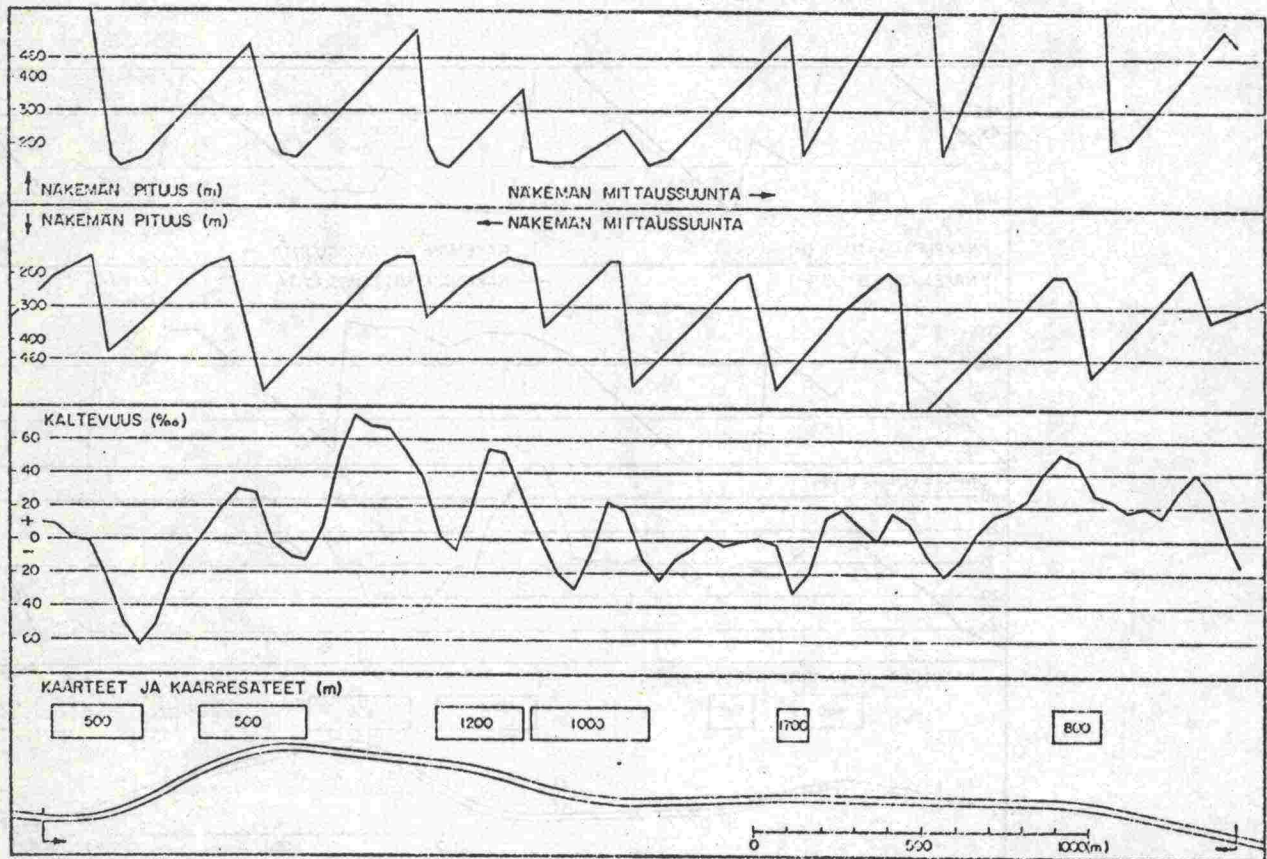
TUTKIMUSVALI 5 JA 5B



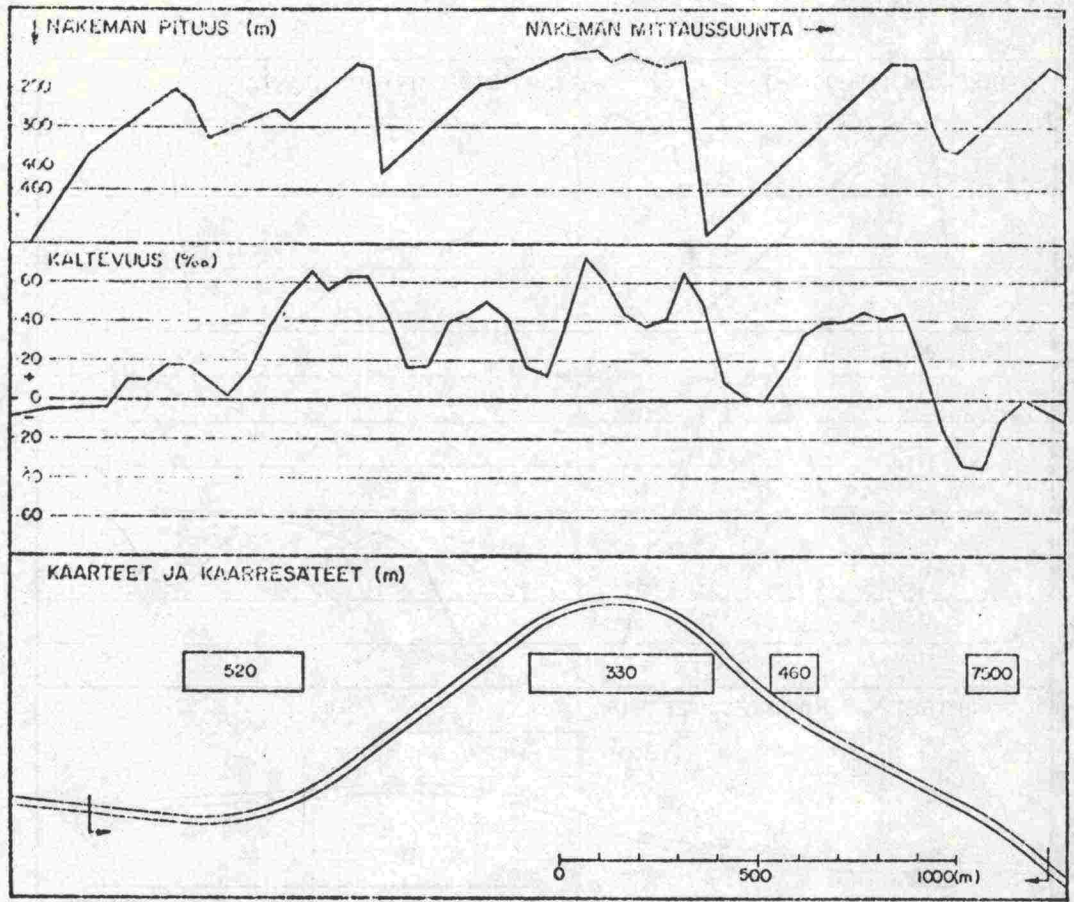
TUTKIMUSVALI 6



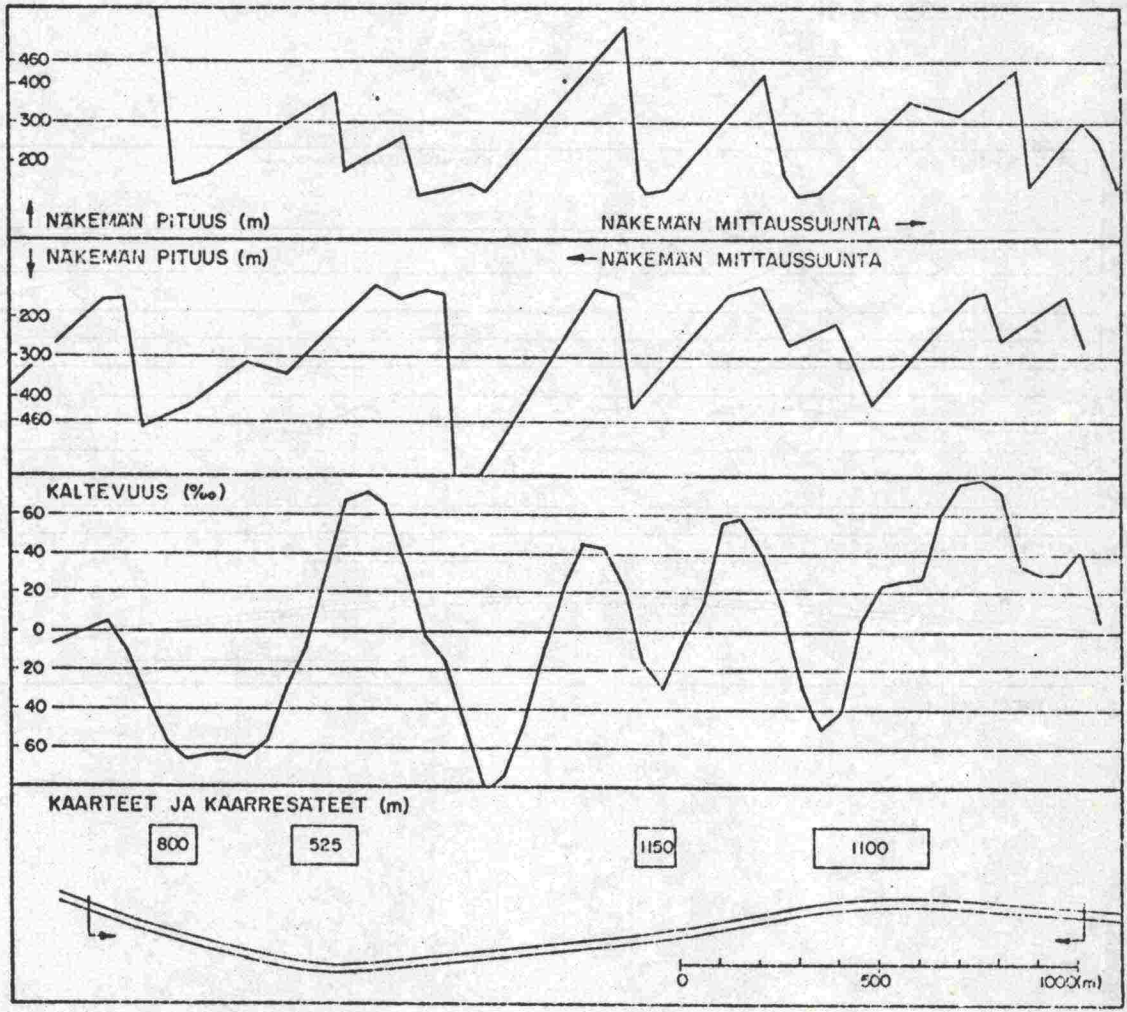
TUTKIMUSVALI 7 JA 7B



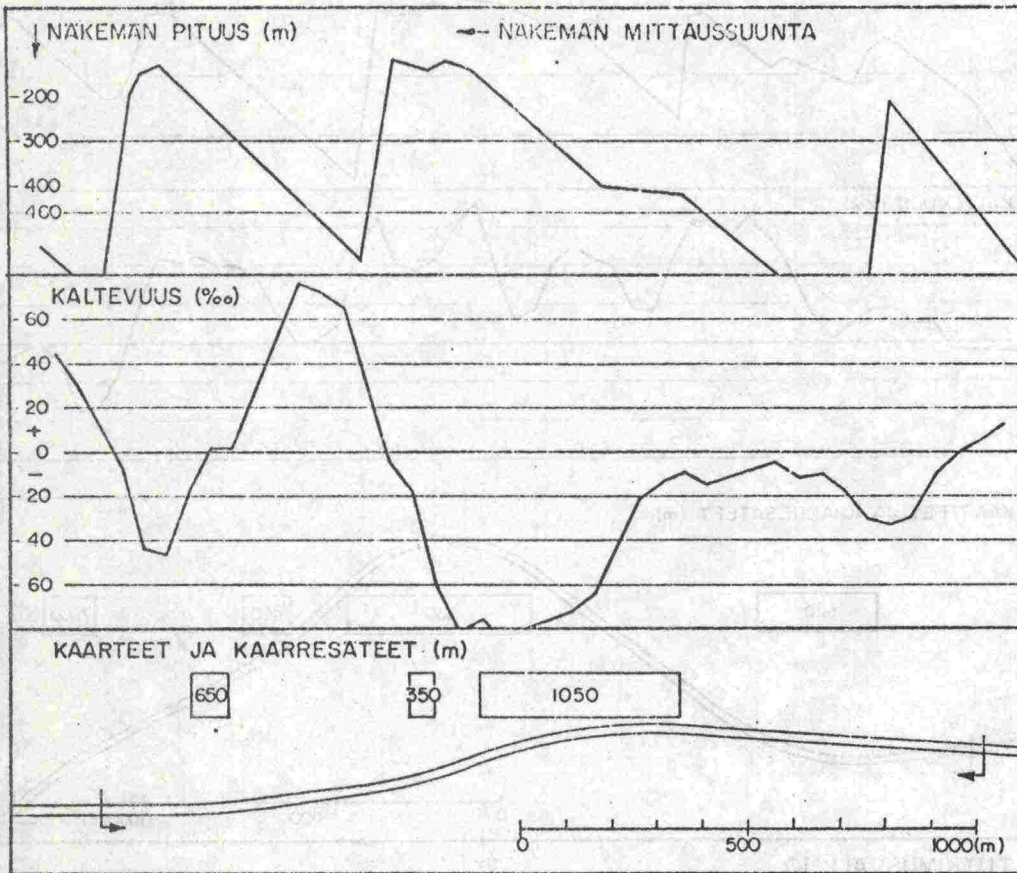
TUTKIMUSVALI 8 JA 8B



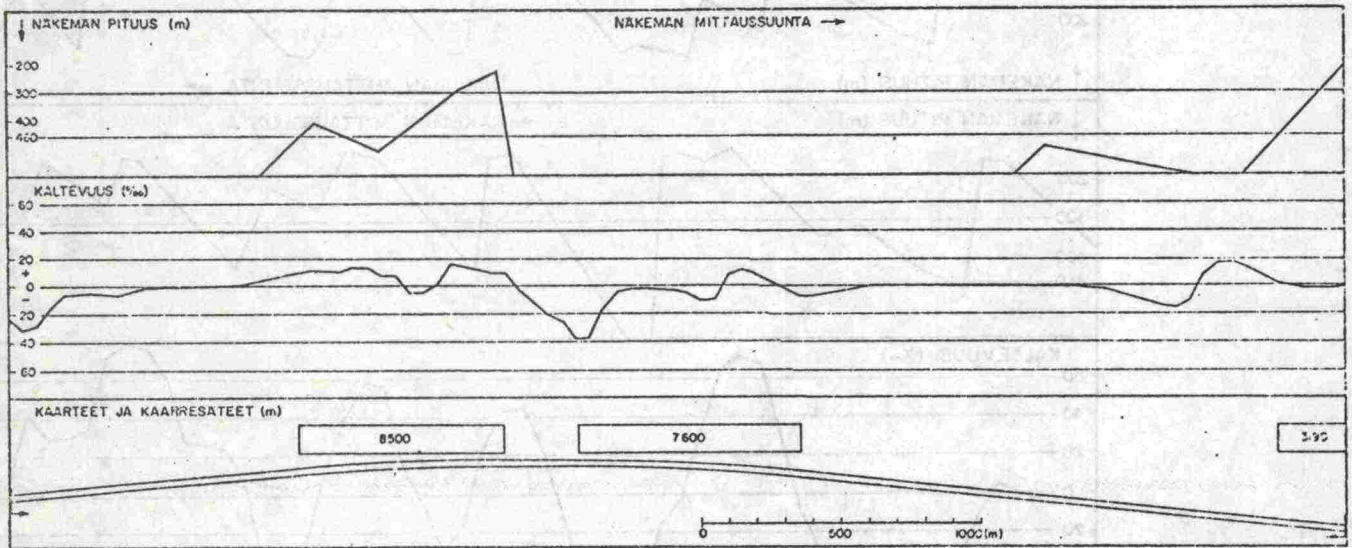
TUTKIMUSVALI IO



TUTKIMUSPISTE II JA IIB



TUTKIMUSVALI 12



TUTKIMUSVALI 14

Taulukko 1. Tutkimusvälien ominaisuuksia.

TUTKIMUSVÄLIT											
SIJAINTI				GEOMETRISET OMINAISUUDET JA MITAT							
Väli N:o	Tien N:o	Tieosa	Paikka	Näkemiä 460	Näkemiä 300	Mäkiysyys (m/km)	Kaarteisuus (grad/km)	Piennar (m)	Ajorata (m)	Leveys ylit. (m)	Mittavälin pituus (km)
1	02	108	OTALAMPI	2	25	22	67	0.0	6.8	6.80	2.368
2	02	107/106	OTALAMPI	3	33	27	47	0.0	6.8	6.80	3.127
3	137	103	VANTAA	8	35	28	27	1.4	7.2	10.00	2.318
4	03	119	JANAKKALA	98	100	8	8	1.4	7.1	9.90	2.248
5	01	113	NUMMI	63	85	17	22	1.5	7.0	10.00	2.303
5B	01	113	NUMMI	55	70	17	22	1.5	7.0	10.00	2.303
6	01	111	NUMMELA	26	56	21	57	1.5	7.0	10.00	2.896
6B	01	111	NUMMELA	29	62	21	57	1.5	7.0	10.00	2.896
7	04	119	LUITIKYLÄ	17	50	19	19	1.3	7.0	9.60	2.561
7B	04	119	LUITIKYLÄ	20	54	19	19	1.3	7.0	9.60	2.561
8	04	120	LUITIKYLÄ	13	47	23	21	1.3	7.1	9.70	3.566
8B	04	120	LUITIKYLÄ	27	58	23	21	1.3	7.1	9.70	3.566
10	05	103	VIERUMÄKI	6	32	31	69	0.75	6.75	8.25	2.397
11	05	103/104	VIERUMÄKI	7	38	39	20	0.90	6.60	8.40	2.424
11B	05	103/104	VIERUMÄKI	11	45	39	20	0.90	6.60	8.40	2.479
12	05	106	VIERUMÄKI	27	63	34	24	0.70	6.60	8.00	1.980
14	04	111/110	MÄNTSÄLÄ	83	95	7	4	1.80	7.00	10.60	4.810

2.3 Nopeuksien mittaaminen

Pääsuunnassa mitattiin nopeudet rekisteritunnusmenetelmällä ja vastakkaisessa suunnassa tutkamenetelmällä. Rekisteritunnusmenetelmässä luettiin magnetofoninauhalle ohiajaviin autojen rekisteritunnuksen tietoja, ohitusaikoja ja ajoneuvotyyppisiä molemmissa tutkimusvälin päissä samaan aikaan. Magnetofonin tiedot purettiin tietojenkäsittelykaavakkeelle (liite 2). Tutkimusvälinällä ajaneen auton ajoaika saadaan molempien päiden ohitusaikojen erotuksena, koska kellot on pantu käymään samaan aikaan ennen mittausta. Ajoneuvon nopeus voidaan laskea, kun tunnetaan tutkimusvälin pituus.

Mittauksissa oli yleensä kummassakin tutkimusvälin päässä kaksi henkilöä, joista toinen kirjoitti havainnot suoraan tietojenkäsittelykaavakkeelle ja toinen luki ääneen magnetofoninauhalle rekisteritunnuksen toisen kirjaimen ja kaksi viimeistä numeroa, ohitusajon ja ajoneuvotyyppin. Epäselvyydet ja puutteellisuudet voitiin korjata kaavakkeille magnetofoninauhojen perusteella. Näin nopeutettiin huomattavasti tietojen käsittelyä. Mittauksella käytettiin satajakoista sekuntikelloa. Mittakellojen käyntiero ei käsitellyssä aineistossa ylittänyt 3/100 minuuttia, jolloin ajonopeuksiin ei tarvinnut tehdä korjauksia.

Menetelmässä käytettiin apuna radiopuhelimia, jolloin mittaukset voitiin aloittaa ja lopettaa haluttuna ajankohtana. Havaintojen määrä oli kussakin mittauksessa yleensä noin 200 autoa. Autoista tehtiin seuraavia havaintoja:

- rekisteritunnus
- ajoneuvon tyyppi: henkilöauto, pakettiauto, linja-auto, kuorma-auto tai perävaunullinen kuorma-auto
- ohitusajat mittausvälin alku- ja loppupäässä

Nopeuksien ja liikennemäärän laskemiseksi täytyi tietää välin pituus sekä mittauksen kesto aika. Kussakin mittauksessa merkittiin lisäksi muistiin mittaussuunta, tutkimusvälin sijainti, aloitus aika, mittauksen numero ja mittauspäivämäärä.

Tutkamittauksia tehtiin rekisteritunnusmenetelmämittausten yhteydessä samaan aikaan vastakkaisessa ajosuunnassa. Siinä saadaan ajoneuvojen nopeudet suoraan pistenopeuksina. Mittauksissa ei tarvittu kuin yksi havainnoitsija, joka luki mittarista tutkan antamat nopeudet ja samalla kirjoitti ne tietojenkäsittelykaavakkeelle (liite 3). Liikennemäärät ko. vastakkaisessa liikennesuunnassa olivat pieniä, joten yksi henkilö pystyi hoitamaan mittaukset vaikeuksitta. Menetelmällä saatiin nopeudet ajoneuvotyypeittäin. Käytettyjä menetelmiä on tarkemmin selostettu julkaisussa /14/.

2.4 L i i k e n n e m ä ä r ä t

Tien kokonaisliikennemäärä laskettiin yleensä tietojenkäsittelykaavakkeille merkittyjen ja samaan aikaan tehtyjen rekisteritunnus- ja tutkamittausten havaintojen perusteella. Tuntia lyhyempien mittausten liikennemäärä redusoitiin tuntiliikenteeksi.

Mikäli mittauksen yhteydessä ei vastakkaisen suunnan liikenteen nopeutta tarkkailtu tutkalla, täytyi liikennemäärä laskea sopivalla tavalla. Näissä mittauksissa käytettiin kahta eri liikenteen laskijaa. Pienillä liikennemäärillä oli kätevä käyttää Halda TC-1 pneumaattista letkulaskijaa, jota voitiin tarkkailla mittausten yhteydessä. Tällöin ei kuitenkaan voitu seurata liikennemäärän vaihtelua ja kasvua. Siksi käytettiin useissa mittauksissa automaattista paperinauhalla leimaavaa letkulaskijaa Halda TC-2DF. Laskijan tarkkuuta seurattiin mittauksissa.

2.5 M a t k a v ä l i e n m ä ä r i t t ä m i n e n

Tutkimuksen yhteydessä kokeiltiin jonossa ajavien matkavälien määrittämistä. Tässä menetelmässä käytettiin piirturia (Time Recorder) ja tutkaa.

Tarkkailtavan ajokaistan yli jänmitettiin letku ja yhdistettiin tavalliseen letkulaskijaan, jonka kalvon tuottamat impulssit johdettiin piirturiin. Ajoneuvon ylittäessä letkun syntyi paineaalto, jonka vaikutuksesta piirturin piirrin teki merkinnän liikkuvalla paperinauhalle. Matkavälien määrittämiseksi täytyi lisäksi tietää ajoneuvojen nopeudet. Ne mitattiin piirturin kohdalla tutkalla.

3. TUTKIMUSAINEISTON HANKINTA JA KÄSITTELY

3.1 Yleistä

Nopeustarkasteluja varten tehtiin kenttämittauksia kesän -72 aikana. Näissä mittauksissa mitattiin yleensä nopeudet sekä liikennemäärät molemmissa ajosuunnissa. Mittaukset tehtiin kuivalla tien pinnalla päivänvalossa. Havainnot muokattiin tietokoneella sopivaan muotoon jatkokäsittelyä varten.

3.2 Ajo- ja pistenopeushavainnot

Tutkimuksessa tehtiin 133 rekisteritunnusmittausta ja 91 tutkamittausta. Havaintoja tehtiin yhteensä noin 35 500, joista 27 700 oli rekisteritunnusmenetelmällä tehtyä ajonopeushavaintoa ja loput 7 800 tutkamenetelmällä tehtyä pistenopeushavaintoa.

Tiedot eri mittauksista on koottu liitteenä 1 olevaan taulukkoon. Niissä on esitetty havaintojoukkojen numerot, päivämäärät, viikonpäivät, mittaussuunnat, menetelmät, liikennemäärät, liikenteen koostumus, nopeudet, hajonnat, mittausten kesto ja mittausvälit. Sarakkeessa "menetelmä" R tarkoittaa rekisteritunnusmittaus, H liikennemäärän mittauksessa käytetty Halda-merkkistä liikenteenlaskijaa ja T tutkamittausta. Taulukoitten tiedot ovat tutkimusvälien mukaisessa numerojärjestyksessä. Mittausnumero (sarakeessa 1) vastaa tietokoneajoissa käytettyä havaintojoukon tunnusta.

Mittauksia tehtiin sekä arkisin että viikonloppuisin. Yleensä on arkena mitattu tiistaina, keskiviikkona tai torstaina. Viikonloppumittauksina on tutkimuksessa pidetty perjantain ilta-päivän ja sunnuntain välisenä aikana tehtyjä mittauksia. Arkimittauksia tehtiin yhteensä seitsemänä päivänä ja viikonloppumittauksia 24 päivänä. Arkena mitattiin yleensä klo 11-19, viikonloppuna perjantaina ja sunnuntaina klo 14-21.

Mittausten pituus riippui liikennemäärästä, kuitenkin niin, että yhden mittauksen maksimipituus oli 60 minuuttia. Koko aineistossa vaihteli ajonopeusmittauksen kesto välillä 9-60 minuuttia, jolloin näytteen suuruudeksi saatiin 100-250 havaintoa. Yleensä pyrittiin liikennevirrasta ottamaan ainakin 200 havainnon suuruinen näyte rekisteritunnusmenetelmää käytettäessä. Tutkamittaukset tehtiin samaan aikaan rekisteritunnusmittausten kanssa vastakkaisessa suunnassa saman pituisina. Tutkamittauksilla tarkkailtiin vastakkaisen suunnan nopeuksia. Mittaukset tehtiin 26.5 - 27.8 taulukon 2 mukaisesti.

Taulukko 2. Mittauspäivät

Toukokuu		Kesäkuu		Heinäkuu		Elokuu	
pv	vp	pv	vp	pv	vp	pv	vp
26	pe	2	pe	2	su	2	ke
28	su	7	ke	14	pe	4	pe
		9	pe	16	su	6	su
		11	su	18	ti	8	ti
		16	pe	21	pe	20	su
		18	su	27	to	27	su
		20	ti	28	pe		
		22	to	30	su		
		28	ke				
		30	pe				

3.3 Tietojen käsittely

Kaikki havainnot kirjoitettiin liitteiden 2 ja 3 mukaisille kaavakkeille, joiden perusteella tietokonekäsittely tehtiin NOP-70 tietokoneohjelmalla TVH:ssa. Ohjelma laski ajoneuvotyypeittäin mm:

- lukumäärät
- aika- ja matkajakautuman keskinopeudet
- 15 %:n, 50 %:n ja 85 %:n nopeudet
- nopeusjakautuman vinouden
- nopeusjakautuman

Rekisteritunnusmittaukset ja tutkamittaukset käsiteltiin tietokoneohjelmalla erikseen. Koska rekisteritunnusmenetelmässä tehdään havaintoja ajoneuvojen ohitusajoista, voidaan tätä menetelmää käytettäessä havainnoista laskea myös aikavälijakautuma. Kuvassa 8 on NOP-tietokoneohjelman periaatekaavio. Koko aineistoa koskevat tietokoneajot tehtiin valikoivalla regressioanalyysi-ohjelmalla. Tutkimuksessa tehdyt johtopäätökset perustuvat yleensä niihin tuloksiin.

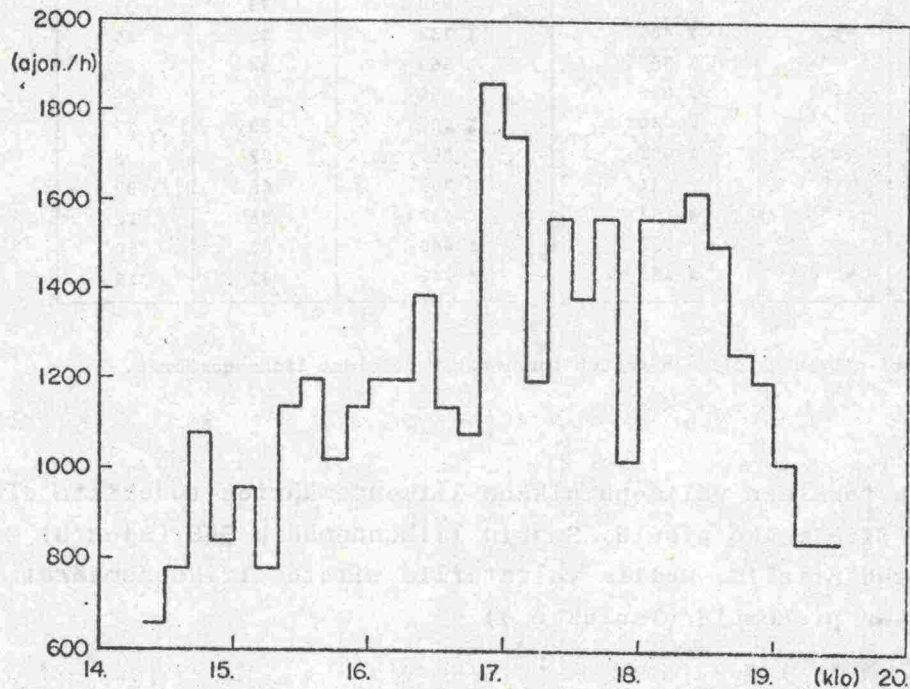
4. HAVAITTUJEN LIIKENNEVIRTOJEN OMINAISUUKSIA

4.1 Liikennemäärät

Tutkimusväleillä tehtiin osa nopeusmittauksista perjantaina ja sunnuntaina, jotta voitaisiin tarkkailla suurilla liikennemäärillä käytettyjä nopeuksia. Tavallisina arkipäivinä liikennemäärät olivat yleensä liian pieniä. Pyrkimyksenä oli mitata olosuhteita myös mahdollisimman lähellä tien liikenteenvälityskykyä. Liikennemäärät pysyivät yleensä kuitenkin pienempinä kuin 1800 ajon/h ja nopeudet melko suurina, joten tien liikenteenvälityskyvyn suuruutta ja välityskykynopeutta ei käytännössä pystytty toteamaan. Lahdentiellä 22.6. (klo 16.45) suurella liikennemäärällä tehdyssä mittauksessa todettiin seuraavat liikennevirran ominaisuudet:

- $Q = 1732$ ajon/h, $q = 1430$ ajon/h
- $V_T(H) = 70,3$ km/h, $V_{85}(H) = 76,1$ km/h
- $S(H) = 9,4$ km/h, $r = 6,2$ %

Myöhemmin samana päivänä ajo-olosuhteet laskivat jopa palvelutasolle F asti.



Kuva 9. Molempien suuntien yhteinen liikennemäärä Lahdentiellä vi 4 tutkimusväleillä 7 ja 8 22.6.72 (Holma).

On huomattava, että tutkimuksessa esitetyt liikennemäärät on laskettu mittausten perusteella. Ne ovat redusoituja tuntiliikennemääriä. Liitteessä 1 on esitetty kaikki tutkimuksessa todetut liikennemäärät redusoituna tuntiliikenteenä (ajon/h).

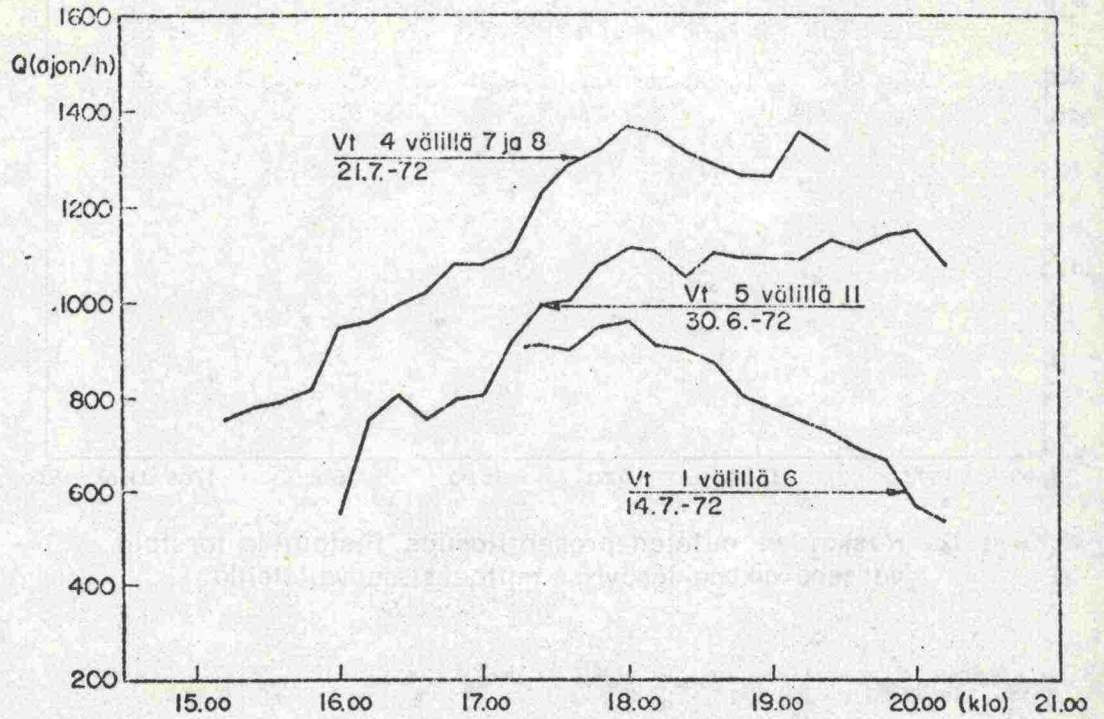
Taulukosta 3 nähdään, että suurin havaittu liikennemäärä 1742 ajon/h mitattiin tutkimusvälillä 14. Mittaus tehtiin 2.6. perjantaina klo 18.15. Tutkimusvälillä oli lähes ihanteelliset olosuhteet ja todella liikennemäärällä ei vielä saavutettu liikenteenvälityskykyä.

Suurimmat perjantain ja sunnuntain liikennemäärät mitattiin Lahdentiellä. Tuusulantiellä (mt 137) todettiin olleen suurimmat arkiliikennemäärät, mikä johtuu siitä, että tutkimusväli oli lähellä Helsinkiä, jolloin työmatkoista aiheutui suurimmat liikennemäärät klo 16-17. Havaittu suurin liikennemäärä oli 1486 ajon/h.

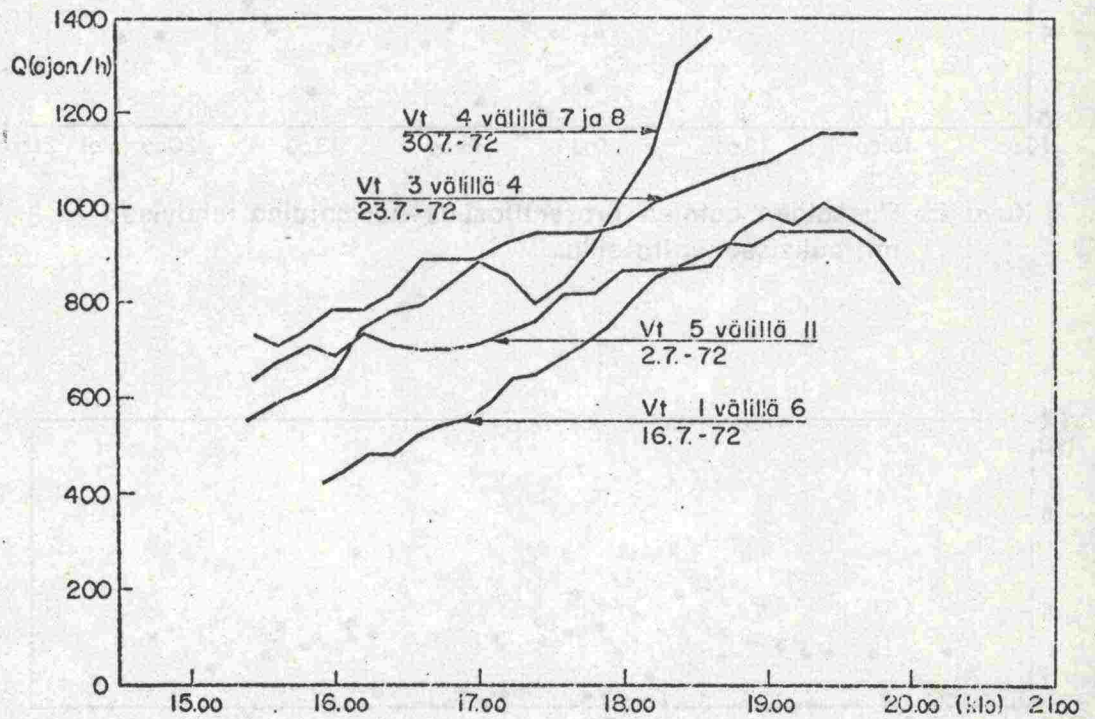
Tutkimusväli	Tien nro	Liikennemäärät		Suuntajak.	
		q (ajon/h) PLS	Q (ajon/h) yht.	(%) PLS	(%) VLS
I	vt 2	554	668	83	17
2	"	499	I 062	47	53
3	mt 137	I 036	I 486	70	30
4	vt 3	I 156	I 464	79	21
5	vt I	3II	433	72	28
5B	"	556	712	78	22
6	"	740	915	82	18
6B	"	692	953	73	27
7	vt 4	I 480	I 732	85	15
7B	"	I 307	I 560	84	16
8	"	I 080	I 356	80	20
8B	"	I 080	I 302	83	17
I0	vt 5	I 002	I 089	92	8
II	"	82I	I 209	68	32
IIB	"	I 253	I 422	88	12
I2	"	720	I 440	50	50
I4	vt 4	I 486	I 742	85	15

Taulukko 3. Eri mittausväleillä havaitut suurimmat redusoidut liikennemäärät.

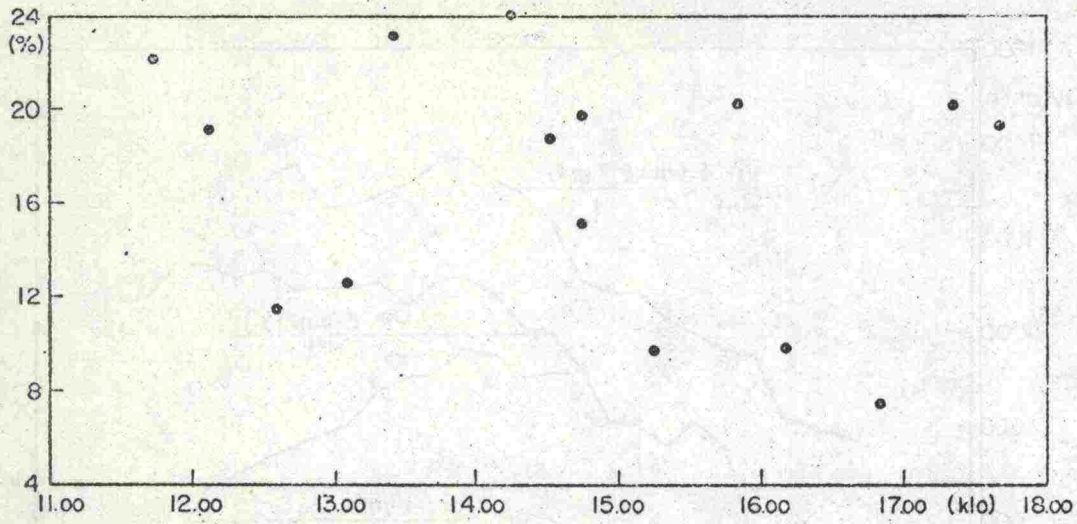
Tiistain ja torstain välisenä aikana liikennemäärien todettiin olevan valtateilla melko pieniä. Suurin liikennemäärä 548 (ajon/h) mitattiin Lahdentiellä. Muilla valtateilla mitatut liikennemäärät olivat hiukan pienempiä (Taulukko 4).



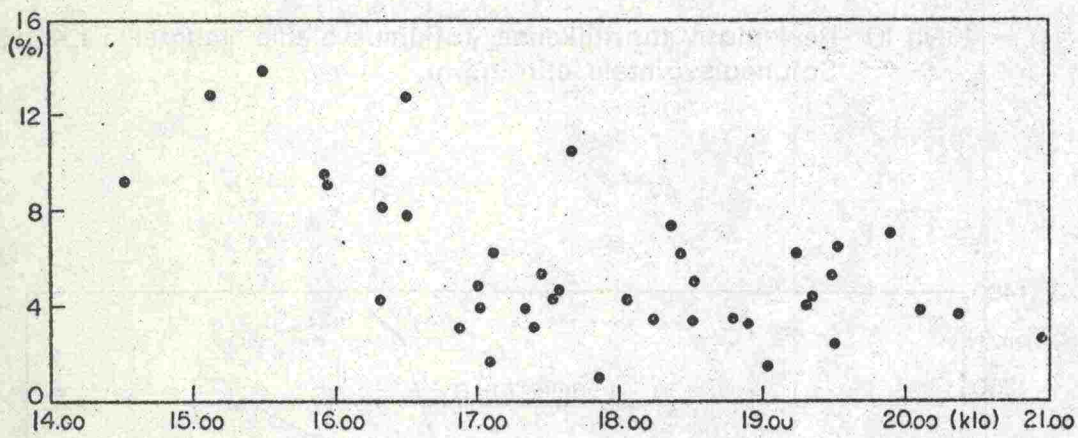
Kuva 10. Perjantain tuntiliikenne tutkimusväleillä valtateillä 1,4 ja 5. Satunnaisvaihtelu eliminoitu.



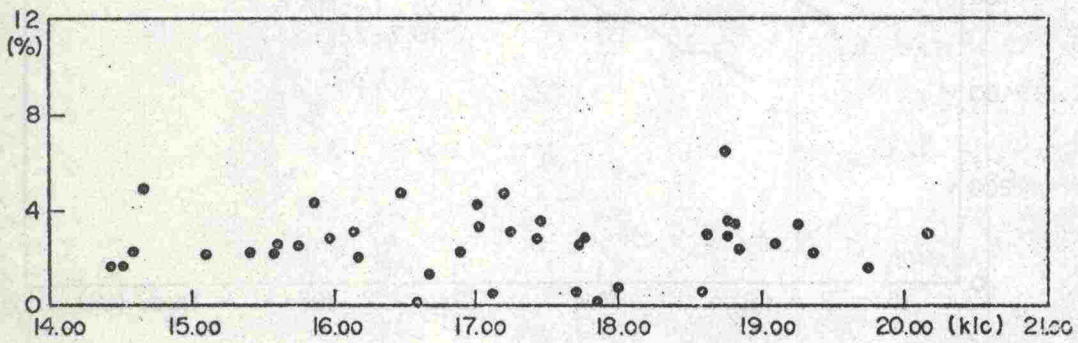
Kuva 11. Sunnuntain tuntiliikenne tutkimusväleillä valtateillä 1,3,4 ja 5 heinäkuussa. Satunnaisvaihtelu eliminoitu.



Kuva 12. Raskaiden autojen prosenttiosuus tiistain ja torstain välisenä aikana tehdyissä mittauksissa valtateillä



Kuva 13. Raskaiden autojen prosenttiosuus perjantaina tehdyissä mittauksissa valtateillä.



Kuva 14. Raskaiden autojen prosenttiosuus sunnuntaina tehdyissä mittauksissa valtateillä

Tien n:o	Havaittu suurin kokonaisliikennemäärä Q (ajon/h) arkena
vt 4	548
vt 5	470
vt 3	445
vt 1	367

Taulukko 4. Suurimmat havaitut redusoidut liikennemäärät tiistain ja torstain välisenä aikana tehdyissä mittauksissa

Porintiellä (vt 2) ei maanantain ja torstain välisenä aikana mitattu ollenkaan, koska todettiin liikennemäärien olleen tällöin liian pieniä.

Esimerkkejä tutkimusvälien tuntiliikenteen kehityksestä on esitetty kuvissa 10 ja 11. Ne on laadittu yhden mittauspäivän perusteella liukuvan keskiarvomenetelmän avulla. Kuvien perusteella voidaan vertailla liikennemäärien kasvunopeuksia ja suuruuksia tutkimusväleillä. Yleensä oli liikennemäärien kehitys mittauksissa tutkimusväleillä sunnuntaina tasaisempaa ja liikenteen huippu esiintyi myöhemmin kuin perjantaina.

4.2 Liikenteen koostumus

Tutkimuksessa tehdyissä mittauksissa havaittiin liikennevirran koostumuksessa eroavuutta. Varsinkin raskaiden autojen osuus vaihteli riippuen mittauspäivästä. Raskaiden autojen osuudella tarkoitetaan tässä linja-autojen ja kuorma-autojen prosenttista osuutta liikennevirrassa. Tutkimuksessa on tarkkailtu erityisesti pääsuunnan raskaiden autojen osuuksia.

Tiistain ja torstain välisenä aikana oli raskaiden autojen osuus mittauksissa suuri, yleensä 8-24 % riippuen tutkimusvälistä ja kellonajasta (kuva 12). Liikennemäärät olivat tällöin sitävastoin pieniä kuten taulukosta 4 nähdään.

Perjantaina tehdyissä mittauksissa väheni raskaiden autojen osuus pääsuunnassa tasaisesti klo 14 lähtien. Suurilla liikennemäärillä klo 18-19 se vaihteli yleensä yhden ja seitsemän prosentin välillä. Näin siis pääsuunnan liikennemäärän kasvaessa voimakkaasti, siinä oleva raskaiden autojen osuus vastaavasti väheni (kuva 13). Kuvasta 14 nähdään, että raskaiden autojen osuus pysyi sunnuntaina pääsuunnassa melko vakiona mittausten aikana, yleensä alle 5 %. Liikennevirrassa oli paljon henkilöautoja ja raskaiden autojen osuudessa näkyi selvästi linja-autojen määrä.

Tuusulantiella tutkimusvälillä 3, poikkesi liikenteen koostumus muilla teillä tehdyistä havainnoista, sillä raskaiden autojen osuus nousi arkisin ajoittain jopa 40 %:iin. Tämä johtui tiellä jatkuvasti liikennöivistä kuorma-autoista.

4.3 Nopeus - ja aikavälijakautumat

Havainnoista laskettiin tietokoneella myös nopeus- ja aikavälijakautumia. Nopeuden summakäyrät on esitetty pääsuunnan eri liikennemäärillä. Kuvista 15, 16 ja 17 nähdään nopeusero hyvissä (tutkimusvälit 4 ja 14) ja huonoissa tieolosuhteissa (tutkimusvälit 6-8).

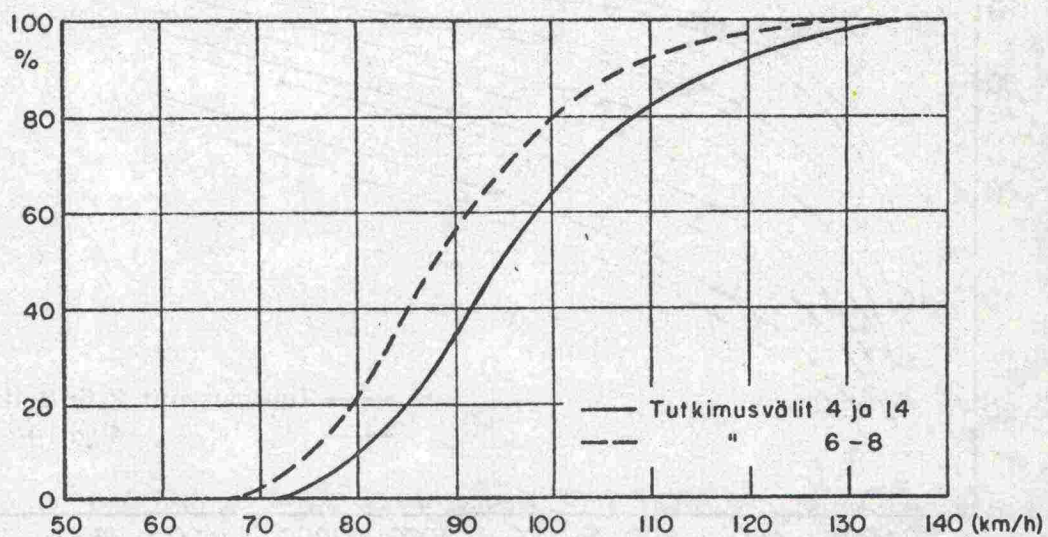
Nopeusjakautumista voidaan todeta, että vapaissa ajo-olosuhteissa liikennemäärän ollessa 200 (ajon/h) ero 50 % nopeuksissa on noin 7 km/h ja 85 % nopeuksissa 9.5 km/h. Liikennemäärällä 1 000 (ajon/h) ovat vastaavat luvut 9.5 km/h ja 11 km/h ja liikennemäärällä 1 400 (ajon/h) 10 km/h ja 13 km/h. Tämän perusteella voidaan päätellä, että mäkisillä ja kaarteisilla tutkimusväleillä ajetaan tien geometriasta johtuen pienemmällä nopeuksilla kaikilla liikennemäärän arvoilla. Lisäksi voidaan todeta, että 85 %:n nopeuksissa kasvaa nopeusero suuremmilla liikennemäärillä. Tämä johtuu ilmeisesti siitä, että huonohko tien geometria vaikuttaa voimakkaammin nopeuksiin ja rajoittaa lisäksi ohittamista.

Tätä johtopäätöstä tukee myös havainnot henkilöautojen ja kaikkien autojen nopeuseroista (kohta 5.3). Nopeusjakautumista voidaan myös nähdä, että huonommalla tien geometrialla summakäyrät muuttuvat pystymiksi, mikä aiheutuu hajonnan pienenemisestä.

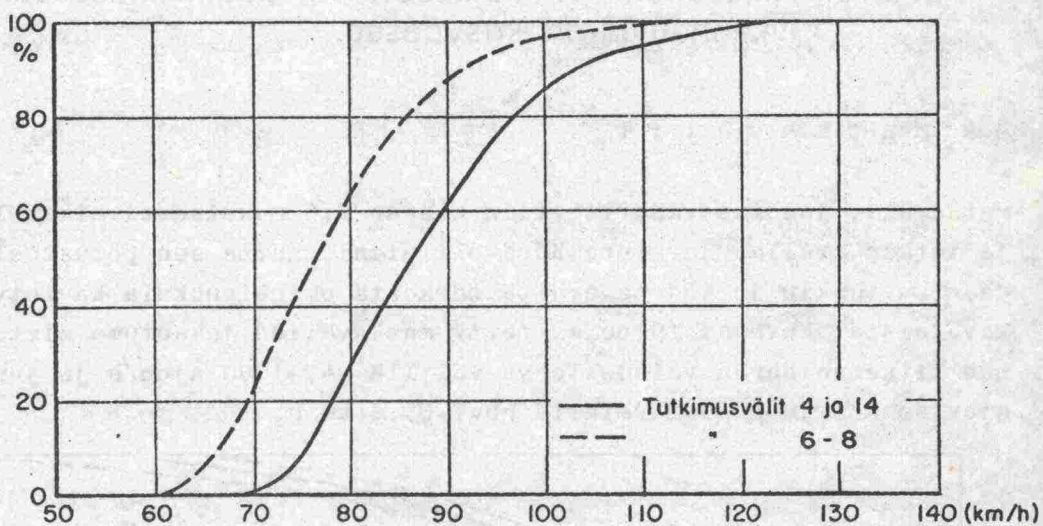
Nopeusjakautuman ohella tulosti rekisteritunnusmittauksissa käytetty NOP-70 tietokoneohjelma myös mittauksen aikavälijakautuman. Alle kolmen sekunnin aikavälejä ei ole esitetty jakautumissa mitausmenetelmän epätarkkuudesta johtuen. Kuvassa 18 on aineisto ryhmitelty seuraavasti:

- hyvät tieolosuhteet: tutkimusvälit 4 ja 14
- huonot tieolosuhteet: tutkimusvälit 2, 6, 11 ja 11 B

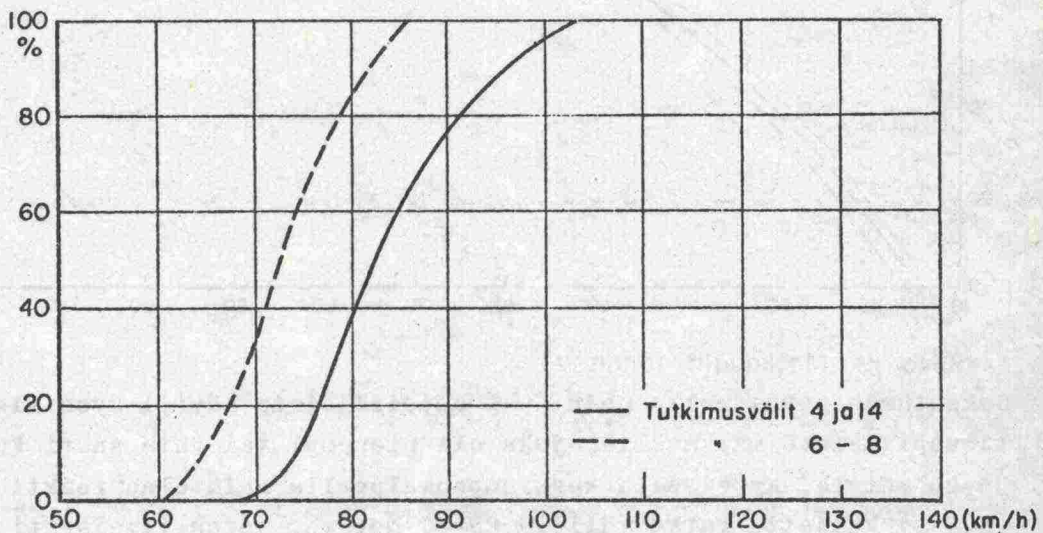
Havaintojen perusteella joudutaan mäkisillä ja kaarteisilla tutkimusväleillä ajamaan keskimääräisesti pienemmällä aikaväleillä. Tällöin siis näillä väleillä esiintyy jononmuodostusta aikaisemmin kuin hyvillä.



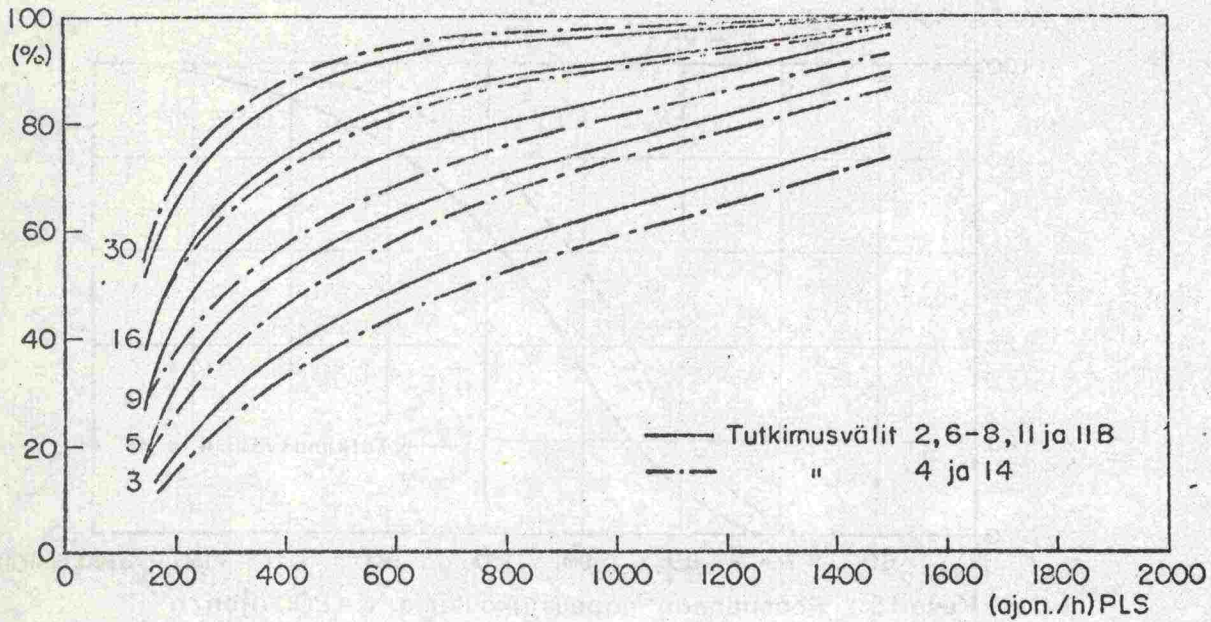
Kuva 15. Pääsuunnan nopeusjakautuma, $q = 200$ ajon/h



Kuva 16. Pääsuunnan nopeusjakautuma, $q = 1000$ ajon/h



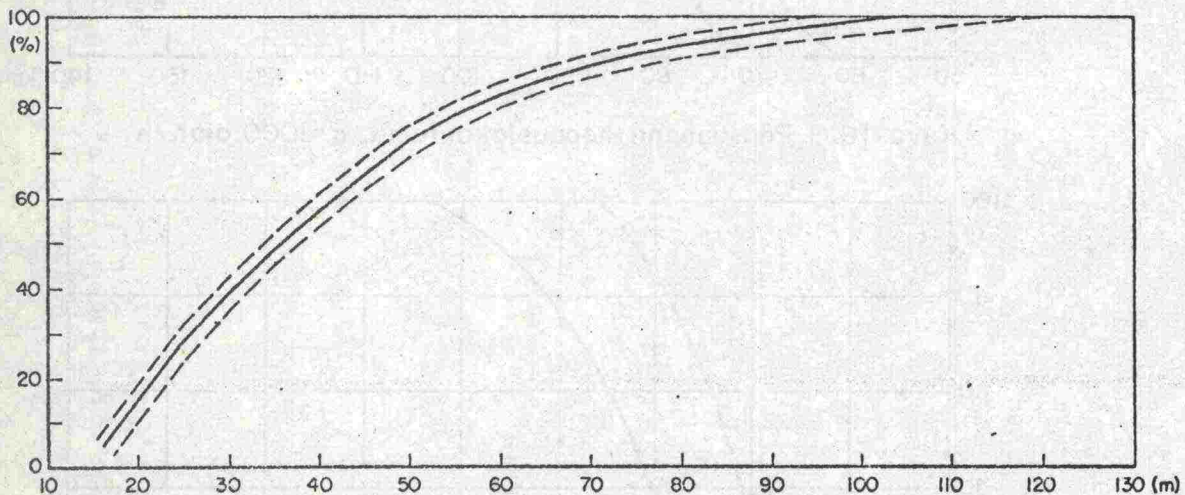
Kuva 17. Pääsuunnan nopeusjakautuma, $q = 1400$ ajon/h



Kuva 18. Aikavälien summajakautumat pääliikennesuunnan liikennemäärän kasvaessa.

4.4 Matkavälit

Matkavälit jonoissa määritettiin kohdan 2.5 mukaisesti aikavälipiirturin ja tutkan avulla. Havaintomäärä oli pieni, mutta sen perusteella voidaan kuitenkin jo todeta eräitä tärkeitä ominaisuuksia käytetyistä matkaväleistä. Kuvassa 19 on esitetty matkavälien jakautuma mittaussuunnan liikennemäärän vaihdellessa välillä 447-1000 ajon/h ja jonossa ajavien keskinopeuden välillä 66.7-87.8 km/h.



Kuva 19. Matkavälit jonoissa

Jakautuman perusteella noin 50 % autoilijoista käytti kyseisissä tutkimuspisteissä matkaväliä, joka oli pienempi tai yhtä suuri kuin 35-40 metriä. Kyseisellä keskinopeusalueella vaihtelee reaktioaikana (1.5 s) kuljettu matka välillä 28-37 metriä, joten ilmeisesti varsinkin suuremmilla nopeuksilla on jonoissa käytetyt matkavälit olleet usein turvallisuuden kannalta liian lyhyitä. Kuvioista nähdään myös, että keskinopeuden muutoksien ei todettu paljoakaan vaikuttavan jonossa-ajavien matkavälien jakautumaan.

5. NOPEUDET JA NOPEUKSIEN HAJONNAT

5.1 Yleistä

Nopeuksia on tarkasteltu tutkimusväleillä tehtyjen havaintojen perusteella. Tien geometriaa kuvaavina muuttujina on käytetty mäkisyyttä, kaarteisuutta, ajoradan leveyttä, pientareen leveyttä, yli 300 metrin ja yli 460 metrin näkemien osuutta. Liikenteellisten tekijöiden vaikutus on huomioitu liikennemääränä ja raskaiden autojen osuutena liikennevirrassa.

Tutkimuksessa on valikoivalla lineaarisella regressioanalyysillä laadittu nopeusmallit henkilöautoille ja kaikille autoille. Selitettävänä nopeuksina on käytetty 85 % nopeutta ja keskinopeutta. Selittäjinä malleissa ovat edellä esitetyt geometriset ja liikenteelliset muuttujat. Malleja muodostettaessa on todettu tutkimusvälien näkemäprosenttien (N_{460} , N_{300}) riippuvan välien mäkisyydestä M (m/km) ja kaarteisuudesta K (grad/km). Tutkimusvälien perusteella saadaan näkemäprosentteille seuraavat mallit:

$$N_{460} = 98,89 - 2,11 M - 0,51 K \quad (7)$$

$$R = 0,8387$$

$$N_{300} = 103,56 - 1,43 M - 0,50 K \quad (8)$$

$$R = 0,8249$$

Eri näkemäprosenttien välille saadaan aineistosta malli:

$$N_{460} = 1,27 N_{300} - 41,8 \quad (9)$$

$$R = 0,9684$$

Tämän perusteella ei näkemäprosentteja ole käytetty selittäjinä samoissa malleissa mäkisyyden ja kaarteisuuden kanssa.

5.2 Raskaiden autojen ajonopeudet

Linja-autoille, kuorma-autoille ja perävaunullisille kuorma-autoille laskettiin keskinopeusmallit käyttäen selittäjinä tien kokonaisliikennemäärää Q (ajon/h), mäkisyyttä M (m/km) ja kaarteisuutta K (grad/km)

Linja-autot:

$$V_T = 93,62 - 0,00957 Q - 0,292 M - 0,109 K \quad (10)$$

$$R = 0,5640$$

Kuorma-autot:

$$\begin{aligned} V_T &= 77,32 - 0,00241 Q - 0,205 M - 0,00087 K & (11) \\ R &= 0,4974 \end{aligned}$$

Perävaunulliset kuorma-autot:

$$\begin{aligned} V_T &= 77,97 - 0,00117 Q - 0,160 M - 0,00989 K & (12) \\ R &= 0,3566 \end{aligned}$$

Linja-autoilla selittää kokonaisliikennemäärä parhaiten nopeutta, mutta myös mäkisyys tuntuu vaikuttavan tilastollisesti melkein merkitsevästi siihen. Kuorma-autoilla on paras nopeutta selittävä muuttuja mäkisyys. Niillä ei liikennemäärä vaikuta paljoakaan nopeuksiin. Kaarteisuuden vaikutus on kaikissa malleissa vähäistä. Eniten se tuntuu vaikuttavan linja-autojen nopeuksiin.

5.3 Raskaiden autojen vaikutus henkilöautojen ajonopeuksiin

Ajonopeuden oletettiin riippuvan tie- ja liikenneolosuhteista, jolloin siis tieolosuhteiden ohella liikenneolosuhteet vaikuttavat ajonopeuksiin. Tutkimuksen kannalta oli siten tärkeää selvittää miten raskaat ajoneuvot, joilla on ajoneuvokohtainen nopeusrajoitus, vaikuttavat muiden em. henkilöautojen ajonopeuksiin erilaisissa tieolosuhteissa.

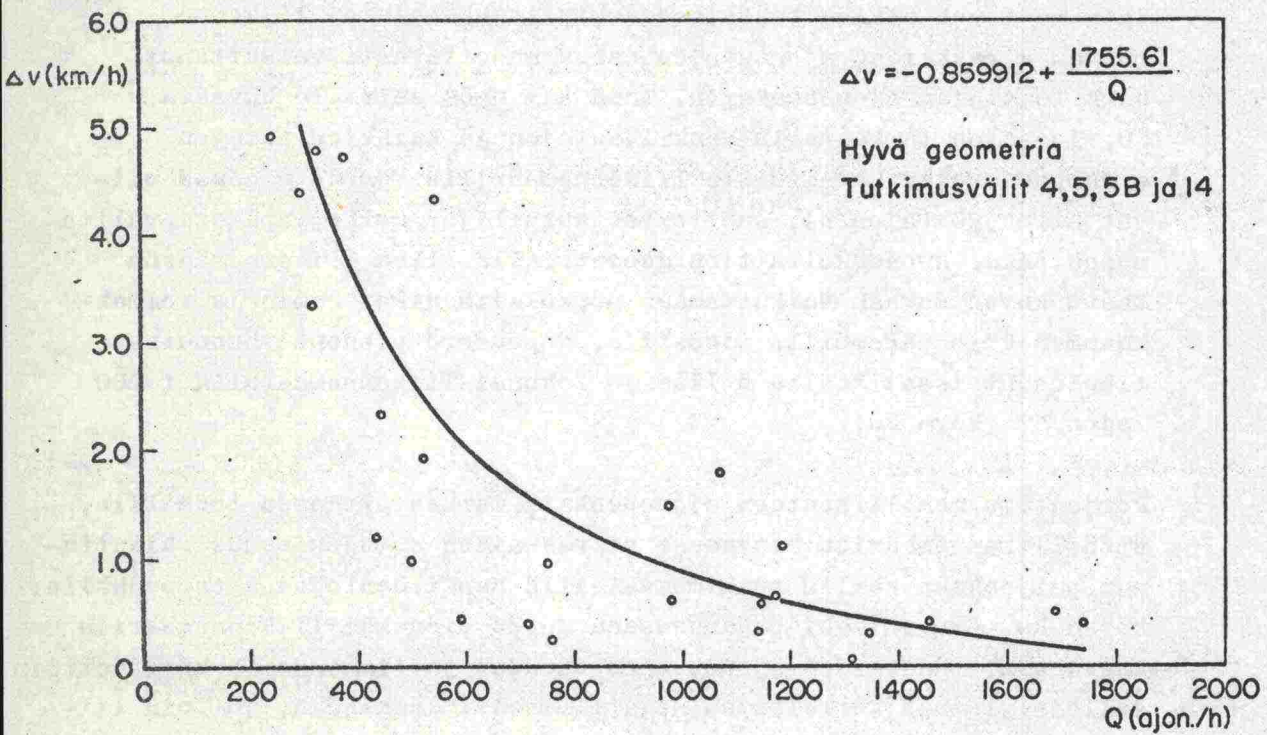
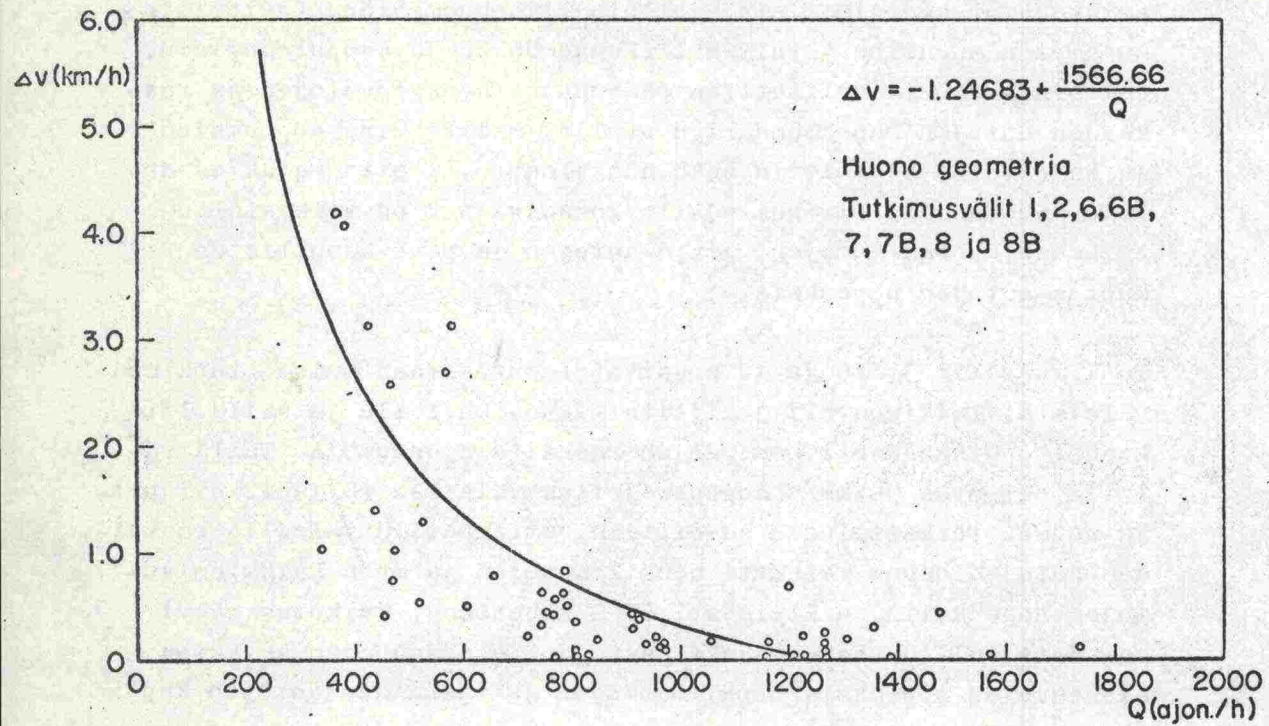
Liikennemäärätarkastelussa on esitetty liikenteen koostumuksen analysointi (kohta 4.2), joka on tärkeä lähtökohta raskaiden ajoneuvojen vaikutuksen selvittämiseksi. Sen perusteella voidaan siis todeta, että tutkimusväleillä tehdyt mittaukset jakaantuvat raskaiden ajoneuvojen esiintymisen perusteella kolmeen ryhmään, jotka poikkeavat toisistaan. Nämä ryhmät ovat: arkimittaukset tiistaista torstaihin, perjantain mittaukset ja sunnuntain mittaukset. Ensimmäisen ryhmän ominaispiirteet ovat melko pienet liikennemäärät, yleensä tasainen suuntajakautuma ja suuri raskaiden autojen osuus. Toisessa ryhmässä vähenee pääsuunnan raskaiden autojen osuus samalla kun liikennemäärät kasvavat voimakkaasti ja liikenteen suuntajakautuma muuttuu epätasaisemmaksi. Kolmannessa ryhmässä on raskaiden autojen osuus lähes vakio koko mittausten ajan, ollen yleensä alle 5 %. Nämä olosuhteiden vaihtelut vaikuttivat tutkimustapaan ja raskaiden ajoneuvojen vaikutuksen selvittämiseksi jouduttiin tekemään useita eri tarkasteluja.

Tutkimusmenetelmänä käytettiin valikoivaa regressioanalyysia. Tietokoneajot tehtiin sekä koko aineistosta että kustakin tutkimusvälistä erikseen. Raskaiden ajoneuvojen osuus huomioitiin erikseen prosenttimallein, jolloin liikennemääränä käytettiin molempien suuntien yhteistä liikennemäärää ja kappalemallein, jolloin nopeutta selitettiin pääsuunnan henkilöautojen ja raskaiden autojen kappalemäärien avulla. Selittävinä nopeuksina ja hajontoina käytettiin sekä henkilöautojen että kaikkien autojen nopeuksia. Lisäksi edellä kohdassa 5.2 on tarkasteltu erikseen kuorma-autojen, linja-autojen ja perävaunullisten kuorma-autojen nopeuksia.

Tutkimusvälit 3, 10 ja 12 erosivat luonteeltaan muista tutkimusväleistä. Tutkimusväli 3 sijaitsi Tuusulantiellä ja sillä liikennöi poikkeuksellisen paljon raskaita ajoneuvoja. Tällä välillä oli myös 90 km/h nopeusrajoitus väleillä 10 ja 12 oli pitkä nousu. tarkastelussa havaittiin, että näillä väleillä raskaiden autojen osuus vaikutti henkilöautojen ja myös kaikkien autojen nopeuksiin, erityisesti 85 % nopeuteen. Vaikutus näkyi selvästi selitettäessä henkilöautojen ja pääsuunnan kaikkien ajoneuvojen nopeuksia henkilöautojen ja raskaiden autojen kappalemäärillä.

Muiden tutkimusvälien osalta todettiin, että tiistain ja torstain välisenä aikana tehdyissä arkimittauksissa ei liikennemäärä ja raskaiden ajoneuvojen osuus sanottavasti vaikuttanut henkilöautojen ajonopeuksiin. Tämä käy myös selville kuvasta 20, jossa on tarkasteltu henkilöautojen ja kaikkien autojen ajonopeuseroja. Havaituilla liikennemäärillä, jotka yleensä olivat alle 550 (ajon/h), saattoivat autoilijat melko vapaasti valita nopeutensa. Huonohkolla tien geometrialla alkaa liikennemäärän kasvu kuvan mukaan vaikuttamaan nopeuksiin aikaisemmin ja voimakkaammin kuin paremmilla tieosilla. Nopeusero pienenee huonoissa tieolosuhteissa lähellä nollaa jo kokonaisliikennemäärällä 1 200 ajon/h (kuva 20).

Perjantain menoliikenteen ajonopeuksia tarkasteltaessa todettiin, että liikennemäärien kasvaessa ei raskaiden autojen osuus vaikuttanut paljoakaan näillä tutkimusväleillä henkilöautojen ajonopeuksiin, koska ko. osuus laski pääsuunnassa melko pieneksi liikennemäärien kasvaessa. Raskaiden ajoneuvojen osuuden ja liikennemäärän todettiin tällöin yleensä korreloivan negatiivisesti keskenään, jolloin liikennemäärän vaihteluun sisältyi myös raskaiden ajoneuvojen vaikutus. Sunnuntain liikenteen pieni raskaiden ajoneuvojen osuus ei myöskään vaikuttanut tutkimusväleillä 1, 2, 3, 4, 5B, 6B, 7B, 8B, 11B henkilöautojen nopeuksiin.



Kuva 20. Henkilöautojen ja kaikkien autojen keskinopeuksien ero ajonopeusmittauksissa eri liikennemäärillä huonolla ja hyvällä tien geometrialla

Yhteenvetona voidaan raskaiden autojen vaikutuksesta ajonopeuksiin todeta: Tutkimusväleillä, joilla ei esiintynyt erityisen pitkiä ja jyrkkiä yksittäisiä nousuja ja joilla raskaiden autojen prosenttiosuus ei ollut poikkeuksellisen suuri, ei raskaiden autojen määrä vaikuttanut sanottavasti henkilöautojen nopeuksiin.

5.4 Henkilöautojen ajonopeus

Henkilöautojen keskinopeudelle, jossa selittäjinä ovat kokonaisliikennemäärä Q (ajon/h), mäkiisyys M (m/km), kaarteisuus K (grad/km), ajoradan leveys L_A (m) ja pientareen leveys L_P (m); saatiin malli:

$$\begin{aligned} V_T(H) &= 169 - 0,0121Q - 0,478M - 0,0608K - 10,04L_A + 4,671L_P \quad (13) \\ R &= 0,8821 \end{aligned}$$

Käytettäessä yli 460 metrin ja yli 300 metrin näkemäprosentteja mäkiisyyden ja kaarteisuuden tilalla saatiin mallit:

$$\begin{aligned} V_T(H) &= 52,2 - 0,0110Q + 0,105N_{460} + 4,65 L_A + 3,47 L_P \quad (14) \\ R &= 0,8565 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_T(H) &= 38,21 - 0,0107 Q + 0,192 N_{300} + 6,12 L_A \quad (15) \\ R &= 0,8546 \end{aligned}$$

Henkilöautojen 85 %:n nopeudelle saatiin mallit:

$$\begin{aligned} V_{85}(H) &= 181,3 - 0,0184Q - 0,545M - 0,117K - 9,76L_A + 5,98L_P \quad (16) \\ R &= 0,8954 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{85}(H) &= 49,12 - 0,0148Q + 0,214r + 0,127N_{460} + 6,59L_A + 4,39L_P \quad (17) \\ R &= 0,8771 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{85}(H) &= 43,12 - 0,0150Q + 0,210r + 0,209N_{300} + 6,64L_A + 2,41L_P \quad (18) \\ R &= 0,8772 \end{aligned}$$

Mallien perusteella nähdään, että näkemäprosentteja voidaan hyvin käyttää tien geometrian kuvaamiseen nopeusmalleissa. Mäkiisyyden ja kaarteisuuden käyttäminen ei paranna sanottavasti malleja. Verrattaessa keskinopeusmalleja ja 85 %:n nopeusmalleja toisiinsa havaitaan, että 85 %:n nopeusmalleihin tulee mukaan selittäjiksi myös raskaiden autojen prosenttiosuus. Kuitenkaan mitään selvää tilastollista vaikutusta ei tällä selittäjällä ole, vaan korrelaatiomatriisin perusteella voidaan todeta, että liikennemäärämuuttuja ottaa jo huomioon sen vaihtelut. Tämä johtuu siitä, että raskaiden autojen osuuden todettiin mittauksissa pienenevän samalla kun liikennemäärät kasvoivat suuriksi. Malleihin tulee yleensä myös selittäjiksi ajoradan ja pientareen leveys. Ainoastaan keskinopeusmallissa (malli 15), käytettäessä yli 300 metrin näkemäpro-

senttia selittäjänä, jää muuttuja pientareen leveys pois mallista.

Tarkasteltaessa malleja havaitaan myös, että ajoradan leveydellä on joissain malleissa negatiivinen regressiokerroin. Tutkimusaineistossa ei ajoradan ja pientareen leveys ilmeisesti vaihtelee tarpeeksi laajalla alueella, vaan muuttujat ovat jonkin verran toisistaan riippuvia.

5.5 Kaikkien autojen ajonopeus

Kaikkien autojen keskinopeudelle saatiin mallit:

$$\begin{aligned} V_T &= 163,1 - 0,0112Q - 0,167r - 0,449M - 0,0589K - 9,67L_A + 4,36L_P & (19) \\ R &= 0,8622 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_T &= 49,79 - 0,00871Q + 0,096N_{460} + 4,79L_A + 2,49L_P & (20) \\ R &= 0,8319 \end{aligned}$$

Kaikkien autojen 85 %:n nopeudelle:

$$\begin{aligned} V_{85} &= 179,3 - 0,0165Q - 0,532M - 0,103K - 9,81L_A + 5,47L_P & (21) \\ R &= 0,8838 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{85} &= 54,07 - 0,0149Q + 0,127N_{460} + 5,91L_A + 4,64L_P & (22) \\ R &= 0,8631 \end{aligned}$$

Näissäkin malleissa näkemäprosenttia voidaan hyvin käyttää selittäjänä mäkisyyden ja kaarteisuuden tilalla. Vertailtaessa näitä malleja henkilöautojen malleihin havaitaan, että liikennemäärä ei vaikuta kaikkien autojen nopeuteen yhtä paljon. Muuten malleissa esiintyy samoja selittäjiä, eikä niiden korrelaatiokertoimet poikkea paljoakaan toisistaan.

5.6 Nopeuksien hajonnat

Hajontaa on selitetty samoilla selittäjillä kuin nopeuttakin. Aineistosta saatiin hajonnalle mallit:

Henkilöautoille:

$$\begin{aligned} S(H) &= 14,75 - 0,00369Q + 0,151r - 0,0589M - 0,043K & (23) \\ R &= 0,8118 \end{aligned}$$

Kaikille autoille:

$$\begin{aligned} S &= 15,04 - 0,00391Q + 0,172r - 0,068M - 0,042K & (24) \\ R &= 0,8361 \end{aligned}$$

Henkilöautoille:

$$\begin{aligned} S(H) &= 10,04 - 0,00316Q + 0,169r + 0,0143N_{460} + 1,15L_P & (25) \\ R &= 0,7864 \end{aligned}$$

Kaikille autoille:

$$S = 10,15 - 0,00337Q + 0,190r + 0,0185N_{460} + 1,04L_p$$

(26)

$$R = 0,8171$$

Valikoivassa regressioanalyysissä tulivat hajontojen osalta aina malliin ensin liikenteelliset tekijät; liikennemäärä ja raskaiden autojen prosenttiosuus. Tämän jälkeen lisättiin muut selittäjät. Voidaankin sanoa, että hajontaa pienentävät ennen muuta liikenneolosuhteet. Mäkisyydellä ja kaarteisuudella on näissä malleissa yleensä tilastollisesti sama merkitsevyys ja kumpikin selittäjä parantaa mallia. Näkemäprosenttien käyttö mäkisyyden ja kaarteisuuden tilalla ei huonomma sanottavasti malleja.

5.7 Yhteenveto nopeuksiin ja nopeuksien hajontoihin vaikuttavista tekijöistä

Tutkimusvälleillä pääliikennesuunnassa mitatut ajonopeudet riippuvat liikenteellisten tekijöiden ohella myös tien geometriasta. Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin pääasiassa henkilöautojen keskinopeuksia ja 85 %:n nopeuksia, joiden osalta nähdään, että molemmissa kuvastuu tien geometrian vaikutus lähes yhtä hyvin. Tuntuu siltä, että niihin molempiin vaikuttaa mäkisyys hiukan enemmän kuin kaarteisuus. Varsinkin keskinopeutta selittää 300 metrin näkemäprosentti hiukan paremmin kuin 460 metrin näkemäprosentti. Molempia näkemäprosentteja voidaan käyttää nopeuden selittäjinä. Mäkisyys ja kaarteisuus parantavat henkilöautojen ja kaikkien autojen nopeusmalleja samalla tilastollisella merkitsevyydellä, eikä näkemäprosenttien käyttö niiden sijalla huonomma malleja sanottavasti. Siksi voidaan tien geometrian vaikutusta nopeuteen vaihtoehtoisesti kuvata näkemäprosentteilla.

Nopeusmalleihin mukaan tulleet muuttujat selittävät yleensä jonkin verran paremmin 85 %:n nopeutta. Varsinkin liikennemäärän kanssa korreloi 85 %:n nopeus paremmin kuin keskinopeus. Niinpä liikennemäärän vaikutus kuvautuikin hyvin juuri 85 %:n nopeudessa.

Henkilöautojen ajonopeus on yleensä suurempi kuin koko liikenteen ajonopeus. Samoja muuttujia voidaan käyttää kummankin nopeuden selittämisessä.

Raskailla autoilla (kuorma-autot ja linja-autot) tuntuu olevan vain vähäinen vaikutus henkilöautojen ajonopeuksiin, koska suurilla liikennemäärillä niiden osuus pääsuunnassa oli tutkimusaineistossa melko pieni. Suurilla liikennemäärillä esiintyvä suuri raskaiden autojen osuus saattaa kuitenkin vaikuttaa henkilöautojen nopeuksiin. Ajonopeuksien hajonta riippuu tarkastelun perusteella

pääasiallisesti tieosan liikentellisistä tekijöistä, mutta myös tien geometrialla on merkitystä.

Autoilija valitsee siis nopeutensa vapaissa ajo-olosuhteissa yleensä tien geometristen ominaisuuksien perusteella. Tällöin esiintyy käytetyissä nopeuksissa suurta hajontaa, joka johtuu sekä liikenteen koostumuksesta että erilaisista ajotavoista. Eriluokkaisilla teillä alkaa liikennemäärä vaikuttamaan nopeuksiin hiukan eri aikaan, kuitenkin voidaan todeta, että vaikutus tuntuu nopeuksissa yleensä tien kokonaisliikennemäärän ylittäessä 400 ajon/h.

6. NOPEUDEN JA LIIKENNEMÄÄRÄN VÄLINEN RIIPPUVUUS

6.1 Nopeuden riippuvuus liikennemäärästä tutkimusväleillä

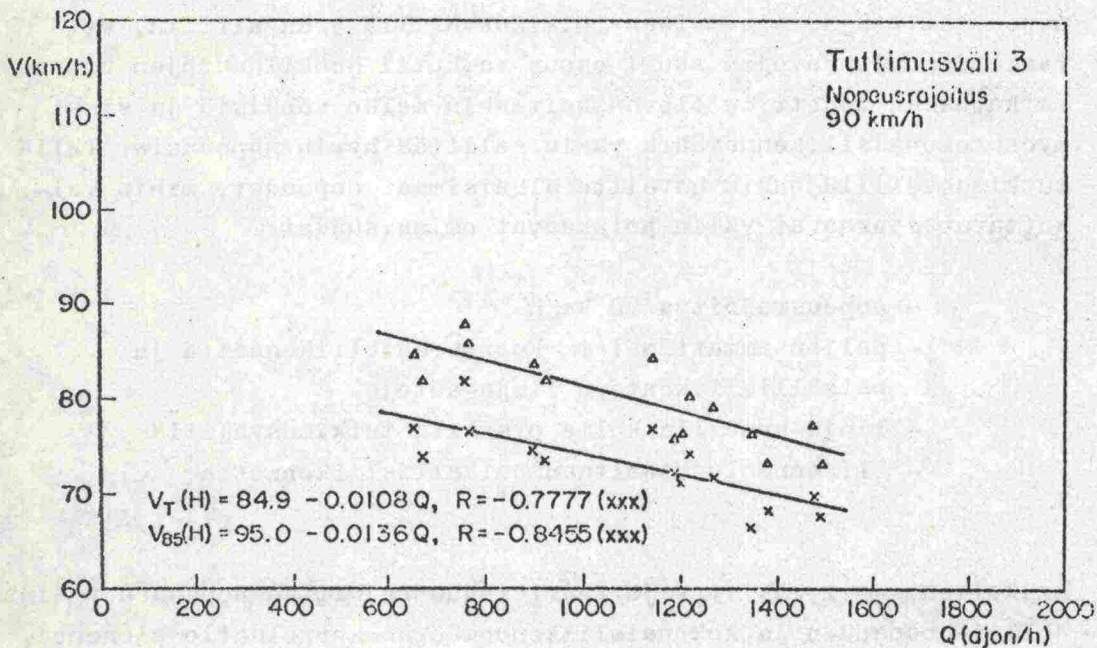
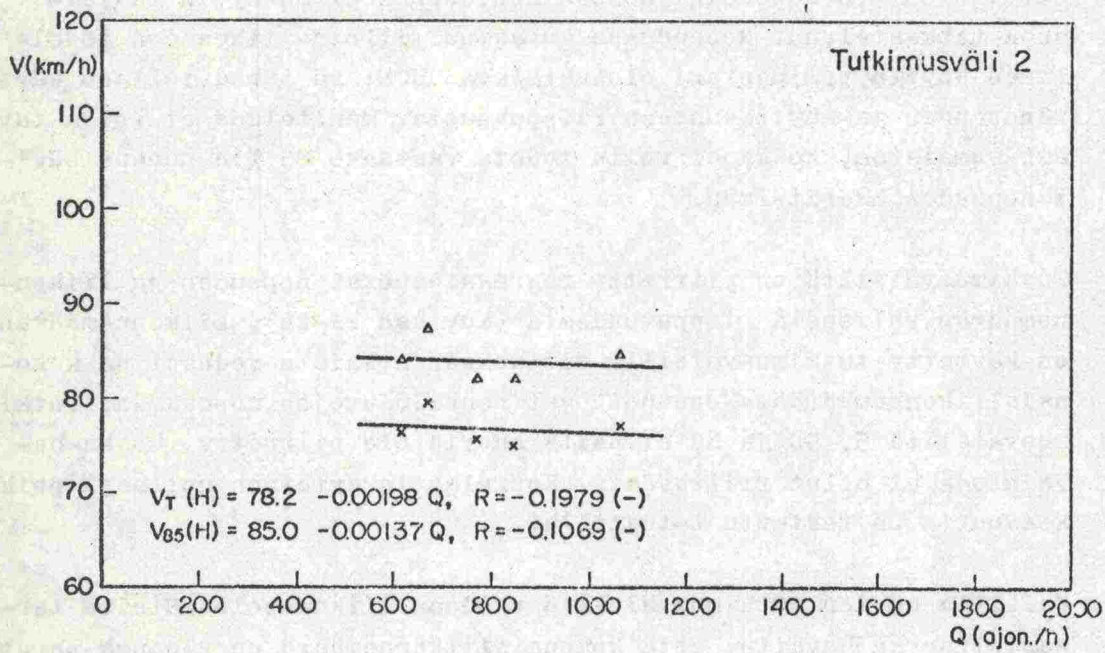
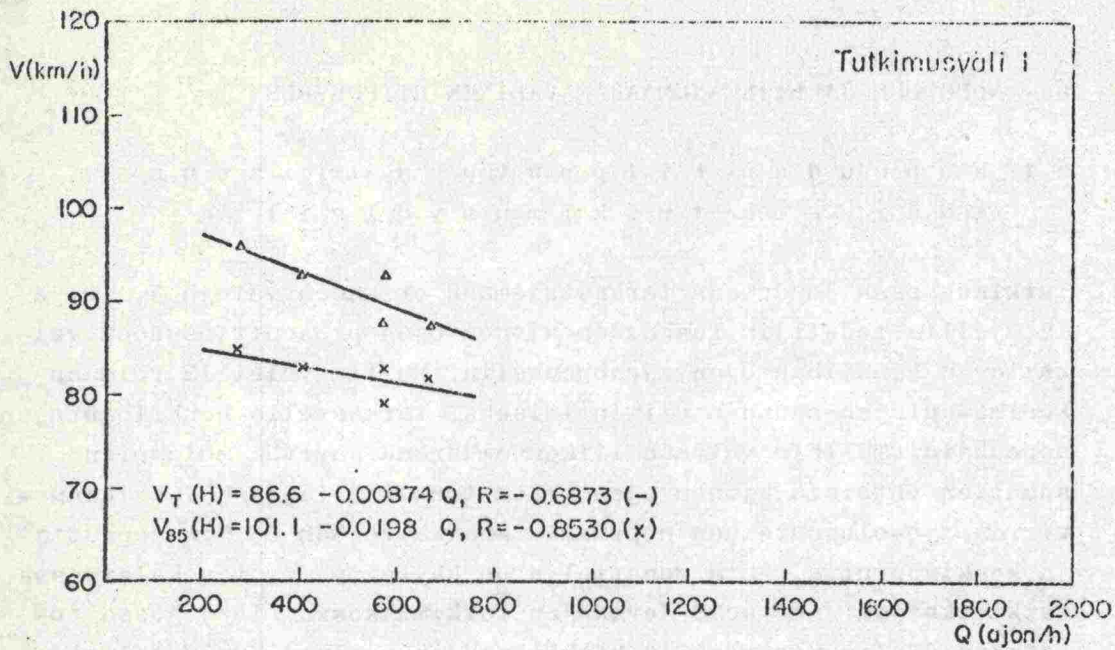
Tutkimuksessa joudutaan tarkastelemaan erikseen välejä 3, 10 ja 12, joilla todettiin raskaiden ajoneuvojen prosenttiosuuden vaikuttavan henkilöautojen ajonopeuksiin. Muilla väleillä voidaan kuorma-autojen osuuden eliminoimiseksi tarkastella henkilöautojen nopeuksia. Tällöin voidaan liikennemääränä käyttää molempien suuntien yhteistä ajoneuvojen määrä tunnissa (ajon/h). Liikennevirran ajo-olosuhteiden nopeusmittana käytetään 85 %:n nopeutta ja keskinopeutta. Tätä menettelyä on käytetty mm. tanskalaisessa tutkimuksessa /10/ sekä Hevonojan tutkimuksessa /14/, jossa todettiin 85 %:n nopeuden ja keskinopeuden sopivan hyvin tällaiseen tarkasteluun. Nopeudessa kuvastuu silloin liikenteen todellinen käyttäytyminen eri olosuhteissa. HCM:ssä tarkastellaan käyttönopeuden ja käyttösuhteen riippuvuutta. Menetelmää ei voida täysin samaistaa, koska ei voitu todeta vastaako 85 %:n nopeus käyttönopeuden määritelmää.

Tutkimusväleiltä on piirretty regressiosuorat nopeuden ja liikennemäärän välisestä riippuvuudesta (kuvissa 21-24). Liikennemääränä on käytetty tutkimusväleillä mittauksen aikaista redusoitua kokonaisliikennemäärää. Nopeudet ovat henkilöautojen nopeuksia. Tutkimusväleiltä 5, 5B ja 6B ei näitä suoria ole piirretty, koska havaintoja ei ollut riittävästi. Korrelaatiokertoimen nollasta poikkeavuutta on testattu t-testillä.

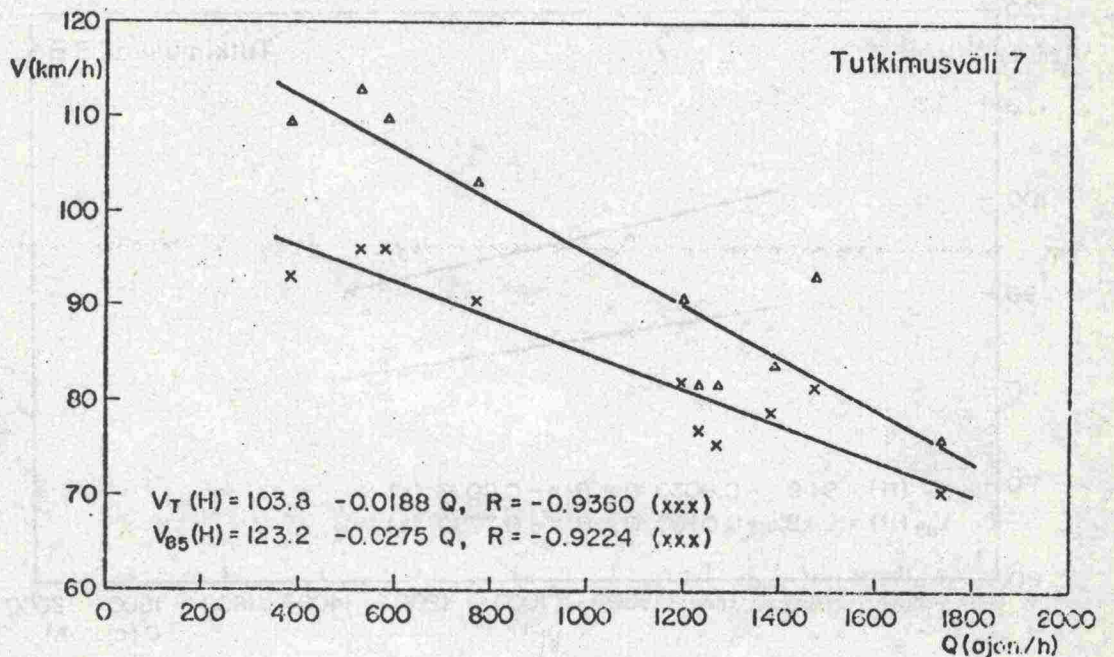
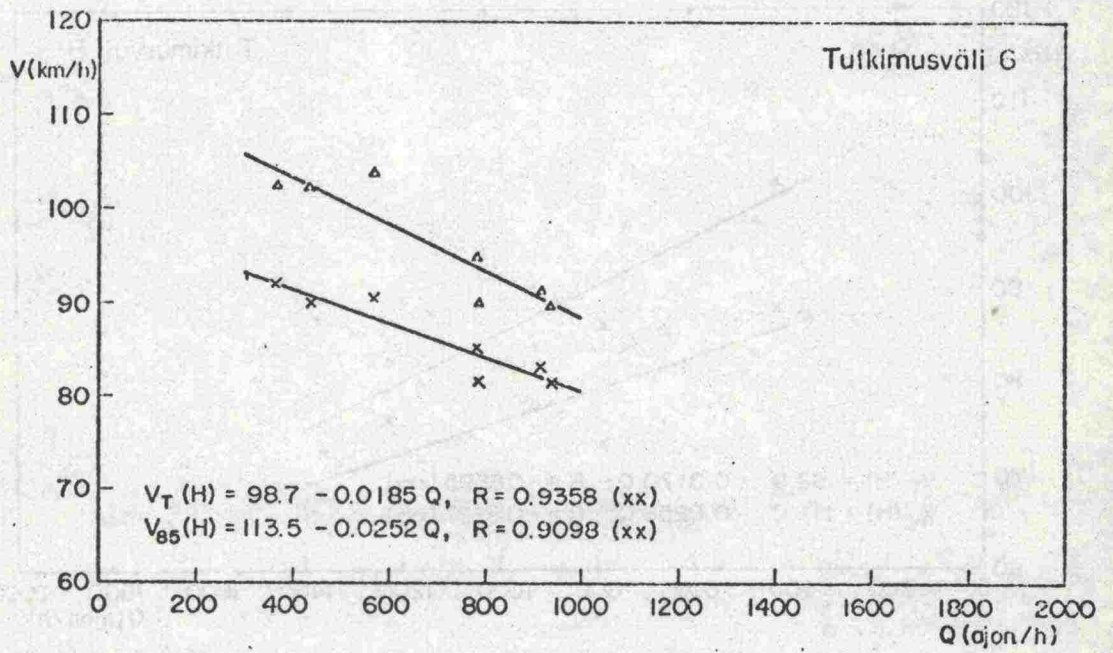
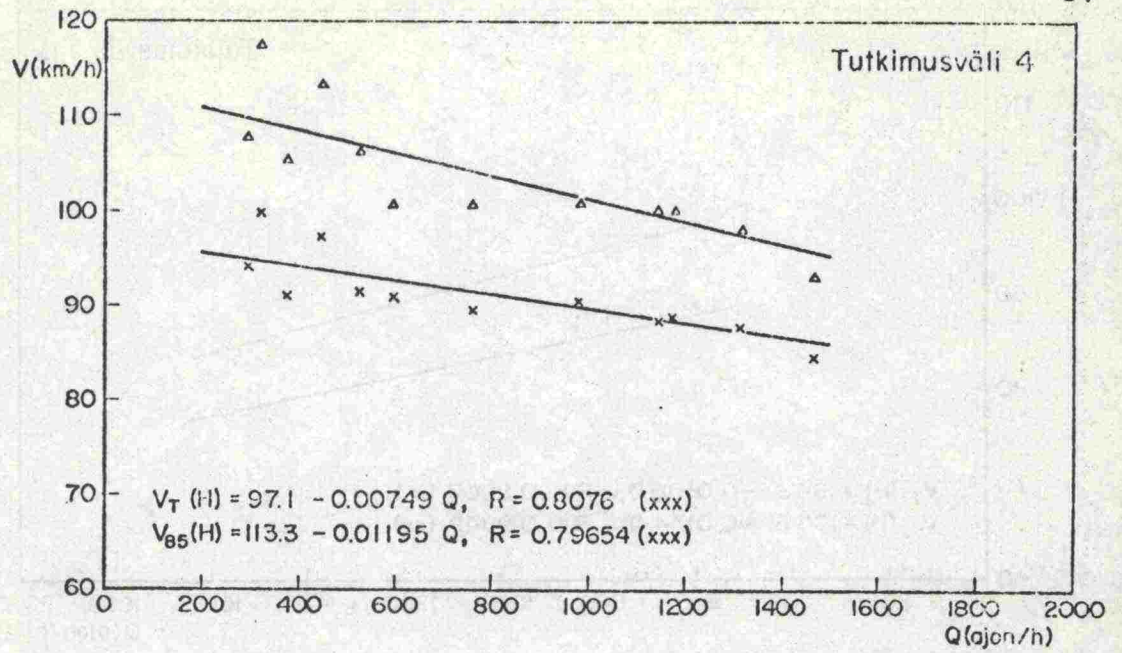
Kaikilla kuvien tutkimusväleillä voidaan liikenneolosuhteita tarkasteltaessa havaita, että kokonaisliikennemäärä on yleensä paras nopeusselittäjä. Ainoastaan tutkimusvälillä 3 havaittiin, että raskaiden ajoneuvojen suuri osuus vaikutti henkilöautojen nopeuksiin. Vaikutuksen todettiin olevan kuitenkin melko vähäistä ja siksi myös kokonaisliikennemäärä yksin selittää hyvin nopeuksia. Tällä tutkimusvälillä onkin havaittu alhaisimmat nopeudet, mihin vaikuttavat seuraavat välin poikkeavat ominaisuudet:

- nopeusrajoitus 90 km/h
- paljon ammattimaista kuorma-autoliikennettä ja paikallisliikenteen linja-autoja
- linja-autoilla kolme pysäkkiä tutkimusvälillä
- liikenne luonteeltaan paikallisliikennettä

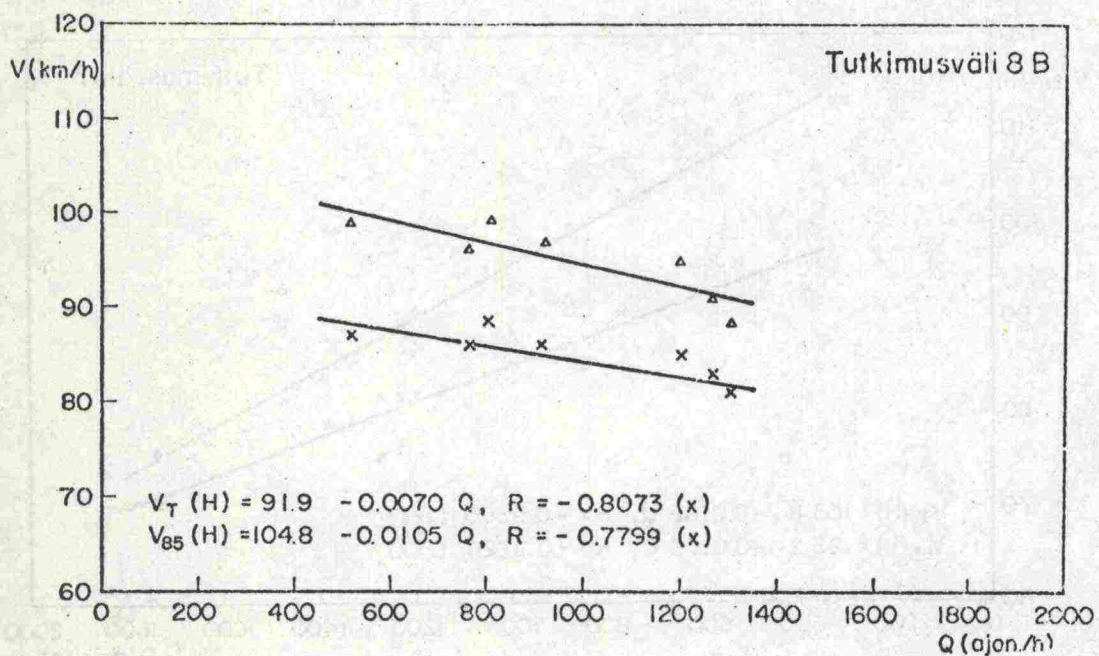
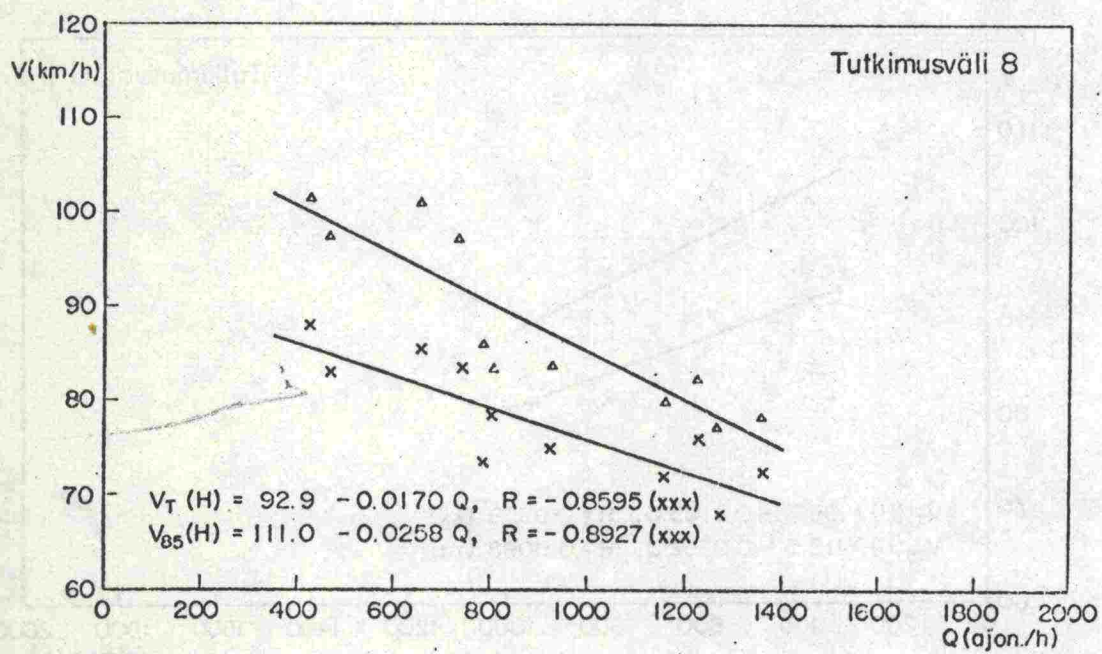
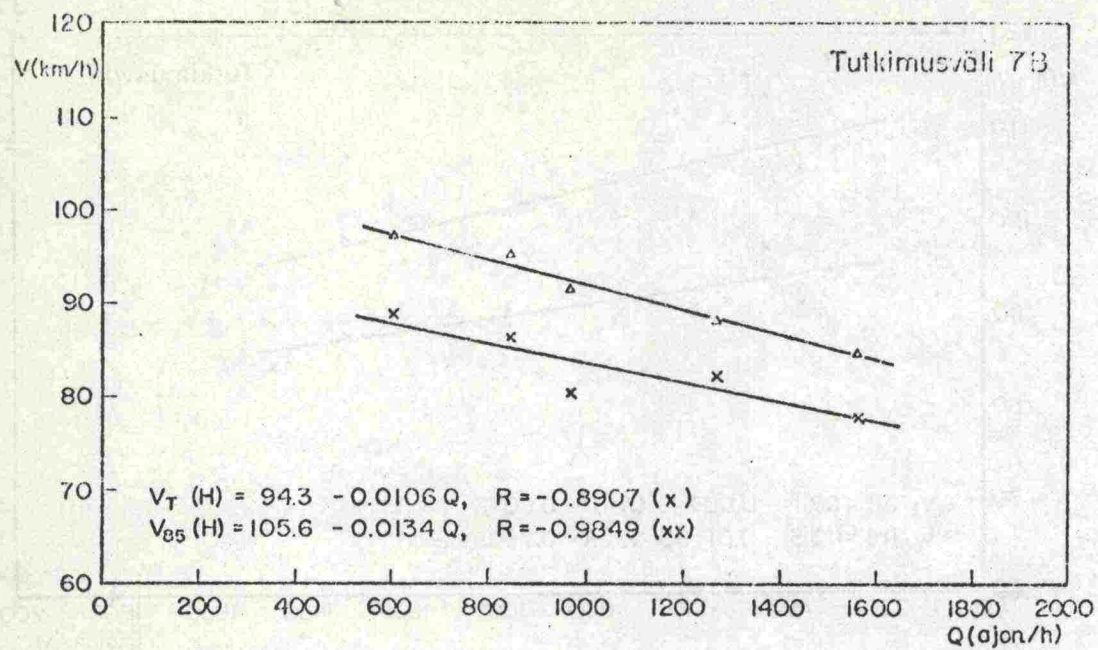
Erikoisen suuri mäkisyys ja kaarteisuus rajoittaa nopeuden valintaa jolloin nopeuden ja kokonaisliikennemäärän korrelaatio pienenee. Raskaat ajoneuvot hidastavat ilmeisesti myös nopeuksia jonkin verran, mutta pienten liikennemäärien takia ei niiden vaikutusta



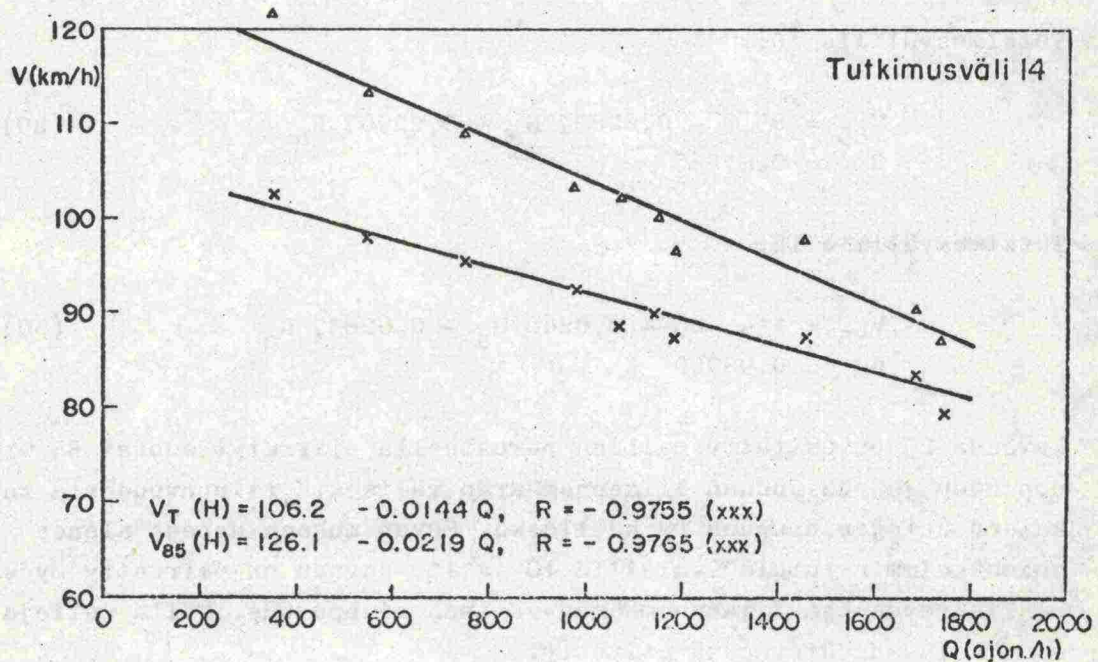
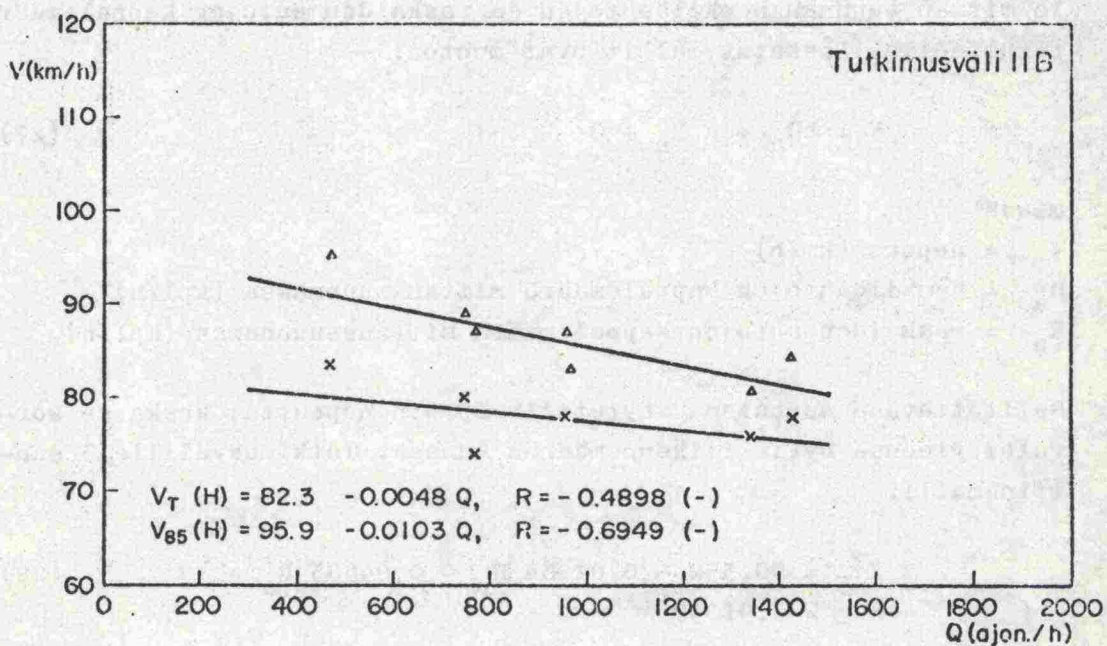
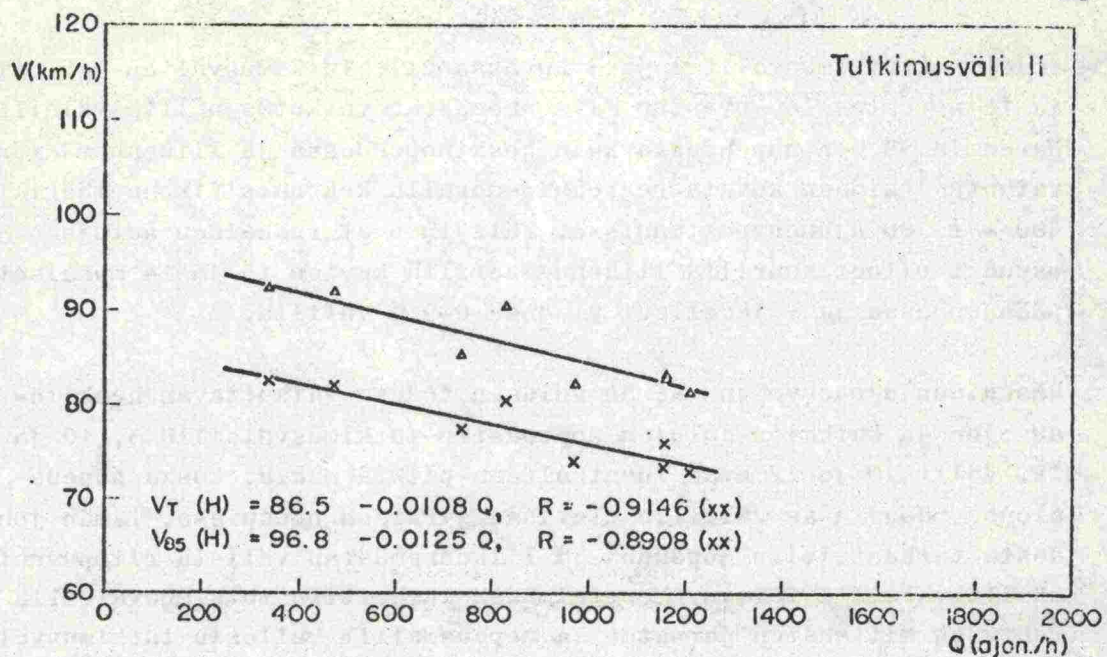
Kuva 21. Nopeuden riippuvuus liikennemäärästä tutkimusväleittäin



Kuva 22. Nopeuden riippuvuus liikennemäärästä tutkimusväleittäin



Kuva 23. Nopeuden riippuvuus liikennemäärästä tutkimusväleittäin



Kuva 24. Nopeuden riippuvuus liikennemäärästä tutkimusväleittäin

todettu (tutkimusvälit 1 ja 2 kuvassa 21). Tutkimusvälien 4-8, 11 ja 14 perusteella kuvautuu liikennemäärän vaikutus näillä väleillä paremmin 85 %:n nopeudessa kuin keskinopeudessa ja liikennemäärän vaikutus voidaan kuvata regressiosuoralla kokonaisliikennemäärillä 400 - 1 700 ajoneuvoa tunnissa. Tällöin ovat raskaiden autojen osuudet olleet suurilla liikennemäärillä kuvien 13 ja 14 mukaiset pääsuunnassa ja vaihdelleet yleensä 0-9 % välillä.

Raskaiden ajoneuvojen määrän voidaan todeta vaikuttavan henkilöautojen ja kaikkien autojen nopeuksiin tutkimusväleillä 3, 10 ja 12. Välit 10 ja 12 ovat luonteeltaan pitkiä mäkiä, koska nopeus alenee pääasiassa väleillä olevissa jyrkissä nousuissa. Tämän johdosta tarkasteltiin nopeuden ja liikennemäärän välistä riippuvuutta näillä väleillä toisin. Menetelmässä laskettiin tutkimusväleillä tehtyjen mittausten perusteella nopeusmallit kullekin tutkimusvälille mittaussuunnan henkilöautojen ja raskaiden autojen kappalemäärien perusteella. Lasketut mallit ovat muotoa:

$$V = bH_a + a R_a + C \quad (27)$$

missä

V = nopeus (km/h)

H_a = henkilöautojen kappalemäärä mittaussuunnassa (kpl/h)

R_a = raskaiden autojen kappalemäärä mittaussuunnassa (kpl/h)

Selitetävänä nopeutena käytettiin 85 %:n nopeutta, koska se korreloi yleensä hyvin liikennemäärän kanssa. Tutkimusvälille 3 saatiin malli:

$$\begin{aligned} V_{85} &= 90,552 - 0,01264 H_a - 0,04683 R_a \\ R &= 0,91059 \end{aligned} \quad (28)$$

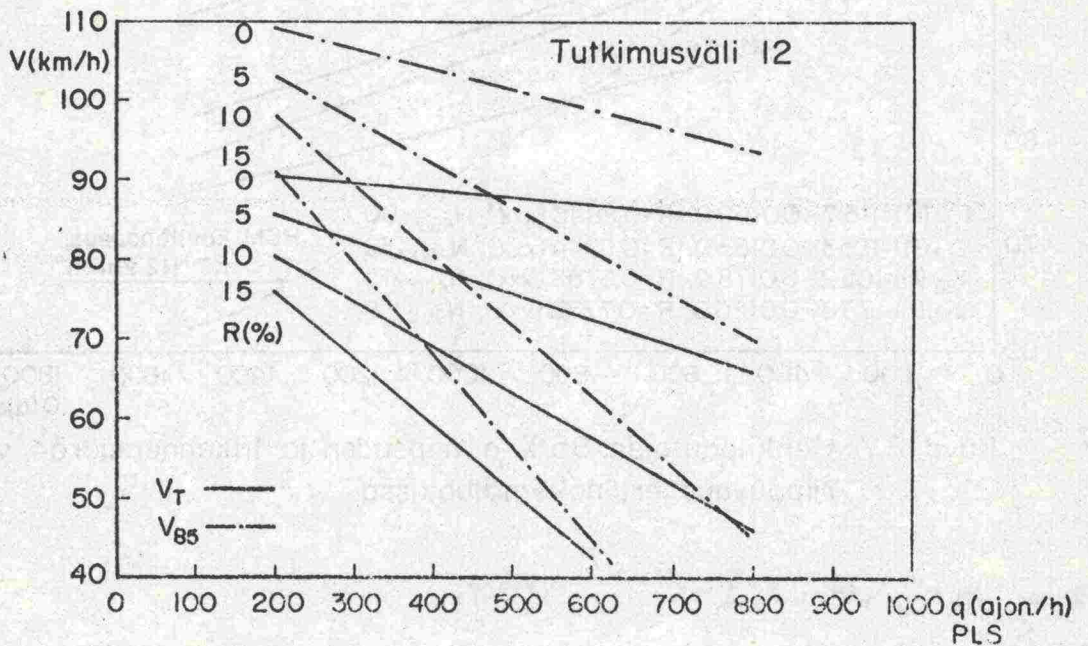
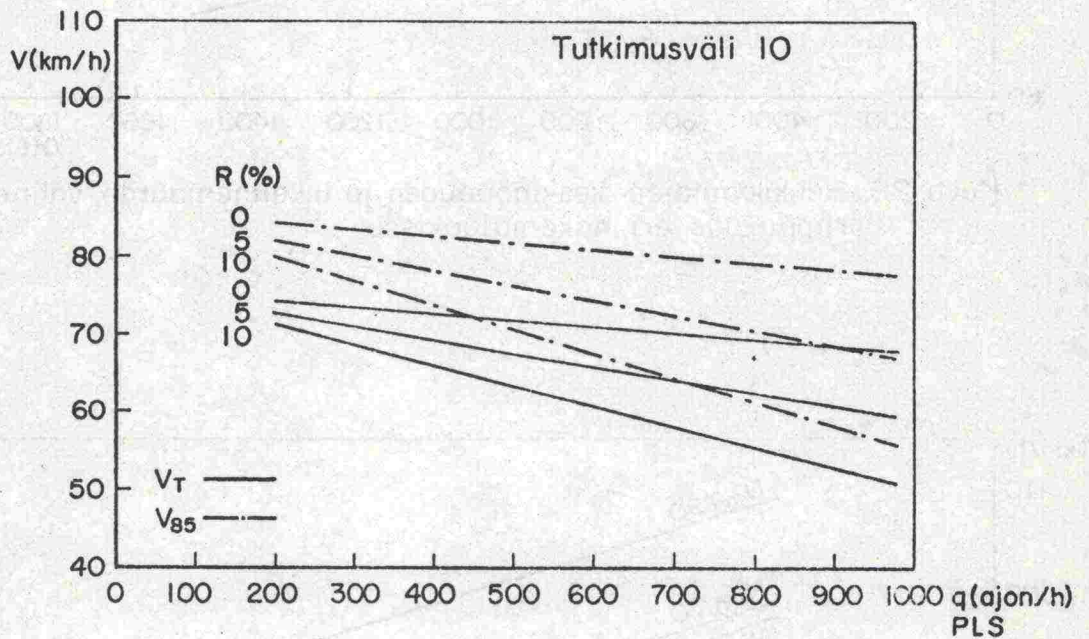
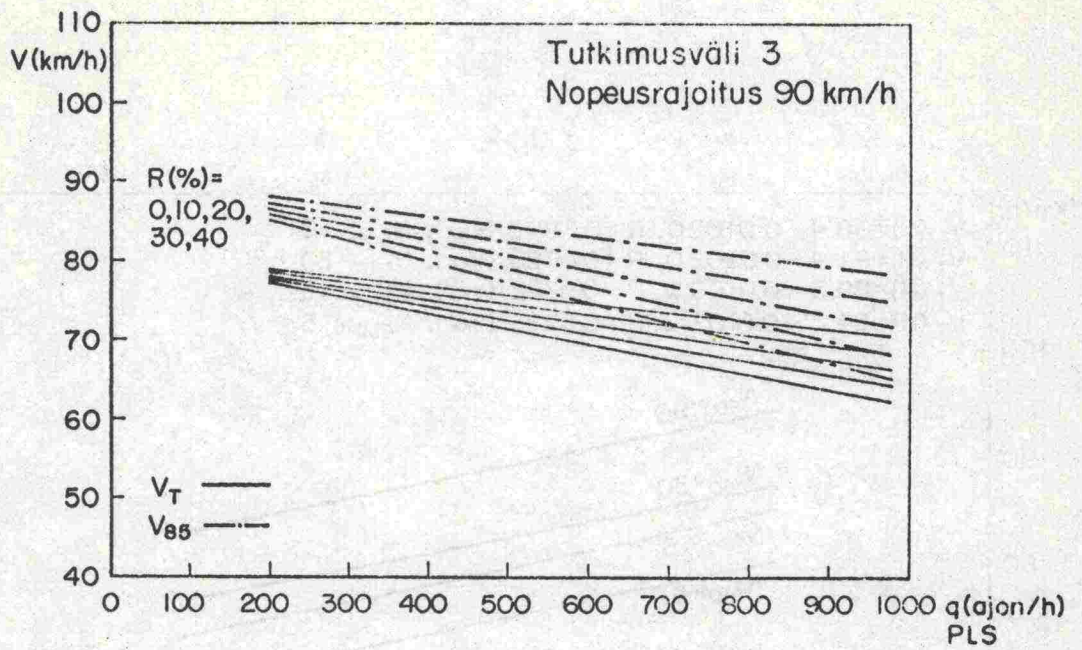
Tutkimusvälille 10:

$$\begin{aligned} V_{85} &= 85,9 - 0,00887 H_a - 0,22967 R_a \\ R &= 0,87836 \end{aligned} \quad (29)$$

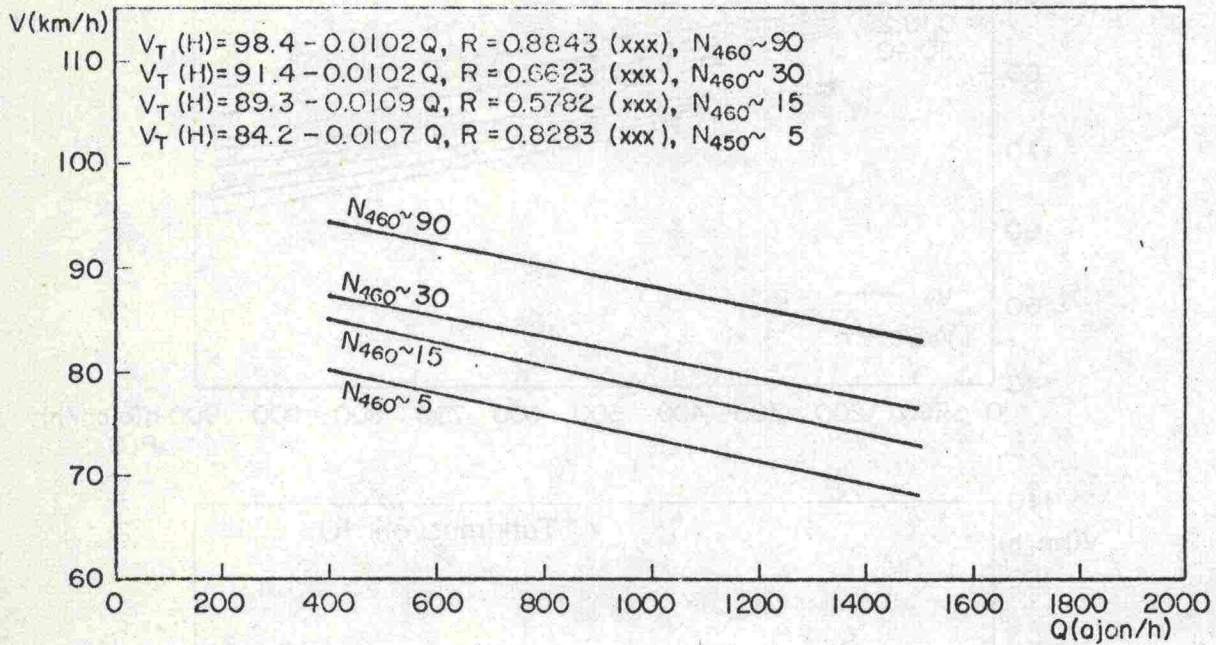
Tutkimusvälille 12:

$$\begin{aligned} V_{85} &= 114,303 - 0,0260 H_a - 0,62837 R_a \\ R &= 0,98709 \end{aligned} \quad (30)$$

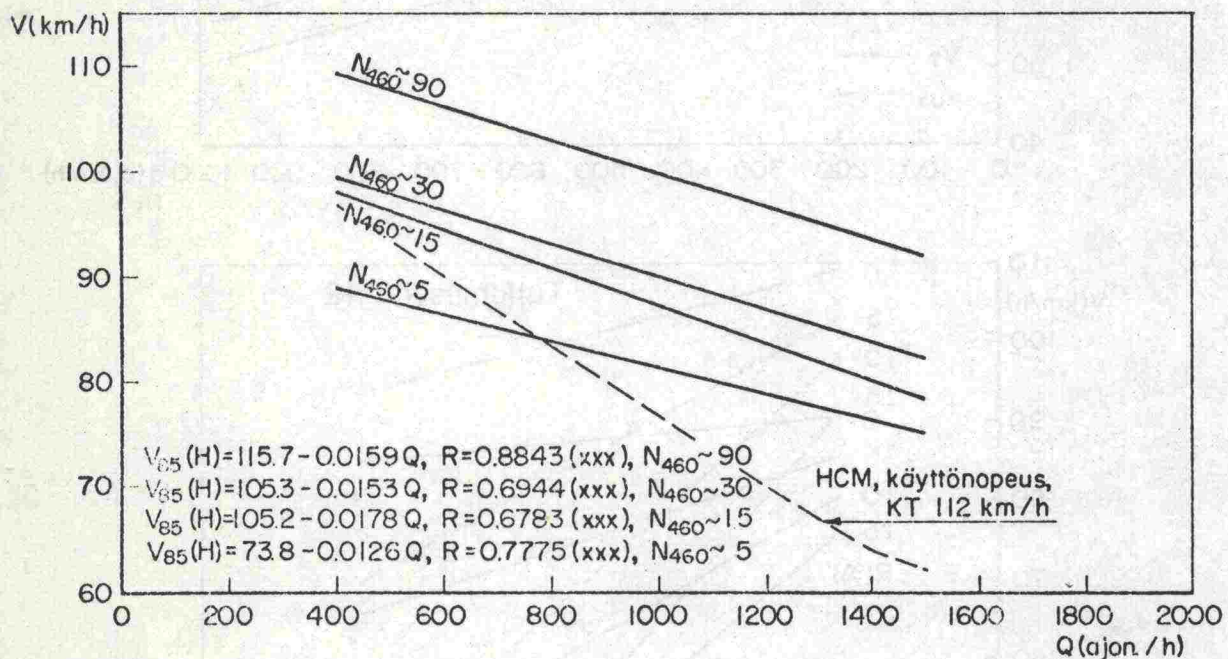
Kuvassa 25 on esitetty mallien perusteella piirretyt suorat 85 %:n nopeuden ja pääsuunnan liikennemäärän välisestä riippuvuudesta raskaiden autojen osuuden vaihdeltaessa. Kuvan mukaan nopeus alenee voimakkaimmin tutkimusväleillä 10 ja 12. Kuvaan on piirretty myös keskinopeuden ja liikennemäärän välinen riippuvuus. Näitä malleja ei ole tässä yhteydessä esitetty.



Kuva 25. Nopeuden riippuvuus raskaiden autojen osuudesta ja päälliikennesuunnan liikennemäärästä



Kuva 26. Henkilöautojen keskinopeuden ja liikennemäärän välinen riippuvuus eri näkemäluokissa



Kuva 27. Henkilöautojen 85%:n nopeuden ja liikennemäärän välinen riippuvuus eri näkemäluokissa

Koska edellä on havaittu, että tien geometria kuvautuu hyvin myös näkemäprosentteissa, ainakin nopeustarkasteluissa, luokiteltiin aineisto yli 460 metrin näkemäprosentin mukaan. Kuvissa 26 ja 27 on esitetty näkemäluokittelun perusteella piirretyt regressiosuorat nopeuden ja liikennemäärän välisestä riippuvuudesta. Korrelaatiokertoimen nolosta poikkeavuus on testattu t-testillä.

Kuvista nähdään, että aineisto jakautuu melko hyvin ryhmiin näkemäluokittelun perusteella. Kuitenkin voidaan liikennemäärämuuttujan regressiokertoimen ja korrelaatiokertoimenkin perusteella todeta, että luokissa esiintyy hajontaa, joka aiheutuu ilmeisesti siitä, että jotkut tutkimusvälien muut ominaisuudet vaihtelevat näkemäluokissa. Tämän vuoksi onkin seuraavassa luvussa otettu näkemien ohella huomioon myös ajoradan ja pientareen leveyden vaikutus.

Kuvassa 27 on esitetty myös HCM:n käyttönopeuden riippuvuus liikennemäärästä 2-ajokaistaisella tiellä maaseudulla, kun keskimääräinen tienopeus on 112 km/h ja 460 metrin ohitusnäkemien osuus 100 %. Kuvan mukaan ovat HCM:n antamat nopeudet huomattavasti meillä käytettyjä pienemmät. Tässä onkin huomioitava, että HCM on julkaistu jo 1965, joten myös Yhdysvalloissa ovat nopeudet sen jälkeen kasvaneet. Meillä ei liikennemäärän kasvu tunnu alentavan nopeuksia samalla tavalla, kun HCM:ssä on kuvattu käyttönopeuden alenevan. Nopeuden ja liikennemäärän riippuvuutta voidaan hyvin kuvata suoralla, kun liikennemäärä vaihtelee välillä 400 - 1 700 ajon/h.

Tässä tutkimuksessa ei pystytty toteamaan 2-kaistaisen tien maksimivälityskykyä, joksi HCM ilmoittaa 2 000 henkilöautoa tunnissa. Suurin havaittu liikennemäärä oli nimittäin 1 742 ajon/h. Jos tämä muunnetaan HCM:n mukaisella henkilöautovastaavuusarvolla 2 henkilöautoyksiköksi, saadaan liikennemääräksi 1 869 henkilöautoyksikköä tunnissa. Henkilöautojen keskinopeus oli tällöin vielä 79,5 km/h. Vaikka nopeuden ja liikennemäärän välinen riippuvuus alkaa ehkä tästä liikennemäärästä hiukan kaartua (kuva 24), vaikuttaa siltä, että välityskykynopeus saattaa Suomessa olla suurempi kuin HCM ilmoittaa. Liikenteenvälityskyky ihanteellisissa olosuhteissa voi myös olla jonkin verran suurempi kuin 2 000 henkilöautoa tunnissa. Kuten kohdassa 5.3 on todettu, oli raskaiden autojen osuus suurilla liikennemäärillä pieni, jolloin se ei myöskään vaikuttanut henkilöautojen nopeuksiin. Siksi voitaisiinkin käyttösuhteena tutkimuksen mukaan pitää havaitun liikennemäärän (ajon/h) suhdetta maksimivälityskykyyn (2000 ajon/h). Mikäli raskaiden autojen osuus olisi suuri myös suurilla liikennemäärillä, saattaisi se vaikuttaa henkilöautojen nopeuksiin, jolloin käyttösuhdetta ei voitaisi määrittellä näin. Yksityisissä pitkissä ja jyrkissä nousuissa vaikuttavat raskaat autot myös tutkimuksen mukaan henkilöautojen nopeuksiin, joten tarkasteltaessa nousujen liikenteenvälityskykyä, täytyy raskaiden autojen vaikutus huomioida.

6.2 Nopeudet tien eri ajokaistoilla

Kuten edellä on mainittu, mitattiin ajonopeusmittausten yhteydessä pistenopeuksia tutkalla pienemmän liikenteen suunnassa. Tarkoituksena oli todeta, voidaanko olettaa, kuten HCM:ssä oletetaan käytönopeuksien osalta, että nopeudet eivät kaksikaistaisella maantiellä riipu liikenteen suuntajakautumasta. Hevonoja totesi tutkimuksessa /14/, että 2-ajokaistaisella maantiellä kohtalaisissa tieolosuhteissa pienemmästä liikennesuunnasta mitattu pistenopeus oli melkein aina pienempi kuin pääsuunnasta mitattu ajonopeus. Tässä tutkimuksessa tehdään vastaavanlainen vertailu pääasiassa huonohkoissa tieolosuhteissa tehtyjen mittausten perusteella.

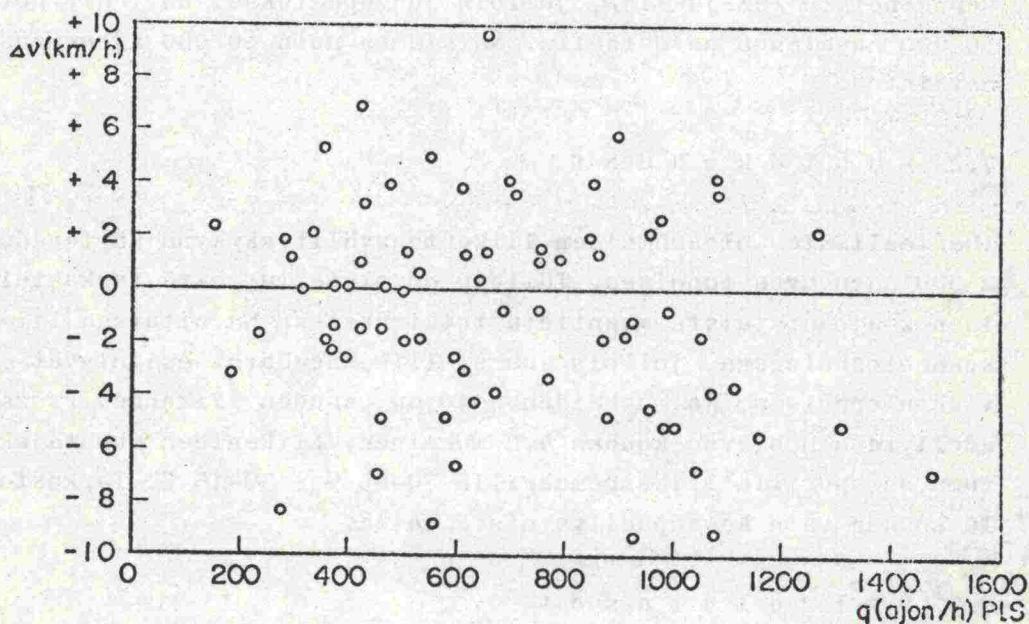
Kuvassa 28 on esitetty henkilöautojen keskinopeuksien ero rekisteritunnus- ja tutkimittauksissa. Siihen on otettu mukaan koko aineisto lukuunottamatta tutkimusvälien 3, 10 ja 12 havaintoja. Kuvasta nähdään, että nopeuserot ovat melko satunnaisia. Kuvan perusteella vaikuttaa myös siltä, että suurilla pääsuunnan liikennemäärillä on todettu useammin negatiivisia arvoja, mikä merkitsisi suurempia nopeuksia pienemmässä liikennesuunnassa.

Tutkimusväleiltä 4, 7, 7B, 8, 8B ja 1, joilla suurin osa samanaikaisista mittauksista tehtiin, on piirretty regressiosuorat ajonopeuden ja pistenopeuden keskiarvoista ja 85 %:n nopeuksista kokonaisliikennemäärän funktiona kuvassa 29. Nähdään, että keskinopeuksilla ei ole paljoakaan eroa eri suunnissa. Kuitenkin 85 %:n nopeuksissa on havaittavissa eroa. Tämä nopeusero suurenee liikennemäärän kasvaessa ja ero piste- ja ajonopeuden välillä on noin 7 km/h, kun liikennemäärä on 1 500 (ajon/h). Kokonaisliikennemäärän kasvu ei siis vaikuta pienemmän liikennesuunnan pistenopeuksiin yhtä voimakkaasti kuin pääsuunnan ajonopeuksiin. Kokonaisliikennemäärä selittää pienemmän liikennesuunnan nopeutta heikommin kuin pääliikennesuunnan nopeutta.

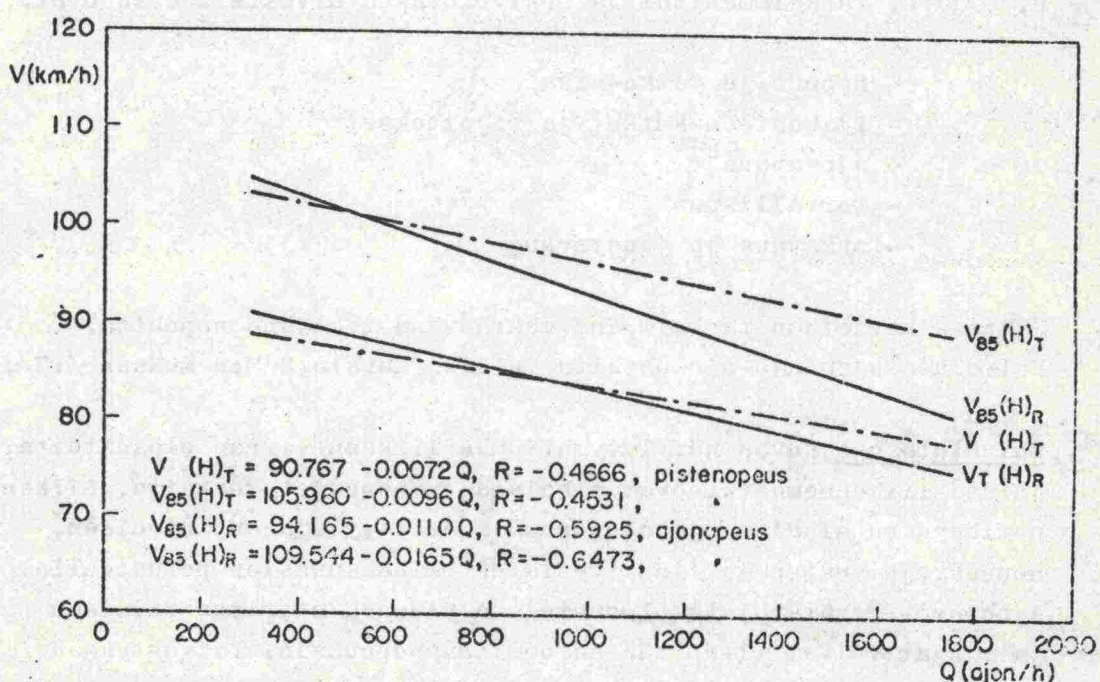
Vertailtaessa tämän tutkimuksen tuloksia Hevonojan /14/ saamiin tuloksiin voidaan todeta, että tutkimukset tukevat toisiaan. Hevonoja on myös todennut, että huonolla tien geometrialla pienemmässä liikennesuunnassa esiintyy suurempia nopeuksia varsinkin, kun pääsuunnan liikennemäärä on suuri. Tässä tutkimuksessa havaittiinkin pistenopeuksien olevan tutkimusvälillä 4, joka vastaa Hevonojan väliä 6, melkein aina pienempiä kuin pääsuunnan ajonopeudet. Tutkimusvälin 4 tieolosuhteet olivat melkein ihanteelliset.

Yhteenvedona voidaan todeta, että kohtalaisissa tieolosuhteissa on havaittu pienemmän liikennesuunnan pistenopeuden olleen usein pääsuunnan ajonopeutta pienemmän. Huonohkoissa tieolosuhteissa taas ero pistenopeuden ja ajonopeuden välillä muuttuu usein niin, että ainakin suurilla liikennemäärillä pienemmän

liikennesuunnan pistenopeus on ajonopeutta suurempi. Eräs syy ilmiölle voi olla siinä, että huonolla tien geometrialla, varsinkin suurilla liikennemäärillä, ohitusmahdollisuudet ovat vähäiset ja pienemmissä liikennesuunnassa voidaan ajaa lujempaa pelkäämättä vastaantulvien ohituksia. On huomattava, että pistenopeusmittaukset on tehty mahdollisimman suorassa ja tasaisessa tien kohdassa tutkimusvälillä, jotta mikään yksityinen tien elementti ei vaikuttaisi nopeuksiin. Tästä aiheutuu tarkasta valinnasta huolimatta vaihtelua eri välien tutkahavaintoihin, jonka suuruutta on vaikea arvioida.



Kuva 28. Henkilöautojen keskinopeusero samaan aikaan tehdyissä rekisteritunnus- ja tutkimittauksissa



Kuva 29. Pääsuunnan ajonopeuden ja vastakkaisen suunnan pistenopeuden riippuvuus liikennemäärästä tutkimusväleillä 1, 4, 7, 7B, 8 ja 8B

7. TIEN LIIKENTEENVÄLITYSKYVYN JA AJONOPEUDEN MÄÄRITTÄMINEN TUTKIMUKSEN PERUSTEELLA

7.1 Y l e i s t ä

Valikoivan lineaarisen regressioanalyysin perusteella voidaan tehdä johtopäätöksiä eri olosuhteiden ja muuttujien vaikutuksista nopeuksiin. Tässä on tällä menetelmällä tarkasteltu tien liikenteenvälityskykyyn ja nopeuksiin vaikuttavia tekijöitä ja esitetty menetelmällä saatuja tuloksia. Tarkasteluun on otettu mukaan TVH:ssa vuonna 1970 tehdyn liikenteenvälityskykytutkimuksen aineisto /3/ ja /14/, jolloin johtopäätökset on tehty noin 50 000 havainnon perusteella. Näistä on noin 40 000 ajonopeus-havaintoa.

7.2 L ä h t ö k o h d a t

Ihanteellisten olosuhteiden liikenteenvälityskykyä käytetään 2 000 ajoneuvoa tunnissa. Tällöin on oletettu, että tarkastellaan 2-ajokaistaista maantietä tutkimuksessa havaituissa liikenneolosuhteissa, jolloin suuret liikennemäärät esiintyvät viikonloppuisin, ja raskaiden autojen osuuden liikennevirrassa edellytetään olevan kohdan 4.2 mukainen. Liikenteen suuntajakautuma on suurilla liikennemäärillä 70-85 % / 30-15 %. Tarkastelu koskee vain kestopäällysteisiä teitä.

7.3 P a l v e l u t a s o t

Palvelutasot voidaan määrätä ajonopeuden ja liikennemäärän (käyttösuhteen) avulla. Niitä on HCM:n mukaan kuusi: A, B, C, D, E ja F. Tärkeimmät tekijät palvelutasoa arvosteltaessa ovat:

- nopeus ja matka-aika
- liikenteen katkot ja rajoitukset
- ajovapaus
- turvallisuus
- mukavuus ja joustavuus

HCM:ssä käytetään tärkeimpänä määräävänä tekijänä nopeutta. Palvelutasojen ajo-olosuhteita voidaan kuvata HCM:n mukaan /13/:

Palvelutaso A kuvaa häiriytymättömän liikennevirran olosuhteita, joissa liikennemäärät ovat alhaisia ja nopeudet korkeita. Liikennetiheys on alhainen ja ajonopeus määräytyy ajajan toiveiden, nopeusrajoitusten ja tien fyysisten ominaisuuksien perusteella. Ajoneuvot eivät näissä olosuhteissa yleensä häiritse toisiaan ja ajajat voivat ylläpitää haluamiaan nopeuksia. Viivästyksiä ei yleensä ilmene.

Palvelutasolla B liikennevirta on vakaa, mutta liikenneolosuhteet rajoittavat hieman käyttönopeuden valintaa. Ajajat voivat vielä näissä olosuhteissa valita nopeutensa ja ajokaistansa kohtalaisen vapaasti. Nopeuden aleneminen ei vielä ole merkittävä ja liikennevirran häiriöt eivät ole kovin todennäköisiä. Palvelutason B alarajaa (alhaisin nopeus, korkein liikennemäärä) on suositeltu käytettäväksi maaseudun maanteiden suunnittelussa.

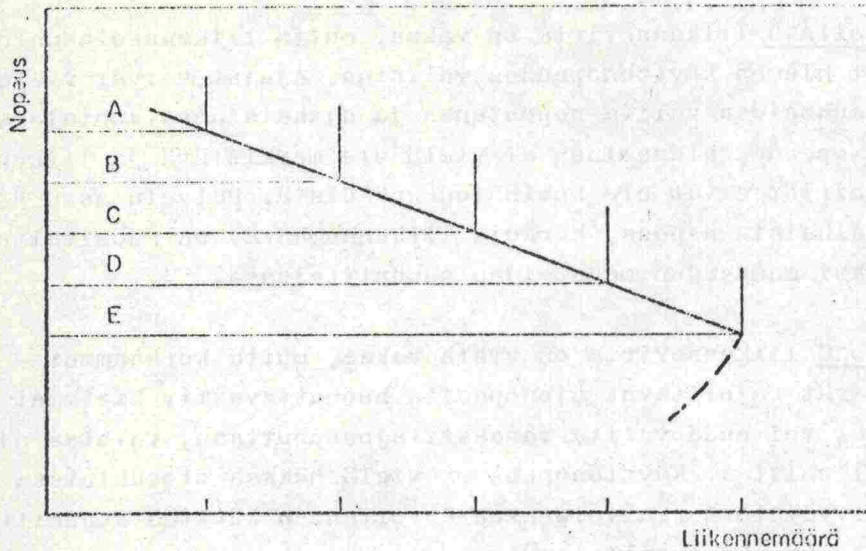
Palvelutaso C liikennevirta on vielä vakaa, mutta korkeammat liikennemäärät rajoittavat ajonopeutta huomattavasti. Useimmat ajajat eivät voi enää valita vapaasti ajonopeuttaan, vaihtaa ajokaistaa tai ohittaa. Käyttönopeus on vielä näissä olosuhteissa suhteellisen tyydyttävä. Palvelutasoa C voitaneen käyttää suunnittelu-
perusteena kaupunkialueilla.

Palvelutasolla D liikennevirran ominaisuudet lähestyvät epävakaita olosuhteita, mutta käyttönopeudet ovat siedettäviä, joskin ajo-olosuhteiden muutokset vaikuttavat niihin huomattavasti. Liikennemäärien vaihtelut ja ajoittaiset liikennevirran häiriöt saattavat alentaa käyttönopeuksia huomattavasti. Ajovapaus sekä ajamisen mukavuus ja joustavuus ovat alhaisia, mutta olosuhteet ovat siedettäviä rajoittuessaan lyhyiksi ajanjaksoiksi.

Palvelutasoa E ei voida kuvata yksinomaan nopeuden perusteella. Käyttönopeudet ovat alhaisempia kuin palvelutasolla D ja liikennemäärät ovat suunnilleen tien liikenteenvälityskykyä vastaavia. Liikennevirta on epävakaa, ja lyhytaikaisia pysähdyksiä saattaa esiintyä.

Palvelutasolla F liikennevirta on "pakotettua" ja käyttönopeudet alhaisia, vaikka liikennemäärät ovat välityskykyä alhaisempia. Tällaiset olosuhteet johtuvat tavallisesti liikennevirran häiriön aiheuttamasta liikennevirrassa sen kanssa vastakkaiseen suuntaan "etenevästä" jonosta. Tutkittavalle tieosalle kertyy pysähtyneitä ajoneuvoja jopa koko huipputunnin ajan. Nopeudet ovat hyvin alhaisia ja ruuhkautumisesta johtuvia sekä lyhyt- että pitkäaikaisia pysähdyksiä esiintyy. Ääritapauksessa sekä nopeus että liikennemäärä voivat alentua nollaan.

Palvelutaso määräytyy nopeuden ja liikennemäärän perusteella kuvan 30 mukaisesti



Kuva 30. palvelutason määrittäminen nopeuden ja liikennemäärän perusteella

7.4 Palvelutasojen määrittäminen nopeuden ja liikennemäärän avulla

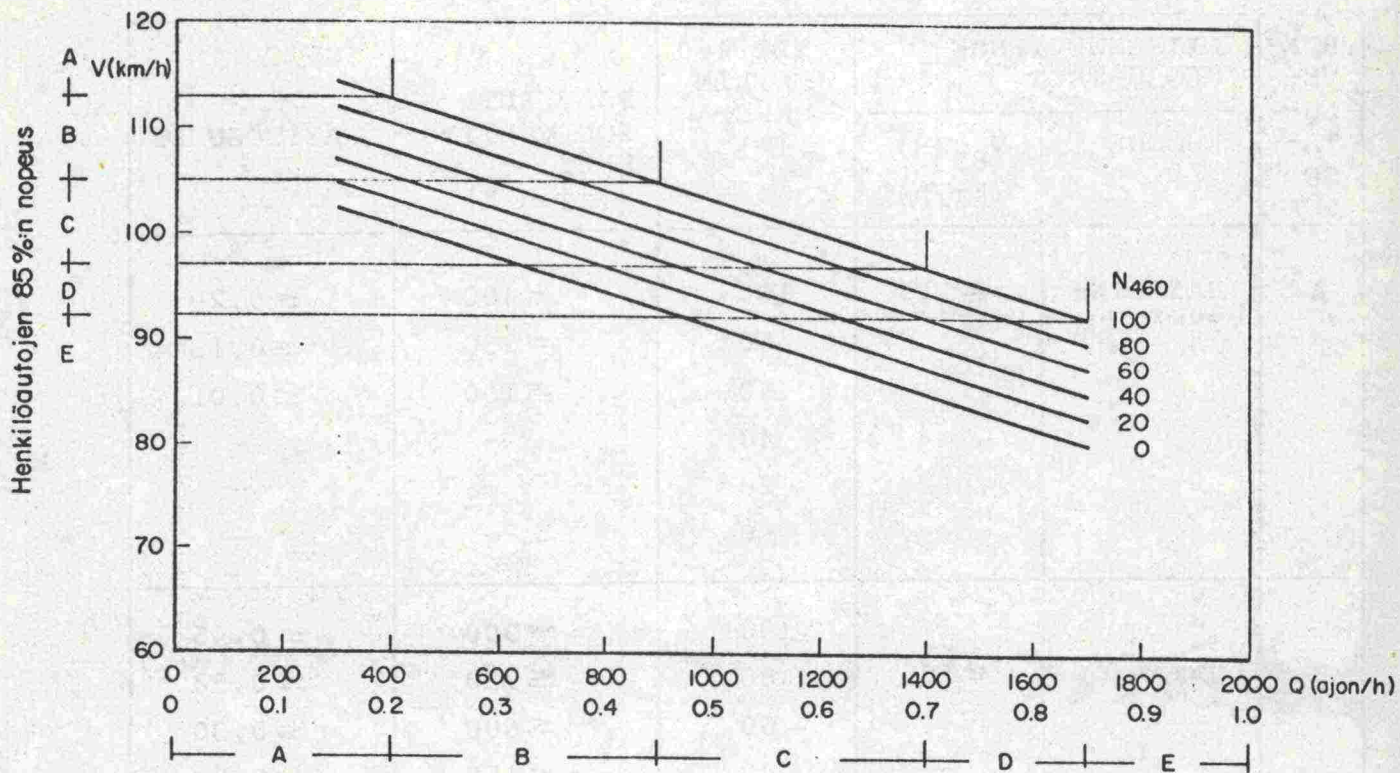
Tässä on tarkasteltu palvelutasoja siten, että palvelutasojen liikennemäärärajana ihanteellisissa olosuhteissa on pidetty HCM:ää vastaavia arvoja: A: 400 ajon/h, B: 900 ajon/h, C: 1 400 ajon/h, D: 1 700 ajon/h ja E: noin 2 000 ajon/h. Kuvissa 31 ja 32 on esitetty palvelutasot sekä henkilöautojen 85 % nopeuden että keskinopeuden mukaan määrättyinä ihanteellisissa olosuhteissa. Koska 85 % nopeus korreloi liikennemäärän kanssa paremmin kuin keskinopeus on palvelutasojen välityskyvyt laskettu sen perusteella taulukossa 5 näkemäprosentin (N_{460}) vaihdellessa. Tassolla F, joka ei esiinny taulukossa liikenteen luonne on pakotettua ja nopeus laskee alle välityskykynopeuden, jolloin tien kyky välittää liikennettä alenee.

7.5 Palvelutasojen välityskykyyn ja liikenteenvälityskykyyn vaikuttavat tekijät

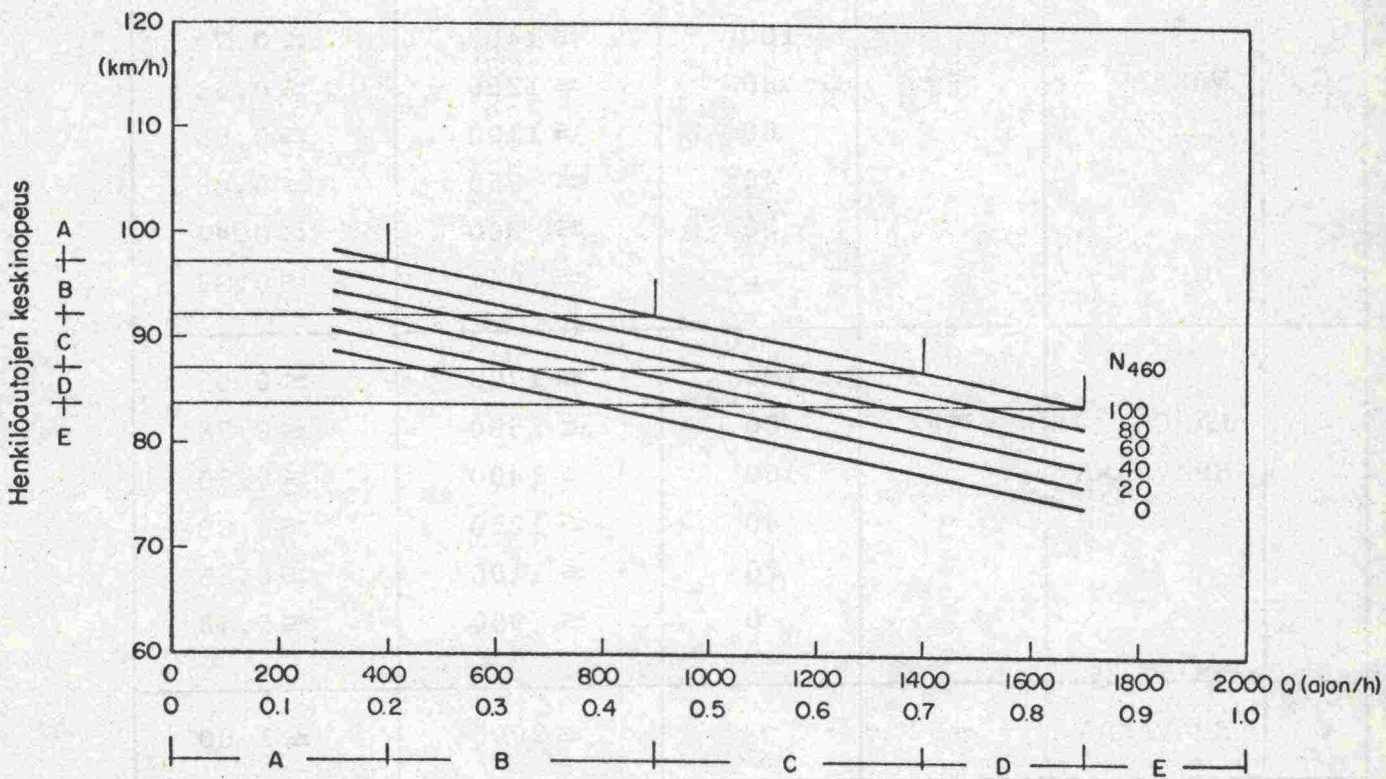
Menetelmässä määrätään välityskyky ihanteellisissa olosuhteissa, jotka tässä ovat:

- katkeamaton liikennevirta
- ajokaistat 3,6 metriä ja pientareet 1,8 metriä
- jatkuva yli 460 metrin ohitusnäkemä

Näihin ihanteellisiin olosuhteisiin tehdään vallitsevissa olosuhteissa korjaus korjauskertoimilla, jolloin saadaan tutkittava palvelutason tai tien liikenteenvälityskyky lasketuksi.



Kuva 31. Palvelutasot liikennemäärän perusteella määrättyinä



Kuva 32. Palvelutasot liikennemäärän perusteella määrättyinä

PAL- VE- LU- TA- SO	LIIKENNEVIRRRAN OLOSUHTEET		YLI 460 METRIN NÄKEMÄ (%)	C _p PALVELUTA- SON VÄLITYS- KYKY (ajon/h)	V/C KÄYTTÖSUHDE
	LUONNE	V ₈₅ (H) (km/h)			
A	HÄIRIIN- TYMÄTÖN	≥ 113	100	≅ 400	≅ 0,20
			80	≅ 250	≅ 0,13
			60	≅ 100	≅ 0,01
			40	-	-
			20	-	-
			0	-	-
B	VAKAA	≅ 105	100	≅ 900	≅ 0,45
			80	≅ 750	≅ 0,38
			60	≅ 600	≅ 0,30
			40	≅ 450	≅ 0,23
			20	≅ 300	≅ 0,15
			0	≅ 140	≅ 0,07
C	VAKAA	≅ 97	100	≅ 1400	≅ 0,70
			80	≅ 1250	≅ 0,63
			60	≅ 1100	≅ 0,55
			40	≅ 950	≅ 0,48
			20	≅ 800	≅ 0,40
			0	≅ 640	≅ 0,32
D	LÄHES EPÄVAKAA	≅ 92	100	≅ 1700	≅ 0,85
			80	≅ 1550	≅ 0,78
			60	≅ 1400	≅ 0,70
			40	≅ 1250	≅ 0,63
			20	≅ 1100	≅ 0,55
			0	≅ 950	≅ 0,48
E	EPÄVAKAA	< 92		≅ 2000	≅ 1.00

Taulukko 5. Tutkimuksen perusteella määrättyjen palvelutasojen ominaisuuksia

7.51 Tien geometria

Näkemäprosenttien on todettu kuvaavan tien geometriaa suhteellisen hyvin tarpeeksi pitkällä tieosilla, kun tien geometria noudattaa tien luonnetta. Siksi on tiet luokiteltu yli 460 metrin näkemäprosenttien mukaan.

7.52 Ajoradan ja pientareen leveys

Ihanteellisia olosuhteita pienemmät ajoradan ja pientareen leveydet alentavat välityskykyä. Tämä välityskyvyn aleneminen huomioidaan korjauskertoimella, jolloin siis välityskyky lasketaan kaavalla:

$$C_0 = K \times C_I \quad (31)$$

C_0 = liikenteenvälityskyky (kapasiteetti) vallitsevissa olosuhteissa (ajon/h)

C_I = liikenteenvälityskyky ihanteellisissa olosuhteissa
Tässä on käytetty: $C_I = 2\,000$ ajon/h

K = korjauskerroin saadaan taulukosta 6.

Korjauskerrointa määrää nopeus ja se kuvastaa vallitsevien olosuhteiden suhdetta ihanteellisiin. Kertoimien arvot on laskettu vertailemalla ajo-olosuhteita ihanteellisiin olosuhteisiin kaavalla:

$$K = \left(\frac{V + 0,0157C_I}{0,0157C_I} \right) \quad (32)$$

missä V = tarkasteltavan 85 %:n nopeuden ja ihanteellisten olosuhteiden nopeuksien ero kun $Q = 0$

C_I = liikenteen välityskyky ihanteellisissa olosuhteissa

Kaava (32) on johdettu vertaamalla ihanteellisten olosuhteiden arvoa tarkasteltavaan arvoon yhtälön (37) perusteella, josta myös kerroin 0,0157 on saatu. Taulukoissa 6 on esitetty korjauskerroin K .

Piennar (m)	Korjauskerroin K		
	ajorata 7.2 m	ajorata 7.0 m	ajorata 6.6 m
1.8	1.00	0.97	0.90
1.5	0.94	0.91	0.84
1.0	0.85	0.82	0.75
0.5	0.76	0.73	0.66
0	0.67	0.63	0.57

Taulukko 6. Korjauskerroin K välityskyvyn tasolla

7. 53 Raskaat ajoneuvot

Tutkimuksen mukaan eivät raskaat ajoneuvot vaikuta sanottavasti henkilöautojen nopeuksiin, joten ei ole määrätty niistä aiheutu-
vaa korjauskerrointa. Mikäli olosuhteet poikkeavat oletetuista
(kohta 7.2) täytyy vaikutus erikseen selvittää.

Yksityisissä nousuissa vaikuttavat raskaat ajoneuvot kuitenkin
sekä palvelutasojen välityskykyyn että liikenteenvälityskykyyn,
mikä on huomioitava laskelmissa. Tässä tutkimuksessa on vain
lyhyesti tarkasteltu nousuja (kohta 6.1) ja todettu, että lisä-
tutkimuksia kannattaisi mahdollisesti suorittaa.

7.54 Sivusteet ja liittymät

Sivusteiden vaikutusta ei ole erityisesti tarkkailtu, vaan
tiellä oletetaan niitä olevan vain vähäinen määrä, jolloin
vaikutus sisältyy muuttujiin. Poikkeavat olosuhteet edellyttä-
vät erityistutkimusta. Saaduissa arvoissa edellytetään lisäksi,
että tutkittavalla välillä ei ole liittymiä, jotka vähentävät
nopeuksia ja alentavat välityskykyä.

7.6 L i i k e n t e e n v ä l i t y s k y v y n j a p a l - v e l u t a s o n v ä l i t y s k y v y n l a s k e - m i n e n

Laskelmien suorittamiseksi täytyy siis tuntea:

- tien geometria, joka siis tässä määrätään yli 460 metrin nä-
kemien perusteella. Mäkisyyden ja kaarteisuuden perusteella
voidaan näkemäprosentti laskea esim. kaavalla 38.
- ajoradan ja pientareen leveys
- raskaiden autojen osuus liikennevirrassa

Liikenteenvälityskyky lasketaan kaavalla

$$C_0 = K \times C_1 = K \times 2000 \text{ (ajon/h)} \quad (39)$$

missä C_1 = välityskyky ihanteellisissa olosuhteissa. Tässä
valittu 2000 ajon/h

K = ajoradan ja pientareiden leveyksistä johtuva
korjauskerroin, joka välityskyvyn tasolla (palvelu-
taso E) saadaan taulukosta 6 (s.51)

Poikki- leikkaus (kesto- päällyste)	A				B				C				D				E	
	$V_{85} \geq 113$		$\bar{V} \geq 97$		$V_{85} \geq 105$		$\bar{V} \geq 92$		$V_{85} \geq 97$		$\bar{V} \geq 87$		$V_{85} \geq 92$		$\bar{V} \geq 84$		$V_{85} < 92$	$\bar{V} < 84$
	N_{460}				N_{460}				N_{460}				N_{460}					
	100	80	60	40	100	80	60	40	100	80	60	40	100	80	60	40		
10.6/7	332	180	-	-	837	690	534	384	1344	1188	1034	888	1632	1488	1344	1188	1920	
10/7	220	-	-	-	720	578	366	270	1218	1075	924	770	1522	1372	1218	1075	1820	
9/7	-	-	-	-	540	390	240	90	1036	888	737	590	1343	1186	1036	888	1640	
8/7	-	-	-	-	350	203	60	-	854	700	550	400	1140	992	854	700	1460	

Taulukko 7. Eri palvelutasojen välityskyvyt.

Palvelutasojen välityskyvyt saadaan kaavalla:

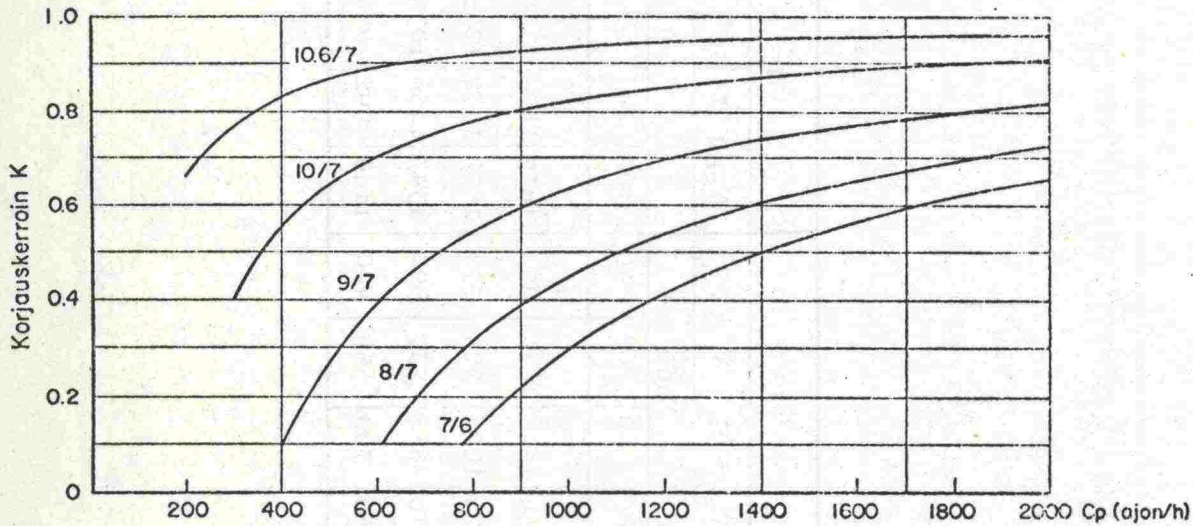
$$SV_{A-E} = C_p \times K \text{ (ajon/h)}. \quad (40)$$

$$C_p = 2000 \times \frac{V}{C} \quad (41)$$

missä V/C = käyttösuhte taulukon 5 mukaan

C_p = palvelutason välityskyky saadaan taulukosta 5

K = ajoradan ja pientareiden leveydestä johtuva korjauskerroin, joka saadaan kuvasta 33 C_p :n avulla



Kuva 33. Korjauskerroin K

Kaavoissa palvelutason välityskyky määräytyy henkilöautojen 85 %:n nopeuden perusteella siten, että tietyissä olosuhteissa saadulla ko. palvelutason välityskyvyn arvolla on sama nopeus kuin tällä palvelutasolla ihanteellisissa olosuhteissa. Nopeus saadaan taulukosta 5. Kaikki saadut arvot perustuvat täysin lineaarisella regressioanalyysillä saatuihin tuloksiin. Taulukossa 7 on esitetty menetelmällä lasketut palvelutasojen välityskyvyt eri poikkileikkauksille.

Jos liikennemääriä tahdotaan tarkastella hay:nä, voidaan muuntamisessa käyttää HCM:ssä esitettyjä kertoimia (taulukko 8)

HA-Ekvivalentti	Palvelutaso	Ekvivalentin arvo		
		Tasainen maasto	Mäkinen maasto	Vuorinen maasto
E_T - KA:lle	A	3	4	7.0
	B ja C	2.5	5.0	10.0
	D ja E	2.0	5.0	12.0
E_T - LA:lle	kaikki	2	4	6

Taulukko 8.

7.7 Ajonopeuden määrittäminen

7.71 Henkilöautojen keskinopeus

$$V_T(H) = 52,4 - 0,0103Q + 0,096N_{460} + 4,54L_A + 3,69L_p \quad (36)$$

N_{460} = yli 460 metrin näkemäprosentti

L_A = ajoradan leveys (m)

L_p = pientareen leveys (m)

tai kuvasta 34

7.72 Henkilöautojen 85 %:n nopeus:

$$V_{85}(H) = 59,1 - 0,0157Q + 0,119N_{460} + 5,21L_A + 5,82 L_p \quad (37)$$

N_{460} = yli 460 metrin näkemäprosentti

L_A = ajoradan leveys (m)

L_p = pientareen leveys (m)

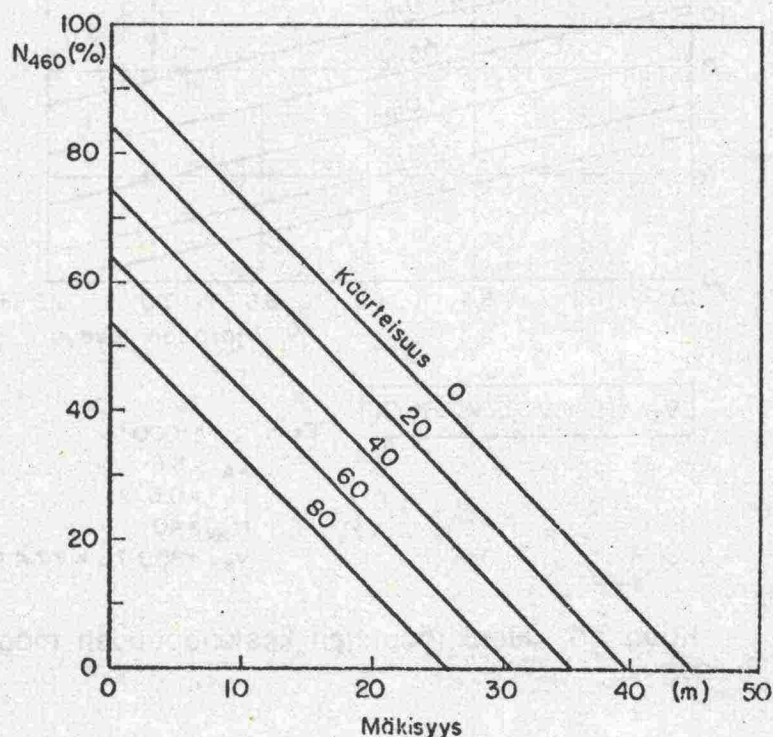
tai kuvasta 35.

Näkemäprosentti voidaan laskea mäkisyyden ja kaarteisuuden perusteella. Pienestä aineistosta laskettuna saatiin malli:

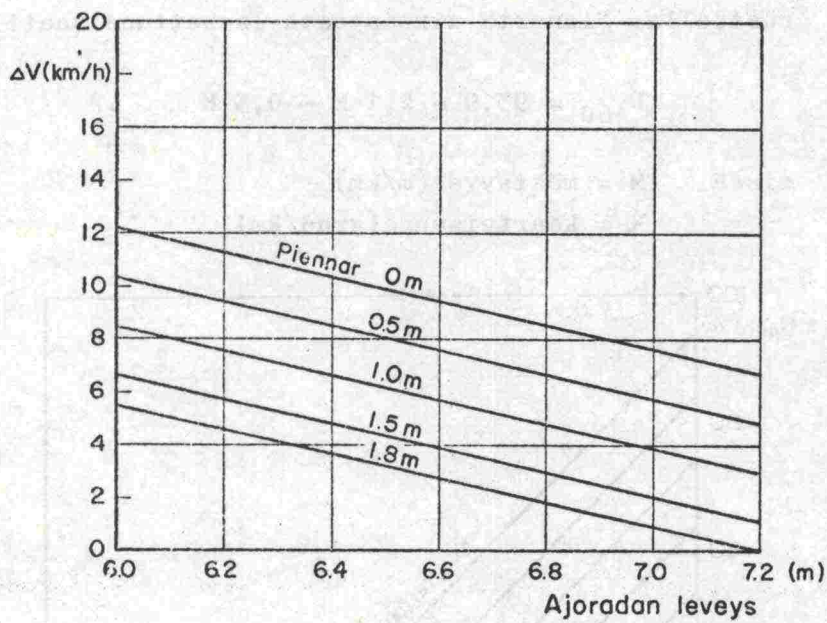
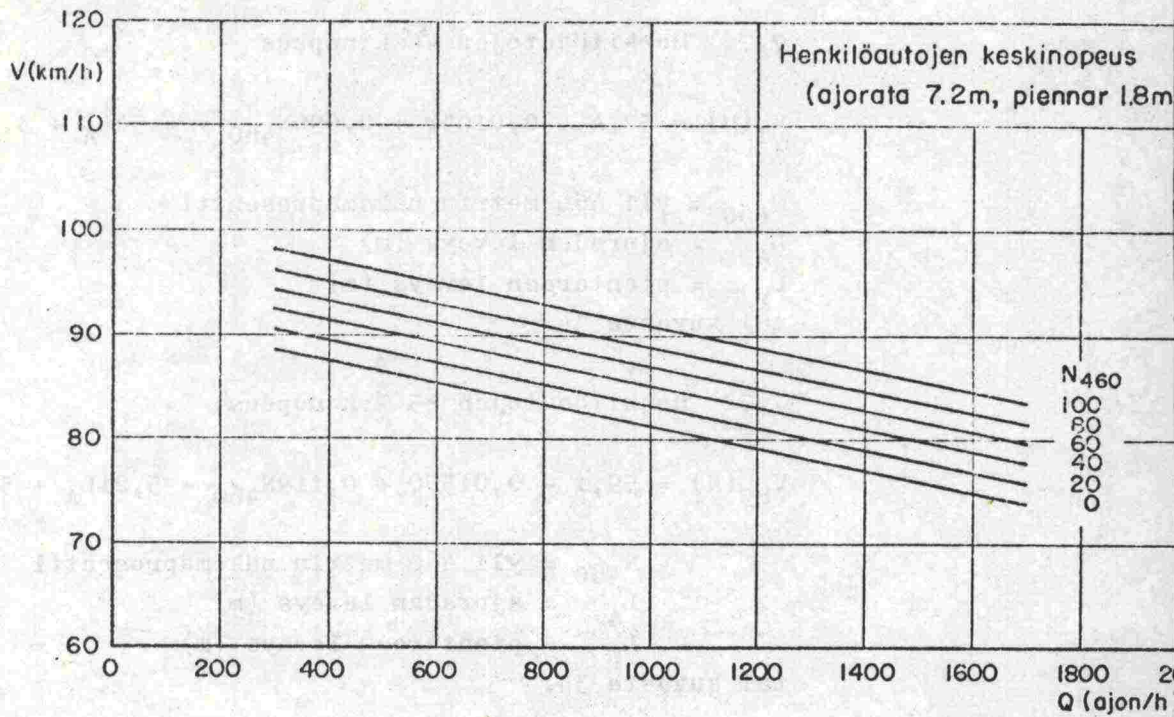
$$N_{460} = 93,9 - 2,1 M - 0,5 K \quad (38)$$

missä M = mäkisyyys (m/km)

K = kaarteisuus (grad/km)



Kuva 36. Yli 460 metrin näkemäprosentin riippuvuus mäkisyydestä ja kaarteisuudesta tutkimusväleillä



$$V_T (H) = V - \Delta V, \text{ km/h}$$

Esim. Q = 1000

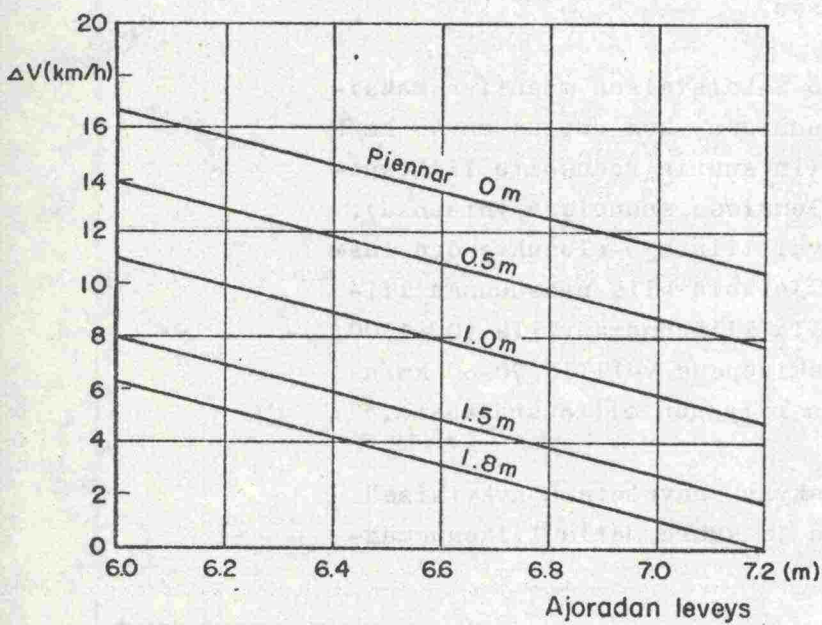
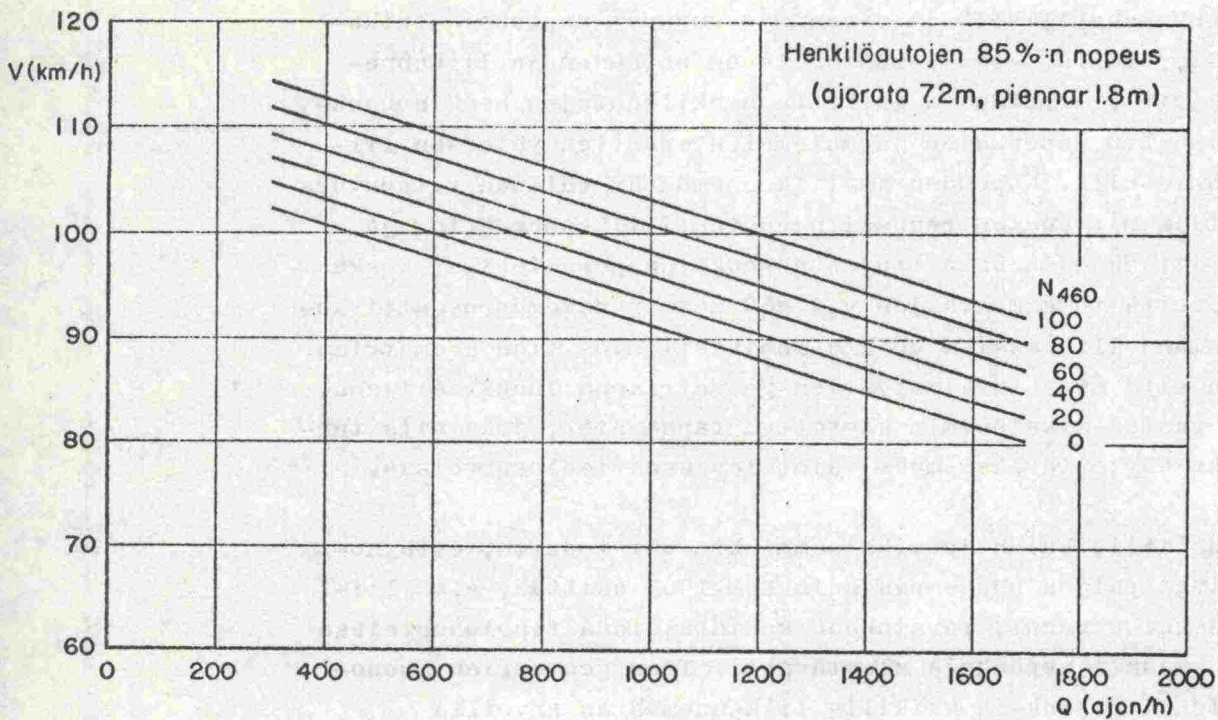
$L_A = 6.6$

$L_P = 0.5$

$N_{460} = 40$

$V_{85} = 85.0 - 7.6 = 77.4 \text{ km/h}$

Kuva 34. Henkilöautojen keskinopeuden määrittäminen



$$V_{85}(H) = V - \Delta V, \text{ km/h}$$

Esim. Q = 1000
 $L_A = 6.6$
 $L_P = 0.5$
 $N_{460} = 40$
 $V_{85} = 96.0 - 10.8 = 85.2 \text{ km/h}$

Kuva 35. Henkilöautojen 85 %-n nopeuden määrittäminen

8. YHTEENVETO

Tutkimusmenetelmässä mitattiin pääliikennesuunnan nopeuksia rekisteritunnusmenetelmällä ja pienemmän suunnan nopeuksia tutka-menetelmällä. Tarkastelun perusteella on nopeuden ja liikennemäärän välistä riippuvuutta tutkittu henkilöautojen keskinopeuksien sekä 85 %:n nopeuksien ja molempien suuntien yhteisen liikennemäärän avulla. Nopeuden ja liikennemäärän välinen riippuvuus muodostettiin mittausten redusoitujen tuntiliikennemäärien ja kussakin mittauksessa havaittujen nopeuksien perusteella. Koska todettiin, että tutkimusvälien yli 460 metrin näkemäprosentti kuvaa ohitusmahdollisuuksien ohella sopivasti myös tien geometriaa käytettiin sitä myös tutkimusvälien geometrisenä luokittelijana. Menetelmä vastaa aikaisemmin käytettyä tapaa /14/, joka siis tuntuu sopivan käytettäväksi myös vaihtelevissa tieolosuhteissa.

Tutkimus osoitti, kuten jo aikaisemminkin oli todettu, että nopeudet olivat paljon suurempia kuin HCM-1965 esittää, eikä liikennemäärä vaikuttanut, varsinkaan kohtalaisissa tieolosuhteissa yhtä voimakkaasti nopeuksia alentavasti. Tien geometrian huononeminen alensi nopeuksia kaikilla liikennemäärän arvoilla ($Q > 300$ ajon/h) ja heikot tieolosuhteet rajoittivat nopeuden valintaa jo vapaissa ajo-olosuhteissa.

Tutkimuksessa ei voitu todeta, onko 2-kaistaisen maantien maksimivälityskyky 2 000 henkilöautoa tunnissa, kun nopeus on 48 km/h kuten HCM esittää. Vt 4:llä todettiin suurin redusoitu liikennemäärä 1 742 ajoneuvoa tunnissa (molemmissa suunnissa yhteensä). Juhannusaatonaaton liikenteessä havaittiin ajo-olosuhteiden laskeeneen aina palvelutasolle F asti, jolloin siis pääsuunnan liikenne pysähteli. Havaituilla suurilla liikennemäärillä ($Q > 1700$ ajon/h) vaihteli henkilöautojen keskinopeus välillä 70-80 km/h ja 85 %:n nopeus välillä 80-90 km/h riippuen mittaustaikasta.

On mahdollista, että maksimivälityskyky saavutetaan nykyisissä olosuhteissa suuremmalla nopeudella ja suuremmalla liikennemäärällä kuin HCM esittää.

Eräänä päätuloksena voidaan pitää havaintoa, että tavallisella tieosalla, jolla ei ole pitkiä ja jyrkkiä yksittäisiä nousuja, ei raskaiden ajoneuvojen määrä nykyisellään vaikuta sanottavasti henkilöautojen nopeuksiin. Tämä tutkimustulos johtuu havaituista raskaiden ajoneuvojen osuudesta, joka pienillä liikennemäärillä oli suuri ja suurilla sitä vastoin pieni. Raskaita ajoneuvoja tarkasteltaessa havaittiin myös, että kolmella muista poikkeavalla tutkimusvälillä raskaat autot vaikuttivat henkilöautojen nopeuksiin. Näistä kaksi tutkimusväliä oli luonteeltaan pitkiä mäkiä ja kolmannella oli raskaiden autojen osuus poikkeuksellisen suuri mittausten aikana, joskus jopa 40 % (Tuusulantie).

Raskaiden autojen määrä vaikuttaa siis nousujen liikenteenvälityskykyyn, kuten muissakin tutkimuksissa on todettu.

Tutkimusväleillä pääliikennesuunnassa mitatut henkilöautojen ajonopeudet riippuvat liikenteellisten tekijöiden ohella myös tien geometriasta. Tutkimuksessa tarkasteltiin keskinopeuksia, ja 85 % nopeuksia, joiden osalta nähtiin, että molemmissa kuvastuu tien geometrian vaikutus lähes yhtä hyvin. Tuntuu siltä, että niihin molempiin vaikuttaa mäkisyys hiukan enemmän kuin kaarteisuus. Varsinkin keskinopeutta selittää 300 metrin näkemäprosentti hiukan paremmin kuin 460 metrin näkemäprosentti. Kuitenkaan mitään tilastollista eroa ei ole havaittavissa, joten molempia voidaan käyttää nopeuden selittäjänä. Tutkimuksen mukaan voidaan nopeusmalleissa käyttää tien geometriaa kuvaavina muuttujina mäkisyyden ja kaarteisuuden tilalla näkemäprosentteja. Käytetyt selittäjät selittävät yleensä jonkin verran paremmin 85 %:n nopeutta ja varsinkin liikennemäärän vaikutuksen kanssa tämä nopeus korreloi paremmin kuin keskinopeus. Siksi kuvautuukin liikennemäärän vaikutus hyvin juuri 85 %:n nopeudessa.

Henkilöautojen keskinopeudelle ja 85 %:n nopeudelle saatiin mallit:

$$\begin{aligned} V_T(H) &= 52.2 - 0,0110 Q + 0,105 N_{460} + 4,65 L_A + 3,47 L_p & (14) \\ R &= 0.8565 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{85}(H) &= 49,12 - 0,0148 Q + 0,214 r + 0,127 N_{460} + 6.59 L_A + 4.39 L_p & (17) \\ R &= 0,8771 \end{aligned}$$

missä Q = kokonaisliikennemäärä (ajon/h)
 N_{460} = 460 metriä suurempien näkemien prosenttiosuus (%)
 L_A = ajoradan leveys (m)
 L_p = pientareen leveys (m)
 r = raskaiden autojen prosenttiosuus (%)

Tämän ja vuonna 1970 tehdyn tutkimuksen yhdistetystä aineistosta saatiin

$$\begin{aligned} V_T(H) &= 52.4 - 0.0103Q + 0.096N_{460} + 4.54L_A + 3.59L_p \\ R &= 0.8552 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{85}(H) &= 59,1 - 0,0157Q + 0,119N_{460} + 5,21L_A + 5.82L_p \\ R &= 0,8744 \end{aligned}$$

Tutkimuksen loppuosassa tarkasteltiin palvelutasoja ja nopeuksia todettujen riippuvuuksien ja olosuhteiden perusteella. Palvelutason liikenteenvälityskyvyksi ihanteellisissa olosuhteissa valittiin HCM:ää vastaava arvo. Eri olosuhteissa saavutettava palvelutason välityskyky määrättiin vertaamalla vallitsevissa ja ihanteellisissa olosuhteissa henkilöautojen 85 %:n nopeuksia.

Nopeustarkastelun perusteella palvelutason liikenteenvälityskykyyn vaikuttavat näkemäolosuhteet, ajoradan leveys sekä pientareiden leveys, kun sivuesteiden ja liittymien vaikutusta ei esiinny.

Raskaiden autojen osuuden ei todettu vaikuttavan henkilöautojen nopeuksiin tutkimusolosuhteissa, joten se ei myöskään tällöin vaikuta palvelutason välityskykyyn, jos nopeutta pidetään tärkeimpänä palvelutasoa määrävänä tekijänä. Palvelutasojen välityskyvyt ja 85 %:n nopeudet ovat tutkimuksen mukaan tällöin:

Palvelutaso	Välityskyky Q(ajon/h)	85 %:n nopeus (km/h)
A	≤ 400	≥ 113
B	≤ 900	≥ 105
C	≤ 1400	≥ 97
D	≤ 1700	≥ 92
E	≤ 1700	< 92

9. KIRJALLISUUSLUETTELO

1. AASHO: A Policy on Geometric Design of Rural Highways. Washington 1966.
2. Hald, A: Statistical Theory with Engineering Applications, John Wiley & Sons, Inc., New York and London 1952.
3. Hevonoja, E: Välituskäytötutkimus 2-kaistaisilla maanteillä Diplomityö 1971.
4. Highway Research Board : Highway Capacity Manual 1965 HBR Special Report 87, Washington D.C 1965.
5. Kainu, S: Ajoneuvoliikenteen nopeuden mittaamismenetelmät. Diplomityö 1966.
6. Lokki, O: Tilastomatematiikan perusteet II. STS:n julkaisu 1964.
7. Miikkulainen, T: Teiden geometrian inventointi. Diplomityö 1968.
8. Nordqvist, S: Gators och Vägars kapacitetet. IVA:s transportforskningskommission. Meddelande nr 39 Stockholm 1958.
9. Roine, M: Tutkimus kaksiajokaistaisen tien liikenteenvälityskäytöstä. Diplomityö 1972.
10. Rørbech, I: Danske 2-sporede Landvejes kapacitets- og serviceniveauforhold 1970.
11. Tie- ja vesirakennushallitus: Tieolosuhteet ja liikenneturvallisuus. Tiedotuslehti n:o 4. Helsinki 1967.
12. " Suuntauksen suunnittelu. Normiehdotuksen perusteet. TVH n:o 2.356, Helsinki 1971.
13. " Tien liikenteenvälityskäytö. Highway Capacity Manual 1965. TVH n:o 2.388, Helsinki 1971.
14. " Kaksiajokaistaisen tien liikenteenvälityskäytö. Tutkimus v. 1970. TVH n:o 2.389, Helsinki 1971.
15. Vasama, P-M, Vartia, Y : Johdatus tilastotieteeseen osa II. Ylioppilastuki ry, Helsinki 1972.

LIITTEET 1-3

MITTAUS N:o	PVM	VP	MITTAUS- SUUNTA	MENE- TELMÄ	q (Ajon/h)	RASK. (%)-OSUUS	HENKILÖAUTOT			KOKO LIIKENNE			KA:t v _t	KOKO LIIK. Q(Ajon/h)	ALKU	KESTO min	MITTAUS- VÄLI
							v _t	v ₈₅	s	v _t	v ₈₅	s					
039	18.6	Su	Hki	R	144	4,4	84,6	95,7	11,5	83,5	94,7	11,6	69,5	273	13,50	060	1
"	"	"	Pori	T	129	4,7	82,3	95,0	12,6	82,1	94,6	11,9	84,0				
043	"	"	Hki	R	554	3,8	81,7	87,2	7,5	81,6	87,1	7,5	77,6	668	19.00	025	1
"	"	"	Pori	T	114	4,0	76,7	89,8	13,2	76,9	88,8	12,9	74,0				
044	"	"	Hki	R	425	2,8	82,9	92,9	10,4	82,9	92,9	11,1	71,5	575	19.30	025	1
"	"	"	Pori	T	150	0,0	79,3	87,0	7,6	79,4	88,4	7,9	-				
124	20.8	Su	Hki	R	279	3,1	82,9	92,9	10,0	82,8	91,5	9,7	85,1	401	15.45	042	1
"	"	"	Pori	T	121	4,7	81,1	92,0	13,0	80,6	92,0	12,8	-				
127	"	"	Hki	R	360	6,4	79,2	87,7	10,3	78,7	87,7	10,7	71,4	572	18.40	032	1
"	"	"	Pori	T	212	4,4	76,9	88,0	12,7	76,3	88,0	13,0	82,0				
040	18.6	Su	Hki	R	468	2,8	76,3	83,8	6,7	76,2	83,4	6,7	71,9	616	15.20	025	2
"	"	"	Pori	T	148	2,8	76,2	90,3	13,7	75,7	90,3	14,5	57,0				
041	"	"	Hki	R	708									879	17.45	020	2
"	"	"	Pori	T	171	11,6	73,1	83,4	12,8	72,5	83,0	14,0	75,0				
042	"	"	Hki	R	650	1,2	75,5	82,0	8,0	75,4	82,1	7,8	76,0	770	18.15	018	2
"	"	"	Pori	T	120	14,0	74,0	82,0	8,1	73,9	82,0	7,7	76,3				
045	"	"	Hki	R	669	8,4	74,9	82,0	7,7	74,7	82,0	7,6	73,5	835	20.35	020	2
"	"	"	Pori	T	166	14,3	77,9	91,2	12,0	77,0	90,6	12,7	64,0				
125	20.8	Su	Hki	R	478	0,5	79,4	87,3	8,9	79,1	87,3	8,9	79,5	668	16.55	025	2
"	"	"	Pori	T	190	5,1	76,8	95,1	17,4	76,5	94,1	17,0	64,5				
126	"	"	Hki	R	499	0,0	77,0	84,9	7,4	76,8	84,9	7,49	-	1062	17,38	025	2
"	"	"	Pori	T	569	9,7	77,0	85,2	10,8	76,7	84,0	10,3	84,0				
024	9.6	Pe	Hyrylä	R	968	8,7	68,6	76,6	9,5	66,3	76,6	9,5	64,6	1344	16.40	015	3
"	"	"	Hki	T	376	13,8	77,2	85,1	10,4	77,2	84,0	9,7	74,0				
025	"	"	Hyrylä	R	1063	13,2	69,7	77,4	8,6	69,6	77,3	8,6	69,3	1472	17,05	015	3
"	"	"	Hki	T	404	14,9	73,6	80,0	6,9	73,6	80,0	6,7	72,5				

Liite 1.

MITTAUS N:o	PVM	VP	MITTAUS- SUUNTA	MENE- TELMÄ	q (Ajon/h)	RASK. (%)-OSUUS	HENKILÖAUTOT			KOKO LIIKENNE			KA:t v _t	KOKO LIIK. Q(Ajon/h)	ALKU	KESTO min	MITTAUS- VÄLI
							v _t	v ₈₅	s	v _t	v ₈₅	s					
031	11.6	Su	Hki	R	363	2,2	90,8	100,6	11,7	90,4	99,9	11,8	77,7	593	14.15	040	4
"	"	"	Hlinna	T	230	3,0	93,1	106,0	13,14	92,8	105,0	12,8	-				
032	"	"	Hki	R	496	2,2	89,5	100,6	10,4	89,3	100,5	10,5	72,5	760	15.05	040	4
"	"	"	Hlinna	T	264	4,0	91,4	100,0	11,3	91,1	100,0	11,1	83,0				
033	"	"	Hki	R	750	1,2	90,0	100,8	11,3	89,4	99,9	11,3	72,8	980	16.25	030	4
"	"	"	Hlinna	T	230	4,2	88,4	104,4	14,2	87,9	104,0	14,1	72,5				
034	11.6	Su	Hki	R	972	3,1	88,8	99,9	10,5	88,2	99,9	10,7	78,6	1173	17.05	020	4
"	"	"	Hlinna	T	201	0,0	91,5	104,0	12,7	91,3	104,0	12,4	-				
035	"	"	Hki	R	891	2,7	88,4	99,9	10,5	88,1	99,9	10,5	82,0	1143	17.35	020	4
"	"	"	Hlinna	T	252	7,1	82,5	99,0	13,7	82,2	98,3	13,2	80,0				
036	"	"	Hki	R	1156	3,4	84,6	93,0	7,8	84,3	92,5	8,0	75,8	1464	18.40	015	4
"	"	"	Hlinna	T	308	2,8	90,0	102,8	13,1	89,7	102,1	13,0	-				
037	"	"	Hki	R	1026	3,4	87,8	97,9	9,5	87,7	97,7	9,4	77,5	1317	19.05	020	4
"	"	"	Hlinna	T	291	5,2	76,3	97,0	20,5	78,3	97,0	19,8	71,0				
055	28.6	Ke	Hki	R	162	23,1	94,1	107,9	16,0	89,7	106,6	16,4	75,3	297	12.55	060	4
"	"	"	Hlinna	H	100												
056	"	"	Hki	R	159	15,1	99,8	117,3	15,7	96,5	115,3	16,8	77,1	320	14.15	060	4
"	"	"	Hlinna	H	160												
057	"	"	Hki	R	227	7,4	97,2	113,3	13,8	94,9	112,4	14,8	76,0	445	16.25	050	4
"	"	"	Hlinna	H	260												
116	2.8	Ke	Hki	R	179	18,2	91,1	105,4	14,7	86,4	100,2	15,5	70,8	373	13.45	060	4
"	"	"	Hlinna	T	194	19,1	94,3	113,0	18,2	89,7	109,5	18,7	69,9				
117	"	"	Hki	R	226	9,3	91,5	106,2	13,3	89,6	105,4	14,1	71,0	526	15.47	051	4
"	"	"	Hlinna	T	300	15,3	93,2	111,5	17,8	89,3	107,7	17,9	72,9				
300	23.7	Su	Hki	R	1055	1,0	89,3	102,2	10,5	89,0	101,6	10,4	-	1345	19.19	012	4
"	"	"	Hlinna	T	290	8,0	77,4	82,8	7,7	77,3	82,0	7,5	80,0				

MITTAUS N:O	PVM	VP	MITTAUS- SUUNTA	MENE- TELMÄ	q (Ajon/h)	RASK. (%)-OSUUS	HENKILÖAUTOT			KOKO LIIKENNE			KA:t v _t	KOKO LIIK. Q(Ajon/h)	ALKU	KESTO min	MITTAUS- VÄLI
							v _t	v ₈₅	s	v _t	v ₈₅	s					
047	20.6	Ti	Tku	R	100.	19,8	99,2	118,2	16,2	94,3	115,3	17,2	73,6	242	14.15	060	5
"	"	"	"	H	147												
048	"	"	Tku	R	176	20,1	99,9	113,9	13,3	95,1	111,3	15,2	74,3	330	16.50	060	5
"	"	"	"	H	154												
075	14.7	Pe	Tku	R	311	7,0	91,4	104,6	12,6	90,2	103,8	12,7	74,2	433	19.34	038	5
"	"	"	Hki	T	122	2,6	91,5	110,0	16,8	90,6	108,0	16,2	-				
077	16.7	Su	Hki	R	329	3,6	92,4	106,3	13,6	91,5	104,6	13,7	76,0	497	17.08	040	5 B
"	"	"	Tku	T	168	3,7	90,3	101,7	11,5	89,7	100,3	11,4	-				
080	16.7	Su	Hki	R	556	3,0	88,7	99,4	11,5	88,3	99,4	11,5	-	712	19,57	023	5 B
"	"	"	Tku	T	156	7,1	76,5	90,0	13,5	75,9	90,0	13,1	68,0				
033	16.6	Pe	Tku	R	257	12,6	90,4	104,0	13,0	87,7	102,4	13,4	73,1	568	14.45	045	6
046	20.6	Ti	Tku	R	145	12,6	90,2	100,4	12,3	86,1	99,3	13,3	75,3	367	12.35	060	6
"	"	"	"	H	222												
071	14.7	Pe	Tku	R	612	4,9	85,0	94,9	9,1	84,2	93,9	9,1	73,5	781	16.50	020	6
"	"	"	Hki	T	175	13,7	83,7	95,9	13,0	82,5	93,3	11,9	77,4				
072	"	"	Tku	R	780	5,2	86,2	89,6	8,4	81,0	89,8	8,3	78,6	934	17.20	016	6
"	"	"	Hki	T	154	8,2	82,0	91,6	12,3	81,3	91,0	11,2	74,3				
073	14.7	Pe	Tku	R	748	4,2	83,0	91,2	8,1	82,7	90,0	7,9	77,0	915	17.55	017	6
"	"	"	Hki	T	167	16,0	83,7	95,6	11,6	81,2	93,6	11,9	71,1				
074	"	"	Tku	R	628	5,0	81,4	90,0	8,5	80,8	89,3	8,4	69,2	784	18.22	019	6
"	"	"	Hki	T	156	7,7	85,7	97,3	12,4	83,5	95,0	13,0	69,0				
118	4.8	Pe	Tku	R	250	9,2	89,7	102,1	11,3	88,3	101,5	11,7	74,6		14.17	030	6
"	"	"	"	T													
076	16.7	Su	Hki	R	290	3,1	83,5	94,1	10,1	83,0	92,9	10,1	79,3	455	15.47	040	6 B
"	"	"	Tku	T	165	4,4	82,3	95,6	13,0	81,5	93,0	12,8	64,5				

MITTAUS N:o	PVM	VP	MITTAUS- SUUNTA	MENE- TELMÄ	q (Ajon/h)	RASK. (%)-OSUUS	HENKILÖAUTOT			KOKO LIIKENNE			KA:t	KOKO LIIK. Q(Ajon/h)	ALKU	KESTO min	MITTAUS- VÄLI
							v _t	v ₉₅	s	v _t	v ₉₅	s	v _t				
078	16.7	Su	Hki	R	692	3,0	76,6	83,9	7,7	76,4	83,7	7,9	65,5	953	18.27	020	6 B
"	"	Su	Tku	T	261	4,6	72,5	84,0	12,9	72,4	83,6	12,7	61,5				
079	"	"	Hki	R	577	2,6	80,2	87,4	8,2	80,2	87,4	8,0	70,9	806	18.56	021	6 B
"	"	"	Tku	T	229	4,8	84,8	95,1	10,5	83,6	92,4	11,0	-				
002	26.5	Pe	Lahti	R	353	12,8	96,1	109,8	13,7	93,0	107,4	14,6	74,6	581	16.15	030	7
"	"	"	Hki	T	222	15,0	90,7	104,0	15,2	88,3	102,0	14,7	77,4				
004	"	"	Lahti	R	597	6,1	90,4	103,1	11,8	89,8	102,7	11,4	79,8	768	18.15	020	7
"	"	"	Hki	T	171	7,0	86,3	97,0	13,2	86,1	97,0	12,3	81,0				
006	"	"	Lahti	R	374	3,8	95,72	112,9	16,1	94,4	112,6	16,1	75,1	528	19,50	030	7
"	"	"	Hki	T	154	7,8	97,1	113,0	16,0	95,1	112,3	16,4	70,0				
021	7.6	Ke		T	166	24,1	93,1	109,4	16,5	89,0	104,5	16,2	74,4	382	13.45	030	7
051	22.6	To	Lahti	R	1430	6,2	70,3	76,1	9,4	70,4	75,8	9,2	68,4				
"	"	"	Hki	T	252	12,7	77,1	90,0	10,6	75,7	84,0	10,3	65,5	1732	16.45	015	7
052	"	"	Lahti	RZ	1264	2,6	81,6	93,1	10,3	81,2	92,6	10,2	75,7				
"	"	"	Hki	T	208	19,2	79,5	85,8	12,4	78,3	84,0	11,6	72,7	1472	17.05	015	7
087	21.7	Pe	Lahti	R	1110	3,9	78,8	83,7	10,4	78,8	86,0	10,3	88,4				
"	"	"	Hki	T	278	3,1	82,5	94,0	12,3	82,9	94,0	12,5	92,0	1388	16.56	010	7
088	"	"	Lahti	R	848	3,8	81,7	90,9	9,4	81,7	91,0	9,3	78,6				
"	"	"	Hki	T	348	10,3	79,8	90,0	9,2	79,7	90,0	8,9	72,0	1196	17.13	014	7
092	"	"	Lahti	R	1000	6,1	76,7	81,7	6,6	76,6	82,2	6,6	77,4				
"	"	"	Hki	T	230	9,1	81,8	94,0	10,3	81,5	94,0	9,8	-	1230	19,08	012	7
093	"	"	Lahti	R	976	5,2	75,6	81,7	8,1	75,4	81,3	7,8	71,4				
"	"	"	Hki	T	293	9,1	80,7	90,2	8,9	80,3	88,5	8,6	78,0	1269	19.23	011	7
008	28.5	Su	Hki	R	458	2,5	88,9	97,3	10,4	88,4	97,3	10,4	73,6				
"	"	"	Lahti	T	144	9,5	90,4	111,1	19,0	87,9	108,3	18,2	78,0	602	15.20	030	7 B.

MITTAUS N:o	PVM	VP	MITTAUS- SUUNTA	MENE- TELMÄ	q (Ajon/h)	RASK. (%)-OSUUS	HENKILÖAUTOT			KOKO LIIKENNE			KA:t v _t	KOKO LIIK. Q(Ajon/h)	ALKU	KESTO min	MITTAUS- VÄLI
							v _t	v ₈₅	s	v _t	v ₈₅	s					
010	28.5	Su	Hki	R	638	2,7	86,4	95,5	9,4	86,2	94,8	9,4	74,3	845	17.35	020	7 B
"	"	"	Lahti	T	207	11,6	86,1	107,0	15,0	84,5	104,4	14,8	67,7				
109	30.7	Su	Hki	R	1047	0,0	82,2	88,4	7,2	82,2	88,1	7,2	-	1265	16.30	011	7 B
"	"	"	Lahti	T	218	10,0	84,0	94,2	14,2	83,7	93,8	14,5	-				
110	"	"	Hki	R	768	2,2	80,5	91,5	8,9	80,3	91,2	8,9	76,8	968	16.47	015	7 B
"	"	"	Lahti	T	200	8,0	83,8	95,6	12,8	82,8	94,4	12,3	-				
113	"	"	Hki	R	1307	0,5	77,9	84,9	6,8	77,9	84,9	6,7	-	1560	18.30	009	7 B
"	"	"	Lahti	T	253	7,9	82,9	90,0	10,4	82,0	90,0	10,4	68,0				
114	"	"	Hki	R	1080	2,4	85,2	93,1	10,2	84,4	92,9	10,5	71,1	1287	18.45	011	7 B
"	"	"	Lahti	T	207	5,2	82,1	103,0	15,2	81,3	98,5	14,9	68,0				
001	26.5	Pe	Lahti	R	279	13,9	82,8	97,3	12,1	80,2	94,3	12,1	66,6	465	15.15	030	8
"	"	"	Hki	T	186	14,0	91,1	104,8	16,6	88,7	102,0	15,7	78,1				
003	"	"	Lahti	R	454	9,4	85,2	101,0	13,0	84,3	98,6	17,7	74,8	654	17.25	030	8
"	"	"	Hki	T	200	13,0	92,1	109,8	16,7	89,6	107,0	16,2	76,8				
005	"	"	Lahti	R	564	4,3	83,5	97,1	11,8	83,1	96,3	11,4	72,2	741	19.10	020	8
"	"	"	Hki	T	177	11,9	92,1	103,8	14,0	88,9	100,1	14,3	78,0				
022	7.6	Ke		T	187	20,2	88,0	101,3	13,8	84,9	96,6	13,4	76,1	427	15.20	020	8
049	22.6	To	Lahti	R	927	5,1	72,1	79,9	7,0	71,9	78,5	6,8	70,0	1161	15.25	020	8
"	"	"	Hki	T	234	17,9	81,3	99,7	15,5	78,5	97,2	14,9	68,1				
050	"	"	Lahti	R	1080	7,0	72,4	78,4	11,8	72,1	78,2	11,5	65,8	1356	15.50	015	8
"	"	"	Hki	T	276	10,1	80,9	91,0	11,2	80,1	90,6	11,1	68,0				
053	22.6	To	Lahti	R	1194	7,3								1354	18.15	015	8
"	"	"	Hki	T	164	8,8	80,6	89,0	8,5	80,5	89,0	8,3	72,0				
054	"	"	Lahti	R	864	3,0	37,6	39,1	1,1	37,6	38,8	1,1	36,3	1070	18.45	015	8
"	"	"	Hki	T	206	4,5	80,8	90,2	8,5	80,5	90,0	8,3	-				

MITTAUS N:o	PVM	VP	MITTAUS- SUUNTA	MENE- TELMA	q (Ajon/h)	RASK. (%)-OSUUS	HENKILÖAUTOT			KOKO LIIKENNE			KA:t v _t	KOKO LIIK. Q(Ajon/h)	ALKU	KESTO min	MITTAUS- VÄLI
							v _t	v ₈₅	s	v _t	v ₈₅	s					
085	21.7	Pe	Lahti	R	603	9,2	75,1	83,9	8,0	74,7	83,5	8,0	69,8	927	15.45	021	8
"	"	"	Hki	T	324	10,2	78,1	94,0	16,3	78,1	93,4	16,9	74,7				
086	"	"	Lahti	R	453	8,1	73,5	86,0	12,2	73,0	85,6	11,7	67,1	789	16.10	018	8
"	"	"	Hki	T	336	10,0	78,4	90,0	13,4	76,9	88,1	14,2	57,6				
089	"	"	Lahti	R	951	3,3	75,7	82,4	6,3	75,5	82,3	6,4	69,9	1225	18,07	014	8
"	"	"	Hki	T	274	9,6	80,1	94,0	13,0	79,6	94,0	12,3	-				
090	"	"	Lahti	R	595	3,4	78,4	83,3	5,8	78,3	83,3	5,8	77,3	808	18.25	012	8
"	"	"	Hki	T	213	2,2	81,0	91,8	12,6	80,5	91,0	12,6	65,0				
091	"	"	Lahti	R	1005	3,5	68,0	77,3	8,8	68,1	77,5	8,9	71,9	1265	18.40	012	8
"	"	"	Hki	T	260	7,7	78,4	92,0	11,1	76,9	88,4	11,2	67,0				
007	28.5	Su	Hki	R	386	4,9	86,9	98,8	11,9	86,4	97,9	11,7	78,4	520	14.25	030	8 B
"	"	"	Lahti	T	134	6,0	85,6	95,0	15,1	84,9	95,0	15,1	-				
009	"	"	Hki	R	641	3,3	88,6	99,1	10,8	88,2	98,8	10,5	76,7	805	16.45	032	8 B
"	"	"	Lahti	T	164	8,5	78,8	94,0	14,5	78,2	94,0	14,1	68,5				
011	"	"	Hki	R	992	2,9	84,8	95,0	9,2	84,1	94,1	9,5	75,8	1199	18.35	020	8 B
"	"	"	Lahti	T	207	7,2	83,6	94,0	11,3	83,0	93,0	10,7	74,0				
107	30.7	Su	Hki	R	606	2,2	85,7	96,4	9,5	85,2	96,4	9,5	74,6	761	15.25	019	8 B
"	"	"	Lahti	T	155	10,2	84,1	99,5	12,3	83,5	94,1	11,7	-				
108	"	"	Hki	R	705	2,8	86,3	96,8	9,7	85,9	95,7	9,6	82,0	919	15.50	016	8 B
"	"	"	Lahti	T	214	1,8	82,6	90,0	10,5	83,6	90,0	12,0	-				
111	"	"	Hki	R	955	0,5	82,8	90,9	7,4	82,6	90,7	7,4	74,8	1265	17.35	012	8 B
"	"	"	Lahti	T	310	6,5	80,6	91,4	11,6	80,4	90,6	11,2	77,3				
112	30,7	Su	Hki	R	1080	0,6	81,0	88,4	9,3	80,8	88,4	9,1	75,7	1302	17.55	010	8 B
"	"	"	Lahti	T	222	8,1	76,7	92,3	13,9	76,3	89,6	13,4	77,0				
061	30.6	Pe	Heino	R	863	3,2	65,3	71,2	7,3	65,3	71,2	7,6	61,3	1087	18.45	018	10
"	"	"	Lahti	H	224												

MITTAUS N:o	PVM	VP	MITTAUS- SUUNTA	MENE- TELMÄ	q (Ajon/h)	RASK. (%)-OSUUS	HENKILÖAUTOT			KOKO LIIKENNE			KA:t v _t	KOKO LIIK. Q(Ajon/h)	ALKU	KESTO min	MITTAUS- VÄLI
							v _t	v ₈₅	s	v _t	v ₈₅	s					
081	18.7	Ti	Heino	R	249	11,5	82,3	92,0	9,4	81,3	90,9	9,3	74,4	335	12.15	041	11
"	"	"	Lahti	H	86												
082	"	"	Heino	R	231	9,7	82,0	91,9	13,6	81,0	90,9	13,1	74,3	472	14.50	049	11
"	"	"	Lahti	H	241												
065	2.7	Su	Lahti	R	420	2,5	74,7	83,6	10,5	74,4	83,6	10,4	68,4	717	15.30	030	11 B
"	"	"	Heino	T	297	2,5	75,4	86,6	10,9	75,4	86,2	10,9	65,0				
066	"	"	Lahti	R	475	4,7	79,9	89,0	9,2	79,5	89,1	9,0	-	745	16.15	025	11 B
"	"	"	Heino	T	297	5,6	76,0	84,6	10,8	75,7	84,4	11,2	63,0				
067	"	"	Lahti	R	507	4,3	73,9	82,2	9,0	73,9	81,7	8,8	64,6	768	16.50	022	11 B
"	"	"	Heino	T	261	2,3	72,5	80,0	11,2	72,2	80,0	10,9	68,0				
068	"	"	Lahti	R	788	3,7	75,0	83,1	8,4	74,7	82,6	8,4	62,0	962	18.40	015	11 B
"	"	"	Heino	T	174	10,3	96,1	89,4	13,8	74,1	88,0	14,2	53,5				
069	"	"	Lahti	R	870	2,2	74,3	78,7	6,0	74,1	78,9	6,6	64,1	1053	19.15	014	11 B
"	"	"	Heino	T	183	11,5	76,2	88,8	15,0	74,7	84,8	14,3	65,3				
070	"	"	Lahti	R	754	1,6	78,2	87,4	8,0	78,2	87,5	8,0	70,5	955	19.37	016	11 B
"	"	"	Heino	T	201	7,5	77,1	89,5	13,0	76,3	86,0	12,6	-				
083	18.7	Ti	Lahti	R	246	9,8	83,6	95,3	10,7	82,9	94,0	10,7	75,1	470	15.45	047	11 B
"	"	"	Heino	H	224												
132	27.8	Su	Lahti	R	960	4,7	75,9	80,9	6,5	75,8	80,5	6,5	72,0	1338	17.05	012	11 B
"	"	"	Heino	H	378												
133	"	"	Lahti	R	1253	2,7	77,8	84,8	7,5	77,7	84,8	7,5	69,2	1422	17.22	009	11 B
"	"	"	Heino	H	169												
119	6.8	Su	Lahti	R	716	4,3	71,0	78,2	8,6	70,9	78,8	9,0	62,2	918	15.43	016	12
"	"	"	Heino	H	202												
121	8.8	Ti	Lahti	R	149	19,1	79,0	97,5	19,1	75,3	94,7	19,4	63,7	489	11.37	060	12
"	"	"	Heino	H	340												

MITTAUS N:o	PVM	VP	MITTAUS- SUUNTA	MENE- TELMÄ	q (Ajon/h)	RASK. (%)-OSUUS	HENKILÖAUTOT			KOKO LIIKENNE			KA:t v _t	KOKO LIIK. Q(Ajon/h)	ALKU	KESTO min	MITTAUS- VÄLI
							v _t	v ₈₅	s	v _t	v ₈₅	s					
122	8.8	Ti	Lahti	R	170	18,8	77,1	90,9	14,8	74,0	89,1	15,5	66,8	407	14.02	060	12
"	"	"	Heino	H	237												
123	"	"	Lahti	R	192	16,1	82,9	99,1	13,6	79,6	94,1	15,0	63,1	446	16.00	060	12
"	"	"	Heino	H	254												
128	27.8	Su	Lahti	R	427	1,7	85,5	102,5	13,5	84,8	100,7	13,4	71,9	645	14.18	027	12
"	"	"	Heino	H	218												
129	"	"	Lahti	R	576	2,1	83,7	93,4	9,6	83,1	92,6	9,9	63,6	983	14.56	020	12
"	"	"	Heino	H	407												
130	"	"	Lahti	R	720	2,1	79,4	89,1	9,4	78,9	88,9	9,5	71,0	1440	16.02	016	12
"	"	"	Heino	H	720												
131	"	"	Lahti	R	716	1,6	80,1	89,8	11,0	79,8	89,8	11,1	-	1420	16.23	016	12
"	"	"	Heino	H	704												
012	2.6	Pe	Lahti	R	768	9,4	92,3	103,2	11,7	90,7	102,8	11,9	75,8	978	15.45	020	14
013	"	"	Lahti	R	951	9,6	87,4	96,6	10,5	86,3	94,9	10,4	79,8	1183	16.10	020	14
014	"	"	"	R	884	6,1	90,1	100,2	10,2	89,6	99,0	10,0	80,8	1148	17.00	015	14
015	"	"	"	R	1271	4,3	87,4	97,8	9,7	87,0	97,3	9,7	81,1	1455	17.25	015	14
016	2.6	Pe	Lahti	R	1486	7,3	79,5	87,7	8,7	79,2	87,4	8,6	73,7	1742	18.15	015	14
017	"	"	"	R	1490	6,0	83,7	90,6	7,8	83,2	90,2	7,9	75,9	1686	18.40	"	14
018	"	"	"	R	837	6,5	88,6	102,0	12,4	86,8	99,2	12,2	73,6	1069	19.25	"	14
019	"	"	"	R	620	2,2	95,4	109,1	12,9	94,5	107,8	12,7	78,8	748	19.50	"	14
020	7.6	Ke	Lahti	R	160	22,1	102,3	121,9	17,6	95,8	117,9	18,6	75,6	351	11.15	060	14
023	"	"	"	R	222	19,4	98,1	113,2	14,6	93,8	110,6	15,1	76,8	548	17.15	051	14

11	TVH NOPEUSTUTKIMUS REKISTERITUNNUSMENETELMÄ	TUTKIMUS	HAV. JOUKKO	TIEN No	TIEOSAN No	MITT. PIST. PAIKKA	MITTAUSSUUNTA
		5	8	8			20

PRIVAMAARA	PRIVE	MITT. ALKANISAJA	KESTO min	NOPEUSRAJAT	VALIN PITUUS m	KRYTETTY AIKAYKS.
28	32	34	38	42 MIN 44 MAX	47	82 min 85 sek

SIVU LISÄTIETOJA

12	REKISTERI-TUNNUS	AJON TYYPI	OHITUSAJAT		HUOMAUTUKSIA	REKISTERI-TUNNUS	AJON T. TYPPI	OHITUSAJAT		HUOMAUTUKSIA
			ALKUPISTE	LOPPUPISTE				ALKUPISTE	LOPPUPISTE	

= X	= P	= L	= K	= Kp	= T
-----	-----	-----	-----	------	-----

31	TVH NOPEUSTUTKIMUS TUTKAMENETELMÄ	TUTKIMUS	HAV. JOUKKO	TIEN No	TIEOSAN No	MITT. PIST. PAIKKA	MITTAUSSUUNTA
		3	5	8			20

PRIVKÄÄRÄ	PRIVK	MITT. ALKAMISAIKA	KESTO min	NOPEUSRAJAT	LISATIETOJA
26	32	34	39	42 MIN 44 MAX	

MITTAUSPAIKKA	KLO-KLO	PÄRLLYSTE	KUNTO	LÄMPÖTILA
---------------	---------	-----------	-------	-----------

SIVU	TUUKAN SIIJOITUSPAIKKA	SADE	PILVISYYS	NÄKYVYYS
------	------------------------	------	-----------	----------

AJONEUVOTYYPPI	NOPEUDET km/h = 52 / AIKAVÄLI = 33	OHJ. PÄÄSSEET
----------------	------------------------------------	---------------

32
33

H V

VAPAA



JONOSSE

J

P



L



K



Kp



T



TARPEETON YLIVÄIVÄTÄÄN

ISBN 951 - 46 - 0123 - 8

73-1786/Kr 337