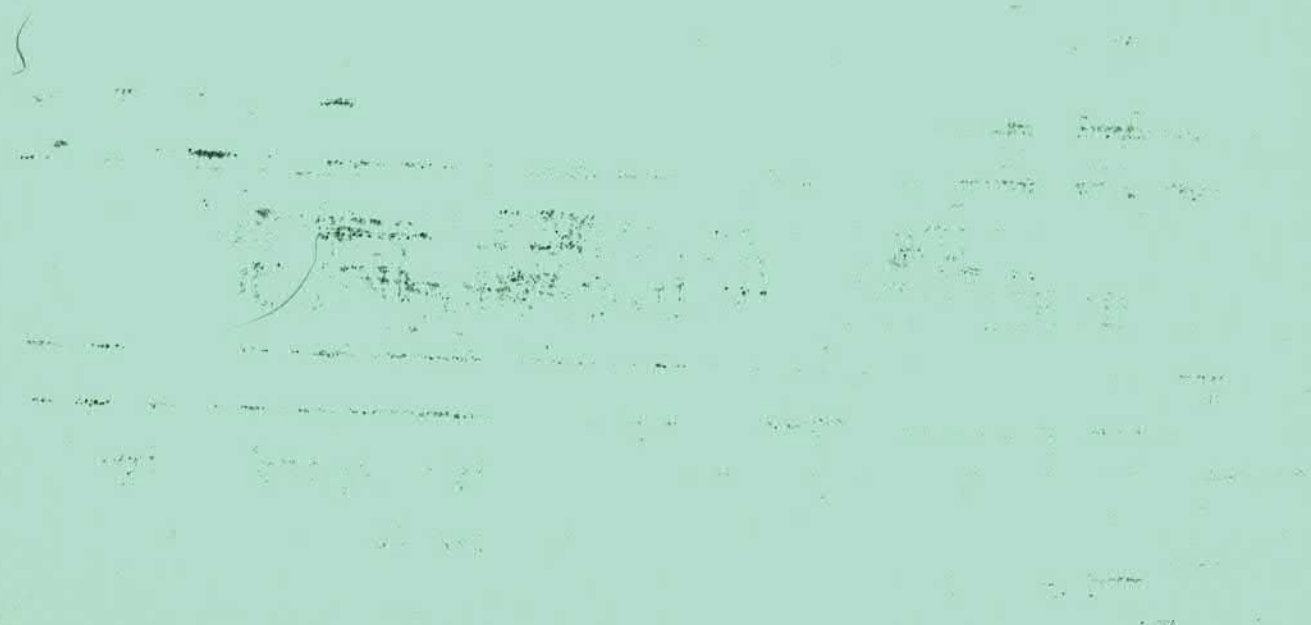


LIIKENNESUUNNITTELUOSASTON JULKAISU N:O 6/70
HELSINGIN KAUPUNKI • KAUPUNKISUUNNITTELUVIRASTO

HELSINGIN LIIKENNELASKENTAJÄR- JESTELMÄN KEHITTÄMINEN



HELSINGIN LIIKENNELASKENTAJÄRJES-
TELMÄN KEHITTÄMINEN

Helsingissä kesäkuun 30 päivänä 1970

Markus Rönty

SISÄLLYSLUETTELO

Sivu

0. Johdanto	1
1. Liikennelaskentatietojen käyttö ja tarvittavien tietojen laatu	2
1.1 Liikennelaskentatietojen käyttö	2
1.2 Tarvittavat liikennemäärätyypit	2
2. Ajoneuvomäärien laskennat	3
2.1 Liikennelaskentojen yleisiä perusteita	3
2.11 Liikenteen vaihtelumuodot ja KVL	3
2.12 Tarkkuuksien määrittämisestä	5
2.2 Suoritetut ajoneuvomäärien laskennat Helsingissä	7
2.21 Helsingin kaupungin suorittamat laskennat	7
2.22 TVL:n suorittamat laskennat	10
2.3 Helsingin liikennelaskentojen kehittämistarve ja laskentamenetelmien vaatimukset	11
2.4 Koneelliset liikennelaskentalaitteet	12
2.41 Käsinelaskentalaitteet	13
2.42 Automaattiset liikennelaskentakoneet	14
2.421 Havainto- ja ilmaisinalaitteet	14
2.422 Summausyksiköt	20
2.423 Laskenta- ja rekisteröintilaitteet	21
2.4231 Lukemalaitteeseen tapahtuva tulostus	21
2.4232 Graafinen tulostus	21
2.4233 Paperinauhalle numeroin tapahtuva tulostus	21
2.4234 Reikä- tai magneettinauhatulostus	23
2.4235 Tulostus suoraan tietokoneesta	28
2.424 Muualla saatuja kokemuksia liikennelaskentalaitteista	30
2.425 Edullisimman konelaskentalaitteet valinta	30
2.5 Suoritetujen liikennelaskentojen analysointi	33
2.51 Kausivaihtelut	33
2.52 Viikontähtäivävaihtelut	34
2.53 Tuntivaihtelut	35
2.531 Päiväliikenne	35
2.532 Yöliikenne	42
2.6 Laskentajärjestelmän kehittäminen	43
2.61 Laskentamenetelmät	43
2.62 Laskentapisteen valinta	50
2.63 Laskentapisteen ajallinen sijoitus	54
2.64 Risteyslaskennat	59
2.65 Yhteistyö TVL:n naapurikuntien kanssa	61
2.66 Laskentatulosten käsittely	61
2.661 Käsinelaskentatulosten käsittely	62
2.662 Konelaskentatulosten käsittely	64
2.67 Ajoneuvomäärien laskentakustannukset	65

	sivu
3. Liikennesuoritteet	67
3.1 Liikennesuoritteen määrittely ja käyttötarkoitukset	67
3.2 Liikennesuoritteen määräämismenetelmä yleisesti	67
4. Julkisten kulkuneuvojen matkustajalaskennat	68
4.1 Julkisten kulkuneuvojen matkustajalaskentojen käyttötarkoitukset	69
4.2 Helsingissä suoritettut laskennat	69
4.3 Laskentamenetelmät	70
4.31 Ajoneuvojen ulkopuolelta suoritettava laskenta	70
4.32 Ajoneuvojen sisäpuolelta suoritettava laskenta	70
4.4 Käytettävä laskentamenetelmä, laskentapaikat ja -ajat	71
5. Yksilöllisten kulkuneuvojen matkustajalaskennat	72
5.1 Helsingissä suoritettut laskennat	72
5.2 Käytettävä laskentamenetelmä, laskentapaikat ja -ajat	72
6. Jalankulkijalaskennat	73
6.1 Jalankulkijalaskentojen käyttötarkoitukset	73
6.2 Helsingissä suoritettut jalankulkijalaskennat	73
6.3 Laskentamenetelmät	73
6.31 Poikkileikkauslaskenta	74
6.32 Ajoneuvostakäsin tapahtuva laskenta	75
6.33 Liikkuvan havaitsijan (moving observer) menetelmä	75
6.34 Valokuvausmenetelmä	76
6.4 Käytettävät laskentamenetelmät, laskentapaikat ja -ajat	76
7. Yhteenveto	77

Kirjallisuusluettelo

Kuvat 1 - 43

Liitteet 1 - 16

Karttaliite

0. Johdanto

Liikennelaskennoilla, jotka muodostavat erään osan liikennetutkimuksia, hankitaan tietoja liikenneväylien liikennemääristä. Liikennemäärällä tarkoitetaan liikenneyksiköiden kuten ajoneuvojen, jalankulkijoiden tai ajoneuvojen matkustajien määrää aikayksikössä.

Liikenteen voimakas kasvu on varsinkin kaupungeissa aiheuttanut suuria ongelmia. Jotta näiden ratkaisemisessa nojaututtaisiin myös liikennemäärien osalta todellisiin tietoihin, olisi liikennelaskentojen kehittämiseen kiinnitettävä entistä enemmän huomiota.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää mihin liikennemäärätietoja tarvitaan, millaisia tietoja tarvitaan ja millaisia säännönmukaisuuksia Helsingin liikenteessä tähän saakka suoritettujen laskentojen perusteella havaitaan. Tämän perusteella on tarkoitus kehittää liikennelaskentajärjestelmä, jota Helsingin kaupunki voisi ryhtyä toteuttamaan. Tällöin joudutaan erityisesti selvittämään koneellisten laskentojen mahdollisuutta, koska tähän saakka suoritettut käsinlaskennat ovat osoittautuneet hankaliksi laajojen laskentojen ollessa kyseessä.

1. LIIKENNELASKENTATIETOJEN KÄYTTÖ JA TARVITTAVIEN TIE TOJEN LAATU

1.1 Liikennelaskentatietojen käyttö

Liikennelaskentojen tarkoituksena on saada selville ne tiedot liikennemäärästä, joiden avulla yhdessä muiden liikennetutkimusten kanssa yhdyskuntien liikenteellistä ja toiminnallista kehittämistä voidaan suunnitella. Liikennemäärätietojen tarve on viime aikoina huomattavasti lisääntynyt. Käyttötarkoituksista voidaan mainita mm.:

- liikennemäärien ja -suoritteiden kehityksen ja vaihtelun seuranta liikenneväylittäin ja alueittain
- liikenne-ennusteiden laadinta ja testaus
- liikenneinvestointien kohdistus ja aikataulu
- liikenneverkkojen ja niiden yksityiskohtien suunnittelu ja mitoitus
- risteys- ja aluekohtaisten liikennejärjestelyjen suunnittelu
- liikenteen valo-ohjauksen suunnittelu
- liikenneväylien rakenteellinen suunnittelu
- onnettomuustutkimukset
- liikenteen ajoneuvokoostumuksen selvittäminen
- tavara- ja henkilöliikenteen suhteiden selvittäminen
- henkilöliikenteen kulkutapajakauman selvittäminen (julkiset ja yksilölliset kulkuneuvot, jalankulku)
- päättävien elinten ja yleisön informointi
- kansainvälinen tilastointi ja yhteistyö (erityisesti Pohjoismaiden yhteistyö)
- erilaatuiset lausunnot ja selvitykset
- erityiset käyttötarkoitukset kuten puhtaana- ja kunnossapito, talonrakennustyöt, avattavat sillat jne.

1.2 Tarvittavat liikennemäärätyypit

Kaupunkiolosuhteissa ovat yleensä käyttötarkoitukseltaan tärkeimmät liikennemäärätyypit tiedot ruuhka-ajan liikenteestä, erityisesti huipputuntiliikenne, sekä tiedot vuorokausiliikenteestä tai päiväliikenteestä (Helsingissä klo 6-20).

Huipputuntiliikennettä sekä liikennemäärien vaihtelua huipputunnin sisällä käytetään esim. liikenneväylien ja risteysten mitoituksessa, liikennevalojen suunnittelussa ja erityistutkimuksissa. Kaupungeissa ei kuitenkaan ole ollut niin yhtenäisiä mitoitusperusteita kuin maanteilla. Huipputunti on yleensä määrätty esim. tavallisena kevät- tai syysarkipäivänä tai käytetty vuoden 30. suurinta huipputuntia.

Vuorokausiliikennettä, erityisesti vuoden keskimääräistä vuorokausiliikennettä käytetään esim. liikennesuoritteiden arviointiin, liikenteen kehityksen seurantaan, liikennetaloudellisiin tutkimuksiin, liikenneväylien rakenteelliseen suunnitteluun jne.

Joissakin tapauksissa tarvitaan myös tietoja vähäliikenteisistä ajoista. Tällaisia tietoja vaativat mm. edellisen kohdan 1.1 luettelossa viimeisenä mainitut "erityiset käyttötarkoitukset". Tämän vuoksi on tärkeätä tuntea myös liikenteen vaihtelumuodot.

2. AJONEUVOMÄÄRIEN LASKENNAT

2.1 Liikennelaskentojen yleisiä perusteita

2.11 Liikenteen vaihtelumuodot ja KVL

Liikenteen vaihtelumuodoilla tarkoitetaan tiettyjen ajanjaksojen sisällä liikennemäärissä tapahtuneita muutoksia. Voidaan erottaa seuraavat vaihtelumuodot / 9 /:-

- Pitkän ajan trendi ilmenee liikennemäärien kasvuna vuodesta toiseen.
- Kausivaihtelu ilmenee liikennemäärien vaihteluna vuodenaikojen mukaan.
- Viikontähtäinvaihtelu tarkoittaa vuorokausiliikenteen vaihtelua viikontähtäimestä toiseen. Viikontähtäinvaihtelulla on havaittu olevan varsin voimakas kausivaihtelu. Liikennelaskentojen yhteydessä käytetään yleensä liikenneviikkona päiviä maanantai-sunnuntai eikä normaalia kalenteriviikkoa.

- Tuntivaihtelulla tarkoitetaan vuorokauden sisällä tapahtuneita tuntiai tai tuntiryhmäliikennemäärien vaihteluja.
- Tuntia lyhyemmän ajan vaihtelu tarkoittaa lähinnä huipputuntien aikaisen liikenteen lyhyen ajan vaihteluja. Käytännössä kysymykseen tulevat ajanjaksot ovat 5, 10 ja 15 minuuttia. HCM/7/ käyttää 5 ja 15 minuutin ajanjaksoja.
- Satunnaisvaihtelut ovat sellaisia liikennemäärien vaihteluja, jotka eivät ole minkään systemaattisen syyn aiheuttamia. Niille ominaista on tietty jakauma ja hajonta, kun keskiarvo eli odotusarvo pysyy muuttomattomana. Liikennemäärä aikayksikössä on luonteeltaan ilmiö, joka noudattaa likimain Poisson-jakaumaa /13, 14/.
- Erikoistapaukset kuten erikoispyhät, näyttelyt, rakennustyöt, erikoiset sääolosuhteet yms. aiheuttavat usein poikkeavia liikennemäärien vaihteluja.

Tunnettaessa tietyn liikenneväylän kausi-, viikonpäivä- ja tuntivaihtelut, voidaan muutamia tunteja kestävä liikennelaskennan perusteella määrätä yleisesti käytössä oleva liikenteen mittaluku vuoden keskimääräinen vuorokausiliikenne KVL tai mikä hyvänsä jäljempänä määritetty suure. KVL:llä tarkoitetaan vuoden aikana laskentapisteen ohittaneiden ajoneuvojen lukumäärää jaettuna päivien lukumäärällä

$$KVL = \frac{1}{365} \sum_{1.1}^{31.12.} Q \quad (1)$$

Q = vuorokausiliikenne

Kausi-, viikonpäivä- ja tuntivaihteluja voidaan kuvata seuraavilla kertoimilla

$$c = \frac{V}{KVL} = \text{kausivaihtelukerroin} \quad (2)$$

$$V = \frac{1}{7} \sum_{ma}^{su} Q \quad (3)$$

$$b = \frac{Q}{V} = \text{viikonpäivävaihtelukerroin} \quad (4)$$

$$a = \frac{q}{Q} = \text{tuntivaihtelukerroin} \quad (5)$$

q = tunti- tai tuntiryhmän liikenne

Kaavoista (2), (4) ja (5) saadaan KVL:lle lauseke

$$KVL = \frac{1}{a \cdot b \cdot c} q \quad (6)$$

Jos nyt a , b ja c tunnetaan voidaan KVL laskea muutaman tunnin liikennemäärästä q .

Pitkän ajan trendiä voidaan kuvata laskentavuoden i ja halutun vuoden j KVL:n suhteella f .

$$f = \frac{KVL_i}{KVL_j} \quad (7)$$

2.12 Tarkkuuksien määrittämisestä /13, 14/.

Muutamia tunteja kestävä liikennelaskennan perusteella estimoidun KVL:n tarkkuus riippuu olennaisesti kertoimien a , b ja c tarkkuudesta. Yleensä nämä kertoimet määrätään vain osassa laskentapisteitä (esim. TVL:n tarkkailulaskentapisteet) ja näitä kertoimia sovelletaan muissa pisteissä ja muina aikoina. Tällöin voidaan eri kertoimien tarkkuutta arvioida tutkimalla näiden hajontaa laskentapisteiden kerrointen keskiarvon ympärillä.

Kertoimien tarkkuus voidaan ilmaista niiden varianssilla. Suhteellisella varianssilla CV_x^2 tarkoitetaan varianssin σ_x^2 ja odotusarvon $\bar{x}$ neliön suhdetta. Esim. tuntivaihtelukertoimen suhteellinen varianssi CV_a^2 on seuraavan kaavan mukainen:

$$CV_a^2 = \frac{\sigma_a^2}{\bar{a}^2} \quad (8)$$

Matematiikasta tunnetun virhelauseen avulla voidaan johtaa kahden muuttujan funktion $F(x, y)$ suhteellinen varianssi x :n ja y :n suhteellisten varianssien avulla lausuttuna (approksimaatio):

$$CV_{x y}^2 = CV_x^2 + CV_y^2 + \text{korrelaatio termi} \quad (9)$$

Summafunktion $F(x+y)$ varianssi voidaan ilmaista x :n ja y :n varianssien avulla seuraavasti:

$$S_{x+y}^2 = S_x^2 + S_y^2 + \text{korrelaatio termi} \quad (10)$$

Jos muuttujat ovat keskenään riippumattomat jää korrelaatio termit pois. Vastaavasti voidaan esim. kolme muuttujan funktion $F(xyz)$ suhteellinen varianssi saada osatekijöiden suht. varianssien summana.

KVL:n virhe voidaan nyt määrätä seuraavasti (kolme tekijää a , b ja c), jos käytetään kaavaa 6 KVL:n määrittämiseen:

$$CV_{KVL}^2 = CV_a^2 + CV_b^2 + CV_c^2 + \text{korr.termi} \quad (11)$$

Käytettäessä keskimääräisiä vaihtelukertoimia voidaan kerrointen varianssi jakaa

- tilavarianssiin $\sigma^2(p)$, joka kuvaa eri pisteiden kerrointen välisiä eroja
- aikavarianssiin $\sigma^2(t)$, joka kuvaa eri päivien välisiä enimmäkseen satunnaissluonteisia eroja (esim. päivät eri viikoilla)
- viikonpäivävarianssiin $\sigma^2(d)$, joka kuvaa eri viikonpäivien välisiä systemaattisia eroja ($\sigma^2(d)$ vain viikonpäivä- ja tuntivaihtelukertoimille)

Tällöin KVL:n estimaatin virhe voidaan jakaa eri komponentteihin seuraavasti:

$$CV_{KVL}^2 = CV_a^2(p) + CV_a^2(t) + CV_a^2(d) + CV_b^2(p) + CV_b^2(t) + CV_b^2(d) + CV_c^2(p) + CV_c^2(t) + \text{korr.termi} \quad (12)$$

Käytännössä kaavoissa käytetään suhteellista keskihajontaa $S\%$ ($CV^2 \approx S^2\%$).

$$S\% = \frac{100 S}{\bar{X}} \quad (13)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} = \text{keskihajonta} \quad (14)$$

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = \text{keskiarvo} \quad (15)$$

X_i = havaintoarvo

Jos X_i :n jakauman voidaan olettaa olevan normaali, voidaan $\bar{X}$:ää käytettäessä sanoa virheen olevan 67 %:n todennäköisyydellä $\pm S\%$ ja 95 %:n todennäköisyydellä $\pm 2 S\%$.

Eri virhe komponenttien erottamiseen voidaan käyttää Lylyn esittämään varianssianalyysiin perustuvaa menetelmää / 13,14/.

2.2 Suoritetut ajoneuvomäärien laskennat Helsingissä

2.21 Helsingin kaupungin suorittamat laskennat.

Valtaosa Helsingin kaupungin suorittamista laskennoista on ollut käsinlaskentoja. 50-luvulla oli tosin käytössä kuusi kpl. jatkuvasti yhteenlaskevia lukemalaitteella varustettuja pneumaattisella kumiletkuilmaisijalla toimivia englantilaisia liikennelaskentalaitteita "Vehicle Computer WR Sykes". Näiden käytöstä kuitenkin luovuttiin kumiletkuilmaisimien heikon toiminnan ja laskennan vaikean järjestämisen vuoksi (lukemat oli käytävä merkitsemässä muistiin säännöllisin välein). Näiden konelaskentojen lisäksi on liikenteen keskusvalvomo suorittanut laskentoja liikennevaloin ohjattujen risteysten yhteydessä olevilla laitteilla, joita nykyisin on 16 pisteessä. Nämä tiedot ovat kuitenkin olleet epätarkkoja (virhe jopa 50 %), eikä niitä ole voitu laajemmalti käyttää. Lähemmin näistä laitteista kohdassa 2.4235.

Kaikki käsinlaskennat on suoritettu ns. "tukkimiehenkirjanpitomenetelmällä". Laskennassa on käytetty erityistä lomaketta, jossa on aikasarake ja sarake kuttakin eri ajoneuvolajia varten. Kukin ajoneuvolaji on merkitty viivalla, tai jos tätä ei ole ehditty tehdä on ajoneuvot merkitty viiden tai kymmenen ryhmässä. Ajoneuvot on erotettu henkilö-, kuorma-, rekka-, linja- ja pakettiautoihin, moottori- ja polkupyöriin ja raitiovaunuihin. Ennen vuotta 1967 on henkilö- ja pakettiautot yhdistetty.

Laskenta-ajat on pyritty keskittämään touko- ja syyskuuhun. Kussakin laskentapisteessä (eräitä erikoislaskentoja lukuunottamatta) on laskettu liikenne yhtenä arkipäivänä klo 6-20 tunnin jaksoin paitsi ruuhka-aikoina klo 7-9 ja 15-18 10 minuutin jaksoin.

Laskentapisteet ovat olleet joko vakiolaskentapisteitä tai ajankohtaisten liikennetietojen hankkimiseksi sijoitettuja tilapäisiä pisteitä.

Vakiopisteiden avulla on seurattu liikenteen kehitystä. Aikaisemmin suoritettiin poikkileikkauslaskentoja säännöllisesti vuosittain ainakin syyskuun viimeisellä viikolla yhtenä tai useampana arkipäivänä viidellä keskustaan johtavalla väylällä (Lauttasaaren silta, Mannerheimintie, Pitkäsilta, Hakaniemen silta ja Kulosaaren silta).

Vuodesta 1965 lähtien ovat vakiopisteitä olleet (laskenta ainakin yhtenä päivänä klo 6-20 syyskuun viimeisellä viikolla):

Ns. sisäkehällä (=keskustaan johtavilla väylillä):

1. Lauttasaaren silta
2. Lapinlahden silta
3. Merikannontie/Hesperiankadut
4. Mechelininkatu/Hesperiankadut
5. Runeberginkatu/Hesperiankadut
6. Töölönkatu/Hesperiankadut
7. Mannerheimintie/Hesperiankadut
8. Pitkäsilta
9. Hakaniemen silta

Ns. ulkokehällä (= kaupunginrajan ylittävät väylät):

1. Jorvaksentie/kaupungin raja
2. Otaniemen silta/kaupungin raja
3. Läntinen moottoritie/kaupungin raja
4. Turuntie/kaupungin raja
5. Vihdintie/kaupungin raja
6. Nurmijärventie/kaupungin raja
7. Tuusulantie (vanha)/kaupungin raja

8. Tuusulantie (uusi)/kaupungin raja (valmistui v. 1968)
9. Lahdentie/kaupungin raja
10. Itäväylä (=Porvoontie)/kaupungin raja

Vuodesta 1967 lähtien on vakio pisteiksi otettu lisäksi ns. välikehän laskentapisteet (=kantakaupungin alueelle johtavat pääväylät):

1. Länsiväylä
2. Meilahden silta
3. Munkkiniemen silta
4. Mannerheimintie (poikkileikkaus Lapinmäentien eteläpuolella)
5. Suokatu (Pasila)
6. Mäkelänkatu (Kumpulantien pohjoispuolella)
7. Hämeentien silta
8. Kyläsaarenkatu
9. Kulosaaren silta

Vakio pisteet on esitetty liitteenä olevassa kartassa.

Ajankohtaisten liikennemäärätietojen hankkimiseksi on laskentoja suoritettu risteyksissä ja poikkileikkauksissa, joista on tarvittu tietoja mm.

- katuristeysten yksityiskohtaista suunnittelua varten
- liikennevalojen suunnittelua varten
- päättävälle elimille annettavien lausuntojen perustaksi

Myös nämä laskennat on suoritettu mahdollisuuksien mukaan touko- tai syyskuussa yhtenä arkipäivänä klo 6-20.

Lisäksi on suoritettu erikoislaskentoja seuraavasti

1. Koko vuorokauden kestäneitä laskentoja on suoritettu neljällä keskustaan johtavalla väylällä viimeksi v. 1967 (aikaisemmin v. 1964 ja 1965)
2. Kausivaihteluja on tutkittu suorittamalla yhden päivän kestänyt poikkileikkaukslaskenta vuoden aikana kunkin kuukauden puolivälissä
 - neljällä keskustaan johtavalla pääväylällä v. 1964
 - neljän asuntoalueen (Kaivopuisto, Etu-Töölö, Kallio, Munkkiniemi) yhdellä pääväylällä v. 1965.

3. Viikonvaihteen liikenteen selvittämiseksi laskettiin v. 1967 keskustaan johtavilla sekä kaupungin rajan ylittävillä kulkuväylillä yhden viikonvaihteen aikana huhti-, touko- ja kesäkuussa. Viikonpäivävaihteluja on tutkittu v. 1962, -63 ja -64 muutamilla pääväylillä.
4. Luonteeltaan erilaisten alueiden synnyttämää liikennettä on tutkittu suorittamalla laskentoja seuraavasti:
 - teollisuusalueilla: Lauttasaarella 1967 ja 1969 sekä Pitäjänmäellä ja Herttoniemessä v. 1967.
 - Satama-alueilla: Katajanokalla, Eteläsatamassa, Munkkisaarella, Jätkäsaarella ja Sompasaarella toukokuussa 1967.
 - Uusilla asuntoalueilla: Pajamäessä, Pohjois-Haagassa, Maunulassa, Pihlajamäessä ja Herttoniemessä v. 1965.
 - Keskustakaduilla eri vuosina risteys- ja poikkileikkauslaskentoja.

Tulosten puhtaaksilaskenta on tapahtunut erityisille lomakkeille jokainen ajosuunta erikseen ajoneuvolajeittain tunnin jaksoin paitsi ruuhkatunteina klo 7-9 ja 15-18 kuitenkin 10 minuutin jaksoin. Puhtaaksilaskenta on suoritettu käsin käyttäen tilapäistyövoimaa.

Puhtaaksilaskentalomakkeille on laskettu erilaisia yhdistelmätaulukoita kuten yhteenvetoja koko risteuksen kautta kulkeneesta liikenteestä ja kehäpisteistä. Laskentojen tuloksista on tehty liikennesuunnitteluosaston toimesta kolme julkaisua /2, 3, 4/.

2.22 TVL:n suorittamat laskennat

TVL:n v. 1965 järjestämän yleisen liikennelaskennan yhteydessä laskettiin myös Helsingin kaupungin alueella. Pisteitä oli seuraavasti:

1. 27 kpl. laskentapistettä, joissa maantie muuttuu kaduksi
2. 56 kpl. katupisteitä, jotka oli jaettu
 - a) pääliikennekatupisteisiin (32 kpl)
 - b) kokoojakatupisteisiin (12 kpl)
 - c) paikalliskatupisteisiin (12 kpl)

Katupisteiden avulla määrättiin Helsingin katuverkon liikennesuorite (ajoneuvokilometrit). Menetelmä on kuvattu kohdassa 3.2.

Laskenta tapahtui maalis-, kesä-, elo- ja lokakuussa kahtena päivänä kussakin kuussa, yleensä arkipäivänä klo 14-18, lauantaina klo 12-15 ja sunnuntaina klo 15-18. 13 pisteessä laskettiin lisäksi kussakin kuussa koko vuorokauden liikenne arkipäivänä, lauantaina ja sunnuntaina, jolloin voitiin lyhytaikaiset laskennat laajentaa koko vuorokauden liikenteeksi.

Laskennat suoritettiin erottaen ajoneuvolajit. Laskentasuuntia ei erotettu. Laskentatulokset muutettiin KVL:ksi ja KKVL:ksi (= kesän keskimääräinen vuorokausiliikenne).

V. 1970 suoritettavan yleisen liikennelaskennan yhteydessä TVH laskee Helsingin alueella vain pisteissä (26 kpl), joissa maantie muuttuu kaduksi. Varsinaista katupisteissä tapahtuvaa laskentaa ei suoriteta.

2.3 Helsingin liikennelaskentojen kehittämistarve ja laskentamenetelmien vaatimukset.

Helsingin kaupungin toimesta tähän saakka suoritettuja liikennelaskentoja on jouduttu rajoittamaan lähinnä kustannus- ja työvoimansaantiseikkojen vuoksi. Tietojen tarvetta on voitu yleensä tyydyttää vain yhden päivän kestäneiden liikennelaskentojen avulla. Liikennemäärien kehitystä on voitu seurata vain kerran vuodessa tapahtuneiden vakiopestelaskentojen avulla. Yhden päivän liikennemäärätiedot ovat voineet olla tilapäistekijöiden (sää, urheilukilpailut, messut jne.) vuoksi harhaanjohtavia.

Käsinlaskennat ovat välttämättömiä tarvittaessa tietoja esim. katuristeysten eri ajosuunnista ja ajoneuvokoostumuksesta. Lähinnä kustannusseikkojen vuoksi ei käsinlaskentoja kuitenkaan voida suorittaa riittävästi. Niinpä tarvittaisiin lisäksi koneellisia laskentalaitteita, joilla voitaisiin saada selville myös liikenteen vaihtelumuodot. Ajoneuvoryhmittäiset vaihtelumuodot voitaisiin kuitenkin saada vain käsinlaskennoilla. Käsinlaskennat olisi pyrittävä suorittamaan lyhytaikaisina.

Laskentatulosten käsittely käsinsuoritettuna on työlästä ja aikaavievää ja tulee niin ollen kalliiksi. Siksi olisi tutkittava tulosten tietokonekäsittelyn mahdollisuuksia.

Kehitettävän laskentajärjestelmän tavoitteena olisi täyttää kohdassa 1. mainitut tietotarpeet. Laskentamenetelmien olisi lisäksi täytettävä mm. seuraavat vaatimukset:

- tarvittavat tiedot olisi saatava nopeasti
- laskentojen suorituksen, estimointimenetelmien ja tietojen käsittelyn tarkkuuksien olisi pysyttävä ennaltamäärätyissä rajoissa
- tietojen hankintakustannusten olisi vastattava tietojen käyttöä
- tietojen vertailukelpoisuus aikaisempiin ja muiden kaupunkien laskentoihin olisi säilytettävä

Pohjoismaiden suurimpien kaupunkien keskeisissä konferensseissa /7,8/ on keskusteltu liikennelaskentamenetelmien yhdentämisestä. V. 1967 Malmössä päästiin yksimielisyyteen mm. seuraavista seikoista:

1. Sekä käsin- että konelaskennat olisi keskitettävä entistä enemmän ruuhka-aikoihin
2. Laskenta-aikojen pitäisi käsittää ajat klo 06.00 - 09.00 ja klo 15.30 - 18.30
3. Tietojen julkaisu tapahtuisi ajoneuvomäärinä ja lisäksi henkilöauto-yksikköinä
4. Olisi selvitettävä aamu- ja iltapäivähuipputunnit
5. Huipputunteina laskettaisiin 15 min. jaksoissa
6. Liikennevuorokausi olisi klo 04.00 - 04.00

2.4 Koneelliset liikennelaskentalaitteet

Koneelliset liikennelaskentalaitteet voidaan jakaa

- käsinlaskentalaitteisiin
- automaattisiin laskentalaitteisiin

Käsinlaskentalaitteilla tarkoitetaan sellaisia laitteita, joiden näppäimiä painamalla rekisteröidään ohiajavat ajoneuvot ja näin saadaan halutun ajanjakson liikennemäärä.

Automaattiset liikennelaskentalaitteet havaitsevat automaattisesti ohiajavat ajoneuvot ja rekisteröivät ne tietyin aikavälein.

2.41 Käsineläskentalaitteet

Käneläskentalaitteet voidaan toimintaperiaatteiltaan jakaa mekaanisiin ja elektronisiin. Elektronisissa laitteissa ei ole liikkuvia osia ja niiden käyttö on vaivattomampaa (ei tarvita "voimaa"). Ne ovat kuitenkin huomattavasti kalliimpia kuin mekaaniset laitteet. Seuraavassa esitellään eräitä mekaanisia laitteita /33/.

"Statitest"

Maahantuoja Lääketukku Oy

Saatavana kolmea tyyppiä

- Junior 6, varustettu 6:lla laskentayksiköllä, hinta 434 mk
- Standard 8, varustettu 8:lla laskentayksiköllä, hinta 527 mk
- Record 10, varustettu 10:llä laskentayksiköllä, hinta 680 mk

Viimeiseen nelinumeroiseen laskentayksikköön voidaan tulostaa muiden kolminumeroisten yksiköiden summa. Kolminumeroisiin yksiköihin voidaan tulostaa prosenttiosuudet kaikkien yksiköiden summasta. Alunperin laite on tarkoitettu lääketieteellisiin tutkimuksiin.

"Desk Tally" ja "Hand Tally"

Valmistaja Durant Europa NV

Maahantuoja Oy Honeywell Ab

Molemmissa laitteissa on yksi laskentayksikkö. Desk Tally on alustaan kiinnitettävä nelinumeroinen, Hand Tally on kädessä pidettävä, pyöreä muodoltaan, laskentayksikkö neli- tai kolminumeroinen.

Hinnat: - Desk Tally 37,80 mk
- Hand Tally 19,00 mk

"Denominator /28/"

Valmistaja Denominator Co / USA

Maahantuoja ei tieltävästi ole

Laitetta on saatavissa erilaisina yksikkökombinaatioina.

Esim. 4 x 4 yksikön yhdistelmän hinta on \$ 143 (n. 600 mk).

Multi-unit tally counter (kuva 1)

Valmistaja Counting Instruments Ltd/Englanti

Maahantuoja Lääketukku Oy

Laitetta on saatavissa 1, 2, 5 ja 10 yksikön yhdistelminä.

5-yksikköisen laitteen hinta 129 mk.

On ilmeisesti edullisin esitetyistä laitteista.

Hankaluutena käsinlaskentalaitteiden käytössä on tulosten siirtäminen lukemalaitteesta laskentalomakkeelle (esim. 15 min. välein), jolloin voi jäädä havaitsematta ajoneuvoja. Poisjääneiden ajoneuvojen arvioiminen voi olla vaikeaa ja syntyvä virhe voi olla positiivinen tai negatiivinen. Havaittijahenkilön on oltava tottunut tällaiseen työhön.

Käsinlaskentalaitteiden käyttö säästää työn, mikä aiheutuu "tukkimiehenkirjapidon" muuttamisesta numeroarvoiksi. Ilmeisesti laitteiden käytön aiheuttamat kustannussäästöt tulosten käsittelyssä vastaavat laitteiden hankinta- ym. kustannuksia.

2.42 Automaattiset liikennelaskentakoneet

Automaattiset liikennelaskentakoneet voidaan jakaa toiminnallisilta osiltaan

- havainto- ja ilmaisinalaitteisiin
- laskenta- ja rekisteröintilaitteisiin

Lisäksi voidaan erottaa summausyksiköt, joita käytetään eri kaistojen laskentojen yhdistämiseen. Ne kuuluvat kuitenkin lähinnä jälkimmäiseen ryhmään.

Seuraavassa tarkastellaan automaattisia laskentalaitteita lähinnä näiden hankintaa ja laitteiden valintaa silmälläpitäen.

2.421 Havainto- ja ilmaisinalaitteet

Havainto- ja ilmaisinalaitteiden tarkoituksena on havaita laskentapisteen ohittaneet ajoneuvot ja muuttaa havaintoimpulssi laskuimpulssiksi. Toimintatapansa perusteella voidaan laitteet jakaa /21,28/

- mekaanisiin (liuskakytkin, kontaktikynnys)
- pneumaattisiin (kumiletku, ilmajohde)
- hydraulisiin (nestettä sisältävä johde)
- sähköisiin (sähkömagneettiset, induktiiviset, radar)
- akustisiin (ultraääni)
- optisiin (valokenno, infrapuna, kamera)

Näistä tyypeistä on olemassa useita ratkaisuja (kuva 2a,b). Eniten käytettyjä ovat olleet pneumaattinen kumiletku-, induktiosilmukka- ja ultraäänisondi-ilmaisimet, ja näitä tyyppejä tarkastellaan seuraavassa lähemmin keskittyen kuitenkin induktiosilmukkailmaisijaan, jota viimeaikoina on yhä enemmän siirrytty käyttämään /11,24,28/. Muita ilmaisintyyppejä on esitetty mm. lähteissä /21,29/.

Pneumaattinen kumiletkuilmaisin on viime aikoihin saakka ollut käytetyin liikennelaskentojen yhteydessä. Havaintoimpulssi tässä ilmaisijassa syntyy, kun ajoneuvon pyörä aiheuttaa ilmanpaineaallon ylittäessään tien poikki pingotetun kumiletkun. Tällä ilmaisintyyppillä on kuitenkin huomattavia epäkohtia, joiden vuoksi sen käytöstä ollaan luopumassa. Näistä epäkohdista mainittakoon mm.

- Sabotaasin vaara on suuri. Esim. letkuja voidaan tahallaan katkoa. Pikakupojat voivat hyppiä letkun päällä ja näin aiheuttaa laskuimpulsseja.
- Autot voivat jarruttaessaan katkoa letkuja.
- Talvella voivat kumiletkut kovettua tai jäättyä niin, että havaintokyky alenee tai kokonaan estyy.
- Lumiaurat voivat katkoa letkuja.
- Letkun kiinnittäminen lujasti tien pintaan voi olla vaikeaa.
- Letku mittaa akseleita eikä ajoneuvoja. Koska laskentakoneet yleensä laskevat kaksi impulssia ajoneuvoksi, syntyy useampiakselisten ajoneuvojen vuoksi tuloksiin virhe.

Helsingissä luovuttiin käytössä olleista laskentakoneista (kohta 2.21) mm. mainittujen seikkojen vuoksi. TVL on myös luopunut letkuilmaisijoiden käytöstä. Lyhytaikaisissa konelaskennoissa tulee mahdollisesti kysymykseen tämä ilmaisintyyppi.

Ultraäänisondi-ilmaisimet toimivat ihmiskorvalla kuultavaa ääntä korkeammalla jaksoluvulla (18-40 Hz). Ilmaisim on yleensä sijoitettu ajoradan yläpuolelle. Lähetetyt ultraääniaallot suunnataan tien pintaan, josta ne heijastuvat takaisin. Ajoneuvo vähentää aallon kulkuaikaa, ja tällöin tämä tulkitaan laskuimpulsiksi. Ajoneuvojen korkeuksien perusteella voidaan eri ajoneuvotyypit erottaa /28/.

Ultraääni-ilmaisijat ovat jokseenkin monimukaisia ja vaativat korkeatasoista huoltoa. Tarkkuuksissa on päästy huomattavan hyviin tuloksiin (esim. Berliinissä

maksivirhe 1,5 %/28/). Toisaalta esim. Helsingissä keskusohjatun liikennevalojärjestelmän ultraääni-ilmaisimilla ei ole saatu kunnollisia tuloksia. Varmaa tietoa laitteiden häiriöiden syistä ei ole saatu selville, mutta on epäilty seuraavia seikkoja:

- Tuuli heiluttaa ilmaisimia ja aiheuttaa täten häiriöitä.
- Poliisi- ym. autojen radiolähettimet aiheuttavat laskuimpulsseja. Samoin muut mahdollisesti lähellä sijaitsevat radiolähettimet.
- Sakea lumisade aiheuttaa impulsseja.

Käytetyt laitteet (5 kpl) ovat Siemens'in valmistamia ultraäänisondi-ilmaisimia, ja ne ovat koekäytössä. Saatujen kokemusten vuoksi on ilmeistä, ettei niiden käyttöä laajenneta.

Induktiosilmukkailmaisin käsittää johdinsilmukan ja edektronisen virtapiirin. Silmukka, joka on yleensä suorakulmainen, käsittää yhden tai useamman kierroksen eristettyä ($1,5 \text{ mm}^2$) kuparijohtoa, joka on upotettu ajoradan sisään. Kun ajoneuvo ylittää silmukan aiheuttaa ajoneuvon metallimassa johdinsilmukan suljetussa virtapiirissä induktanssin muutoksen, joka havaitaan silmukkaan kytkeytyssä detektoriyksikössä, missä se muutetaan laskuimpulssiksi. Ilmaisimia on toimintaperiaatteeltaan erilaisia tyyppejä riippuen siitä, kuinka induktanssin muutos havaitaan ja muutetaan laskuimpulssiksi. Tämä voidaan tehdä havaitsemalla (kuva 3)/28/:

- a) magneettikentän ja jännitteen muutos
- b) vaihesiirto
- c) amplitudin muutos
- d) taajuuden muutos
- e) impedanssin vertailu

Induktiosilmukkadetektoreista voidaan erottaa läsnäolo- ja liikedetektorit. Ensinmainitut mittaavat ajoneuvon läsnäolon, jolloin impulssi kestää sen ajan, minkä ajoneuvo on pysähtynyt silmukan päälle tai liikkuu silmukan sisällä. Jälkimmäisessä aiheuttaa jokainen silmukan ylittänyt ajoneuvo vain yhden lyhyen impulssin. Näiden lisäksi on detektoreita, joissa impulssin kestoaikaa on rajoitettu (esim. Spadet).

Silmukkajohdot asennetaan tien päällysteeseen 2-7,5 cm:n syvyyteen (kuva 4) tekemällä esim. sahalla ura johdoille ja täyttämällä asennuksen jälkeen tyhjä

tila bitumilla. Tällä tavoin silmukka on suojattu sään ja mekaanisen kuluminen vaikutukselta. Lyhytaikaisissa laskennoissa voidaan silmukajohdot kiinnittää tien pintaan hienojakoisella asfaltilla /28,33/.

Siltojen ja betonipäälysteiden teräsjäykistect voivat haitata ilmaisimien toimintaan. Ne aiheuttavat suojaavan vaikutuksen estäen häiriintymättömän magneettikentän muodostumisen silmukkaan, mikä vähentää induktanssin muutoksia. Toiseksi silmukoiden elektroniset ominaisuudet voivat heikentyä niin paljon, että viritettyjen silmukoiden tietty mittaustekniikka estyy. Laskennan onnistuminen riippuu ennenkaikkea terästen määrästä ja etäisyydestä silmukan tasosta. Yleensä silmukoiden asennusta silloille tulisi välttää /11,28/.

Silmukoiden koko riippuu detektorin herkkyydestä, käyttötarkoituksesta ja paikallisista olosuhteista. Laskettaessa jokaisen ajokaistan liikenne erikseen, tulee jokaisella silmukalle olla oma detektoriyksikkö. Tämä on usein välttämätöntä jo laskentatarkkuuden parantamiseksi. Tällöin haluttaessa yhdistää eri kaistat (esim. yksiajosuunta) on käytettävä summausyksikköä (kohta 2.422). Vierekkäiset silmukat on tällöin säädettävä eri taajuuslukemille, jotta ne eivät häiritsisi toisiaan.

Induktiosilmukkailmaisimilla saadaan tarkkoja laskentatuloksia jos seuraavat edellytykset ovat voimassa:

- a) Detektorilla on samanlainen herkkyys havaita kaikenlaisia ajoneuvoja, eikä laske useammaksi ajoneuvoksi korkeamaavaraisia ajoneuvoja (esim. kuorma-autot).
- b) Ajoneuvot eivät voi ylittää silmukkaa "ei laskettavaa" suuntaan.
- c) Minimivälit peräkkäisten ajoneuvojen välillä ovat suuremmat kuin silmukan leveys.

Vaatus a) saavutetaan yleensä helposti. b) vaatimus voidaan useampisuuntaisella tiellä täyttää asentamalla kaksi peräkkäistä silmukkaa ja lisäämällä detektoriin logiikkaosa, joka mahdollistaa laskennan vain yhteen suuntaan (ns. "undirectional loop"). Useampikaistaisella tiellä aiheuttaa vaatimus c) suurimman ongelman. Ajoneuvot voivat ylittää silmukan vierekkäin samanaikaisesti, jolloin syntyy vain yksi impulssi. Länsi-Lontoossa tehdyissä tutkimuksissa tutkittiin tätä käyttämällä kolmenlaisia silmukajärjestelyjä /1/:

- a) yksi silmukka ylittää kolme kaistaa
- b) jokaisella kaistalla oma silmukka ja detektori, joiden impulssit summataan
- c) kolme erillistä silmukkaa, jolloin 300 millisekunnin sisällä tulevat impulssit lasketaan yhdeksi ajoneuvoksi (ns. "time discrimination").

Tulokset on esitetty kuvassa 5. Tapauksessa a) saatiin suurilla liikennemäärillä virheeksi jopa 60 %. Tapauksessa b) virhe aiheutui kaistakurista, mikä pienillä liikennemäärillä on huonompi kuin suurilla. Tapaus c) järjestettiin juuri tämän seikan eliminoimiseksi. Tällöin suurilla liikennemäärillä voivat kuitenkin myös eri ajoneuvot saapua eri silmukoille 300 ms aikana, jolloin syntyy negatiivinen virhe.

Tarkkuuksien parantamiseksi kehitettiin ns. "Space discrimination" systeemi, minkä silmukoiden sijoitus ja logiikat on esitetty kuvassa 6. Mitta 'a' on suurempi kuin leveimmän ajoneuvon leveys. Tällöin yksi ajoneuvo voi ylittää korkeintaan kaksi silmukkaa kerrallaan. Detektorit varustetaan tällöin seuraavalla logiikalla kolmen kaistan tapauksessa:

- Yhden silmukan impulssista ja kahden vierekkäisen silmukan samanaikaisesta impulssista seuraa yksi laskuimpulssi (X)
- Kolmen vierekkäisen silmukan samanaikaisesta impulssista, ja A ja D silmukoiden samanaikaisesta impulssista aiheutuu kaksi laskuimpulssia (Y)
- Kaikkien neljän silmukan samanaikaisesta impulssista seuraa kolme laskuimpulssia (Z)

Väärään suuntaan kulkevan ajoneuvon eliminoimiseksi voidaan asentaa lisäsilmut ("unidirectional loop"). Systeemi on samantapainen kaksikaistaisella tiellä. Esitetyllä logiikalla varustetulla systeemillä on virhe harvoin ylittänyt $\pm 3\%$ 30 minuutin tarkistuslaskennan aikana. Logiikkakoneistoa ei tiettävästi ole saatavissa sarjavalmistuksena.

Ennen silmukoiden asennusta tiettyyn paikkaan on tärkeää seurata liikenteen käyttäytymistä, erityisesti kaistakuria ja kadunvarsipysäköintiä. Jotta kaistan vaihdot silmukoiden kohdalla voitaisiin estää, olisi käytettävä hyväksi liikenteenjakajasaarekkeita, ajoratamaalauksia (sulkuviiva), liikennemerkkejä (pysähtyminen kielletty) jne.

Suotuisissa olosuhteissa induktiosilmukkailmaisimilla on päästy $\pm 2\%$ tarkkuuteen ja useimmissa tapauksissa $\pm 5\%$ tarkkuuteen. Eri ilmaisintyyppien vertailututkimuksissa on induktiosilmukkailmaisinten todettu yleensä antavan tarkimmat tulokset /19,28/. Kuvissa 7 ja 8 on Saksassa suoritettujen tutkimusten tuloksia eri ilmaisintyyppien tarkkuuksista, joista havaitaan induktiosilmukka- ja ultrahäänisondi-ilmaisinten antavan tarkimmat tulokset.

Eräitä induktiosilmukkadetektorityyppejä:

- "Spadet" /33/

Valmistaja Streeter Amet /USA

Maahantuoja H.A.Elfving Oy, Helsinki

Laite havaitsee sekä hitaat että nopeat ajoneuvot 190 km/h saakka. Voimanlähteenä toimii joko 115 V vaihtovirta tai 12 V tasavirta. Laitteen koko on 6" x 6" x 2 3/4". Testattu lämpötila-alue -68 - +105 °C. Jos ajoneuvo pysähtyy silmukan päälle, virtapiiri pysyy samassa tilassa n. 10 sekuntia. Tämän jälkeen virtapiiri kompensoi ajoneuvon metallimassan ja laskee seuraavat silmukalle tulevat ajoneuvot. Pysähtyneen ajoneuvon poistuessa silmukan päältä ei synny impulssia. Spadet ei ole herkkä betoniteräksistä johtuville häiriöille, eikä vierekkäiset detektorit häiritse toisiaan.

Spadet'in hintaa ei maahantuoja vielä ole voinut esittää.

- "Tadet" tyypin D 31 LD 1341/33/

Valmistaja Fischer & Porter GmbH/Länsi-Saksa

Maahantuoja Oy E. Sarbin Ab, Helsinki

Laite on täystransistoroitu, eikä sisällä liikkuvia osia. Laskentaa eivät häiritse pysäköidyt ajoneuvot. Voimanlähteenä on 220V/50 Hz tai 110 V/50 Hz verkkovirta tai 60 V - 24 V akku. Lämpötila-alue -25 - +65 °C.

Taajuusalue 80 - 120 kHz.

Hinta 1 118 ,- mk + Lvv.

- VD3/8,21,28/

Valmistaja Weiss Prodata/Länsi-Saksa

Maahantuoja ei tiettävästi ole. Teknillisessä Korkeakoulussa olevan laitteen on toimittanut Valtion Hankintakeskus.

Voimanlähteenä on joko verkkovirta tai akku. Detektorin ja silmukan väli voi olla 0 - 500 m. Taajuus alue on 40-60 kHz. Hinnaksi on lähteessä/28/ mainittu 1100 Dmk (n. 1 300 Smk).

2.422 Summausyksiköt

Summausyksikköjen tarkoituksena on ottaa vastaan useammasta detektorista (esim. eri kaistoilta) tulevat impulssit, muokata ne sopivan pituisiksi ja yhdistää ne siten, että laskenta- ja rekisteröintilaitte kykenee erottamaan ne toisistaan (kuva 9). Tämä tapahtuu yleensä muistiyksikön avulla, joka kerää detektoreista tulevat impulssit ja syöttää ne ulosottokanavalle sopivin ajanjaksoin sopivan pituisina impulsseina.

Eräitä summauslaitteita. /33/

- "Trafscan"

Valmistaja Streeter Amet/USA

Maahantuoja H.A. Elfving Oy, Helsinki

Laitteessa voidaan yhdistää neljä detektoria. Voimanlähteenä on 115 V verkkovirta tai 12 V akku. Laitteen koko on 7,3 x 15,6 x 15,5 cm.
Hinta 2 340 mk.

- "Count Summator" (kuva 10)

Valmistaja Fischer & Porter GmbH/Länsi-Saksa

Maahantuoja Oy E.Sarlin Ab

Laitetta on saatavissa kahden, neljän tai kuuden detektorin yhdistämistä varten. Voimanlähteenä on verkkovirta tai akku.

Hinnat: 2 sisäänottoyksikköä : 260 \$

4 sisäänottoyksikköä : 320 \$

2.423 Laskenta- ja rekisteröintilaitteet

Laskenta- ja rekisteröintilaitteet voidaan jaotella tietojen tallentamista-
van perusteella eri ryhmiin:

1. Lukemalaitteesta havaittava tulostus
2. Graafinen tulostus
3. Paperinauhalle numeroin tapahtuva tulostus
4. Reikänauhatulostus
5. Magneettinauhatulostus
6. Tulostus suoraan tietokoneen välityksellä tietojen kaukosiirron
avulla.

Seuraavassa esitellään erilaisia laskenta- ja rekisteröintilaitteita keskittyen
lähinnä reikänauha- ja magneettinauhatulostuslaitteisiin koska nämä edustane-
vat tulevaisuuden kehitystä.

2.4231 Lukemalaitteeseen tapahtuva tulostus /21,28,33/

Lukemalaitteella varustetut koneet ovat yleensä jatkuvasti ajoneuvoja summaa-
via ja havainnot on säännöllisin välein käytävä lukemassa, mikä on usein vai-
keasti järjestettävissä. Yleensä laitteet toimivat pneumaattisella kumiletkuil-
maisijalla. Joissakin laitteissa voidaan määrätä etukäteen periodi, jolloin
kone laskee (Hallda TC-1P ja Streeter Ametin PC). Hinnoista mainittakoon Hallda
TC-1 495 mk, Hallda TC-1P 1 475 mk, SYX-RRL (ennen devalvaatiota) 360 mk.

2.4232 Graafinen tulostus /21,28,33/

Graafisella tulostuksella toimivissa laitteissa rekisteröidään ajoneuvot diag-
rammeina paperinauhalle tai pyöreälle rekisteröintipaperille. Viimeksimainit-
tua tapaa käytetään Econolite-liikennelaskijassa, jossa pyöreälle kiekolle re-
kisteröidään 15 minuutin tai tunnin jaksoissa ajoneuvojen määrät. Ilmaisimena
on pneumaattinen kumiletku. Laitteen hinta on 3 000 mk (maahantuoja H.A.Elfin Oy).

2.4233 Paperinauhalle numeroin tapahtuva tulostus

Paperinauhalle numeroin tapahtuvaa tulostusta käyttävistä koneista voidaan mai-
nita

1. Hallda TC-2 ja TC-2D

2. Elmeg ZG-6 ja ZG-7
3. Sodeco Print-rekisteröintilaitte
4. RCHT ja RCH (Streeter Amet)

- Hallda TC-2 ja TC-2D /33/

Valmistaja Haldex Ab/Ruotsi

Maahantuoja Olli-tuote Oy, Helsinki

Laitteet toimivat joko kumiletku- tai induktiosilmukkailmaisijalla. Molemmissa koneissa rekisteröidään päivämäärä, kelloaika ja liikennemäärä 5, 10, 15, 30 tai 60 min. jaksoissa (kuva 11). Leimauskoneisto voidaan säätää siten, että leimaus tapahtuu vain vuorokauden määrättyinä tunteina halutuun minuuttiväleihin ja muina tunteina kone joko jatkuvasti laskee tai ei laske ajoneuvoja. Ennen seuraavan vuorokauden leimaustunteja leimataan jatkuvasti laskettu summa. Kumiletkuilmaisinta käytettäessä rekisteröidään joka 20:s impulssi (joka kymmenes akselipari) ja induktioilmaisinta käytettäessä joka 10:s impulssi (ajoneuvo). TC-2 toimii kahdella kuivaparistolla. TC-2D toimii verkkovirralla tai paristolla ja se on varustettu sisäisellä detektorilla.

Koneiden hinnat: - TC-2 4 335 mk

- TC-2D 6 485 mk

- Mäkinien diplomityössä /21/ on selostettu tarkemmin laitteita Elmeg ZG-6 ja ZG-7, Sodeco Print-rekisteröintilaitte sekä RCHT ja RCH. Liitteenä 1 olevassa laitteiden yhteenvetotaulukossa on esitetty koneiden pääominaisuuksia ja hinnat. Elmeg-laitteissa on kaksinkertainen tulostus; toinen nollautuu aina leimauksen jälkeen ja toinen kerran vuorokaudessa. Elmeg ZG-7:llä voidaan laskea erikseen kahden suunnan liikenne. Laitteiden valmistajat ja maahantuoja ovat seuraavat:

	Valmistaja	Maahantuoja
Elmeg	Elmeg Electro-Mechanik Länsi-Saksa	Oy E.Sarlin Ab
Sodeco Print	Société des Compteurs Sveitsi	- " -
RCHT ja RCH	Streeter Amet USA	H.A. Elfing Oy

Kuvassa 12 on esitetty RCH:n ja kuvassa 13 Elmeg ZG-7:n tulostusnauha.

2.4234 Reikä- tai magneettinauhatulostus

Reikä- ja magneettinauhatulostuksella varustettujen laitteiden syntyyn on vaikuttanut halu automatisoida laskentatulosten käsittelyä.

Seuraavassa esitellään yleisimpiä ja mahdollisesti tarkoituksenmukaisimpia reikä- tai magneettinauhatulostuksella varustettuja liikennelaskentalaitteita:

- Recorder 1544 ja 1546 (Fischer & Porter)
- Weiss Prodata DTB 64
- Magnetic Tape Trafficounter (Streeter Amet)
- pulse Receiver WR-2 ja WR-4 (Westinghouse)
- Recodet (Streeter Amet)

Näiden lisäksi on mm. Ruotsissa Statens Vagnistitutin kehittämä ajoneuvolajit erottava liikennelaskentalaitte /21,28/, joka lienee vielä kehitysvaiheessa ja jonka tarkkuudet vilkkaan kaupunkiliikenteen tapauksessa lienevät heikot. Tanskassa on kehitetty magneettinauhalle rekisteröivä laite /21/, joka soveltuu lähinnä lyhytaikaisiin laskentoihin, ja jonka antama tietomäärä (nopeus, ajoneuvotiheys, ajoneuvovälit jne.) on ehkä liian laaja normaaleihin liikennelaskentatarkoituksiin. Englannissa on kehitetty G.L.C.-liikennelaskentalaitte /28,17/, joka tulostaa 5-kanavaiselle reikänauhalle. Ilmaisimena käytetään pneumaattista kumiletkua, minkä vuoksi sitä ei lähemmin esitellä. Laitteella ei ole tietävästi maahantuoja, eikä sen hinnoista ole tietoa.

Recorder 1544 ja 1546 /21,28,33/(Kuva 10)

Valmistaja Fischer & Porter GmbH/Länsi-Saksa

Maahantuoja Oy E.Sarlin Ab, Helsinki

Nämä kaksi mallia eroavat siinä, että malli 1544 on verkkovirta- ja 1546 paristo-ikäyttöinen. Rekisteröinti tapahtuu 5,4 cm leveälle 16 kanavaiselle erikoisreikänauhalle (kuva 14) valinnanvaraisesti 5, 15, 30 tai 60-minuutin välein, jolloin nauhalle lävistetään jatkuva summa. Rekisteröintisuhde on 1:1, 1:2, 1:10 tai 1:20. Jos käytetään suhdetta 1:10 riittää nauhan kapasiteetti 99 990:lle ajoneuvolle. Nauhalle on valmiiksi painettu kelloaikamerkinnot. Päivämäärää ei voida rekisteröidä. Ilmaisinelaitteena voidaan käyttää joko paineilmaletku- tai induktiosilmukkalmaisinta.

Koska laite rekisteröi tiedot erikoisreikänauhalle, on tämä tietojen käsittelyä varten käännettävä normaalille reikänauhalle tai-korteille. Tämä tapahtuu "Tape Translator" -laitteella, joka yhdistettynä reikäkortti- tai reikänauhalävistimeen suorittaa käännöstyön. Tällä laitteella kestää kuukauden liikennetiedot sisältävän nauhan kääntäminen 15 minuuttia.

Puutteena tälle laskenta- ja rekisteröintikoneelle on kääntämlaitteen välttämättömyys. Lisäksi voidaan rekisteröidä vain esim. yksi ajosuunta, jolloin täytyy poikkileikkauslaskentaa varten hankkia kaksi laitetta, mikäli suunnat halutaan erottaa. Eduista voidaan mainita reikänauhan helppo visuaalinen tulokinta. Rekisteröintilaitetta on käytetty mm. Länsi-Saksassa ja USA:ssa ja siitä on saatu sekä hyviä että huonoja kokemuksia /28/.

Laitteiden hinnat:

- Rekisteröintilaitte 650 \$ (n. 2 600 Smk)
- Kääntäjälaitteen hintaa ei maahantuoja ole voinut vielä ilmoittaa.

Prodata DTB 64 /8, 21,28/

Valmistaja on Kurt Weiss/Prodata, Länsi-Saksa.

Maahantuoja ei tiettävästi ole. Teknillisen Korkeakoulun Kulkulaitostekniikan laboratoriolia on yksi laite, jonka on toimittanut Valtion Hankintakeskus.

Tämä laskentalaite voidaan varustaa jopa 16 luettavalla nelinumeroisella mekaanisella laskentayksiköllä ja reikänauhalävistäjällä (5-kanavainen reikänauha) Ilmaisisimena voidaan käyttää eri tyyppjeä, induktioperiaatteella toimiva on kuitenkin yleisin. Jokainen havaintoimpulssi lisää ko. laskentayksikön sisältöä yhdellä. Laskenteyksiköiden sisältö luetaan tietyin aikavälelin, joka voi olla kiinteä, ulkopuolisen määräämä (painonapilla) tai ohjelmoitu (ohjelmakortti). Valinta näiden väliltä tehdään erityisellä valitsijalla.

Jos käytetään kiinteää aikaväliä, voidaan valita 1, 5, 10, 15, 20, 30 tai 60 minuutin rekisteröintivälit. Aikavälien välillä laite suorittaa seuraavat toimenpiteet:

1. laskentakanavien nollaus
2. laskenta
3. lävistys paperinauhalle

Aineiston rekisteröinnin aikana laskentayksikön sisältö siirretään välimuistiin, josta se tarjotaan jaksottain lävistettäväksi. Automaattisen lukemisen ja lävistyksen sijasta voidaan toimenpide suorittaa painonapin avulla haluttaessa. Ohjelmoitua aikaväliä käytettäessä aikaväli on määrätty ohjelmaortissa, joka asetetaan koneeseen. Rekisteröintiväli voidaan tällöin jokaisen tunnin sisällä valita 1, 5, 10, 15, 20, 30 tai 60 min. välein.

Virtalähteenä voidaan käyttää joko 110 tai 220 V/50-60 Hz verkkovirtaa tai 12 V/15 Ah akkua. Laite voidaan asentaa toimimaan myös siten, että paristot toimivat varavirtalähteenä, jolloin paristot kytkeytyvät automaattisesti sähköhäiriön sattuessa ja sähkön taas palatessa laite siirtyy käyttämään verkkovirtaa. Elektromekaaninen kello saa käyttövoimansa 1,5 V paristosta.

Kun lävistyksessä käytetään kansainvälistä telex-koodia, voidaan reikänauha suoraan tulkita kaukokirjoittimella, joka antaa tulokseksi kuvan 15 esittämän listan. Ensin tulostuvat kelloaika ja päivännumero, minkä jälkeen seuraavat 16 laskentayksikön liikennemäärät ko. aikaperiodina.

Teknillisen korkeakoulun laite on varustettu kahdella laskentayksiköllä, joten sillä voidaan laskea esim. poikkileikkauksen molemmat ajosuunnat erikseen. Laitteelle on tekeillä tietokoneohjelma tulosten analysoimiseksi. Laitteessa on esiintynyt häiriöitä, jotka ilmeisesti ovat johtuneet Tapiolan radioaseman radiosignaaleista, joita laite on rekisteröinyt. Näiden häiriöiden eliminointiseksi on asennettu suojauslaitteet. Laitteen hankintahinta (sisältyy kahden detektorin hinta) oli v. 1968 n. 14 500 mk ilman tullia ja liikevaihtoveroa (5%+11 %).

Prodatasta on saatu hyviä kokemuksia mm. Nordrhein-Westfalenissa Länsi-Saksassa (laitteita käytössä 5 kpl v. 1967/28 /).

Magnetic Tape Trafficcounter (MTT) /28,33/

Valmistaja Streeter Amet /USA

Maahantuoja H.A. Elfving Oy, Helsinki

Laite rekisteröi jokaisen detektorista tulevan impulssin magneettinauhalle, joka samalla etenee 1/100 tuumaa. Laskentanopeus on 1000 impulssia sekunnissa. Yksi

magneettinauhakasetti riittää rekisteröimään 2000 ajon/h kahden viikon ajan. Kasetin vaihto tapahtuu hetkessä. Kone toimii kaikenlaisilla ilmaisijoilla myös induktiotyyppisellä (Spadet). Jokaisen 15 tai 60 minuutin laskennan jälkeen rekisteröi laite aikakoodin magneettinauhalle. Voimanlähteenä on 4 ampeerin nikkelikadiumparisto, joka kestää normaalisti 2 viikkoa. Laite rekisteröi jokaisen, joka 10. tai joka 20. impulssin. Käyttökelpoinen lämpötila-alue on $-34 - +60^{\circ}\text{C}$. Laitteen dimensiot ovat $29 \times 26 \times 15 \text{ cm}^3$, paino 12,3 kg.

Magneettinauhan tulkinta tapahtuu "Magnetic Tape Reader" -laitteella, jolla jokainen 15 tai 60 min. aikavälin liikenne summataan ja lävistetään koodatussa muodossa tavalliselle 1" reikänauhalle, reikäkortille tai magneettinauhalle, jotka voidaan syöttää tietokoneeseen tai tietoa-aineisto voidaan suoraan kääntää numeroarvoiksi kaukokirjoittimella. Laskentanopeus on 1500 impulssia sekunnissa ja kahden viikon laskenta-aineiston käsittely kestää n. kaksi minuuttia. Tällä nopeudella voidaan käsitellä 200 - 300:n laskentayksikön aineisto 40-tuntisen työviikon aikana. Kääntäjän voimalähde on 115 V verkkovirta.

Puutteena voidaan pitää, että MIT:llä voidaan laskea vain yhden suunnan liikenne. Magneettinauhan tulkinta ilman kääntäjää ei ole mahdollista (ei visuaalista tarkistusmahdollisuutta). Laitetta on käytetty pääasiassa Amerikassa, eikä laitteen toimintavarmuudesta ole tiedossa kokemuksia.

Hinnat /28/:

- Laskijalaite n. 3 000 Dmk Saksassa v. 1967
- Kääntäjälaite n. 18 000 Dmk Saksassa v. 1967

Maahantuoja ei ole vielä voinut esittää hintoja Suomessa.

Pulse Receiver WR-2C ja WR-4C /33/ (kuva 16a)

Valmistaja Westinghouse Electric Corporation/USA

Maahantuoja Oy E.Sarlin Ab, Helsinki

Laite on alunperin tarkoitettu erilaisiin sähkönmittaustehtäviin, mutta viime aikoina sitä on käytetty monenlaisiin tarkoituksiin mm. liikennelaskentoihin.

Laite rekisteröi siihen tulevat impulssit $1/4$ " magneettinauhalle. WR-2C:n nauhalla on kaksi ja WR-4C:n nauhalla neljä kanavaa. Yhdelle kanavalle laite rekiste-

röi aikaimpulssin joko 15,30 tai 60 minuutin välein.

4-kanavaisella laitteella voidaan rekisteröidä kolmen syöttöjohdon impulssit. Yhdelle nauhalle voidaan rekisteröidä n. 35 vuorokauden impulssit. Impulssien maksimimäärä on 6000 imp./h ja impulssien väli on oltava $\geq 0,6$ sekuntia, mikä ei usein ole liikennelaskennoissa riittävä. Tästä ei kuitenkaan ole haittaa jos kunkin kaistan detektoreista tulevat impulssit johdetaan omalle kanavalle. Toinen mahdollisuus on käyttää summausyksikköä, joka jakaa impulssit siten, että niiden minimiväli on $\geq 0,6$ sekuntia.

Nauhat ovat kaseteissa ja niiden vaihtaminen tapahtuu hetkessä. Nauhaa voidaan siirtää käsin ilman, että kellokoneisto häiriintyy. Laitteen toimintaa voidaan seurata kuulokkeilla, joilla voidaan kuulla impulssit.

Normaalisti laitteiden käyttöjännite on 100, 110 tai 120 V. Sisään asennetun pariston avulla laite voi toimia myös mahdollisten sähkökatkojen aikana. Käyttölämpötila-alue on $-29 - +100^{\circ}\text{C}$.

Magneettinauhojen jatkokäsittely tapahtuu kääntäjälaitteella (kuva 16b), joita on kolme eri tyyppiä. Nämä kääntävät nauhan:

1. Reikäkortille (nauha-kortti)
2. Reikänauhalle (nauha-nauha) tai
3. Suoraan tietokoneeseen (nauha-tietokone)

Esim. nauha-nauha-laite voi kääntää magneettinauhan n. kolmessa minuutissa reikänauhaksi.

Magneettinauharekisteröintilaitteita on Suomessa tilanneet mm. Helsingin kaupungin Sähkölaitos ja Imatran Voima Oy sähkömittaustarkoituksiin. Maahantuojaan ilmoituksen mukaan Suomeen hankitaan yksi kääntäjälaite, Tämän sijoituspaikasta ei ole vielä tietoa.

Laitteiden hinnat:

- Magneettinauhalaite n. 30 000 mk
- Kääntäjälaitteet > 100 000 mk

Tämän laskentalaitteen käytöstä liikenteenlaskentatarkoituksiin ei ole tiedossa

kokemuksia. Hinnaltaan laite on kuitenkin jokseenkin halpa, joten sen hankkiminen kokeilutoimintaa varten voisi tulla kysymykseen edellytyksellä, että kääntäjälaitteen käyttömahdollisuus on olemassa.

Recodet /33/(Kuva 17)

Valmistaja Streeter Amet/USA

Maahantuoja H.A. Elfving Oy

Recodet on erikoiskoodilla paperinauhalle rekisteröivä laite. Ilmaisimena on joko pneumaattinen kumiletku tai induktiosilmukka. Rekisteröintiväli on yksi tunti. Voimanlähteenä on paristo. Lämpötila-alue $-40 - +57^{\circ}\text{C}$. Rekisteröintinauhan tulkinta tapahtuu kääntäjälaitteella, jolla erikoiskoodinauha muutetaan normaalille reikänauhalle, -korteille tai magneettinauhalle. Erikoiskoodi on helppo tulkita visuaalisesti. Laitteen hinta 6 400 mk. Kääntäjälaitteen hintaa ei ole tiedossa.

Recodetin toiminnasta ei ole tiedossa kokemuksia.

2.4235 Tulostus suoraan tietokoneesta

Tulostuksen tapahtuessa suoraan tietokoneen välityksellä, merkitsee tämä sitä, että maastossa olevasta ilmaisimista impulssit siirretään telemetrisesti laskentakeskukseen. Tällöin on kyseessä ns. kaukolaskenta. Kuvassa 18 on esitetty kolme kaukolaskennan järjestämistyyppiä a), b) ja c) /28/.

D = ilmainen

S = summausyksikkö

ZR = laskenta- ja rekisteröintilaitte

V = vahvistin

ZS = muistiyksikkö

AR = kysyntä ja rekisteröintiyksikkö

DV = aineistonkäsittelylaitteet (tietokone)

- a) Yksittäisrekisteröinti; jokaisella poikkileikkauksella on oma laskenta ja rekisteröintiyksikkönsä laskentakeskuksessa.

- b) Yhteisrekisteröinti; Impulssit menevät muistiyksikköön, josta ne säännöllisin välein kysytään keskukseen ja rekisteröidään. Jos tietojen välitys tapahtuu yleistä puhelinverkostoa käyttäen, täytyy muistiyksikkö järjestää havaintopaikalle, ja tiedot välittyvät automaattisesti kysyttäessä (esim. Streeter Ametin "Telac"-systeemi/33/).
- c) Suora tietojen käsittely; Impulssit johdetaan ilmaisimesta suoraan välittömästi tietojenkäsittelylaitteeseen.

USA:ssa ovat käytössä mm. "Data-Phone" ja "Telecount"-systeemit. Edellisessä käytetään julkista puhelinverkostoa ja kaukosiirto tapahtuu kuvan 18 b) kaaviossa ZS:n ja AR:n välissä. Jälkimmäisessä tiedot välitetään omaa kaapelia tai erityistä yhteistä puhelinkaapelia pitkin ja välitystapahtuu kuvan 18 b) mukaan D:n ja S:n tai S:n ja ZS:n välissä.

Helsingin keskusohjatun liikennevalojärjestelmän systeemissä tiedot ilmaisimista tulevat omaa runkokaapelia pitkin tietokoneeseen. Systeemiä suunniteltaessa tämä todettiin edullisemmaksi kuin julkisen puhelinverkon käyttö.

Systeemin ilmaisimista kolmessa pisteessä on ultraäänisondi-ilmaisimet ja 13 pisteessä induktiosilmukka-ilmaisimet. Kaikki pisteet ovat keskusta-alueella (karttaliite , kohta 2.62).

Tulostus tapahtuu tietokoneen välityksellä 15 minuutin liikennemääräsummina ympäri vuorokauden. Tietokoneohjelmaa muuttamalla voidaan tulostus saada muunlaisina aikaperiodeina (esim. tunti ja vrk). Tulostus saadaan pyydettäessä ja tiedot tulevat joko reikänauhalle tai printattuina kaukokirjoittimen tulostuslistaan.

Tähän saakka ovat laskentatulosten tarkkuudet osoittautuneet heikoiksi, mikä johtuu ennenkaikkea siitä, että induktiosilmukat on asennettu kaikkien kaistojen yli, jolloin varsinkin ruuhka-aikoina syntyy virheitä useamman ajoneuvon ylittäessä samanaikaisesti silmukan (kohta 2.421). Kesällä 1970 aloitetaan silmukoiden muuttaminen kaistakohtaisiksi minkä jälkeen tuloksia voitaneen ruveta käyttämään varsinaisiin liikennelaskentatarkoituksiin.

Tulostus voidaan järjestää siten, että liikennesuunnitteluosastolle hankitaan kaukokirjoitin, johon tiedot välitetään keskusvalvomon tietokoneesta. Tällaisen järjestelyn kustannukset ovat n. 20 000 mk (hankinta + asennus).

2.424 Muualla saatuja kokemuksia liikennelaskentalaitteista

Ilmaisinlaitteista on induktiosilmukkatyyppi yleensä osoittautunut edullisimmaksi ja myös tarkimmaksi ja sen käyttö lisääntyy jatkuvasti. Mm. TVL on siirtynyt käyttämään induktiosilmukkailmaisinta. Sama suuntaus on mm. Ruotsin suurimmissa kaupungeissa (Göteborg, Malmö, Tukholma) /16,24,26/.

Laskenta- ja rekisteröintilaitteista ovat nykyisin käytetyimmät numeroin paperinauhalle printtaavat koneet, kuten Halda TC-2, Elmeg, RCT ja Sodeco Print-rekisteröintilaitte. Näitä kaikkia koneita on käytetty myös Suomessa (TVL, Teknillinen Korkeakoulu). Näiden laitteiden häiriöt ovat useimmiten olleet leimausmekanismeissa /21/.

Viime aikojen kehitys vienee yhä enemmän reikänauhalle tai magneettinauhalle rekisteröiviin tyyppeihin tietojenkäsittelyn helpottamiseksi, ja sellaiset koneet kuten Prodata DTB 64 yleistynevät. Tällaisia koneita käytetään jo laajemmin teknillistyneissä maissa kuten Länsi-Saksassa ja USA:ssa. Esim. TVL on kuitenkin päättänyt vielä käyttämään numeroin paperinauhalle rekisteröiviä laitteita (Metector Md 300 laskentalaitte, johon yhdistetty Sodeco Print rekisteröintiyksikkö). Koneiden vaatimukset kaupungeissa ovat yleensä kuitenkin erilaiset kuin maanteilla (esim. maanteilla ajosuuntia ei eroteta, liikennemäärät pienemmät, nopeudet suuremmat jne.)

Kuten jo aikaisemmin on mainittu ovat eräät koneet herkkiä radiolähettimien signaaleille. Prodata DTB 64:n häiriöt on poistettu suojauslaitteella.

2.425 Edullisimman konelaskentalaitteen valinta

Ilmaisinlaitteista on ilmeisesti edullisin induktiosilmukkatyyppi. Valinta eri valmistajien detektorityyppien väliltä riippuu olennaisesti laskenta- ja rekisteröintilaitteesta ja tämän valmistajan suosituksesta. Mahdollisia laitteita ovat mm. Spadet, Tacdet ja VD-3. Samoin summauslaitteiden valinta riippuu laskenta- ja rekisteröintilaitteesta.

Laskenta- ja rekisteröintilaitteelle voidaan asettaa seuraavat vaatimukset:

- pystyttävä rekisteröimään kaksi ajosuuntaa erikseen (tai hankittava 2 kpl samaa yksikköä)
- rekisteröintiväli vähintään 15 min.
- toimittava myös paristolla
- minimihuoltoväli vähintään 1 viikko (nauhan tai pariston kesto aika)
- ei mielellään tulkintalaitteita
- ilmaisimena induktiosilmukka

Liitteessä 1 on esitetty kaikkien mahdollisesti kysymykseen tulevien koneiden pääominaisuudet ja hinnat. Ensimmäiseksi olisi valinta tehtävä kahden päätyypin väliltä:

1. Numeroin paperinauhalle tapahtuva tulostus
2. Reikä- tai magneettinauhatulostus

Näiden päätyyppien sisällä on vertailu tehtävä ominaisuuksien ja hinnan perusteella.

Päätyypistä 1. osoittautuu ominaisuuksiltaan edullisimmaksi Elmeg ZG-7, jonka etuja ovat mm.:

- a) pystyy rekisteröimään erikseen kaksi ajosuuntaa
- b) kaksinkertainen rekisteröinti, saadaan suoraan vrk-summa, leimausmekanismin tilapäinen häiriö ei estä vrk-summan saantia.
- c) päivämäärärekisteröinti

Olenneisesti a) ja b) kohdat tekevät laitteesta edullisimman. Hinta tosin on kallimpi kuin esim. kahden Sodeco-Printin (laskentayksikkö + rekisteröintiyksikkö) hinta.

Reikä- ja magneettinauhatulostusta käyttävistä laitteista osoittautuu Prodata DTB-64 ominaisuuksiltaan edullisimmaksi. Etuja ovat mm.:

- a) voidaan rekisteröidä useampien ajosuuntien liikenne erikseen
- b) ei tarvita kääntämlaitteita, lisäkoodit (esim. pistenumero ko-
neen siirron jälkeen) voidaan lisätä nauhalle jälestäpäin
- c) tulostusnauha voidaan tulkita suoraan kaukokirjoittimella (tai tietokoneella)

- d) rekisteröintiväli voidaan ohjelmoida mielivaltaisesti (esim. yöllä tunnin välein)
- e) päivämäärärekisteröinti

Oluennaisimpia etuja ovat a) ja b) kohdat. Esim. magneettinauhan kääntämisvaiheessa voi olla hankalaa lisäoodien merkitseminen (visuaalinen tulkinta ei ole mahdollista). Magneettinauhalaitteiden käytöstä ei sitäpaitsi ole tiedossa kokemuksia. Fischer & Porterin erikoisreikänauhalaiteen suurin puute on kapasiteetti 99 990 ajoneuvoa, mikä ei riitä vilkkaimilla kaduilla kuin 5-6 vrk. Lisäksi tarvitaan kääntäjälaite ja reikäkorttilävistyslaite. Recodet rekisteröi vain tunnin välein.

Vertailu Elmeg ZG-7:n ja Prodata DTB 64:n välillä on tehtävä tietojenkäsittelystä aiheutuvien kustannusten perusteella. Elmegin tulostuslistojen lävistyksen reikäkortille tai -nauhalle aiheuttamia kustannuksia on verrattava Prodataan kalliimpaan hankintahintaan. Hankintahinnat (sisältyy tullia 5 % ja liikevaihtovero 11 % + mahdolliset koteloointikustannukset):

Prodata n. 15500 mk

Elmeg n. 9500 mk

Erotus n. 6000 mk

Elmeg ZG -7:n tulosten lävistyskustannukset vuoden aikana (lasketaan 50 viikkoa/v, viikossa 6 vrk, yhden vuorokauden tiedot sopivat 10 reikäkortille, lävistys ja tarkistuslävistys 40 mk/h, lävistysnopeus 140 korttia/h):

$$\frac{50 \times 6 \times 10 \times 40}{140} = 860 \text{ mk/v}$$

Ottaen huomioon muut käsittelystä aiheutuvat ylimääräiset kustannukset (nauhojen tarkistus ym.) voidaan kustannusten arvioida olevan n. 1000 mk/v.

Kaavasta
$$\sum_{n=0}^x 1000 (1 + \frac{p}{100})^{x-n} = 6000 (1 + \frac{p}{100})^x$$

voidaan laskea aika x (vuosia), jonka kuluessa molempien koneiden kustannukset tulevat samaksi. Jos korkokantana p pidetään 8 % saadaan x:ksi 7 vuotta. Prodata DTB-64 tulisi siis taloudellisesti edullisemmaksi 7 vuoden kuluessa. Laitteiden kuoletusaikana voitaneen pitää n. 10 vuotta. Korjaus-, huolto- ja käyttökus-

tannuksia on vaikea verrata. Prodata DTB 64 edustaa uudempaa teknillistä kehitystä. Ottaen huomioon tämä seikka ja edellä esitetty vertailu, voidaan hankittavaksi laskenta ja rekisteröintilaitteeksi ehdottaa Prodata DTB 64. Elmeg ZG-7 on kuitenkin miltei tasavertainen Prodatan kanssa.

Yhden laskentalaitteiston kokoonpano ja kustannukset (2+2-kaistainen tie):

Induktiosilmukka detektorit	4 kpl	n. 5 000 mk
Summausyksiköt	2 kpl	n. 2 500 mk
Prodata DTB 64	1 kpl	n. 15 500 mk
Yhteensä		23 000 mk

Induktiosilmukoiden asennuskustannukset ovat n. 500 mk/piste.

2.5 Suoritettujen liikennelaskentojen analysointi

2.51 Kausivaihtelut

Kausivaihtelujen selvittämiseksi on Helsingissä suoritettu vain vähän laskentoja (kohta 2.21), eikä näiden perusteella voida sanoa paljoakaan kausivaihtelujen luonteesta.

Kuvissa 19, 20 ja 21 on esitetty vuosina 1964 ja -65 suoritettujen laskentojen perusteella saatuja kausivaihtelukäyriä /2/. Sisäkehän ylittävien kolmen sillan (Hakaniemen silta, Pitkäsilta, Lauttasaaren silta) henkilöautoliikenteen kausivaihtelut eroavat toisistaan verraten vähän. Mannerheimintien liikenne poikkeaa edellisistä jonkin verran (toukokuussa suoritetussa laskennassa on mahdollisesti sattunut virhe). Näillä pääväylillä oli vähäliikenteisin kuukausi helmikuun (Pitkälläsillalla poikkeavasti heinäkuu) ja huippuliikenne saavutettiin kesäkuussa, jolloin liikenne oli huomattavasti suurempi kuin syksyn vilkkaimpina kuukausina (poikkeus Mannerheimintie). Kesälomien vaikutus näkyy erittäin selvästi heinäkuussa.

V. 1965 suoritetuista asunto- ja kokoojakatujen laskennoista (kuva 20) huomataan, että henkilöautoliikenne vaihtelee jonkin verran enemmän kuin pääväylillä. Eri katujen vaihtelukäyrät eivät ole niin yhtenäisiä kuin sisäkehällä. Vilkkaimmat kuukaudet ovat yleensä kesä- ja syyskuu ja vähäliikenteisimmät helmi-, heinä- ja marraskuu.

Kuvassa 21 on yhteenveto liikenteen kausivaihteluista ajoneuvolajeittain em. sisäkehän pääväylillä. Linja-autojen ja kuorma-autojen määrät vaihtelevat huomattavasti vähemmän kuin henkilöautojen määrät. Linja-autoliikenne on vähäisimmillään kesäkuussa ja suurimmillaan syys- ja joulukuussa. Kuorma-autoliikenne on vähäisintä talvi- ja kesäkuukausina ja vilkkainta joulukuussa.

Kausivaihteluista saatavien puutteellisten tietojen vuoksi ei syvällisemmän analyysin tekeminen ole mahdollista. Jos pyritään tiettyä aikana suoritettun laskennan perusteella saamaan selville vuoden keskimääräinen vuorokausiliikenne KVL, olisi laskenta tehtävä sellaisena aikana, jolloin liikenne todennäköisesti on keskimääräinen (tarkkoja vaihtelumuotoja ei ole tiedossa). Edellä kuvattujen laskentojen tuloksista voidaan tällaisen ajankohdan todeta olevan yleensä huhtikuussa, heinäkuun alussa, elokuun puolivälissä ja marras- joulukuun vaihteessa.

Helsingissä vuosittain suoritettut laskennat touko- ja syyskuussa sattuvat käyrien mukaan n. 5-15 % KVL:ttä suuremman liikenteen ajankohtaan. Tämä on ollut aiheellistakin esim. risteysten ja katujen mitoittamiseen tarvittavien tietojen kannalta. Laskentojen suoritusaikankohdan valintaan on myös vaikuttanut työvoimansaantinäkökohdat. Kylmänä vuodenaikana on ulkona suoritettaviin laskentoihin ollut vaikea saada sopivaa työvoimaa ja kesällä taas ovat vaikuttaneet asiaan kesälomat.

2.52 Viikonpäivävaihtelut

Kuvassa 22 on esitetty vuosina 1962, -63 ja -64 eräillä väylillä eri viikonpäivinä suoritettuja laskentoja. Näistä laskennoista voidaan huomata viikonpäivävaihtelun päivinä maanantai-lauantai olevan jokseenkin vähäistä, yleensä $\pm 5\%$. Viisipäiväiseen työviikkoon siirtyminen (täydellisesti v. 1970) on ilmeisesti kuitenkin vähentänyt lauantain liikennettä ja lisännyt perjantain liikennettä. Maanantain-torstain välisenä aikana on kuitenkin ilmeisesti viikonpäivävaihtelu jokseenkin vähäistä. Tämä on todettu myös mm. lähteissä /9,29,30/. Sunnuntailiikenne lienee kaupungeissa kaikkein hiljaisin kun taas maanteillä se on vilkkain.

2.53 Tuntivaihtelut

2.531 Päiväliikenne

Tähän saakka Helsingissä suoritettut liikennelaskennat ovat pääasiassa olleet päiväliikenteen klo 6-20 laskentoja. Päiväliikenteen tuntivaihtelukerroin

$$a = \frac{q}{Q_{6-20}} \quad (1)$$

Kehäpisteet

Kuvassa 23 on esitetty sisä-, väli- ja ulkokehän keskimääräiset tuntivaihtelukäyrät vuosina 1965 - 1969 suoritettujen syyskuun laskentojen perusteella. Eri kehien käyrät ovat paljon samantyyppiset. Aamu- ja iltapäiväruuhkat näkyvät selvästi. Voidaan kuitenkin huomata, että ulkokehän aamuruuhka alkaa aikaisemmin kuin muilla kehillä. Väli- ja ulkokehällä näkyy pientä liikenteen vilkastumista aamulla keskustasta lähtevässä ja illalla keskustaan suuntautuvassa liikenteessä.

Kuvissa 24, 25 ja 26 on esitetty sisäkehän Mechelininkadun, välikehän Mannerheimintien ja ulkokehän Turuntien tuntivaihtelukäyrät, syyskuussa 1967, -68 ja -69. Vuosittaiset käyrien muutokset ovat jokseenkin pienet. Tästä herää kysymys, kuinka tarkasti liikenne klo 6-20 voitaisiin estimoida laskemalla liikenne vain lyhyenä aikana ja käyttämällä eri vuosien keskimääräistä tuntivaihtelukerrointa laskentatuntien liikenteen laajentamiseksi liikenteeksi klo 6-20. Vuosien 1965-1969 laskentojen perusteella ei ole havaittavissa tuntivaihteluissa mitään yleistä systemaattista trendiä.

Jos käytetään eri vuosien j tuntivaihtelukerrointen a_j keskiarvoa $\bar{a}$ lyhytaikaisen laskennan laajentamiseksi päiväliikenteeksi, voidaan tarkkuutta arvioida eri vuosien a_j :n suhteellisella keskihajonnalla $S_a \%$.

$$S_a^2 = \frac{\sum_{j=1}^n (a_j - \bar{a})^2}{n - 1} \quad ; \quad \bar{a} = \frac{\sum_{j=1}^n a_j}{n} \quad (2), (3)$$

$$S_a \% = \frac{S_a}{\bar{a}} \cdot 100$$

n = laskettujen vuosien lukumäärä

Estimoitu päiväliikenne $Q_{6-20} = q/\bar{a}$. Merkitään päiväliikenteen tarkkaa arvoa Q_{6-20} :lla. Tällöin

$$\frac{100}{100 + U_w Sa \%} Q_{6-20} < Q_{6-20} < \frac{100}{100 - U_w Sa \%} Q_{6-20} \quad (5)$$

missä U_w on (0.1) normaalisen satunnaissuureen arvo w todennäköisyydellä $(U_{0,95} \approx 2; U_{0,67} \approx 1)$ /14/.

Jos päiväliikenne ja kertoimet määrätään erikseen liikennesuunnille s_1 (= keskustaan) ja s_2 (= keskustasta) saadaan koko poikkileikkausliikenne klo 6-20 kaavasta:

$$Q_{s_1 + s_2} = \frac{q s_1}{\bar{a} s_1} + \frac{q s_2}{\bar{a} s_2} \quad (6)$$

$$\text{Tällöin } Q_{s_1 + s_2} \text{ :n suhteellinen hajonta} = \frac{\sqrt{s^2 Q_{s_1} + s^2 Q_{s_2}}}{Q_{s_1} + Q_{s_2}} \quad (7)$$

Tämän tutkimuksen yhteydessä määrättiin kehäpisteille yllä esitetyn perusteella 1, 2, 3 ja 4 tunnin laskennan tuntivaihtelukertoimet ja niiden suhteelliset hajonnat liikennesuunnittain ajoneuvoryhmille

- henkilöautot (ha)
- kuorma- ja rekka-autot (ka+ra)
- linja-autot (la)
- pakettiautot (pa)
- ajoneuvot yhteensä (yht)

Laskenta suoritettiin tietokoneella. Tuloksia on esitetty liitteissä 2 - 8 ja kuvissa 27-32.

Liitteissä 2, 3 ja 4 on esitetty ajoneuvoliikenteen klo 6-20 tarkkuus $Sa \%$ 3 tunnin laskennan perusteella kehäpisteissä liikennesuunnittain. Taulukoiden viimeisessä sarakkeessa on kaikkien kehäpisteiden keskimääräinen tarkkuus $\bar{S}a \%$. Kuvissa 27, 28 ja 29 on esitetty kehäpisteiden keskimääräiset tarkkuudet $\bar{S}a \%$ eri pituisilla laskentajaksoilla.

Kuvista 27, 28 ja 29 voidaan havaita, että laskenta-ajan pidentäminen parantaa tarkkuutta mutta esim. kolmen ja neljän tunnin laskentojen tarkkuuksissa ei ole paljon eroa. Tarkimmat tulokset antaa yleensä iltapäivällä ruuhka-aikana ja hieman sitä ennen suoritettu laskenta. Näin on erityisesti keskustasta (suunta 2) saapuvan liikenteen tapauksessa. Yllättävää on, että myös keskustaan (suunta 1) suuntautuva liikenne voidaan tarkimmin estimoida iltapäivällä suoritettun lyhytaikaisen laskennan perusteella. Tämä aika on kuitenkin hieman aikaisemmin kuin keskustasta tulevalle liikenteelle.

Eri kehien keskimääräiset tarkimmat laskenta-ajat ja tällöin saatavat tarkkuudet kolmen tunnin laskennan perustalla ovat seuraavat (liitteet 2, 3 ja 4):

Sisäkehä:	suunta 1	klo 14-17	$\bar{S}_a \%$	= 4.9
	"	2 klo 15-18	"	= 4.9 (klo 14-17 5.4)
Välikehä:	"	1 klo 14-17	"	= 5.8
	"	2 klo 14-17	"	= 4.7
Ulkokehä:	"	1 klo 12-15	"	= 6.9 (klo 14-17 7.9)
	"	2 klo 14-17	"	= 5.4

Yleensä tarkin tulos saadaan klo 14-17. Yksittäisten pisteitten tarkimmat ajat sen sijaan poikkeavat huomattavasti. Poikkeamat ovat suurimmat keskustaan suuntautuvalla liikenteellä. Sisäkehällä ei keskimääräisiin tarkkuuksiin ole otettu mukaan Lauttasaaren ja Lapinlahden siltoja, koska Lauttasaaren silta on ollut pois käytöstä vuosina 1967-69 ja liikenne on tällöin käyttänyt Lapinlahden siltaa.

Liikennelaskennoin saatavista tiedoista on erityisen tärkeä merkitys huipputuntiliikenteellä, minkä vuoksi huipputunnin olisi sisällyttävä laskenta-ajanjaksoon. Iltapäivähuipputunti esiintyy yleensä klo 15 ja 18 välillä /3,4/, minkä vuoksi laskenta-ajan olisi sisällettävä aika klo 15-18. Tämä kuitenkin antaa yleensä heikomman tarkkuuden kuin klo 14-17 laskenta. Jos lasketaan neljä tuntia klo 14-18 voidaan tarkkuutta parantaa ja laajennus päiväliikenteeksi suorittaa klo 14-17, 15-18 tai 14-18 tuntivaihtelukertoimen $\bar{a}$ avulla riippuen siitä, mikä näistä antaa pistekohtaisesti tarkimman tuloksen. Liitteessä 5 on esitetty eri ajoneuvolajiryhmille tarkkuudet, jotka näin saavutetaan ja liitteessä 6 vastaavat tuntivaihtelukertoimet.

Kuvissa 30, 31 ja 32 on esitetty paketti-, linja-, kuorma- ja henkilöautojen liikenteen klo 6-20 tarkkuus kolmen tunnin laskennan perusteella Mechelininkadulla (sisäkehä), Mannerheimintiellä (välikehä) ja Turuntiellä (ulkokehä). Eri ajoneuvolajeille tarkimmat tulokset antavat ajankohdat vaihtelevat, ja kaikille ajoneuvolajeille sopivaa tarkinta laskenta-aikaa ei voida havaita. Tarkkuudet ajankohdasta toiseen vaihtelevat paljon. Myös pisteittäin on tarkkuuksissa huomattavia eroja. Esim. Meilahden sillalla (liite 5) saadaan linja-autoille hyvin heikko tarkkuus (suunta 1: 35,5 %, suunta 2: 95,8 %), mikä aiheutuu siitä, ettei ko. väylällä ole säännöllisiä linja-autovuoroja, ja tuntivaihtelut ovat satunnaistekijöitä riippuvaisia. Myös liikennemäärät ovat pienet, joten Poisson-jakauman luonteen vuoksi aikavarianssi on suuri /13,14/. Sama ilmiö on havaittavissa myös muita kehäpisteitä vähäliikenteisemmällä Merikannontielle, Suokadulla ja Kyläsaarenkadulla.

Koska laskenta-aika määräytyy ajoneuvot yhteensä määrän tarkimman antavan ajan perusteella, ei eri ajoneuvolajeille saada tarkinta mahdollista tulosta. Useissa tapauksissa päästään kuitenkin lähes samaan tarkkuuteen (liite 5) kuin ajoneuvoilla yhteensä. Poikkeuksia on kuitenkin paljon em. syistä.

Ajoneuvot yhteensä - määrällä päästään varsin tyydyttäviin tarkkuuksiin. Heikoin tarkkuus saadaan yleensä ulkokehän keskustaan suuntautuvalle liikenteelle, missä $Sa \% \geq 5.0$ Uutta Tuusulantietä (laskettu vain v. 1968 ja 1969) ja Porvoontietä lukuunottamatta. Lauttasaaren ja Lapinlahden siltojen arvoja ei voida pitää luotettavina aikaisemmin mainituista syistä.

Lyly /13,14/ on tutkimuksissaan havainnut lyhytaikaisen laskennan perusteella estimoidun vuorokausiliikenteen tarkkuuden paranevan tuntivaihtelukertoimen kasvaessa. Kuvissa 33 ja 34 on tutkittu tuntivaihtelukertoimen keskiarvon $\bar{a} \%$ ja tuntivaihtelukertoimen suhteellisen hajonnan $Sa \%$ välistä riippuvuutta kolmessa kehäpisteessä suunnittain. Suunnassa 1, keskustaan, (kuva 33) ei ole havaittavissa mitään riippuvuutta $Sa \%$:n ja $\bar{a} \%$:n välillä. Suunnassa 2, keskustasta, (kuva 34) on havaittavissa ilmiö, että $Sa \%$ pienenee $\bar{a} \%$:n kasvaessa.

Kehäliikenteen estimoinnin tarkkuus

Koko kehäliikenteen Q klo 6-20 tarkkuus kehäpisteissä suoritettun lyhytaikaisen laskennan perusteella saadaan kaavasta (vrt. kaava 7):

$$S_Q \% = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n S_{Qi}^2}}{Q} ; \quad Q = \sum_{i=1}^n Q_i \quad (8), (9)$$

Q_i = kehäpisteen i liikennemäärä klo 6-20

n = kehäpisteiden lukumäärä

Seuraavassa taulukossa on eri kehien ajoneuvoliikenteen klo 6-20 tarkkuus S_Q % kehäpisteissä klo 14-18 suoritettun laskennan perusteella (liikennemäärinä Q_i on käytetty vuoden 1968 laskennan arvoja, suunnan 1 + 2 tarkkuus määrätty kaavalla 7):

kehä	suunta 1	suunta 2	suunta 1 + 2
Sisäkehä	3,2	1,8	1,8
Välikehä	2,2	2,9	1,5
Ulkokehä	3,1	2,3	1,9

Kehäliikenteen tarkkuus on siis huomattavasti parempi kuin yksityisten pisteiden.

Voidaan myös tutkia kuinka tarkasti kehäliikenne voidaan estimoida vain yhdessä kehäpisteessä suoritettun laskennan avulla. Liitteessä 7 on esitetty syksyllä vuosina 1965 - 1969 (välikehä v. 1967 - 1969) suoritettujen laskentojen perusteella kehäpisteiden prosenttiosuuksien koko kehäliikenteestä (klo 6-20) keskiarvot ja liitteessä 8 vastaavat suhteelliset hajonnat. Parhaat tarkkuudet S_Q % saadaan eri kehillä seuraavasti:

kehä	Suunta 1	Suunta 2	Suunnat 1 + 2
Sisäkehä: -Merikannontie	2,0	6,3	4,2
-Pitkäsilta	3,0	5,5	4,2
Välikehä: -Kyläsaarenkatu	1,3	5,3	3,2
-Kulosaarensilta	4,4	2,4	3,5
Ulkokehä: -Vihdintie	4,0	7,6	5,8
-Nurmijärventie			
Uusi ja Vanha	8,9	4,5	6,7
Tuusulantie			

Jos kehäliikenteen estimointi suoritetaan yhdessä pisteessä i suoritettun lyhyt-aikaisen laskennan perusteella, saadaan kehäliikenne klo 6-20 kaavasta

$$Q = \frac{q_i}{\bar{a}_i \bar{k}_i} \quad (10)$$

$\bar{k}_i$ = kehäpisteen keskimääräinen osuus koko kehän liikenteestä

ja tarkkuus kaavasta

$$S_Q\% = \sqrt{S_{ai}^2\% + S_{ki}^2\%} \quad (11)$$

Jos kehäliikenne estimoidaan klo 14-18 yhdessä pisteessä suoritettun laskennan avulla saadaan tarkkuudet:

kehä	Suunta 1	Suunta 2	Suunta 1 + 2
Sisäkehä (Pitkäsilta)	3,8	5,6	4,7
Välikehä (Kulosaaren silta)	8,6	4,0	6,5
Ulkokehä (Vihdintie)	9,3	8,8	9,1

Ajoneuvolajikohtaisesti päästään yleensä heikompiin tarkkuuksiin (liite 8). Tämä menetelmä antaa luonnollisesti huonompia tarkkuuksia kuin kehäliikenteen estimointi kaikissa pisteissä suoritettun lyhytaikaisen laskennan perusteella.

Eri tyyppisten alueiden laskentapistet

Kuvissa 35, 36 ja 37 on esitetty neljän satama-alueen, viiden teollisuusalueen ja kuuden asuntoalueen katupisteen ajoneuvoliikenteen tuntivaihtelukäyrät klo 6-20 liikennesuunnat yhdistettyinä. Näiden katujen tuntivaihteluja tutkimalla voidaan selvittää kuinka tarkasti muilla samantyyppisillä kaduilla voitaisiin estimoida päiväliikenne lyhytaikaisilla laskennoilla, kun käytetään keskimääräisiä tuntivaihtelukertoimia useammissa pisteissä. Tarkastelutapa on samankaltainen kuin kehäpisteiden yhteydessä, paitsi että nyt verrataan eri pisteitä samana aikana suoritettujen laskentojen perusteella.

Kuvassa 38 on esitetty 2, 3 ja 4 tunnin laskennan tuntivaihtelukerrointen suhteellinen hajonta em. katutyyprien pisteissä. Voidaan havaita, ettei laskentajan pidentäminen juuri paljoka paranna tarkkuutta.

Satama-alueiden kaduilla saadaan klo 12-16 ja 13-16 paras tarkkuus 5,9 %. Klo 12-14 päästään 6,8 %:n tarkkuuteen. Näistä ajankohdista poikettaessa heikenee tarkkuus huomattavasti. Liitteestä 9 ilmenee myös kulkusuunnat erotettui-
na 3 ja 4 tunnin laskennan tarkkuudet, mitkä ovat huomattavasti heikommät kuin suuntien yhteissummalla. Koska kulkusuuntien 'satamaan', 'satamasta' suhde klo 6-20 on jokseenkin tarkasti 1:1 /3/, voidaan eri suuntiin kulkenut liikenne arvioida jakamalla kahdella suuntien yhteensä liikenne, tai määrätään vain suuntien yhteensä liikenne.

Teollisuusalueiden kaduilla ei tarkin ajankohta ole niin selvästi havaittavissa kuin satamakaduilla. Tarkimmat tulokset (suunnat yhteensä) saadaan klo 7-11 4,5 % ja klo 7-9 4,8 %. Kolmen tunnin laskennalla klo 9-12 saadaan tarkkuus 5,8 %. Jos kulkusuunnat halutaan erottaa saadaan tarkimmat tulokset (liite 9) ruuhka-aikoina klo 7-10 3,8 % (teoll.alueelle) ja klo 15-18 5,1 % (teoll.alueelta). Neljän tunnin laskenta klo 12-16 antaa tarkkuuden 3,3 % suunnalle teoll. alueelle'.

Satama- ja teollisuusalueiden kaduilla määrättiin myös ajoneuvolajikohtaisesti (ha, ka+ra, ha, pa) tuntivaihtelukertoimet ja tarkkuudet. Tarkemmat tulokset antavat ajankohdat eivät kuitenkaan tällöin ole samat kuin ajoneuvoilla yhteensä:

alue	ajon. laji	alueelle (S1)		alueelta (S2)	
		klo	Sa %	klo	Sa %
Satama- alueiden kadut	ha	8-11	12.8	12-15	12.8
	ka+ra	6-9	3.8	11-14	4.1
	la	7-11	46.1	14-17	82.3
	pa	10-14	7.4	9-13	3.0
Teoll. alueiden kadut	ha	14-17	3.2	15-19	1.0
	ka+ra	8-11	5.0	7-10	1.9
	la	12-14	46.7	13-15	53.2
	pa	11-15	5.3	11-15	7.4

Jos halutaan esim. nimenomaan kuorma-autoliikenteestä tarkat tiedot, on laskenta-ajankohta valittava sen mukaan. Linja-autoliikenteestä ei voida saada tarkkoja tietoja, koska linja-autoja liikkuu näillä alueilla vain vähän.

Asuntoalueiden kaduilla ovat tarkimmat laskenta-ajat aamulla huippuajan jälkeen ja iltapäivällä katujen keskimääräisenä huippuaikana. Tarkimmat tulokset saadaan klo 7-11 4.1 %, klo 14-18 3.7 % ja klo 12-14 4.6 %. Liitteestä 10 ilmenevät 2, 3 ja 4 tunnin tuntivaihtelukertoimet ja suhteelliset hajonnat. Kulkusuunnittaisia ja ajoneuvolajikohtaisia laskelmia ei asuntokaduille ole tehty.

Risteyspisteet

Seitsemän risteyspisteen pääliikennesuunnille tehtiin samat eri vuosien laskentojen vertauslaskelmat kuin kehäpisteille. Risteykset olivat:

- Mannerheimintie/Lapinmäentie
- Mannerheimintie/Nordenskiöldinkatu
- Nurmijärventie/Muurimestarintie
- Nurmijärventie/Elieel Saarisen tie
- Läntinen moottoritie/Huopalahdentie
- Vanha Tuusulantie/Kirkonkyläntie
- Hesperiankatu/Runeberginkatu

Vertailtavia laskentakertoja oli vain 2-3, minkä vuoksi ei liene syytä esittää lähempiä tarkasteluja. Yleensä tulokset olivat samansuuntaiset kuin kehäpisteissä.

Jos tulevaisuudessa määrätään koko vuorokausiliikenne päiväliikenteen sijasta, voitaneen olettaa ettei edullisin laskenta-ajankohta juuri muutu ja tarkkuudetkin pysynevät samassa suuruusluokassa.

Jos oletetaan yleisesti tuntivaihtelukertoimen osalta päästävän $\pm 5\%$:n ja viikonpäivävaihtelun osalta $\pm 2,5\%$:n tarkkuuteen (S%), voidaan kausivaihtelun tarkkuudelle esittää seuraava vaatimus kun KVL:n tarkkuusvaatimus on 7.0% (kohta 2.61):

$$S_c \leq \sqrt{7.0^2 + 5.0^2 + 2.5^2} = 4.2 \%$$

2.532 Yöliikenne

Jos päiväliikenteen tuntivaihtelukerroin $a_p = \frac{q}{Q}$

Q 6-20

ja yöliikennekerroin $a'_{20-6} = \frac{Q}{Q_{6-20}}$, on vuorokausiliikenteen tuntivaihtelu-

$$\text{kerroin } a = \frac{q}{Q} = \frac{a_p \times Q_{6-20}}{a'_{20-6} \times Q_{6-20}} = \frac{a_p}{a'_{20-6}} = a_p \times a_{20-6}$$

Koko vuorokauden laskentoja on suoritettu jokseenkin vähän (kohta 2.21). Suoritettujen laskentojen perusteella on laskettu liitteessä 11 olevat yöliikennekertoimet a'_{20-6} . Näiden kertoimien tarkkuudesta ei voida sanoa mitään. Kertoimia voidaan kuitenkin käyttää niin kauan kuin tarkempia tietoja ei ole saatavissa. Ulommilla alueilla yöliikenteen osuus lienee pienempi, mikä johtuu lähinnä ajanvietematkojen pienemmästä määrästä.

Yöliikenteellä on havaittu olevan jokseenkin voimakas kausivaihtelu /9/. Tämä johtuu mm. siitä, että kesäaikana tehdään öisin enemmän ajanvietematkoja kuin muina vuodenaikoina.

2.6 Liikennelaskentajärjestelmän kehittäminen

2.61 Laskentamenetelmät

Kohdassa 1 on jo esitetty ne liikennemäärätiedot, jotka liikennelaskennoilla olisi saatava ja kohdassa 2.3 ne vaatimukset, jotka laskentamenetelmien olisi täytettävä.

Tarkkuusvaatimukset

Liikennelaskentatulosten tarkkuus voidaan jakaa seuraaviin osiin:

1. Laskentojen tarkkuus
2. Estimointimenetelmän tarkkuus
3. Tietojen käsittelyn tarkkuus

Laskentojen suorituksen tarkkuus riippuu käsinlaskennoissa pääasiassa laskentahenkilön tarkkaavaisuudesta ja konelaskennoissa laskentalaitteen tarkkuudesta. Käsinlaskennoissa voidaan olettaa laskentavirheen olevan vilkkaassa liikenteessä 3-4 % / 3 /. Konelaskennoilla voitaneen yleensä päästä samaan tarkkuuteen.

Estimointimenetelmän tarkkuus yleensä kasvaa lasketun liikennemäärän kasvaessa (useampia laskentoja, pidempi laskenta-aika).

Tietojen käsittelyssä virheet ovat satunnaisia ja yleensä inhimillisistä teki-
jöistä riippuvia, eikä niiden suuruutta voida arvioida. ATK-käsittelyssä vir-
hemahdollisuudet pienenevät mutta silti tuloksiin jää esim. lävistysvaiheesta
johtuvia virheitä.

Liikennelaskentojen tarkkuusvaatimuksista ei ole olemassa lähempiä suosituksia.
Riippuu hyvin paljon käyttötarkoituksesta miten tarkkoja tietojen täytyisi olla.

Road Research Laboratory /25/ on esittänyt seuraavan luokittelun KVL:n tarkkuu-
delle (maantieliikenne):

Luokka	Virhe 90 % toden- näköisyydellä	Suht. keski- hajonta %	Arvostelu
A	$\leq 5 \%$	$\leq 3,5$	hyvin tyydyttävä
B	$5 - 10 \%$	$3,5 - 7,0$	tyydyttävä normaaleihin tar- koituksiin
C	$10 - 25 \%$	$7,0 - 17,5$	tarpeeksi hyvä ohjeelliseksi karkeaksi arvioksi
D	$25 - 50 \%$	$17,5 - 35,0$	epätyydyttävä
E	$\geq 50 \%$	$\geq 35,0$	käyttökelvoton

Esimerkiksi käsinlaskenta yhtenä arkipäivän klo 6-22 on laskettu kuuluvaksi
luokkaan C tai D. Tämä vastaa nykyisin Helsingissä käytössä olevaa menetelmää.
Vastaava laskenta joka 52. vuorokausi (= 7 kertaa vuodessa) kuuluu luokkaan B.
Automaattiset konelaskennat on arvioitu kuuluvaksi seuraaviin tarkkuusluokkiin:

1. Yhden viikon jatkuva laskenta: luokka C
2. 4 jatkuvaa viikon laskentaa 3 kuukauden välein: luokka B
3. Jatkuva vuoden kestävä laskenta: luokka A

Tarkkuusluokkaa B voidaan pitää varsin vaativana. Tätä tarkkuusluokkaa (suht.
keskihajonta $3,5 - 7,0 \%$) voitaneen pitää sopivana tavoitteena estimointime-
netelmän tarkkuudelle, jolloin lisävirhelähteen muodostavat laskentojen suori-
tuksen ja tulosten käsittelyn virheet. On kuitenkin huomattava, että pienillä
liikennemäärillä päästään heikompiin estimointitarkkuuksiin, jolloin tarkkuus-

vaatimuksistakin tällöin täytynee tinkiä.

Vuoden keskimääräisen vuorokausiliikenteen määrääminen

Helsingissä suoritettujen liikennelaskentojen perusteella ei voida juuri paljoa sanoa maista liikenteen vaihtelukertoimista kuin tuntivaihtelukertoimesta ja tästäkin vain liikenteen klo 6-20 osalta.

Kuten kohdassa 2.5 on esitetty, ovat viikonpäivä- ja kausivaihtelut miltei tuntemattomia. Näiden selvittämiseksi olisi siis luotava laskentaohjelma aivan alusta. Käsien suoritettuina tulevat tällaiset laajat laskennat ilmeisen kalliiksi ja työläiksi. Sitäpaitsi tilapäisen työvoiman saanti on hankalaa varsinkin talven aikana, jolloin esim. kovat pakkaset estävät laskennan suorittamisen. Viikonpäivä- ja kausivaihtelun selvittäminen olisikin pyrittävä suorittamaan pääasiassa konelaskennoilla. Tällöin ei voida kuitenkaan saada tietoja ajoneuvolajikohtaisista vaihtelumuodoista.

Konelaskentojen suorittaminen jatkuvina kaikissa tarvittavissa pisteissä tulee kalliiksi ja hankalaksi, eikä näin tarkat laskennat ole edes tarkoituksenmukaisia. Ratkaisuksi tulee otannan suorittaminen sekä tila- että aikaulottuvuudessa. Tällöin voidaan KVL määrätä seuraavalla kahdella tavalla:

1. Suoritetaan tietyn tyyppisellä väylällä niin usein laskentoja, että eri vaihtelukertoimet voidaan määrätä ja oletetaan muilla samantyyppisillä väylillä liikenteen noudattavan samoja vaihtelumuotoja, jolloin näillä voidaan tyytyä lyhytaikaisiin laskentoihin. Tällöin samassa pisteessä laskettaisiin esim. viikko kuukaudessa, jolloin yhdellä laskentakoneella voitaisiin laskea neljän pisteen liikenne.
2. Tietyissä pisteryhmässä lasketaan koneella esim. viikko kussakin pisteessä neljä kertaa vuodessa ja KVL määrätään näiden viikkoliikennemäärien keskiarvona. Tällöin ei tarkoituksena ole saada selville kausivaihteluja. Yhdellä koneella voitaisiin laskea $52/4=13$ pisteen liikenne.

Kun liikenteen vaihtelumuodot halutaan saada selville suorittaen otantaa tilaulottuvuudessa, johtaa tämä liikenneväylien tyyppiluokitteluun liikenteen vaih-

telumuotojen perusteella. Tällöin oletetaan liikenteen vaihtelujen olevan samanluonteisia. saman luokan sisällä. Eri väylien ajoneuvoliikenteen vaihtelumuotojen luonne riippuu lähinnä väylän ajoneuvo- ja matkakoostumuksesta, mikä taas riippuu maankäytöstä ja kaukoliikenteen osuudesta. Matkat voidaan jakaa henkilömatkoihin ja tavarankuljetusmatkoihin. Ensimmäiset edelleen työ-, ostos-, asiointi-, ajanviete- ja muihin matkoihin. Maankäyttötietojen perusteella voidaan kunkin väylän matkakoostumus arvioida ja sijoittaa väylät eri tyyppiluokkiin. Lähteessä /9/ esitetyn tyyppiijaottelun pohjalta voidaan Helsingin liikenneväylät jaoitella seuraavasti:

- I Säteettäiset pääväylät
 - a) sisäkehä (kaukoliikennettä vähän)
 - b) välikehä (kaukoliikenne huomattava)
 - c) ulkokehä (kaukoliikenne hallitseva)
- II Poikittaisväylät, joilla kauttakulkuliikennettä
- III Keskustakadut
- IV Asunto-alueiden kokooja- ja tonttikadut
- V Teollisuusalueiden kokoojakadut
- VI Satama-alueiden kokoojakadut

Tyyppiluokat voidaan sijainnin perusteella vielä jakaa alaryhmiin, mistä lähemmin pisteiden valinnan yhteydessä kohdassa 2.62. Vertailun vuoksi on kuvasa 39 esitetty ruotsalainen ehdotus liikenneväylien ryhmittelyksi /9,29/. Suorittamalla kunkin tyyppisellä väylällä riittävä määrä laskentoja voidaan näille määrätä vaihtelukertoimet ja käyttää hyväksi näin saatuja kertoimia saman tyyppiluokan muilla kaduilla suoritettavien lyhytaikaisten laskentojen muuttamiseksi KVL:ksi.

Tyyppiluokan I sisältämät kehäpisteet muodostavat suhteellisen rajoitetun pisteryhmän ja näillä voitaisiin hyvin soveltaa toista mainituista menetelmistä. Yhdessä pisteessä voitaisiin esim. laskea yksi viikko viisi kertaa vuodessa, jolloin yksi kehä voitaisiin laskea yhdellä koneella. Tällöin laskentakone sijoitettaisiin viikoksi ensimmäiseen pisteeseen, seuraavaksi viikoksi toiseen, seuraavaksi viikoksi kolmanteen jne. kunnes kaikki pisteet olisi laskettu ja palattaisiin taas ensimmäiseen pisteeseen. Kun viikkoliikennemäärät määrätään tasavälisesti ovat kaikki vuodenaajat oikeassa suhteessa edustettuina KVL:ää esimoitaessa ja KVL voidaan määrätä viikkoliikennemäärien aritmeettisena keskiarvona. Lyly /12/ ja Katajamäki /10/ ovat tutkimuksissaan havainneet tällöin

KVL:n virheen riippuvan lähinnä kausivaihtelun vaihtelusuuruudesta ja laskentasarjan alkamisajankohdasta, virheen ollessa suurin jos kausivaihtelu on suuri. Tämä johtuu siitä, että esim. maantieliikenteen ollessa kyseessä yhden laskentaviikon osuessa suuriliikenteisen heinäkuun huippuviikon ajaksi tulee KVL estimoiduksi liian suureksi. Keskimääräiset systemaattiset maksimivirheet V_k Lylyn tutkimuksissa olivat (huom. maantieliikenne):

Laskentoja lukum./vuosi	Kausivaihteluryhmä			
	I - III		IV	
	- V _k %	V _k %	- V _k %	V _k %
3	11.0	11.0	18.0	23.0
4	4.5	3.5	10.0	12.0
5	1.5	4.0	5.5	9.0

Kausivaihteluryhmässä IV kausivaihtelu on suurin ja ryhmässä I pienin. Koska kaupunkiliikenteen kausivaihtelut ovat yleensä pienempiä kuin maantieliikenteen, voitaisiin todennäköisesti kaupungeissa päästä parempiin tarkkuuksiin (ainakin kausivaihteluryhmien I-III tarkkuuksiin). Jos laskentapisteryhmän yhdessä pisteessä suoritetaan jatkuvia laskentoja, voidaan eri ajankohtina alkaville laskentasarjoille määrätä korjauskertoimet.

On huomattava, että laskentaviikon sattuessa juhlapyhäviikon ajaksi, syntyy viikon erikoisluonteesta johtuva virhelähde. Tämä voidaan eliminoida esim. yhdessä ko. tiettyypin pisteessä sijaitsevan jatkuvasti laskevan koneen avulla, jolloin viikkoliikennemäärä V korjataan jatkuvasta laskentapistestä saatavalla kertomella seuraavasti:

V ja KVL on merkitty seuraavasti:

Jatkuva laskentapiste: V jat , KVL jat

Normaali laskentapiste: V , KVL

Merkitään juhlapyhäviikkoa i:llä

Jatkuvan laskentapisteen kausivaihtelukerroin:

$$c_i \text{ jat} = \frac{V_i \text{ jat}}{KVL \text{ jat}} \quad (1)$$

Korjattu V i:

$$V i \text{ korj.} = c i \text{ jat} \times KVL \quad (2)$$

Korjattu KVL saadaan käyttäen korjattua V i:tä.

Jollei jatkuvasti laskevia koneita ole, olisi juhlapyhäviikot laskentaohjelmassa "hypättävä yli", jolloin näiden viikkojen aikana voitaisiin myös suorittaa laskentakoneiden huolto- ja korjaustehtäviä.

Koska normaalin arkipäivän liikenne yleensä on mitoituksessa määräävä, on esitetty /26,30/, että KVL:n määräämisen sijasta laskettaisiin vuoden keskimääräinen arkivuorokausiliikenne KAVL maanantain-perjantain liikenteiden avulla. Mitoitusnäkökohdasta katsoen ei olisi tarpeellista laskea lauantain ja sunnuntain aikana, koska liikenne kaupunkiolosuhteissa tällöin on yleensä pienempi kuin muina viikonpäivinä. Menetelmästä olisi etuna mm. että laskentakoneiden siirto paikasta toiseen, huolto-, sekä tarkistustoimenpiteet voitaisiin suorittaa lauantain ja sunnuntain aikana. KAVL olisi tällöin kaavan mukainen:

$$KAVL = \frac{\sum_{j=1}^{52} \sum_{i=ma}^{pe} Q_{ij}}{260} = \frac{1}{a \cdot b \cdot c} q \quad (3)$$

$$a = \frac{q}{Q} ; \quad b = \frac{Q}{V_{ma} - p_e} ; \quad c = \frac{V_{ma} - p_e}{KAVL} \quad (4), (5), (6)$$

Esim. taloudellisia tutkimuksia varten on kuitenkin KVL välttämätön. Tällöin koneiden siirto olisi suoritettava maanantain - torstain aikana, jolloin eri päivien liikennemäärät poikkeavat vain vähän keskiarvostaan. V ja KVL saataisiin seuraavasti, kun koneiden siirto tapahtuisi esim. maanantaina:

$$V_j = \frac{\sum_{i=ti}^{su} Q_{ij} + \frac{1}{3} \sum_{i=ti}^{to} Q_{ij}}{7} ; \quad b_{ij} = \frac{Q_{ij}}{V_j} \quad (7), (8)$$

$$KVL = \frac{\sum_{j=1}^n V_j}{N} ; \quad c_j = \frac{V_j}{KVL} \quad (9), (10)$$

N = laskettujen viikkojen lukumäärä

Keskusohjatun liikennevalojärjestelmän liikennelaskijalaitteet ovat jatkuvasti laskevia ja näistä voidaan saada jatkuvasti tiedot liikenteen vaihteluista sen jälkeen kun ilmaisimien tarkkuutta on parannettu ja järjestetty tietojen jatkuva tulostus (kohta 2.4235).

Kuten jo aikaisemmin mainittiin ei konelaskijoilla saada ajoneuvolajikohtaisia tietoja. Ajoneuvolajikohtaiset vaihtelukertoimet on pakko määrätä käsinlaskentojen avulla niinkauan kuin tyydyttävästi toimivaa ja taloudellista ajoneuvolajit erottavaa laskentakonetta ei ole kehitetty. Se etu, mikä saadaan konelaskijoilla (suurempi tietomäärä, satunnaistekijöiden eliminointi yms.) menetetään juuri siinä ettei tietoja ajoneuvokoostumuksesta saada. Koska ajoneuvokoostumuksen muutokset ovat jokseenkin hitaat, voitaisiin esim. joka neljäs vuosi suorittaa keran kuukaudessa tapahtuva käsinlaskenta kunkin kahdeksan väyläluokan (Ia, Ib, Ic, II ... VI) yhdellä väylällä, ja käyttää näin saatuja karkeita kertoimia. Aikaisemmin mainituista syistä laajempien laskentojen suorittaminen on jokseenkin hankalaa.

Esitetty kiertävä konelaskentamenetelmä edellyttää, että esim. käytettäessä induktioilmaisimia ilmaisinjohdot on asennettu pysyvästi ajoradan sisään ja vain detektoriosat ja laskenta- ja rekisteröintilaitteet siirretään pisteestä toiseen.

Huipputuntiliikenne

Suoritettavista laskennoista olisi saatava liikennemääriltään suuriempien tuntien liikenne. Konelaskentapisteistä tämä saadaan ilman muuta. Lyhytaikaisten käsinlaskentojen ajankohdat olisi sensijaan valittava siten, että huipputunti sisältyy laskenta-aikaan. Tästä on selostettu tarkemmin kohdissa 2.531 ja 2.63.

Liikenneteknillisessä mitoituksessa käytetyn vuoden 30. tai 50. suurimman tuntiliikenteen kuvaamisessa on yleinen ns. tuntijärjestyskäyrä, jossa on esitetty suuruusjärjestyksessä vuoden suurimmat tuntiliikenteet prosentteina KVL:stä (kuva 40) /9/. Tuntijärjestyskäyrä on erilainen erityyppisille väylille ja sillä on havaittu olevan pitkän ajan trendi, jonka mukaan huipputuntien osuus KVL:stä alenee ajan mukana. Murányi /20/ on esittänyt menetelmän, jolla voidaan ilman jatkuvia laskentoja määrätä huipputuntiliikenteen ja KVL:n suhde liikenteen vaihtelukerrointen avulla. Lyly /14/ on kehittänyt menetelmän vielä pidemmälle tutkimalla huipputunnin ja erityisen kesäliikennekertoimen välistä riippuvuutta maantieliikenteessä.

Ennenkuin suoritetuista laskennoista voidaan saada tarkempia tuloksia, voivat suunnittelijat käyttää muualla suoritettujen tutkimusten (esim. HCM:n /7/) mukaisia 30. tai 50. huipputunnin %-osuuksia KVL:stä sen jälkeen kun KVL on voitu määrätä.

Liikenteen vaihtelut tuntia lyhyempänä aikana otetaan yleensä huomioon huipputuntikertoimen avulla. Huipputuntikertoimella tarkoitetaan huipputunnin liikenteen suhdetta oletettuun redusoituun maksimiliikennemäärään, joka on havaittu tuntia lyhyempänä ajankohtana /9,21/. Käytännössä kysymykseen tulevat jaksot ovat yleensä 5 min. (moottoriteillä) tai 15 min. (tasoristeyksissä). Kerroin lasketaan jakamalla koko tunnin liikennemäärä 12×5 min. tai 4×15 min. liikennemäärällä. Huipputuntikertoimen arvon ei voi olla suurempi kuin 1.0.

2.62 Laskentapisteidien valinta

Laskentapisteidien valinta perustuu edellisessä kohdassa 2.61 esitettyyn väyläluokitteluun. Tarkat laskentapisteidien paikat on valittava maastossa ja seuraavassa on esitetty vain ne liikenneväylät, joilta tarkka sijoituspaikka on etsittävä määrättyjen laskentateknillisten vaatimusten mukaan. Asiaan vaikuttavat erikoisesti tulevat kadunrakennus ja -parannustyöt.

Väylätyyppi I, säteettäiset pääväylät, käsittää nykyiset vakiolaskentapisteidet, joita ovat ulkokehän 10, välikehän 8 ja sisäkehän 9 pistettä. Näissä voidaan toteuttaa esitettyä (kohta 2.61) kiertävää konelaskentamenetelmää, jolloin kunkin kehän laskenta suoritetaan yhdellä laskentakoneella. Sisäkehän Mechelininkadulla sijaitsee keskusohjatun liikennevalojärjestelmän ajoneuvoilmaisin, joten sisäkehän kiertävään laskentaan jäisi vain 8 pistettä. Kehäpisteet on jo aikaisemmin lueteltu (kohta 2.21) joten niitä ei tässä yhteydessä mainita.

Väylätyyppi II, poikittaiset pääväylät, voidaan jakaa alaryhmiin, joilla oletetaan olevan samanluonteiset vaihtelum muodot. Ryhmittelyn perustaksi voidaan ottaa:

- liikenteellinen samankaltaisuus
- jatkuvuus
- läheisyys

Voidaan erottaa seuraavat neljä alaryhmää:

1. - Nordenskiöldinkatu - Savonkatu - Kumpulantie
 - Eläintarhantie - Helsinginkatu
 - Sturenkatu
2. - Eliel Saarisen tie - Pirkkolantie
 - Kaupintie - Muurimestarintie
 - Käsäynhaltijantie
3. - Kirkonkyläntie
 - Latokartanontie
 - Seppämestarintie
 - Vanha Porvoontie
4. - Viikintie
 - Myllymestarintie

Näihin kaikkiin ryhmiin sijoitetaan yksi laskentapiste vuodeksi kerrallaan, josta selvitetään liikenteen vaihtelut. Vuosittain voidaan ryhmän sisällä laskentapistettä muuttaa toiselle väylälle, jolloin voidaan seurata ryhmän vaihtelumuotojen samankaltaisuutta. Ensijainen laskentapisteen sijoitusväylä on alleviivattu. Valinnat on tehty subjektiivisesti arvioimalla koska laskentoja ei näillä väylillä ole tähän mennessä suoritettu.

Väylätyyppi III, käsittää keskustakadut eli sisäkehän rajoittaman Helsingin niemien kadut. Näiden katujen liikenteen vaihtelut voitaneen saada selville keskuohjatun liikennevalojärjestelmän liikennelaskijailmaisijoilla, joita nykyisin on 16 pisteessä. Tämä edellyttää kuitenkin että laskentojen tarkkuus saadaan riittävän suureksi ja tulostus on järjestetty. Ilmaisimet ovat nykyisin seuraavien risteysten lähellä (tai kaduilla):

1. Mechelininkatu/Pohjois-Hesperiankatu
2. Mechelininkatu/Hietaniemenkatu
3. Runeberginkatu/Arkadiankatu
4. Lauttasaarenkatu/Ruoholahdenkatu
5. Malminrinne
6. Kampinkatu
7. Fredrikinkatu/Eerikinkatu

8. Fredrikinkatu/Iso Roobertinkatu
9. Lönnrotinkatu/Fredrikinkatu
10. Uudenmaankatu/Fredrikinkatu
11. Mannerheimintie/Erottaja
12. Pohj.Esplanaadikatu/Mikonkatu
13. Pohj.Esplanaadikatu/Katariinankatu
14. Eteläinen Esplanaadikatu/Erottaja
15. Unioninkatu/Pohj.Esplanaadikatu
16. Eteläranta/Pohj.Makasiinikatu

Järjestelmää laajennetaan Munkkiniemeen ja Ruskeasuolle (Mannerheimintie) kahden vuodehakualueessa.

Väylätyyppi IV käsittää asuntoalueiden kokooja- ja tonttikadut. Voidaan ilmaisesti olettaa, että asunto-alueiden tonttikadut noudattavat samoja vaihtelumuotoja kuin kokoojakadut, ellei viimeksimainitulla ole kovin paljon kauttakululiikennettä. Tällöin voidaan tyytyä laskemaan vain kokoojakaduilla ja käyttä näistä saatuja kertoimia tonttikatujen liikenteen laskennassa. Toisaalta ovat tonttikatujen liikennemäärätkin useimmiten niin pieniä, ettei tarkkoja laskentatuloksia saataisi. Tämä johtuu liikenteen noudattaman Poisson- jakautuman luonteesta (aikavarianssi pieniliikenteisillä väylillä suuri) /13,14/.

Kuten poikittaiset pääväylätkin, voidaan myös asunto-alueiden kadut jakaa alaryhmiin. Tällöin on ryhmittelyn perustaksi otettu alueellinen sijainti, jotta tietoja saataisiin eri puolilta kaupunkia. Myöhemmässä vaiheessa, kun laskentaja on riittävästi suoritettu voidaan ryhmittelyperusteita tarkistaa. Ehdotettu alaryhmittely noudattaa pääasiassa nykyisin käytössä olevaa liikennelaskentavyöhykejaottelua sillä erotuksella, että F III ja F IV vyöhykkeet on jaettu kahteen osaan /3/.

Asunto-alueiden kokoojakatujen ryhmittely sijainnin perusteella (karttaliite):

Kunkin ryhmän ala-alueelta on valittu yksi kokoojakatu

1. Lauttasaari: Isokaari
2. Meilahti: Pihlajatie
Ruskeasuo: Tenholantie

3. Kallio: Toinen linja
Vallila: Sammattintie
4. Munkkiniemi: Laajalahdentie
Munkkivuori: Ulvilantie
5. Pitäjänmäki: Henrikintie
Haaga: Näyttelijäntie
Etelä-Kaarela: Kalannintie
Konala: Konalantie
6. Pakila: Pakilantie
Paloheinä: Paloheinäntie
Oulunkylä: Mäkitorpantie
Käpylä: Pohjolankatu
7. Puistola: Puistolantie
Tapanila: Vanha Tapanilantie
Malmi: Vilppulantie
Pihlajamäki: Rapakiventie
Pukinmäki: Eskolantie
8. Herttoniemi: Hiihtomäentie
Kulosaari: **Kulosaarentie**
Tammisalo: Tammisalontie
Roihuvuori: Roihuvuorentie
Laajasalo: Jollaksentie
9. Kontula: Kontulankaari
Myllypuro: Myllypurontie
Vartiokylä: Kiviportintie
Vuosaari: Porslahdentie
Puotila: Rusthollarintie
Marjaniemi: Marjaniementie

Laskentamenettely on samanlainen kuin väylätyypin II yhteydessä on esitetty.
(ensisijainen katu on alleviivattu).

Alueellista alaryhmittelyä voidaan myös käyttää määrättäessä väylätyyppien V ja VI laskentapisteitä ja laskentamenetelmä on myös samanlainen kuin väylätyyppisissä II ja IV.

Teollisuusalueiden kadut:

1. Lauttasaari: Vattuniemenkatu
2. Pitäjänmäki: Valimontie
3. Herttoniemi: Laivalahdenkatu
4. Vallila: Elimäenkatu

Satama-alueiden kadut:

1. Jätkäsaari: Jätkäsaarentuloväylä
2. Katajanokka: Kruunuvuorenkatu
3. Hanasaari: Parrukatu
4. Munkkisaari: Munkkisaarenkatu

Koska esitetty laskentapisteiden valinta ja ryhmittely on ollut pakko tehdä subjektiiviseen arviointiin perustuen, on selvää että sitä on tarkistettava sen jälkeen kun suoritettujen laskentojen avulla tähän on mahdollisuus. Tulevat muutokset maankäytössä ja uudet liikenneväylät voivat myös muuttaa perusteita. Luokittelun tarkistamisessa voidaan käyttää Lylyn /13,14/ esittämiä periaatteita.

Konelaskentapisteiden lisäksi tulevat vielä lyhytaikaiset käsinlaskentapisteet sekä tilapäiset laskentapisteet ajankohtaisten tarpeiden mukaan.

Laskentapisteiden sijainti näkyy karttaliitteestä.

2.63 Laskentapisteiden ajallinen sijoitus

Konelaskennat

Keskusohjatun liikennevalojärjestelmän laskijoista saadaan jatkuvat ympärivuotiset tiedot, eikä aikaotantaa näissä pisteissä ole tarpeellista suorittaa muutoin kuin mahdollisesti tietojen käsittelykustannusten vähentämiseksi.

Kehäpisteet lasketaan kohdassa 2.61 esitetyllä menetelmällä 2 siten, että yhdellä koneella lasketaan yksi kehä. Juhlapyhien laskentatulokset korjataan jatkuvasti laskevista koneista saatavilla tiedoilla. Nämä tiedot saadaan sisä- ja väli-

hällä liikennevalojärjestelmän laskijoilla. Ulkokehälle hankitaan yksi vuodeksi samaan pisteeseen sijoitettu kone.

Laskenta-ajat:

Ulkokehä: Jokaisessa pisteessä joka kymmenes viikko (5 viikkoa vuodessa/piste, koneen huolto-aika 2 vk/v.)

Välikehä: Jokaisessa pisteessä joka kahdeksas viikko (6 viikkoa vuodessa/piste, koneen huolto-aika 4 vk/v)

Sisäkehä: Samoin kuin välikehä.

Koneiden huolto tapahtuu vuodenvaihteen aikana.

Muilla liikenneväylätyypeillä jätetään laskematta juhlapyhäviikot niin kauan kuin jatkuvasti laskevia koneita ei voida hankkia. Laskenta-ajat ovat seuraavat:

Väylätyyppi II: Kussakin pisteessä joka neljäs viikko

Väylätyyppi IV: Ryhmien 1-4 pisteissä joka neljäs ja ryhmien 5-9 pisteissä joka viides viikko

Väylätyypit V ja VI: Joka neljäs viikko kussakin pisteessä joka toinen vuosi satamakaduilla ja joka toinen vuosi teollisuuskaduilla.

Koneiden huolto tapahtuu juhlapyhäviikoilla.

Esitettyä aikaotantaa käyttäen koko laskentaohjelma voitaisiin suorittaa kahdeksalla laskentakoneella. Koneiden hankinta voisi tapahtua seuraavasti:

1. Ulkokehä v. 1971
2. Poikittaiset pääväylät v. 1972
3. Välikehä v. 1973
4. Asuntokadut (1. kone) v. 1973
5. Sisäkehä v. 1974
6. Ulkokehä (jatk.laskeva) v. 1974
7. Satama- ja teollisuusl. kadut v. 1975
8. Asuntokadut (2. kone) v. 1975

Alkuvaiheessa voidaan menetellä myös siten, että yhdellä koneella lasketaan useamantyyppisten katujen liikenne, jolloin saadaan tietoja näiltä eri väylätyypeiltä

pikemmin. Ulkokehän laskenta olisi kuitenkin ensisijaisesti saatava konelaskennalla tapahtuvaksi.

Laskentakoneiden siirto tapahtuisi viikottain maanantain-torstain aikana. Kuvas-
sa 41 on esitetty koneiden siirtokaavio. Yhden koneen siirtoon (sisältää myös
koneiden asennuksen, virityksen, laskentatarkkuuden kontrolloinnin, koodimerkin-
töjen tekemisen tulostusnauhoihin yms.) voidaan olettaa yhdeltä teknikolta ja
apulaiselta kuluvan n. 3 tuntia/päivä, jolloin kahden koneen siirto vie aikaa
6 tuntia/päivä. Alkuvaiheessa (kun koneita on vain muutamia) tähän työhön voitai-
siin käyttää osatoimisesti liikennevalojen hoitohenkilökuntaa. Sen jälkeen kun
käytössä on 5-6 laskentakonetta (v. 1974) olisi näiden siirtoon palkattava täys-
toiminen henkilö, joka muina kuin siirtoaikoina voisi vastata tulosten jatkokä-
sittelyn valmistelusta.

Käsinlaskennat

Käsinlaskentojen tehtäväksi jäisi pääasiassa:

1. Lyhytaikaisten laskentojen suorittaminen (vuosittaiset vakio pisteet ja tilapäiset pisteet)
2. Risteyslaskentojen ja muiden ajankohtaisten laskentojen suorittaminen
3. Ajoneuvokoostumuksen ja ajoneuvolajikohtaisten vaihtelumuotojen selvittäminen
4. Ennenkuin koneellisia liikennelaskentalaitteita hankitaan on laskennat suoritettava käsin

Kohdassa 2.531 on tutkittu lyhytaikaisen liikennelaskennan tarkkuutta eri pitui-
silla laskenta-ajanjaksoilla eri vuorokaudenaikoina. Valittaessa edullisinta las-
kenta-ajan pituutta ja ajankohtaa on huomattava seuraavaa:

- aamu- ja iltahuipputunnit olisi sisällyttävä laskenta-ajanjaksoon
- laskenta-aika pitäisi olla niin pitkä, että kapasiteetin ylittymisen aiheuttama ruuhkaliikenteen "leviäminen" jää laskentajakson sisälle (tällöin tuntivaihtelujen muutokset jäävät vain laskentajakson sisäisiksi)
- tilapäisen työvoiman saanti kovin lyhyeksi laskenta-ajaksi on vaikeaa

Mainittujen seikkojen vuoksi olisi laskenta-aika valittava ainakin 2-3 tunnin pituiseksi. Pohjoismaiden kaupunkien keskeisessä konferenssissa v. 1967 Malmössä on laskenta suositeltu tapahtuvaksi klo 06-09 ja 15.30-18.30 (kohta 2.3)/30/.

Nykyisen laskenta-aineiston avulla ei ajalle klo 15.30-18.30 voida Helsingissä esittää kertoimia liikenteeksi klo 6-20, koska laskennat on suoritettu klo 18.00-20.00 tunnin jaksoissa. Oslossa /23/ on liikenne laskettu klo 11-13, koska tämän ajan on havaittu antavan yleensä parhaat tarkkuudet.

Kohdassa 2.531 ehdotettiin kehäpisteiden lyhytaikaisten laskentojen ajankohdaksi klo 14-18, mikä aika antoi parhaan klo 6-20 liikenteen estimaatin. Lisäksi olisi saatava tiedot aamupäivähuipputunnista, joten olisi laskettava myös aamuruuhkan aikana klo 6.30-8.30 (aamuhuipputunti kehäpisteissä esiintyy tänä aikana /4/). Käyttämällä liitteessä 6 olevia kertoimia voidaan liikenne klo 14-18 muuttaa liikenteeksi klo 6-20.

Jotta tulevaisuudessa tapahtuvat tuntivaihtelujen muutokset kehäpisteissä tulisivat huomioiduiksi olisi tuntivaihtelukertoimet tarkistettava nykyisen tyyppisillä laskennoilla esim. 4 vuoden välein (laskenta-aika voitaisiin pidentää klo 06-22, jona aikana myös esim. Espoon kauppala laskee).

Mikäli erityyppisillä kaduilla suoritetaan lyhytaikaisia laskentoja (käyttäen keskimääräisiä muutamista pisteistä saatuja tuntivaihtelukertoimia muissa pisteissä suoritettujen laskentojen laajentamiseen liikenteeksi klo 6-20) voidaan ehdottaa seuraavat laskenta-ajat:

- satama-alueiden kadut klo 13-16
- teollisuus-alueiden kadut klo 7-10 ja 15-18
- asuntoalueiden kadut klo 7-10 ja 15-18

Suoritettavat käsinlaskennat voidaan jakaa eri ryhmiin käyttötarkoituksen mukaan. Seuraavassa on ehdotettu käsinlaskentaohjelma sekä tämän aiheuttamat kustannukset:

Ryhmä 1: Ajankohtaiset laskennat

Ovat lähinnä risteyslaskentoja, joita suoritetaan joka vuosi ajankohtaisten tarpeiden mukaan.

Kustannukset n. 5 000 mk/v.

Ryhmä 2: Lyhytaikaiset laskennat

Suoritetaan n. 130 poikkileikkauspisteessä (karttaliite) pääväylillä (myös kehäpisteet) ja pääkokoojakaduilla joka toinen vuosi syyskuussa yhtenä arkipäivänä klo 6.30-8.30 ja 14.00-18.00. Tarkoituksena on pääväyliä KVL:n määrittäminen ja

liikenteen kehityksen seuraaminen.

Kustannukset (2 laskijaa/piste. tuntipalkka 4 mk) n. 7 000 mk/v.

Ryhmä 3: Nykyisen tyyppiset kehälaskennat

Suoritetaan joka neljäs vuosi syyskuussa yhtenä arkipäivänä klo 6-22 (yhdessä henkilöliikenteen laskennan kanssa) tuntivaihtelukerrointen tarkistamiseksi.

Kustannukset (2 laskijaa/piste, 4 mk/h) n. 5 000 mk/v.

Ryhmä 4: Pitkäaikaiset laskennat

Suoritetaan joka neljäs vuosi jokaisen väylätyypin (8 kpl) yhdellä väylällä ajoneuvolajikohtaisten vaihtelumuotojen selvittämiseksi seuraavasti:

- joka toinen kuukausi (helmikuu-joulukuu) yhtenä arkipäivänä 6 tuntia.
Yhteensä $6 \times 6 = 36$ h.
- tammi-, maaliskuu-, heinä- ja marraskuussa yhtenä arkipäivänä 24 tuntia.
Yhteensä $4 \times 24 = 96$ h.
- touko- ja syyskuussa yhtenä arkipäivänä, perjantaina, lauantaina ja sunnuntaina 24 tuntia. Yhteensä $2 \times 4 \times 24 = 192$ h.

Kustannukset n. 22 000 mk

Eri laskentaryhmien suoritusajat ja kustannukset vuosina 1971-1975:

Laskentaryhmä	kustannukset				
	v. 1971	v. 1972	v. 1973	v. 1974	v. 1975
1	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000
2	7 000	-	7 000	-	7 000
3	-	-	-	5 000	-
4	-	22 000	-	-	-
yhteensä	12 000	27 000	12 000	10 000	12 000

Sekä kone-, että käsinlaskennoissa olisi liikennevuorokautena käytettävä aikaväliä klo 04-04 (liikenteen on havaittu olevan yleensä hiljaisin klo 04), ja ruuhka-aikoina olisi laskenta suoritettava 15 minuutin jaksoissa (Pohjoismaiden kaupunkien keskeisen konferenssin suorituksia, kohta 2.3). 15 minuutin jaksoon siirtymisen syistä voidaan mainita mm.:

- tulosten käsittelyn helpottaminen (aikaisemmin 10 min.jaksot)
- laskentakoneiden laskentajakson minimi usein 15 minuuttia
- HCM:n /7/ mukaan huipputuntikerroin määrätään 15 minuutin jakson perusteella
- Pohjoismaiden välinen yhteistyö.

2.64 Risteyslaskennat

Risteyslaskentojen suorituspaikat ovat Helsingissä tähän saakka määräytyneet ajankohtaisten tarpeiden mukaan. Ei liene tarpeellista määrätä vakioristeyksiä joissa esim. vuosittain laskettaisiin kaikki liikennesuunnat muutoin kuin jos tällaiseen ilmenee erityistä tarvetta jossain tärkeässä risteyksessä. Tällaisen erityisristeyksen määrääminen on tietojen tarvitsijan tehtävä.

Risteyslaskentojen työvoiman tarve on suuri monien laskettavien suuntien vuoksi varsinkin vilkasliikenteisissä risteyksissä, usein n. 5 henkilöä/risteys. Tällöin laskentakustannukset tulevat suuriksi (klo 6-20 laskenta n. 300 mk/risteys). Kustannusten pienentämiseksi olisi pyrittävä laskemaan vain ruuhka-aikoina (esim. 2 x 3 tuntia/vrk), jollei ole tarvetta pitemmän ajan laskennalle. Tietotarvehan tietysti ensisijassa määrää laskenta-ajan pituuden ja ajankohdan. Esim. liikennevalojen mitoittamiseen riittää tiedot ruuhka-aikojen liikenteestä.

Risteyslaskentojen tulosten käsittelyssä on ilmennyt hankaluuksia. Määrättäessä maastossa lasketuista suunnista puuttuvia suuntia, on laskentojen epätarkkuuksien vuoksi voitu päästä jopa negatiivisiin liikennemääriin ja tulosten tasoitustyö on ollut hankalaa. Tämän eliminoimiseksi on pyritty laskemaan pieniliikenteisimmät suunnat, joissa absoluuttiset virheet tulevat pienemmiksi kuin suuriliikenteisillä suunnilla ja näistä yhdistämällä määrätty muut suunnat. Siitä huolimatta on vaikeuksia esiintynyt kun on pyritty täsmäämään esim. risteykseen tuleva ja risteyksestä lähtevä liikenne. Ilmeisesti tasotuslaskenta tulee käytännössä niin vaikeaksi, että olisi tyydyttävä sallimaan tuloksissa virhemarginaali esim. $\pm 5\%$. Tietokonekäsittelyssä tällainen tarkistus voidaan helposti suorittaa, mutta jos marginaali ylitetään olisi ilmeisesti tasoitus parasta suorittaa käsin, koska eri risteysten olosuhteet ovat siksi poikkeavia, että yleistä menettelyä on vaikea määrätä.

Risteyssuuntien numerointi on tapahtunut yleensä ilman yhtenäistä menettelyä. Jotta ilman risteyskarttaa voitaisiin suuntanumeron perusteella päätellä mikä suunta on kyseessä olisi kehitettävä systemaattinen numerointijärjestelmä. Voittaisiin käyttää esim. seuraavaa menettelyä:

Kukin risteykseen yhtyvä tie tai katu merkitään juoksevilla numerolla siten, että etelästä (tai lähinnä etelästä) tuleva katu olisi 1, seuraava katu vastapäivään 2,

seuraava 3 jne. Kuvassa 42 on esitetty nelihaaraisen risteyksen numerointi.

Esim. etelästä (1) itään (2) kääntyvä liikenne olisi q_{12} , ja lännestä itään menevä q_{42} jne. Laskentatulokset voitaisiin esittää matriisimuodossa:

$i \backslash j$	1	2	3	4	risteykseen
1	-	q_{12}	q_{13}	q_{14}	$\sum_j q_{1j} = q_{1a}$
2	q_{21}	-	q_{23}	q_{24}	$\sum_j q_{2j} = q_{2a}$
3	q_{31}	q_{32}	-	q_{34}	$\sum_j q_{3j} = q_{3a}$
4	q_{41}	q_{42}	q_{43}	-	$\sum_j q_{4j} = q_{4a}$
risteyksestä	$\sum_i q_{i1}$	$\sum_i q_{i2}$	$\sum_i q_{i3}$	$\sum_i q_{i4}$	$\sum_{i,j} q_{ij} = \text{kokoristeys}$
	$= q_{1b}$	$= q_{2b}$	$= q_{3b}$	$= q_{4b}$	

Joskus voi kuitenkin olla vaikea määrätä mikä risteysshaara on lähinnä etelää. Kuitenkin tämä numerointimenetelmä antaisi jonkinlaista yhtenäisyyttä eri risteysten numerointisysteemille. Numerointisysteemi ei esimerkiksi vaihtuisi vaikka jollakin haaralla olisi yksisuuntainen liikenne, tai olisi riippuvainen haarojen lukumäärästä. Useimmissa tapauksissa tätä systeemiä voitaisiin varsin hyvin käyttää.

Risteyslaskentatulosten muuttaminen KVL:ksi tai muuksi vastaavaksi mittaluvuksi on pienten kääntyvien liikennesuuntien osalta erityisen vaikea tehtävä. Sen sijaan pääsuuntien (risteykseen, risteyksestä) ja koko risteyksen liikenteille voidaan käyttää sopivia kertoimia, jotka voidaan määrätä kun tiedetään liittyvien katutyypin vaihtelukertoimet. Kääntyville liikennesuunnille voidaan käyttää liittyvien teiden keskimääräisiä kertoimia.

2.65 Yhteistyö TVL:n ja naapurikuntien kanssa.

TVL suorittaa joka viides vuosi yleisen liikennelaskennan. Kuten kohdassa 2.22 on mainittu, on tällöin laskettu myös Helsingin kaupungin alueella.

TVL:n liikennelaskentamenetelmä on kehitetty pääasiassa maantieliikennettä silmälläpitäen (laskentojen ajoitus). Myös eräät laskentateknilliset seikat eroavat (esim. liikennesuuntia ei eroteta). Mikäli TVL seuraavien yleisten liikennelaskentojen yhteydessä suorittaa laskentoja myös Helsingissä, olisi laskentojen suunnittelussa, suorittamisessa ja kustannusten jaossa pyrittävä yhteistyöhön, jotta laskennoista saataisiin paras mahdollinen hyöty molemmiin puolin.

Kaupungin raja-alueilla suorittaa liikennelaskentoja myös Espoon kauppa-ala. Espoo järjestää liikennelaskennat joka toinen vuosi (viimeksi v. 1968) elokuun viimeisellä viikolla. Kussakin pisteessä lasketaan yhtenä arkipäivänä klo 6-22. Laskentapistettä ovat mm.:

- Jorvaksentie Helsingin rajalla
- Otaniemen silta
- Tarvontie Helsingin rajalla
- Turuntie Helsingin rajalla

Nämä pisteet ovat samat kuin ulkokehän neljä pistettä, joten tietoja voitaisiin käyttää molemmiin puolin ja sopia myös laskentojen suorituksessa mahdollisesta yhteistyöstä. Voitaisiin myös neuvotella mahdollisesta laskentamenetelmän yhdistämisestä (esim. laskentojen ajoitus).

Helsingin maalaiskunnan suorittamat liikennelaskennat ovat olleet tilapäisiä ajankohtaisia laskentoja eikä niitä ole ollut Helsingin kaupungin raja-alueilla.

2.66 Laskentatulosten käsittely

Koska liikennelaskentatulosten käsittely on suoritettu tilapäistä työvoimaa käyttäen ja käsityönä, on työ ollut hidasta ja tullut kustannuksiltaan kalliiksi. Esim. Tukholmassa on käsittelyssä siirrytty tietokoneen käyttöön /27,31/, minkä johdosta laskentamateriaalista on saatu sellaista tietoa, jonka selvittäminen käsityönä on hyvin hidasta ja kallista. Myös Helsingissä olisi harkit-

tava siirtymistä tietokonekäsittelyyn.

Liikennelaskentatulosten tietokonekäsittelyssä voidaan erottaa eri työvaiheita

1. koodaus
2. lävistys
3. ohjelmointi
4. koneajo ja tulostus

Kuvassa 43 on kaaviokuva liikennelaskennan tietojenkäsittelystä.

2.661 Käsinelaskentatulosten käsittely

Koodaus ja lävistys

Jotta käsinelaskentatulosten koodaus ja lävistys voitaisiin suorittaa mahdollisimman tarkoituksenmukaisesti, olisi laskentatulosten lähtöarvokaavakkeen oltava sopiva lävistystyöhön. Liitteessä 12 on esitetty ehdotus lähtöarvokaavakkeesta. Mikäli lävistys tapahtuu korteille, sopii yhdelle reikäkortille kahden kellonajan tiedot yhdestä suunnasta. Tällöin täydellinen klo 6-20 laskenta sopii 16 reikäkortille. Lisäksi tulevat liikenteen vaihtelukertoimet omalle kortille. Jos laskennat suoritetaan lyhytaikaisina jää korttien määrä pienemmäksi.

Vuosittain on suoritettu n. 50 poikkileikkaus- ja n. 30 risteyslaskentaa. Poikkileikkauspisteissä on 2 suuntaa ja risteyspisteissä n. 12 suuntaa. Jos liikenne lasketaan klo 06-20 tulee vuosittaisiksi lävistyskustannuksiksi (nykyisen tapainen laskenta), kun lävistys + tarkistuslävistys maksaa 40 mk/h ja lävistysnopeus on 140 korttia/h:

$$(50 \times 2 + 30 \times 12) \times 40/140 = \text{n. } 2\,200 \text{ mk}$$

Ohjelmointi, koneajo ja tulostus

Ohjelmointityön suuruus riippuu siitä, mitä lävistetystä materiaalista halutaan saada tulostetuksi. On hyvin paljon mahdollisuuksia tulostuksen järjestämiseksi. Haluttaessa voidaan tulostuslistat järjestää sellaisiksi, että ne voidaan suoraan liittää raporttiin. Aluksi lienee syytä tyytyä harvoin tulostustaulukkotyyppeihin ja myöhemmin lisätä niitä ohjelmointikustannusten tasaamiseksi useammalle vuodelle.

Liitteessä 13 on esitetty ehdotus käsinlaskentojen perustulostustaulukoksi. Tietokoneohjelman olisi sisällytettävä seuraavat tehtävät:

1. Neljännestuntiliikennemäärien summaus tuntiliikenteeksi ajoneuvolajeittain.
2. Kaikkien lävistettyjen liikennemäärien summaus ajoneuvolajeittain. Summa=q.
3. Aikaväleittäin seuraavat summat (myös kohtien 1 ja 2 summille)
 - a) yhteensä autoja = ha + la + ka + ra + pa
 - b) yhteensä moottoriajon. = a) + mp
 - c) yhteensä ajoneuvoja = b) + pp + rv
 - d) yhteensä ha-yksikköjä = ha + pa + 2.0(la + ka + rv) + 3.0 ra + 0.5 mp + 0.33 pp
4. Jos vaihtelukerroinkortissa on lävistetty
 - a) päivä tulostuu $Q \text{ 6-20} = q/a \text{ päivä}$
 - a - " - $Q = q/a$
 - b - " - $V = q/ab$
 - c - " - $KVL = q/abc$(ajoneuvolajit ha, la, ka+ra, pa ja yht.)
5. Kaikille ajoneuvolajeille ja summille a), b), c) ja d) aikavälin %-osuus liikenteestä klo 06-20 (tai 04-04).
6. Kyseisen summan c)-summien osuus kaikkien ko. pisteen suuntien summasta aikaväleittäin (poikkileikkauspisteessä suunnat 01 + 02, risteyspisteessä erityisen ohjelman mukaan).
7. Liikenteelle klo 6-20 (tai 04-04) kunkin ajoneuvolajin %-osuus kaikkien ajoneuvolajien summasta.
8. Aamu- ja iltapäivähuipputuntien suuruus ja ajankohta. (Tämä tapahtuu esim. seuraavasti: Kone laskee summat klo 06.00-07.00 ja klo 6.15-07.15, säilyttää suuremman, jota se vertaa summaan 06.30-07.30, säilyttää suuremman jne.).
9. Vilkkain neljännestunti (saadaan samaan tapaan kuin huipputunnit).

Tulostus tapahtuu kahtena erillisenä taulukkona, joista toisessa ovat absoluuttiset luvut ja toisessa prosenttiluvut. Eri suunnille tulostetaan omat taulukot ja taulukko, jossa esiintyvät luvut ovat eri suuntien lukujen summia. Risteyksissä voidaan summata puuttuvat summat ja koko risteyksen liikennemäärä. Yleispätevien kaikkiin risteyksiin sopivien summauskaavoja esittäminen on vaikeata, joten tätä varten olisi tietokoneohjelmaan tehtävä helposti muutettava proseduuriosa.

Perustaulukon lisäksi voidaan tulostaa erilaisia yhteenvetotaulukoita, esim. liitteen 14 mukainen, jossa on yhteenveto kehäpisteiden klo 06-20 liikenteelle.

Näiden esitettyjen taulukoiden ohjelmointi ei liene kovinkaan vaikea tehtävä. Jos oletetaan ohjelmointiin kuluva n. kuukausi (22 työpäivää á 250 mk) tulee kustannukseksi n. 5 500 mk. Tämä voidaan ajatella kuoletettavaksi viiden vuoden aikana eli vuosikustannus olisi n. 1 100 mk. Tietokoneen vaatima ajoaika on jokseenkin pieni, mahdollisesti korkeintaan yksi tunti á 500 mk.

Yhteensä käsittelyprosessin vuosikustannukset:

Lävistys	2 200 mk/v
Ohjelmointi	1 100 mk/v
<u>Koneaika</u>	<u>500 mk/v</u>
yhteensä	3 800 mk/v

Nykyiset käsittelyn (joka voitaisiin suorittaa tietokoneella) kustannukset ovat n. 7 000 - 9 000 mk/v, eli paljon korkeammat kuin esitetyn tietokonekäsittelyn kustannukset. On kuitenkin huomattava, että tietokonekäsittelyssä ja varsinkin sen alkuvaiheessa tulee usein esiin yllättäviä seikkoja, joiden kustannuksia on vaikea arvioida. Alkukustannukset (ohjelmointi) ovat myös suhteellisen suuret. Esim. Tukholmassa saatujen kokemusten mukaan ovat molemmat käsittelymenetelmät kustannuksiltaan samanveroiset, mutta tietokonekäsittelyllä saatava tietomäärä on huomattavasti suurempi /27/.

2.662 Konelaskentatulosten käsittely

Konelaskentojen käsittelyssä jää kuvan 43 mukaisesta kaavioista pois 'tukkimiehenkirjanpidosta numeroarvoihin + koodaus' ja tilalle tulee nauhojen lajittelu + koodaus'. Jos käytettävä liikennelaskentakone on reikänauhalle lävistävä, jäävät lävistys- ja tarkistuslävistys-kohdat pois. Jos konelaskijan nauhat on ensin käännettävä normaalille reikänauhalle tai -korteilte, tulee tällöin sijaan 'nauhojen käännöslohko (samalla tapahtuu lisäkoodien esim. pistekoodin lisäys).

Tarkempaa suunnitelmaa konelaskentatulosten tietokoneohjelmoinnista ei voida tehdä ennenkuin liikennelaskentakoneita on hankittu ja tiedetään niiden tulostustapa. Liitteissä 15 ja 16 on esitetty konelaskentojen tietokonekäsittelyn tulostuslistaehtotuksia, joista liitteen 15 esittämä on kehitetty Tukholmassa käytössä olevasta /31/.

Konelaskentojen tietokonekäsittelyn kustannukset lienevät samaa luokkaa kuin käsinlaskentojenkin, suoraan reikänauhalle lävistävillä koneilla kuitenkin saadaan huomattava säästö. Tukholmassa on havaittu juuri lävistysvaiheen tuottavan eniten hankaluuksia /27/.

2.67 Ajoneuvomäärien laskentakustannukset

Seuraavalla sivulla olevassa taulukossa on yhdistelmä edellä esitetyn liikennelaskentaohjelman kustannuksista vuosina 1971-1975. Tänä aikana oletetaan hankittavaksi kahdeksan liikennelaskentakoneyksikköä (Prodata DTB 64), siten että v. 1971 ja 1972 hankitaan yksi kone ja muina vuosina kaksi konetta. Ilmaisinsilmukoita asennetaan 10-12 kpl vuodessa. Konelaskentojen käsittely on oletettu tehtävän tietokoneella. Käsinlaskentojen käsittely suoritetaan myös niiltä osin kuin on tarkoituksenmukaista tietokoneella.

Liikennelaskentakoneiden siirrosta (pisteestä toiseen) aiheutuvat kustannukset on esitetty erillään muista kustannuksista, koska näitä tehtäviä hoitavat henkilöt ilmeisesti tulevat kuulumaan vakinaiseen henkilökuntaan.

Taulukossa esiintyviin kustannuksiin eivät sisälly laskentojen suunnittelusta aiheutuvat kustannukset eivätkä keskusohjatun liikennevalojärjestelmän laskentojen kustannukset.

Vertailun vuoksi seuraavassa Malmön (asukasluku n. 255 000) vuosittaiset liikennelaskentakustannukset /16/:

käsinlaskennat	100 000 kr
konelaskennat (ei sisälly koneiden hankintakust.)	4 000 kr
yhhteensä	104 000 kr = n. 84 000 mk

ajoneuvomäärien laskentakustannukset vuosina 1971 - 1975

konelaskennat						käsinlaskennat			rapor- toin- ti	yh- teen- sä	koneiden siirto (palkat ym)	yh- teen- sä
Auosi	koneiden hankinta	ilmaisimien asennus	sähkö	huolto ym.	ATK käsittely	laskentojen suoritus	käsittely					
							käsin	ATK				
1971	23 000	5 000	300	1 000	-	12 000	6 000	6 000 (ohjelmointi)	5 000	58 300	1 000	59 300
1972	23 000	6 000	600	2 000	6 000 (ohjelmointi)	27 000	8 000	3 000	5 000	80 600	2 000	82 600
1973	46 000	6 000	1 200	4 000	2 000	12 000	6 000	3 000	6 000	86 200	5 000	91 200
1974	46 000	6 000	1 800	6 000	2 000	10 000	6 000	3 000	6 000	86 800	20 000 ^x	106 800
1975	46 000	6 000	2 400	8 000	3 000	12 000	6 000	3 000	7 000	93 400	20 000 ^x	113 400
yht.	184 000	29 000	6 300	21 000	13 000	73 000	32 000	18 000	29 000	405 300	48 000	453 300

x = vakinaisesti palkattu henkilö
koneiden siirtoon ja tulosten
jatkokäsittelyn valmisteluun

3. LIIKENNESUORITTEET

3.1 Liikennesuoritteiden määrittely ja käyttötarkoitukset

Liikennesuoritteella tarkoitetaan yleensä tieverkon tai ajoneuvon ajoneuvokilometri- tai ajoneuvotuntimäärää aikayksikössä.

Jos liikennemäärä liikenneväylän kahden pisteen A ja B välillä eri kohdissa on Q_i , ja tämä edustaa l_i km:n pituista tieosaa, saadaan liikennesuorite $S_{A B}$ (ajon.km) seuraavasti:

$$S_{AB} = \sum_i Q_i l_i \quad (1)$$

Liikennesuoritteiden käyttötarkoituksista voidaan mainita mm.

- liikenteen kehityksen seuraaminen
- tieverkon ajokustannusten arviointi
- lähtö-määräpaikkatutkimusten kontrollointi
- eri paikkakuntien ja tieverkkojen liikenteen vertailu (esim. kuntien yhteisten liikennekustannusten jakamista varten)
- yleinen informaatio

3.2 Liikennesuoritteiden määrittämismenetelmä yleisesti

Liikennelaskentojen avulla voidaan määrätä tietyn alueen liikenneväyläverkon tai tietyn liikenneväylän ajoneuvokilometrimäärä. Tässä yhteydessä esitetään liikennesuoritteiden estimointimenetelmän yleisperiaate, jota TVL on käyttänyt ja jolla v. 1965 määrättiin mm. Helsingin katuverkon liikennesuorite (kohta 2.22). Menetelmään ei syvennyt tarkemmin koska ongelma on tilastollinen ja kuulune lähinnä tämän alan koulutuksen saaneen henkilön tehtäviin.

Liikennesuoritteiden estimointimenetelmä /15/:

Liikenneväylistä tehdään luettelo, jossa väylien pituudet on laskettu kumulatiivisesti yhteen

Tämä luettelo voidaan tehdä

- väylätyypeittäin
- alueittain

Kunkin luettelon sisältämien väylien pituuksien summa $\sum l_i = L$. Jos päätetään

laskea n:ssä pisteessä, määrätään ensimmäisen laskentapisteen paikka luettelossa arpomalla, ja sijoitetaan muut pisteet $L/n = k$ kilometrin välein ensimmäisestä pisteestä luetteloa seuraten. Kun pisteiden liikennemäärät Q_i lasketaan, saadaan liikennesuorite S laskentapisteiden keskimääräisen liikennemäärän $\bar{Q}$ ja verkon pituuden L tulona:

$$S = \frac{\sum Q_i}{n} \times L = \bar{Q} \times L \quad (2)$$

tai

$$S = \sum Q_i \times k \quad (3)$$

eli kukin laskentapiste edustaa k kilometrin pituista osaa väyläverkosta.

Suorite-estimaatteihin sisältyy otannasta johtuva virhe. Jos oletetaan laskentapisteiden liikennemäärät tunnettavan tarkasti ja systemaattista otosta voitavan pitää satunnaisotoksena, on keskimääräisen liikennemäärän $\bar{Q}$ varianssi

$$\sigma^2_{\bar{Q}} = \frac{\sigma^2_Q}{n} \quad (4)$$

kun σ^2_Q on väyläverkon liikennemääräjakauman varianssi. Lisäksi pisteiden liikennemäärien epätarkkuudesta aiheutuu virhelähde.

Suoritteiden määrittämiseksi tehtävä väylätyyppiluokittelu olisi tehtävä lähinnä liikennemäärien suuruusluokan mukaan, joten se eroaa kohdassa 2.61 esitetystä.

4. JULKISTEN KULKUNEUVOJEN MATKUSTAJALASKENNAT

Julkisiin kulkuneuvoihin kuuluvat Helsingissä bussit, raitiovaunut ja junat. (myöhemmin myös metro).

Seuraavassa ei käsitellä junaliikennettä, koska junien matkustajamäärät saadaan Valtion Rautateiden laskennoista.

4.1 Julkisten kulkuneuvojen matkustajalaskentojen käyttötarkoitukset

Julkisten kulkuneuvojen matkustajalaskentoja käytetään mm.:

- kulkutapajakauman selvittämiseen (jalankulku, julkiset ja yksilölliset kulkuneuvot) tietyissä pisteissä
- julkisen liikenteen suunnitteluun ja kehittämistarpeen toteamiseen
- liikenneväylien suunnitteluun (esim. erilliset kaistat julkiselle liikenteelle)
- liikennetutkimusten kontrollointiin
- yleiseen informaatioon

4.2 Helsingissä suoritettut laskennat

Helsingin seudun liikennetutkimusta varten suoritettiin huhtikuussa 1966 matkustajalaskentoja sisäkehän ylittävillä pääväylillä /2/. Laskentojen tarkoituksena oli selvittää julkisilla kulkuneuvoilla keskustaan saapuvien ja sieltä poistuvien henkilöiden määrät. Rautatiehallituksesta saatiin tiedot Helsingin asemalle saapuneiden ja sieltä poistuneiden matkustajien määristä.

Syksyllä v. 1969 Helsingin kaupungin toimesta laskettiin julkisilla kulkuneuvoilla sisäkehän ylittäneet henkilöt klo 6-20. Laskenta suoritettiin arvioimalla ohiajaneiden erityyppisten bussien ja raitiovaunujen istuma- ja seisomapaikkojen käyttöaste prosentteina. Kun tiedettiin eri tyyppisten kulkuneuvojen matkustajakapasiteetit, voitiin määrätä keskimääräinen kuormitusaste busseille ja raitiovaunuille tunneittain. Henkilöiden määrät saatiin kertomalla tavallisen liikennelaskennan raitiovaunu- ja bussimäärät ko. henkilökuormituskertoimilla.

Helsingin kaupungin liikennelaitos (HKL) laskee omilla linjoillaan matkustajamääriä. Laskennan suorittavat kuljettajat tai rahastajat rekisteröimällä erityisellä laitteella yhden vuoron matkustajat. Matkustajamääriä jossain tietyssä pisteessä ei tällä laskennalla saada. HKL on myös käyttänyt menetelmää, jossa jokaisella pysäkillä (tietyllä linjalla) lasketaan kulkuneuvon nousseet ja kulkuneuvosta poistuneet matkustajat /6/.

4.3 Laskentamenetelmät

4.31 Ajoneuvojen ulkopuolelta suoritettava laskenta

Kohdassa 4.2 (vuoden 1969 laskenta) on selitetty ajoneuvojen ulkopuoliseen tarkkailuun perustuva menetelmä. Tämän laskennan käyttökelpoisuus ja tulosten tarkkuus riippuu siitä, kuinka hyvin havaitsija erottaa ajoneuvotyypin ja kuinka tarkasti hän osaa arvioida paikkojen käyttöasteen. Tämä taas riippuu havaitsijan kyvyistä ja kokemuksesta tämänkaltaisessa työssä sekä vastuuntunnosta. Ilmeisesti tällä menetelmällä saatujen tulosten tarkkuudet ovat verraten huonot. Laskentatulosten käsittelyvaihe on myös vaivalloinen.

Mikäli laskentahenkilöt laskisivat tai arvioisivat matkustajien absoluuttiset määrät, jäisi pois ajoneuvotyypin tunnistamisesta aiheutuva virhetekijä. Toisaalta matkustajien määrän arviointi esim. täpötäydestä raitiovaunusta on vaikeaa.

Suorittamalla otantaa (esim. lasketaan joka viides bussi) ja pysäyttämällä ajoneuvo laskennan ajaksi pysäkille voitaisiin mahdollisesti tarkkuutta parantaa. Tarvittavan otoksen suuruus n voitaisiin määrätä kaavasta

$$n \geq \left(\frac{2 S}{S_{\bar{x}}} \right)^2 \quad (95 \% \text{ todennäköisyydellä})$$

S = keskihajonta

$S_{\bar{x}}$ = haluttu tarkkuus henkilökuormituksella.
(= keskiarvon keskihajonta)

Keskihajonnan suuruus voidaan arvioida aikaisempien laskentojen avulla. Otannan suorittamista vaikeuttaa se, että vilkkaassa liikenteessä ajoneuvojen pysäyttäminen aiheuttaa jonoja. Toisaalta myös esim. kaukoliikenteen bussien pysäyttämisessä voi ilmetä vaikeuksia. Kaukoliikenteen henkilökuormitus poikkeaa myös olennaisesti kaupungin sisäisen liikenteen ja lähiliikenteen kuormituksesta, mikä suurentaa hajontaa (otos suurenee).

4.32 Ajoneuvojen sisältä suoritettava laskenta

Ilmeisesti tarkimmat tulokset saataisiin jos laskennan suorittaisivat ajoneuvojen kuljettajat tai rahastajat merkitsemällä tietyissä pisteissä matkustajamäärän

ja ajan muistiin. Tällaisen laskennan järjestäminen on kuitenkin käytännössä jokseenkin hankalaa. Liikennöitsijöitä on paljon ja kaikki olisi myös saatava osallistumaan tällaiseen laskentaan. Laskentatulosten käsittelyssä olisi ilmeisesti edullista käyttää tietokonetta.

Kuljettajan tai rahastajan suorittamaa laskentaa olisi syytä ilmeisesti käyttää vain hyvin laajan laskennan yhteydessä (esim. koko pääväyläverkon henkilöliikenteen laskenta).

Ajoneuvon sisältäkäsin voi laskennan suorittaa myös henkilö joka matkustaa esim. yhden pysäkkivälin ajoneuvossa ja tällä välin laskee matkustajat. Esim. kaukoliikenteen pikavuoroja, jotka pysähtyvät vain harvoilla pysäkeillä, ei tällä menetelmällä voida laskea. Lisäksi laskentahenkilökuntaa tarvitaan paljon.

4.4 Käytettävä laskentamenetelmä, laskentapaikat ja -ajat.

Käytettävää laskentamenetelmää olisi ilmeisesti kehitettävä v. 1969 laskennan pohjalta.

Laskennat voitaisiin suorittaa joka neljäs vuosi kehien ajoneuvomäärien laskennan yhteydessä syyskuussa yhtenä arkipäivänä klo 6-22 (seuraava laskenta v.1974), samalla kun lasketaan jalankulkuliikenne ja yksilöllisten kulkuneuvojen henkilökuormitukset. Laskentapaikat voisivat olla sisä- ja välikehä (18 pistettä). Kustannukset (2 laskijaa/piste, tuntipalkka 4 mk):

Laskennan suoritus	n. 2 600 mk
<u>Tulosten käsittely</u>	<u>n. 1 000 mk</u>
Yhteensä	n. 3 600 mk

5. YKSILÖLLISTEN KULKUNEUVOJEN MATKUSTAJALASKENNAT

5.1 Helsingissä suoritettut laskennat

Ennen vuotta 1969 ~~ovat~~ yksilöllisten kulkuneuvojen matkustajalaskennat olleet vähäisiä. Huomattavin on ollut v. 1966 Helsingin kaupunkiseudun liikennetutkimuksen yhteydessä sisäkehällä suoritettu laskenta.

Syyskuussa 1969 laskettiin sisäkehän pisteissä klo 6-20 tunneittain niin usean ohiajaneen yksilöllisen ajoneuvon henkilömäärät kuin ehdittiin. Näin saadulla ajoneuvojen keskimääräisellä henkilökuormituksella kerrottiin normaalin liikennelaskennan yhteydessä saadut vastaavat ajoneuvomäärät, jolloin saatiin sisäkehän ylittäneet matkustajamäärät.

5.2 Käytettävä laskentamenetelmä, laskentapaikat ja -ajat

Yksilöllisten kulkuneuvojen matkustajalaskentojen suoritus ei yleensä aiheuta suurempia vaikeuksia. V. 1969 Helsingissä käytettyä menetelmää voidaan hyvin edelleen käyttää. Otoksiin on syytä mennä vain laskentarasituksen pienentämiseksi tai tulosten käsittelyn vähentämiseksi (tarvittavan otoksen suuruus voidaan määrätä kohdassa 4.31 esitetyllä tavalla).

Laskennat olisi syytä ajoittaa samanaikaisesti muiden kulkutapalaskentojen kanssa eli joka neljäs vuosi (seuraava n. 1974) kehäliikennelaskentojen yhteydessä tapahtuviksi. Laskentapaikat voisivat olla sisäkehä (kuten v. 1969) sekä välikehä. Laskenta tapahtuisi klo 6-22. Kustannukset (18 pistettä, kussakin 2 laskijaa, 16 tuntia á 4 mk):

Laskenta	n. 2 600 mk
<u>Käsittely</u>	<u>n. 500 mk</u>
Yhteensä	n. 3 100 mk

6. JALANKULKIJALASKENNAT

6.1 Jalankulkijalaskentojen käyttötarkoituksia

Jalankulkijalaskentoja tarvitaan haluttaessa tietoja jalankulkuliikenteen suuruudesta ja luonteesta. Näitä tietoja käytetään mm.:

- jalankulkuväylien, -siltojen ja tunnelien suunnitteluun, mitoittamiseen ja kapasiteetin tutkimiseen
- risteysten jalankulkureittien tutkimiseen
- suojateiden suunnitteluun
- liikennevalojen suunnitteluun
- onnettomuustutkimuksiin, turvalaitteiden (kuten kaiteiden) tarpeellisuuden tutkimiseen
- yleiseen informaatioon (liike-elämän edustajat, yleisö)

6.2 Helsingissä suoritettut jalankulkijalaskennat

Ennen v. 1968 suoritettut jalankulkijalaskennat ovat tapahtuneet vain tarvittaessa ajankohtaisia tietoja päättävälle elimille annettavien lausuntojen perustaksi.

27.9.1968 suoritettiin laajempi laskenta Helsingin keskustassa Aleksanterinkadun, Mannerheimintien, Postikadun, Asema-aukion, Rautatientorin ja Mikonkadun rajoittamalla alueella /4/. Laskenta tapahtui laskemalla kaikki poikkileikkauksen ohittavat jalankulkijat kulkusuunnittain klo 7-9 ja 14-18.

Syyskuussa v. 1969 Aleksanterinkadun ja Iso-Roobertinkadun kävelykatututkimusten yhteydessä laskettiin jalankulkijat näillä kaduilla ajoneuvostakäsin kohdassa 6.32 kuvatulla menetelmällä /5/.

Syksyllä v. 1969 laskettiin sisäkehän ylittäneet jalankulkijamäärät klo 6-20 tunnin jaksoissa kulkusuunnittain tavallisella poikkileikkauslaskennalla.

6.3 Laskentamenetelmät

Jalankulkuliikenteessä voidaan erottaa samankaltaisia vaihtelumuotoja kuin ajoneuvoliikenteessäkin. Jalankulkijamäärät ovat kuitenkin paljon herkempiä erikois-

tekijöistä kuten esim. säästä, teatterinäytännöistä, alennusmyynneistä yms. aiheutuville vaihteluille. Tämän vuoksi jalankulkijalaskennoissa ei päästäne esim. yhtä hyvin vrk. liikenteen tarkkuuksiin kuin ajoneuvomäärien laskennoissa.

Riippuu hyvin paljon laskentatulosten käyttötarkoituksesta kuinka pitkänä aikaperiodina jalankulkijalaskennat on tarpeellista suorittaa. Yleensä riittänee ruuhka-aikojen ja keskimääräisen tunnin laskennat (esim. aamu- ja iltapäivähuipput. sekä keskipäivä) /18/. Ajoneuvoliikenteeseen verrattavan KVL:n määrittäminen ei liene tarkoituksenmukaista. Sensijaan aikavaihtelujen tunteminen olisi tärkeää. Tukholmassa tehdyn tutkimuksen /32/ mukaan kausivaihtelut ovat pienet, kuitenkin huomattava vähennys tapahtuu heinäkuussa. Viikopäivävaihtelut (maanantai-perjantai) ovat sattumanvaraiset.

6.31 Poikkileikkauslaskenta

Poikkileikkauslaskentamenetelmässä havaitsija merkitsee muistiin kaikki ohikulkijat jalankulkijat. Eri kulkusuunnat ja ihmisryhmät (esim. ikäjakauma) voidaan haluttaessa erottaa.

Jalankulkijamäärien ollessa suuria voi olla paikallaan suorittaa aikaotantaa laskennan aiheuttaman rasituksen helpottamiseksi. Esim. lasketaan minuutti ja levätään seuraava minuutti ja kaksikertaistetaan näin saatu kokonaismäärä/18/.

Otosmenettelyssä voidaan mennä myös pitemmälle. Voidaan esim. laskea kaksi 10 minuutin periodia tunnin aikana, jolloin sama henkilö voi laskea kahden pisteen jalankulkijat ja pisteestä toiseen siirtymiseen sekä lepoon jää 5 minuuttia laskentaperiodin jälkeen. Kaavioesitys menetelmästä olisi seuraava:

10 min.	5 min.	10 min.	5 min.	10 min.	5 min.	10 min.	5 min.
Piste 1	Siirto	Piste 2	Siirto	Piste 1	Siirto	Piste 2	Siirto

Jos tunnin sisällä lasketut 10 min. jalankulkijamäärät ovat q_1 ja q_2 (sama piste), saadaan estimoitu tuntiliikenne q kaavasta

$$q = 3 (q_1 + q_2)$$

Laskenta voidaan suorittaa myös lyhyempinä esim. 5 minuutin periodeina, jolloin eri periodit jakaantuvat tasaisemmin tunnin ajalle, tai olisi selvitettävä tunteja lyhyempiä vaihteluita.

Laskentapisteidien valintaan on kiinnitettävä erityistä huomiota, sillä esim. laskentapaikan vieressä sijaitseva pankki tms. voi helposti aiheuttaa virheellisiä päätelmiä jalankulkuliikenteestä.

6.32 Ajoneuvostakäsin tapahtuva laskenta /5/

Kohdassa 6.2 mainitut Aleksanterinkadun ja Iso-Roobertinkadun jalankulkijalaskennat suoritettiin liikkuvasta ajoneuvostakäsin. Menettely oli seuraava:

1. Autostakäsin laskettiin 2-4 kertaa tunnissa (15-30 minuutin välein) paljonko ko. kadulla liikkui ihmisiä jalkaisin laskentahetkellä.
2. Ko. kadulle saapuvia ihmisiä seurattiin ja merkittiin muistiin aika, jonka he kadulla viipyivät (esim. ostoksille meno merkitsi poistumista kadulta). Käyttämällä hyväksi määrähavaintoja ja viipymäarvoja voitiin arvioida jalankulkijoiden määrät kadulla tunneittain.

Esitetty menetelmä todettiin laskennan yhteydessä hyvin käyttökelpoiseksi.

6.33 "Liikkuvan havaitsijan" (moving observer) menetelmä /25/.

"Liikkuvan havaitsijan" menetelmällä voidaan laskea suuria jalankulkijamääriä. Menettely on seuraavanlainen:

Havaitsija kulkee tietyn pituisella jalankulkuväylällä matkan yhteen suuntaan ja laskee jokaisen henkilön, jonka hän ohittaa kumpaan suuntaan tahansa ja vähentää henkilöt, jotka ohittavat hänet kulkien samaan suuntaan. Seuraavaksi havaitsija kulkee vastakkaiseen suuntaan tehden samat laskutoimitukset. Näin saatujen kahden luvun keskiarvo on keskimääräinen jalankulkimäärä jalankulkuväylällä ko. aikana.

Tämä menetelmä on käyttökelpoinen suhteellisen lyhyellä mutta ei liian lyhyellä (esim. 100 m) jalkakäytävällä. Aivan lyhyillä matkoilla ns. sulloutumisilmiö voi aiheuttaa suuria liikenteen vaihteluja hetkittäin.

6.34 Valokuvausmenetelmä

Valokuvausmenetelmällä voidaan määrätä jalankulkijanopeuksia, -tiheyksiä ja -määriä (määrä = nopeus x tiheys).

Kaitafilmikameralla voidaan saada keskimääräisen jalankulkijatiheyden ja sen vaihtelun estimaatit. Kaitafilmikameran sopivin sijoituspaikka on suoraan havaintopaikan yläpuolella, jolloin jalankulkijat eivät ole toistensa takana kätöksässä. Käytännön kokemusten mukaan kamera voidaan sijoittaa n. 15 metrin päähän havaintopaikasta. Suuremmilla etäisyyksillä tulee vaikeuksia analysointityössä. Värifilmiä käyttäen on analysointia voitu helpottaa /25/. Road Research Laboratoryn valokuvaustutkimuksissa /22/ on käytetty filminopeutta 10 kuvaa/sek.

Valokuvausmenetelmä vaatii kalliita laitteita. Analysointityö on myös työlästä ja hidasta ja tulee niin ollen kalliiksi.

6.4 Käytettävät laskentamenetelmät, laskentapaikat ja ajat

Riippuu hyvin paljon jalankulkijalaskentojen käyttötarkoituksesta, mitä menetelmiä kussakin tapauksessa olisi käytettävä.

Laajoissa laskennoissa lienee tarkoituksenmukaisin aikaotoksiin perustuva poikileikkauslaskenta. Pienemmissä laskennoissa voi tulla kysymykseen esim. "liikkuvan havaitsijan"-menetelmä, ajoneuvosta suoritettava laskenta tai myös valokuvausmenetelmä. Koneellisia laskentalaitteita voidaan käyttää (esim. valokennoilmaisina) vaihtelumuotojen selvittämiseen.

Jalankulkijalaskentojen suorituspaiikat määräytyvät myös kulloistenkin tarpeiden mukaan. Henkilöliikenteen seuraamiseksi voidaan kuitenkin ehdottaa sisäkehän ylittävän jalankulkuliikenteen laskentaa samanaikaisesti muiden kulkutapalaskentojen kanssa kuten v. 1969 tapahtuihin. Laskennassa olisi kuitenkin pyrittävä käyttämään otanta-menetelmää laskentakustannusten pienentämiseksi. Lisäksi keskusta-alueen jalankulkuliikenteen tarkkailemiseksi voidaan laskea liikenne kehällä, jota rajoittavat

- Pohjoinen Rautatiekatu
- Fredrikinkatu

- Eerikinkatu
- Pohjoinen Esplanadikatu
- Unioninkatu

Kehää voitaisiin sanoa esim. keskuskehäksi. Laskennat kehillä voitaisiin suorittaa esim. joka toinen vuosi syyskuussa yhtenä arkipäivänä klo 6-22. Yhdessä pisteessä molemmilla kehillä voitaisiin lisäksi laskea esim. joka toinen kuu-
kausi yhdellä viikolla maanantaina-lauantaina klo 7-10 ja 15-18 kausi- ja vii-
konpäivävaihtelujen selvittämiseksi.

Kehälaskentojen kustannuksiksi tulisi, kun sisäkehä sisältää 12 ja keskuskehä 25 laskentapistettä (katupoikkileikkausta) ja yksi laskija laskee yhden pisteen (2 jalkakäytävää)..

Sisäkehä	n. 1 800 mk
Keskuskehä	n. 2 700 mk
Yhteensä	n. 4 500 mk
Tulosten käsittely	n. 1 000 mk
Yhteensä	n. 5 500 mk

Laskentoja suoritettaessa olisi tehtävä tarkat merkinnät säätilasta (lämpöti-
la, tuuli, pilvisuus, sadekuurot ym.).

7. YHTEENVETO

Tutkimuksen tarkoituksena on ollut kehittää liikennelaskentajärjestelmä, jota Helsingin kaupunki voisi ryhtyä toteuttamaan. Kehitettävän laskentajärjestel-
män tavoitteena on ollut saada liikenneväyläverkoston ja erillisten väylien
liikenteestä tarvittavat liikennemäärätiedot kuten vuoden keskimääräinen vuo-
rokausiliikenne KVL, tiedot huipputuntiliikenteestä sekä liikenteen vaihtelu-
muodot.

Aluksi on selvitetty liikenteen vaihtelumuotoja, liikennelaskentojen tarkkuuk-
sien määrittämisen perusteita sekä Helsingissä aikaisemmin suoritettuja laskento-
ja ja niiden kehittämistarvetta. Tähän saakka Helsingin liikennelaskennat ovat
olleet pääasiassa vain yhden päivän klo 6-20 kestäneitä laskentoja.

Koska laajojen käsinlaskentojen suorittaminen (esim. vaihtelumuotojen selvittä-
minen) tulee hankalaksi ja kalliiksi, on tutkittu koneellisia liikennelaskenta-

laitteita ja niiden käyttömahdollisuuksia. Edullisinta laitetta valittaessa on päädytty liikennemäärät reikänauhalle rekisteröivään Prodata DTB 64 laskentalaitteeseen (valmistaja Kurt Weiss/Prodata, Länsi-Saksa) ja induktioperiaatteella toimivaan ajoneuvoilmaisimeen. Teknillisen Korkeakoulun omistamassa Prodata DTB 64 laitteessa on esiintynyt läheisen radioaseman aiheuttamia häiriöitä, jotka on poistettu suojauslaitteilla. Vaihtoehtoinen, lähes yhtä edullinen laskentalaitte on tiedot numeroin paperinauhalle rekisteröivä Elmeg ZG-7 (valmistaja Elmeg Electro-Mechanik, Länsi-Saksa), jonka rekisteröimä tietomateriaali on erikseen lävistettävä tietokonekäsittelyä varten.

Aikaisempia Helsingissä suoritettuja laskentoja analysoimalla on tutkittu lyhytaikaisten laskentojen avulla estimoidun päiväliikenteen klo 6-20 tarkkuutta. Tällöin on todettu kehäpisteissä (sisäkehä = keskustaan johtavat väylät, välikehä = kantakaupungin alueelle johtavat pääväylät, ulkokehä = kaupungin rajan ylittävät pääväylät) yleensä saatavan tarkimmat tulokset (suhteellinen keskihajonta keskim. 5,4 %) klo 14-17 suoritettujen laskennan perusteella kun käytetään vuosien 1965-1969 keskimääräisiä tuntivaihtelukertoimia päiväliikennettä estimoitaessa.

Ehdotettu ajoneuvomäärien laskentajärjestelmä perustuu osaksi konelaskentoihin, ja osaksi käsinlaskentoihin. Kehäpisteissä lasketaan kiertävällä konelaskennalla siten, että kussakin pisteessä lasketaan vuosittain ulkokehällä viiden, väli- ja sisäkehällä kuuden tasaisin aikavälein sijoitsevan viikon ajan, jolloin KVL saadaan viikkojen keskimääräisten vuorokausiliikenteiden keskiarvona. Eri aikoina alkavien laskentasarjojen ja juhlapyhäviikkojen laskentojen tulokset korjataan sisä- ja välikehällä liikennevalojärjestelmän laskentalaitteista ja ulkokehällä jatkuvasti samassa pisteessä laskevasta koneesta saatavilla tiedoilla.

Neljällä poikittaisväylällä ja neljällä asuntoalueen kadulla lasketaan joka vuosi joka neljäs viikko, viidellä asunto-alueen kadulla joka vuosi joka viides viikko, neljällä satama- ja neljällä teollisuusalueen kadulla joka toinen vuosi joka neljäs viikko viikon ajan konelaskijalla. Tällöin on tarkoituksena selvittää näiden katutyypien ajoneuvoliikenteen (ajoneuvot yhteensä) tunti-, viikonpäivä- ja kausivaihtelukertoimet, joita voidaan käyttää muissa samojen katutyypien pisteissä lyhytaikaisten laskentojen laajentamiseen KVL:ksi. Keskusohjatun liikennevalojärjestelmän laitteista saadaan jatkuvat tiedot keskustaka-

tujen liikennemääristä ja niiden vaihteluista sen jälkeen kun tarkkuutta on parannettu ilmaisinjärjestelyin.

Koko konelaskentaohjelma vaatii 8 kpl laskentakoneita, jotka on ehdotettu hankittavaksi viiden vuoden kuluessa.

Käsinlaskentoja on ehdotettu suoritettavaksi seuraavasti:

- ajankohtaisten tarpeiden mukaiset laskennat joka vuosi (ovat lähinnä risteyslaskentoja).
- lyhytaikaiset laskennat joka toinen vuosi syyskuussa yhtenä arkipäivänä klo 6.30-8.30 ja 14.00-18.00 n. 130 poikkileikkauspisteessä pääväyläverkoston KVL:n määrittämiseksi ja liikenteen kehityksen seuraamiseksi.
- kehälaskennat joka neljäs vuosi syyskuussa yhtenä arkipäivänä klo 6-22 aikaisemmin määrättyjen tuntivaihtelukerrointen tarkistamiseksi.
- pitkäaikaiset laskennat yhdessä sisä-, väli- ja ulkokehäpisteessä sekä yhdellä asunto- satama- ja teollisuusalueen kadulla, poikittaisväylällä ja keskustakadulla joka neljäs vuosi ajoneuvolajikohtaisten tunti- viikonpäivä- ja kausivaihtelujen selvittämiseksi (yht. 324 tuntia/piste/vuosi).

Laskentatulosten käsittely on ehdotettu pääosin suoritettavaksi tietokoneella.

Liikennesuoritteista on esitetty niiden käyttötarkoituksia, sekä yleinen suoritteen määrittämismenetelmä liikennelaskentojen avulla.

Lopuksi on selvitetty julkisen ja yksilöllisen liikenteen matkustajalaskentojen ja jalankulkijalaskentojen käyttötarkoituksia ja erilaisia laskentamenetelmiä. Henkilöliikenteen laskentoja on ehdotettu suoritettavaksi seuraavasti (yhdessä kehäliikenteen ajoneuvomäärien laskentojen kanssa):

- julkisten ja yksilöllisten kulkuneuvojen matkustajalaskennat väli- ja sisäkehällä joka neljäs vuosi yhtenä arkipäivänä klo 6-22.
- jalankulkijalaskennat sisä- ja keskuskehällä (=keskusta-alueen sulkeva kehä) joka toinen vuosi syyskuussa yhtenä arkipäivänä klo 6-22. Lisäksi yhdessä sisä- ja keskuskehäpisteessä (samana vuonna kuin edellä) joka toinen kuukausi yhdellä viikolla päivinä maanantai-

lauantai klo 7-10 ja 15-18 kausi- ja viikonpäivävaihtelujen selvittämiseksi.

Koko laskentajärjestelmän kustannukset, joihin eivät sisälly vakinaisen henkilökunnan palkat eivätkä liikennevalojärjestelmän laskennat, ovat seuraavat:

	1971	1972	1973	1974	1975	1971-1975
Ajon.määrien lask.	58 300,-	80 600,-	86 200,-	86 800,-	93 400,-	405 300,-
Julk.kulkun.matk.l.	-	-	-	3 600,-	-	3 600,-
Yksilöll. "	-	-	-	3 100,-	-	3 100,-
Jalankulkijalask.	-	5 500,-	-	5 500,-	-	11 000,-
Yhteensä	58 300,-	86 100,-	86 200,-	99 000,-	93 400,-	423 000,-

KIRJALLISUUSLUETTELO

- / 1 / Ham, R.:
Area Traffic Control in West London. 2. Vehicle Counting Detectors. Traffic Engineering & Control. Vol 11 n:o 4 August 1969.
- / 2 / Helsingin Kaupunkisuunnitteluvirasto, Liikennesuunnitteluosasto (Sanaksenaho, Lehtinen): Tutkimuksia Helsingin Liikenteestä. Helsinki 1967.
- / 3 / Helsingin Kaupunkisuunnitteluvirasto, Liikennesuunnitteluosasto:
Julkaisu n:o 5/69. Liikennelaskennat Helsingissä 1967. Helsinki 1969.
- / 4 / Helsingin Kaupunkisuunnitteluvirasto, Liikennesuunnitteluosasto:
Julkaisu n:o 9/69. Liikennelaskennat Helsingissä 1968. Helsinki 1969.
- / 5 / Helsingin Kaupunkisuunnitteluvirasto, Liikennesuunnitteluosasto:
Kävelykatukokeilu 70. Helsinki 1969.
- / 6 / Helsingin Kaupunkisuunnitteluvirasto, Liikennesuunnitteluosasto, Helsingin kaupungin Liikennelaitos:
Kantakaupungin sisäisen julkisen liikenteen parantaminen, osa I. Helsinki 1969.
- / 7 / Highway Research Board: 87: Highway Capacity Manual 1967. Special Report. Washington D.C. 1967.
- / 8 / Hunn, B.A., van Helden, D.: Equipment for Road Traffic Analysis. Traffic Engineering & Control. Vol 11 n:o 9 January 1970.
- / 9 / Kallinen, E.:
Kaupunkiliikenteen vaihtelumuodot. Diplomityö. Teknillinen Korkeakoulu. Otaniemi 1968.
- / 10 / Katajamäki, J.:
Liikennelaskentamenetelmistä ja niiden tarkkuuksista. Diplomityö. Teknillinen Korkeakoulu. Otaniemi 1964.

- / 11 / Lingenfelser, P., Thilo, P.:
Road Traffic is Measured with Modern Inductive Loop Detectors.
Eripainos Strassenverkehrstechnik n:o 9/10 1968.
- / 12 / Lyly, S.:
Kiertävien konelaskentojen perusteita koskevia tutkimuksia.
- / 13 / Lyly, S.:
Liikennelaskentamenetelmien otantateoreettisista perusteista. Lisensiaattityö.
Teknillinen Korkeakoulu. Otaniemi 1966.
- / 14 / Lyly, S.:
The Variation Patterus of Traffic Flow as the Basis of Traffic Census Methods.
Suomen Teknillinen Korkeakoulu. Tieteellisiä tutkimuksia n:o 28. Helsinki 1968.
- / 15 / Lyly, S.:
Valtakunnalliset liikennetutkimukset ja ennusteet. Insinöörijärjestöjen koulutuskeskus, julkaisu 3 67. Helsinki 1967.
- / 16 / Malmö stads gatukontor:
Raportti Nordiska Vägtekniska Förbundets'ille Liikennetutkimusten inventointia varten v. 1969.
- / 17 / Martin, B.V., Jennings, S.W.:
The G.L.C. Traffic Counter. Traffic Engineering & Control. Vol 8 n:o 8
December 1966.
- / 18 / Ministry of Transport/Scottish Development Department:
Urban Traffic Engineering Techniques. London 1965.
- / 19 / Morley, P.J.:
Vehicle Detector Evaluation Study. Traffic Engineering & Control. Vol 10
n:o 2 June 1968.
- / 20 / Murányi, T.:
Methode zur Bestimmung des Verkehrsablaufes auf dem europäischen Strassennetz.
Forschungsarbeiten aus dem Strassenwesen, Heft 39. Forschungsgesellschaft für
das Strassenwesen e.v. Köln 1960.

- / 21 / Mäkinieniemi, U.:
Otaniemen koneelliset liikennelaskennat. Diplomityö. Teknillinen Korkeakoulu.
Otaniemi 1970.
- / 22 / Older, S.I.:
Movement of Pedestrian on Footways in Shopping Streets. Traffic Engineering &
Control. Vol 10 n:o 4 August 1968.
- / 23 / Oslo Byplankontor:
Trafiktellinger i Oslo 1965. Oslo 1966.
- / 24 / Rapport från Göteborg:
Detektorer för maskinell trafikräkning.
- / 25 / Road Research Laboratory:
Research on Road Traffic. London 1965.
- / 26 / Räf, J. E.:
Trafikräkningarna i Stockholm - några resultat och erfarenheter. Svenska
vägföreningens tidskrift 7/1967
- / 27 / Räf, J. E., Ramström, A.:
Databehandling av trafikräkningar, Svenska vägföreningens tidskrift 1/1967.
- / 28 / Schlums, J., Hofsäss, W.:
Automatische Verkehrszählanlagen. Strassenbau und Strassenverkehrstechnik.
Heft 61/1967.
- / 29 / Stadsbyggnadskontoret i Göteborg:
Samordningskonferens i trafiktekniska datafrågor den 27 och 28 oktober 1966 i
Göteborg.
- / 30 / Stadsbyggnadskontoret i Göteborg:
Samordningskonferens i trafiktekniska datafrågor den 9 och 10 mars 1967 i Malmö.

/ 31 / Stockholms stads gatukontor:

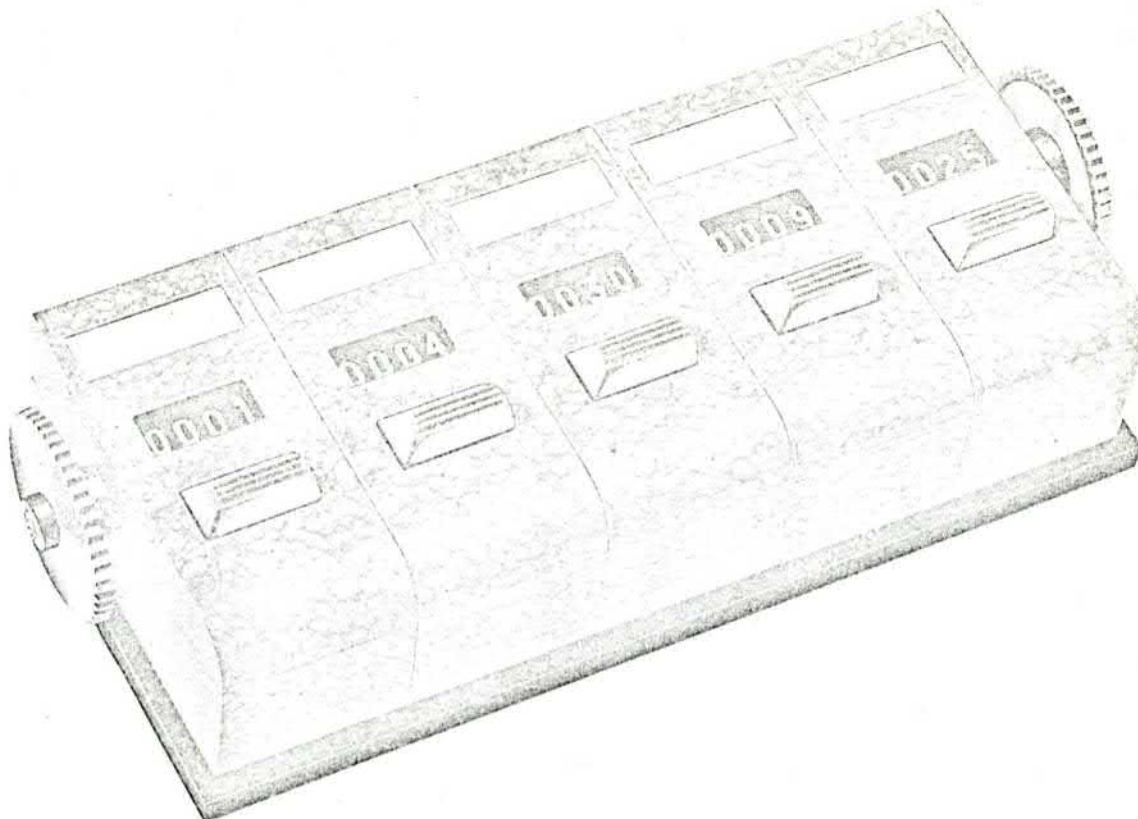
PM för arbetsrutin vid maskinella trafikräkningar inom Stockholms stads gatukontor. Stockholm 25.10.1966.

/ 32 / Stockholms stads gatukontor:

Stockholms trafiken. Rapport nr 14. Gångtrafikundersökning november 1966 - oktober 1967 på Götgatan mellan Högbergsgatan och Bangårdsgatan. Stockholm 20.5.1969.

/ 33 / Muut lähteet:

Liikennelaskentalaitteiden valmistajien ja maahantuojien esittelylehtiset.



Kuva 1. "Multi-unit tally counter" - käsineläskentälaitte

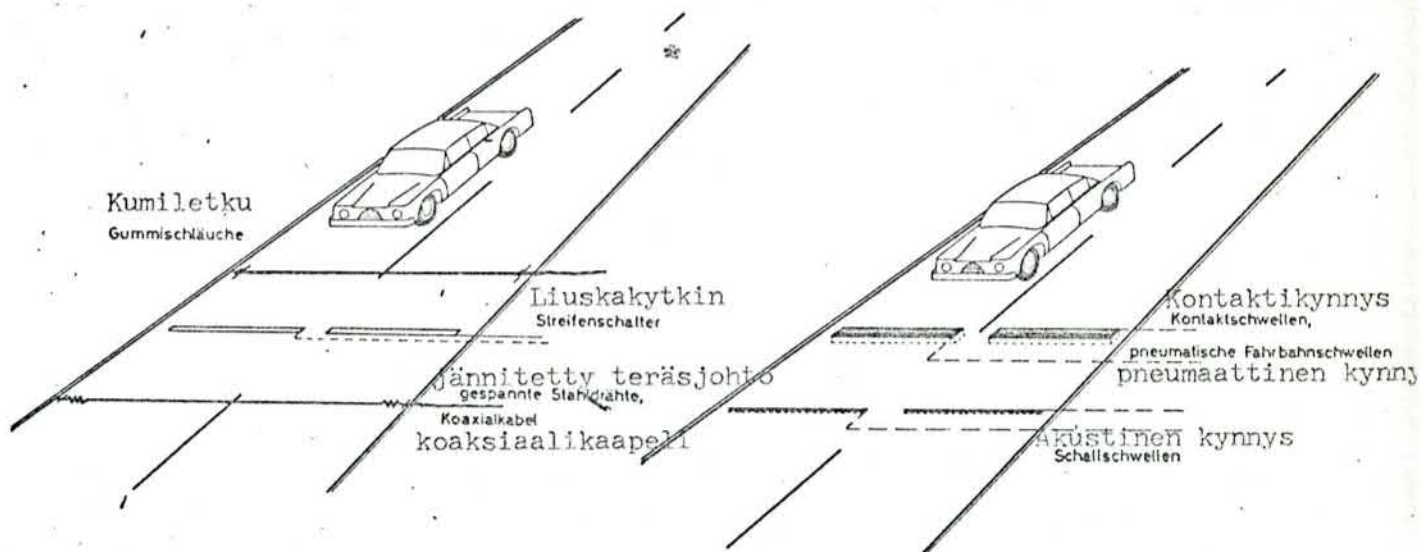


Abb. 13. Detektoren auf der Fahrbahn

Abb. 14. Detektoren in der Fahrbahn

Kuva 2a. Erityyppisiä ajoneuvoilmaisimia

pneumaattinen ja hydraulinen
ajoradan alainen kynnyks
pneumatische und hydraulische
Unterflurschwellen

elektromagneettinen puola
elektromagnetische Spulen

elektromagneettinen silmukka
elektromagnetische Schleifen

induktiosilmukka
Induktionsschleifen

Abb. 15 Detektoren unter der Fahrbahn

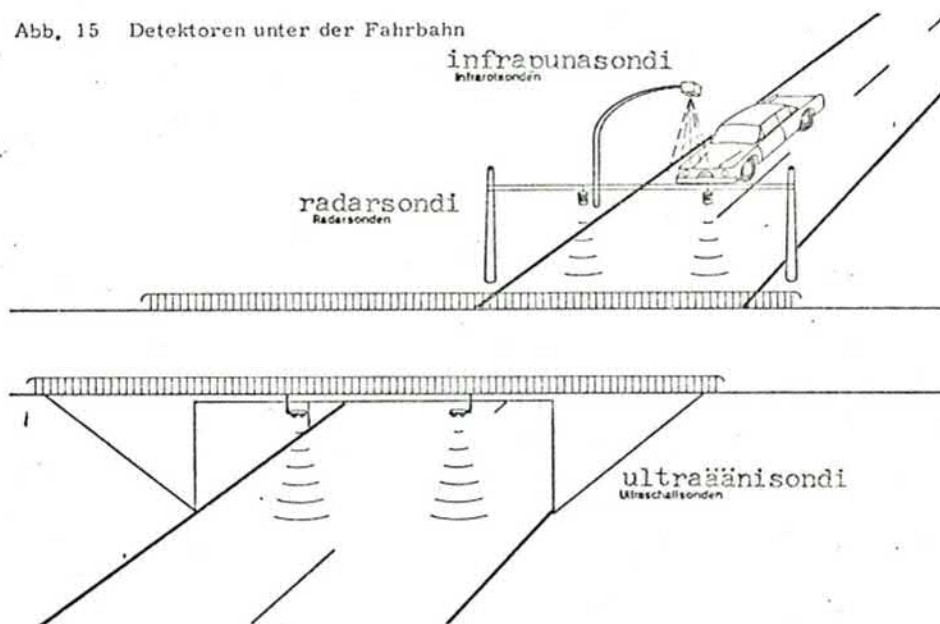


Abb. 16 Detektoren über der Fahrbahn

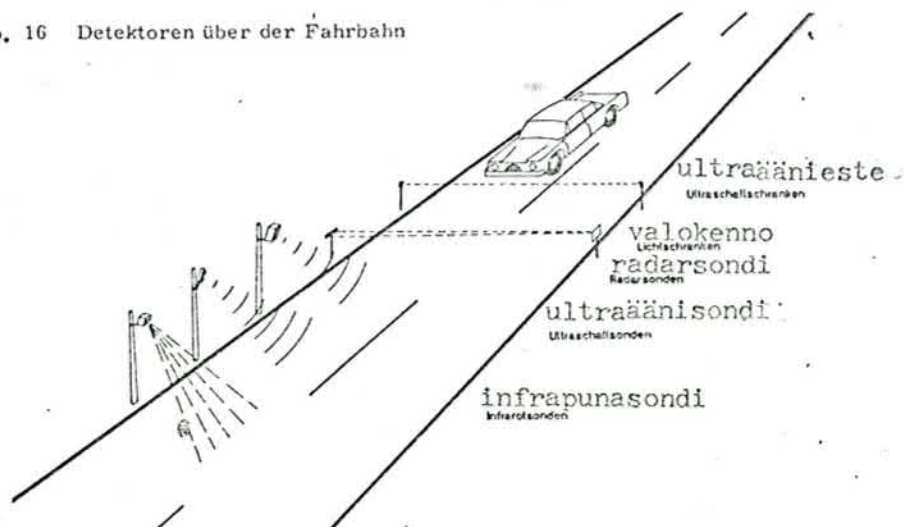
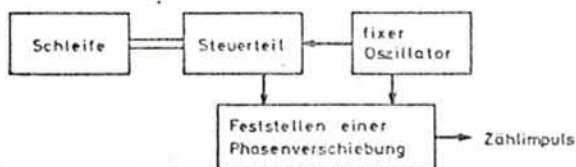


Abb. 17 Detektoren an der Fahrbahn

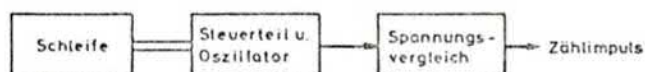
Magneettikentän ja jännitteen
a) Eigenes Magnetfeld und
Spannungsänderung muutos



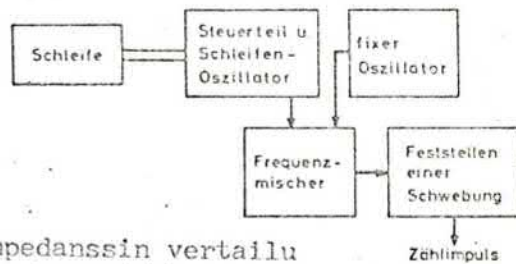
Vaihesiirto
b) Phasenverschiebung



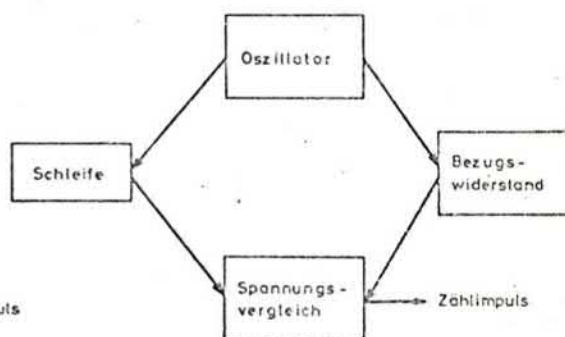
Amplitudin muutos
c) Amplitudenänderung



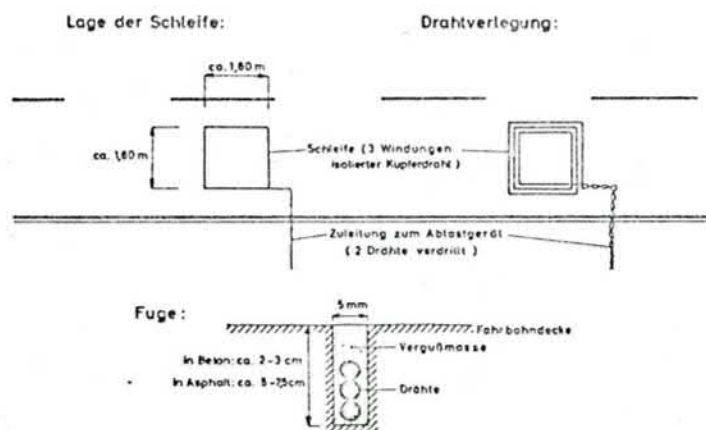
Taajuuden muutos
d) Frequenzänderung



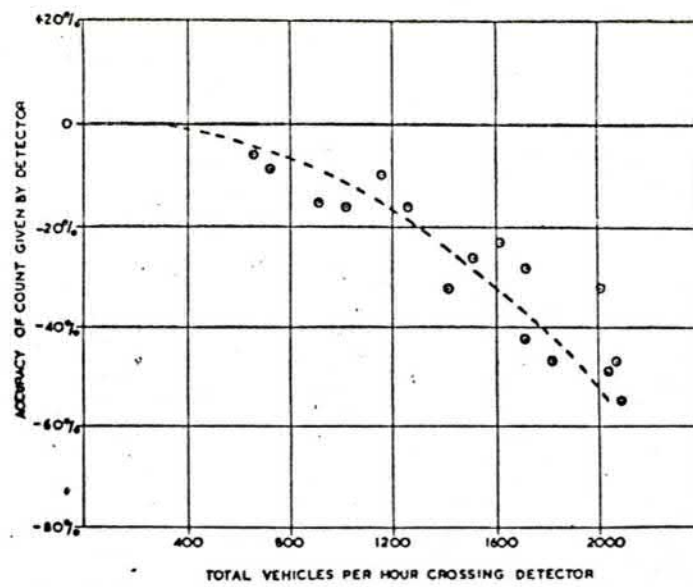
Impedanssin vertailu
e) Impedanzvergleich



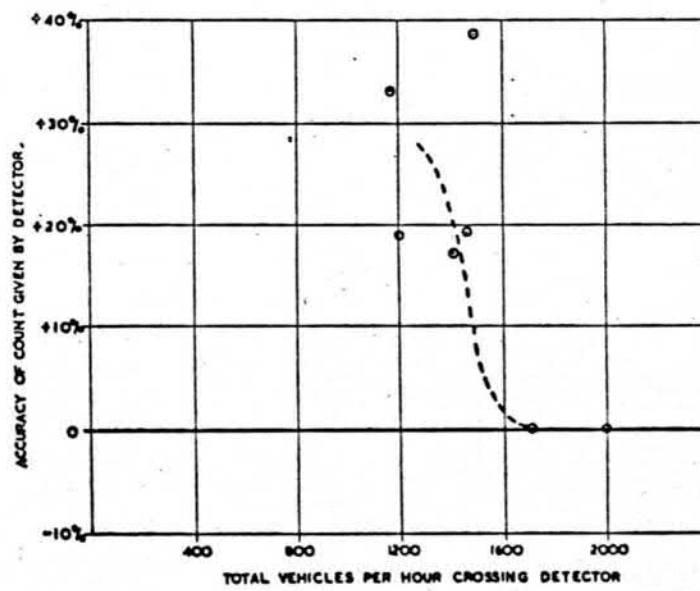
Kuva 3. Induktiosilmukkadetektorien toimintatyyppejä



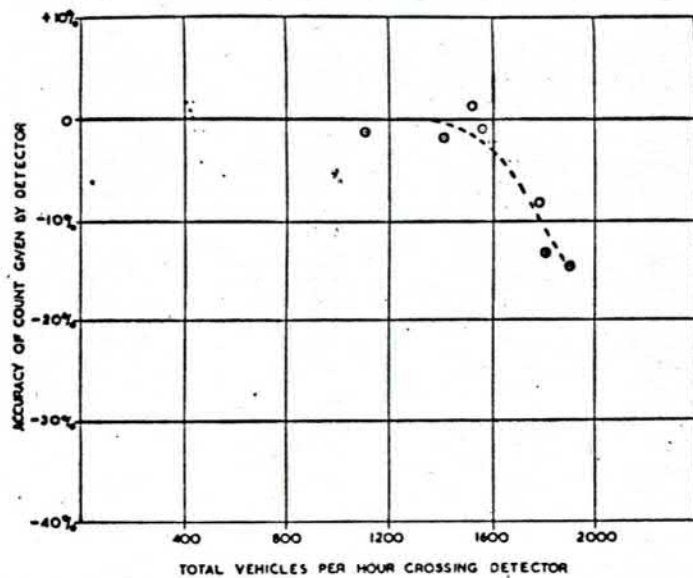
Kuva 4. Induktiosilmukakajottojen asennus



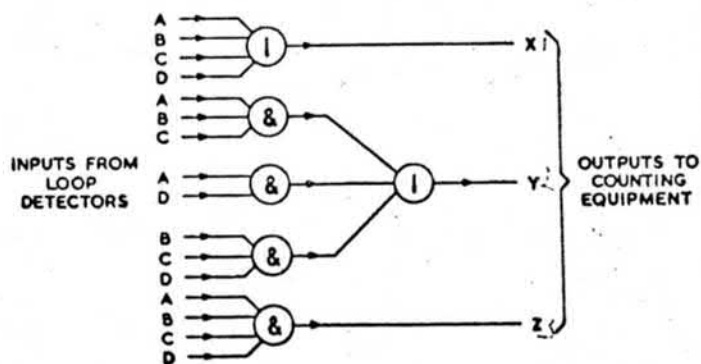
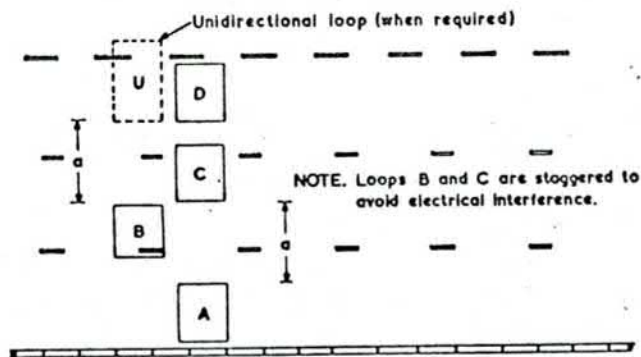
a) Yksi silmukka kolmen kaistan yli



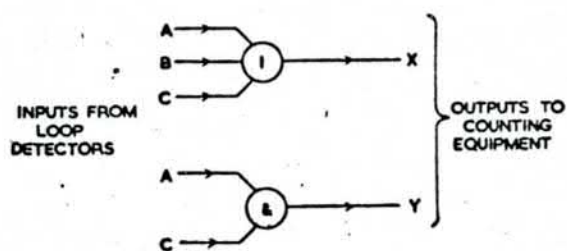
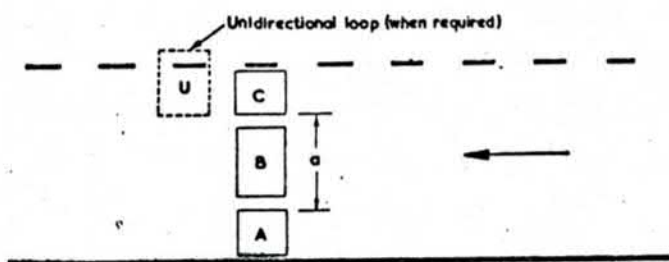
b) Kolme erillistä silmukkaa kolmella kaistalla



c) Kolme erillistä silmukkaa kolmella kaistalla varustettuna "time discrimination" systeemillä (300 ms)



a) Kolme kaistaa



b) Kaksi kaistaa

Kuva 6. "Space discrimination" - systeemi

Versuch A: 10 Tage lang 1960 bei 4 800 Kfz/Tag im Jahresdurchschnitt

Versuch B: 12 Tage lang auf je 2 Fahrspuren einer vierspurigen Straße mit 30 000 Kfz/Tag im Jahresdurchschnitt

Versuch C: 1 mal pro Woche 1963 an 6 Zählstellen auf Hauptverkehrsstraßen mit 200 + 1 100 Kfz/Std, während der Zählzeiten

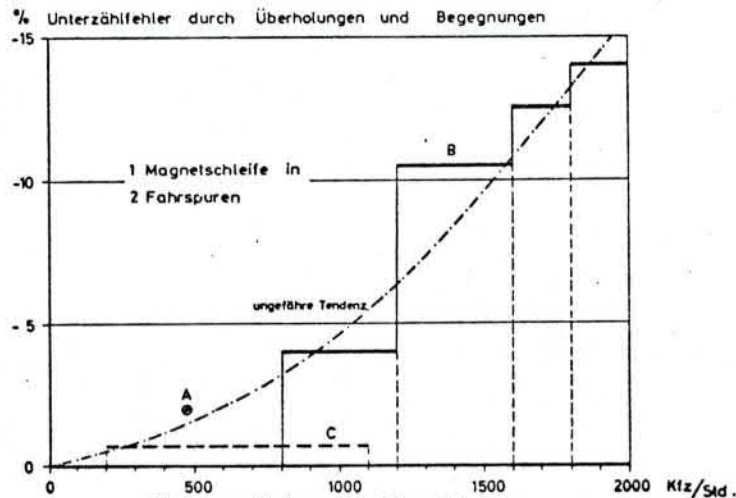


Abb. 161 **Magneettinen silmukka**
Magnetschleife: Unterzählungen bei Erfassung zweier Fahrspuren mit einem Detektor in Abhängigkeit von der Verkehrsmenge (norwegische Versuche)

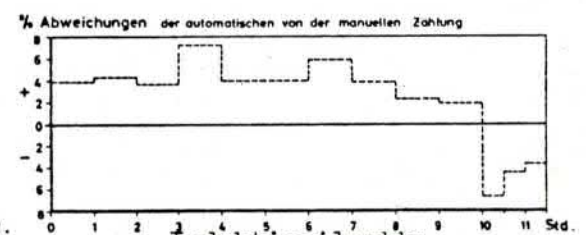
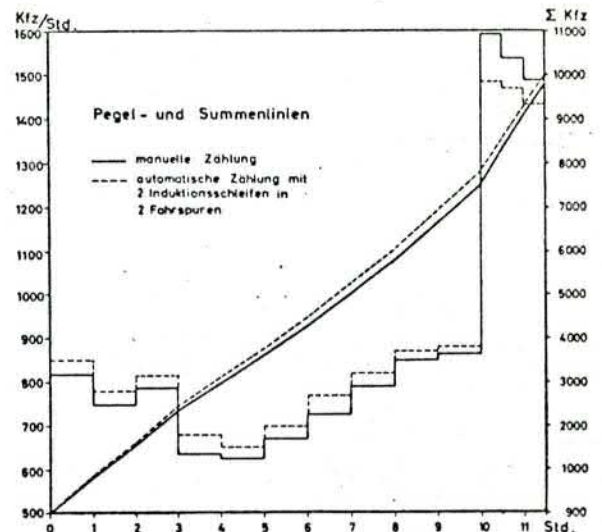


Abb. 162 **Induktiosilmukka**
Induktionsschleifen (Fischer u. Porter): Abweichungen der automatischen von einer manuellen Zählung

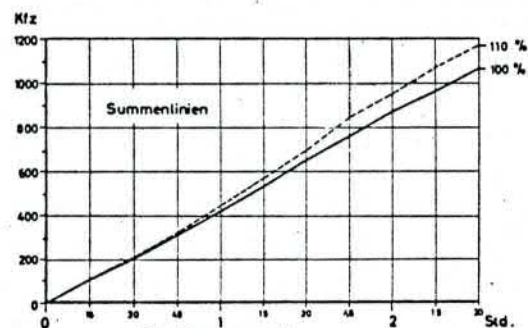
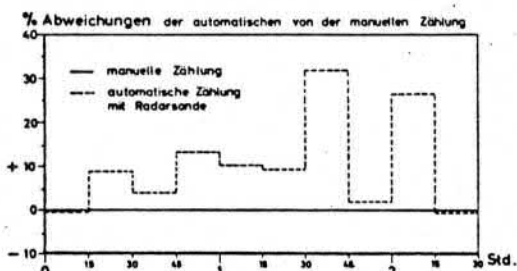
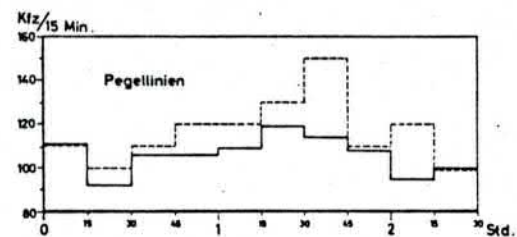


Abb. 163 **Radarsondi**
Radarsonde (Telefunken): Abweichungen der automatischen von einer manuellen Zählung

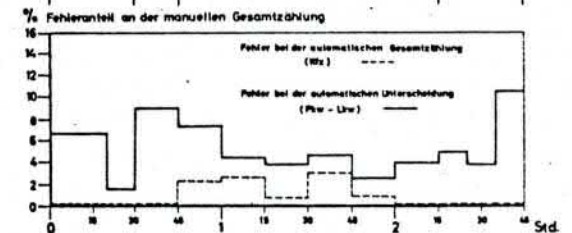
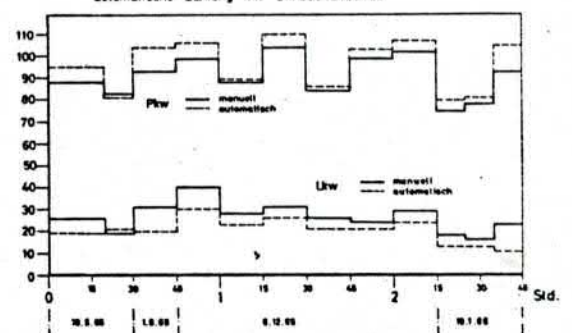
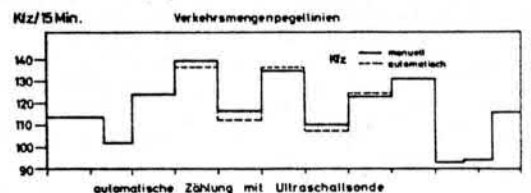


Abb. 164 **Ultraschallsondi**
Ultraschallsonde (Siemens): Genauigkeit bei Zählungen ohne und mit Unterscheidung von Pkw und Lkw

Zählzeit: 6.12.65 14.30 - 16 Uhr
 Zählstelle: B 27 Zeppelinbrücke
 Fahrspur 1 in Richtung Stuttgart

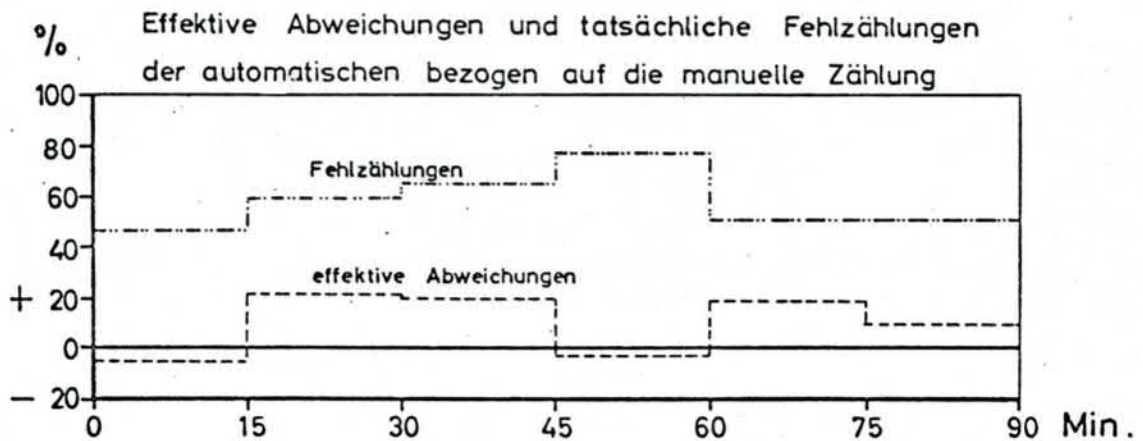
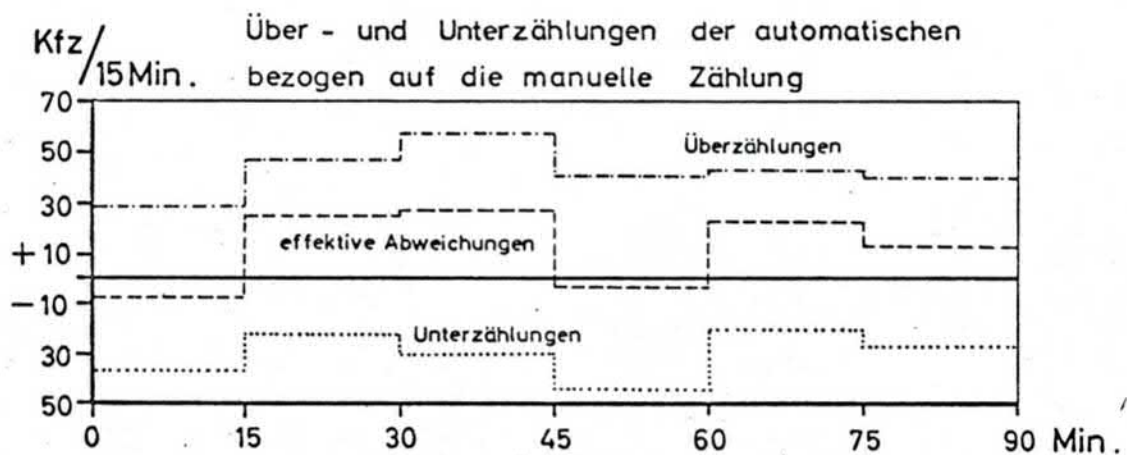
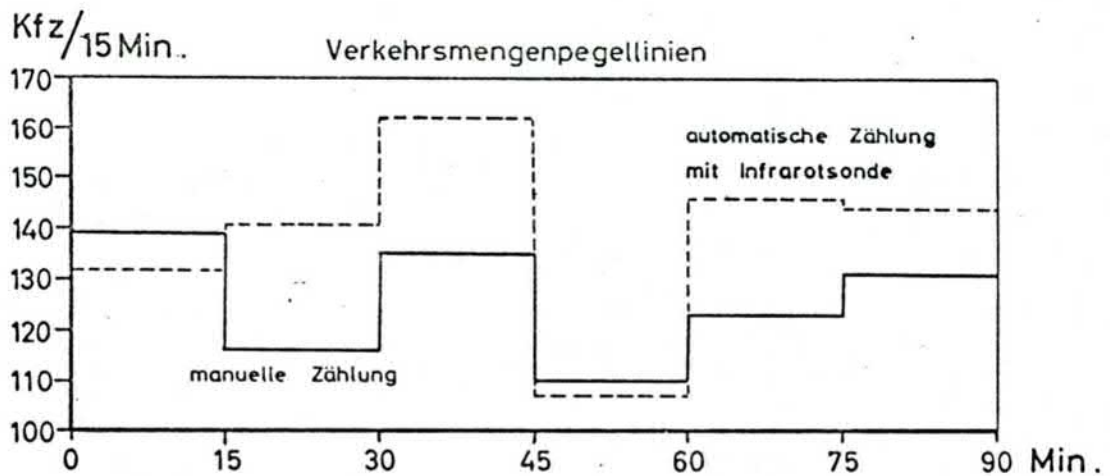
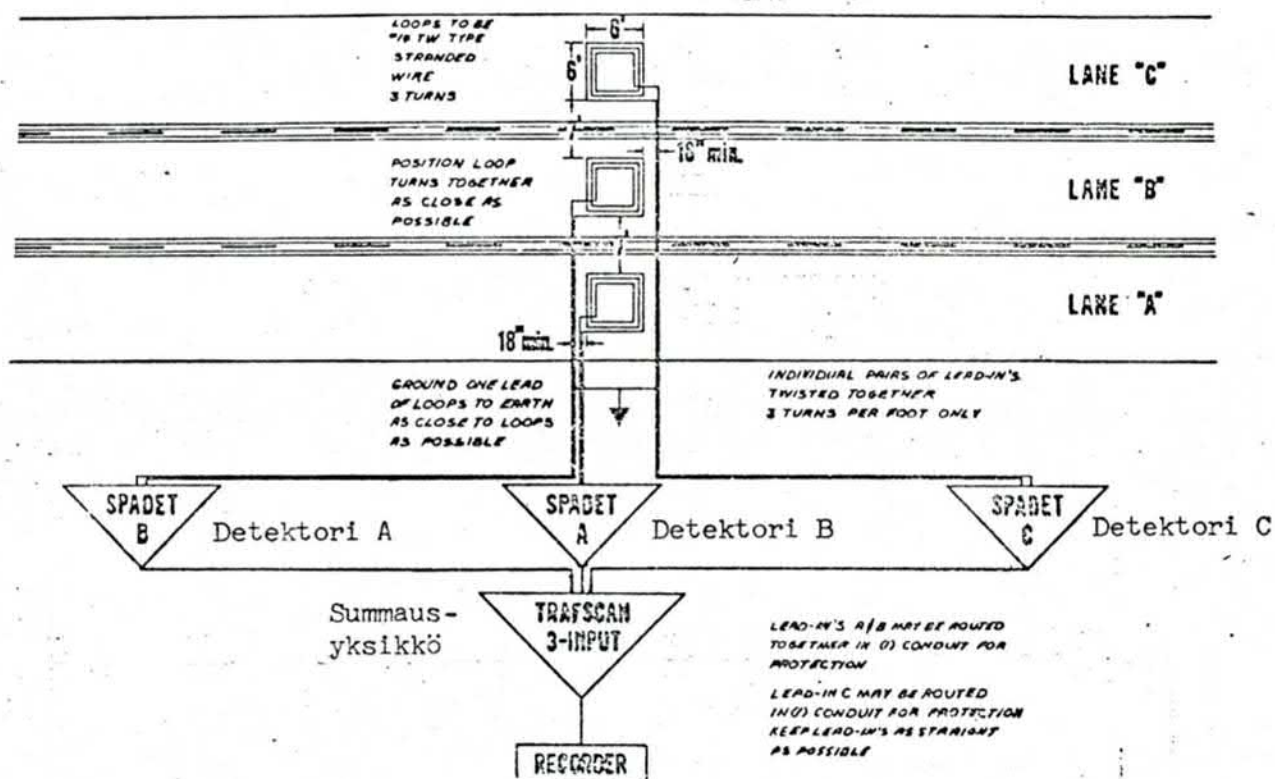


Abb. 165 Infrarotsonde (Honeywell): Über- und Unterzählungen sowie effektive Abweichungen der automatischen gegenüber einer manuellen Zählung

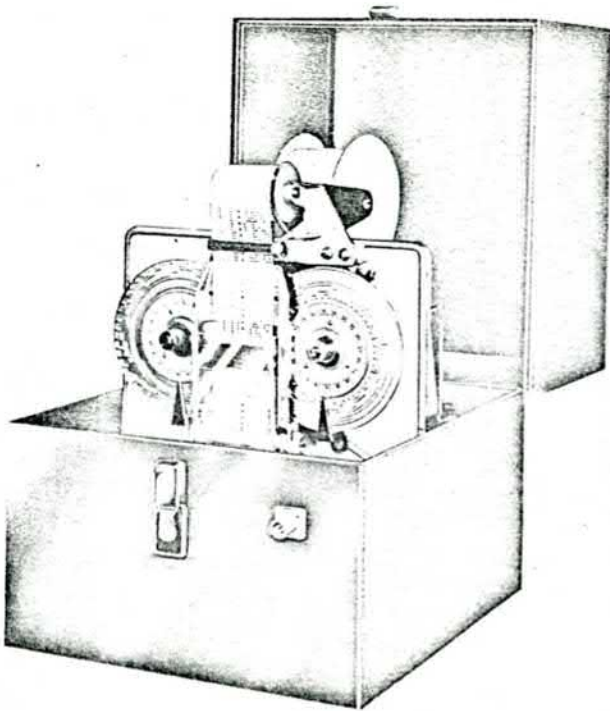
Kuva 8. Infrapunasondi-ilmaisimen tarkkuuksia



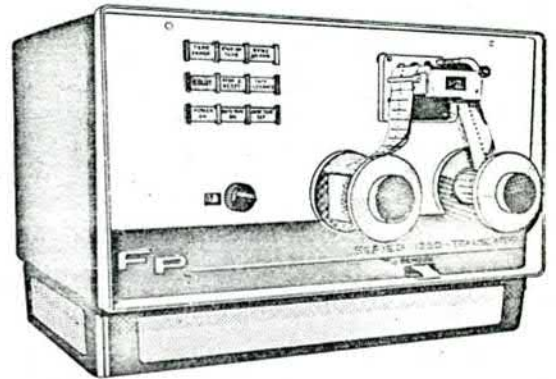
Laskenta- ja rekisteröintilaitte

Kuva 9. Eri kaistojen laskennan yhdistäminen Trafscan-summausyksiköllä

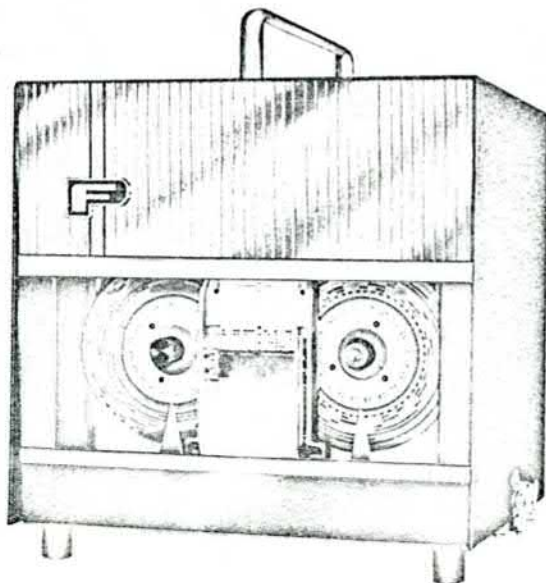
FISCHER & PORTER TRAFFIC COUNTERS



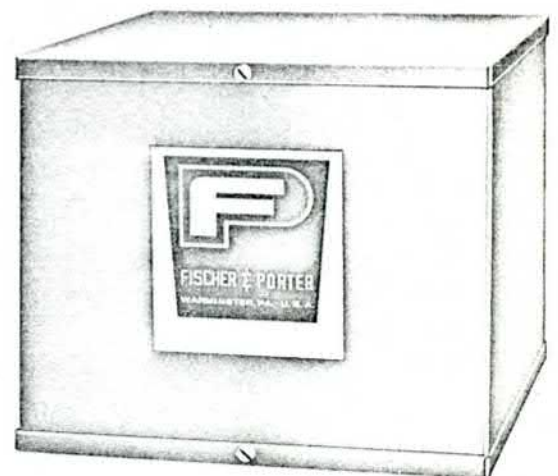
MODEL 1546 RECORDER



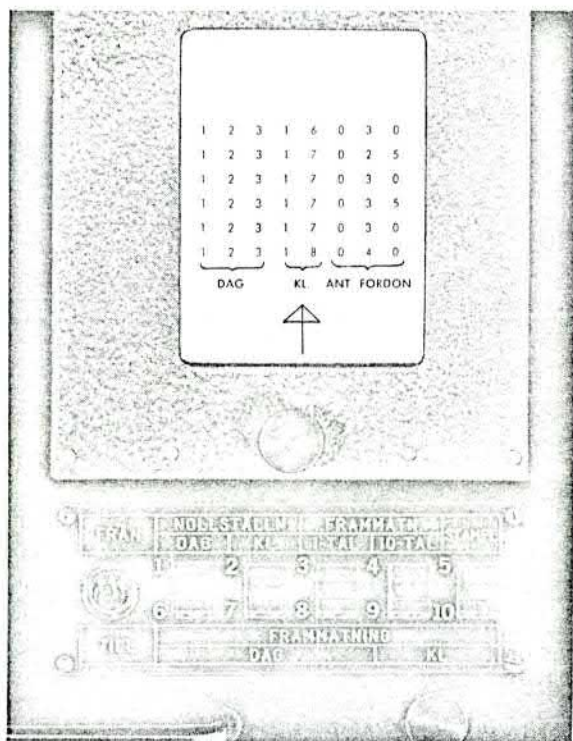
TAPE TRANSLATOR



1544 RECORDER



COUNT SUMMATOR



Läge	Funktion
1.	Om omkopplaren hålls i detta läge några sekunder, nollställs de 3 sifferrullar, som anger (års)-dag.
2.	På samma sätt nollställs här de 2 sifferrullar, som anger tid.
3.	Via en kort tryckning erhålles en matning på impulsvisaren, varvid visaren flyttas ett steg (motsvarar en hjulaxel, eller vid slingmatn. ett fordon).
4.	Här registreras vid en kort tryckning en framflyttning på räkneverket (motsvarande 10 bilar).
5.	Avstämpling av räkneverkets talvärde erhålles vid en kort tryckning. Efter varje avstämpling nollställs fordonsräkneverket automatiskt.
6.)	Vid en tryckning åt dessa lägen erhålles en framflyttning av dagantalet. läge 6 = 100-tal " 7 = 10-tal " 8 = 1-tal Ex. En tryckning åt lägena 6, 7, och 8 ger dag nr 111.
7.)	
8.)	
9.)	På liknande sätt matas här timräkneverket. Klockan ger automatiskt en flyttningssimpuls till tidtryckverket då minutvisaren befinner sig mellan hel timma och fem minuter över hel timma. Av denna anledning måste man beakta, att om starten sker vid hel timma skall förutvarande timangivning inmatas i tryckverket. Klockan växlar automatiskt timangivning inom det därpå följande 5 min.-intervallet.
10.)	

Stämplingsserien på bilden ovan innehåller följande data:

Dag	Kl	Ant. fordon	Dag	Kl	Ant. fordon
123	16	030	123	17	035
123	17	025	123	17	030
123	17	030	123	18	040

Stämplingar med 15 min. intervaller under en timme

123	dagen	1700—1715	250	fordon
123	"	1715—1730	300	"
123	"	1730—1745	350	"
123	"	1745—1800	300	"

Kuva 11. Hallda TC-2:n tulostus

MODEL					
RCT					
Prints at 15 MINUTE intervals—accumulating to the hour and resets					
	12P	0	1	4	6
HOURLY TOTAL →	12P	0	4	8	7
11:45 A.M. →	11A	0	2	2	0
11:30 A.M. →	11A	0	1	6	6
11:15 A.M. →	11A	0	0	3	2
HOURLY TOTAL →	11A	0	9	2	7

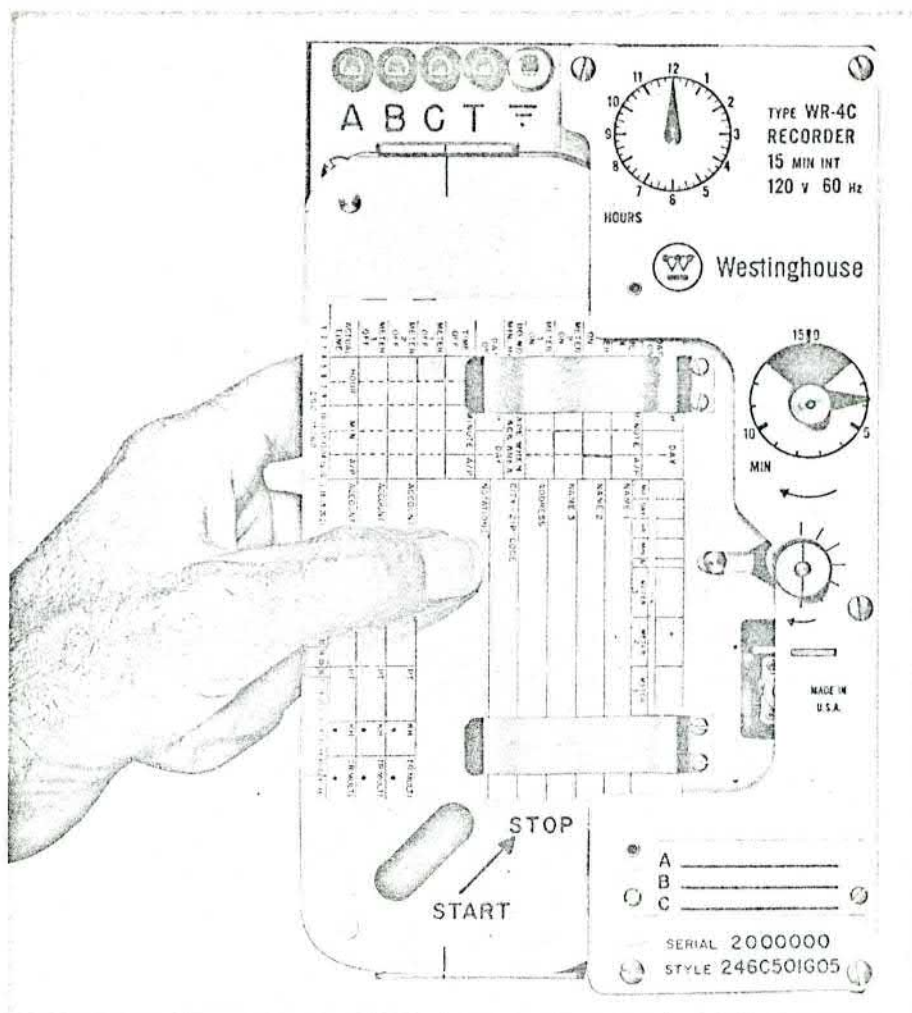
Kuva 12. RCT-laskentalaitteen tulostusnauha

00000	00004	00012	00055	208	02 00
00001	00005	00012	00051	208	01 45
00001	00007	00011	00046	208	01 30
00002	00006	00010	00039	208	01 15
00001	00006	00008	00033	208	01 00
00002	00007	00007	00027	208	00 45
00003	00008	00005	00020	208	00 30
00002	00012	00002	00012	208	00 15
00002	00008	00326	00047	207	00 00
00005	00012	00324	00039	207	23 45
00004	00010	00319	00027	207	23 30
00004	00011	00315	00017	207	23 15
00004	00014	00311	00006	207	23 00
00005	00015	00307	00002	207	22 45
00012	00021	00302	00077	207	22 30
00006	00015	00290	00056	207	22 15
00001	00008	00284	00041	207	22 00
00001	00007	00283	00033	207	21 45
00002	00009	00282	00026	207	21 30
00003	00008	00280	00017	207	21 15
00003	00010	00277	00009	207	21 00
00003	00011	00274	00099	207	20 45
00004	00011	00271	00088	207	20 30
00004	00012	00267	00077	207	20 15
00004	00012	00263	00065	207	20 00
00005	00012	00259	00053	207	19 45
Intervallzähler		Tagessummenzähler		Tag	Uhr-
1	2	1	2	Nr.	zeit

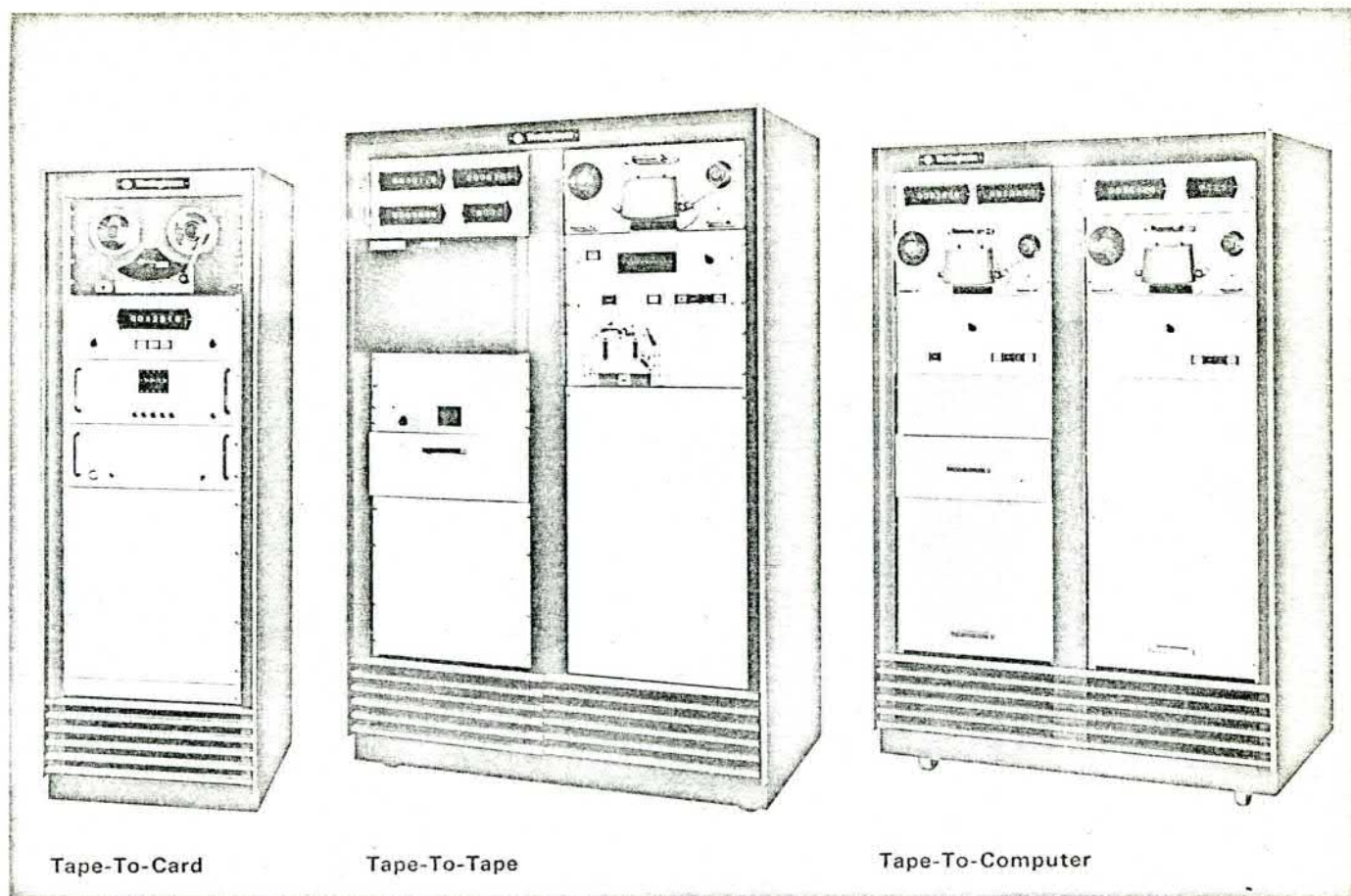
Kuva 13. Elmeg ZG-7:n tulostusnauha

23.21 999
 1043 1042 1043 1044 1043 1044 1045 1046
 0817 1046 1046 1047 1048 1048 1046 1047
 23.22 999
 0822 0817 0812 0808 0804 0799 0795 0790
 0784 0781 0777 0773 0768 0764 0761 0758
 23.23 999
 4287 4287 4287 4287 4286 4287 4287 4286
 4287 4287 4287 4287 4286 4287 4286 4285
 23.30 999
 6133 6133 6133 6133 6133 6133 6133 6133
 6133 6133 6133 6133 6133 6132 6132
 23.40 999
 6133 6134 6133 6133 6134 6133 6133 6134
 6133 6133 6134 6133 6134 6133 6132 6133
 23.50 999
 6136 6136 6135 6136 6136 6135 6136 6136
 6135 6136 6136 6135 6136 6136 6135 6135
 00.00 000
 6134 6134 6134 6134 6135 6134 6134 6134
 6134 6134 6134 6134 6134 6134 6133 6133
 00.10 000
 6134 6134 6134 6134 6134 6135 6134 6134
 6135 6134 6134 6135 6134 6134 6134 6133
 00.20 000
 6133 6132 6132 6133 6132 6132 6133 6132
 6132 6133 6132 6132 6133 6132 6131 6132
 00.30 000
 6135 6135 6134 6135 6135 6134 6135 6134
 6134 6135 6134 6134 6135 6134 6133 6134
 00.40 000
 6135 6135 6134 6135 6135 6135 6135 6134
 6134 6135 6135 6135 6135 6134 6134 6134
 00.50 000
 6137 6137 6137 6137 6137 6137 6137 6137
 6137 6137 6137 6137 6138 6137 6136 6137
 01.00 000
 6135 6135 6136 6135 6135 6135 6135 6136
 6145 6135 6135 6135 6135 6136 6134 6134
 01.10 000
 6134 6133 6134 6133 6133 6134 6133 6133
 6134 6133 6133 6134 6133 6134 6133 6132
 01.20 000
 6138 6137 6138 6138 6137 6138 6137 6137
 6138 6137 6137 6138 6137 6138 6137 6136
 01.30 000
 6134 6133 6134 6134 6133 6134 6133 6133
 6134 6133 6133 6134 6133 6133 6133 6132
 01.40 000

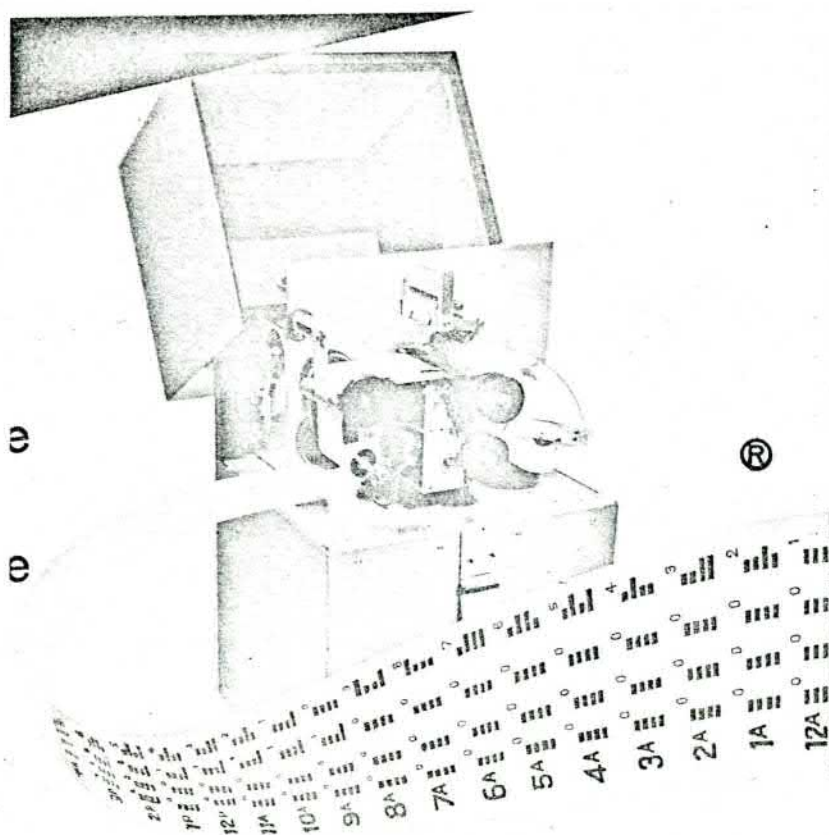
Kuva 15. Prodata DTB 64:n tulostus käännettynä reikänauhalla kaukokirjoittimella numeroarvoiksi



Kuva 16a. Pulse Receiver WR-4

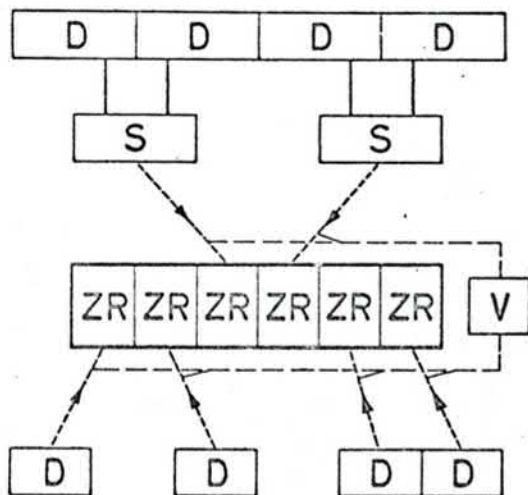


Kuva 16b. Pulse Receiver WR-4:n magneettinauhan kääntäjät

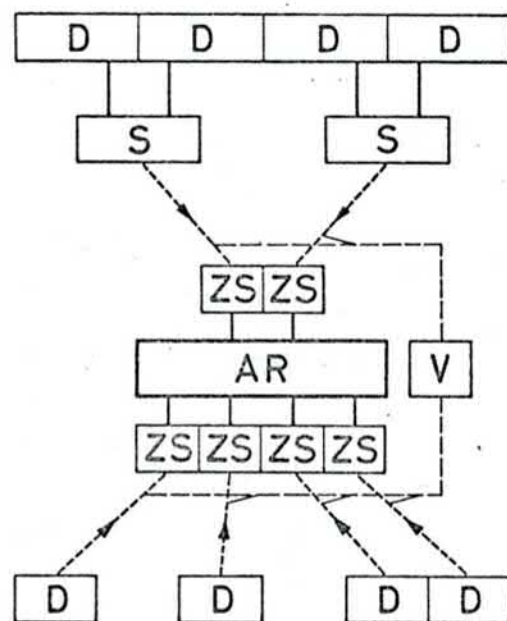


Kuva 17. Streeter Amet'in Recodet-laskentalaite

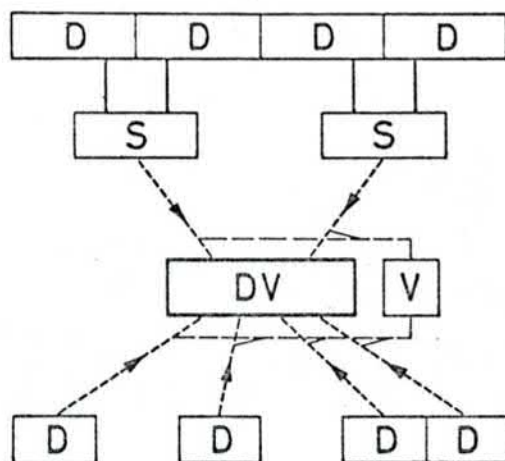
Yksittäisrekisteröinti
a. Einzelregistrierung



Yhteisrekisteröinti
b. Sammelregistrierung



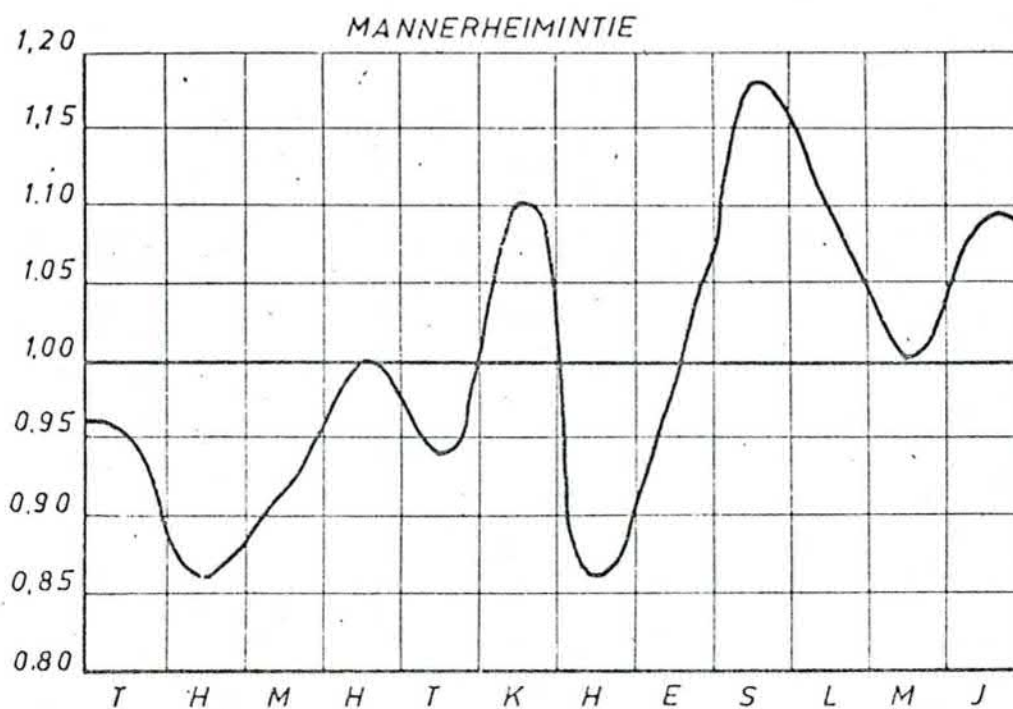
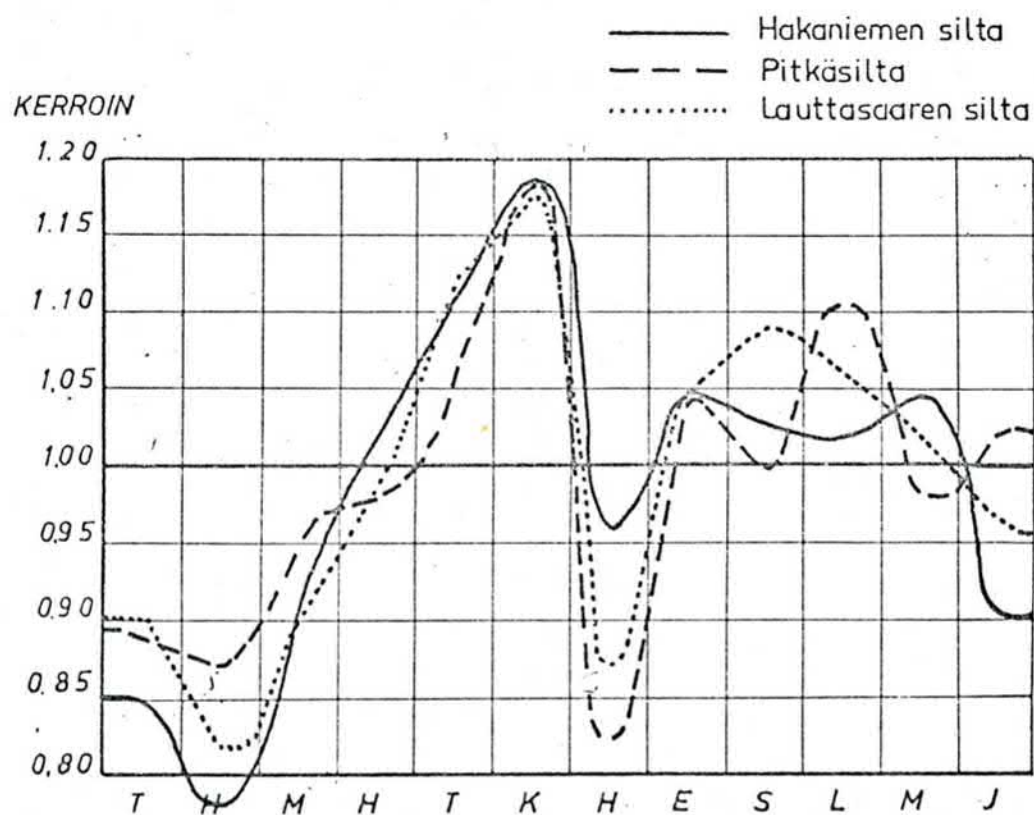
Suora tietojen käsittely
c. Direktauswertung



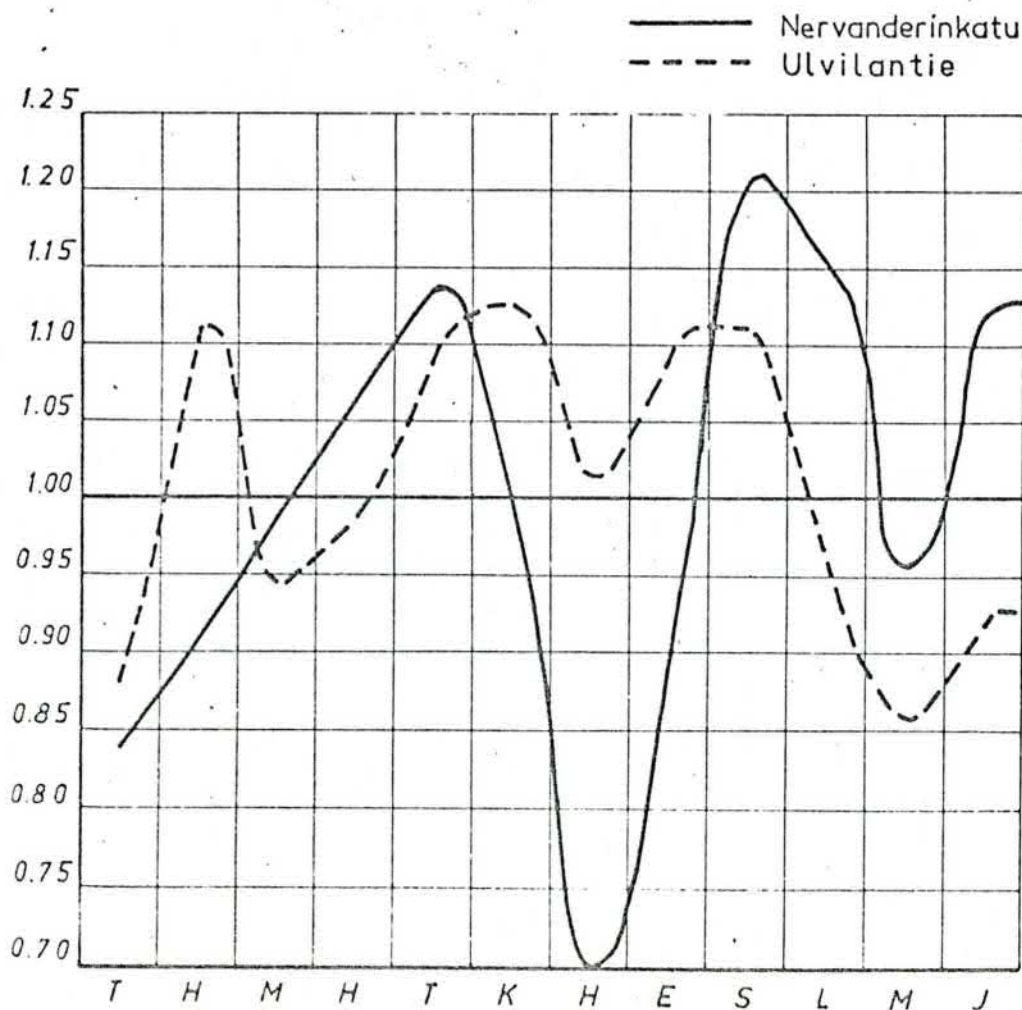
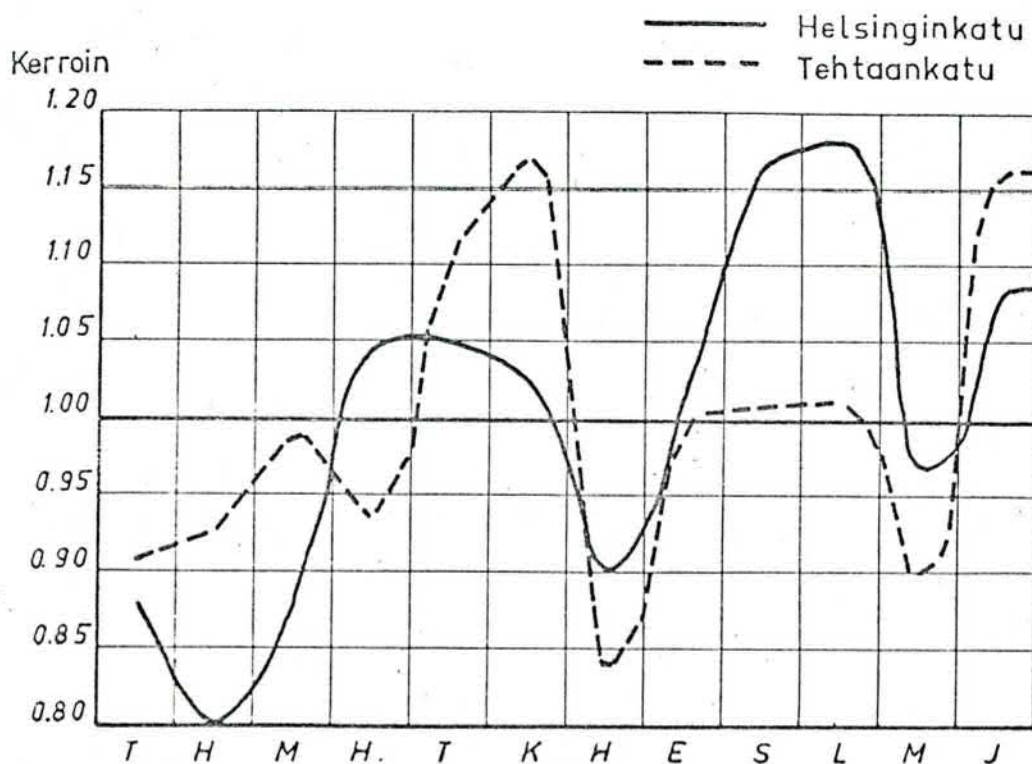
D = Detektor
S = Summiereinheit
ZR = Zähl- und Registriereinheit
V = Verstärkereinheit
ZS = Zählerpeicher
AR = Abfrage- und Registriereinheit
DV = Datenverarbeitungsanlage

Abb. 105 Aufbau automatischer Verkehrszählanlagen bei Fernzählungen

HENKILÖAUTOLIIKENTEEN KUUKAUSIVAIHTELUT ERÄILLÄ SISÄ- KEHÄN YLITTÄVILLÄ PÄÄVÄYLILLÄ 1964



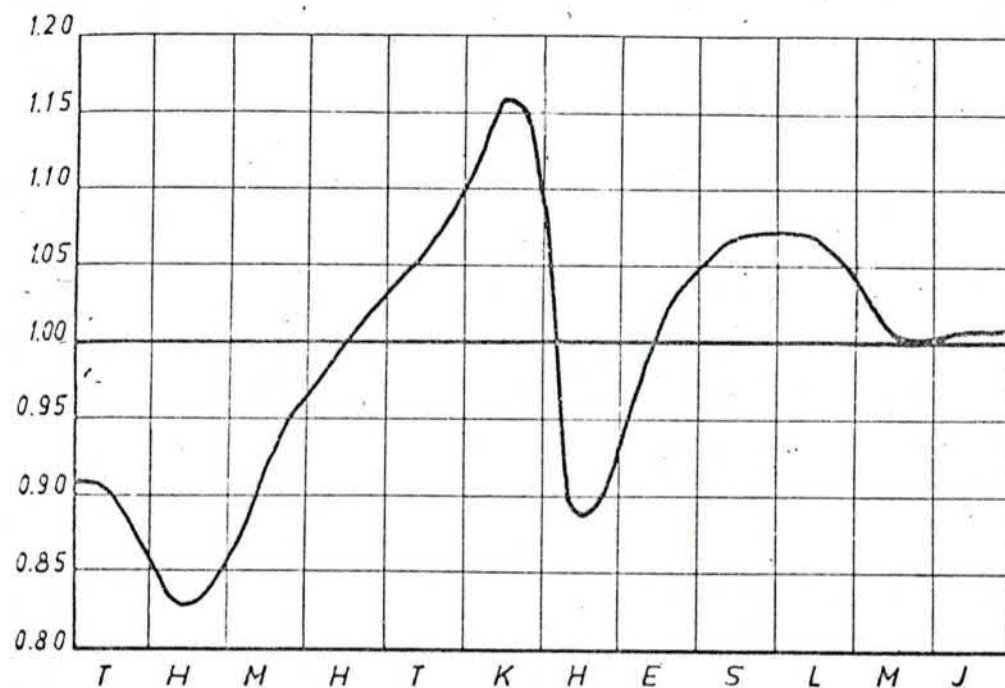
HENKILÖAUTOLIIKENTEEN KUUKAUSIVAIHTELUT ERÄILLÄ KOKOOJA- JA ASUNTOKADUILLA 1965



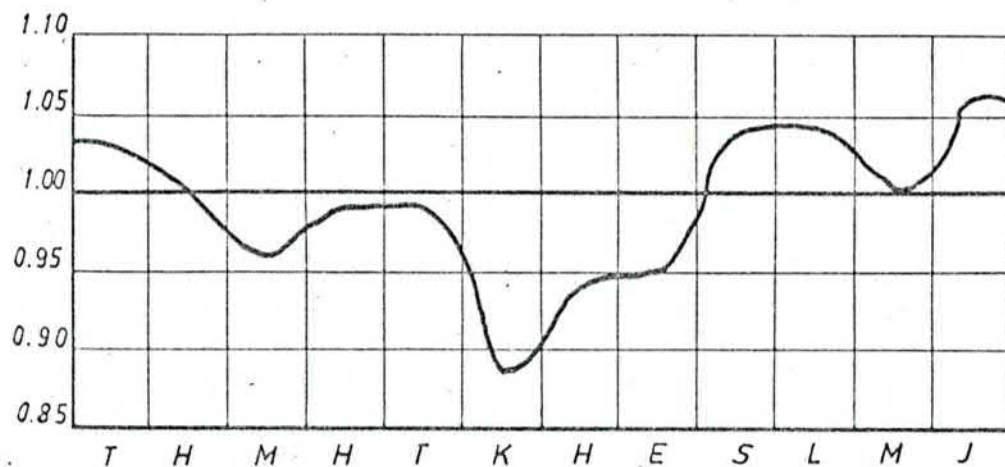
YHTEENVETO LIIKENTEEN KUUKAUSIVAIHTELUISTA SISÄKE- HÄLLÄ 1964

HAKANIEMEN SILTA – PITKÄSILTA – LAUTTASAAREN SILTA – MANNERHEIMINTIE

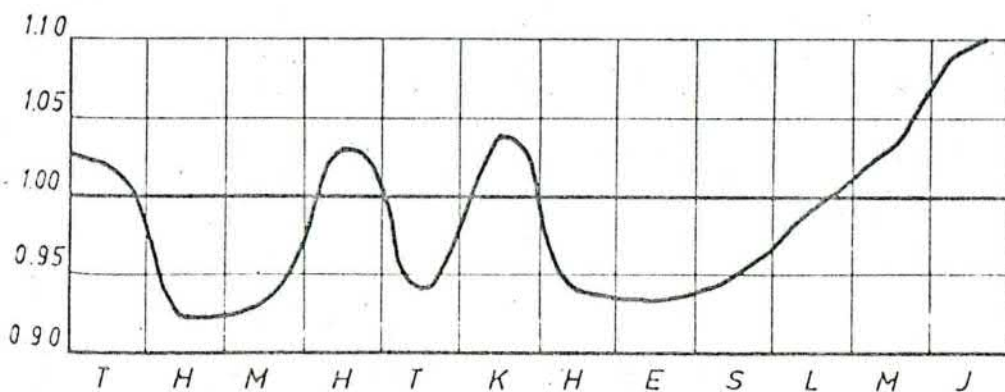
KERROIN



HENKILÖAUTOT

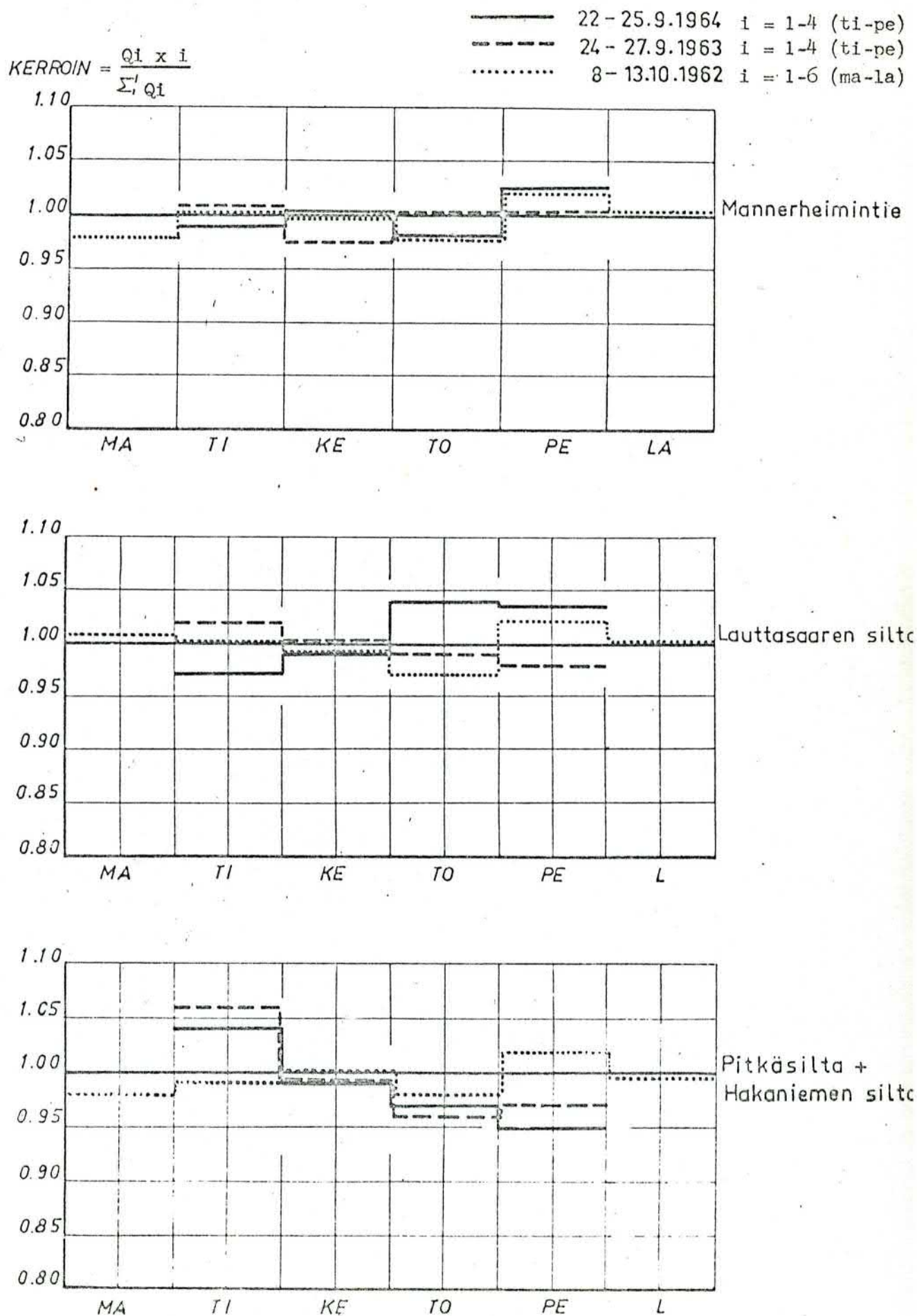


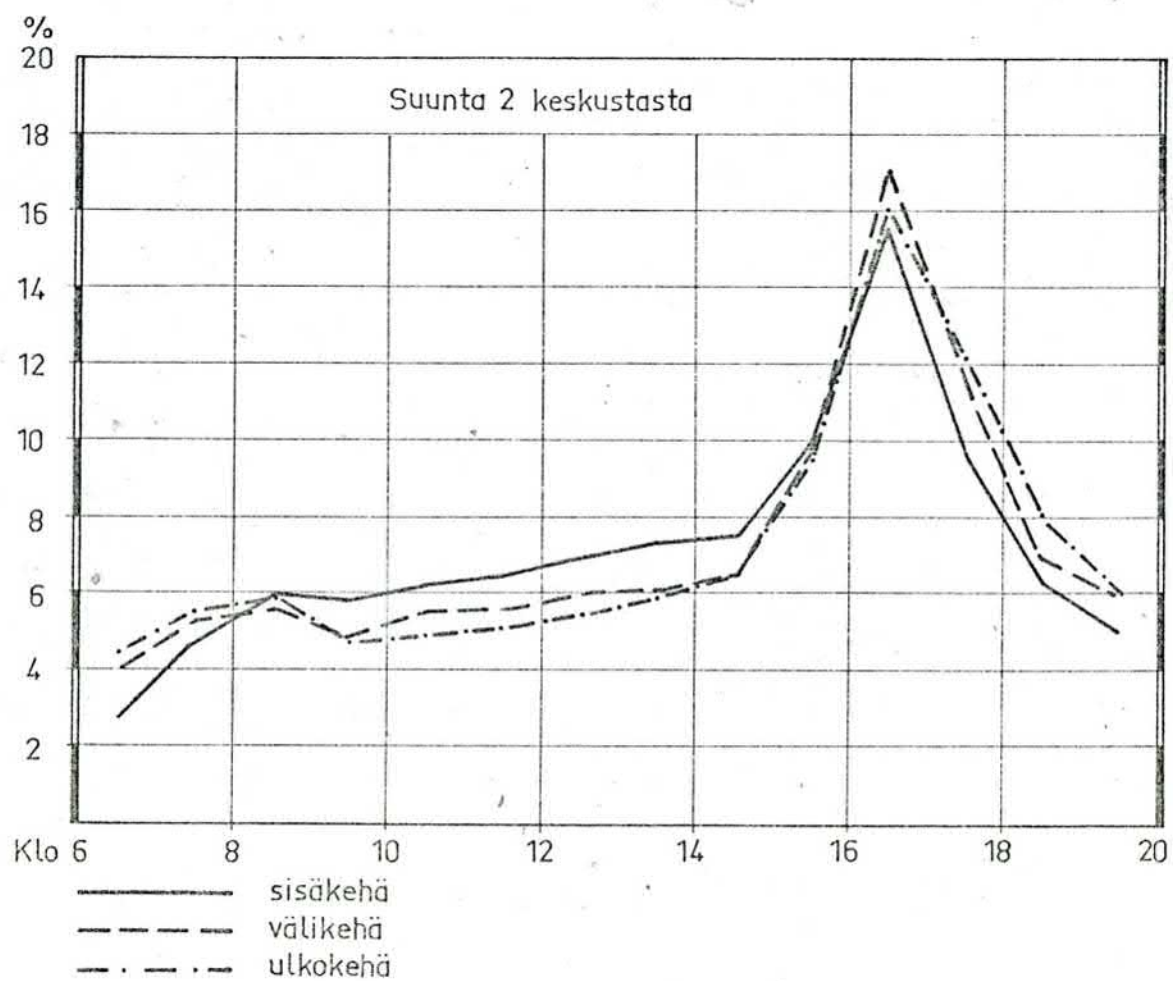
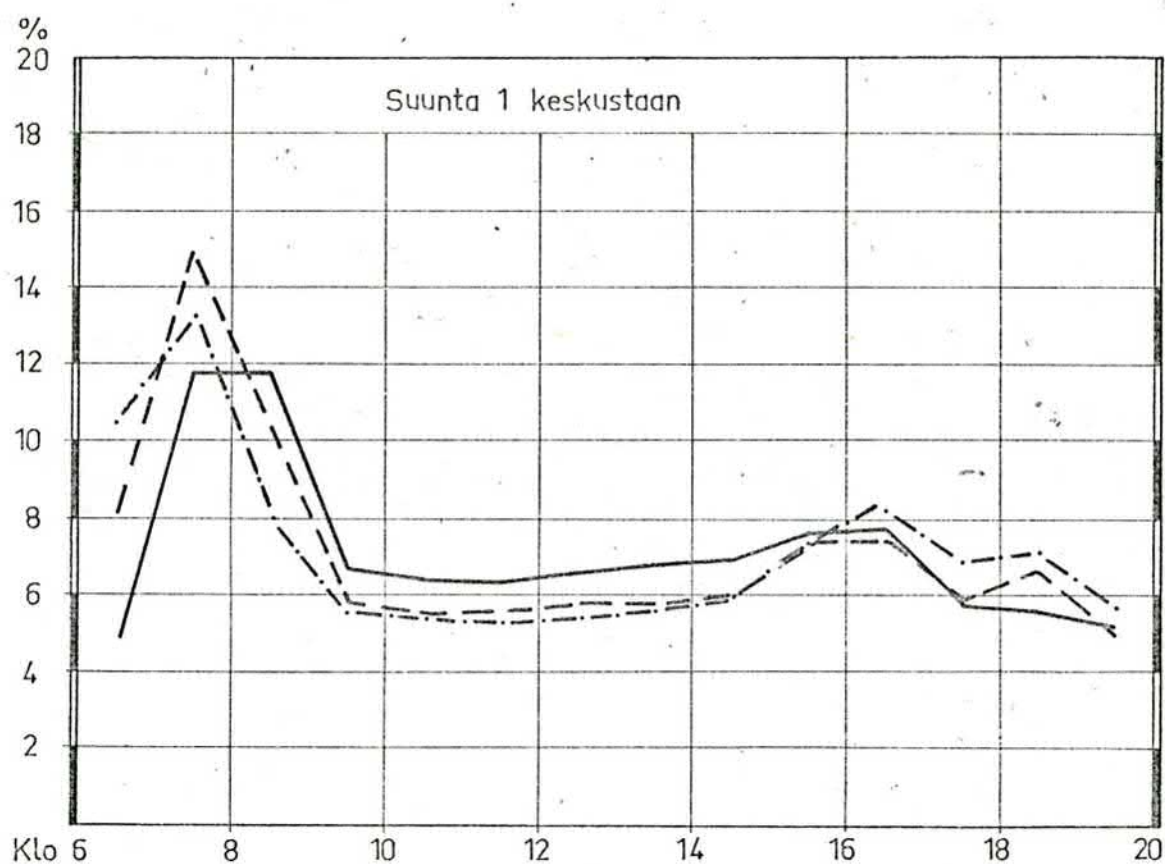
LINJA-AUTOT



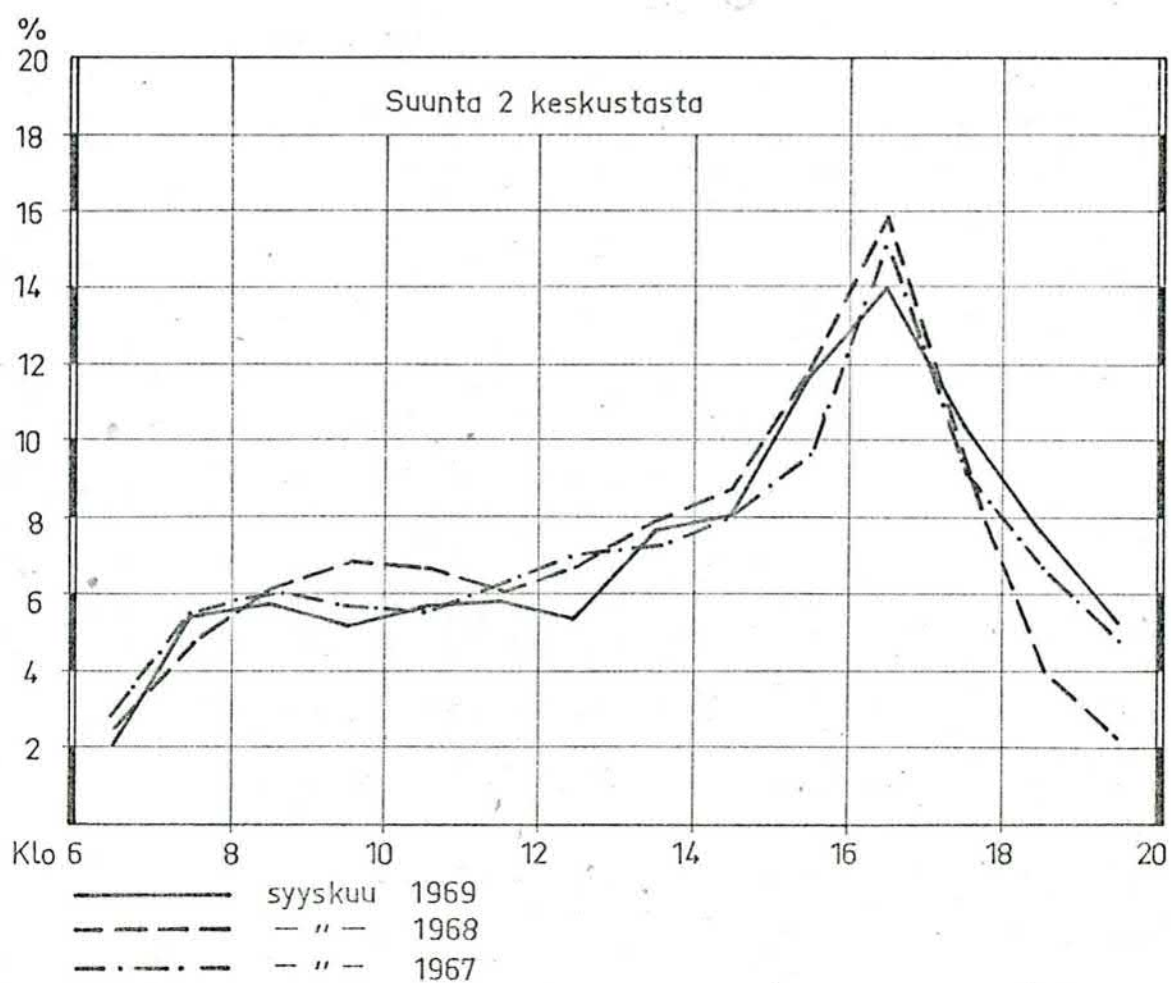
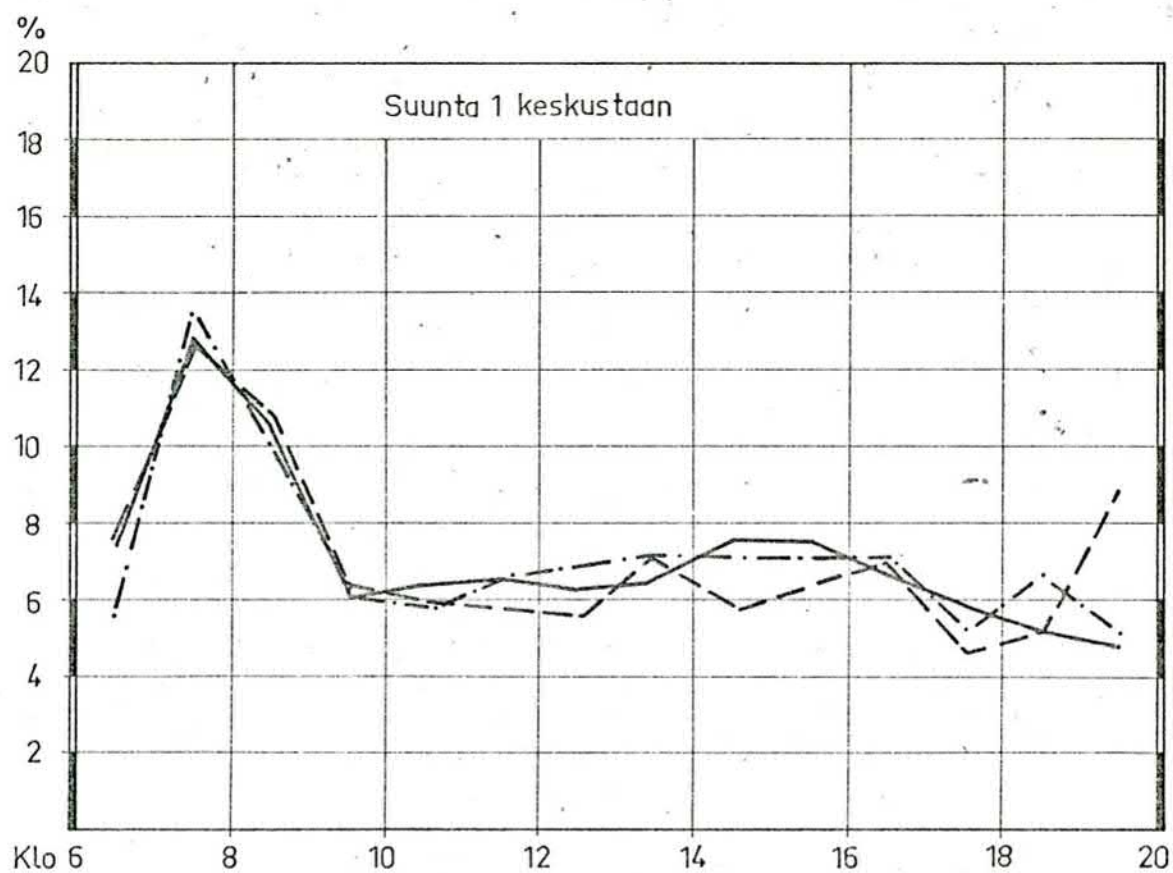
KUORMA-JA
REKKA-AUTOT

VIIKONPÄIVÄVAIHTELUT ERÄILLÄ SISÄKEHÄN YLITTÄVILLÄ PÄÄ- VÄYLILLÄ 1962-1964

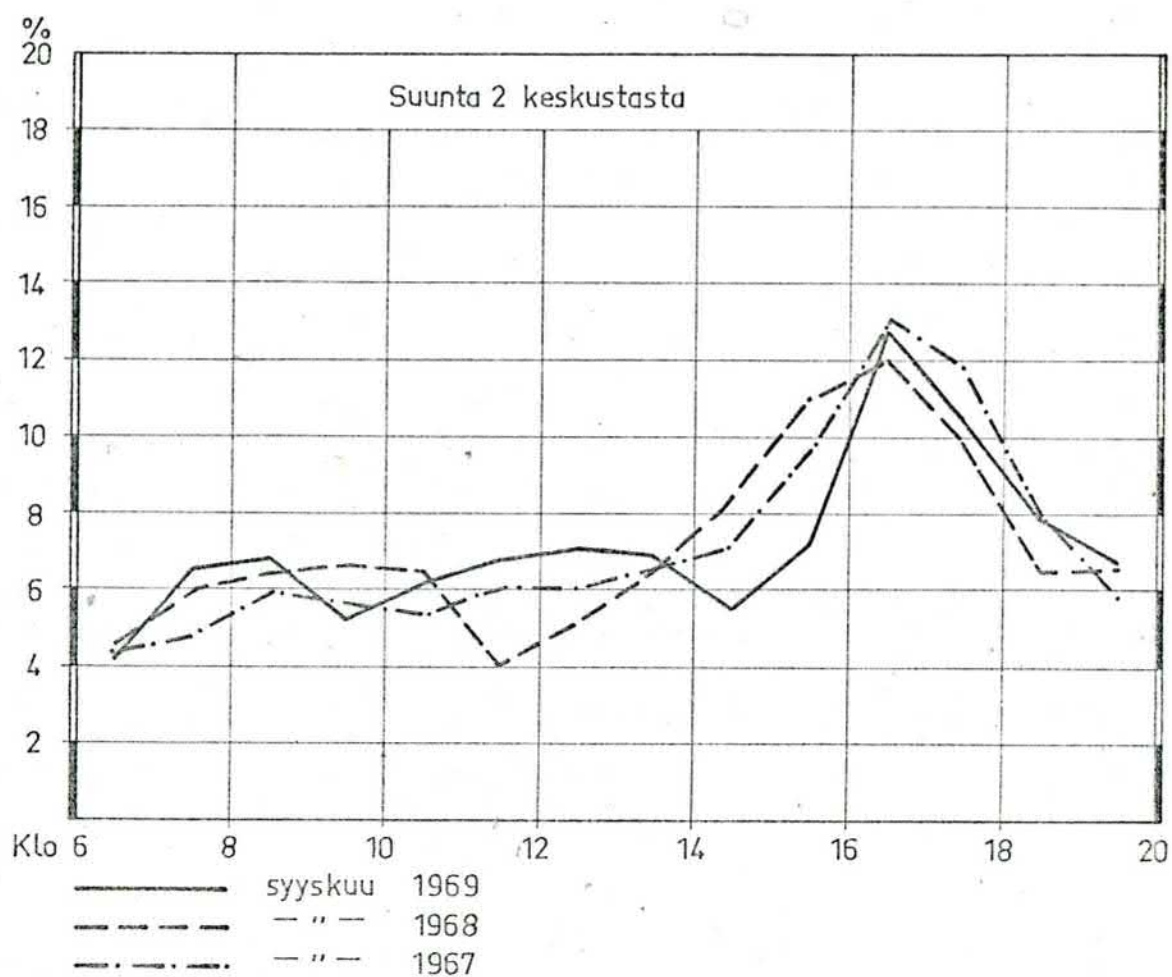
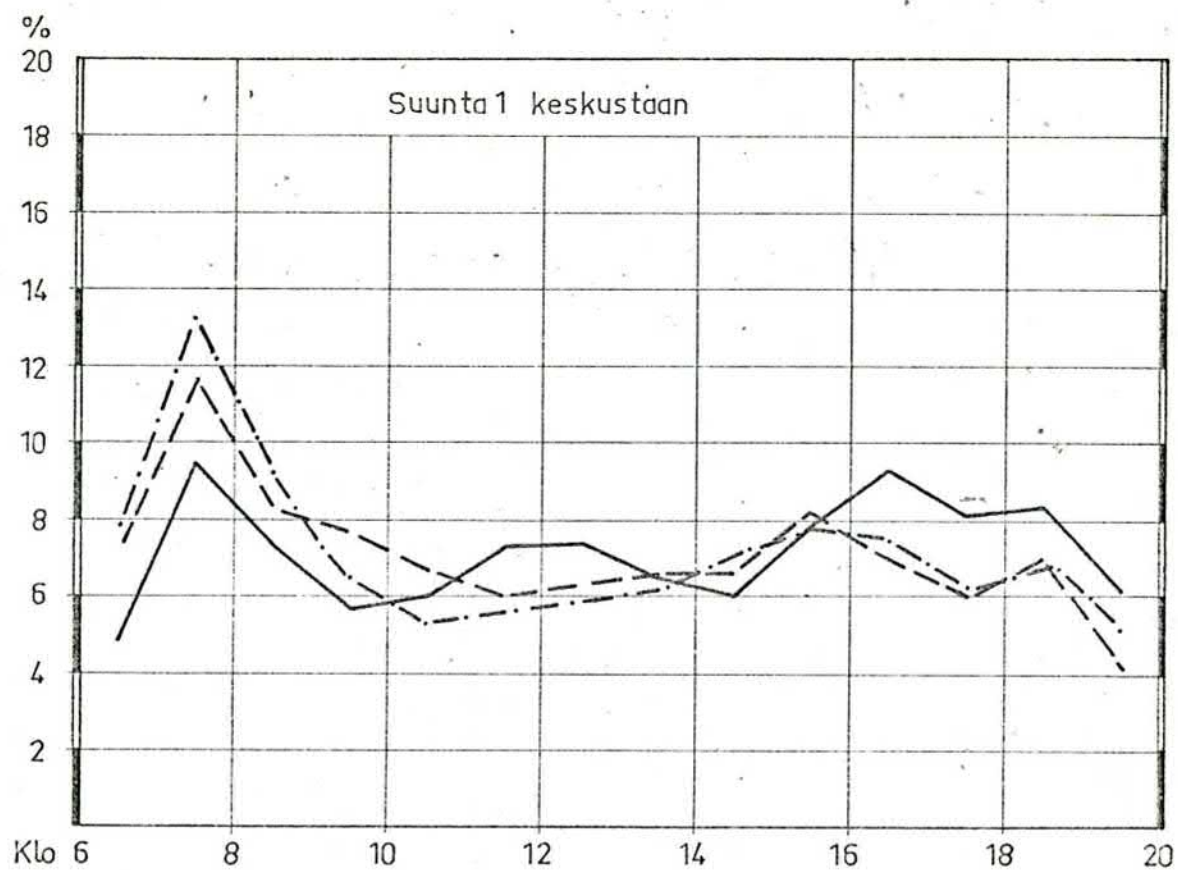




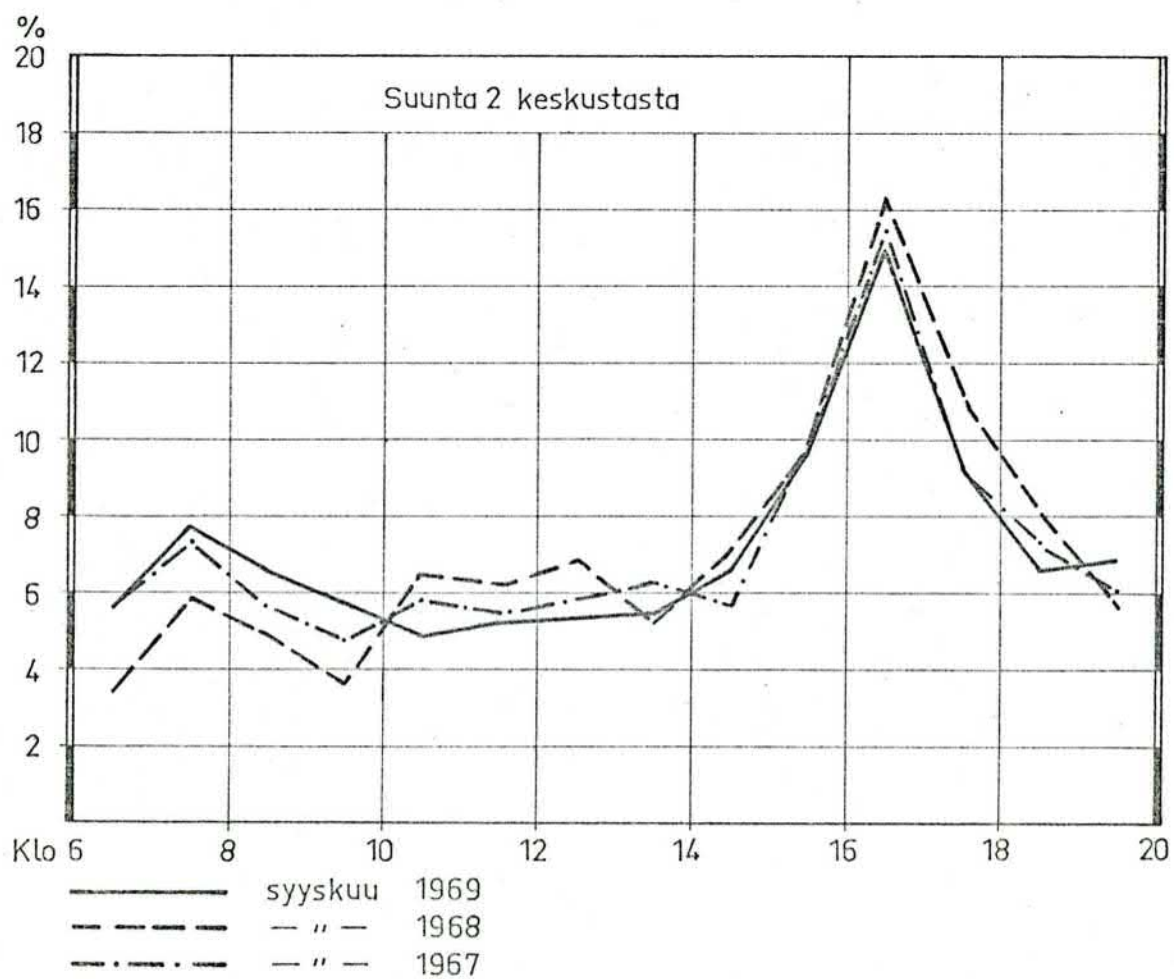
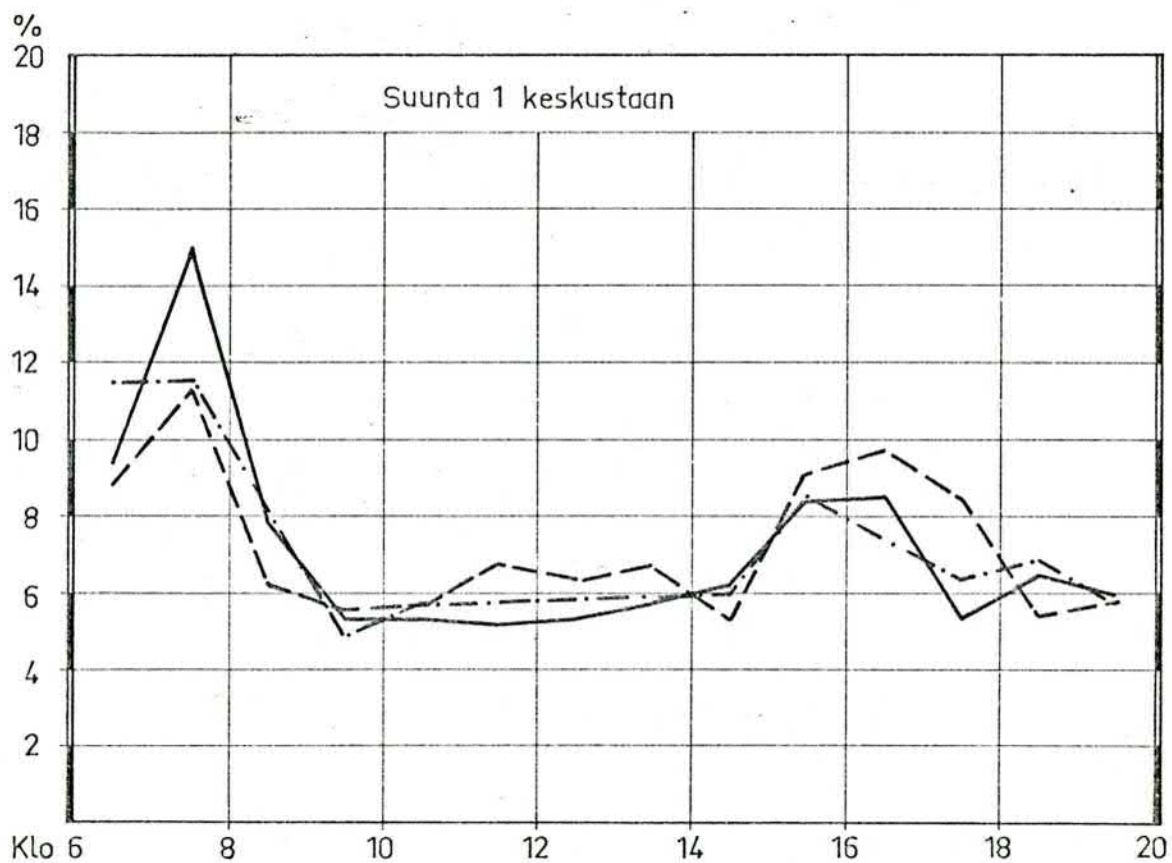
Kehien ajoneuvoliikenteen keskimääräiset tuntivaihtelukäyrät klo 6–20
 (keskimäärin vuosina 1965–1969)



Ajoneuvoliikenteen tuntivaihtelukäyriä eri vuosina Mechelininkadulla
(sisäkehä)

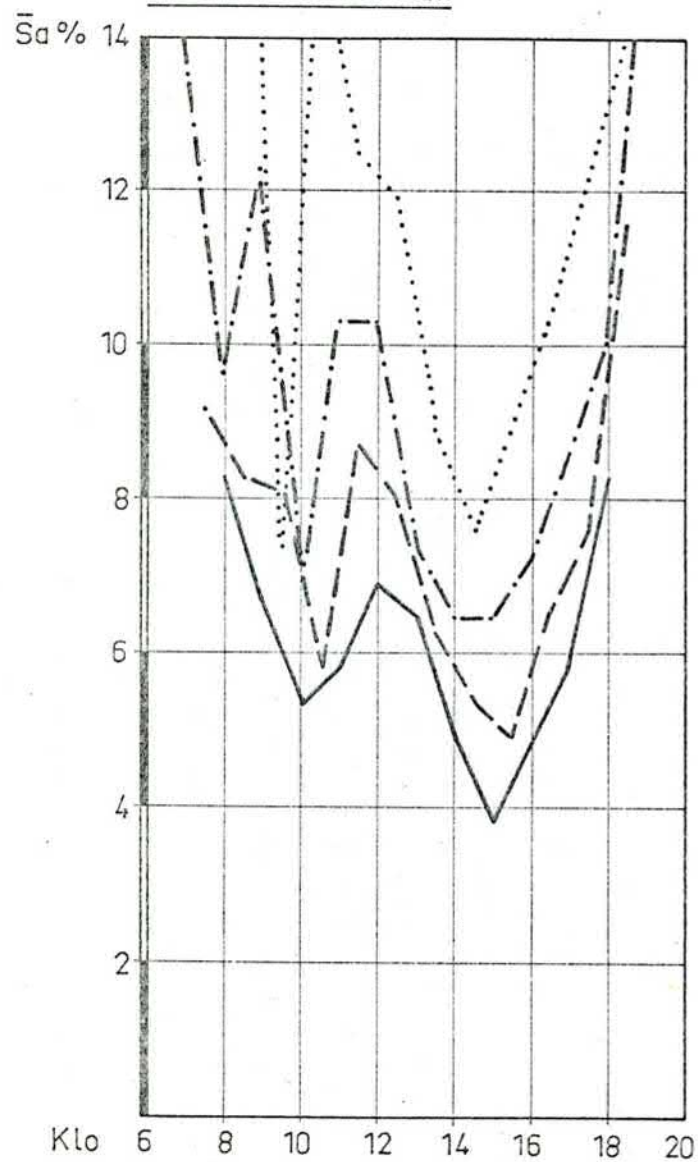


Ajoneuvoliikenteen tuntivaihtelukäyriä eri vuosina Mannerheimintieellä
 (välikehä)



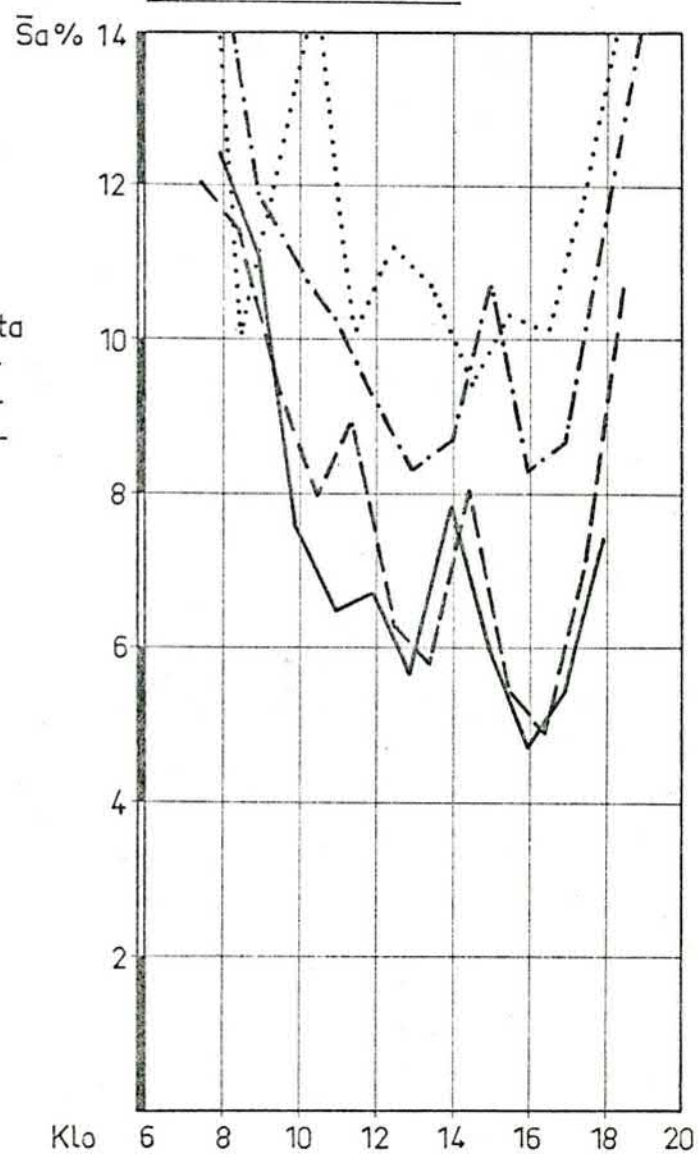
Ajoneuvoliikenteen tuntivaihtelukäyriä eri vuosina Turuntiellä
 (ulkokehä)

Suunta 1 keskustaan



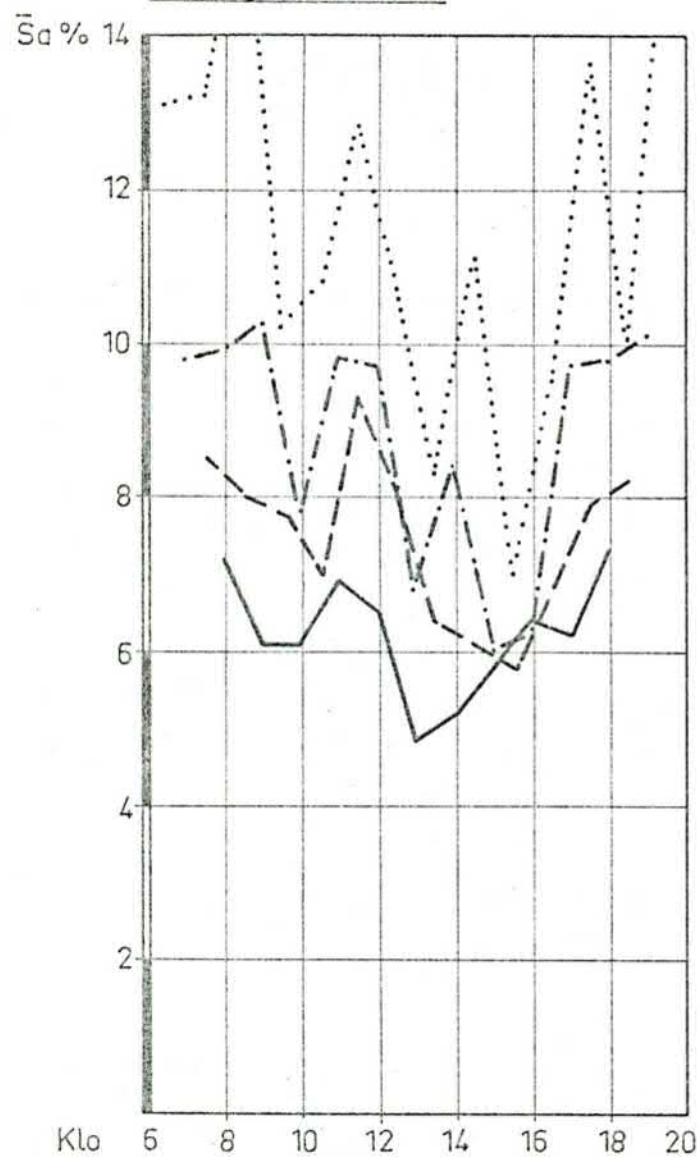
..... 1 tunnin laskenta
 -.-.- 2 -"- -"-
 -.-.- 3 -"- -"-
 -.-.- 4 -"- -"-

Suunta 2 keskustasta



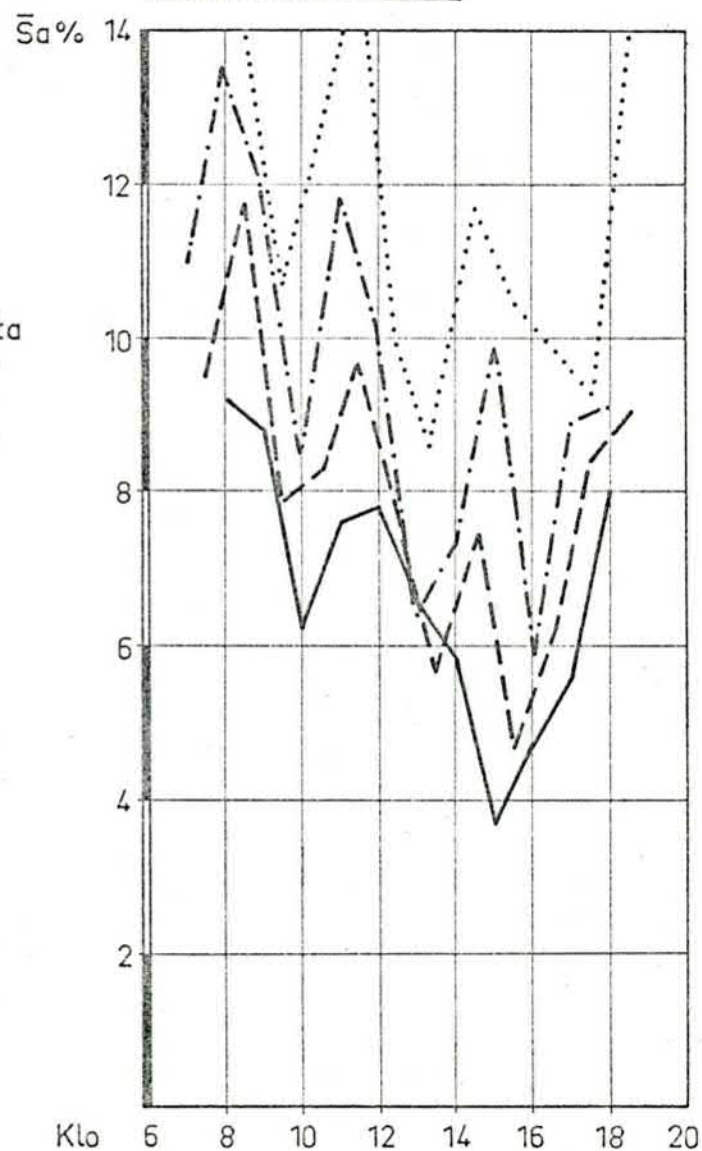
Ajoneuvoliikenteen klo 6–20 tarkkuus 1, 2, 3 ja 4 tunnin laskennan perusteella sisäkehän pisteissä keskimäärin

Suunta 1 keskustaan

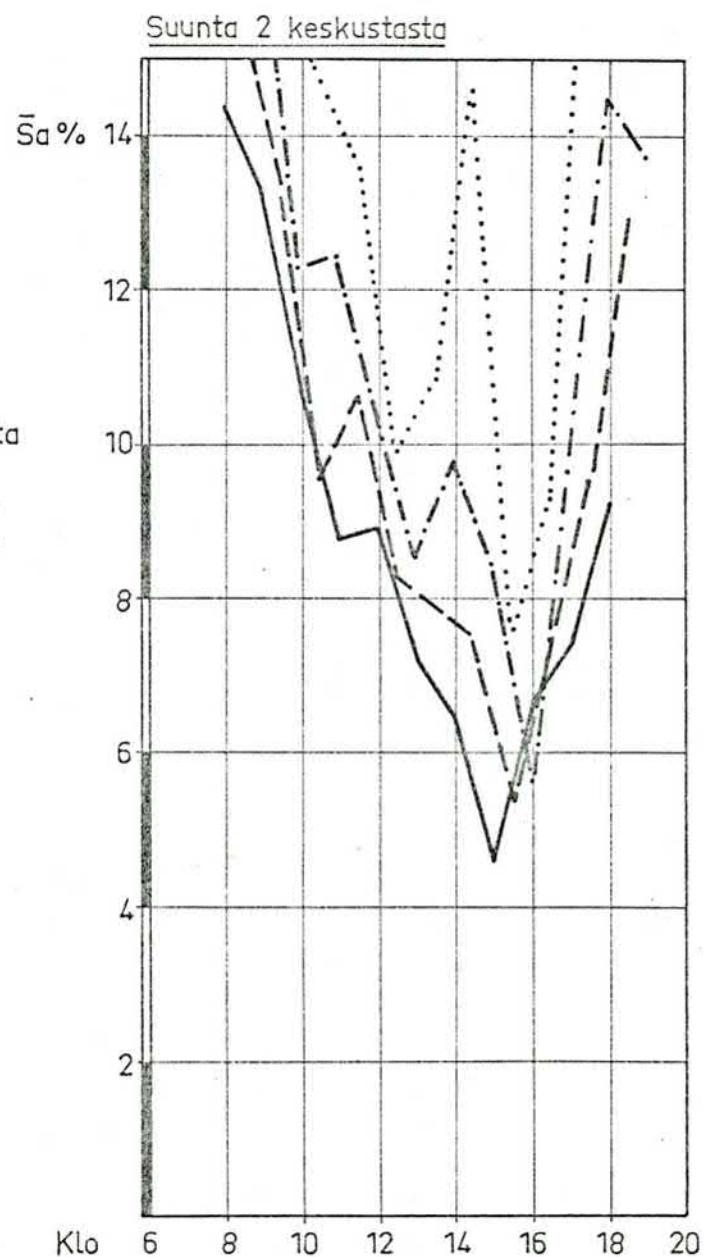
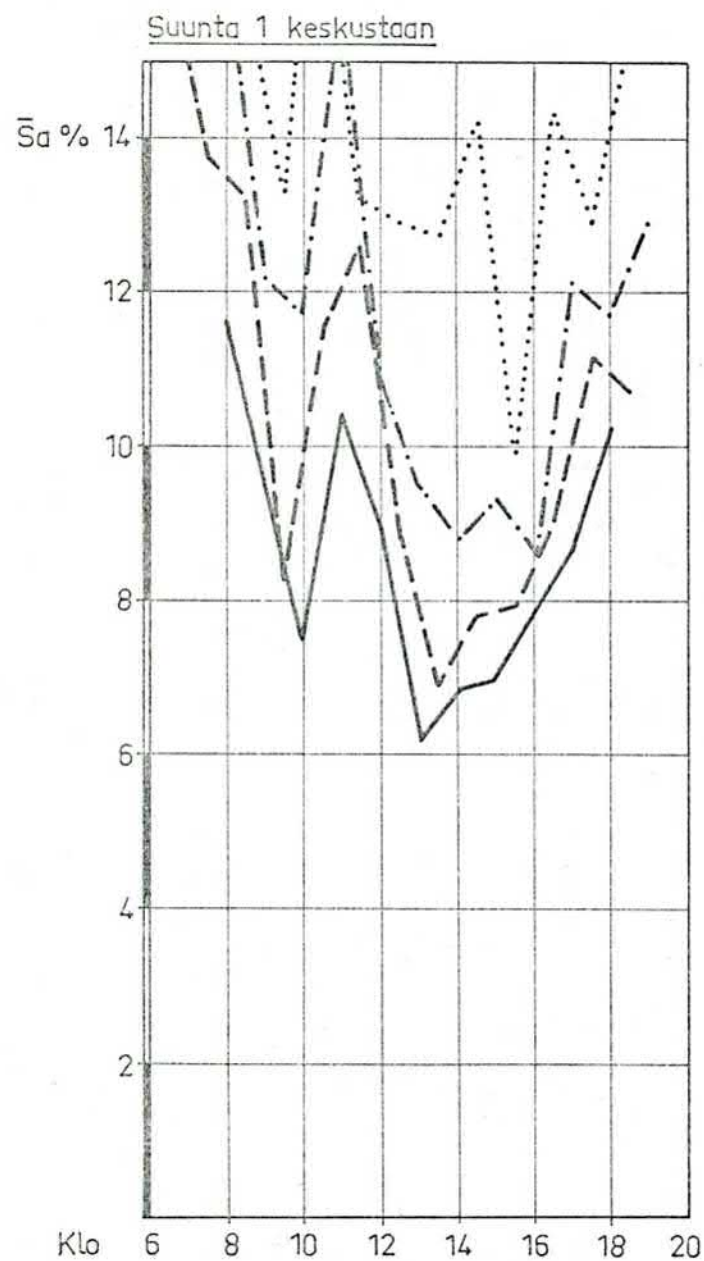


..... 1 tunnin laskenta
 -.-.- 2 -"- -"-
 --- 3 -"- -"-
 — 4 -"- -"-

Suunta 2 keskustasta

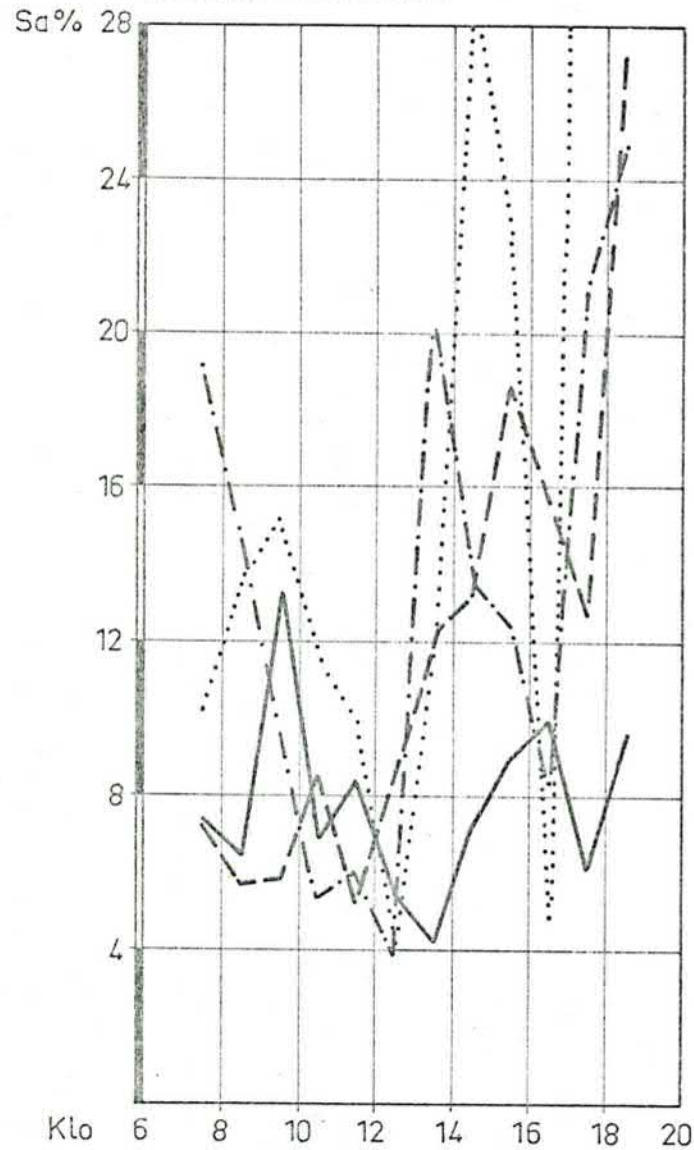


Ajoneuvoliikenteen klo 6–20 tarkkuus 1, 2, 3 ja 4 tunnin laskennan perusteella välikehän pisteissä keskimäärin

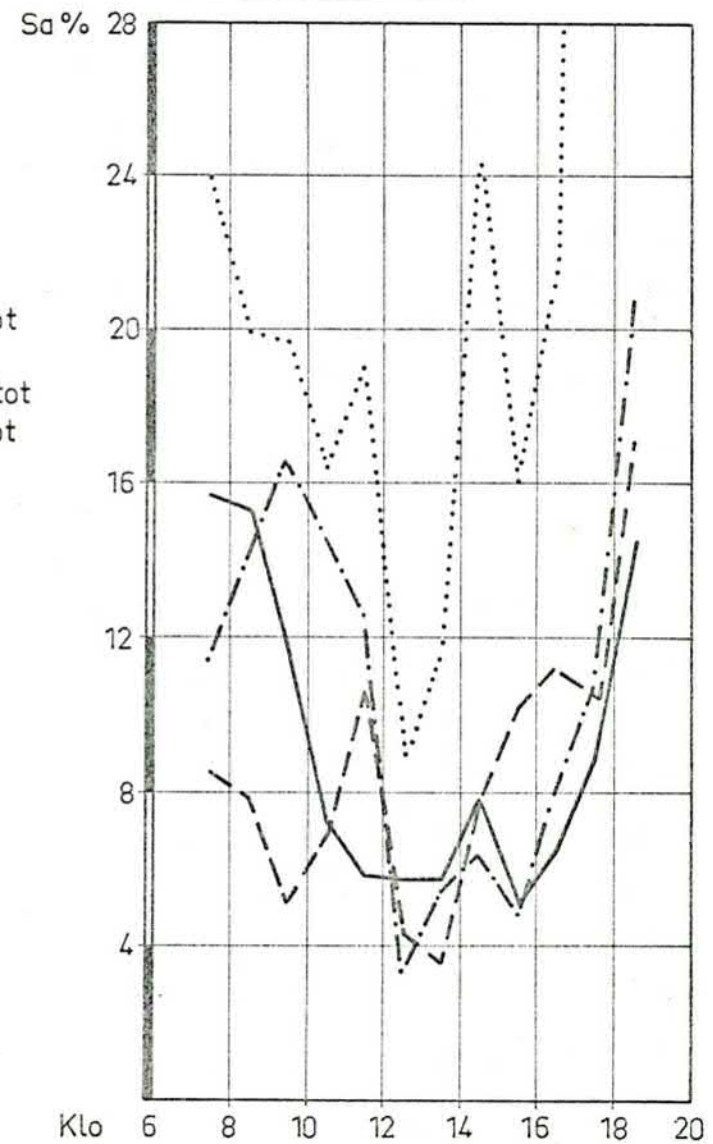


Ajoneuvoliikenteen klo 6–20 tarkkuus 1, 2, 3 ja 4 tunnin laskennan perusteella ulkokehän pisteissä keskimäärin

Suunta 1 keskustaan

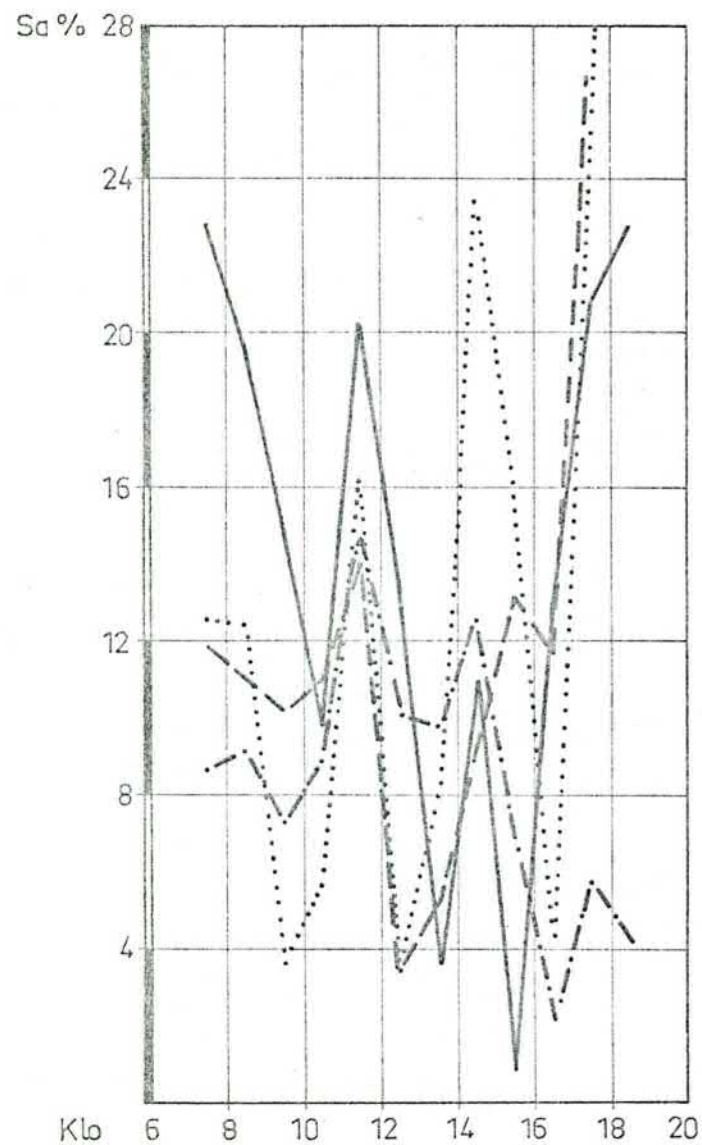


Suunta 2 keskustasta

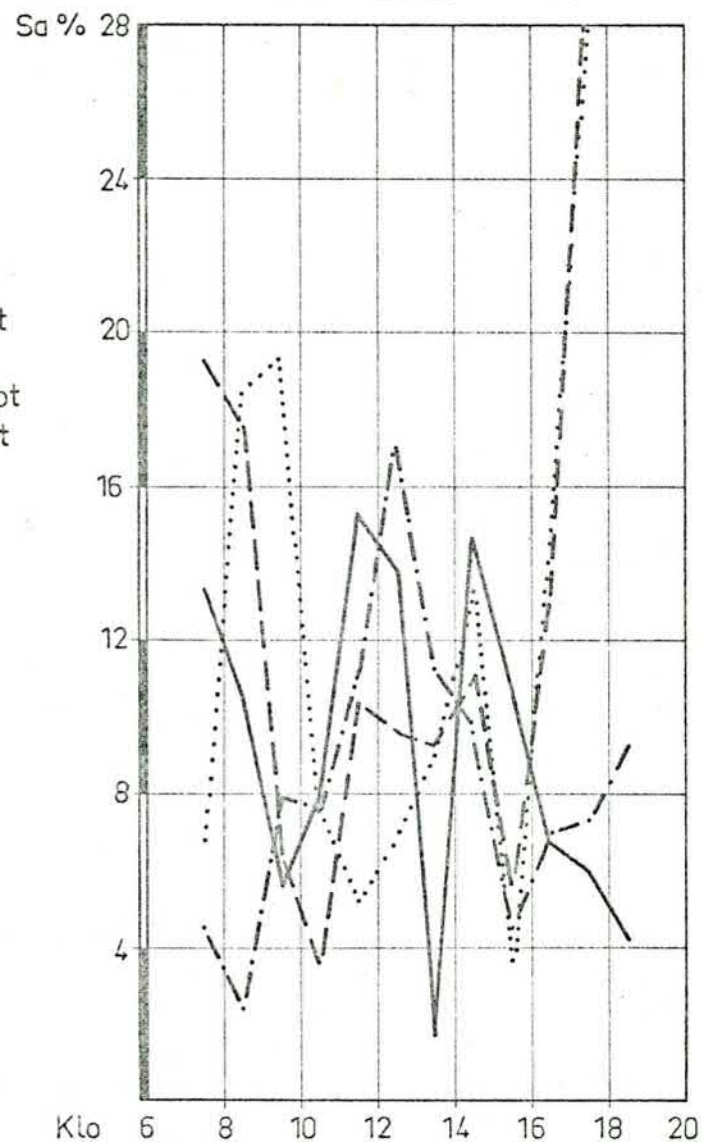


Eri ajoneuvolajien liikenteen klo 6-20 tarkkuus 3 tunnin laskennan perusteella Mäkelininkadulla (sisäkehä)

Suunta 1 keskustaan

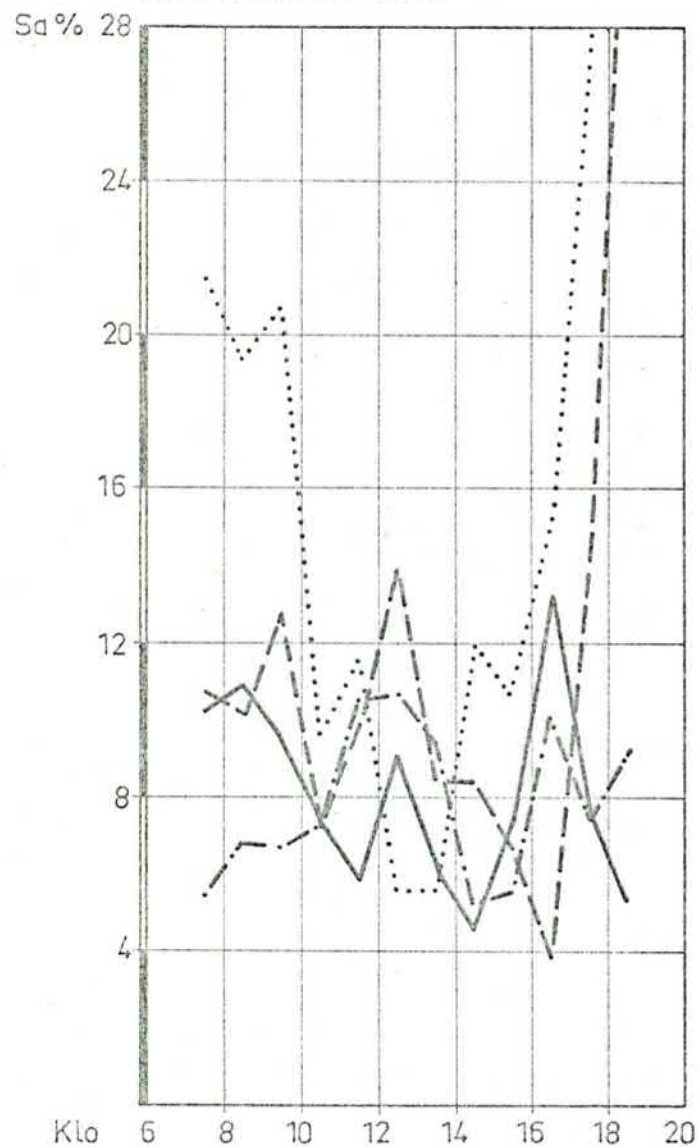


Suunta 2 keskustasta

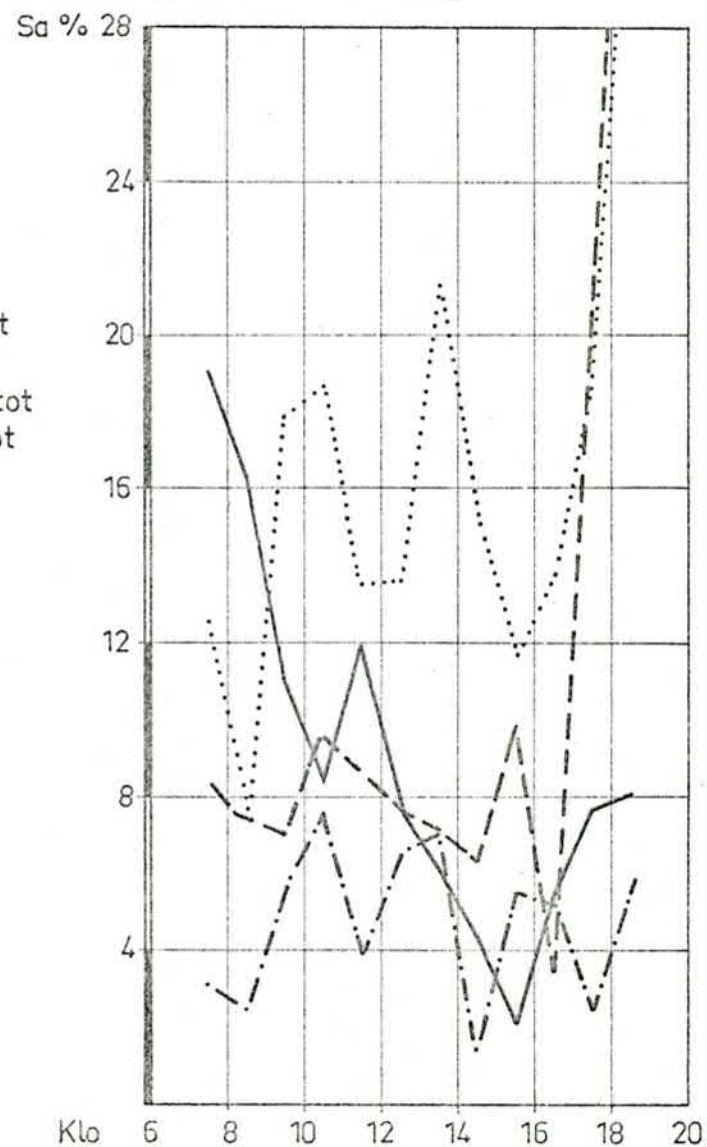


Eri ajoneuvolajien liikenteen klo 6–20 tarkkuus 3 tunnin laskennan perusteella Mannerheimintiellä (välikehä)

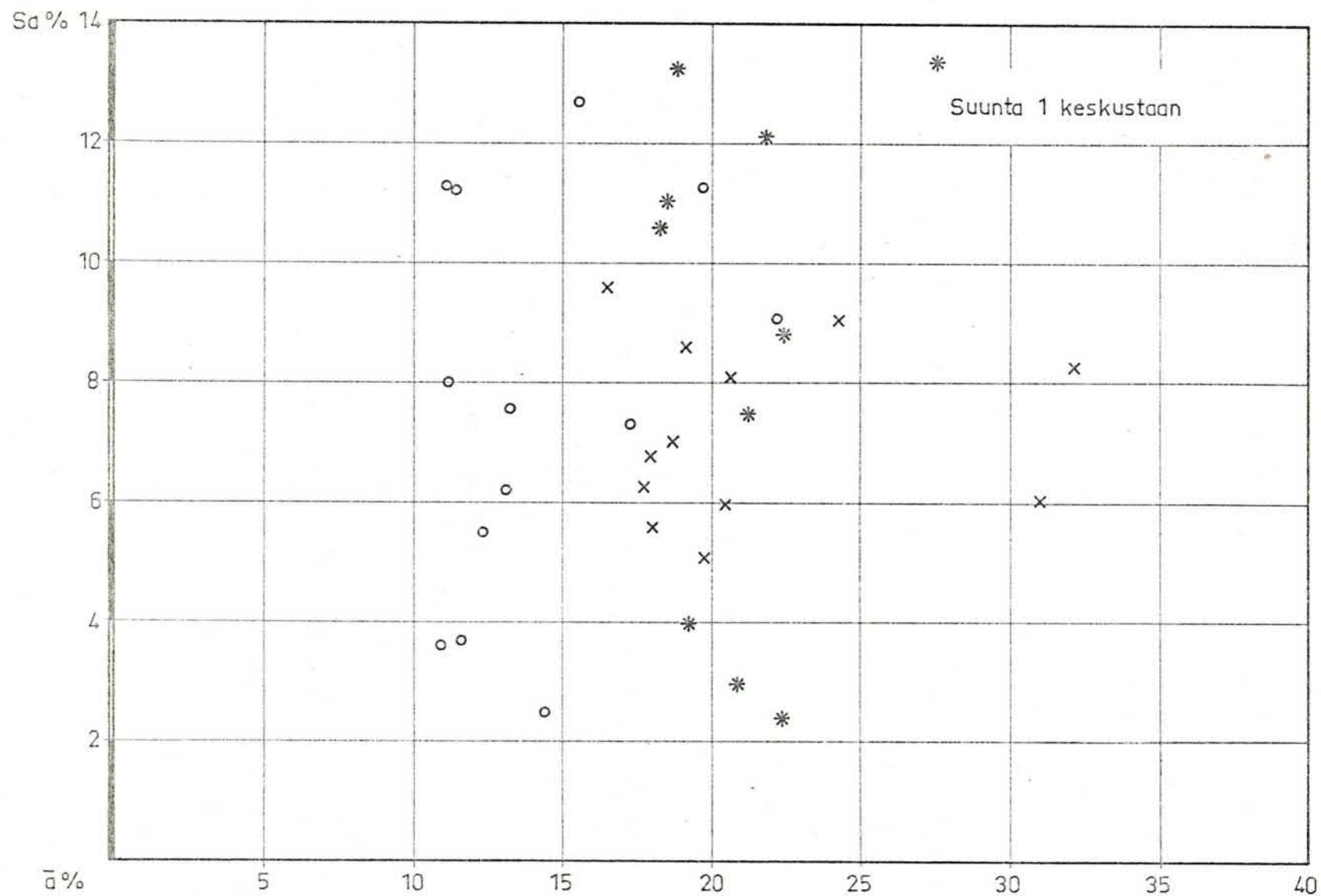
Suunta 1 keskustaan



Suunta 2 keskustasta



Eri ajoneuvolajien liikenteen klo 6-20 tarkkuus 3 tunnin laskennan perusteella Turuntiellä (ulkokehä)

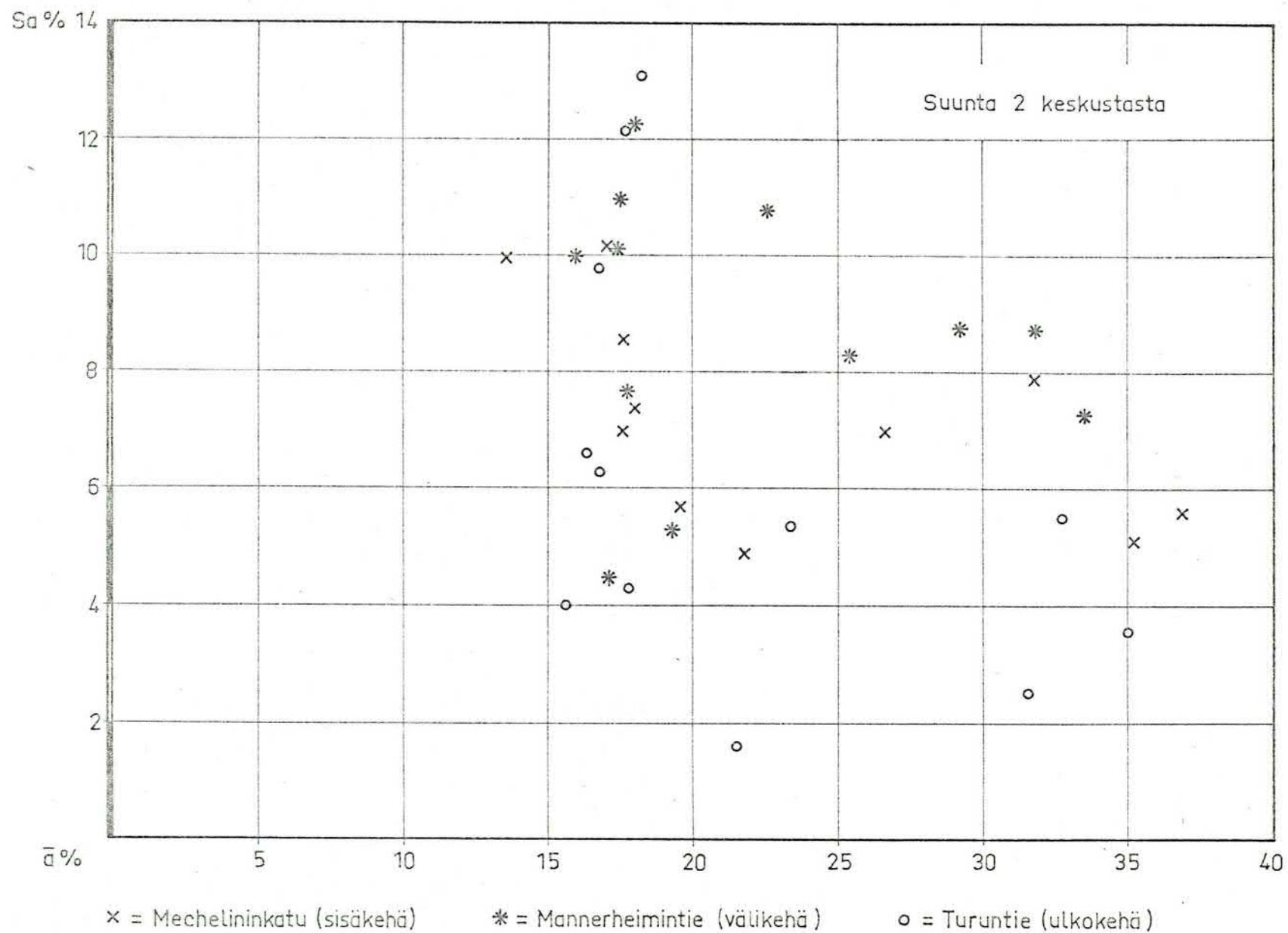


x = Mechelininkatu (sisäkehä)

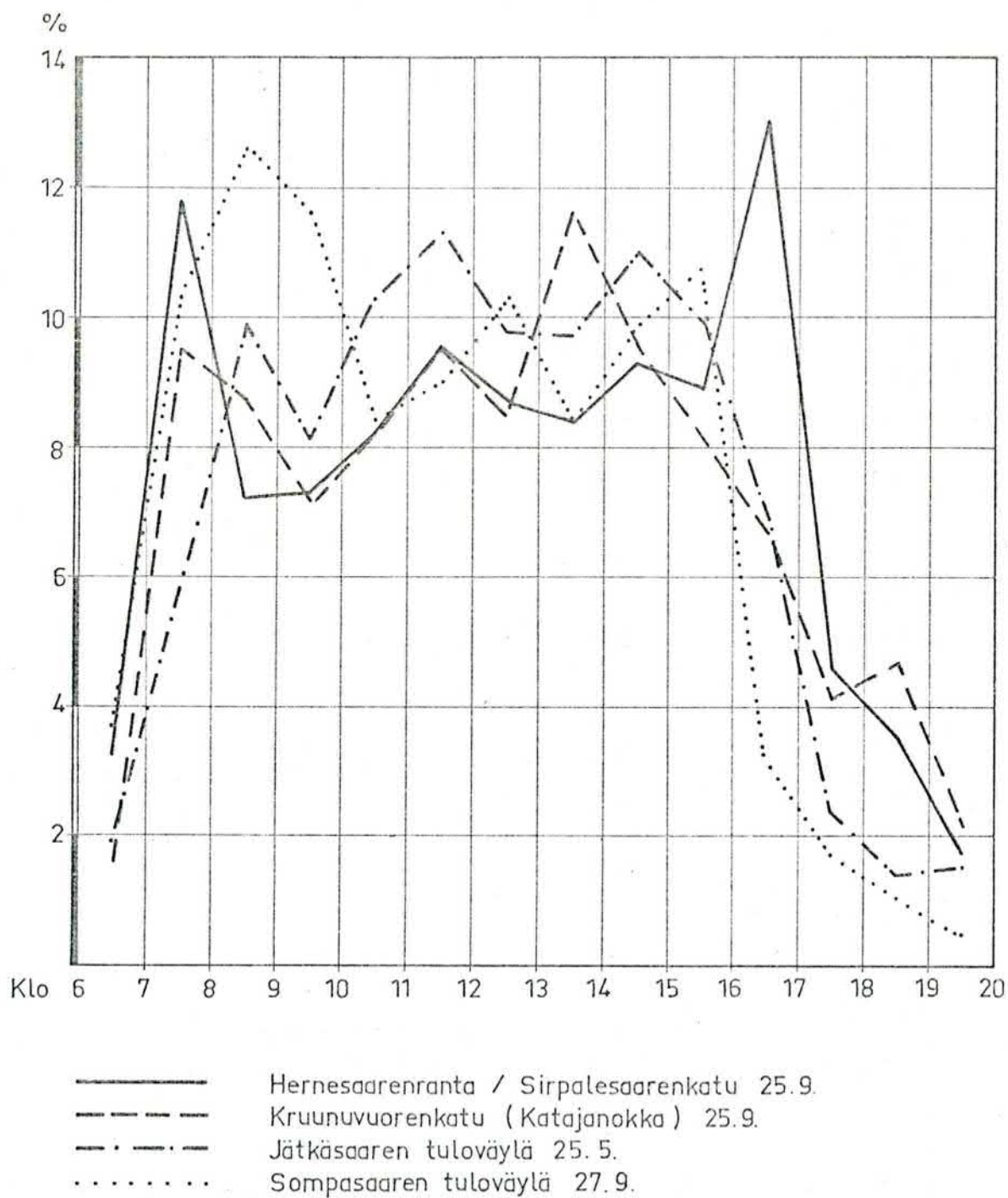
* = Mannerheimintie (välikehä)

o = Turuntie (ulkokehä)

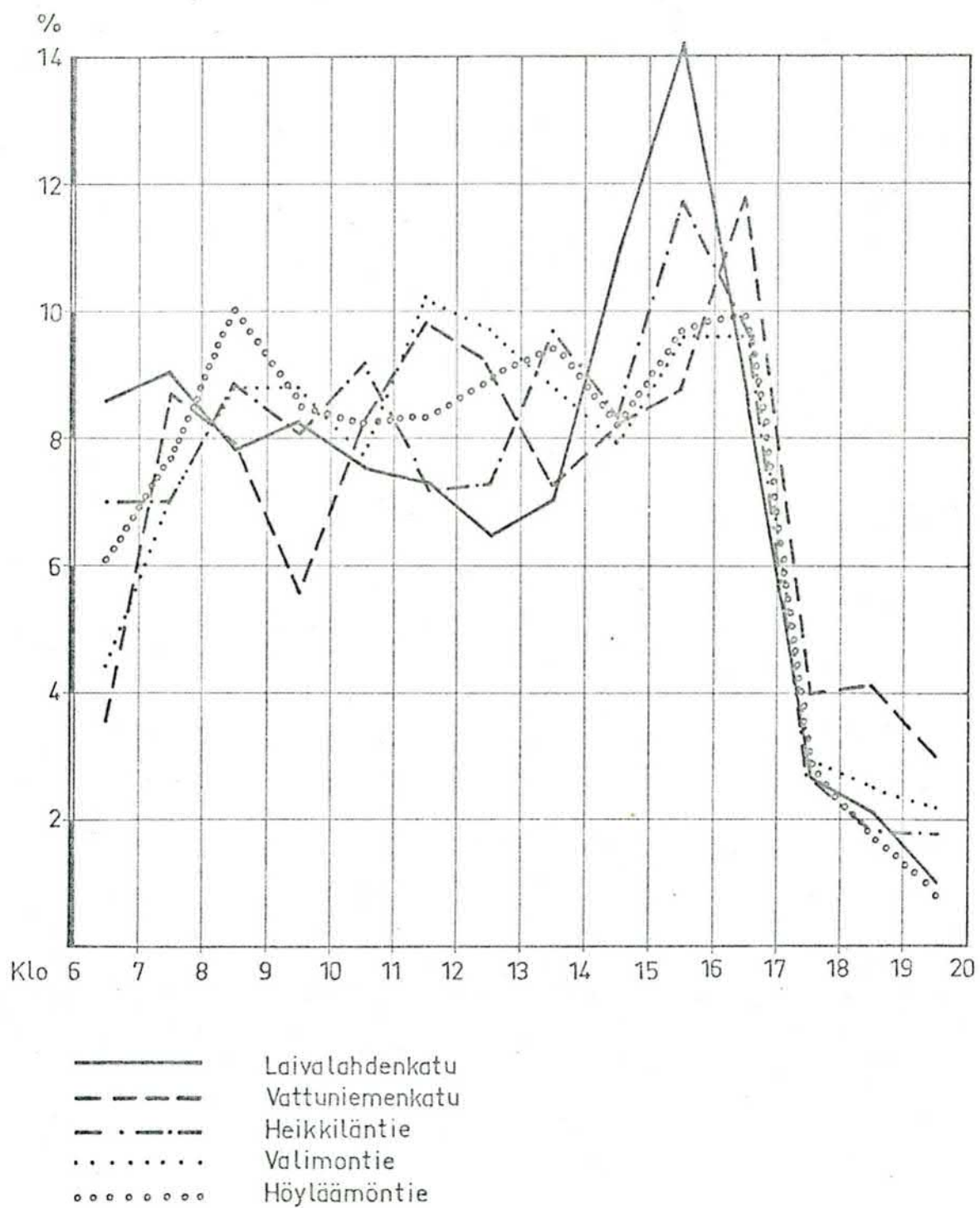
Ajoneuvoliikenteen 3 tunnin tuntivaihtelukertoimen $\bar{a} \%$ riippuvuus suhteellisesta hajonnastaan $S_a \%$ eräissä kehäpisteissä; suunta 1 keskustaan



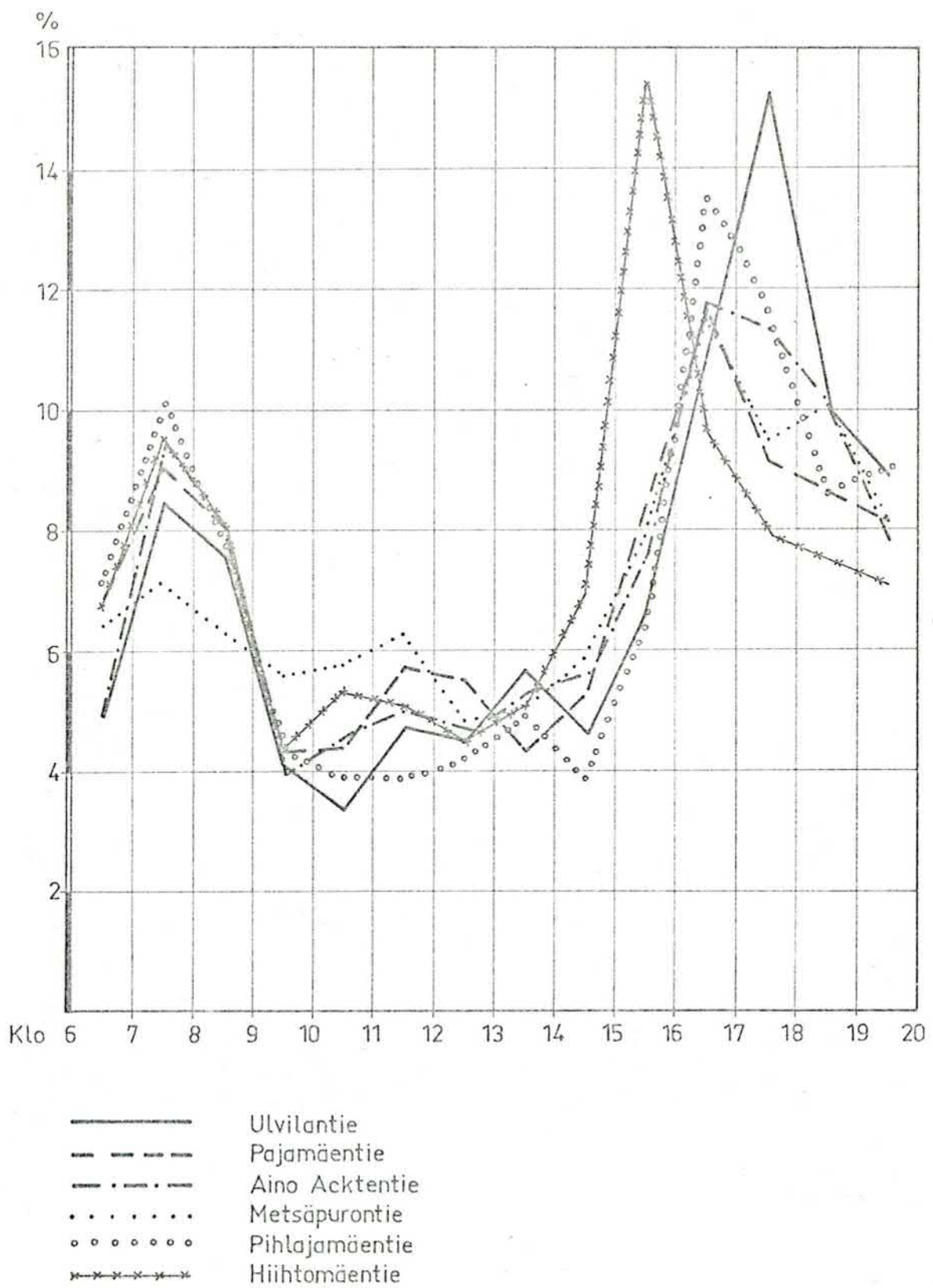
Ajoneuvoliikenteen 3 tunnin tuntivaihtelukertoimen $\bar{a} \%$ riippuvuus suhteellisesta hajonnastaan Sa % eräissä kehäpisteissä; suunta 2 keskustasta



Satama-alueiden katujen ajoneuvoliikenteen tuntivaihtelut klo 6 - 20 v.1967
(molemmat suunnat)

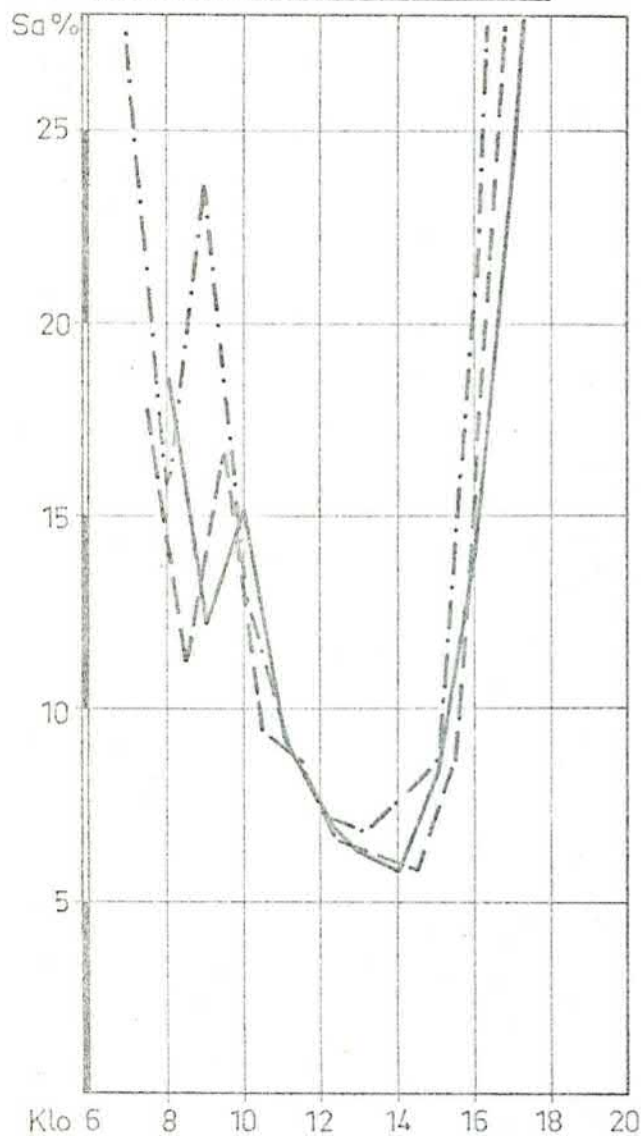


Teollisuusalueiden katujen ajoneuvoliikenteen tuntivaihtelut klo 6 - 20
25.5.1967 (molemmat suunnat)

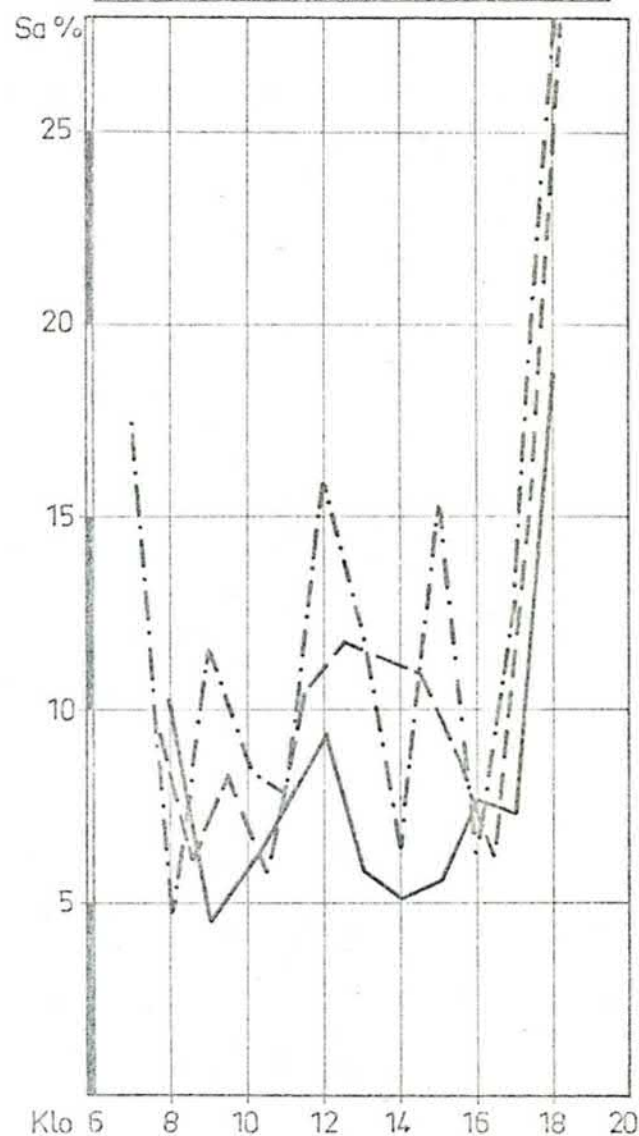


Asuntoalueiden katujen ajoneuvoliikenteen tuntivaihtelut klo 6-20
20.5.1965 (molemmat suunnat)

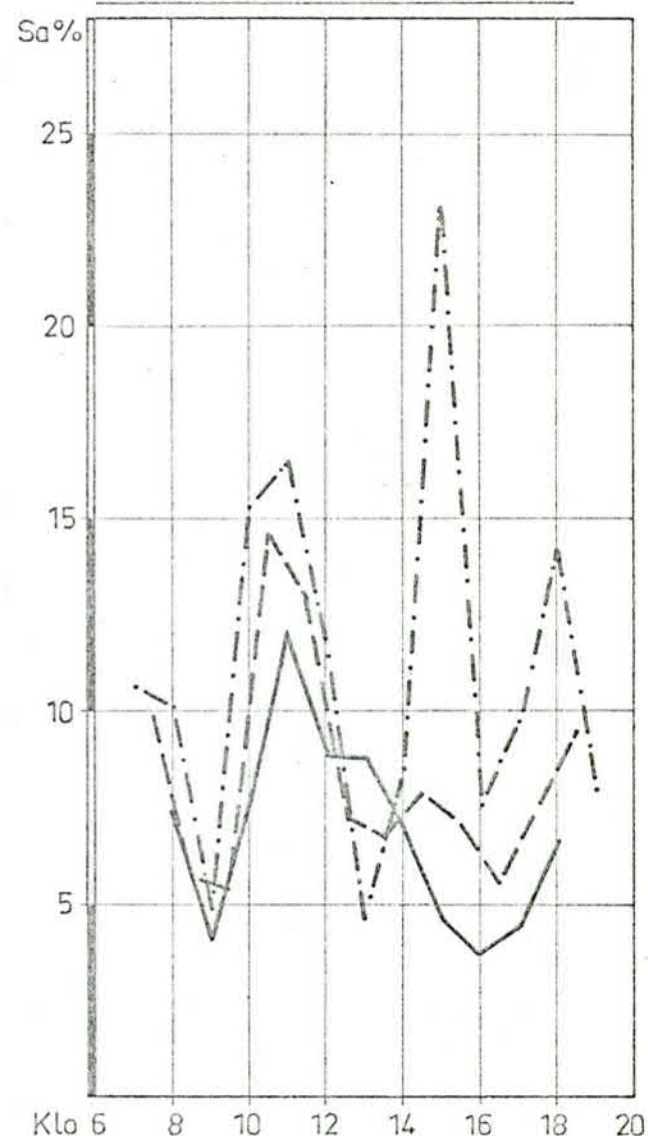
Satama-alueiden kadut v. 1967



Teollisuusalueiden kadut 25.5.1967



Asuntoalueiden kadut 20.5.1965



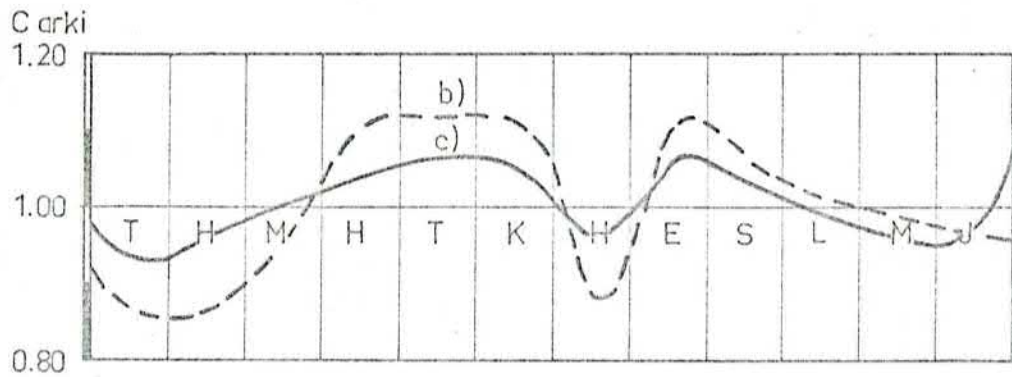
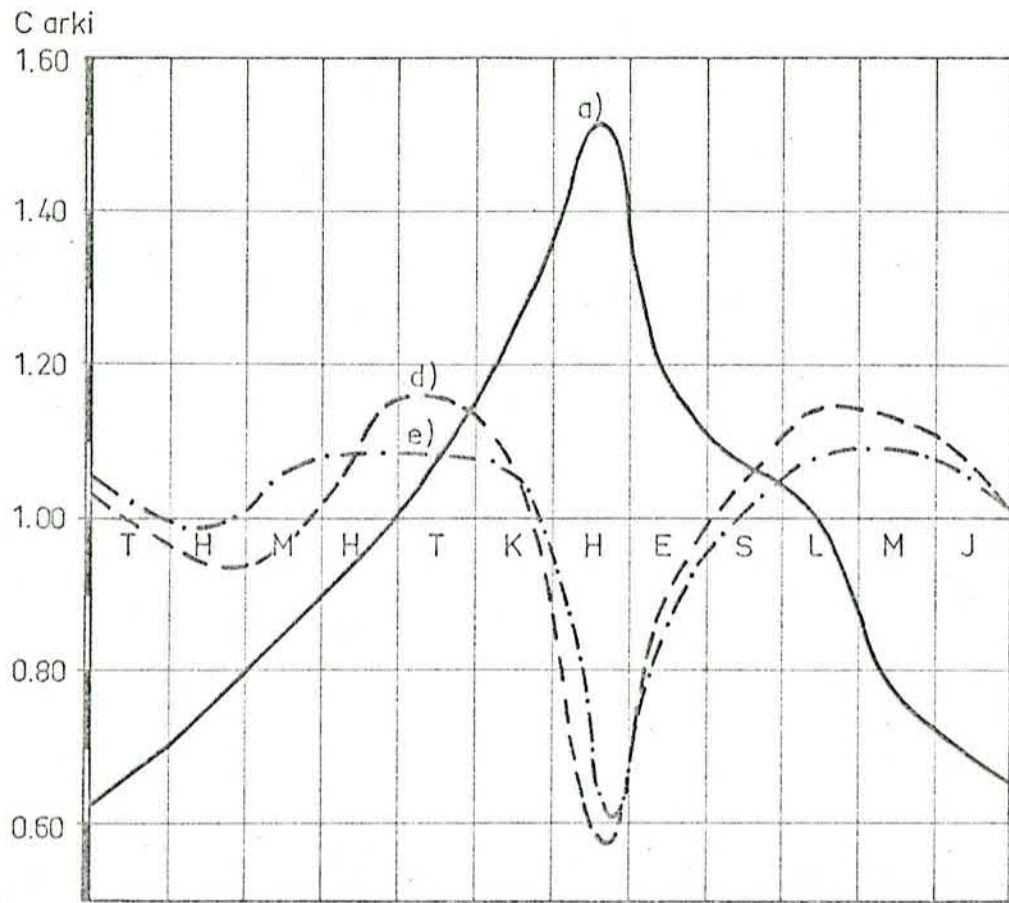
— 4 tunnin laskenta

- - - 3 tunnin laskenta

- . - . 2 tunnin laskenta

Eri tyyppisten alueiden katujen ajoneuvoliikenteen klo 6-20 tarkkuus 2, 3 ja 4 tunnin laskennan perusteella (molemmat suunnat)

$$C_{\text{arki}} = \frac{\bar{Q}_{\text{arkipäivä}}}{KVL_{\text{arkipäivä}}}$$



- a) kaupunkiseudun sisääntuloväylät
- b) sisääntuloväylät, joilla on sekä kauko- että lähiliikennettä
- c) keskustaväylät
- d) asunto-alueiden pääkokoojakadut
- e) teollisuusalueiden pääkokoojakadut

Ruotsalainen (Göteborg) ehdotus liikenneväylien ryhmittelyksi liikenteen kausivaihtelujen perusteella

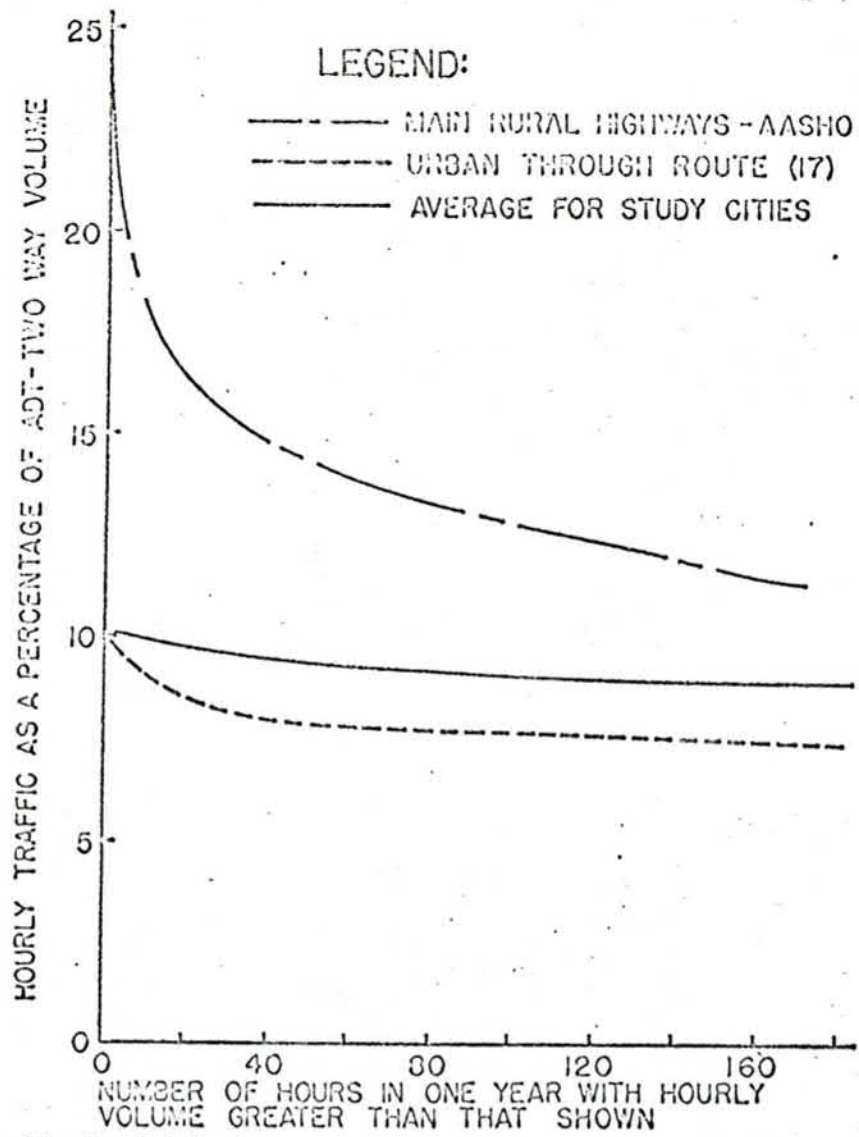


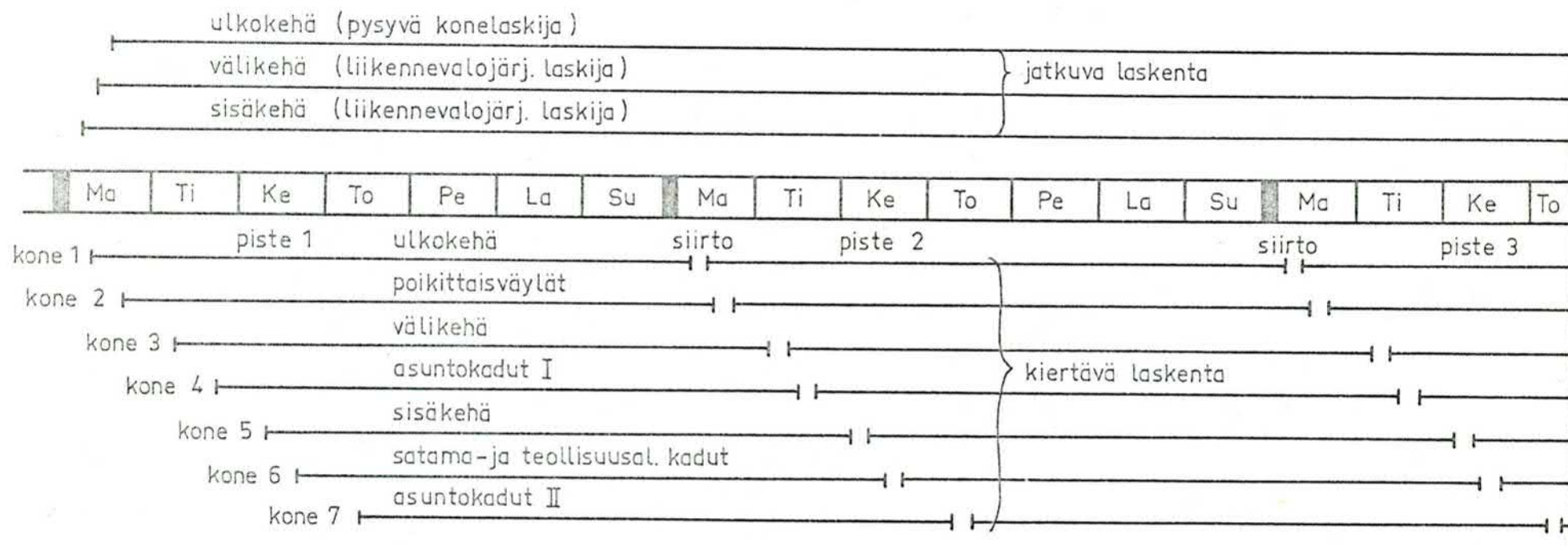
Fig. 10. Relation between peak-hour and average daily traffic volumes.

HOURLY PERCENT OF AVERAGE DAILY TRAFFIC								
	Highest	10th	20th	30th	50th	100th	180th	Lowest
Chattanooga	10.0	9.8	9.5	9.4	9.2	9.0	8.7	0.3
Nashville	10.6	10.5	10.3	10.1	9.9	9.7	9.4	0.5
New Orleans	10.1	9.8	9.6	9.5	9.5	9.3	9.1	0.3
Tucson	9.8	9.8	9.7	9.3	9.1	8.9	8.6	0.3
Mean	10.1	10.0	9.8	9.6	9.4	9.2	9.0	0.4
Highway Capacity								
Manual ¹	12.4	10.9	10.5	10.2	9.5	N.A. ²	N.A.	N.A.

¹ Average for 38 locations in 8 cities.

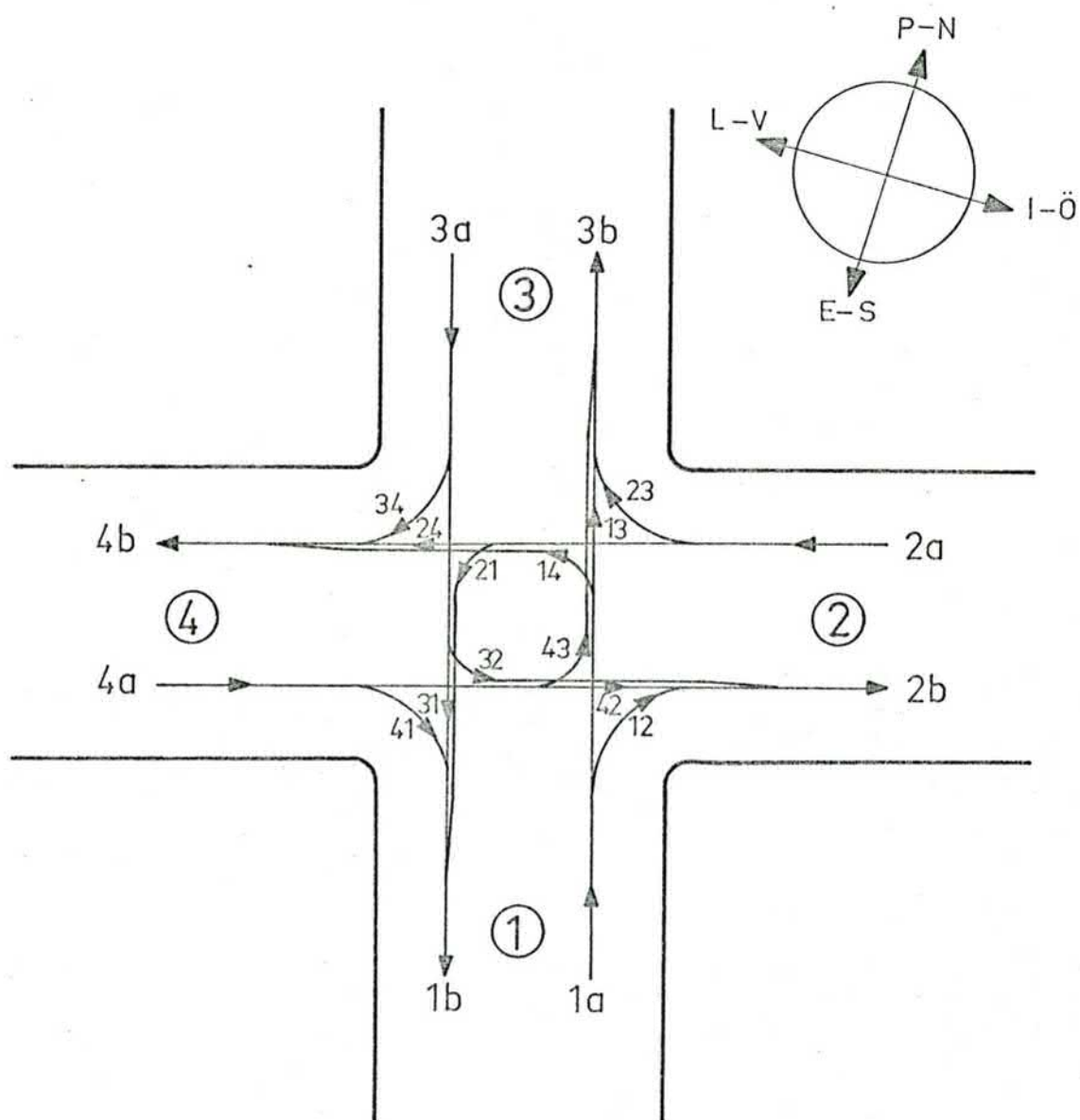
² N.A.—Not Available.

Kuva 40. Esimerkki huipputuntijärjestyskäyrästä ja huipputunnin %-osuudesta KVL:stä

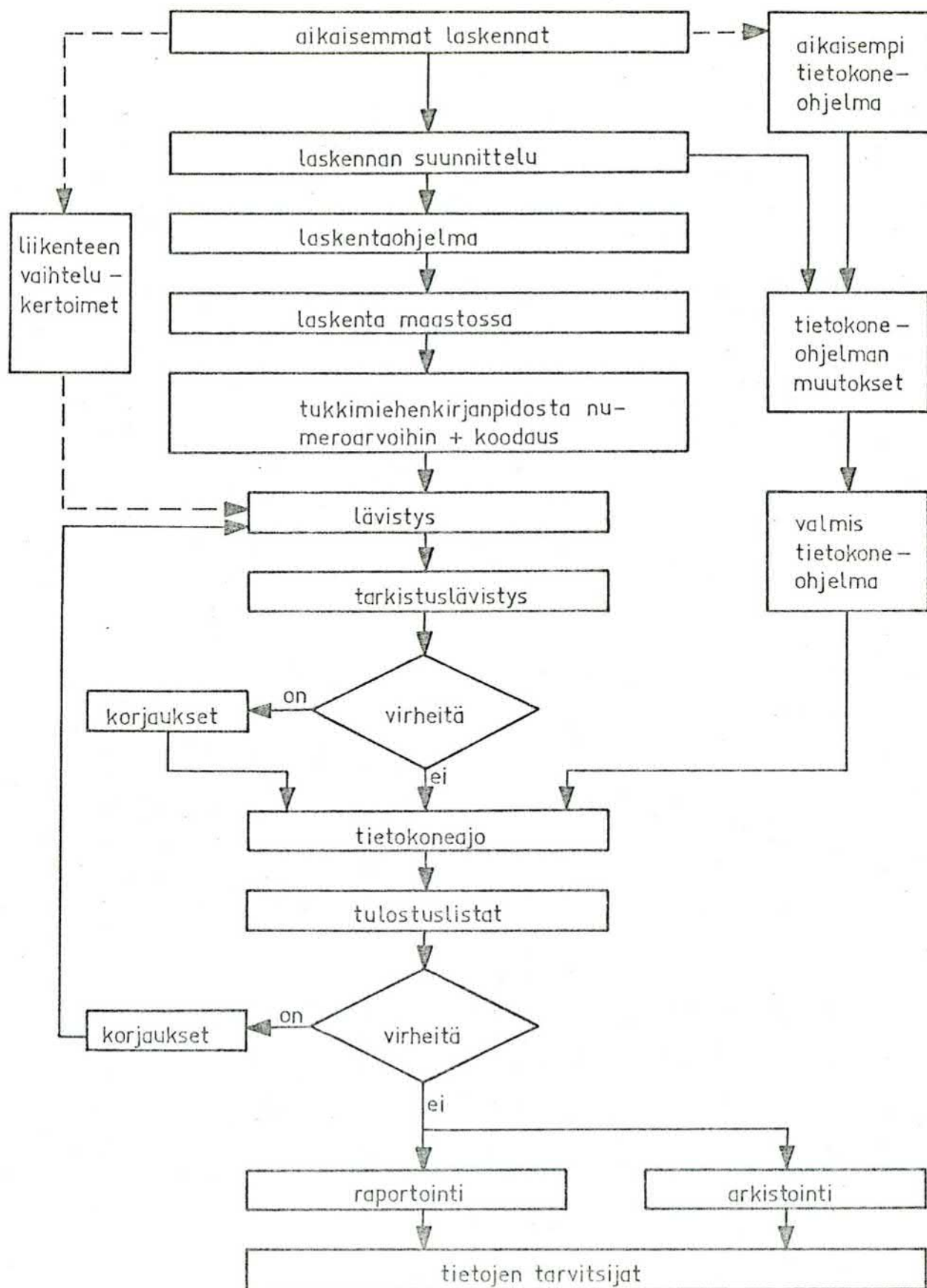


Laskentakoneiden huolto tapahtuu kehillä vuodenvaihteen aikana (2-4 vk), ja muilla kaduilla juhlapyhäviikkojen aikana.

Liikennelaskentakoneiden siirtokaavio



Nelihaaraisen risteyksen liikennesuuntien numerointi



Liikennelaskentatulosten käsittelykaavio

Liikennelaskenta- ja rekisteröintikoneiden vertailutaulukko

Laite	Ilmaisin tyyppi	tulostus- tapa	rekisteröinti väli	erotettavia suuntia	laskenta suhde	aikarekis- teröinti	tulkintalai- te	virtaläh- de	muuta ominai- suuksia	hinta
Econolite	kumiletku	graafisesti paperikie- kolle	5, 10, 15, 20, 30, tai 60 min (nollaus)	1	1:2 (1 ajon.: 2 akselia)	päivä klo	-	12...20 V paristo		3000 mk ^x
Hallda TC-2	kumiletku tai ind.silmukka	numeroin paperinau- halle	5, 10, 15, 30 tai 60 min. (nollaus)	- " -	1:10 tai 1:20	päivämäärä klo	-	paristo	voidaan asettaa rekisteröimään vain vuorokauden tiettyinä tunteina	4335 mk ^x
Hallda TC-2D	induktio silmukka	- " -	- " -	- " -	- " -	- " -	-	paristo tai verkkovirta		6485 mk ^x (sisältää induktio- detektorin)
Sodeco Print (PL 203)	induktio- silmukka	- " -	halutuin min. vällein (jat- kuva summa)	- " -	1:1	kuukausi, päi- vämäärä, tunti, min.	-	12,24,48,V akku tai 110- 240 V verkkov.	nauhan kapasi- teetti 999 999 ajon.	2750 mk + Lvv + kotelointi ^x
Elmeg ZG-6	kumiletku tai ind.silmukka	- " -	15 tai 60 min	- " -	1:1,1:2, 1:10 tai 1:20	päivämäärä klo (täydet tunnit)	-	24 V akku tai 220 V verkkov.	kaksinkertainen rekisteröinti, toinen nollautuu jok. leimauksen jälkeen, toinen kerran vuorokau- dessa	4635-4910 Dmk v. 1967 Saksassa (n. 5800 Smk)
Elmeg ZG-7	- " -	- " -	- " -	2	- " -	päivämäärä tunti, min.	-	- " -		6370 Dmk v. 1967 Saksassa (n. 7500 Smk)
RCHT ja RCH	kumiletku	- " -	RCHT 60 min. RCH 15 min(nol- laus tunneittain)	1	1:2	tunti	-	6 V paristo	täystransisto- roituja	3250 Dmk v. 1967 Saksassa (n. 3900 Smk)
Prodata DTB 64	ind.silmuk- ka tai muu	5-kanavaisel- le reikänau- halle	1,5,10,15,20 30,60 min tai ohjelman muk.	1...16	1:1	päivämäärä tunti,min	(Visuaalisesti) kaukokirjoitin tietokone	12 V paristo tai 110..220V verkkov.	hinta mainittu 2 suuntaa erot- tavalle koneelle	n. 14500 mk+tulli (5%)+Lvv.(11%)sisäl- tää 2 detektoria)
Magnetic tape recorder (Streeter Amet)	kumiletku, ind.silmuk- ka tai muu	magneetti- nauhalle	15 tai 60 min	1	1:1, 1:2 1:10 tai 1:20	tunti,min	'Magnetic tape reader' kääntää nauhan reikänauh.	paristo	nauhan ja pariston kesto aika n. 2 vk	laskija n. 3000 Dmk kääntäjä n. 18000 Dmk v. 1967 Saksassa
Recorder 1544 ja 1546 (Fischer&Porter)	ind.silmuk- ka tai muu	erikoisreikä- nauhalle (le- veys 5,4 cm)	5,15,30 tai 60 min (jatku- va summa)	- " -	1:1,1:2 1:10 tai 1:20	tunti,min	'Tape Translator' kääntää norm. reikänauhaksi	1544/verkkov. 1546/paristo	nauhan kapasi- teetti suhteella 1:10 99 990 ajon.	650 \$ (n.2700 Smk + tulli+Lvv+ym) ^x kääntäjästä ei tietoa
Pulse Receiver WR-2 ja WR-4 (Westinghouse)	ind.silmuk- ka tai muu	magneetti- nauhalle	15,30 tai 60 min	WR-2 1 WR-4 3	1:1	tunti,min	'Translator'rei- känauhalle,-kor- tille tai tietok.	100,110,120V verkkov.	kapasiteetti 6000 imp/h,impuls- siväli ≥ 0.6 sek.	laskija n. 3000 mk kääntäjä >100 000 mk ^x
Recodet (Streeter Amet)	kumiletku tai ind. silmukka	erikoiskoodi- nauhalle	60 min. nollaus	1	1:1 tai 1:2	tunti	kääntäjälaite reikä- tai mag- neettinauhalle	paristo	nauha helppo tul- kita visuaalises- ti	6400 mk ^x kääntäjästä ei tietoa

x maahantuoja ilmoittama hinta

Ajoneuvoliikenteen klo 6-20 tarkkuus Sa % 3 tunnin laskennan perusteella sisäkehän pisteissä
(pistenumerot: kohta 2.21)

	klo	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	ka S3 - S9
Suunta 1 keskustaan	6 - 9	3,6	18,4	10,8	8,3	11,8	5,1	9,3	9,2	9,6	9,2
	7 - 10	2,0	10,9	7,3	6,1	10,9	5,3	10,3	9,5	8,2	8,3
	8 - 11	3,5	6,5	5,4	9,1	6,4	11,4	6,4	9,9	8,4	8,1
	9 - 12	3,2	13,8	<u>3,0</u>	6,3	4,2	10,4	3,0	2,2	11,7	5,8
	10 - 13	0,9	11,8	<u>7,4</u>	6,8	8,1	12,8	7,8	8,0	11,1	8,7
	11 - 14	2,0	10,6	8,9	7,1	4,1	14,3	4,3	7,8	9,5	8,0
	12 - 15	4,6	8,2	10,0	<u>5,1</u>	3,3	13,3	<u>2,8</u>	2,1	7,2	6,3
	13 - 16	5,6	12,7	4,3	<u>6,0</u>	4,2	8,0	<u>7,3</u>	<u>1,3</u>	<u>5,9</u>	5,4
	14 - 17	5,6	16,2	4,2	8,1	<u>2,7</u>	4,3	5,9	<u>2,3</u>	<u>6,9</u>	<u>4,9</u>
	15 - 18	5,0	14,9	8,1	8,6	3,7	4,6	8,8	3,0	8,9	<u>6,5</u>
	16 - 19	5,4	<u>5,0</u>	9,7	5,6	11,4	<u>4,2</u>	9,2	6,7	6,4	7,6
	17 - 20	<u>0,8</u>	7,3	10,0	9,6	18,8	13,8	12,9	9,5	6,7	11,6
Suunta 2 keskustasta	6 - 9	1,7	23,0	15,5	10,0	7,9	25,0	8,4	6,7	11,3	12,1
	7 - 10	4,6	17,7	11,9	10,2	9,7	19,5	10,5	7,1	10,2	11,4
	8 - 11	6,3	14,8	16,1	8,6	6,7	10,0	13,3	1,9	8,5	9,4
	9 - 12	5,5	13,2	14,6	7,0	4,8	6,8	14,1	2,7	7,9	8,0
	10 - 13	9,4	17,0	12,6	7,4	10,6	11,3	9,4	5,5	5,1	8,9
	11 - 14	4,3	6,1	<u>4,8</u>	5,7	7,8	12,4	5,1	2,2	4,7	6,3
	12 - 15	4,1	<u>4,6</u>	<u>5,7</u>	<u>4,9</u>	4,0	8,1	11,7	3,2	<u>2,6</u>	5,8
	13 - 16	4,2	<u>6,7</u>	11,6	<u>7,0</u>	8,2	9,6	10,5	5,5	<u>3,8</u>	8,0
	14 - 17	2,0	11,1	5,3	5,1	7,4	<u>6,4</u>	6,1	2,2	4,6	5,4
	15 - 18	2,1	11,2	6,2	5,6	<u>2,5</u>	<u>9,2</u>	<u>2,9</u>	<u>1,3</u>	6,5	<u>4,9</u>
	16 - 19	<u>0,6</u>	13,5	8,1	7,9	4,7	12,9	3,2	<u>6,2</u>	6,2	<u>6,9</u>
	17 - 20	11,9	7,8	11,1	14,3	12,8	14,4	5,0	6,6	11,0	10,7

Ajoneuvoliikenteen klo 6-20 tarkkuus Sa % 3 tunnin laskennan perusteella välikehän pisteissä
(pistenumerot: kohta 2.21)

	klo	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	keskiarvo
Suunta 1 keskusta	6 - 9	8,4	9,9	17,8	13,0	<u>0,9</u>	8,0	7,3	2,9	8,5
	7 - 10	5,7	9,6	13,4	10,1	<u>3,9</u>	9,4	7,8	3,8	8,0
	8 - 11	7,4	10,7	7,5	10,1	3,2	6,5	9,9	6,7	7,8
	9 - 12	<u>1,2</u>	<u>0,5</u>	10,6	9,8	9,3	4,3	5,8	6,5	6,0
	10 - 13	<u>5,3</u>	<u>7,1</u>	17,1	10,9	16,4	<u>3,2</u>	7,4	7,2	9,3
	11 - 14	4,6	3,4	11,0	12,6	4,3	<u>3,9</u>	3,3	5,2	8,0
	12 - 15	5,8	14,4	4,0	8,1	8,1	5,7	<u>3,0</u>	<u>2,1</u>	6,4
	13 - 16	3,0	12,6	3,0	<u>7,1</u>	8,3	6,7	5,1	<u>3,1</u>	6,1
	14 - 17	7,3	6,3	<u>2,4</u>	8,1	3,9	5,6	5,2	7,4	<u>5,8</u>
	15 - 18	8,6	1,1	8,8	13,1	1,6	5,3	6,3	9,3	<u>6,7</u>
	16 - 19	12,0	4,4	12,1	9,9	2,4	5,8	5,9	10,8	7,9
	17 - 20	3,0	6,4	13,3	10,0	3,1	17,7	7,5	5,0	8,2
Suunta 2 keskustasta	6 - 9	5,4	14,2	10,1	19,1	4,9	6,4	8,5	7,2	9,5
	7 - 10	19,0	17,8	10,2	23,7	3,2	7,7	8,2	4,9	11,8
	8 - 11	8,6	12,7	7,7	13,8	2,1	8,0	6,4	3,8	7,9
	9 - 12	18,7	9,6	<u>4,6</u>	9,3	2,0	9,6	7,7	5,2	8,3
	10 - 13	22,7	14,7	<u>11,0</u>	7,2	1,9	9,5	8,0	2,8	9,7
	11 - 14	20,2	5,0	12,3	3,9	<u>1,5</u>	6,3	8,4	3,0	7,6
	12 - 15	14,2	3,8	5,3	3,4	<u>5,9</u>	<u>2,0</u>	7,6	3,2	5,7
	13 - 16	6,3	15,2	11,8	<u>2,7</u>	7,8	4,7	6,9	4,1	7,4
	14 - 17	<u>5,5</u>	5,4	8,8	<u>4,7</u>	2,9	3,7	3,3	3,2	<u>4,7</u>
	15 - 18	<u>12,3</u>	<u>3,4</u>	7,3	8,1	4,7	6,7	<u>3,2</u>	3,5	<u>6,1</u>
	16 - 19	10,7	10,2	8,8	9,5	6,7	10,2	<u>7,4</u>	3,8	8,4
	17 - 20	6,9	18,1	8,3	10,2	7,0	6,6	12,1	<u>2,9</u>	9,0

Ajoneuvoliikenteen klo 6-20 tarkkuus Sa % 3 tunnin laskennan perusteella ulkokehän pisteissä
(pistenumerot kohta 2.21)

	klo	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	Keskiarvo
Suunta 1 keskustaan	6 - 9	15,4	25,7	21,6	9,1	12,3	14,0	7,7	11,1	5,4	15,7	13,8
	7 - 10	16,7	23,4	17,7	8,8	8,8	9,8	6,0	15,8	<u>2,4</u>	22,6	13,2
	8 - 11	15,4	11,7	9,4	5,0	7,1	8,0	2,7	7,0	<u>7,6</u>	9,1	8,3
	9 - 12	23,4	30,0	<u>5,4</u>	5,2	9,2	10,9	6,1	6,0	6,5	12,4	11,5
	10 - 13	15,1	33,7	<u>7,6</u>	8,3	8,2	12,1	11,8	6,4	7,7	14,9	12,6
	11 - 14	<u>5,7</u>	18,7	7,8	12,0	10,0	<u>5,5</u>	13,1	<u>4,9</u>	4,2	6,8	8,9
	12 - 15	<u>5,9</u>	10,8	12,0	5,0	6,0	<u>5,7</u>	5,8	<u>5,1</u>	4,1	8,9	<u>6,9</u>
	13 - 16	6,6	11,9	10,9	<u>3,7</u>	<u>5,8</u>	10,4	1,1	5,4	6,2	15,9	<u>7,8</u>
	14 - 17	10,3	12,4	10,6	<u>5,0</u>	<u>11,2</u>	7,5	<u>0,6</u>	9,0	7,1	<u>5,7</u>	7,9
	15 - 18	14,4	10,6	9,9	9,3	8,4	6,9	<u>3,9</u>	10,0	7,6	<u>9,4</u>	9,6
	16 - 19	19,0	<u>9,9</u>	11,3	7,2	11,6	9,9	4,1	11,9	5,7	20,0	11,1
	17 - 20	17,2	<u>15,9</u>	17,1	4,1	10,0	15,1	2,1	10,4	2,5	12,3	10,7
Suunta 2 keskustasta	6 - 9	25,8	13,9	15,7	13,1	1,60	12,2	5,2	11,5	8,0	38,0	15,9
	7 - 10	11,4	16,6	11,4	12,1	15,8	13,7	20,8	12,5	10,0	29,7	15,4
	8 - 11	13,0	14,3	10,0	6,6	16,9	11,2	18,4	9,1	11,0	23,4	13,4
	9 - 12	8,9	15,1	8,3	4,0	15,3	10,0	2,3	4,8	11,5	15,6	9,6
	10 - 13	8,0	14,2	7,6	9,8	15,6	15,3	7,1	<u>3,9</u>	13,4	11,0	10,6
	11 - 14	<u>7,8</u>	11,2	4,5	6,3	13,9	7,3	6,7	<u>5,4</u>	11,3	8,5	8,3
	12 - 15	<u>9,5</u>	8,3	5,3	4,3	7,5	7,0	6,2	7,8	9,0	13,8	7,5
	13 - 16	10,2	6,5	5,8	<u>1,6</u>	<u>2,2</u>	11,7	5,6	4,3	9,6	16,4	7,4
	14 - 17	17,1	<u>5,2</u>	<u>2,7</u>	<u>2,5</u>	<u>4,5</u>	<u>4,8</u>	<u>0,9</u>	4,0	6,5	<u>6,0</u>	<u>5,4</u>
	15 - 18	10,00	15,1	4,7	3,6	5,4	<u>5,4</u>	<u>1,8</u>	8,2	7,1	13,2	<u>7,5</u>
	16 - 19	8,4	18,6	10,0	5,5	9,2	8,1	1,6	7,9	<u>4,9</u>	21,1	9,5
	17 - 20	12,8	22,9	13,4	5,4	15,8	10,0	4,0	9,2	10,1	25,4	12,9

Liikenteen klo 6-20 paras tarkkuus Sa % klo 14-18 laskennan perusteella
kehäpisteissä

Piste	suunta 1 keskustaan					suunta 2 keskustasta				
	ha	ka+ra	la	pa	yht	ha	ka+ra	la	pa	yht
<u>Sisäkehä:</u>										
Lauttas.silta	8.0 ^x	0.8 [*]	7.0 [*]	-	5.0 [*]	1.4 ^o	9.3 [*]	2.5 [*]	-	0.8 ^o
Lapinl.silta	15.4 ^o	5.8 ^o	11.2 ^o	18.4 ^o	13.3 ^o	5.8 ^o	1.7 ^o	6.9 ^o	14.0 ^o	7.3 ^o
Merikannontie	6.0 ^x	3.4 [*]	68.7 ^o	10.5 ^o	4.2 ^x	4.4 ^x	6.3 [*]	64.9 ^x	8.4 ^o	5.3 ^x
Mechelinink.	9.0 ^x	15.7 [*]	8.3 [*]	4.8 [*]	8.1 ^x	4.4 ^o	9.0 ^o	4.8 ^x	11.3 ^o	4.2 ^o
Runeberginkatu	3.0 ^x	10.8 ^x	1.4 ^o	5.8 [*]	2.7 ^x	3.5 [*]	9.0 [*]	3.1 [*]	1.2 [*]	2.5 [*]
Töölönkatu	4.6 ^o	23.3 [*]	9.9 [*]	1.8 [*]	2.9 ^o	7.5 ^x	9.3 ^o	2.7 [*]	8.3 [*]	6.4 ^x
Mannerheimint.	7.2 ^o	8.1 [*]	3.2 ^x	2.3 ^x	5.9 ^x	3.3 [*]	5.7 [*]	3.0 [*]	4.8 ^x	2.9 [*]
Pitkäsilta	3.4 ^o	7.3 [*]	7.1 ^o	6.3 ^x	2.3 ^x	1.0 ^o	11.0 ^o	1.4 ^o	8.6 ^o	1.2 ^o
Hakan.silta	7.6 ^o	5.3 ^x	9.1 [*]	5.4 [*]	6.3 ^o	6.2 ^x	3.9 ^o	4.3 ^x	5.9 ^o	4.6 ^x
<u>Välikehä:</u>										
Meilahdensilta	5.1 ^x	9.4 ^o	35.5 ^o	20.9 ^x	7.3 ^x	6.2 ^x	101.8 ^o	95.8 ^o	6.9 [*]	5.4 ^x
Munkkin.silta	1.0 [*]	9.0 [*]	2.8 [*]	0.9 ^x	1.1 [*]	6.1 ^o	2.7 ^o	1.1 ^o	22.6 ^o	3.4 [*]
Mannerh.tie	0.9 ^x	11.1 ^o	2.1 [*]	4.3 [*]	2.4 ^x	6.7 [*]	5.6 ^x	4.5 ^x	3.6 ^x	7.3 [*]
Suokatu	11.6 ^x	5.2 ^o	95.5 ^o	17.3 ^o	8.1 ^x	3.3 [*]	5.2 ^o	46.5 ^x	10.1 [*]	4.7 ^x
Mäkelänkatu	3.2 [*]	7.8 [*]	4.2 ^o	6.8 ^o	1.6 [*]	6.4 ^o	9.1 ^x	4.1 ^x	2.6 [*]	2.9 ^o
Hämeentiensilta	7.0 ^x	8.0 ^o	3.1 ^x	4.8 ^x	5.3 [*]	5.3 ^o	15.4 ^x	3.2 [*]	8.4 ^x	3.7 ^x
Kyläsaarenkatu	10.1 ^o	7.3 ^x	26.0 ^x	22.3 [*]	4.1 ^o	5.2 ^x	10.6 [*]	27.0 [*]	6.8 ^x	2.2 ^o
Kulosaarensilta	9.6 ^x	5.7 ^x	2.2 ^o	7.2 ^o	7.4 ^x	4.5 [*]	6.3 ^o	2.5 ^o	4.2 ^o	3.2 ^x
<u>Ulkokehä:</u>										
Jorvaksentie	11.4 ^x	12.2 [*]	11.1 ^o	22.1 [*]	10.3 ^x	12.2 ^o	4.7 ^o	5.2 [*]	15.4 ^o	10.0 [*]
Otaniemensilta	12.3 [*]	9.2 ^o	10.4 [*]	5.3 [*]	10.6 [*]	6.4 ^x	13.0 ^o	8.1 ^o	15.2 ^x	5.2 ^x
Länt.moottoritie	13.7 [*]	14.5 ^x	17.9 ^o	15.7 ^x	9.9 [*]	2.2 ^x	9.4 ^x	5.3 ^o	4.3 ^x	2.7 ^x
Turuntie	7.4 ^x	3.8 [*]	5.5 ^x	9.3 ^o	5.0 ^x	2.1 ^x	3.5 [*]	3.8 ^o	9.2 ^o	2.5 ^x
Vihdintie	10.7 [*]	19.9 ^x	3.4 [*]	2.4 [*]	8.4 [*]	3.5 [*]	14.5 ^x	5.0 [*]	8.2 ^x	4.5 ^x
Nurmij.tie	6.7 ^o	14.2 ^o	5.6 ^o	5.5 ^o	6.2 ^o	4.9 ^x	3.1 ^o	3.4 ^o	11.2 ^x	4.8 ^x
Uusi Tuusulant.	1.8 ^x	12.9 ^x	8.2 ^x	1.6 ^o	0.4 ^o	0.8 ^x	2.8 ^x	16.0 ^x	4.6 ^x	0.9 ^x
Vanha Tuusulant.	8.9 ^x	7.9 ^o	5.1 [*]	8.0 ^o	9.0 ^x	5.5 ^x	6.7 [*]	2.8 ^x	12.9 ^o	4.0 ^x
Lahdentie	6.7 ^x	13.6 ^x	8.4 ^o	1.4 [*]	7.1 ^x	4.9 ^x	11.3 [*]	9.4 ^x	5.3 ^x	6.5 ^x
Porvoontie	4.1 ^x	10.7 ^o	4.2 ^o	17.0 [*]	3.5 ^o	5.5 ^x	8.9 [*]	4.0 [*]	1.3 [*]	6.0 ^x

x = klo 14 - 17

* = klo 15 - 18

o = klo 14 - 18

Liikenteen keskimääräiset tuntivaihtelukertoimet $\bar{a}$ %, jotka antavat parhaan
klo 6-20 liikenteen estimaatin klo 14-18 suoritettun laskennan perusteella

Piste	Suunta 1 keskustaan					Suunta 2 keskustasta				
	ha	ka+ra	la	pa	yht	ha	ka+ra	la	pa	yht
<u>Sisäkehä:</u>										
Lauttas.silta	24.0 ^x	16.3 [*]	26.6 [*]	-	23.4 [*]	36.5 ^o	16.3 [*]	32.3 [*]	-	36.0 ^o
Lapinl.silta	25.7 ^o	28.7 ^o	36.4 ^o	28.2 ^o	26.6 ^o	45.4 ^o	27.1 ^o	37.5 ^o	32.2 ^o	42.7 ^o
Merikannontie	20.7 ^x	18.1 [*]	23.3 ^o	28.2 ^o	21.6 ^x	40.3 ^x	21.5 [*]	31.9 ^x	38.2 ^o	38.8 ^x
Mechelinink.	20.4 ^x	12.5 [*]	25.7 [*]	17.5 [*]	20.7 ^x	47.7 ^o	32.7 ^o	33.9 ^x	37.4 ^o	45.1 ^o
Runebergink.	23.4 ^x	22.7 ^x	35.3 ^o	17.2 ^x	24.1 ^x	36.0 [*]	20.9 [*]	30.7 [*]	20.8 [*]	33.4 [*]
Töölönkatu	27.5 ^o	17.8 [*]	24.6 [*]	18.3 [*]	27.9 ^o	38.2 ^x	39.0 ^o	32.7 [*]	26.9 [*]	37.2 ^x
Mannerh.tie	26.8 ^o	14.4 [*]	24.2 ^x	22.0 ^x	20.9 ^x	32.0 [*]	22.5 [*]	31.5 [*]	31.1 ^x	30.9 [*]
Pitkäsilta	28.0 ^o	13.0 [*]	34.7 ^o	23.6 ^x	22.8 ^x	40.8 ^o	27.9 ^o	34.3 ^o	31.0 ^o	38.2 ^o
Hakan.silta	25.7 ^o	21.6 ^x	26.0 [*]	15.0 [*]	25.5 ^o	38.3 ^x	30.4 ^o	29.2 ^x	33.8 ^o	36.4 ^x
<u>Välikehä:</u>										
Meilahden silta	22.5 ^x	35.0 ^o	59.3 ^o	27.0 ^x	23.6 ^x	31.4 ^x	46.0 ^o	26.2 ^o	20.4 [*]	30.7 ^o
Munkkin.silta	20.7 [*]	16.5 [*]	28.4 [*]	23.9 ^x	20.7 [*]	48.4 ^o	31.7 ^o	39.3 ^o	29.8 ^o	37.9 [*]
Mannerh.tie	21.5 ^x	27.1 ^o	27.7 [*]	18.1 [*]	22.4 ^x	36.7 [*]	26.1 ^x	25.6 ^x	25.1 ^x	33.5 [*]
Suokatu	16.3 ^x	24.6 ^o	41.7 ^o	24.2 ^o	17.4 ^x	49.3 [*]	31.5 ^o	24.4 ^x	25.3 [*]	38.6 ^x
Mäkelänkatu	21.1 [*]	18.5 [*]	34.2 ^o	26.5 ^o	21.2 [*]	46.9 ^o	28.3 ^x	23.5 ^x	22.1 [*]	42.9 ^o
Hämeentien silta	21.1 ^x	26.5 ^o	26.0 ^x	22.9 ^x	21.3 [*]	44.2 ^o	21.8 ^x	29.2 [*]	27.6 ^x	30.0 ^x
Kyläsaarenk.	22.4 ^o	19.9 ^x	56.2 ^x	13.7 [*]	23.1 ^o	48.1 ^x	20.8 [*]	10.0 [*]	29.2 ^x	48.4 ^o
Kulosaarensilta	18.5 ^x	25.0 ^x	34.1 ^o	27.8 ^o	20.2 ^x	42.3 ^x	29.0 ^o	36.8 ^o	34.1 ^o	33.0 ^x
<u>Ulkokehä:</u>										
Jorvaksentie	18.2 ^x	17.4 [*]	29.1 ^o	16.8 [*]	19.2 ^x	50.4 ^o	33.2 ^o	32.1 [*]	30.4 ^o	41.2 [*]
Otanien silta	26.4 [*]	31.0 ^o	30.2 [*]	19.4 [*]	26.0 [*]	28.9 ^x	27.1 ^o	32.7 ^o	26.8 ^x	28.5 ^x
Länt.moottoritie	22.3 [*]	20.5 ^x	29.6 ^o	21.2 ^x	21.5 [*]	34.1 ^x	26.8 ^x	35.7 ^o	25.2 ^x	32.9 ^x
Turuntie	22.4 ^x	19.5 [*]	24.1 ^x	28.9 ^o	23.2 ^x	33.3 ^x	18.4 [*]	39.4 ^o	33.5 ^o	31.5 ^o
Vihdintie	19.5 [*]	19.9 ^x	25.6 ^x	17.4 [*]	19.3 [*]	47.3 [*]	26.4 ^x	34.7 [*]	30.1 ^x	36.2 ^x
Nurmijärventie	30.0 ^o	25.5 ^o	31.8 ^o	25.2 ^o	29.4 ^o	32.2 ^x	35.1 ^o	37.6 ^o	27.0 ^x	31.0 ^x
Uusi Tuusulant.	21.7 ^x	20.2 ^x	22.1 ^x	25.6 ^o	28.3 ^o	32.2 ^x	31.0 ^x	26.0 ^x	24.1 ^x	31.0 ^x
Vanha Tuusulant.	22.1 ^x	26.0 ^o	27.6 [*]	27.0 ^o	22.6 ^x	30.6 ^x	19.7 [*]	26.0 ^x	34.9 ^o	29.4 ^x
Lahdentie	18.2 ^x	18.8 ^x	29.5 ^o	19.9 [*]	18.5 ^x	36.7 ^x	27.0 [*]	26.7 ^x	29.1 ^x	34.9 ^x
Porvoontie	22.5 ^x	26.2 ^o	29.8 ^o	18.4 [*]	31.2 ^o	28.5 ^x	26.4 [*]	35.5 [*]	28.7 [*]	28.5 ^x

x = klo 14 - 17

* = klo 15 - 18

o = klo 14 - 18

Eri kehäpisteiden liikenteen (klo 6-20) %-osuus koko kehän liikenteestä (klo 6-20)
keskimäärin vuosina 1965 - 1969 (välikehä v. 1967 - 1969)

Piste	Suunta 1 keskustaan					Suunta 2 keskustasta				
	ha	ka+ra	la	pa	lyht	ha	ka+ra	ka	pa	lyht
<u>Sisäkehä:</u>	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Lauttasaaren + Lapinlahden silta	20.7	17.7	16.4	19.6	19.7	20.7	17.3	15.9	22.1	19.7
Merikannontie	4.9	5.4	0.1	4.2	4.5	2.5	3.1	0.1	2.4	2.4
Mechelinink.	9.4	16.1	4.6	9.4	9.5	11.0	18.7	3.4	9.3	10.8
Runebergink.	11.3	9.3	13.3	10.0	11.4	11.6	9.6	14.1	8.1	11.6
Töölönkatu	3.9	2.1	2.2	4.0	3.6	3.8	2.1	2.0	3.8	3.5
Mannerh.tie	18.8	16.7	20.4	16.8	18.6	18.7	17.1	20.9	21.1	18.9
Pitkäsilta	17.2	14.6	41.4	19.8	19.6	15.8	10.8	41.7	18.4	18.4
Hakan.silta	13.8	18.1	1.6	16.2	13.1	15.9	21.3	1.9	14.8	14.7
<u>Välikehä:</u>	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Meilahdensilta	5.4	1.4	0.2	3.3	4.5	5.2	0.9	0.1	3.1	4.2
Munkkin.silta	16.5	12.7	9.1	12.4	15.1	16.0	15.0	9.0	13.5	15.0
Mannerh.tie	18.8	19.9	30.8	25.6	20.4	19.1	18.3	29.5	20.9	19.9
Suokatu	3.9	4.3	0.3	4.8	3.9	4.3	4.5	0.1	4.9	4.2
Mäkelänkatu	17.0	19.5	19.5	18.3	17.6	17.3	20.1	20.2	18.4	18.1
Hämeentien silta	10.5	11.1	14.2	13.4	11.2	8.3	9.4	14.8	12.9	9.8
Kyläsaarenk.	1.9	5.7	0.4	2.8	2.3	3.0	7.0	1.0	3.8	3.3
Kulosaarensilta	26.0	25.4	25.5	19.4	25.0	26.4	24.8	25.3	22.5	25.5
<u>Ulkokehä:</u>	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Jorvaksentie	22.5	10.6	27.1	20.6	21.0	22.0	12.1	26.5	20.3	20.8
Otaniemensilta	13.8	6.5	5.5	11.5	12.5	12.1	6.6	5.9	10.4	11.2
Länt.moottoritie	11.1	8.0	5.1	8.9	10.2	12.4	8.7	4.9	9.5	11.1
Turuntie	9.3	12.9	19.0	15.9	10.8	9.0	12.1	19.1	12.9	10.3
Vihdintie	6.1	7.7	7.2	6.0	6.4	6.2	8.3	7.3	6.0	6.6
Nurmijärventie										
Uusi Tuusulant.	24.3	35.1	25.6	25.1	25.7	24.4	32.8	25.7	29.0	25.8
Vanha Tuusulant.										
Lahdentie	7.5	10.5	4.6	7.5	7.7	7.7	10.3	4.6	7.0	7.8
Porvoontie	5.4	8.6	5.8	4.4	5.7	6.2	9.1	6.1	4.9	6.4

Eri kehäpisteiden liikenteen (klo 6-20) %-osuuden koko kehän liikenteestä (klo 6-20)
suhteellinen hajonta vuosina 1965 - 1969 (välikehä v. 1967 - 1969)

Piste	Suunta 1 keskustaan					Suunta 2 keskustasta				
	ha	ka+ra	la	pa	yht	ha	ka+ra	la	pa	yht
<u>Sisäkehä:</u>										
Lauttasaaren + Lapinl.silta	9.5	15.9	5.6	8.3	9.8	8.4	11.1	3.3	10.1	8.2
Merikannontie	2.1	12.1	49.0	7.3	2.0	5.0	20.2	71.0	15.1	6.3
Mechelinink.	6.5	12.0	14.2	9.2	4.3	7.9	9.7	10.5	22.9	7.3
Runebergink.	9.6	12.2	5.5	8.9	9.3	10.3	16.3	10.1	8.7	11.4
Töölönkatu	9.0	12.2	10.1	9.5	9.0	11.4	12.6	8.8	18.0	11.5
Mannerh.tie	8.6	24.1	1.4	8.4	6.9	8.4	12.0	3.0	2.4	6.8
Pitkäsilta	2.6	15.3	1.6	2.8	3.0	8.4	13.5	5.2	7.6	5.5
Hakan.silta	8.9	4.7	28.1	17.3	9.4	4.8	8.9	18.4	12.5	5.0
<u>Välikehä:</u>										
Meilahdensilta	7.6	64.1	22.6	8.4	6.7	21.4	81.4	46.3	41.3	21.6
Munkkin.silta	4.8	7.7	8.3	9.6	4.6	9.2	5.2	4.2	12.2	9.0
Mannerh.tie	10.9	9.3	2.4	8.9	6.2	7.8	5.5	4.8	16.0	8.7
Suokatu	8.3	88.2	10.4	12.2	10.5	2.3	84.2	51.6	21.9	8.6
Mäkelänkatu	12.5	3.6	4.4	4.5	9.6	8.9	13.2	1.2	3.4	5.5
Hämeentiensilta	10.0	10.2	5.3	13.1	7.3	12.4	12.9	2.1	33.4	13.2
Kyläsaarenk.	13.9	8.0	57.2	24.3	1.3	8.5	5.2	30.7	14.4	5.3
Kulosaarensilta	5.8	14.6	5.9	4.9	4.4	1.0	2.2	3.4	19.2	2.4
<u>Ulkokehä:</u>										
Jorvaksentie	9.6	14.9	8.4	21.6	9.6	14.4	5.8	4.9	14.9	11.9
Otaniemensilta	18.3	15.3	10.9	13.4	16.3	17.0	25.3	12.5	6.4	15.3
Länt.moottoritie	19.9	4.6	31.9	17.3	17.2	8.3	11.7	21.4	8.5	7.7
Turuntie	15.2	8.2	6.6	24.0	9.4	11.5	7.9	6.7	10.3	9.8
Vihdintie	3.3	19.6	11.8	11.3	4.0	9.9	11.4	14.6	7.5	7.6
Nurmijärventie										
Uusi Tuusulant.	9.8	5.5	3.2	2.5	8.9	5.7	7.2	5.0	11.4	4.5
Vanha Tuusulant.										
Lahdentie	7.1	15.8	11.3	17.8	8.9	12.7	11.1	8.2	13.5	10.6
Porvoontie	14.5	24.1	27.1	9.6	15.4	5.5	25.8	27.0	15.5	8.5

Teollisuus- ja satama-alueiden katujen ajoneuvoliikenteen klo 6-20 tuntivaihtelu-
kerrointen keskiarvo ($\bar{a}$ %) ja suhteellinen hajonta (Sa %) 3 ja 4 tunnin laskenta-
jaksoilla (suunnat erikseen)

Klo	Teollisuusalueiden kadut				Satama-alueiden kadut			
	S1 teoll.alueelle		S2 teoll.alueelta		S1 satama-alueelle		S2 satama-alueelta	
	$\bar{a}$ %	Sa %	$\bar{a}$ %	Sa %	$\bar{a}$ %	Sa %	$\bar{a}$ %	Sa %
6 - 9	31.0	10.5	13.3	16.0	24.9	20.1	17.8	62.5
7 - 10	29.5	<u>3.8</u>	19.0	9.2	30.1	<u>7.6</u>	24.2	42.2
8 - 11	26.2	7.2	23.1	10.0	26.6	15.5	26.6	23.2
9 - 12	24.0	6.5	25.3	6.6	25.6	8.8	28.0	13.6
10 - 13	24.3	13.8	25.8	7.4	27.8	9.5	27.4	11.4
11 - 14	24.9	14.2	25.9	12.0	29.0	8.9	27.6	<u>9.2</u>
12 - 15	25.4	6.8	25.6	6.5	29.4	13.1	27.5	6.7
13 - 16	25.4	7.9	29.8	12.1	28.5	16.9	28.3	17.3
14 - 17	21.9	7.4	36.4	8.2	23.0	17.4	29.5	31.1
15 - 18	15.9	9.4	31.2	<u>5.1</u>	16.5	25.3	22.5	47.2
16 - 19	9.7	20.7	21.4	15.3	9.6	31.3	16.0	65.3
17 - 20	6.3	33.7	8.4	29.7	6.4	46.4	7.6	61.4
6 - 10	39.0	9.7	21.0	11.2	32.8	11.6	26.7	49.2
7 - 11	37.5	<u>3.5</u>	27.4	7.6	38.9	<u>5.4</u>	32.8	29.8
8 - 12	34.2	7.3	32.2	5.8	35.4	12.2	37.1	19.8
9 - 13	32.3	8.8	33.5	7.6	35.7	9.4	36.3	12.2
10 - 14	32.8	11.6	34.3	7.3	37.8	8.9	36.2	10.1
11 - 15	33.4	8.0	34.7	7.0	38.3	10.4	38.0	<u>7.7</u>
12 - 16	33.8	<u>3.3</u>	38.1	7.0	38.6	15.1	36.7	12.4
13 - 17	30.4	4.9	44.8	6.1	33.0	14.1	38.3	26.6
14 - 18	24.4	8.7	40.0	6.4	25.8	14.7	32.9	32.7
15 - 19	18.1	11.1	33.9	<u>5.8</u>	18.8	21.0	25.2	47.6
16 - 20	11.2	22.2	23.4	17.8	10.9	31.2	17.5	63.9

Ajoneuvoliikenteen tuntivaihtelukerrointen keskiarvo ($\bar{a}$ %) ja suhteellinen hajonta (Sa %) 2, 3 ja 4 tunnin laskentajaksoilla (molemmat suunnat)

Klo	Asuntoalueiden kadut						Teollisuusalueiden kadut					
	2 h laskenta		3 h laskenta		4 h laskenta		2 h laskenta		3 h laskenta		4 h laskenta	
	$\bar{a}$ %	Sa %	$\bar{a}$ %	Sa %	$\bar{a}$ %	Sa %	$\bar{a}$ %	Sa %	$\bar{a}$ %	Sa %	$\bar{a}$ %	Sa %
7	15.3	10.6					13.7	17.4				
8	16.6	10.1	23.1	9.9			16.5	<u>4.8</u>	22.5	10.7		
9	12.1	5.0	21.0	5.7	27.4	7.4	16.5	<u>4.8</u>	24.4	6.1	30.3	10.2
10	8.8	15.2	16.4	5.4	25.4	4.1	16.5	11.6	24.7	8.3	32.6	<u>4.5</u>
11	9.5	16.4	14.0	14.6	21.6	7.6	16.0	8.5	24.6	<u>5.8</u>	33.2	5.8
12	10.0	11.9	14.3	12.9	18.8	12.1	16.7	7.9	25.1	10.4	32.9	7.5
13	9.8	<u>4.6</u>	14.9	7.3	19.3	8.8	16.9	16.0	25.3	11.8	33.5	9.3
14	10.0	8.4	14.8	6.8	20.0	8.8	16.7	12.2	25.1	5.6	34.0	5.8
15	10.6	23.1	17.4	7.9	22.2	7.0	17.1	6.4	25.1	5.6	36.3	5.2
16	19.8	7.6	24.9	7.1	29.9	4.6	19.5	15.3	27.9	11.0	37.9	5.6
17	23.5	9.7	30.8	<u>5.5</u>	36.0	<u>3.7</u>	20.7	6.3	29.4	8.9	32.5	7.7
18	20.3	14.2	32.7	7.5	40.1	4.4	13.0	12.9	23.6	6.1	26.2	7.4
19	17.4	8.0	26.8	9.5	40.9	6.6	5.5	27.0	15.4	16.1	17.2	18.8
									7.3	29.5		
							4.2	43.0				

Klo	Satama-alueiden kadut					
	2 h laskenta		3 h laskenta		4 h laskenta	
	$\bar{a}$ %	Sa %	$\bar{a}$ %	Sa %	$\bar{a}$ %	Sa %
7	11.9	27.5	21.7	17.8		
8	18.9	15.8	27.5	11.2	30.1	18.6
9	18.2	23.6	26.9	16.6	36.3	12.2
10	17.3	13.1	27.1	9.5	34.3	15.1
11	19.1	9.3	27.9	8.6	36.5	9.3
12	19.1	<u>7.4</u>	28.7	6.6	37.5	7.3
13	18.9	6.9	28.8	6.2	38.6	6.3
14	19.5	7.6	28.9	<u>5.9</u>	38.3	<u>5.9</u>
15	19.4	8.7	26.9	8.5	36.4	8.4
16	16.9	20.8	20.1	22.6	30.1	14.2
17	10.7	48.9	13.3	48.6	22.8	24.4
18	5.8	52.1	7.3	49.4	14.7	47.5
19	4.1	56.7				

Yöliikennekertoimet a'20-6 liikenteen klo 6-20 muuttamiseksi vuorokausiliikenteeksi klo 6-6

Laskentapaikka	Keskustaan						Keskustasta					
	ha	pa	ha+pa	ka+ra	la	kaikki ajon.	ha	pa	ha+pa	ka+ra	la	kaikki ajon.
Kulosaaren silta 12-13.8.-64			1.160	1.053	1.184	1.161			1.230	1.058	1.193	1.190
23-24.9.-64			1.159	1.063	1.181	1.145			1.193	1.059	1.171	1.168
ka.			1.160	1.058	1.183	1.153			1.212	1.059	1.182	1.179
Hakaniemensilta 12-13.8.-64			1.114	1.029	1.195	1.086			1.135	1.032	1.163	1.119
23-24.9.-64			1.096	1.030	1.181	1.103			1.140	1.026	1.129	1.120
24.8.-67	1.110	1.040	1.103	1.042	1.145	1.096	1.164	1.041	1.151	1.034	1.181	1.136
pain.ka.	1.110	1.040	1.104	1.036	1.166	1.095	1.164	1.041	1.144	1.032	1.164	1.128
Pitkäsilta 12-13.8.-64			1.239	1.060	1.174	1.205			1.290	1.116	1.183	1.230
23-24.9.-64			1.232	1.046	1.179	1.209			1.252	1.073	1.205	1.252
24.8.-67	1.224	1.044	1.200	1.079	1.189	1.190	1.271	1.052	1.242	1.078	1.190	1.224
pain.ka.	1.224	1.044	1.218	1.066	1.183	1.198	1.271	1.052	1.257	1.086	1.192	1.233
Mannerheimint./eduskuntatalo 12-13.8.-64			1.220	1.117	1.174	1.215			1.250	1.080	1.190	1.230
23-24.9.-64			1.239	1.106	1.149	1.205			1.264	1.094	1.193	1.224
24.8.-67	1.259	1.081	1.242	1.074	1.196	1.224	1.255	1.048	1.203	1.083	1.166	1.192
pain.ka.	1.259	1.081	1.236	1.093	1.179	1.217	1.255	1.048	1.230	1.085	1.179	1.209
Lauttasaaren silta 12-13.8.-64			1.181	1.032	1.274	1.171			1.221	1.032	1.151	1.182
23-24.9.-64			1.164	1.135	1.160	1.163			1.248	1.018	1.166	1.211
24.8.-67	1.185	1.174	1.183	1.026	1.175	1.168	1.221	1.027	1.193	1.028	1.190	1.179
pain.ka.	1.185	1.174	1.178	1.055	1.196	1.168	1.221	1.027	1.214	1.027	1.174	1.188
Lapinlahden silta 24.8.-67	1.155	1.052	1.148	1.019	1.112	1.142	1.208	1.052	1.198	1.035	1.098	1.185
Keskiarvo	1.187	1.078	1.174	1.065	1.170	1.162	1.224	1.044	1.209	1.054	1.165	1.187

Käsinlaskentojen lävistyslistaehdotus

- Laskentapiste n:o S 0 9 Hakaniemen silta
- Laskentapäivä 23.09.70 Ti
- Kelloajat 06 - 20
- Suuntia 2 kpl

		Suunta 02 keskustasta							
kello		ha	la	ka	ra	pa	mp	pp	rv
koodi	aika	1	2	3	4	5	6	7	8
0 6 1	06.00 - 06.15								
0 6 2	06.15 - 06.30								
0 6 3	06.30 - 06.45								
0 6 4	06.45 - 07.00								
0 7 1	07.00 - 07.15								
0 7 2	07.15 - 07.30								
0 7 3	07.30 - 07.45								
0 7 4	07.45 - 08.00								
0 8 1	08.00 - 08.15								
0 8 2	08.15 - 08.30								
0 8 3	08.30 - 08.45								
0 8 4	08.45 - 09.00								
0 9 0	09 - 10								
1 0 0	10 - 11								
1 1 0	11 - 12								
1 2 0	12 - 13								
1 3 0	13 - 14								
1 4 0	14 - 15								
1 5 1	15.00 - 15.15								
1 5 2	15.15 - 15.30								
1 5 3	15.30 - 15.45								
1 5 4	15.45 - 16.00								
1 6 1	16.00 - 16.15								
1 6 2	16.15 - 16.30								
1 6 3	16.30 - 16.45								
1 6 4	16.45 - 17.00								
1 7 1	17.00 - 17.15								
1 7 2	17.15 - 17.30								
1 7 3	17.30 - 17.45								
1 7 4	17.45 - 18.00								
1 8 0	18 - 19								
1 9 0	19 - 20								

Ajoneuvojen määrät

Liikenteen vaihtelukertoimet

1. tuntivaihtelukerroin a päivä
2. tuntivaihtelukerroin a
3. viikonpäivävaihteluk. b
4. kausivaihtelukerroin c

ha	ka+ra	la	pa	yht

Käsinlaskentojen tulostustaulukkoehdotus

Päivämäärä: 23.09.70 Ti Laskentapiste: S09 Hakaniemen silta Suunta: 02 keskustasta

klo	ha	la	ka	ra	pa	yhteensä autoja	mp	yhteensä moottori ajoneuvoja	pp	rv	yhteensä ajon.	yhteensä ha-yksik köjä	suunnan lii- kenne % kai- kista suun.
06.00-06.15													
06.15-06.30													
06.30-06.45													
06.45-07.00													
06-07													
07.00-07.15													
.													
.													
.													
08.45-09.00													
08-09													
09-10						Taulukossa joko 1. absoluuttiset liikennemäärät tai 2. % osuudet liikenteestä klo 6-20							
.													
.													
.						Taulukko 1. suunnat erikseen 2. suunnat yhdessä							
13-14													
14-15													
15.00-15.15													
15.15-15.30													
15.30-15.45													
15.45-16.00													
15-16													
16.00-16.15													
.													
.													
17.45-18.00													
17-18													
18-19													
19-20													
Q6-20													
Qvrk						Näillä riveillä joko 1. absoluuttiset liikennemäärät tai 2. ajoneuvokoostumusprosentit							
V													
KVL													

Aamu huipputunti klo 07.15 - 08.15 yht.ajon.

Ilta huipputunti klo 16.00 - 17.00 yht.ajon.

Vilkkain neljännestanti klo 16.15 - 16.30 yht.ajon.

Päivämäärä: 23.09.70 Ti Kehä: Sisäkehä Suunta: 02 keskustasta

Laskenta-		ha	la	ka	ra	pa	yhteensä		yhteensä			yhteensä	yhteensä	ajon. %
piste							autoja	mp	moottori	rv	pp	ajoneu-	ha-yksik-	ko so kehän
									ajoneuvoja			voja	köjä	ajoneuv.
S01	abs													
	%											100		
S02	abs													
	%											100		
S03	abs													
	%											100		
S04	abs													
	%											100		
S05	abs													
	%											100		
S06	abs													
	%											100		
S07	abs													
	%											100		
S08	abs													
	%											100		
S09	abs													
	%											100		
koko kehä	abs													
	%											100		100 %

Kehäliikenteen klo 6 - 20 tulostustaulukko

Samanlainen taulukko suunnat 01 ja 02 laskettuna yhteen

Konelaskentojen tulostustaulukko

Päivämäärä 23.09.70 Ti

Laskentapiste: S09

Laskentapaikka: Hakaniemensilta

Kehä: Sisäkehä

Laskentakone n:o

klo	Suunta 01		Suunta 02		Yhteensä		Tuntisumma		
	Lukum.	%	Lukum.	%	Lukum.	%	Lukum.	%	
04.00 - 04.15									
04.15 - 04.30							S1		
04.30 - 04.45							S2		
04.45 - 05.00							yht.		
05.00 - 05.15									
05.15 - 05.30							S1		
05.30 - 05.45							S2		
05.45 - 06.00							yht.		
06.00 - 06.15									
.									
.									
.									
02.45 - 03.00									
03.00 - 03.15									
03.15 - 03.30							S1		
03.30 - 03.45							S2		
03.45 - 04.00							yht.		
% kehän liikenteestä									
yht. 06 - 20							S1	S2	yht.
yht. 06 - 22							S1	S2	yht.
yht. 04 - 04		100		100		100	S1	S2	yht.

Aamuhuipput.		%		%		%
klo						
Iltap.huipput.						
klo						

Konelaskentojen tulostustaulukko (vuosiyhteenveto)

Laskentapista: S O 9 Hakaniemensilta

Kehä: Sisäkehä

Laskenta-aika klo 04 - 04

Laskentakone n:o

	Suunta 01		Suunta 02		Suunta 01 + 02	
	Lukum.	% KVL:stä	Lukum.	% KVL:stä	Lukum.	% KVL:stä
23.09.70 Ti						
24.09.70 Ke						
25.09.70 To						
26.09.70 Pe						
27.09.70 La						
28.09.70 Su						
1.11.70 Ke						
2.11.70 To						
.						
.						
.						
.						
.						
	KVL	100	KVL	100	KVL	100

Viikko n:o	Suunta 01							
	ma	ti	ke	to	pe	la	su	
1								
2								
3	$\frac{V}{KVL}$	$\frac{Qma}{V}$	$\frac{Qti}{V}$	$\frac{Qke}{V}$	$\frac{Qto}{V}$	$\frac{Qpe}{V}$	$\frac{Qla}{V}$	$\frac{Qsu}{V}$
.								
.								
.								
.								
52								
keskiarvo								KVL

Sama taulukko suunnille 02 ja 01 + 02

