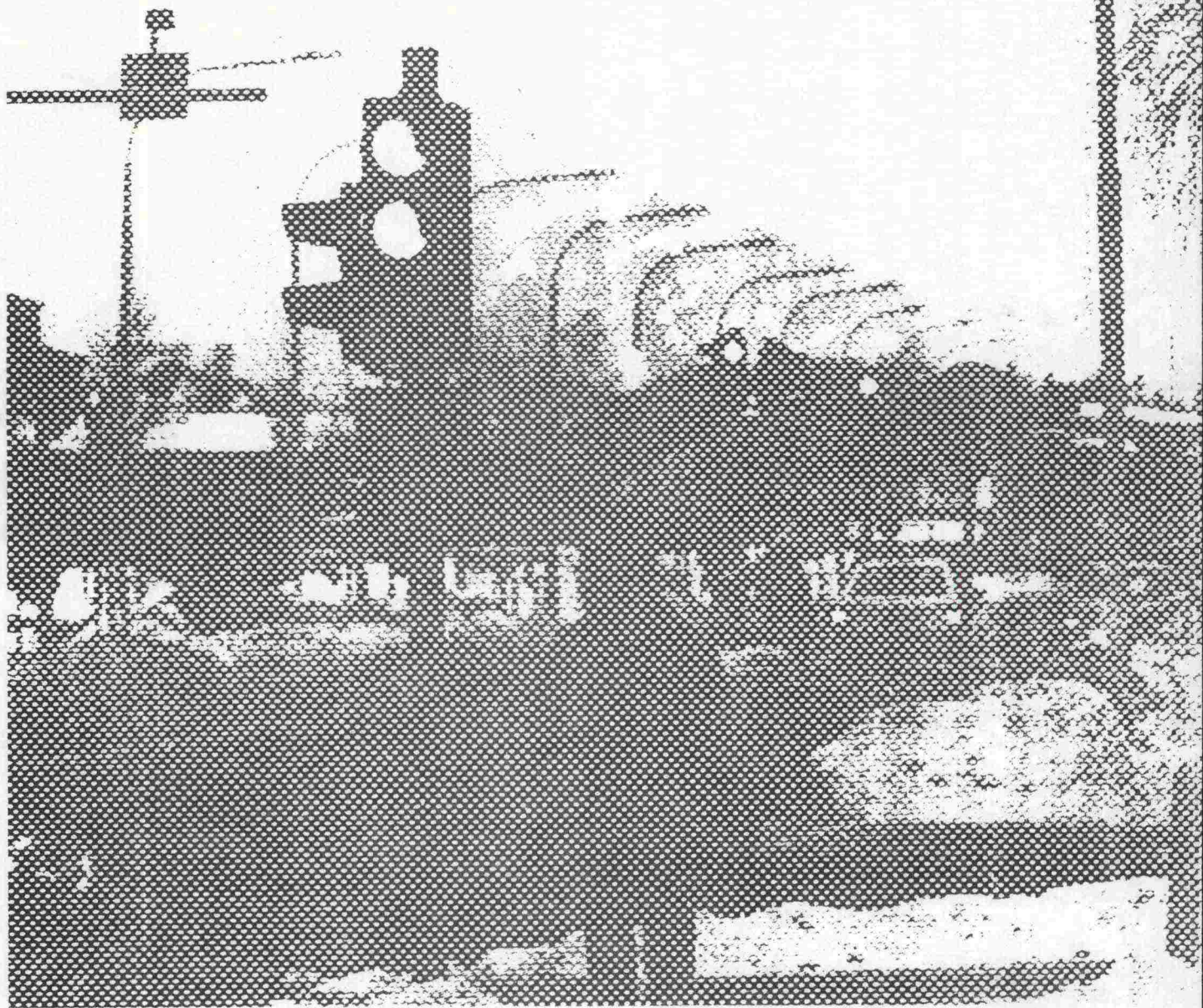


# ESISELVITYS YLEISILLÄ TEILLÄ OLEVIA LIIKENNEVALOJEN SOVELTUVUUDESTA LIIKENNELASKENTAAN



TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS  
TUTKIMUSTOIMISTO

Toukokuu 1986

**ILT**

08  
TVH



88:802/2

## ESIPUHE

Tie- ja vesirakennushallitus käynnisti syksyllä 1985 esiselvityksen, jossa tuli selvittää periaattellisella tasolla yleisillä teille olevien liikennevalojen soveltuvuus liikennelaskentaan erityisesti ottaen huomioon tielaitoksen liikennelaskentajärjestelmän kehittämistavoitteet.

Tämän selvityksen laatimiseen on ollut useita syitä:

- liikennemäärätieto on keskeinen lähtökohta tienpidon ja yksittäisten tiekohteiden suunnittelussa
- liikennemäärätietoa syntyy kaikissa mikroprosessoriohjatuissa liikennevalolaitteissa
- kehittynyt tietotekniikka on tehnyt mahdolliseksi tietojen lajittelun, varastoinnin ja siirron
- nykytilanteen kartoitus ja teknisten mahdollisuuksien arviointi luo perustan jatkotoimenpiteiden ohjaamiselle.

Selvityksen ohjaajana on ollut DI Olli Nordenswan tie- ja vesirakennushallituksesta. Työn on suorittanut konsulttina Liikennetekniikka Oy, jossa työstä ovat vastanneet DI Björn Silfverberg ja DI Launo Kallas.



## SISÄLLYSLUETTELO

0.	TIELAITOKSEN LIIKENNELASKENTAJÄRJESTELMÄSTÄ	3
1.	TIELAITOKSEN ERILLISET LIIKENNELASKENTALAITTEET	5
2.	LIIKENNEVALOLAITTEISTOT	7
2.1	Risteyskojeiden kehittyminen	7
2.2	Ilmaisimet	8
2.3	Tiedonsiirto liikennevalokohteiden välillä	11
2.4	Liikennelaskentamahdollisuudet liikennevalolaitteissa	12
2.41	Yleistä	12
2.42	Ajoneuvojen tunnistaminen	13
2.43	Erillinen liikennetutkimuslaite liikennevalokojeiston lisänä	13
2.44	Puhelinyhteys erillisen liikennevalokojeiston osana	13
2.45	Ryhmäohjatut valot	14
2.46	Keskusohjatut valot (sekä kaukovalvotut)	14
2.5	Nykyisiin valolaitteisiin tarvittavien lisälaitteiden hinnoista ja toimitusmahdollisuuksista	16
2.51	Tiedonsiirtokieli	16
2.52	Lisäilmaisimet	16
2.53	Liikennelaskentalaitte	16
2.54	Puhelinyhteys tiedonsiirrossa	17
2.55	Mikrotietokone	17
2.56	Esimerkkejä soveltuvista yhdistelmäkokonaisuuksista	18
2.6	Liikennelaskentatoiminnan vaikutus liikennevalojen käyttöön	18
2.7	Esimerkkejä kaupunkien toteuttamista automaattisista liikennelaskennoista	19
2.71	Oulun järjestelmä	19
2.72	Mikkelin järjestelmä	19
3.	KEHITTÄMISOHJELMA	20
3.1	Periaatteellinen menettelytapa	20
3.2	Keskusohjaus	20
3.3	Ryhmäohjatut valot	20
3.4	Erilliset valot	20
3.5	Teknisen sovellutuksen kehittäminen	20
3.6	Liikennelaskenta uusissa liikennevalokohteissa	22
4.	YHTEENVETO	22

## KUVALUETTELO

1. Tielaitoksen liikennelaskentajärjestelmä
2. Esimerkki nykyisten laskentalaitteiden tulostuksesta
3. Kaistakohtaiset lyhyet kelat
4. Lyhyt useamman kaistan kela
5. Keskipitkät kaistakohtaiset kelat
6. Pitkä kaistakohtainen kela
7. Esimerkki nykyaikaisen liikennevaloliittymän ilmaisinjärjestelyistä
8. Ilmaisimien kaapelointitapoja
9. Liikennevaloristeyskojeistojen yhteenkytkentätapoja
10. Liikennelaskentatietojen keräilytapoja eri tavalla kytketyistä kojeista
11. Erilaisten laitteistojen soveltuminen eri vaatimustasoihin

## TAULUKKOLUETTELO

1. Yleisten teiden liikennevalokojoiden jakautuminen mikroprosessorikojeisiin ja muihin piireittäin
2. Kaupunkien liikennevalokeskustietokoneet
3. Esimerkkejä FTC-12000 -liikennevalokeskustietokoneen tulostamasta liikennelaskennasta

## 0. TIELAITOKSEN LIIKENNELASKENTAJÄRJESTELMÄSTÄ

Liikennelaskentatyö on tärkeä osa siitä perustutkimuksesta, jota tielaitoksessa tehdään, ja jonka tuloksia tarvitaan toimenpiteiden suunnittamiseen oikeaan aikaan oikeaan paikkaan.

Valtakunnantasolla, liikennepoliittisessa suunnittelussa sekä liikennepoliittisten toimenpiteiden vaikutusten seuraamiseksi tarvitaan tietoja tieliikenteen kokonaissuoritteista, sen muutoksista vuodesta toiseen sekä liikenteen ajankohtaisesta yleiskehityksestä. Tielaitoksen tarpeita varten taas tarvitaan yksityiskohtaisempia tietoja mm. tieosien keskimääräisistä liikennemääristä ja liikenteen erilaisista vaihteluista.

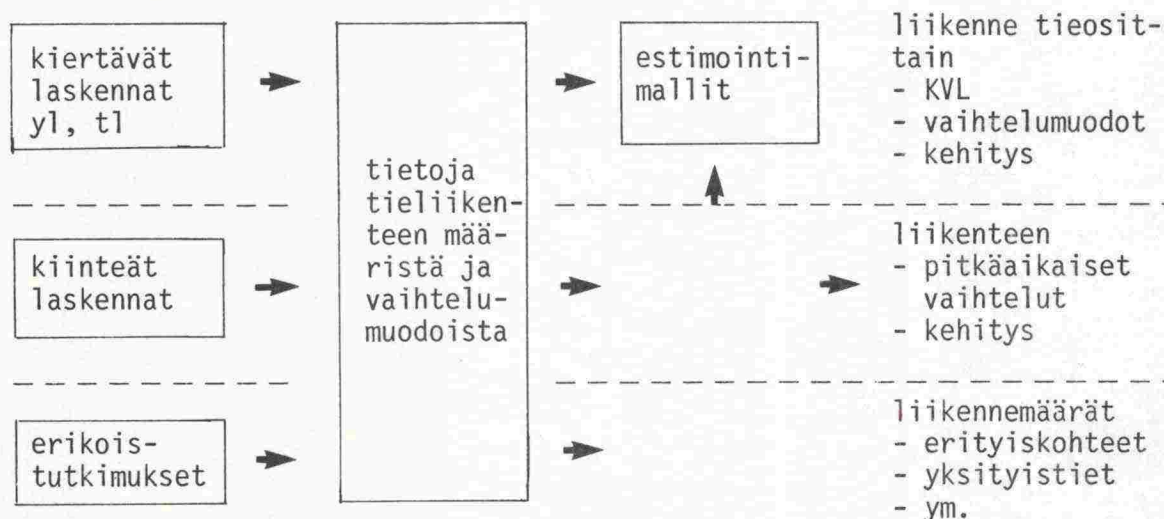
Liikennelaskennan kehittäminen perustuu täysin koneelliseen laskentaan. Laskentakokojeesta riippumatta tieto (osoite, aika, määrä) tuotetaan samanmuotoisena (ASCII-koodi) keskitettyyn atk-pohjaiseen tiedonhallintajärjestelmään, jonka avulla tietoa muokataan ja tulostetaan mitä moninaisimpia raportteja suunnittelun ja seurannan tarpeisiin.

Koko valtakunnan käsittävä liikennelaskentajärjestelmä muodostuu pääosin kolmesta osajärjestelmästä:

1. Kiertävät liikennelaskennat (n. 20000 tieosaa)  
+ yleinen liikennelaskenta (vuosittain n. 5000 pistettä)  
+ tarkkailulaskenta (vuosittain 120 pistettä)
2. Kiinteät konelaskennat (n. 100 pistettä)
3. Erikoistutkimukset

Tulokset kahdesta ensimmäisestä osajärjestelmästä kerätään liikennemäärärekisteriin, eräänlaiseen vaihtelumuotopankkiin, josta ne on saatavissa järjestelmän sisäiseen tietojenkäsittelyyn. Koko järjestelmän vaatima käytännön työ on hajautettu piirihallinnon suoritettavaksi. Osajärjestelmiä ja niiden tuottaman tiedon kulkua voidaan kuvata pääpiirteittäin kuvan 1 avulla.

Kuva 1. Tielaitoksen liikennelaskentajärjestelmä



1. Kiertävät laskennat. Tämän osajärjestelmän avulla selvitetään koko yleisen tieverkon lähes 20.000 tieosan liikenne neljän vuoden aikajakson kuluessa. Pistejoukossa on vuosittain noin 120 laskentapistettä, joissa kussakin lasketaan kuukausittain vähintään viikon mittainen ajanjakso (ns. tarkkailulaskenta). Näin siksi, että saadaan aineistoa liikenteen viikonpäivä- ja kausivaihteluiden muutoksista. Muissa vuosittain laskettavissa pisteissä suoritetaan lyhytaikaisempia, 2, 5 tai 7 vuorokauden laskentoja, ainoastaan kolme kertaa vuoden aikana (ns. yleinen liikennelaskenta).

2. Kiinteät laskennat. Tämä osajärjestelmä muodostaa tulevaisuudessa koko laskentajärjestelmän rungon. Laskentapisteen (yhteensä n. 100 kpl) valitaan koko tieverkolta siten, että niiden tuottama informaatio liikenteestä kuvaisi mahdollisimman hyvin koko yleisen tieverkon liikennettä. Laskenta näissä pisteissä on jatkuvaa ja tapahtuu automaattisesti tuottaen sen referenssitiedon, joka tarvitaan lyhytaikaisten laskentojen (kiertävät laskennat) tietojen muuttamiseksi keskimääräisiksi KVL-arvoiksi. Osa laskentapisteeissä käytettävistä laitteista on toiminnaltaan monipuolisia. Ne luokittelevat ajoneuvot eri tyyppeihin, mittaavat ajoneuvojen nopeuksia ja akseleiden painojakaumia yms.

3. Erikoistutkimukset. Tämän laskentatyypin avulla tuotetaan tietoa välittömän päätöksenteon ja suunnittelun tarpeisiin. Tutkimukset ovat yksilöllisiä ja usein kertaluontoisia. Laskennassa tuotettu tieto on yhdenmukaista kahden muun laskentatyypin kanssa. Näin ollen tiedon atk-käsittely käy samoilla ohjelmilla. Tietoa ei säilytetä liikennemäärärekisterissä.

Kaikki kiertävän ja kiinteän laskentajärjestelmän tuottama tieto on samanlaisessa perusmuodossa. Tietojen tallennus ja käsittely tapahtuu integroidusti tierekisterin mukaisen osoitejärjestelmän avulla (tienu-mero, tieosa, etäisyys tieosan alusta). Lisäksi laskentatiedoissa on mukana tiedot laskenta-ajankohdasta. Nämä tiedot ovat välttämättömät estimointitekniikkaan perustuvassa systeemissä.

Valtaosa tieosien liikennemääräarvioista perustuu siten lyhytaikaisiin laskentoihin, jotka estimointimalleilla muunnetaan KVL, KAVL ja KKVL-arvoiksi ajoneuvolajeittain. Tämä järjestelmä asettaa korkeat tarkkuusvaatimukset laskentalaitteistolle. Tierekisteri on liikennemäärätiedon eräs päätevarasto. Rekisterin rakenne asettaa ehtoja muuttujamäärityksen ja tiedon muodon suhteen. Tiedonhallintajärjestelmä on pitkän kehitystyön tulos, jota asteittain kehitellään. Laskentalaitteiston tulee mukautua tämän järjestelmän ehtoihin.

## 1. TIELAITOKSEN ERILLISET LIIKENNELASKENTALAITTEET

Nykyisin käytössä olevien erillisten liikennelaskentalaitteiden toiminta perustuu joko ns. induktiivisiin silmukoihin tai mikroaalto-tekniikkaan. Laitteissa oleva mikroprosessori ohjaa niiden toimintaa ja liikennemäärätietojen tallentamista.

Induktiivisissa laitteissa käytetään ajoneuvon ilmaisimena tien päällysteeseen upotettua, sähköjohdosta tehtyä silmukkaa. Elektroniikka tutkii ja rekisteröi automaattisesti silmukan magneettikentän muutokset, jotka määrättyjen sääntöjen perusteella voidaan tulkita silmukan yli ajaneiksi ajoneuvoiksi.

Mikroaaltolaitteissa ajoneuvon ilmaisu tapahtuu tutkaperiaatteen avulla.

Kohdassa 0 esitetty liikennelaskentajärjestelmän toteuttaminen edellyttää, että osa kiinteän liikennelaskennan laitteistosta pystyy myös ajoneuvotyyppien erotteluun. Suurimmalta osin laskennassa riittää kuitenkin yksikkömäärän rekisteröinti tunnin tai 15 minuutin aikayksiköissä.

Eräissä TVH:n kokeilukohteissa on silmukkalaitteeseen, joka erottelee ajoneuvot kolmeen eri luokkaan sekä rekisteröi ajonopeudet, asennettu puhelinkytkentä, joka mahdollistaa tiedon kaukosiirron ja reaaliaikaisen liikennetilanteen seurannan.

Tielaitoksen käytössä olevat liikennelaskennan laitetypit ovat:

- mikroaalto-laskin LLKa-4
- silmukkalaskin LLK -3

Tieto tallentuu molemmissa kojeissa heksadesimaalimuodossa (ACSII-koodi). Maksimitallennuskapasiteetti on nykylaitteistolla 10 vuorokautta. Laitteet ovat paristokäyttöisiä. Tiedonsiirto tapahtuu yleensä erityisellä tiedonkeruulaitteella.

Laskentalaitteiden sisältämät tiedot siirretään tiedonkeruulaitteen avulla atk-käsittelyyn tai suoraan rivikirjoittimelle. Tämä tapahtuu siten, että tiedonkeruulaitteella luetaan laskentalaitteiden muistin sisältämät tiedot ja tallennetaan ne erillisiin muistilohkoihin. Näitä muistilohkoja on tiedonkeruulaitteessa 20 kappaletta. Lukemisen tapauduttua voidaan laskentalaitteet siirtää toiseen tutkimuskohteeseen ja ohjelmoida aloittamaan laskenta uudelleen. Tiedonkeruulaitteiden muistien sisältö tulostetaan liittämällä laite atk-laitteistoon tai rivikirjoittimeen. Ns. tekninen portti tulostuslaitteelle tai atk-käsittelyyn on virtasilmukka tai RS 232 liitäntä.



## Kuva 2. Esimerkki nykyisten laskentalaitteiden tulostuksesta

ALDITUSAIKA:	VKO	PV	T								LISTATTU: ** 12 11)
	43	4	18:00								
LUKEMISAIKA:	44	6	14:00								
PAIKKA:	PIIRI: 01	TIEN: 000004	TIED: 112	ET.: 0000	KOODI: 090002						
	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
	TO	PE	LA	SU	MA	TI	KE	TO	PE	LA	SU
06-07	0	335	204	66	535	336	350	400	377	134	0
07-08	0	375	436	101	537	419	441	374	317	332	0
08-09	0	464	611	172	511	508	504	484	385	550	0
09-10	0	406	829	362	408	371	367	349	411	799	0
10-11	0	389	836	522	383	328	318	290	385	926	0
11-12	0	380	640	570	346	264	291	316	433	840	0
12-13	0	518	530	647	342	345	309	345	505	570	0
13-14	0	648	511	761	321	344	359	426	699	549	0
14-15	0	878	529	966	337	388	406	423	904	-1	0
15-16	0	1108	602	1165	430	494	507	565	1077	0	0
16-17	0	1308	629	1339	607	590	634	750	1133	0	0
17-18	-2	1252	551	1312	455	479	500	615	1089	0	0
18-19	418	1011	431	1063	319	343	314	409	929	0	0
19-20	291	646	275	766	213	227	230	279	610	0	0
20-21	264	392	195	554	182	167	197	210	369	0	0
21-22	216	221	147	393	140	147	164	173	233	0	0
22-23	186	161	104	248	141	110	152	150	125	0	0
23-24	98	92	75	174	142	134	88	75	87	0	0
00-01	54	64	76	68	70	53	57	71	54	0	0
01-02	51	42	39	69	33	46	59	77	45	0	0
02-03	45	38	32	44	37	44	34	43	25	0	0
03-04	39	31	17	42	49	43	46	45	34	0	0
04-05	54	58	14	82	44	38	43	44	53	0	0
05-06	147	90	17	261	173	161	186	152	95	0	0
06-06	1863	10907	8330	11747	6755	6379	6556	7065	10374	4700	0
06-22	1189	10331	7956	10759	6066	5750	5891	6408	9856	4700	0
14-18	0	4546	2311	4782	1829	1951	2047	2353	4203	0	0

## 2. LIIKENNEVALOLAITTEISTOT

### 2.1 RISTEYSKOJEIDEN KEHITTYMINEN

Liikennevalot ovat kehittyneet aiemmista, puhtaasti aikaohjatuista laitteista liikenneohjatuksi mikroprosessorilaitteiksi. Liikenneilmaisimilta saatava liikennetieto käsitellään valokojeiston pien-tietokoneessa, joka sen jälkeen suorittaa tarvittavat liikenteen-ohjaustoimenpiteet. Liikennetieto voidaan jättää eräin edellytyksin kojeen muistiin.

Liikennevaloilla on joissakin tapauksissa kaapeliyhteys joko toisiinsa tai ohjauskeskukseen. Tämä mahdollistaa tietojen kaukosiirron.

Laitteistoyhtäläisyyksiä liikennelaskennalla ja liikennevaloilla ovat liikenneilmaisimet (induktiokelat tai tutkat), osittain tiedonsiirto-kaapelit sekä eräissä tapauksissa tiedontalletuslaitteet.

Kiinteitä liikennelaskentalaitteita on yleisillä teillä tällä hetkellä 84 kohteessa, ja liikennevalopisteitä vastaavasti 188 kpl. Taulukossa 1 on esitetty liikennevalojen jakautuminen TVL:n eri piirien kesken.

Liikennevalojen toimintaa säätelevät risteyskojeistot rakennettiin vielä 1970-luvun loppuun asti ilman mikroprosessoria. Ne olivat enemmän tai vähemmän "relekäyttöisiä" laitteita. Tällöin niissä ei ollut mahdollisuutta varsinaisten muistitilojen käyttöön. Vasta 1980-luvun alussa ilmestyi mikroprosessori liikennevalokojeistoon. Silloin tuli mahdolliseksi mm. liikennetietojen tallentaminen erilaisiin muistipaikkoihin sekä myös niiden lukeminen.

Taulukko 1. Yleisten teiden liikennevalokojeiden jakautuminen mikroprosessorikojeisiin ja muihin piireittäin (kevät -85)

	Mikroprosessorik.	Muut	Yht.
01 Uusimaa	34	43	77
02 Turku	5	7	12
04 Häme	11	2	13
05 Kymi	8	7	15
06 Mikkeli	9	1	10
07 Pohjois-Karjala	5	1	6
08 Kuopio	8	10	18
09 Keski-Suomi	0	3	3
10 Vaasa	9	2	11
12 Oulu	4	5	9
14 Lappi	12	2	14
Yhteensä	105	83	188

Liikennetietotarve liikennevalojen toiminnassa on erilainen kuin liikennelaskennassa. Liikennevaloissa usein riittää pelkkä kaistan kuormitustieto eli se, onko kaistalla tai tulosuunnalla liikennettä vai ei. Ajoneuvojen määrää ei yleensä käytetä valojen toiminnan ohjaamiseen. Toisaalta osa liikennevalojen ilmaisimista on ns. lähestymisilmaisimia, joilla myös mitataan ajoneuvovälejä. Näillä ilmaisimilla pystytään lisäksi laskemaan ajoneuvojen lukumääriä aivan yhtä tarkasti kuin induktiivisilla laskentalaitteillakin.

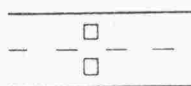
Ajoneuvojen lukumäärän laskennan suhteen pitää liikennevalolaskennassa päästä samaan tarkkuuteen kuin parhailla, erillisillä laskentalaitteillakin. Tämä vaatimus sulkee pois melko suuren osan liikennevalojen ilmaisinsilmukoista.

Ajoneuvoryhmien erottelu saattaa tulla kyseeseen vain aivan uusimmissa ns. päätievaloissa. Tällaisissa valoissa on pääsuunnalle asennettu eräänlainen kaksoissilmukka, jolla tunnistetaan pitkät autot. Näitä liikennevaloja on Suomessa toteutettu vasta muutamia, mutta lähivuosina niiden lukumäärä tulee moninkertaistumaan. Tältä osin on syytä ainakin alkuvaiheessa hyväksyä kaikki ajoneuvot yhtenä lukuna.

Liikennemäärätiedon siirto voisi tapahtua liikennevalokojeesta kaapeleita pitkin suoraan atk-laitteistoon.

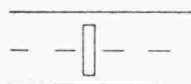
## 2 2 ILMAISIMET

Liikennevaloilmaisimien järjestelytavalla on suuri merkitys liikennelaskentatulosten tarkkuuteen ja luotettavuuteen. Ilmaisimen pituudesta ja leveydestä riippuu sen kyky yksilöidä ajoneuvojen lukumäärä tarkasti. Liikennelaskentaan soveltuvat parhaiten kuvan 3 esittämät, kaistakohtaiset, lyhyet (l = 1...2 m) silmukat.



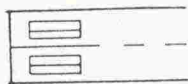
Kuva 3. Lyhyet, kaistakohtaiset silmukat

Joissakin tapauksissa voidaan saada melko hyviä tuloksia kuvan 4 esittämällä lyhyellä (l = 1...2 m) useamman kaistan silmukalla. Tällainen tosin saattaa vilkkaan liikenteen aikana antaa liian pieniä tuloksia, koska eri kaistojen autot voivat ajaa silmukan yli lähes samanaikaisesti. Virhettä voidaan osittain korjata korjauskertoimilla.



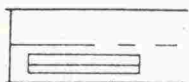
Kuva 4. Lyhyt, useampikaistainen silmukka

Keskipitkät ( $l = 5...10$  m) kaistakohtaiset, kuvan 5 esittämät, pysähtymisviivan edessä sijaitsevat ilmaisimet voivat antaa luotettavia tuloksia vain silloin, kun liikenne on suhteellisen vähäistä.



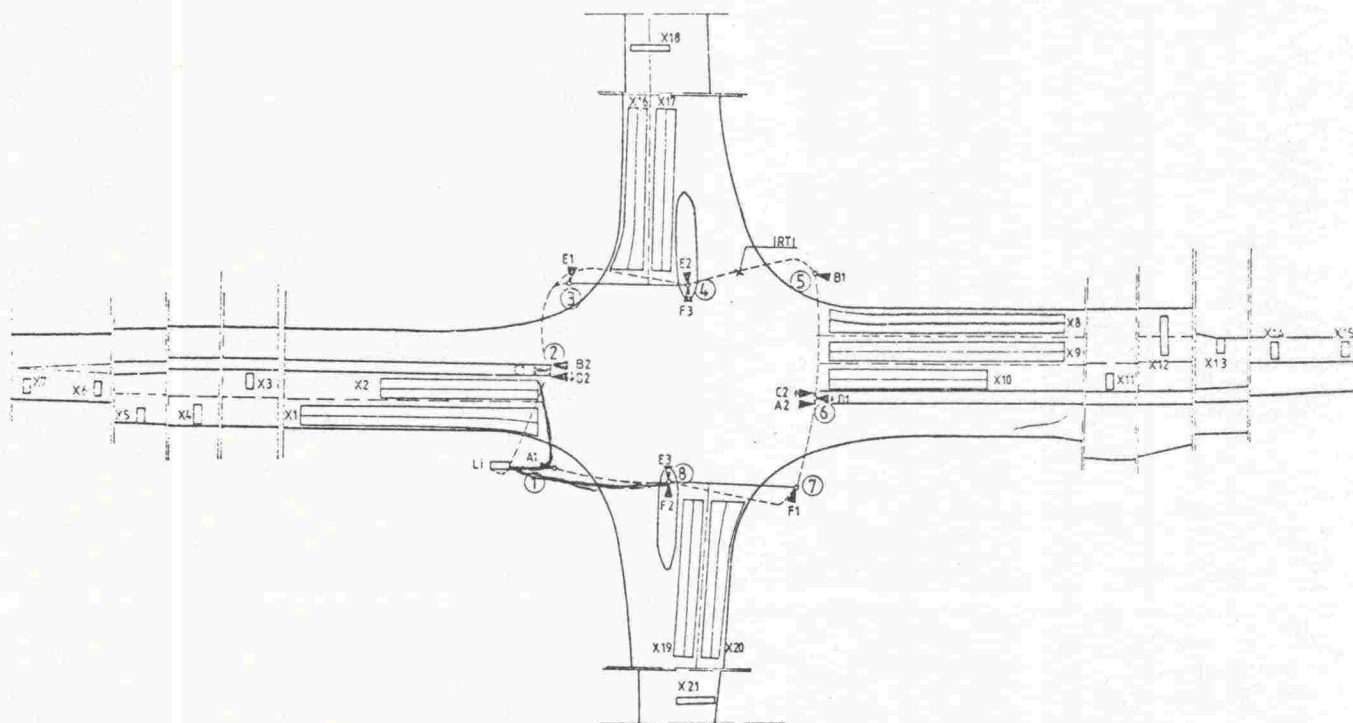
Kuva 5. Keskipitkät, kaistakohtaiset silmukat

Pitkät ( $l = 15...20$  m), kuvan 6 esittämät ilmaisimet eivät sovellu lainkaan liikennelaskentaan.



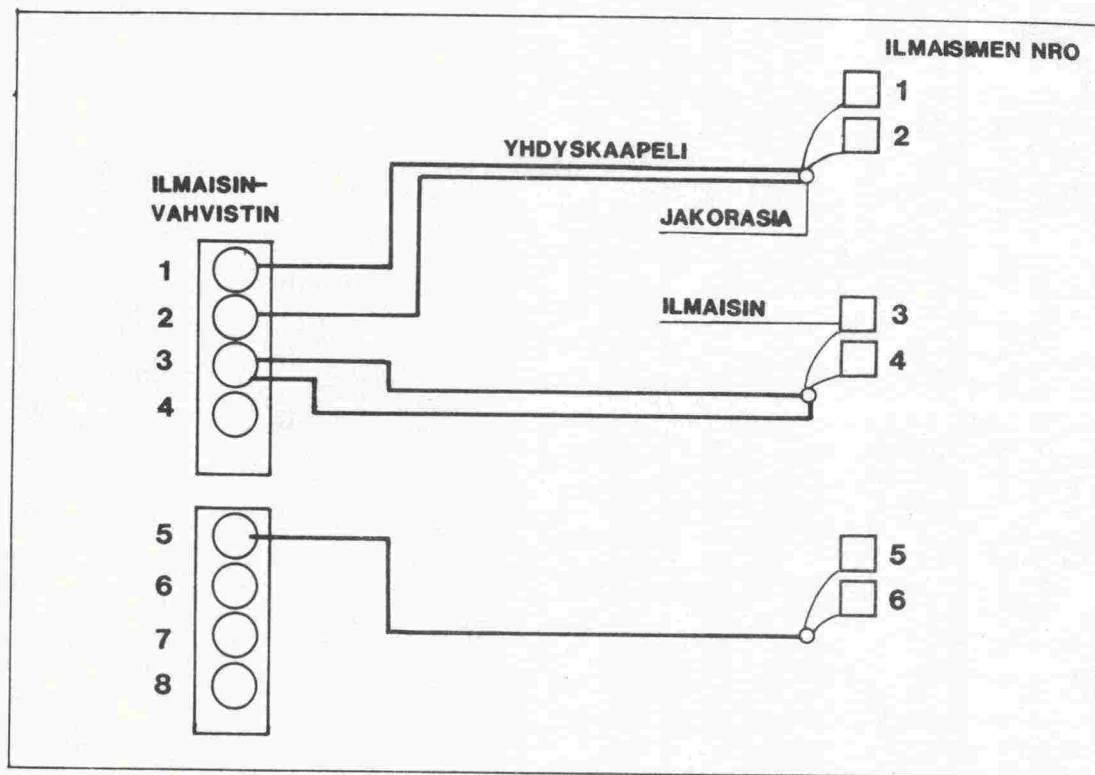
Kuva 6. Pitkä silmukka

Liikennevaloissa käytetään, tosin erittäin harvoin, myös infrapunatutkaa ilmaisimena. Sitä ei kuitenkaan voida hyödyntää liikennelaskennassa, koska se kohdistetaan kaistan suuntaisesti ja se pystyy erottamaan vain tyhjän ja varatun kaistan toisistaan. Kuvassa 7 on esitetty esimerkki nykyaikaisen liikennevaloliittymän ilmaisinjärjestelyistä. Siitä ilmenee se yleinen periaate, että kaikilla tulosuunnilla yleensä on lyhyt lähestymisilmaisim, joka pystyy antamaan tarkkaa liikennelaskentatietoa.



Kuva 7. Esimerkki nykyaikaisen liikennevaloliittymän ilmaisinjärjestelyistä

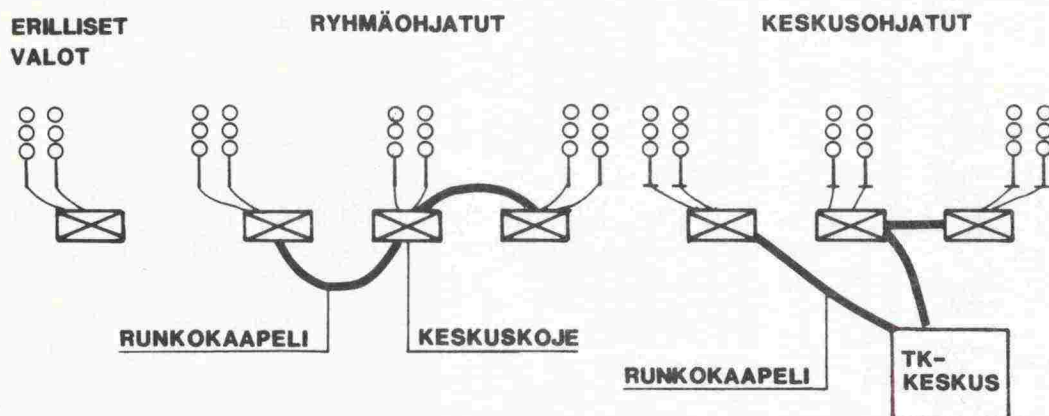
Liikennevaloilmaisimien soveltuminen liikennelaskentaan riippuu paitsi ilmaisimen muodosta, myös ilmaisimen kaapelointitavasta silmukan ja ilmaisinvahvistimien välillä. Ajoneuvon aiheuttamat "ilmaisupulssit" täytyy johtaa omaa kaapelia pitkin liikennevalokojeistoon ja edelleen ilmaisinvahvistimessa pitää olla varattuna oma ilmaisinkanava sille ilmaisimelle, josta halutaan tarkkoja liikennemäärätietoja. Valojen toiminnan kannalta on joissakin tapauksissa samantekevää, vaikka joidenkin ilmaisimien tieto käsiteltäisiin yhdistettynä. Silloin on voitu kustannusten pienentämiseksi tai jostain muusta syystä tuoda kahden ilmaisimen tieto samaa kaapelia pitkin ilmaisinvahvistimeen. Tai sitten on yhdistetty kahden eri ilmaisimen kaapeli risteyskojeessa samaan vahvistinkanavaan. Näissä erikoistapauksissa ei pystytä saamaan tarkkaa liikennelaskentatietoa, vaikka itse ilmaisinsilmukka fyysisesti täyttäisikin tarkkuusvaatimukset. Kuvassa 8 on esitetty erilaisia ilmaisimen kaapelointitapoja.



Kuva 8. Ilmaisimien kaapelointitapoja

## 2.3 TIEDONSIIRTO LIIKENNEVALOKOJTEIDEN VALILLA

Erilliset valot toimivat täysin riippumatta lähellä mahdollisesti sijaitsevien valoristeysten toiminnasta. Tällaiseen risteyskojeistoon ei ole yleensä muuta ulkoista yhteyttä kuin sähkönsyöttökaapeli. Kuvassa 9 on esitetty liikennevalokojeiston erilaisia yhteenkytkentätapoja.



Kuva 9. Liikennevalokojeiston erilaisia yhteenkytkentätapoja

Ryhmäohjatut valot tarkoittavat järjestelmää, jossa kaksi tai useampia lähekkäisiä liikennevaloristeyskojeistoa on kytketty runkokaapelilla toisiinsa. Toiminnallisesti yleensä yksi koje näistä on ns. pääkoje, joka ohjaa tai valvoo muiden toimintaa. Yleensä runkokaapelissa on ylimääräisiä varasäikeitä, joita mahdollisesti voisi käyttää liikennemäärätietojen siirtämiseen kojeelta toiselle.

Keskusohjatut liikennevalokojeistot on yhdistetty runkokaapelilla varsinaiseen liikennevalokeskustietokoneeseen, joka mm. ohjaa kojeiden toimintaa ja valvoo niiden kuntoa sekä kerää liikennemäärätietoja ja käsittelee ja tarvittaessa tulostaa niitä. Kaukovalvotut valot on yhdistetty joko omalla tai puhelinlaitoksen kaapeleilla valvomoon, josta voidaan yleensä antaa vain erillisiä toimintakäskyjä sekä suorittaa vikavalvontaa. Tällaisen yhdyskaapelin käyttö liikennemäärätietojen siirtoon saattaa joissakin tapauksissa olla mahdollista, joskin rajallista. Taulukossa 2 on esitetty liikennevalokeskustietokoneiden sijaintipaikat.

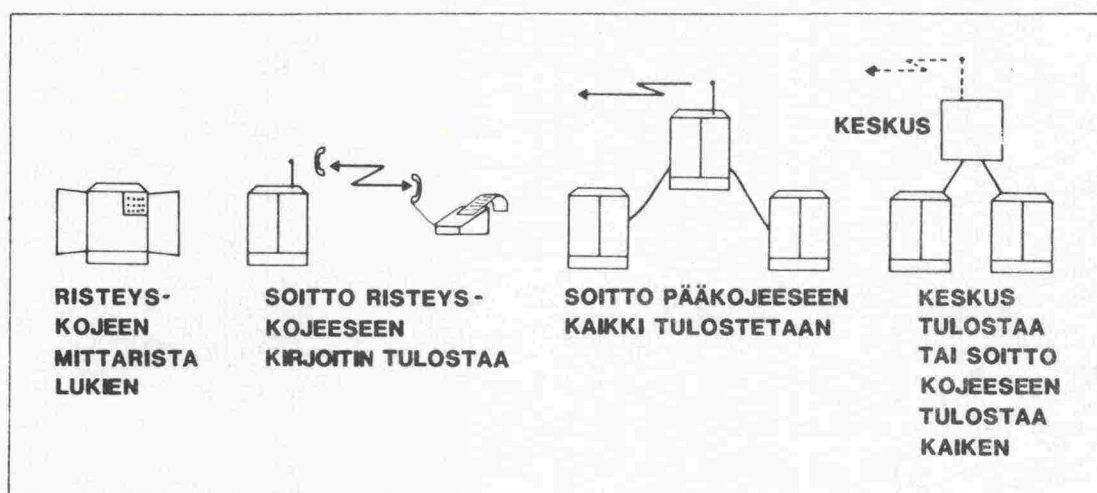
Taulukko 2. Kaupunkien liikennevalokeskustietokoneet

	Nykyisin kpl	Tulossa kpl
Helsinki	3	
Espoo	1	
Lahti	1	
Jyväskylä	1	
Mikkeli	1	
Turku		1
Lappeenranta		1
Porvoo		1

## 2.4 LIIKENNELASKENTAMAHDOLLISUUDET LIIKENNEVALOLAITTEISSA

### 2.41 Yleistä

Liikennevalolaitteiden kehittymisen ansiosta niiden soveltuvuus liikennelaskentaan on tullut hyvin merkittäväksi. Laitteiden tarkkuus on riittävän hyvä sillä ehdolla, että ilmaisimista hyväksytään liikennelaskentaan vain soveltuvimmat. Ajoneuvojen erotteluunkin on mahdollista päästä sopivilla ilmaisinjärjestelyillä, joita jo nykyisinkin on muutamaan kohteeseen rakennettu. Liikennemäärätietojen välitalletus, siirto ja käsittelykin alkavat olla jo rutiininomaista toimintaa, joten nekään eivät asettane ylivoimaisia esteitä tälle toiminnalle.



Kuva 10. Liikennelaskentatietojen keräilytapoja eri tavalla kytketyistä kojeista

Vanhat liikennevaloristeyskojeet (valmistettu 1970-luvulla tai aiemmin) eivät yksistään pysty minkäänlaiseen liikenteen laskentaan. Sen sijaan uudemmat, mikroprosessoripohjaiset risteyskojeet suorittavat jatkuvasti, itsenäisesti liikennelaskentaa. Kunkin ilmaisimen tuottama pulssi rekisteröityy omaan muistipaikkaan, joka voidaan tulostaa kojeen näyttöruutuun näppäilemällä ao. muistipaikan osoite. Mittari on kunkin ilmaisimen osalta kumulatiivisesti summautuva ja sen kapasiteetti on 25.599, jonka jälkeen se aloittaa nolasta. Tämä laskuri voidaan tarvittaessa milloin tahansa nolata näppäimistön avulla. Käytännössä voidaan tämän avulla suorittaa laskentaa esimerkiksi siten, että laskennan alussa nolataan tarkkailtavien ilmaisimien mittarit, ja laskennan lopussa (1 h tai 1 vrk tms.) käydään lukemassa mittareihin kertyneet tulokset.

Toisaalta tällainen risteyskoje keräilee jatkuvasti kaikkien ilmaisimien liikennemäärätietoja 15 minuutin jaksoissa taulukkomuodossa noin neljän viimeisen tunnin ajalta. Uuden jakson tullessa täyteen, vanhin jakso pyyhkiytyy automaattisesti yli. Tämä taulukko voidaan tulostaa sopivalla käskyllä kirjoittimen tai mikrotietokoneen avulla. Nämä voivat hoitaa tämän toiminnan kauko-ohjatustikin tavallista kaapelia tai puhelinverkkoa pitkin.

## 2.42 Ajoneuvon tunnistaminen

Yksittäisen ajoneuvon tunnistaminen yhdeksi ja vain yhdeksi ajoneuvoksi on ratkaisevan tärkeä seikka silloin, kun laskentatietoja halutaan käyttää tielaitoksen tarkoituksiin. Ajoneuvo on pystyttävä erottamaan riippumatta siitä, onko se ajoneuvoyhdistelmä vai ei sekä lisäksi riippumatta siitä, minkälaisessa järjestyksessä erilaiset ajoneuvot ajavat.

Tässä tarkoituksessa ajoneuvon aiheuttaman pulssin tulkinta ilmaisinvahvistimessa on tärkeätä. Liikennevalojen ilmaisinvahvistimessa ei varsinaisesti tutkita ns. pulssin muotoa vaan ainoastaan sen tasoa ja tason vaihtelua. Tielaitoksen käyttämissä uusimmissa liikennevalolaitteissa voidaan säätää ilmaisinvahvistimen eri yksiköiden herkkyyttä ja samalla tasapainottumisaikaa. Säätöportaikossa on jopa 16 erilaista yhdistelmävaihtoehtoa. Herkkyyden lisäys merkitsee sitä, että yhä pienempi metalliesine aiheuttaa ilmaisun tai toisaalta samankokoinen esine tunnistetaan yhä pidemmältä etäisyydeltä. Tasapainottumisaika merkitsee taas sitä, minkä ajan kuluessa vahvistin palaa perusasentoon ja aloittaa uuden tasovertailun.

Edellä mainitun herkkyyssäädön avulla on mahdollista päästä tarkkaan ajoneuvoerittelyyn, mikäli muutkin edellytykset ovat suotuisia. Säätötoimenpiteet vaativat kokemuseräistä tietoa sekä riittäviä tarkistusmittauksia.

## 2.43 Erillinen liikennetutkimuslaite liikennevalokojeiston lisänä

Pelkän liikennevalokojeiston heikkoutena liikennelaskennan kannalta on pieni muistikapasiteetti sekä huono ajoneuvokokojen erottelukyky. Nämä haitat voidaan poistaa lisäämällä liikennevalokojeeseen erillinen liikennetutkimuslaite. Käytännössä tämä laite voidaan sijoittaa joko valo-ohjauskaapin sisään tai sen kylkeen kiinnitettävään "reppuun". Tällainen laite pystyy keräämään laskentatietoja jopa 4 viikon ajan. Ajoneuvopituudet voidaan erotella  $\pm 1$  metrin tarkkuudella. Tähän erotteluun vaaditaan ns. kaksoissilmukkalmaisina, joka voidaan tarvittaessa rakentaa muiden ilmaisimien lisäksi, mikäli sellaista ei valmiina ole.

## 2.44 Puhelinyhteys erillisen liikennevalokojeiston osana

Keskitetyn tiedonkeruun mahdollistamiseksi voidaan liikennevalokojeeseen järjestää puhelinyhteys. Tällöin voidaan modeemien avulla saada laskentatiedot siirtymään haluttuun kohteeseen. Risteyskoje saa oman puhelinnumerosa ja sinne soitetään joko normaalisti tai sitten mikrotietokone voi soittaa automaattisesti määrättyin väliajoin.

Yhteysverkkona saattaisi tulla kyseeseen myös PTL:n ylläpitämä yleinen dataverkko (YDV), jonka etuina mm. on taattu häiriöttömyys.

Lyhytaikaisissa liikennelaskennoissa liikennevalojen yhteydessä voidaan käyttää ns. NMT-puhelinta (siirrettävä autopuhelin), joka tosin saattaa tiedonsiirrossa olla häiriöaltis.



#### 2.45 Ryhmäohjatut valot

Jos liikennelaskentatietoja halutaan saada ryhmäohjattujen liikennevalojen alueelta, voidaan menetellä kuten erillistenkin valokojeiden osalta tai tiedot voidaan järjestää siirtymään pääkojeelle, jossa ne voidaan tallettaa tai ainakin tulostaa. Puhelinyhteyttä käytettäessä voidaan tässä tapauksessa saada yhdellä puhelinlinjalla ja yksillä laitteilla tietoja useammista kohteista.

#### 2.46 Keskusohjatut valot (sekä kaukovalvotut)

Muutamissa kaupungeissa liikennevalojen käyttö ja valvonta hoidetaan erityisellä liikennevalokeskustietokoneella. Tällainen järjestelmä pystyy keräämään liikennemäärätietoja verkostonsa alueelta jopa 200:sta eri pisteestä. Tieto saadaan ulos joko kirjoittimelle tai kaapelia tai muuta kaukosirtoa käyttäen toiselle tietokoneelle.

Joissakin kaupungeissa erilliset liikennevalot ovat kaukovalvonnassa. Tässä järjestelmässä on mahdollista eräin edellytyksin käyttää kaukovalvontakaapelia hyväksi liikennelaskentatietojen keräilemiseksi esim. liikenteen keskusvalvomoon. Tästä eräänlainen sovellutus on toteutettu mm. Oulun kaupungissa.

Taulukko 3. Esimerkkejä FTC-12000-liikennevalokeskustietokoneen tulostamasta liikennelaskennasta

DAILY VEHICLE COUNT DATA AT 85-10-11, 09.19

DATE	D471	D472	D473	D474
02.10	10561	12656	06702	04970
03.10	10416	12545	06609	05024
04.10	10475	12789	06629	05233
05.10	07203	08652	04224	03385
06.10	07375	07749	04366	03107
07.10	10321	12510	06652	04960
08.10	10526	12464	06519	04919
09.10	10297	12676	06639	05004
10.10	10512	12596	06689	05004

15 MINUTE VEHICLE COUNT DATA AT 85-10-11, 09.22

PERIOD 06.00 TO 07.00

DET	TOTAL	00-15	15-30	30-45	45-60
471	0569	0079	0111	0179	0200
472	0267	0028	0047	0089	0103
473	0235	0023	0045	0076	0091
474	0105	0015	0017	0030	0043

PERIOD 07.00 TO 08.00

DET	TOTAL	00-15	15-30	30-45	45-60
471	1147	0215	0267	0317	0348
472	0610	0121	0143	0177	0169
473	0760	0108	0169	0221	0262
474	0191	0034	0044	0048	0065

PERIOD 08.00 TO 09.00

DET	TOTAL	00-15	15-30	30-45	45-60
471	1028	0295	0302	0238	0193
472	0689	0181	0176	0169	0163
473	0709	0226	0209	0149	0125
474	0268	0071	0061	0070	0066

1.5 MINUTES VEHICLE DATA ENDING AT 85-10-11, 09.25.30

D471V	023	014	015	012	017	016	015	013	017	026	=0168
	015	015	016	016	017	017	018	019	020	020	
D472V	014	015	015	018	021	015	012	012	019	017	=0158
	014	015	016	017	017	017	017	017	017	015	
D473V	008	007	005	009	009	014	011	008	009	013	=0093
	008	008	009	009	009	009	008	008	009	009	
D474V	008	007	003	005	005	002	004	010	004	002	=0050
	004	003	003	004	004	004	005	006	006	006	

## 2.5 NYKYISIIN VALOLAITTEISIIN TARVITTAVIEN LISÄLAITTEIDEN HINNOISTA JA TOIMITUSMAHDOLLISUUKSISTA

### 2.51 Tiedonsiirtokieli

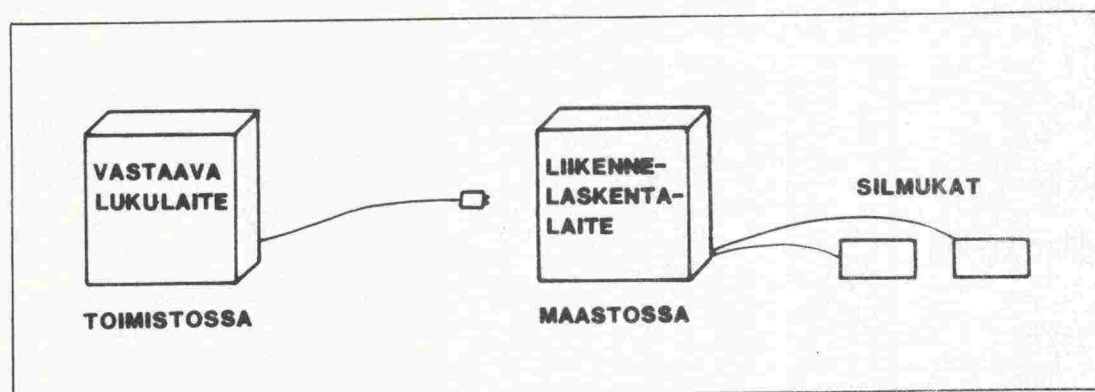
TVH käyttää liikennelaskentatietojen tallentamisessa heksadesimaalimuotoa (ASCII-koodi) ja teknisenä porttina RS 232-liitäntää. Tämä järjestelmä on käytössä myös kaikkien liikennevalokojien sekä liikennetutkimuslaitteiden tulostuksessa. Laskentatiedon merkkijono ei tosin ole samassa järjestyksessä kuin TVH:n keskustietokoneessa (DPS-6), mutta tulostus on helppo muotoilla halutun mukaiseksi sekä varustaa tarvittavilla osoite- ja aikamääritelmillä. Tähän toimenpiteeseen voidaan käyttää mikrotietokoneen (esim. Olivetti) eräänlaista "merkkijonon manipuloitiohjelmaa".

### 2.52 Lisäilmaisimet

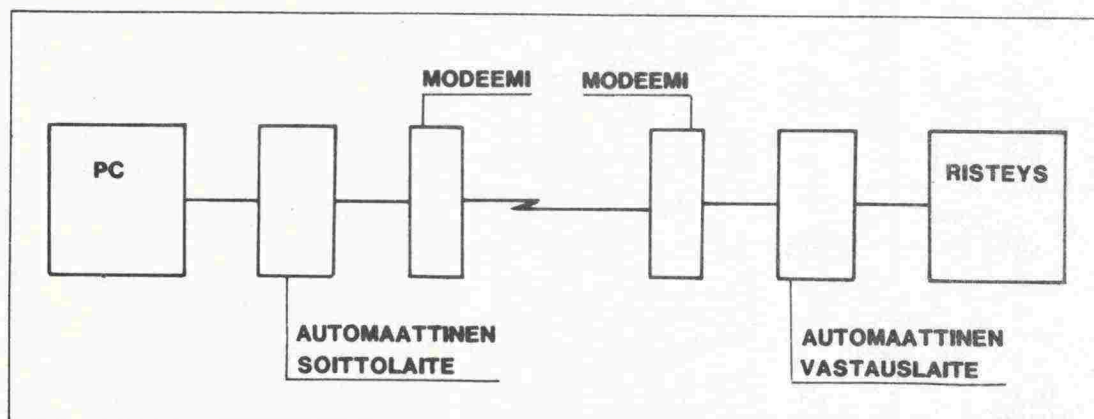
Toiminnassa olevaan mikroprosessorilla varustettuun liikennevaloliittymään voidaan rakentaa lisää ilmaisimia, joilla voidaan luotettavasti laskea liikennettä. Ilmaisimien keskimääräinen asennushinta on noin 3.000 mk/kpl.

### 2.53 Liikennelaskentalaite

Risteyskojeeseen voidaan lisätä erillinen liikennelaskentalaite, joka voi käyttää rinnakkaiskäytössä liikennevalokojeen ilmaisimia ja osittain tai kokonaan omia, erillisiä ilmaisimia. Tällainen laskentalaite vaatii myös tulostusta varten lukulaitteen, joka tosin voi olla yhteen muiden samanlaisten laitteiden kanssa. Ajoneuvopituuksien erotteiluun ja 4 viikon muistiin pystyvän laskentalaitteen hinta on noin 25.000 mk. Lisäksi tarvitaan noin 1.000 mk:n hintainen käyttövirran latauslaite. Lukulaitteen hinta on noin 30.000 mk.

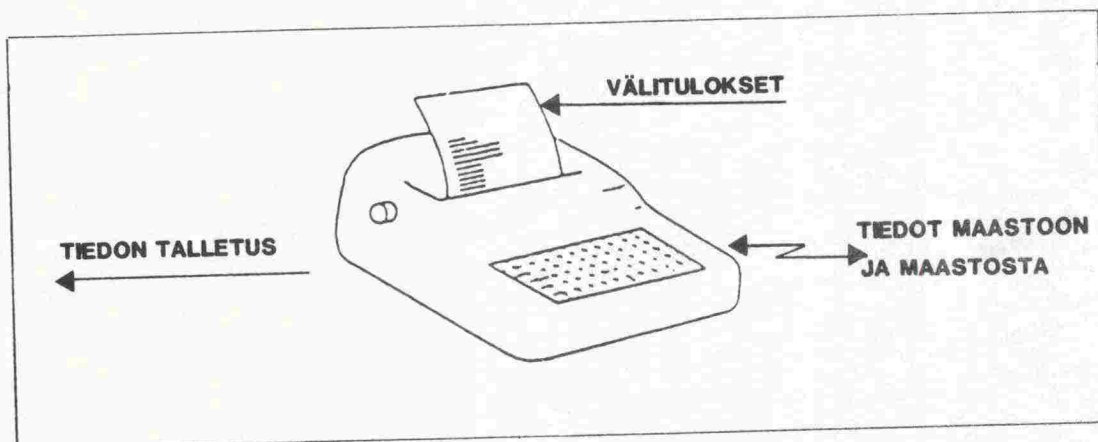


## 2.54 Puhelinyhteys tiedonsiirrossa



Tietojen kaukosiirtoon voidaan käyttää puhelinverkkoa. Kiinteän puhelinliittymän hinta on noin 4.000 mk ja vaihtoehtoisesti NMT-puhelimen noin 15.000 mk. Lisäksi tarvitaan kumpaankin päähän modeemi, hinta yhteensä 4.000 mk. Näiden lisäksi tarvitaan automaattinen soitto- sekä vastauslaite, hinta yhteensä 3.000 mk.

## 2.55 Mikrotietokone



Mikrotietokonetta voidaan käyttää automaattisen soittojärjestelmän hoitamiseen. Lisäksi se ottaa vastaan erilaisilta laskentalaitteilta tulevia tietoja, joille se antaa tunnistustiedot sekä muokkaa ne sellaiseen muotoon, että ne voidaan lähettää edelleen käsiteltäväksi. Tähän tehtävään soveltuu varsin hyvin TVH:n käytössä oleva Olivetti-mikrotietokone.

## 2.56 Esimerkkejä soveltuvista yhdistelmäkokonaisuuksista

### A. Liikennelaskenta keskusohjatun alueen lähistöllä

Jos paikkakunnalla on liikennevalojen keskusohjaustietokone, sisään-tuloteiden, ohikulkuteiden ym. liikennemäärät kerätään järjestelmäl-lisesti. Mikäli laskentakohteessa ei ole valmiina sopivia liikenne-laskentailmaisimia, ne voidaan rakentaa ja kaapeloida tietokonekes-kukseen mahdollisia olemassa olevia runkokaapeleita hyväksikäyttäen.

Keskuskone kerää liikennemäärätietoa jatkuvasti omaan muistiinsa. Sieltä tieto saadaan modeemien ja puhelinlinjan avulla joko automaatti-tai käsisoitolla TVL:n piirin tai TVH:n mikrotietokoneelle. Mikro hoitaa tiedon muokkauksen, välitulostuksen ja edelleen lähettämisen.

### B. Liikennelaskenta yhteenkytketyllä alueella

Tämä vaihtoehto tarkoittaa esim. kaupunkia tai taajamaa, jossa liiken-nevalot on yhdistetty esim. valvonnan takia runkokaapelilla toisiinsa.

Valvomoon tai vastaavaan asennetaan liikennetutkimuslaite (tai fiktiiv-  
vinen risteyskoje, kuten Oulussa on tehty), joka laskee olemassa ole-  
vilta tai rakennettavilta ilmaisimilta liikennemäärätiedot.

Laitteen tiedot siirretään sopivin väliajoin kaapeli- tai puhelinyh-  
teyden avulla kaupungin ja/tai TVL:n mikrotietokoneeseen.

### C. Liikennelaskenta erillisessä risteyskojeessa

TVL:n piirin mikrotietokoneelta voidaan rakentaa modeemien avulla puhelinyhteys liikennevalokojeeseen. Tiedot voidaan saada suoraan risteyskojeelta. Tällöin automaattisoittolaitteen on soitettava noin neljän tunnin välein kojeelle. Toisaalta kojeeseen voidaan lisätä tutkimuslaite, jolloin soittoja on tehtävä muutaman viikon välein. Mikrotietokone muokkaa ja lähettää tiedot edelleen kuten aiemmissakin vaihtoehdoissa.

## 2.6 LIIKENNELASKENTATOIMINNAN VAIKUTUS LIIKENNEVALOJEN KÄYTTÖÖN

Erillinen liikennelaskenta ei estä eikä haittaa mitenkään normaalia liikennevalo-ohjaustoimintaa. Päin vastoin ilmaisimien yhteiskäytössä mahdollinen ilmaisimien rikkoutuminen tai väärä säätöarvo tulisi varmemmin ja keskimäärin nopeammin tietoon, joten korjaustoimintaa voitaisiin nopeuttaa tällä tavalla.

## 2.7 ESIMERKKEJÄ KAUPUNKIEN TOTEUTTAMISTA AUTOMAATTISISTA LIIKENNELASKENNOISTA

### 2.71 Oulun järjestelmä

Oulun kaupungissa on korvattu vuosittaiset liikennelaskennat automaattisella liikennelaskentajärjestelmällä. Laskentapisteitä on kahdeksan ja ne sijaitsevat keskustan kehällä ja Oulujoen ylittävillä väylillä.

Fyysisinä laskentatunnistimina käytetään 1,5 x 3,0 m:n suuruisia induktiosilmukoita, joiden pulssi tunnistetaan aivan tavallisella liikennevalojen ilmaisinvahvistimella.

Järjestelmä kerää kustakin laskentapisteestä liikennemäärätiedot suunnittain 15 minuutin jaksoissa. Jokainen laskentapoikkileikkauksen ohittava ajoneuvo aiheuttaa tiehen upotetussa induktiosilmukassa sykäyksen, joka vahvistetaan ja johdetaan liikennevalokaapeliverkkoa pitkin liikennevalokeskukseen. Siellä tieto tallentuu ensi vaiheessa rekisteröintiyksikköön, josta se puretaan käsittelyä varten kaupungin keskustietokoneeseen.

Tietojen käsittely ja tulostus tapahtuu Oulun kaupungin atk-osastolla tehdyillä ohjelmissa. Systemin lopputuloksena saadaan erilaisia vuosi- ja kuukausiraportteja, joista ilmenee mm. keskivuorokausiliikenteet, huipputuntiliikenteet ja pysäköintikertymät.

### 2.72 Mikkelin järjestelmä

Mikkelin kaupungissa on liikennevalojen keskusohjaustietokone, joka mm. kerää liikennemäärätietoja eri puolilla kaupunkia sijaitsevista pisteistä.

Kaupunki voi käsitellä ja muokata näitä tietoja haluttuun tulostusmuotoon. On mahdollista, että kaupunki toimittaa tielaitokselle sisääntuloteiden liikennemäärät sovitusta pisteistä täsmälleen samalla tavoin graafisesti esitettyinä kuin tielaitos itsekin liikennemäärävaihtelut esittää.

### 3. KEHITTÄMISOHJELMA

#### 3.1 PERIAATTEELLINEN MENETTELYTAPA

Kokemuksen hankkimiseksi olisi syytä alussa kokeilla ainakin yhtä esimerkkiä kussakin järjestelmäratkaisussa.

#### 3.2 KESKUSOHJAUS

Uudenmaan piirin alueella on keskusohjaus käytössä kahdessa kaupungissa, Espoossa ja Helsingissä. Näistä toisessa TVH voisi yhteistyössä kaupungin kanssa kerätä jonkin yleisen tien liikennemääriä TVL:n Uudenmaan piirin konttoriin. Helsingin tutkimuskohteena voisi olla joko Länsiväylän tai Läntisen moottoritien (Tarvontie) pää. Espoon kohteena voisi olla Kehä I Tapiolan kohdalla.

Myöhemminä kohteina voisi tulla kyseeseen mitkä tahansa "keskusohjauskaupungeista".

Nämä kaikki tapaukset edellyttävät kunkin kaupungin kanssa käytäviä neuvotteluja ja niiden pohjalta mahdollisesti tehtäviä sopimuksia laitetoteutuksista ja kustannusjaoista.

#### 3.3 RYHMÄOHJATUT VALOT

Tämän ratkaisun esimerkkikohteina voisivat olla Vantaan alueella sijaitsevat Kehä III:n valot välillä Suometsäntie - Ansatie.

Toinen vaihtoehtoinen kokeilukohte voisi olla Espoossa mt 118:n ja Kehä I:n eritasoliittymän lähellä olevat valot.

#### 3.4 ERILLISET VALOT

Tämän sarjan kokeilukohteena voisi hyvin olla Espoossa sijaitseva Kehä III:n ja Vanhan Turun maantien (KT 50/mt 118) liittymä. Nämä liikennevalolaitteet ovat tosin Espoon kaupungin omaisuutta täysin, joten siltä osin toimenpiteet edellyttävät Espoon kanssa tehtäviä sopimuksia.

Toinen mahdollinen kokeilupiste on Porvoon maalaiskunnassa Ritan liittymässä (VT 7/mt 170). Nämä laitteistot ovat täysin valtion omaisuutta.

#### 3.5 TEKNISEN SOVELLUTUKSEN KEHITTÄMINEN

Liikennevaloista saatavan liikennemäärätiedon teknisenä vaatimuksena olisi pidettävä sitä, että se on "yhdistämiskelpoista" nykyisistä liikennevalolaitteista saatavan tiedon kanssa.

Kotimainen liikennevalovalmistaja on ilmoittanut olevansa halukas kehittämään ja rakentamaan liikennevalokojeistoon lisättävän "kasetin", jonka avulla liikennemäärätiedot voidaan tulostaa täsmälleen samalla periaatteella ja samassa muodossa kuin nykyisiä laskentalaitteita käytettäessä.

	VANHA RISTEYSKOJE	MIKROPROSESSORIKOJE	MIKROPROSESSORIKOJE + LISÄILMAISIMET	MIKROPROSESSORIKOJE + ERILLINEN LIIKENNE- TUTKIMUSLAITE	MIKROPROSESSORIKOJE + TK-KESKUSOHJAUS	MIKROPROSESSORIKOJE + PUHELINYHTEYS + PC + (LISÄILMAISIMET)
LIKIMÄÄRÄINEN LIIKENNELASKENTA	-	+	+	+	+	+
TARKKA LIIKENNELASKENTA	-	(+)	+	+	(+)	+
TIETOJEN TILASTOINTI 4 h	-	+	+	+	+	+
TIETOJEN TILASTOINTI 10 vrk	-	-	-	+	+	+
AJONEUVOJEN LAATUEROTTELU	-	-	+	+	-	+
TIETOJEN KAUKO SIIRTO JA GRAAFINEN ESITYS	-	-	-	-	(+)	+

Kuva 11. Erilaisten laitteistojen soveltuminen eri vaatimustasoihin



### 3.6 LIIKENNELASKENTA UUSISSA LIIKENNEVALOKOhteissa

Myöhemmin toteutettavissa liikennevalokohteissa voitaisiin ottaa liikennelaskentatarpeet huomioon jo suunnitteluvaiheessa. Tällöin tarvittavat ilmaisimet tulisivat ikään kuin "kaupan päälle" tai ainakin hyvin pienillä marginaalikustannuksilla. Samoin voisi tiedon eteenpäinsiirron suunnitella ja toteuttaa valojen kanssa samanaikaisesti.

## 4. YHTEE NV E T O

Yleisillä teillä on lähes 200 liikennevalokohdetta. Suuri osa näistä laitteista on kokonaan tai osittain kunnan omistuksessa.

Koko tästä liikennevalokojeistomäärästä on yli puolet mikroprosessoripohjaisia, ts. sellaisia, jotka toimivat ilmaisimien ohjaamina ja jotka pystyvät liikennelaskentaan. Yleensä kullakin tulosuunnalla on ainakin yksi laskentaan pystyvä ilmaisin (ns. esi-ilmaisin).

Vanhat liikennevalokojeet pystytään uudenaikaistamaan hinnalla, joka on 1/3 uuden kojeen hinnasta. Ilmaisimia pystytään lisäämään hyvin halvalla.

Mikroprosessorikojeista on mahdollisuus saada erikoislaskentoja varten kokonaisliikennemäärät tulosuunnittain paikan päällä mittarista lukien.

Poikkileikkausliikennemäärät voidaan lukea paikan päällä, mikäli lisätään muutama ilmaisin (hinta yht. noin 10.000 mk).

Automaattinen tietojen kaukosiirto on mahdollista ja taloudellista puhelinlinjaa käyttäen.

Tulostusmuoto on mahdollista saada täysin samanlaiseksi kuin nykyisissä liikennelaskentalaitteissa. Kotimainen laitevalmistaja on tarjoutunut valmistamaan tähän tarvittavan "lisäkasetin".

Teknisen sovellutuksen kehittämiseksi olisi syytä rakentaa kokeilukohteet erilaisiin järjestelmiin.

Uusien liikennevalojen suunnittelussa tulisi huomioida liikennelaskennan tarpeet.

Kuntien ja tielaitoksen välinen yhteistyö tällä alalla tulisi selvittää.