

VANHAN VALO-OHJAUKSEN
SANEERAUS



08
TVH



87-471/2

VANHAN VALO-OHJAUKSEN SANEERAUS

SISÄLLYSLUETTELO

Sivu

Tiivistelmä	
Sammanfattning	
1. Johdanto	1
2. Yleisillä teillä olevat liikennevalojärjestelmät	1
3. Valo-ohjausjärjestelmien toimintaperiaatteet	2
3.1 Yksittäiset liittymät	3
3.2 Yhteenkytketyt järjestelmät	6
3.3 Kaukovalvonta- ja kaukokäyttöjärjestelmät	8
4. Vanhan valo-ohjatun liittymän saneeraus	9
4.1 Yleistä	9
4.2 Liikenneturvallisuusvaikutukset	10
4.3 Liikenteen sujuvuusvaikutukset	12
5. Saneeraustarpeen arviointi	17
5.1 Yleistä	17
5.2 Mitä voidaan tehdä	18
5.3 Saneerauskustannukset	21
5.4 Saavutettavan hyödyn arviointi	22
Liite:	Esimerkki saneeraustoimenpiteiden vaikutuksesta Valtatie 18/Teollisuuskadun liittymä, Joensuu



TIIVISTELMÄ

Liikenteen ohjaukseen liikennevaloja on Suomessa yleisillä teillä käytetty 1970-luvun alusta lähtien. Tällä hetkellä yleisillä teillä on yli 200 valo-ohjattua liittymää ja määrä kasvaa vuosittain muutamalla kymmenellä. Samalla kun nopeasti kehittyvä laitekniikka on tarjonnut suunnittelijalle haasteita perinteistä valo-ohjausta joustavampien ja liikenneturvallisempien ratkaisujen aikaansaamiseksi, ovat vanhat ohjausjärjestelmät jääneet lähes kokonaan vaille huomiota.

Valo-ohjauslaitteistot voidaan jakaa yksittäisiin (paikallishajattuihin) ja laajempiin yhteenkytkettyihin järjestelmiin. Yhteenkytketyt valo-ohjausjärjestelmät jakautuvat hajautettuihin pääkojepohjaisiin ohjausjärjestelmiin ja keskitettyihin johtokojepohjaisiin keskusohjausjärjestelmiin.

Hajautetuissa samoin kuin paikallishajatuissa ohjausjärjestelmissä liikennevalo-ohjelmistot sijaitsevat liittymäkojeissa, joissa myös halutut muutokset on tehtävä. Perinteisissä - ennen vuotta 1980 toteutetuissa hajautetuissa liittymäkojeissa ohjelmointimuutokset on suoritettava pääosin laitetoimittajan avustuksella.

Keskitetyissä johtokojepohjaisissa ohjausjärjestelmissä liittymäkojeissa on ainoastaan opastimien sytytysyksiköt, opastinvalvonta sekä joissain tapauksissa ns. hätäohjelma. Järjestelmärakenteesta johtuen ajoitusmuutokset suoritetaan keskitetysti johtokojella. Myös näissä laitteissa ohjelmointimuutokset suorittaa laitetoimittaja. Keskitettyyn valo-ohjausjärjestelmään on myös mahdollista kytkeä hajautettuja (paikallishajattuja) liittymäkojeita.

Yleisillä teillä olevista liikennevalojärjestelmistä noin puolet (85 kpl) edustaa vanhempaa ohjauskojesukupolvea ja toinen puoli uudempaa, mikroprosessoripohjaista ohjaustekniikkaa. Järjestelmän rakenne rajoittaa, mutta ei kokonaan poista mahdollisuutta vanhemmankin kaluston liikennetekniseen uudistamiseen. Uudemman kaluston suhteen kehittämismahdollisuudet ovat lähes rajattomat.

Perinteiset, ennen vuotta 1980 toteutetut valo-ohjausjärjestelmät noudattavat yleensä kiinteää valo-ohjelmaa. Vihreän vaiheen esiintyminen ja kesto eivät näin ollen ole riippuvaisia liikenteen pienistä, lyhytaikaisista vaihteluista, ts. vihreän ajan hetkellisestä kysynnästä. Ohjelmakohtaiset vihreän ajan pituudet eivät myöskään aina vastaa muuttunutta kuormitustilannetta. Kummassakaan tapauksessa viheraikatarjonta ei vastaa kysyntää ja syntyy turhia viivytyksiä.

Uudempi, mikroprosessoripohjainen kalusto ottaa huomioon liikenteen hetkelliset vaihtelut, mikäli järjestelmä on varustettu liikennettä havaitsevilla ilmaisimilla. Puutteita esiintyy lähinnä vihreän ajan turvallisessa päättämisessä (kriittisen alueen tyhjennys).

Valo-ohjauksen saneerauksella tarkoitetaan liikenneympäristön kehittämistä ja/tai olevan kaluston täydentämistä, muuttamista tai uusimista. Liikenneympäristön kehittämällä tarkoitetaan liittymän geometrian muuttamista sekä kaistajärjestelyjen täydentämistä.

Valo-ohjauslaitteiden saneeraustoimenpiteitä ovat vanhojen kokeiden osalta ohjelmiston täydentäminen tai muuttaminen, liikennetieto-ohjauksen lisääminen, elektroniikkayksikön vaihto sekä uusien ohjauskokeiden liikennetieto-ohjauksen edelleen kehittäminen ohjauslogiikkaa ja ilmaisinmäärää täydentämällä.

Lähes kaikkiin vanhoihin, kiinteäkiertoisiin järjestelmiin on myös mahdollista lisätä osittaista liikennetieto-ohjausta siten, että vähäkuormitteiselle sivuvirrälle annetaan vihreä vaihe ainoastaan tarvittaessa. Säästyvä viheraika käytetään pääsuunnan hyväksi.

Liikenneturvallisuutta voidaan parantaa valo-ohjauksen päällä-oloaikaa lisäämällä, opastimien havaittavuutta parantamalla sekä vaihemäärää, vaihejakoa ja ajoituksia tarkistamalla.

Saneeraustarpeelle ei ole olemassa mittaria. Tarvetarkastelu voi perustua liikenteen sujuvuuden osalta maastohavaintoihin, välityskykytarkasteluihin tai liittymän toiminnan kuvanauhoitukseen ja siihen perustuvaan toimivuustarkasteluun.

Valo-ohjatun liittymän saneeraustarpeen arviointi perustuu seuraaviin lähtötietoihin:

- liikennetiedot
- liikenneonnettomuustiedot
- liikenneympäristötiedot
- oleva laitetekniikka.

Vertaamalla käytössä olevia ohjelmia ja havaittuja liikennemääriä voidaan määritellä valo-ohjauksen välityskyky ja mahdolliset sujuvuusongelmat.

Liikenneympäristössä ja opastimien asettelussa, vaihejaossa sekä ohjauslogiikassa olevat puutteet voidaan selvittää liikenneonnettomuustietojen ja liikenteen sujuvuuden perusteella.

Kun ongelmat on selvitetty, voidaan käytössä olevan laitetekniikan antamissa rajoissa määritellä ne toimenpiteet, jotka kyseisellä kojetyypillä on suoritettavissa.

Saneerauskustannukset liittymää kohti ovat 50 000...250 000 mk. Valo-ohjatun liittymän saneerauskustannuksien investointi palautuu yleensä takaisin melko nopeasti. Saavutettu hyöty näkyy onnettomuuskustannusten ja liikennöintikustannusten säästöinä. Sekä Suomessa että Ruotsissa tehtyjen tutkimusten mukaan investointikustannukset pystytään kattamaan 1/2...2 vuoden aikana.

SAMMANFATTNING

Trafiksignaler har använts för reglering av trafik på allmänna vägar sedan början av 1970-talet. I detta nu finns det över 200 signalanläggningar på allmänna vägar och antalet växer årligen med något tiotal. Styrtekniken som utvecklats snabbt har gett projektören utmärkta möjligheter till smidiga och trafiksäkra styrningslösningar. De gamla, traditionella signalanläggningarna har däremot nästan helt lämnats ouppmärksammade.

Signalanläggningarna kan indelas i separata (lokalstyrda) och mer omfattande samordnade system. De samordnade anläggningarna kan indelas i decentraliserade huvudapparatsystem och centraliserade ledapparatsystem.

I decentraliserade ävensom i lokalstyrda system finns signalgruppsprogrammeringen i korsningsapparaten, där önskade ändringar även skall göras. I traditionella, före 1980 installerade decentraliserade korsningsapparater måste programändringar i huvudsak utföras med leverantörens hjälp.

I centraliserade ledapparatsystem innehåller korsningsapparaten endast signallampornas tändnings- och släckningsenheter, signalövervakning och i vissa fall så kallat nödprogram. På grund av systemuppbyggnaden utförs tidsättningsändringarna centralt i ledapparaten. Även i dessa anläggningar utförs programändringarna av leverantören. Till centraliserade system kan man ansluta decentraliserade (lokalstyrda) korsningsapparater.

Av signalanläggningarna på allmänna vägar kan cirka hälften (85 stycken) hänföras till den äldre generationen av styrapparater och den andra hälften till den yngre, mikroprocessortekniken. Systemuppbyggnaden begränsar men utesluter inte helt möjligheten att förnya även äldre utrustning. Möjligheterna att utveckla den nyare utrustningen är nästan obegränsade.

De traditionella, före 1980 utförda signalanläggningarna är i allmänhet uppbyggda kring fasta signalprogram. Grönfasernas förekomst och längd beror sålunda inte på trafikens små och kortvariga variationer, med andra ord gröntidsbehovet för ögonblicket. De olika programmens gröntider svarar inte heller alltid mot förändrade belastningssituationer. I båda fallen motsvarar inte gröntidsutbudet och -efterfrågan varandra och onödiga fördröjningar uppstår. Den nyare, mikroprocessorbaserade utrustningen kan beakta trafikens kortvariga variationer, om anläggningen har utrustats med induktorer. Brister förekommer närmast när det gäller att på ett trafiksäkert sätt avsluta gröntiden (tömning av det kritiska området).

Med sanering av signalreglering avses en förbättring av trafikmiljön och/eller en komplettering, förändring eller förnyelse av befintlig styrapparat. Med utveckling av trafikmiljön avses en förändring av korsningsgeometri samt komplettering av körfältsarrangemang.

Åtgärder för sanering av signalanläggningar vad gamla styrapparater beträffar är komplettering eller förändring av program, utökning av trafikstyrning, byte av elektronikenhet samt vad nya styrapparater beträffar en vidareutveckling av trafikstyrningen genom att komplettera styrlogik och detektorer.

Nästan alla gamla apparater med fast omlopp kan även kompletteras med delvis trafikstyrning så, att någon sidoriktning med liten trafik får grön fas endast vid behov. Den gröntid som härvid sparas används för huvudriktningen.

Trafiksäkerheten kan förbättras genom att anläggningen hålls längre i trefärgsdrift, genom att man förbättrar signalernas observerbarhet samt genom att justera fasantal, fasindelning och tidsättning.

Det finns inga mätare för att bedömma saneringsbehovet. Trafikens smidighet kan konstateras genom terrängobservationer, framkomlighetsberäkningar eller bildupptagning och analys av korsningens funktion.

En signalreglerad korsnings saneringsbehov analyseras utgående från följande utgångsdata:

- trafikdata
- olycksdata
- trafikmiljödata
- befintling styrteknik.

Genom att jämföra använda program och iakttagna trafikmängder kan anläggningens kapacitet och äventyella framkomlighetsproblem bestämmas.

Brister i trafikmiljön, placeringen av signalerna, fasindelningen samt styrlogiken kan utredas på basen av olycksdata och trafikens smidighet.

När problemen har uträttats kan man utgående från de begränsningar som styrtekniken ger bestämma de åtgärder som kan utföras på i frågavarande apparattyp.

Saneringskostnaderna är 50 000 - 250 000 mark/korsning. Investeringarna för att sanera en signalreglerad korsning betalar sig tillbaka ganska snabbt. Uppnådd nytta erhålls i inbesparade olycks- och trafikeringskostnader. På basen av utredningar gjorda i Finland och Sverige är investeringskostnadernas återbetalningstid $\frac{1}{2}$ - 2 år.

1. JOHDANTO

Liikennevalo-ohjauksen käyttö liikenteen ohjaukseen sekä taajamissa että nopeilla pääväylillä on jatkuvasti lisääntynyt. Tällä hetkellä Suomessa on yli 1000 valo-ohjattua liittymää ja määrä kasvaa vuosittain noin kuudellakymmenellä.

Samalla kun kehittyvä laitetekniikka on tarjonnut suunnittelijoille haasteita perinteistä valo-ohjausta joustavampien ja liikenneturvallisempien ratkaisujen aikaansaamiseksi ovat vanhat ohjausjärjestelmät jääneet lähes kokonaan vaille huomiota.

Tämän raportin tarkoituksena on selvittää perinteisten valo-ohjausjärjestelmien toimintatapaa ja toimintamahdollisuuksia. Mitä on mahdollista kehittää? Mikä on saavutettu hyöty ja mitä se maksaa? Työssä on käsitelty Fiskars Oy:n laitteistoja, koska ne edustavat yli 99 % tielaitoksen käyttämästä kalustosta. Liikennetieto-ohjauksen eri tasojen vaikutuksia liikenteen sujuvuuteen ja liikenneturvallisuuteen on selvitetty kenttähavaintojen ja muualle tehtyjen tutkimusten perusteella.

2. YLEISILLÄ TEILLÄ OLEVAT LIIKENNEVALOJÄRJESTELMÄT

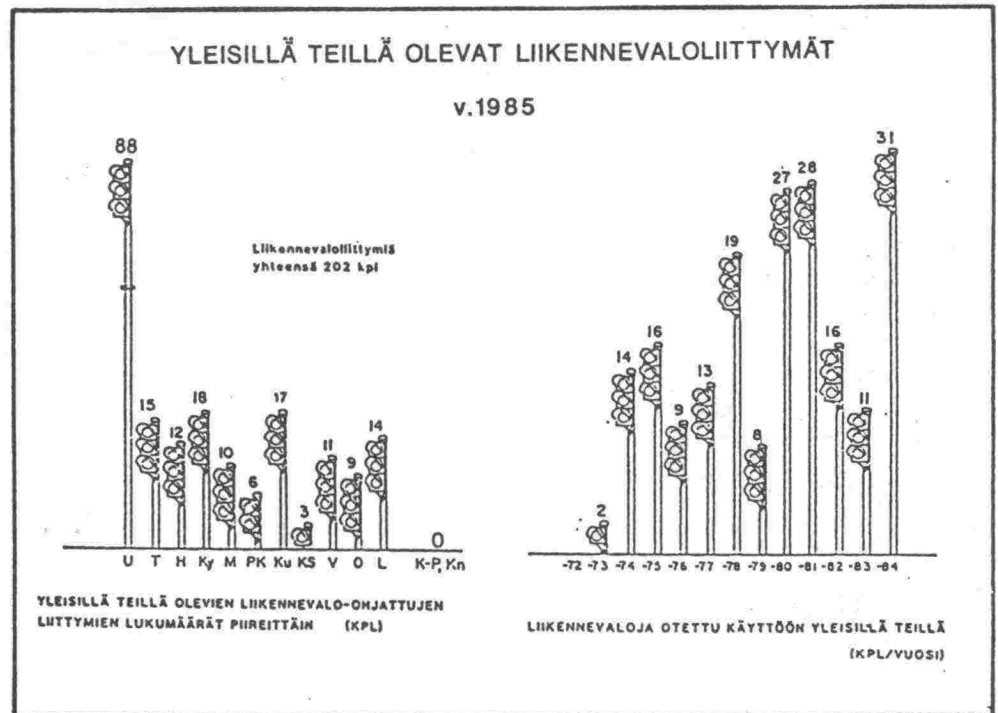
Yleisille teille on asetettu liikennevaloja vuodesta 1973 lähtien. Vuoden 1985 alkupuolella yleisillä teillä oli noin 200 valo-ohjattua liittymää, jotka jakautuivat piireittäin kuvan 1 osoittamalla tavalla.

Valo-ohjauslaitteistojen omistus samoin kuin käyttö- ja kunnossapitokustannukset jakautuvat siten, että 1/4 on kokonaan valtion ja 1/4 kokonaan kunnan ylläpidettäviä sekä 1/2 kunnan ja valtion yhteisesti hoidettavia.

Liikennevalot on useimmiten toteutettu yhteistyössä kunnan tai kaupungin kanssa. Valojen kunnossapidon hoitaa yleensä paikallinen sähkölaitos ja kustannukset jaetaan samojen perusteiden mukaan kuin liikennevalojen rakentamiskustannukset. Liikennevalojen tarkkailu ja säätely hoidetaan yhteistyössä kunnan/kaupungin ja valtion (TVL) kesken.

Yleisillä teillä olevat liikennevalo-ohjatut liittymät sijaitsevat pääosin taajamien sisääntulo- ja ohikulkuteillä. Liikennevalot on yleensä asetettu nelihaaraliittymiin (2/3 nelihaaraliittymissä) ja liittymiin, joissa nopeusrajoitus on korkeintaan 60 km/h. Vain 20 % yleisten teiden liikennevaloista on liittymissä, joissa nopeusrajoitus on 70 km/h.

Yleisillä teillä eri vuosina käyttöön otetut liikennevalot on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Yleisillä teillä olevat liikennevaloliittymät /13/

Sähköteknisen toteutuksensa perusteella laitteistot voidaan jakaa kolmeen ikäryhmään. Toteuttamistapa määrittää myös sen, mitä säätöjä ja kenen toimesta laitteistoille on tehtävissä pyrittäessä parempaan liikenteen ohjaukseen.

1. ennen vuotta 1975 toteutetut laitteet (noin 20 kpl)
2. vuosina 1976-79 toteutetut laitteet (noin 65 kpl)
3. vuoden 1980 jälkeen toteutetut mikroprosessoripohjaiset laitteet (noin 85 kpl)

Yleisillä teillä olevien liikennevalojen keski-ikä oli vuoden 1985 alussa noin 5,5 vuotta. Liikennevalo-ohjauskojeen käyttöikäksi lasetaan 10...15 vuotta.

3.

VALO-OHJAUSJÄRJESTELMIEN TOIMINTAPERIAATTEET

Toiminnallisesti voidaan puhua yksittäisistä - paikallisohjatuista liittymäkojeista tai laajemmista yhteenkytketyistä valo-ohjausjärjestelmistä.

Ennen vuotta 1980 toteutetuissa laitteissa liittymäkojeen kalustus oli riippuvainen siitä, toimiko koje yksittäisenä vai laajemman järjestelmän osana (yhteenkytkettynä). Lisäksi liittymäkojeen kalustukseen yhteenkytketyissä ratkaisuissa vaikutti järjestelmärakenne (hajautettu/keskitetty).

Uudemmissa (vuoden 1980 jälkeen toteutetuissa) mikroprosessoripohjaisissa liittymäkojeissa ei kalustukseen merkittävästi vaikuta, onko kyseessä yksittäinen liittymä vai yhteenkytketty järjestelmä. Kaikissa uudemmissa kojeissa on laitetoimittajasta riippumatta paikallisohjaustoiminnot.

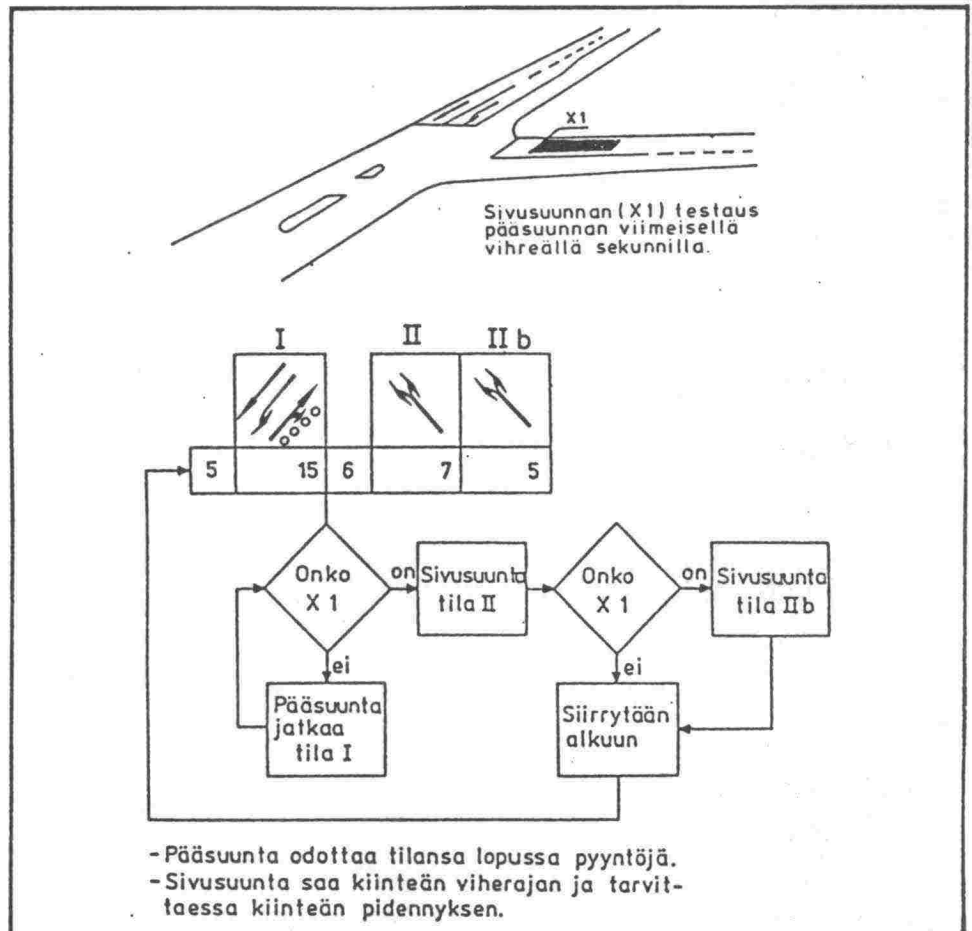
3.1 Yksittäiset liittymät

Yleisillä teillä olevat yksittäiset (paikallishohjatut) liittymäkojeet edustavat kolmea laitetyyppiä:

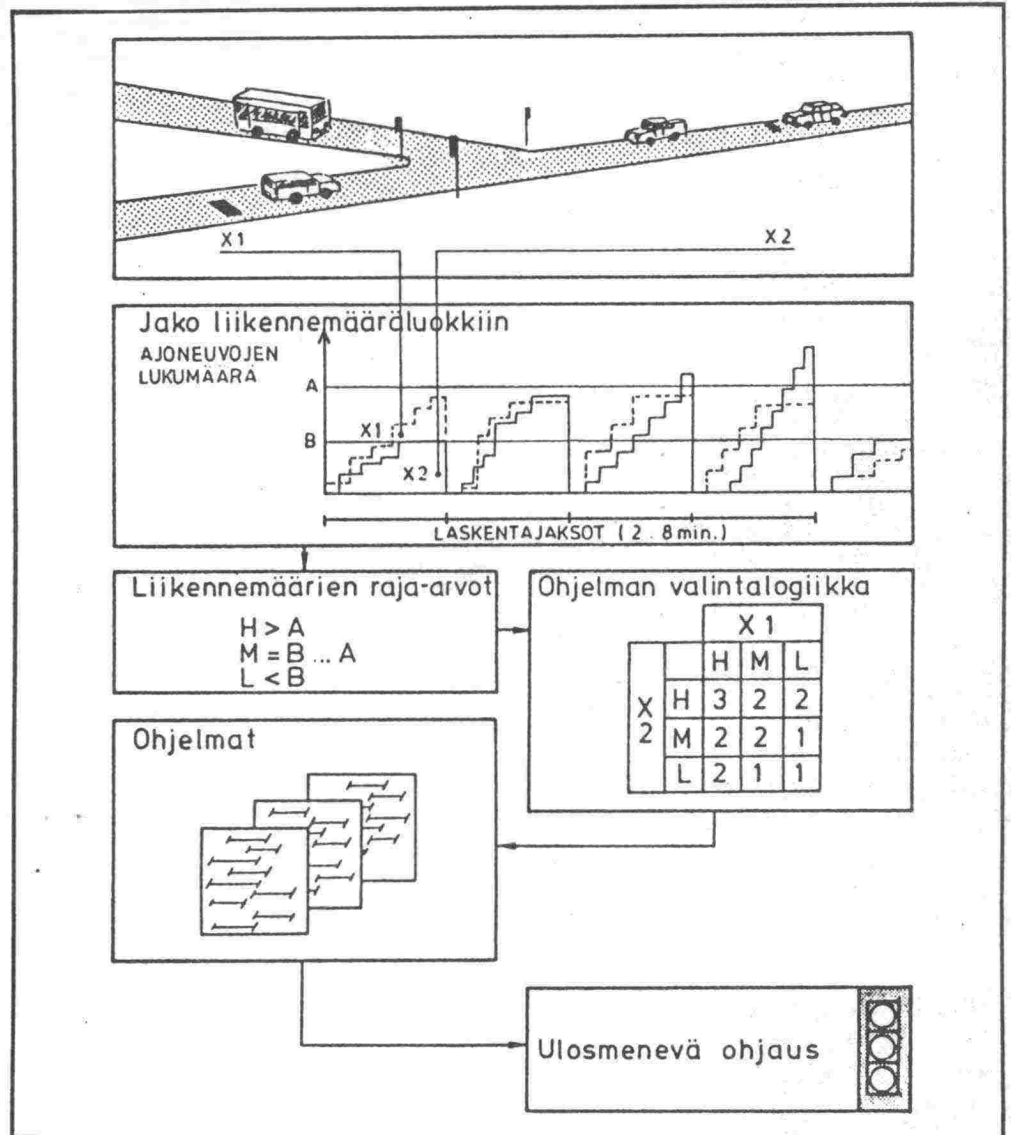
1. Kiinteäkiertoinen ryhmäohjattu ohjauskoje (DC-0 + SC-0)
2. Muuttuvakiertoinen (liikennetieto-ohjaus) vaiheohjattu ohjauskoje (VAC)
3. Mikroprosessoripohjainen ryhmäohjattu liikennetieto-ohjauksen mahdollistava ohjauskoje (FCA)

Pääosa vuosina 1970-1979 toteutetuista liittymäkojeista edustaa **DC-järjestelmää**. Järjestelmä käsittää mekaanisen kellon tai kellot ja pystyy toimimaan neljällä ohjelmalla. Ohjelmanvalinta voi tapahtua joko liikennetieto-ohjatusti tai kello-ohjatusti. Ohjelmien asetus liittymäkojeissa on toteutettu joko lankakierre- (wire-trap-) tai pikaohjelmointikorteilla. Kuhunkin ohjelmakorttiin on mahdollista sijoittaa 3+3 valoryhmää. Valoryhmien maksimimäärä on yleensä 24. Ohjelmamuutokset näihin laitteisiin tekee tavallisesti laitetoimittaja.

Laitteissa on käytetty osittaista liikennetieto-ohjausta. Sivusuunnalle voidaan osoittaa kiinteäpituinen vaihe, jonka mahdollinen poisjääminen käytetään pääsuunnan vihreän pidentämiseen (kuva 2).



Kuva 2. Yksinkertainen liikenneohjaus sivusuunnalla (esim. DC-laitteisto)

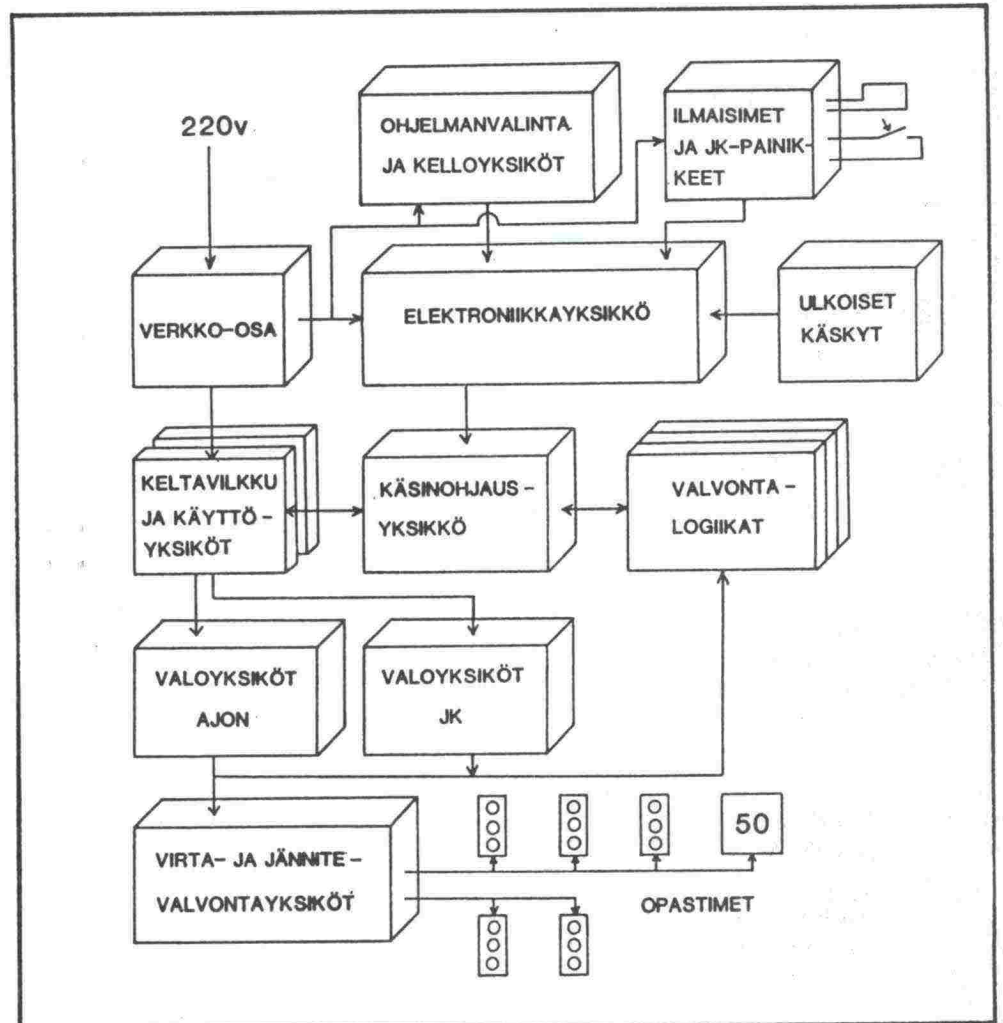


Kuva 3. Liikenneohjatun ohjelmanvalinnan toimintaperiaate

Liittymäkojetyyppi VAC edustaa siirtymäkautta kiinteäaikaisesta ohjauksesta liikennetieto-ohjaukseen. Laitteita rakennettiin 1970-luvun lopulla joitakin kappaleita. Järjestelmä toimii liikennetieto-ohjatusti ajorataan upotettujen ilmaisimien ohjaamana. Esiintyvillä vaiheilla on kiinteä perusaika, jota portaittain pidennetään asetettuun maksimiarvoon asti.

Ohjelmanvalinta on kaikissa laitteissa (DC, VAC) mahdollista tehdä joko kello-ohjatusti tai liikenneohjatusti (kuva 3).

Uusimpana ohjauskojeena on tielaitoksen liittymissä käytetty FCA-tyyppisiä liittymäkojeita. Kojeet edustavat mikroprosessoripohjaista ohjauskojesukupolvea. Kojeet voivat toimia yksittäisissä liittymissä täysin liikennetieto-ohjatusti tai laajemman yhteenkytkeytyn järjestelmän osana osittain liikennetieto-ohjatusti. Ohjelmanvalinta on mahdollista toteuttaa joko liikennetieto-ohjatusti tai kello-ohjatusti. Uusimmissa kojeissa kello-ohjaus on toteutettu kalenterikellokortilla.



Kuva 4. Ohjauskojeen rakenne ja toimintaperiaate

FCA-kojeen ohjelmointi tapahtuu kojeeseen kiinteästi kytketyn tai erikseen siihen liitettävän näyttö- ja näppäinyksikön avulla. Kojeeseen syötetyt yleiset, ryhmä-, ilmaisim- ym. parametrit ovat luettavissa kojeen näyttöyksiköltä. Ohjelmoitujen parametrien muuttaminen edellyttää ohjelmointiavaimen käyttöä ja esim. liikennesuunnittelijan on mahdollista suorittaa se.

Ohjauskojetta on mahdollista käyttää myös liikenteen laskentaan niiltä osin kuin kentälle sijoitetut ilmaisimet tähän soveltuvat. Laskentaan soveltuvat ainoastaan kulkui ilmaisimet. Uudempiin ns. 20-sarjan laitteisiin voidaan liittää erillinen kirjoitinpääte, jolla on mahdollista tulostaa jatkuvaa liikennelaskentaa (tarvitaan ns. printterikortti).

3.2 Yhteenkytketyt järjestelmät

Yhteenkytketyllä valo-ohjausjärjestelmällä tarkoitetaan kahden tai useamman valo-ohjauskojeen toimintaa joko kiinteästi yhteensidottuna, osa-aikaisesti yhteensidottuna tai ns. linkitetysti yhteenkytkettynä. Tavoitteena on pääsuunnan mahdollisimman sujuvan vihreän aallon aikaan saaminen.

Perinteisessä valo-ohjausjärjestelmässä yhteenkytkennästä seuraa kaikille järjestelmään kuuluville liittymille **sama kiertoaika** ja sama ohjelma.

Osa-aikaista yhteenkytkentää voidaan käyttää järjestelmissä, joissa liittymäkojeilla tai osajärjestelmillä on paikallisohjausmahdollisuus (hajautettu ohjausperiaate). Kiinteäkiertoinen yhteenkytkentä toteutetaan tällöin tilanteessa, jossa pääsuunnan liikenteen määrä on suuri ja nopeusvaihtelut pieniä. Muuna aikana liittymät toimivat erillisohjattuina, jolloin **sivuteiden viivytyksiä voidaan vähentää**.

Mikroprosessoripohjaisilla ohjauskojeilla yhteenkytkentä voidaan toteuttaa paitsi osa-aikaisesti myös ns. **linkitettyä** yhteenkytkentäperiaatetta käyttäen. Linkitettyssä yhteenkytkennässä liittymäkojeiden käyttämän kiertoajan ei tarvitse olla kaikissa liittymissä sama. Järjestely edellyttää suhteellisen runsaita ilmaisimääriä pääsuunnalle ja/tai liittymäkojeiden keskinäisen tiedonsiirron varmistamista siten, että edellisestä liittymästä voidaan lähettää viheraikatieto seuraavaan liittymään. Toimintaperiaate soveltuu pieniin, 2-3 liittymää käsittäviin järjestelmiin kohteissa, joissa sivuvirtojen liikennemäärät ovat pieniä ja satunnaisia.

Kumpaankin suuntaan etenevän vihreän aallon onnistuminen riippuu liikenteen määrästä ja suuntautumisesta, liittymävälisestä, valo-ohjauksen kiertoajasta ja liittymäväleillä käytettävästä ajonopeudesta.

Yleisillä teillä olevissa yhteenkytketyissä järjestelmissä on pääosin käytetty seuraavia koostumusperiaatteita ja ohjauskojetyyppejä:

1. Hajautettu ohjausperiaate (pääkoje DC + liittymäkojeet SC)
2. Keskitetty ohjausperiaate (johtokoje MC + liittymäkojeet LC)
3. Hajakeskitetty (johtokoje MC + IF + liittymäkojeet FCA)

Joissakin tapauksissa päätieverkon liittymäkojeita on myös kytketty tietokonepohjaisten keskusjärjestelmien alaisuuteen (esim. V12 Lahti, V13 Mikkeli).

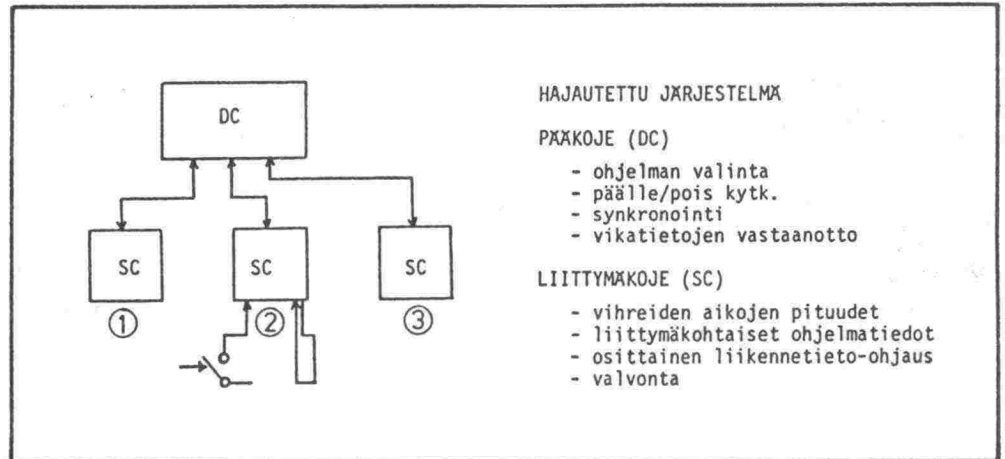
Yhteenkytkettyjen järjestelmien toimintaperiaatteet

Hajautettu valo-ohjausjärjestelmä

Kun liikennevalot Suomessa 1960-luvun puolivälin jälkeen alkoivat yleistyä, rakentuivat järjestelmät hitaasti - liittymä kerrallaan. Tällöin oli luonnollista, että toteutustapa oli hajautettu, eli ohjelmat ja liittymäkohtaiset **ajotukset sijaitsivat liittymäkojeissa**. Liittymien toimintaa yhdistävää kojetta tarvittiin vasta, kun järjestelmät alkoivat kasvaa yhteen.

Liittymille yhteiset toiminnot, kuten ohjelmanvaihtokäskyt, tahdistukset ja häiriötulostukset ym. vastaavat toiminnot toteutettiin tuolloin **pääohjauskojeella**.

Järjestelmän liikennetekninen ylläpito, kuten ajoitusmuutokset tms. edellyttävät tällöin ohjelmointeja sekä liittymäkojeilla että pääkojeella.

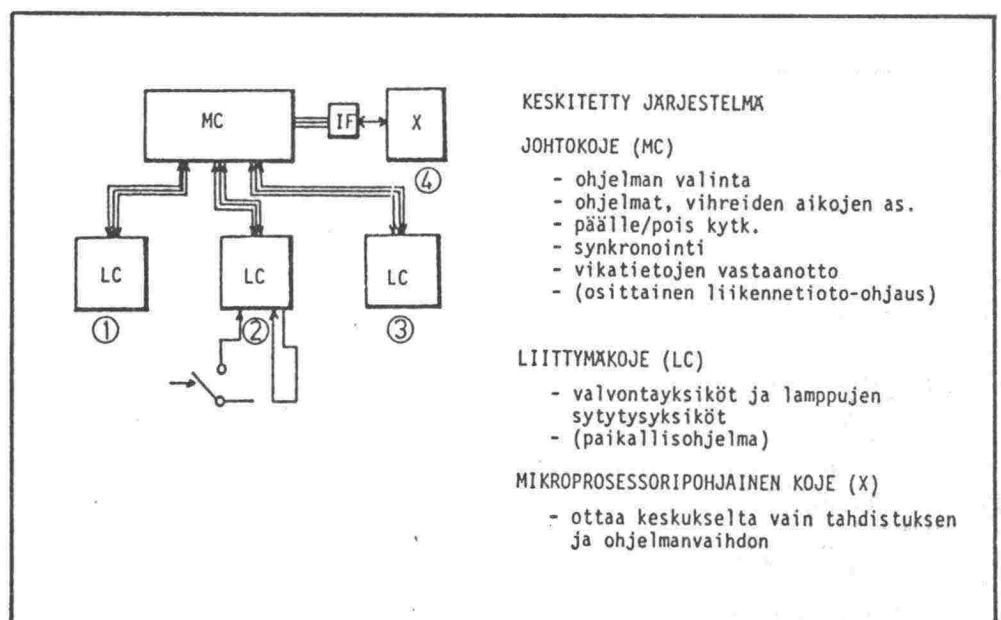


Kuva 5. Hajautettu järjestelmä /7/

Keskitetty valo-ohjausjärjestelmä

Käyttäjäystävällisempänä ja tietokonekautta ennakoivana järjestelmänä tuli 1970-luvulla käyttöön keskitetty johtokojepohjainen ohjausjärjestelmä.

Keskitetyissä, johtokojepohjaisissa ohjausjärjestelmissä **liittymäkojeisiin** sijoitettiin ainoastaan **opastimien sytytysyksiköt, opastinvalvonta** sekä joissakin tapauksissa ns. hätäohjelma (paikallishaus).



Kuva 6. Keskitetty järjestelmä /7/

Järjestelmärakenteesta johtuen **ajoitusmuutokset** suoritetaan keskitetysti **johtokojeessa**.

Liikenneteknistä kunnossapitoa rajoittaa laitteiston sähkötekniinen ratkaisu. Ohjelmointikorteilla tehtävät muutokset edellyttävät sähkömiehen apua (laitetoimittaja).

Vaihtoehtoisen ratkaisun yhteenkytkettyjen valo-ohjausjärjestelmän edelleenkehittämiseksi tarjoavat mikroprosessoripohjaiset ohjausyksiköt tai liittymäkojeet, joissa paikallista - liittymäkohtaista liikennetieto-ohjausta hyväksikäyttäen pystytään liikenteen vaihtelut entistä paremmin ottamaan huomioon. Ohjelmatarjontaa ei näin ollen tarvitse lisätä keskusjärjestelmässä, vaan tarvittavat joustot voidaan toteuttaa vallitsevaa liikennetilannetta mittaavilla ilmaisimilla ja ohjauskojeeseen ohjelmoiduilla parametreilla. Järjestelmä muodostuu tällöin hajakeskitetyksi.

Mikroprosessoripohjaisten kojeiden liittäminen johtokojeeseen edellyttää liitäntäyksikön (IF) käyttöä (kuva 6).

3.3

Kaukovalvonta- ja kaukokäyttöjärjestelmät

Kaukovalvonta

Liikennevalojen asentamisperusteena ovat yleisimmin liikenneturvalisuus ja väistävien virtojen pitkät odotusajat tai muut toimintavaikeudet. Näin ollen valojen toimivuutta tulisi valvoa ja häiriötapauksista saada ilmoitus mahdollisimman pian.

Kaukovalvonnalla on tarkoitus tulostaa liittymän häiriötilat (keltavilkulla, pimeänä tai ilmaisinvika) ja tällä tavoin nopeuttaa korjaustoimenpiteiden käynnistämistä.

Ohjauskojetyypistä ja käytettävästä valvontajärjestelmästä riippuen valvonnalla voidaan tulostaa mm. seuraavia tietoja:

- normaalitoiminta/häiriön johdosta keltavilkulla
- käytössä oleva ohjelma
- liikennemäärien keräys (vain uusimmat kojeet)
- liittymän statustietojen keräys (vain uusimmat kojeet)

Saatavien tietojen määrä on riippuvainen ohjauskoje- ja keskuslaitteistoista.

Kaukovalvonnassa on mahdollista käyttää seuraavia yhteysverkko-ratkaisuja:

- puhelinverkko (parin vuokraus)
- robottipuhelin (osake- tai vuokrapuhelin)
- erillinen kaapeliyhteys
- radiolinkkiyhteys (rajoitetut mahdollisuudet)

Valo-ohjauksen kaukovalvontaa on käytetty muun muassa pääkaupunkiseudulla (Kehä III) sekä tietokonepohjaisiin ohjausjärjestelmiin tukeutuvissa laitteistoissa.

Vaihtoehtoisena valvontaratkaisuna on käytetty liittymäkojeiden yhteydessä olevaa hälytyslampua.

Kaukokäyttö

Kaukokäytön tarkoituksena on vaikuttaa valo-ohjauksen toimintaan etäispäätettä, painiketta tms. hyväksi käyttäen. Kaukokäytöllä on mahdollista suorittaa:

- valo-ohjaus keltavilkulle/normaalitoimintaan
- ohjelmanvalinta
- pakko-ohjaus tiettyyn tilaan (palokunta)

Kaukokäyttötarpeita on esim. kunnossapitotöiden ja erikoiskuljetusten yhteydessä.

Palokunnan pakko-ohjaustarpeet perustuvat hälytysreittien mahdollisimman sujuvaan ohjaukseen joko pakkovihreällä tai keltavilkulla.

Mikäli valo-ohjauskohteen ja keskusvalvontatilan välillä on kaapeliyhteys, on sekä kaukovalvonta että kaukokäyttö mahdollista toteuttaa. Tarvittavaa parimäärää on mahdollista keventää koodattua tiedonsiirtoa käyttäen. Ratkaisua on sovellettu MC-järjestelmien alaisuudessa olevien liittymien valvontaan ja ohjaukseen (Kehä III, Vantaa).

Uusimman sukupolven liittymäkojeet tarjoavat myös kauko-ohjelmointimahdollisuuden etäispäätettä hyväksi käyttäen.

Kaupunkien läheisyydessä olevat yleisillä teillä sijaitsevat liikennevalot olisi hyvä liittää kunnan liikennevalojen valvonta- ja kaukokäyttöjärjestelmään (esim. Joensuun ohikulkutie, V5/Heinola, Kehä III/Vantaa).

4. VANHAN VALO-OHJATUN LIITYMÄN SANEERAUS

4.1 Yleistä

Valo-ohjauksen suunnittelu perustuu käytettävissä oleviin liikennetietoihin. Toimivuus on näin ollen riippuvainen lähtötietojen paikansapitävyydestä.

TVH:n julkaisussa "Liikennevaloilla ohjattujen liittymien toiminta 15.7.1980 (TVH 722503)" on tutkittu yleisillä teillä olevien yksittäisten ja yhteenkytkettyjen liikennevalojen toimintaa. Tutkimuksessa todettiin ajoituksellisia ja ohjelmanvalintapuutteita lähes kaikissa tutkituissa liittymissä. /5/

Eri ohjaustapojen (kiinteäaikainen ohjaus - liikennetieto-ohjaus) vaikutusta liikenteen sujuvuuteen on selvitetty valtatie 3 valo-ohjauksen yhteydessä tehdyssä tutkimuksessa (Liikennevalojen ohjaustavan vaikutus liikenteen sujuvuuteen ja liikenneturvallisuuteen, Elokuu 1983). Tutkimuksessa todettiin pelkkien liikennetieto-ohjauksen perustoimintojen vähentävän yksittäisen liittymän osalta pääsuunnan viivytyksiä 25...30 %. Myös vaarallisella alueella olevien ja punaista päin ajavien osuus pieneni liikennetieto-ohjattuna yli 50 %. /6/

Myös yhteenkytketyssä valo-ohjauksessa liikennetieto-ohjatulla vihreän ajan päättämällä voitiin em. tutkimuksen mukaan peräänajoriskejä (vaarallisen alueen tyhjennys) merkittävästi vähentää.

Perinteisessä kiinteäaikaisessa ohjausjärjestelmässä liikenteen sujuvuuteen voidaan vaikuttaa ohjelmistoa täydentämällä, ohjelmanvalintaa kehittämällä ja ajoituksia tarkistamalla siten, että ne mahdollisimman hyvin vastaavat liikenteen vaihtelua. Myös laitetekniikka on mahdollista uusida tai uudistaa ja liikenneympäristöä kehittää.

Valo-ohjauksen saneerauksella tarkoitetaan liikenneympäristön kehittämistä ja/tai olevan liikennevalokaluston täydentämistä, muuttamista tai uusimista siten, että kohteen liikennetekninen toiminta ja liikenneturvallisuus paranevat.

1. Liikenneympäristön kehittämällä tarkoitetaan liittymän geometrisia muutoksia sekä kaistajärjestelyjä.
2. Valo-ohjauslaitteiden täydentämisellä tarkoitetaan opastimien havaittavuuden parantamista, ohjauskojeen uudistamista ohjausyksikköä vaihtamalla tai koko ohjauskoje uusimalla siten, että liikennetieto-ohjauksen edellyttämät täydennykset on mahdollista toteuttaa.

Lähes kaikkiin vanhoihin kiinteäkiertoisiin järjestelmiin on mahdollista lisätä osittaista liikennetieto-ohjausta siten, että vähäkuormitteiselle sivuvirralla annetaan vihreä vaihe ainoastaan tarvittaessa. Tällöin säästyvä viheraika käytetään pääsuunnan hyväksi.

Valojen päälläoloaikojen lisäyksellä on mahdollista parantaa liikenneturvallisuutta /2/.

Uusimmissa, vuoden 1980 jälkeen toteutetuissa ohjauskojeissa on mahdollista käyttää täydellistä liikennetieto-ohjausta. Jo käytössä olevaa liikennetieto-ohjausta on myös mahdollista täydentää lisäämällä ilmaisivarustusta siten, että liittymään saapuvat ajoneuvot voidaan havaita aikaisessa vaiheessa (150...300 m) ennen liittymää.

4.2

Liikenneturvallisuusvaikutukset

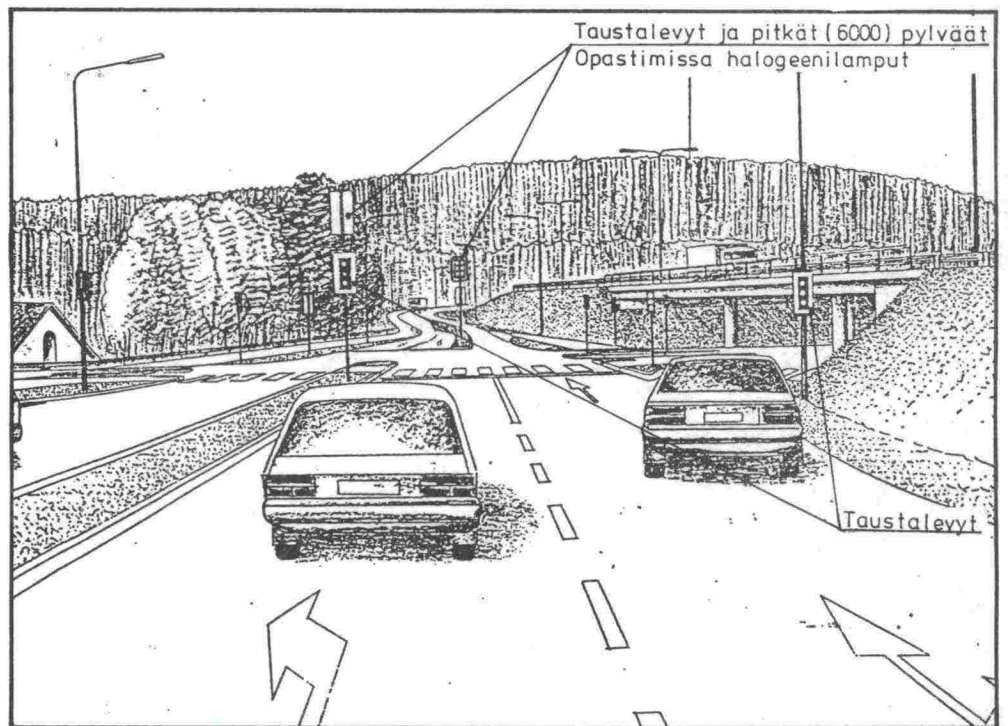
Liikenteen valo-ohjaus vähentää risteävän liikenteen onnettomuuksia ja ylipäätään **onnettomuuksien vakavuusastetta**. Toisaalta kiinteäaikaiselle valo-ohjaukselle on ominaista peräänajojen lisääntyminen.

Liikenneturvallisuutta voidaan edistää opastimien havaittavuutta parantamalla - käyttämällä tehokkaampia lamppuja (halogeeni), korkealle sijoitettuja opastimia ja taustalevyjä (kuva 7) sekä tarvittaessa jopa kaistakohtaisia opastimia. Pienjänniteopastimien käyttö lisää lamppujen kestoikää, mutta edellyttää muuntaja-tasasuuntaajajyksiköllä varustettujen heijastimien käyttöä /4/.

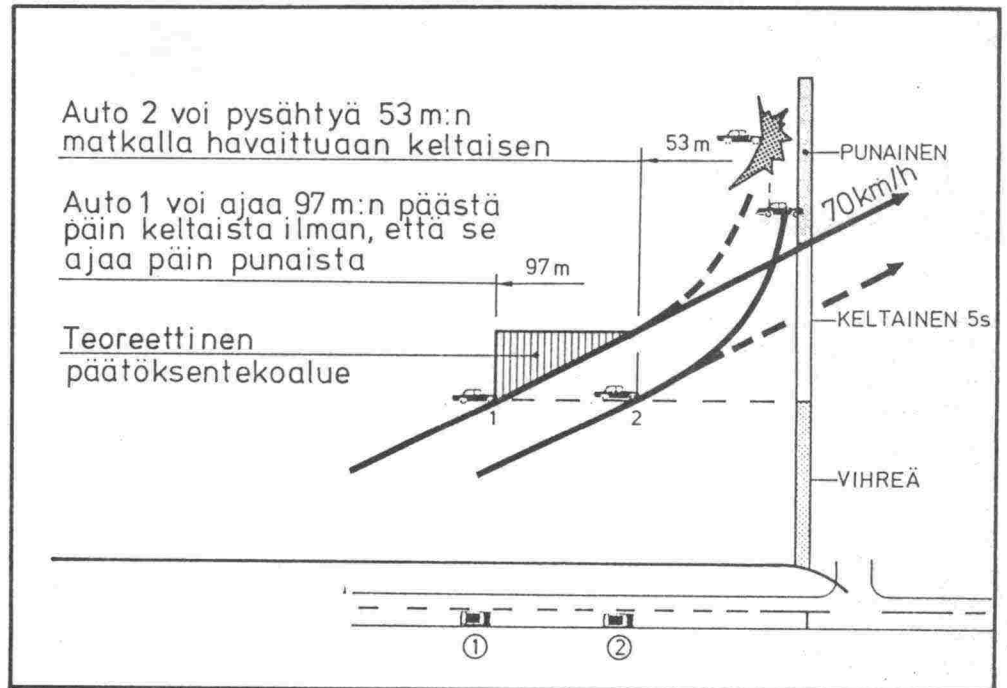
Opastimien lisäys saattaa vaatia ryhmälisäyksiä, koska yhden ajoneuvoryhmän alaisuuteen voidaan kytkeä ainoastaan kaksi valvottua opastinta. Mikäli opastinryhmiä ei lisätä, jätetään toinen toisto-opastimista valvomatta.

Pääsuunnasta vasemmalle kääntyvät tulisi erottaa omiksi vaiheikseen (nuoliopastin) väylillä, joilla nopeusrajoitus on yli 60 km/h. Kääntymiskaistojen määrällä ja pituuksilla on vaikutuksensa liikenneturvallisuuteen. Liian lyhyt kääntymiskaista jarruttaa suoraan jatkavaa liikennettä ja aiheuttaa ylimääräistä kaistanvaihtoa. Punaisen vaiheen aikana jonoon kertyneiden ajoneuvojen on mahduttava kaistalle. Suoraan jatkavan liikenteen jono ei saa myöskään estää kääntyville kaistoille pääsyä. Liikenneympäristö - liittymä-geometria on valo-ohjatussa liittymässä erilainen kuin valo-ohjaamattomassa (lisäkaistat, tiukka geometria, reunatuet yms.).

Liikenneteknisesti **peräänajoja voidaan vähentää** estämällä valojen vaihtuminen vihreältä keltaiseksi ja edelleen punaiseksi ajoneuvon lähestyessä liittymää ns. kriittisellä alueella (50...120 m ennen liittymää, kuva 8). Tekniikan hyväksikäyttö edellyttää liikennetieto-ohjausta ja näiltä osin uudempaa ohjauskalustoa tai vuoden 1976 jälkeen toteutettujen laitteiden uusimista ohjausyksikön osalta. Ohjausyksikön vaihtamisella tarkoitetaan järjestelmän "aivojen" korvaamista uuden sukupolven mikroprosessoripohjaisella elektronikkayksiköllä.



Kuva 7. Taustalevyillä ja pitkillä pylväillä voidaan lisätä opastimien havaittavuutta



Kuva 8. Teoreettinen päätöksentekoaalue, jolla keltaisen syttyessä ajoneuvon kuljettaja voi joko pysähtyä tai ajaa läpi. Peräänajoriski syntyy, kun kaikki alueella olevat kuljettajat eivät tee samaa päätöstä. /12/

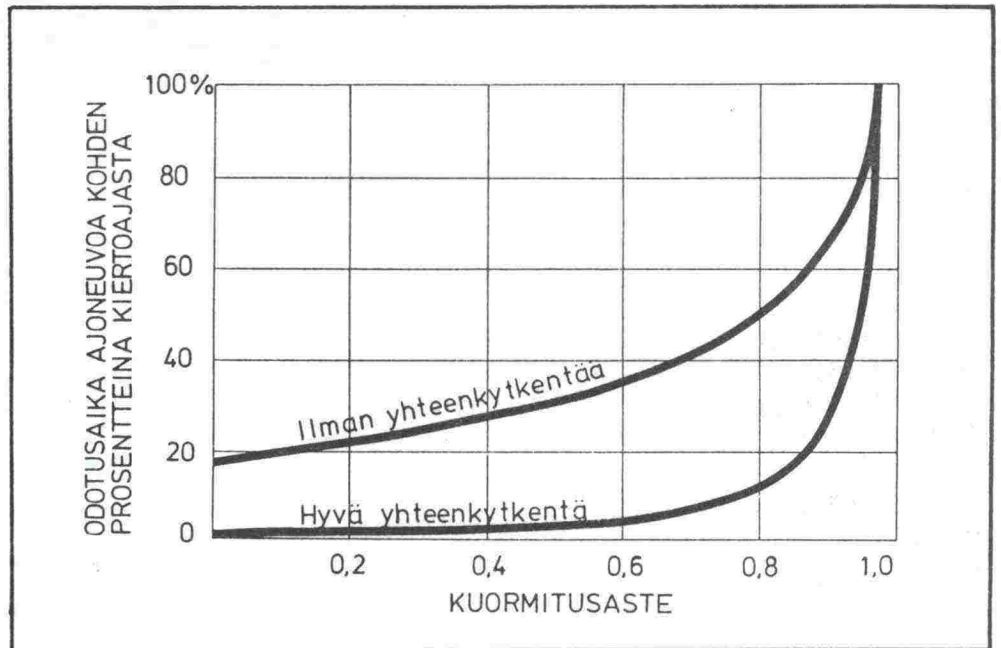
Ilmaisimet sijoitetaan siten, että tiedetään, onko päätöksentekoaueella (kriittinen alue) saapuvia ajoneuvoja. Tällöin vihreää tilaa voidaan joko jatkaa tarvittaessa tai alueen ollessa tyhjä syyttää punainen minimikeltaisen (3 s) jälkeen. Näin seuraava tila saadaan päälle perinteistä ohjaustapaa nopeammin.

Liikenneturvallisuutta voidaan parantaa myös **valojen päälläoloaikoja lisäämällä**. Tällöin kuitenkin edellytetään perinteistä laajempaa liikennetieto-ohjausta ja valo-ohjauksen ohjelmointia siten, että turhat tyhjään liittymään pysähtymiset saadaan poistettua. Onnettomuudet ovat tutkimusten mukaan vähentyneet valojen ollessa normaalitoiminnassa 50 % verrattuna vilkkuaikana tapahtuneisiin onnettomuuksiin.

4.3

Liikenteen sujuvuusvaikutukset

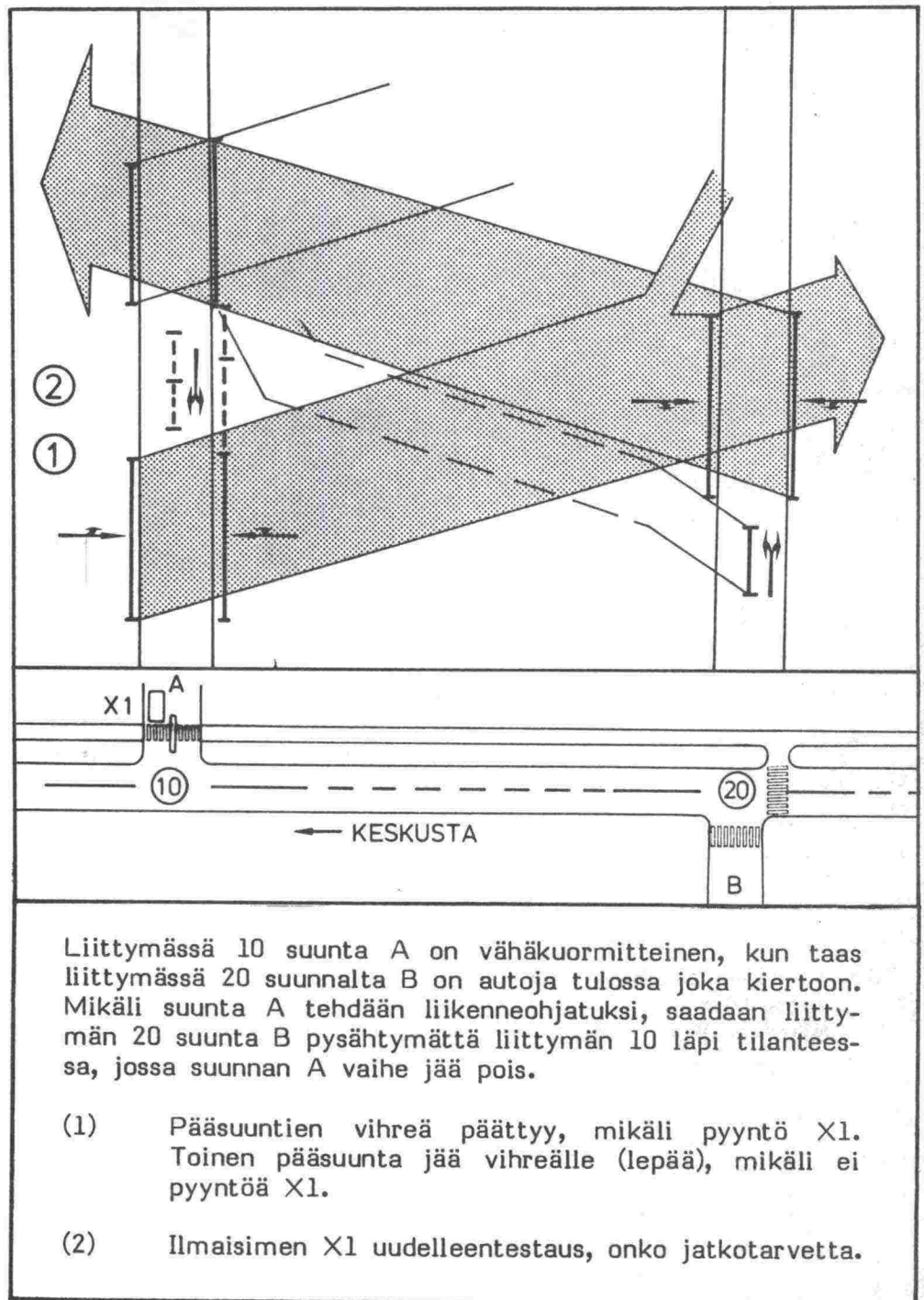
Liikenteen sujuvuuteen voidaan vaikuttaa **ohjelmistoa täydentämällä**, ohjelmanvalintaa kehittämällä ja ajoituksia tarkistamalla siten, että ne mahdollisimman hyvin vastaavat kuormittavan liikenteen vaihteluita.



Kuva 9. Yhteenkytketyissä valoissa huonosti toimivan vihreän aallon sujuvuushaitat tulevat korostetusti esiin kuormitusasteen ollessa 0,5...0,9 eli alueella, jolle ohjelma pyritään mitoittamaan /10/

Kaikissa käytössä olevissa ohjauskojeissa on mahdollisuus ainakin neljän ohjelman käyttöön. Ohjelmien kiertoajat ovat vapaasti valittavissa (mieluiten välillä 50...90 s) samoin kuin ohjelmien valintatapa (kello-ohjattu tai liikenneohjattu). Liikenneohjattua ohjelmanvalintaa käytettäessä tulee ohjelmanvalinnan porrasarvot valita siten, että usein toistuvilta ohjelmanvaihdoilta vältytään.

Sujuvuutta voidaan myös parantaa **osittaisella ja täydellisellä liikennetieto-ohjauksella**. Osittainen liikennetieto-ohjaus on järjestelmä, jossa harvoin esiintyvä sivuvirta toteutetaan liikenneohjatusti tarvittaessa (kuva 2). Osittaisen liikenneohjauksen toteuttaminen on mahdollista kaikilla nykyisin yleisillä teillä käytössä olevilla ohjauskojeilla. Muutostyö edellyttää logiikan lisäämistä joko liittymäkojeeseen tai keskusyksikköön. Lisäyksellä on mahdollista saada halutulle harvoin esiintyvälle liikennevirralle kiinteäpitäinen vihreä vaihe ja tarvittaessa myös kiinteäpitäinen pidennys. Nelihaaraliittymässä pidennys voidaan ottaa kummallekin sivusuunnalle yhteisenä. Koje pystyy näin ollen askeltamaan vain kaksi kertaa. Säästynyt viheraika käytetään päävirran hyväksi, joka tällöin syttyy aikaisemmin vihreälle tai pyyntöjen puuttuessa lepää vihreällä.



Kuva 10. Osittainen liikenneohjaus yhteenkytketyssä valo-ohjauksessa

Osittaisen liikenneohjauksen lisääminen liittymäkojeeseen on mahdollista ainoastaan laitetoimittajan toimesta ja edellyttää paitsi ilmaisinkäimejä myös ilmaisinvahvistimien lisäystä. Osittaista liikennetieto-ohjausta on käytetty esim. Raision keskustan valo-ohjauksen saneerauksessa.

Osittaista liikennetieto-ohjausta harkittaessa on syytä selvittää, kannattaisiko ohjauskojeen ohjausyksikkö uudistaa, jolloin myöhemmät säädöt ja muutokset olisivat parametripohjaisina helpommin toteutettavissa.

Liikennetieto-ohjaus eri tasoillaan edellyttää aina liikennettä havaitsevien ilmaisimien käyttöä. Ilmaisimet jaetaan toimintatapansa ja sijoituksensa suhteen läsnäoloilmaisimiin ja kulkuilmaisimiin. Edellisten lisäksi voidaan yksittäisiä ilmaisinkäämejä tai käämipareja käyttäen erotella ajoneuvojen pituuksia (raskasautoilmaisimien), nopeutta, kokoa (linja-autoilmaisimien) tai kulkusuuntaa.

Nykyisin yleisesti käytettyjen induktiivisten käämien ohella on läsnäoloilmaisimina ja tietyin rajoituksin kulkuilmaisimina mahdollista käyttää lyhytaaltoilmaisimia, jotka asennetaan liikennevalo- tai valaisinpylvääseen. Infrapunailmaisimien käytöstä on saatu myönteisiä kokemuksia ja niiden asentaminen myös talvityönä on mahdollista.

Mitä enemmän ilmaisimia on, sitä parempi tieto liikennetilanteesta saadaan. Toisaalta muutama rikkinäinen ilmaisimien voi saada aikaan huomattavasti perinteistä aikaohjausta huonomman lopputuloksen.

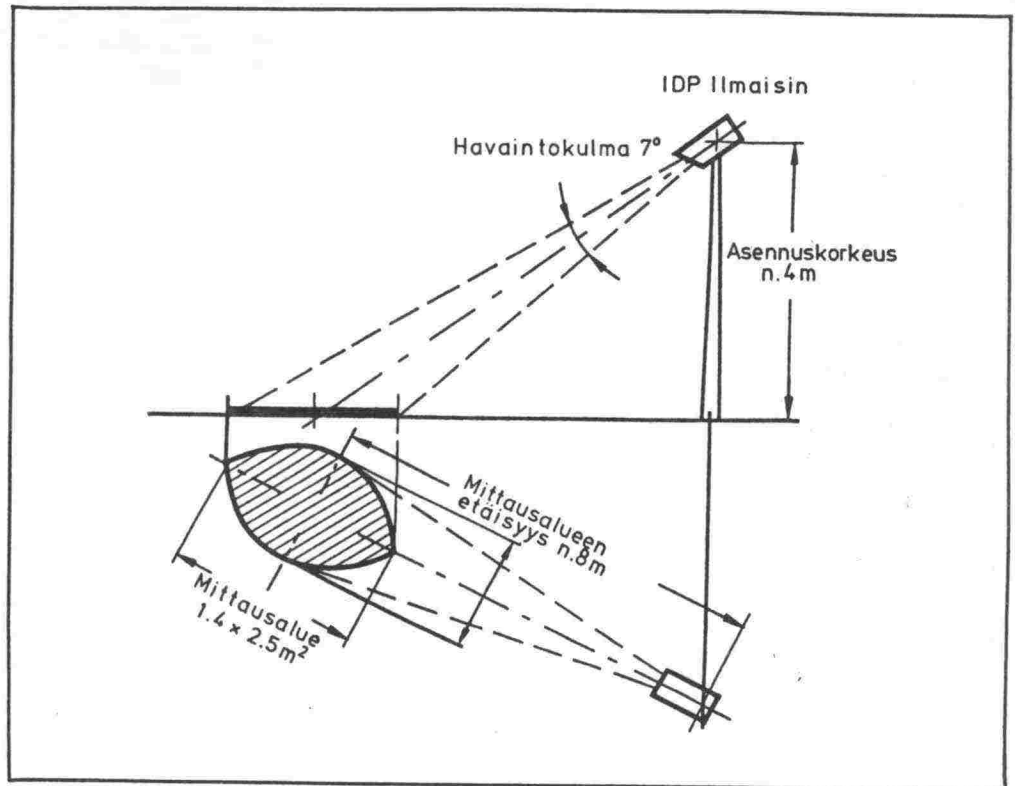
Osittaista liikenneohjausta vanhoilla liittymäkojeilla käytettäessä voidaan riittävänä pitää yhtä (läsnäolo)ilmaisinta/ohjattava suunta. Pyrittäessä täydellisempään liikennetieto-ohjaukseen (uudet tai uudistetut kojeet) on tavoitetasosta riippuen käytettävä 2...6 ilmaisinta/ohjattava suunta.

Liikennevalojen ohjaustoiminnot voidaan jakaa minimitoimintoihin ja laatutasoaparataviin toimenpiteisiin /6/. Minimitoimintoihin kuuluvat esim.

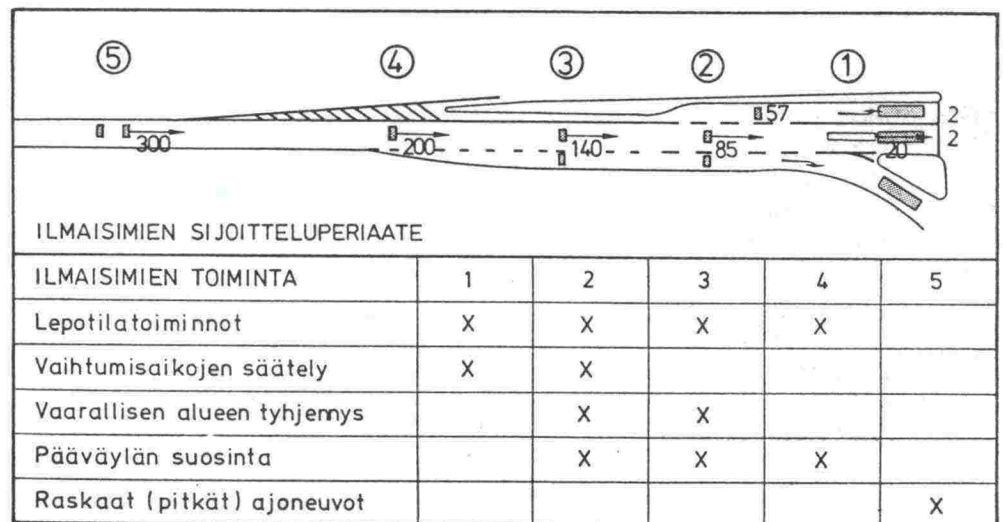
- pysähtyneiden jonojen purku
- kriittisen alueen (päätekoalueen) tyhjennys

Laatutasoa parantavia toimenpiteitä ovat esim.

- pääsuunnan sujuvuutta parantavat pidennykset
- kaikille punaisen lepotilan käyttö hallitusti
- vaiheiden vaihdon hallittu nopeuttaminen
- raskaiden ajoneuvojen suosinta
- vihamielisten pyyntöjen painoarvoon (kuinka monta, kuinka kauan) perustuva ajoitus



Kuva 11. Infrapunailmaisimen keila tavoittaa nopeusalueella 3...150 km/h liikkuvan kohteen



Kuva 12. Ilmaisimien toiminnot pääsuunnalla

Ilmaisimien sijoittelu ja niiden toiminta on tutkittava jokaisessa kohteessa erikseen, koska se on riippuvainen kaistajärjestelyistä, väylän käyttönopeudesta, nopeusrajoituksesta ja valo-ohjauksen toiminnalle asetettavista tavoitteista. Käämin kierrosmäärä on riippuvainen käämin koosta, sijoituksesta ja käyttötarkoituksesta.

Liikenteen sujuvuuteen vaikuttavia ympäristöllisiä toimenpiteitä ovat **kaistamäärä** (syöttäviä kaistoja voi olla yhtä monta kuin vastaanottavia) sekä **kaistojen pituus**. Toimenpiteitä suunniteltaessa on harkittava, voidaanko oikealle kääntyvä virta ottaa vapaana eli kolmiosaarekkeen avulla **irti valo-ohjauksesta**. Järjestely edellyttää omaa vastaanottavaa kaistaa.

5. SANEERAUSTARPEEN ARVIOINTI

5.1 Yleistä

Saneeraustarpeelle ei ole olemassa selvää mittaria. Jäljempänä esitetyt arviointiperusteet ovat viitteitä siitä, mitä ja miten voitaisiin tehdä ja mitkä tulisivat olemaan toimenpiteiden vaikutukset.

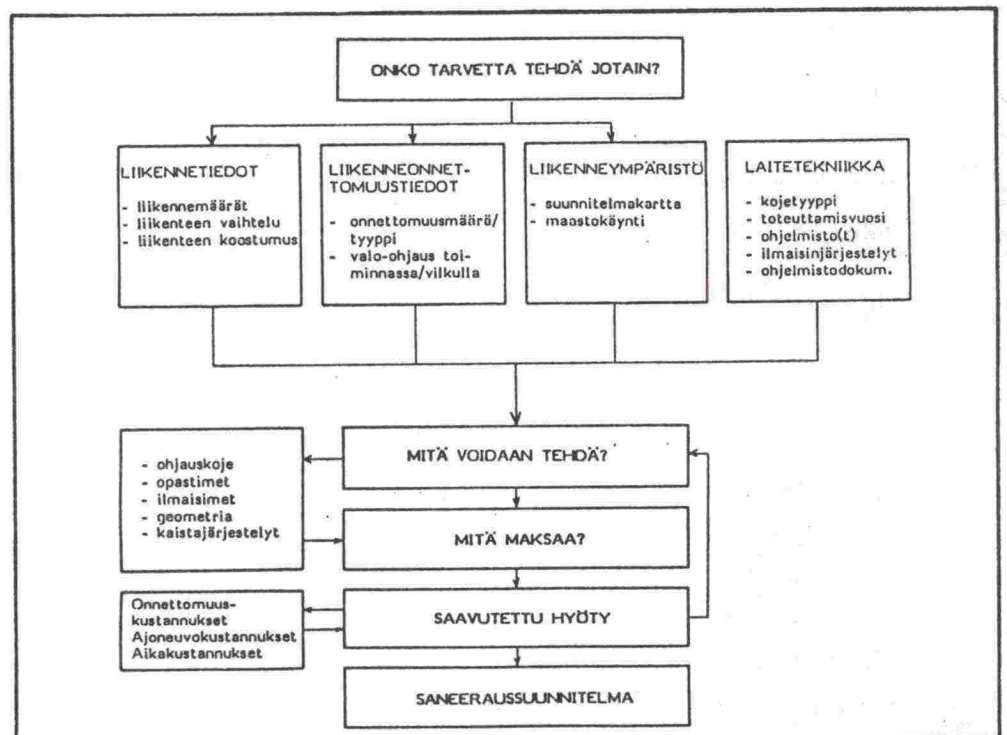
Tarvetarkastelu voi perustua liikenteen sujuvuuden osalta maastohavaintoihin, välityskykytarkasteluihin (esim. Capcal tai vastaava) tai liittymän toiminnan kuvanauhoitukseen ja siihen perustuvaan toimivuustarkasteluun. Monissa tapauksissa kuormitukset eivät vastaa suunnitteluvaiheessa käytettyä ennustetta, vaan kaistajärjestelyjä ja liikenneympäristöä tulisi muuttaa vallitsevan tilanteen mukaiseksi. /5/

Opastimien havaittavuus on useimmiten huonoimmillaan auringon nousun ja laskun aikoihin. Havaittavuus ja opastimien suuntaus olisi tarkastettava juuri tuolloin. On huomattava, että pää- ja toistopastin tulisi suunnata eri kohtiin, jotta jompi kumpi olisi aina havaittavissa liittymää lähestyttäessä.

Liikenneonnettomuustilastot ovat piirien käytössä. Lähes kaikkia liikenneonnettomuustyyppisiä voidaan vähentää valo-ohjauksen saneeraustoimenpiteillä.

Liikennevalojen muutos- tai saneeraustoimenpiteiden jälkeen tulee liikenteellinen toiminta tarkistaa maastossa riittävän pitkällä seurannalla.

Saneeraustarpeen arviointi voi edetä seuraavan kaavion mukaisesti.



Kuva 13. Valo-ohjatun liittymän saneeraustarpeen arviointi

5.2

Mitä voidaan tehdä

Opastimet

Opastimiin kohdistuvat toimenpiteet - havaittavuuden lisääminen - ovat mahdollisia laitetekniikasta riippumatta.

Taustalevyt valitaan yleispiirustuksen Ty 12/222 mukaisesti. Taustalevyjä voidaan käyttää sekä pää- että toisto-opastimissa ja aina ajoradan yläpuolelle sijoitettavissa opastimissa.

Opastimien suuntaus tulisi tarkistaa siten, että pääopastimet näkyvät hyvin 70...120 m ennen liittymää ja toisto-opastimet pysäytyslinjalla.

Opastimien **määrän lisääminen** parantaa havaittavuutta, mutta saattaa vaatia ryhmälisäystä ohjauskojeessa.

Halogeeniopastimien käyttö parantaa havaittavuutta. Polttimoiden käyttöikä on myös pitempi kuin normaalilla hehkulampulla /4/. Halogeeniopastin edellyttää muuntajan tasasuuntaajyksikköä opastimeen. Suuresta valotehosta johtuen halogeeniopastimet tulisi sijoittaa (ylös) ja suunnata huolella tai varustaa himmennyksellä (yöaika).

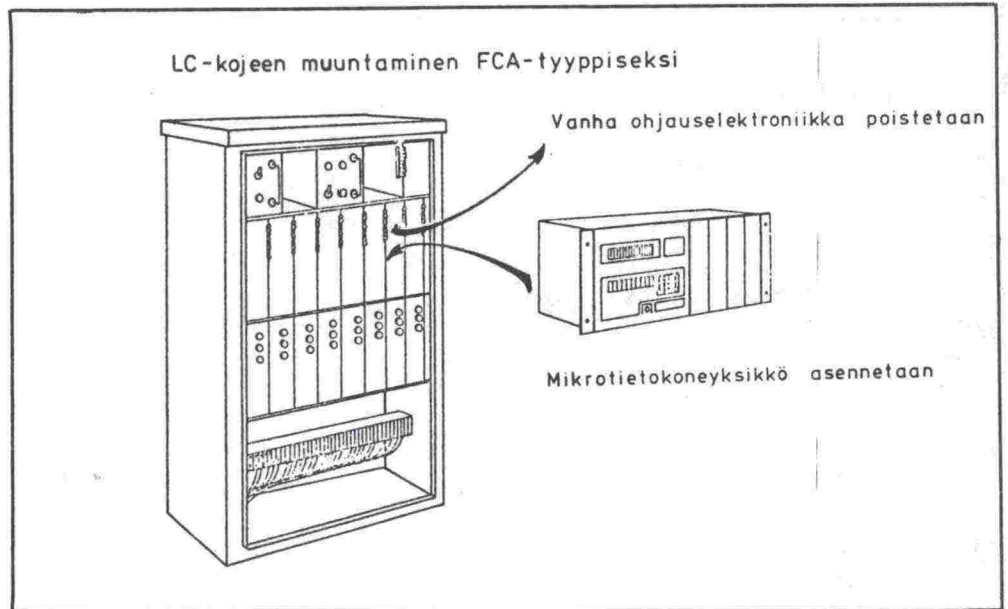
Ohjauskojeet

Ohjauskojeisiin kohdistuvat toimenpiteet - liikennetieto-ohjauksen lisääminen - ovat riippuvaisia laitteiston tyypistä ja iästä.

Osittainen liikennetieto-ohjaus (vaiheenpyyntö) on mahdollista toteuttaa kaikissa ohjauskojeissa. Harvoin esiintyvälle sivuvirralla asennetaan ilmaisinkäämi(t) (läsnäolo) ja koje varustetaan ilmaisinvahvistimella ja tarvittavilla lisäohjelmoinneilla. Osittaista liikennetieto-ohjausta harkittaessa on muistettava, että laitteiden käyttöikä on 10...15 vuotta. Elektroniikkakortin lisääminen saattaa maksaa saman verran kuin ohjausyksikön (elektroniikkayksikön) vaihto.

Täydellinen liikennetieto-ohjaus on mahdollista toteuttaa vuosien 1975-80 aikana rakennetuille valo-ohjauskojeille vaihtamalla kojeiston elektroniikkayksikkö (ks. kuva 4) mikroprosessoripohjaiseen "pientietokoneeseen" ja varustamalla järjestelmä tarvittavilla ilmaisimilla ja ilmaisinvahvistimilla. Vuoden 1980 jälkeen toteutetut laitteistot mahdollistavat liikennetieto-ohjauksen täydentämisen ilmaisinkäämejä ja ilmaisinvahvistimia lisäämällä tai pelkästään muuttamalla ohjelmointeja.

Kuten aiemmin on todettu, liikennetieto-ohjauksen lisääminen edellyttää aina liikennettä havaitsevan ilmaisinvahvistimien täydentämistä. Peräänajo-onnettomuuksien vähentämiseksi tarvitaan tulosuunnille 2 ilmaisinta. Punainen lepotila edellyttää ilmaisimia kaikilla osatulosuunnilla. Ilmaisimien etäisyys (kulkuilmaisimet) tulisi suunnitella siten, että tieto saapuvasta ajoneuvosta saadaan riittävän aikaisessa vaiheessa.



Kuva 14. Ohjausyksikön uudistaminen (vaihto on mahdollista ilman että kojeistoa irrotetaan jalustaltaan)

Liikenneympäristö

Liikenneympäristölliset parantamisratkaisut ovat yleensä pieniä, lähes kunnossapitotoimenpiteiden luonteisia. Niiden toteuttamista rajoittaa enimmäkseen tilan riittävyys.

Yhteenveto

Seuraavassa kaaviossa on yhteenvetona esitetty valo-ohjatussa liittymässä esiintyviä ongelmia ja niiden ratkaisumahdollisuuksia.

Ongelma	Harkittava toimenpide
<p>Liikenneturvallisuus</p> <p>Risteämisonnettomuuksia valojen ollessa ohjatusti keltavilkulla</p> <p>Risteämisonnettomuuksia, kun valo-ohjaus normaalitoiminnassa</p> <p>Vasemmalle kääntyvän ja kohtaavan liikenteen välisiä onnettomuuksia</p> <p>Kevyen liikenteen ja kääntyvän ajoneuvoliikenteen välisiä onnettomuuksia</p> <p>Peräänajo-onnettomuuksia</p> <p>Opastimien havaittavuus</p> <p>Suuret käyttönopeudet hiljaisena aikana</p> <p>Liikenteen sujuvuus</p> <p>Sivuvirroilla pitkät jonot</p> <p>Vasemmalle kääntyvillä pitkät jonot</p> <p>Raskas liikenne rajoittaa välityskykyä</p> <p>Liikenneympäristö</p> <p>Kaistapituus ei riitä odottaville ajoneuvoille</p> <p>Oikealle kääntyvät hidastavat kohtuuttomasti suoraan jatkavaa liikennettä</p> <p>Kääntyvä liikenne ei väistä samanaikaista suojatietä käyttävää liikennettä</p>	<p>Liikennetieto-ohjausta lisättävä, valot päällä läpi vuorokauden</p> <p>Vihreiden tilojen riittävyys tarkistettava, opastimien havaittavuus tarkistettava</p> <p>Vasemmalle kääntyville oma vaihe, mikäli välityskyky ja liikenneympäristö sen mahdollistavat, geometria otettava huomioon</p> <p>Suojatielle riittävä ennako ennen ajoneuvoliikennettä (3-5 s)</p> <p>Liikennetieto-ohjausta täydennettävä siten, että kriittisen alueen tyhjennys voidaan hoitaa Vihreän lopetustapa tarkistettava</p> <p>Suuntaus, taustalevyt, halogeeniopastimet, pitkät toistopylväät</p> <p>Kaikille punainen lepotila</p> <p>Syöttäviä kaistoja yhtä paljon kuin vastaanottavia, kaistapituuksien tarkistaminen</p> <p>Onko mahdollista käyttää kahta kääntyvää kaistaa (oma vaihe)</p> <p>Liikennetieto-ohjaus, raskasautoilmaisimet</p> <p>Kaistojen lisääminen tai pidentäminen</p> <p>Erillinen oikealle kääntymiskaista</p> <p>Suojatien sijoitus tarkistettava (etäisyys), kääntyvän liikenteen kaarresädetä pienennettävä (reunatuki)</p>

Kuva 15. Ongelmien ratkaisuehdotuksia

5.3 Saneerauskustannukset

Saneerauskustannukset on arvioitu kevään 1986 hintatason perusteella.

Ennen vuotta 1975 toteutettujen liikennevalojen ohjauskojeiden uusimiskustannukset ovat keskimäärin 75 000 mk/uusi ohjauskoje. Elektroniikkayksikön vaihto vuosina 1975-80 toteutettuihin ohjauskojeisiin maksaa noin 40 000 mk.

Ilmaisimien teko ja niiden vaatima kaapelointi maksaa noin 10 000 - 15 000 mk/tulosuunta, kun tulosuunnalla käytetään yhtä quadropole-läsnäoloilmaisinta ja kahta kulkuilmaisinta, joista kauempi on noin 120 m etäisyydellä liittymästä. Näiden lisäksi voidaan ohjauskojeeseen joutua lisäämään ilmaisinvahvistin (noin 5 000 mk/kpl).

Seuraavassa on lueteltu eräitä liikennevalojen parantamisen yhteydessä tarvittavien laitteiden ja töiden kustannuksia:

Toimenpide	Arvioidut kust.
- ohjauskojeet	
* ohjelman muutos (ei täydennystä)	7 000 mk
* osittainen liikennetieto-ohjaus (kojeet ennen v. 1980)	16 000 mk
* elektroniikkayksikön vaihto (kojeet v. 1975-1980)	25 000 mk
- uudet ohjauskojeet	
* 8 opastinryhmää	50 000 mk
* 16 opastinryhmää	70 000 mk
* 24 opastinryhmää	90 000 mk
- taustalevy	
* 3 x 210 opastinta varten	700 mk
* 3 x 300 opastinta varten	1 200 mk
- halogeeniopastin 3 x 300	3 300 mk
- ilmaisinsilmukan teko	
* uran jyrsiminen	50 mk/m
* reunakiven alitus	250 mk/kpl
- ilmaisinvahvistin (4 kanavaa)	5 000 mk/kpl
- kaapelikaivannon teko ja täyttö maastosta riippuen	50 - 150 mk/m
- ilmaisinsilmukan yhdyskaapeli	10 mk/m
- ilmaisinkaapeli	10 mk/m
- lisäkaista	50...100 000 mk

Kuva 16. Toimenpiteiden kustannukset

Esimerkiksi kolmihaaraisessa liittymässä oleva vanha (1977 toteutettu) ohjauskoje uudistetaan vaihtamalla ohjausyksikkö ja rakentamalla ilmaisinjärjestelyt (peräänajoja). Pääsuunnan pääopastimet varustetaan taustalevyin.

-	ohjauskojeen uudistus	25 000 mk
-	ilmaisinvahvistimet 2 kpl	10 000 mk
-	ilmaisinkäämit n. 180 m	9 000 mk
-	yhdyskaapelit 700 m	70 000 mk
-	taustalevyt 3 kpl	<u>3 600 mk</u>
		117 600 mk
-	yleiskustannukset	<u>12 400 mk</u>
	yhteensä	130 000 mk

Saneerauksen suunnittelukustannukset ovat noin 10 000...35 000 mk/liittymä.

5.4 Saavutettavan hyödyn arviointi

Valo-ohjauksen saneerauksella saavutettava hyöty on riippuvainen lähtötilanteesta - mitä lähdetään parantamaan.

Liikennetieto-ohjauksen lisäämisellä on pystytty parantamaan erityisesti liikenneturvallisuutta (peräänajot), vähentämään matka-aikaa sekä pienentämään energiankulutusta.

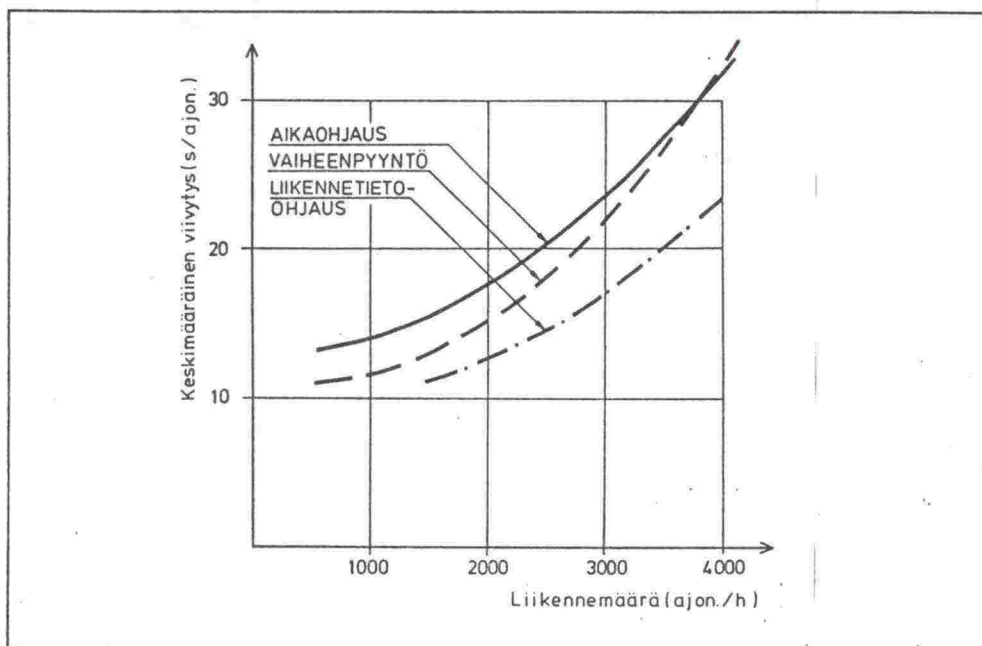
Ruotsissa tehtyjen tutkimusten mukaan konfliktit vähenevät LHOVRA-tekniikan mukaisilla ilmaisinjärjestelyillä yli 60 %. Matka-ajat liikennetieto-ohjatuissa liittymissä vähenevät 12 % (USA-tutkimus). Energiankulutusta liikennetieto-ohjauksen on laskettu vähentävän 5-6 % perinteiseen ohjaustapaan verrattuna. /1/, /3/

Tieliikenneonnettomuuden keskihinnaksi Suomessa on laskettu 190 000 mk. Liikennevalojen ohjaustapatutkimuksessa /6/ todettiin liikennetieto-ohjatulla vihreän tilan lopetuksella voitavan vähentää vihreän lopussa kriittisellä alueella olevien ja punaista päin ajavien määriä 20...50 %. Liikennetieto-ohjaus vähentää näin ollen myös onnettomuusriskejä samassa suhteessa. Ruotsissa pelkillä onnettomuuskustannussäästöillä on valo-ohjauksen saneerauksen todettu maksavan itsensä takaisin alle vuodessa (onnettomuusaste pienenee noin 30 %) /8/, /9/.

Ajoneuvo- ja aikakustannussäästöksi on Ruotsissa valo-ohjauksen liikennetieto-ohjauksen kehittämisellä saatu 130 000 mk vuodessa tilanteessa, jossa päätien kuormitus on 10 000 ajon/d ja sivutien 2 000 ajon/d /9/. Onnettomuuksien väheneminen huomioon ottaen vuotuiseksi kokonaiskustannussäästöksi saadaan noin 260 000 mk.

Kuvan 17 käyrästä voidaan arvioida keskimääräinen viivytys eri ohjaustavoilla.

Jos liittymän läpi huipputuntina kulkee esim. 1800 ajoneuvoa, voidaan ajan arvolla 30 mk/h ja ajan säästöllä 7,5 s/ajoneuvo saada kustannuseroksi perinteisen ja liikennetieto-ohjatun järjestelmän välillä noin 112 mk/h. Vuositasolla esimerkin mukainen viivytys-säästö vastaa yli 200 000 markkaa.



Kuva 17. Keskinäisen viivytyksen riippuvuus liikennemääristä eri ohjaustavoilla /11/

KIRJALLISUUSLUETTELO

- /1/ Energy savings and road traffic management. Road transport research. OECD 1985.
- /2/ Jutila, M., Saresma, V-P., Onnettomuudet Helsingin liikennevaloissa. HKSV/Liikennesuunnitteluosasto. Julkaisu LB 1/1985. Helsinki 1985.
- /3/ Kallberg, H., Energiansäästöjä liikennejärjestelyillä. Tie ja Liikenne 10/1985.
- /4/ Lewin, I., Reynolds, R., The optical and energy efficiency of traffic signals. Public Roads No. 3, December 1985.
- /5/ Liikennevaloilla ohjattujen liittymien toiminta. TVH/Tiensuunnittelutoimisto. Suunnittelutoimisto Olav Smeds. Helsinki 15.7.1980.
- /6/ Liikennevalojen ohjaustavan vaikutus liikenteen sujuvuuteen ja turvallisuuteen. TVH/Tiensuunnittelutoimisto. Insinööritoimisto Y-Suunnittelu. Elokuu 1986.
- /7/ Liikennevalot ja valo-ohjaus. INSKO, julkaisu 2-86.
- /8/ Peterson, A., Bergh, T., Steen, K., LHOVRA - A new traffic signal control strategy for isolated junctions. IEE. Second International Conference on Road Traffic Control. 15-18 April 1986.
- /9/ Peterson, A., Steen, K., Signalreglering med LHOVRA-teknik. NVF Utskott 51. Trafiksignaler samt variabla vägmerken och skyltar. Espoo 29.-30.8.1985.
- /10/ Pitzinger, P., Sulzer, E., Lichtsignalanlagen für den Strassenverkehr. Wiesbaden. September 1968.
- /11/ Signalhandboken. Utformning och drift av trafiksignalanläggningar. Transportforskningkommissionen. TFK-rapport 1982:3. Stockholm 1982.
- /12/ Signalreglering med LHOVRA-teknik. Projekteringshandbok. Vägverket. 1983-12. TU 155.
- /13/ Tervala, J., Liikennevalot yleisillä teillä - Uusia mahdollisuuksia. Tie ja liikenne '85-luentopäivät. Helsinki 1985.

Muuta lähdeaineistoa

- * Bielefeldt, C., Entwicklung von Einsatzkriterien für verkehrabhängig gesteuerte Einzelsignalanlagen. Forschung Strassenbau und Strassenverkehrstechnik. Heft 411. Bonn 1984.
- * Liikennevalojen vaikutus liikenneturvallisuuteen yleisillä teillä. TVH/Liikennetoimisto. Liikennetekniikka Oy. Helsinki 1979.
- * Michalopoulos, P.G., Performance evaluation of traffic actuated signals. Transportation engineering journal.
- * Paimenportin liittymän liikennevalojen muutossuunnitelma. Kotkan kaupunki. Viatek Oy. 31.5.1983.
- * Signalreglering med LHOVRA-teknik (i nya anläggningar). STF Linköping 5.-6. februari 1985.
- * Trafikksikkerhetshåndbok. Oslo 1982. Transportøkonomisk institutt.
- * Vantaan liikenneturvallisuussuunnitelma. Osa I. Risteyskolarit. Vantaan kaupunki. TVL/Uudenmaan piiri. Suunnittelutoimisto Olav Smeds. 7.3.1986.
- * Väistö, E., Liikennejärjestelyjen vaikutus liikenneturvallisuuteen. HKSV/Liikennesuunnitteluosasto. Julkaisu LB 7/84. Helsinki 1984.
- * Van Zuylen, H.J., Traffic control and fuel consumption. ATEC 82. 11.-15. octobre 1982. Paris.

LIITE

ESIMERKKI SANEERAUSTOIMENPITEIDEN VAIKUTUKSESTA

VALTATIE 18/TEOLLISUUSKADUN LIITTYMÄ, JOENSUU
TOIMIVUUSTARKASTELU, ENNEN/JÄLKEEN-TUTKIMUS

SISÄLLYSLUETTELO

1. TAUSTA
2. VALO-OHJAUksen TOIMINTA
3. TUTKIMUKSEN SUORITUS
4. MITTAUSAINESTON KÄSITTELY
5. TULOKSET
 - 5.1 Liikennemäärät
 - 5.2 Viivytykset
 - 5.3 Pysähtymään joutuvien osuus
 - 5.4 Kriittisellä alueella olevat
6. TULOSTEN ARVIOINTI

1. TAUSTA

Liikenneohjauskojeiden tekniikan kehittyessä on alkanut esiintyä tarvetta vanhalla tekniikalla toteutettujen kojeiden saneeraamiseen. Yleisesti on vallalla käsitys, että uuden tekniikan suomilla mahdollisuuksilla voidaan parantaa liittymien toimivuutta. Tämän käsityksen oikeellisuuden selvittämiseksi tehtiin V 18:sta Joensuun kaupungista pohjoiseen johtavalla ulosmenotiellä ennen/jälkeen-tutkimus.

Tutkimuskohde, valtatie 18/Teollisuuskadun liittymä (nro 119) sijaitsee Joensuun pohjoisella sisääntulotiellä (kuva 1). Liittymässä on valtatiellä 2 + 2 ajokaistaa ja erilliset vasemmalle kääntymiskaislat. Myös sivusuunnilla on vasemmalle kääntyvät erotettu omille kaistoilleen. Tasossa olevat suojatieylitykset on sijoitettu molemmille sivusuunnille ja valtatie Joensuun puoleiseen liittymähaaraan (kuva 2).

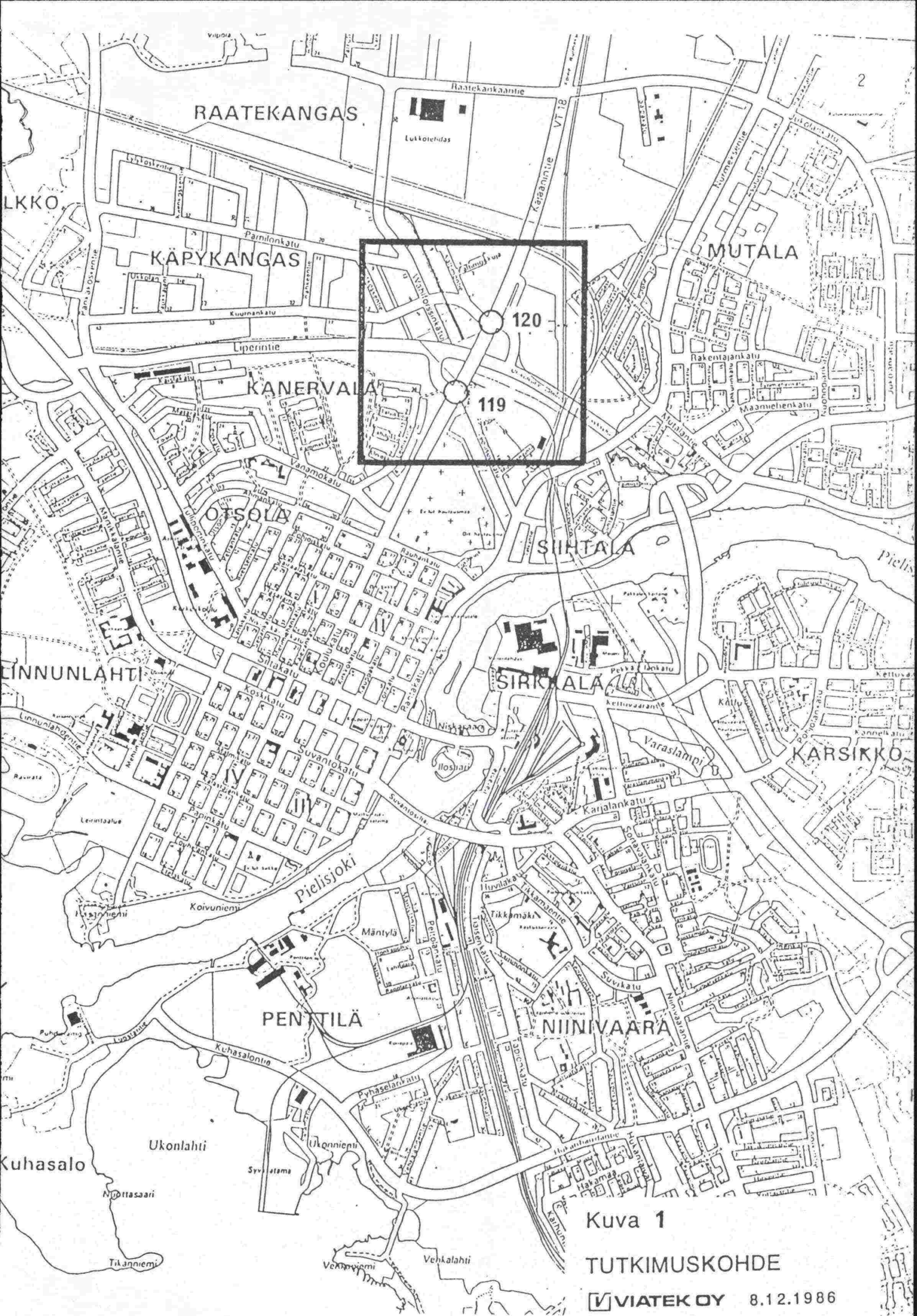
Tutkimusalueella on V 18:n suunnassa 60 km/h nopeusrajoitus.

Teollisuuskadun liittymään rakennettiin osittaisella liikennetieto-ohjauksella varustetut liikennevalot vuonna 1977. Liikennetieto-ohjaus toteutettiin jatkamalla kullekin vaiheelle annettavaa vihreää aikaa ilmaisinohjatuksi kiinteän mittaisella pidennyksellä.

Tutkimuskohteen läheisyydessä (etäisyys 380 m) sijaitsevaan valtatie 18/Kuurnankadun liittymään (nro 120) asennettiin liikennetieto-ohjatut liikennevalot Joensuun Kehätien rakentamisen yhteydessä vuonna 1984. V 18/Kuurnankadun liittymä on Käpykankaan teollisuusalueen pääliittymä ja se vaikuttaa merkittävästi myös V 18/Teollisuuskadun liittymän toimivuuteen.

Teollisuuskadun liittymän valo-ohjauksen jäykkyydestä, VAC-koneen runsaista teknisistä vioista ja liittymien välisen yhteenkytkennän puuttumisesta johtuen laadittiin TVH:n tiensuunnittelutoimiston toimeksiannosta V 18/Teollisuuskadun liittymän valo-ohjauksen muutossuunnitelma. Suunnitelma valmistui kesällä 1985 ja siinä esitettiin valo-ohjauksen nykyaikaistamista, joko VAC-kojeen ohjausyksikköä vaihtamalla tai uusimalla koko ohjauskoje. Lisäksi Käpykankaan teollisuusalueen liikenteen voimakasta kasvusta johtuen erotettiin liittymässä 120 Kuurnankadulta oikealle kääntyvä liikennevirta omaksi opastinryhmäkseen ja liittymät kytkettiin osittain yhteensä yhteen. Erityistä huomiota kiinnitettiin molemmissa liittymissä opastimien havaittavuuden parantamiseen.

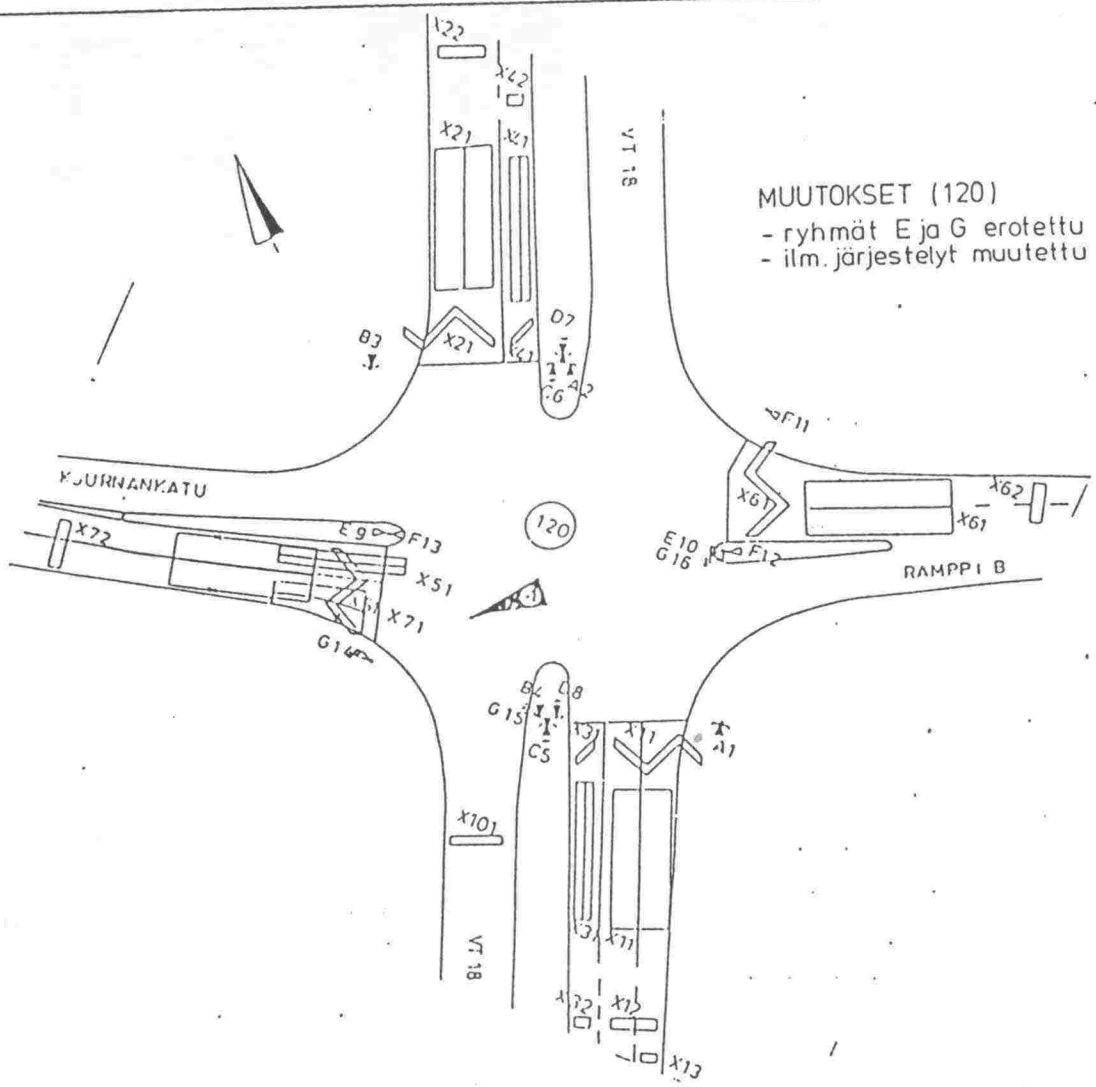
Tarjousten ja VAC-koneen huonon toimintavarmuuden perusteella tilasi TVL/Pohjois-Karjalan piiri uuden mikroprosessoripohjaisen ohjauskojeen, joka otettiin käyttöön syyskuussa 1986.



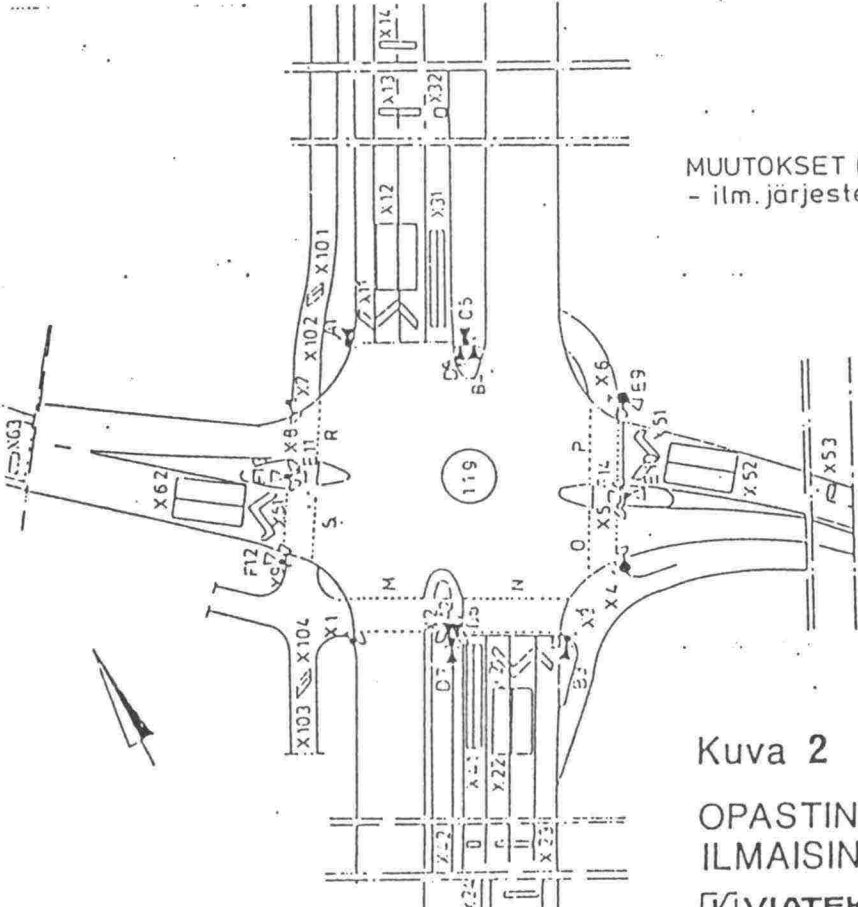
Kuva 1

TUTKIMUSKOHDE

VIATEK OY 8.12.1986



MUUTOKSET (120)
 - ryhmät E ja G erotettu
 - ilm. järjestelyt muutettu



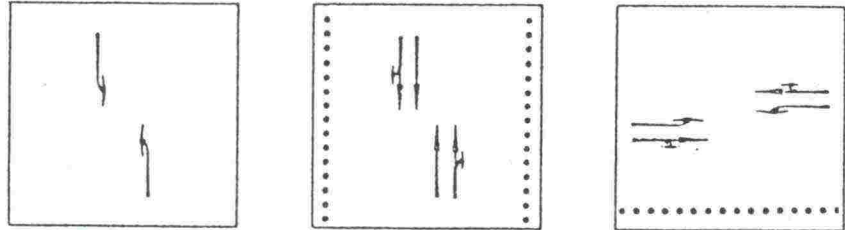
MUUTOKSET (119)
 - ilm. järjestelyt muutettu

Kuva 2
 OPASTIN- JA
 ILMAISINJÄRJESTELYT
 VIATEK OY 8.12.1986

VALO-OHJAUksen TOIMINTA

Liittymien 119 ja 120 opastimien sijoitus ja ilmaisinjärjestelyt on esitetty kuvassa 2.

Valo-ohjaus toimii liittymässä 119 alla esitetyn vaihekaavion mukaisesti lepotilan ollessa erillisohjauksessa kokopunainen ja yhteenkytkennässä pääsuunnan vihreä.



Yhteenkytkettyjä ohjelmia on kaksi, joiden kiertoajat ovat 75 ja 90 sekuntia. Lyhyempi ohjelma on käytössä yleensä päivällä (klo 10.30 - 12.30) ja pitempi ohjelma iltaruuhkassa (klo 15.00 - 17.00). Muuna aikana liittymäkoje toimii erillisohjattuna (paikallishjaus).

Ilmaisinjärjestelyt:

- Ennen** Kulkuilmaisimet pääsuunnassa noin 40 m ennen pysäytysviivaa
- Jälkeen** Läsnäoloilmaisimet kaikilla suunnilla. Kulkuilmaisimet pääsuunnalla 65 m ja 120 m ja sivusuunnalla 70 m ennen pysäytysviivaa

Yhteenkytketyissä ohjelmissa ei valtatie suunta ole priorisoidussa asemassa, sillä sekä Kuurnankadun että Teollisuuskadun liikennemäärät vaativat eniten huomiota liittymien toimivuuden takaamiseksi.

3. TUTKIMUKSEN SUORITUS

Toimivuustarkasteluja varten kerättiin konelaskennalla 9. -19.5.1985 vaihtelumuoto- ja suuntajakaumatietoja. Konelaskenta sisälsi V 18 liikenteen laskennan Teollisuuskadun ja Kuuurnankadun väliseltä tieosalta suunnittain eroteltuna sekä Teollisuuskadulta ja sen vastakkaiselta rampilta saapuvan liikenteen laskennan. Tulostusjaksona oli yksi tunti.

Liittymän toimivuuden analysointiin tarvittava aineisto kerättiin videokuvauksilla tiistaina 21.5.1985 ja keskiviikkona 22.9.1986. Nauhalle tallennettiin myös juokseva aika sekä lueteltiin liittymään saapuvat ajoneuvot (sivusuunta ei näkynyt kuvassa riittävästi).

Kuvauspaikka oli v 18 keskisaralla noin 200 m Teollisuuskadun liittymästä Joensuuhun päin. Nostolava-auton kori oli noin 10 metrin korkeudella (kuva 3).

Kuva-aineistosta saatiin mm. seuraavat tiedot:

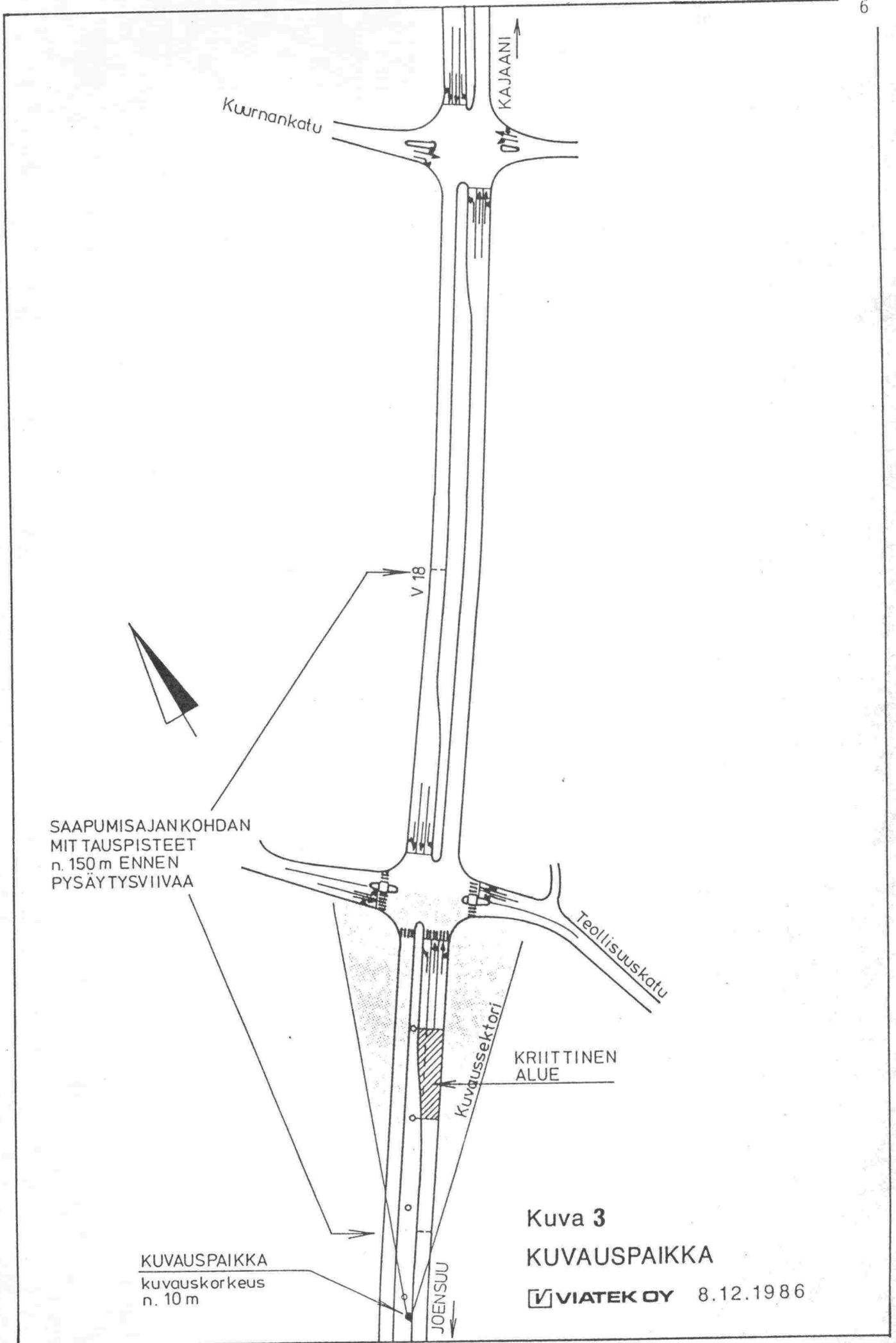
- pysähtymään joutuneiden ajoneuvojen suhteellinen osuus osatulosuunnittain
- keskimääräiset viivytykset pääsuunnissa
- Kriittisellä alueella olevien ajoneuvojen lukumäärä kel-
taisen valon syttyessä valtatiellä 18 Kajaanin suuntaan
- Kajaaniin päin menevän pääsuunnan vihreän esiintymi-
set

Liittymää kuvattiin päiväliikenteellä 11.00 - 11.30 ja 11.50 - 12.20 sekä iltapäivällä 15.45 - 16.20.

Havaintoaineistoa kertyi kaikkiaan noin 3 tuntia.

21.5.1985 sää oli pilvinen ja viileä. 22.9.1986 sää oli sateinen ja kolea. Jälkeen-tutkimuksen sateinen sää vaikeutti materiaalin pur-
kua siten, että Kajaanista tulevan suunnan viivytyksiä ei kyetty
luotettavasti määrittämään 15.45 - 16.20 otoksesta.

Samana aikaisesti videokuvausten kanssa tehtiin V 18/Kuurnankadun liittymässä liikennelaskenta, jonka yhteydessä selvitettiin kierroit-
tain pysähtymään joutuneiden ajoneuvojen lukumäärät. Laskennassa
eroteltiin kaikki liikennevirrat.



Kuva 3
KUVAUSPAIKKA

VIATEK OY 8.12.1986

4. MITTAUSAINEISTON KÄSITTELY

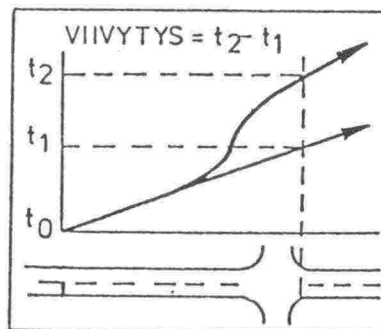
Kuvanauha purettiin toimistossa lomakkeille osatulosuunnittain. Pääsuuntien ajoneuvoilta kirjattiin noin 150 metriä ennen liittymää olevan poikkileikkauksen ja liittymän takareunan ylityshetket. Lomakkeeseen merkittiin myös pysähtymään joutuvien sekä keltaisen syttyessä kriittisellä alueella olevien ajoneuvojen lukumäärät.

Kriittinen alue määriteltiin seuraavasti: Ajoneuvo, joka keltaisen valon syttyessä on sellaisella etäisyydellä seislinjasta, että se voi joko pysähtyä tai ajaa läpi kohtaamatta punaista.

Kyseisessä liittymässä kriittinen alue on 40 - 90 metriä ennen pysäytysviivaa.

Liittymän aiheuttama viivytys laskettiin jokaiselle ajoneuvolle. Vertaamalla viivytystä keskimääräiseen vapaaseen matka-aikaan saatiin selville liittymän aiheuttama viivytys. Vapaalla matka-ajalla tarkoitetaan aikaa, joka ajoneuvolta kului mittauslinjojen väliseen matkaan, silloin kun liikennevalot tai muu liikenne ei hidastanut etenemistä.

Keskimääräinen viivytys laskettiin 5 minuutin jaksoissa.



Kuva 4 VIIVYTYSTEN LASKENTAPERIAATE

Kuurnankadun liittymän laskentatiedoista selvitettiin liikennemäärät ja pysähtymään joutuvien osuus.

5. TULOKSET

5.1 Liikennemäärät

Viikonpäivä-, tunti- ja neljännestuntivaihtelukuvaajat (9.-19.5.1985) on esitetty kuvissa 5 ja 6. Kuvista selviää, että V 18:n poikkileik-kausliikenne on maanantaina - torstaina 11 000 - 12 000 ajon/vrk ja perjantaina noin 13 000 ajon/vrk.

V 18:lla ei ole varsinaista aamuhuippua. Suurimmat tuntiliikenteet pääsuunnissa ovat päivällä klo 11.00 - 12.00 ja iltapäivällä 16.00 - 17.00. Päivällä tuntiliikenne on valtatiellä pääsuunnissa noin 500 ajon/h ja iltahuipputuntina 600 - 700 ajon/h. Neljännestuntivaih- telukuvaajasta nähdään, että iltahuippu kestää vain 15 minuuttia.

Iltaruuhkan huipputuntikertoimet pääsuunnalla olivat seuraavat:

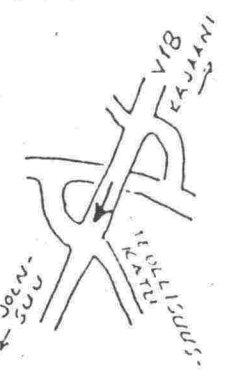
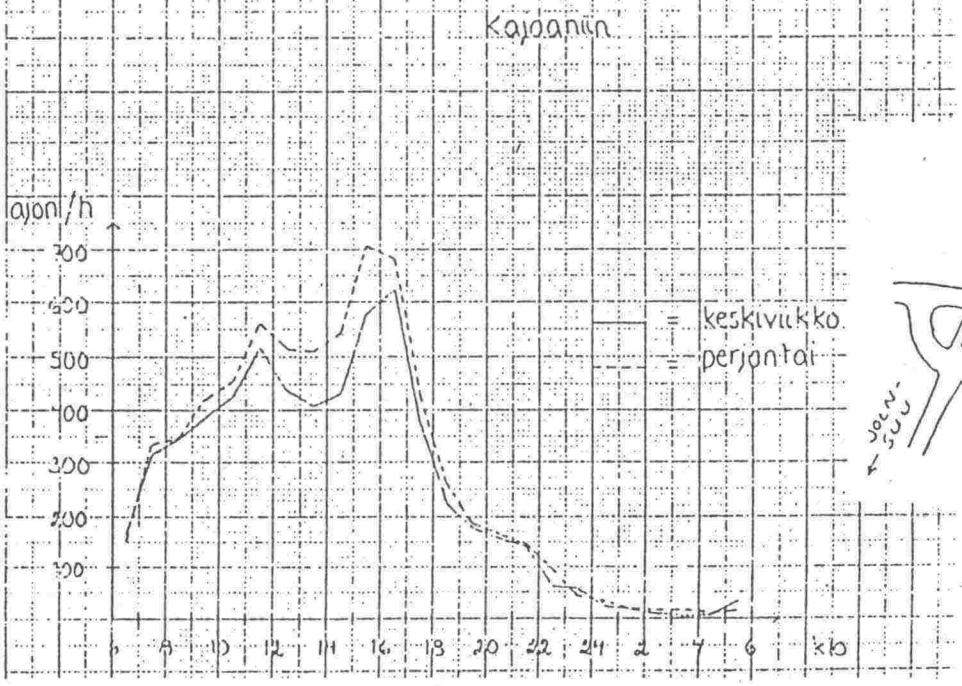
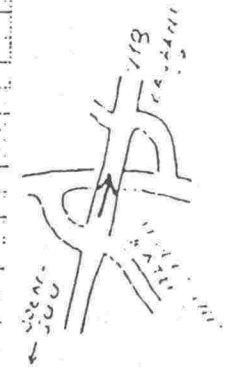
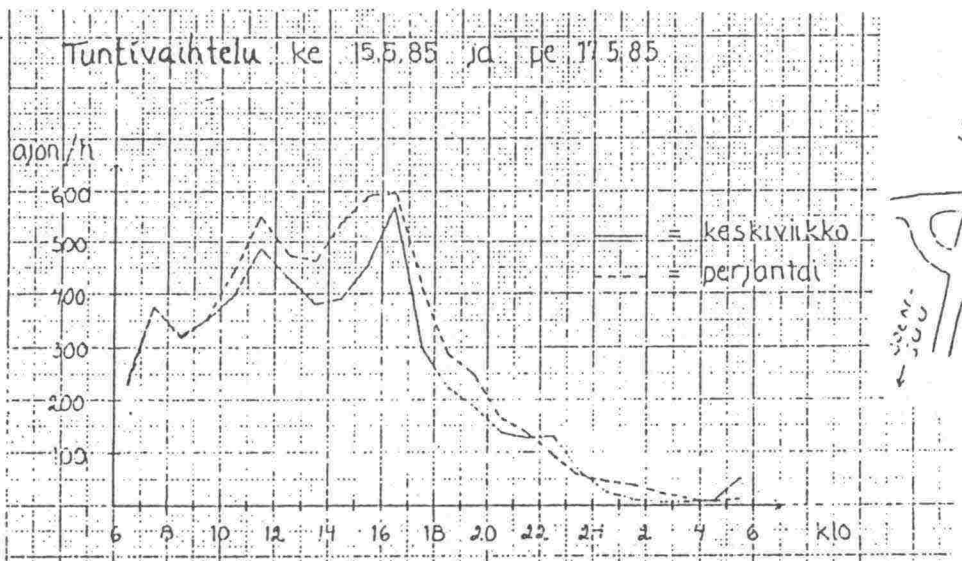
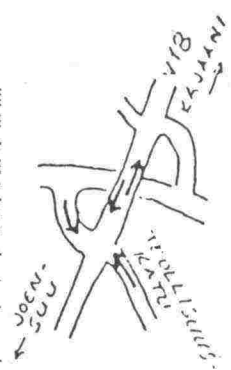
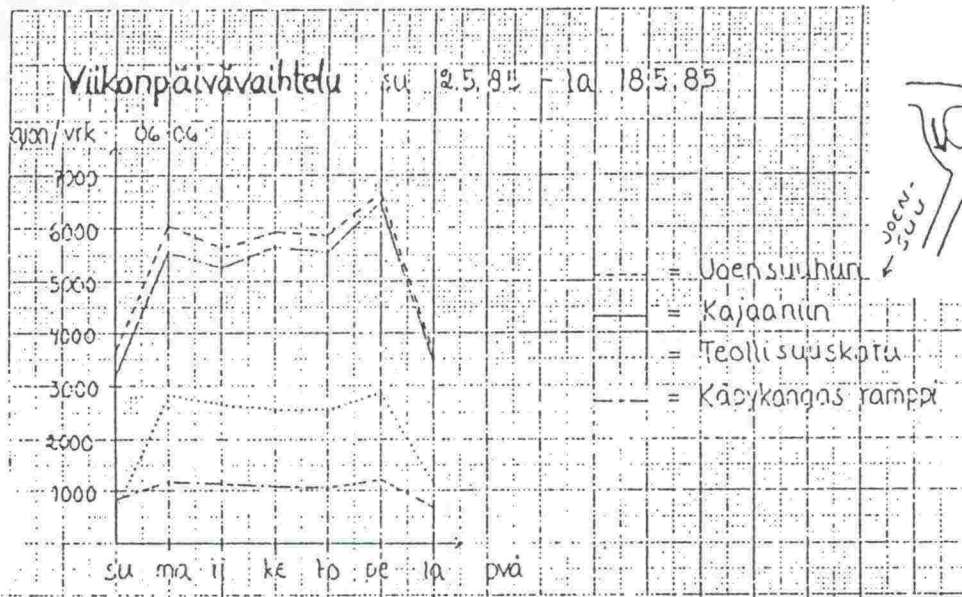
-	Joensuuhun	0,83
-	Kajaaniin	0,87

Teollisuuskadulta valtatielle saapuva liikenne on klo 9.00 - 17.00 välisenä aikana luokkaa 200 - 300 ajon/h. Vastakkaiselta rampilta tuleva liikenne on huipputuntina vain hieman yli 100 ajon.

Kuvanauhoitusten aikana 5 min. redusoidut tuntiliikenteet vaihteli- vat seuraavasti:

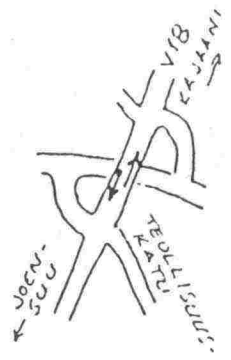
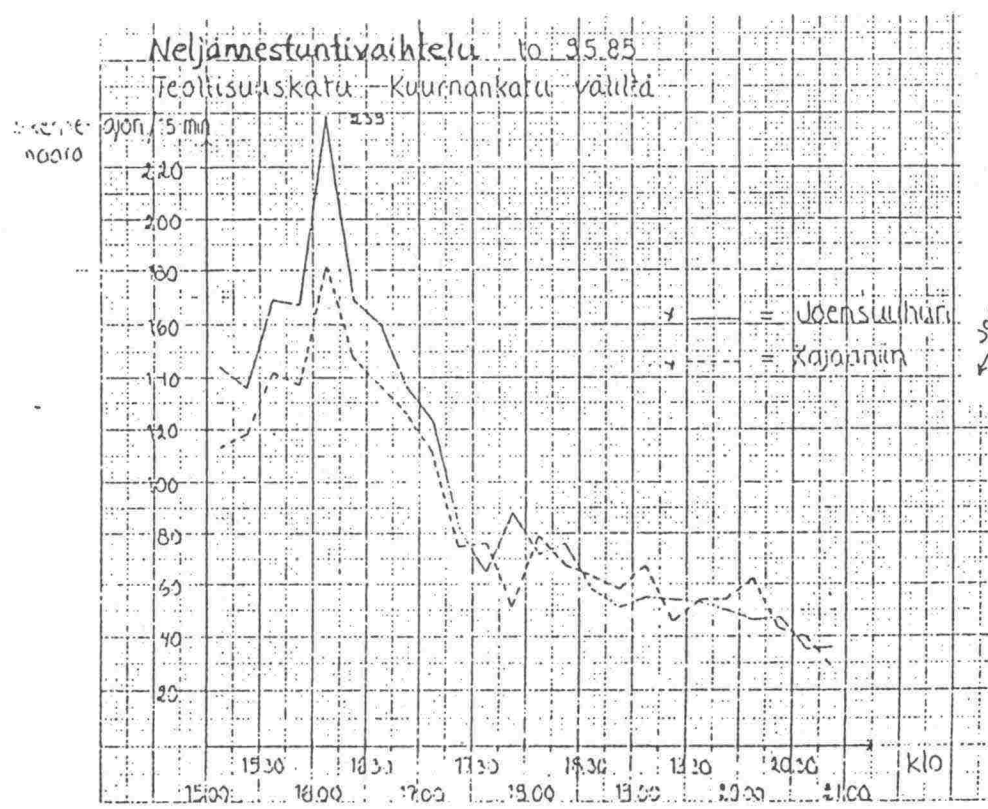
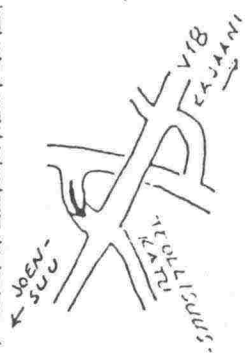
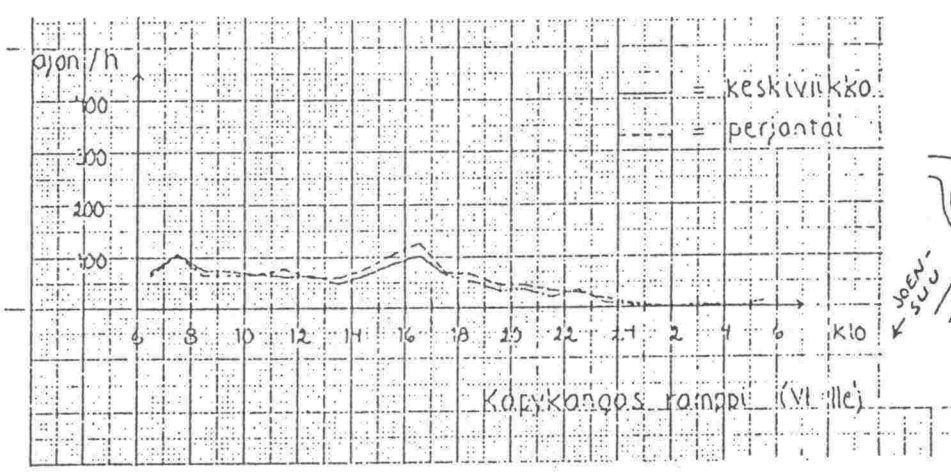
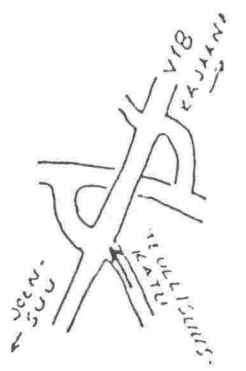
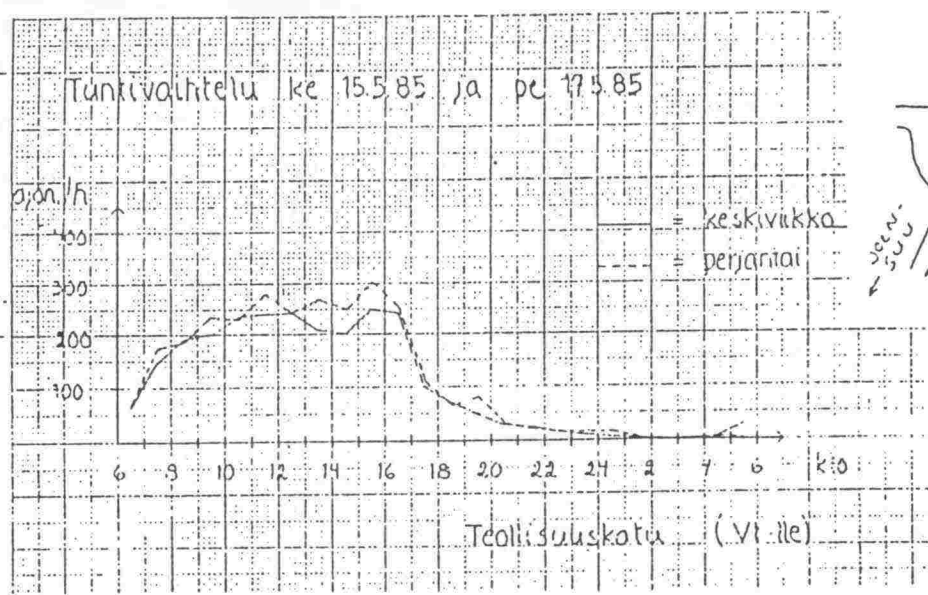
	ennen	jälkeen
- Joensuusta - Kajaaniin	200-500	250-650
- Kajaanista - Joensuuhun	250-950	300-1500
- Teollisuuskadulta	100-700	100-700
- Rampilta	50-150	80-150

Kuvausjaksojen redusoidut liikennemäärät on esitetty kuvassa 7.



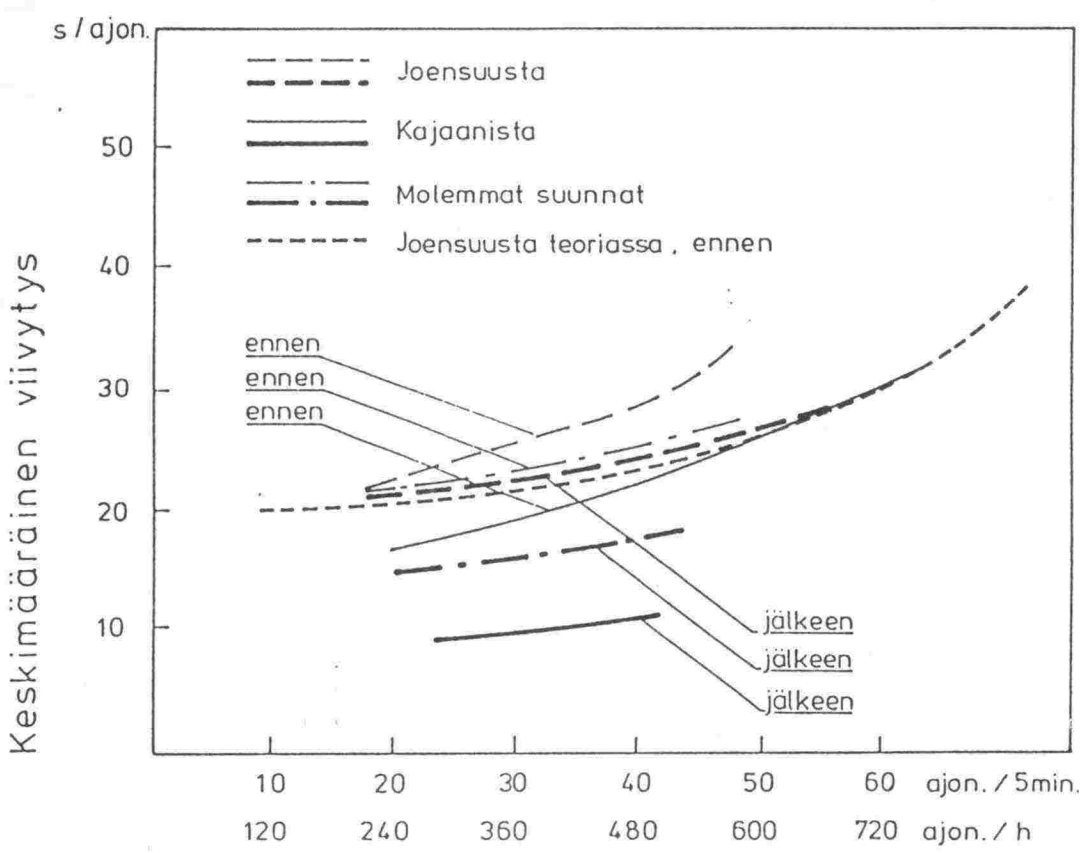
Kuva 5

VIKONPÄIVÄ- JA TUNTIVAIHTELUKUVAAJAT

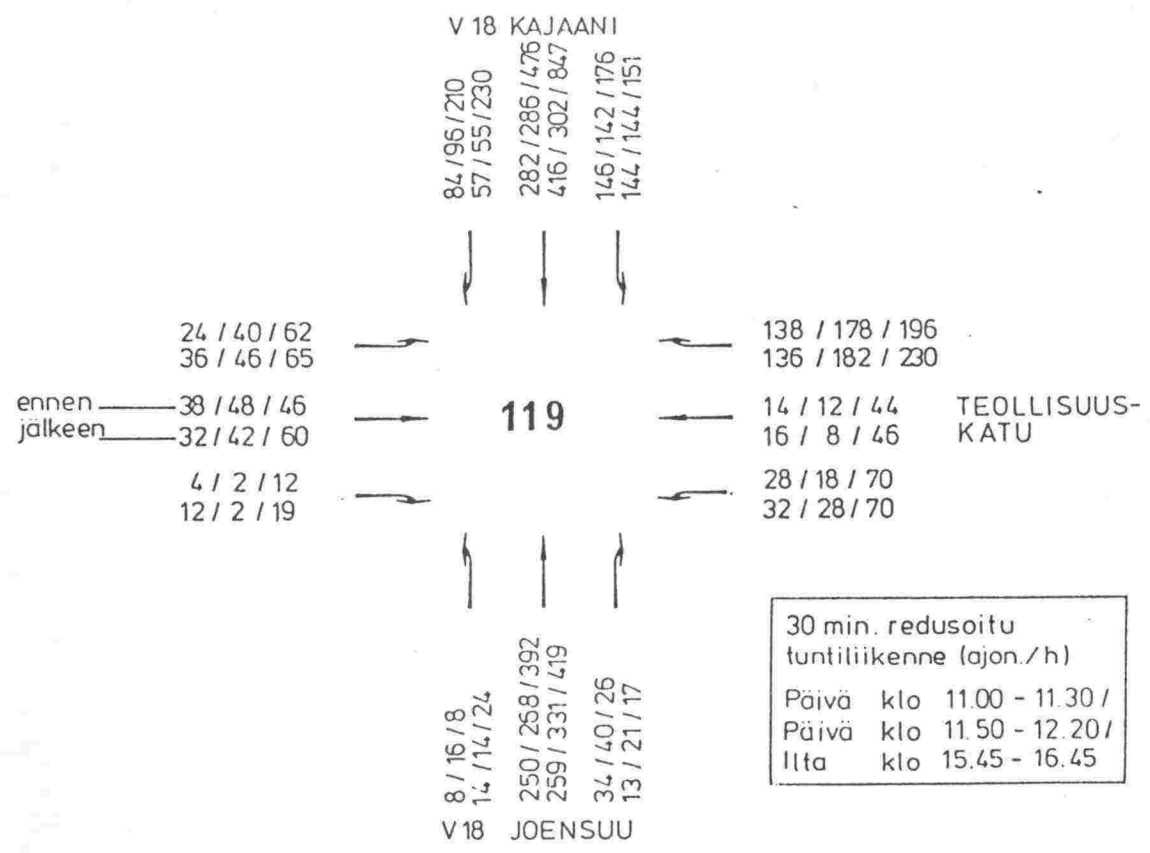


Kuva 6 TUNTI- JA NELJÄNNESTUNTIVAIHTELUKUVAAJAT
 VIATEK OY 8.12.1986

KESKIMÄÄRÄISET VIIIVYTYKSET TEOLLISUUSKADUN LIITTYMÄSSÄ (119)



KUVAUSJAKSOJEN REDUSOIDUT LIIKENNEMÄÄRÄT



Kuva 7

5.2 Viivytykset

Kuvassa 7 on esitetty myös Teollisuuskadun liittymän Kajaanista ja Joensuusta saapuville ajoneuvoille aiheuttamat 5 minuutin havaintojaksojen perusteella lasketut keskimääräiset viivytykset.

Keskimääräiset viivytykset ovat lyhentyneet kummallakin suunnalla.

Lisäksi kuvassa on esitetty Websterin viivytyskaavalla laskettu viivytyks ennen-tilanteessa, jälkeen-tilanteessa ei ole mielekäästä esittää teoreettista käyrää vihreän keston suuren vaihtelun vuoksi.

Viivytysten vertailu eri liikennemäärillä suunnittain ennen/jälkeen:

Liikennemäärä	Keskimääräinen viivytyks			
	Joensuusta		Kajaanista	
	ennen	jälkeen	ennen	jälkeen
240	22	21	16	8
480	29	23	22	12

Saneerauksen ansiosta viivytykset ovat lyhentyneet etenkin Kajaanista tulevalla suunnalla. Joensuusta päin saavutetut parannukset eivät ole yhtä suuria. Merkittävää on kuitenkin se, että myös Joensuusta tulevien viivytykset nousevat loivemmin liikennemäärien kasvaessa.

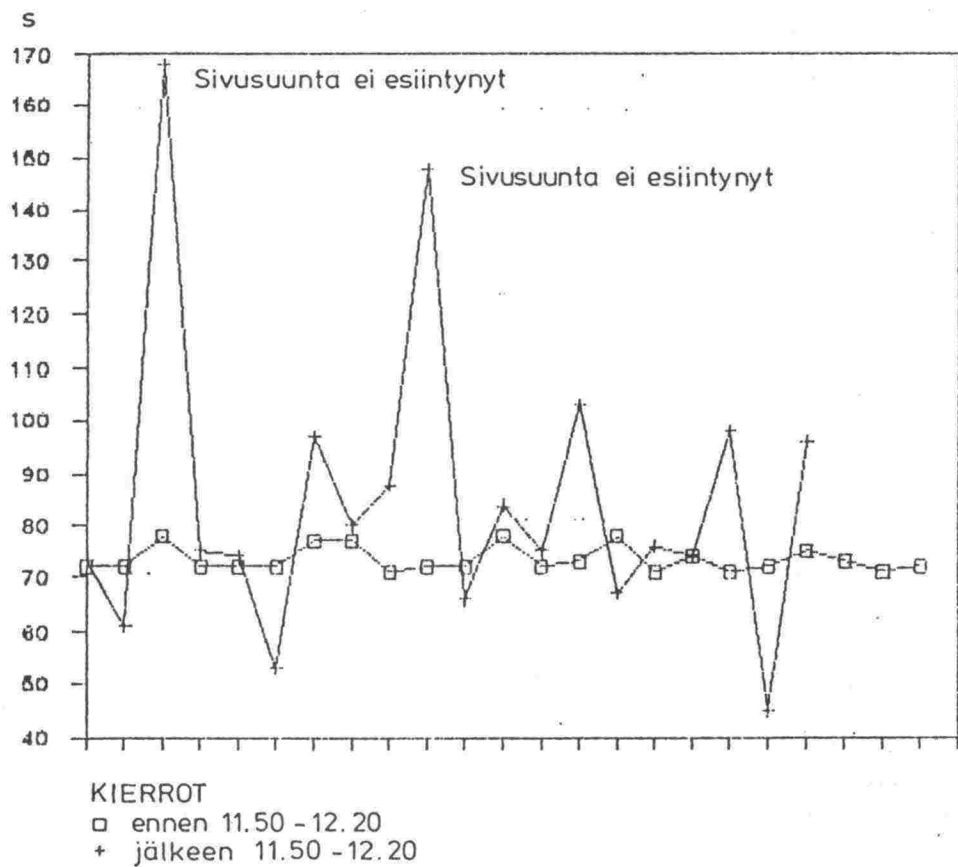
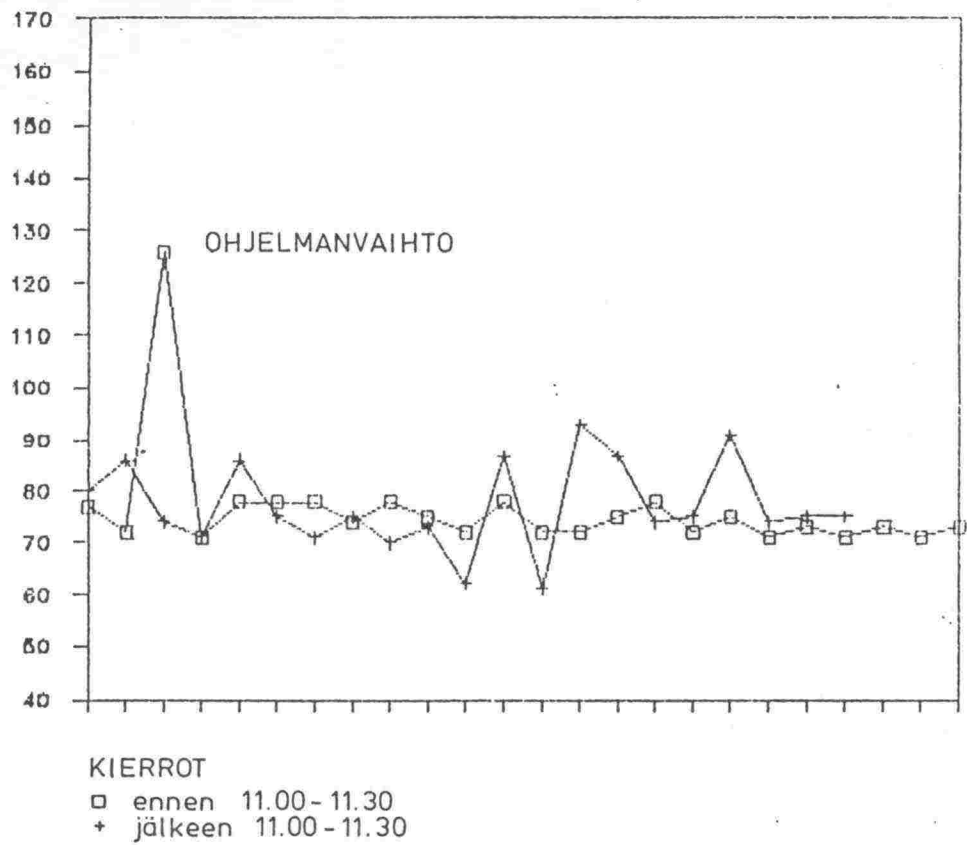
Ennen-tilanteessa lasketulle teoreettiselle viivytykskäyrälle käytettiin seuraavia lähtötietoja:

-	kiertoaika	78 s
-	vihreä aika	21 s
-	kyllästymisliikennemäärä	1 800 ajon/h/kaista

Tutkimuksessa havaitut kiertoajat sekä Joensuun tulosuunnan vihreän kestot vaihtelivat seuraavasti:

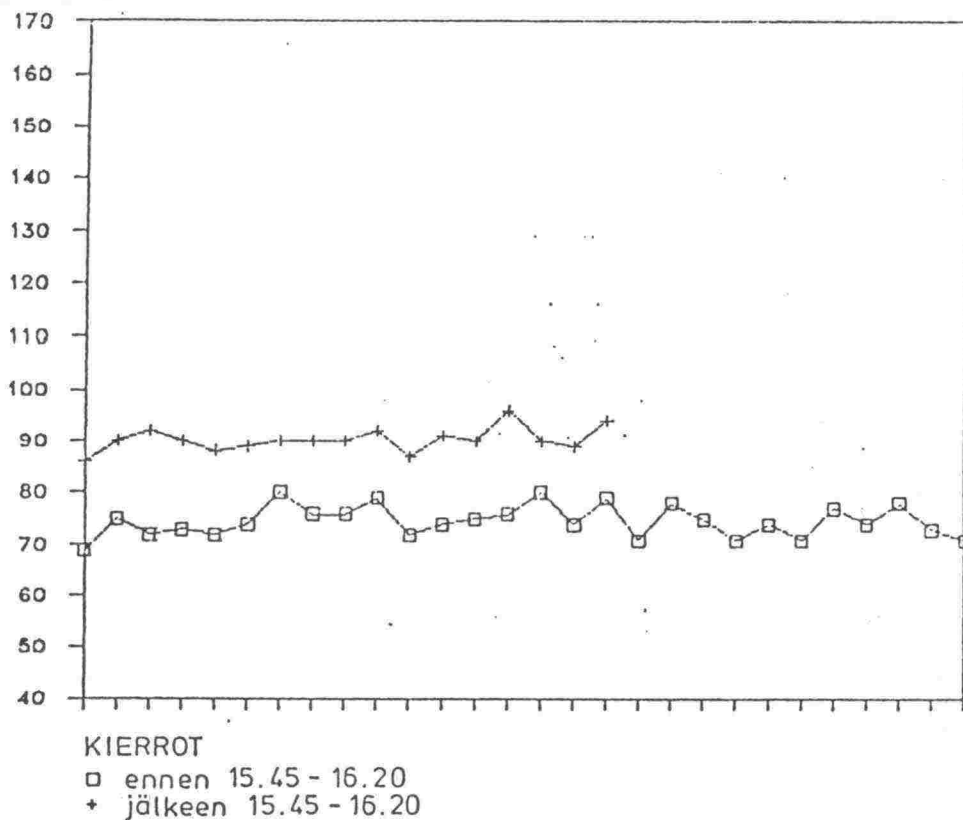
	Kiertoaika	Vihreän kesto
ennen	70 - 78 s	15 - 21 s
jälkeen	47 - 147 s	22 - 47 s

Kuvissa 8 ja 9 on esitetty Joensuun tulosuunnan ajat vihreästä vihreään ennen saneerausta ja sen jälkeen. Kyseiseen aikaväliin sisältyy ko. suunnan vihreä, mahdolliset muut vaiheet sekä niiden väliset vaihtumisajat. Järjestelmä siis toimii ilman varsinaista kiertoaikaa. Lepotila on valtatie suunnan vihreä.



Kuva 8

KAJAANISTA TULEVAN SUUNNAN
 VIHREÄSTÄ VIHREÄÄN 11.00-11.30 JA 11.50-12.20



Kuva 9

KAJAANISTA TULEVAN SUUNNAN VIHREÄSTÄ VIHREÄÄN 15.45-16.20

Kuvista nähdään, että liittymän ohjaustapaan on tullut joustavuutta. Valo-ohjaus pyrkii noudattamaan liikenteen vaihteluja.

Jakson 15.45 - 16.20 tilanteessa vihreiden välinen aika on sekä ennen- että jälkeen-tilanteessa huomattavasti stabiilimpi. Siitä on pääteltävissä, että liittymän kuormitus on tasaisempi ja kuormitusaste korkeampi, jonka johdosta myös vaihtelut ovat pienempiä.

5.3

Pysähtymään joutuvien osuus

Pysähtymään joutuvien ajoneuvojen osuudet laskettiin V 18/Teollisuuskadun ja V 18/Kuurnankadun liittymissä liikennevirroitain.

Pysähtymään joutuneiden osuudet liikennemäärän funktiona on esitetty kuvassa 10. Suunnilla, joissa liikennemäärien vaihtelu oli vähäistä, laskettiin vain 5 minuutin havaintojen liikennemäärillä painotettu keskiarvopiste. Kuurnankadulla havaintojakso oli 15 minuuttia.

Kaikki punaisen ajan ja jonon purkautumisen aikana risteykseen saapuvat ajoneuvot joutuvat pysähtymään. Tehollisen punaisen vaiheen kesto on r ja jonon purkautuminen kestää saapuvan liikennevirran ollessa vakio q , ajan $qr/s-q$, jossa s on kyllästymisliikennemäärä. Vakiosuuruisilla saapumisväleillä on siis vähintään kerran pysähtymään joutumisen todennäköisyys, kun kiertoaika on c :

$$P = \frac{rs}{c(s-q)}$$

Teollisuuskadun liittymässä päiväliikenteen liikennemäärillä havaitut pysähtymään joutuvien osuudet olivat teoreettisia pienemmät; iltahuipussa ne nousivat hieman teoreettisen arvon yläpuolelle.

Teollisuuskadun liittymässä laskettiin myös koko liittymän liikennemäärillä painotetut pysähtymään joutuvien osuudet. Ne on esitetty kuvassa 10. E on koko liittymän pysähtyvien osuutta edustava arvo ennen saneerausta, J vastaavasti saneerauksen jälkeen. Lasketut arvot kertovat hienoisesta pysähtymään joutuvien osuuksien pienenemisestä.

Kuurnankadun liittymissä tehdyt muutostyöt tuottivat pysähtymään joutuvien osuuksien merkittävän pudotuksen. Etenkin ongelmallisen suunnan, Kuurnankadulta oikealle kääntyvien ohjaaminen omana ryhmänään vähensi pysähtymään joutuvien osuutta.

Laskettujen käyrien ja kenttähavaintojen perusteella on Kuurnankadun liittymän toimivuus tullut huomattavasti paremmaksi.

5.4

Kriittisellä alueella olevat ajoneuvot

Kuvanauhoituksista laskettiin Joensuusta tulevan suunnan kriittisellä alueella keltaisen syttyessä olevat ajoneuvot.

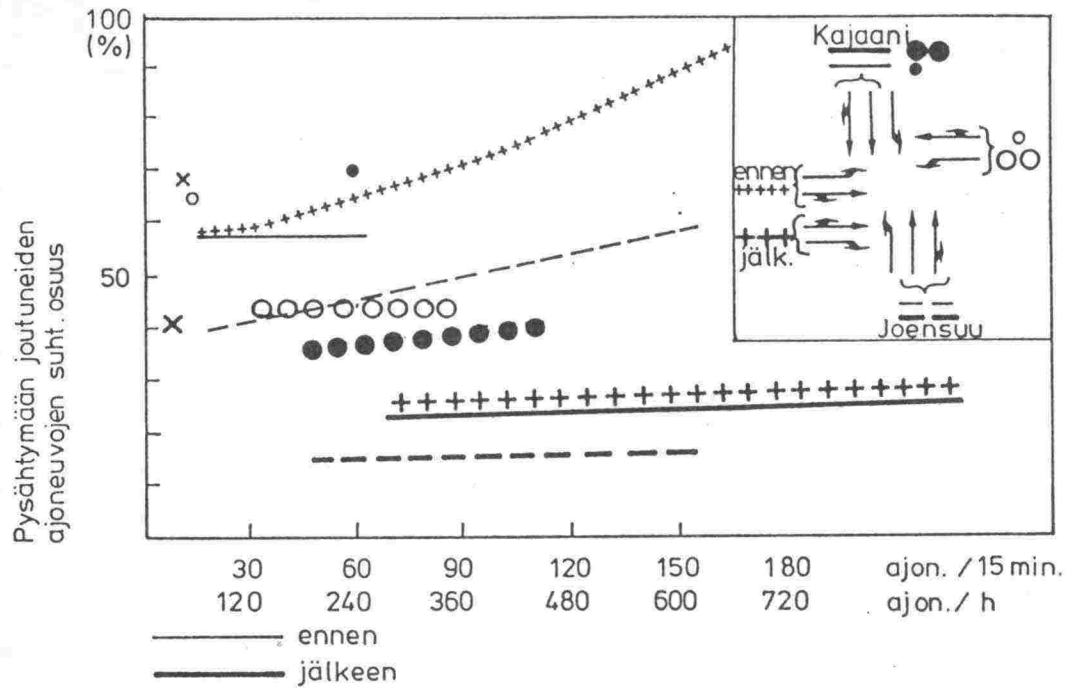
Kriittisellä alueella oli ennen saneerausta keskimäärin 5 %:n saapuvasta liikenteestä. Yhden kierron aikana oli kriittisellä alueella korkeintaan 2 ajoneuvoa.

Jälkeen-tutkimuksessa selvisi, että kriittisellä alueella keltaisen syttyessä oli 4 % liikenteestä. Enimmillään kierron aikana ko. alueella oli edelleen 2 ajoneuvoa.

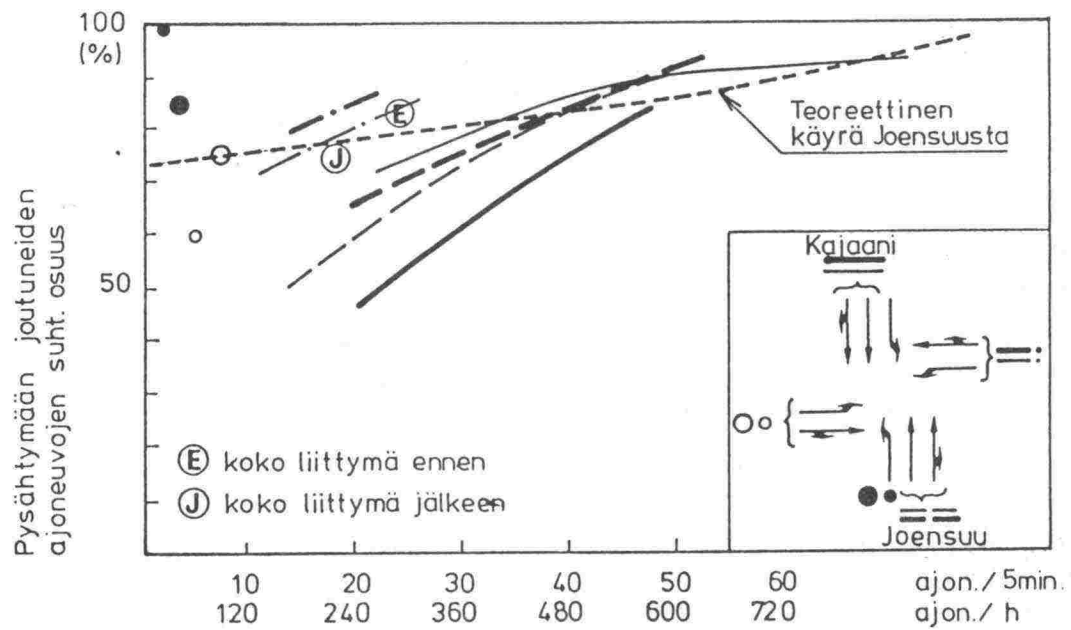
Havaitut lukumäärät:

	Kriittisellä alueella keltaisen syttyessä ajon.	Liikennemäärä ajon.
ennen	26	521
jälkeen	22	556

Kuurnankatu



Teollisuuskatu



Kuva 10

KUURNANKADUN JA TEOLLISUUSKADUN
PYSÄHTYMÄÄN JOUTUVIEN OSUUDET

6. TULOSTEN ARVIOINTI

Tehtyjen tutkimusten perusteella selvisi, että saneeraustoimenpiteet lyhensivät Teollisuuskadun liittymän viivytyksiä lähes puoleen.

Liittymän saneeraussuunnitelmassa pääpaino oli liikennetieto-ohjauksen minimitoimintojen ja linkityksen toteuttamisella. Liikennevalojärjestelmän ylläpidon kannalta katsottiin em. toiminnot riittäviksi, eikä laatutasoa kohottavien lisäilmaisimien rakentamista katsottu tarpeelliseksi.

Pysähtymään joutuvien määrissä ei Teollisuuskadun liittymässä tapahtunut muutosta, mikä osaltaan johtuu siitä, että Kuurnankadulta Joensuuhun päin tulevat pysäytetään kaikki, jotta pääsuunta saataisiin pysähtymättä Kuurnankadun ja Teollisuuskadun liittymän läpi (linkitys). Kuurnankadun liittymän pysähtymään joutuvien osuudet laskivat radikaalisti.

Kriittisellä alueella keltaisen syttyessä olevien määrä väheni 20 %. Tarkkaillon suunnan kriittisen alueen tyhjenemiseen ei yhteenkennästä johtuen kyetä käyttämään kaikkia mahdollisia joustoja, vaan ne käytetään Kuurnankadun ja Teollisuuskadun suuntien hyväksi. Erillään toimiessa tarkkaillon suunnan kriittinen alue tyhjenee paremmin liikenneohjatusta lopetuksesta johtuen. Kriittisellä alueella olevien osuus oli tällöin noin 2 %.

Tutkimistapaa voidaan pitää valo-ohjauksen saneeraustoimenpiteiden tulosten määrittämiseen riittävänä. Eri aikoina suoritettavat kuvaukset antavat kohtuullisen kuvan liikennetilanteiden muutoksista.

Käytetyt arviointiparametrit soveltuvat valo-ohjatun liittymän saneeraustarpeen määrittämiseen. Ne antavat huomattavasti paremman perustan saneeraustoimenpiteiden suunnittelulle kuin pelkät liikennelaskentatiedot.