

Evaluatieplan SCOOT-in-Nijmegen

Taale, Henk

Publication date

1992

Document Version

Final published version

Citation (APA)

Taale, H. (1992). *Evaluatieplan SCOOT-in-Nijmegen*. Rijkswaterstaat Dienst Verkeerskunde.

Important note

To cite this publication, please use the final published version (if applicable).
Please check the document version above.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download, forward or distribute the text or part of it, without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license such as Creative Commons.

Takedown policy

Please contact us and provide details if you believe this document breaches copyrights.
We will remove access to the work immediately and investigate your claim.



Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Verkeerskunde

Evaluatieplan SCOOT-in-Nijmegen

CXR92026.rap



Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Verkeerskunde

Evaluatieplan SCOOT-in-Nijmegen

**Rotterdam
juni 1992
ir. H. Taale**

CXR92026.rap

INHOUDSOPGAVE

1.	Inleiding	1
2.	SCOOT	2
2.1.	Inleiding	2
2.2.	Werking	2
2.3.	Versie 2.4	2
3.	Verkeerskundige aspecten	4
3.1.	Inleiding	4
3.2.	Reistijd	6
3.2.1.	Snelverkeer	6
3.2.2.	Openbaar Vervoer	7
3.2.3.	Overig verkeer	8
3.3.	Verliestijd	8
3.3.1.	SCOOT-model	8
3.3.2.	Snelverkeer en openbaar vervoer	9
3.3.3.	Overig verkeer	9
3.4.	Aantal stops en wachtrijlengtes	10
3.4.1.	Inleiding	10
3.4.2.	Snelverkeer en openbaar vervoer	10
3.5.	Aantal voertuigen	11
3.6.	Doseren	12
3.7.	Busprioriteiten	13
3.8.	Verkeersveiligheid	13
3.9.	Milieueffecten	13
4.	Beheer en onderhoud	14
4.1.	Inleiding	14
4.2.	Beheer	14
4.3.	Onderhoud	15
5.	Rapportage en planning	16
5.1.	Rapportage	16
5.2.	Planning	16
6.	Literatuur	17



1. Inleiding

In het Tweede Structuurschema Verkeer en Vervoer (SVV-II) is, onder het motto van het streven naar een duurzame samenleving, een omslag in het denken te bespeuren dat zich heeft geuit in een veranderde prioriteitsvolgorde:

1. (Verbetering van) het onderhoud van de bestaande weginfrastructuur.
2. Verbetering van de verkeersprestatie van het bestaande wegennetwerk.
3. Uitbreiding door aanleg van nieuwe weginfrastructuur.

In deze volgorde komt de traditionele oplossing voor het oplossen van verkeersproblemen (meer capaciteit bieden) het laatst.

Een aantal van de doelstellingen van het SVV-II-project ten aanzien van de verbetering van de verkeersprestatie van het bestaande wegennetwerk zijn het verplaatsen van de files op de stedelijke hoofdroutes naar de stadsrand, het bevorderen van het stedelijk openbaar vervoer en het verplaatsen van de files op het hoofdwegennet naar de toeritten. Om deze doelstellingen te bereiken is een nieuwe vorm van verkeersmanagement nodig: dynamisch verkeersmanagement (DVM). DVM is het management van verkeersstromen, van voertuigen en zelfs van de vraag naar verkeer met behulp van zowel actuele verkeersgegevens als korte termijn verkeersvoorspellingen [1].

Onder de DVM-instrumenten vallen ook de netwerkbeheersingssystemen, zoals SCOOT. In het SVV-Actieboek 1991 wordt in Luik 3 (bereikbaarheid), Spoor 14 (personenvervoer over de weg), Thema 4 (omgaan met congestie), Actie 3 (toepassen van nieuwe, kansrijke maatregelen) het implementeren van SCOOT als een kansrijke maatregel beschouwd om een betere benutting van het stedelijke wegennet mogelijk te maken.

In juli 1991 is een begin gemaakt met de implementatie van het Engelse on-line verkeersregelsysteem SCOOT (Split, Cycle and Offset Optimisation Technique) in Nijmegen.

Het doel van het demonstratieproject is te onderzoeken of het programma SCOOT in een Nederlandse stad is toe te passen. Dit houdt een onderzoek in naar de mogelijkheden het programma te installeren en naar de effecten die er met het programma in Nederland te bereiken zijn ten opzichte van bestaande regelsystemen. Dit betekent enerzijds het rapporteren wat wel en wat niet met SCOOT in de Nederlandse praktijk kan worden gedaan en anderzijds het evalueren van de effecten op de verkeersafwikkeling. Bij het laatste gaat het om de veranderingen die met SCOOT worden bereikt in de verliestijden, het aantal stops, de mate van congestie, de wachtrijlengtes en de milieueffecten. [2]

Na het doorlopen van de initiatie- [2] en de haalbaarheidsfase [3] is het project gevorderd tot fase drie, de realisatiefase. Gelijk met de realisatiefase is begonnen met de opzet van de evaluatiefase. Dit evaluatieplan is daarvan de uitwerking. Het is het document bij de offerte aanvraag bij verschillende consultants (volgens de UCA-voorschriften). Het plan beschrijft allereerst in het kort het SCOOT-systeem en vervolgens de aanpak van de evaluatie.



2. SCOOT

2.1. Inleiding

SCOOT is ontwikkeld door TRRL (Transport and Road Research Laboratory) en de drie Engelse fabrikanten van verkeersregelapparatuur: GEC, Siemens Plessey en Ferranti. Het is een on-line programma dat aan de hand van actuele verkeersgegevens het netwerk zo regelt dat een netwerkoptimum bereikt wordt.

2.2. Werking

Via detectoren wordt de intensiteit van het verkeer stroomopwaarts gemeten in Link Profile Units, een soort maat voor de intensiteit en de bezettingsgraad van detectoren. Deze LPU's worden omgezet in aantallen voertuigen met een conversiefactor.

Met deze metingen wordt per tijdseenheid een aankomstpatroon bij de stopstreep voorspeld, waarbij instelparameters als de rijtijd over de link en de afrijcapaciteit een belangrijke rol spelen. Op basis van deze voorspellingen wordt voor alle kruispunten berekend hoe de groentijden over de verschillende richtingen verdeeld moeten worden. Vervolgens wordt deze optimale verdeling in de regelingen verwerkt door, aan het einde van de groentijd, de groentijden stapsgewijs aan te passen. Hierbij wordt rekening gehouden met een optimale coördinatie tussen verschillende kruispunten.

Verder wordt per vijf minuten de cyclustijd van groepen kruispunten in het netwerk stapsgewijs aangepast aan een berekende optimale cyclustijd.

Het optimaliseren zelf gebeurt aan de hand van een Performance Index. De PI wordt bepaald door de verliestijd en het aantal stops. De gewichten die aan de verliestijd en aan het aantal stops toegekend worden, kunnen voor het netwerk ingesteld worden.

2.3. Versie 2.4

De laatste versie van het SCOOT-programma (versie 2.4) heeft een aantal extra mogelijkheden en verbeteringen, waarvan de belangrijkste hieronder genoemd worden.

- Voor een nauwkeurige werking van SCOOT is een goede voorspelling van de modelafrijcapaciteit van links nodig. Deze voorspelling kan nu elke cyclus uitgevoerd worden, aan de hand van de on-line gemeten afrijcapaciteit op de deze links, de stroomopwaarts gemeten bezettijd van de lus voor elk voertuig en het verschil tussen de intensiteit stroomopwaarts en de intensiteit bij de stopstreep.
- Om congestie in de binnenstad en de opbouw van lange wachtrijen te voorkomen, is het mogelijk aan de randen van het netwerk een doseerstrategie toe te passen, zodat de wachtrijen ontstaan waar de wegbeheerder ze wil hebben. Door een aantal links als



kritische links aan te wijzen, zorgt SCOOT ervoor dat bij oververzadiging van deze links het doseermechanisme in werking wordt gesteld. Op dit moment past de gemeente Nijmegen al dosering toe, in combinatie met voorzieningen voor het openbaar vervoer, aan de rand van haar verkeersnetwerk om congestie in de stad zelf te vermijden. De mogelijkheid om te doseren met SCOOT zal dus in Nijmegen worden getest.

- Er is een beperkte vorm van overslag van 'phases' (lichtbeelden) mogelijk. Lokaal wordt vastgesteld of een groenfase nodig is. Is dat niet het geval, dan wordt deze overgeslagen en volgt er een melding aan de SCOOT-centrale. De vrijgekomen groentijd wordt vervolgens door SCOOT over de andere groenfasen verdeeld.
- De actuele toestand van de verkeersregelingen wordt continu doorgegeven aan de SCOOT-centrale, zodat wanneer een noodplan in werking is getreden, om bijvoorbeeld de brandweer vrije doorgang te verlenen, SCOOT toch een compleet overzicht heeft van de toestand van de verkeersregelingen. Het voordeel is dat SCOOT bij het in werking zijn van een noodplan toch de opbouw van wachtrijen kan modelleren, zodat wanneer de controle weer bij het programma terug is, de wachtrijen sneller verwerkt kunnen worden.
- De belastingen van opeenvolgende links kunnen met elkaar in verband gebracht worden, zodat opkomende congestie bestreden kan worden, zowel door het bijstellen van de regeling stroomopwaarts (doseren) als stroomafwaarts.

In [5] wordt een volledig overzicht van alle extra mogelijkheden en verbeteringen gegeven.



3. Verkeerskundige aspecten

3.1. Inleiding

Het evalueren van het SCOOT-systeem met betrekking tot de verkeerskundige aspecten kan in veel opzichten soepel verlopen. Het is namelijk mogelijk het systeem uit te schakelen, zodat de bestaande situatie weer hersteld wordt. De nadelen van een voor- en naonderzoek met betrekking tot het tijdsaspect, zoals seizoensinvloeden (de evaluatie neemt een half jaar in beslag) en trends in het verkeersaanbod, zijn daarmee verdwenen.

Om een goed inzicht te krijgen in de effecten van het SCOOT-systeem moeten de volgende aspecten geëvalueerd worden: de reistijd, het aantal stops, het aantal voertuigen, de wachtrijlengtes, het doseren, de verkeersveiligheid en de milieueffecten voor snelverkeer en openbaar vervoer, de prioriteiten op kruispunten voor openbaar vervoer en de reistijd en de verliestijd voor het overige verkeer (fietsers en voetgangers). Voorondersteld wordt dat SCOOT goed gecalibreerd is, zodat een goede vergelijking tussen de huidige situatie en de situatie met SCOOT in werking gemaakt kan worden.

Om een betrouwbare evaluatie te krijgen zijn tenminste twintig meetdagen nodig (tien met en tien zonder SCOOT) voor elk van bovengenoemde aspecten, waarbij sommige aspecten samengenomen kunnen worden. Voor een eenduidige uitkomst dienen deze meetdagen, voor een bepaald aspect, zoveel mogelijk dezelfde weekdag te betreffen. Aangezien de evaluatie een half jaar mag duren, zijn er dan nog zes reserve dagen. Er wordt dus op zesentwintig dagen gemeten, dertien met en dertien zonder SCOOT, waarbij het het beste is om wekelijks de regeling te veranderen, dus de eerste week SCOOT, de tweede week lokaal, de derde week SCOOT, enz.

Voorlopig zal de werking van SCOOT alleen op werkdagen geëvalueerd worden. Indien de evaluatie voor SCOOT gunstig uitvalt, moet een verdere evaluatie inzicht geven in de werking van SCOOT tijdens bijvoorbeeld koopavonden of zondagmiddagen.

Om te beoordelen of een meetdag gebruikt kan worden, is een kritische observator nodig die op genoemde dagen door het netwerk rijdt en kijkt naar bijzonderheden, zoals ongevallen, dubbel geparkeerde voertuigen, storingen, wegwerkzaamheden, weersomstandigheden, bijzondere dagen, optochten, enz. De projectleider van de opdrachtnemer moet, in overleg met de gemeente Nijmegen, deze taak vervullen.

Het verzamelen van gegevens kan zowel visueel als automatisch. De automatische gegevensverzameling verloopt via de SCOOT-centrale en via de NEDUCET-centrale van Nederland Haarlem. Om de gegevens te krijgen, moet door de opdrachtnemer geprogrammeerd worden in de periode van 15 november tot 15 december 1992, waarbij er van uitgegaan wordt dat de data uit de SCOOT-centrale onbewerkt beschikbaar zijn en de data uit de NEDUCET-centrale via de NISCOL-programmeertaal gehaald kunnen worden. De automatische gegevensverzameling dient op 1 januari 1993 te starten en moet continu doorlopen.

De SCOOT-centrale kan voor alle links in het netwerk data leveren, ook als de bestaande regelingen in werking zijn. Het is mogelijk informatie te krijgen over intensiteiten en verliestijden.



De NEDUCET-centrale kan voor alle aangesloten kruispunten alle tijden (groentijd, cyclustijd, enz.) leveren en waar er detectoren liggen kunnen ook de intensiteiten geleverd worden. Echter, lang niet alle kruispunten zijn aangesloten, zodat door de centrale onvoldoende gegevens geleverd kunnen worden. Een overzicht van de kruispunten in het netwerk, en de centrales waarop ze aangesloten zijn of worden, is te vinden in de volgende tabel.

Nr.	Naam kruispunt	SCOOT	NEDUCET
1.	Keizer Traianusplein - Arnhemseweg - Nieuwe Ubberseweg	ja	ja
2.	Keizer Traianusplein - St. Canisiussingel - St. Jorisstraat	ja	nee
3.	St. Canisiussingel - Berg en Dalseweg - Bijleveldsingel - V.d. Brugghenstraat	ja	ja
4	Oranjesingel - Prins Bernhardstraat - Van Schevichavenstraat	ja	ja
5.1	Keizer Karelplein - Oranjesingel	ja	nee
5.2	Keizer Karelplein - Nassausingel - Bisschop Hamerstraat	ja	ja
5.3	Keizer Karelplein - Graafseweg	ja	nee
5.4	Keizer Karelplein - St. Annastraat	ja	nee
6.1	Nassausingel - Van Berchenstraat - Kronenburgersingel - Tunnelweg	ja	nee
6.2	Tunnelweg - Burg. Hustinxstraat	ja	ja
7	Graafseweg - Van Oldenbarneveltstraat - Stijn Buysstraat	ja	ja
8.	Graafseweg - Burghardt van den Berghstraat - Arend Noorduijnstraat	ja	ja
9	Graafseweg - Willemsweg	ja	nee
10.	Graafseweg - Rozenstraat	ja	ja
11.	Graafseweg - Groenestraat - Wolfskuilseweg	ja	ja
12.	VOP Graafseweg - Verbindingsweg	ja	nee
13.	Graafseweg - Dennenstraat	ja	ja
14.	Neerboscheweg - O.C. Huismanstraat - Rosa de Limastraat	ja	ja
15.	Graafseweg - Neerboscheweg	ja	ja
16.	Jonkerbosplein - Nieuwe Dukenburgseweg - Neerboscheweg - Muntweg - Weg door Jonkerbos	ja	nee
17.	St. Annastraat - Groesbeekseweg - Van Trieststraat	ja	nee
18	St. Annastraat - Fransestraat - Stijn Buysstraat	ja	nee
19.	St. Annastraat - Archipelstraat - Dr. J. Berendsstraat	ja	nee
20.	St. Annastraat - Groenestraat - Groenewoudseweg	ja	ja
21.	St. Annastraat - Hatertseweg	ja	ja
22.	Prins Bernhardstraat - Bijleveldsingel	ja	nee
23.	Coehoornstraat - Fort Kijk in Potstraat	ja	nee
24	Heyendaalseweg - Groesbeekseweg - Coehoornstraat	ja	nee
25	Heyendaalseweg - Archipelstraat	ja	nee
26.	Groesbeekseweg - Koolmans Beynenstraat - Archipelstraat	ja	nee
27	VOP Heyendaalseweg - Surinamestraat	ja	nee
28	Heyendaalseweg - Groenewoudseweg	ja	nee
29.	Heyendaalseweg - Prof. Bellefroidstraat	nee	nee
30.	Groenewoudseweg - Prof. Molkenboerstraat - J.P. Coenstraat	ja	nee
31.	Heyendaalseweg - Kapittelweg	ja	nee
32.	VOP Groenestraat - Brederostraat - Marterstraat	ja	nee
33.	Groenestraat - Willemsweg - Dobbelmanweg	ja	nee
34.	Groenestraat - Muntweg - Wezenlaan	ja	nee
35.	Oude Graafseweg - Wolfskuilseweg - Floraweg	ja	nee
36.	Stationsplein - Spoorstraat - Van Oldenbarneveltstraat - Van Diemerbroeckstraat - Arend Noorduijnstraat	ja	nee
38.	Van Schevichavenstraat - Van Welderenstraat - Ziekerstraat	nee	nee
39	Bisschop Hamerstraat - Molens raat - In de Betouwstraat	nee	nee
40	Neerboscheweg - Energieweg	nee	ja
41.	Nieuwe Dukenburgseweg - Tarweg - Gerstweg	nee	ja
42.	St. Annastraat - Kapittelweg - Philips van Leijdenlaan	nee	ja
43.	Groesbeekseweg - Groenewoudseweg - Postweg	ja	nee
44.	Utrit brandweer/GGD - Prof. Bellefroidstraat	nee	nee



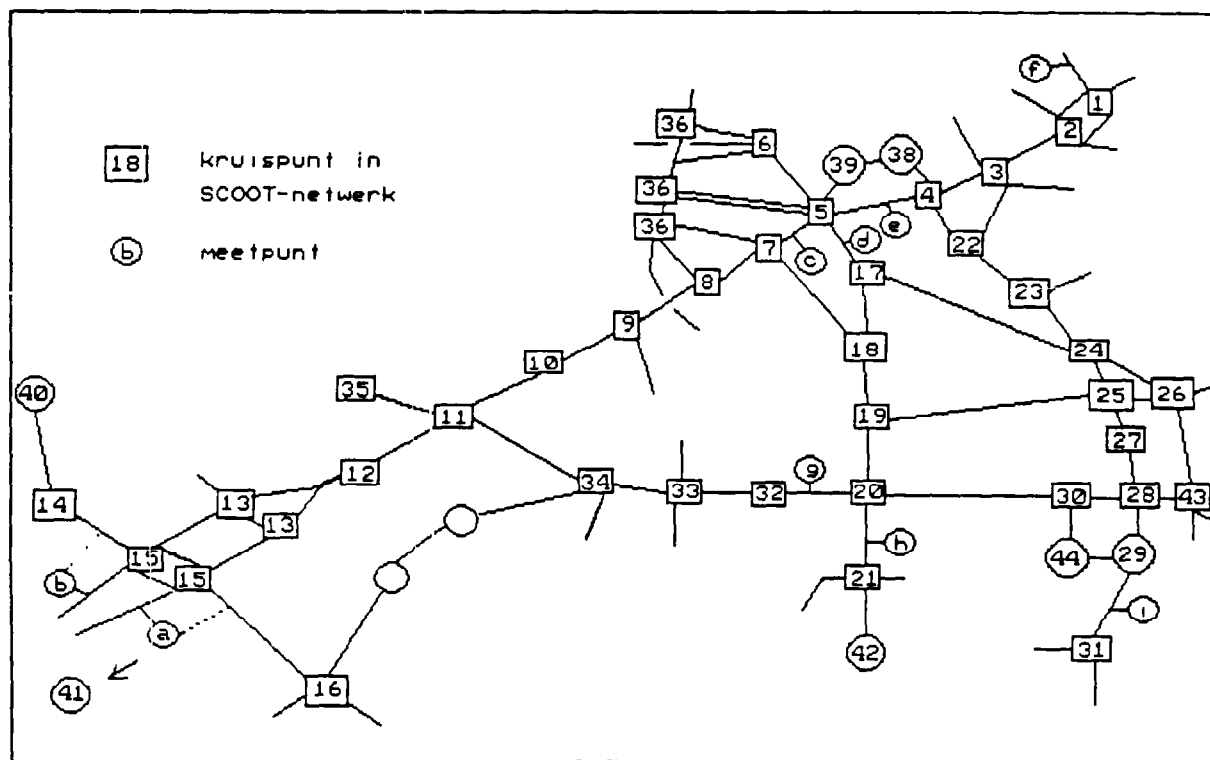
3.2. Reistijd

3.2.1. Snelverkeer

Voor het evalueren van de reistijd voor bepaalde herkomst-bestemmings relaties is het nodig, zowel in een periode dat SCOOT gebruikt wordt, als in een periode dat het systeem niet gebruikt wordt, reistijdmetingen te verrichten.

Voor snelverkeer kan dit door middel van een kentekenonderzoek of met meerrijdende auto's. In [3] wordt voorgesteld voor autoverkeer uit te gaan van de kentekenmethode, aangezien deze het meest betrouwbaar is. Het is namelijk gemakkelijker om voldoende gegevens te krijgen en door een goede plaatsing van de waarnemers kan rekening worden gehouden met verschillende routes. Met de methode van de meerrijdende auto kunnen niet zoveel gegevens verzameld worden, zeker niet over een aantal trajecten en is dus de betrouwbaarheid van de gegevens afhankelijk van de bestuurder.

De methode van waarnemen bij de kentekenmethode bestaat uit het noteren van de kentekens van de passerende rode auto's en de tijd van passeren. In figuur 1 wordt aangegeven waar de waarnemers geplaatst dienen te worden. De kentekens dienen ter hoogte van de SCOOT-detectoren geregistreerd te worden. Er zijn ongeveer zestien waarnemers nodig, aangezien op elke aangegeven link het onderzoek moet worden uitgevoerd in beide richtingen, behalve waar er éénrichtingsverkeer is.



Figuur 1. Reistijd snelverkeer

Er dient gemeten te worden op dertien dinsdagen met en dertien dinsdagen zonder SCOOT en wel van 07:30 - 09:30 uur, van 12:00 - 14:00 uur en van 16:00 - 18:00 uur.



Verder dienen er op zes donderdagen (drie met en drie zonder SCOOT) 's avonds reistijdmetingen verricht te worden en wel van 21:00 - 23:00 uur.

Per genoemde periode kan dan de gemiddelde reistijd over de trajecten tussen de verschillende meetpunten bepaald worden, zodat een vergelijking tussen SCOOT en de huidige situatie mogelijk is.

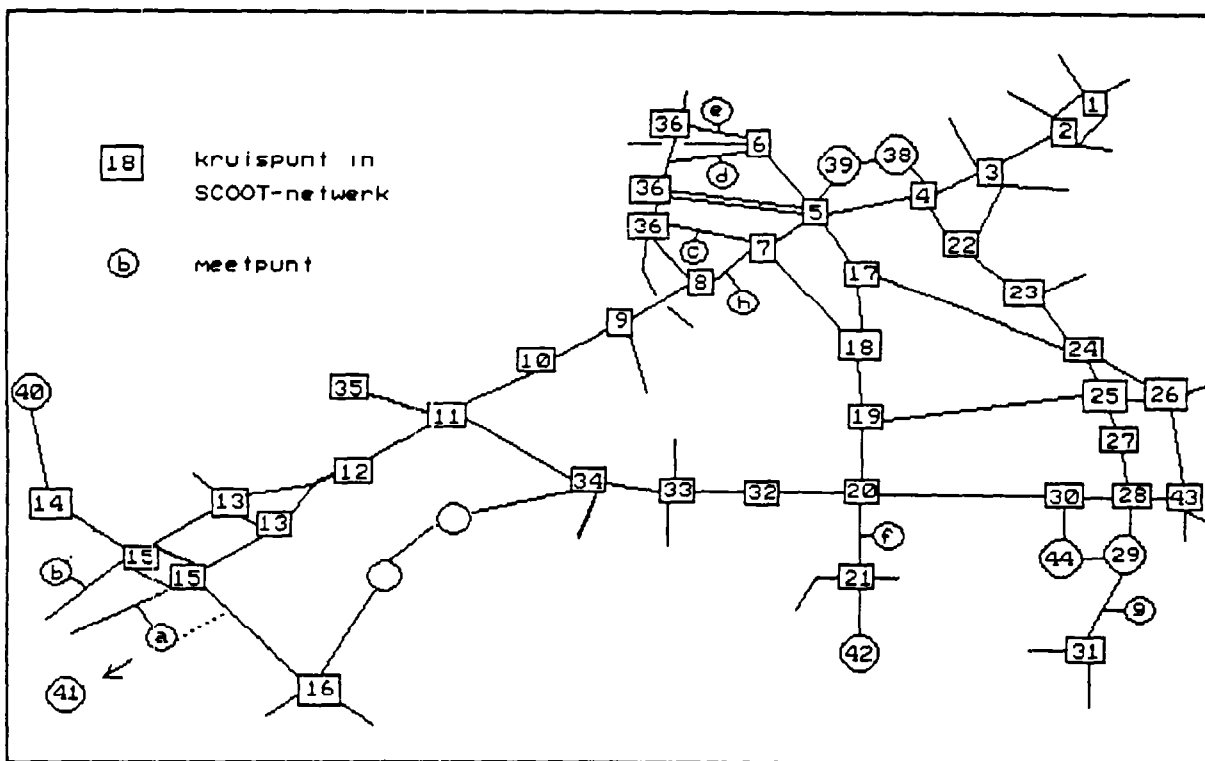
Een complicerende omstandigheid is het feit dat de Wychenseweg en Graafseweg, tot aan het kruispunt met de Neerbosscheweg, in de evaluatieperiode afgesloten wordt tot eind 1992. Daarom dienen in die periode sommige waarnemers anders geplaatst te worden (aangegeven met de stippellijnen in figuur 1) en zijn er twee extra waarnemers nodig.

3.2.2. Openbaar Vervoer

Een manier om de reistijden van het openbaar vervoer te meten, is het meerijden. Echter ook de kentekenmethode voldoet goed. Omdat de kentekenmethode meer gegevens oplevert, kiezen we deze methode. De verzamelde gegevens moeten vergeleken worden met de gegevens die de vervoersbedrijven (Zuidooster Autobusdiensten en Centrale Vervoersdienst) ter beschikking stellen.

In het kader van het onderzoek beschreven in [6] zijn er reeds reistijdmetingen verricht.

Op dertien dagen met de huidige verkeerslichtenregelingen en op dertien dagen met SCOOT moet een kentekenonderzoek gehouden worden op de plaatsen die in figuur 2 staan aangegeven. Met deze plaatsing van de waarnemers wordt een groot gedeelte van het openbaar vervoersnet in het netwerk bestreken.



Figuur 2. Reistijd openbaar vervoer

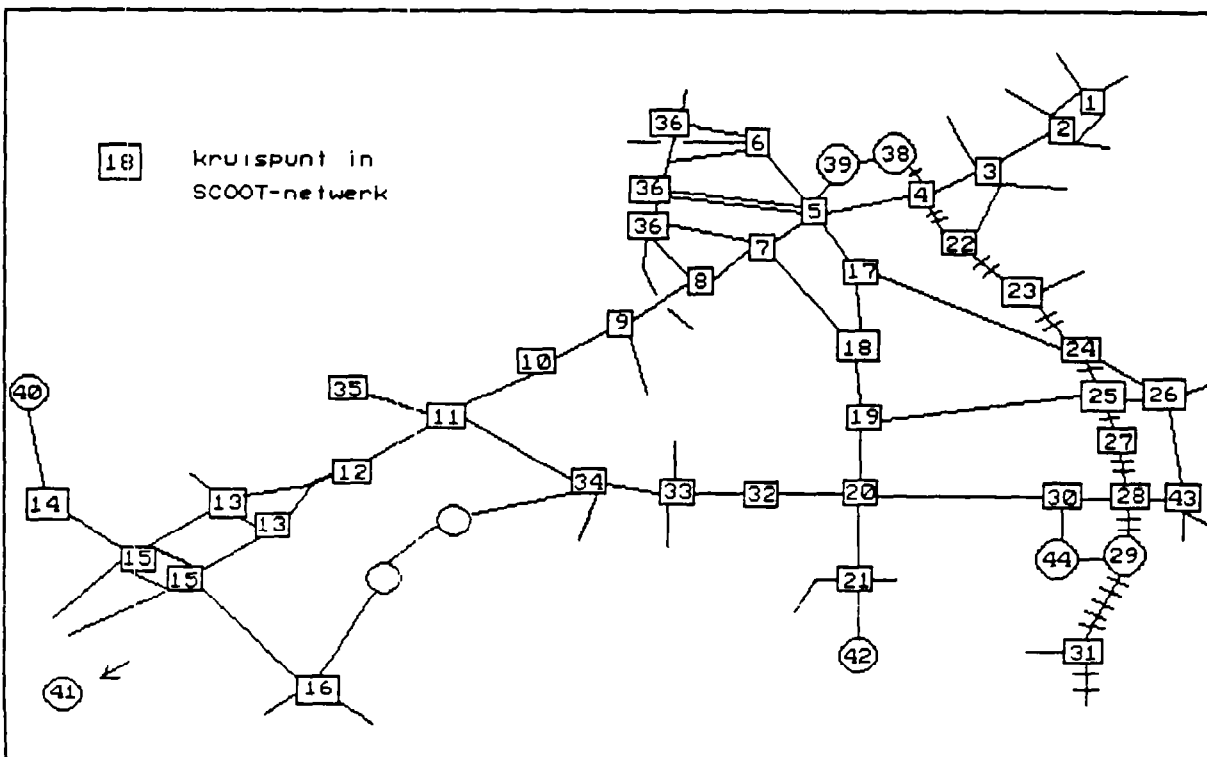
De meting kan door de zelfde waarnemers, die het snelverkeer meten op de punten a, b,



f, en g uitgevoerd worden. Vier extra waarnemers (één bij d en e en twee bij c) zijn nodig. Op dezelfde dagen en tijdens dezelfde perioden als bij het snelverkeer dient op deze manier de gemiddelde reistijd van het openbaar vervoer op de trajecten tussen de verschillende meetpunten bepaald en vergeleken te worden.

3.2.3. Overig verkeer

De methode van het meerijden kan toegepast worden om de reistijden van fietsers te bepalen. Voorgesteld wordt om per periode zoveel mogelijk een specifieke fietsroute te rijden om zo de reistijd op deze route te meten en te vergelijken. De fietsroute is met streepjes aangegeven in figuur 3 en loopt vanaf de Ziekerstraat via de Prins Bernhardstraat, de Coehoornstraat en de Heyendaalse Weg naar de universiteit.



Figuur 3. Reistijd fietsers

3.3. Verliestijd

3.3.1. SCOOT-model

Om de vraag te beantwoorden of het mogelijk is in de loop van de tijd de werking van het SCOOT-systeem te blijven volgen en daar uitspraken over te kunnen doen, is het nodig dat gekeken wordt naar de verliestijd, omdat het SCOOT-model de gekoppelde regelingen in de eerste plaats aan de hand van de verliestijd optimaliseert.

SCOOT kan de verliestijd voor elke link schatten. Deze schatting is gemiddeld slechts 4%



te hoog, maar de spreiding in de schattingen is relatief groot. [4]

De schatting wordt gemaakt aan de hand van de 'journey time'. De 'journey time' is de tijd die een gemiddeld voertuig nodig heeft om in normale omstandigheden van het punt van detectie tot voorbij de stopstreep te rijden. Met behulp van deze parameter en het gemeten stroomprofiel wordt een aankomstpatroon bij de stopstreep voorspeld. Dit aankomstpatroon wordt gebruikt door een wachtrijmodel om de verliestijd te bepalen.

Problemen bij de schattingen door SCOOT ontstaan door verkeer uit zijstraten, aangezien SCOOT deze voertuigen niet zal detecteren. Een ander probleem ligt in de conversie van LPU's (Link Profile Units), gebruikt door SCOOT, naar voertuigen. De conversiefactor varieert behoorlijk per link [4]. Indien de geschatte vertraging door SCOOT voor meer doeleinden gebruikt moet worden dan het voorspellen van trends, dan is voor elke link een andere LPU-conversiefactor nodig. Een goede calibratie is dus een eerste vereiste.

3.3.2. Snelverkeer en openbaar vervoer

Het is mogelijk, door programmatische verwerking van de M02-messages van SCOOT, de geschatte verliestijd voor elke link te verkrijgen. Door deze geschatte verliestijden voor bepaalde links te sommeren, wordt de totale geschatte verliestijd op een traject verkregen. Deze totale geschatte verliestijd moet dan vergeleken worden met de gemeten verliestijd, waarbij de gemeten verliestijd bepaald wordt uit het verschil van de gemeten reistijd en de vrije reistijd op dat traject. De vrije reistijd op een traject kan gedefinieerd worden als de 95-percentiel waarde van alle reistijden.

Bovenstaande analyse moet voor de trajecten a-c, c-b, h-d, d-h, f-e en e-f, waarbij a, b, c, d, e en f meetpunten uit figuur 1 zijn, uitgevoerd worden, en wel voor dezelfde tijdsperiodes, genoemd in 3.2.1., waarin de gegevens beschikbaar zijn.

3.3.3. Overig verkeer

Voor het overige verkeer, namelijk de fietsers en voetgangers, is het ook zinvol de vertragingen te bepalen. Indien de aanname gedaan wordt dat de verliestijd voor deze categorie weggebruikers gelijk is aan de wachttijd voor de stopstreep, wordt het eenvoudiger. De wachttijd (ook wel 'oversteekbaarheid' genoemd) kan namelijk benaderd worden met de formule:

$$W = \frac{\sum_{k=1}^n (\text{roodtijd})_k^2}{2 + \sum_{k=1}^n (\text{cyclustijd})_k}$$

waarin W de wachttijd en n het aantal cycli is. Hierbij dient wel rekening te worden gehouden met variabele roodtijden en cyclustijden.

Met bovenstaande methode dient voor de kruispunten 1, 2, 3, 4, 7, 14, 15, 20 en 21 de gemiddelde wachttijd bepaald te worden voor de dagen waarop de SCOOT-centrale wel en voor de dagen waarop zij niet in werking is. De opdrachtnemer moet de NEDUCET-centrale voor de genoemde kruispunten programmeren in de periode van 15 november tot 15 december 1992, zodat vanaf dat tijdstip de benodigde gegevens automatisch verzameld worden.



Voor de voetgangersoversteekplaatsen (de kruispunten 12, 27 en 32) dienen de roodtijden en cyclustijden automatisch geregistreerd te worden, bijvoorbeeld met behulp van een lichtcel op de lamp. Dit dient voor alle dagen te gebeuren.

Met behulp van bovenstaande formule kan voor de voetgangersoversteekplaatsen ook een gemiddelde wachttijd bepaald worden voor de dagen waarop SCOOT wel en de dagen waarop SCOOT niet in werking is.

3.4. Aantal stops en wachtrijlengtes

3.4.1. Inleiding

Het tweede criterium waarmee SCOOT het netwerk optimaliseert is het aantal stops, dat voor een link wordt bepaald door het stroomprofiel en het gebruikte wachtrijmodel. Het aantal stops is van belang, aangezien dat het grootste brandstofverbruik en de meeste uitstoot van schadelijke stoffen met zich meebrengt. Een vergelijking hiervan in de voor- en de nasituatie is dus gewenst.

Er zijn echter nog al wat problemen met de schatting van het aantal stops door SCOOT. In [4] wordt vermeld dat deze schatting te laag is door een te lage gemeten intensiteit.

Hetzelfde probleem als bij de schatting van de verliestijd doet zich ook hier voor, namelijk een juiste instelling van de conversiefactoren voor LPU's. Het is dus noodzakelijk een meting te doen naar de werkelijke aantallen stops en deze te vergelijken met betrekking tot de gebruikte regelingen.

Van belang is welke definitie van 'stop' gehanteerd wordt. Het beste is om een stop pas te tellen als stop indien het voertuig volledig tot stilstand gekomen is.

Het SCOOT-programma modelleert onder andere de opbouw en het oplossen van wachtrijen voor de stopstreep. Een praktijkmeting is nodig om te bezien of de lengtes van de wachtrijen met de SCOOT-regelingen verminderd zijn t.o.v. de huidige regelingen.

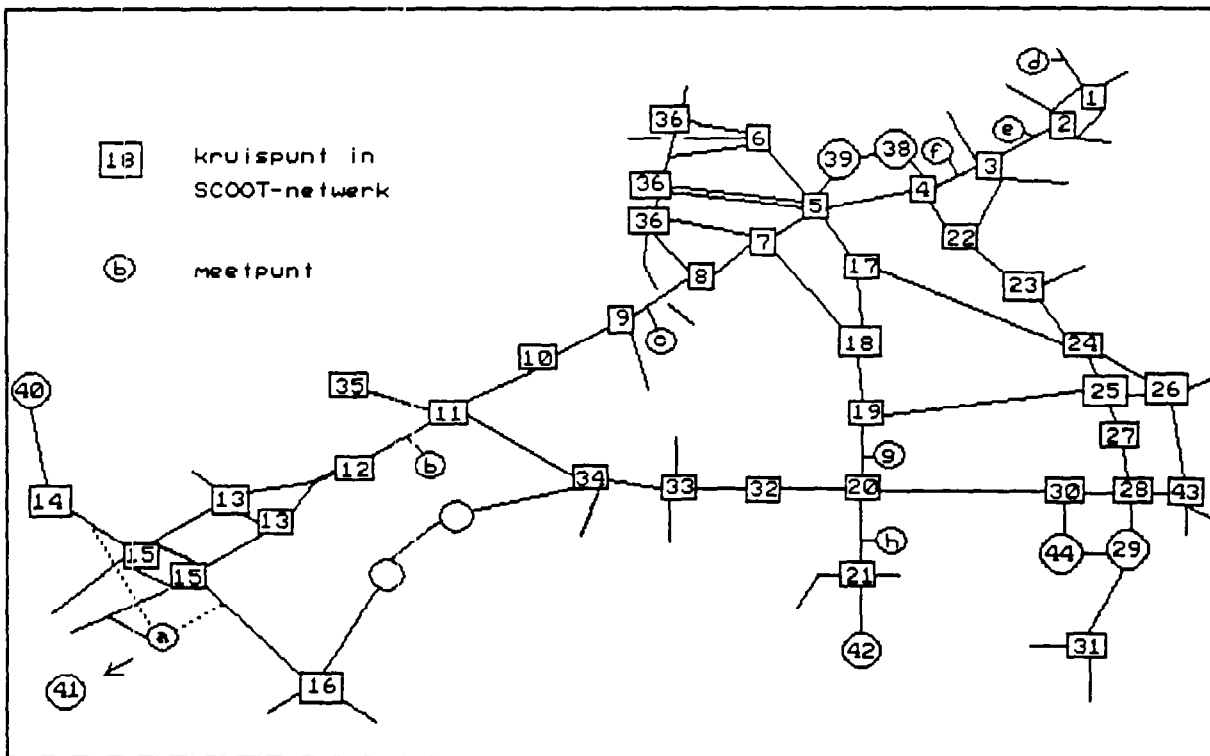
Het meten van de wachtrijen kan meegenomen worden bij het meten van het aantal stops.

De stops kunnen het beste vanaf een hooggelegen punt gemeten worden en indien dat niet mogelijk is, moet met de opbouw van de wachtrij rekening worden gehouden door mee te lopen naar achteren. Beginnend bij startrood wordt geteld hoeveel auto's tot stilstand gekomen zijn en hoeveel auto's er zijn blijven staan, die in de vorige cyclus niet verwerkt konden worden. Aan de hand van deze gegevens kunnen ook de wachtrijen bepaald worden.

3.4.2. Snelverkeer en openbaar vervoer

Het is ondoenlijk om voor alle links het aantal stops en de lengte van de wachtrijen te bepalen. Het aantal stops, voor de richting(en) stadinwaarts, dient gemeten te worden op de links aangegeven in figuur 4.

Het aantal stops en de lengte van de wachtrijen dienen per cyclus bepaald te worden voor dertien dinsdagen met en dertien dinsdagen zonder het SCOOT-systeem ingeschakeld. De metingen moeten verricht worden gedurende de perioden 07:30 - 09:30 uur, 12:00 - 14:00 uur en 16:00 - 18:00 uur. Voor de meting zijn negen waarnemers nodig.



Figuur 4. Aantal stops en wachtrijen

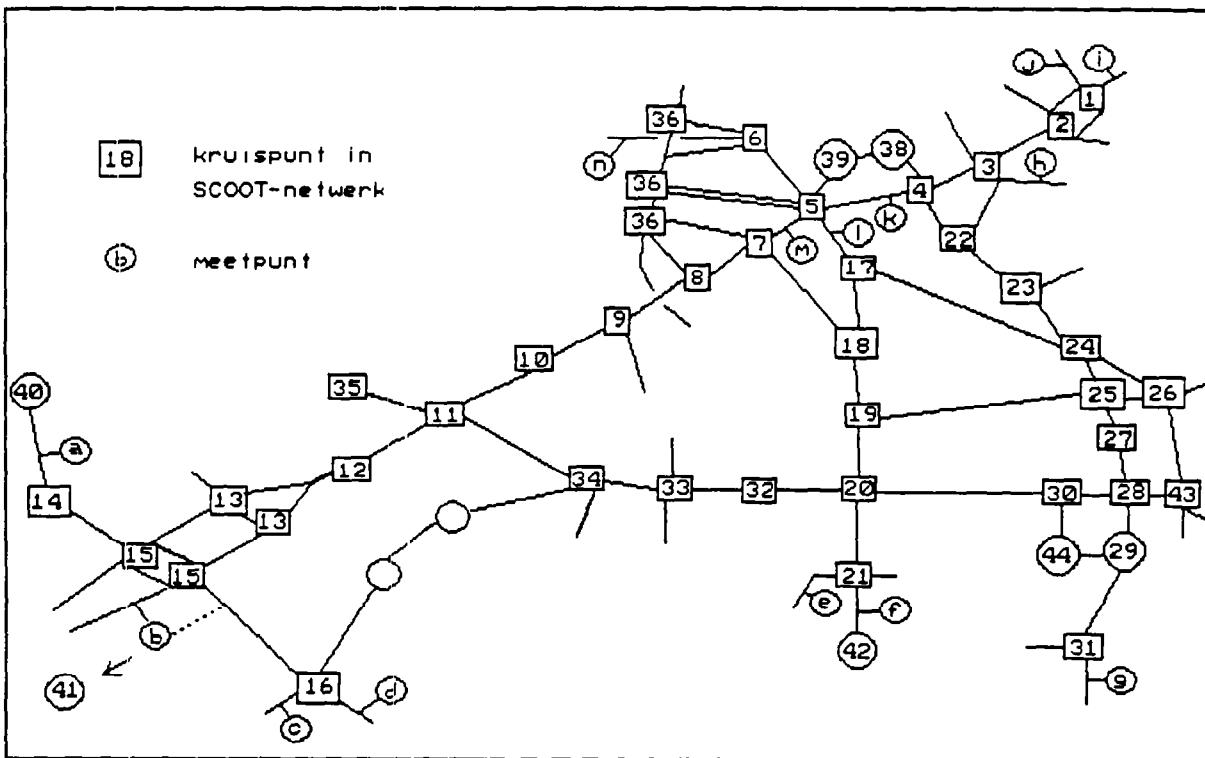
Het feit dat de Wychenseweg en Graafseweg, tot aan het kruispunt met de Neerbosseweg, in de evaluatieperiode afgesloten worden tot eind 1992, leidt tot een andere plaatsing van sommige waarnemers in die periode (aangegeven met de stippellijnen in figuur 4) en is er één extra waarnemer nodig.

3.5. Aantal voertuigen

Voor een vergelijking tussen de twee verschillende regelingen levert het meten van intensiteiten geen extra vergelijkingsmateriaal op, maar metingen op de randen van het netwerk geven een indicatie van de doorstroming in het netwerk zelf. Gegevens met betrekking tot de intensiteit kunnen gehaald worden uit de SCOOT- en de NEDUCET-centrale.

Bij de SCOOT-centrale kan dit gedaan worden door de programmatische verwerking van de M02-messages en bij de NEDUCET-centrale door een NISCOL-programma te maken. Het programmeerwerk moet door de opdrachtnemer gebeuren in de periode van 15 november tot 15 december 1992, zodat vanaf dat tijdstip de gegevens beschikbaar zijn.

In het najaar van 1990 zijn uitgebreide tellingen verricht op bijna alle kruispunten van het netwerk voor de ochtendspits (07:30 - 09:30 uur) en op sommige kruispunten ook voor de avondspits (16:00 - 18:00 uur) [6]. Omdat bijna alle tellingen verricht zijn voor één dag, is dat niet voldoende om een verantwoorde vergelijking te krijgen indien dezelfde tellingen in de nasituatie verricht zouden worden. Eén meting is teveel van het toeval afhankelijk.



Figuur 5. Intensiteiten

Voor de links aangegeven in figuur 5 moet de intensiteit gemeten worden, met behulp van de twee centrales, waarbij op de meetpunten a, e, f, h, l, j en n de NEDUCET-centrale gebruikt kan worden en voor de rest de SCOOT-centrale. Verder dienen de kruispunten 4, 11, en 20 met de NEDUCET-centrale volledig geteld te worden.

De afsluiting van de Graafseweg heeft tot gevolg dat op meetpunt b niet geteld hoeft te worden tijdens de afsluiting.

3.6. Dosereren

In Nijmegen wordt het verkeer momenteel op een aantal punten gedoseerd om de wachtrijen die ontstaan zoveel mogelijk aan de rand van de stad te houden, zodat de stedelijk netwerk congestievrij blijft.

Het SCOOT-systeem kent ook een doseermechanisme dat op twee punten in het netwerk de huidige doseerstrategie zal gaan vervangen, te weten op de Generaal James Gavinweg richting het Keizer Traianusplein en stadinwaarts op de Graafseweg op de kruising met de Neerbosscheweg.

Een analyse van de wachtrijen op de meetpunten a, b en c en d, e en f van figuur 4 zal een antwoord moeten geven op de vraag of het SCOOT-doseermechanisme goed werkt en of het beter werkt dan het huidige doseermechanisme.



3.7. Busprioriteiten

Nijmegen kent een aantal kruispunten die met VETAG uitgerust zijn. Slechts één daarvan ligt in het SCOOT-netwerk, te weten de linksafbeweging (alleen voor bussen) vanaf de Graafseweg naar de Van Oldenbarneveltstraat.

Aangezien het SCOOT-systeem geen busprioriteiten kent, is het goed te evalueren of de wachttijden van de bussen voor deze richting zullen veranderen. Daartoe dient de wachttijd voor de bussen gemeten te worden, door voor elke bus met de kentekenmethode het tijdstip van passeren van een bepaald punt (bijvoorbeeld de VETAG-inmeldlus) stroomopwaarts en het tijdstip van passeren van een punt stroomafwaarts van de stopstreep te bepalen.

Dit dient te gebeuren op twee dinsdagen met en twee dinsdagen zonder SCOOT van 07:30 - 09:30 uur, van 12:00 - 14:00 uur en van 16:00 - 18:00 uur op meetpunt h van figuur 2. Aangezien bij meetpunt c al gemeten wordt, is er een doorstroomtijd te bepalen. Hiervoor is dus gedurende vier dagen één extra waarnemer nodig.

3.8. Verkeersveiligheid

De evaluatieperiode is te kort om uitspraken te doen met betrekking tot de verkeersveiligheid. Daarbij komt nog dat er geen sprake is van een voor- en naperiode, maar dat SCOOT alternerend zal opereren. Dit aspect dient wel een eventuele volgende evaluatie meegenomen te worden.

3.9. Milieueffecten

Een goede evaluatie op dit punt komt aan op goede waarden voor het brandstofverbruik en de uitstoot van schadelijke stoffen bij rijden, bij een stop en bij wachten. Met deze waarden en gegevens betreffende de reistijd, de verliestijd en het aantal stops kunnen het brandstofverbruik en de emissie van schadelijke stoffen gekwantificeerd worden met de formule van Wolff:

$$E = a * L + b * S + c * D$$

waarin E het brandstofverbruik of de emissie van een stof per rit, L de ritlengte in kilometers, S het aantal stops per rit over één kilometer en D de totale verliestijd per rit over één kilometer in seconden is, en a, b en c parameters zijn, die van de snelheid afhangen. Voor het gebruik van deze formule en waarden van de parameters wordt verwezen naar [7].

Voor de dagen waarop de benodigde gegevens beschikbaar zijn, dient met bovenstaande formule een vergelijking te worden gemaakt van het brandstofverbruik en de emissie van schadelijke stoffen met en zonder het SCOOT-systeem in werking.



4. Beheer en onderhoud

4.1. Inleiding

Het is de eerste maal dat het SCOOT-systeem in Nederland wordt toegepast. Het is daarom van groot belang, in verband met de mogelijke toekomstige implementatie in andere steden, te bestuderen wat de kosten zijn voor het beheer en onderhoud van het SCOOT-systeem in vergelijking tot de bestaande systemen, waarbij de personele kosten inbegrepen worden.

Het beheren van de bestaande systemen houdt in dat om de paar jaar de regelingen in het netwerk geoptimaliseerd dienen te worden om de veranderingen in het verkeersaanbod goed op te vangen. Dit is een zeer arbeidsintensief proces dat bij SCOOT overbodig wordt, aangezien SCOOT deze veranderingen automatisch volgt. Dit betekent een aanzienlijke reductie in benodigde mankracht. De grootte van deze reductie dient uitgezocht te worden.

Voor het SCOOT-systeem zijn minder detectielussen nodig dan voor de bestaande lokale systemen. Minder lussen vergen minder onderhoud, zodat ook hier een besparing verkregen kan worden. Hoeveel precies dient nader onderzocht te worden.

4.2. Beheer

De evaluatie van het beheer houdt in dat bekeken dient te worden of de aanschafkosten van SCOOT en de kosten van de aanpassingen die nodig zijn om SCOOT draaiend te krijgen en te houden en de tijd die daarmee gemoeid is, opwegen tegen de bereikte reductie in tijdsbesteding en eventueel in personeelskosten.

Bovenstaande houdt in dat een kosten-baten analyse over de periode van een half jaar uitgevoerd dient te worden met betrekking tot de tijdsbesteding en de kosten.

Verder dient voor wat betreft de tijdsbesteding een vergelijking gemaakt te worden met de vijf grootste steden, te weten Amsterdam, Rotterdam, Den Haag, Utrecht en Eindhoven, zodat uitspraken over de implementeerbaarheid van het SCOOT-systeem in andere steden, met betrekking tot het beheersaspect, gedaan kunnen worden.

Interviews, gehouden met de betrokken personen bij de gemeente, politie en het nutsbedrijf, moeten een goede beschrijving van de huidige situatie met betrekking tot de verkeerslichtenregelingen opleveren en een indicatie geven over de hanteerbaarheid van het SCOOT-systeem in vergelijking tot het bestaande systeem.

Voor de medewerkers bij de gemeente zou gedacht kunnen worden aan vragen als:

1. Is het SCOOT-systeem makkelijk te bedienen?
2. Vindt u de handleiding duidelijk genoeg?
3. Bent u tevreden over het SCOOT-systeem?
4. Wat zijn de voor- en nadelen?
5. Welke veranderingen zou u willen zien?



Bij de politie en het nutsbedrijf wordt een terminal geïnstalleerd, waarop foutmeldingen van het SCOOT-systeem binnenkomen. Gevraagd zou kunnen worden of deze meldingen begrijpelijk zijn, of er een overzichtelijke administratie bijgehouden kan worden, of er valse meldingen bij zijn, of de computer vaak uitvalt, of bepaalde onderdelen storingsgevoelig zijn, enz.

4.3. Onderhoud

Een evaluatie voor het onderhoud heeft betrekking op de uitgaven om storingen in apparatuur te verhelpen en onderdelen te vervangen, inclusief personeelskosten en de tijd die daarvoor nodig is. Deze kosten-baten analyse moet zowel voor de bestaande situatie als voor de situatie met een operationeel SCOOT-systeem over de periode van een half jaar uitgevoerd worden. In de analyse dient een vergelijking met de vijf grote steden Amsterdam, Den Haag, Rotterdam, Utrecht en Eindhoven meegenomen te worden, zodat uitspraken over de implementeerbaarheid van het SCOOT-systeem in andere steden, ook met betrekking tot het onderhoudsaspect, gedaan kunnen worden.

Rekening moet worden gehouden met het feit dat het onderhoud aan het SCOOT-systeem wordt uitgevoerd door de aannemer (Ascom-Hasler) en het onderhoud aan het bestaande systeem is uitgevoerd door het nutsbedrijf.



5. Rapportage en planning

5.1. Rapportage

De opzet, resultaten en conclusies van het evaluatieonderzoek dienen in een eindrapport beschreven te worden. Verder dient er tussentijds gerapporteerd te worden over de voortgang van het project.

5.2. Planning

De volgende (globale) planning wordt gehanteerd om het evaluatieonderzoek van het project SCOOT-in-Nijmegen in 1993 te kunnen afsluiten:

september 1992	:	aanbesteding evaluatieonderzoek,
november - december 1992	:	programmeren NEDUCET-centrale ten behoeve van evaluatieonderzoek,
november 1992 - mei 1993	:	verzamelen gegevens ten behoeve van evaluatieonderzoek,
mei - november 1993	:	verwerken en analyseren gegevens en bevindingen rapporteren.



6. Literatuur

- [1] Rijkswaterstaat, Dienst Verkeerskunde, **Masterplan voor Dynamisch Verkeers-Management**, bijdrage PAO-cursus 'Dynamisch Verkeersbeheer', ir. G. van Leusden, Rotterdam, september 1991
- [2] Rijkswaterstaat, Dienst Verkeerskunde, Hoofdafdeling CX, **Projectvoorstel om te komen tot het toepassen van SCOOT in de gemeente Nijmegen**, Rotterdam, maart 1990
- [3] Rijkswaterstaat, Dienst Verkeerskunde, **SCOOT in Nijmegen, Haalbaarheids-onderzoek**, Bureau Goudappel Coffeng, Deventer, mei 1990
- [4] R.D. Bretherton, G.T. Bowen, **Recent Enhancements to SCOOT - SCOOT version 2.4**, Transport and Road Research Laboratory, United Kingdom, 1990
- [5] P.J.C. Carden, N.B. Hounsell, M. McDonald, R.D. Bretherton, **SCOOT model accuracy**, Transport and Road Research Laboratory, University of Southampton, Contractor Report 153, 1989
- [6] Rijkswaterstaat, Dienst Verkeerskunde, **SCOOT in Nijmegen, Tellingen najaar 1990**, Bureau Goudappel Coffeng, Deventer, april 1991
- [7] Studiecentrum Verkeerstechniek, **Evaluatie verkeerslichtenregelingen**, Driebergen/Rijsenburg, mededeling 31, februari 1986