

## Plan van Aanpak Validatie FLEXSYT-II-

Taale, Henk

**Publication date**

1994

**Document Version**

Final published version

**Citation (APA)**

Taale, H. (1994). *Plan van Aanpak Validatie FLEXSYT-II-*. Rijkswaterstaat Adviesdienst Verkeer en Vervoer.

**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*

Adviesdienst Verkeer en Vervoer

**Plan van Aanpak**  
**Validatie FLEXYT-II-**





Ministerie van Verkeer en Waterstaat

*Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat*

Adviesdienst Verkeer en Vervoer

**Plan van Aanpak**  
**Validatie FLEXYT-II-**

**Rapport ID 93.263.07/1**

**ir. H. Taale**  
**Rotterdam**  
**juni 1994**



## INHOUDSOPGAVE

1. Inleiding .....	- 3 -
2. FLEXSYT .....	- 3 -
2.1. FLEXSYT-I- .....	- 3 -
2.2. FLEXSYT-II- .....	- 3 -
3. Validatie .....	- 7 -
3.1. Inleiding .....	- 7 -
3.2. Validatie FLEXSYT-II- in het verleden .....	- 7 -
3.3. Validatie andere situaties .....	- 10 -
4. Situaties voor de validatie .....	- 11 -
4.1. Inleiding .....	- 11 -
4.2. Kruispunt .....	- 11 -
4.3. Snelweg met flessehals .....	- 11 -
4.4. Rotonde .....	- 13 -
5. Simulaties en analyse .....	- 15 -
5.1. Simulaties .....	- 15 -
5.2. Analyse .....	- 15 -
6. Overige aspecten .....	- 15 -
6.1. Rapportage .....	- 17 -
6.2. Planning .....	- 17 -
6.3. Offerte .....	- 17 -





## 1. Inleiding

Simulatie is een algemeen erkend en beproefd middel om te komen tot voorspellingen ten aanzien van de effecten van bepaalde verkeersbeheersingsmaatregelen. In de loop der jaren zijn er allerlei programma's ontwikkeld, ieder met hun eigen toepassingen, waarmee dat mogelijk is. Internationaal bekende en veel gebruikte programma's zijn TRANSYT, SATURN en CONTRAM. Op het gebied van dynamische verkeersbeheersing is het programmapakket FLEXSYT een internationaal bekend simulatiehulpmiddel.

De ontwikkeling van FLEXSYT werd in de zeventiger jaren begonnen door Frans Middelham. Hij ontwikkelde de eerste versie van FLEXSYT, versie -I- genoemd. In eerste instantie was dit een simulatieprogramma, maar later is daar een grafische interface bijgekomen. Met deze interface is het mogelijk op het scherm van de PC regelingen te testen en te simuleren.

In de tachtiger jaren werd besloten de voertuigmodellen van FLEXSYT ingrijpend te wijzigen en te komen tot een nieuwe versie: versie -II-. De ontwikkeling daarvan is afgerond. Het is daarom tijd om de waarde van het model te bepalen: het valideren. Uitgangspunt hierbij is dat er zoveel mogelijk gebruik wordt gemaakt van beschikbaar materiaal.

Dit plan van aanpak beschrijft de werkwijze van de validatie. Hoofdstuk 2 beschrijft in het kort FLEXSYT, hoofdstuk 3 gaat in op het begrip validatie, de reeds verrichte werkzaamheden in het verleden en de keuze voor een aantal situaties. Hoofdstuk 4 beschrijft voor elke situatie wat er gebeuren moet, hoofdstuk 5 gaat in op de simulaties en de analyses en hoofdstuk 6 beschrijft nog een aantal overige aspecten van het onderzoek.

In deze validatie wordt de milieumodule van FLEXSYT-II- buiten beschouwing gelaten. De parameters die aan de milieuberekeningen ten grondslag liggen worden per jaar of per twee jaar vernieuwd op basis van TNO-onderzoek.







## **2. FLEXSYT**

### **2.1. FLEXSYT-I-**

#### **2.1.1. Achtergrond van het programma**

Het ontwerpen van een verkeerslichtenregeling is, vooral in een stedelijke omgeving, voor de verkeerskundige een ingewikkeld proces, door de grote complexiteit en onvoorspelbaarheid van het verkeersaanbod. Juist in zulke situaties is simulatie het ideale middel om inzicht te krijgen in de kwaliteiten en effecten van regelingen. Was het voorheen geen eenvoudige zaak om simulaties uit te voeren, door de snelle ontwikkeling van de personal computer kan dat nu achter het bureau gebeuren.

Het programmapakket FLEXSYT-I- is al lange tijd erkend als een uniek programma dat de gewenste mogelijkheden tot simulatie biedt. FLEXSYT werd in de zeventiger jaren ontwikkeld door ir. F. Middelham. Het is geschikt voor allerlei studies op het gebied van verkeersmanagement, doordat het programma het verkeer simuleert op een microscopische schaal, dat wil zeggen dat afzonderlijke voertuigen door middel van een stochastisch proces door het netwerk worden bewogen. Het is daardoor mogelijk, met behulp van FLEXSYT, onderzoek te doen naar de effecten op de verkeersafwikkeling van de structuur van het netwerk, zoals de geometrie van de kruispunten, de breedte en lengte van de opstelstroken, het aantal rijstroken, vrije busbanen, enz., maar ook naar de effecten van bepaalde regelingsvarianten, zoals de starre, de voertuigafhankelijke en de verkeersafhankelijke regeling.

#### **2.1.2. Regelfilosofie**

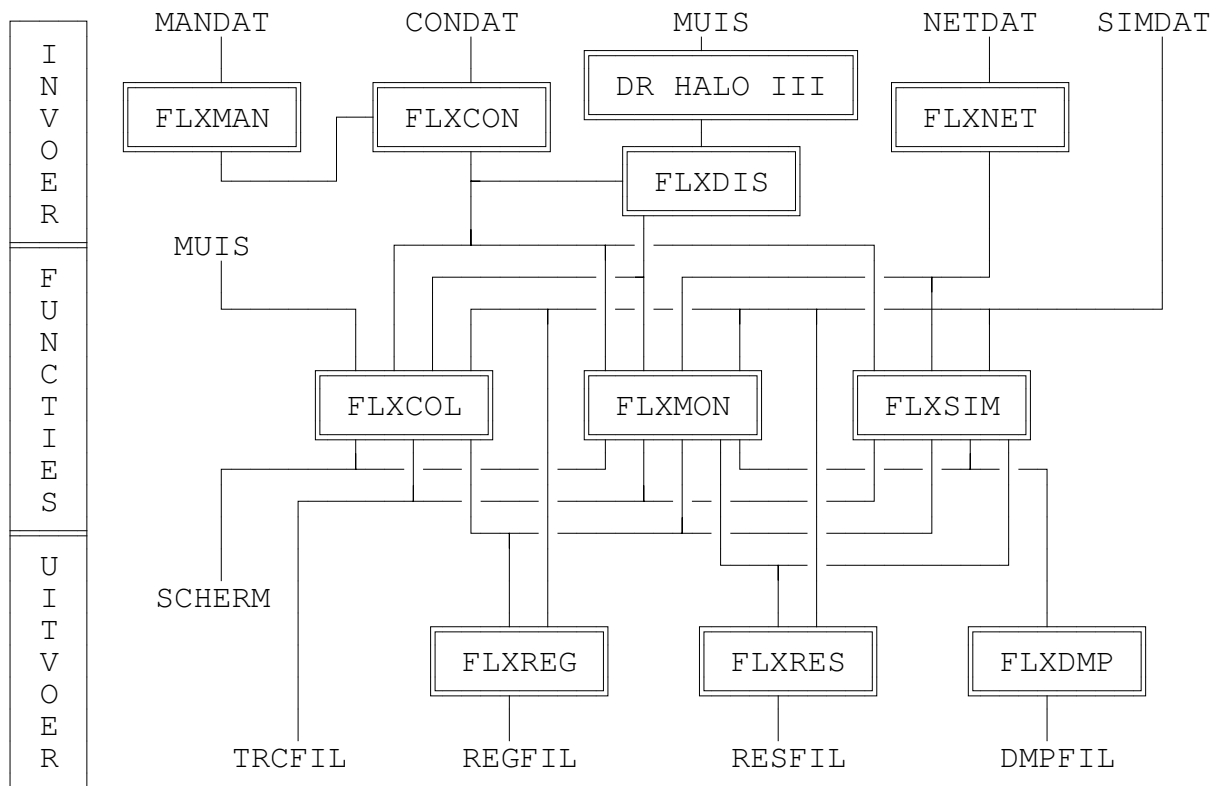
Om de gebruiker geen ingebouwde regelfilosofie op te leggen, was het nodig een eigen formuletaal te ontwikkelen (FLEXCOL-76-) en FLEXSYT een speciale opbouw te geven. FLEXCOL-76- is een programmeertaal, met als belangrijkste kenmerk het event-georiënteerd zijn, dat wil zeggen dat toestandsveranderingen de basis zijn van deze taal. De speciale opbouw van FLEXSYT bestaat daarin dat er een beheerdersdeel en een gebruikersdeel gespecificeerd moeten worden. In het beheerdersdeel wordt een algemene regelstrategie gegeven. Dit deel is daardoor niet probleemgebonden. Het probleemgebonden gedeelte van de regeling wordt gespecificeerd in het gebruikersdeel. Door het gebruik van FLEXCOL-76- en door de opbouw is het mogelijk elke denkbare kruispuntregeling in FLEXSYT te implementeren en te evalueren. Daarnaast kan gedacht worden aan rotondes, toeritdosering, hoofdrijbaandosering, tolpleinen, carpoolstroken, tidal-flow stroken, vrachtverkeersstroken, bufferruimtes, enz.

### **2.2. FLEXSYT-II-**

#### **2.2.1. Structuur van het programma**

FLEXSYT-II- bestaat uit een aantal deelprogramma's waarvan de samenhang is weergegeven in de figuur op de volgende pagina. Sinds versie I-7 is er een drietal display-programma's toegevoegd in de MS-DOS omgeving. Deze programma's zijn voor het werken met FLEXSYT niet essentieel, maar ze geven inzicht in het functioneren van de regeling. Het betreft hier:

- het programma FLXDIS voor het koppelen van signaalgroepen en detectoren aan de voorstellingen daarvan in een plaatje op de monitor van de PC;
- het programma FLXCOL voor het, via een keyboard/muis op de monitor opzetten en afzetten van de detectoren en het bekijken van de (resulterende) regeling;
- het programma FLXMON voor het volgen van een simulatie op de monitor.



Structuur van FLEXSYT-II-

Er zijn vier datasets met invoergegevens nodig. De benaming voor deze datasets zijn: MANDAT-dataset, CONDAT-dataset, NETDAT-dataset en SIMDAT-dataset. In de MANDAT-dataset (extensie .MAN) staan de namen van de toe te passen elementen en verzamelingen. Ook de op te stellen afhandelingsvoorwaarden op netwerk-, regelaar- en signaalgroep-niveau van de signaalgroepen kunnen hier worden geformuleerd; het zijn de (voor de gebruiker) zogenaamde default-afspraken. In de CONDAT-dataset (extensie .CON) staan de invoergegevens van de verkeersregeling van de te onderzoeken regelvariant. In de NETDAT-dataset staan de invoergegevens zoals de verkeersintensiteiten, een beschrijving van de civieltechnische structuur en de ligging van stopstrepen, detectoren, bushaltes en no-queueing zones van de te onderzoeken netwerkvariant. In de SIMDAT-dataset staan de simulatie-parameters.

Voordat de simulatie start, worden de ingevoerde gegevens gecontroleerd op consistentie en syntaxis met behulp van de deelprogramma's FLXMAN, FLXCON en FLXNET. Tijdens starten van de simulatie worden de gegevens van de SIMDAT-dataset gecontroleerd. Zoals gezegd, kunnen met FLXDIS via het keyboard signaalgroepen en detectoren gekoppeld worden aan hun respectievelijke voorstellingen op een netwerktekening op het scherm. Deze netwerktekening moet zijn gemaakt met het tekenpakket Dr.Halo-3 of Dr.Genius.

Het draaien van FLXMAN kan natuurlijk achterwege blijven als al een gecompileerde MANDAT-dataset (MANFIL-dataset) beschikbaar is. Sterker nog, door gebruik te maken van de eigenschappen van zijn computersysteem, kan een beheerder een gebruiker dwingen om een specifieke MANFIL-dataset te gebruiken.

Indien de invoer correct is, start de simulatie met behulp van het deelprogramma's FLXCOL,



FLXMON of FLXSIM.

Bij congestie in het onderzochte netwerk produceert FLXMON of FLXSIM een RSMFIL.DMP-dataset met gegevens over de toestand van het netwerk. Daarnaast is het met alle drie de functieprogramma's mogelijk om fouten in de regeling op te sporen met behulp van "event tracing" waarvan de resultaten worden geschreven in de TRCFIL-dataset.

Gedurende de testfase van een verkeersregelprogramma kan, met behulp van het deelprogramma FLXREG, voor iedere seconde, een "toestandtrace" worden verkregen van de verkeersregeling in de REGFIL-dataset. Dit is een onmisbaar hulpmiddel bij het testen en ontwikkelen van regelprogramma's en het gebruik is vergelijkbaar met, in de industrie toegepaste, testtafels.

Na een succesvolle simulatierun kunnen, met behulp van het deelprogramma FLXRES, diverse simulatieresultaten in tabelvorm worden uitgeprint in de RESFIL-dataset. Deze tabellen zijn dan bruikbaar in de evaluatiefase.

### **2.2.2. Verandering FLEXSYT-II- ten opzichte van FLEXSYT-I-**

Het regelgedeelte van FLEXSYT-II- is niet veranderd. Dat wil zeggen dat nog steeds gebruik wordt gemaakt van FLEXCOL-76- en dat de invoer datasets MANDAT en CONDAT ongewijzigd zijn gebleven.

Wat wil veranderd is, zijn de gebruikte voertuigmodellen. Een belangrijke verbetering is dat voertuigen in FLEXSYT-II- optrekken en afremmen. Verder zijn er nu, in plaats van twee, acht voertuigsoorten, te weten: personenauto's, lichte vrachtwagens, zware vrachtwagens, bussen, trams, fietsers, voetgangers en carpool voertuigen, elk met hun specifieke voertuigkenmerken voor wat betreft lengte, acceleratie en deceleratie. Het is tevens mogelijk voertuigen een bepaalde route te laten rijden.

Niet alleen geregelde kruispunten of andere geregelde situaties kunnen gesimuleerd worden. Het is nu mogelijk ongeregelde kruispunten met voorrangregels, en in het algemeen ongeregelde conflicten, te simuleren.

De uitvoer van FLEXSYT-II- is, voor wat betreft de voertuigresultaten, net zo uitgebreid als die van FLEXSYT-I-, maar heeft als extra resultaten met betrekking tot milieuaspecten, te weten brandstofverbruik en uitstoot van verschillende schadelijke stoffen.





### 3. Validatie

#### 3.1. Inleiding

Er is nogal wat verwarring over de begrippen validatie en calibratie. Zij worden te pas en te onpas gebruikt en nogal eens door elkaar gehaald.

Valideren is toetsen of een model een goede beschrijving van de werkelijkheid geeft, dus de waarde (de validiteit) van een model bepalen. Tot aan de 16<sup>e</sup> eeuw gebruikte men bijvoorbeeld de cirkelbeweging om de banen van de planeten te beschrijven: de zon staat in het middelpunt en de planeten cirkelen daarom heen. Maar de meetgegevens weken nogal af van de voorspellingen die dit model deed. Totdat Kepler stelde dat de planeetbanen ellipsen waren, waarbij de zon in één van de brandpunten stond. Dit model was veel meer in overeenstemming met de meetgegevens, maar vergde een ommekeer in het denken over de werkelijkheid. Een ander voorbeeld is het voertuigmodel in FLEXSYT. Zo kunnen in FLEXSYT-I- voertuigen niet optrekken en afremmen, maar wordt op een andere wijze dat proces verdisconteerd. In FLEXSYT-II- trekken voertuigen wel daadwerkelijk op en remmen zij wel af. Het voertuigmodel van FLEXSYT-II- is dus meer in overeenstemming met de werkelijkheid.

Calibreren is het instellen van parameters van een model zodanig dat het model de werkelijkheid zo nauwkeurig mogelijk benaderd. Het model om de vrije val van een voorwerp, dat vanaf een bepaalde hoogte  $h_0$  wordt losgelaten, te beschrijven, luidt:

$$h_0 = - \frac{1}{2} * g * t^2$$

waarbij  $h_0$  de hoogte,  $g$  de versnelling van de zwaartekracht en  $t$  de tijd dat het voorwerp valt is. In dit model zijn  $h$  en  $t$  variabelen en is  $g$  de enige parameter. Om nu de waarde van die parameter te bepalen, wordt een voorwerp verschillende malen vanaf een bepaalde hoogte losgelaten en wordt de tijd, die het voorwerp nodig heeft om de grond te bereiken, gemeten. Uit die gegevens kan  $g$  bepaald worden. Voor Nederland geldt  $g \approx 9,81$ , maar op de Noordpool of aan de evenaar heeft  $g$  een andere waarde. Voor FLEXSYT-II- kunnen we hierbij denken aan het instellen van interne modelparameters, zoals de bestuurdersparameter en de reactietijd.

Het moge duidelijk zijn dat validatie en calibratie van een model beide noodzakelijk zijn, en niet zonder elkaar gedaan kunnen worden, om een model in de praktijk te kunnen gebruiken. Zowel validatie als calibratie zijn dus nodig om de modellen die FLEXSYT-II- gebruikt te toetsen aan de werkelijkheid. Vooralsnog wordt bij dit onderzoek er vanuit gegaan dat de interne modelparameters van FLEXSYT-II- plausibele waarden hebben. Externe modelparameters, zoals bijvoorbeeld capaciteit, acceleratie- en deceleratiewaarden, moeten per situatie ingesteld worden.

#### 3.2. Validatie FLEXSYT-II- in het verleden

##### 3.2.1. Inleiding

In 1983 en 1984 is reeds begonnen met het valideren van FLEXSYT-II-. Voor een streng kruispunten in Utrecht zijn veel gegevens verzameld en verwerkt. Het probleem was echter dat FLEXSYT-II- nog niet klaar was, zodat met deze gegevens niets gedaan is. Deze gegevens zijn echter nog wel bruikbaar. In de volgende paragrafen wordt de situatie beschreven en welke gegevens er verzameld zijn.

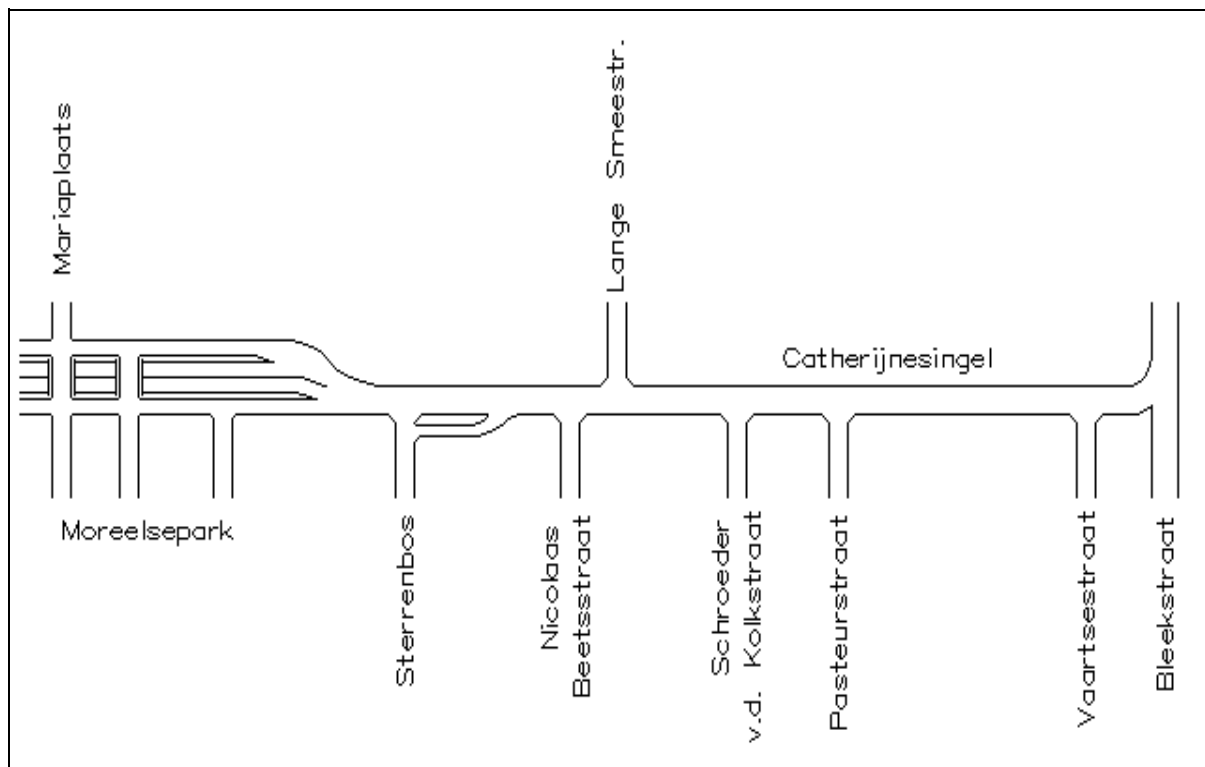


### 3.2.2. Situatie

De streng maakt deel uit van de Catherijnesingel te Utrecht en bestaat uit tien kruispunten (aansluitingen op de Catherijnesingel), zowel geregelde als ongeregelde. Deze aansluitingen zijn:

- aansluiting Mariaplaats/Moreelsepark (geregeld);
- aansluiting Moreelsepark (ongeregeld);
- aansluiting Catharijnebaan (geregeld);
- aansluiting Sterrebos (ongeregeld);
- uitrit Sterrebos (ongeregeld);
- aansluiting Nicolaas Beetsstraat/Lange Smeestraat (geregeld);
- aansluiting Schroöder v.d. Kolkstraat (geregeld);
- aansluiting Pasteurstraat (ongeregeld);
- aansluiting Vaartsestraat (ongeregeld);
- aansluiting Bleekstraat (geregeld).

Deze streng bevat verkeersafhankelijke, voertuigafhankelijke en starre (eventueel gemodificeerd) regelingen en ongeregelde kruispunten, zodat veel mogelijkheden van FLEXSYT-II- aan bod komen. Hieronder is een schematische weergave van de streng gegeven.



*Schematische weergave van de streng*

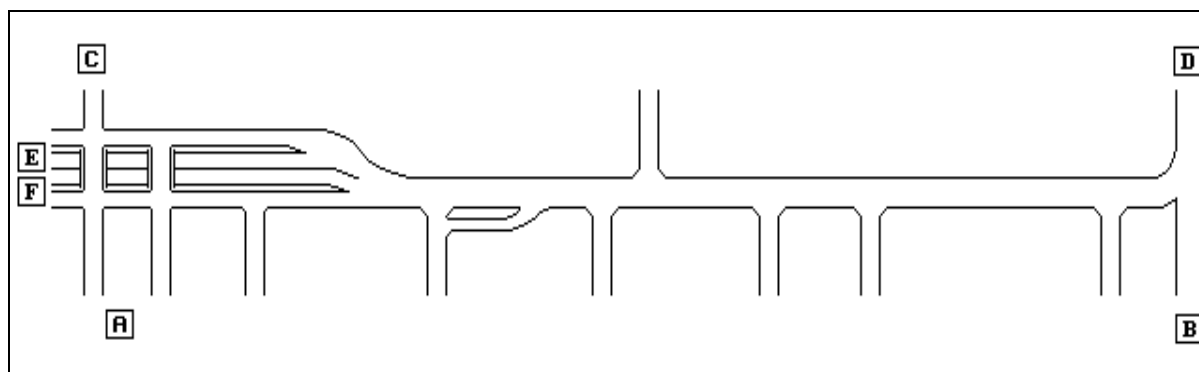
### 3.2.3. Verzamelde gegevens

In de eerste plaats zijn er tekeningen van elk kruispunt en zijn voor de geregelde kruispunten de in 1984 gehanteerde regelingen beschikbaar. Verder zijn er visuele kruispunttellingen, beschreven in



een rapport<sup>(1)</sup>, en automatische kruispunttellingen uitgevoerd. De automatische detectortellingen zijn verwerkt tot frequentie- en andere tabellen.

Het grootste deel van de verzamelde gegevens bestaat uit reistijdmetingen, uitgevoerd met een floating car. In de onderstaande figuur zijn start- en eindpunten aangegeven van de verschillende trajecten, die gemeten zijn.



*Start- en eindpunten reistijdmetingen*

Er zijn acht trajecten gemeten, te weten:

1. Moreelsepark naar Bleekstraat (A naar B);
2. Bleekstraat naar Mariaplaats (B naar C);
3. Mariaplaats richting Ledig Erf (C naar D);
4. Ledig Erf naar Vredenburgviaduct (D naar E);
5. Vredenburgviaduct naar Bleekstraat (E naar B);
6. Bleekstraat naar Vredenburgviaduct (B naar F);
7. Catharijnebaan richting Ledig Erf (F naar D);
8. Ledig Erf naar Moreelsepark (D naar A).

De gemeten gegevens zijn verwerkt tot frequentietabellen, zowel voor linkgebieden en kruisingsgebieden als voor gebieden van stopstreep naar stopstreep.

Verder zijn er metingen verricht ten aanzien van de reistijden van bussen. Deze metingen zijn eveneens verwerkt tot frequentietabellen.

Ten aanzien van de gebruikte regelingen zijn ook een aantal dingen gemeten. Met betrekking tot langzaam verkeer zijn de realisaties geteld en verwerkt tot frequentie- en andere tabellen en verder zijn de gerealiseerde cyclus-, groen- en roodtijden gemeten en verwerkt.

De metingen zijn verricht gedurende vijf dagen (2-6 april 1984) voor drie perioden: 07:30 - 10:30 uur, 12:00 - 14:00 uur en 15:30 - 18:30 uur. Sommige gegevens zijn echter voor slechts twee dagen verwerkt (3 en 5 april 1984). De verwerking van de gegevens is op papier beschikbaar.

<sup>(1)</sup> **Catharijnesingel - Utrecht, Mariaplaats-Bleekstraat, Visuele verkeersstromentellingen**, Rijkswaterstaat, Dienst Verkeerskunde, april 1984





#### **3.2.4. Gebruik van reeds verwerkte gegevens**

Bovengenoemde gegevens en de verwerking daarvan zijn nog goed bruikbaar voor de validatie van FLEXSYT-II-. Daartoe moeten nog een aantal dingen gebeuren. In de eerste plaats moeten de invoerfiles voor FLEXSYT-II- gemaakt worden. Er is een aantal files beschikbaar met NISCOL en FLEXCOL regelingen. Uitgezocht moet worden in hoeverre die nog bruikbaar zijn. Verder is een getekende versie van het netwerk beschikbaar. In de tweede plaats moet er gesimuleerd worden en moeten de uitkomsten vergeleken worden met de metingen.

### **3.3. Validatie andere situaties**

#### **3.3.1. Inleiding**

Voor de validatie van FLEXSYT-II- zullen ook een aantal andere situaties onderzocht moeten worden. In de volgende paragrafen zullen een drietal situaties met een aantal kenmerken van de bijbehorende locaties geselecteerd worden.

#### **3.3.2. Situaties**

Situaties waarvoor FLEXSYT-II- gevalideerd moet worden, zijn: een enkel kruispunt, een stuk snelweg met een flessehals voor een theoretische vergelijking en een ongeregelde rotonde. Natuurlijk is het mogelijk veel meer en andere situaties te bedenken waarvoor FLEXSYT-II- gevalideerd zou moeten worden, maar bovengenoemde zijn de belangrijkste. Hieronder wordt uitgelegd waarom juist deze gekozen zijn.

FLEXSYT zal voor de meeste toepassingen gebruikt worden voor een enkel kruispunt, zeker als de koppeling met de RWS-C-regelaar tot stand is gekomen. Daarom moet die situatie gevalideerd worden.

Voor een stuk snelweg met een flessehals voor een theoretische vergelijking is gekozen, omdat het daarbij gaat om een aantal basisaspecten van een verkeersstroom: intensiteit, snelheid, dichtheid, volgtijdverdeling en gedrag tijdens congestie. De validatie zal daarbij betrekking hebben op het intensiteits- en snelheidsverloop en basisdiagrammen, per rijbaan en indien nodig per rijstrook.

Door de gestage groei van de toepassing van rotondes in Nederland en de mogelijkheid om met FLEXSYT-II- ongeregelde conflicten te gebruiken, zal de simulatie van een rotonde zeker tot de toepassingen van FLEXSYT-II- moeten behoren en is het nodig deze situatie te valideren.

#### **3.3.3. Locaties**

Voor bovengenoemde situaties moeten locaties geselecteerd worden, die representatief zijn voor de desbetreffende situatie en die gelegenheid geven een groot aantal aspecten van FLEXSYT-II- te onderzoeken.

Voor het enkele kruispunt moet daarom een locatie gekozen worden die een grote verscheidenheid aan voertuigtypen te zien geeft. Een kruispunt met snelverkeer, trams, fietsers en voetgangers is daarvoor het meest geschikt. Het voertuigtype bus komt al bij de streng kruispunten aan bod. Verder dient het kruispunt voorzien te zijn van automatische telapparatuur.

Bij de locatie snelweg met flessehals gaat het om een vergelijking van de uitkomsten van FLEXSYT-II- met de theoretisch verwachte uitkomsten. Daarbij moet gebruik gemaakt worden van het beschikbare materiaal dat verzameld is in het kader van het pilot-project homogeniseren op een deel van de A2 (Maarssen - Abcoude).

Rotondes worden op zoveel plaatsen in Nederland toegepast, dat het niet moeilijk moet zijn een geschikte locatie te kiezen. De voorkeur verdient een rotonde waarbij ook fietsers en voetgangers betrokken zijn.



## 4. Situaties voor de validatie

### 4.1. Inleiding

In de volgende paragrafen wordt per situatie aangegeven welke gegevens verzameld moeten worden en hoe dat moet gebeuren.

### 4.2. Kruispunt

#### 4.2.1. Algemene gegevensverzameling

Allereerst is een situatieschets nodig met daarop de exacte ligging van stopstrepen, detectoren, haltes, etc. Verder is de specificatie van de verkeerslichtenregeling op het kruispunt belangrijk. Deze moeten bij de beherende instantie worden opgevraagd.

#### 4.2.2. Automatische gegevensverzameling

Met behulp van lussen moeten per rijstrook de voertuigen per kwartier geteld worden. Nadeel hierbij is dat er geen onderscheid wordt gemaakt tussen de verschillende voertuigtypen, maar het geeft de verdeling van het verkeer over de rijstroken. Ook de aanvragen van fietsers, voetgangers en openbaar vervoer kunnen automatisch geteld worden.

Verder moeten de gerealiseerde cyclus- en groentijden per signaalgroep automatisch gemeten en opgeslagen worden.

#### 4.2.3. Visuele waarnemingen

Op elke arm van het kruispunt, op voldoende afstand van het kruispunt zelf, dient het aantal passerende voertuigen geteld te worden, voor elk voertuigtype apart<sup>(2)</sup>, inclusief de fietsers. Verder moet voor snelverkeer, door middel van een kentekenonderzoek, de reistijd over het kruispunt, van elke arm naar elke andere arm, bepaald worden en de daarvan af te leiden vertraging. Bij deze afleiding moet de vrije reistijd gedefinieerd worden, zoals in FLEXSYT-II-.

Als laatste moet per rijstrook de wachtrij in meters gemeten worden en wel per groenfase van de doorgaande richting.

#### 4.2.4. Meetperiode

De gegevens moeten verzameld worden gedurende één dag voor de periode 07:00 - 20:00 uur, onder goede weersomstandigheden.

### 4.3. Snelweg met flessehals

#### 4.3.1. Algemene gegevensverzameling

Hierbij gaat het om de lay-out van de situatie en, afhankelijk van de gekozen locatie, om informatie over de capaciteit.

---

<sup>(2)</sup> Wanneer in de tekst voertuigtypen genoemd worden, worden de verschillende voertuigtypen bedoeld die beschikbaar zijn in FLEXSYT-II-: personenauto, lichte vrachtwagen, zware vrachtwagen, bus, tram, fietser, voetganger en carpoolvoertuig. Voor de validatie hoeft geen onderscheid gemaakt te worden tussen personenauto's en carpoolvoertuigen.



#### 4.3.2. *Gegevensverzameling*

Beschikbaar zijn de gegevens van het pilot-project homogeniseren op het traject Maarssen - Abcoude van de A12 (beide richtingen)<sup>(3)</sup>. Een schematische weergave van het traject is gegeven in de volgende figuur.

#### *A2: traject Maarssen - Abcoude*

Voor dit onderzoek wordt de oostelijke rijbaan (richting Amsterdam) tussen Breukelen en Abcoude geselecteerd, waarbij alleen de toerit en afrit Vinkeveen tot het netwerk behoren. Het netwerk begint dus stroomafwaarts van de toerit Breukelen en eindigt stroomopwaarts van de afrit Abcoude. De toerit Vinkeveen wordt bemeten, de afrit niet. De exacte detectorlocaties voor dit gedeelte zijn: 40.0, 41.5, 42.5, 43.6, 44.6, 47.0 en 48.9 km. Van deze locaties zijn MCSS researchbestanden beschikbaar, bestaande uit records met het detectornummer, het tijdstip van aanspreken van de eerste lus (ms), het tijdstip van aanspreken van de tweede lus (ms) en het tijdstip van verlaten van de tweede lus (ms). Verder zijn er basisbestanden met minuutgegevens van de intensiteit, de

---

<sup>(3)</sup> **Evaluatie proef homogeniseren A2**, Heidemij, Rijkswaterstaat, Directie Utrecht, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, rapportnr. 642/BA93/A360/05990, juli 1993

**Evaluatie proef homogeniseren A2**, Heidemij, Rijkswaterstaat, Directie Utrecht, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, Technische Rapportage, juli 1993



gemiddelde snelheid en de bedekkingsgraad.

Voor dit onderzoek moeten bestanden van 10 dagen (ochtend- en avondspits) uit de voormeting (juni t/m september 1991) gebruikt worden.

#### **4.4. Ronde**

##### **4.4.1. Algemene gegevensverzameling**

Voor deze situatie betreft dat alleen de geometrie van de ronde.

##### **4.4.2. Visuele waarnemingen**

In de eerste plaats dient een kentekenonderzoek uitsluitend te geven over de reistijd en de vertraging van arm naar arm van de ronde. In de tweede plaats moeten er tellingen verricht worden om de intensiteit, per voertuigtype en per kwartier, vast te leggen. Als laatste moeten de wachtrijen op de armen gemeten worden en dat per vijf minuten en in meters.

##### **4.4.3. Meetperiode**

Er dient één dag gemeten te worden gedurende de periode 07:00 - 12:00 uur, onder goede weersomstandigheden.





## 5. Simulaties en analyse

### 5.1. Simulaties

Bij alle simulaties is het van belang de situatie zo goed mogelijk na te bootsen, dat wil zeggen het netwerk conform de werkelijke geometrie opbouwen en de eventuele regelingen zo goed mogelijk nabootsen. Bij de opbouw van het netwerk is de belangrijkste parameter de op te geven capaciteiten voor de segmenten, met name voor snelweg segmenten. Voor deze segmenten kunnen de standaardwaarden gebruikt worden, maar deze moeten vergeleken worden met de intensiteitsmetingen.

Bij FLEXSYT-II- kan een run uit meerdere subruns bestaan. Een subrun is een trekking uit een verdeling. Dat betekent dat een voldoende aantal subruns gedraaid moet worden om een betrouwbare waarde voor een bepaald aspect te krijgen.

### 5.2. Analyse

In de analyse gaat het om een vergelijking van de werkelijke situatie met de simulatie. Bij deze vergelijking moet op de volgende aspecten gelet worden:

- het verloop van de intensiteit op verschillende punten in het betreffende netwerk;
- het verloop van de snelheid bij de meetpunten (indien deze gemeten wordt);
- de lengte van wachtrijen bij congestie en voor stopstrepen;
- de gemiddelde reistijd en vertraging over bepaalde trajecten in het betreffende netwerk;
- de werking van de regeling.

Voor de eerste twee aspecten gaat het om een vergelijking tussen werkelijke en gesimuleerde waarden in de loop van de tijd. Voor het verloop van de gesimuleerde waarden kan een verdeling opgesteld worden, omdat een subrun één trekking uit een bepaalde verdeling is.

Een grafische presentatie kan een eerste indruk geven, maar een nadere analyse is nodig. Eén manier om te vergelijken is te toetsen of de werkelijke meting beschouwd kan worden als een trekking uit die verdeling. Een andere geschikte manier is de bepaling van de Root Mean Square Error Proportion. Deze RMSEP wordt gedefinieerd als

$$RMSEP = \frac{\sqrt{n \sum_{i=1}^n (x_i^s - x_i^t)^2}}{\sum_{i=1}^n x_i^t}$$

waarbij  $n$  het aantal waarnemingen,  $x_i^s$  de gesimuleerde, gemiddelde waarde en  $x_i^t$  de gemeten waarde is. Dat betreft dan bijvoorbeeld minuutintensiteit of gemiddelde snelheid over een minuut.

Bij de lengte van wachtrijen gaat het om de vergelijking van het aantal keren dat een wachtrij van een bepaalde lengte gemeten en gesimuleerd wordt. Daarbij moet een verdeling in klassen gemaakt worden. Een waarneming is dan het aantal wachtrijen in een bepaalde klasse. Een geschikte toets moet dan een uitspraak doen over de vergelijkbaarheid van de gesimuleerde en gemeten wachtrijlengtes.



Voor het vierde aspect is het nodig een vergelijking te maken tussen de gemeten en gesimuleerde gemiddelde reistijd en vertraging over een bepaald traject. De uitvoer van FLEXSYT-II- geeft alleen de vertraging voor een bepaald traject, maar de reistijd is daar eenvoudig uit af te leiden. Voor de vergelijking kan een geschikte toets gebruikt worden.

De werking van de regeling wordt geëvalueerd aan de hand van de gemeten en gesimuleerde groentijden en cyclustijden. Hierbij moet ook een geschikte toets gebruikt worden.

Indien significante verschillen aangetoond kunnen worden, moet uitgezocht worden wat de oorzaken daarvan zouden kunnen zijn en wat er eventueel aan het model verbeterd kan worden.



## 6. Overige aspecten

### 6.1. Rapportage

Het onderzoek dient te worden afgerond met de levering van het eindrapport in vijftig exemplaren plus een Engelse versie van het rapport met een oplage van vijftientig exemplaren. Deze rapporten moeten voorzien van een kleurenkaft.

### 6.2. Planning

In de volgende tabel is een globale planning voor het project gegeven.

	1994				1995			
	september	oktober	november	december	januari	februari	maart	april
Verzamelen gegevens	X	X						
Simulatie		X	X	X				
Analyse				X	X	X	X	
Rapportage							X	X

### 6.3. Offerte

De offerte moet gemaakt worden op basis van dit plan van aanpak. De consultant mag hiervan afwijken door alternatieven aan te bieden. Bij de beoordeling van de offertes zal gekeken worden naar prijsstelling en kwaliteit van de offerte, waarbij met name de uitwerking van de statistische analyses belangrijk is.