

# Toetsing duurzaam-veilig karakter van het wegennet in West-Zeeuwsch-Vlaanderen

R-97-29

Ir. A. Dijkstra, drs. P.C. Noordzij & drs. C.M. Gundy

Leidschendam, 1997

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

## Documentbeschrijving

Rapportnummer: R-97-29  
Titel: Toetsing duurzaam-veilig karakter van het wegennet in West-Zeeuwsch-Vlaanderen  
Auteur(s): Ir. A. Dijkstra, drs. P.C. Noordzij & drs. C.M. Gundy  
Onderzoeksmanager: Ir. S.T.M.C. Janssen  
Projectnummer SWOV: 55.258  
Projectcode opdrachtgever: HVVL 96.413.50  
Opdrachtgever: Adviesdienst Verkeer en Vervoer van Rijkswaterstaat.

Trefwoord(en): Evaluation (assessment), road network, safety, simulation, forecast, Netherlands.

Projectinhoud: Het ministerie van Verkeer en Waterstaat heeft West-Zeeuwsch-Vlaanderen aangewezen als demonstratieproject voor het introduceren van een duurzaam-veilig verkeerssysteem. Dat houdt onder andere in dat men de ontwikkelingen in het gebied nauwgezet volgt via een monitoringsysteem. Een van de onderdelen van de monitor is een toetsing van de maatregelen op het gebied van de weginfrastructuur, aan de ontwerpprincipes van een duurzaam-veilig wegennet. Het draaiboek dat de SWOV daartoe eerder heeft opgesteld, is hier verder uitgewerkt in een opzet voor die toetsing. De feitelijke toetsing zal eventueel in vervolprojecten plaatsvinden.

Aantal pagina's: 83 p.  
Prijs: f 35,-  
Uitgave: SWOV, Leidschendam, 1997

## Samenvatting

De verkeersveiligheid in de provincie Zeeland, met name in West-Zeeuwsch-Vlaanderen (WZV), steekt in een aantal opzichten ongunstig af bij die in de overige gebieden in Nederland. De regionale wegbeheerders kozen het gebied WZV uit voor het introduceren van een duurzaam-veilig verkeerssysteem. Het ministerie van Verkeer en Waterstaat wees dit gebied vervolgens als demonstratieproject aan. Dat houdt onder andere in dat men de ontwikkelingen in het gebied nauwgezet volgt via een monitoringsysteem. De SWOV heeft dat systeem uitgewerkt en verscheidene 'draaiboeken' samengesteld voor de uitvoering ervan.

Een van de onderdelen van de monitor is een toetsing van de maatregelen op het gebied van de weginfrastructuur, aan de ontwerpprincipes van een duurzaam-veilig wegennet. Het daartoe opgestelde draaiboek is hier verder uitgewerkt in een opzet voor die toetsing. De feitelijke toetsing zal eventueel in vervolgprojecten plaatsvinden.

Bij de toetsing moeten drie vragen beantwoord worden:

- Is de vormgeving van het wegennet in WZV conform de duurzaam-veilige ontwerpprincipes?
- Verandert het gedrag van weggebruikers als gevolg van de duurzaam-veilige vormgeving van het wegennet?
- Verandert het gedrag in overeenstemming met de gedachtengang over een duurzaam-veilige vormgeving en gebruik?

Voor de beantwoording van deze vragen en voor de feitelijke toetsing zijn geen kant en klare onderzoeksmethoden en -technieken beschikbaar. Daarom is in dit rapport eerst de opzet uitgewerkt.

Deze opzet bestaat uit drie onderdelen: 'Functionaliteit', 'Homogeniteit' en 'Voorspelbaarheid'.

De functionaliteit betreft het beoogde gebruik van het wegennet. We toetsen dit vooraf met rekenmodellen die de effecten van de verschillende verkeersmaatregelen op de gekozen routes van het verkeer laten zien en achteraf met tellingen, enquêtes en metingen die de feitelijke situatie vastleggen.

De homogeniteit betreft de omstandigheden waarin de verschillende verkeerssoorten mengen (verschillen in snelheid en afmetingen). Toetsing hiervan gebeurt vooraf door de geplande gedragsregels en -mogelijkheden te evalueren en achteraf door waarnemingen van de feitelijke verkeerssituaties. De voorspelbaarheid stellen we vast door veld-, simulator, video- en fotostudies, die elk andere combinaties van vijf onderscheiden gedragsaspecten vastleggen. Deze gedragsaspecten zijn: herkennen van wegsoorten en situaties, herkennen van beperkingen van eigen gedrag, voorspellen van situaties en gedrag, beheersing van ontmoetingen / beperkte inspanning en beperkte variatie in gedrag / overeenstemming met gewenst gedrag.

Alle activiteiten voor de toetsing zullen zich richten op een route in WZV waarin alle duurzaam-veilige wegtypen opgenomen zijn.

## Summary

### **Testing the sustainably safe character of the road network in West Zeeland Flanders**

Road safety in the Province of Zeeland, and especially in the region known as West Zeeland Flanders (WZV), is poorer in several respects than in other places in The Netherlands. The regional road authorities selected the WZV area as the site for introducing a sustainably safe traffic system. The Ministry of Transport and Public Works then designated this area as the site for a demonstration project. Among other things, this means that a monitoring system will be used for meticulously following the developments within this geographic area. The SWOV (Institute for Road Safety Research) has developed this system and compiled various strategies for carrying it out.

One element of this monitoring is the testing of measures in the area of road infrastructure against the design principles for sustainably safe road networks. The strategy proposed for this testing was then worked out in more detail to create a design for the testing. The actual testing may possibly take place within follow-up projects.

This testing must answer three questions:

- Does the design of the road network in WZV conform to the design principles for sustainably safe road networks?
- Does the behaviour of road users change as a result of applying the design principles for sustainably safe road networks?
- Does behaviour change in accordance with the line of reasoning relating to the design and use of principles for sustainably safe road networks?

Since no ready-made research methods and techniques exist for the actual testing done to find answers to these questions, this report presents a detailed description of the design.

This design consists of three parts: 'functionality', 'homogeneity' and 'predictability'.

Functionality involves the road network's intended use. We will test this beforehand with models calculated to show the effects of the various traffic measures on selected traffic routes, and afterward with counts, surveys and measurements that will establish the actual situation.

Homogeneity involves the circumstances, such as differences in speed and dimensions, under which the various types of traffic (pedestrian, vehicular, bicycles, etc.) are combined. Testing this occurs beforehand by evaluating the planned rules and possibilities for behaviour, and afterward by perceiving the actual traffic situations.

Predictability will be established by means of field, simulator, video and photo studies, each of which will establish different combinations of five different aspects of behaviour. These aspects of behaviour are: identifying road types and situations, identifying limitations in one's own behaviour, predicting situations and behaviour, controlling of encounters/limited effort, and limited variation in behaviour/agreement with desired behaviour.

All activities for testing will be focused on an itinerary in WZV which includes all types of sustainably safe roads.



# Inhoud

<i>Inleiding</i>	7
<i>Leeswijzer</i>	8
<b>Deel I Opzet voor een onderzoek</b>	
1. <i>Doel, definities en uitgangspunten</i>	11
1.1. Doel	11
1.2. Definïering van enkele belangrijke begrippen	11
1.3. Uitgangspunten	13
2. <i>Uitwerking onderzoeksvragen</i>	15
2.1. Eerste onderzoeksvraag	15
2.2. Tweede onderzoeksvraag	17
2.3. Derde onderzoeksvraag	17
3. <i>Opzet van de toetsing</i>	18
3.1. Inleiding	18
3.2. Functionaliteit	18
3.3. Homogeniteit	21
3.4. Voorspelbaarheid	23
3.5. Planning	24
4. <i>Steekproef</i>	27
<b>Deel II Beoordeling van Functionaliteit en Homogeniteit</b>	
5. <i>Beoordeling Functionaliteit</i>	35
5.1. Functioneel ontwerp	35
5.2. Ontwerpvariabelen en reken- of gedragsmodellen per niveau	36
5.2.1. Ontwerpvariabelen	36
5.2.2. Reken- en gedragsmodellen per ontwerpvariabele	36
5.3. Indicatoren en meetinstrumenten	38
5.3.1. Indicatoren	38
5.3.2. Meetinstrumenten per indicator	38
5.4. Uit te voeren werkzaamheden	39
6. <i>Beoordeling Homogeniteit</i>	40
6.1. Inleiding	40
6.2. Ontwerpvariabelen en reken- of gedragsmodellen per niveau	40
6.2.1. Ontwerpvariabelen	40
6.2.2. Reken- en gedragsmodellen per ontwerpvariabele	41
6.3. Indicatoren en meetinstrumenten	42
6.3.1. Indicatoren	42
6.3.2. Meetinstrumenten per indicator	42
6.4. Toetsing volgens operationele eisen C.R.O.W	43
6.5. Uit te voeren werkzaamheden	44
<i>Bijlage I Functionele en operationele eisen C.R.O.W</i>	45

### **Deel III Varianten voor de toetsing van voorspelbaarheid**

7.	<i>Inleiding</i>	49
8.	<i>Voorspelbaarheid</i>	50
9.	<i>Methoden en metingen</i>	51
9.1.	Veldstudie	51
9.2.	Simulatiestudie	52
9.3.	Studie met videobeelden	52
9.4.	Studie met fotomateriaal	52
9.5.	Overzicht van methoden	52
10.	<i>Algemene opzet van toetsing</i>	54
10.1.	Experimentele route	54
10.2.	Voor- nameting	54
10.3.	Proefpersonen	55
10.4.	Kosten	55
11.	<i>Varianten</i>	56
11.1.	Kosten per variant (bij benadering)	56
11.2.	Tijdschema	56
	<i>Bijlage 2 Notitie SWOV</i>	59
	<i>Bijlage 3 Notitie TNO-TM</i>	75
	<i>Literatuur</i>	83

## Inleiding

De verkeersveiligheid in de provincie Zeeland steekt in een aantal opzichten ongunstig af bij die in de overige provincies van Nederland. In het najaar van 1993 hebben de rijks-, provinciale en lokale autoriteiten voorgesteld om deze situatie aan te pakken volgens de principes van een duurzaam-veilig wegverkeer. Als gebied om een duurzaam-veilig verkeerssysteem te introduceren heeft men vervolgens West-Zeeuwsch-Vlaanderen (WZV) uitgekozen.

In opdracht van de provincie Zeeland heeft het adviesbureau DHV Milieu en Infrastructuur daartoe in 1994 een vooronderzoek uitgevoerd. Het rapport *Duurzaam Veilig in West-Zeeuwsch-Vlaanderen* noemt verschillende varianten voor verbeteringen van de verouderde wegenstructuur op een duurzaam-veilige manier, aangevuld met maatregelen op het gebied van educatie, voorlichting en politietoezicht.

Op initiatief van de regionale bestuursorganen heeft de Hoofddirectie van Rijkswaterstaat aan de uitvoering van deze plannen de status van 'demonstratieproject duurzaam-veilig wegverkeer' gegeven. Door een zo kort mogelijke doorlooptijd en een adequate organisatie en beheersing van het project zullen het uiteindelijke resultaat en de wijze waarop dit wordt bereikt, als voorbeeld dienen voor het landelijk verkeersveiligheidsbeleid en het beleid in andere regio's.

Het hoofddoel van het demonstratieproject is een reductie van de verkeersonveiligheid in WZV met ten minste 60% in de periode tussen 1986 tot 2010. Het is echter de wens van de Hoofddirectie om het hele demonstratieproject in een periode van vijf à zes jaar te doen uitvoeren, met inbegrip van een evaluatie van het project met behulp van een monitorsysteem. De overdracht van kennis en ervaring en het verkrijgen van draagvlak zijn belangrijke nevensdoelen van het demonstratieproject.

Aangezien de Hoofddirectie de implementatie van een duurzaam-veilig wegverkeer wil bevorderen, heeft zij haar Adviesdienst Verkeer en Vervoer (AVV) gevraagd van dit demonstratieproject, zowel wat de inhoud als wat het proces betreft, de effecten vast te stellen en de ervaringen uit te dragen naar andere regio's.

In opdracht van AVV heeft vervolgens de SWOV een systeem uitgewerkt voor het monitoren van het demonstratieproject, waarbij tevens een 'draaiboek' is samengesteld voor de uitvoering van het monitorsysteem. Een en ander is vastgelegd in het SWOV-rapport *Monitoring van het demonstratieproject 'duurzaam-veilig West-Zeeuwsch-Vlaanderen': definitiestudie* (Catshoek & Janssen, 1995).

Een van de onderdelen van de monitor bestaat uit een toetsing van de maatregelen op het gebied van de weginfrastructuur aan de ontwerpprincipes van een duurzaam-veilig wegennet. Het (in genoemd rapport) daartoe opgestelde draaiboek is verder uitgewerkt in het hier gerapporteerde project: 'Toetsing wegennet West-Zeeuwsch-Vlaanderen aan beginselen van duurzaam-veilige vormgeving en gedrag'.

De feitelijke toetsing zal eventueel in vervolgprojecten plaatsvinden.

## Leeswijzer

De toetsing van de in West-Zeeuwsch-Vlaanderen toegepaste maatregelen is opgesplitst in drie delen: 'Functionaliteit', 'Homogeniteit' en 'Voorspelbaarheid'. Deze begrippen worden in het vervolg van dit rapport toegelicht en uitgewerkt.

De uitwerking van de onderdelen 'Toetsing Functionaliteit' en 'Toetsing Homogeniteit' is opgenomen in deel II van dit rapport, getiteld *Beoordeling van Functionaliteit en Homogeniteit* (Dijkstra, 1997).

In deel III van dit rapport, getiteld *Varianten voor de toetsing van de voorspelbaarheid* (Noordzij, 1997), wordt het onderdeel 'Toetsing Voorspelbaarheid Gedrag' behandeld. Dit deel bevat twee bijlagen: *Plan van aanpak Toetsing wegens West-Zeeuwsch-Vlaanderen* (TNO-TM, 1996) en *Behavioural Measurements for Testing Predictability of Behaviour* (Gundy, 1996).

Het nu eerst volgende deel I, *Opzet voor een onderzoek* vat bovengenoemde deelrapporten samen en geeft de algemene opzet van het voorgestelde onderzoek (in hoofdstuk 3).

## Deel I Opzet voor een onderzoek



# 1. Doel, definities en uitgangspunten

## 1.1. Doel

Het doel van de toetsing van de in West-Zeeuwsch-Vlaanderen (WZV) toegepaste maatregelen bestaat uit het afzetten van het nieuwe wegennet van WZV tegen de grondbeginselen van duurzaam-veilige vormgeving en gedrag. Bij die toetsing moeten drie vragen beantwoord worden:

- Is de vormgeving van het wegennet in WZV conform de duurzaam-veilige ontwerpprincipes?
- Verandert het gedrag van weggebruikers als gevolg van de duurzaam-veilige vormgeving van het wegennet?
- Verandert het gedrag in overeenstemming met de gedachtengang over een duurzaam-veilige vormgeving en gebruik?

In hoofdstuk 3 gaan we dieper op deze onderzoeksvragen in.

Dit project levert een plan van aanpak voor de beantwoording van deze vragen, met een uitwerking van de duurzaam-veilige grondbeginselen in een 'gedachtengang' en voorstellen voor de toetsingsmethodieken, inclusief een opzet voor het toetsingsonderzoek.

De uitvoering van toetsing zelf behoort *niet* tot de werkzaamheden in dit project.

## 1.2. Definiëring van enkele belangrijke begrippen

### *Grondbeginselen*

De vormgeving van het wegennet wordt zo gekozen dat verwacht mag worden dat daarmee het gebruik voldoet aan drie grondbeginselen van een duurzaam-veilig verkeerssysteem (zie *Nationale Verkeersveiligheidsverkenning*, 1992):

- functioneel gebruik van het wegennet;
- homogeniteit van het verkeer in relatie tot de vormgeving van wegvakken en kruisingen;
- voorspelbaar verkeersgedrag.

### *Functionaliteit*

De functionaliteit van een wegennet wordt beschreven als het door de wegbeheerder bedoelde gebruik van de infrastructurele voorzieningen zoals wegen, kruisingen, fietspaden, trottoirs en dergelijke. Hierbij wordt onderscheid gemaakt naar functionele wegcategorieën; per wegcategorie is het beoogde gedrag van de verkeersdeelnemer aangegeven. Als voorbeeld geldt het snelheidsregime in 30 km/uur-gebieden, waar inderdaad maximaal 30 km/uur en niet feitelijk veel sneller mag worden gereden.

Het is nog een vraag hoe precies de wegbeheerder het 'bedoelde gebruik' vaststelt.

De voorwaarden voor een duurzaam-veilig functioneel gebruik van het wegennet houden in:

- *routekeuze*; bijvoorbeeld geen sluijverkeer door woonbuurten;
- *voertuigsoorten* die gebruik maken van dezelfde weg; bijvoorbeeld geen fietsers (met geringe massa) op rijbanen waarop het autoverkeer (met zware massa) sterk domineert;
- *doorstroming en bereikbaarheid*; bijvoorbeeld lage rijsnelheden garanderen ingeval van tegemoetkomend, kruisend en overstekend verkeer of bijvoorbeeld het realiseren van directe en snelle verbindingen, ook voor fietsers en voetgangers;
- *intensiteiten*; bijvoorbeeld beperkingen aan de hoeveelheid autoverkeer op erftoegangswegen in verband met verwarring over de functie van die wegen en het weren van sluijverkeer.

In dit rapport wordt getoetst of de gekozen functie van het wegennet overeenkomt met de gedachten die daarover zijn ontwikkeld. Aanvankelijk zijn er de theoretische beginselen, vervolgens past de wegontwerper die toe op de relevante ontwerpvariabelen en ten slotte past men het wegennet aan. Bij elke stap zal informatie verloren gaan en kunnen verschillende interpretaties domineren. De toetsing moet hierover helderheid verschaffen.

#### *Homogeniteit*

Homogeniteit betekent in dit verband het nastreven van een gelijkmatige verkeersstroom op wegvakken en het afdwingen van lage snelheden op de kruispunten voor alle voertuigen. Dit kan door een combinatie van de juiste vormgeving en geschikte verkeersregels toe te passen. Bij de realisatie dient als voorbeeld de rotonde die de relatief hoge snelheden op de wegvakken voor alle voertuigen reduceert tot een matig en gelijkmatig snelheidsgedrag. Homogeniteit wordt gegarandeerd door voorwaarden te stellen aan:

- *verschillen in snelheid en bewegingsrichting* tussen verkeersdeelnemers; bijvoorbeeld door aanpassing van de snelheidsmogelijkheden van het autoverkeer aan die van de fiets of door scheiding van de bromfiets en de fiets;
- *verschillen in massa en kwetsbaarheid* van de verkeersdeelnemers, ook ten opzichte van obstakels langs de weg; bijvoorbeeld door scheiding van motorvoertuigen en overige voertuigen en door eisen over de minimale afstand van obstakels tot de rijbanen.

Er kan getoetst worden of de gekozen vormgeving van wegvakken en kruisingen, gegeven de functie van het wegennet, overeenkomt met de gedachten die daarover zijn ontwikkeld. In feite zijn de infrastructurele plannen voor de onderdelen van het wegennet van WZV in diverse stadia al getoetst door deskundigen. Maar de voorgenomen veranderingen zijn nog maar gedeeltelijk uitgewerkt. Bovendien is achteraf niet erg duidelijk hoe die toetsing is verlopen. Standaardisering van de toetsing is wellicht wenselijk.

#### *Voorspelbaarheid*

Voorspelbaarheid van het eigen verkeersgedrag en dat van anderen, wil zeggen dat de routekeuze en de manoeuvres voor alle verkeersdeelnemers overal en altijd begrijpelijk en eenvoudig gehouden worden. Het heeft te maken met de tijd en moeite die het kost en die beschikbaar moet zijn om de juiste route te vinden, de manoeuvres goed uit te voeren en te anticiperen op het gedrag van de andere weggebruikers. Ook hier is de rotonde het voorbeeld: de mogelijke manoeuvres zijn eenvoudig en beperkt in aantal, de snelheid ligt laag en de voorrangregeling is uniform, althans zou dat kunnen zijn.



Voorspelbaar verkeersgedrag komt tot stand door rekening te houden met de volgende aspecten:

- *Herkenbaarheid van verkeerssituaties*; duidelijkheid over functie, vormgeving en gebruik van de onderdelen van het wegennet. Bijvoorbeeld bij autobestuurders moet er geen twijfel bestaan over de mogelijke aanwezigheid van fietsers.
- *Bereidheid van verkeersdeelnemers* om het gewenste gedrag (functie) ook feitelijk te vertonen. Bijvoorbeeld alleen regels instellen die helder en uitvoerbaar zijn voor de verkeersdeelnemers en daarom eerder geaccepteerd worden.
- *Eenvoud in de inrichting* van de verkeerssituaties; geen gecompliceerde vormgeving, zoals bijvoorbeeld bij onoverzichtelijke linksaf manoeuvres op kruispunten, en geen potentiële (verborgen) conflicten.

Kort gezegd zal er getoetst worden of met de gekozen functie en vormgeving ook het feitelijk gedrag van weggebruikers voldoet aan de drie grondbeginselen.

Bij de vormgeving van het wegennet kan ervoor worden gezorgd dat het gedrag dat van de gebruikers gewenst wordt zoveel mogelijk wordt afgedwongen of uitgelokt. Toch kan worden verondersteld dat het feitelijk gebruik beter zal zijn als de functionele indeling en vormgeving gemakkelijk te begrijpen zijn en als de gebruikers instemmen met de bedoelingen van het wegennet. Dat laatste is het geval als gebruikers het gevoel hebben dat redelijk voldaan wordt aan hun eigen behoefte aan verplaatsingen (en aan die van anderen) of als men weinig bezwaar toont tegen de beperkte gebruiksmogelijkheden die het wegennet hen biedt.

Bij de vormgeving van het wegennet van WZV binnen de bebouwde kom wordt de bevolking betrokken en wordt daarnaar ook onderzoek gedaan. Daarom richt dit plan zich op het feitelijk gedrag en niet op begrip en instemming als voorwaarden voor dat gedrag.

### 1.3. Uitgangspunten

In deze opzet gelden de volgende uitgangspunten:

- Het meetplan moet zijn afgestemd op het wegennet van WZV. Daarbij dient bedacht te worden dat het wegennet, het verkeer en het ongevallebeeld van WZV kenmerkend zijn voor een plattelandsgebied met gemengd agrarische en recreatieve bestemming.
- Ook moet worden bedacht dat eventuele veranderingen in de veiligheid en het gedrag van weggebruikers niet uitsluitend zijn toe te schrijven aan de aanpassing van de vormgeving van het wegennet volgens de gedachten van een duurzaam-veilig verkeer. Zo kan onder meer het verkeersaanbod veranderen als gevolg van de aanleg van een nieuwe oeververbinding.
- Het plan voor het verzamelen en verwerken van metingen moet tegelijk zo algemeen zijn dat het met kleine aanpassingen bruikbaar is voor andere proefgebieden.
- En ten slotte moet de uitvoering van de toetsing, naast uitspraken over veranderingen in WZV, zoveel mogelijk algemeen-geldige uitspraken toelaten over een duurzaam-veilige vormgeving van het wegennet en een duurzaam-veilig gebruik.

### *Steekproef*

De besproken tellingen, metingen en waarnemingen zullen we zoveel mogelijk concentreren op een steekproef uit het wegennet van West-Zeeuwsch-Vlaanderen. We proberen bovendien om die steekproef tot een aaneengesloten route te laten behoren, want dat vergemakkelijkt eventueel gedragsonderzoek met proefpersonen in motorvoertuigen.

## 2. Uitwerking onderzoeksvragen

### 2.1. Eerste onderzoeksvraag

De eerste onderzoeksvraag in dit project luidt:

- *Is de vormgeving van het wegennet in WZV in overeenstemming met de duurzaam-veilige ontwerpprincipes?*

Deze vraag zou voorafgegaan kunnen worden door de vraag:

- *Zijn de duurzaam-veilige ontwerpprincipes in overeenstemming met het 'duurzaam-veilig'-concept?*

Het DV-concept is in *Naar een duurzaam veilig wegverkeer* (SWOV, 1992) (het zogenoemde 'paarse boek') naar voren gebracht en nadien op vele aspecten verder uitgewerkt. Bij die uitwerking is men aanvankelijk zuiver theoretisch te werk gegaan. De C.R.O.W-werkgroep 'Categorisering van wegen' heeft in dit verband de zogeheten 'Functionele eisen' opgesteld. Deze eerste concretisering van het concept introduceert de eerste concessies, het eerste beetje water in de wijn. We noemen dit verder een verlies aan informatie; zie *Afbeelding 1*, informatieverlies #1).

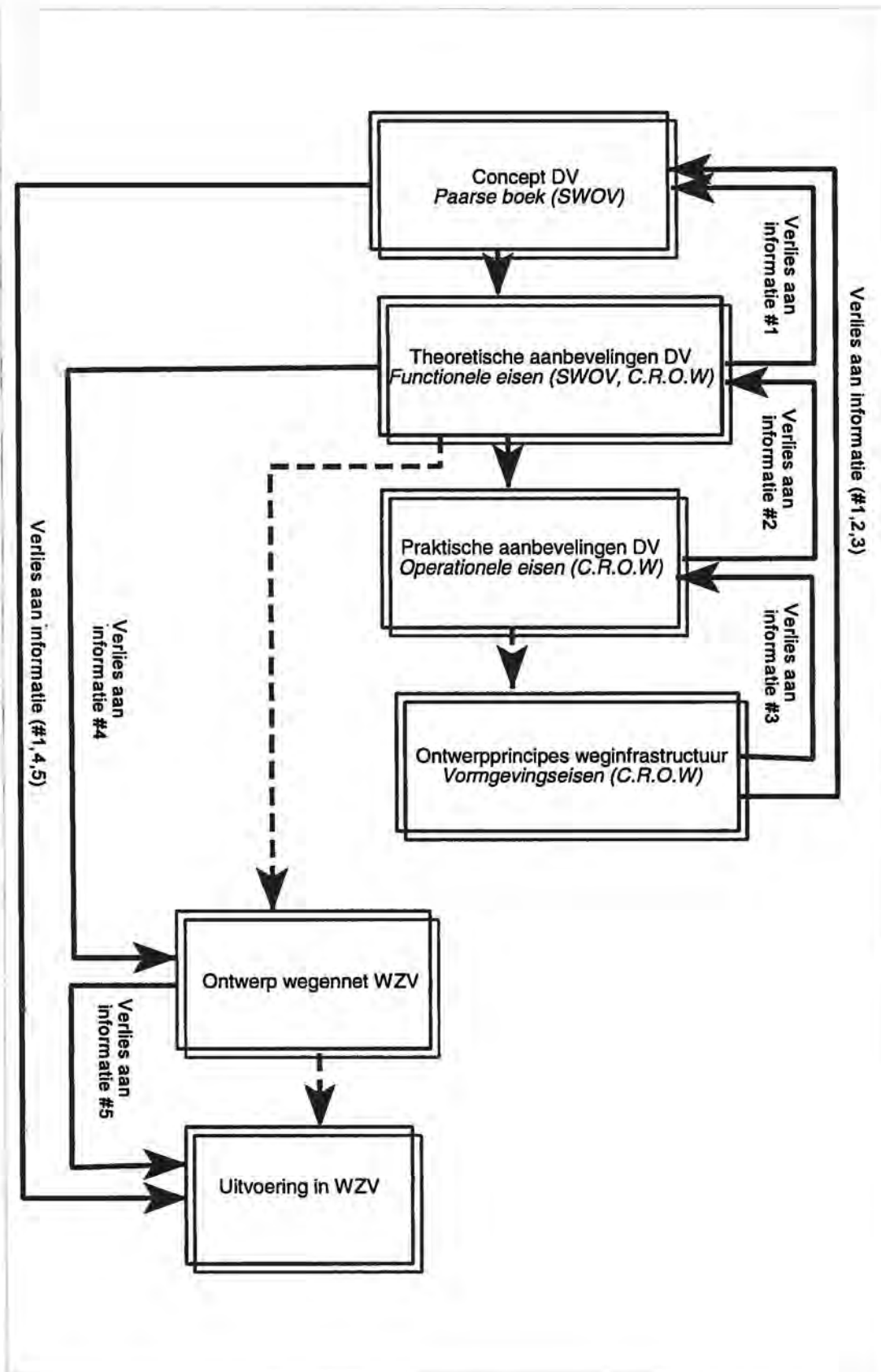
Daaropvolgend zijn er aanbevelingen gedaan om toepassing in de praktijk mogelijk te maken (verlies aan informatie #2). Deze aanbevelingen zijn in C.R.O.W-verband de 'Operationele eisen' genoemd. Dergelijke aanbevelingen doen weer enigszins afbreuk aan het oorspronkelijke concept (de som van #1 en #2).

Met behulp van die praktische aanbevelingen zijn of worden vervolgens weer duurzaam-veilige ontwerpprincipes voor de weginfrastructuur opgesteld (verlies aan informatie #3). Deze stap moet bij het C.R.O.W nog volgen ('Vormgevingseisen'). De 'duurzaam-veilig'-ontwerpprincipes zullen worden gericht op de toepassing in de praktijk en vormen daardoor niet meer de één-op-één afspiegeling van de theoretische aanbevelingen of functionele eisen (som van #2 en #3), laat staan van het DV-concept (som van #1, #2 en #3).

In de provincie Zeeland heeft men de destijds bekend veronderstelde DV-ontwerpprincipes (dus nog niet de vormgevingseisen die het C.R.O.W zal gaan stellen) toegepast bij het ontwerp van het wegennet in WZV. Daarbij moest men rekening houden met de omstandigheden en mogelijkheden zoals die zich in WZV voordoen (verlies aan informatie #4). Ook dat leidt weer tot een verdere afwijking van het DV-concept (som van #1 en #4).

De laatste afwijking zal optreden bij de feitelijke uitvoering (verlies aan informatie #5). Dit leidt tot een totaal verlies gelijk aan de som van #1, #4 en #5.

Zowel in de lijn via het C.R.O.W als via de toepassing in WZV heeft zich het verlies aan informatie opgestapeld. De toetsing in WZV zal inzicht geven in één van beide verliezen; er zou los hiervan ook een toetsing van de C.R.O.W-eisen moeten plaatsvinden.



Afbeelding 1. Van concept naar uitvoering: verlies aan informatie.

## 2.2. Tweede onderzoeksvraag

De tweede onderzoeksvraag is:

- *Verandert het gedrag van weggebruikers als gevolg van de duurzame vormgeving?*

De hier bedoelde duurzame vormgeving betreft de vormgeving zoals die in West-Zeeuwsch-Vlaanderen gestalte zal krijgen. In de vorige paragraaf hebben we geconstateerd dat de feitelijk uitgevoerde vormgeving nogal af kan wijken van de het DV-concept en van de DV-ontwerpprincipes.

Het gedrag van de weggebruikers na de introductie van de DV-vormgeving zullen we op verschillende aspecten kunnen vergelijken met het gedrag in de huidige situatie zonder DV-vormgeving; zie de uitwerking hiervan in het onderdeel 'Voorspelbaarheid'. We kunnen dan uitspraken doen over de mate en aard van de veranderingen in dat gedrag. We kunnen echter niet verder gaan dan constateren dat die veranderingen voor een (nader vast te stellen) deel het gevolg zijn van de vormgeving zoals die in WZV is gekozen. Een andere vormgeving volgens voor het overige dezelfde DV-principes zou wellicht een ander gedrag bewerkstelligen. In andere projecten met een demonstratief karakter zijn misschien voorbeelden van alternatieve vormgevingen te vinden. Een vergelijking van het vertoonde gedrag in beide situaties kan inzicht geven in de 'rekbaarheid' van de uitvoeringsmogelijkheden van de DV-ontwerpprincipes.

## 2.3. Derde onderzoeksvraag

De derde en laatste onderzoeksvraag luidt:

- *Verandert het gedrag in overeenstemming met de gedachtengang over een duurzaam-veilige vormgeving en gebruik?*

In de voorgaande paragraaf bedoelden we met 'het gedrag' het vertoonde gedrag ongeacht de wenselijkheid ervan. Een gedragsverandering die in een ongewenste richting gaat is uiteraard niet beoogd. Daarom zullen we moeten nagaan of het vertoonde gedrag overeenstemt met het gedrag dat past bij de evenknie van de theoretische aanbevelingen voor de weginfrastructuur (functionele eisen van het C.R.O.W), namelijk het SWOV-rapport *In de hoofdrol* (Noordzij e.a., 1995).

Voor dat rapport geldt, evenals voor de uitwerking van de vormgeving, dat er bij elke verdere uitwerking informatieverlies optreedt. Men zou het feitelijk gedrag daarom moeten vergelijken met gedrag dat men wenst of passend acht bij de vormgeving die in WZV tot stand is gekomen. Dus we zouden het gedrag moeten beschrijven dat DV-eigenschappen heeft en dat in de toekomstige DV-vormgeving van WZV passend en gewenst is.

### 3. Opzet van de toetsing

#### 3.1. Inleiding

Voor de hier voorgestelde toetsing zijn geen kant-en-klare onderzoeksmethoden en -technieken beschikbaar. Daarom voeren we eerst dit voorbereidende onderzoek uit. Daarin is per beginsel uitgewerkt hoe deze vragen kunnen worden beantwoord.

Bij functionaliteit en homogeniteit zijn alle vragen uit hoofdstuk 2 van belang; bij voorspelbaarheid gaat het vooral om de laatste vraag. Gemeenschappelijk aan de toetsing van alle drie beginselen is dat het te verzamelen materiaal betrekking heeft op een en dezelfde route binnen het wegennet van WZV. Dit maakt het mogelijk de resultaten van de diverse methoden en metingen onderling te koppelen per onderdeel van de route (zie hoofdstuk 4). Ook gemeenschappelijk is dat zowel de voor- als nasituatie wordt vastgelegd.

In de volgende paragrafen wordt samengevat hoe de drie beginselen zijn uitgewerkt tot een opzet voor onderzoek. Dat onderzoek heeft, behalve het beantwoorden van de onderzoeksvragen, als bijkomend doel ervaring op te doen met dit soort (toetsings)onderzoek.

#### 3.2. Functionaliteit

De functionaliteit zal tot stand komen als er voldaan is aan enkele voorwaarden. Dat zijn: geschikte routekeuze, goede doorstroming en goede bereikbaarheid. Deze voorwaarden kunnen we al in de ontwerpfase beïnvloeden door bij elke voorwaarde ten minste een ontwerpvariabele te kiezen. Het effect van een ontwerpvariabele kunnen we vooraf evalueren door rekenmodellen toe te passen. De situatie zoals die nu is en na de uitvoering zal zijn, kunnen we vastleggen door metingen, tellingen, observaties en inspecties. De observaties en inspecties kunnen we statisch en dynamisch uitvoeren, dat wil zeggen dat men op geselecteerde locaties kan gaan staan inspecteren/observeren, respectievelijk dat men in rijdende voertuigen waarnemingen verricht.

*Tabel 3.1* geeft de gegevens inzake de functionaliteit weer. Bij de voorwaarde 'Routekeuze' behoren vier ontwerpvariabelen: herkomsten en bestemmingen (R1), wegcategorisering (R2), bewegwijzering (R3) en markering en bebording (R4).

Een HB-matrix geeft een beeld van de herkomsten en bestemmingen. Uiteraard kunnen we de herkomsten en bestemmingen moeilijk beïnvloeden maar ze zijn wel van groot belang voor het verkeerspatroon in een wegennet en ze vormen de basis van elk verkeers(reken)model. Om deze gegevens te verkrijgen moeten we veel werk verzetten, daarom is de meetbaarheid beoordeeld als 'moeilijk'. In de huidige situatie en na de uitvoering kunnen we de herkomsten en bestemmingen bepalen met enquêtes en kentekenonderzoek.

De wegcategorisering is de kern van DV. In een verkeersmodel kunnen we aan elk wegtype een (on)veiligheidsniveau toekennen en op die manier het veiligheidseffect van DV vooraf evalueren. Zowel in de huidige situatie als

Voorwaarde	Ontwerpvariabele	Reken- of gedragsmodel	Meetbaarheid tijdens ontwerp	Meetinstrument	Meetbaarheid voor/na uitvoering	Relevantie vaststellen DV-gehalte
<i>Functionaliteit</i>						
Geschikte Routekeuze (netwerk)	R1 (herkomsten en bestemmingen)	(HB-matrix)	-	enquête; kentekenonderzoek	+	####
	R2 wegcategorisering	verkeersmodel	+	inspecteren	++	#####
	R3 bewegwijzering	(voorschriften)	++	inspecteren	++	####
	R4 markering en bebording	(voorschriften)	++	inspecteren	++	####
Goede Doorstroming (route, wegvak)	D1 snelheid	verkeersstroommodel	-	radar; lussen	++	###
	D2 snelheidsverloop	idem	-	radar; video, lussen	+	###
	D3 kruisende en wevende stromen	idem	-	observatie	+	###
	D4 intensiteit	toedelingsmodel	+	lussen	++	##
Goede Bereikbaarheid (netwerk, route)	B1 omrijfactor	toedelingsmodel	+	enquête	+	#
	B2 rijsduur	idem	+	idem	+	##
	B3 afstand	netwerkmodel	+	idem	+	#
Meetbaarheid: -- = zeer moeilijk; - = moeilijk; + = eenvoudig; ++ = zeer eenvoudig. Relevantie DV-gehalte # = gering; ... ##### = groot						

Tabel 3.1. Ontwerpvariabelen en reken- of gedragsmodellen voor de 'Functionaliteit'

na de uitvoering kunnen we de mate van overeenstemming van elke weg met de DV-vormgeving vergelijken met de operationele eisen die het C.R.O.W heeft opgesteld (zie Tabel B in het deel II van dit rapport, 'Beoordeling van Functionaliteit en Homogeniteit'). Een eenvoudige inspectie kan hier voor dienst doen.

De bewegwijzering en markering/bebording kunnen we met de voorschriften tot stand brengen. Vervolgens zou een inspectie moeten aantonen of conform de operationele C.R.O.W-eisen is gehandeld.

Aan de voorwaarde 'Doorstroming' kennen we vier ontwerpvariabelen toe: snelheid (D1), snelheidsverloop (D2), kruisende en wevende verkeersstromen (D3) en intensiteit (D4). Met een verkeersstroommodel is het mogelijk vooraf uitspraken te doen over snelheid(sverloop) en de kruisende/wevende verkeersstromen. Dergelijke modellen zijn erg bewerkelijk en dus nogal moeilijk in de toepassing. De intensiteit volgt uit een onderdeel van het verkeersmodel. In de huidige praktijksituatie en na de uitvoering kunnen we deze variabelen waarnemen door metingen en observatie.



De bereikbaarheid is een resultante van de ritduur, afstand en omrijfactor, alle drie onderdeel van een verkeersmodel en dus redelijk eenvoudig in de ontwerpfase te variëren. In de bestaande situatie en na de uitvoering hebben we een enquête nodig om deze variabelen te meten.

*Bijdrage aan vaststellen DV-gehalte*

Vervolgens is de vraag in welke mate de ontwerpvariabelen van belang zijn bij het bepalen van het DV-gehalte van een wegennet. Deze vraag is vooralsnog door onszelf (= SWOV) beantwoord. Waarbij als criterium geldt in hoeverre een variabele bijdraagt aan de belangrijkste voorwaarden voor DV, namelijk dat ongelijksoortige verkeerssoorten (massa, snelheid, kwetsbaarheid) gescheiden moeten worden en dat bij onvermijdelijke ontmoetingen het snelheidsverschil zo gering mogelijk moet zijn.

Als voorbeeld: de categorisering zorgt voor het scheiden van verkeerssoorten en scoort dus hoog bij het bepalen van het DV-gehalte. Terwijl de afstand die verkeersdeelnemers afleggen voor een belangrijk deel ondergeschikt is aan of afgeleid is van andere variabelen en dus laag scoort.

*Extra tellingen, metingen en modellen*

De feitelijke toetsing bestaat uit het modelleren van verkeer en verkeersbewegingen, het uitvoeren van enquêtes, kentekenonderzoek, inspecties, observaties en metingen met radar en lussen. In *Tabel 3.2* zijn deze werkzaamheden gespecificeerd.

	Benodigde netto tijd	Apparatuur / software	Aantal locaties op de route
verkeersmodel	1)	n.v.t.	-
verkeersstroommodel	half jaar	software ontwikkelen	-
toedelingsmodel	1)	n.v.t.	-
netwerkmodel	1)	n.v.t.	-
enquête (voorbereiding en uitvoering)	twee maanden	-	±10 (de belangrijkste toegangen tot de route)
kentekenonderzoek	1 dag	-	-
inspectie	2 dagen	-	21
observatie	twee weken	-	(=alle wegvakken)
radar	1 dag per locatie	radarapparatuur en software beschikbaar	-
video	1 dag per locatie	videoapparatuur en software beschikbaar	7
lussen (aanbrengen)	1 maand	lussen en software beschikbaar	-
analyse	1 maand	nvt	nvt

1) deze modellen zijn al beschikbaar

Tabel 3.2. Gegevens over de werkzaamheden voor de toetsing 'Functionaliteit'.



De eisen die we aan de uitvoerders stellen, hangen uiteraard af van het soort werk. Voor inspecties en observaties is geen hoog opleidingsniveau noodzakelijk. Maar verkeersbewegingen modelleren is een zeldzaam specialisme. De geschatte netto-duur van een activiteit is niet uitgedrukt in geld, maar ook hier geldt: tijd = geld.

We gaan ervan uit dat de toetsing zich volledig op de gekozen route richt.

### 3.3. Homogeniteit

De homogeniteit zal tot stand komen door te voldoen aan de voorwaarden: geringe verschillen in snelheid, massa en kwetsbaarheid en vermijden van ontmoetingen met tegengestelde rijrichtingen. Zoals gezegd kunnen we deze voorwaarden al in de ontwerpfase beïnvloeden door bij elke voorwaarde ten minste een ontwerpvariabele te kiezen; zie verder ook *Tabel 3.3*.

Voorwaarde	Ontwerpvariabele	Reken- of gedragsmodel	Meetbaarheid tijdens ontwerp	Meetinstrument	Meetbaarheid voor/na uitvoering	Relevantie vaststellen DV-gehalte
<i>Homogeniteit</i>						
Geringe verschillen in Snelheid (kruispunt, wegvak)	S1 snelheid per voertuigsoort per rijstrook of rijbaan	gedragsregels	+	radar; observatie	+	#####
Geringe verschillen in Bewegingsrichting (kruispunt, wegvak)	Ontmoetingen uit verschillende richtingen:					
	Bw1 combinaties van ontmoetende verkeerssoorten	gedragsregels	+	observatie	-	#####
	Bw2 frequentie	verkeersstroommodel	--	observatie	-	#
Geringe verschillen in Massa (wegvak, kruispunt)	Verskillende voertuigsoorten:					
	M1 mogelijke combinaties	gedragsregels	+	observatie	+	###
	M2 positie in het dwarsprofiel	botsmodel	--	observatie	+	##
Geringe verschillen in Kwetsbaarheid (wegvak, kruispunt)	Verskillende soorten verkeersdeelname:					
	K1 mogelijke combinaties	gedragsregels	+	observatie	+	###
	K2 positie in het dwarsprofiel	botsmodel	--	observatie	+	##
Meetbaarheid: -- = zeer moeilijk, - = moeilijk, + = eenvoudig, ++ = zeer eenvoudig, Relevantie DV gehalte # = gering, .... ##### = groot						

Tabel 3.3. Ontwerpvariabelen en reken- of gedragsmodellen voor de 'Homogeniteit'.

De ontwerpvariabele voor het snelheidsverschil (S1) is de maximumsnelheid die geldt voor een bepaalde voertuigsoort in een bepaalde situatie, bijvoorbeeld 50 km/uur voor motorvoertuigen op wegen in de bebouwde kom. De ontwerper kan de algemene gedragsregels en overige regelgeving (RVV 1990) eenvoudig toepassen. In de huidige situatie en na uitvoering is met observatie of radar het feitelijke snelheidsgedrag waar te nemen respectievelijk te meten.

De verschillen in bewegingsrichting kunnen we met twee ontwerpvariabelen beïnvloeden: de mogelijke combinaties van ontmoetende verkeersoorten (Bw1) en de frequentie van die ontmoetingen (Bw2). De eerstgenoemde variabele is weer eenvoudig met de gedragsregels/ regelgeving te bepalen; de andere variabele moeten we, met meer moeite, via een verkeers(stroom)-model achterhalen. In beide gevallen stellen we voor en na uitvoering door observatie de feitelijke situatie vast.

De verschillen in massa en kwetsbaarheid hebben veel overeenkomsten. De verschillen in massa betreffen we op de mogelijke combinaties van de verschillende voertuigsoorten (M1) en hun positie in het dwarsprofiel (M2). De verschillen in kwetsbaarheid betreft de mogelijke combinaties van verschillende verkeersdeelnemers (K1) en hun positie in het dwarsprofiel (K2).

Voor de combinaties van voertuigsoorten en van verkeersdeelnemers kunnen we met de gedragsregels/regelgeving het ontwerp vormgeven. Voor de positie in het dwarsprofiel hebben we een botsmodel nodig dat de effecten van de verschillende botstypen inzichtelijk maakt. De toepassing van zo'n botsmodel in een regulier wegontwerp is zeer moeilijk.

De vier variabelen (M1/2, K1/2) kunnen we alle voor en na uitvoering eenvoudig observeren.

#### *Bijdrage aan vaststellen DV-gehalte*

Vervolgens is weer de vraag in welke mate deze ontwerpvariabelen van belang zijn bij het bepalen van het DV-gehalte van een wegennet. Wederom is deze vraag door onszelf beantwoord met gebruik van eerder genoemde criterium. Met de volgende twee voorbeelden in gedachte: de noodzaak om snelheidsverschillen sterk te verminderen is van groot belang voor het DV-gehalte.

Ontmoetingen in tegengestelde richting mogen niet voor kunnen komen; daartoe brengen we voorzieningen aan die dat ook (bijna) onmogelijk maken. We zijn daarbij minder geïnteresseerd in de vraag of dergelijke ontmoetingen veel of weinig voorkomen. De frequentie van het aantal ontmoetingen in tegengestelde richting is dus van veel minder belang dan de aanwezigheid van een belemmerende voorziening.

#### *Extra tellingen, metingen en modellen*

De werkzaamheden voor de toetsing van de 'Homogeniteit' bestaan uit het ontwikkelen van twee modellen en het uitvoeren van observatie en radarmetingen. Het zwaartepunt ligt bij de observaties; zie verder *Tabel 3.4*. De eisen die we aan de uitvoerders stellen, hangen uiteraard weer af van het soort werk. Voor observaties en radarmetingen is geen hoog opleidingsniveau noodzakelijk. Maar verkeersbewegingen modelleren is een zeldzaam specialisme.

Ook hier geldt dat de benodigde tijd in een bepaalde vaste relatie tot de kosten zullen staan.

	Benodigde netto tijd	Apparatuur / software	Aantal locaties op de route
verkeersstroommodel	half jaar	software ontwikkelen	-
botsmodel	half jaar	software ontwikkelen	-
observatie	vier weken	-	21 (=alle wegvakken)
radar	1 dag per locatie	radarapparatuur en software beschikbaar	7
operationele eisen	1 maand	-	21
analyse	1 maand	nvt	nvt

Tabel 3.4. Gegevens over de werkzaamheden voor de toetsing 'Homogeniteit'.

### 3.4. Voorspelbaarheid

Het begrip voorspelbaarheid (van weg, verkeer en gedrag) is ontleend in vijf onderdelen:

1. herkennen van wegsoorten en situaties;
2. herkennen van beperkingen van eigen gedrag;
3. voorspellen van situaties en gedrag;
4. beheersing van ontmoetingen/beperkte inspanning;
5. beperkte variatie in gedrag/overeenstemming met gewenst gedrag.

Bij voorkeur moeten we alle vijf onderdelen onderzoeken/meten.

Uiteindelijk is voor de kans op het ontstaan van een ongeval het verkeersgedrag en de daarbij geleverde inspanning het belangrijkste. Maar wezenlijk aan de gedachten omtrent een DV-wegennet is de veronderstelling dat een veiliger gedrag voortkomt uit een betere herkenning en voorspelling van de wegsoorten (-categorieën), -situaties en het verkeersgedrag (van anderen).

Voor de meting van die onderdelen komen vier methoden in aanmerking. In tabelvorm is aangegeven hoe de methoden de vijf onderdelen van voorspelbaarheid meten:

Methode	1	2	3	4	5	Bijzonderheden
veldstudie	-	-	-	++	++	voormeting op korte termijn
simulatorstudie	-	-	-	+	+	voor- en nameting en tevens vergelijking met ideaal wegnnet
videostudie	+	+	++	-	-	opname voorsituatie op korte termijn
fotostudie	++	++	+	-	-	idem

Onderdelen 1, 2 en 3 kunnen het best gemeten worden met een combinatie van video- en fotostudie. Onderdelen 4 en 5 kunnen gemeten worden met veld- en/of simulatorstudie. De veldstudie is daarvoor iets meer geschikt, maar de simulator heeft enkele bijkomende voordelen. Om de kosten te drukken zou een van beide studies kunnen vervallen.

De voorkeur gaat uit naar een combinatie van alle vier methoden. In verband met de kosten moet dan gewerkt worden met een minimum aantal proefpersonen. Deze variant heeft ook de voorkeur vanwege de mogelijkheid om de ervaringen met en resultaten van de studies onderling te vergelijken. Met die vergelijking kan voor de nameting in WZV (en voor toepassing bij andere gelegenheden waarbij het wegennet wordt aangepast) een keus gemaakt worden voor een beperktere combinatie van methoden/metingen. Er komen enkele *groepen proefpersonen* in aanmerking:

	Groep	Bedoeling
1.	onbekend, jong/weinig ervaring	meeste invloed zichtbare wegkenmerken
2.	onbekend, oud	hulp nodig bij beoordelen situaties
3.	onbekend, volwassen/veel ervaring	ter vergelijking, invloed van bestaand wegennet
4.	bekend, jong (alleen veldstudie)	ruimte voor onvoorzichtig gedrag

De eerste groep geeft het meest duidelijk aan wat de voordelen zijn van een duurzaam-veilig wegennet. Deze groep moet dus in ieder geval worden onderzocht. De andere groepen hebben uiteenlopende bedoelingen, zodat een keuze voor een tweede groep lastig te maken is. Een tweede groep proefpersonen komt in aanmerking als de veldstudie of de simulatorstudie wordt weggelaten.

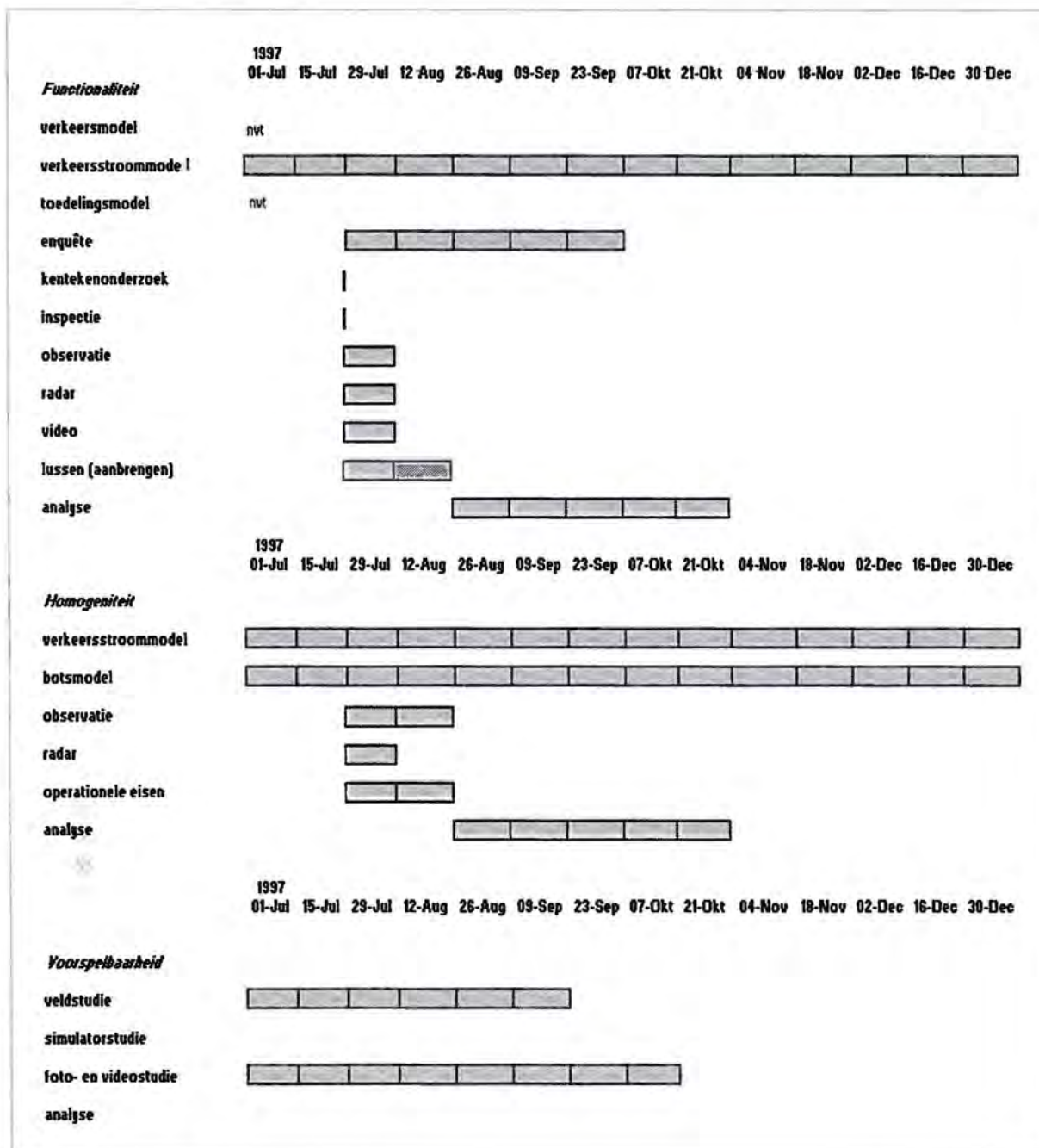
De metingen van *voor- en nasituatie* worden vergeleken. Daarbij wordt ook gebruik gemaakt van resultaten uit de toetsing van functionaliteit en homogeniteit, voorzover deze een aantal kenmerken van onderdelen van de route opleveren (algemene kenschets, gewenst gedrag, intensiteitsgrenzen, oordeel van verkeerskundigen over vormgeving). Verschillen tussen voor- en nameting kunnen worden uitgelegd als meer of minder voorspelbaar. Dat geldt ook voor verschillen tussen gemeten en gewenst gedrag en, in beperkte mate voor onderlinge verschillen tussen onderdelen van de route.

### 3.5. Planning

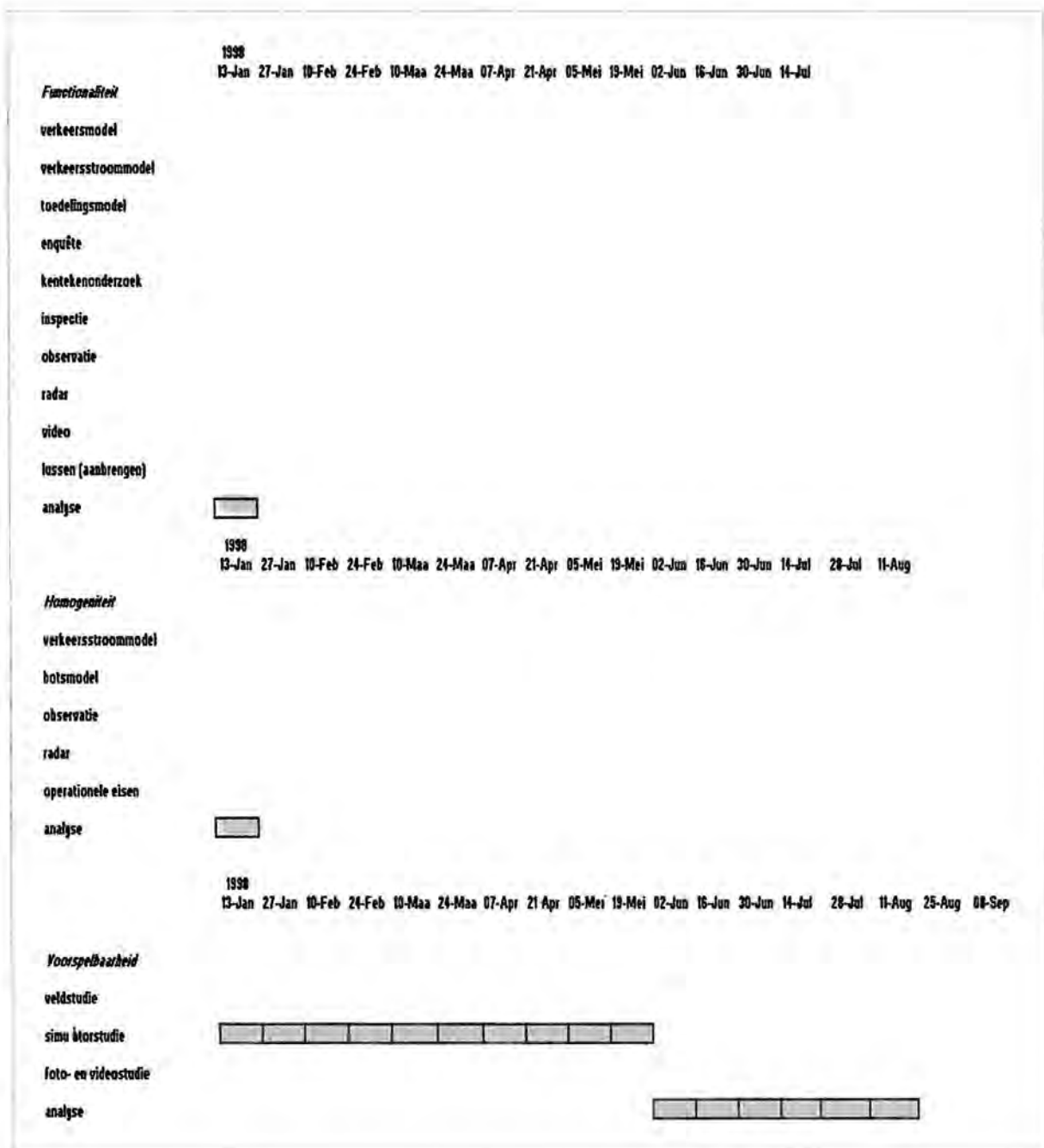
De genoemde werkzaamheden en studies hebben we in een tijdschema gezet: zie *Tabel 3.5* voor 1997 en *Tabel 3.6* voor 1998. De werkzaamheden in West-Zeeuwsch-Vlaanderen gaan onverminderd voort. Als we de voorsituatie nog willen vastleggen dan zullen we nog in 1997 tot daadwerkelijk onderzoek over moeten gaan.

Bij de planning van dit onderzoek zou een actueel overzicht van de projecten in West-Zeeuwsch-Vlaanderen goed van pas komen. Uit de beschikbare overzichten blijkt wel dat tal van projecten in de voorbereidingsfase verkeren. Maar de gevolgde open planprocedure maakt het bijna onmogelijk om te zeggen wanneer een project in de uitvoeringsfase komt. Ook in WZV ondervindt men hinder van deze onzekerheid, met name de monitoring van het DV-project verloopt daardoor stroef.

Een nastudie zal pas vanaf 2001 mogelijk zijn, zodra de werkzaamheden in West-Zeeuwsch-Vlaanderen zijn voltooid.



Tabel 3.5. Activiteiten in 1997.



Tabel 3.6. *Activiteiten in 1998.*



## 4. Steekproef

Voor een steekproef uit het wegennet van West-Zeeuwsch-Vlaanderen hebben we vier eisen. Deze eisen gelden voor alle onderdelen van het onderzoek (functionaliteit, homogeniteit en voorspelbaarheid):

- alle wegtypen moeten er deel van uitmaken;
- zoveel mogelijk wegvakken moeten zijn opgenomen in het bestaande meetprogramma;
- de wegvakken moeten een aaneengesloten route vormen (ten behoeve van een deelonderzoek met proefpersonen in al dan niet geïnstrumenteerde voertuigen);
- begin en eindpunt van de route moeten nagenoeg samenvallen (om de ritlengte voor de proefpersonen te beperken).

Deze eisen hebben geleid tot een route die in *Afbeelding 2* geografisch is aangeduid. In *Afbeelding 3* zijn de wegcategorieën van de betreffende wegvakken aangeduid. In *Tabel 4.1* zijn deze wegcategorieën ook voor elk wegvak in de route aangegeven. Tevens is vermeld of er in WZV al tellingen en metingen waren voorzien op de verschillende wegvakken en zo niet, of er (bepaalde) aanvullende metingen nodig zijn.

Wegvakken (zie afgebeelde route)	Wegtype	Telling en meting in monitoring voorzien?	Aanvullende telling en meting
A	ETWa	ja	
B	GOW	ja	
C	ETWa	ja	
D	ETWa	ja	
E	ETWb	neen	ja
F	ETWa	neen	ja
G	ETWa	ja	
H	ETWa	ja <sup>1</sup>	ja <sup>2</sup>
I	GOW	ja <sup>1</sup>	ja <sup>2</sup>
J	ETWa	ja	
K	GOW	ja	
L	GOW	ja	
M	GOW	ja <sup>1</sup>	ja <sup>2</sup>
N	ETWa	neen	ja
O	ETWb	ja	
P	ETWa	ja	
Q	ETWa	ja	
R	ETWa	ja <sup>1</sup>	ja <sup>2</sup>
S	ETWa	ja	
T	SW	ja	
U	GOW	ja	

SW = stroomweg, GOW = gebiedsontsluitingsweg, ETWa/b = erftoegangsweg type a/b, zie ook *Tabel 4.2*  
<sup>1)</sup> Alleen fietsintensiteiten, <sup>2)</sup> Alleen intensiteiten motorvoertuigen

Tabel 4.1. Wegvakken in de route: wegtype, voorziene metingen en tellingen en eventuele aanvullende tellingen en metingen (zie ook *Tabel 3.2* en *3.4*).

Als toelichting op de aangeduide wegtypen hebben we in *Tabel 4.2* gespecificeerd welke kenmerken (infrastructuur en gedragsregels) per wegtype in WZV zijn gekozen.

	Buiten de bebouwde kom				Binnen de bebouwde kom	
	Stroomweg SW	Gebieds-ontsluitende weg GOW	Erftoegangsweg ETW		Gebieds-ontsluitende weg GOW	Erftoegangsweg ETW
			A	B		
Functie	verbinden	verdelen en verzamelen	toegang bieden, parkeren en bedienen faciliteren	toegang bieden, parkeren en bedienen faciliteren	verdelen en verzamelen	toegang bieden, parkeren en bedienen faciliteren
Aantal rijbanen (gemotoriseerd verkeer)	2	2	1	1	2	1
Scheiding van rijbanen	niet overrijdbaar	overrijdbaar	geen	geen	overrijdbaar	geen
Aantal rijstroken per rijrichting	1	1	nvt	nvt	1	nvt
Maximaal toegestane snelheid	100	80	60	40	50	30
Parkeren	neen	neen	ja	ja	neen	ja
Directe toegangen tot erven	neen	neen	ja	ja	neen	ja
Aanwezigheid fietsers	neen	neen	neen	ja	neen	ja
Aanwezigheid bromfietzers	neen	neen	ja	ja	neen	ja
Aanwezigheid landbouwverkeer (langzaam gemotoriseerd verkeer)	neen	neen	ja	ja	neen	ja
Markering (lengterichting)	ja	ja	neen	neen	ja	neen
Kruispunttype	ongelijkvloers	gelijkvloers; snelheidsbeperking; met voorrangregeling	gelijkvloers; 'rechts voor links'	gelijkvloers; 'rechts voor links'	gelijkvloers; snelheidsbeperking; met voorrangregeling	gelijkvloers; 'rechts voor links'
parallelvoorziening	neen	ja (alle verkeer)	ja (fietspad)	neen	ja (alle verkeer)	neen

Tabel 4.2. Per wegtype: kenmerken van de rijbaan of -banen voor het gemotoriseerd snelverkeer.



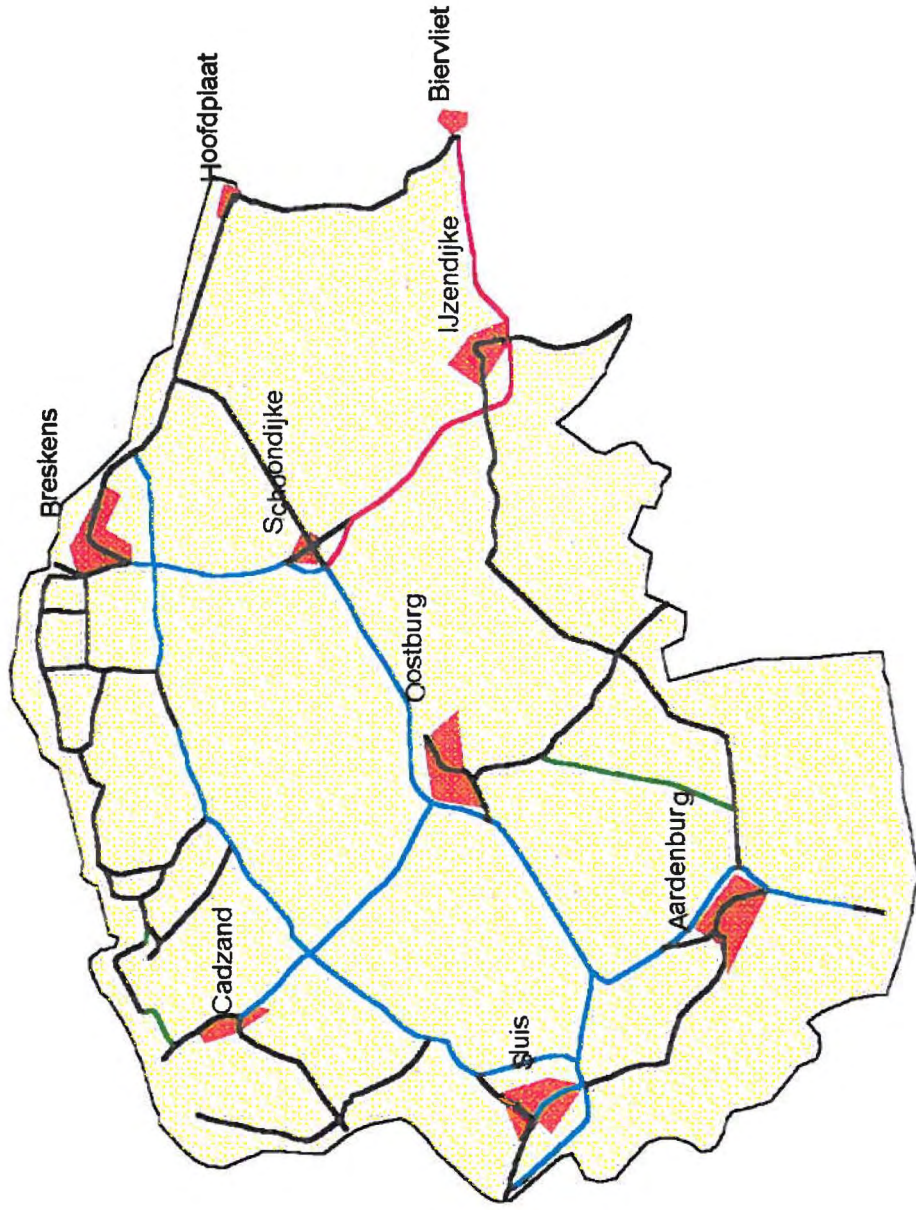
# West Zeeuwsch-Vlaanderen

## wegcategorisering



### categorie

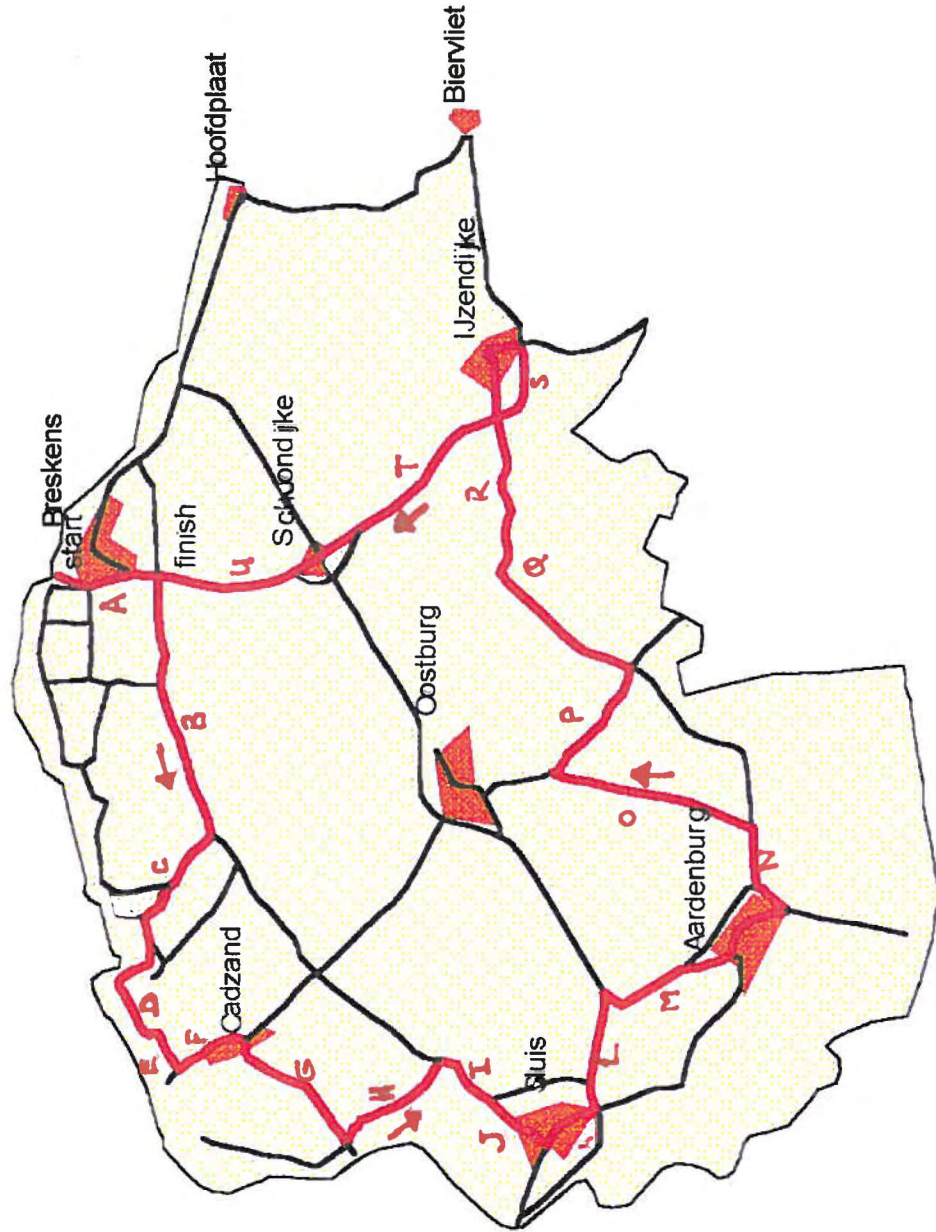
- stroomweg
- gebiedsontsluitingsweg
- erfloegangsweg type A
- erfloegangsweg type B





# West Zeeuwsch-Vlaanderen

schouwroute



## Deel II      Beoordeling van Functionaliteit en Homogeniteit



## 5. Beoordeling Functionaliteit

### 5.1. Functioneel ontwerp

Het verkeersplanologisch en verkeerskundig ontwerp kan men indelen in drie niveaus:

- netwerk;
- route;
- wegvak en kruispunt.

Op elk niveau tracht men het ontwerp van de verkeersvoorzieningen af te stemmen op de geprognoseerde verkeersstromen en op het overige gebruik van de openbare ruimte. De detaillering van het ontwerp is het grootst op het niveau van wegvakken en kruispunten. Per niveau legt het ontwerp de factoren vast die uiteindelijk bepalend zijn voor het gebruik van de verkeersinfrastructuur en van de overige openbare ruimte. De factoren die gelden voor de verkeersinfrastructuur zijn eerder in deze rapportage genoemd, namelijk routekeuze, doorstroming, bereikbaarheid en intensiteit. Daarnaast zijn er aan het ontwerp van een duurzaam-veilig wegennet eisen gesteld door het C.R.O.W (zie *Bijlage 1*, gevoegd achter deel II van dit rapport) die een sterke relatie hebben met de drie onderdelen van het onderhavige project. Voor het onderdeel Functionaliteit zijn daarbij van belang:

- Realisatie van zo groot mogelijke aaneengesloten verblijfsgebieden.
- Minimaal deel van de rit over relatief onveilige wegen.
- Ritten zo kort mogelijk maken.
- Kortste en veiligste route laten samenvallen.

We gaan na op welk niveau van het ontwerp de genoemde vier factoren worden vastgelegd en in hoeverre daarmee voldaan wordt aan de eisen van het C.R.O.W. Het is daarbij van belang te bedenken dat men deze factoren niet rechtstreeks ontwerpt maar dat er ontwerpvariabelen zijn die de factoren beïnvloeden, bijvoorbeeld ontwerpsnelheid en capaciteit; zie verder § 5.2.1. Ook voor een uitgevoerd ontwerp geldt dat men deze factoren niet kan waarnemen of registreren 'in het veld'. We dienen de factoren daarom te voorzien van indicatoren die men wel kan waarnemen of registreren (zie § 5.3.1). Bij voorkeur zouden ontwerpvariabelen en indicatoren moeten samenvallen.

Met reken- en gedragsmodellen gaat de ontwerper na welke vrijheidsgraden of speelruimte de ontwerpvariabelen bieden aan de weggebruikers (§ 5.2.2). De indicatoren van het uitgevoerde ontwerp onderzoeken we met meetinstrumenten (§ 5.3.2).

De toetsing van de Functionaliteit houdt in dat we op elk van de drie niveaus (netwerk, de routes en de wegvakken/kruispunten) vergelijken wat de overeenkomsten en verschillen zijn tussen de waarden die de ontwerpvariabelen moesten aannemen (inste waarden) en de waarden die de indicatoren uiteindelijk in de praktijk blijken te hebben (gemeten waarden).



## 5.2. Ontwerpvariabelen en reken- of gedragsmodellen per niveau

### 5.2.1. *Ontwerpvariabelen*

#### *Ontwerpvariabelen Routekeuze*

De routekeuze speelt zich af op netwerkniveau. De herkomsten en bestemmingen van de verkeersdeelnemers liggen in de meeste gevallen vast, de route tussen herkomst- en bestemmingsadres niet altijd. Uiteraard heeft de verkeersdeelnemer de vrijheid om zijn route te kiezen. Bij duurzaam-veilig wil de ontwerper die keuze echter beïnvloeden door het ontwerp. De ontwerpvariabelen die daarvoor in aanmerking komen hierna ter sprake bij de factoren Doorstroming en Bereikbaarheid. Aanvullende variabelen zijn het systeem van bewegwijzering en de markering. Deze ontwerpvariabelen kunnen een ondersteuning bieden bij de uiteindelijke routekeuze.

#### *Ontwerpvariabelen Doorstroming*

De doorstroming kunnen we op elk niveau beschouwen: netwerk, route, wegvak en kruispunt. De ontwerpvariabelen zijn snelheid, snelheidsverloop (in de lengterichting van een wegvak of route), intensiteit en de interferentie van kruisende en/of wevende verkeersstromen. De ontwerper zou op netwerkniveau de doorstroming moeten optimaliseren maar in de praktijk gebeurt of kan dat zelden. Tekortkomingen in de doorstroming beïnvloeden mede de routekeuze van de verkeersdeelnemer. De ontwerper zou een kwalitatief goede doorstroming op netwerkniveau moeten bewerkstelligen. En als dat niet kan dan zou de doorstroming in het stelsel van stroom- en ontsluitingswegen relatief beter moeten zijn dan in de mogelijke alternatieve routes (sluipwegen) in het overige wegennet.

#### *Ontwerpvariabelen Bereikbaarheid*

De ontwerpvariabelen voor bereikbaarheid zijn de ritduur, de afstand en de omrijfactor. De feitelijke ritduur hangt uiteraard af van de doorstroming maar we bedoelen hier de beoogde ritduur, dus de ritduur die volgt uit de ontwerpssnelheid en de lengte van een route. De ritduur kan men bijvoorbeeld gebruiken om na te gaan of de verbinding die bedoeld is voor het 'doorgaand verkeer', de kortste omrijfactor heeft ten opzichte van de alternatieve verbindingen. Verkeer dat men wil weren uit woongebieden zou een alternatief moeten krijgen met een kortere ritduur over omliggende wegen. Voor fietsverkeer is de omrijfactor (lengte via verbindingen gedeeld door hemelsbrede afstand) van belang. Doorgaande fietsroutes voor utilitair fietsverkeer zouden een lage omrijfactor moeten hebben, voor recreatieve fietsroutes is dit minder van belang.

In *Tabel 5.1* zijn de ontwerpvariabelen per criterium opgesomd.

### 5.2.2. *Reken- en gedragsmodellen per ontwerpvariabele*

#### *Modellen voor ontwerpvariabele Routekeuze*

Met een vervoersmodel kunnen we een prognose opstellen omtrent de hoeveelheid verkeer die gebruik maakt van een bepaald wegvak. De invoer van een dergelijk model bestaat onder andere uit een matrix met herkomsten en bestemmingen, een stelsel verbindingen en kenmerken van die verbindingen. Een duurzaam-veilig stelsel verbindingen heeft andere kenmerken dan een gewoon stelsel. Dat zou tot een andere routekeuze

moeten leiden en daarmee tot een andere verdeling van het verkeer over het wegennet.

Het systeem van bewegwijzering en de markering kunnen we wel ontwerpen volgens bepaalde voorschriften maar we weten (nog) niet welke invloed deze ontwerpvariabelen hebben op de routekeuze.

criterium	ontwerpvariabele	Reken -of gedragsmodel	Meet -baarheids	
<i>Functionaliteit</i>				
Geschikte routekeuze (newerk)	R1	herkomsten en bestemmingen	(HB-matrix)	-
	R2	categorisering	verkeersmodel	+
	R3	bewegwijzering	(voorschriften)	++
	R4	markering	(voorschriften)	++
Goede doorstroming (route, wegvak)	D1	snelheid	verkeersstroommodel	-
	D2	snelheidsverloop	verkeersstroommodel	-
	D3	kruisende en wevende stromen	verkeersstroommodel	-
	D4	intensiteit	toedelingmodel	--
Goede bereikbaarheid	B1	omrijfactor	toedelingmodel	-
	B2	ritduur	toedelingmodel	-
	B3	afstand	netwerkmodel	-
Meetbaarheid: -- = zeer moeilijk; - = moeilijk; + = eenvoudig; ++ = zeer eenvoudig				

Tabel 5.1. *Ontwerpvariabelen en reken- of gedragsmodellen voor de Functionaliteit.*

#### *Modellen voor ontwerpvariabele Doorstroming*

De doorstroming op een wegvak kunnen we met een verkeersstroommodel simuleren. Daarin zijn de snelheid en de intensiteit de variabele grootheden. Het toedelingmodel binnen een verkeersmodel geeft de intensiteit op een wegvak. We krijgen een indruk van de doorstroming door deze intensiteit te relateren aan de capaciteit van het wegvak.

De kruisende en wevende verkeersstromen kunnen lang niet altijd met een verkeersstroommodel worden gesimuleerd. Wel zijn er andere rekenmodellen waarmee door simulatie van ritten het aantal potentiële ontmoetingen tussen verkeersdeelnemers kan worden berekend.

#### *Modellen voor ontwerpvariabele Bereikbaarheid*

De afgelegde afstand, de omrijfactor en de ritduur kunnen we afleiden uit een verkeersmodel, zij het dat dergelijke informatie daar niet altijd standaard uitrolt.

In Tabel 5.1 zijn de reken- en gedragsvariabelen opgesomd. Ook is aangegeven of het betreffende reken- of gedragsmodel (zeer) moeilijk of (zeer) eenvoudig tot stand kan komen. Met name de bouw van een verkeersstroommodel vereist een grote inspanning, terwijl het nalopen van voorschriften (gedragsregels) betrekkelijk eenvoudig is.

### 5.3. Indicatoren en meetinstrumenten

#### 5.3.1. Indicatoren

De indicatoren dienen waarneembare of meetbare grootheden te zijn die gezamenlijk een beeld geven van de functionaliteit voor en na implementatie van duurzaam-veilig. De indicatoren moeten het feitelijk vertoonde verplaatsings- en verkeersgedrag representeren. De eerder gekozen ontwerpvariabelen kunnen alle worden waargenomen of gemeten. We kunnen dus de indicatoren één op één koppelen aan de ontwerpvariabelen; zie *Tabel 5.2*.

criterium	Indicator		Meetinstrument	Meetbaarheid
<i>Functionaliteit</i>				
Geschikte routekeuze (newerk)	R1	herkomsten en bestemmingen	enquête; kentekenonderzoek	+
	R2	categorisering	inspecteren	++
	R3	bewegwijzering	inspecteren	++
	R4	markering	inspecteren	++
Goede doorstroming (route, wegvak)	D1	snelheid	radar; lussen	++
	D2	snelheidsverloop	radar; video; lussen	+
	D3	kruisende en wevende stromen	observatie	+
	D4	intensiteit	lussen	++
Goede bereikbaarheid	B1	omrijfactor	enquête	+
	B2	ritduur	idem	+
	B3	afstand	idem	+
Meetbaarheid: - - = zeer moeilijk; - = moeilijk; + = eenvoudig; ++ = zeer eenvoudig				

Tabel 5.2. Indicatoren en meetinstrumenten voor de Functionaliteit.

#### 5.3.2. Meetinstrumenten per indicator

In *Tabel 5.2* zijn de meetinstrumenten opgesomd inclusief de meetbaarheid ervan.

##### *Instrumenten voor indicatoren Doorstroming*

De snelheid kan men op verschillende manieren meten: radar, lussen, meerijden in een verkeersstroom of tijdsinterval meten op een wegvak met bekende lengte. Het meten van het snelheidsverloop vereist een continu meetinstrument, bijvoorbeeld een video-opname.

De intensiteit volgt uit tellingen door waarnemers of lussen.

De mate van interferentie van kruisende en wevende stromen stelt men vast door waarneming ter plekke.

##### *Instrumenten voor indicatoren Bereikbaarheid*

We kunnen de omrijfactor, ritduur en afgelegde afstand per verkeersdeelnemer, met een enquête te weten komen. Voor de controle van de



antwoorden voegen we extra vragen toe omtrent herkomst, bestemming, tijdstip van vertrek en afgelegde route.

*Instrumenten voor indicatoren Routekeuze*

De hiervoor genoemde enquête is ook bruikbaar voor de Routekeuze. Een kentekenonderzoek kan deze gegevens aanvullen. Daarnaast dient men de aanwezige bewegwijzering en markering te inspecteren op aanwezigheid, volledigheid en juistheid.

*Ten slotte*

Veiligheidsexperts zouden de plannen, de modeluitkomsten en de meetgegevens dienen te beoordelen op hun merites voor de Functionaliteit.

**5.4. Uit te voeren werkzaamheden**

De feitelijke toetsing bestaat uit het modelleren van verkeer en verkeersbewegingen, het uitvoeren van enquêtes, kentekenonderzoek, inspecties, observaties en metingen met radar en lussen; zie *Tabel 5.3*.

We gaan ervan uit dat de toetsing zich volledig op de gekozen route richt.

	Benodigde netto tijd	Apparatuur / software	Aantal locaties op de route
verkeersmodel	1)	n.v.t.	-
verkeersstroommodel	half jaar	software ontwikkelen	-
toedelingsmodel	1)	n.v.t.	-
netwerkmodel	1)	n.v.t.	-
enquête (voorbereiding en uitvoering)	twee maanden	-	±10 (de belangrijkste toegangen tot de route)
kentekenonderzoek	1 dag	-	-
inspectie	2 dagen	-	21
observatie	twee weken	-	(=alle wegvakken)
radar	1 dag per locatie	radarapparatuur en software beschikbaar	-
video	1 dag per locatie	videoapparatuur en software beschikbaar	7
lussen (aanbrengen)	1 maand	lussen en software beschikbaar	-
analyse	1 maand	nvt	nvt

1) deze modellen zijn al beschikbaar

*Tabel 5.3. Gegevens over de werkzaamheden voor de toetsing Functionaliteit.*

## 6. Beoordeling Homogeniteit

### 6.1. Inleiding

De beoordeling van de homogeniteit richt zich vooral op het routeniveau en het niveau van wegvak en kruispunt. De ontwerper kan de homogeniteit beïnvloeden door de variëteit in uitvoeringvormen te beperken en de mogelijkheden voor afwijkend (ongewenst en riskant) verkeersgedrag te beperken.

De homogeniteit komt tot stand door de verschillen tussen verkeersdeelnemers te verkleinen wat betreft de factoren snelheid, bewegingsrichting, massa en kwetsbaarheid.

Ook voor de Homogeniteit is er een relatie met de eisen die het C.R.O.W heeft gesteld (zie *Bijlage 1*, gevoegd achter deel II van dit rapport). Deze eisen zijn:

- conflicten vermijden met tegemoetkomend verkeer;
- conflicten vermijden met kruisend en overstekend verkeer;
- scheiden van voertuigsoorten;
- snelheid reduceren op potentiële conflictpunten;
- vermijden van obstakels langs de weg.

Net als in het vorige hoofdstuk bespreken we in § 6.2 eerst de ontwerpvariabelen en bijbehorende gedrags- en rekenmodellen voor elke factor en per niveau (route of wegvak en/of kruispunt). Vervolgens bespreken we in § 6.3 de indicatoren per ontwerpvariabele en de meetinstrumenten per indicator.

Aanvullend op deze aanpak met modellen en meetinstrumenten werken we in § 6.4 een toetsingsmethode uit die rechtstreeks gebruik maakt van de uitwerking die het C.R.O.W heeft gegeven aan de genoemde functionele eisen.

Ook bij de homogeniteit houdt de toetsing in dat we op elk van de drie niveaus (netwerk, de routes en de wegvakken/kruispunten) vergelijken wat de overeenkomsten en verschillen zijn tussen de waarden die de ontwerpvariabelen moesten aannemen (instelwaarden) en de waarden die de indicatoren uiteindelijk blijken te hebben.

### 6.2. Ontwerpvariabelen en reken- of gedragsmodellen per niveau

#### 6.2.1. *Ontwerpvariabelen*

##### *Ontwerpvariabelen Snelheid*

Het verkeerskundig ontwerp gaat uit van een bepaalde ontwerpsnelheid, dat is de snelheid waarbij het grootste deel van de verkeersdeelnemers zonder problemen de weg kan volgen. Met name boogstralen en zichtafstanden hangen sterk af van de ontwerpsnelheid. Het ontwerp biedt verder weinig mogelijkheden om expliciet de snelheidsverschillen te verminderen.

De ontwerper kan zijn toevlucht nemen tot het reserveren van stroken of rijbanen voor voertuigen waarvan bekend is dat die onderling geringe snelheidsverschillen zullen vertonen (zie verder Massa en Kwetsbaarheid).

### Ontwerpvariabelen Bewegingsrichting

We spreken hier over het vooraf tegengaan van ontmoetingen tussen voertuigen met verschillende bewegingsrichtingen: door rijbaanscheiding en bijzondere kruispuntsvormen (bajonet, rotonde) kunnen we dit in het ontwerp vastleggen.

criterium	Ontwerpvariabele		Reken- of gedragsmodel	Meetbaarheid
<i>Homogeniteit</i>				
Geringe verschillen in snelheid (wegvak)	S1	snelheid per voertuigsoort per rijstrook of rijbaan	gedragsregels	+
Geringe verschillen in bewegingsrichting (kruispunt)	ONTMOETINGEN UIT VERSCHILLENDE RICHTINGEN:			
	Bw1	combinaties van ontmoetende verkeerssoorten	gedragsregels	+
	Bw2	frequentie	verkeersstroommodel	--
Geringe verschillen in massa (wegvak, kruispunt)	VERSCHILLENDE VOERTUIGSOORTEN:			
	M1	mogelijke combinaties	gedragsregels	+
	M2	positie in het dwarsprofiel	botsmodel	--
Geringe verschillen in kwetsbaarheid (wegvak, kruispunt)	VERSCHILLENDE SOORTEN VERKEERSDEELNAME:			
	K1	mogelijke combinaties	gedragsregels	+
	K2	positie in het dwarsprofiel	botsmodel	--
Meetbaarheid: -- = zeer moeilijk; - = moeilijk; + = eenvoudig; ++ = zeer eenvoudig				

Tabel 6.1. *Ontwerpvariabelen en reken- of gedragsmodellen voor de Homogeniteit.*

Voorts kunnen we de frequentie van de ontmoetingen soms beïnvloeden en daarmee de kans op een ontmoeting en een eventueel conflict of ongeval verminderen, bijvoorbeeld door een aantrekkelijke en veilige alternatieve fiets- of looproute te bieden en daardoor het aantal gebruikers van de oude onveilige route te verminderen.

### Ontwerpvariabelen Massa en Kwetsbaarheid

We streven naar het terugdringen van grote verschillen in massa en kwetsbaarheid, voor zover gelijktijdig de snelheidsverschillen ook groot zijn. De klassieke ontwerpvariabele hiervoor is de scheiding van verkeerssoorten. Dat kan naar plaats op de weg (parallelvoorziening) en naar tijd (verkeerslichten), maar ook door aparte routes voor de verschillende soorten verkeersdeelnemers.

Een andere ontwerpvariabele is de verkeersregeling: het niet toestaan van bepaalde verkeerssoorten zonder verdere aparte infrastructurele voorziening (bijvoorbeeld Bromfiets op de rijbaan).

## 6.2.2. Reken- en gedragsmodellen per ontwerpvariabele (zie Tabel 6.1)

### Modellen voor ontwerpvariabele Snelheid

De voor te schrijven gedragsregels vormen een model voor de beoogde snelheid samen met de gekozen ontwerpsnelheid.

### Modellen voor ontwerpvariabele Bewegingsrichting

Als gedragsmodel kiezen we weer de beoogde gedragsregels.

Met een simulatiemodel kunnen we de frequentie van de ontmoetingen op bepaalde routes berekenen en met een verkeersstroommodel is na te gaan hoe vaak verkeersdeelnemers elkaar tegemoet komen of inhalen.

### Modellen voor ontwerpvariabele Massa en Kwetsbaarheid

Een botsmodel levert inzicht in de gevolgen van bepaalde conflicten.

De voor te schrijven gedragsregels staan model voor de toe te laten verschillen in massa en kwetsbaarheid.

Criterion	Indicator	Meetinstrument	Meet - baarheid
<b>Homogeniteit</b>			
Verschillen in snelheid (wegvak)	S1 snelheid per voertuigsoort per rijstrook of rijbaan	radar; observatie	+
Verschillen in bewegingsrichting (kruispunt)	ONTMOETINGEN UIT VERSCHILLENDE RICHTINGEN:		
	Bw1 combinaties van ontmoetende verkeerssoorten	observatie	-
	Bw2 frequentie	observatie	-
Verschillen in massa (wegvak, kruispunt)	VERSCHILLENDE VOERTUIGSOORTEN:		
	M1 mogelijke combinaties	observatie	+
	M2 positie in het dwarsprofiel	observatie	+
Verschillen in kwetsbaarheid (wegvak, kruispunt)	VERSCHILLENDE SOORTEN VERKEERSDEELNEMERS:		
	K1 mogelijke combinaties	observatie	+
	K2 positie in het dwarsprofiel	observatie	+
Meetbaarheid: - = zeer moeilijk; - = moeilijk; + = eenvoudig; ++ = zeer eenvoudig			

Tabel 6.2. Indicatoren en meetinstrumenten voor de Homogeniteit.

## 6.3. Indicatoren en meetinstrumenten

### 6.3.1. Indicatoren

De indicatoren dienen waarneembare of meetbare grootheden te zijn die gezamenlijk een beeld geven van de homogeniteit voor en na implementatie van 'duurzaam-veilig'. De indicatoren moeten het feitelijk vertoonde verkeersgedrag representeren. De eerder gekozen ontwerpvariabelen kunnen alle worden waargenomen of gemeten. We kunnen dus de indicatoren één op één koppelen aan de ontwerpvariabelen. In Tabel 6.2 zijn deze indicatoren vermeld.

### 6.3.2. Meetinstrumenten per indicator (zie Tabel 6.2)

#### Instrumenten voor indicatoren Snelheid

Met radar en waarnemingen ter plaatse stellen we vast welke snelheidsverschillen tussen de diverse typen verkeersdeelnemers optreden.

*Instrumenten voor indicatoren Bewegingsrichting, Massa en Kwetsbaarheid*  
 Voor de indicatoren bij deze factoren geldt dat observatie ter plaatse de geschiktste manier is om als meetinstrument te dienen.

*Ten slotte*

Voor de beoordeling van de Homogeniteit geldt dat de ontwerper zijn plan kan toetsen met de genoemde reken- en gedragsmodellen en dat waarnemers met eenvoudige apparatuur de genoemde indicatoren kunnen registreren.

6.4. **Toetsing volgens operationele eisen C.R.O.W**

De eerder genoemde C.R.O.W-werkgroep heeft de functionele eisen uitgewerkt in operationele eisen. Deze eisen zijn per wegcategorie geformuleerd. Een operationele eis bestaat uit een item, bijvoorbeeld het aantal rijbanen, met de bijbehorende voorwaarde, bijvoorbeeld twee rijbanen of ten minste twee rijbanen.

De operationele eisen gaan vooraf aan de concrete vormgevingseisen. De operationele eisen zijn wel voor de Voorspelbaarheid en Homogeniteit opgesteld maar niet voor de Functionaliteit. Men gaat er namelijk vanuit dat de Functionaliteit vooral gericht is op het wegennet en de verkeerscirculatie en niet op de afzonderlijke weggedeelten en de verkeersbewegingen daarin. De relatie met de vormgeving van die weggedeelten is daarom gering en behoeft niet te worden uitgewerkt in vormgevingseisen.

In *Tabel 6.3* hebben we de items opgesomd waarvoor operationele eisen zijn geformuleerd en die passen bij de Homogeniteit.

Functionele eis	Items voor Operationele eisen
Conflicten vermijden met tegemoetkomend verkeer	Erfaansluitingen Rijbaanscheiding Parkeren Haltes openbaar vervoer Kruispunttype
Conflicten vermijden met kruisend en overstekend verkeer	Erfaansluitingen Rijbaanscheiding Oversteken op wegvakken Parkeren Haltes openbaar vervoer Kruispunttype
Scheiden van voertuigsoorten	Positie in dwarsprofiel fietsers Idem bromfietzers Idem langzaam gemotoriseerd verkeer
Snelheid reduceren op potentiële conflictpunten	Erfaansluitingen Oversteken op wegvakken Snelheidsbeperkende maatregelen Kruispunttype
Vermijden van obstakels langs de weg	Parkeren Haltes openbaar vervoer Pechvoorzieningen Obstakelafstand Verlichting

*Tabel 6.3. Items voor Operationele eisen voor Homogeniteit.*

We kunnen deze items gebruiken als we de Homogeniteit in zijn algemeenheid willen toetsen. In dat geval kunnen we in de fase van de planvorming of na de uitvoering de uitwerking of vormgeving van elk item registreren en

vervolgens vergelijken met voorwaarden die het C.R.O.W heeft gesteld (zie de uitwerkingen in de betreffende aanbeveling van het C.R.O.W).

De items voor de operationele eisen zijn lang niet alle één op één te koppelen aan de functionele eisen. Er zijn veel items die bij meer dan een functionele eis zouden passen (zie *Tabel B* in *Bijlage 1*, gevoegd achter deel II van dit rapport). Daarom kan deze vorm van toetsing niet op zichzelf staan maar moeten ook de hiervoor genoemde berekeningen, waarnemingen en analyses worden uitgevoerd.

#### 6.5. Uit te voeren werkzaamheden

De werkzaamheden voor de toetsing van de Homogeniteit bestaan uit het ontwikkelen van twee modellen en het uitvoeren van observatie en radar-metingen. Het zwaartepunt ligt bij de observaties; zie *Tabel 6.4*.

	Benodigde netto tijd	Apparatuur / software	Aantal locaties op de route
verkeersstroommodel	half jaar	software ontwikkelen	-
botsmodel	half jaar	software ontwikkelen	-
observatie	vier weken		21 (=alle wegvakken)
radar	1 dag per locatie	radarapparatuur en software beschikbaar	7
operationele eisen	1 maand		21
analyse	1 maand	nvt	nvt

Tabel 6.4. Gegevens over de werkzaamheden voor de toetsing Homogeniteit.

De C.R.O.W-werkgroep 'Categorisering Wegen in een Duurzaam -Veilig Perspectief' heeft zich gebogen over de eisen die aan het duurzaam-veilige wegennet gesteld moeten worden. Daarbij onderscheidt zij eisen die gelden voor het wegennetwerk, de functionele eisen, en eisen die gelden voor de afzonderlijke wegcategorieën, de operationele eisen.

De C.R.O.W-werkgroep heeft de volgende lijst met functionele eisen opgesteld; zie het schema in *Tabel A*.

	Eis volgens C.R.O.W	Onderdeel volgens Toetsing wegennet WZV
1	Realisatie van zo groot mogelijke aaneengesloten verblijfsgebieden	Algemeen
2.	Minimaal deel van de rit over relatief onveilige wegen	Functionaliteit
3.	Ritten zo kort mogelijk maken	
4.	Kortste en veiligste route laten samenvallen	
5.	Zoekgedrag vermijden	
6.	Wegcategorieën herkenbaar maken	Voorspelbaarheid
7.	Aantal verkeersoplossingen beperken en uniformeren	
8.	Conflicten vermijden met tegemoetkomend verkeer	
9.	Conflicten vermijden met kruisend en overstekend verkeer	Homogeniteit
10.	Scheiden van voertuigsoorten	
11.	Snelheid reduceren op potentiële conflictpunten	
12.	Vermijden van obstakels langs de weg	

*Tabel A. Functionele eisen volgens C.R.O.W-werkgroep Categorisering Wegen, onderverdeeld naar de toetsingsonderdelen.*

#### *Overlappende eisen*

Uit de functionele eisen heeft men (items voor) operationele eisen afgeleid; zie de opsomming hiervoor in *Tabel 6.3*. Sommige functionele eisen zijn voorzien van verschillende items, die op hun beurt weer bij meer dan een functionele eis staan genoemd; zie ook *Tabel B*. Dit leidt tot een overlap die een één op één koppeling tussen functionele en operationele eisen onmogelijk maakt. We dienen daarom ook andere toetsingsmethoden te gebruiken; zie § 6.5.

Functionele eis	Aantal items	Overlap $\geq 1$ item	Overlap $\geq 2$ items	Overlap $\geq 3$ items
Realisatie van zo groot mogelijke aaneengesloten verblijfsgebieden	-	-	-	-
Minimaal deel van de rit over relatief onveilige wegen	-	-	-	-
Ritten zo kort mogelijk maken	-	-	-	-
Kortste en veiligste route laten samenvallen	-	-	-	-
Zoekgedrag vermijden	2	2	1	0
Wegcategoriën herkenbaar maken	19	18	11	5
Aantal verkeersoplossingen beperken en uniformeren	10	10	6	3
Conflicten vermijden met tegemoetkomend verkeer	5	5	5	3
Conflicten vermijden met kruisend en overstekend verkeer	6	6	6	5
Scheiden van voertuigsoorten	3	3	3	0
Snelheid reduceren op potentiële conflictpunten	4	4	3	2
Vermijden van obstakels langs de weg	5	5	4	2

Tabel B. *Mate van overlap in operationele eisen (items).*



## Deel III Varianten voor de toetsing van voorspelbaarheid



## 7. Inleiding

Dit deel van het rapport gaat over een plan voor de toetsing van de voorspelbaarheid, als een van de drie beginselen van een duurzaam-veilig wegennet. De vragen die bij dit onderdeel van de toetsing beantwoord moeten worden zijn:

- Verandert het gedrag van weggebruikers in WZV als gevolg van de vernieuwde indeling en vormgeving van het wegennet?
- Blijkt uit de verandering van gedrag dat weg, verkeer en gedrag beter voorspelbaar zijn geworden?

Voor de beantwoording van de tweede vraag is het nodig dat eerst het begrip voorspelbaarheid uitgelegd wordt. Vervolgens wordt nagegaan welke methoden van onderzoek in aanmerking komen en welke metingen daarmee gedaan moeten worden. Ten slotte wordt de algemene opzet van de toetsing behandeld: hoe moeten de metingen worden uitgevoerd en verwerkt? Daarbij is de beantwoording van beide vragen aan de orde. Aan het eind zal blijken dat er enkele varianten over blijven waaruit een keuze gemaakt zal moeten worden.

Bij het opstellen van dit plan is samengewerkt tussen SWOV en TNO-TM. Door beide instituten is een eerste notitie opgesteld (zie *Bijlage 2* en *3*, gevoegd achter deel III) over de methoden van onderzoek en de algemene opzet van de toetsing. In deze notitie wordt de inhoud van beide eerste notities samengevoegd en aangevuld tot een volledig plan voor toetsing van de voorspelbaarheid. Voor meer toelichting op de methoden van onderzoek, kunnen de genoemde bijlagen worden geraadpleegd.

## 8. Voorspelbaarheid

Het kenmerk voorspelbaarheid kan op diverse manieren uitgelegd worden. In de volgende tekst is uitgegaan van gedachten zoals die te vinden zijn in (Noordzij e.a., 1995) over de rol van gedrag en gedragsbeïnvloeding bij een duurzaam-veilig verkeer.

Waar het om gaat is dat weggebruikers verkeerssituaties aangeboden krijgen waarin zij weinig of geen kans lopen fouten te maken met ernstige gevolgen voor de veiligheid. De situatie die weggebruikers tegenkomen moeten daarom minder gevaarlijk, minder ingewikkeld, beter voorspelbaar en beter te herkennen zijn. Het betreft zowel de situatie zoals bepaald door kenmerken van de weg als door de aanwezigheid en het gedrag van andere weggebruikers.

De situaties kunnen *veiliger* worden gemaakt door grote verschillen tussen weggebruikers in snelheid, richting, massa zoveel mogelijk uit te sluiten door het ontwerp van het wegennet. Situaties zullen *minder ingewikkeld* worden als er (onder andere) minder variatie is in situaties. Om dat te bereiken, moet bij het ontwerp en de inrichting van het wegennet gewerkt worden met standaardsituaties en moeten beperkingen opgelegd worden aan de keuzevrijheid die weggebruikers krijgen. Verkeerssituaties worden daarmee ook *beter voorspelbaar*.

Weggebruikers zouden aan de toestand op het ene moment moeten kunnen zien in welke situatie zij even later naar alle waarschijnlijkheid terecht komen, zowel wat betreft de wegkenmerken, als ander verkeer, als de eigen gedragskeuzes. Een belangrijk middel daartoe is een indeling van wegen in soorten. Weggebruikers zijn uit zichzelf al geneigd zo'n indeling te maken, maar die moet overeenstemmen met de indeling die met het ontwerp van het wegennet bedoeld wordt.

Ten slotte moet de vormgeving van het wegennet ertoe bijdragen dat wegsoorten en standaardsituaties *gemakkelijk herkend* worden en dat voor de hand ligt welk gedrag van weggebruikers gewenst wordt. Meer algemeen geldt voor de vormgeving van de weg nog de eis dat een weggebruiker in staat gesteld wordt die kenmerken van de weg en ander verkeer die nodig zijn voor een veilige keuze van het eigen gedrag, makkelijk te vinden en herkennen.

Bij de vormgeving van het wegennet kan er voor gezorgd worden dat het gedrag dat van de gebruikers gewenst wordt zoveel mogelijk wordt afgedwongen of uitgelokt. Toch kan worden verondersteld dat het feitelijk gebruik beter zal overeenkomen met het gewenste als de indeling in wegsoorten en de vormgeving makkelijk te begrijpen zijn en als de gebruikers *instemmen met de bedoelingen* van het wegennet. Dat laatste is het geval als gebruikers het gevoel hebben dat redelijk voldaan wordt aan hun eigen behoefte aan verplaatsingen (en aan die van anderen) of als men weinig bezwaar toont tegen de beperkte gebruiksmogelijkheden die het wegennet hen biedt. Dit plan richt zich voor de toetsing van voorspelbaarheid zoveel mogelijk op het (tot stand komen van) feitelijk gedrag en niet op begrip en instemming als voorwaarden voor dat gedrag.

## 9. Methoden en metingen

Volgens de voorafgaande uitwerking van voorspelbaarheid komen vijf onderdelen in aanmerking voor een toetsing van het wegennet:

- (betere) herkenning van wegsoorten en situaties;
- (betere) herkenning van de beperkingen van eigen gedrag;
- (betere) voorspelling van situaties en gedrag;
- (makkelijker) beheersing van ontmoetingen;
- (minder) variatie in feitelijk gedrag (per wegsoort/situatie).

Er bestaan geen standaard-instrumenten of -methoden van onderzoek om deze toetsing uit te voeren. Bij de toetsing van het wegennet West-Zeeuwsch-Vlaanderen moet een keuze gemaakt worden waarmee zo goed mogelijk achterhaald kan worden of de veranderingen van het wegennet ook werkelijk leiden tot de hierboven bedoelde gevolgen.

Verder geldt nog de overweging dat het toetsingsonderzoek kennis moet opleveren die ook elders toepasbaar is. Het plan voor het verzamelen en verwerken van gegevens moet zo algemeen zijn dat het met kleine aanpassingen bruikbaar is voor andere proefgebieden. De uitvoering van de toetsing moet naast uitspraken over de veranderingen in West-Zeeuwsch-Vlaanderen zoveel mogelijk algemeen geldige uitspraken toelaten over een duurzaam-veilige vormgeving van het wegennet en een duurzaam-veilig gebruik.

Vanzelfsprekend vormen de beschikbare middelen een belangrijke voorwaarde bij de keuze van instrumenten en methoden van onderzoek.

Uit de eerste notities van SWOV en TNO-TM blijkt dat er vier methoden van onderzoek in aanmerking komen. De methoden verschillen onder meer in de mate waarin de werkelijkheid wordt benaderd, de mogelijkheden tot het meten van afhankelijke variabelen, het variëren van onafhankelijke variabelen en de benodigde middelen. Hieronder wordt een samenvatting gegeven van de kenmerken van de verschillende methoden.

### 9.1 Veldstudie

Bij de veldstudie rijden proefpersonen in een geïnstrumenteerde auto over de experimentele route. Met deze methode wordt het werkelijk gedrag gemeten in de werkelijke omgeving. Snelheid, versnellen en vertragen, koersveranderingen worden in verband gebracht met de kenmerken van de omgeving. Ook wordt de werkbelasting gemeten met de uitvoering van een dubbeltaak en met het registreren van stuurbewegingen.

Het aantal proefpersonen waarmee gewerkt kan worden is beperkt. Het deel van de kosten dat onafhankelijk is van het aantal proefpersonen is betrekkelijk hoog. In verband met de nodige voorzieningen voor en ervaring met dit soort onderzoek hoort uitvoering van dit onderdeel bij TNO-TM. Een voormeting moet op korte termijn gehouden worden, omdat anders al te veel aan het wegennet is veranderd. Een nameting moet wachten tot het wegennet als geheel is aangepast volgens de plannen.

## 9.2. Simulatiestudie

Bij de simulatiestudie wordt de route nagebootst in het laboratorium. De proefpersoon krijgt een vereenvoudigd beeld te zien van de omgeving, de weg en ander verkeer en moet een (stilstaande) auto besturen alsof de route in werkelijkheid gereden wordt. Het beeld wordt voortdurend aangepast aan de (denkbeeldige) bewegingen van de auto. Het gedrag en de werkbelasting worden op dezelfde manier gemeten als bij de veldstudie. De mogelijkheid bestaat om het beeld stil te zetten en de proefpersonen een aantal vragen te stellen.

Ook bij deze studie is het aantal proefpersonen beperkt en de vaste kosten betrekkelijk hoog. TNO-TM kan dit onderdeel uitvoeren.

Omdat het beeld door de proefleider wordt aangemaakt, kan een voor- of nameting op ieder moment worden uitgevoerd. Voorwaarde is dat de kenmerken van de route in voor- en nasituatie bekend zijn om nagebootst te kunnen worden. Eventueel kan rekening worden gehouden met enkele varianten als nasituatie.

## 9.3. Studie met videobeelden

Bij de videostudie wordt de werkelijke route op video opgenomen en moeten proefpersonen vragen beantwoorden bij het zien van de beelden. In de notities van SWOV en TNO-TM worden elkaar aanvullende voorstellen gedaan; dat wil zeggen dat hetzelfde videomateriaal gebruikt kan worden maar met verschillende vragen voor verschillende proefpersonen. Vragen betreffen het herkennen van de wegsoort, de (veronderstelde) beperkingen van eigen gedrag en voorgenomen eigen gedrag, (veronderstelde) aanwezigheid en gedrag van ander verkeer, (veronderstelde) toekomstige situaties.

Een aantal proefpersonen kan gelijktijdig ondervraagd worden. Dit onderdeel kan door de SWOV worden uitgevoerd.

De video-opnames van de voorsituatie moeten zo snel mogelijk gemaakt worden. De aanbieding aan en ondervraging van proefpersonen is minder gebonden aan een tijdstip. Een nameting moet wachten tot het wegennet is aangepast.

## 9.4. Studie met fotomateriaal

De fotostudie maakt gebruik van stilstaande beelden van de werkelijke route. De vragen en taken voor de proefpersonen gaan weer over het herkennen en voorspellen van wegsoorten, situaties en gedrag. Ook de tijd die proefpersonen gebruiken om te antwoorden is van belang, evenals vragen naar meer algemene beoordelingen door de proefpersonen van de mate van voorspelbaarheid, ingewikkeldheid en veiligheid van de aangeboden situaties. Voor het herkennen van wegsoorten krijgen proefpersonen een opdracht om de foto's te sorteren in een beperkt aantal groepen. Voor het overige gelden dezelfde opmerkingen als bij § 9.3.

## 9.5. Overzicht van methoden

De veldstudie heeft als voordeel dat het werkelijk gedrag wordt gemeten in een werkelijke omgeving. Ook de simulatiestudie meet gedrag. In beide gevallen is het daarbij mogelijk ook de beheersing van ontmoetingen te meten in de vorm van werkbelasting. Daar staat tegenover dat er weinig

gelegenheid is voor vragen of taken die een duidelijke uitspraak toelaten over het herkennen en voorspellen van wegsoorten, situaties en gedrag. De studies met videobeelden en foto's zijn daarvoor meer geschikt.

Bij voorkeur moeten alle vijf onderdelen van voorspelbaarheid gemeten worden, dus zowel gedrag en werkbelasting als het herkennen en voorspellen van wegsoorten, situaties en gedrag. Het herkennen en voorspellen zijn wezenlijke onderdelen als het gaat om duurzaam-veilig gedrag. Het feitelijk gedrag met de bijbehorende werkbelasting staat dichterbij de kans op ongevallen.

N.B. Voor zover bij de veld- en simulatiestudies gedrag wordt gemeten gaat het om de afstemming van snelheid en koers op de omgeving. Het kiezen van een route blijft buiten beschouwing.

Of gedrag ook veiliger wordt is met de genoemde methoden van onderzoek niet rechtstreeks te meten. Dat zou alleen goed kunnen met een registratie van ongevallen over een lange periode waarin op grote schaal gebruik is gemaakt van het herziene wegennet.

Bij benadering kan de veiligheid van het gedrag van weggebruikers wel worden beoordeeld door deskundigen. Bij onderzoek naar onder andere de gevolgen van diverse voorzieningen in auto's zijn gunstige ervaringen opgedaan met oordelen van deskundigen over de veiligheid van het gedrag van bestuurders. De waarde van zo'n oordeel lijkt groter te zijn als zowel het te beoordelen gedrag als de omgeving waarin het gedrag wordt vertoond meer natuurlijk zijn. Dat geldt alleen voor de veldstudie. In dat geval kan het gedrag van de proefpersonen beoordeeld worden door een meerjiddende, deskundige beoordelaar.



## 10. Algemene opzet van toetsing

### 10.1. Experimentele route

Voor alle vier methoden van onderzoek in het kader van de toetsing van voorspelbaarheid is het nodig het aan proefpersonen aan te bieden materiaal zoveel mogelijk vergelijkbaar te houden. Daarvoor is gezorgd door in West-Zeeuwsch-Vlaanderen een route aan te wijzen. De route is opgebouwd uit diverse wegsoorten, min of meer gelijkmatige vakken per wegsoort en overgangen tussen wegsoorten of vakken.

Van ieder onderdeel van de route moet zowel in voor- als nasituatie een algemene kenschets beschikbaar zijn (onder andere wegsoort, dwars- en langspanprofiel, landgebruik).

Verder moet per onderdeel vastliggen met welke wijze van vervoer, welk gedeelte van de weg, in welke richting en met welke rijsnelheid gebruikt mag worden voor welk deel van een verplaatsing. Dit is het gewenste gedrag. Bovendien moet ieder onderdeel van de route een bovengrens krijgen voor de hoeveelheid verkeer die toegelaten kan worden. Ook zal per onderdeel de uitkomst beschikbaar moeten zijn van de beoordeling van vormgeving door verkeerskundigen.

Al deze gegevens kunnen komen uit de toetsingen van het wegennet op functionaliteit en homogeniteit (de twee andere beginselen van een duurzaam-veilig wegennet).

Bij iedere methode of instrument komen de metingen beschikbaar per vak of overgang. Hiermee wordt de mogelijkheid geschapen voor een gezamenlijke analyse van alle resultaten.

### 10.2. Voor- nameting

Omdat er geen standaard-instrumenten en -methoden van onderzoek zijn voor het toetsen van voorspelbaarheid, kan er ook geen sprake zijn van een toetsing in absolute zin. Dat wil zeggen dat er met een eenmalige meting geen uitspraak te doen is over wel/niet, meer/minder voorspelbaar. Er kan dus niet gewacht worden met meten tot het wegennet WZV vernieuwd is om dan te meten of de voorspelbaarheid voldoende is. Bovendien zou met een eenmalige meting nooit te achterhalen zijn of de voorspelbaarheid verbeterd is als gevolg van veranderingen aan het wegennet. Pas als er veranderingen worden gemeten of onderlinge verschillen, dan zijn die uit te leggen als meer of minder voorspelbaar.

Het belangrijkste kenmerk van de toetsing is daarom dat een voor- en nasituatie vergeleken worden. Verder kan een vergelijking worden gemaakt tussen het gemeten gedrag en het gedrag dat per onderdeel van de route gewenst wordt.

Tevens is er de mogelijkheid om vakken of overgangen onderling te vergelijken in zowel voor- als nasituatie. Uit de toetsing van homogeniteit wordt bekend hoe duurzaam-veilig de vormgeving van de onderdelen van de route worden beoordeeld. Door een vergelijking te maken met de metingen in verband met de voorspelbaarheid, ontstaat een eerste indruk van de samenhang tussen duurzaam-veilige vormgeving en voorspelbaarheid.

Het is niet noodzakelijk dat alle onderdelen van de voormeting ook terugkomen in de nameting. De nameting zou op grond van de resultaten van de voormeting beperkter van opzet kunnen zijn.

### 10.3. Proefpersonen

Bij de veld- en simulatorstudie wordt uitgegaan van minimaal een groep van twaalf proefpersonen voor ieder van de studies. Deze zijn plaatselijk in West-Zeeuwsch-Vlaanderen niet bekend, zodat hun waarneming en beoordeling van plaatselijke verkeerssituaties zoveel mogelijk bepaald wordt door wat er tijdens de studie te zien is.

De invloed van plaatselijk zichtbare kenmerken op het gedrag wordt vergroot door te werken met *jonge proefpersonen met betrekkelijk weinig ervaring als automobilist*.

N.B. Bij de toetsing van voorspelbaarheid is dus alleen gedacht aan voorspelbaarheid voor automobilisten.

Als tweede mogelijkheid kan worden gedacht aan een groep oudere (plaatselijk onbekende) proefpersonen die over het algemeen meer moeite hebben met het beoordelen van verkeerssituaties. In de derde plaats komt ter vergelijking een groep volwassen/ervaren (plaatselijk onbekende) proefpersonen in aanmerking. Ten slotte kan gedacht worden aan een groep proefpersonen die plaatselijk goed bekend zijn. Hun gedrag zal mede bepaald worden door hun eerdere ervaringen ter plaatse. Met name van jonge automobilisten kan worden verwacht dat zij die plaatselijke bekendheid (in de voorsituatie) zullen willen uitbuiten en omzetten in minder voorzichtig gedrag.

De eerste groep proefpersonen geeft het duidelijkst aan wat de voordelen zijn van een duurzaam-veilig wegennet. Deze groep moet dus in ieder geval worden onderzocht.

### 10.4. Kosten

De kosten van afzonderlijke onderdelen van een voorstudie zijn bij benadering als volgt. Bij de veldstudie zijn de vaste kosten f 125 000; bij de simulator f 150.000. Per groep proefpersonen zijn voor ieder van de studies de aanvullende kosten f 30.000.

N.B. Bij de kosten van de veldstudie is nog geen rekening gehouden met het beoordelen van de veiligheid van het gedrag door deskundigen.

Voor de videostudie en de fotostudie samen zijn de vaste kosten f 110.000 en per groep proefpersonen f 20 000. In dit laatste geval bestaat een groep uit 100 proefpersonen (4\*25).

N.B. Plaatselijk bekende proefpersonen moeten in West-Zeeuwsch-Vlaanderen gezocht worden. Dat zal (met uitzondering van de veldstudie) meerkosten meebrengen. Met deze meerkosten is nog geen rekening gehouden.

De kosten voor de gezamenlijke analyse bedragen f 50 000 (respectievelijk f 40 000 bij vervallen van een van de studies).

## 11. Varianten

Bij de opstelling van varianten moet een keuze gemaakt worden uit de vier mogelijke studies. Daarnaast is het aantal proefpersonen variabel.

Vanwege de voorkeur om alle vijf onderdelen van voorspelbaarheid te meten is als eerste variant gekozen voor alle vier studies, maar dan met een minimum aantal proefpersonen voor veld- en simulatiestudie.

Deze variant heeft dus de voorkeur, ook al vanwege de mogelijkheid om de ervaringen met en resultaten van de studies onderling te vergelijken. Met die vergelijking kan voor de nameting in WZV (en voor toepassing bij andere gelegenheden waarbij het wegennet wordt aangepast) een keuze gemaakt worden voor een beperktere combinatie van methoden en metingen.

Bij de andere twee varianten vervalt of de simulator of de veldstudie. In beide gevallen wordt wel gekozen voor ten minste twee groepen proefpersonen.

### *Variant 1*

Veldstudie, simulatorstudie, videostudie en fotostudie ieder met een groep proefpersonen;  
gezamenlijke analyse.

### *Variant 2*

Veldstudie, videostudie en fotostudie met twee of meer groepen proefpersonen;  
gezamenlijke analyse.

### *Variant 3*

Simulatiestudie, videostudie en fotostudie met ten minste twee groepen;  
gezamenlijke analyse.

### 11.1. Kosten per variant (bij benadering)

Totale kosten voor *variant 1* zijn f 465.000.

De simulatiestudie kan later worden gedaan dan de veldstudie.

De totale kosten voor *variant 2* ( geen simulatiestudie) zijn f 335.000.

De totale kosten voor *variant 3* (geen veldstudie) zijn f 36 0000.

N.B. Bij alle varianten moeten in een latere fase nog kosten gemaakt worden voor de gezamenlijke analyse (f 50 000).

N.B. Bij variant 2 en 3 zijn de kosten voor een extra groep proefpersonen in totaal f 50.000.

### 11.2. Tijdschema

De veldstudie, evenals de opnames van video en fotobeelden dienen zo snel mogelijk uitgevoerd te worden, liefst voorjaar 1997, maar in ieder geval voordat op grote schaal veranderingen aan de route zijn aangebracht. De simulatie en de feitelijke uitvoering van video- en fotostudie zijn niet aan

tijd gebonden en zou dus voor 1998 in aanmerking kunnen komen . Daarna (1998 of 1999) volgt dan de gezamenlijke analyse van alle voormetingen. Wat de simulatiestudie betreft is het op ieder moment mogelijk (varianten op) de nasituatie mee te nemen, voorzover de voorgenomen kenmerken daarvan op het moment van uitvoering van de simulatie bekend zijn.



**Behavioural Measurements for Testing  
'Predictability of Behaviour'**

as applied to

The Evaluation of Sustainable Traffic Safety in West-Zeeuwsch-  
Vlaanderen

# 1. Introduction

A 'sustainably safe traffic system' is due to be implemented in West-Zeeuwsch-Vlaanderen. A complex measurement program is being set up to evaluate the extent to which the implementation achieves its goals.

Aside from measuring actual behavioural changes (such as speed, and alcohol use), - attitudinal changes, and safety benefits, one of the critical evaluations is to measure the extent to which the implementation is faithful to the original design principles.

These three design principles are:

- functional use;
- homogenous use; and
- predictability of behaviour.

The present report concerns only this last point, the predictability of behaviour.

This report, in addition to the introduction and conclusions, has three major sections. The first section is concerned with the task environment, and deals with video, simulators, and instrumented driving vehicles. The second section deals with operationalisation of 'predictability', and the third deals with a unified approach to analysis.



## 2. Task Environment

The 'predictability of behaviour', in the context of 'sustainable safety' refers to the predictability of road user behaviour for other road users.

Questions are then: "which behaviours?", "of which road users?", "in which context?", "who is doing the predicting?", "what are they supposed to predict?" etc. All of these questions should be answered, of course, but in this section we are only concerned with representing the task environment.

Many 'unusual' methods of representing the traffic environment are conceivable, such as verbal descriptions and abstract sketches, and have in fact also been used in the past.

However, considering that it doesn't take too much effort to choose task representations which are dynamic, primarily visual (as in the driving task), and bear some resemblance to the task at hand, we will only consider three:

- video;
- driving simulators; and
- instrumented vehicles.

Each representation has its strengths and weaknesses, which we will consider in the following sections.

### 2.1. The Use of Video as a Representation of the Driving Task

Video is a somewhat meagre representation of the driving environment, *i.e.*, task. It involves a limited field of view, requires little or no motor output (similar to that needed in actual driving), involves limited sensory input, has only very limited behavioural consequences, and you'll never get from A to B by watching a video<sup>1</sup>.

If one wants to use, *e.g.*, vehicle dynamics, driver control actions, or physiological measures as dependent variables in an experimental study, the *none* is more profitably referred to driving simulators or instrumented vehicles.

The use of video, however, does have a number of positive aspects.

It is relatively inexpensive: the marginal cost of running an extra subject is only a fraction of the other two methods mentioned later. It is more fully under experimental control than, *e.g.*, the use of instrumented vehicles, and there are no safety concerns.

Video can also serve as a permanent record of how a certain section actually appeared, to be used over and over again in experimental situations, if need be. (This is especially important for the present case.) Finally, videos are also visually more realistic than the limited computer animations presently in use.

These points, however, would be irrelevant if the validity and reliability of measurements based on video representations are weak or nonexistent.

However, the case turns out to be much more auspicious.

<sup>1</sup> One also has the problem that there is a risk that a certain scene contains idiosyncratic elements which dominate responding. One could conceivably only discover this after the fact. Various countermeasures such as multiple run throughs of a scene or several replications add costs. The tradeoffs are not clear at this moment.

In a British study, the correlation between risk ratings for locations made by subjects driving cars and by subjects watching videos equalled  $r=0.84$ .

An American study compared actual accident rates with safety estimates of locations viewed by highway engineers observing road sections on videotape. Correlations varied widely from engineer to engineer, but a median correlation of  $r=0.58$  was found.

A Dutch study investigated the reliability of experts judging the severity of conflicts registered on videotape. An average intra-rater correlation of  $r=0.96$  and an average inter-rater correlation of  $r=0.67$  was found. A correlation of  $r=0.86$  between experts and lay-observers was also found.

Video-based psychological tests for research, screening, and licensing are not uncommon in Anglo-Saxon countries.

The conclusion is simple: for some experimental tasks and some dependent variables, the use of video is a relatively inexpensive, flexible, and highly valid alternative for other, more 'realistic', techniques.

## 2.2. The Use of Instrumented Vehicles/Driving Simulators

Instrumented Vehicles (IV's) and Driving Simulators (DS's) each have their own advantages and disadvantages relative to each other and to the use of video or photographs. (See, e.g., Kaptein et al., 1996).

DS's have the enormous advantage that they can dynamically simulate a non-existing task environment. They can thus be used to evaluate alternative designs without actually having to build them.

They also have the disadvantage that they display only the part of the task environment that the researcher deems important and the programmer deems possible. Many interesting and complex details, such as the behaviour of pedestrians and bicyclists, are costly to implement.

IV's, on the other hand, place subjects in a task environment almost identical to the actual task environment, instead of only simulating it. (It is not identical because subjects are being observed and they know that they are being observed.)

Unfortunately, this realism is paid for by losing some control over experimental situations: no two trips are exactly identical, due to unpredictable events.

DS's and IV's share a large advantage over the use of video: the sensory input and motor output in both situations is much more congruent with the actual task environment<sup>2</sup>. This realism comes at the cost of a higher price tag for collecting experimental data.

Kaptein et al. (1996) argue furthermore that, in the present situation in WZV, implementational choices have already been made, and the added value of a simulator study is reduced. In addition, the simulator study may also be conducted at any time in the future, while a field study involving an IV has to be done before the situation in WZV is (further) altered in the near future. These points but are the conclusion that a field study should be done prior to a simulator study.

<sup>2</sup> This statement leaves an important question begging: how much congruence is really needed to answer various research questions?

Of course, the before- and after- parts of the evaluation study may be conducted more or less simultaneously in a simulator: one doesn't have to wait for several years for plans to be actually implemented.

One could also choose to do both types of study, which is mainly a budgetary problem.

### 3. Operationalising 'Predictable Behaviour'

Behaviour should be 'predictable', the 'uncertainty' about what to expect from other road users, as well as what ones' self is allowed to do, should be reduced. This, in turn, should reduce one's own variability in behaviour. The end result should be safer behaviour and fewer accidents. We achieve this by developing a simple, standardised road environment which encourages predictable behaviour<sup>3</sup>.

That's the idea, more or less.

The problem is that we have no explicit theory (or mechanism) that gives a detailed description of the process in question; we only have a rather general, verbal argument about how things should work<sup>4</sup>. This, of course, has the consequence that we have no really indisputable method of operationalising our entities of interest.

Moreover, the amount of direct empirical evidence (in a traffic environment) supporting the links in the afore-mentioned chain of arguments is limited<sup>5</sup>. That is, there is only limited empirical evidence that things will work in the way that we envision them.

#### *Dependent Variables*

W.r.t. candidate dependant variables, a number of possibilities do present themselves.

For example, one could attempt to estimate 'uncertainty' or 'predictability' in the classical, information-theoretical sense of the word<sup>6</sup>. This, of course, is not necessarily a psychologically based variable, yet it (or a variant thereof) remains in use in many modern psychological contexts and models.

These models have yet to be applied to the present situation.

One could also operationalise 'predictability' in terms of percentage correct classifications and correct answers to questions. For example, if subjects can correctly classify an object (i.e., road section) into one of the three 'Duurzaam Veilig' categories, or correctly answer a question about that object (e.g., whether bicyclists are allowed on a specific road section), then the objects' behaviour may be said to be 'predictable'.

Such 'objective' measures are certainly useful and have been found to have good correlations with subjective measures (see, e.g., Gundy, 1994,1995).

Response times to the queries are also important, and could be included in such 'objective' measures. (The idea here is that long RT's reflect doubt and uncertainty. One should, however, recognise that 'strong but wrong' answers are also a real possibility.)

In addition, one could also say that something is predictable if subjects state that it is predictable, if they have confidence in their answers, or if they achieve their tasks with relative ease.

<sup>3</sup> See e.g. Noordzij (1995) or SWOV (1992) for a more extensive description of the ideas behind DV.

<sup>4</sup> Which is not to say that such a theory cannot be articulated. Such theoretical work is hardly a luxury.

<sup>5</sup> In fact, arguments and the empirical facts marshalled to support them sometimes even appear to be incongruent with each other! For example, some authors claim that 'uncertain' road user behaviour should be eliminated, while also claiming that many, if not most, accidents are caused by 'strong but wrong' beliefs.

<sup>6</sup> E.g.,  $U = -\sum_i p_i \log[p_i]$ , where  $p_i$  is the probability of event  $i$  occurring.

In the *first* case, we are concerned with a rather high level, cognitive judgement. The advantage of such an approach is that it has a rather high *face validity*<sup>7</sup> without requiring us to actually know how it works.

The *second* approach involves us in the problem of confidence calibrations. That is, subjects often have a tendency to feel more confident than their behaviour justifies, the ins and outs of which is hardly relevant for the task at hand.

The *third* approach can be cast in the time-honoured tradition of 'mental workload' measures, e.g., subjective measures, physiological measures, and performance measures. (Not all of these measures lend themselves to use with video systems, though.)

An interesting measure, which combines the positive aspects of the last group of 'workload measures' and takes subjects very seriously, is the subjective estimate of predictability. While, to our knowledge, this measure has not been previously studied in a traffic setting, it does have a number of advantages. It is a high-level cognitive judgment having a high *face validity*, which requires no explicit understanding of underlying mechanisms. It is easy and inexpensive to extract (especially in the case of video), and if measured after task completion, should cause little interference. It can be used unidimensionally as well as multidimensionally. Finally, we would hope that it would have a broader range of sensitivity than many other measures. (This last point is extremely important noting that the situation in WZV could give rise to floor effects.)

We expect such measures to have many similarities to the RSME (Rating Scale for Mental Effort) measure discussed by De Waard (1996).

One could conclude that such a subjective measure is actually ideal for many purposes. One should, of course, employ multiple measures, if at all possible: one should most certainly also include the aforementioned classification and knowledge queries as important dependent variables<sup>8</sup>. Physiological and performance measures, taken in e.g., instrumented vehicles, are highly desirable, if only to calibrate the subjective ones.

While it is at this moment somewhat unclear, the aforementioned information theoretic measures of 'uncertainty' (e.g., category homogeneity, utility, and validity indices) may be able to tie these subjective and objective measures together. While it does not solve any of the measurement problems posed in the present memo, it may provide a theoretical framework to unify findings and make predictions. However, developing such a theoretical framework is beyond the scope of the present discussion.

<sup>7</sup> That is, the extent to which a measurement instrument looks like it measures what it is intended to measure.

<sup>8</sup> There is a problem with this approach. If one presents a road section followed by a number of queries, then the possibility of halo effects arise. Other options, such as nesting subjects within queries or blocking similar queries together, increase costs. The tradeoffs are unclear right now.

## 4. The Big Picture: An Integrated Analysis

A central question in this mega-project is to determine whether the measures taken in WZV during the next five years or so are compatible with our ideas of 'sustainable safety'. More concretely: can we determine whether or not WZV has measurably moved in the direction of 'sustainable safety'?

As a prerequisite, we have to measure 'sustainable safety' without exactly understanding what we mean by that. Not only do our measurements have to be reliable, sensitive to the limited range of variation that we are likely to encounter in WZV, and (somewhat) representative of the driving environment and population, they also have to measure what we intend them to! That is, they have to possess some level of validity.

(We could also desire that the methodology of the measurements developed in this project can also be applied in other regions of the Netherlands, or for more specific problems or groups of drivers. If we've done our work well, then this should present no real, theoretical problem.)

We already mentioned *content and face validity*. We've mentioned the necessity of devising adequate sampling strategies for items as well as subjects. And we've also mentioned reliability (and the scaling of items) in the classical, as well as the modern sense.

What remains to be discussed are the issues of *construct, convergent, and predictive validity*:

- Do our measures correlate with other concepts and variables (e.g., functionality and homogeneity) in the way that we expect them to? To answer this question, we first have to explicate our expectations, which would be a useful exercise. However, this is not the purpose of the present memo.
- Do our measures converge (correlate well) with other measures of the same thing. For example, do different methods of estimating 'predictability' (e.g., while driving cars or watching videos) correlate well? Hopefully, 'predictability' is not dependant on the instrument that we happen to measure it by.
- Do our measures/constructs 'predict' what they are supposed to? That is, accidents, conflicts, or other behavioural criteria (variance of free flowing speeds?) that we would want to predict. These external criteria are the final justification for the entire exercise, and hopefully will be collected in other studies situated in WZV.

These issues may be addressed by ensuring that the data collection process generates data that may be incorporated in a coherence validity matrix (see Hammond et al., 1986), which attempts to generalise over methods and theoretical constructs. In addition, this methodology adds some rigour to the implications of arbitrariness inherent on the aforementioned Rational Method.

A primary requirement for the coherence validity methodology is that in any case all measurements are taken to the same units of research. (In this case, road sections.)

As a final remark, we want not only reliable and valid measurements, we also want them to be inexpensive and easy to implement. We may also want a tool to evaluate only very specific, local conditions in a minimum of time<sup>12</sup>.

A tradeoff between the resolution of our observations and the costs of such observations is always made, even if cost remains the dominant factor.

<sup>12</sup> One may even want to evaluate subjects, instead of road sections or situations. In principle, the methodology is more or less symmetric with respect to subjects and items.

A principled decision about this tradeoff, however, may be most profitably made if the proper psychometric tools (i.e., Item Response Theory) are used. Unfortunately, the development and use of such tools requires many subjects, and may also require multiple developmental cycles in connection with the culling of inadequate items. The primary question here is whether one's costs are visible and up-front (i.e., in development costs) or hidden, yet very real (i.e., in inadequate and unreliable measurements, and possibly resulting incorrect decisions).



## 5. (Interim) Conclusions

The following conclusions may be drawn.

- For some tasks and dependent variables, the use of video is a relatively inexpensive, flexible, and highly valid alternative for other, more 'realistic' techniques. It should be used where possible.
  
- Driving simulators and instrumented vehicles each have their own positive aspects, and weaknesses. A field study could be done as soon as possible in order to allow a *before*-measurement, noting that the DV implementation in WZV is already proceeding. On the other hand, a simulator study could provide a *before* and *after*-measurement almost immediately, giving designers predictions as to the efficacy of their proposed interventions.  
A choice has to be made, if only for budgetary reasons.
  
- 'Predictability' of behaviour has not been fleshed out in terms of a clear, explicit theory or implementable mechanism. This has the consequence that there is no clear, indisputable method of operationalising it.
  
- Subjective judgments of 'predictability' are probably a simple, inexpensive, and reasonably valid method of operationalising that construct.
  
- Such subjective judgments should be supplemented by multiple measures, such as driving performance measures. In addition, subjects could be asked to classify road sections/scenes into DV categories, to do a general sorting task, and to answer queries about those road sections/scenes. Of course, the more things one measures, the less secure each measurement is (for a given budget).
  
- Experimental subjects should, in any case, be preferably unfamiliar with the local conditions in WZV.
  
- The selection of items (road sections/scenes) should be done by experts proceeding in a suitably systematic and rigorous fashion. (See the 'Rational method of scale construction'.) Special cases may be added in an ad hoc fashion.
  
- At least two parallel tests should be constructed, if only for backup purposes in connection with the long duration of the before-after study.
  
- Some effort should be invested in estimating the reliability and validity of the final instruments.
  
- The use of coherence validity and Item Response Theory methodology is recommended, although not strictly necessary. It is, however, important that all behavioural (and hopefully) other measurements be made on the same road sections, so that comparisons between measurements may be made.

## 6. General Approach

In this section, we will describe a general experimental approach which addresses many of the problems mentioned above, yet provides a standard approach for the problem of measuring the complex, yet poorly understood psychological construct of 'predictability of road situations'.

Here, we will only consider video (and still photographs) as the primary representations of the driving environment<sup>13</sup>.

Approximately 50-100 items<sup>14</sup> (photographs or video clips of road sections) will be presented to subjects, who will be asked to conduct a task with each item. Generally speaking there may be four tasks:

- a sorting task wherein subjects are asked to place similar items together;
- a inference task wherein subjects are asked to judge the possibility of encountering bicyclists, opposing or crossing traffic, safe driving speeds, etc.;
- a classification task wherein subjects are asked to assign the degree of resemblance of each item to each of the 'ideal' Duurzaam Veilig categories, and
- a subjective judgement task wherein subjects are asked to judge the 'predictability', 'complexity', and 'dangerousness' of each item.

Unfortunately, due to the duration of the tasks, and the possibility of 'halo' effects, we can only present a subset of the four tasks to an individual subject. We will require that at least 25 subjects are needed for each task. We also estimate that an individual subject can complete only one whole (or two half) task(s) within a reasonable time limit. One would therefore need approximately 100 subjects to ensure that each item is reasonably well measured for each task variable.

It is also useful to select a group of subjects who are unfamiliar with the exact locations that we are investigating. One may furthermore restrict one's attention to a certain 'vulnerable' group of subjects (e.g., old or young subjects), or choose a representative sample of subjects.

However, if one has the time and inclination, this general design may also be repeated for additional specific groups of subjects in which one may be interested.

The variables measured in this experiment will be collected into a matrix, together with an 'objective' description of the items themselves. If available, other data that may be gathered in other relevant projects (e.g., functionality and homogeneity sub-projects) can also be incorporated into this matrix. This super-matrix will then be analysed by means of multiple canonical correlational analyses between the various data sub-sets (see e.g., OVERALS), as well as internal analysis within each data sub-set.

<sup>13</sup> Simulators and instrumented vehicles will be treated in Kaptein et al (1996)

<sup>14</sup> The exact characteristics of these items are to be determined by the relevant experts. 50-100 items is only a rough estimate of the numbers actually needed.

## 7. Epilogue

Noordzij (1996) refers to three different (experimental) driving-task representations, which may be used to investigate the predictability of road user behaviour:

- driving simulators;
- instrumented vehicles; and
- video/photographs.

It is unrealistic to describe the sort of research questions for which a certain driving-task representation may most profitably be used. One might as well ask what kind of things you can make using a hammer or a saw .

Each task-representation does have its own strong points and weaknesses. For example:

*Cost.* Driving simulators and instrumented vehicles are relatively expensive, mainly because they require one instrument/researcher hour per subject hour. The use of video or photographs is not limited by this requirement. This consideration has far-reaching consequences.

*Correspondence to the actual driving task.* The instrumented vehicle probably wins here, followed by the driving simulator. Video etc. comes in at third place. (However, for many cases, it may not make much difference.)

*Experimental Control.* Video and simulators win here.

*Coupling.* Instrumented vehicles are tightly coupled with the field: that is, their use occurs in real time in the real world, at a specific moment and place . Simulators or video can be programmed or altered, and experiments can be conducted at one's convenience, more independently of what's going on in the real world.

*Dependant variables.* While some kinds of measurements can only be made with simulators or vehicles (e g., steering or braking behaviours) , other differences are less clear. Some kinds of cognitive measurements (which may require several seconds to take) may be more appropriate for video. For example, conducting a sorting task while driving an instrumented vehicle hardly seems advisable.

It would be nice if there was a study doing this sort of comparisons.

## Discussion and Conclusions

Perhaps we should draw the conclusion that multi-method research, while scientifically sound and essential, is rather expensive, and may not be appropriate for all circumstances. Rather, resource-limited evaluation studies should concentrate more on defining the questions to be researched and the variables chosen to operationalise those questions. Once this is clear, perhaps one should only then choose one or maybe two task representation(s) which is (are) most appropriate.

My personal judgment is that the instrumented vehicle is not particularly well-suited to the present situation.

Furthermore, let's assume that we don't have much money. If one wants a pre-test of the intended road layout, then the driving simulator is probably unsurpassed as a research tool. If one wants lots of cheap measurements to get a handle on the psychological construct 'unpredictability', then video/photographs is to be preferred.

*However, it was my understanding that utilising the three driving-task representations were of paramount importance, the derivative research question being: *How can we measure 'predictability' as completely as possible (without really knowing what it is)?**



Van: drs. N.A. Kaptein, drs. M.H. Martens & dr. J. Theeuwes  
Voor: ir. A. Dijkstra (SWOV)  
Onderwerp: Plan van aanpak Toetsing wegennet West Zeeuws-Vlaanderen  
Datum: 24 december 1996

---

## 1 INLEIDING

Het wegennet in het gebied West Zeeuws-Vlaanderen wordt gedurende de komende jaren grondig herzien en opnieuw ingericht. Uitgangspunt is dat het wegennet wordt aangepast volgens de Duurzaam Veilig-uitgangspunten. Toetsing is nodig om na te gaan in hoeverre de aangepaste inrichting inderdaad leidt tot een duurzaam veilig wegennet.

In opdracht van de Adviesdienst Verkeer en Vervoer van Rijkswaterstaat (RWS-AVV) stelt de SWOV een plan van aanpak op voor het toetsen van het nieuwe wegennet in West Zeeuws-Vlaanderen aan de grondbeginselen van duurzaam veilige vormgeving en duurzaam veilig verkeersgedrag. De toetsing behelst in principe een vergelijking van de veiligheid van het wegennet voor en na de inrichtingsaanpassingen. In eerste instantie betreft het plan van aanpak alleen de voorsituatie.

De vormgeving van de wegen dient in beginsel zo gekozen te worden dat het voldoet aan drie uitgangspunten:

- functioneel gebruik van het wegennet
- homogeniteit van het verkeer in relatie tot de vormgeving van wegvakken en kruisingen
- voorspelbaar verkeersgedrag.

Een voorstel voor toetsing van beide eerste aspecten wordt door de SWOV opgesteld. De SWOV heeft TNO-TM gevraagd een plan van aanpak op te stellen voor toetsing van het aspect voorspelbaar verkeersgedrag.

Er is sprake van 'voorspelbaar verkeersgedrag' indien aan de volgende voorwaarden wordt voldaan:

- verkeerssituaties zijn voldoende herkenbaar: het is onder alle omstandigheden voldoende duidelijk met welke andere verkeersdeelnemers rekening dient te worden gehouden, welk gedrag van hen kan worden verwacht, en wat het gewenste eigen gedrag is
- verkeersdeelnemers zijn bereid daadwerkelijk het gewenste gedrag te vertonen.

Bij de toetsing gelden de volgende randvoorwaarden:

- Vanwege het toeristische karakter van West Zeeuws-Vlaanderen is het van belang dat toetsing expliciet voor ter plaatse onbekenden plaats vindt. Daarnaast lijkt het van belang ook ter plaatse bekenden in de toetsing te betrekken. Dit geeft inzicht in de mate waarin de indruk die een weg oproept verandert naarmate weggebruikers de situatie beter leren kennen.

Dit wordt belangrijker naarmate gegeneraliseerd wordt naar situaties met minder ter plaatse onbekenden.

- Een complicerende factor is dat de herinrichting van het wegennet al gedeeltelijk heeft plaatsgevonden. Zo zijn er in West Zeeuws-Vlaanderen al een groot aantal kruispunten door rotondes vervangen. Bij de evaluatie dient ernaar te worden gestreefd zoveel mogelijk weggedeelten in het onderzoek te betrekken die tijdens de voorsituatie nog niet zijn aangepast.
- Bij de evaluatie dienen alle in het gebied voorkomende wegtypen betrokken te worden, zowel binnen als buiten de bebouwde kom. Overgangen tussen wegtypen verdienen bijzondere aandacht.
- De bij de toetsing gebruikte methodieken dienen ook nadat het herinrichten van het wegennet over vier of vijf jaar is voltooid nog beschikbaar te zijn.

## 2 VOORGESTELDE AANPAK

Als indicatoren voor voorspelbaar verkeersgedrag gelden:

### *subjectieve categorisering van wegen op basis van uiterlijk*

Bij een meer systematische inrichting en aankleding van wegen van verschillende categorie, zullen weggebruikers beter in staat zijn de categorie van een weg op basis van het wegbeeld te herkennen.

### *verwachtingen op basis van uiterlijk*

Op basis van het aangepaste wegbeeld zouden bij weggebruikers gemakkelijker de juiste verwachtingen moeten worden gewekt ten aanzien van de wegsituatie ter plaatse, en dus ten aanzien van het gewenste eigen gedrag en de aanwezigheid en het gedrag van ander verkeer.

### *anticipatie (overgangen tussen wegtypen; reactie op andere verkeersdeelnemers)*

Er zullen minder plotselinge manoeuvres nodig zijn (e.g. sterk remmen of sturen) aangezien weggebruikers beter zullen kunnen anticiperen op mogelijke verkeerssituaties.

### *rijgedrag en snelheidskeuze*

Het vertoonde rijgedrag en de gekozen rijnsnelheid zal naar verwachting op alle wegtypen meer overeenkomen met de door de wegbeheerder vanuit het ontwerp bedoelde rijgedrag en snelheid in vergelijking met de voorsituatie.

### *werkbelasting*

Er zouden door het aanpassen van de inrichting van het wegennet minder pieken in werkbelasting op moeten treden. Pieken in werkbelasting kunnen blijken uit een kortdurende toename van de stuurfrequentie (Verwey, 1995).

Er kunnen diverse meetmethoden worden ingezet bij het toetsen van voorspelbaar verkeersgedrag. In dit memo wordt een aanpak voorgesteld op basis van ofwel een veldstudie, ofwel een simulatorstudie, aangevuld met onderzoek naar verwachtingen van weggebruikers op basis van videobeelden en foto's. Bij de voorstellen wordt een voorlopige onderzoeksopzet en een kostenindicatie gegeven. De huidige voorstellen betreffen alleen het evalueren van de voorsituatie.



## 2.1 Feitelijk rijgedrag

Voor indicatoren in verband met het feitelijke rijgedrag kan een veldstudie of een experiment in de rijnsimulator gekozen worden.

### 2.1.1 veldstudie

Een sterk punt van een veldstudie is de grote mate van realisme: proefpersonen bevinden zich daadwerkelijk in de te toetsen verkeersomgeving. Bij een simulatorstudie wordt alleen dat deel van de omgeving opgenomen waarvan vooraf wordt ingeschat dat dit van belang is. Een nadeel van een veldstudie kan zijn dat sommige kenmerken van de omgeving moeilijk onder controle kunnen worden gehouden.

Onderzoek met behulp van een rijnsimulator heeft als belangrijkste voordelen een grote experimentele controle en de mogelijkheid nog niet bestaande infrastructuur te simuleren. Met name de aanwezigheid en het gedrag van ander verkeer kunnen in een simulator beter worden beheerst. Daar staat tegenover dat het modelleren van langzaam verkeer (fietsers, voetgangers) in de simulator bijzondere inspanning kost.

Met betrekking tot toetsing van het wegennet van West Zeeuws-Vlaanderen zou de simulator vooral van nut kunnen zijn indien de consequenties van verschillende mogelijkheden voor inrichting van het wegennet vooraf zouden moeten worden vergeleken. Bij het huidige project is de inrichting echter reeds vastgelegd. Alle infrastructuur die in het onderzoek getoetst moet worden, wordt dus daadwerkelijk aangelegd. Hierbij vereist het in detail reproduceren van een gedeelte van het wegennet in West Zeeuws-Vlaanderen in de simulator een aanzienlijke inspanning. Voorgesteld wordt dan ook te kiezen voor een veldstudie.

Een aantal proefpersonen rijdt over een representatieve route door West Zeeuws-Vlaanderen, waarbij verschillende aspecten van het rijgedrag van elke proefpersoon kunnen worden opgeslagen (snelheidskeuze, remgedrag, stuurgedrag). Gedurende delen van de route voeren proefpersonen een dubbeltaak uit.

Het doel van de dubbeltaak is na te gaan in hoeverre duurzaam veilig wegontwerp leidt tot gemakkelijker anticipatie op toekomstige verkeerssituaties, zodat minder inspanning nodig zou zijn voor het observeren van de verkeersomgeving. Er is dan meer capaciteit beschikbaar voor het uitvoeren van de dubbeltaak. Taakprestatie op deze taak is dan een indicatie voor de hoeveelheid inspanning die nodig is voor het observeren van de verkeersomgeving. Hierbij is het eigenlijke autorijden de primaire taak, en de dubbeltaak een secundaire taak. De dubbeltaak dient dan self-paced te zijn: de proefpersoon bepaalt zelf het tempo, afhankelijk van de ruimte die de primaire taak biedt. Een voorbeeld kan zijn het oplossen van rekensommen die visueel worden aangeboden. De volgende opgave verschijnt dan steeds pas nadat de proefpersoon een opgave heeft beantwoord.

Het is bovendien nodig een dubbeltaak in het experiment op te nemen om de gevoeligheid van het experiment te waarborgen. Door de grote variatie in 'normaal' rijgedrag zullen bestaande verschillen tussen omstandigheden (zoals door aangepast wegontwerp) niet altijd in de resultaten van een experiment terug te vinden zijn indien alleen het feitelijke rijgedrag wordt vastgelegd.

Met bekendheid ter plaatse wordt eventueel rekening gehouden door zowel proefpersonen die ter plaatse bekend zijn, als proefpersonen die niet ter plaatse bekend zijn in alle onderdelen van het onderzoek te betrekken. In ieder geval nemen steeds ter plaatse onbekenden aan het onderzoek deel.

### *toelichting veldstudie*

In ieder geval neemt een groep ter plaatse onbekenden aan het experiment deel, mogelijk ook een groep ter plaatse bekenden. Per groep doen twaalf proefpersonen mee aan het feitelijke veldexperiment. De twaalf bekenden worden eventueel geworven via een advertentie in een lokaal medium. Geen van de proefpersonen heeft eerder aan een dergelijk experiment meegedaan. Proefpersonen worden geselecteerd op basis van leeftijd en rijervaring. Proefpersonen krijgen een vergoeding voor hun medewerking.

De veldstudie wordt uitgevoerd met behulp van een geïnstrumenteerd voertuig met dubbele bediening. Dit voertuig biedt de mogelijkheid gedragsparameters te registreren zoals snelheid, stuurwielpositie, dwarspositie en bediening van de verschillende pedalen.

Elke proefpersoon rijdt over een nog nader te bepalen traject met een lengte van 30 tot 50 km. De proefleider geeft steeds tijdig de te volgen route aan. Deze route voert over alle in het project betrokken wegtypen, zowel binnen als buiten de bebouwde kom.

Op verschillende representatieve delen van de route wordt de dubbeltaak aan de proefpersonen opgelegd. Een volgens de principes van duurzaam veilig ingericht wegennet zou ten opzichte van de huidige situatie moeten leiden tot een verbeterde prestatie op de dubbeltaak.

Gedurende de gehele rit worden bovendien de rijnsnelheid, het stuurgedrag en het remgedrag geregistreerd. Bij de aangepaste inrichting wordt verwacht dat ten opzichte van de huidige situatie de rijnsnelheid meer overeenkomt met de snelheid zoals bedoeld door de wegbeheerder. Bovendien zou het voorkomen van plotselinge rem- en stuuracties moeten zijn afgenomen. Voorts wordt, om werklastpieken te detecteren, de stuurfrequentie (*Steering Reversal Rate*) vastgelegd (Verwey, 1995). Naar verwachting neemt de werkbelasting af bij een inrichting volgens de principes van duurzaam veilig in vergelijking met de huidige situatie.

Bij de analyse zal apart worden gekeken naar rijgedrag en werkbelasting per sectie op verschillende typen wegen, en in de buurt van overgangen tussen secties en tussen wegtypen.

### *2.1.2 simulatorstudie*

Behalve voor een veldstudie kan ook voor een simulatorstudie worden gekozen. In principe verschilt een simulatorstudie qua opzet niet veel van een veldstudie. Zowel voor wat betreft de taak van de proefpersoon en de indicatoren voor voorspelbaar verkeersgedrag die in het onderzoek kunnen worden betrokken vertonen beide methoden veel overeenkomsten. Een argument voor een simulatorstudie kan zijn dat de resultaten van het onderzoek in een vroeg stadium ter beschikking staan, aangezien met de evaluatie niet hoeft te worden gewacht tot het wegennet volledig is aangepast.

In essentie kan voor een vergelijkbare opzet worden gekozen als is aangegeven bij de veldstudie. Bij de opzet wordt in eerste instantie uitgegaan van één ontwerpvariant.

Vooraf wordt op basis van een gedetailleerde beschrijving van het wegennet en foto- en video-opnamen, een representatief gedeelte van het wegennet in West Zeeuws-Vlaanderen in een database voor de rijnsimulator wordt opgenomen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de ontwerptool die is ontwikkeld in het kader van het project *Relatie categorie, vormgeving en gebruik wegen* (Kaptein, Theeuwes & Hoekstra, 1996).

*toelichting*

In ieder geval neemt een groep ter plaatse onbekenden aan het experiment deel, mogelijk ook een groep ter plaatse bekenden. Per groep doen twaalf proefpersonen mee aan het experiment. De twaalf bekenden worden eventueel geworven via een advertentie in een lokaal medium. Geen van de proefpersonen heeft eerder aan een dergelijk experiment meegedaan. Proefpersonen worden geselecteerd op basis van leeftijd en rijervaring. Proefpersonen krijgen een vergoeding voor hun medewerking.

Elke proefpersoon rijdt over een nog nader te bepalen traject met een lengte van 30 tot 50 km. De proefleider geeft steeds tijdig de te volgen route aan. Deze route voert over alle in het project betrokken wegtypen, zowel binnen als buiten de bebouwde kom. Op verschillende delen van het traject worden verschillende verkeersdrukten gesimuleerd, zodat zowel gedrag bij lage als bij hoge verkeersdrukten in het onderzoek wordt betrokken.

Op verschillende representatieve delen van het traject wordt de dubbeltaak aan de proefpersonen opgelegd. Een volgens de principes van duurzaam veilig ingericht wegennet zou ten opzichte van de huidige situatie moeten leiden tot een verbeterde prestatie op de dubbeltaak.

Gedurende de gehele rit worden de rijsnelheid, het stuurgedrag en het remgedrag geregistreerd. Bij de aangepaste inrichting wordt verwacht dat ten opzichte van de huidige inrichting de rijsnelheid meer overeenkomt met de snelheid zoals bedoeld door de wegbeheerder. Bovendien zou het voorkomen van plotselinge rem- en stuuracties moeten zijn afgenomen. Voorts wordt, om werklastpieken te detecteren, de stuurfrequentie (*Steering Reversal Rate*) vastgelegd (Verwey, 1995). Op verschillende punten langs de route wordt stilgehouden en de proefpersonen een vragenlijst voorgelegd, waarmee wordt nagegaan welke verwachtingen het beeld van de verschillende wegtypen opwekt. Naar verwachting neemt de werkbelasting af bij een inrichting volgens de principes van duurzaam veilig in vergelijking met de huidige situatie.

Bij de analyse zal apart worden gekeken naar rijgedrag en werkbelasting op wegvakken en in de buurt van overgangen tussen secties en wegvakken.

## 2.2 Beoordeling videobeelden

Aan weggebruikers wordt voor videobeelden van verschillende punten langs de route gevraagd welke verwachtingen het wegbeeld ter plaatse oproept ten aanzien van het gewenste eigen gedrag en de aanwezigheid van andere weggebruikers. Dit onderdeel vindt afzonderlijk plaats, met een nieuwe groep proefpersonen. Deze proefpersonen krijgen een video-opname van de route te zien, waarbij de videoband enkele malen wordt stilgezet, zodat de proefpersonen een aantal vragen kunnen beantwoorden over hun verwachtingen op basis van het wegbeeld ter plaatse.

Ten opzichte van het opnemen van vragenlijsten in een veldexperiment heeft deze procedure het voordeel dat een grotere groep weggebruikers kan worden geïnterviewd. Op deze wijze wordt dus meer informatie vergaard over de verwachtingen die het wegbeeld ter plaatse op de verschillende wegtypen oproept. Daar komt bij dat tijdens het veldexperiment de rit niet op elke plaats gemakkelijk zal kunnen worden onderbroken. Bovendien wordt inzicht verkregen in verschillen op dit punt tussen verschillende groepen verkeersdeelnemers (leeftijd, rijervaring, bekendheid ter plaatse).

*toelichting experiment videobeelden*

Van de experimentele route wordt een videoband gemaakt. Deze wordt getoond aan zowel een groep ter plaatse onbekende proefpersonen als een groep ter plaatse bekende proefpersonen. Per

groep nemen 24 proefpersonen deel. De videoband wordt een aantal keer stopgezet, waarna proefpersonen enkele vragen dienen te beantwoorden over de verwachtingen die het wegbeeld ter plaatse oproept. Voorbeelden van vragen die worden gesteld zijn vragen zoals 'Verwacht u hier fietsers?' of 'Welke rijnsnelheid vindt u hier redelijk?'.

Bij een volgens de principes van duurzaam veilig ingericht wegennet zouden de verwachtingen van de weggebruikers beter moeten kloppen met de feitelijke situatie ter plaatse.

### 2.3 Fotosorteertaak

Tenslotte wordt met behulp van een fotosorteertaak nagegaan in hoeverre het beeld van de verschillende wegen leidt tot een subjectieve categorisatie die overeenkomt met de indeling in wegcategorieën volgens duurzaam veilig.

Het categoriseren van foto's van de wegomgeving, zowel door ter plaatse bekende als door ter plaatse onbekende proefpersonen, geeft een indruk van de mate waarin het uiterlijk van de verschillende wegcategorieën de weggebruiker in staat stelt een onderscheid te maken tussen verschillende wegen. Naarmate een weggebruiker gemakkelijker een weg herkent als lid van een bepaalde categorie, zal sneller en gemakkelijker het bijbehorende verwachtingspatroon ter beschikking staan van de weggebruiker. Eerder is van deze techniek gebruik gemaakt om aan te tonen dat een meer systematische aankleding van 80 km/h-wegen zou leiden tot een subjectieve indeling van wegen die lijkt op de door de wegbeheerder bedoelde indeling (Kaptein & Theeuwes, 1996).

Verondersteld wordt dat een dergelijk categoriseringsproces ten grondslag ligt aan de verwachtingen die weggebruikers hebben t.a.v. het gewenste eigen gedrag, en de aanwezigheid en het gedrag van andere weggebruikers, en aan het feitelijk vertoonde gedrag. Geen van de andere methoden geeft een vergelijkbaar inzicht in het categoriseringsproces.

#### *toelichting fotosorteertaak*

Proefpersonen krijgen een stapel foto's aangeboden van verschillende wegen binnen het proefgebied in West Zeeuws-Vlaanderen (minimaal 8 per wegtype). Hierbij worden zowel ter plaatse bekende als ter plaatse onbekenden gebruikt. Deze taak wordt uitgevoerd zowel na afloop van het veldexperiment als na afloop van de experiment met videobeelden.

Proefpersonen worden geïnstrueerd de foto's in groepen in te delen zodanig dat het gedrag van het verkeer op wegen afgebeeld op foto's binnen dezelfde groep zo veel mogelijk gelijk is, en op wegen afgebeeld op foto's tussen groepen zoveel mogelijk verschillend is. Proefpersonen mogen zelf bepalen hoeveel groepen gebruikt worden.

Na aanpassing van de inrichting van het wegennet zou de subjectieve categorisering, in vergelijking met de huidige situatie, meer in overeenstemming moeten zijn met de categorie indeling zoals bedoeld door de wegbeheerder.

Eventueel kan het onderzoek worden uitgebreid met een taak waarin de foto's moeten worden ingedeeld in de Duurzaam Veilig-categorieën, die dan expliciet worden aangegeven. Dit geeft inzicht in hoeverre de bedoelde inrichting van het wegennet ook de juiste globale allure heeft.

## 2.4 Schatting benodigde tijd en kostenindicatie (excl. BTW)

Bij alle onderdelen is uitgegaan van één groep proefpersonen. Tevens zijn de meerkosten per extra groep proefpersonen aangegeven.

<i>Veldstudie</i>		
voorbereiding	128 uur	
veldexperiment	340 uur	
analyse	80 uur	
rapportage	80 uur	
overleg	32 uur	
gebruik geïnstrumenteerd voertuig (100 uur)		
betaling proefpersonen, diversen		fl. 135.000,-
meerkosten per extra groep proefpersonen		fl. 30.000,-
<i>Simulatorstudie</i>		
voorbereiding	128 uur	
simulatorstudie	360 uur	
analyse	80 uur	
rapportage	80 uur	
overleg	32 uur	
gebruik modelleerstation (120 uur)		
gebruik projectiesysteem - 4 kanalen (40 uur)		
betaling proefpersonen, diversen		fl. 160.000,-
meerkosten per extra groep proefpersonen		fl. 30.000,-
<i>Videobeelden</i>		
voorbereiding	48 uur	
experiment videobeelden	32 uur	
analyse	16 uur	
rapportage	24 uur	
overleg	20 uur	
betaling proefpersonen, diversen		fl. 27.500,-
meerkosten per groep extra proefpersonen		fl. 5.000,-
<i>Categorisering</i>		
voorbereiding	40 uur	
experiment categorisering	48 uur	
analyse	16 uur	
rapportage	24 uur	
overleg	20 uur	
betaling proefpersonen, diversen		fl. 30.000,-
meerkosten per groep extra proefpersonen		fl. 5.000,-

- genoemde bedragen vormen slechts een voorlopige indicatie
- alle bedragen zijn excl. BTW

### 3 CONCLUSIE

Voor het toetsen in hoeverre de inrichting van een duurzaam veilig wegennet in West Zeeuws-Vlaanderen leidt tot een meer voorspelbaar verkeersgedrag is het nodig indicatoren van voorspelbaar verkeersgedrag in de huidige situatie te vergelijken met diezelfde indicatoren nadat het wegennet volgens duurzaam veilig-principes is ingericht. Hiertoe dient informatie te worden verzameld t.a.v. het categoriseren van wegen, het door het wegbeeld gewekte patroon van verwachtingen, de anticipatie op verkeerssituaties, de gekozen rijsnelheid en de werkbelasting.

Met betrekking tot anticipatie, rijsnelheid en werkbelasting is het nodig ofwel een veldstudie, ofwel een simulatorstudie uit te voeren. Voor onderzoek naar het patroon van verwachtingen lijkt een experiment op basis van video-beelden geschikt, terwijl een laboratoriumstudie op basis van een fotosorteertaak inzicht kan verschaffen in de wijze waarop weggebruikers het veranderde wegennet inderdaad zoals bedoeld categoriseren.

### REFERENTIES

- Kaptein, N.A. & Theeuwes, J. (1996). *Effecten van vormgeving op categorie-indeling en verwachtingen ten aanzien van 80 km/h-wegen buiten de bebouwde kom*. Rapport TM-96-C010. Soesterberg: TNO technische Menskunde.
- Kaptein, N.A., Hoekstra, W.H. & Theeuwes, J. (1996). *Basisontwerp databse 'relatie categorie. Vormgeving en gebruik wegen'*. Rapport TM-96-C014. Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Verwey, W.B. (1995). *Measuring workload peaks while driving. A comparison of nine common workload techniques*. Report TNO-TM 1995 B-4. Soesterberg, The Netherlands: TNO Human Factors Research Institute.

Soesterberg, december 1996



Drs. N.A. Kaptein



## Literatuur

- Catshoek, J.W.D. & Janssen, S.T.M.C. (1995). *Monitoring van het demonstratieproject 'duurzaam-veilig West-Zeeuwsch-Vlaanderen'*. definitiestudie. R-95-14. SWOV, Leidschendam.
- Gundy, C.M. (1994). *Cognitive organization of roadway scenes*. R-94-86. SWOV, Leidschendam.
- Gundy, C.M. (1995). *Cognitive organization of roadway scenes. part II*. R-95-75E. SWOV, Leidschendam.
- Hammond, H.R., Hamm, R.M. & Grassia, J. (1986). *Generalising over conditions by combining the multitrait-multimethod matrix on the representative design of experiments*. In: *Psychological Bulletin*, Vol. 100 (1986), No. 2, pp. 257-269.
- Kaptein, N.A. & Theeuwes, J. (1996). *Effecten van vormgeving op categorie-indeling en verwachtingen ten aanzien van 80km/h-wegen buiten de bebouwde kom*. TM-96-C010. TNO Technische Menskunde, Soesterberg.
- Noordzij, P.C., Wittink, R.D., Rooijers, T. & Korbee, H. (1995). *In de hoofdrol; Componentanalyse duurzaam-veilig gedrag*. R-95-49. SWOV, Leidschendam.
- Oosterveld, P., & Vorst, H.C.M. (1996). *Methoden voor vragenlijst constructie*. In: *Nederlands Tijdschrift voor de Psychologie* Nr. 51, p. 11-27.
- SWOV (1992). *Naar een duurzaam veilig wegverkeer; Nationale Verkeersveiligheidsverkenning voor de jaren 1990/2010*. SWOV, Leidschendam.
- Waard, D. de (1996). *The measurement of Drivers' Mental Workload*. Traffic Research Centre VSC, Groningen.