

# 'Duurzaam-veilig' en bereikbaarheid: proefproject Midden-Nederland

*Eindrapport*

R-97-40

F. Poppe

Leidschendam, 1997

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

## Documentbeschrijving

Rapportnummer: R-97-40  
Titel: 'Duurzaam-veilig' en bereikbaarheid: proefproject Midden-Nederland  
Ondertitel: Eindrapport  
Auteur(s): F. Poppe  
Onderzoeksmanager: Ir. S.T.M.C. Janssen  
Projectnummer SWOV: 55.333  
Projectcode opdrachtgever: HVVL 96.414.50  
Opdrachtgever: De inhoud van dit rapport berust op gegevens die zijn verkregen in het kader van een project, dat is uitgevoerd in opdracht van de Adviesdienst Verkeer en Vervoer van Rijkswaterstaat.

Trefwoord(en): Road network, layout, highway design, forecast, mathematical model, accessibility, mobility (pers), traffic flow, noise, exhaust fumes, statistics, evaluation (assessment), region, Netherlands.

Projectinhoud: In deze studie worden twee soorten wegennetwerken met elkaar vergeleken: een netwerk zoals dat ontstaat volgens de plannen van het *Meerjarenprogramma Infrastructuur en Transport 1993-1997* (MIT), en een netwerk dat voldoet aan de uitgangspunten voor een duurzaam-veilig wegverkeerssysteem. Hiertoe zijn twee varianten uitgewerkt voor het regionale wegennetwerk van één en dezelfde regio, te weten Midden-Nederland. De vergelijking, uitgevoerd met behulp van een verkeerskundig prognosemodel, heeft betrekking op verkeersveiligheid, bereikbaarheid, doorstroming en op diverse milieu-aspecten, zoals geluid en uitstoot van schadelijke stoffen.

Aantal pagina's: 28 p. + 18 p.  
Prijs: f 40,-  
Uitgave: SWOV, Leidschendam, 1997

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV  
Postbus 1090  
2260 BB Leidschendam  
Telefoon 070-3209323  
Telefax 070-3201261

## Samenvatting

In deze studie worden twee soorten wegennetwerken met elkaar vergeleken: een op de traditionele manier tot stand gekomen netwerk enerzijds, en een netwerk dat voldoet aan de uitgangspunten voor een duurzaam-veilig wegverkeerssysteem anderzijds. Hiertoe zijn twee varianten uitgewerkt voor het regionale wegennetwerk van één en dezelfde regio. De vergelijking heeft betrekking op verkeersveiligheid, bereikbaarheid, doorstroming en op diverse milieu-aspecten, zoals geluid en uitstoot van schadelijke stoffen. De aanleiding voor deze vergelijking was de soms wel geuite veronderstelling dat een duurzaam-veilig netwerk negatief zou kunnen uitwerken op bereikbaarheid en doorstroming.

Om de twee netwerkvarianten kwantitatief te kunnen beoordelen zijn ze met behulp van een verkeerskundig prognosemodel doorgerekend. Een dergelijk model levert intensiteitsgegevens en snelheden per wegvak. Hiermee worden de twee netwerken op een aantal criteria 'gescoord'. Om praktische redenen is Midden-Nederland als onderzoeksregio gekozen.

### *Resultaten*

Het totaalbeeld is als volgt. Nadelige effecten voor de mobiliteit of de bereikbaarheid zijn er *niet*. Voor een aantal aspecten zijn de effecten juist positief.

Met een duurzaam-veilige inrichting van het netwerk wordt een duidelijke winst behaald voor de verkeersveiligheid. De ondergrens voor deze winst is bijna 5%. We spreken hier van een 'ondergrens' omdat alleen gekeken is naar het effect van de andere verdeling van het verkeer over het netwerk, en niet naar de effecten van een duurzaam-veilige *vormgeving*. Met het complete pakket van duurzaam-veilige maatregelen kan naar schatting op den duur een vermindering van het aantal verkeersdoden met 60 tot 80% bereikt worden.

De *verkeersveiligheid* is voor de wegvakken in de duurzaam-veilige (DV-) variant ongeveer zes indexpunten gunstiger dan in het netwerk zoals dat ontstaat volgens de plannen uit het *Meerjarenprogramma Infrastructuur en Transport 1993-1997*, de MIT-variant (index 115 respectievelijk 121).

Wat de kruispunten betreft is er weinig verschil (118 tegen 119). Hierbij moet bedacht worden dat de verkeersveiligheidswinst van de toename van het aantal rotondes in het duurzaam-veilig netwerk niet berekend is.

De *mobiliteit* (het aantal voertuigkilometers) is in beide varianten vrijwel hetzelfde: een index van 122 voor de MIT-variant en 123 voor de DV-variant. Ook voor de deelgebieden zijn de indexcijfers steeds vrijwel gelijk.

De *bereikbaarheid* is op twee manieren gemeten. Er is gekeken naar het aantal gereden voertuigen; dit zegt in relatie tot het aantal voertuigkilometers iets over de afwikkeling op de wegvakken. Tevens is gekeken naar het aantal voertuigverliesuren op kruispunten; daarmee wordt de afwikkeling op kruispunten in beeld gebracht.

Het aantal gereden voertuigen is in de DV-variant iets groter (131 tegen 130), maar dat correspondeert met het ook iets grotere aantal voertuigkilometers. Het aantal kruispuntverliesuren is in de DV-variant gunstiger: 120 tegen 135. Dit wordt vooral veroorzaakt door het gunstige effect van de rotondes op de kruisingen tussen de gebiedsontsluitingswegen.

Voor het *geluid* zijn geen kwantitatieve gegevens voor aantallen geluidsbelaste woningen berekend. Op kaartbeelden is aangegeven waar de geluids-

belasting met meer dan 3 dB(A) toe- of afneemt. Daaruit blijkt dat waarschijnlijk vooral gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom extra aandacht zullen moeten krijgen.

De aantasting van de *luchtkwaliteit* is op drie aspecten berekend: het brandstofverbruik, de uitstoot aan NO<sub>x</sub> en aan CO<sub>2</sub>. De verschillen tussen de twee varianten zijn marginaal.



## Summary

### **'Sustainably safe' traffic system and accessibility: a pilot project for the Central Netherlands**

This study compares two kinds of road networks: one network developed in the traditional manner and another network satisfying the basic conditions for a sustainably safe road traffic system. To this end, two network versions were compared for the road network of one and the same region. The comparison dealt with issues such as road safety, accessibility, traffic flow, and various environmental aspects such as noise and the emission of harmful substances. The reason for this comparison can be found in the sometimes uttered hypothesis that a sustainably safe network can have adverse effects on accessibility and traffic flow.

To assess the quality of the two network versions, calculations were made using a traffic forecasting model. Such a model produces traffic flow data and speeds per road section. The data generated was used to score the two networks according to a number of criteria. For practical reasons, the central Netherlands region was chosen as the study area.

#### *Results*

The overall results showed *no* adverse effects on mobility or accessibility, and for some aspects, the effects were actually positive.

When using a sustainably safe design for the network, road safety is considerably enhanced. The minimum gain is nearly 5%. We use the term 'minimum' because only the effect of the other traffic distribution over the network was examined, and not the effects of a sustainably safe design. With the complete package of sustainably safe measures, it is estimated that a reduction of 60 to 80% in the number of fatalities could be attained in the long run.

Compared to the network designed according to the plans from the *1993-1997 Long-range Programme for Infrastructure and Transport* (the MIT version), *road safety* for the road sections in the sustainably safe (DV) traffic system showed an improvement of six index points, with the latter version scoring 115 index points against the MIT version's 121. As for the junctions, the scores differed only marginally (118 versus 119 respectively). Here, it must be remembered that no calculations were made as to the road safety benefit from the increase in the number of roundabouts in the sustainably safe traffic system.

*Mobility* (the number of vehicle kilometres) was practically the same in both versions: an index of 122 for the MIT version and 123 for the DV version. Invariably, the index numbers for the subsections were also fairly similar.

*Accessibility* was measured in two ways. The number of vehicle hours driven was examined; combined with the number of vehicle kilometres, this gives an indication of the traffic speed on the road sections. Furthermore, the number of vehicle hours lost at junctions was examined; this gave an idea of the traffic flow at junctions.

The number of vehicle hours driven was somewhat higher in the DV version (131 compared to 130). This can be explained by the fact that the number of vehicle kilometres driven in the DV version is slightly higher. The number of vehicle hours lost at junctions was lower in the DV version: 120 as opposed to 135. This was caused mainly by the beneficial effect of the roundabouts on traffic flow at the junctions between the access roads.

As far as *noise* was concerned, no quantitative data relating to the number of homes adversely affected by noise was obtained. Maps indicate where the noise levels increase or decrease by more than 3 dB(A). From this it appears that extra attention should be given to access roads inside urban areas. The harmful effects on *air quality* were calculated using three parameters: fuel consumption, nitrogen oxides emissions and CO<sub>2</sub> emissions. The differences between the two versions were marginal.

# Inhoud

1.	<i>Inleiding</i>	8
1.1.	Achtergrond	8
1.2.	Doel	8
1.3.	Aanpak	8
1.4.	Opbouw van de rapportage	9
2.	<i>Duurzaam veilig, wat is dat?</i>	10
2.1.	De onderdelen van het systeem	10
2.2.	Verschillende wegtypen	10
2.3.	Erftoegangswegen	11
2.4.	Gebiedsontsluitingswegen	11
2.5.	Stroomwegen	11
2.6.	Kruispunten	11
3.	<i>Rekenmethoden en criteria</i>	13
3.1.	Het verkeersmodel	13
3.2.	De intensiteiten	13
3.3.	De verkeersveiligheidsmodule	14
3.4.	Risico op wegvakken	14
3.5.	Risico op kruispunten	14
3.6.	De ontwikkeling van de verkeersveiligheid	15
4.	<i>De netwerken</i>	17
4.1.	Het MIT-netwerk	17
4.2.	Status van het DV-netwerk	17
4.3.	Startpunt voor het DV-netwerk	17
4.4.	Relatie met het bestaande wegennet	18
4.5.	Wegen buiten het 'model'-netwerk	18
4.6.	Mogelijkheid tot aanpassingen	19
5.	<i>Resultaten</i>	20
5.1.	Gebieden	20
5.2.	Verschillen en hun oorzaken	20
5.3.	Verkeersveiligheid	20
5.4.	Nadere analyse Amersfoort	21
5.5.	Mobiliteit	22
5.6.	Bereikbaarheid	22
5.7.	Leefbaarheid	24
5.8.	Geluid	24
6.	<i>Conclusies</i>	26
6.1.	De verkeersveiligheidswinst: een ondergrens	26
6.2.	De bereikbaarheid	26
6.3.	Het definiëren van een duurzaam veilig netwerk	27
	<i>Literatuur</i>	28
	<i>Bijlage Operationele eisen wegvakken en kruispunten</i>	29
	<i>Afbeeldingen 1 t/m 7</i>	31

# 1. Inleiding

## 1.1. Achtergrond

Er is de laatste jaren toenemende aandacht voor het tot stand brengen van een 'duurzaam-veilig' wegverkeersysteem. De uitgangspunten voor zo'n duurzaam-veilig systeem zijn ontwikkeld vanuit de optiek van de verkeersveiligheid.

Maar aan een wegverkeerssysteem worden meer eisen gesteld: onder meer op het gebied van bereikbaarheid, doorstroming, beperkte geluidshinder, energieverbruik, enzovoort. In het *Tweede Structuurschema Verkeer en Vervoer* (SVV-II) heeft het ministerie van Verkeer en Waterstaat ook voor deze beleidsterreinen streefbeelden geformuleerd.

Welke gevolgen de toepassing van een 'duurzaam-veilig' wegverkeerssysteem in de praktijk heeft voor bereikbaarheid, doorstroming en diverse milieu-aspecten, is niet bekend. Het is in principe mogelijk dat bij de uitwerking van de verschillende streefbeelden blijkt dat zij onderling een zekere strijdigheid vertonen. Om die reden bestaat er tot op heden terughoudendheid bij het in de praktijk toepassen van een 'duurzaam-veilige' netwerkstructuur. Men vreest dat dit ten koste van de andere beleidsdoelen zal gaan.

Hoe kan nu verzekerd worden dat een verkeersveilige infrastructuur, opgezet vanuit de voorwaarden voor 'duurzaam-veilig' wegverkeerssysteem, ook een infrastructuur is die aan de overige eisen tegemoet komt? Dat is de centrale vraag in dit onderzoek.

## 1.2. Doel

Het doel van deze studie is om twee soorten wegennetwerken met elkaar te vergelijken. Enerzijds is een op de traditionele manier tot stand gekomen netwerk doorgerekend. Anderzijds is een netwerk ontwikkeld en doorgerekend volgens de uitgangspunten voor een duurzaam-veilig wegverkeerssysteem.

Een analyse van de verschillen moet uitwijzen welke keuzes tot gunstige of nadelige effecten hebben geleid. Dit moet dan leiden tot inzichten over de manier waarop verkeersveiligheid, bereikbaarheid, doorstroming en milieu in combinatie het beste gediend worden.

Dergelijke inzichten maken het mogelijk het onderwerp verkeersveiligheid in een zo vroeg mogelijk stadium te laten meewegen bij de voorbereiding en uitvoering van beleid op het gebied van infrastructuur. Op die manier kan men voorkomen dat men terechtkomt in een situatie van uitsluitend symptoombestrijding achteraf.

## 1.3. Aanpak

Om de vergelijking tussen een 'gewoon' netwerk en een 'duurzaam-veilig' netwerk te kunnen maken zijn twee varianten uitgewerkt voor het regionale wegennetwerk van één en dezelfde regio. De eerste variant betreft het netwerk zoals dat ontstaat volgens de plannen die vastliggen in de huidige investeringsprogramma's van het *Meerjarenprogramma Infrastructuur en Transport 1993-1997* (de 'MIT-variant'); de tweede variant schetst een

netwerk dat volgens de uitgangspunten voor een duurzaam-veilige infrastructuur uitgewerkt is (de 'DV-variant').

Vanwege de beschikbaarheid van gegevens is voor Midden-Nederland gekozen als proefgebied. De stedelijke structuur van het gebied maakt de resultaten voldoende representatief voor andere verstedelijkte gebieden in Nederland. Voor minder verstedelijkte gebieden zouden de resultaten anders kunnen uitvallen, al zal dat meer betrekking hebben op de grootte van verschillen, dan op de richting ervan.

Opgemerkt dient te worden dat het duurzaam-veilige netwerk voor het gebied zoals dat hier is geschetst, *een* voorbeeld is ten behoeve van de vergelijking, en niet het resultaat van bestuurlijke consensus.

Beide netwerken zijn door DHV Milieu en Infrastructuur BV doorgerekend met behulp van het Model Midden-Nederland - een 'standaard' verkeersmodel, waarvoor is gekozen om de vergelijking van de twee soorten netwerken zo goed mogelijk op deze ~~de~~ basis te kunnen uitvoeren. In de berekening zijn de twee varianten beoordeeld op hun functioneren op de aspecten bereikbaarheid, mobiliteit, en leefbaarheid (waaronder dus verkeersveiligheid).

Bij deze operatie is alleen gekeken naar de effecten die ontstaan door het functioneren van het netwerk *zelf*. Zo is bijvoorbeeld de verkeersveiligheids-winst die zal ontstaan doordat de duurzaam-veilig vormgegeven wegvakken per voertuigkilometer een lager risico zullen hebben, niet meegenomen. De uitkomsten hiervan zouden een *direct* resultaat van de invoergrootheden zijn; de interpretatie van de verschillen die ontstaan door het functioneren van het netwerk wordt dan juist bemoeilijkt.

De gegevens zijn beschouwd voor het gebied als geheel, en voor enkele deelgebieden afzonderlijk. Alle resultaten zijn in indexcijfers ten opzichte van een gemeenschappelijke basis teruggerekend.

#### 1.4. Opbouw van de rapportage

In deze studie is gebruik gemaakt van de uitgangspunten voor een duurzaam-veilig netwerk zoals die elders uitgebreid zijn beschreven (zie onder meer Koornstra e.a., 1990; Van Minnen & Slop, 1994). Deze uitgangspunten en de gedachten die eraan ten grondslag liggen worden in hoofdstuk 2 nog eens kort weergegeven. Dit hoofdstuk dient als achtergrond bij de rest van deze rapportage.

In hoofdstuk 3 wordt eerst gedefinieerd welke rekenmethodes en criteria voor de twee te vergelijken netwerken gebruikt zouden moeten worden. In hoofdstuk 4 wordt vervolgens een duurzaam-veilig netwerk voor het gebied geschetst. De keuzes die gemaakt zijn bij het uitwerken van een netwerk, worden hierbij beschreven.

In de opzet van het onderzoek was rekening gehouden met het definiëren van één of meer varianten op basis van de eerste rekenresultaten. Wanneer uit analyse van deze eerste resultaten zou blijken dat verschillen in het functioneren van de twee netwerken veroorzaakt werden door gemaakte keuzes die los stonden van de duurzaam-veilige uitgangspunten, zouden deze dan nog gecorrigeerd kunnen worden. Op de verbeteringen die langs deze weg aangebracht zijn wordt eveneens ingegaan in hoofdstuk 4. Hoofdstuk 5 ten slotte, bevat de conclusies van het onderzoek.

## 2. Duurzaam-veilig, wat is dat?

Na honderd jaar autoverkeer is het tijd om een nieuwe start te maken met het ontwikkelen van een verkeersveilig wegverkeerssysteem. De effectiviteit van het voortborduren op het oude en bestaande systeem (wegen, voertuigen, regelgeving enzovoort) wordt steeds kleiner: verbeteringen en nieuwe oplossingen zijn op die manier steeds moeilijker te vinden.

Enige jaren geleden heeft de SWOV het concept 'duurzaam-veilig' gelanceerd. Uitgangspunt in dit concept is dat de mens met al zijn beperkingen de 'maat der dingen' moet zijn. Met andere woorden: men dient de weggebruikers niet in een omgeving te plaatsen waar het maken van fouten praktisch onvermijdelijk is, of waar fouten ernstige gevolgen hebben. Het doel is om dodelijke ongevallen en blijvend letsel te voorkómen. Geaccepteerd moet worden dat het verkeer risico's oplevert, zoals vrijwel iedere menselijke activiteit, maar de gevolgen daarvan zouden beperkt moeten blijven tot hinder of verwondingen waarvan met kan herstellen. Dat doel ligt ver weg, maar het streven ernaar leidt wel tot concrete verbeteringen die op korte termijn toepasbaar zijn.

### 2.1. De onderdelen van het systeem

De principes van 'duurzaam-veilig' kunnen uitgewerkt worden voor de verschillende onderdelen van dat systeem: verkeersdeelnemer, voertuig, weg en wegomgeving.

Hoewel de verkeersdeelnemer en het voertuig (en hun verschillende interacties) niet moeten worden vergeten, wordt in deze studie de aandacht gericht op de weg, en dan vooral op het wegennetwerk als geheel.

Het ontstaan van ernstig letsel en dodelijke ongevallen wordt vooral bepaald door massa- en snelheidsverschillen, in combinatie met het al dan niet 'beschermd' zijn van de verkeersdeelnemer. Wanneer we ons richten op het onderdeel 'weg', gaat het er dus vooral om te bepalen:

- welke menging van vervoerwijzen mogelijk is;
- bij welke snelheden en snelheidsverschillen dat aanvaardbaar is;
- welke eisen dan aan het wegontwerp gesteld moeten worden.

### 2.2. Verschillende wegtypen

Bij het bepalen van de ontwerpsnelheid is er voortdurend een spanning tussen 'stromen' en 'ontsluiten'. Enerzijds moet voorzien worden in hoge snelheden voor het gemotoriseerd verkeer, gezien de hoofdfunctie van het wegsysteem. Anderzijds kan dat niet voor alle wegen gelden, het ontsluiten van wijken en verblijfsgebieden brengt nu eenmaal een hoge dichtheid van vertakkingen met zich mee, waardoor hoge snelheden niet op een veilige wijze mogelijk zijn.

Verkeersdeelnemers moeten snel en eenduidig kunnen vaststellen wat er van hen verwacht wordt. Daarom moet er een beperkt aantal duidelijk herkenbare wegcategorieën zijn, die ervoor zorgen dat de weggebruiker weet:

- voor welk snelheidsregime de weg ontworpen is;
- op wat voor soort situaties men bedacht moet zijn;
- welk soort reacties men van elkaar kan verwachten.

De fysieke uitvoering van de wegen moet niet alleen duidelijkheid op deze punten bieden, maar ook het 'gewenste' verkeersgedrag al zo veel mogelijk afdwingen.

Voorts moet het mogelijk zijn om vanaf een willekeurig startpunt in een redelijke tijd een 'hoge-snelheids-weg' te bereiken.

Met drie categorieën van wegen is een bruikbaar systeem op te bouwen: erf-toegangswegen, gebiedsontsluitingswegen en stroomwegen.

De erftoegangswegen hebben als primaire functie het toegankelijk maken van verblijfsgebieden (woonerf, winkelerf, 30 km/uur-gebied), waarbij tegelijkertijd de straat als ontmoetingsplaats kan fungeren. Alle mogelijke voertuigen en manoeuvres kunnen zich hier manifesteren.

De gebiedsontsluitingswegen hebben een soortgelijke functie, maar dan op de schaal van het gebied.

Op de stroomwegen is snelheid het uitgangspunt.

In de volgende paragrafen wordt een korte omschrijving gegeven van de verschillende wegcategorieën. De gedachtenvorming over de daarbij behorende fysieke uitvoeringsvormen is nog niet geheel afgerond. Tijdens het opstellen van de onderhavige rapportage heeft CROW een handboek met de voorlopige functionele en operationele eisen uitgebracht (CROW, 1997). Ter illustratie van de hier gegeven omschrijvingen zijn de tabellen 8 tot en met 11 uit dit handboek in de *Bijlage* gereproduceerd.

### 2.3. Erftoegangswegen

Op erftoegangswegen zal niet harder gereden moeten (kunnen) worden dan 30 km/uur. Buiten de bebouwde kom kunnen snelheden tot 60 km/uur geaccepteerd worden. Buiten de bebouwde kom zal de snelheidsbeperking in veel gevallen gebiedsgewijs gerealiseerd worden. Kruisend en afslaand verkeer is steeds mogelijk.

### 2.4. Gebiedsontsluitingswegen

Op de gebiedsontsluitingswegen is tussen de kruispunten 'stromen' de belangrijkste functie. De snelheden zijn zodanig dat er geen gemengd verkeer mag zijn; er moeten dus afzonderlijke fietsvoorzieningen zijn. Er zijn geen gescheiden rijbanen, dus de snelheden zijn gemaximeerd tot 50-70 km/uur. Ook hier kan dat buiten de bebouwde kom iets hoger zijn: 80 km/uur.

Op de kruispunten (die een zekere onderlinge afstand moeten hebben) is 'uitwisseling' mogelijk, zodat daar de snelheden effectief omlaag gebracht moeten worden.

### 2.5. Stroomwegen

Op de stroomwegen is een snelle maar wel veilige doorstroming het uitgangspunt. De rijbanen moeten daarom (liefst geheel fysiek) gescheiden zijn. Vanwege de rijnsnelheid zijn kruisingen ongelijkvloers, en is uitwisseling alleen mogelijk met in- en uitvoegingen.

### 2.6. Kruispunten

Bij de beschrijving van de wegtypen is al het een en ander opgemerkt over de kruisingen. In een duurzaam-veilig netwerk komen alleen kruisingen



voor met wegen van hetzelfde type, of met wegen van één klasse 'hoger' of 'lager'. Met andere woorden: kruisingen tussen erftoegangswegen en stroomwegen behoren niet voor te komen.

Ook voor de kruispunten wordt het principe toegepast van een beperkt aantal herkenbare en eenduidig toegepaste categorieën. In het volgende schema is dit aangegeven.

<i>kruisingstype</i>	stroomweg	gebiedsontsluitingsweg	erftoegangsweg
stroomweg	ongelijkvloers knooppunt	ongelijkvloerse aansluiting	komt niet voor
gebiedsontsluitingsweg		rotonde of gelijkwaardig	voorrangskruispunt
erftoegangsweg			eenvoudig kruispunt

De volgende overwegingen hebben bij deze indeling een rol gespeeld. Op stroomwegen liggen de snelheden zo hoog dat alleen in- en uitvoeringen toegestaan mogen worden. Andere manoeuvres, zoals afschakelen of kruisen, leiden tot te grote snelheidsverschillen.

Kruisingen tussen gebiedsontsluitingswegen onderling moeten als belangrijke eigenschap hebben dat de verkeersdeelnemers hun snelheid zodanig verlagen dat onverhoopte botsingen niet tot blijvend letsel kunnen leiden. Rotondes zijn daar zeer geschikt voor. Zij hebben bovendien het voordeel dat alle manoeuvres uitgevoerd kunnen worden zonder kans op frontale botsingen. Dit is belangrijk omdat frontale botsingen, bij dezelfde maximale snelheid, tot de grootste snelheidsverschillen leiden, en dus tot de grootste kans op blijvend letsel. Bovendien steekt de capaciteit gunstig af tegenover veel andere oplossingen.

Maar in principe zijn ook andere oplossingen mogelijk en denkbaar. Specifieke ruimtebeperkingen kunnen een rotonde soms ook onmogelijk of onwenselijk maken.

In deze studie is niet gekeken naar eventuele ruimtelijke problemen bij individuele kruisingen. Er is daarom gerekend met rotondes bij alle kruispunten van gebiedsontsluitingswegen.



### 3. Rekenmethoden en criteria

Om de twee netwerkvarianten kwantitatief te kunnen beoordelen zijn ze met behulp van een verkeersmodel doorgerekend. Een dergelijk model levert intensiteitsgegevens en snelheden per wegvak. Hiermee worden de twee netwerken op een aantal criteria 'gescoord'. Dit hoofdstuk gaat in op de volgende punten:

- het gebruikte verkeersmodel;
- de behandeling van de intensiteiten;
- en de manier waarop het criterium 'verkeersveiligheid' is ingebracht;
- de ontwikkeling van de verkeersveiligheid tussen het *basisjaar* en het *prognosejaar*.

#### 3.1. Het verkeersmodel

Voor het gebied van de onderzochte regio is het verkeerskundig prognosemodel *Model Midden-Nederland (MMN)* in gebruik. Dit wordt gebruikt om beleidsbeslissingen op het gebied van verkeer en vervoer (waaronder infrastructuur) voor te bereiden.

Met het MMN is het mogelijk om een groot aantal indicatoren te kwantificeren, waarmee de resultaten op beleidsdoelen voor bereikbaarheid, luchtverontreiniging, geluidsoverlast, verkeersveiligheid en dergelijke in beeld kunnen worden gebracht.

Het MMN wordt beheerd door *DHV Milieu en Infrastructuur BV*. De berekeningen voor dit project zijn ook uitgevoerd door DHV. In de rapportage van DHV hierover (DHV, 1997-concept) en in de beschrijving van het model (DHV, 1990) wordt uitgebreid ingegaan op de gebruikte rekenmethodes en aannames.

Het basisjaar van het model is 1992, en het prognosejaar is het jaar 2010. In de prognose is het landelijke en het provinciale en regionale beleid opgenomen zoals dat op dit moment voorzien wordt. Dat betreft dan onder meer aannames omtrent economische en demografische ontwikkelingen, voornemens omtrent de prijsontwikkeling van het particulier en het openbaar vervoer, enzovoort.

Op basis van de sociaal-economische invoergrootheden (die hier voor beide varianten hetzelfde zijn) en de netwerkgegevens, wordt het aantal autoverplaatsingen tussen de verschillende herkomsten en bestemmingen voorspeld, waarna deze toegedeeld worden aan het netwerk. Daarbij wordt rekening gehouden met het feit dat de kwaliteit van het functioneren van het netwerk afneemt naarmate de intensiteit dichterbij de capaciteit nadert.

#### 3.2. De intensiteiten

Het model levert avondspitsuurintensiteiten. In deze rapportage worden de gegevens gerapporteerd in jaartotalen. De volgende vermenigvuldigingsfactoren zijn gebruikt om de avondspitsintensiteiten om te rekenen naar jaartotalen.

Als eerste worden de spitsgegevens vertaald naar werkdagemaalgegevens. Hiervoor is de in verkeersonderzoek gebruikelijke factor 11 gebruikt. Vervolgens moet de verhouding tussen het aantal autokilometers gedurende de totale week en dat op werkdagen worden bepaald. Met gegevens uit het

Onderzoek Verplaatsingsgedrag (OVG) is deze op 1,33 bepaald.<sup>1</sup> Hiermee kan het totaal per week bepaald worden.

Dit dient dan met 52 vermenigvuldigd te worden om het jaartotaal te geven.

### 3.3. De verkeersveiligheidsmodule

Voor een goede beoordeling van het effect van een duurzaam-veilige inrichting van het netwerk is het noodzakelijk de onveiligheid op kruispunten en op wegvakken afzonderlijk te bezien. In de bestaande rekenmethode was daarin niet voorzien. Daarom is ten behoeve van dit project een nieuwe verkeersveiligheidsmodule opgesteld.

De nieuwe module genereert de uitsplitsing naar kruispunten en wegvakken op relatief eenvoudige wijze: het aantal slachtoffers is het produkt van een risicomat en de verkeersproductie. De verkeersproductie op wegvakken is het aantal motorvoertuigkilometers (intensiteit wegvak maal lengte wegvak). Op kruispunten is dit het totaal aantal oprijdende voertuigen.

### 3.4. Risico op wegvakken

Voor de onveiligheid op wegvakken is uitgegaan van de waarden die ook in de studie in het Westland zijn gebruikt<sup>2</sup> (Van Minnen, in voorbereiding). Dit leidt tot de volgende risicomaten (in *slachtoffers per miljoen voertuigkilometers per jaar*):

wegtype	slachtoffers per miljoen voertuigkilometers per jaar
stroomweg	0,05
gebiedsontsluitingsweg	0,25
erftoegangsweg bubeko	0,85
erftoegangsweg bibeko	0,60

In de MIT-variant worden autosnelwegen en autowegen als voor dit doel als stroomweg behandeld.

### 3.5. Risico op kruispunten

De achterliggende bestanden van het model bevatten geen informatie over de kruispuntypen. De kruispuntypen zijn daarom grotendeels afgeleid uit de wegfuncties.

Voor de DV-variant kon hiertoe gebruik gemaakt worden van het schema voor de relatie tussen kruisingstype en wegfunctie in het vorige hoofdstuk. De kruispuntypen volgen hier rechtstreeks uit.

Voor de MIT-variant is dezelfde systematiek gevolgd, alleen is hier niet van rotondes uitgegaan. Hier zijn 'gewone' kruispunten gebruikt. (In de capaciteitsberekeningen wordt niet met een vergelijkbare kruispuntypologie

<sup>1</sup> In 1993 waren de gegevens voor autobestuurders: van maandag t/m vrijdag 90,87 kilometer per persoon, zaterdag en zondag 29,69 km, dit leidt tot  $(90,87 \cdot 7 + 29,69) / 90,87 = 1,33$ .

<sup>2</sup> In de definitieve modelberekeningen voor de Westland-studie zijn andere waarden gebruikt. De veranderingen betreffen echter alleen het absolute niveau, en niet de onderlinge verschillen. Voor de uitkomsten in deze studie maakt dat dus geen verschil.

gewerkt - daar wordt per kruispunt door middel van verliestijden en dergelijke de werkelijkheid zo goed mogelijk benaderd )  
 De ongevallen op knooppunten tussen stroomwegen onderling zijn verdisconteerd in de risicomaat voor wegvakken van stroomwegen. Er wordt derhalve geen afzonderlijke berekening op uitgevoerd. Dit geldt zowel voor de DV- als de MIT-variant.

Voor de overige wegvakken geldt dus dat de onveiligheid op kruisingen tussen de wegvakken onderling in het model afzonderlijk wordt berekend. De onveiligheid die veroorzaakt wordt door uitritten en andere kruisingen met wegen van lagere orde (wegen die *niet* in het model opgenomen zijn), is verdisconteerd in de onveiligheid op de wegvakken.

Wanneer kruispunten om modeltechnische redenen opgedeeld zijn in verscheidene knopen en wegvakjes, moet dit geen verschil maken voor de berekening. Het kruispunt wordt als één geheel gezien, en alleen de intensiteiten op de wegvakken 'aan de buitenzijde' bepalen het totaal aantal oprijdende voertuigen.

In aansluiting op de gekozen waarden voor de studie in het Westland leidt dit tot de volgende risicomaten (slachtoffers per miljoen voertuigpassages per jaar):

<i>kruispuntsoort</i>	<i>slachtoffers per miljoen voertuigpassages per jaar</i>	
kruispunt stroomweg - gebiedsontsluitingsweg	0,10	theoretische cijfers, afgeleid voor de toekomstige duurzaam-veilige infrastructuur
kruispunt gebiedsontsluitingswegen onderling	0,04	
kruispunt gebiedsontsluitingsweg - erftoegangsweg	0,12	
rotonde bubeko	0,09	huidige, werkelijke cijfers
rotonde bibeko	0,11	
kruispunt erftoegangswegen bubeko	0,20	
kruispunt erftoegangswegen bibeko	0,06	

De waarden voor de rotondes zijn gebaseerd op de *huidige* situatie, voor kruisingen met relatief veel verkeer. Deze zijn niet geheel vergelijkbaar met die voor de *toekomstige* gebiedsontsluitingswegen.

Twee soorten onzuiverheden in de berekeningen zijn aldus onvermijdelijk gebleken. Enerzijds kan in de MIT-variant *geen* rekening worden gehouden met rotondes. Anderzijds wordt in de DV-variant het voordeel van rotondes onderschat.

Gezien het aantal kruispunten waarop deze kwestie betrekking heeft, ten opzichte van het totaal, en gezien het feit dat de twee onzuiverheden tegen-gestelde effecten hebben, heeft een en ander geen ernstig effect op de vergelijkbaarheid van de uitkomsten voor de twee netwerkvarianten.

### 3.6. De ontwikkeling van de verkeersveiligheid

De risico's zijn gebaseerd op de huidige risiconiveaus. Omdat het hier gaat om een vergelijking tussen twee netwerkalternatieven voor hetzelfde

prognosejaar (2010), is het niet zinvol om te proberen rekening te houden met trends. Het introduceren van een dergelijke 'trend' zou slechts een extra foutenmarge in beide voorspellingen betekenen.

Ook voor de overige criteria geldt dat het niet gebruikelijk is om in vergelijkende studies rekening te houden met ontwikkelingen in bijvoorbeeld de uitstoot van schadelijke stoffen, of de geluidsproductie.

## 4. De netwerken

Dit hoofdstuk geeft een toelichting op de wijze waarop de twee netwerken, het MIT-netwerk en het DV-netwerk, tot stand gekomen zijn. Voor het MIT-netwerk is dat een beschrijving van de gebruikte informatie. Voor het DV-netwerk is het een verantwoording van de gekozen uitgangspunten, en een beschrijving van de werkwijze.

### 4.1. Het MIT-netwerk

De gezamenlijke overheden in de onderzochte regio, Midden-Nederland, definiëren regelmatig een pakket maatregelen op het gebied van verkeer en vervoer. Dit richt zich op de drie al eerder genoemde aspecten: bereikbaarheid, leefbaarheid en mobiliteit. Het SVV-beleid en de streefbeelden daarin zijn daartoe vertaald naar het regionale niveau.

Bij het vaststellen van deze maatregelpakketten wordt het regionale netwerk als één geheel beschouwd. De gezamenlijke overheden proberen voor de regio een lange-termijn-strategie te ontwikkelen. Met die strategie moeten voor het gebied als geheel de streefbeelden op de verschillende aspecten gerealiseerd worden.

Als van nieuwe infrastructuur nu al zeker is dat zij vóór het jaar 2010 gereed komt, dan is deze in het MIT-netwerk opgenomen. Dat geldt zowel voor landelijke als voor provinciale en regionale onderdelen van de infrastructuur. Verdere aanpassingen van de infrastructuur zijn niet meegenomen. Dit betreft onder meer de aanleg van extra rijstroken. In andere studies worden dergelijke varianten wel doorgerekend. Dit geheel wordt verder aangeduid als 'de MIT-variant'.

De wegtypen en de bijbehorende ongevalstypen zijn weergegeven in de *Afbeeldingen 1 en 2*.

### 4.2. Status van het DV-netwerk

De bedoeling van dit project is om onderzoek te doen naar een duurzaam-veilige en realistische infrastructuur. Daarvoor is het van belang om voor een bestaand gebied als onderwerp te nemen. Een modelstudie op fictieve situaties zou nooit tot een overtuigend en bruikbaar resultaat kunnen leiden. Om praktische redenen is vervolgens Midden-Nederland als onderwerp gekozen.

De SWOV heeft een duurzaam-veilig netwerk voor het gebied geschetst. Het is echter *niet* de bedoeling dat dit gezien wordt als *het* voorstel voor een categorisering van het wegennet in het gebied. Er is daarom ook geen poging gedaan om tot bestuurlijke overeenstemming over dit netwerk te komen. Het concept is wel besproken in de begeleidingsgroep, om te zien welke opmerkingen vanuit de praktijk over het voorstel te maken zijn. Het netwerk in deze studie doorgerekend is blijft echter voor verantwoordelijkheid van de SWOV.

### 4.3. Startpunt voor het DV-netwerk

Dit project is niet het eerste project waarin voor (een gedeelte van) Midden-Nederland een duurzaam-veilig netwerk wordt geschetst.

In opdracht van de Vervoerregio Utrecht is enige tijd terug voor het *Regionaal Verkeersveiligheidsplan* een aanzet voor een duurzaam-veilig wegennet ontworpen (AGV, 1995; figuur B2 in de bijlage van dat rapport). Dit was een theoretische exercitie. Daarbij is uitgegaan van de principes van een duurzaam-veilige netwerkstructuur. Uiteraard is wel rekening gehouden met de ligging van de bestaande infrastructuur, maar *niet* direct met de huidige functie, de huidige vormgeving of de huidige capaciteit.

In het genoemde rapport wordt dan ook geconcludeerd dat op een aantal wegvakken een groot capaciteitstekort zal ontstaan. Er zouden dan ook grote investeringen nodig zijn om dat tekort op te heffen. Deze zullen niet op korte termijn gerealiseerd kunnen worden. Daarom is in het rapport ook een mogelijke fasering aangegeven. Daarbij zijn als eerste stap enkele aanpassingen en uitbreidingen aangegeven, uitgaande van het bestaande wegennet (figuur B3 van het AGV-rapport).

Deze eerste stap is als uitgangspunt genomen voor het voor deze studie te definiëren netwerk, voor zover het gaat om het gebied van de vervoerregio Utrecht. Voor de rest van het gebied (met name de vervoerregio Eemland) is een aanvulling gemaakt.

Het resultaat is weergegeven in de *Afbeeldingen 3 en 4*, waar de wegtypen en de bijbehorende ongevalstypen zijn afgebeeld.

#### 4.4. Relatie met het bestaande wegennet

Zoals opgemerkt is in deze studie nadrukkelijk rekening gehouden worden met het bestaande. Daarom zijn de bestaande autosnelwegen in principe als stroomwegen genomen. Waar autosnelwegen parallel lopen (oostzijde Utrecht) is één van de twee gekozen. Ook aan de noordzijde van Utrecht wordt een stroomweg noodzakelijk geacht. Een stroomweg behoeft overigens niet altijd een autosnelweg te zijn. De aan de noordkant van Utrecht al aanwezige verbinding zal echter, om als 'duurzaam-veilige stroomweg' te kunnen functioneren, nog wel aanmerkelijke veranderingen moeten ondergaan.

Vervolgens zijn de belangrijkste kernen met deze stroomwegen en/of met elkaar verbonden. Voor een groot deel zijn dit uiteraard ook op dit moment 'belangrijke' wegen. Er zijn hier echter wel verschillen, zowel buiten de bebouwde kom als binnen de bebouwde kommen van Utrecht en Amersfoort, onder meer doordat er in het algemeen niet gekozen is voor parallelle gelijkwaardige wegen.

Gezien de hoge mate van verstedelijking in de provincie Utrecht is niet gekozen voor een 'boomstructuur' met gebiedsontsluitingswegen, zoals in de genoemde AGV-studie wel gedaan was. De overweging daarbij was dat in een dergelijke verstedelijkingsstructuur het grote aantal 'kris-kras relaties' tot veel te veel omrijkilometers zou leiden.

#### 4.5. Wegen buiten het 'model'-netwerk

Alle overige wegen zijn bijgevolg erftoegangswegen, en zullen ook de daarbij behorende vormgeving moeten krijgen. Dit is overigens geen sinecure: het gaat om veel kilometers weg, en voor veel wegvakken zal gelden dat de huidige vormgeving (soms aanmerkelijk) afwijkt van die van een duurzaam-veilige erftoegangsweg. Overigens zijn uiteraard de gedachten over de vormgeving met name voor de wegen buiten de bebouwde kom, nog niet geheel uitgekristalliseerd.

#### 4.6. **Mogelijkheid tot aanpassingen**

In de onderzoeksopzet is rekening gehouden met de mogelijkheid dat de eerste rekenresultaten tot wijzigingsvoorstellen zouden leiden. Het zou immers kunnen zijn dat verschillen op sommige criteria gemakkelijk 'te verhelpen' zouden kunnen zijn. Het kan zijn dat op één criterium een verschil veroorzaakt wordt door een betrekkelijk arbitraire keuze die weinig of niets met de principes van 'duurzaam-veilig' te maken heeft. Wanneer een wijziging daarvan waarschijnlijk geen negatieve gevolgen heeft voor de andere criteria, leidt dit een variant. Deze stappen worden in hoofdstuk 5 besproken.



## 5. Resultaten

In dit hoofdstuk worden de criteria waarop de resultaten van de twee netwerken zijn beoordeeld, afzonderlijk besproken. Ook wordt ingegaan op de uitsplitsing naar gebieden.

De 'prestaties' van het duurzaam-veilige netwerk worden vergeleken met die van het zogenaamde MIT-netwerk, het netwerk zoals dat in 2010 zal zijn ontstaan op basis van de inhoud van het MIT.

De vergelijking vindt plaats op veiligheid, op diverse milieu-aspecten, zoals geluid en uitstoot van schadelijke stoffen, en op bereikbaarheid.

### 5.1. Gebieden

De rekenresultaten voor de twee netwerken kunnen op verschillende manieren worden geaggregeerd. In de basisvorm zijn het resultaten per wegvak en per kruispunt. Het rekenprogramma maakt het mogelijk op de kaart rechthoeken vast te leggen. Binnen zo'n rechthoek worden de gegevens dan gesommeerd. Voor dit onderzoek zijn een aantal rechthoeken gedefinieerd. Deze omsluiten zo goed mogelijk de bebouwde kommen van de gemeenten Utrecht, Amersfoort, Nieuwegein, Zeist en Veenendaal. Dit is weergegeven in *Afbeelding 5*.

Voorts is het totaal berekend voor een gebied dat zo goed mogelijk het grondgebied van de provincie weergeeft.

Bedacht moet worden dat de rechthoeken niet exact de bebouwde kom grens volgen. De rechthoek voor de gemeente Utrecht omvat bijvoorbeeld ook de autosnelweg rond de stad. Bij het vergelijken van de resultaten moet daar rekening mee worden gehouden.

Bij het definiëren van de netwerken is alleen bij Utrecht en bij Amersfoort expliciet naar de netwerkstructuur binnen de bebouwde kom gekeken.

De gegevens die hier voor de andere gemeenten worden gegeven moeten dan ook eerder als basis voor verdere analyses worden gezien. Zij bieden minder aanknopingspunten voor het beoordelen van de twee hier gebruikte netwerken.

### 5.2. Verschillen en hun oorzaken

Verschillen in de resultaten kunnen verschillende oorzaken hebben. In de eerste plaats kan de kwaliteit van het netwerk als geheel tot meer of minder verkeer aanleiding geven. In de tweede plaats kan de verdeling van het verkeer over de wegvakken en kruispunten 'efficiënter' zijn. Voor veiligheid zou dat dan betekenen: meer verkeer over veilige wegen. Voor het criterium geluid zou dat kunnen zijn: minder verkeer over wegen met aanliggende bebouwing.

Daarbij kunnen ook tegenstellingen en spanningen naar voren komen: wat 'goed' is op het ene criterium hoeft niet altijd 'goed' te zijn op het andere. Hierbij moet ook steeds bedacht worden dat infrastructurele aanpassingen die uitgevoerd zijn bij het duurzaam-veilige ook aanvullend binnen het MIT-netwerk uitgevoerd zouden kunnen worden.



### 5.3. Verkeersveiligheid

Voor het gehele gebied is er een verschil ten gunste van de DV-variant van zes indexpunten (115 tegenover 121) voor het aantal slachtoffers op wegvakken. Bij het aantal op kruispunten is er weinig verschil. Hierbij is dus alleen gerekend met de verschillen als gevolg van een andere verdeling van het verkeer over het netwerk (het gaat overigens over vrijwel dezelfde hoeveelheid verkeer). De veranderingen in vormgeving zijn dus niet meegerekend.

De vergelijking tussen de twee grote steden in het gebied, Utrecht en Amersfoort, gaf aanvankelijk een sterk variërend beeld.

In Utrecht is het beeld vergelijkbaar met dat voor de gehele provincie, alleen is de prognose voor het aantal slachtoffers op wegvakken relatief gunstiger (DV: 104 tegenover MIT: 118).

In Amersfoort ligt het niveau voor beide netwerken hoger. Ook kwam aanvankelijk het MIT-netwerk veel gunstiger uit dan het DV-netwerk (op wegvakken DV: 145, MIT: 141; kruispunten DV: 135, MIT: 117).

Dit heeft geleid tot een nadere beschouwing van de netwerken in Amersfoort en tot aanpassingen daarin.

### 5.4. Nadere analyse Amersfoort

In Amersfoort waren de resultaten van de twee netwerken ten opzichte van elkaar op het aspect verkeersveiligheid tegengesteld aan die voor de provincie als geheel en voor de stad Utrecht.

De oorzaak daarvan bleek tweërlei. In de MIT-variant was voor de bebouwde kom van Amersfoort een vrij dicht net van 'gebiedsontsluitingswegen' gedefinieerd<sup>3</sup>. Bij nader inzien is vastgesteld dat er nog aanmerkelijke investeringen nodig zullen zijn om deze wegen ook op het veiligheidsniveau waarmee hier gerekend is, te laten functioneren. Deze investeringen zijn niet in meerjarige investeringsschema's opgenomen. Zodoende voldeed het aanvankelijk gebruikte netwerk dus niet aan de criteria voor het MIT-netwerk. Er is daarom een 'sanering' op dit netwerk uitgevoerd.

Anderzijds bleek het aanvankelijk geschetste DV-net van gebiedsontsluitingswegen binnen Amersfoort niet goed aan te sluiten op de verplaatsingsbehoefte. Vooral het stationsgebied was niet goed ontsloten. Daardoor vond er relatief veel verkeer plaats over erftoegangswegen, waarvan het risiconiveau hoger ligt. Door enkele relatief kleine veranderingen aan te brengen konden de resultaten voor Amersfoort op de criteria bereikbaarheid en verkeersveiligheid aanmerkelijk verbeterd worden.

De prognoses voor het aantal slachtoffers op wegvakken zijn in de volgende twee tabellen samengevat.

<sup>3</sup> Hoewel de termen 'stroomweg', 'gebiedsontsluitingsweg' en 'erftoegangsweg' eigenlijk alleen binnen de context van 'duurzaam veilig' gebruikt behoren te worden, worden ze hier gebruikt om de overeenkomstige wegen in de MIT-variant mee aan te duiden.

<i>Aantal slachtoffers op wegen, per gebied</i>	Index MIT-variant ten opzichte van 1992	Index DV-variant ten opzichte van 1992
<b>totaal Midden-Nederland</b>	<b>121</b>	<b>115</b>
stad Utrecht	118	104
Amersfoort	146	125
Nieuwegein	121	124
Zeist	114	108
Veenendaal	123	111

<i>Aantal slachtoffers op kruispunten, per gebied</i>	Index MIT-variant ten opzichte van 1992	Index DV-variant ten opzichte van 1992
<b>totaal Midden-Nederland</b>	<b>119</b>	<b>118</b>
stad Utrecht	114	114
Amersfoort	130	130
Nieuwegein	131	131
Zeist	111	129
Veenendaal	128	128

## 5.5. Mobiliteit

Op het criterium *mobilititeit*, gemeten in het aantal voertuigkilometers dat gerealiseerd wordt, verschillen de modellen nauwelijks. Het model als geheel geeft voor het aantal voertuigkilometers totalen die vrijwel exact corresponderen met totalen die in andere studies voor hetzelfde gebied voor het prognosejaar bepaald zijn. Dit ondersteunt de betrouwbaarheid van de modellen.

Consistent is dat zowel voor het totaal als voor alle deelgebieden de index voor de DV-variant steeds één of twee punten hoger ligt dan voor de MIT-variant.

De hoogte van de indices verschilt tussen de gebieden (Zeist: 117, Nieuwegein: 130). Dit wordt veroorzaakt door de verdeling over de wegtypen die voor de verschillende deelgebieden verschillend uitvalt. Aangezien de ontwikkeling van de intensiteit op de verschillende wegtypen verschilt, leidt dit ook tot verschillen in het totaal aantal voertuigkilometers in het gedefinieerde gebied.

In de volgende tabel zijn de resultaten voor dit criterium samengevat.

<i>Aantal voertuigkilometers, per gebied</i>	Index MIT-variant ten opzichte van 1992	Index DV-variant ten opzichte van 1992
<b>totaal Midden-Nederland</b>	<b>122</b>	<b>123</b>
stad Utrecht	122	124
Amersfoort	121	122
Nieuwegein	129	130
Zeist	116	117
Veenendaal	124	125

## 5.6. Bereikbaarheid

De bereikbaarheid is op twee manieren bepaald. Ten eerste is gekeken naar het aantal voertuiguren dat rijdend op wegvakken wordt 'doorgebracht'. De indices voor de beide modellen zijn vrijwel gelijk. De DV-variant scoort in sommige gebieden één of twee punten hoger, maar dit is consistent met het ook steeds licht hogere aantal gerealiseerde voertuigkilometers (de mobiliteit). Met andere woorden, de gemiddelde snelheid op de wegvakken is vrijwel gelijk. In de volgende tabel staan de resultaten.

<i>Aantal 'rijdende' voertuig-uren, per gebied</i>	Index MIT-variant ten opzichte van 1992	Index DV-variant ten opzichte van 1992
<b>totaal Midden-Nederland</b>	<b>130</b>	<b>131</b>
stad Utrecht	132	134
Amersfoort	132	133
Nieuwegein	110	111
Zeist	121	121
Veenendaal	144	144

De verschillen zijn wel groot wanneer naar de kruispuntverliesijd gekeken wordt. Op dat punt scoort de DV-variant aanmerkelijk beter. Voor de provincie als geheel is dat een index van 120 ten opzichte van 135. Wanneer gekeken wordt naar de afzonderlijk gebieden blijkt dat het verschil het grootst is in de gemeenten Utrecht, Amersfoort en Nieuwegein (een verschil van 17, respectievelijk 15 en 14 indexpunten), en in Zeist en Nieuwegein kleiner (8 en 5 punten).

<i>Aantal voertuigverliesuren op kruispunten, per gebied</i>	Index MIT-variant ten opzichte van 1992	Index DV-variant ten opzichte van 1992
<b>totaal Midden-Nederland</b>	<b>135</b>	<b>120</b>
stad Utrecht	134	117
Amersfoort	133	118
Nieuwegein	150	136
Zeist	123	115
Veenendaal	151	146

De uiteenlopende intensiteiten op de twee netwerken laten zien dat het vooral de (kruispunten tussen) gebiedsontsluitingswegen zijn dit tot het verschil leiden. Het verschil tussen de twee varianten wordt dus bereikt door het beter functioneren van de rotondes die in het DV-netwerk consequent gebruikt worden. Dit leidt tot aanmerkelijk geringere verliestijden. Het verschil tussen de gemeenten wordt kennelijk veroorzaakt doordat het relatieve aandeel van gebiedsontsluitingswegen (en dus ook de kruisingen daartussen) in het ene gebied groter is dan in het andere.

In de afbeeldingen zijn ook de verschillen in intensiteiten op de wegvakken zichtbaar gemaakt. Ook daar blijkt dat in de DV-variant de gebieds-

ontsluitingswegen de toegedachte functie vervullen, en een belangrijke bijdrage leveren aan de verdeling van het verkeer. Hierin zit wel het gevaar besloten dat de wegen voor sommige verbindingen een aantrekkelijke sluiproute vormen. Nadere analyse van herkomst en bestemming van het verkeer op bijvoorbeeld de zuidoostelijke ring binnen Utrecht zou dat moeten uitwijzen.

Tenslotte is in een aantal afbeeldingen de verhouding tussen de intensiteit en de capaciteit weergegeven. Duidelijk zichtbaar is dat de DV-variant tot een andere verdeling van het verkeer over stroomwegen en gebiedsontsluitingswegen leidt. Daarbij wordt het beeld voor enkele stroomwegen gunstiger, zonder dat de gebiedsontsluitingswegen in de 'gevaarzone' belanden.

## 5.7. Leefbaarheid

Er zijn drie grootheden berekend: het brandstofverbruik en de uitstoot aan NO<sub>x</sub> en CO<sub>2</sub>. De verschillen zijn marginaal. Het iets beter functioneren van het DV-netwerk leidt daar waar de verschillen groot zijn tot iets gunstiger uitkomsten voor de DV-variant.

Voor het brandstofverbruik en de CO<sub>2</sub>-uitstoot worden de resultaten in de volgende tabellen gegeven. De absolute aantallen voor de NO<sub>x</sub>-uitstoot zijn zo klein dat de indexcijfers geen zinvolle informatie leveren.

<i>Brandstofverbruik (liter per 100 km), per gebied</i>	Index MIT-variant ten opzichte van 1992	Index DV-variant ten opzichte van 1992
<b>totaal Midden-Nederland</b>	<b>103</b>	<b>102</b>
stad Utrecht	105	101
Amersfoort	104	102
Nieuwegein	98	96
Zeist	102	101
Veenendaal	107	107

<i>Uitstoot CO<sub>2</sub> (kiloton per jaar), per gebied</i>	Index MIT-variant ten opzichte van 1992	Index DV-variant ten opzichte van 1992
<b>totaal Midden-Nederland</b>	<b>101</b>	<b>100</b>
stad Utrecht	103	100
Amersfoort	101	99
Nieuwegein	101	100
Zeist	96	95
Veenendaal	107	107

## 5.8. Geluid

Op kaart zijn de gevolgen voor de geluidsbelasting aangegeven; zie *Afbeelding 6*. Aangegeven is op welke wegvakken het verschil in geluidsbelasting tussen de twee varianten groter dan 3 dB(A) is. Uiteraard is er een grote overeenkomst met de kaart waar de verschillen in intensiteiten op zijn

aangegeven. Op deze kaart wordt geen rekening gehouden met plaatselijke omstandigheden, zoals de aanwezigheid van geluidswerende voorzieningen of weerkaatsing en demping van het geluid. Ook moet nog rekening gehouden met de ernst van de gevolgen: op de kaart is niet afgebeeld waar woningen of stiltegebieden binnen een geluidscontour komen te liggen. Wel kan geconstateerd worden dat een aantal gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom aandacht zullen moeten krijgen.

## 6. Conclusies

De belangrijkste conclusie uit het onderhavige onderzoek is dat met een duurzaam-veilige inrichting van het netwerk een duidelijke winst behaald wordt voor de verkeersveiligheid. Nadelige effecten voor de mobiliteit of de bereikbaarheid zijn er *niet*. Voor een aantal aspecten zijn de effecten juist positief. De ondergrens voor de verkeersveiligheidswinst komt uit op bijna 5%. Waarom we hier spreken van een *ondergrens*, wordt hieronder (§ 6.1) toegelicht.

### 6.1. De verkeersveiligheidswinst: een ondergrens

De ‘verkeersveiligheidswinst’ van 5% moet beschouwd worden als de *ondergrens* van wat bereikt kan worden, omdat het effect uitsluitend bepaald wordt door een andere verdeling van het verkeer over het netwerk. De winst die bereikt wordt door veranderingen in de vormgeving is daarbij nog niet betrokken. De gedachte daarachter is dat een aantal van de veranderingen ook uitgevoerd kunnen worden binnen een niet duurzaam-veilig ontworpen infrastructuur. Het is dus niet iets wat alleen binnen ‘duurzaam-veilig’ bereikt kan worden.

De bedoelde veranderingen zijn overigens wél essentieel voor het tot stand brengen van een duurzaam-veilige infrastructuur en zullen dus wel gerealiseerd moeten worden. Het uitvoeren van kruisingen tussen gebiedsontsluitingswegen als rotondes behoort tot deze noodzakelijke ingrepen in de vormgeving. Het effect dat dit heeft op de doorstroming is wel in het verkeersmodel verwerkt; de verkeersveiligheidswinst ervan zoals gezegd niet.

Vanzelfsprekend zijn ook de effecten van alle andere te nemen verkeersveiligheidsmaatregelen nog niet in de genoemde winst van 5% verwerkt. Het mede in beschouwing nemen hiervan zal de winst verder vergroten.

Ten slotte is het van belang te constateren dat de hier berekende verkeersveiligheidswinst alleen betrekking heeft op de in het verkeersmodel meegenomen wegen. Alle andere wegen moeten (gaan) functioneren als erftoegangswegen, binnen of buiten de bebouwde kom. Dat zal opnieuw een extra verkeersveiligheidswinst opleveren. Daarvoor zullen overigens ook substantiële investeringen voor gedaan moeten worden.

Deze laatste constatering geldt ook voor de erftoegangswegen die wél in het verkeersmodel opgenomen waren.

### 6.2. De bereikbaarheid

De verbetering van de bereikbaarheid in de DV-variant is vooral te zien op de gebiedsontsluitingswegen. In *Afbeelding 7* zijn de verschillen tussen de twee varianten in en rond de gemeente Utrecht weergegeven.

Wanneer de aanwijzing tot gebiedsontsluitingsweg ook consequent vertaald wordt in de daarbij behorende vormgeving heeft dat niet alleen positieve gevolgen voor de verkeersveiligheid, maar ook voor bereikbaarheid.

In de eerste plaats zijn het de rotondes die zowel de kruispuntverliestijden als het aantal slachtoffers doen afnemen. Vervolgens ontstaat op verschillende punten ook ruimte op het hoofdwegennet, doordat verkeer dat eigenlijk op gebiedsontsluitingswegen ‘thuishoort’ daar nu ook heen gaat.

Deze toename van het verkeer op gebiedsontsluitingswegen leidt ook tot een verschuiving van de verkeershinder. Dit betreft geluidsoverlast en lokale luchtverontreiniging. Vooral waar er veel bebouwing in de buurt van deze gebiedsontsluitingswegen is kan dat tot nieuwe aandachtspunten leiden. Ook de 'oversteekbaarheid' van deze wegvakken kan plaatselijk een probleem zijn. Deze barrièrewerking kon in dit project niet onderzocht worden. De kortere reistijden over deze wegvakken kan ertoe leiden dat er ongewenste sluiproutes ontstaan. In specifieke situaties moeten specifieke analyses naar herkomst en bestemming van het verkeer op deze wegvakken kennis over dit gevaar opleveren.

### 6.3. Het definiëren van een duurzaam-veilig netwerk

Het blijkt mogelijk een duurzaam-veilig netwerk te definiëren dat op de verschillende criteria goed functioneert. Tijdens het ontwerpen van het netwerk kwam ook aan het licht dat de uitgangspunten voor een duurzaam-veilig wegverkeerssysteem niet eenduidig tot één netwerkkeuze leiden. Dat is overigens ook nooit gepretendeerd.

Een aantal aspecten verdient in dit verband nadere uitwerking. Bij deze uitwerking moet er een nauwe koppeling met praktijksituaties zijn.

In onderlinge samenhang gaat het om de volgende aspecten:

- de grootte van een verblijfsgebied;
- de maaswijdte van het net van gebiedsontsluitingswegen en van stroomwegen;
- de vraag of een 'ritduurcriterium' (hoe lang mag het duren voordat een automobilist op een stroomweg kan komen) daarbij van nut kan zijn, mede in relatie tot de lengte van een verplaatsing.

Ook ten aanzien van de volgende punten zijn keuzes gemaakt die een zeker arbitrair karakter hadden:

- de vraag of de gebiedsontsluitingswegen een gesloten net moeten vormen, onafhankelijk van de stroomwegen;
- de vraag in welke situaties het nuttig is om een 'knip' in het wegennet aan te brengen, om te veel voertuigkilometers op de erftoegangswegen tegen te gaan.



## Literatuur

CROW (1997). *Handboek Categorisering wegen op duurzaam veilige basis, Deel I (Voorlopige) Functionele en operationele eisen*. CROW, Ede.

DHV Milieu en Infrastructuur BV (1990). *Het Midden Nederland-model, Verkeer en vervoer in Midden-Nederland: technische rapportage*. DHV Milieu en Infrastructuur BV, Amersfoort.

DHV Milieu en Infrastructuur BV (1997). *Gehanteerde randvoorwaarden met betrekking tot het verkeersveiligheids criterium*. Dossier K.1119.01.001. DHV Milieu en Infrastructuur BV, Amersfoort.

DHV Milieu en Infrastructuur BV (1997). *Duurzaam veilige infrastructuur Utrecht*. DHV Milieu en Infrastructuur BV, Amersfoort.

Koornstra, M.J. e.a. (redactie) (1990). *Naar een duurzaam veilig wegverkeer; Nationale Verkeersveiligheidsverkenning voor de jaren 1990/2010*. SWOV, Leidschendam.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1990). *Tweede Structuurschema Verkeer en Vervoer; deel d: regeringsbeslissing*. Tweede Kamer, vergaderjaar 1989-1990, 20 922, nrs. 15-16. 's-Gravenhage, SDU.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1992). *Meerjarenprogramma Infrastructuur en Transport MIT 1993-1997*. 's-Gravenhage, SDU.

Minnen, J. van & Slop, M. (1994). *Concept-ontwerpeisen duurzaam veilig wegennet: tussenrapportage van het 'Vooronderzoek pilot-ontwerp duurzaam-veilig regionaal wegennet'*. SWOV, Leidschendam.

Minnen, J. van (in voorbereiding). *Implementatie van duurzaam veilige maatregelen in het Westland; Een studie naar de aanpak, de kosten en de gevolgen voor de veiligheid van een duurzaam-veilige infrastructuur volgens een drietal scenario's*. SWOV, Leidschendam.



Tabellen 8 tot en met 11 uit de voorlopige functionele en operationele eisen voor de duurzaam-veilige wegcategorieën (Bron: CROW, 1997).

**Tabel 8. Operationele eisen voor wegvakken buiten de bebouwde kom**

Operationele criteria	Operationele eisen Buiten de bebouwde kom		
	Stroomweg	Gebiedsontsluitingsweg	Erftoegangsweg
Wettelijke snelheid	120/100 km/h	80 km/h	60 km/h
Bewegwijzering	Afstemmen op categorie		
Markering in lengterichting	Volledig	Gedeeltelijk	Geen
Rijbaanindeling	2x1 (of meer)	2x1 (of meer)	1
Rijbaanscheiding	Hard	Moeilijk overrijdbaar	
Verharding	Gesloten	Gesloten	Open
Erfaansluitingen	Nee	Nee ja	
Oversteken op wegvakken	Ongelijkvloers	Ongelijkvloers (of bij kruispunten)	Gelijkvloers
Parkeren	Nee	Nee in vakken, op rijbaan	
Openbaarvervoerhaltes	Nee	In havens	Op rijbaan
Pechvoorzieningen	Vluchtstrook	In berm of havens	Geen
Obstakelafstand	Groot	MiddelKlein	
Fietsers	Gescheiden	Gescheiden	Situatie-afhankelijk
Bromfietsers	Gescheiden	Gescheiden	Op rijbaan
Langzaam gemotoriseerd verkeer	Gescheiden	Gescheiden	Op rijbaan
Snelheidsbeperkende maatregelen	Nee	Gepaste maatregelen	Ja
Verlichting	Afstemmen op categorie		
Kruispuntsprincipes	Zie tabel 9		
Overgang van weg categorie	Zie tabel 12		

**Tabel 9. Operationele eisen voor kruispunten buiten de bebouwde kom**

Wegcategorie	Stroomweg	Gebiedsontsluitingsweg	Erftoegangsweg
Stroomweg	Knooppunt	Ongelijkvloerse aansluiting met voorrangmaatregel	N.v.t
Gebiedsontsluitingsweg	Ongelijkvloerse aansluiting met voorrangmaatregel	Gelijkvloers met snelheidsbeperkende maatregelen en voorrangmaatregel	Gelijkvloers met snelheidsbeperkende maatregelen en voorrangmaatregel
Erftoegangsweg	N.v.t	Gelijkvloers met snelheidsbeperkende maatregelen en voorrangmaatregel	Gelijkwaardig met snelheidsbeperkende maatregelen
Fietspaden	N.v.t	Gelijkvloers met snelheidsbeperkende maatregelen en voorrangmaatregel	Gelijkvloers met snelheidsbeperkende maatregelen en evl. voorrangmaatregel voor fietsers
Openbaarvervoerbanen	Ongelijkvloers	Ongelijkvloers of volledig bewaakte overgang	Ongelijkvloers of bewaakte overgang

**Tabel 10. Operationele eisen voor wegvakken binnen de bebouwde kom**

Operationele criteria	Operationele eisen Binnen de bebouwde kom		
	Stroomweg (zie tabel 8)	Gebiedsontsluitingsweg	Erftoegangsweg
Wettelijke snelheid		70/50 km/h	30 km/h
Bewegwijzering		Afstemmen op categorie	
Markering in lengterichting		Gedeeltelijk	Geen
Rijbaanindeling		2x1 (of meer)	1
Verharding		Gesloten	Open
Erfaansluitingen		Nee/beperkt	Ja
Rijbaanscheiding		Overrijdbaar	Geen
Oversteken op wegvakken		Ongelijkvloers (of bij kruispunten)	Gelijkvloers
Parkeren		Nee/in vakken	In vakken, op rijbaan
Openbaarvervoerhaltes		In havens	Op rijbaan
Pechvoorzieningen		In berm of havens	Geen
Obstakelafstand		Middel	Klein
Fietsers		Gescheiden	Situatie-afhankelijk
Bromfietsers		Gescheiden/op rijbaan	Op rijbaan
Langzaam gemotoriseerd verkeer		Op rijbaan	Op rijbaan
Snelheidsbeperkende maatregelen		Ja	Ja
Verlichting		Afstemmen op categorie	
Kruispuntprincipes		Zie tabel 11	
Overgang van wegcategorie		Zie tabel 12	

**Tabel 11. Operationele eisen voor kruispunten binnen de bebouwde kom**

Wegcategorie	Stroomweg (zie tabel 9)	Gebiedsontsluitingsweg	Erftoegangsweg
Stroomweg			
Gebiedsontsluitingsweg		Gelijkvloers met snelheidsbeperkende maatregelen en voorrangmaatregel	Gelijkvloers met snelheidsbeperkende maatregelen en voorrangmaatregel
Erftoegangsweg		Gelijkvloers met snelheidsbeperkende maatregelen en voorrangmaatregel	Gelijkwaardig met snelheidsbeperkende maatregelen
Fietspaden		Gelijkvloers met snelheidsbeperkende maatregelen en voorrangmaatregel	Gelijkvloers met snelheidsbeperkende maatregelen en voorrangmaatregel
Bus- en trambanen		Gelijkvloers met snelheidsbeperkende maatregelen en voorrangmaatregel	Gelijkvloers met snelheidsbeperkende maatregelen en evt. voorrangmaatregel voor fietsers
Spoor- en metrolijnen		Ongelijkvloers of volledig bewaakte overgang	Ongelijkvloers of bewaakte overgang

## Afbeeldingen 1 t/m 7

1. *Wegvaktypen MIT-variant.*
2. *Ongevalstypen MIT-variant .*
3. *Wegvaktypen DV-variant .*
4. *Ongevalstypen DV-variant.*
5. *Rechthoeken waarbinnen rekenresultaten zijn geaggregeerd.*
6. *Verskil  $db(A)$  belast netwerk DV minus MIT.*
7. *Verskil intensiteiten belast netwerk DV minus MIT.*



- Wegvak type:
- = 0
  - = 1
  - = 2
  - = 3
  - = 4
  - = 5
  - = 6
  - = 7
  - = 8
  - = 9



**AFBEELDING 1**

<b>DUURZAAM VEILIG UTRECHT</b>	
Rijswaterstaat Adviesdienst Verkeer en Vervoer DHV	Wegvaktype netwerk MIT 2010 1=stroomweg 6=gebiedsontsluitingsweg 7=vertoegangsveg Schaal 1 : 20000 Datum: 6-10-1997 L-1202-01-001



Ongeval type:

- = Niet relevante wegen (geen berekening)
- = Stroomwegen, auto- of autosnelwegen
- = Gebiedsontsluitingswegen
- = Erfdoegangswegen buiten bebouwde kom
- = Erfdoegangswegen binnen bebouwde kom



AFBEELDING 2

DUURZAAM VEILIG UTRECHT

Rijswaterstaat Adviesdienst Verkeer en Vervoer	Ongevaltype netwerk MIT 2010	
	DHV	Schaal 1 : 20000
DHV Milieu & Infrastructuur BV Sector Logistiek en Verkeer Afdeling Hogere Oeverheden		Datum: 18-FEB-1997
L-1202-01-001		



- Wegvak type:
- = 0
  - = 1
  - = 2
  - = 3
  - = 4
  - = 5
  - = 6
  - = 7
  - = 8
  - = 9



**AFBEELDING 3**

**DUURZAAM VEILIG UTRECHT**

Rijkswaterstaat Adviesdienst Verkeer en Vervoer	Wegvaktype netwerk Duurzaam veilig SWOV 1=stroomweg 6=gebiedsontsluitingsweg 7=erfgoedgatingweg
DHV DHV Advies & Infrastructuur BV Sector Logistiek en Verkeer Afdeling Hogere Overheden	Schaal 1 : 1:50000 Datum: 6-FEB-1997
L-1202-01-001	



Ongeval type.

- = Niet relevante wegen (geen berekening)
- = Stroomwegen: auto- of autosnelwegen
- = Gebiedsontsluitingswegen
- = Erftoegangswegen buiten bebouwde kom
- = Erftoegangswegen binnen bebouwde kom



AFBEELDING 4

DUURZAAM VEILIG UTRECHT

Rijswaterstaat

Adviesdienst Verkeer en Vervoer

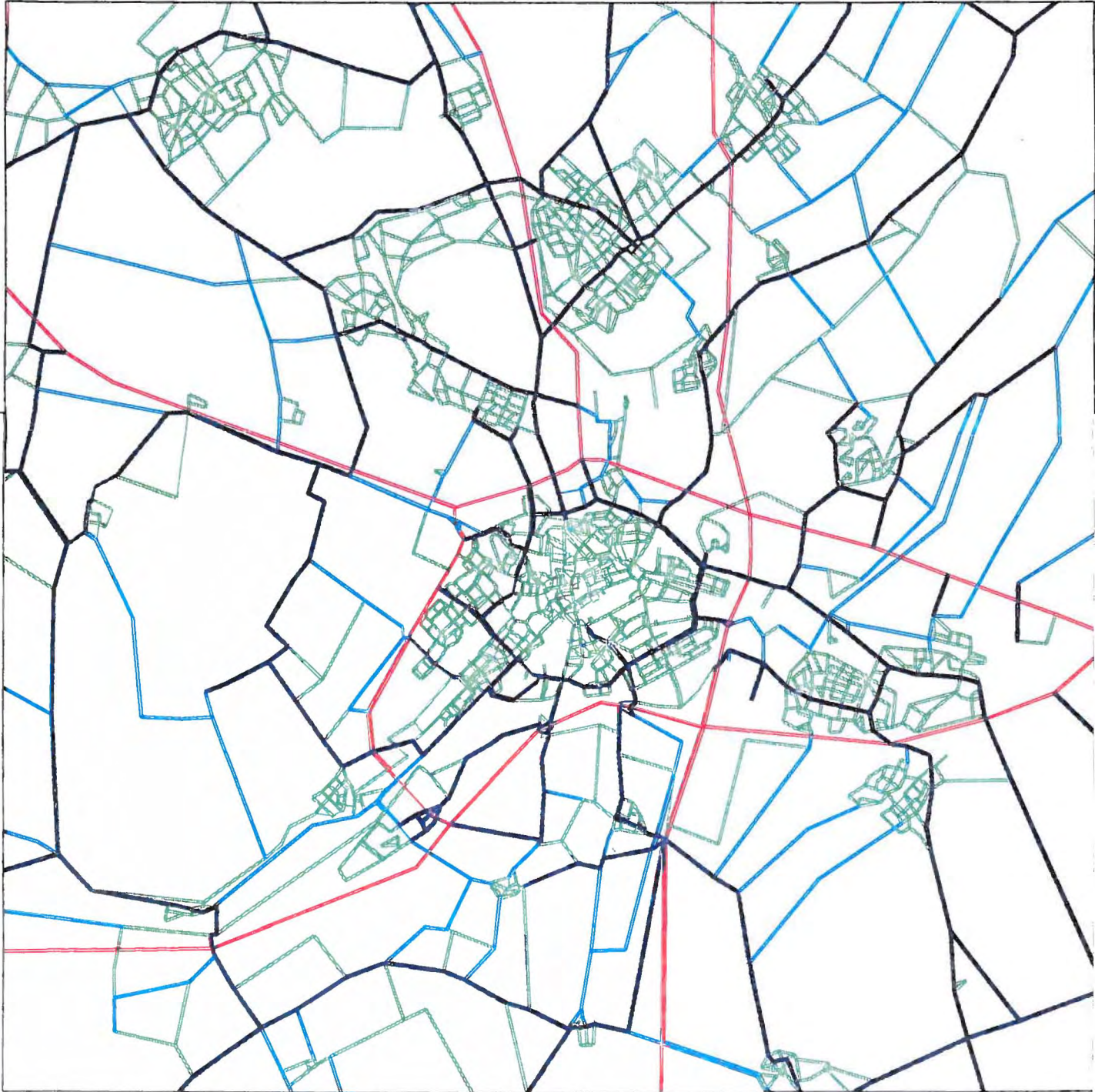
DHV

DHV Milieu & Infrastructuur BV  
Sector Logistiek en Verkeer  
Afdeling Hogere Overheden

Ongevalstypen netwerk  
Duurzaam veilig SWOV

Schaal 1 : 100000 Datum: 6-1997

L-1202-01-001







**AFBEELDING 5**

**DUURZAAM VEILIG UITRECHT**

Rijswaterstaat Adviesdienst Verkeer en Vervoer DHV	Recelhoeven waaraan de indicatoren verbruiksmeters/sluchoffensico/ brandstofverbruik en emissies luchtverontreiniging zijn berekend	Schaal 1 : - Datum: 16-FEB-1997
	L-1202-01-001	

DHV  
 DHV Milieu & Infrastructuur BV  
 Sector Logistiek en Verkeer  
 Afdeling Hogere Overheden





= 3 dB(A) Toename

= 3 dB(A) Afname



**AFBEELDING 6**

**DUURZAAM VEILIG UTRECHT**

Rijkswaterstaat  
 Adviesdienst Verkeer en Vervoer

DHV  
 DHV Milieu & Infrastructuur Bv  
 Sector Logistiek en Verkeer  
 Afdeling Hogere Overheden

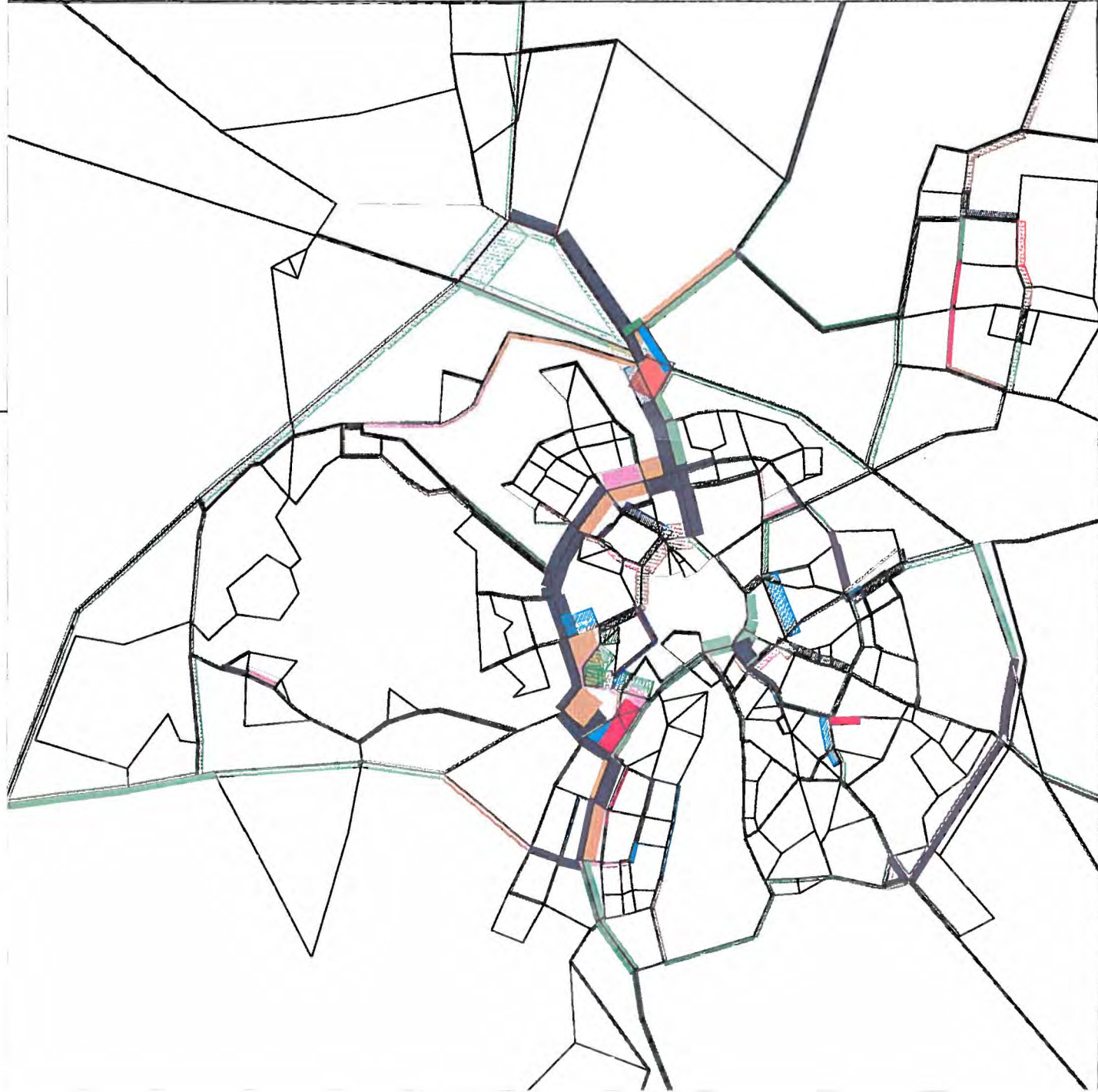
Verschil dB(A) indicator > 50 dB(A)  
 op 25 meter van de weg.

Voor de omringingsstemmen zijn vaste  
 waarden aangenomen.

Schaal 1 : 20000  
 Datum: 7-10-1997

L-1202-01-001





- Percentagerange.
- 0 t/m 10 %
  - 11 t/m 20 %
  - 21 t/m 30 %
  - 31 t/m 40 %
  - 41 t/m 50 %
  - 51 t/m 60 %
  - 61 t/m 70 %
  - 71 t/m 80 %
  - 81 t/m 90 %
  - > 90 %

Platondergrens = 0 mvt

■ = 250 mvt (roename)

▨ = 250 mvt (Afname)



**AFBEELDING 7**

**DUURZAAM VEILIG UTRECHT**

Rijkswaterstaat	Beleidsnetwerk duurzaam veilig m.n.v. het bebost MIV-netwerk	Schaal 1 : -	Datum: 19-FEB-1997
Adviesdienst Verkeer en Vervoer	Provincie Utrecht		
DHV	Motorverluiden		
DHV Milieu & Infrastructuur BV			
Sector Logistiek en Verkeer			
Afdel. Hogere Overheden			
L-1202_01_001			