

EXPERTSYSTEMEN VOOR DE VERKEERSVEILIGHEID

Syllabus PAO-cursus Expertsystemen in verkeer en vervoer

R-89-59

Ir. S.T.M.C. Janssen

Leidschendam, 1989

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV



## SAMENVATTING

Een expertsysteem voor de verkeersveiligheid gebruikt een 'kennisbestand' voor interpretatie van 'databestanden' met ongevallengegevens en weg- en verkeerskenmerken. Voor detectie (waar gebeuren ongevallen?), diagnose (waar moeten maatregelen genomen worden?) en remedie (welke maatregelen zijn daar efficiënt?) worden geautomatiseerde procedures ontwikkeld, gebaseerd op de kennis over de relaties tussen ongevallen en weg- en verkeerskenmerken. Wegbeheerders kunnen hun locaties, na een verkeersfunctionele typering, vergelijken met een landelijke referentie per type, zowel op het ongevallenbeeld als op de vormgeving.

Geautomatiseerde ontwerpnormen geven vervolgens richting aan maatregelen. Resultaten van evaluatie tenslotte vermeerderen de kennis.



INHOUD

Inleiding

Doel en doelgroep

Waarom een nieuw systeem?

Probleemstelling

Het raamwerk voor verkeersveiligheidskennis

Informatiesystemen

Informatiestromen op het terrein van de verkeersveiligheid

Veiligheidscijfers voor politieke besluitvorming

Veiligheidscijfers voor het publiek

Veiligheidscijfers voor de wegbeheerder

Cijfers voor detectie van onveilige verkeerssituaties

Diagnose van onveilige verkeerssituaties

Remedie voor onveilige verkeerssituaties

Evaluatie van maatregelen op onveilige verkeerssituaties

Slotbeschouwing

Bijlage 1, 2, 3

## INLEIDING

Een expertsysteem voor de verkeersveiligheid wordt gezien als een nieuw wapen in de strijd tegen het grote aantal verkeersongevallen op de weg (naar schatting ruim 1 miljoen per jaar). Het systeem zal ten dienste moeten staan van de wegbeheerders om ze in staat te stellen snel en verantwoord de verkeersveiligheidsproblemen op te lossen. Daartoe zal de kennis van experts op het gebied van de verkeersveiligheid boven water gehaald en in een of andere geautomatiseerde vorm gegoten worden. De procedure moet gebruikersvriendelijk zijn en kunnen worden uitgevoerd op een standaard 'personal computer'. De Dienst Verkeersongevallenregistratie (VOR) is de basis voor het databestand met de locatiecodering als schakel voor de koppeling aan andere bestanden.

Omdat het oplossen van verkeersonveiligheid ook andere dan infrastructurale maatregelen vraagt en omdat er consequenties zijn voor meer kwaliteitsaspecten ook binnen andere beleidsfactoren, zou het systeem meer expertise vereisen dan die van de verkeersveiligheid. Vooralsnog worden er wel mogelijkheden open gehouden voor een uitbreiding naar een integraal expertsysteem, maar in dit prenatale stadium zullen geen andere experts ingeschakeld worden. Er wordt een verkenning uitgevoerd naar de behoefte aan het systeem bij de wegbeheerders in Nederland. Dit onderdeel van het project is toevertrouwd aan de Vereniging voor computertoepassingen in de ingenieurspraktijk CIAD onder begeleiding van de SWOV en in opdracht van de Dienst Verkeerskunde (DVK) van de Rijkswaterstaat. De resultaten worden begin 1990 gerapporteerd.

Binnen de SWOV is een projectteam gevormd van onderzoekers met verschillende disciplines. Het hierna voorgestelde expertsysteem voor de verkeersveiligheid is een produkt van dit projectteam.

## DOEL EN DOELGROEP

Het expertsysteem is bedoeld om instanties te ondersteunen die verantwoordelijk worden gesteld voor de kwaliteit van verkeersproces en voor het onderhoud van de verkeersvoorzieningen. Het systeem zal consistent moeten zijn voor de drie niveaus van wegbeheer: het rijk, de provincies en de lagere overheden. Het dient deze wegbeheerders in staat te stellen om snel en verantwoord adviezen te geven over oplossingen van verkeers(veiligheids)problemen.

De procedure zal daarom gebruikersvriendelijk moeten zijn en worden uitgevoerd op een standaard 'personal computer'.

#### WAAROM EEN NIEUW SYSTEEM?

De traditionele methodiek voor het opsporen en analyseren en behandelen van 'black spots' in het wegennet, de handleiding Aanpak Verkeersongevallenconcentraties (AVOC, 1976), kent in het gebruik een aantal onvolkomenheden. De selectie betreft vrijwel uitsluitend kruispunten en vooral de kruispunten met veel verkeer. Dat komt door het weglaten van een relativerende maat voor de hoeveelheid verkeer en het hanteren van alleen het absolute aantal ongevallen als criterium.

Bovendien wordt de voorgestelde ongevallenanalyse zelden tot het eind toe doorgezet. De kennis, ervaring of niet juist geëvalueerd en is er geen sprake van een uitwisseling van ervaring of van een leerproces dat terugkoppelt naar de handleiding. Tenslotte is de mogelijkheid voor een integrale benadering van de verkeersveiligheidsproblemen slechts beperkt aangegeven. Al deze tekortkomingen rechtvaardigen de ontwikkeling van een verbeterd kennissysteem. Of deze poging van 'prototyping' van een expertsysteem slaagt, zal de tijd ons leren.

#### PROBLEEMSTELLING

De verkeersinfrastructuur wordt gemaakt en in stand gehouden om te voldoen aan de grote vraag naar vervoer van mensen en goederen. Bij de keuze van het reisdoel, de vervoerswijze en de route spelen kwaliteitseisen een belangrijke rol. De verplaatsingen moeten gerealiseerd worden op een veilige, vlotte, goedkope en comfortabele wijze. Deze overwegingen gelden niet alleen voor de individuele verkeersdeelnemer, maar ook op het collectieve niveau voor de beleidsmaker, de verkeersplanoloog, de wegontwerper en de uiteindelijk verantwoorde wegbeheerder.

Iedereen die aan het verkeer deelneemt meent over voldoende 'expertise' te beschikken om zich veilig te kunnen verplaatsen. De eigen vaardigheden in het verkeer worden over het algemeen hoog aangeslagen. Het zijn vooral de andere verkeersdeelnemers die fouten maken en de ongevallen veroorzaken.

Maar ook die anderen zien zichzelf als deskundige verkeersdeelnemer.

De professionele verkeersdeskundige - de verkeerskundige - mag in zijn werk niet de persoonlijke ervaringen laten prevaleren. Hij zal zich liever

beroepen op verworven kennis, gegevens en ervaring over de relaties tussen ongevallen en vormgeving van de weg en de verkeersregeling.

Bij het opzetten van een expertsysteem voor de verkeersveiligheid is een belangrijk doel gesteld: de expertise van de verkeerskundigen toegankelijk maken voor anderen, aanvullen met de jongste onderzoekresultaten en koppelen met expertise uit andere beleidssectoren, zoals milieubeheer, onderwijs en politie. De groep 'anderen' bestaat uit collega's binnen gemeenten, provincies en het rijk, wegontwerpers, planologen en beleidmakers. Het expertsysteem moet sneller werken en tot betere, meer integrale oplossingen voor de verkeersveiligheidsproblemen leiden dan het traditionele systeem.

De verkeersinfrastructuur zal in de ogen van de ontwerper en de beheerder veilig functioneren bij een zo laag mogelijk aantal ongevallen en incidenten. Er is mogelijk een collectieve acceptatie van het gevaar dat het verkeer met zich meebrengt, maar er wordt geen norm gesteld anders dan een verlaging in procenten over een bepaald tijdvak. Bijvoorbeeld 25% minder verkeersslachtoffers gerekend vanaf het jaar 1986 tot 2000.

Het expertsysteem dient de wegbeheerder te ondersteunen in zijn streven om veilige infrastructuren te realiseren en de onveilige te elimineren. Het is een instrument dat de infrastructuur op veiligheid 'doorlicht' en bewaakt, maatregelen voorstelt en de ervaringen daarmee weer gebruikt bij het doorlichten, bewaken enz.

Bij de ontwikkeling van het systeem ligt de nadruk vooralsnog op het toegankelijk maken en operationaliseren van kennis uit onderzoek, literatuur, richtlijnen, handboeken en praktijkervaring.

#### HET RAAMWERK VOOR VERKEERSVEILIGHEIDSKENNIS

Om meer structuur aan te brengen in de bovenbeschreven doelstelling, is gezocht naar een model waarin de verschillende begrippen en het abstractieniveau duidelijk gemaakt kunnen worden. In het raamwerk van Bijlage 1 is het model zichtbaar gemaakt. Het raamwerk bestaat uit de elementaire driehoek 'functie', 'vorm' en 'gebruik'.

De begrippen functie (iets mogelijk willen maken), vorm (de voorzieningen) en gebruik (van de voorzieningen) zijn op het verkeersgebied als volgt te omschrijven:

- De functie is het eisenpakket dat stedenbouwkundigen en verkeersplanologen op tafel leggen voor een bepaald gebied. De eisen hebben te maken met het soort verplaatsingen dat van verkeersvoorzieningen gebruik wil maken. Voor de wegontwerpers zijn deze functionele eisen vertaald in richtlijnen en ontwerpnormen.
- De vorm van de verkeersvoorzieningen wordt direct afgeleid van de functie, veelal middels de normen en richtlijnen voor de vaststelling van de globale vormgeving van de wegen.
- Het gebruik is de verzamelnaam voor het verkeersgedrag dat de verkeersdeelnemers vertonen op de gerealiseerde wegen.

In de relaties tussen functie, vorm en gebruik doen zich onvolkomenheden voor. De vorm kan niet geheel voldoen aan de eisen en het gebruik is weer anders dan de vormgever heeft bedoeld zodat uiteindelijk het gewenste beeld (vastgelegd in functionele eisen) een discrepantie vertoont met het werkelijke beeld (gemanifesteerd door het gebruik). Het gevolg is dat de functionele eisen opnieuw worden geformuleerd en doorgegeven en dat de vormgeving wordt aangepast teneinde het gebruik gunstig te beïnvloeden. Verkeersongevallen hebben een belangrijke invloed op deze spiraal. Omdat de spiraal op verschillende aggregatieniveaus werkt, is aan de basisdriehoek in het raamwerk een derde dimensie toegevoegd.

Bovenin het raamwerk liggen de relaties meer op het terrein van de ruimtelijke ordening. De functietoekenning aan gebieden wordt zichtbaar gemaakt in beleidsscenario's (de vormgeving) met de resulterende vervoersbehoeften (het gebruik). Op dit niveau zijn de gevolgen van het beleid te meten voor de verkeersveiligheid.

Op het middenniveau zijn de vervoersbehoeften omgezet in verkeersstromen die volgens functionele eisen worden toegedeeld aan de meest geschikte verkeersinfrastructuur. Dit vindt plaats op landelijke, provinciale en gemeentelijke schaal. Het betreft de vormgeving van wegennetten, routes, wegvakken en kruispunten.

Onderin het raamwerk wordt vooral van de weggebruiker uitgegaan. De individuele en collectieve 'functies' van de verplaatsingen (meer in de betekenis van verplaatsingsmotieven) en de gekozen routes bepalen het verkeersgedrag. Hierbij is duidelijk sprake van een wisselwerking tussen verkeersdeelnemers onderling en de verkeersomgeving.

Gezien vanuit de wegbeheerder zijn de volgende informatiestromen binnen het raamwerk te onderscheiden:

- van 'functie' naar 'vorm'; functionele eisen voor het wegontwerp, gedeeltelijk via handboeken en richtlijnen direct te vertalen in constructieve eisen voor de infrastructuur of onderdelen daarvan;
- van 'gebruik' naar 'vorm'; waarnemingen van het verkeersgedrag, registraties van de verkeersonveiligheid en andere signalen over de kwaliteit van het verkeersproces, zoals verstoringen in de verkeersafwikkeling en geluidmetingen. Ook hier is de informatie deels te vertalen in maatregelen voor infrastructurale wijzigingen via handleidingen en regelgeving.

In het algemeen kan informatie over een bepaald maatschappelijk proces overgedragen worden op de volgende niveaus:

1. Kwalitatieve beschrijvingen van het proces, veelal geïnspireerd door praktijkervaring.
2. Kwantitatieve beschrijvingen gebaseerd op statistische gegevens en onderzoeksresultaat en veelal gestuurd door de kwalitatieve informatie.
3. Normen, voorschriften en richtlijnen waarin de beschikbare informatie is verwerkt tot operationele richtwaarden voor de praktijk'
4. Informatie waarmee fouten in het proces opgespoord kunnen worden; een instrument voor detectie;
5. Informatie waarmee de gedetecteerde fouten geanalyseerd kunnen worden; een instrument voor het stellen van diagnose;
6. Informatie waarmee fouten kunnen worden weggewerkt of vermeden; een instrument voor het vaststellen van de remedie;
7. Informatie waarmee de effecten van de remedie geconstateerd kunnen worden; een instrument voor evaluatie.

De laatst genoemde informatie kan weer als onderzoekresultaat op het tweede niveau worden ingebracht.

Het moge duidelijk zijn dat in het verkeersproces lang niet alle niveaus met voldoende informatie gevuld zijn. De detectie van verkeersonveilige situaties laat te wensen over en aan de diagnose valt ook heel wat te verbeteren. Verkeersveiligheidsmaatregelen worden vaak getroffen zonder gebruik te maken van ervaringen met vergelijkbare maatregelen. Ook evaluaties worden niet of niet voldoende uitgevoerd.

Een systeem dat expertise op alle niveaus inbrengt, kan bij de eerste

schets uiteraard geen garanties geven voor een perfecte werking. Er is aansluiting gezocht bij informatiesystemen die ontwikkeld worden door o.a. J.A. Breuker en B.J. Wielinga van de Universiteit van Amsterdam.

### INFORMATIESYSTEMEN

Informatie kan worden onderscheiden in vier lagen (naar Breuker & Wielinga "Models of expertise in knowledge acquisition", 1988

1. De laag met domeinkennis; hierin zit de basiskennis van het vakgebied met de opvattingen (concepten) over de feiten en met de samenhang (relaties) tussen de feiten, gestructureerd in regels en modellen;
2. De laag met inferenties; hierin zit de kennis waarmee bepaalde concepten uit de domeinkennis (meta-klassen) in een structuur verbonden worden door redeneringen (kennisbronnen) om vanuit een probleem tot een gerichte vraagstelling of tot een conclusie te komen.
3. De laag met taken en doelen; hierin zit de kennis waarmee taken en doelen zodanig worden gesplitst in subtaken en -doelen dat inferenties goed gespecificeerd kunnen worden.
4. De laag met strategische kennis; hierin zit de kennis waarmee de volgorde van taken en doelen wordt vastgelegd en daarmee ook de strategie om het probleem op te lossen.

De eerste kennislaag - de domeinkennis - vormt de basis van de kennis bij de expert. Daarboven ligt de inferentiekennis die een deel van de basiskennis gebruikt. Ook de daarboven liggende taken en strategieën reduceren de vereiste kennis. Het is daarom aan te bevelen de kennis met een 'top-down' benadering in een expertsysteem onder te brengen en daarbij al rekening te houden met de beschikbare feiten binnen het domein.

In principe zijn er twee benaderingen. Eén die de domeinkennis ontleedt en interpreteert in een klassificatie van goede oplossingen en de ander die oplossingen creëert als resultaat van het samenbrengen van verschillende kennisdelen binnen het domein. De kennis die nodig is voor zowel de analyses als voor de syntheses kan in een structuur worden ondergebracht. Hier voor is een model voor interpretatie ontwikkeld dat luistert naar de naam KADS (Knowledge Acquisition Documentation Structuring; Breuker & Wielinga "Models of expertise in knowledge acquisition", 1988). Deze methode kan dan ook worden gehanteerd bij de verwerven van de kennis bij de experts (elicitering) voor de verschillende kennislagen.

## INFORMATIESTROMEN OP HET TERREIN VAN DE VERKEERSVEILIGHEID

Bij de toepassing van de methode op het kennisterrein van de verkeersveiligheid worden in de twee hoofdstromen van informatie uit het raamwerk de volgende vier lagen onderscheiden:

1. De laag met domeinkennis. Hierin zitten de geordende basisgegevens over de verkeersonveiligheid en de relevante gegevens van het verkeer en de verkeersomgeving. Ook de opvattingen over de wenselijke functie, de vormgeving en het verkeersgedrag zijn erin opgenomen. Tenslotte wordt er de kennis gepresenteerd over de samenhang tussen functie, vorm en gebruik. De samenhang tussen verkeersfuncties en wegontwerp is in belangrijke mate al vastgelegd in richtlijnen (ROA, RONA en ASVV). Voor de wegen buiten de bebouwde kom heeft dit al geresulteerd in een (voorlopige) categorie-indeling van wegen. Verder zijn er normen voor het onderhoud van wegen, geluidsnormen en straks ook veiligheidsnormen waaraan de vormgeving van de weg moet voldoen. De informatie vanuit gebruik, het verkeer, kan in een directe relatie naar vormgeving stromen en via functie. In beide kanalen kunnen de bekende verkeersregelsystemen en de verkeerswetgeving geplaatst worden;

2. De laag met inferenties. Hierin zit de kennis waarmee een keuze kan worden gemaakt uit de bovengenoemde opvattingen die relevant zijn voor een specifiek verkeersveiligheidsprobleem. Bovendien levert deze kennislaag de 'als dit, dan dat' redeneringen om vanuit het probleem tot een gerichte vraagstelling of tot een conclusie te komen over de mogelijke verkeersveiligheidsmaatregelen. Een verkeerssituatie met een veiligheidsprobleem kan met deze inferenties op grond van de lokale gegevens vergeleken worden met de kenmerken van de wegcategorie waartoe de situatie behoort. Afwijkingen met de situatiekenmerken kunnen leiden tot maatregelen die de kenmerken in overeenstemming brengen met de norm of richtlijn;

3. De laag met taken en doelen. Hierin zit de kennis waarmee de vraagstelling herleid wordt tot gestructureerde taken en doelen waar de specifieke opvattingen en redeneringen op losgelaten kunnen worden. De onveilige verkeerssituatie wordt met deze kennis ingedeeld in een wegcategorie, waarmee de verkeersfunctionele eisen van de situatie min of meer vast komen te liggen;

4. De laag met strategische kennis. Hierin zit de kennis waarmee de strategische lijn uitgezet wordt om voor de gesignaleerde verkeersonveiligheid terecht te komen bij de meest integrale en efficiënte verkeersveiligheidsmaatregelen.

Het ligt voor de hand met de strategie te beginnen en van boven naar beneden door de kennislagen heen te werken. Ook in het raamwerk van Bijlage 1 ligt de strategie in het bovenste deel: de vaststelling van functies voor de verschillende delen van de totale ruimte en voor de verkeersruimtes in het bijzonder. Veel verkeersveiligheidsproblemen zijn terug te voeren tot (verkeerde) beslissingen op het niveau van de ruimtelijke ordening. Gegeven de keuze van de verkeersfunctie, kan achtereenvolgens de richtlijn voor het ontwerp niet volledig zijn, de constructieve details van uitvoering gebreken vertonen en het beheer en onderhoud onvoldoende aandacht krijgen. Al deze verkeersveiligheidsproblemen worden gezien binnen de verantwoordelijkheid van de wegbeherende instanties.

De kennis op het terrein van de verkeersveiligheid is bij de wegbeheerder voor een deel blijven steken in het antwoord op de vraag 'waar gebeuren welke ongevallen en wanneer?'. Deze kwantitatieve beschrijving bevat nauwelijks informatie over de oorzaak van ongevallen en over de effectiviteit van maatregelen.

Veelal relativeert men het aantal ongevallen met de hoeveelheid verkeer. Zo zou de verkeersonveiligheid afnemen omdat het aantal ongevallen per (motor)voertuigkilometer daalt. Men spreekt dan van een dalende kans op ongevallen. Een echte kans wordt het wanneer we het afleggen van een voertuigkilometer zien als een gebeurtenis die goed of slecht kan aflopen. Deze kans wordt uitgedrukt in het aantal 'treffers' - strikt genomen het aantal voertuigkilometers dat bij ongevallen betrokken is - gedeeld door het totale aantal voertuigkilometers. Voor afzonderlijke verkeerssituaties zoals kruispunten, is die kans de verhouding van het aantal passages dat resulteert in een ongeval en het totale aantal passages. Met dergelijke verhoudingsgetallen is er dus nog niets bekend over oorzaken van onveiligheid.

Het aantal ongevallen per voertuigkilometer wordt in de politiek gebruikt om aandacht te vestigen op maatregelen. In de praktijk gebeurt dat op twee manieren:

- er wordt gepleit voor de aanleg van autosnelwegen; het is immers goed om zoveel mogelijk voertuigkilometers af te leggen op het wegtype met de kleinste kans op ongevallen?
- er wordt gewezen op de relatief onveilige wegen; daar zou net zo veel effect van maatregelen bereikt kunnen worden als bij de autosnelwegen en de woonstraten die al aandacht krijgen.

Een eerste stap in de ontwikkeling van een expertsysteem is het vaststellen van een goede onveiligheidsmaat voor de detectie van verkeersonveilige situaties.

De SWOV berekent een groot aantal 'kencijfers voor de verkeersveiligheid'. Een kencijfer is in het algemeen een verhouding tussen twee of meer grootheden waarmee een bepaald verschijnsel wordt aangeduid. Met een serie kencijfers over een bepaalde tijdsduur kan een ontwikkeling van het verschijnsel zichtbaar worden gemaakt. Verder kunnen kencijfers als norm, als toets of als referentie worden gebruikt bij vergelijkingen.

De grootheden die in de kencijfers worden opgenomen zijn afhankelijk, uiteraard van het verschijnsel dat ze moeten aanduiden, maar ook van het doel dat men stelt. Dit betekent een onderscheid naar doelgroepen. Informatie over de veiligheid van wegen kan van nut zijn voor de politici, de beroepshalve geïnteresseerden (professionals) en het publiek, bijvoorbeeld de weggebruikers. Elk van deze groepen gebruikt gegevens over de verkeersveiligheid voor vergelijkingen. De één vergelijkt het wegverkeer met andere verkeersprocessen, een ander zoekt naar verschillen tussen verkeerssituaties en een derde wil een voertuig of route kiezen waarbij de minste inspanning optreedt (in kosten, tijd, discomfort en onveiligheid). Het is duidelijk dat er voor elke vergelijking een apart criterium gevraagd wordt. Het expertsysteem wordt in eerste instantie voor wegbeheerders gemaakt. De wegbeheerders moeten echter wel voor de andere doelgroepen de informatie op tafel kunnen leggen. Vandaar dat de behoefte aan veiligheidscijfers bij de andere maatschappelijke groeperingen niet onbesproken blijft.

#### VEILIGHEIDSCIJFERS VOOR POLITIEKE BESLUITVORMING

Verkeersprocessen kenmerken zich door verplaatsing van personen en goederen. Bij die verplaatsingen kunnen zich ongevallen voordoen die schade toebrengen aan die personen, lichamelijk én geestelijk (ook in de vorm van angst en dreiging) en aan persoonlijke en collectieve bezittingen. In een politiek beleid worden middelen beschikbaar gesteld om de schade zoveel mogelijk te beperken. De middelen zijn schaars, dus de schadeposten voor de verschillende verplaatsingen moeten tegen elkaar afgewogen worden. Kan dat met de informatie die beschikbaar is? In het algemeen is de schade aan personen in termen van aantallen gewonde en overleden slachtoffers wel geregistreerd. De overige schade en de nazorg laten zich moeilijker schat-

ten. Afweging uitsluitend op grond van de absolute aantallen slachtoffers is in beginsel onjuist. De hoeveelheid verplaatsingen kan de relativerende maat zijn bij vergelijking van het aantal slachtoffers. Dit is echter alleen gerechtvaardigd wanneer de verplaatsingstijd en de verplaatsingsafstand geen rol spelen bij de maatregelen die het gevolg kunnen zijn van de extra aandacht. Vaak is er wel een belangrijk verschil in tijd en/of afstand tussen de verplaatsingen van de vervoerswijzen die vergeleken worden. Zo is er per personenverplaatsing doorgaans een aanzienlijk grotere afstand afgelegd bij gebruik van het vliegtuig dan bij gebruik van de auto, terwijl de verplaatsingstijd per persoon, gemiddeld over een jaar gerekend, per vliegtuig veel minder kan zijn dan per auto. Binnen het wegverkeer kunnen vergelijkingen van bijvoorbeeld fiets- en autoverplaatsingen tot tegenstrijdige prioriteiten leiden bij het gebruik van dezelfde aantallen ongevallen maar verschillende relatieve grootheden. Het gevaar zit niet zo zeer in de vergelijkingsmaten zelf, als wel in de gevolgtrekking daaruit in termen van aanbevelingen voor maatregelen! Beleidsmaatregelen op het terrein van het verkeer en vervoer zijn dikwijls bedoeld om een optimum te bereiken in de verhouding van profijt en kosten van de verplaatsingen. Het profijt wordt veelal in verband gebracht met de vervoersproduktie: het aantal vervoerseenheden verplaatst over een afstand. Bij personenvervoer bijvoorbeeld is de produktiemaat het aantal personenkilometers. Wanneer een groter aantal personenkilometers in dezelfde tijd, met dezelfde financiële offers, een gelijk aantal verkeersslachtoffers en onveranderde overige kosten bereikt kan worden, dan is er in beginsel sprake van een verbetering. In dat geval geeft de vergelijkingsmaat voor de onveiligheid: het aantal slachtoffers per personenkilometer een lagere waarde aan. Is er dan echt een veiliger personenvervoer? Niet wanneer het wordt afgemeten aan het aantal verkeersslachtoffers gedeeld door de verplaatsingstijd. In feite is de verplaatsingssnelheid toegenomen; men legt een grotere afstand af binnen hetzelfde - voor het vervoer beschikbaar gestelde - tijdsbudget. In dit voorbeeld worden de reizigers dus onveranderd blootgesteld aan het gevaar verkeersslachtoffer te worden gegeven de verblijfstijd in het verkeer. Deze constatering kan van belang zijn bij afweging van bepaalde beleidsvarianten. Zo hoeft bijvoorbeeld de eerder genoemde aanleg van autosnelwegen niet vanzelfsprekend de veiligheid te bevorderen. Nader onderzoek zou uit kunnen wijzen dat per verplaatsingstijd de kans om slachtoffer te worden op de autosnelweg niet veel lager ligt dan op de plattelandsweg.

Derhalve een pleidooi voor meer adequate vergelijkingsmaat bij politieke afwegingen: bijvoorbeeld het aantal slachtoffers onder reizigers per eenheid van reistijd.

#### VEILIGHEIDSCIJFERS VOOR HET PUBLIEK

Gezien vanuit de positie van gebruikers van de wegen en aanwonenden, is het ook voor het publiek wenselijk om een goed beeld te hebben van de risico's en de schade van het verkeer. Omdat de beoordelingen een subjectief karakter hebben laten ze zich moeilijk in cijfers vatten. Toch moet erachter te komen zijn op welke feiten de perceptie van risico en schade berust en hoe bij de beoordeling gerelativeerd wordt. Nog afgezien van de rol die de verkeersonveiligheid speelt bij de keuze van al of niet verplaatsen en bij de keuze van het vervoermiddel, zal op één of andere manier de ervaring van de weggebruikers met ongevallen belangrijk zijn in de oordeelsvorming. De betrokkenheid bij ongevallen kan direct zijn, als slachtoffer of als getuige, maar ook indirect via familieleden, kennissen en burens. Voor een gemiddelde weggebruiker is kans op directe betrokkenheid bij een letselongeval gedurende zijn leven nu al ongeveer zestig procent. Voor ongevallen met dodelijke afloop is deze kans twee procent. Bepaalde groepen weggebruikers lopen meer risico. Welke groepen zijn dat en hoe kunnen ze voor het gevaar gewaarschuwd worden? Het effect van de waarschuwingssignalen (in de vorm van doelgerichte veiligheidscijfers) kan de eerder genoemde gedragskeuzen zodanig beïnvloeden dat er een veiliger verkeer ontstaat. De signalen kunnen ook door belangengroepen doorgegeven worden aan politieke instanties die op hun beurt de verkeersfunctionele eisen aanpassen en doorgeven aan de professionele groeperingen. Het aantal bij ongevallen betrokken personen, gegeven het totaal aan personenverplaatsingen kan hier als veiligheidscijfer bruikbaar zijn.

#### VEILIGHEIDSCIJFERS VOOR DE WEGBEHEERDER

De instanties die verantwoordelijk zijn voor uitvoering van het verkeers- en vervoersbeleid hebben in hun streven vaar een op taal verkeersproces behoefte aan een gekwantificeerde onveiligheid. Juist de verandering in de mate van de verkeersonveiligheid door maatregelen wil men weten, liefst voordat de maatregelen genomen worden of zelfs voordat het beleid is vastgesteld.

Kencijfers die voor de wegbeheerder de kwaliteit van de veiligheid op zijn wegennet aangeven, kunnen bedoeld zijn voor:

- a. het volgen van ontwikkelingen in de tijd: dit is een monitorfunctie die ook aan het expertsysteem kan worden meegegeven;
- b. het vaststellen van aandachtsgebieden voor beleid, onderzoek en maatregelen; binnen het expertsysteem betekent dit detectie en diagnose van verkeersonveilige situaties met de remedie;
- c. het bepalen van effecten van verkeersmaatregelen; hiermee wordt nieuwe kennis opgedaan waarmee het expertsysteem 'gevoed' wordt;
- d. het afwegen van de verkeersonveiligheid tegen andere schadelijke effecten van het verkeersproces; dit biedt mogelijkheden voor een integraal expertsysteem

Voor elk doel zal de wegbeheerder een ander pakket van kencijfers moeten samenstellen. Het expertsysteem dat hier besproken wordt omvat vooralsnog slechts het vaststellen van de onveilige onderdelen van de verkeersinfrastructuur met de mogelijke infrastructurele maatregelen.

#### CIJFERS VOOR DETECTIE VAN ONVEILIGE VERKEERSITUATIES

De verkeersonveiligheid kan betrokken worden op meningen en gevoelens over de veiligheid in het verkeer, op gewenst en ongewenst verkeersgedrag (conflicten e.d.) en op geregistreeerde ongevallen. Omdat op landelijke schaal alleen de ongevallen met slachtoffers (doden en gewonden) redelijk betrouwbaar worden geregistreerd, is bij de hierna gegeven kencijfers het aantal letselongevallen als grootheid opgenomen in de onveiligheidsmaten voor de wegbeheerder.

Onder de voorwaarde dat het registratieniveau zich niet wijzigt, neemt het aantal ongevallen in een bepaald beheersgebied toe bij:

- a. een toename van het aantal verkeerssituaties binnen het gebied en/of verlenging van de onderzoekperiode;
- b. een grotere deelname aan het verkeer: meer voetgangers en voertuigen die zich verplaatsen of zich laten verplaatsen (N.B. door toename van de bezettingsgraad) binnen het beheersgebied;
- c. de aanwezigheid van meer risicoverhogende kenmerken en omstandigheden in de verkeerssituaties van het beheersgebied.

De invloedsgrootheden uit de eerste groep worden gerekend tot de correctiematen. Dit zijn bijvoorbeeld de weglengte, het aantal kruisingen en uiteraard de duurt van de beschouwde periode.

Grootheden uit de tweede groep worden prestatiematen genoemd. Hiertoe behoren de hoeveelheden voertuigen of personen die gedurende een bepaalde tijd aanwezig zijn op de wegennetten, kruispunten of wegvakken en deelnemen aan het verkeer. Ook hier kan de tijd die voertuigen of personen doorbrengen in de verkeerssituatie als prestatie maat worden gehanteerd. De laatste en meest interessante groep van grootheden die de verkeersonveiligheid beïnvloeden zijn de risicomaten. Risico betekent in dit geval oorzakelijk voor het gevaar in het verkeer. In het algemeen is dit gevaar afhankelijk van:

- het aantal ontmoetingen van voertuigen met obstakels en andere wegkenmerken (ongevallen met één voertuig: de enkelvoudige ongevallen) en het aantal ontmoetingen van voertuigen onderling (de meervoudige ongevallen);
  - het aantal voertuigsoorten; vanwege de verschillen in bewegingskenmerken tussen de voertuigsoorten;
  - de manoeuvres van voertuigen die mogelijk worden gemaakt door de vormgeving en de verkeersregeling van de situatie;
  - de gedragskenmerken van voertuigen en personen in het verkeer;
- de psychische en/of fysieke eigenschappen van verkeersdeelnemers die risicoverhogend werken zoals alcoholgebruik, geringe ervaring en leeftijd;
- de lichtgesteldheid en de weersomstandigheden.

Het verkeersveiligheidsonderzoek zal het inzicht moeten geven in de aard en de omvang van het risico dat door deze, vrijwel altijd is combinatie optredende kenmerken en omstandigheden aanwezig is.

De veiligheidscijfers die worden voorgesteld constateren verschillen in de onveiligheid tussen onderdelen van de infrastructuur. Deze verschillen zijn gecorrigeerd en in relatie gebracht met prestatiematen. Ze leveren dus geen verklaring voor de verschillen!

In de SWOV-studie naar infrastructurale kencijfers is een typering van de Nederlandse wegen gegeven waarbij grote verschillen tussen de wegtypen zijn geconstateerd voor enkele onveiligheidsmaten. Met behulp van verkeersgegevens van Rijkswaterstaat (DVK), CBS-gegevens en gegevens uit SWOV-bestanden is een overzicht samengesteld van de weglengte, de verkeersprestatie en de onveiligheidscijfers voor het landelijk wegennet in 1986, gedetailleerd naar de wegtypen; zie Bijlage 2.

De verkeersprestatie is uitgedrukt in miljoen afgelegde motorvoertuigkilometers. Het is gelukt de gegevens uit de verschillende bestanden zo in elkaar te schuiven dat er een redelijk betrouwbaar landelijk beeld ontstaat. Het verschil in kenmerken rechtvaardigt een onderscheid naar wegtypen.

Uit dit landelijk beeld van de verkeersonveiligheid kunnen al aandachtsgebieden voor onderzoek en maatregelen worden afgeleid. Bij wijze van voorbeeld worden de onveiligheidscijfers voor de wegtypen buiten de bebouwde kom in detail bekeken. In Bijlage 3 is voor elk wegtype het aantal letselongevallen per kilometer weglengte uitgezet tegen het gemiddelde aantal motorvoertuigen dat van het wegtype gebruik maakt. Dit landelijk gemiddelde per wegtype en binnen wegtype per intensiteitsklasse, kan als referentie worden gezien voor willekeurige verkeerssituaties.

Deze referentie, met betrouwbaarheidsmarges, kan in het voorgestelde expertsysteem wordt ingebracht. Het expertsysteem kan alle aangeboden locaties middels de kenmerken van ongevallen (VOR-gegevens) en de weg- en verkeerskenmerken (gekoppeld aan ongevallen met de VOR-locatiecode), afbeelden in de figuur van Bijlage 3 nadat ze gegroepeerd zijn naar type. Binnen het type worden de locaties vergeleken met de referentie voor datzelfde type. Locaties die, gegeven de voertuigintensiteit, boven de gemiddelde waarde liggen, worden getoetst op significantie van het verschil. Locaties die dan significant afwijken worden tot aandachtsgebied verklaart. De typologie van locaties, de toetsingstechniek en het significantieniveau kunnen als domeinkennis (meta-klassen) en als inferenties (kennisbronnen) in het expertsysteem worden opgenomen.

Vervolgens zullen voor verschillende aandachtsgebieden verschillende diagnostie technieken vereist zijn.

#### DIAGNOSE VAN ONVEILIGE VERKEERSITUATIES

Het onderzoek naar relaties tussen vormgeving en ongevallen heeft nog lang niet voldoende resultaten opgeleverd voor het stellen van een goede diagnose per aandachtgebied. Op het wegtype autosnelweg heeft relatief veel onderzoek plaatsgevonden, maar voor de andere wegen is men meer aangewezen op praktijkervaring dan op gekwalificeerde onderzoekresultaten. Het verwerven van al deze kennis bij onderzoekers, adviseurs en wegbeheerders zal niet snel en eenvoudig gerealiseerd kunnen worden. Juist op dit onderdeel van de bouw van het expertsysteem zal 'prototyping' gewenst zijn met een sterke beperking van het probleemgebied. Hierbij zal rekening worden gehouden met de wensen en mogelijkheden van de diverse wegbeherende instanties die in de verkennende fase aan het licht komen.

### REMEDIE VOOR ONVEILIGE VERKEERSSITUATIES

In de praktijk zijn diverse handleidingen in gebruik die oplossingen bieden voor veiligheidsproblemen op diverse onderdelen van het wegennet. Deze kennis is al voor een deel toe te passen bij de diagnose.

Verkeerssituaties die ongunstig scoren ten opzichte van de referentie, kunnen ook op weg- en verkeerskenmerken vergeleken worden met een al -of- niet gesanctioneerde ontwerpnorm. En ook hier kunnen belangrijke afwijkingen geconstateerd worden die vervolgens leiden tot maatregelen voor verbetering van die kenmerken. In het expertsysteem zijn het de handboeken ROA, RONA, ASVV en AVOC die in een geautomatiseerde vorm dienst kunnen doen als 'ontwerpreferentie'. De programmatuur voor het opslaan en lezen van de handboeken zal zeker tijd en inspanning vergen. Vanwege de eerder genoemde beperking bij het prototype kan hier vooralsnog met een selectie worden volstaan.

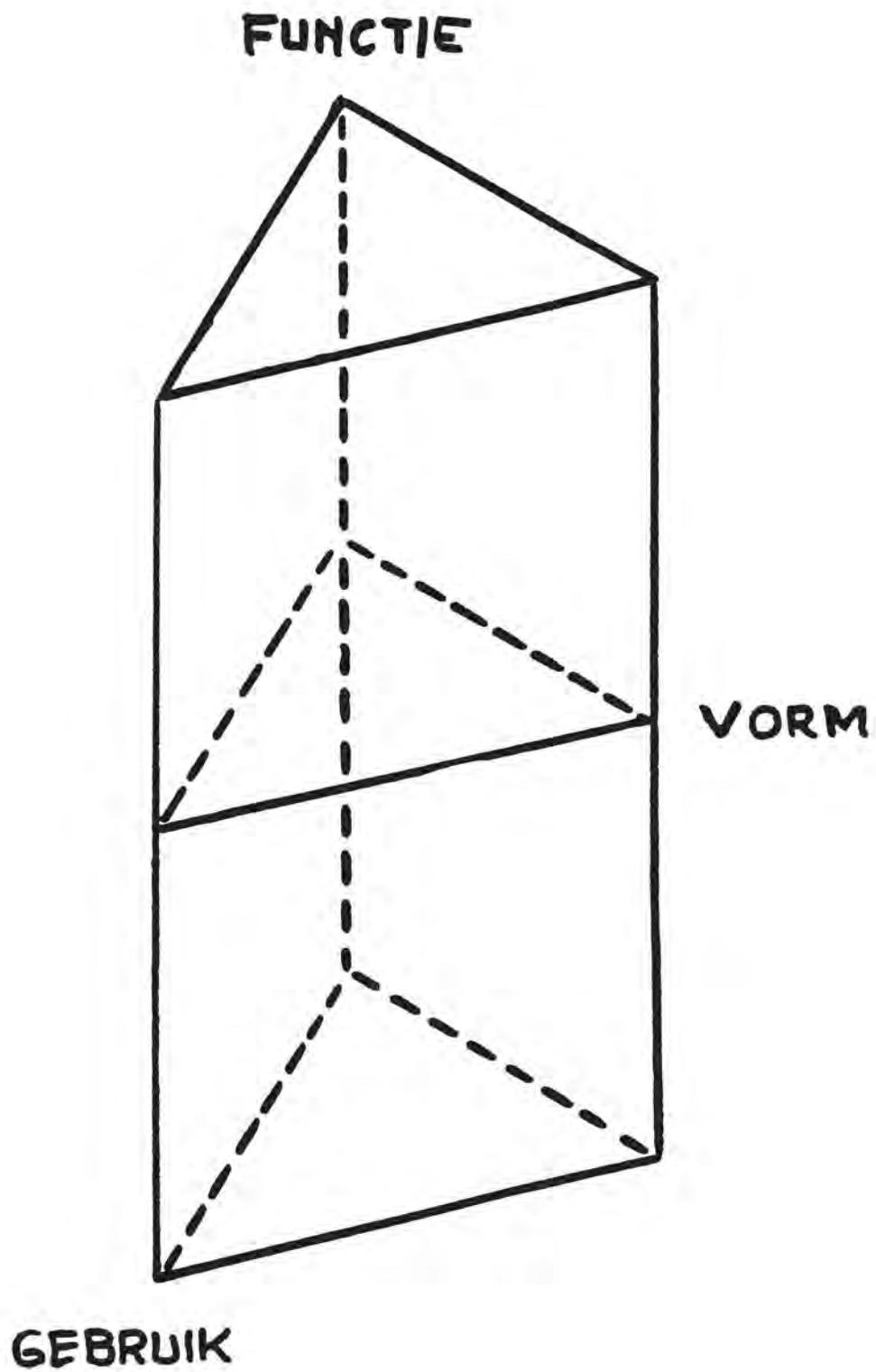
### EVALUATIE VAN MAATREGELEN OP ONVEILIGE VERKEERSSITUATIES

In dit stadium van de ontwikkeling van een expertsysteem voor de verkeersveiligheid wordt het niet zinvol geacht al uitwerking te geven aan het 'zelflerende' karakter van het systeem. De systeemingénieur zal wel rekening moeten houden met de mogelijkheid om effecten van gerealiseerde maatregelen in te voeren, maar bij het prototype zal deze voorziening ontbreken. Hetzelfde geldt voor het bijhouden van de kennis over relaties tussen ongevallen en weg- en verkeerskenmerken.

### SLOTBESCHOUWING

Of het expertsysteem voor de verkeersveiligheid inderdaad een efficiënt wapen wordt in de strijd tegen ongevallen in het wegverkeer, kan pas duidelijk worden na een serieuze poging om het systeem te laten werken. Het aftasten van de wensen en mogelijkheden in de verkennende studie wordt gevolgd door het vaststellen van kansrijke toepassingsgebieden. In één of meer gekozen toepassingsgebieden zal het expertsysteem getoetst worden op de mogelijkheden voor realisatie. Daarna kunnen functionele en technische eisen worden geformuleerd waaraan het systeem moet voldoen. De uitwerking van het systeem wordt tenslotte bekroond door de ontwikkeling van een prototype met een uitgebreide toetsing. Voor het zover is!

Bijlage 1. Raamwerk voor de relaties tussen functie, vorm en gebruik



Bijlage 2. Landelijk overzicht van de verkeersonveiligheid, geschat voor de verschillende wegtypen in 1986 (SWOV)

AS>4s : autosnelweg met meer dan vier rijstroken, twee per rijbaan;  
 AS 4s : autosnelweg met vier rijstroken, twee per rijbaan;  
 AW 2b : autoweg met twee rijbanen;  
 AW 1b : autoweg met één rijbaan;  
 WG 2b : weg met geslotenverklaring voor langzaam verkeer en met twee rijbanen;  
 WG 1b : weg met geslotenverklaring voor langzaam verkeer en met één rijbaan  
 WA 2s : weg voor alle verkeer en met twee rijstroken;  
 WA 1s : weg voor alle verkeer en met één rijstrook (voor twee richtingen);  
 VA : verkeersader binnende bebouwde kom;  
 WS : woonstraat.

wegtype	weglengte in km	dagmt mtv	verkeersprest. in miljoenen mtv-km	letselgevallen			slachtoffers		doden	
				aantal	per km weglengte	per miljoen mtv-km	aantal	per lantaal	aantal	per 100 slachtoffers
AS> 4s	242	87368	7177	476	1,967	0,068	698	1,467	30	4,311
AS 4s	1761	33618	20216	1500	0,852	0,074	2157	1,438	111	5,127
AW 2b	197	18234	1220	182	0,926	0,150	282	1,548	17	5,943
AW 1b	2108	6187	4522	475	0,225	0,105	653	1,377	79	12,119
WS 2b	252	19278	1683	455	1,806	0,270	550	1,209	40	7,222
WS 1b	6357	5186	11756	3540	0,542	0,301	4826	1,363	239	4,861
WA 2s	11719	1403	5970	3055	0,261	0,512	3902	1,245	224	5,896
WA 1s	31702	315	3631	3102	0,098	0,854	3880	1,251	217	5,601
VA	11519	4808	18798	25010	2,171	1,330	27207	1,088	477	1,754
WS	33481	684	7775	5786	0,173	0,744	7554	1,306	95	1,255
Totaal	99519	2420	82748	43581	0,438	0,527	51610	1,184	1529	2,963

Bijlage 3. De relatie tussen het aantal letselongevallen per kilometer weglengte en de motorvoertuigintensiteit, per wegtype buiten de bebouwde kom, geschat voor 1986

- AS>4s : autosnelweg met meer dan vier rijstroken, twee per rijbaan;
- AS 4s : autosnelweg met vier rijstroken, twee per rijbaan;
- AW 2b : autoweg met twee rijbanen;
- AW 1b : autoweg met één rijbaan;
- WG 2b : weg met geslotenverklaring voor langzaam verkeer en met twee rijbanen;
- WG 1b : weg met geslotenverklaring voor langzaam verkeer en met één rijbaan
- WA 2s : weg voor alle verkeer en met twee rijstroken;
- WA 1s : weg voor alle verkeer en met één rijstrook (voor twee richtingen);

