



**Automotive
Integrated Safety**
Steenovenweg 1
Postbus 756
5700 AT Helmond

www.tno.nl

T 040 265 26 00
F 040 265 26 01
info-lenT@tno.nl

TNO-rapport

07.OR.IS.024/RH

**Integrale Aanpak Analyse Verkeersongevallen;
Overkoepelend rapport**

Datum	20 april 2007
Auteur(s)	ir.ing. R.B.J. Hoogvelt, ir. P.A.J. Ruijs, dr.ir. A.R.A. van der Horst, drs. G.J. Wijlhuizen, ir. E.J.G. Verschragen, F.E.C. van der Wolf
Opdrachtgever	Ministerie van Verkeer en Waterstaat Afd. V&G, DGP-VI Postbus 20901 2500 EX Den Haag mw. drs. I.M.G. Doesburg
Projectnummer	009.01366
Aantal pagina's Aantal bijlagen	76 (incl. bijlagen)

Alle rechten voorbehouden. Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoekopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

Voorwoord

Hoofdfinancier voor dit project is het Directoraat Generaal Personenvervoer van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Medefinanciers zijn de EU in het kader van het EU-project PENDANT waarvoor ongevalsgegevens zijn verzameld, De Stichting Achmea Slachtoffer en Samenleving, de Stichting Personenschade Instituut van Verzekeraars, en TNO door middel van eigen basisfinanciering en doelfinanciering V&W.

Daarnaast zijn in een later stadium van het project de ongevalsgegevens van het EU-project ETAC opgenomen in de IAAV database.

Aan dit project hebben meerdere business units van TNO gewerkt, ieder met hun eigen ervaring, namelijk:

- **Kerngebied Industrie & Techniek, Business Unit Automotive**
Deze business unit heeft enige jaren ervaring met diepgaand onderzoek van verkeersongevallen. De afdeling Integrale Veiligheid van deze business unit is betrokken bij het ontwikkelen van basismethodieken, bij het verzamelen van de data, maar ook bij de statistische analyse van ongevalsgegevens;
- **Kerngebied Defensie & Veiligheid, Business Unit Human Factors**
TNO Human Factors heeft expertise op het gebied van het menselijk functioneren in complexe taakomgevingen. Onderzoek naar en toepassen van kennis over het menselijk gedrag in het verkeer vormt een belangrijk speerpunt;
- **Kerngebied Kwaliteit van Leven, Business Unit Preventie en Zorg**
De missie van TNO Kwaliteit van Leven (TNO KvL) is om bij te dragen aan het waarborgen en verbeteren van gezondheid en menselijk functioneren via vernieuwend, toegepast onderzoek en advisering. Met betrekking tot de problematiek van verkeersonveiligheid brengt TNO KvL expertise in vanuit het perspectief van volksgezondheid en welzijn.

De Business Unit Automotive heeft voor het verzamelen van de verkeersongevalsgegevens in de regio rond Delft samengewerkt met de Technische Ongevallen Dienst (TOD) van vier politie-regio's en ziekenhuizen.

De Business Unit Preventie en Zorg heeft bij de uitvoering van het project nauw samengewerkt met het Kenniscentrum voor Revalidatie en Handicap (iRv), waarbij de activiteiten met betrekking tot IAAV zijn ingevoegd in een gezamenlijk onderzoek-programma 'Kwaliteit en doelmatigheid van zorg voor slachtoffers van verkeersongevallen'.

Samenvatting

Jaarlijks gebeuren er in Nederland ruim één miljoen verkeersongevallen met uiteenlopende toedracht en gevolgen. In 2005 overleden als gevolg van verkeersongevallen in Nederland 817 personen. Het aantal ziekenhuisgewonden in 2005 bedroeg 17.680 slachtoffers van een verkeersongeval. Het aantal slachtoffers dat bij de Spoedeisende Hulp (SeH) afdeling van ziekenhuizen moet worden behandeld schommelt al jaren rond de 95.000. Een deel van de behandelde slachtoffers ondervindt lange termijn gevolgen in hun functioneren (beperkingen) en in hun participatie in het maatschappelijke leven, bijvoorbeeld bij het uitvoeren van arbeid.

Doelstelling van het onderzoek

Het doel van dit onderzoeksproject is de ontwikkeling van een methodiek voor een integrale aanpak (voertuig, mens en omgeving) bij de analyse van verkeersongevallen. Deze methodiek dient het inzicht in oorzaken en effecten van verkeersongevallen te vergroten. Hiertoe worden de toedracht, de oorzaken en de gevolgen van het ongeval diepgaand onderzocht en in kaart gebracht met betrekking tot het voertuig, de mens, de omgeving en de interacties daartussen. Voor een groot aantal ongevallen worden al deze gegevens opgeslagen in een relationele database. Met de in deze database ondergebrachte kennis kunnen maatregelen ontwikkeld worden om:

- Ongevallen zoveel mogelijk te voorkómen;
- De mens zo goed mogelijk te beschermen als het ongeval eenmaal onafwendbaar is;
- De kwaliteit en doelmatigheid van zorg te vergroten voor verkeersslachtoffers.

Voorafgaand aan de ontwikkeling van een integrale methodiek is een literatuurstudie uitgevoerd met de volgende conclusies:

- In-depth verkeersongevallenonderzoek is een belangrijk element bij het vaststellen van de ongevalsoorzaken;
- Door permanente video-opnamen bij "gevaarlijke" kruispunten kunnen optredende ongevallen in detail worden geanalyseerd en kunnen daarmee ook de ongevalsreconstructiemethoden worden gevalideerd;
- Menselijke fouten, situatiebewustzijn en werklastmetingen kunnen worden opgenomen in reactieve onderzoeksmethoden;
- Lange termijn gevolgen van verkeersongevallen kunnen vastgesteld worden met behulp van bestaande classificatie(s) en instrumenten;
- Integratie van expertises en samenvoegen van informatie geeft een meer complete analyse van de verkeersongevallen en oorzaken.

Conclusies integrale methodiek

Op basis van de resultaten van de ontwikkelingswerkzaamheden om te komen tot een integrale methodiek kan worden geconcludeerd dat:

- 1 Alle beoogde onderdelen van de methodiek zijn ontwikkeld en toegepast;
- 2 De integratie van de afzonderlijke onderdelen is gerealiseerd;
- 3 De video-observatie methode, die primair als evaluatie instrument ten behoeve van de beoogde methodiek is ontwikkeld en toegepast, een duidelijke toegevoegde informatiewaarde heeft gehad door het aanschouwelijk maken van de keten van gebeurtenissen die zich voltrekt in het tijdvak rondom het ongeval. Deze methode wordt daardoor als onmisbaar onderdeel beschouwd voor de ontwikkeling van de integrale methodiek.

Conclusies over de kwaliteit van de integrale methodiek

De kwaliteit van de integrale methodiek is afgeleid van de kwaliteit van de afzonderlijke onderdelen van de methodiek. Op basis daarvan kunnen de volgende hoofdconclusies worden getrokken:

- 1 De geconstateerde technische kwaliteit van de afzonderlijke onderdelen van de integrale methodiek geeft voldoende grond om de huidige methodiek operationeel in te kunnen zetten bij integrale analyse van verkeersongevallen;
- 2 Op onderdelen van de integrale methodiek wordt verdere verbetering van de technische kwaliteit op termijn van belang geacht, zoals bijvoorbeeld: het verbeteren van de betrouwbaarheid van interviewgegevens over de ongevalstoedracht, en het meten van de lange termijn gevolgen;
- 3 De praktische toepasbaarheid (feasibility) van de integrale methodiek is onvoldoende gebleken, wat met name zichtbaar is geworden door de relatief lage respons. De bereidwilligheid van betrokkenen om desgevraagd informatie aan te leveren was onvoldoende. Ook kan worden geconcludeerd dat het uitvoeren van alle relevante metingen/ analyses een strak protocol verlangt, waarbij de juiste timing van de metingen/analyses van belang is om te voorkomen dat omstandigheden zich tussentijds kunnen wijzigen (bijvoorbeeld bij wegbeeldanalyse).

Conclusies over de meerwaarde van de methodiek

Ten aanzien van de meerwaarde van de integrale methodiek komen de volgende hoofdconclusies naar voren:

- 1 De combinatie van de non-respons van elk van de afzonderlijke delen van de integrale methodiek heeft ertoe bijgedragen dat de doelstelling om te komen tot een complete dataset onvoldoende is gerealiseerd. Daardoor is de meerwaarde van de methodiek niet te illustreren op basis van statistische analyses;
- 2 De kwalitatieve analyse van de integraal geanalyseerde casus illustreert evenwel de potentiële meerwaarde van de integrale methodiek. De bijdragen van de afzonderlijke onderdelen van de methodiek blijken aanvullende, en elkaar op onderdelen ondersteunende, informatie op te leveren.

Aanbevelingen integrale methodiek

Aanbevolen wordt om de huidige methodiek in te zetten bij de integrale analyse van verkeersongevallen en om de relationele IAAV database te vullen met meer gemeenschappelijke cases.

De respons van de interviews en getuigenverklaringen van de betrokken verkeersdeelnemers moet beter. Aanbevolen wordt de drempel bij het invullen van de interviews te verlagen. Bemoedigend is het feit dat een belronde bij de in-depth analyses een verdubbeling van de respons opleverde.

De huidige versie van IMPACT is voldoende betrouwbaar en valide om verdere verbeteringen op te baseren. Aanbevolen wordt om in een vervolgtraject, na een aantal inhoudelijke verbeteringen, IMPACT in de praktijk (revalidatie, verzekeraars) op kleine schaal te implementeren om daar de meerwaarde van het instrument te tonen en verdere ontwikkeling mogelijk te maken. Een dergelijk traject is begin 2007 voor de komende twee jaar ingezet met financiële steun van de Stichting Achmea Slachtoffer en Samenleving.

Analyse van de videobeelden geeft extra inzicht in de feitelijke keten van gebeurtenissen die leiden tot een ongeval en geeft een aantal verbeteringspunten voor de afzonderlijke aanpakken. In deze studie hadden de video-ongevallen tot doel om de

afzonderlijke onderdelen (in-depth ongevalsanalyses, wegbeeldanalyses en gedragsobservaties inclusief conflicten) te valideren, maar ze maakten geen onderdeel uit van de integrale methodiek zelf. Aanbevolen wordt om deze technologie, vanwege de resultaten en de verwachte verdere technologische ontwikkelingen in automatische video-analyse technieken, in te zetten als aanvulling op de integrale methodiek. Het levert een rijke bron aan informatie over natuurlijk rijgedrag van weggebruikers als basis voor het beter begrijpen van interacties tussen weggebruikers onderling en tussen weggebruikers en de wegomgeving. Recent, is een dergelijke aanpak ook onderkend in het SHRP-II (Strategic Highway Research Program II) programma in de Verenigde Staten.

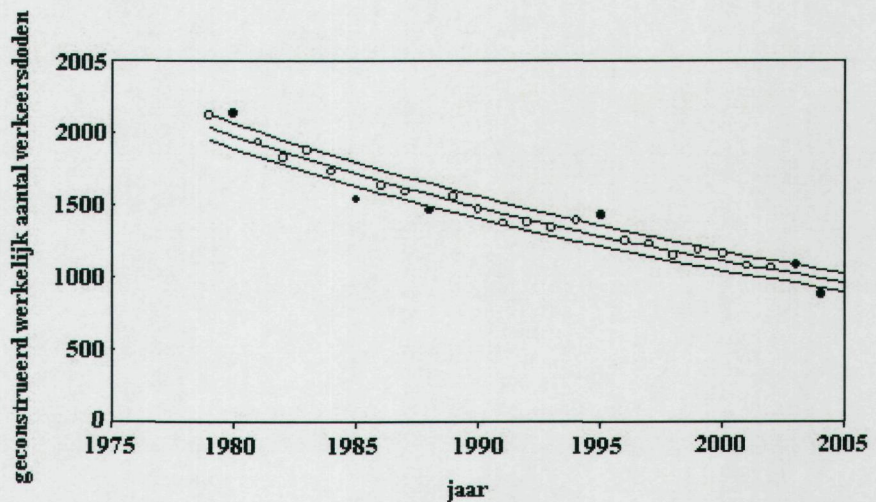
Wegbeeldanalyses dragen duidelijk bij aan het beter begrijpen van weg-gerelateerde oorzaken voor onveilig gedrag en het ontstaan van ongevallen. Het verdient aanbeveling om wegbeeldanalyses beter te integreren in het proces van in-depth ongevalsgegevens verzamelen. Voor het toepassen van de integrale methodiek is een strak protocol vereist. Dit is mede van belang voor het voor elkaar toegankelijk maken en koppelen van allerlei gegevensbestanden, een stap die in de toekomst alleen maar belangrijker wordt voor een betrouwbare registratie en analyse van verkeersongevallen, zoals ook bleek uit de Workshop Onderzoek Verkeersongevallen in 2005.

Inhoudsopgave

	Voorwoord	2
	Samenvatting	3
1	Inleiding	7
1.1	Doel.....	9
1.2	Uitwerking	10
1.3	Samenwerking van de kennisgebieden	10
2	Literatuurstudie	12
2.1	Pro-actieve en re-actieve onderzoeksmethoden.....	12
2.2	In-depth methoden	13
2.3	Reconstructie methoden.....	13
2.4	Menselijke factoren in het verkeersproces.....	13
2.5	Lange termijn effecten van verkeersongevallen	14
2.6	Integratie van ongevalsanalyse methoden.....	14
2.7	Conclusies uit de literatuurstudie.....	15
3	Methodiek ontwikkeling Integrale Aanpak Analyse Verkeersongevallen	16
3.1	Ongevalsoorzaken en menselijk falen.....	16
3.2	Lange termijngevolgen verkeersongevallen	23
3.3	Methodiek verzamelen van in-depth verkeersongevallen en de controlegroep	27
3.4	Nieuw methode voor het verkrijgen van een controlegroep	28
3.5	Integratie van de afzonderlijke expertises.....	31
3.6	Conclusies ontwikkeling Integrale Aanpak Analyse Verkeersongevallen	33
3.7	Workshop Onderzoek Verkeersongevallen & IAAV, september 2005	34
4	Resultaten van de afzonderlijke delen	36
4.1	Analyse van de verzamelde in-depth verkeersongevallen met controlegroep	36
4.2	Gedragsanalyse	42
4.3	Verzamelen van gegevens lange termijngevolgen.....	45
4.4	Conclusies van de afzonderlijke delen.....	53
5	De integrale aanpak; Uitwerking en evaluatie	54
5.1	Interdisciplinaire consultatie.....	54
5.2	Relationele database, samenvoegen data	55
5.3	Protocol.....	57
5.4	Gedetailleerde uitwerking gezamenlijke case.....	58
5.5	Evaluatie van de ontwikkelde methodiek voor de integrale aanpak	67
6	Conclusies & Aanbevelingen	70
6.1	Conclusies.....	70
6.2	Aanbevelingen	71
7	Referenties	73
8	Ondertekening	76

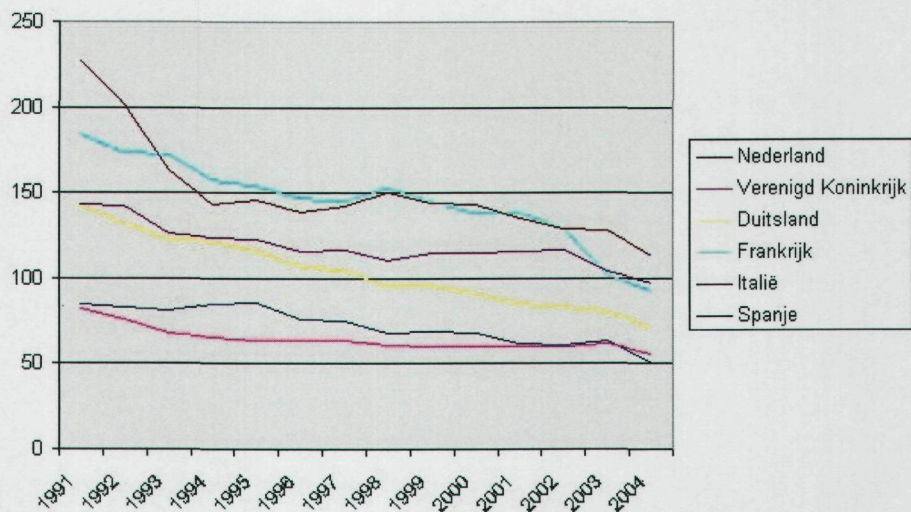
1 Inleiding

Jaarlijks gebeuren er in Nederland ruim één miljoen verkeersongevallen en in Europa (EU) gaat het jaarlijks om circa 40 miljoen verkeersongevallen met uiteenlopende toedracht en gevolgen. In 2005 overleden als gevolg van verkeersongevallen in Nederland 817 personen (in de EU ligt dit aantal op ca 41.600). Het aantal slachtoffers door verkeersongevallen in Nederland is in de afgelopen jaren gedaald. In 2003 en 2004 was dit aantal respectievelijk 1088 en 881. De daling (van 1088 doden in 2003 naar 881 doden in 2004, ofwel 19%) is de grootste relatieve daling ooit in Nederland, verwezen wordt naar figuur 1.



Figuur 1 Het geconstrueerde aantal verkeersdoden in Nederland met de negatiefexponentiële trendlijn tussen 1979 en 2004. De zes zwarte punten liggen buiten de betrouwbaarheidsmarge van 2σ (95%) van de trendlijn. [Stipdonk, 2005]

Aantal jaarlijkse verkeersdoden per miljoen inwoners



Figuur 2 - Aantal jaarlijkse verkeersdoden in Europa in de periode 1987 – 1998. [Bron: CARE (EU Road Accident Database)]

Figuur 2 toont het aantal verkeersdoden per miljoen inwoners van verschillende Europese landen. Hoewel de verschillen tussen de onderlinge landen vrij groot zijn, is er bij alle landen een trend te zien naar minder verkeersdoden per miljoen inwoners.

Het aantal ziekenhuisgewonden daalt ook, maar aanzienlijk langzamer. In 2005 moesten er nog 17.680 slachtoffers van een verkeersongeval in het ziekenhuis worden opgenomen. In 2003 en 2004 was dit aantal respectievelijk 18.660 en 18.420. Ten opzichte van het jaar 1996 is het een daling van ongeveer 5%. Het aantal slachtoffers dat bij de Spoedeisende Hulp (SeH) afdeling van ziekenhuizen moet worden behandeld schommelt al jaren rond de 95.000. Binnen de EU wordt het jaarlijkse aantal medisch behandelde personen als gevolg van een ongeval geschat op 3.5 miljoen.

Een deel van de behandelde slachtoffers ondervindt lange termijn gevolgen in hun functioneren (beperkingen) en in hun participatie in het maatschappelijke leven, bijvoorbeeld bij het uitvoeren van arbeid.

In Nederland worden de totale jaarlijkse kosten van verkeersongevallen geschat op vijf miljard Euro. Dit is exclusief de immateriële kosten [Weseman, 2000]. Binnen de EU liggen de kostenschattingen rond de 166 miljard Euro per jaar.

Het ontwikkelen, en uiteindelijk toepassen, van kennis over de oorzaken van verkeersongevallen is van groot belang om het probleem 'verkeersongevallen' te kunnen aanpakken.

TNO speelt een toonaangevende rol in de EU waar het gaat om het vinden van oplossingen voor het terugdringen van de verkeersveiligheidsproblematiek.

TNO speelt een rol in een aantal parallel lopende EU 6e Kader Programma projecten zoals APROSYS¹, PENDANT², SafetyNet³, ETAC⁴, TRACE⁵, eIMPACT⁶ en RISER⁷. In figuur 3 wordt een conceptueel kader geschetst voor de beoogde TNO benadering 'Integrale Aanpak voor de Analyse van Verkeersongevallen'. In de onderstaande tekst zal dit worden afgekort tot 'IAAV'.

De in figuur 3 genoemde factoren (Voertuig, De mens, Omgeving) zijn de onderling samenhangende elementen die invloed uitoefenen op het verkeersproces.

Het ongeval is een situatie waarbij, onder invloed van een ongewenste interactie tussen de actoren, een botsing ontstaat. Bijvoorbeeld, een autobestuurder kan dusdanig misleid worden door het wegverloop dat hij van de weg afraakt; of er kan een dusdanig misverstand tussen bestuurders ontstaan in een voorrangssituatie dat er daardoor een aanrijding ontstaat. Het ongeval staat centraal in dit project.

De aanpak richt zich op twee hoofdzaken, te weten:

- Kennis genereren over de toedracht van het ongeval (de rol van de persoon, omgeving en voertuig);

¹ APROSYS Integrated project on Advanced PROtection SYStems, see website: <http://www.aprosys.com>

² PENDANT Pan-European Co-ordinated Accident and Injury Database; see website <http://www.erso.eu/data/content/pendant.htm>

³ SafetyNet see website <http://www.erso.eu/safetynet/content/safetynet.htm>

⁴ ETAC European Truck Accident Causation Study; see website <http://www.erso.eu/data/content/etac.htm>

⁵ TRACE TRAffic Accident Causation in Europe, see website http://ec.europa.eu/information_society/activities/esafety/doc/rtd_projects/fact_sheets/call_4/trace.pdf

⁶ eIMPACT Assessing the Impact of intelligent vehicle safety systems, see website: <http://www.eimpact.info>

⁷ RISER Roadside Infrastructure for Safer European Roads, see website ec.europa.eu/transport/roadsafety_library/publications/riser_maintenance_and_operations_guidelines.pdf

- Kennis genereren over de gevolgen van het ongeval:
 - voor het voertuig (schade, functioneren van beschermende voorzieningen) en
 - voor de persoon (letsels, beperkingen, kwaliteit van leven).

Een essentieel onderdeel van deze aanpak is het kunnen genereren van kennis over de samenhang tussen de toedracht en de gevolgen bij ongevallen. Deze kennis is van groot belang voor het stellen van prioriteiten als het gaat om het ontwikkelen en implementeren van preventieve maatregelen en doelmatige zorg. De gegenereerde kennis zal vermarkt worden aan partijen die een rol spelen bij verschillende aspecten (onder meer: preventie van ongevallen, schade en letsel, schadeloosstelling, kwaliteit en doelmatigheid van zorg) die samenhangen met verkeersveiligheid. Een mogelijke volgende stap is de internationale harmonisatie van deze methode.



Figuur 3 Conceptuele benadering van de integrale aanpak voor de analyse van verkeersongevallen.

1.1 Doel

Het doel van het onderzoeksproject is de ontwikkeling van een methodiek voor een integrale aanpak bij de analyse van verkeersongevallen. Deze methodiek dient het inzicht in oorzaken en effecten van verkeersongevallen te vergroten. Hiertoe worden de toedracht, de oorzaken en de gevolgen van het ongeval diepgaand onderzocht en in kaart gebracht met betrekking tot het voertuig, de mens, de omgeving en de interacties daartussen. Voor een groot aantal ongevallen worden al deze gegevens opgeslagen in een relationele database. Met de in deze database ondergebrachte kennis kunnen maatregelen ontwikkeld worden om:

- Ongevallen zoveel mogelijk te voorkómen (bijvoorbeeld verbetering aan de wegen of waarschuwingssystemen in de auto);
- De mens zo goed mogelijk te beschermen als het ongeval eenmaal onafwendbaar is (bijvoorbeeld verbetering van kreukelzones en airbags);
- De kwaliteit en doelmatigheid van zorg te vergroten voor verkeersslachtoffers.

1.2 Uitwerking

De uitwerking van dit rapport is in grote lijnen gebaseerd op het projectvoorstel. In een voorbereidende literatuurstudie (Werkpakket 1 van het projectvoorstel) is de meest recente stand van zaken van de diverse aandachtsgebieden bepaald. De literatuurstudie is beschreven in hoofdstuk 2. De resultaten uit de literatuurstudie zijn gebruikt als input voor de verdere activiteiten. Vervolgens is een methodiek voor een integrale aanpak voor de analyse van verkeersongevallen ontwikkeld (Werkpakket 2 van het projectvoorstel) die alle aspecten van het verloop van het ongeval in zich draagt, men name; de omgeving, de mens en het voertuig, de toedracht en de gevolgen, zie hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 worden de verzamelde en geanalyseerde ongevallen beschreven, vindt een gedragsanalyse plaats en worden gegevens verzameld van lange termijngevolgen en van de controlegroep (Werkpakket 3 van het projectvoorstel). Hiermee wordt per kennisgebied getoetst en gevalideerd zodat kan worden bekeken of de analyse van de resultaten inderdaad bruikbare gegevens oplevert. In hoofdstuk 5 wordt de opzet beschreven om de verzamelde informatie van de afzonderlijke kennisgebieden samen te voegen en wordt de methodiek in alle facetten geëvalueerd (Werkpakket 4 van het projectvoorstel). Niet alleen de resultaten maar ook de processen die hebben geleid tot deze resultaten zijn geëvalueerd. Deze evaluaties zijn van direct belang voor de toekomstige toepassing van de ontwikkelde methodieken van dit project. Het rapport wordt afgesloten met conclusies in hoofdstuk 6. In dit hoofdstuk worden tevens aanbevelingen gedaan over de analysemethoden en de methodiek in het algemeen.

1.3 Samenwerking van de kennisgebieden

Het project IAAV kan een vooraanstaande positie opleveren op het gebied van verkeersongevallen onderzoek door de integratie van onderling samenhangende en relevante kennisgebieden (voertuigveiligheid, menselijke informatieverwerking en gedrag, gevolgen van ongevallen voor gezondheid en kwaliteit van leven, epidemiologische methodologische expertise).

De nieuwe methode levert een noodzakelijke uitbreiding op al bestaande methodes, omdat op deze manier een totaalbeeld van de toedracht van optredende ongevallen wordt verkregen.

Er zijn drie TNO kerngebieden die bij dit onderzoeksproject zijn betrokken namelijk:

- **Kerngebied Industrie & Techniek, Business Unit Automotive**
Analyses van verkeersongevallen worden beschouwd als de basis voor het vakgebied Automotive bij TNO. Deze business unit heeft enige jaren ervaring met diepgaand onderzoek van verkeersongevallen. De afdeling Integrale Veiligheid van deze business unit is betrokken bij het ontwikkelen van basismethodieken, bij het verzamelen van de data, maar ook bij de statistische analyse van ongevallengegevens. Bij een dergelijk onderzoek worden enkele honderden verkeersongevallen per jaar in detail onderzocht, zowel op het technische als het medische vlak.
Bij TNO Automotive worden een aantal grote projecten uitgevoerd op het gebied van ongevallenanalyse, onder meer in het kader van de EZ-doelfinanciering (met DAF en Scania), maar ook voor internationale klanten. Hierbij wordt gebruik gemaakt van bestaande methoden waarbij de insteek vooral technisch van aard is;
- **Kerngebied Defensie & Veiligheid, Business Unit Human Factors**
TNO Human Factors heeft expertise op het gebied van het menselijk functioneren in complexe taakomgevingen. Hoogwaardig experimenteel onderzoek resulteert in

praktische adviezen voor hun klanten en draagt bij aan het effectief en efficiënt ontwerpen van systemen, methoden en concepten. Onderzoek naar en toepassen van kennis over het menselijk gedrag in het verkeer vormt een belangrijk speerpunt en dient als basis voor het beoordelen en evalueren van wegontwerp, verkeersmanagementsystemen, in-voertuig bestuurdersondersteuning, overnemen van delen van de rijtaak ten aanzien van veiligheid, verkeersafwikkeling en milieu. Wat kunnen, wat doen en wat willen weggebruikers? Het richt zich vooral op actieve verkeersveiligheid, hoe kun je ongevallen voorkomen. Belangrijke beoordelingscriteria betreffen allerlei maten voor de rijprestatie, het rijgedrag, de werklast, veiligheid, acceptatie en comfort. Opdrachten ter zake worden nationaal en internationaal uitgevoerd voor zowel overheden als industrie. Daarbinnen neemt onderzoek van het verband tussen gedrag en ongevalsrisico weer een prominente plaats in. Met het huidige project kan daaraan een extra stimulans worden gegeven;

- *Kerngebied Kwaliteit van Leven, Business Unit Preventie en Zorg*

De missie van TNO Kwaliteit van Leven (TNO KvL) is om bij te dragen aan het waarborgen en verbeteren van gezondheid en menselijk functioneren via vernieuwend, toegepast onderzoek en advisering. Met betrekking tot de problematiek van verkeersonveiligheid brengt TNO KvL expertise in vanuit het perspectief van volksgezondheid en welzijn. Deze expertise is voornamelijk gebundeld binnen de vraaggestuurde programma's: Zorginnovatie en Bewegen en Gezondheid (Letselpreventie en veiligheid). Binnen TNO KvL is tevens een brede expertise op het gebied van methoden, technieken en epidemiologie geconcentreerd in de Vakgroep Statistiek. Deze expertise zal worden ingezet om na te gaan op welke wijze gevolgtrekkingen uit de diepgaande analyses via epidemiologische onderzoeksdesigns (o.a. case-control designs) kunnen worden gevalideerd. Bij de uitvoering en rapportage van de werkzaamheden is door TNO KvL nauw samengewerkt met het iRv Kenniscentrum voor Revalidatie en Handicap in Hoensbroek.

2 Literatuurstudie

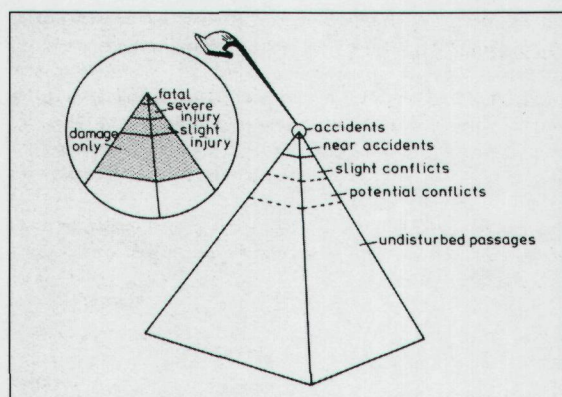
In dit hoofdstuk wordt een samenvatting gegeven van de literatuurstudie die in het kader van het IAAV project is uitgevoerd. De literatuurstudie is beschreven in een TNO rapport [Margaritis, 2004] en is een gecombineerde inspanning van de drie deelnemende business units. De literatuurstudie geeft een overzicht van de meest recente stand van zaken van diverse aandachtsgebieden referenties ten aanzien van verkeersveiligheidsonderzoek en is onder andere gericht op de volgende gebieden:

- Het in kaart brengen van verschillende vormen van verkeersveiligheidsonderzoek;
- Resultaten van (internationaal) diepgaand verkeersveiligheidsonderzoek;
- Reconstructiemethoden en de validatie daarvan;
- Menselijke factoren in het verkeersproces;
- Lange termijn gevolgen van verkeersongevallen.

In de literatuur is tevens gezocht naar voorbeelden van integratie tussen verschillende disciplines van verkeersveiligheidsonderzoek. De resultaten uit de literatuurstudie zijn gebruikt als uitgangspunt voor de verdere activiteiten van het IAAV project. In paragraaf 2.1 wordt als eerste ingegaan op proactieve en reactieve onderzoeksmethoden. Vervolgens wordt in paragraaf 2.2 de In-depth onderzoeksmethoden en in paragraaf 2.3 de reconstructie methoden beschreven. De menselijke factoren in het verkeersproces worden in paragraaf 2.4 behandeld, gevolgd door paragraaf 2.5 met de lange termijn effecten van verkeersongevallen. De laatste paragraaf (2.6) behandelt de literatuur betreffende de integratie van ongevalsanalyse methoden.

2.1 Pro-actieve en re-actieve onderzoeksmethoden

Verkeersongevallen zijn gelukkig relatief zeldzame gebeurtenissen in het hedendaagse wegverkeer. De piramide van [Hydén, 1987] illustreert goed dat het in verreweg het grootste deel van de tijd wel goed gaat in het verkeersproces en slechts heel af en toe maar mis, verwezen wordt naar figuur 4. Verkeersveiligheidsonderzoek zal zich dus enerzijds richten op een analyse van verkeersongevallen en de consequenties daarvan (reactieve analyses) maar anderzijds ook nadrukkelijk op analyses van het verloop van verkeersprocessen in situaties dat er geen ongevallen plaatsvinden (bijna-ongevallen, conflicten en ongestoorde passages), de zogenaamde pro-actieve analyses. Pro-actieve studies worden gekenmerkt door analyses voorafgaand aan de implementatie van verkeerssystemen. Voor deze vooruitblikkende studies hoeven geen



Figuur 4 - Het continuüm van verkeersgebeurtenissen van ongestoorde passages tot dodelijke ongevallen [Hydén, 1987]

daadwerkelijke ongevallen te hebben plaatsgevonden. Voorbeelden van dit soort onderzoeken zijn literatuurstudies, simulator tests, veld-tests en het wiskundig modelleren van bestuurdersgedrag. Deze methoden zijn o.a. geschikt voor de evaluatie van concepten van infrastructuur- en voertuigsystemen. In deze analyses spelen menselijk gedrag en fouten vaak een grote rol.

Bij reactieve studies worden daadwerkelijke ongevallen geanalyseerd. Voorbeelden van dit soort onderzoeken zijn in-depth ongevalsanalyse door gespecialiseerde teams en ongevallenonderzoek door politie. Afhankelijk van het type onderzoek kunnen enkele (in geval van een politieregistratie) tot een paar honderd verschillende parameters (in-depth onderzoek) worden verzameld. Deze retrospectieve onderzoeken worden gebruikt om epidemiologische studies op het gebied van verkeersveiligheid te ondersteunen.

Wegbeeldanalyses en verkeersobservaties zijn voorbeelden van onderzoeksmethoden die zowel pro- als reactief kunnen worden uitgevoerd.

Voor zover bekend zijn geen methode bekend waarin alle beschreven methoden op het gebied van verkeersveiligheid zijn geïntegreerd. Deze integratie is een van de doelen van het project Integrale Aanpak Analyse Verkeersveiligheid (IAAV).

2.2 In-depth methoden

In-depth methoden zijn onder te verdelen in on-scene en retrospectief onderzoek. Een combinatie van deze methoden is nooit toegepast. Het detailniveau kan variëren van redelijk tot zeer gedetailleerd. Een gecombineerde analyse van data is echter zelden mogelijk door het ontbreken van een harmonie tussen de onderzoeksmethodes in de verschillende onderzoeken.

In-depth methoden bieden nuttige informatie over ongevallen die crash-tests niet kunnen bieden, omdat deze met een bepaalde standaard configuratie worden uitgevoerd en mensen worden gesimuleerd door middel van dummy's.

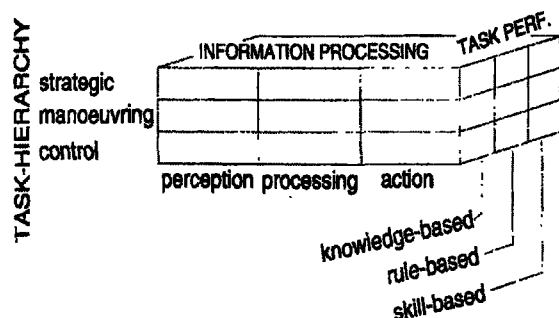
2.3 Reconstructie methoden

Het literatuuronderzoek heeft zich tevens gericht op de verschillende reconstructie-methoden die hedendaags worden toegepast. De belangrijkste methoden zijn handmatige berekeningen, het gebruik van reconstructie software, ongevalsdata recorders en video opnames van ongevallen. Op het gebied van reconstructie software zijn veel applicaties beschikbaar, hoewel de validatie van deze software niet altijd naar genoeg is. Een doel van het IAAV project is het valideren van reconstructie methoden door het analyseren van ongevallen die ook met video zijn vastgelegd. De toepassing van ongevalsdata recorders en video opnames van ongevallen zijn beiden nog in een voorbereidende fase.

2.4 Menselijke factoren in het verkeersproces

Interactie tussen weggebruikers is niet enkel afhankelijk van bestuurdersgedrag, maar ook van het gedrag van het voertuig. Het verkeersproces moet dus worden beschouwd als een interactie tussen alle mens-machine systemen onderling en de omgeving. De verschillende niveaus van menselijk stuurgedrag van [Rasmussen, 1983] en de taak hiërarchie voor het besturen van een voertuig beschreven door [Michon, 1985] bieden een goed fundament om de rij-taak van een bestuurder te structureren en de prestaties ten aanzien van sub-taken te kunnen begrijpen, zie figuur 5. Daarnaast bieden werklastmetingen een belangrijk middel om de (afname in) prestaties onder bepaalde

omstandigheden te bepalen. Studies naar menselijke fouten en situatiebewustzijn ondersteunen bij het begrip van de toedracht van een ongeval.



Figuur 5 – Structuur van de rij-taak in drie dimensies

Er is veel onderzoek gedaan naar de toedracht van ongevallen, meer dan voor deze literatuurstudie haalbaar is om te behandelen. De besproken concepten en modellen zijn toegepast in pro-actieve studies. Het zou interessant zijn om te onderzoeken hoe deze concepten en modellen kunnen worden geïntegreerd in reactieve onderzoeksmethoden met betrekking tot verkeersveiligheid.

2.5 Lange termijn effecten van verkeersongevallen

Een belangrijk aspect van verkeersveiligheidsonderzoek is het aantal en het type verwondingen dat wordt veroorzaakt door ongevallen. Het was de gewoonte deze verwondingen te karakteriseren en classificeren kort na het ongeval, zonder verder te kijken naar de ontwikkelingen en lange termijn gevolgen van deze verwondingen. In andere onderzoeksgebieden zijn classificaties en instrumenten ontwikkeld om inzicht te krijgen in de ontwikkeling van (algemene) handicaps. De Wereldgezondheidsorganisatie heeft een classificering gemaakt van verschillende gezondheidscomponenten die de lichamelijke functies, structuren, en activiteiten beschrijft; de International Classification of Functioning, Disability and Health [ICF, 2002]. Deze classificering kan als een nuttig kader dienen voor de ontwikkeling van een instrument om lange termijn gevolgen van ongevallen te meten. Met behulp van deze bestaande classificatie(s) en instrumenten kan binnen het IAAV project een specifiek instrument worden ontwikkeld voor het meten van lange termijn gevolgen van verkeersongevallen.

2.6 Integratie van ongevalsanalyse methoden

In zekere zin zijn vrijwel alle in-depth onderzoeksprojecten naar verkeersongevallen een combinatie van technische, menselijke en medische aspecten van een ongeval. Afhankelijk van het doel van het project wordt op een bepaald aspect meer gefocust dan op andere aspecten.

Midden tachtiger jaren is in de stad Groningen een studie gedaan naar fietsongevallen en de gevolgen door de combinatie van informatie uit de PVs, Ambulances en Ziekenhuizen gegevens. Deze studie kan gezien worden als een eerste aanzet tot een integrale aanpak van analyse van verkeersongevallen. Binnen Nederland is de in-depth studie TRAMS een succesvolle poging geweest om verschillende disciplines te integreren [Mooi, 2002]. Aan dit project namen drie verschillende instituten (ARCADIS, TNO Human Factors en TNO Automotive) deel. Het resultaat was een complete analyse van de onderzochte aspecten die niet zou kunnen zijn verkregen als

het onderzoek door slechts een van deze instituten was gedaan. Wel is als aanbeveling gedaan dat in de toekomst meer aandacht moet worden besteed aan de communicatie tussen de deelnemende instituten.

2.7 Conclusies uit de literatuurstudie

Uit de literatuurstudie kan het volgende worden gesteld:

- In-depth verkeersongevallenonderzoek is een belangrijk element bij het vaststellen van ongevalsoorzaken;
- Door permanente video-opnamen bij "gevaarlijke" kruispunten kunnen optredende ongevallen in detail worden geanalyseerd en kunnen daarmee ook de ongevalsreconstructiemethoden worden gevalideerd;
- Menselijke fouten, situatiewaarschuwing en werklastermetingen kunnen worden opgenomen in reactieve onderzoeksmethoden;
- Lange termijn gevolgen van verkeersongevallen kunnen vastgesteld worden met behulp van bestaande classificatie(s) en instrumenten;
- Integratie van expertises en samenvoegen van informatie geeft een meer complete analyse van de verkeersongevallen en oorzaken.

3 Methodiek ontwikkeling Integrale Aanpak Analyse Verkeersongevallen

Als basis voor het ontwikkelen van een integrale aanpak voor de analyse van verkeersongevallen worden een aantal methodieken gebruikt die al worden toegepast bij het verzamelen van verkeersongevallen in de drie afzonderlijke kennisgebieden.

In dit hoofdstuk worden als eerste de verschillende onderdelen uit de kennisgebieden uitgewerkt die nodig zijn voor de gehele methodiek. Na deze uitwerking zullen alle onderdelen worden geïntegreerd tot een gehele methodiek.

De kennis omtrent ongevalsoorzaken en menselijk falen is bij TNO HF ontwikkeld en wordt in paragraaf 3.1 besproken. Kennis over gezondheidsaspecten, zoals de lange termijngevolgen van verkeersongevallen, komt bij TNO P&Z vandaan. In paragraaf 3.2 komt dit aan de orde. TNO Automotive heeft in de afgelopen jaren veel kennis betreffende het in-depth verzamelen van verkeersongevallen opgedaan. In paragraaf 3.3 wordt besproken wat hierbij komt kijken. In paragraaf 3.4 komen virtuele ongevallen en controlegroepen ter sprake, waarmee de analyses van de werkelijke ongevallen kunnen worden gewogen. Vervolgens wordt in paragraaf 3.5 beschreven hoe de expertises moeten worden geïntegreerd. Deze integrale aanpak is op een door TNO gehouden workshop getoetst. Een samenvatting van de workshop is gegeven in paragraaf 3.7.

3.1 Ongevalsoorzaken en menselijk falen

Algemeen heerst de opvatting dat menselijke fouten een rol spelen in het merendeel (90%) van de verkeersongevallen. Die fouten zijn het resultaat van een verkeerd gelopen interactie tussen de verkeersdeelnemer en zijn omgeving (c.q. de infrastructuur, het voertuig, andere verkeersdeelnemers). Om effectieve veiligheidsmaatregelen te kunnen nemen is het dan ook van belang dat allereerst die interactie begrepen wordt. De gedetailleerde analyse van ongevallen, zoals in dit onderdeel beschreven, is een eerste stap om tot een dergelijk inzicht te kunnen komen.

Om een beter inzicht te verkrijgen in menselijke fouten in verkeersongevallen zijn een drietal elkaar aanvullende analysemethodes ontwikkeld en zo mogelijk toegepast, te weten:

- Analyse van gedrag in conflicten en ongevallen met behulp van permanente video-observatie, zie paragraaf 3.1.1;
- Gedragkundige analyse van ongevallen (wegbeeldanalyses), zie paragraaf 3.1.2;
- Interviews met betrokkenen, zie paragraaf 3.1.3.

Uitgebreide rapportages betreffende dit onderwerp worden gegeven in [Horst & Martens, 2007] en [Horst, et al, 2007]. In de volgende subparagrafen zijn delen uit beide rapporten overgenomen en sommige subparagrafen om die reden in de Engelse taal gehouden.

3.1.1 *Analyse van gedrag in conflicten en ongevallen met behulp van permanente video-observatie*

Het oorspronkelijke plan voorzag in permanente video-observaties op acht tot tien locaties in of rondom Delft gedurende ongeveer één jaar. Het opstarten van deze observaties heeft de nodige problemen gekend. De overgang van analoge (waar veel voorgaande apparatuur en programmatuur op was gebaseerd) naar digitale video (noodzakelijk vanwege de lange permanente opnameperiode en de daarmee gepaard gaande gigantische opslagcapaciteitbehoefte) bleek veel complexer dan in het

oorspronkelijke plan voorzien. De aanvankelijk aangeschafte digitale videorecorders bleken niet te voldoen: Het bleek onmogelijk om kwantitatieve analyses uit te voeren met de opgenomen beelden. Om budgettaire redenen is besloten de aanschaf van apparatuur uit het IAAV project te halen en te financieren uit eigen middelen en de opnamen te beperken tot vier locaties gedurende ongeveer twee jaar, in plaats van acht locaties gedurende één jaar. Hierdoor kon de aanschaf van (duurdere) apparatuur enigszins beperkt blijven (vier sets in plaats van acht) en was het handmatige selectieproces van ongevallen met behulp van menselijke waarnemers (de ontwikkelingen van automatische detectiemethoden liepen helaas trager dan was voorzien en konden daarom in het kader van deze studie nog niet succesvol worden toegepast) nog enigszins behapbaar. Bovendien bleken de mogelijkheden voor het plaatsen van een camera voor een lange periode op een aantal op zich in aanmerking komende locaties nogal beperkt. Ervaringen uit het verleden waarbij camera's voor enkele dagen geplaatst werden in omliggende bebouwing hadden nooit tot grote problemen aangaande toestemming geleid. Bij dit project bleken aanvankelijke toezeggingen van beheerders van gebouwen later weer om uiteenlopende redenen weer ingetrokken te worden.

Uiteindelijk zijn de volgende locaties en perioden de permanente video-opnamen gerealiseerd:

- Pijnacker (Vlielandseweg-Boezemweg), 1 november 2004 - 1 september 2006;
- Delft (Provinciale weg -Van Foreestweg), 1 november 2004 - 1 september 2006;
- Delft (Delflandplein), 1 maart 2005 - 1 september 2006;
- Delft (Westvest-Zuidwal), 1 maart 2005 - 1 september 2006.

Location 1: Pijnacker, Vlielandseweg – Boezemweg

This is an unsignalised T-junction between the Vlielandseweg and the Boezemweg. The Vlielandseweg is a busy main road with a speed limit of 50 km/h and the Boezemweg is the minor road that gives access to the industrial area called “De Boezem”. The Vlielandseweg has a one-sided two-way bicycle track, separated from the main road by interrupted concrete curbs, see Figure 6. At the right side of the bicycle track there is a brook with at several places small bridges that give access to houses at the other side of the brook. The Vlielandseweg has a central interrupted road marking. The Boezemweg only has a central road marking close to the intersection. Traffic from the Boezemweg has to yield to the traffic on the Vlielandseweg, indicated by yaw teeth marking. Video recordings have been made by two surveillance cameras, unobtrusively mounted in two existing lampposts, see Figure 7.



Figuur 6 - Location 1: Pijnacker as seen from one of the two video cameras with the reference points for the transformation from the image plane to the plane of the street in blue and an example of a vehicle measuring point in red.



Figuur 7 - Two surveillance cameras mounted in two lampposts at the location in Pijnacker.

Location 2: Provinciale weg –van Foreestweg/Ruys van Beerenbrouckstraat, Delft

This is a large-scale signalised intersection. The Provinciale weg is an important provincial main road with a flow function from the south to the north between Naaldwijk/Hoek van Holland/Rotterdam and Rijswijk/Den Haag/Amsterdam. It is a dual carriageway with a wide median and two traffic lanes for through traffic and separate left and right turn lanes. To the south, there is a separate bus lane at the right of the right turn lane, see Figure 8. Bicyclists have separate two-way bicycle tracks at both sides and together with the pedestrians separate green phases. Both the van Foreestweg (minor road at the bottom) and the Ruys van Beerenbrouckstraat (minor road at the top)

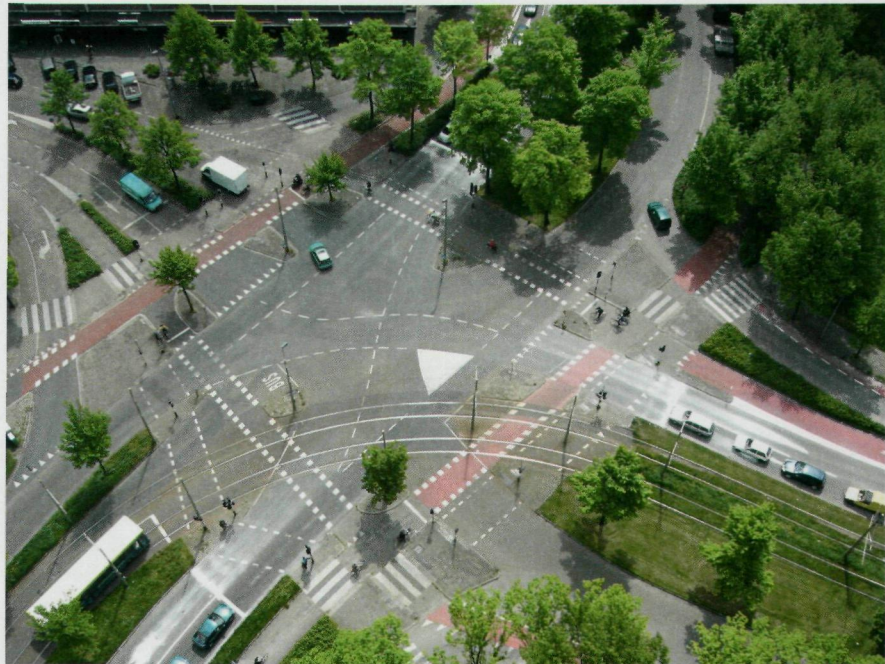
are distributor roads to nearby neighbourhoods. They have separate traffic lanes for left and right turning traffic and one lane for straight traffic. From the Ruys van Beerenbrouckstraat (the top) the middle lane is a combined left-turn and straight traffic lane. There is a small median in the middle of the box intersection area. Left turning traffic is supposed to turn around each other. Left turning and straight traffic from the minor road have green at the same time, whereas left turning traffic from the main road has an exclusive left turn phase. Video recordings were made with a camera mounted on the roof of a 12-storey apartment building.



Figuur 8 - Location 2: Provinciale weg –van Foreestweg/Ruys van Beerenbrouckstraat, Delft. Picture is made at about the same place where the video camera was mounted on the roof of a 12-storey apartment building.

Location 3: Delflandplein, Delft

The location Delflandplein is a large-scale and complicated signalized skewed intersection with approaches in a curve and three of the four approach directions being main like roads (Papsouwselaan from both directions and the Martinus Nijhofflaan) and one minor like road (Minervaweg, top left corner) with relatively low traffic volumes, see Figure 9. From the Papsouwselaan to the Martinus Nijhofflaan a tram is turning right at the intersection and vice versa with a separate tram lane for the Martinus Nijhofflaan (in Figure 9 in the grass median). At the Papsouwselaan there is a combined tram/bus lane (see Figure 9, bottom left corner). The right turn movements are taken out of the signalization, have separate right turn lanes for all four approaches and have to yield to traffic on the entering road. Video recordings have been made from the roof of a 22-storey office building.



Figuur 9 - Location 3: Delflandplein in Delft. Picture is taken from about the same place as the video camera was mounted on the roof of a 22-storey office building.

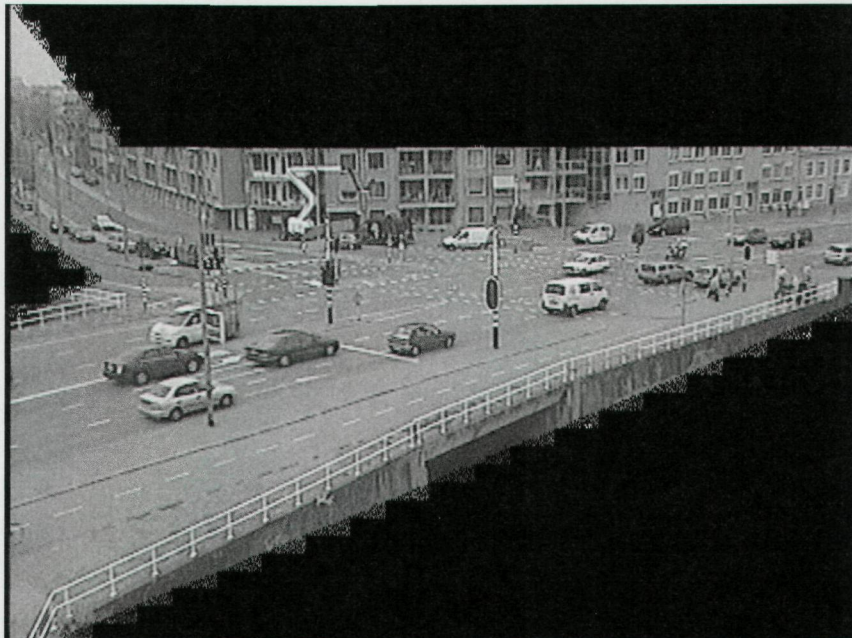
Location 4: Westvest – Zuidwal, Delft

This intersection is a large-scale T-junction between the Zuidwal (with an important East-West flow function) and the Westvest (North-South connection with among other things the route to the Delft central railway station), see Figure 10. Most of the intersection is signalized. Along the Westvest there is a separate tram/bus lane. The tram traffic does not actually enter the intersection as it has its own carriageway away from the intersection. Bus traffic enters and leaves the intersection from and to this separate tram/bus lane by crossing the intersection in its own traffic light cycle phase. The bus lane at the intersection makes the lay-out of the intersection rather complicated. At one side of the Zuidwal (opposite side in Figure 10), bicyclists have a two-way separate bicycle track. At the other side of the Zuidwal and at the Westvest there are bicycle lanes (partly consisting of purple asphalt). Right-turning vehicles both from the Zuidwal and from the Westvest have to cross these bicycle lanes prior to the intersection.



Figuur 10 - Location 4: Zuidwal – Westvest, Delft.

The best camera position for making the long term video recordings would have been the location from which the picture of Figure 10 is taken. Unfortunately, we did not get permission from the building owner at the corner of the Zuidwal and the Westvest to mount our camera for a long time. Therefore, we had to choose a less optimal position at the opposite side facing the intersection in the other direction on the roof of a social services department building of the Municipality of Delft, see Figure 11.



Figuur 11 - Location 4 Zuidwal – Westvest in Delft as seen by the video camera.

Video recordings

The video recordings were made with one or two black/white CCD cameras and stored on 3 hard discs of a PC-based system that enabled continuous 24 h/day recordings for a period of at least two weeks. The video-images were stored as separate JPEG pictures in a time-directory structure (date, hour, minute). A time-lapse factor of four was used, resulting in 12.5 fields/s that were stored. In this manner, the minute subdirectory contains 60 x 12.5 fields. Each field has a resolution of 768x288 pixels. In order to save some more disc space special DACOLIAN software was installed that enabled the exclusion of specific areas of no interest (see for example the black areas in Figure xx6) and a motion detection filter. In case there was no motion detected at all for several seconds (the image is exactly the same as the previous ones, the image was not stored). After two weeks the 3 hard discs were exchanged by empty ones for a new recording period. The full hard discs were taken to the laboratory and scanned manually for collisions. After this selection procedure had taken place, the hard discs were re-used.

Analyse

In totaal zijn zestien botsingen op video geregistreerd en geanalyseerd. Dat is enerzijds helaas (voor de methodiek), maar anderzijds gelukkig (ten aanzien van slachtoffers) aanzienlijk minder dan in het oorspronkelijke plan was ingeschat. De selectie van de locaties heeft plaatsgevonden op basis van gegevens uit het BLIK bestand en de geschiktheid om er permanent en onopvallend camera's op te kunnen stellen. Naast de echte botsingen zijn er circa 400 bijzondere/afwijkende/opvallende situaties door de waarnemers gedetecteerd die voor een nadere inspectie in aanmerking zouden komen. Deze zijn verzameld en inspectie ervan heeft geresulteerd in een aantal conflictsituaties en enkel constatering ten aanzien van het functioneren van het betreffende kruispunt. In geval van een conflictsituatie zijn deze kwantitatief geanalyseerd en beoordeeld volgens de DOCTOR methode [Kraay, et al, 1986]. Daarnaast is er voor elke locatie een willekeurige dag geselecteerd en zijn voor spitsuurperiodes en daluurperiodes potentiële conflictsituaties geselecteerd en kwantitatief geanalyseerd en is volgens de DOCTOR methode de ernst beoordeeld. De kwantitatieve analyse bestaat uit het opmeten van posities van voertuigen op video, een vertaling naar posities in het straatvlak en het op basis daarvan per voertuig en per tijdstap berekenen van afgeleide maten als snelheid en versnelling en interactiematen ten opzichte van het andere betrokken voertuig zoals onderlinge afstand, het wel of geen botskoers hebben, Time-To-Collision (TTC) en Post-Encroachment Time (PET) met behulp van de VIDARTS (VIDEO Analysis of Road Traffic Scenes) methodiek [Horst, 1990]. Dit onderdeel van de IAAV studie is afzonderlijk gerapporteerd in een Engelstalig rapport [Horst, et al, 2007].

3.1.2 Gedragkundige analyse van ongevallen (wegbeeldanalyses)

Wegbeeldanalyses hebben tot doel om elementen in het wegbeeld te identificeren die een weggebruiker aanzetten tot gedrag met een verhoogd risico, bewust of onbewust. Ze zijn erop gericht om specifieke wegbeeldelementen op te sporen die mogelijk aanleiding geven tot conflicten tussen weggebruikers, onveilig gedrag of zelfs ongevallen. Human factors experts voeren de wegbeeldanalyse uit door gezien vanuit de weggebruiker na te gaan welke elementen uit het wegbeeld mogelijk hebben bijgedragen aan het ontstaan van een bepaald ongeval. Voor het project Integrale Aanpak Analyse Verkeersongevallen (IAAV) zijn gedragkundige analyses van ongevallen (wegbeeldanalyses) uitgevoerd als onderdeel van in-depth ongevalsanalyses.

Op de vier locaties waar in het kader van het IAAV project permanente video-observaties zijn uitgevoerd, is vanuit alle naderingsrichtingen een algemene wegbeeldanalyse uitgevoerd zonder een ongeval als uitgangspunt te nemen. Eveneens zijn uit de IAAV ongevalsdatabase vier recente (2004-2005) ongevalslocaties geselecteerd voor een wegbeeldanalyse. De verwachting was dat voor deze cases geen grote veranderingen in de weginfrastructuur en –omgeving hadden plaatsgevonden. Dat bleek helaas voor een tweetal locaties wel het geval. Tenslotte zijn enkele eerder uitgevoerde wegbeeldanalyses kort samengevat om een extra bijdrage te kunnen leveren aan de relatie tussen human factors aspecten, omgevingskenmerken en ongevallen. Dit betrof tien ongevalscases uit het RISER project [Ridder & Martens, 2004] en een wegbeeldanalyse die is uitgevoerd naar aanleiding van een ernstig ongeval op de N31 [Janssen & Brouwer, 2000].

Dit is niet geheel conform de oorspronkelijke opzet. Het oorspronkelijke plan voorzag in een aantal wegbeeldanalyses voor de op video vastgelegde ongevallen (zie ook Taak 3.3 van het projectvoorstel) als nieuwe gevallen. Om toch aan te kunnen geven wat de meerwaarde van deze component kan zijn ten aanzien van de verbetering van de verkeersveiligheid is de kennis die hiermee opgedaan is in andere projecten in het IAAV project ingebracht om tenminste kwalitatief een inschatting te kunnen geven van deze bijdrage. Het onderdeel wegbeeldanalyses is in een afzonderlijk rapport beschreven [Horst & Martens, 2007]. Een samenvatting van het vergelijken van de resultaten van de ongevallen, conflicten en wegbeeldanalyses is te vinden in paragraaf 4.2. Een uitgebreidere rapportage hiervan wordt gegeven in [Horst, et al, 2007].

3.1.3 *Interviews met betrokkenen*

Het oorspronkelijke projectplan voorzag in een beperkt aantal ongevallen op de vier onderzochte locaties die zowel door een in-depth analyse als door middel van video-analyses geschikt zouden zijn om ook bij de betrokkenen een gericht interview te kunnen afnemen. Er is wel bijgedragen aan het opzetten van een gestructureerde IAAV vragenlijst, maar deze is door het bijna volledig ontbreken van in-depth geanalyseerde ongevallen op de met video geobserveerde locaties slechts toegepast voor één letselongeval op de kruising in Pijnacker waarbij een fietser geschept werd door een personenauto.

Het ontbreken van deze interviews betekent voor dit project dat het lastig is de menselijke factoren (gemoedstoestand, gezondheid, etc.) vast te stellen die mogelijk gerelateerd kunnen worden aan de oorzaak van deze ongevallen. Ten aanzien van dit aspect kan de integrale aanpak dus niet kwantitatief getoetst worden, maar alleen kwalitatief beschreven voor één case (zie paragraaf 5.4).

3.2 **Lange termijnevolgen verkeersongevallen**

De onder deze paragraaf beschreven werkzaamheden en resultaten zijn uitgevoerd met de volgende doelen voor ogen:

- 1 Samenstellen van een tweetal prototypen van instrumenten met betrekking tot ‘beperkingen’ en ‘kwaliteit van leven’;
- 2 Pretesten van de prototypen bij personen met beperkingen; testversie samenstellen.

De werkzaamheden hebben geleid tot het samenstellen van één instrument waarin elementen van beperkingen en kwaliteit van leven zijn ondergebracht. De naamgeving van het instrument is IMPACT. De naamgeving werd allereerst gebaseerd op: ‘Impact

on Participation and ACTivities' [Reichrath, et al, 2005a], later aangepast naar: 'ICF Measure of Participation and ACTivities'.

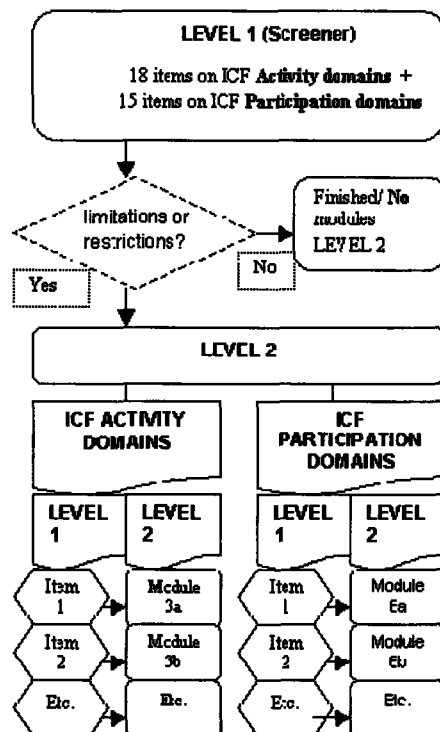
Paragraaf 3.2.1 beschrijft in het kort de voorbereidende werkzaamheden en wordt de algemene structuur van IMPACT weergegeven, en in paragraaf 3.2.2 wordt de constructie en het pretesten van IMPACT beschreven. De resultaten daarvan staan in paragraaf 3.2.3 en vervolgens in paragraaf 3.2.4 de conclusie.

3.2.1 Inventarisatie bestaande instrumenten

Een inventarisatie van bestaande relevante instrumenten in de literatuur (n=58) heeft geleid tot een selectie van zes 'beste' instrumenten, welke mogelijk in aanmerking komen voor gebruik voor de ontwikkeling van IMPACT. Deze zes instrumenten zijn: SIP-136 (Sickness Impact Profile), FIM (Functional Impairment Measure), RNL (Reintegration to Normal Living index), RAND-36, WHOQOL en CHART (Craig Handicap Assessment Reporting Technique). De SIP-136 kwam als beste van deze zes naar voren, met name om het relatief veel ICF activiteiten en participatie domeinen (zie tabel 1) meet, en omdat het een veel gebruikt valide en betrouwbaar instrument is. De analyse leidde tot de conclusie dat er geen instrumenten bestaan die volledig voldoen aan de gestelde uitgangspunten en criteria (gebaseerd op ICF, generiek instrument, gebaseerd op meten op beperkingenniveau, redelijke omvang).

Op basis hiervan is besloten om een nieuw instrument te ontwikkelen. Daarbij zijn de volgende twee keuzes gemaakt:

1. Het instrument zal uit verschillende niveaus moeten bestaan met het oog op reductie van de omvang (zie figuur 12). De screener zal aan elke respondent worden voorgelegd en bevat slechts één of enkele vragen per (ICF) domein van het dagelijks leven (zie tabel 1). Op het tweede niveau worden alleen die modules aan respondenten voorgelegd waarvan bij de screener is aangegeven dat ze kleine of grote beperkingen ervaren.
2. Het instrument zal zoveel mogelijk opgebouwd moeten worden uit (delen van) bestaande instrumenten; met name de SIP-136.



Figuur 12 – Structuur van IMPACT

3.2.2 *Constructie en pretesten IMPACT*

In paragraaf 3.2.2.1 is de constructie en pretesten IMPACT van Niveau 1 beschreven gevolgd door Niveau 2 in paragraaf 3.2.2.2.

3.2.2.1 *Niveau 1, de Screener*

Aan de hand van de onderscheiden subdomeinen van de ICF met betrekking tot activiteiten en participatie zijn vraagstellingen ontwikkeld die een eerste concept versie van de screener vormden (zie tabel 1).

Het concept van niveau 1 van IMPACT, de Screener is op bruikbaarheid getoetst door elf slachtoffers van een verkeersongeval (dwarslaesie n=4; hersenletsel n=4; whiplash n=3) en door 3 professionals (een letselschade verzekeraar, revalidatiearts en MEE consulent Lichamelijk Gehandicapten). In het kader van deze beoordelingsronde is de Medisch Ethische Toetsings Commissie (METC) om toestemming en goedkeuring van het onderzoeksprotocol gevraagd. Doel van de beoordeling is het optimaliseren van de inhoud en lay-out van niveau 1.

De elf slachtoffers zijn tijdens een persoonlijk interview gevraagd een reactie te geven op de screener, na het invullen van de screener. Zij konden reageren op de inhoud (Bijvoorbeeld: worden vragen gemist, staan er overbodige vragen in, zijn de voorbeelden voldoende duidelijk?) en op de lay-out van de screener (bijvoorbeeld inzake de antwoordcategorieën en de opmaak).

De professionals is via een aantal schriftelijke vragen (eveneens gericht op inhoud en lay-out) om een beoordeling gevraagd.

3.2.2.2 *Niveau 2*

Beschikbare resultaten van de SIP-136, afkomstig uit een database van het Academisch Medisch Centrum Utrecht, maakt het mogelijk om te onderzoeken of de SIP-136 items bruikbaar en afdoende zijn voor opname in IMPACT.

De database bevat gegevens van 335 traumapatiënten welke allen opgenomen zijn geweest in de periode 1999-2000. Bij de analyse van de SIP-136 resultaten is specifiek gekeken naar de doelgroep voor IMPACT, namelijk slachtoffers van een verkeersongeval (n=240).

Het eerste deel van de analyse betrof een indeling van de SIP items naar de ICF (sub)domeinen zoals die in IMPACT aangehouden worden. Vervolgens is gekeken naar de mate waarin slachtoffers beperkingen ervaren (uitgedrukt in %) op de diverse domeinen. Hieruit kan worden afgeleid of via de SIP items een beeld wordt verkregen van de mate waarin beperkingen worden ervaren. Het bleek noodzakelijk om voor een aantal domeinen aanvullende vragen te formuleren. Dit resulteerde in een eerste conceptversie van niveau 2. In een aparte beoordelingsronde is niveau 2 van de IMPACT beoordeeld door 17 deskundigen via een schriftelijke reactieronde met vooraf opgestelde vragen (revalidatieartsen, fysiotherapeut, consulent lichamelijk consulent, deskundigen op het gebied van cognitieve revalidatie, communicatie deskundigen en anderen). Doel van deze beoordelingsronde is, net als bij niveau 1, het optimaliseren van de inhoud en lay-out van niveau 2.

3.2.3 *Resultaten pretesten IMPACT*

In paragraaf 3.2.3.1 zijn de resultaten van de pretesten IMPACT van Niveau 1 beschreven gevolgd door Niveau 2 in paragraaf 3.2.3.2.

3.2.3.1 Niveau 1, de screener

Tabel 1 Relatie ICF domeinen en de Screener IMPACT (niveau 1)

ICF domains (item number)		Part screener	Items Screener
1. Learning and applying knowledge	Purposeful sensory experiences (1a)	Activities	4
	Basic learning (1b)		5
	Applying knowledge (1c)		6
2. General tasks and demands	(2)		7+8
3. Communication	Communicating, receiving (3a)		1
	Communicating, producing (3b)		2
	Use of communication devices and techniques (3c)		3
4. Mobility	Changing and maintaining body position (4a)		9
	Carrying, moving, handling objects (4b)		10, 11,12,13
	Walking and moving (4c)		14
	Moving around using transportation (4d)		15
5. Self-care*	Washing, showering/ bathing and (un)dressing (5a)		16
	Taking care of oneself and toileting (5b)		17
	Eating, drinking and health (5c)		18
6. Domestic life	Acquisition of necessities (6a)	Participation	1
	Household tasks (6b)		2
	Caring for household objects and assisting others (6c)		3+4
7. Interpersonal interactions and relationships	General interpersonal interactions (7a)		5
	Particular interpersonal relationships (7b)		6,7,8
8. Major life areas	Education (8a)		9
	Work and employment (8b)		9
	Economic life (8c)		10+11
9. Community, social and civic life	(9)		12,13,14,15

* Self-Care: In de ICF is het domein zelfverzorging niet verdeeld in subdomeinen. Wegens de vele onderwerpen die hieronder vallen dat resulteert in het grote aantal items in niveau 2 en omwille van het realiseren van een betere koppeling tussen de screener en niveau 2, zijn er 3 subdomeinen geformuleerd n.a.v. testronde 2

Op basis van reacties van de respondenten inzake de inhoud en lay-out van de screener, is deze op enkele punten aangepast. Over het algemeen beoordeelden de respondenten de screener positief. Ze vonden de screener goed bruikbaar en de structuur logisch en

duidelijk. Geen domein of onderdeel van het dagelijks leven werd gemist. Enkel gaven aan de screener confronterend te vinden (de screener kan doen beseffen dat er veel zaken zijn waarbij men beperkingen ervaart). Zij vonden dit echter niet negatief. De belangrijkste veranderingen die naar aanleiding van het onderzoek in niveau 1 van IMPACT aangebracht zijn, betreffen:

- Een duidelijkere toelichting;
- Kortere zinnen in de vragen;
- Toevoeging van voorbeelden van activiteiten bij verschillende vragen.

Bovenstaande heeft geleid tot een screener met 18 vragen in het activiteitendeel en 15 vragen in het participatiedeel. Bij elke vraag kan gekozen worden uit drie antwoordmogelijkheden (geen beperkingen, een beetje een beperking en grote beperkingen). Wanneer het antwoord 'geen beperkingen' is, hoeven er geen aanvullende vragen op niveau 2 te worden ingevuld. Is één van de overige twee opties aan de orde, dan volgt de betreffende module van niveau 2.

Bij het participatiedeel wordt tevens gevraagd naar hoe erg de persoon het vindt om beperkingen te ervaren. Er is namelijk alleen sprake van een participatieprobleem, wanneer iemand een bepaalde rol niet, of met moeite kan uitoefenen terwijl dit wel gewenst is.

3.2.3.2 Niveau 2

Elk van de modules van niveau 2 is beoordeeld door 5 à 6 professionals. Deze beoordelingsronde heeft veel nuttige opmerkingen en suggesties opgeleverd inzake de inhoud en lay-out van niveau 2.

De volgende zijn de belangrijkste aanpassingen:

- Categorisering van de verschillende zintuigen bij module 1a (doelbewust gebruik van zintuigen);
- Splitsing van de module zelfverzorging in 3 subdomeinen omwille van reductie van de omvangrijkheid van deze module. Tevens zorgt dit voor een betere aansluiting met de screener. De drie clusters van zelfverzorging zijn:
 - Wassen, douchen/ baden en aan- en uitkleden;
 - Verzorgen en toilet; en
 - Eten, drinken en gezondheid.

Op basis van het commentaar is niveau 2 aangepast tot de conceptversie die bestaat uit 23 modules. De modules hebben elk ca. 15 vragen.

3.2.4 Conclusie

De resultaten van de inventarisatie van bestaande relevante vragenlijsten, het formuleren van vraagstellingen en het pretesten daarvan door verkeersslachtoffers en professionals heeft geleid tot een bruikbaar concept instrument (IMPACT). In een volgende fase zal de validiteit en betrouwbaarheid van deze versie onderzocht worden.

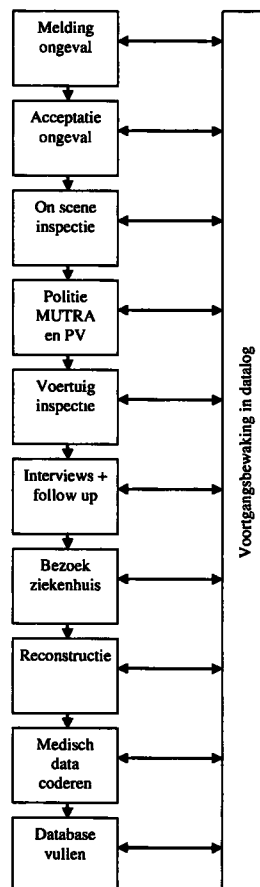
3.3 Methodiek verzamelen van in-depth verkeersongevallen en de controlegroep

Voor het verzamelen van in-depth verkeersongevallen en informatie van de controlegroep is door het 'Dutch Accident Research Team' (DART) een methodiek gehanteerd gebaseerd op de ervaringen in voorgaande projecten. Verwezen wordt naar de TNO rapporten [Margaritis, 2002] en [Van der Wolf, 2007].

In [Van der Wolf, 2007] wordt de in-depth werkwijze van DART beschreven. Deze werkwijze is ontwikkeld sinds 1999 en bevat de ervaring die is opgedaan in het in-depth verzamelen van verkeersongevallendata voor in totaal tien projecten. Figuur 13 geeft de

stappen van een in-depth onderzoek schematisch weer. Voor de uitwerking van de individuele stappen wordt verwezen naar [Van der Wolf, 2007].

Om in-depth onderzoek naar verkeersongevallen uit te kunnen voeren is samenwerking met andere partijen nodig. In de loop der jaren heeft DART een relatie opgebouwd met partijen als de politie, het openbaar ministerie, ziekenhuizen, Rijkswaterstaat en voertuigbergers. Met de hulp van deze partijen kan een zo compleet mogelijk beeld van een ongeval gevormd worden. De belangrijkste informatiebron, de verkeersslachtoffers, is tevens de moeilijkst bereikbare. Voor IAAV lag de respons op de door DART aan betrokkenen van verkeersongevallen verstuurd interviews op 30%. Dit is hoger dan gebruikelijk is bij dit soort onderzoeken (ca. 10% tot 20%) en is gerealiseerd door een belronde. Een lage respons maakt het lastig om de menselijke kant van ongevalsoorzaken te onderzoeken.



Figuur 13 Stappenplan verzamelen in-depth data verkeersongevallen

3.4 Nieuw methode voor het verkrijgen van een controlegroep

In deze paragraaf volgt een korte beschrijving van de nieuwe methodiek voor het verkrijgen van een controlegroep voor de analyse van verkeersongevallen. Voor een meer gedetailleerde verhandeling wordt verwezen naar [De Vries, 2005]. De controlegroep wordt gebaseerd op virtuele ongevallen. Met virtuele ongevallen worden alle mogelijke ongevallen die kunnen plaatsvinden op een locatie bedoeld. Als bijvoorbeeld in een bepaald tijdsbestek 25 auto's een locatie passeren, dan zijn er 25 keer 24 ofwel 600 ongevallen tussen deze auto's voor te stellen. Traditioneel worden bij

in-depth onderzoek naar verkeersongevallen deze alleen individueel onderzocht. Uit dit onderzoek kunnen feiten naar voren komen waarvan wordt verondersteld dat deze feiten bijdragen aan het ontstaan van het ongeval en daarmee als een risicofactor kunnen worden aangemerkt. Echter, om risicofactoren betrouwbaar te kunnen bepalen is een controlegroep nodig waarmee deze factoren kunnen worden gestaafd.

Binnen het project IAAV is een van de doelen om te komen tot een algemeen bruikbare methodiek om technische en menselijke factoren in beeld te brengen die een goede representatie vormen van het 'normale' verkeersbeeld.

Eerst zal in paragraaf 3.4.1 een literatuurstudie besproken worden met betrekking tot verschillende soorten onderzoeksmethoden die gebruik maken van een controlegroep. Vervolgens zullen in paragraaf 3.4.2 de hoofdfactoren besproken worden die verzameld moeten worden. Paragraaf 3.4.3 behandelt de problemen ten aanzien van het verzamelen. De theoretische methodiek wordt besproken in paragraaf 3.4.4. Tenslotte zal ten aanzien van de praktische implementatie een en ander worden toegelicht in paragraaf 3.4.5.

3.4.1 *Bestaande onderzoeksmethoden met controlegroep*

Er zijn twee soorten epidemiologische onderzoek te onderscheiden: experimenteel en door middel van waarneming. Experimentele studies zijn bij uitstek geschikt voor het testen van een hypothese, terwijl studies door middel van waarneming het te onderzoeken systeem beter representeren. Experimentele studies zijn krachtig, maar voor ongevalsanalyse vrij kostbaar.

Case-control studies en cohort studies zijn vormen van waarnemingsonderzoek met behulp van een vergelijkingspopulatie. Bij case-control wordt het optreden van bepaalde factoren in een groep met een zekere gebeurtenis of voorwaarde vergeleken met het optreden van diezelfde factoren in een groep zonder die specifieke gebeurtenis of voorwaarde.

Cohort studies zijn onderzoeken die over een lange termijn lopen die een groep testpersonen volgt en het optreden van bepaalde factoren in de tijd binnen deze groep bestudeert. Over het algemeen zijn cohort studies krachtig, alleen in het geval van uitzonderlijke gebeurtenissen (zoals verkeersongevallen) minder efficiënt, en daarom niet erg geschikt voor ongevalsonderzoek.

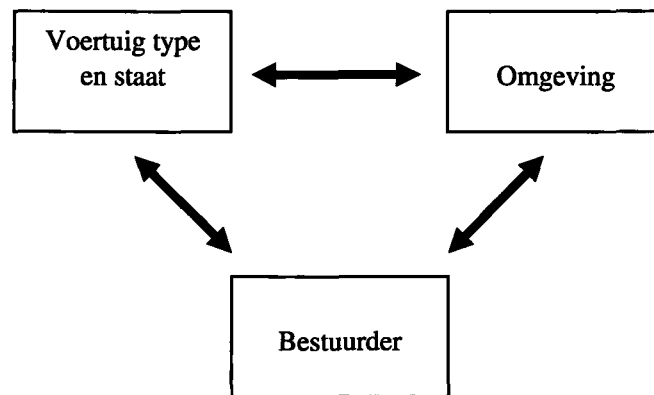
De case-control vorm lijkt het meest geschikt voor verkeersveiligheidsonderzoek. Eerder uitgevoerde case-control studies met betrekking tot verkeersveiligheidsonderzoek hielden geen rekening met omgevingscondities, invloed van andere bestuurders en andere voertuigen. Nieuwe methoden zouden een focus moeten leggen op bestuurder, voertuig en omgeving en de relatie tussen deze drie onderling.

3.4.2 *Te verzamelen factoren*

In hedendaags onderzoek naar verkeersongevallen komen de volgende hoofdfactoren voor:

- Voertuigfactoren;
- Menselijke factoren;
- Omgevingsfactoren.

Deze factoren kunnen van invloed zijn op de toedracht van een ongeval. Deze invloed kan direct toe te schrijven zijn aan de factor zelf of aan een interactie tussen factoren. Voor elke hoofdfactor kan onderscheid gemaakt worden tussen (semi) permanente en tijdelijke factoren. Voorbeeld: leeftijd en geslacht zijn permanente menselijke factoren, terwijl vermoeidheid een tijdelijke menselijke factor is.



Figuur 14 Interacties tussen hoofdfactoren

Analoog aan de drie hoofdfactoren zijn ook drie interacties aan te duiden tussen deze factoren (zie figuur 14).

3.4.3 *Problemen ten aanzien van het verzamelen van een controlegroep*

Als alle mogelijke factoren die van invloed zijn worden verzameld, wordt het onderzoek erg gecompliceerd en zijn heel veel ongevallen nodig om een significant effect te vinden. Anderzijds is het met een eenvoudig model niet mogelijk elke interactie te bestuderen.

Interactie tussen verschillende factoren bemoeilijkt de analyse en interpretatie van een ongeval. Elke correlatie zou van belang kunnen zijn en dient te worden gecontroleerd. De interactie kan voorkomen in de normale populatie, de ongevalspopulatie, of in allebei.

Als factoren die een correlatie hebben afzonderlijk worden verzameld, dan kan het zijn dat beide factoren afzonderlijk worden geassocieerd met een type ongeval, of beide juist niet, terwijl juist de combinatie van deze factoren het probleem is. Het is dus niet echt een optie om voertuig-, omgevings- en menselijke factoren afzonderlijk te verzamelen, omdat daarmee de interactie tussen de factoren niet aan het licht komt.

Het bepalen van een normale populatie wordt bemoeilijkt door verschillen in gebruik, snelheid en aantal gereden kilometers van voertuigen. Vaak worden globale indicatoren gebruikt als controlegroep, zoals bijvoorbeeld het aantal voertuigen op de weg. Het gebruik van deze algemene controlegroepen kan echter leiden tot verkeerde conclusies, omdat interactie niet gemeten kan worden.

Sommige tijdelijke factoren zijn eigenlijk interacties tussen factoren. Theoretisch kunnen deze worden onderzocht onder normale omstandigheden, echter in praktijk kunnen veel van deze interacties niet gemeten worden.

3.4.4 *Theoretische methodiek*

De omgeving-voertuig relatie kan goed in beeld worden gebracht door het maken van video opnames op verschillende willekeurige locaties. Deze methode compenseert voor bijzondere locaties, aantal gereden kilometers voor een specifiek soort voertuig, snelheid, aantal voertuigen op de weg, etc.

De voertuig-bestuurder relatie kan goed worden onderzocht met behulp van interviews. De locatie van deze interviews is niet van invloed op het bestuurderstype, maar wel op het voertuigtype, omdat bijvoorbeeld op benzine stations langs snelwegen meer trucks specifiek voor lange afstandsritten te vinden zullen zijn.

Data imputation technieken kunnen worden gebruikt om bepaalde interacties in kaart te brengen zonder hiervoor gegevens te verzamelen. Als de bestuurder-voertuig informatie over de omgeving-voertuig informatie wordt gelegd, wordt informatie over een bepaalde menselijke factor in een bepaalde omgeving verkregen.

3.4.5 *Praktische implementatie*

Het verzamelen van controlegroep gegevens bestaat uit twee delen: de omgeving-voertuig informatie en de voertuig-bestuurder informatie, zie respectievelijk de paragrafen 3.4.5.1 en 3.4.5.2. Omgeving-bestuurder informatie kan worden verkregen door data imputation toe te passen op de twee eerder genoemde soorten informatie.

3.4.5.1 *Verzamelen van omgeving-voertuig informatie*

De selectie van de locaties moet volledig willekeurig over de tijd en het onderzoeksgebied gebeuren. Wel kan afhankelijk van de onderzoeksvraag hiervan worden afgeweken om reeds bekende of niet interessante informatie uit te filteren. Het aantal locaties dat moet worden bezocht is in hoge mate afhankelijk van het significantieniveau dat gewenst is. Hoe meer locaties worden bezocht, des te beter de resultaten zullen zijn. Een praktische richtlijn kan bijvoorbeeld zijn net zo veel locaties te bezoeken als er ongevallen onderzocht zijn.

Bij het selecteren van een willekeurige locatie wordt ook een hoofdrichting willekeurig bepaald. Voor deze richting wordt extra voertuiginformatie verzameld door een meer gedetailleerde video opname te maken van de passerende voertuigen.

De omgevingsfactoren van een geselecteerde locatie moeten op dezelfde manier worden verzameld als bij een ongevalslocatie, hiervoor kunnen dezelfde worksheets worden gebruikt.

3.4.5.2 *Verzamelen van voertuig-bestuurder informatie*

De voertuigen moeten op dezelfde wijze worden geïnspecteerd als de ongevalsvoertuigen en onder normale omstandigheden. De verdeling van voertuigtypes hoeft niet helemaal overeen te komen met die van de filmlocaties, maar wel moet elk type bestuurder in de verzameling aanwezig zijn.

De bestuurders van de geïnspecteerde voertuigen worden geïnterviewd over hun achtergrond, mentale en fysieke gezondheid, rij-gedrag etc. Ook deze informatie is gelijk aan de informatie die wordt verkregen van ongevalsbetrokkenen.

De vragenlijsten en worksheets die gebruikt zijn bij het verzamelen van de controlegroep zijn terug te vinden in [Van der Wolf, 2007] evenals de methode van verzamelen.

3.5 **Integratie van de afzonderlijke expertises**

De integratie van de afzonderlijke expertises is feitelijk het hoofddoel van het IAAV project (zie paragraaf 1.1). Door deze integratie wordt een compleet beeld gegeven van alle elementen die aan een verkeersongeluk zijn gekoppeld zoals onder andere de infrastructuur, de technische details van de betrokken voertuigen, de menselijke factoren inclusief gedrag en letsel, de oorzaken die tot het ongeluk hebben geleid en de lange termijn effecten. Door de combinatie van de verschillende expertises en disciplines binnen TNO zijn nieuwe methodes en mogelijkheden gecreëerd, zoals:

- Een indicatie voor lange termijn effecten van verkeersongevallen (beperkingen, kwaliteit van leven);
- Een vergelijking tussen korte termijn en lange termijn gevolgen van verkeersongevallen gerelateerd aan alle aspecten van het verkeersongeval;

- Een methodiek voor het bepalen van de invloed van menselijke fouten en gedrag op het ontstaan en de gevolgen van een verkeersongeval;
- Een unieke validatie van reconstructiemethoden met behulp van video opnames van verkeersongevallen;
- Een combinatie van wegbeeldanalyses en andere in-depth methodes;
- Een mogelijkheid om te focussen op nieuwe ontwikkelingen in wegtransport zoals 'lane departure warning', telematica, en pre-crash sensing.

Om de integratie tot stand te brengen was het nodig om een aantal onderdelen te bekijken. Als eerste was er afstemming en overdracht nodig tussen de verschillende kennisgebieden. Deze afstemming en overdracht is beschreven in paragraaf 3.5.1. Het bleek dat het bij elkaar brengen van de verschillende disciplines niet voldoende was, maar dat er innovaties nodig waren op de verschillende gebieden (zie paragraaf 3.5.2). Vervolgens is een protocol opgesteld (zie paragraaf 3.5.3), waarin de afspraken die onderling en met andere betrokken partijen zijn gemaakt. Tevens is een relationele database ontwikkeld waarin alle data op een gestructureerde wijze is samengevoegd (zie paragraaf 3.5.4).

3.5.1 *Afstemming en overdracht tussen de verschillende expertisegebieden*

Om de integratie van de afzonderlijke kennisgebieden doelmatig en efficiënt te laten verlopen was het nodig om een aantal zaken af te stemmen.

Er zijn duidelijke afspraken gemaakt over de verdeling van werkzaamheden en te verzamelen parameters. Hiermee is gegarandeerd dat er geen dubbel werk gedaan is, en dat de verzamelde gegevens eenduidig te integreren en te analyseren waren.

Een ander aspect waarop afstemming nodig was betreft de timing van de onderzoeken van de in-depth en wegbeeldanalyse teams. Als de wegbeeldanalyse niet snel genoeg volgt op het in-depth onderzoek, bestaat de kans dat er inmiddels aanpassingen aan de locatie zijn gedaan.

Onderlinge overdracht van kennis heeft de afzonderlijke expertisegebieden in staat gesteld nog beter hun werk uit te voeren. Zo kreeg TNO PZ veel meer informatie over hoe het letsel van slachtoffers precies is ontstaan uit het in-depth onderzoek.

3.5.2 *Innovatie van de expertisegebieden*

Om de integratie van de verschillende expertises tot meerwaarde te laten leiden, was het nodig bepaalde aspecten van de deelgebieden verder te ontwikkelen.

Op het gebied van ongevallenonderzoek was dit validatie van reconstructietechnieken en het uitbreiden van expertise ten aanzien van epidemiologische onderzoeksmethodes, zoals case-control studies. Met betrekking tot menselijke factoren en verkeersgedrag, was dit de ontwikkeling van kennis over de relatie tussen specifiek menselijk gedrag en de directe gevolgen daarvan voor de verkeersveiligheid. Hierbij is de nadruk gelegd op het optreden van menselijke fouten als gevolg van de interactie tussen verkeersdeelnemers, voertuigen en de wegomgeving. Ten aanzien van consequenties van verkeersongevallen voor gezondheid en kwaliteit van leven, betrof dit het inventariseren van psychische en fysieke beperkingen en daaraan gerelateerde veranderingen in kwaliteit van leven.

3.5.3 *Protocol*

Om de communicatie en informatieoverdracht tussen de deelgebieden te regelen was het noodzakelijk een protocol op te stellen. De basis voor dit protocol is de in paragraaf 3.3 beschreven methode voor het verzamelen van in-depth verkeersongevallen.

Nadat er bij TNO Automotive melding was binnengekomen over een ongeval op een van de onderzoekslocaties werd dit direct aan TNO PZ en TNO HF gemeld. Er is een automatisch follow-up systeem ontwikkeld voor het volgen van de bij het ongeval betrokken slachtoffers voor wat betreft lange termijn gevolgen van het ongeval. Met deze gegevens en na toestemming van de slachtoffers benadert TNO PZ deze over de lange termijn effecten en neemt TNO HF actie ten behoeve van de wegbeeldanalyse van de locatie van het ongeval. De praktische uitvoering van het protocol staat beschreven in paragraaf 5.3

3.5.4 *Hardware*

Ten behoeve van de integratie is een relationele database gecreëerd waarin alle gegevens zijn opgenomen zodat ingevoerde gegevens kunnen worden geanalyseerd. Deze database wordt uitgebreider behandeld in paragraaf 5.2

3.6 **Conclusies ontwikkeling Integrale Aanpak Analyse Verkeersongevallen**

Het verzamelen van in-depth verkeersongevallen en informatie van de controlegroep is gebaseerd op de ervaring van het 'Dutch Accident Research Team' (DART). Figuur 13 geeft de stappen van een in-depth onderzoek schematisch weer. De controlegroep is gebaseerd op virtuele ongevallen. Het verzamelen van controlegroep gegevens bestaat uit twee delen, namelijk de omgeving-voertuig informatie en de voertuig-bestuurder informatie.

Voor het verkrijgen van een beter inzicht in menselijke fouten bij verkeersongevallen zijn een drietal elkaar aanvullende analysemethoden ontwikkeld, namelijk:

- Analyse van gedrag in conflicten en ongevallen met behulp van permanente video-observatie;
- Gedragkundige analyse van ongevallen (wegbeeldanalyses);
- Interviews met betrokkenen.

Voor de lange termijn effecten van de opgedane letsels bij verkeersongevallen is het instrument 'IMPACT' ontwikkeld waarin elementen van beperkingen en kwaliteit van leven zijn ondergebracht.

Door de integratie van de verschillende disciplines wordt een compleet beeld gegeven van alle elementen die bij een verkeersongeluk van invloed/belang zijn zoals onder andere de infrastructuur, de technische details van de betrokken voertuigen, de menselijke factoren inclusief gedrag en letsel, de oorzaken die tot het ongeluk hebben geleid en de lange termijn effecten.

Het bij elkaar brengen van de verschillende disciplines was niet voldoende. Innovaties op de verschillende gebieden is noodzakelijk. Daarnaast is een protocol opgesteld waarin de afspraken, die onderling en met andere betrokken partijen moeten worden gemaakt, zijn vastgelegd en is een relationele database ontwikkeld waarin alle data op een gestructureerde wijze worden samengevoegd.

3.7 Workshop Onderzoek Verkeersongevallen & IAAV, september 2005

De opzet van de integrale aanpak is gepresenteerd op de Workshop Onderzoek Verkeersongevallen van 23 september 2005 in Delft. Aan deze hebben 70 experts deelgenomen. Experts met diverse achtergronden die in hun werk te maken hebben met verkeersveiligheid.

Het hoofddoel van de workshop was het uitwisselen en inventariseren van praktijkervaringen en kennisbehoeften met betrekking tot Onderzoek Verkeersongevallen bij de diverse organisaties in de gehele veiligheidsketen (beleidsmakers, wegbeheerders, justitie, politie, hulpverleners, verzekeraars, belangengroepen, onderzoekers). Voor TNO had de workshop een extra doel, namelijk het toetsen of deze praktijkervaringen en kennisbehoeften aansluiten bij het project 'Integrale Aanpak voor de Analyse van Verkeersongevallen (IAAV)'.

Met een bijdrage van een zevental gastsprekers en met een vijftal groepsdiscussies is de aanpak die TNO voor ogen heeft besproken. Irma Doesburg van het ministerie V&W heeft vervolgens de workshop geëvalueerd.

Voor een uitgebreid verslag van de workshop wordt verwezen naar [Hoogvelt, 2005].

Een evaluatie van de workshop is in de onderstaande punten samengevat:

- "Samenwerken" is de rode draad;
- Bij ongevalsregistratie is het relevant te weten wat er voorafgaand aan het ongeval is gebeurd, hoe de weg eruit ziet, wat er gebeurt op het moment van het ongeval zelf, wat er daarna gebeurt, wat er met de slachtoffers gebeurt, wat de effecten zijn. Dit is de zogenaamde keten van ongevalsregistratie;
- De politie is een belangrijke partij in de ongevalsregistratie. Als leverancier van gegevens maar ook als gebruiker;
- Traumateams / hulpverleners: hebben een belangrijke rol in de keten;
- De regionale directies van rijkswaterstaat beheren het hoofdwegenet maar de provincies, waterschappen en gemeenten zijn ook wegbeheerders en in die zin een belangrijke klant en leverancier van gegevens;
- De verzekeraars hebben de ongevalsgegevens, en hebben ook initiatieven genomen om de verkeersveiligheid te vergroten;
- Ongevallenanalisten hebben de gegevens ook nodig;
- Genoemd wordt de doelstelling voor 2020 in de Nota Mobiliteit op het gebied van verkeersveiligheid: maximaal 580 doden in het verkeer en 12.250 ziekenhuisgewonden. V&W is als beleidsmaker in die zin op nationaal niveau een klant en een grootverbruiker van de ongevalscijfers;
- Regierol: V&W voelt zich verantwoordelijk dat andere partijen die met verkeersveiligheid bezig zijn ook op de een of andere manier een rol spelen in de ongevalsregistratie. V&W voelt zich voor wat betreft de regierol aangesproken.

Hieronder volgen een aantal aandachtspunten voor algemeen verkeersongevallenonderzoek die in de workshop zijn aangedragen:

- 1 Weten wie welke gegevens registreert en beheert. Kijk op het moment dat daar meer inzicht in is, naar de regie.
- 2 Aanvullende wensen of bronnen onderling uitwisselen. Kijk of er rond de black-box tot nadere afspraken met autofabrikanten kan worden gekomen. Een black-box levert informatie maar kan ook preventief werken.
- 3 Er is behoefte aan een nadere samenwerking tussen hulpverleners onderling en de terugkoppeling van de voor- en achterkant van de gehele keten.
- 4 Datakoppeling is een kansrijke methode voor het genereren van informatie.

- 5 Los van de registratie en ongevalsgegevens kan verkeersveiligheid ook worden verbeterd door verkeersveiligheidsaudits, weginspecties maar ook met het principe van duurzaam veilig. De 'Safety-culture' bij bedrijven is een belangrijk element om de verkeersveiligheid te vergroten.
- 6 IAAV: is een goed voorbeeld waarin een organisatie vanuit verschillende onderdelen wordt samengewerkt. Het project dat hieruit is ontstaan bedient de doelgroep die op de workshop aanwezig is volledig. Het is een kansrijke aanpak om meer zicht te krijgen op de verkeersongevallen maar ook op de effecten die dat sorteert

De opzet van de integrale aanpak is ook op een ICTCT workshop in Helsinki in 2005 gepresenteerd [Rook, et al, 2005]. Van het menskunde deel van IAAV is een paper gepresenteerd op de 'Road Safety on Four Continents Conference' in Warschau [Martens et al, 2005].

4 Resultaten van de afzonderlijke delen

In dit hoofdstuk worden de analyses beschreven van de afzonderlijke delen en of deze bruikbare resultaten oplevert voor de integrale aanpak.

In paragraaf 4.1 beschrijft het verzamelen van de In-depth gegevens van de verkeersongevallen en de analyse ervan inclusief de correctie met behulp van zogenaamde virtuele ongevallen. Vervolgens wordt in paragraaf 4.2 een gedrag analyse beschreven en in paragraaf 4.3 het verzamelen en analyse van de lange termijn gevolgen.

4.1 Analyse van de verzamelde in-depth verkeersongevallen met controlegroep

In het kader van het project 'Integrale Aanpak Analyse Verkeersongevallen (IAAV)' worden nieuwe analyse methoden toegepast voor in-depth analyse van verkeersongevallen onder gebruikmaking van een controlegroep. Met deze controlegroep worden virtuele ontmoetingen gesimuleerd ter identificatie van risicofactoren. De nieuwe analysemethode en verzamelmethode voor de controlegroep zijn ontwikkeld in het project 'Accident Analysis of Heavy Truck With On-scene (AAHTWO)' en worden in het IAAV project getoetst op toepasbaarheid en bruikbaarheid (extra informatie risico factoren en/of ongevalsoorzaken), een en ander is beschreven in [Ruijs, 2007]. Voor het toetsen van de analyse methoden wordt de IAAV in-depth database gebruikt. Deze database is voor het IAAV project ontwikkeld en is gebaseerd op de DART in-depth ongevaldatabases. De IAAV in-depth database bevat de verkeersongevallen die door TNO zijn verzameld voor twee Europese Traffic Accident projecten: PENDANT en ETAC.

Het doel van het onderzoek is het vaststellen of de nieuwe analyse methoden extra bruikbare informatie geven ten aanzien van risico factoren en omstandigheden. Om dit hoofddoel te kunnen realiseren zijn de volgende subdoelen noodzakelijk:

1. Creëren van de IAAV in-depth database;
2. Creëren van de controlegroep informatie;
3. Vaststellen welke problemen optreden bij het creëren van de in-depth database.

In de subparagrafen 4.1.1 en 4.1.2 worden respectievelijk het creëren van de IAAV in-depth database en de controlegroep informatie behandeld. Daarna volgt in subparagraaf 4.1.3 de toets van de bruikbaarheid van de nieuwe risk karakteristieken op basis van ongevalsanalyses uitgevoerd met de IAAV in-depth ongevallen. Als laatste wordt in subparagraaf 4.1.4 de bruikbaarheid van de foutboom-analyse als nieuwe methode voor in-depth ongevalsanalyse besproken.

4.1.1 *Creatie IAAV in-depth database*

Als basis voor de IAAV in-depth database is de DART in-depth database gebruikt. Het vullen van de IAAV in-depth database zijn de door TNO verzamelde ongevallen voor de Europese projecten PENDANT en ETAC, gebruikt. Door de verschillende onderzoeksdoeleinden zijn er verschillen in ongevalsparameters en hun onderverdelingen. Er moet op worden gelet dat er:

1. Geen overeenkomstige ongevalsparameters zijn;
2. Geen overeenkomstige onderverdelingen bij de ongevalsparameters zijn of via een unieke hercodering te realiseren;
3. Geen ongevalsparameters ontbreken in de Europese project database.

Indien aan deze punten niet is voldaan konden de ongevalsgegevens niet overgezet worden van de projecten databases naar de IAAV database, resulterend in een minder gevulde database.

Een oplossing ter voorkoming van dit probleem is door de ongevalsgegevens verkregen bij het in-depth onderzoek direct in te voeren in de IAAV database.

In totaal zijn er 211 verkeersongelukken in het kader van het IAAV project in de IAAV database opgenomen. Hiervan zijn er 59 verzameld volgens de nieuwe methodiek. De ongevallen werden verzameld in een vooraf vastgestelde periode met vastgestelde verzamelcriteria. Op het moment dat met de IAAV aanpak kon worden begonnen waren al 116 verkeersongevallen verzameld voor het EC PENDANT project. De verzamelde PENDANT ongevallen zijn hercodeerd en aan de IAAV database toegevoegd. De 59 ongevallen, waarbij de nieuwe methodiek is toegepast, zijn verzameld in het kader van het Pendant onderzoek in de periode juni 2005 tot en met december 2005. De verkeersomgevingen met permanente video-observatie brachten slechts twee bruikbare ongevallen voort. In ongeveer dezelfde periode zijn 40 vrachtwagenongevallen verzameld voor de ETAC studie in de periode mei 2005 tot juni 2006, waarvan 36 bruikbaar voor het IAAV project (overige vier komen ook voor bij de PENDANT cases). Bij het verzamelen van de laatst genoemde verkeersongelukken is ook de IAAV methodiek toegepast. Deze ongevallen zijn 'extra' toegevoegd om het aantal ongevallen in de database te vergroten.

Wat betreft de ongevallen uit de permanente video-observatie moet worden gesteld dat het aantal lager is gebleken dan verwacht. Het bleek dat bij veel van de op video geregistreerde ongevallen, bij aankomst van het ongevallenteam DART, alles al was opgeruimd en dat de gegevens niet meer te achterhalen waren. Bovendien blijken niet alle ongevallen door de politie te zijn gemeld. In het begin van het project bleken de gemaakte afspraken niet duidelijk.

De response op de verstuurde interviews met de bij het ongeval betrokken personen ligt in eerste instantie op ca. 15%. Dit lijkt weinig maar is zeker niet lager dan de response op gelijksoortige interviews in de ons omringende landen. Om deze response te krijgen, zijn bij uitblijven van een eerste reactie, vervolgacties opgestart in de vorm van een tweede brief en een telefoongesprek om het belang van het onderzoek toe te lichten en zo mogelijk het interview per telefoon af te nemen. Dit laatste werd niet altijd gewaardeerd. Bemoedigend is dat door het telefoongesprek de respons aanzienlijk verbeterde, namelijk tot ca. 30%; een factor twee beter.

Door een lage respons is het zeer lastig om de toedracht van het ongeval te achterhalen. Ook om toestemming te krijgen voor het opvragen van medische informatie heeft meer tijd en moeite gekost dan was voorzien. De slachtoffers en betrokken partijen zien het belang van dit soort onderzoek niet in.

4.1.2 *Creatie virtuele controlegroep ontmoetingen*

Een methode is ontwikkeld om zogenaamde virtuele controlegroep ontmoetingen te creëren op basis van video-opnames van 50 verkeerssituaties op willekeurig gekozen locaties in hetzelfde gebied waarin de verkeersongevallen zijn verzameld voor een periode van 30 minuten.

Bij het maken van de video-opnames bleek dat de beschikbare camera's niet geschikt zijn voor donkere omstandigheden (avond, nacht, ochtend en donker weer). Daarom is besloten om de locaties alleen overdag te bezoeken. Dit betekende dat het aantal werkelijk bezochte locaties 50 in plaats van 100 is geweest. Twee locaties zijn afgefallen vanwege andere bestemming of wegwerkzaamheden.

Bij de verwerking van de filmbeelden trad ook problemen op bij het handmatig uitlezen van de kentekenplaten. Bij fel zonlicht of automatisch uitzoomen van de zoom camera bij onvoldoende licht was het kenteken niet leesbaar en konden de voertuiggegevens niet meer opgezocht worden. Zodoende waren van de 50 opnamen er 5 niet bruikbaar en zijn afgekeurd.

Op andere locaties (parkeerplaatsen, tankstations, winkelcentra) zijn 42 personen van gelijksoortige voertuigen geïnterviewd. Het was lastig om mensen te vinden die bereid waren aan een interview mee te werken. Om deze bereidheid te vergroten is een cadeaubon (ter waarde van €10,-) aangeboden als dank voor hun medewerking.

Met behulp van deze informatie (video's en interviews) zijn virtuele ongevallen gecreëerd, waarmee de verzamelde 'werkelijke' ongevallen kunnen worden vergeleken. Bij de koppeling van de interviews (denk hierbij aan specificatie over lading, verlichting, cabine, interieur, etc.) met de hoofdrichtingvoertuigen moet voorzichtigheid in acht genomen worden, omdat een deel van de gegevens van het hoofdrichtingvoertuig overschreven of vervangen moet worden, en een deel moet worden behouden.

Het verzamelen van de virtuele controlegroep ontmoetingen taak is om bovenbeschreven redenen niet geheel volgens plan verlopen. Maar het aantal locaties is voldoende om de resultaten in de analyse te kunnen betrekken.

4.1.3 *Toetsing risk karakteristieken*

Diverse ongevalsanalyses zijn uitgevoerd met de risk karakteristieken (Normalized general accident risk⁸, Normalized personal accident risk⁹ & Normalized driver accident risk¹⁰) voor het verkrijgen van meer en extra informatie ten aanzien van risico factoren en omstandigheden bij verkeersongevallen.

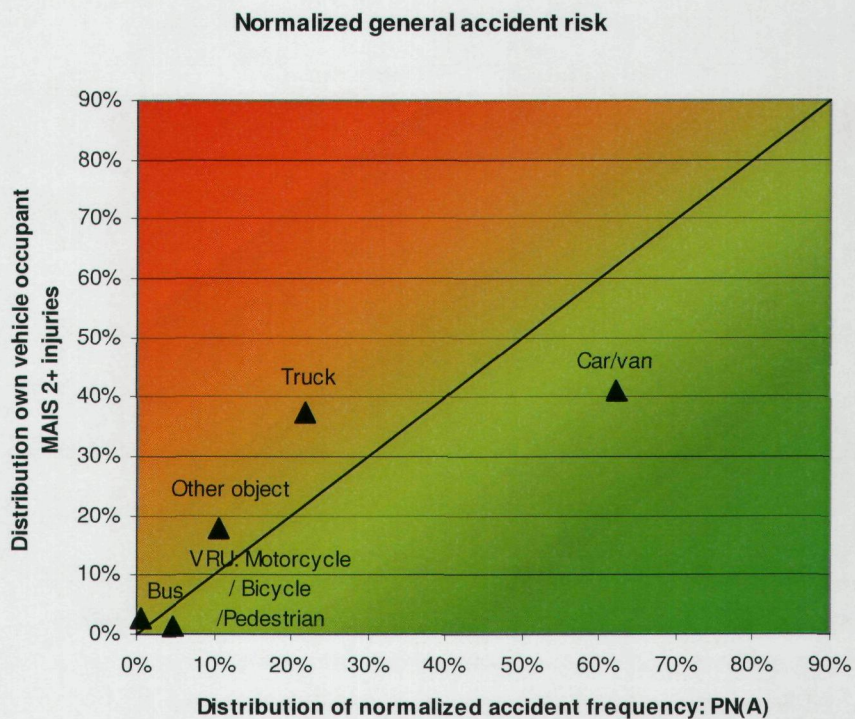
Uit de uitgevoerde analyses is gebleken dat deze analyse methode statistisch significante resultaten kan opleveren. Dit kon echter alleen vastgesteld worden met een analyse van het ongevalstype, dat het grootste aantal botsingen (275) opleverde van de IAAV in-depth database. In de volgende figuren wordt het resultaat van de drie risk karakteristieken bij dit ongevalstype weergegeven.

Uit de karakteristiek met de general accident risk (zie figuur 15) blijkt dat er meer botsingen met een andere auto plaatsvinden (hogere frequentie), maar dat er meer ernstige botsingen (MAIS2+) plaatsvinden met een vrachtwagen of een obstakel (other object). Dit laatste wordt in de figuur aangegeven door de positie ten opzichte van de 45-graden lijn. Boven deze lijn scoort een botsing met het andere voertuig slechter (meer ernstige botsingen) en wordt in de figuur weergegeven met een rode kleur. Beneden de lijn scoort de botspartner beter (minder ernstige botsingen) en wordt in de figuur weergegeven met een groene kleur. Of deze conclusie ook verkregen kan worden op basis van de kans op een botsing kan de volgende figuur meer informatie geven.

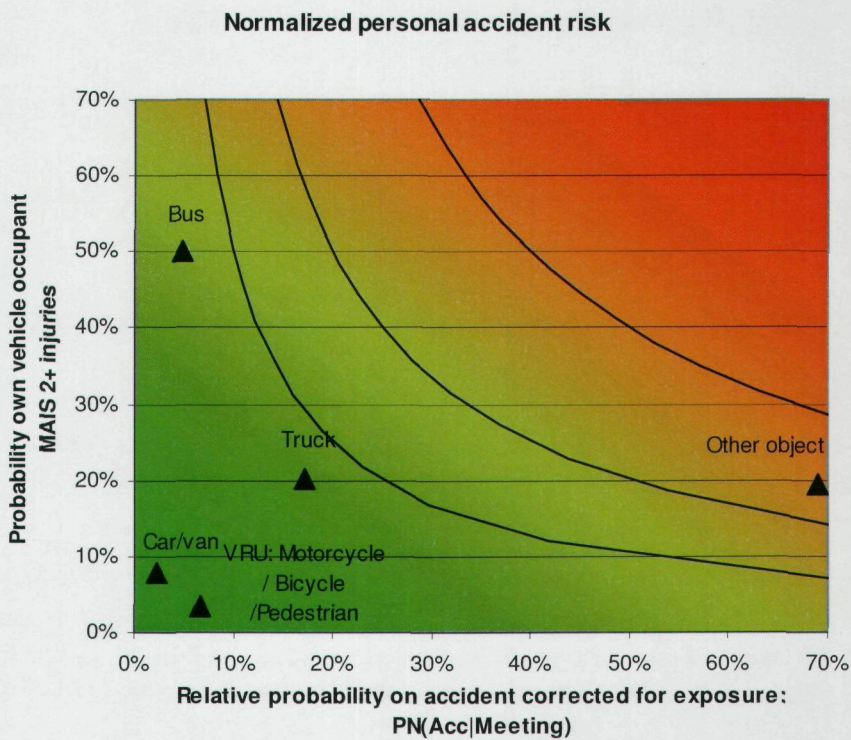
⁸ Normalized general accident risk: Deze karakteristiek geeft de distributie van bijvoorbeeld het type ongeval en letselniveau van de slachtoffers. Hierbij wordt aangegeven welke typen ongevallen vaker voorkomen en met welk letselniveau. Met deze karakteristiek wordt een indicatie verkregen van de typen ongevallen waarbij vaker ernstig letsels zullen voorkomen.

⁹ Normalized personal accident risk: Deze karakteristiek geeft de kans op bijvoorbeeld het type ongeval en letselniveau van de slachtoffers gecorrigeerd voor de virtuele controlegroep ontmoetingen. Hiermee wordt de kans aangegeven op een type ongeval en de daarbijbehorende kans is op een bepaald letselniveau. Deze karakteristiek geeft een indicatie van de kans op ernstig letsel bij de ongevaltypen.

¹⁰ Normalized car driver accident risk: Deze karakteristiek geeft bijvoorbeeld het risico op letsel aan die de bestuurder ervaart of "voelt" bij een bepaald type ongeval.



Figuur 15 - Normalized general accident risk autobotsingen

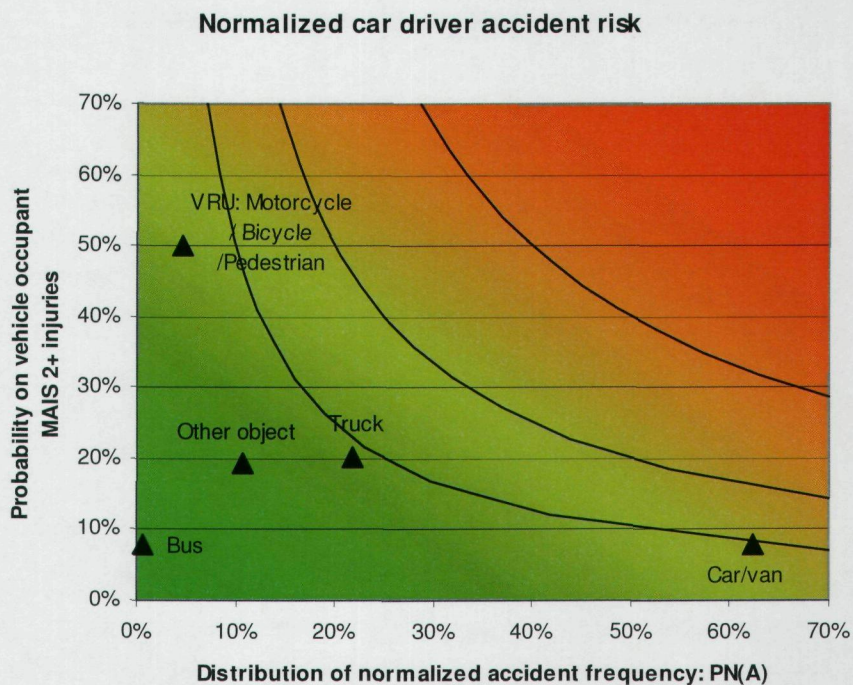


Figuur 16 – Normalized personal accident risk autobotsingen

Figuur 16 toont de normalized personal accident risk waarbij het aantal ongevallen gecorrigeerd is voor het aantal virtuele controlegroep ontmoetingen. Deze virtuele

ontmoetingen in vergelijking met het aantal botsingen met de specifieke botspartner geeft de kans op een botsing gecorrigeerd voor exposure. Samen met de kans op een MAIS2+ letsel (vertikale as) wordt dan de personal risk $\{P=P^N(\text{AccelMeeting}) \times P(\text{MAIS2+})\}$ verkregen.

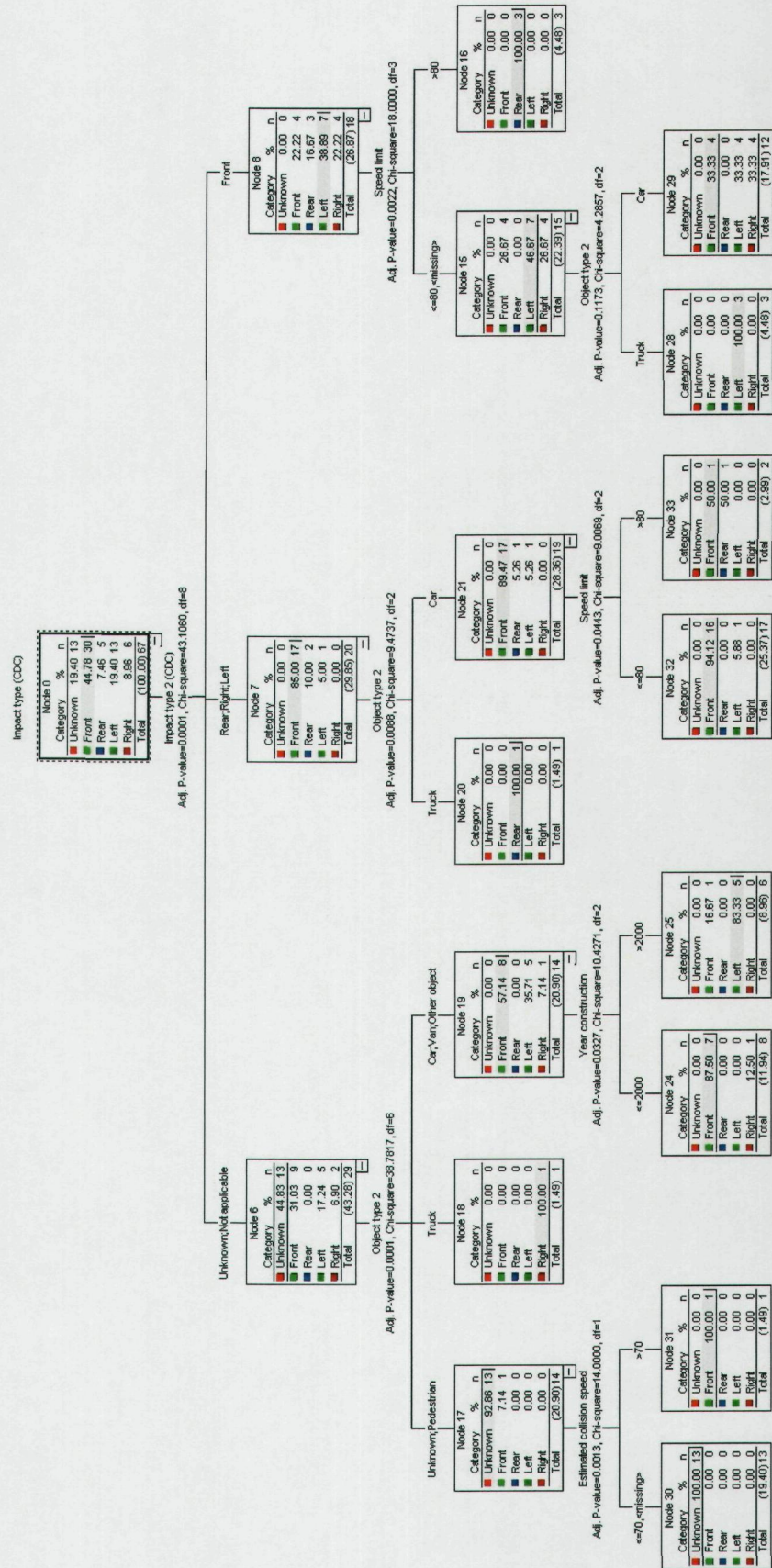
Botsingen met een obstakel heeft de hoogste personal risk en scoort slechter dan botsingen met een bus of vrachtwagen. Dit wordt in de figuur aangegeven door de kleurgradiënt (groen naar rood). Botspartners in het rode gebied scoren slechter dan botspartners in het groene gebied. In de figuur zijn tevens lijnen met constante personal risks (5%, 10% en 20%) aangegeven voor een beter vergelijk van de personal risks van de verschillende botspartners in deze twee-dimensionale figuur.



Figuur 17 – Normalized car driver accident risk autobotsingen

Het risico die de autobestuurder “ervaart” of “voelt” (car driver risk) op een MAIS2+ letselniveau bij een botsing met een specifiek type botspartner is te zien in figuur 17. Evenals bij de vorige figuur scoren botspartners in het rode gebied slechter dan botspartners in het groene gebied.

Geconcludeerd kan worden dat de risk karakteristieken significante resultaten geven en bruikbaar zijn bij ongevalsanalyses met meer dan honderd cases.



Figuur 18 - Foutboom analyse recente auto's

4.1.4 *Toetsing foutboom-analyse*

De foutboom-analyse methode is toegepast bij twee ongevalstypen: autobotsingen met recente auto's en vrachtwagenbotsingen. Bij beide ongevalstypen kon met deze methode géén factoren bepaald worden die specifiek verklarend zijn voor het ongevalstype. De oorzaak hiervan is voornamelijk gelegen in het klein aantal ongevallen en onvoldoende (ontbrekende) informatie bij van belang zijnde ongevalsparameters. Bijvoorbeeld bij de ongevallen met recente auto's waren slechts 59 van de 175 ongevallen bruikbaar omdat bij de 116 oude ongevallen nog niet de extra (IAAV) ongevalsparameters werden verzameld.

Een voorbeeld van het resultaat van de foutboom-analyse is te zien in figuur 18. Uit deze figuur kan geen ongevalsfactor achterhaald worden die specifiek verklarende is voor het ongeval. Ondanks dit tegenvallend resultaat kan toch gesteld kan worden dat de foutboom-analyse een potentieel bruikbare methode is om specifieke factoren aan te geven die verklarend zijn voor het ongeval. De methode zal bruikbaar zijn indien de database vollediger gevuld is ten aanzien van de verklarende factoren en bij meer dan honderd cases.

4.2 **Gedraganalyse**

In deze paragraaf worden de resultaten van de conflictanalyse, de gedraganalyse en de wegbeeldanalyse tegen de resultaten van de gedetailleerde analyse van de botsingen die op de vier video locaties zijn opgenomen. Voor een gedetailleerd verslag wordt verwezen naar [Horst & Martens, 2007] en [Horst, et al, 2007]. Als voorbeeld hoe de gecombineerde resultaten specifieke verkeersveiligheid problemen kunnen aangeven is voor elk van de vier video locaties het verkeersveiligheidsaspect besproken. Verwezen wordt naar paragraaf 4.2.1 t/m 4.2.4. Algemene conclusies zijn gegeven in paragraaf 4.2.5.

In de volgende subparagrafen zijn delen uit [Horst, et al, 2007] overgenomen en om die reden in de Engelse taal gehouden.

4.2.1 *Location 1: Pijnacker, Vlielandseweg – Boezemweg*

From the analysis of the video recordings, it is clear that there are basically two main problems at this intersection, viz. the left-turn manoeuvre from the Boezemweg and the bicycle traffic crossing the main road from and to the bicycle track.

Especially, the left-turn manoeuvres from the Boezemweg to the Vlielandseweg appear to be problematic due to the limited sight on traffic on the main road, the frequent traffic on the main road and its relatively high speed (average speed of free driving cars is well over 50 km/h). During the evening rush-hour the main-road traffic from the right is very busy with sometimes long waiting queues. It happens frequently, that car drivers from the Boezemweg stop with their car-front already partly on the main-road carriageway, and in this way directly interacting with traffic from the left. Sometimes the left turning cars from the Boezemweg try to use the same gaps as bicycles from the cycle track crossing the main road. The gap acceptance problems for traffic from the Boezemweg also occur for bicyclists to the Boezemweg from the separate bicycle track. The relatively high speed of the main road traffic is contributing to the task difficulty of crossing or merging traffic.

The collisions as occurred at this intersection during a 22 months period of video observations properly reflect these findings. In total, 4 accidents were identified, two car-car collisions directly related to gap acceptance issues with traffic from the left (as a

result of a serious conflict with a car from the left, the minor road vehicle backed up and hit a following car waiting, the other one was a collision between a car from the minor road and a car coming from the left). One very serious collision was between a bicyclist turning right from the bicycle track towards the Boezemweg and a car coming from behind him on the main road. A minor single-road user accident occurred when a bicyclist coming from the Boezemweg crossed the main road in front of a car coming from the left (PET about 1 s) and as a result of that could not avoid hitting the concrete separation curbs between the bicycle track and the main road and falling down on the road surface.

- 4.2.2 *Location 2: Provinciale weg –van Foreestweg/Ruys van Beerenbrouckstraat, Delft*
At this intersection, there appears to be a typical path choice problem for left-turning car drivers coming from the van Foreestweg. Now and then, they are intending to turn left right away towards the first carriageway in the wrong direction. Except for one case, they discover their mistake before actually entering, they stop, back up and continue their path either against the driving direction in the box area or at the right side of the small median in the middle. Apparently, for some drivers there seems to be a problem with the proper path choice when making a left turn, as the first carriageway is inviting them more or less to enter. A specific sign that may induce this, may be the presence of the yaw teeth road markings in the middle for opposing traffic, or the absence of direction arrows in the main road lanes near the stop-line. Remarkably, the road scene analyses [Horst & Martens, 2007] did not reveal this specific aspect. Another inspection would be needed to find out how the layout of the intersection might contribute to the misleading of these left-turning drivers.

Another problem occurring frequently at this intersection is the conflict between left turning vehicles from the minor road and straight on-coming traffic. From both the Van Foreestweg and the Ruijs van Beerenbrouckstraat the left turning and straight-on traffic get green at the same time. Especially, during rush hours there appears to be a conflict between left turning vehicles and on-coming straight traffic. Frequently, the middle area of the intersection is filled with left-turning cars, and the view of the left turning driver on the on-coming traffic is limited or occluded by opposing left turning vehicles waiting in a queue to turn left as well. Sometimes it is difficult to judge whether the on-coming car will proceed or stop and a left-turning driver may relatively easily decide to start moving while the on-coming car is not stopping (or even accelerating to catch the yellow signal in time). This situation resulted in several serious car-car conflicts. The crowded situation in the middle area also resulted in some minor rear-end or merging car-car conflicts between left-turning cars. The road scene analyses also identified the potential problems in the middle area of the intersection with the left-turning and on-coming vehicles [Horst & Martens, 2007]. One conflict consisted of a rear end situation on the main road when leaving the intersection area and the lead vehicle stopped to ask for directions from a bicyclist.

In total, the number of collisions as detected from the long-term video recordings for this intersection was seven, six being car-car collisions and one car-moped collision. Of the six car-car collisions, four were left-turn vehicles hitting straight-on vehicles from the minor road or vice versa. Two car-car collisions involved rear-end situations on the main road when the lead vehicle was braking without obvious reason after accelerating from the green. The car-moped collision occurred when a van coming from the Van Foreestweg ran the red light while turning right and a moped rider from the right

entered the intersection area. Except for the last collision, the conflicts as observed from the video recordings reflect the collision types well, as did the road scene analysis.

4.2.3 *Location 3: Delflandplein, Delft*

At this intersection video recordings have been made for a nineteen months period. Surprisingly, the selection of collisions resulted in only one collision, viz. a single vehicle collision between a left turning vehicle from the Papsouwselaan (from the top in Figure..) that hit the lamp post between the two tram tracks in the median of the Martinus Nijhofflaan for no obvious reason. From the video recordings it became clear that indeed road users have problems with their route choice at this intersection. From the Papsouwselaan (from bottom left corner) and from the Martinus Nijhofflaan (from bottom right corner), cars relatively frequently make a U-turn, sometimes resulting in conflicts with bicyclists, a tram, and cars on the other carriageway. Moreover, it happens now and then that cars on the lane for straight going traffic decide to turn right on the intersection itself. This is a difficult manoeuvre that sometimes also results in potential wrong-way driving (entering the approaching carriageway). Difficulties with the right path choice appeared to be also a problem at this intersection. A typical error was a left-turn manoeuvre from the Papsouwselaan (bottom left corner) to the wrong carriageway of the Minervaweg (most of the times, the driver stopped and corrected his path, sometimes they simply continued their wrong-direction drive. A few times, car drivers entered the intersection from the wrong carriageway ('ghost' drivers). Also, the bus lanes sometimes confuse drivers and car drivers from the Papsouwselaan (from top right corner) straight on, or left-turning cars from the Martinus Nijhofflaan want to enter the bus/tram lane at the Papsouwselaan to continue their trip. The observations do not reveal many problems between right turning vehicles and bicyclists on the bicycle track that has to be crossed. The road scene analysis had anticipated this type of conflict beforehand. The road scene analyses had indicated the difficult route and path choice that also appeared to be present from the video recordings. In terms of subjective safety this intersection may score rather low, but perhaps due road users' uncertainty when entering this intersection, the number of collisions that occurred appeared to be very low.

4.2.4 *Location 4: Westvest – Zuidwal, Delft*

Long-term video recordings have been made for a 19-months period. In this period, in total four accidents occurred, 2 car-car rear-end collisions, one slight single vehicle accident (a car that wanted to make a right turn from the Westvest, but went straight on due to snow and ended on the median of the Zuidwal, and one scootmobiel user that fell over and was injured due to hitting the curb with the left rear wheel. The road scene analyses anticipated weaving conflicts between right-turning vehicles and straight-on bicycle traffic. The sub-optimal camera position did not allow a detailed study of these potential conflicts, but the impression is that road users anticipated rather well to this situation and were able to cope with it properly. As was already anticipated by the road scene analyses [Horst & Martens, 2007], bicyclists negotiating the intersection during red or in the wrong direction sometimes result in conflicts with motorized traffic. Also buses crossing the intersection from the bus lane at the Zuidwal at a relatively high speed are confusing for other road users (bicyclists, pedestrians, cars) and result in some (serious) conflicts. Twice it happened that a vehicle turning left from the Zuidwal intended to go to the Westvest into the wrong carriageway. They both stopped, backed up and went to the right side of the road. The size of the intersection seems to induce this type of erroneous behaviour. The scootmobiel accident was at the place where the left curb is indenting the path for the bicyclists from the Zuidwal and providing left-turn

bicyclists some waiting space. This curb was not anticipated by the scootmobiel rider and his left rear wheel hit the curb with the scootmobiel falling on its right side and the rider injured as a result.

4.2.5 *Conclusions*

In general, it can be concluded that traffic conflicts and deviant behaviour, together with road scene analyses give a good insight in potential safety problems at specific locations such as intersections from a road users' perspective, well in line with the results from the analysis of the collisions. From the 16 accidents as collected by the long-term video recordings, 10 collisions were between two passenger cars, 2 single car accidents, 2 between a car and a bicyclist/moped rider, and 2 single road user accidents. Remarkably, in most cases, another road user was (in)directly involved, either as a distracting or contributing element, for example by occluding the view of one of the road users involved. When looking at in-depth accident investigation methodology, this will be a critical point to collect reliable data on the influence of the presence of other road users in reconstructing the causal processes after the collision has occurred since almost always, these contributing circumstances will have disappeared shortly after the collision. In most cases, a plausible reason why people behaved as they did could be deducted from the video images. In a few cases, no real cause could be identified by observing the pre-crash phase of a collision. A valuable addition would have been the presence of interview data with the road users involved. However, within the current project, this could only be achieved for one specific case, viz. the collision between a car on the main road and a crossing bicyclist at the T-junction in Pijnacker. For this case, the quantitative data as resulting from the video analysis, can serve well for the validation of accident reconstructions as normally used in in-depth accident investigation methods, see also section 5.4.

4.3 **Verzamelen van gegevens lange termijngevolgen**

Het hieronder beschreven valideringsonderzoek [Reichrath, et al, 2005b] is een noodzakelijke stap voordat IMPACT gebruikt kan worden. In paragraaf 4.3.1 wordt de methode beschreven, gevolgd door een beschrijving van de respondenten, de dataverzameling en data-analyse in paragraaf 4.3.2. Algemene beschrijvende resultaten worden in paragraaf 4.3.3 weergegeven. De resultaten over de validiteit en betrouwbaarheid van IMPACT worden in de paragrafen 4.3.4 en 3.4.5 beschreven. Vervolgens wordt in paragraaf 4.3.6 aandacht besteed aan de gelaagde structuur van IMPACT. In paragraaf 4.3.7 worden tot slot de eindconclusies weergegeven.

4.3.1 *Methode*

Het toetsen van het (concept) instrument IMPACT (ICF Measure of Participation and ACTivities) op validiteit en betrouwbaarheid is conform een onderzoeksprotocol uitgevoerd. Dit onderzoeksprotocol is door de Medisch Ethische Toetsingscommissie van SWOR/iRv getoetst en goedgekeurd.

IMPACT is op de volgende vormen van betrouwbaarheid en validiteit getoetst:

Betrouwbaarheid

Test-hertest betrouwbaarheid:

Alle deelnemers aan het onderzoek is gevraagd om niveau 1 van IMPACT twee keer in te vullen met een tussentijd van ongeveer 4 weken. De mate van overeenkomst tussen de beide scores is een indicatie voor de betrouwbaarheid van IMPACT.

Validiteit

Convergerende validiteit:

Dit wordt gemeten door ook een ander instrument te laten invullen en de resultaten te vergelijken met scores op het eigen instrument. Hiervoor is de WHO-Disability Assessment Schedule (WHODAS) gebruikt. Dit instrument is het beste te vergelijken met niveau 1 van IMPACT.

Sensitiviteit (gevoeligheid als screeningsinstrument)

Dit is het meten van de overeenstemming tussen niveau 1 en 2. De vraagstelling daarbij is of niveau 1 (de screener die slechts 1-2 items per ICF subdomein bevat) voldoende gevoelig is om het voorkomen van beperkingen te meten. Dit is onderzocht door bij respondenten zowel niveau 1 als een gedeelte van niveau 2 af te nemen en na te gaan of mensen die op niveau 2 beperkingen aangeven ook door de screener als 'case' worden geïdentificeerd.

Specificiteit:

Ook dit heeft te maken met de overeenstemming tussen niveau 1 en 2. Nu wordt bekeken of mensen die op de screener aangeven een beperking te hebben ook bij de bijbehorende module beperkingen aangeven.

Constructvaliditeit:

Dit bevat het uitvoeren van schaalanalyses (correlaties tussen de items en de domeinen, factoranalyse, interne consistentie). Onderzocht is of de veronderstelde structuur van IMPACT (items binnen ICF domeinen) in de data teruggevonden kan worden.

4.3.2 *Respondenten, dataverzameling en data-analyse*

Respondenten

Om voldoende data te verzamelen was het streven om IMPACT schriftelijk bij minimaal 300 verkeersslachtoffers af te nemen. Deze zijn geselecteerd vanuit het TNO IAAV onderzoek en bij verschillende revalidatiecentra en een aantal ziekenhuizen¹¹. Ervan uitgaande dat de respons geen 100% zou zijn, is ingezet op tenminste 600 slachtoffers.

Geselecteerd zijn personen die voldoen aan de volgende criteria:

- Leeftijd tussen de 18 en 70 jaar;
- Opgenomen of opgenomen geweest in een ziekenhuis en/ of revalidatiecentrum als gevolg van een verkeersongeval;
- Indien slachtoffers in een ziekenhuis en/ of revalidatiecentrum opgenomen zijn of opgenomen zijn geweest, worden mensen die volledig herstelden uitgesloten;
- Trauma heeft tussen de 6 en 30 maanden geleden plaatsgevonden (op moment van inclusie betekende dit tussen november 2004 en november 2002):

Dataverzameling

Meedoen aan het onderzoek bestond uit twee metingen.

¹¹ Via de werkgroep Traumarevalidatie, waar diverse revalidatiecentra uit Nederland en België in participeren, zijn voor elk centrum ex-patiënten geselecteerd voor deelname aan de studie.

Meting 1

De geselecteerde potentiële deelnemers ontvingen:

- Brief van de behandelend (revalidatie)arts met verzoek om deelname
- Brief van iRv en TNO met informatie over instrument en onderzoek
- Persoonlijk gegevensformulier inzake leeftijd, werksituatie, woonsituatie, letsel, datum ongeval, e.d.
- Niveau 1 van IMPACT
- WHODAS

Meting 2

Deelnemers aan het onderzoek ontvingen na 4 weken meting 2 van het onderzoek, namelijk:

- Brief van iRv en TNO
- Niveau 1 van IMPACT
- 4 van de 23 modules van niveau 2 van IMPACT

Welke vier van de 23 modules de persoon ontving, hing af van zijn antwoorden op niveau 1 in meting 1 van het onderzoek.

Data-analyse

Via een SPSS bestand zijn de gegevens en antwoorden op de WHODAS en IMPACT geregistreerd en geanalyseerd.

Voorafgaand aan de data-analyse is een analyseplan opgesteld op basis van het onderzoeksprotocol zoals dat getoetst is door de METC SWOR/iRv.

4.3.3

Resultaten

De resultaten van de data-analyse in dit hoofdstuk worden beschreven aan de hand van de stappen van de data-analyse.

Alleen wanneer een respondent aan beide metingen van het valideringsonderzoek meedeed, kwamen de gegevens voor analyse in aanmerking.

Tabel 2 Overzicht respons meting 1 valideringsstudie

Centrum	Selectie deel 1 (n)	Respons 1 (n)	Respons 1 (%)
Revalidatiecentrum de Hoogstraat	54	21	40
Koninklijke Universiteit Leuven	46	17	37
Revalidatiecentrum Leijpark	19	4	21
Roessingh Revalidatie	15	7	47
Rijnlands Revalidatie Centrum	48	20	42
Sophia Revalidatie Den Haag	78	18	23
Stichting Revalidatie Limburg	10	2	20
TNO	154	13	8
Universitair Medisch Centrum Utrecht	138	51	36
Universitair Medisch Centrum Groningen	75	29	39
Universitair Medisch Centrum Nijmegen	350	93	27
TOTAAL	988	276	28

Response

In totaal hebben 988 slachtoffers van een verkeersongeval de meting 1 vragenlijsten ontvangen. De respons op meting 1 was: 276 (28 %)

De verdeling van respondenten over de verschillende centra is in tabel 2 weergegeven.

Uiteindelijk is voor meting 1 uitgegaan van een respons van 276 (n). Alle respondenten van de eerste meting hebben de vragenlijsten van de tweede meting ontvangen. De respons op meting 2 was: 205 (74 %).

Kenmerken van respondenten

Leeftijd

In totaal 255 respondenten vielen in de leeftijdscategorie van 18 tot en met 70 jaar, die tevoren als doelgroep was bepaald. Daarnaast hebben 6 personen jonger dan 18 jaar, en 10 personen ouder dan 70 jaar de vragenlijst ingevuld.

Aangezien de beoogde inclusie van 300 mensen hiermee niet gehaald is (ondanks 988 slachtoffers die zijn aangeschreven), is besloten om toch ook de 16 respondenten die buiten het criterium vallen mee te nemen in de verdere analyses.

Geslacht

66% is man, 34% is vrouw.

Werksituatie

51% heeft betaald werk, 35% heeft geen werk, 8% volgt een opleiding, 6% doet vrijwilligerswerk.

Letsel

38% heeft fracturen, 37% heeft hersenletsel, 13% heeft een dwarslaesie, 9% heeft whiplashklachten, 3% heeft ander letsel. 17% van de respondenten heeft naast de hiervoor genoemde letsels ook ander letsel opgelopen.

Ziekenhuisopname en behandeling revalidatiecentrum

89% is opgenomen geweest in het ziekenhuis. 61% is behandeld in een revalidatiecentrum.

Schaderegelingstraject

62% heeft in een schaderegelingstraject gezeten n.a.v. het ongeval. Bij 54% loopt dit nog op het moment van het invullen van IMPACT.

Aantal maanden geleden ongeval bij invullen IMPACT

Binnen het inclusiecriteria (6-30 maanden geleden vond het ongeval plaats) vallen 153 mensen. Verder blijkt:

- 3 mensen < 6 maanden (4, en 2x 5 maanden);
- 104 mensen > 30 maanden;
- 5 mensen zijn missing.

In totaal gaven 104 personen aan dat het ongeval langer dan 30 maanden geleden plaatsgevonden had; deze personen zijn uiteindelijk meegenomen in de analyse om over voldoende gegevens te kunnen beschikken.

Beperkingen rapportage (niveau 1 IMPACT)

In tabel 3 wordt een overzicht gegeven van het percentage personen dat aangeeft in welke mate ze beperkingen ervaren als gevolg van het verkeersongeval.

Tabel 3 Percentage personen dat aangeeft in welke mate ze beperkingen ervaren als gevolg van het verkeersongeval; niveau 1, meting 1

IMPACT niveau 1	% nee, geen beperking	% ja, beetje beperkingen	% ja grote beperkingen	Inhoud
Act vr 1	71	26	3	Begrijpen van mensen
Act vr 2	63	34	3	Duidelijk maken
Act vr 3	69	27	4	Communicatiemiddelen
Act vr 4	61	28	11	Zintuigen gebruiken
Act vr 5	63	29	7	Begrijpen nieuwe dingen
Act vr 6	42	42	16	Geheugen, concentratie
Act vr 7	72	23	5	Plannen rustige omgeving
Act vr 8	49	34	18	Plannen onrustige omgeving
Act vr 9	29	45	26	Houding
Act vr 10	37	29	34	Tillen dragen
Act vr 11	47	31	22	Benen en voeten
Act vr 12	72	18	10	Gebruiken hand
Act vr 13	59	29	12	Grotere bewegingen hand
Act vr 14	38	36	26	Lopen
Act vr 15	46	35	19	Vervoermiddel
Act vr 16	60	32	8	Douchen, aan en uitkleden
Act vr 17	71	22	7	Verzorgen en toilet
Act vr 18	58	34	8	Goede gezondheid
Par vr 1a	64	23	13	Dagelijkse benodigdheden
Par vr 2a	42	38	20	Huishoudelijk werk
Par vr 3a	48	30	22	Onderhouden repareren
Par vr 4a	73	19	8	Helpen anderen gezin
Par vr 5a	69	37	4	Omgangsvormen
Par vr 6a	76	20	4	Formele relaties
Par vr 7a	73	22	5	Informeel relaties
Par vr 8a	63	25	12	Intieme relaties
Par vr 9a	53	30	17	Opleiding/ vinden baan
Par vr 10a	81	13	6	Omgaan geld
Par vr 11a	71	19	10	Beheren financiën lange term
Par vr 12a	60	30	10	Meedoen maatsch act
Par vr 13a	39	42	19	Recreatieve activiteiten
Par vr 14a	74	17	9	Religieuze en spirituele act
Par vr 15a	83	13	4	Rol als burger

* n = 276

De grijsstinten in bovenstaand tabel clusteren de vragen die samen leiden tot één module op niveau 2. Zo leiden bijvoorbeeld vragen 7 en 8 beiden tot module 2.

Mensen ervaren relatief vaak beperkingen met het geheugen, bij het plannen van zaken in een onrustige omgeving, het handhaven en veranderen van houding, tillen en dragen

het gebruik van benen en voeten, lopen, gebruiken van vervoermiddelen, het doen van huishoudelijk werk, het onderhouden en repareren van bezittingen en het doen van recreatieve activiteiten.

4.3.4 *Validiteit en betrouwbaarheid niveau 1*

Constructvaliditeit: Antwoordcategorieën en vragen

De keuze voor 3 antwoordopties kan worden gehandhaafd bij de activiteiten vragen en bij de participatie a- vragen. Alle drie de opties worden door de respondenten aangekruist, zij het dat de derde 'ja, grote beperkingen' het minst aangekruist wordt. Daarnaast zijn alle vragen relevant. Er hoeven geen vragen te worden verwijderd. De participatie b-vragen komen erg overeen met de 'ernst' van de antwoorden op de participatie a-vragen. Dit leidt tot de conclusie dat de b-vragen onderzoeksmatig gezien geen toegevoegde waarde hebben.

Het kan echter voor behandelaars interessant zijn om te weten in hoeverre iemand een bepaalde beperking zelf als een probleem ervaart. Afhankelijk van de gebruiksdoelen van het instrument, is de handhaving van de b-vraag in het participatiedeel, niveau 1, een optie.

Constructvaliditeit: Activiteitendeel en participatiedeel

Het onderscheid tussen het activiteitendeel en het participatiedeel is theoretisch te maken en legitiem vanuit het ICF-kader. De hoge interne consistentie van beide schalen laat zien dat het inderdaad legitiem is om dit onderscheid te maken en ze als zodanig te gebruiken.

Constructvaliditeit: Aanwijsbare Domeinen

Kijken we naar de berekende correlaties tussen de domeinen op niveau 1, dan duiden deze erop dat de domeinen verschillende aspecten meten en dus afzonderlijke domeinen zijn. Verder blijkt dat per domein steeds een sterk onderling verband bestaat tussen de vragen die behoren tot het betreffende domein. Cronbach's Alpha varieert van 0.74 bij het domein Leren en toepassen van kennis tot 0.89 bij het domein mobiliteit. Ook dit geeft aanwijzing voor het aanwezig zijn van op zichzelf staande schalen/ domeinen.

Constructvaliditeit: Domeinen onderling

De correlatie tussen de negen domeinen varieert van niet sterk tot redelijk sterk. Blijkbaar is het zo dat beperkingen in een bepaald domein veelal samengaan met beperkingen in een bepaald ander domein of juist samengaan met het uitblijven van beperkingen op een bepaald domein.

Er is een tendens te zien van drie groepen domeinen die enigszins bij elkaar horen, namelijk 1) Communicatie, Leren en toepassen van kennis en Algemene taken en eisen; 2) Mobiliteit, Zelfverzorging en Huishouden; en 3) Tussenpersoonlijke interacties en relaties, Belangrijke levensgebieden en Maatschappelijk, sociaal en burgerlijk leven.

Score van beperkingen

Meer dan 90% van de respondenten scoort op de activiteitenvragen één of meer beperkingen en meer dan 80% scoort één of meer beperkingen op de participatievragen. Dit geeft aan dat de vragen relevant zijn en aansluiten op de situatie van de verkeersslachtoffers.

Convergerende validiteit

Vergelijking van IMPACT niveau 1 met de WHODAS laat zien dat beide instrumenten over het algemeen hetzelfde meten. De correlatie tussen de instrumenten in hun geheel, alsmede tussen beide activiteitendelen en beide participatiedelen is hoog (>0.80).

Enerzijds geeft dit aan dat IMPACT vergelijkbaar is met WHODAS, dat een gevalideerd, gedeeltelijk op ICF gebaseerd instrument is. Dit is positief. Anderzijds geeft de hoge correlatie aan dat het onderscheid tussen WHODAS en IMPACT klein is, hetgeen vraagtekens plaatst bij de toegevoegde waarde van IMPACT ten opzichte van WHODAS. Wat IMPACT niveau 1 interessant maakt is de aansluiting op het tweede niveau. De meerwaarde van deze gelaagde structuur wordt nog steeds gezien. WHODAS heeft deze aansluiting met niveau 2 niet. Daarnaast sluiten de items van IMPACT naadloos aan op de ICF, een internationaal geaccepteerde classificatie die steeds meer geoperationaliseerd wordt. Voor de WHODAS geldt dit niet, onder meer voortkomende uit het feit dat twee van de negen ICF domeinen in de WHODAS niet aan de orde komen.

Test-herstest betrouwbaarheid

Op basis van de hoge correlatie tussen meting 1 en meting 2 kan worden geconcludeerd dat IMPACT niveau 1 een betrouwbaar instrument is.

Conclusie

Uit bovenstaande blijkt dat de constructvaliditeit ten dele is aangetoond. Gezien de convergerende validiteit is IMPACT niveau 1 voldoende valide. Verder blijkt niveau 1 van IMPACT betrouwbaar te zijn.

4.3.5 *Validiteit niveau 2*

Van niveau 2 is getracht de validiteit te beoordelen aan de hand van de constructvaliditeit. Deze is berekend aan de hand van de interne consistentie.

Constructvaliditeit: modules als aparte schalen

De interne consistentie van de afzonderlijke modules varieert van 0.48 (module 3c) tot 0.92 (module 4c). Vier modules kunnen niet als schaal worden gezien (de items samen vormen niet één schaal), aangezien deze een Cronbach's Alpha <0.70 hebben.

Constructvaliditeit: per module

Kijkende naar de percentages 'relevante vragen' van de modules lijkt een beperkt aantal modules gedegen in elkaar te zitten. Dit zijn de vragen die door meer dan 10% en minder dan 90% van de respondenten wordt gescoord.

Een verklaring voor een onvoldoende score kan zijn dat de module de verkeerde vragen stelt, maar het kan ook zo zijn dat verkeersslachtoffers op die bepaalde domeinen geen of nauwelijks beperkingen ervaren. Deze resultaten geven daarom geen absoluut uitsluitel over de inhoud van de module.

Daarnaast laat de interne consistentie zien, dat voor het overgrote deel van de modules geldt dat de items grote samenhang vertonen. Slechts 4 modules scoren onder de 0.64 (Cronbach's Alpha) met een minimumscore van 0.48. De rest scoort een Alpha van tenminste 0.71.

Conclusie

De resultaten leiden ertoe dat nogmaals goed gekeken moet worden naar de items per module. Mogelijk dat items zullen moeten worden aangepast, dat modules behorende

bij een bepaald domein worden samengevoegd en/ of enigszins worden herzien. De validiteit van niveau 2 is hiermee vooralsnog ten dele aangetoond.

4.3.6 *Gelaagde structuur: het functioneren van niveau 1 en 2*

Met behulp van de sensitiviteit en specificiteit is gekeken naar de mate waarin niveau 1 en niveau 2 van IMPACT logisch op elkaar aansluiten.

Specificiteit

Dat wil zeggen dat aangegeven beperkingen in de screener (niveau 1) ook moeten leiden tot scores op de bijbehorende module(s) en dat 'geen beperkingen' moet leiden tot geen scores op de bijbehorende module(s).

Over het geheel genomen is de aansluiting voor 64% van de vragen met niveau 2 goed. Voor het activiteiten deel sluit 72% aan, en voor het participatiedeel 53%. Het activiteitendeel sluit hiermee beter aan dan het participatiedeel.

Sensitiviteit

Dat wil zeggen dat wanneer mensen op een module gescoord hebben (niveau 2), zij op de bijbehorende screenervraag (niveau 1) aan hebben gegeven een beperking te hebben. De sensitiviteitsscores geven aan dat de aansluiting tussen de modules en de bijbehorende screenervragen bij 30% goed is (80-100%), bij 52% matig (60-80%) en bij 18% niet goed (minder dan 60%). Voor de meeste modules is de aansluiting met niveau 1 dus redelijk tot goed.

4.3.7 *Conclusie lange termijn gevolgen*

Gezien de in dit onderzoek aangetoonde validiteit en betrouwbaarheid van niveau 1, blijkt dat niveau 1 als instrument goed in elkaar zit. Dit niveau kan in zijn geheel gehandhaafd worden, met daarbij de b-vraag bij het participatiedeel als optie, afhankelijk van de gebruiksdoeleinden van het instrument.

De kwaliteit van de screener-functie van niveau 1 kan minder duidelijk worden vastgesteld, mede vanwege te geringe aantallen respondenten.

Uit de resultaten komt onvoldoende naar voren of de aansluiting tussen niveau 1 en 2 van IMPACT gedegen in elkaar zit.

Enerzijds komt dit doordat elke module slechts door 32-42 mensen is ingevuld.

Anderzijds tonen de resultaten over de sensitiviteit en specificiteit niet voor iedere screenervraag een sterke koppeling met de betreffende module.

Ondanks dat de aansluiting tussen niveau 1 en 2 niet voor iedere module goed is, bieden de resultaten genoeg aanknopingspunten om de gelaagdheid vast te houden.

Wel zal de inhoud van de modules nader bekeken moeten worden. De sterke modules zullen uitgangspunt zijn bij het herzien van de overige modules. Dit zijn de modules die overwegend relevante vragen bleken te bevatten en/ of waarbij de sensitiviteit en specificiteit hoog scoorden.

Geconcludeerd wordt dat de huidige versie van IMPACT voldoende betrouwbaar en valide is om verdere verbeteringen op te baseren. Bij een vervolgetraject wordt het wenselijk geacht om, na een aantal inhoudelijke verbeteringen, IMPACT in de praktijk (revalidatie, verzekeraars) op kleine schaal te implementeren om daar de meerwaarde van het instrument te tonen en verdere ontwikkeling mogelijk te maken. Dit traject is begin 2007 ingezet met financiële steun van de Stichting Achmea Slachtoffer en Samenleving.

4.4 Conclusies van de afzonderlijke delen

In-depth ongevalsgegevens en controlegroep

Voor de het toetsen van de analyse methoden is een database gecreëerd. De IAAV database is gevuld met de verzamelde ongevallen voor de Europese projecten PENDANT en ETAC. Daarnaast is informatie van een controlegroep verzameld. De response op de interviews, verstuurd naar de bij het ongeval betrokken personen, ligt op ca. 30%. Dit is hoog vergeleken met de response op gelijksoortige interviews in de ons omringende landen (ca. 10% tot 20%).

Het aantal locaties voor het verzamelen van de virtuele controlegroep is statistisch voldoende om bij de analyse te kunnen worden betrokken.

Geconcludeerd kan worden dat de risk karakteristieken significante resultaten geven en bruikbaar zijn bij ongevalsanalyses met meer dan honderd cases.

De foutboom-analyse is een potentieel bruikbare methode om specifieke factoren aan te geven die verklarend zijn voor het ongeval. De methode zal bruikbaar zijn indien de database vollediger gevuld is ten aanzien van verklarende factoren en bij meer dan honderd cases.

Menselijke factoren

Verkeersconflicten en analyse van afwijkend gedrag geven samen met de wegbeeldanalyses een goed inzicht in potentiële verkeersveiligheidsproblemen op specifieke locaties zoals kruispunten vanuit het perspectief van de weggebruiker. Dit inzicht komt goed overeen met de bevindingen uit de gedetailleerde ongevalsanalyses vanaf video.

Opvallend punt bij de analyses van de geobserveerde ongevallen is, dat er in vrijwel alle gevallen een andere weggebruiker direct of indirect betrokken was bij het proces van het ontstaan van het ongeval, òf als een afleidend òf als een bijdragend element. Ten aanzien van de in-depth ongevalsmethodiek, is het vrijwel onmogelijk om betrouwbare informatie in te winnen over de invloed of aanwezigheid van andere dan de direct bij het ongeval betrokken weggebruikers voor het reconstrueren van oorzakelijke processen. Dergelijke bijdragende omstandigheden zullen vrijwel altijd kort na het ongeval niet meer te achterhalen zijn.

Lange termijngevolgen

Geconcludeerd wordt dat de huidige versie van IMPACT voldoende betrouwbaar en valide is om verdere verbeteringen op te baseren. Bij een vervolgtraject wordt het wenselijk geacht om, na een aantal inhoudelijke verbeteringen, IMPACT in de praktijk (revalidatie, verzekeraars) op kleine schaal te implementeren om daar de meerwaarde van het instrument te tonen en verdere ontwikkeling mogelijk te maken. Dit traject is begin 2007 ingezet met financiële steun van de Stichting Achmea Slachtoffer en Samenleving.

5 De integrale aanpak; Uitwerking en evaluatie

In dit hoofdstuk worden de uitwerking en evaluatie van de integrale aanpak beschreven op basis van de resultaten van afzonderlijke delen en wordt de integrale aanpak geëvalueerd. In paragraaf 5.1 wordt als eerste de kennisuitwisseling van de verschillende disciplines beschreven. Er is één relationele database gecreëerd waarin alle gegevens zijn samengevoegd. Paragraaf 5.2 beschrijft de uitwerking en het samenvoegen van de afzonderlijke deelgebieden in een relationele database. De uitwerking van het protocol wordt in paragraaf 5.3 behandeld. Paragraaf 5.4 beschrijft de gedetailleerde uitwerking het ongeval waarvan alle informatie is opgenomen en laat de essentie van de integrale aanpak tot verkrijging van meer inzicht in de oorzaken van ongevallen. In de praktijk blijken zich allerlei complicaties voor te doen, waar in de opbouwfase geen rekening mee gehouden is. Om die reden is een evaluatiefase ingebouwd. Deze fase is in paragraaf 5.5 beschreven.

5.1 Interdisciplinaire consultatie

Om te kunnen komen tot een integratie van methoden en instrumenten die voortkomen uit verschillende disciplines heeft er onderling een intensieve kennisuitwisseling plaatsgevonden over de tot op dat moment gehanteerde methoden en instrumenten en de mogelijkheden en wensen om te komen tot innovaties. Dit proces heeft op een aantal manieren vorm en inhoud gekregen:

- Uitwisseling van uitgangspunten met betrekking tot verkeersveiligheidsonderzoek en de daarvoor gebruikte methoden en instrumenten. Dit proces heeft plaatsgevonden tijdens plenaire projectgroepvergaderingen, waarbij door de verschillende disciplines presentaties zijn gehouden en methoden en instrumenten zijn gepresenteerd;
- Het uitvoeren van literatuuronderzoek en het bundelen van de resultaten daarvan in een gezamenlijk rapport [Margaritis,2004], zoals in hoofdstuk 2 is beschreven;
- Het bundelen van statistisch epidemiologische expertise van TNO KvL en TNO Automotive om te komen tot een methode om controlegroepen te definiëren zoals beschreven in paragraaf 3.4 [De Vries,2005];
- Het bundelen van expertise van TNO Human Factors en TNO Automotive met betrekking tot wegbeeldanalyse met als uitgangspunt dat deze analyse specifieke informatie zou opleveren die een toegevoegde waarde zou opleveren bij de reconstructie van de toedracht van verkeersongevallen;
- Het bundelen van TNO Human Factors, TNO KvL en TNO Automotive expertise bij het opstellen van vragenlijsten voor het verzamelen van ongevalsgegevens bij betrokkenen en ooggetuigen met betrekking tot toedracht en gevolgen (letsels). Daarbij stonden de volgende aspecten centraal:
 - Optimale formulering en ordening van vragen over toedracht, rekening houdend met TNO Human Factors expertise over geheugenprocessen bij betrokkenen en ooggetuigen;
 - Vaststelling formulering van vraagstellingen over onder meer achtergrondkenmerken en sociaal-economische status en sociale-, en arbeidsparticipatie van betrokkenen bij verkeersongeval, rekening houdend met TNO KvL expertise over formuleringen bij bevolkingsonderzoek;
 - Onderlinge taakverdeling bij het verzamelen van gegevens, zoals: verzamelen van letsels door TNO Automotive en beperkingen in activiteiten en participatie door TNO KvL.

5.2 Relationale database, samenvoegen data

De IAAV database waarin alle informatie van de afzonderlijke deelgebieden is opgenomen heeft een structuur met vijf niveaus, zoals figuur 19 laat zien. Vanuit deze database zijn alle ingevoerde gegevens geanalyseerd. In dit rapport worden de Engelse termen aangehaald in [blokhaken] omdat dit de termen zijn die in de database in gebruik zijn en direct naar de database structuur verwijzen.

Het uitgangspunt is het [Accident] zelf. Het ongeluk is in een aantal 'Blokken' (niveau 2) onderverdeeld, zoals [Investigator] met de alle gegevens van de onderzoeker, [CARE¹²], [Global environment] met parameters onder andere betreffende temperatuur, wind, omgevingslicht, wegdek weer en [Objects] met parameters betreffende de botspartners.

De onderliggende blokken met bijbehorende parameters spreken voor zich. De informatie van de lange termijn effecten en van de wegbeeldanalyses, teruggemeld door TNO PZ en TNO HF zijn respectievelijk opgenomen in de blokken [Road scene analysis] en [Long term effects injuries].

Aan de database is een uitgebreid hulpsysteem gekoppeld die de gebruiker ondersteunt bij het interpreteren van de vragen om dat gebleken is dat simpele vragen al vaak op meerdere manieren geïnterpreteerd kunnen worden.

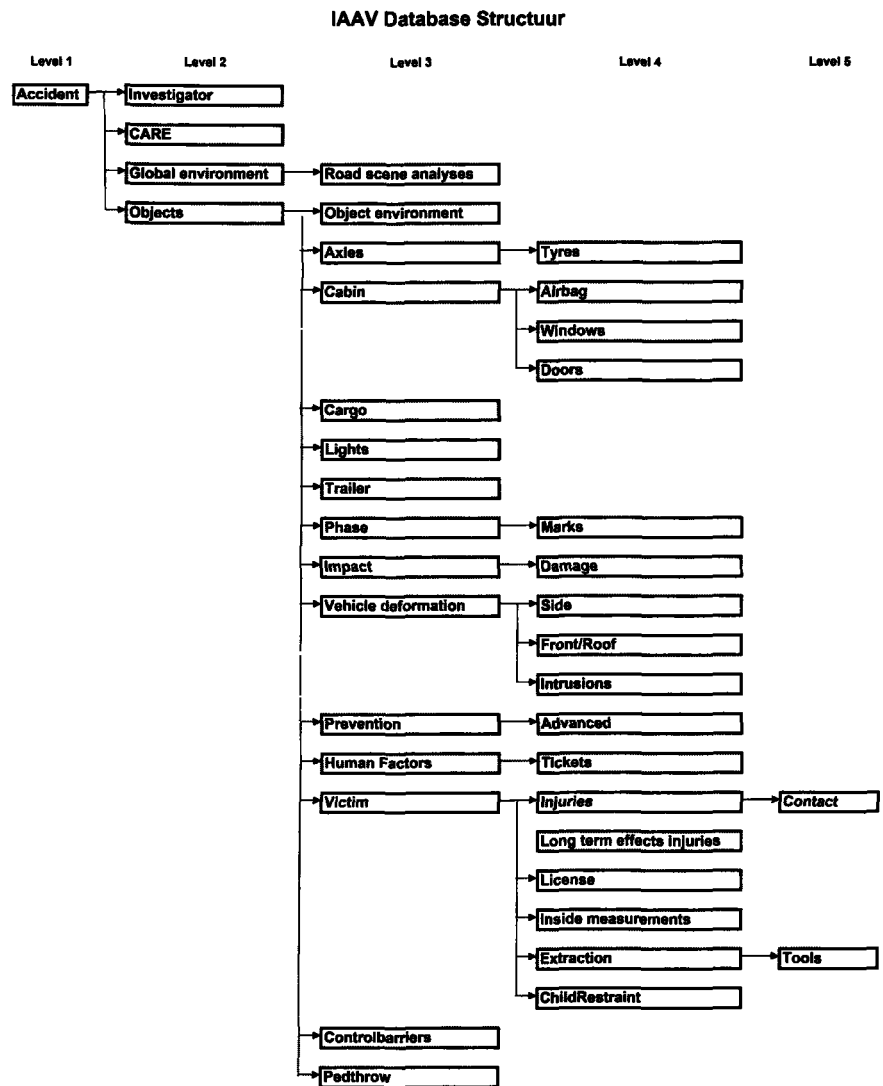
Wat de betreft de infrastructuur van de gegevens overdracht is de integratie geslaagd maar de invulling, het werkelijk aantal ongelukken waarvoor alle blokken zijn gebruikt/ingevuld is met één zeer laag. Er is met de in-depth gegevens van de 211 verkeersongevallen veel informatie beschikbaar, echter op één na (Ongeval Pijnacker) niet over de volle breedte.

Er zijn elf lange termijn gevallen opgenomen, waarvan twee zaken betreffende de Pendant ongevallen. Met de overige negen zaken is geen koppelingen te maken. De wegbeeldanalyses betreffen vier zaken van de kruisingen met permanente video opnamen en zestien wegbeeld analyses van IAAV ongevallen.

Het Ongeluk Pijnacker is als 'case' in detail beschreven in paragraaf 5.4, inclusief de reconstructie en vergelijken met wat op video is geconstateerd (aanrijplek, botsing, etc.).

Algemeen kan worden geconcludeerd dat de relationele database goed is opgezet. Voor de brede evaluatie is echter maar één case voorhanden.

¹² Community Road Accident Database en de database parameters



Figuur 19 IAAV database structuur

5.3 Protocol

Zoals beschreven in paragraaf 3.5, regelt het dagelijks protocol de eenduidige informatieoverdracht voor de aaneenschakeling van de onderzoekselementen bij verkeersongevallen, vanaf het moment dat het verkeersongeval door de meldkamer bij TNO Automotive is gemeld. Vervolgens is getoetst of het ongeval past in het bemonster plan. Na goedkeuring van het ongeluk rukt DART uit en worden de betrokken partijen (PZ en HF) geïnformeerd over de ongevalsgegevens. Met deze gegevens en na toestemming van de bij het ongeval betrokken partijen benadert PZ de personen met betrekking tot de lange termijn effecten en neemt HF actie ten behoeve van de wegbeeldanalyse van de ongevalslocatie. TNO Automotive is hoofdverantwoordelijk voor de melding, de informatieoverdracht en het beheer van de gegevens. Met het automatische follow-up systeem worden alle activiteiten gevolgd. Alle gegevens worden door de betrokken partijen in data files in een gesloten archief opgeslagen en in de relationele database ingevoerd. Voor de invoer is gebruik gemaakt van een eenduidige codering. Met deze database zijn de ongevallen geanalyseerd. TNO is de eigenaar van de gegevens.

Een belangrijk aspect van in-depth onderzoek zoals beschreven in de voorgaande paragrafen is dat de medewerkers van DART in aanraking komen met privé gegevens van slachtoffers. In Nederland is het beschermen van persoonsgegevens geregeld in de Wet Bescherming Persoonsgegevens. De werkwijze van DART is zo ingericht dat er zorgvuldig met de privacygegevens van slachtoffers van, en betrokkenen bij, verkeersongevallen wordt omgegaan. De maatregelen om de bescherming van privacygevoelige gegevens zoals namen en adressen van slachtoffers worden behandeld in hoofdstukken 2, 10, 12 en 14 van [Margaritis, 2002]. De verkregen informatie wordt onder geen beding vrijgegeven aan andere partijen omdat dit de betrouwbaarheid van de informatie, onder andere uit de interviews, ongetwijfeld zal beïnvloeden.

De volgende maatregelen zijn van kracht:

- De medewerkers van DART hebben toestemming van de Procureurs Generaal om, onder bepaalde voorwaarden, politierapporten en gegevens over verkeersongevallen in te zien.
- Slachtoffers worden anoniem in 'Datalog' ingevoerd. Enkel een betrokkenennummer en zaaknummer zijn aanwezig om een slachtoffer te identificeren. Het betrokkenennummer wordt in het mutatierapport geschreven;
- Het eerste contact met een slachtoffer of betrokkene wordt namens de politie gelegd. De eerste begeleidende brief die een slachtoffer ontvangt is een brief van de politie;
- Medische dossiers zijn niet toegankelijk zonder toestemming van het slachtoffer. Bij elk interview wordt een toestemmingsformulier meegestuurd met daarin het verzoek om toestemming aan DART te verlenen om het medisch dossier m.b.t. letsel opgelopen bij het onderzochte verkeersongeval in te zien. Zodra toestemming is ontvangen kan DART bij het ziekenhuis het medische dossier inzien;
- Dossiers worden opgeslagen in afgesloten kasten waar alleen DART medewerkers de sleutel van hebben. Digitale bestanden en databases staan op een apart beveiligd domein op de TNO server, ook hier hebben alleen DART medewerkers toegang.
- Bij afronding van het onderzoek worden mutatierapporten, PV's, medische rapporten en alle andere bronnen waar persoonsgegevens instaan geanonimiseerd;

- Het is medewerkers van DART niet toegestaan om privacygevoelige gegevens met derden te delen.

5.4 Gedetailleerde uitwerking gezamenlijke case

Het ongeval tussen een overstekende fietser en een personenauto op het kruispunt in Pijnacker is de enige case waarvoor èn gegevens van in-depth analyses, èn een gedragsanalyse met een nauwkeurige beschrijving van de werkelijke toedracht van het ongeval en wat direct daaraan vooraf ging op basis van de videobeelden èn gegevens van lange termijn effecten voor het slachtoffer op basis van de IAAV vragenlijst beschikbaar zijn. Dit ongeval gebruiken we als voorbeeld case voor het IAAV project. In het navolgende worden deze onderdelen eerst afzonderlijk gerapporteerd (5.4.1 t/m 5.4.3) en tot slot worden de resultaten met elkaar vergeleken (5.4.4).

5.4.1 *Beschrijving van Pijnacker case op basis van in-depth gegevens*

In deze paragraaf wordt de voorbeeldcase toegelicht aan de hand van de gegevens die het ongevallen-team DART tot haar beschikking heeft. Voor dit specifieke ongeval zijn de volgende gegevenssets verzameld:

- Twee getuigenverklaringen;
- Politieonderzoek; MUTRA en PV;
- Reconstructie met behulp van de politietekening;
- Interview met de fietser;
- Medische gegevens ('occupant injury form');
- Foto's;
- Voertuiginspectie-formulieren.

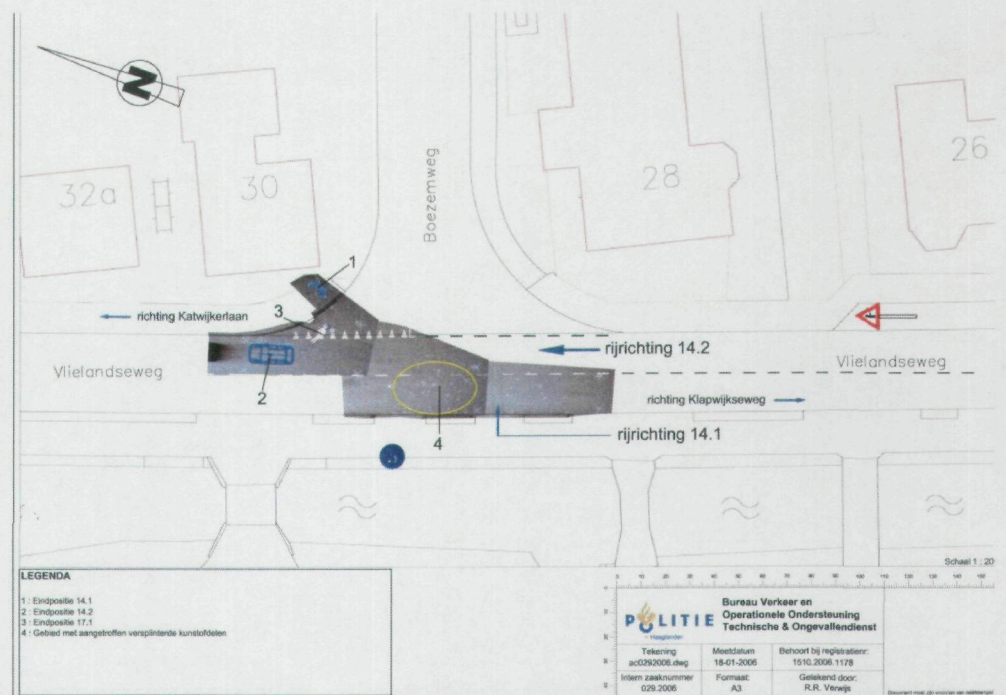
Met behulp van deze gegevenssets kan de situatie worden geschetst van waaruit het ongeval is gebeurd. In deze paragraaf zal dit worden uitgewerkt. In paragraaf 5.4.1.1 wordt het ongeval als eerste beknopt omschreven. De omgevings-, technische- en menselijke factoren worden beschreven in respectievelijke paragraaf 5.4.1.2, 5.4.1.3 en 5.4.1.4. In paragraaf 5.4.1.5 worden de getuigenverklaringen aangehaald en in paragraaf 5.4.1.6 wordt het ongeval gereconstrueerd.

5.4.1.1 *Beknopte omschrijving van het ongeval*

Het ongeval vond plaats op een T-splitsing op een doorgaande weg in Pijnacker, zie figuur 20, tijdens de ochtendspits om kwart over acht. Bij het ongeval waren een fietser en een auto direct betrokken. De fietser reed op het fietspad langs de Vlielandseweg, komende uit de richting van de Klapwijkseweg en gaande in de richting van de Katwijkerlaan. De automobilist reed ook op de Vlielandseweg in dezelfde richting als de fietser. Ter hoogte van de T-splitsing Vlielandseweg/Boezemweg sloeg de fietser vanaf het fietspad links, rechtsaf om de Boezemweg in te rijden. De auto reed op de T-splitsing rechtdoor en schepte daarbij de fietser. In figuur 21 is een tekening van de T-kruising afgebeeld met daarin aangegeven de rijrichtingen van de fietser en de auto en hun eindposities na de botsing.



Figuur 20 Overzichtsfoto van de T-splitsing (zie ook figuur 6).



Figuur 21 - Rijrichtingen en eindposities auto en fiets

5.4.1.2 *Omgevingsfactoren*

Het kruispunt bevindt zich binnen de bebouwde kom. De toegestane maximum snelheid is derhalve 50 km/uur. De kruisende wegen zijn van gelijke orde, waarbij verkeer op de Vlielandseweg voorrang heeft op verkeer op de Boezemweg.

Ten tijde van het ongeval was het donker buiten en stond de aanwezige wegverlichting aan. Er was geen neerslag, maar het wegdek was wel vochtig.

5.4.1.3 *Technische factoren*

Zowel de auto als de fiets waren rijtechnisch in voldoende staat van onderhoud en vertoonden geen gebreken die eventueel de oorzaak van, of van invloed zouden kunnen zijn geweest op het ontstaan van het ongeval.

5.4.1.4 *Menselijke factoren*

De fietser is benaderd om mee te werken aan een interview en heeft daarmee ingestemd. De automobilist kon niet meer worden benaderd, omdat deze verhuisd was en zijn nieuwe adres niet meer te achterhalen is.

In het interview geeft de fietser aan dat hij op het moment van het ongeval slaperig was. Zijn gezondheid verkeerde over het algemeen naar eigen zeggen in goede staat. Met betrekking tot het ongeval geeft de fietser aan dat hij de auto niet had gezien en dat de automobilist ook niet goed oplette.

Op de dag van het ongeval heeft de automobilist een verklaring aan de politie afgelegd waarin hij aangeeft dat hij met een snelheid van ongeveer 55 km/uur het kruispunt naderde, het verkeersbeeld rustig was en voor hem geen verkeer reed. Toen hij plotseling de fietser zag, was er geen tijd meer om af te remmen of uit te wijken.

De volledige verklaring van de automobilist was als volgt:

“Ik begrijp waarover u mij wenst te horen. U vraagt mij of ik in staat ben om een verklaring af te leggen, gezien de emotie van de aanrijding. Ja, ik ben hiertoe in staat.

Het voertuig waar ik in reed is mijn eigendom en behoort mij geheel in eigendom toe. Het betreft een personenauto van het merk Citroen, type Saxo en voorzien van het kenteken xx-xx-xx. De kleur van het voertuig is blauw.

Ik ben sinds anderhalf jaar woonachtig in Pijnacker en plaatselijk bekend. Ik kwam vanmorgen vanaf mijn woning, te Pijnacker en was voornemens naar mijn werk te gaan. Ik werk in de gemeente Voorburg. Ik neem meestal een vaste route naar mijn werk. Deze route gaat over de Vlielandseweg. De Vlielandseweg bestaat uit twee rijstroken voor verkeer in beide richtingen. Dat is de weg waar de aanrijding heeft plaats gevonden. Ten tijde van de aanrijding was het schemer en de straatverlichting brandde. Tevens kan ik u vertellen dat het droog was en dat het wegdek vochtig was.

Omstreeks 8:15 uur reed ik over de Vlielandseweg in de richting van Zoetermeer. Ik reed met een snelheid van ongeveer 55 kilometer per uur. Het verkeersbeeld was rustig en voor mij reed geen verkeer. Het is mij bekend dat de kruising Vlielandseweg met de Boezemweg vrij druk is. De kruising betreft een T-splitsing. Ik probeer hier altijd rekening mee te houden. Omdat er geen verkeer was vond ik de kruising overzichtelijk. Ik heb op de genoemde kruising geen verkeer zien staan. Ik ben gewoon in mijn rijstrook blijven rijden.

Plotseling zag ik een fietser, vlak voor mijn voertuig. Waar deze fietser vandaan kwam kan ik u niet verklaren. Ik heb de fietser in zijn geheel niet gezien. Ik heb de fietser met de voorkant van mijn voertuig aangereden. Op het moment dat ik de fietser zag, heb ik maximaal geremd, ten einde mijn voertuig tot stilstand te brengen. Ik merkte dat mijn voorruit van mijn voertuig, door de klap naar binnen werd gedrukt. Ik merkte dat er

glassplinters naar binnen kwamen. Voorts zag ik dat de fietser over mijn voertuig sloeg. Door de klap van de aanrijding is de voorruit van mijn voertuig dusdanig beschadigd dat het niet meer mogelijk was hier doorheen te kijken. Vervolgens heb ik mijn voertuig ter plaatse gestopt, zo veel mogelijk rechts van de weg. Nadat ik was uitgestapt, heb ik het voertuig niet meer verplaatst. Ik ben terstond naar de fietser gelopen. Gelijk daarna kwamen er meer omstanders. Door omstanders zijn de hulpdiensten op de hoogte gebracht.”

5.4.1.5 *Getuigenverklaringen*

Er is van een tweetal getuigen een verklaring afgelegd met betrekking tot het ongeval. In deze paragraaf zijn deze twee verklaringen opgenomen.

Getuigenverklaring meisje van 10

“Op woensdag 18 januari omstreeks 8:15 uur reed ik op mijn fiets en stond stil bij de kruising van de Boezemweg met de Vlielandseweg te Pijnacker. Ik kwam uit de richting van de Boezemweg en wilde de Vlielandseweg oversteken om vervolgens linksaf te slaan het fietspad op richting het station te Pijnacker. Op het moment dat ik bij het kruispunt stilstond zag ik een fietser links aan de overkant van de Vlielandseweg fietsen. Deze fietser kwam uit de richting van het station en stak ter hoogte van de Boezemweg, de Vlielandseweg over. Vervolgens keek ik naar rechts om te zien of er nog verkeer aan kwam vanuit de richting van de Katwijkerlaan en gaande in de richting van het station te Pijnacker. Vervolgens hoorde ik een knal en zag dat de genoemde fietser aangereden was door een auto, welke uit de richting van het station kwam en in de richting van de Katwijkerlaan reed. Ik heb niet gezien hoe hard de auto heeft gereden. Door de klap was ik zo geschrokken dat ik mijn fiets heb laten staan en ben vervolgens naar de achtertuin gelopen van mijn huis waar mijn vader was.”

Getuigenverklaring 47 jarige man

“Op woensdag 18 januari 2006 omstreeks 08:15 uur fietste ik op de Vlielandseweg te Pijnacker. Ik fietste in de richting van de Katwijkerlaan en wilde halverwege de Vlielandseweg rechts de Boezemweg in fietsen. Voor mij zag ik ter hoogte van de kruising van de Vlielandseweg met de Boezemweg een fietser stilstaan. Kennelijk met de bedoeling over te steken de Boezemweg in. Ik kon niet zien of deze fietser verlichting voerde. Ik bevond mij ongeveer op 30 meter afstand van deze fietser. Omdat ik ook de Boezemweg in moest keek ik naar rechts of er nog overig verkeer aan kwam. Op dat moment zag ik een blauwe auto voorbij rijden. Deze blauwe auto kwam uit de richting van de spoorwegovergang en reed in de richting van de Katwijkerlaan te Pijnacker.

De snelheid van de blauwe auto was niet erg hoog. Ik schat dat de snelheid van de auto ongeveer 50 km/uur geweest moet zijn. Toen de blauwe auto mij gepasseerd was, keek ik nogmaals rechts over mijn schouder om te zien of er nog meer verkeer aankwam. Op dat moment hoorde ik een enorme knal voor mij. Ik keek direct in de richting vanwaar het geluid kwam en zag dat de fietser die overstak geschept werd en op de voorruit terecht kwam om vervolgens rechts van de blauwe auto op de grond te vallen. Hierop ben ik direct naar het ongeval gefietst om te zien of ik hulp kon bieden. Vervolgens werd door omstanders de politie gebeld.”

5.4.1.6 *Reconstructie van het ongeval*

Met behulp van het softwarepakket PC-Crash en de beschikbare gegevens is een reconstructie gemaakt van het ongeval. Deze reconstructie wordt gemaakt op basis van aannames voor snelheden van de voertuigen en de positie van het confrontatiepunt. Als

eerste aanname voor de snelheid van de auto zijn de verklaringen van de automobilist en een getuige gebruikt, tussen 50 en 55 km/uur. Voor de snelheid van de fietser is een gebied tussen 0 en 10 km/uur genomen op basis van een van de getuigenverklaringen, waarin werd gesteld dat de fietser stilstond voordat hij de weg overstak. Het is dan aannemelijk dat de snelheid van de fietser op het moment van confrontatie nog geen 10 km/uur is geweest. Bij gebrek aan sporen is de positie van het confrontatiepunt benaderd door het kruispunt van de vermoedelijke rijrichtingen van de voertuigen. Uitgaande van deze snelheden en dit confrontatiepunt zijn de eindposities van de auto en de fiets niet goed te verklaren. Vervolgens zijn de snelheden van de fiets en de auto iteratief bepaald. Met een snelheid van 55 km/uur voor de auto en 18 km/uur voor de fiets zijn de eindposities van deze voertuigen na de botsing wel goed te verklaren, uitgaande van hetzelfde confrontatiepunt. Figuur 22 geeft de personenauto en de fiets zoals aangetroffen op locatie na de aanrijding.



Figuur 22 - Personenauto en fiets zoals aangetroffen op de ongevalslocatie na de aanrijding

5.4.2 Gedragsanalyse

De gedragsanalyse vindt plaats aan de hand van de wegbeeldanalyse in paragraaf 5.4.2.1. en de opgenomen videobeelden in paragraaf 5.4.2.2.

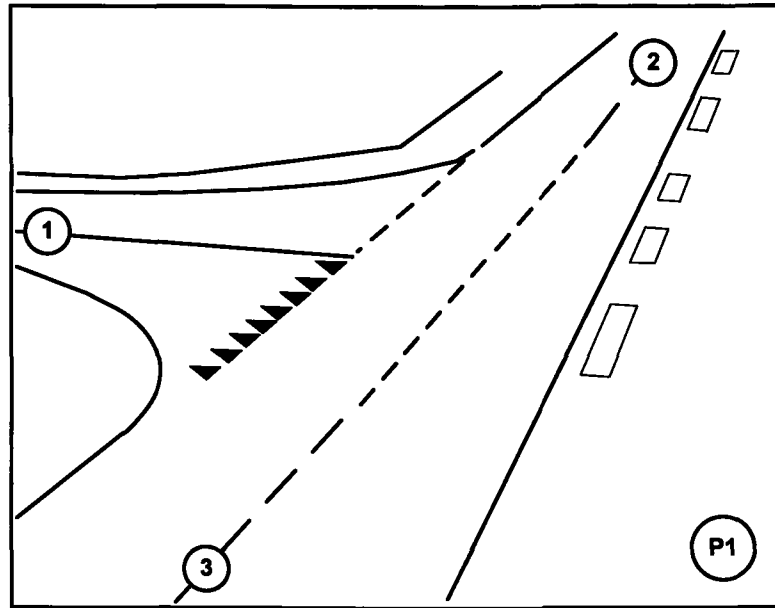
5.4.2.1 *Wegbeeldanalyse T-kruising Pijnacker en gedragsobservaties vanaf video*

Voor deze locatie is een algemene wegbeeldanalyse uitgevoerd [Horst & Martens, 2007]. Daarbij werd geconstateerd dat het zeker voor verkeer vanuit de Boezemweg een onoverzichtelijke kruising is en het linksafslaan extra bemoeilijkt wordt door het vele verkeer op de Vlielandseweg dat bovendien regelmatig te hard rijdt. Uit de gedragsobservaties en de conflictanalyses (zie 4.2.1) kwamen twee hoofdproblemen naar voren op deze kruising, namelijk de linksaf beweging van verkeer vanaf de Boezemweg naar de Vlielandseweg en het fietsverkeer van en naar de Boezemweg dat de Vlielandseweg moet oversteken naar of van het in twee richtingen te berijden fietspad dat aan de overkant langs de Vlielandseweg loopt. Soms duurt het lang voor het verkeer van de Boezemweg kan oversteken, zicht op naderend verkeer wordt extra bemoeilijkt door het slechte zicht op het verkeer op de hoofdweg en men ziet automobilisten dan ook geregeld al enigszins met hun neus op de rijbaan staan of een linksaf manoeuvre beginnen en weer afbreken. Soms treden conflicten op doordat het linksafslaan de autoverkeer vanuit de Boezemweg dezelfde hiaten gebruikt als fietsers vanaf het fietspad naar de Boezemweg toe. Achteraf na het analyseren van de videobeelden kan geconstateerd worden dat het probleem van hiaatacceptatie vanuit de Boezemweg, het drukke verkeer op de Vlielandseweg en de relatief hoge snelheid bij de wegbeeldanalyses goed zijn ingeschat. Echter het probleem van de overstekende fietsers is daarbij onvoldoende onderkend, waarschijnlijk mede vanwege het feit dat kruisend fietsverkeer vooral aanwezig is in ochtend- en avondspits en nauwelijks overdag ten tijde van het uitvoeren van de wegbeeldanalyses.

5.4.2.2 *Analyse opgenomen videobeelden*

In deze paragraaf zijn delen uit [Horst & Martens, 2007] en [Horst, et al, 2007] overgenomen en om die reden in de Engelse taal gehouden.

This collision was the most severe one of the whole project that were recorded with video with a bicyclist, crossing the main road just in front of a car, seriously injured. The accident occurred on January 18th, 2006 at 8:25 h in the morning during dawn. It was dry weather, but the road surface was wet. A first van is turning left from the minor road after 3 cars from the right had passed. After the passing of a 4th car from the right, a second van from the minor road turns left. In the meanwhile a bicyclist is approaching the intersection from direction (2) on the separate bicycle track (see Figuur 23) and wants to cross the main road to continue into the direction of the minor road.



Figuur 23 - Layout of location P1 in Pijnacker with the directions indicated (1 = Boezemweg, 2 = Vlielandseweg direction Pijnacker, 3 = Vlielandseweg direction Zoetermeer)

Also a car from direction (2) is approaching the intersection with a speed of at least 72 km/h. At time is 5.5 s before impact, the bicyclist is looking over his right shoulder to the right for the first time for about 1 s. His view on the main road car from (2) is occluded by the first van from the minor road that is now driving on the main road into direction (2). At 3.2 s before impact the bicyclist looks for the second time to the right for a short period of time (0.64 s). During this look he could have seen the main road car. The second van turning left from the minor road, is next to the bicyclist at 1.68 s before impact at the moment the bicyclist makes a right turn from the bicycle track to cross the main road diagonally directly behind this van. Apparently, the second look was rather short, more or less automatically made and of the type 'looked but failed to see' as he had decided to cross directly behind the van. The bicyclist is riding with a speed of about 5 m/s (18 km/h). At 1.1 s before impact the occlusion by the van is over, and, in principle, both road users involved could have seen each other again. At that moment the bicyclist again looks to the right and is initiating an avoiding manoeuvre by steering to the left but no escape from the collision is possible anymore. The speed of the car at that moment is still about 72 km/h. He starts braking but can not avoid the bicyclist anymore. The impact speed of the car hitting the bicyclist is about 18.4 m/s (66 km/h). The bicyclist is hitting the car in the front, is thrown into the air, hits the top of the windscreen with his head about 0.32 s after impact, makes a flip over and gets separate at the right side from the car at 1.1 s after impact, hits the road surface at 1.3 s and shifts over the road surface for about 1.9 s before laying still and out of consciousness. The bicycle was flying through the air, hit a fence at the corner of the intersection rather heavily with the rear wheel (that is indented because of this contact), bounced upwards while making a complete flip over and smashed down onto the ground. The car has a braking distance after impact of about 29 m. The average deceleration level is 5.8 m/s². At the moment of the collision, a small girl on a bicycle is waiting for turning left from the minor road. The bicycle is passing her in the air at a very short distance, and the bicyclist is getting to lie still just in front of her bike. She seems to be so shocked by the event that she turns around and rides away.

5.4.3 *Gevolgen van het ongeval en lange termijn effecten*

Ten gevolge van het ongeval heeft de fietser de volgende verwondingen opgelopen:

- Gebroken schouder
- Gebroken oogkas
- Hersenkneuzing

Ruim een jaar na het ongeval wordt door de betrokken fietser de volgende beperking in activiteiten en participatie gerapporteerd:

Er wordt in algemene zin aangegeven dat er nog 'een beetje een beperking' wordt ervaren met betrekking tot het geheugen, concentratie en bij het nadenken. Meer specifiek worden de volgende zaken genoemd als gevolg van het ongeval. De persoon geeft aan:

- Ik vergeet vaker wat ik te doen heb;
- Ik vind het moeilijk om zelf initiatieven te nemen (huishoudelijk werk/ opdrachten uitvoeren op school of werk, hobby's)
- Ik ben geestelijk sneller en vaker moe;
- Ik ervaar vaker ongemakkelijke situaties in de omgang met mijn werkgever.

5.4.4 *Interpretatie*

Uit het voorgaande is het duidelijk dat er vanuit de verschillende invalshoeken deels hetzelfde en deels een verschillend beeld wordt opgeroepen. In de ongevalsstatistiek komt dit ongeval waarschijnlijk terug als een voorrangsongeval op een T-kruising tussen een personenauto en een fietser bij duisternis met openbare verlichting, droog weer en een nat wegdek waarbij de fietser gewond is afgevoerd naar het ziekenhuis. Misschien vallen de richtingen waar de betrokkenen vandaan kwamen nog wel te achterhalen. Van de specifieke lokale omstandigheden als een in twee richtingen te berijden fietspad langs de hoofdweg aan de overzijde van de zijweg en de omstandigheden waaronder dit ongeval heeft plaatsgevonden valt waarschijnlijk weinig te zeggen. De in-depth ongevalsanalyse op basis van de beschikbare gegevens geeft al een gedetailleerder beeld. Op basis van de getuigenverklaringen kunnen aannamen gedaan worden over de snelheden van betrokkenen op moment van de botsing. Hiervoor is voor de auto een snelheid tussen de 50 (schatting van getuige 2) en 55 km/uur (verklaring automobilist) aangehouden. Volgens getuige 2 stond de fietser stil kennelijk met de bedoeling om over te steken. Als een fietser vervolgens opstapt is de snelheid na circa 5 m nog vrij laag. Een snelheid van 10 km/uur is dan aan de hoge kant. Op grond van deze gegevens gaf de reconstructie met PC-Crash plausibele resultaten ten aanzien van eindpositie van fietser en fiets. Dat de fietser (wellicht slaperig?) is overgestoken en plotseling voor de automobilist opdoemde zodanig dat een botsing onvermijdelijk was is wel duidelijk, maar een verklaring waarom dit kon gebeuren ontbreekt. De analyse van het ongeval vanaf de beschikbare videobeelden maakt veel duidelijk. Voordat de fietser de kruising naderde waren er 2 bestelbusjes die vanuit de Boezemweg linksaf sloegen. Het eerste bestelbusje belemmerde het zicht op de naderende personenauto op het moment dat de fietser voor het eerst rechts over zijn schouder keek. Op het moment dat de fietser voor de 2e keer naar rechts keek was er kortstondig een gelegenheid de personenauto waar te nemen, de fietser keek toen wel maar heel kort en had kennelijk de auto niet of niet voldoende opgemerkt. Overigens zit er wel een tegenstrijdigheid in de verklaring van de fietser, namelijk dat hij de auto niet had gezien en dat de automobilist ook niet goed oplette. Direct na passeren van de 2e linksafslaande bestelbus steekt de fietser over en rest er tot de botsing nog slechts 1 seconde, een tijdspanne waarin nauwelijks nog een vermijdingsactie van de betrokkenen mogelijk is. De snelheid van de personenauto is duidelijk hoger dan

aangegeven door de automobilist of geschat door de 2e getuige. Op zich misschien niet zo verwonderlijk omdat ook de wegbeeldanalyses en de gedragsanalyses van conflicten al hadden aangetoond dat de 'normale' snelheid van het verkeer op de Vlielandseweg wel wat hoger ligt dan de wettelijk toegestane snelheid van 50 km/uur. Opvallend is dat geen van de betrokkenen of de getuigen ook maar rept van de 2 linksafslaande bestelbusjes, terwijl deze toch duidelijk een rol hebben gespeeld en het gedrag van de fietser voor een groot deel verklaren. Dat strookt met de algemene constatering dat er bij de geanalyseerde botsingen vaak een derde verkeersdeelnemer of speciale omstandigheid op een of andere wijze een rol speelde vlak voor of op het moment van de botsing, waarvan vrijwel direct na het ongeval ter plekke niets meer terug te vinden is. Dit komt goed overeen met wat [Noordzij, et al, 1992] eerder ook al eens hadden geconstateerd. Direct na het ongeval keert getuige 1 om en gaat er op de fiets vandoor. In haar beleving heeft ze haar fiets laten staan en is naar haar vader gerend. De 2e getuige dacht dat de fietser stilstond alvorens over te steken. De beelden laten duidelijk zien dat de fietser min of meer in één vloeiende beweging schuin overstak met een snelheid van rond de 18 km/uur. Dit maakt duidelijk dat het voor mensen zeer moeilijk blijft een betrouwbare en gedetailleerde weergave van wat ze gezien hebben te geven. Ook getuigen die verder geen enkel belang hebben bij de zaak, reconstrueren achteraf deels wat ze gezien menen te hebben.

De reconstructie met PC-Crash laat de gecompliceerde beweging van de fietser na de botsing niet toe. De afgebroken spiegel geeft een indicatie dat de fietser rechts van de auto is afgegleden. De fiets vliegt op de beelden duidelijk een eind door de lucht en stuitert eerst omhoog na aanraking met de tuinafscheiding (het muurtje) om vervolgens neer te vallen ongeveer op de plek waar de fiets is aangetroffen. Als alleen van de plaats van de fiets wordt uitgegaan, dan is een botssnelheid van 55 km/uur plausibel. Wordt rekening gehouden met de energie die de fiets verliest door de botsing met het muurtje dan ligt een hogere botssnelheid meer voor de hand.

Bovendien is bij de reconstructie uitgegaan van een confrontatiepunt dat dichtbij het kruispunt ligt dan uit de video-opname blijkt. In werkelijkheid steekt de fietser een doorgang eerder over, dus op een grotere afstand van de plek waar de fietser uiteindelijk terecht komt. Wordt uitgegaan van dit confrontatiepunt dan duidt dit ook op een hogere impactsnelheid.

De gedragsobservaties en de conflictanalyses hebben de veiligheidsproblemen op deze kruising goed aangegeven, enerzijds de moeilijke taak van weggebruikers om vanuit de Boezemweg linksaf te slaan als er van beide zijden op de Vlielandseweg verkeer met vaak behoorlijke snelheid rijdt en anderzijds dat fietsers die vanaf het eenzijdig gelegen fietspad naar de Boezemweg willen oversteken vaak gebruik maken van dezelfde hiaten in de verkeersstromen als het linksafslaande verkeer van de Boezemweg. De wegbeeldanalyses hadden wel goed geïnventariseerd dat het oversteken van de drukke Vlielandseweg moeilijk was, maar dit niet expliciet voor fietsers aangeduid.

Het hoofdletsel (gebroken oogkas en hersenkneuzing) van de fietser is goed te verklaren uit de schade aan de voorruit en de rand van het dak. Uit de videobeelden blijkt dat de gebroken schouder ontstaan is uit de val op het wegdek. De inventarisatie van de lange termijn gevolgen laat duidelijk zien dat de fietser ruim een jaar na het ongeval nog steeds nadelige gevolgen ervan ondervindt.

5.5 Evaluatie van de ontwikkelde methodiek voor de integrale aanpak

In deze paragraaf wordt de evaluatie van de ontwikkelde methodiek voor de integrale aanpak beschreven.

Ongevalsegevens verzameling

Voor elk afzonderlijk expertisedeel zijn ongevallen in de database opgenomen. Voor de in-depth gegevens betreft dit 211 ongevallen. Voor de wegbeeld-/ gedragsanalyses en de lange termijn effecten ligt dit aantal op respectievelijk 16 op video vastgelegd, een paar honderd conflicten en afwijkend gedrag en 276 lange termijn gevolgen. Bij het verzamelen en samenvoegen van de ongevalsgegevens is gebleken, dat slechts bij één ongeval alle gewenste data zijn verkregen. De volgende aspecten hebben een rol gespeeld bij het veroorzaken van het ontbreken van gegevens:

- Bij de aanvang van het project zijn er op basis van 'black spot' analyse locaties geselecteerd in de regio Delft, waarvan men verwachtte dat er veel ongevallen zouden plaatsvinden. Achteraf bleek dat op die locaties weinig tot geen ongelukken hebben plaatsgevonden. Veelal blijken ongelukken te gebeuren op de aanrijroutes van die kruisingen. Als ongevalslocatie wordt echter in de gebruikte bronnen wel de kruising genoemd. Als voorbeeld kan worden gemeld dat in enkele gevallen DART is uitgerukt naar een ongeval op een van de vier video locaties. Bij aankomst bleek dat het ongeval op enkele tientallen meters afstand van het kruispunt had plaatsgevonden;
- Het blijkt uit de video opnamen dat bij een aantal ongelukken de betrokken personen de schade kort opnemen, de gegevens uitwisselen en vervolgens hun weg vervolgen. Hierdoor wordt de politiemeldkamer niet geïnformeerd en daardoor ook TNO niet;
- Er zijn ook ongelukken gebeurd waarbij de meldkamer het ongeval om niet te achterhalen redenen niet aan TNO heeft aangemeld;
- In een aantal gevallen is de wegbeeldanalyse onvoldoende kort na het ongeval uitgevoerd. Het bleek dat de locatie reeds was aangepast. Op dat moment zijn de verzamelde gegevens niet meer bruikbaar voor de analyse van het verkeersongeval dat plaatsvond in de 'oude' situatie;
- Bij alle aangemelde ongevallen zijn vragenlijsten verstuurd aan de betrokken partijen (slachtoffers, ooggetuigen). De vragenlijsten hadden betrekking op het gedrag en de toestand van de personen rond het tijdstip van het ongeluk, het letsel en de lange termijn gevolgen. Het is gebleken dat de initiële respons op de vragenlijsten laag is (rond de 15%), maar door middel van een belronde is een bemoedigend response van 30% verkregen.

De combinatie van de verschillende bronnen van non-respons heeft ertoe bijgedragen dat de doelstelling om te komen tot een complete dataset onvoldoende is gerealiseerd.

Daarnaast moet worden opgemerkt dat de gegevens die wel zijn verzameld door de afzonderlijke methoden kwalitatief uniek materiaal bevatten. Dit is mede mogelijk gemaakt door:

- Afspraken met de politie en ziekenhuizen over het melden van recente verkeersongevallen en het kunnen verkrijgen van letselgegevens, waardoor het mogelijk was om de gewenste gedetailleerde informatie te verkrijgen;
- De ondersteuning van het protocol, waarin taken en verantwoordelijkheden van alle partijen zijn weergegeven zodat de gegevensverzameling zo goed mogelijk onderling afgestemd kon worden.

Een extra uitdaging bij het opstellen van het protocol, vullen van de database en combineren van de analyses uit de verschillende disciplines was de verschillende doorlooptijd van de gegevensverzameling:

- In-depth onderzoek van TNO Automotive levert informatie in uren tot enkele dagen. Informatie uit interviews met betrokkenen zal een periode van weken tot een paar maanden vergen;
- Voor de wegbeeldanalyses van TNO TM zal een periode van enkele weken tot maanden nodig zijn; en,
- De lange termijn effecten verzamelt door TNO-PG zal een nog langere periode noodzakelijk zijn; maanden tot een of meerdere jaren.

Minimum statistische analyse/ kwalitatieve analyse beschikbare case

De beoogde minimum statistische analyse heeft niet kunnen plaatsvinden door het gebrek aan ongevallen waarbij alle gewenste gegevens zijn verzameld. In plaats daarvan is een uitvoerige kwalitatieve analyse uitgevoerd op de beschikbare case, zoals beschreven in paragraaf 5.4. Deze gezamenlijke case (Pijnacker ongeval) maakt duidelijk dat in-depth ongevalsanalyse, gedragsanalyses (wegbeeldanalyses en conflictobservaties) en inventarisatie van lange termijn gevolgen een ruim beeld geven van de belangrijkste aspecten van een ongeval, elkaar goed aanvullen en dat een integrale aanpak duidelijk meerwaarde heeft. Deze aanpak laat zien dat dit ongeval niet een op zichzelf staande unieke gebeurtenis is, maar mede terug te voeren is op het functioneren van de betreffende kruising. Dit geldt niet alleen voor de reconstructie van een ongeval maar ook voor inzicht in de veiligheidsproblemen die er op de kruising optreden en mogelijke oorzaken. Jammer is dat deze aanpak slechts voor één case volledig is. Analyse van de videobeelden geeft goed inzicht in de feitelijke keten van gebeurtenissen die tot een ongeval hebben geleid en geeft op een aantal punten aan in welke richting de afzonderlijke aanpakken nog verbeterd kunnen worden.

Uit de case blijkt dat:

- Geen van de betrokken partijen heeft melding gemaakt van de bestelwagen,. Deze bestelwagen heeft een wezenlijke negatieve invloed op het zichtveld van de fietser;
- De fiets steekt op ander plaats over dan aangegeven in het PV;
- Confrontatiepunt ligt daarmee op andere plaats, dan aangegeven;
- De snelheid van de voertuigen blijkt lastig in te schatten door betrokkenen;
- Reconstructie geeft niet het juiste beeld;
- Hoofdletsel van het slachtoffer heeft na één jaar nog steeds gevolgen voor zijn functioneren;
- De fiets kaatst tegen het muurtje waardoor de overgedragen energie van de auto op de fiets behoorlijk hoger ligt dan ingeschat. De auto moet derhalve harder hebben gereden dan ingeschat;
- Het letsel van het slachtoffer is niet uitsluitend het gevolg van de impact maar ook van de omgeving (infrastructuur).

Samenvoegen van databases van expertise

Er is binnen het project een relationele database opgezet, waarmee een infrastructuur is gemaakt die de basis vormt voor het leggen van verbanden tussen relevante ongevalsgegevens (zoals: toedracht, omgevingsaspecten, letsel, lange termijn gevolgen). De huidige beperkte 'vulling' van de database maakt het niet mogelijk om aard van de verbanden te illustreren. Wel vormt de database een belangrijke kern van de integrale methode omdat alle variabelen die met de verschillende instrumenten kunnen worden verzameld, in deze database samenkomen. Binnen de database is aangegeven

welke variabelen door welke methode verzameld en op welke wijze de data zijn gedefinieerd/gecategoriseerd.

Het product (relationele database) is nu klaar voor gebruik. De structuur en codering van de database is eenduidig. Indien de database met alle componenten wordt gevuld dan zijn uitgebreide analyses mogelijk op de aspecten mens, voertuig en infrastructuur.

6 Conclusies & Aanbevelingen

Het doel van het onderzoeksproject is het ontwikkelen van een methode voor de Integrale Aanpak voor de Analyse van Verkeersongevallen (IAAV). Daarbij gaat het om het verwerven van inzicht in verkeersongevallen door de toedracht, de oorzaken en de gevolgen van het ongeval diepgaand in kaart te brengen met betrekking tot voertuig, mens en omgeving, en de interacties daartussen. Voor een groot aantal ongevallen worden al deze gegevens opgeslagen in een relationele database. Met de in deze database ondergebrachte kennis kunnen maatregelen ontwikkeld worden om:

- Ongevallen zoveel mogelijk te voorkómen;
- De mens zo goed mogelijk te beschermen als het ongeval eenmaal onafwendbaar is;
- De kwaliteit en doelmatigheid van zorg te vergroten bij verkeersslachtoffers.

In paragraaf 6.1 worden eerst de conclusies gegeven, gevolgd door paragraaf 6.2 waarin de aanbevelingen worden besproken.

6.1 Conclusies

Het onderzoek is gestart met uitdagende ambities. Vooral het combineren van de analyses uit de verschillende disciplines met ieder hun eigen doorlooptijd van de gegevensverzameling (dagen, maanden, jaren) maakt integratie tot een lastige taak.

Ontwikkeling integrale methodiek.

Voor de integrale methodiek zijn de volgende delen ontwikkeld:

- Een samenwerkingsprotocol met acties;
- Een methode voor het in-depth verzamelen van verkeersongevallen;
- Een methode voor het verzamelen van een controlegroep voor in-depth analyse;
- Een methode voor de analyse van gedrag in conflicten en ongevallen met behulp van permanente video-observatie;
- Een gedragskundige analyse methode van ongevallen (wegbeeldanalyses);
- Een interview methode voor menselijk gedrag vlak voor het ongeluk;
- Het instrument 'IMPACT' voor de lange termijn effecten van de opgedane letsels bij verkeersongevallen, waarin elementen van beperkingen en kwaliteit van leven zijn ondergebracht;
- Een relationele database voor het samenvoegen en analyseerbaar maken van ongevalsgegevens;

Op basis van de resultaten van de ontwikkelingswerkzaamheden om te komen tot een integrale methodiek kan worden geconcludeerd dat:

- 1 Alle beoogde onderdelen van de methodiek zijn ontwikkeld en toegepast;
- 2 De integratie van de afzonderlijke onderdelen is gerealiseerd;
- 3 De video-observatie methode, die primair als evaluatie instrument ten behoeve van de beoogde methodiek is ontwikkeld en toegepast, een duidelijke toegevoegde informatiewaarde heeft gehad door het aanschouwelijk maken van de keten van gebeurtenissen die zich voltrekt in het tijdvak rondom het ongeval. Deze methode wordt daardoor als onmisbaar onderdeel beschouwd voor de ontwikkeling van de integrale methodiek.

De kwaliteit van de integrale methodiek

De kwaliteit van de integrale methodiek is afgeleid van de kwaliteit van de afzonderlijke onderdelen van de methodiek. Op basis daarvan kunnen de volgende hoofdconclusies worden getrokken:

- 1 De geconstateerde technische kwaliteit van de afzonderlijke onderdelen van de integrale methodiek geeft voldoende grond om de huidige methodiek operationeel in te kunnen zetten bij integrale analyse van verkeersongevallen;
- 2 Op onderdelen van de integrale methodiek wordt verdere verbetering van de technische kwaliteit op termijn van belang geacht, zoals bijvoorbeeld: het verbeteren van de betrouwbaarheid van interviewgegevens over de ongevalstoedracht, en het meten van de lange termijn gevolgen;
- 3 De praktische toepasbaarheid (feasibility) van de integrale methodiek is onvoldoende gebleken, wat met name zichtbaar is geworden door de relatief lage respons. De bereidwilligheid van betrokkenen om desgevraagd informatie aan te leveren was onvoldoende. Daarnaast bleek het moeilijk om betrouwbare informatie te krijgen op basis waarvan Blackspot-locaties konden worden geselecteerd. Ook kan worden geconcludeerd dat het uitvoeren van alle relevante metingen/ analyses een strak protocol verlangt, waarbij de juiste timing van de metingen/analyses van belang is om te voorkomen dat omstandigheden zich tussentijds kunnen wijzigen (bijvoorbeeld bij wegbeeldanalyse).

De meerwaarde van de methodiek

Ten aanzien van de meerwaarde van de integrale methodiek komen de volgende hoofdconclusies naar voren:

- 1 De combinatie van de non-respons van elk van de afzonderlijke delen van de integrale methodiek heeft ertoe bijgedragen dat de doelstelling om te komen tot een complete dataset onvoldoende is gerealiseerd. Daardoor is de meerwaarde van de methodiek niet te illustreren op basis van statistische analyses;
- 2 De kwalitatieve analyse van de integraal geanalyseerde casus illustreert evenwel de potentiële meerwaarde van de integrale methodiek. De bijdragen van de afzonderlijke onderdelen van de methodiek blijken aanvullende, en elkaar op onderdelen ondersteunende, informatie op te leveren.

6.2 Aanbevelingen

De technische kwaliteit van de onderdelen geeft voldoende grond aan te bevelen om de huidige methodiek in te zetten bij de integrale analyse van verkeersongevallen en om de relationele IAAV database te vullen met meer gemeenschappelijke cases. Met deze gemeenschappelijke cases kan de kwaliteit van de integrale methodiek vastgesteld worden.

De respons van de interviews en getuigenverklaringen van de betrokken verkeersdeelnemers moet beter. Aanbevolen wordt de drempel bij het invullen van de interviews te verlagen, door onder andere:

- De interviews minder belastend maken;
- Het belonen van het invullen van de enquête/interview;
- Het loskoppelen van de schuldvraag;
- Het steken van extra effort voor het verkrijgen van de informatie, o.a. andere door middel van belrondes (mondellngel uitleg van het onderzoek, opnieuw verzoeken tot invullen van de enquête, etc.), telefonische interviews, etc.;
- De privacy van de gegevens goed regelen en de betrokkenen hierover informeren;

- De betrokkenen informeren dat de ongevalsgegevens en analyse resultaten niet ingebracht zullen worden in een gerechtelijk onderzoek;
- Het verkrijgen van een bevoegdheid tot het horen van de betrokkenen/getuigen. Bemoedigend is het feit dat een belronde bij de in-depth analyses een verdubbeling van de respons opleverde.

Het verdient daarnaast de aanbeveling om te onderzoeken hoe de getuigenverklaringen en gegevens uit de enquêtes/interviews beter in de IAAV database beschikbaar zijn.

De huidige versie van IMPACT is voldoende betrouwbaar en valide om verdere verbeteringen op te baseren. Aanbevolen wordt om in een vervolgtraject, na een aantal inhoudelijke verbeteringen, IMPACT in de praktijk (revalidatie, verzekeraars) op kleine schaal te implementeren om daar de meerwaarde van het instrument te tonen en verdere ontwikkeling mogelijk te maken. Een dergelijk traject is begin 2007 voor de komende twee jaar ingezet met financiële steun van de Stichting Achmea Slachtoffer en Samenleving.

Analyse van de videobeelden geeft extra inzicht in de feitelijke keten van gebeurtenissen die tot een ongeval hebben geleid en geeft op een aantal punten aan in welke richting de afzonderlijke aanpakken nog verbeterd kunnen worden. In deze studie hadden de video opnamen van ongevallen tot doel om de afzonderlijke benaderingen in in-depth ongevalsanalyses, wegbeeldanalyses en gedragsobservaties (inclusief conflicten) te valideren, maar waren niet bedoeld als integraal onderdeel van de integrale methode. Aanbevolen wordt om deze technologie, vanwege de resultaten die ermee bereikt zijn en de verwachte verdere technologische ontwikkelingen in automatische video analyse technieken, in te zetten in de integrale methodiek. Het levert een rijke bron aan informatie over natuurlijk rijgedrag van weggebruikers en kan ook dienen als basis voor het beter begrijpen van interacties tussen weggebruikers onderling en tussen weggebruikers en de wegomgeving. Recent, is in de Verenigde Staten in het SHRP-II (Strategic Highway Research Program II) programma de potentie van deze aanpak (genoemd site-based risk approach) aangemerkt als aanvullend voor in-voertuig studies (zoals de 100-car studie in de VS).

Wegbeeldanalyses geven duidelijk een aanvullende bijdrage aan het beter begrijpen van de invloed van wegbeeld gerelateerde oorzaken voor onveilig gedrag en het ontstaan van ongevallen. Het verdient aanbeveling om wegbeeldanalyses beter te integreren in het proces van in-depth ongevalsgegevens verzamelen. Voor het toepassen van de integrale methodiek is een strak protocol vereist. Dit is mede van belang voor het voor elkaar toegankelijk maken en koppelen van allerlei gegevensbestanden, een stap die in de toekomst alleen maar belangrijker wordt voor een betrouwbare registratie en analyse van verkeersongevallen, zoals uit de Workshop Onderzoek Verkeersongevallen in 2005 bleek.

7 Referenties

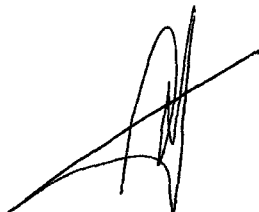
- [De Vries, 2005] Y.W.R. de Vries, (2005);
A method for control group data to find accident- and injury causation factors for in-depth traffic accident studies;
TNO Automotive report, 05.OR.SA.034.1/YdV.
- [Hoogvelt, 2005] Hoogvelt, R.B.J. (2005);
Verslag Workshop Onderzoek Verkeersongevallen, 23 september 2005;
TNO Automotive, Delft, Nederland.
- [Horst, 1990] Horst, A.R.A. van der, 1990;
A time-based analysis of road user behaviour in normal and critical encounters;
PhD Thesis, Delft University of Technology.
- [Horst, et al, 2007] Horst, A.R.A. van der, Rook, A.M., Amerongen, P.J.M. van & P.J. Bakker, 2007;
Video-recorded accidents, conflicts and road user behaviour Integral Approach Analysis of Traffic Accidents (IAAV);
TNO-report TNO-DV 2007 D154, Soesterberg: TNO Human Factors.
- [Horst & Martens, 2007] Horst, A.R.A. van der & Martens, M.H., 2007;
Wegbeeldanalyses Integrale Aanpak Analyse Verkeersongevallen;
TNO rapport TNO-DV 2007 D068, Soesterberg: TNO Human Factors.
- [Hydén, 1987] Hydén, Ch., 1987;
The Development of a method for traffic safety evaluation: The Swedish Traffic Conflicts Technique; Bulletin 70, Lund, Sweden: University of Lund, Lund Institute of Technology, Dept. of Traffic Planning and Engineering
- [ICF, 2002] Internationale classificatie van het menselijk functioneren. 2002;
Nederlandse vertaling van de WHO-publicatie: International classification of functioning, disability and health: ICF, Geneva.
- [Janssen & Brouwer, 2000] Janssen, W.H. & R.F.T. Brouwer, 2000;
Wegbeeldanalyse N31 nabij Harlingen;
TNO rapport TM-00-C013, Soesterberg: TNO Human Factors.
- [Kraay, et al, 1986] Kraay, J.H., van der Horst, A.R.A. & Oppe, S., 1986;
Handleiding voor de conflictobservatietechniek DOCTOR [Dutch Objective Conflict Technique for Operation and Research];
Report R-86-3, Leidschendam, The Netherlands: Institute for Road Safety Research SWOV.)

- [Margaritis, 2002] D. Margaritis, 2002;
Dutch Accident Research team (DART) Quality and Safety Plan;
TNO report 02.OR.BV.078.1/DM
- [Margaritis, 2004] Margaritis, D., Rook, A.M., Wijlhuizen, G.J., Mooi, H.G., de Vries, Y.W.R. & v/d Horst, R. (2004);
Traffic Safety Research: a literature survey;
TNO report, 04.OR.SA.025.1/HGM.
- [Martens et al, 2005] Martens, M.H. & A.M. Rook (2005);
Improving Safety of Black Spots: Video Observations, Conflicts and Road Scene Analyses;
In: Proceedings Road Safety on Four Continents Conference, Warschau, October 5-7, 2005.
- [Michon, 1985] Michon, J. A. (1985);
A critical view of driver behaviour models: What do we know, what should we do?;
In L.A.Evans & R. C. Schwing (Eds.), Human behaviour and traffic safety (pp. 487-525). New York: Plenum Press.
- [Mooi, 2002] Mooi, H.G. & Vries, Y.W.R. de (2002);
Diepgaande analyse van 12 tramongevallen;
Report 02.OR.BV.062.1.HGM, TNO Automotive, Delft, Nederland.
- [Noordzij, et al, 1992] Noordzij, P., Horst, A.R.A. van der, 1992;
Relationship between Accidents and Road User Behaviour: An integral Research Programme.
In: Kroes, J.L. de & J.A. Stoop (eds): 1st World Congress on Safety of Transportation 26-27 November 1992
Proceedings. Delft: Delft University Press
- [Rasmussen, 1983] Rasmussen, J. (1983);
Skills, Rules and Knowledge: signals, signs and other distinctions in human performance models;
IEEE transactions on systems, man & cybernetics, 13, 257-266.
- [Reichrath, et al, 2005a] Reichrath, E., Witte, L. de, Verdonschot, M., Post, M., Janssen N., Wijlhuizen, G.J., Perenboom, R., 2005;
Kwaliteit en doelmatigheid van zorg voor slachtoffers van verkeersongevallen;
Beschrijving van gevolgen: Ontwikkeling instrument: IMPACT. Hoensbroek: iRv/TNO KvL.
- [Reichrath, et al, 2005b] Reichrath, E., Witte, L. de, Verdonschot, M., Post, M., Janssen N., Wijlhuizen, G.J., Perenboom, R., 2005;
Kwaliteit en doelmatigheid van zorg voor slachtoffers van verkeersongevallen;
Beschrijving van gevolgen: Betrouwbaarheid en validiteit: IMPACT. Hoensbroek: iRv/TNO KvL.
- [Ridder & Martens, 2004] Ridder, S.N. de & Martens, M.H., 2004;
Roadside Infrastructure for Safer European Roads: Road-scene analyses of ten accident sites;
TNO Report TM-04-D009, Soesterberg: TNO Human Factors.

- [Rook, et al, 2005] Rook, A.M., Bakker, P.J., van Amerongen, P.J.M. & A.R.A. van der Horst (2005);
Real-time data collection: Experiences of long-term traffic observations and future developments;
Presentation on the 18th ICTCT Workshop Helsinki, October 27-28, 2005.
- [Ruijs, 2007] Ruijs, P.A.J, Verschagen, E.J.G., 2007;
Integrale Aanpak Analyse Verkeersongevallen; In-depth analyse met controlegroep;
TNO rapport 07.OR.IS.026.1/PR, Delft, TNO Automotive
- [Stipdonk, 2005] Stipdonk, H., 2005;
Hoe verkeersveilig was 2004?;
Rapport R-2005-11, SWOV, Leidschendam.
- [Van der Wolf, 2007] F.E.C. van der Wolf, J. Lavooij, 2007;
Integrale Aanpak Analyse Verkeersongevallen; methodiek voor het in-depth verzamelen van ongevallen';
TNO Automotive report, 07.OR.SA.030.1/FW.
- [Weseman, 2000] Wesemann, P. (2000);
Kosten van de verkeersonveiligheid in Nederland; 1997, Leidschendam, SWOV.

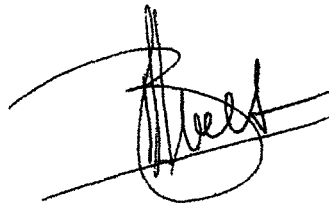
8 Ondertekening

Helmond, 20 april 2007

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'A' followed by a vertical line and a horizontal stroke.

dr.ir. R.T.A. Kals
Afdelingshoofd

TNO Industrie en Techniek

A handwritten signature in black ink, featuring a large, stylized 'H' followed by a vertical line and a horizontal stroke.

ir.ing. R.B.J. Hoogvelt
Auteur