Dode hoek Detectie- en Signalerings-Systemen (DDSS)

Onderzoek naar de werking en de mogelijkheden

Gericht aan:
Ministerie van Infrastructuur en Milieu,
Directoraat-Generaal Mobiliteit

30 november 2010

connekt
Dode hoek Detectie- en Signaleringssystemen

Copyright © 2010 Connekt. Het overnemen uit of gebruiken van dit rapport is toegestaan indien de bron vermeld wordt.

Inhoudsopgave

	Samenvatting	**5**
1	**Inleiding**	**7**
2	**Wat is de uitdaging**	**9**
	2.1 Dode hoek ongevallen ondanks invoering dode hoek spiegels	9
	2.2 Kan techniek helpen?	9
3	**Hoe ontstaat een dode hoek ongeval?**	**11**
	3.1 Meten wat een vrachtwagen doet	12
	3.2 Computersimulatie van (bijna-) ongevallen	12
	3.3 Resultaten simulaties	14
	3.4 Uitdaging voor detectie	15
4	**Detectietechnologie**	**19**
	4.1 Principes van detectietechnologie	19
	4.2 Trends in de ontwikkeling van detectietechnologie	19
	4.3 Nog een lange weg te gaan	20
	4.4 Meervoudige inzetbaarheid detectietechnologie	20
5	**De rol van de mens**	**21**
	5.1 Een model om te begrijpen wat de interactie is	21
	5.2 Waar gaat het fout en hoe is dat te verbeteren?	22
	5.3 De lessen uit de ongevallenanalyse	23
6	**Hoe helpt een systeem de chauffeurs en fietsers?**	**25**
	6.1 De stand van de wetenschap	25
	6.2 De chauffeur helpen	26
	6.3 De fietser helpen	28
7	**Conclusies**	**29**
8	**Hoe verder?**	**31**
9	**Rapporten**	**33**

Samenvatting

In 2003 zijn in Nederland de zogeheten dode hoek-spiegel(s) verplicht gesteld voor alle vrachtauto's om zo de kans op de dode hoek ongevallen te verminderen. In 2007 is in Europees verband de zogenaamde voorzichtspiegel verplicht gesteld. Deze spiegel geeft de chauffeur zicht op het gebied voor en rechtsvoor zijn of haar[1] vrachtauto. Desondanks vallen er nog steeds slachtoffers, vrijwel allemaal in een stedelijke omgeving.

In een stad rijden fietsers meestal vlak naast een vrachtauto: pas als een vrachtauto rechtsaf slaat zonder de fietser op te merken ontstaat er gevaar. De gedetailleerde simulaties van (bijna-) ongevallen laten zien hoe snel het gevaar kan ontstaan: een korte onoplettendheid van de chauffeur kan voldoende zijn om binnen enkele secondes de situatie van (relatief) veilig naar gevaarlijk om te laten slaan. Dat wijkt af van andere handelingen in het verkeer die gevaar opleveren, zoals te hard rijden, en betekent dat het iedereen kan overkomen.

Die snelle opkomst van het gevaar maakt de detectie van gevaar een grote uitdaging. Detectoren die biomassa kunnen onderscheiden worden steeds beter, maar het is een grote technische uitdaging om het ontstaan van gevaar op tijd te herkennen. Uit de simulaties blijkt dat niet het indraaien van de wielen maar daarvoor al de intentie om af te slaan een cruciale indicator is van gevaar. Deze intentie kan gedeeltelijk uit navigatie-gegevens en de knipperlichtstatus afgeleid worden. De kwaliteit van gevaar herkenning is nog onvoldoende om te kunnen denken aan een automatisch ingrijpend systeem.

Het voor de dode hoek ontwikkelde 'Omgeving Weggebruikers Interactie' (OWI) model geeft duidelijk aan waarom de invoering van dode hoek spiegels en de voorzichtspiegels een zeer belangrijke oorzaak van ongevallen wegneemt, maar niet alle oorzaken.

Een Dode hoek Detectie- en Signalerings-Systeem (DDSS) kan daar in principe aanvullend aan zijn. Het model geeft aan dat er meer mogelijk is zoals specifieke aandacht in de opleiding en training voor het opbouwen van een juist wereldbeeld, de bouw van de vrachtauto (bijv. lage ramen/zit) en aangepaste infrastructuur.

Een waarschuwend systeem moet rekening houden met de beperkingen van de detectietechnologie om effectief te zijn. De wetenschappelijke kennis over 'Persuasive Technology' laat zien dat in de wijze van signalering naar de chauffeur er veel te verbeteren is door uit te gaan van het sociale gedrag van een 'digitale bijrijder'. En door dat gedrag tot op zekere hoogte te standaardiseren. Een waarschuwend systeem naar de fietser moet een laatste redmiddel zijn: structureel waarschuwen heeft grote nadelen, zoals het ontkennen van de voorrangsregel (fietser heeft voorrang) en het feit dat 'geen-signaal' niet betekent 'geen gevaar' zolang niet 100% van de vrachtauto's met zo'n waarschuwingssysteem uitgerust is.

Er is nog nergens in de wereld aangetoond of en in welke mate een DDSS daadwerkelijk leidt tot reductie van het aantal ongevallen. Dit onderzoek geeft belangrijke aanwijzingen hoe dat effect bereikt kan worden. Het blijkt dat Nederland relatief veel kennis heeft over de dode hoek problematiek, en een industrie die daarop inspeelt. Door de toenemende urbanisatie en de toename van het aantal fietsers in steden buiten Nederland neemt de belangstelling voor de dode hoek problematiek toe. Het is daar-om aan te bevelen om de kennis die dit onderzoek opge- leverd heeft in gezamenlijkheid om te zetten naar steeds betere Dode hoek Detectie- en Signalerings-Systemen.

1 Voor de leesbaarheid zal in het rapport 'zijn' gebruikt worden waar 'zijn of haar' bedoeld wordt.

OPLEGGERS
JUMBO
AANHANGERS
VERKOOP
VERHUUR
331
TNO
DAF
BP-NV

1 Inleiding

In oktober 2008 heeft de Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV) een rapport opgeleverd, waarin een aantal maatregelen wordt voorgesteld om het aantal dode hoekongevallen nog verder terug te dringen.

Eén van de aanbevelingen is:
'Ook beveelt de SWOV aan een systeem dat fietsers detecteert nader te onderzoeken. Het betreft een signaleringssysteem met behulp van bijvoorbeeld radar dat de chauffeur op de aanwezigheid van fietsers attendeert. Om de frequentie van signalering te beperken, moet worden onderzocht of het mogelijk is om de chauffeur alleen te waarschuwen op de positie waar hij de nacontrole moet verrichten.'

Het Ministerie van Infrastructuur en Milieu heeft, mede gebaseerd op het SWOV rapport, in november 2008 een brief naar de Tweede Kamer gestuurd. Met betrekking tot dit soort systemen is hierin de volgende toezegging opgenomen:

'Ik wil derhalve zo snel mogelijk met alle experts en stakeholders komen tot een 3 stappenonderzoek:
1 Inventariseren van de mogelijke manieren om middels sensoren en systemen kwetsbare verkeersdeelnemers (vooral in de dode hoek[2], maar ook vóór de (vracht)auto) te detecteren.

2 Definiëren van de gewenste vervolgacties na het detecteren van een kwetsbare verkeersdeelnemer. Het gaat dan om mogelijkheden te bekijken van: (1) signalen aan de kwetsbare verkeersdeelnemers[3], (2) signalen aan de (vracht)auto chauffeurs en (3) mogelijk autonome (noodstop) acties door het voertuig zelf.

3 Het uitvoeren van een praktijkproef met verschillende systemen.'

Connekt heeft de opzet en de uitvoering van stap 1 en 2 van dit onderzoek op zich genomen, gesteund en gefinancierd door het Ministerie van Infrastructuur en Milieu. De belangrijkste delen van het onderzoek zijn uitgevoerd door TNO, SWOV, TU Eindhoven, Buck Consultants en NEA.

De resultaten van het onderzoek en alle deelrapporten zijn in uitgebreide vorm te vinden op de website *www.dodehoekpreventie.nl/www.blindspotprevention.nl.*

Al vroeg in het onderzoek is besloten om de industrie en allerlei belanghebbenden (van vervoerders tot Fietsersbond) bij het onderzoek te betrekken. Mede dankzij hun bijdrage is er veel waardevolle kennis opgebouwd. Het doel van dit rapport is om die kennis goed toegankelijk te maken voor een breed publiek.

2 De dode hoek is formeel gedefinieerd als het gebied rondom de vrachtauto waarop de chauffeurs zelfs met behulp van spiegels en/of camera's geen zicht heeft. Deze definitie is echter anno 2010 niet meer zo praktisch, aangezien de chauffeur tegenwoordig met spiegels en/of camera's het gehele gebied voor, links en rechts van de vrachtauto kan zien, zodat alleen het gebied achter de vrachtauto nog 'dode hoek' zou zijn. Daarom wordt in dit project de definitie gehanteerd: De dode hoek is het gebied voor en naast de vrachtauto waar kwetsbare verkeersdeelnemers gevaar lopen om door een vrachtauto te worden overreden.

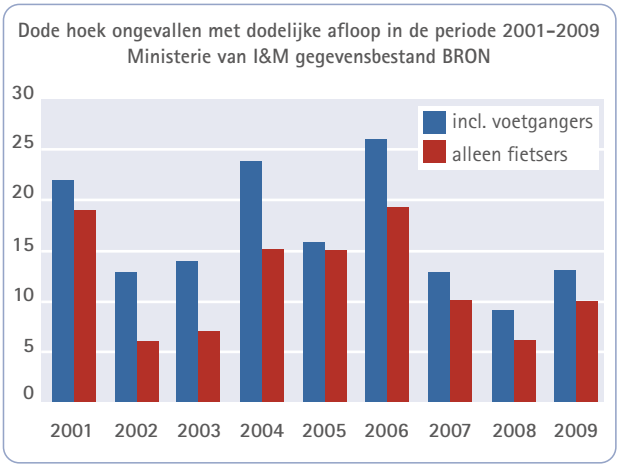
3 Zoals bijvoorbeeld het LISA-systeem wat gerichte geluidssignalen geeft aan fietsers.

2 Wat is de uitdaging?

2.1 Dode hoek ongevallen ondanks invoering dode hoek spiegels

In 2003 zijn in Nederland de zogeheten dode hoek spiegel(s) verplicht gesteld voor alle vrachtauto's om zo de kans op de dode hoek ongevallen te verminderen. Deze spiegels verkleinden weliswaar de dode hoek, maar rechtsvoor de vrachtauto bleef een dode hoek over.

In 2007 is daarom in Europees verband de zogenaamde voorzichtspiegel verplicht gesteld. Deze spiegel geeft de chauffeur zicht op het gebied voor en rechtsvoor zijn vrachtauto. We moeten helaas vaststellen dat ondanks de verplichte spiegels er nog steeds slachtoffers vallen.



De Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV)) heeft in het kader van dit onderzoek 37 dode hoek ongevallen in detail bekeken[5]. Bij 24 van de 37 ongevallen was het zicht niet belemmerd. In de ongevallenanalyse is geen reden gevonden die alle ongevallen zou kunnen verklaren.

2.2 Kan techniek helpen?

De statistieken riepen de vraag op bij het Ministerie van Infrastructuur en Milieu waarom het aantal ongevallen niet verder teruggelopen is.

Blijkbaar zijn met de spiegels de voor de hand liggende oplossingen al ingezet en moeten we nu een laag dieper zoeken. Hoe kan de mens (chauffeur en/of fietser) nog verder geholpen worden om ongevallen te voorkomen? En wat is daarin effectief en proportioneel?

In het algemeen kan de oplossing gezocht worden in de omgeving (de inrichting van de weg, verkeersregels), in de mens (opleiding en training, ander verkeersgedrag) en het voertuig (ontwerp van het voertuig, grootte, zichtvelden, sensoren en signalen).

Bij de vrachtauto maken we onderscheid tussen zogeheten passieve maatregelen (zoals de spiegels, waarschuwingsstickers) en actieve maatregelen (zoals detectoren en computers, lichtsignalen, geluidssignalen).

5 *Hoedemaeker, D.M., Doumen, M., de Goede, M., Hogema, J.H., Brouwer, R.F.T., & Wennemers, A.S. (2010). Modelopzet voor Dode hoek Detectie en Signalerings Systemen (DDSS). TNO Defensie en Veiligheid, Soesterberg/ SWOV, Leidschendam*

In dit onderzoek is de blik gericht op het samenspel van de mens en de zogeheten actieve maatregelen: de Dode hoek Detectie- en Signalerings-Systemen (DDSS). DDSS zijn technische systemen die de fietser(s) of voetganger(s)[6] in de dode hoek detecteren, beoordelen of er een gevaarlijke situatie ontstaat en dan signalen afgeven, misschien zelfs wel ingrijpen.

Een DDSS dat op een vrachtauto[7] gemonteerd is heeft als doel dat er minder dode hoek ongevallen optreden. Dat betekent dat een betrouwbaar DDSS meer doet dan betrouwbaar detecteren dat een fietser zich dichtbij de vrachtauto bevindt.

Overdag in de stad waar veel fietsers rijden, daar waar dode hoek ongevallen zich voordoen, zijn er bij een kruispunt altijd wel fietsers die net naast de vrachtauto fietsen of stilstaan. Dat is op zich niet erg gevaarlijk, het gevaarlijke moment komt als de vrachtauto wil afslaan en de chauffeur de fietser niet ziet. Een goed DDSS moet dat gevaar detecteren en vervolgens de juiste actie nemen waardoor het gevaar afneemt.

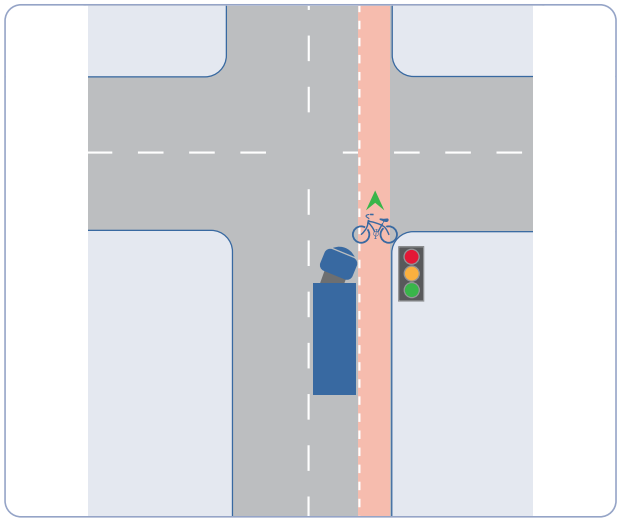
Bij het beoordelen van een DDSS is er een algemene overweging: zodra mensen technische hulpmiddelen inzetten om een deel van hun taak over te nemen, is er altijd de kans op onbedoelde neveneffecten. Mensen gaan zich met hulp van de techniek anders gedragen dan voorheen zonder de techniek. Een bekend voorbeeld is het effect van een anti-blokkeer-systeem (ABS): er zijn mensen die met zo'n ABS harder durven te rijden als het glad is. Dat soort risico's kleeft ook aan een DDSS en moeten mede beoordeeld worden.

6 *Voor de leesbaarheid wordt in de rest van dit rapport gesproken over fietser in plaats van fietser(s) en/of voetganger(s).*

7 *In theorie kan een systeem ook op de fiets gemonteerd zijn, of door de fietser of voetganger zelf gedragen worden, of zelfs vast opgesteld zijn op het kruispunt. Erg praktisch zijn deze oplossingen niet, daarom zijn ze in het onderzoek verder gelaten voor wat ze zijn.*

3 Hoe ontstaat een dode hoek ongeval?

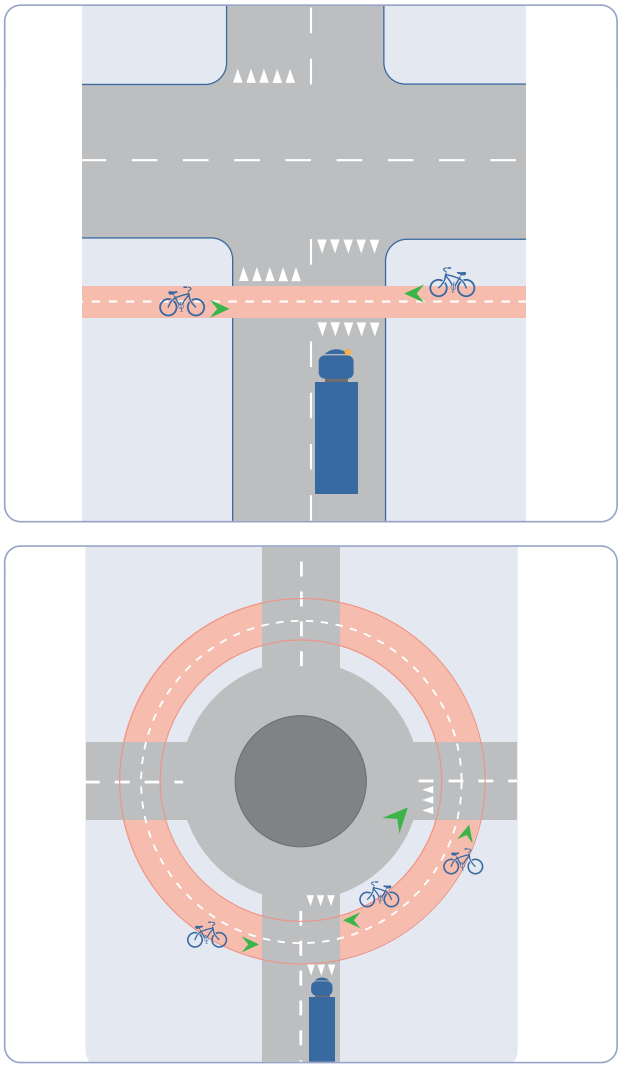
Uit een recente ongevallenanalyse van de SWOV[8] blijkt dat het algemene ongevallenpatroon is dat een rechts afslaande vrachtauto geen voorrang geeft aan een recht-doorgaande fietser (situatie A;) de fietser heeft voorrang en neemt deze, bewust of onbewust van de aanwezigheid van een vrachtauto. Het gaat daarbij vooral om rechts afslaande vrachtauto's die na stilstand optrekken. Het meest voorkomende botspunt van de vrachtauto-fietser is op de hoek aan de rechter voorkant van de vrachtauto. In mindere mate is de rechterflank van de vrachtauto of oplegger/aanhangwagen het botspunt: ongelukken bij dat botspunt blijken vooral voor te komen bij lange vrachtauto's c.q. trekker met oplegger.
Er blijkt nog een tweede dode hoek situatie regelmatig voor te komen: het kruisen van een voorrangsweg met losliggend (tweerichtingsverkeer) fietspad, al dan niet op een rotonde.



Situatie A

Om te kunnen bepalen waar een DDSS aan moet voldoen was het nodig om op onderdelen van een seconde nauwkeurig te bekijken wat er voorafgaande aan een (bijna-) ongeval nu gebeurd.

Dat betreft zowel de beweging van de vrachtauto als de beweging van de fietser. Die gegevens zijn echter niet uit een ongevallenanalyse te halen, noch is een praktijkproef makkelijk uit te voeren zonder gevaar. Daarom is gekozen voor de uitvoering van simulaties op basis van meet-gegevens uit de praktijk[9].



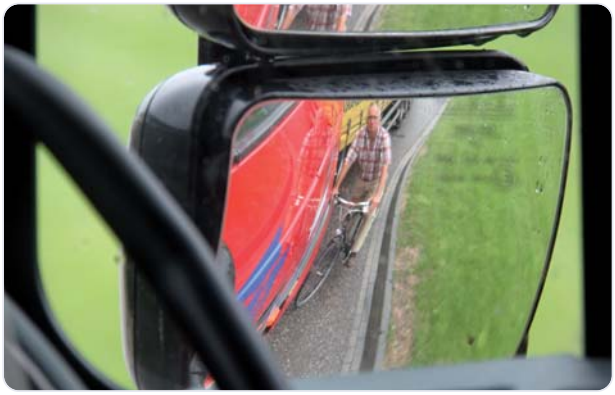
Situatie B

8 *Schoon, C.C., Doumen, M.J.A. & de Bruin, D. (2008). De toedracht van dode hoekongevallen en maatregelen voor de korte en lange termijn. SWOV, Leidschendam.*

9 *Hogema, J.H., (2010) 'Operational Envelope van Dode hoek Detectie- en Signalerings Systemen: Simulatie Kruispunt' 'Operational Envelope van Dode hoek Detectie- en Signalerings Systemen: Simulatie Rotonde' DDSS TNO Defensie en Veiligheid, Soesterberg.*

3.1
Meten wat een vrachtwagen doet

Als basis voor de simulaties is een veel voorkomende trekker met oplegger (DAF 95 trekker met Euro-oplegger lengte 13,6 m) gekozen. Deze maat oplegger is vaak terug te vinden bij distributeurs die in steden hun goederen afleveren. Deze combinatie is voorzien van allerlei meetinstrumenten zodat het precieze rijgedrag met een ervaren chauffeur achter het stuur gemeten kon worden: optrekken en afremmen, hoe de bocht genomen wordt, hoe een noodstop gemaakt wordt.



Dode hoek spiegel

De meest voorkomende dode hoek situaties zijn doorgemeten, zowel voor een vrachtauto die optrekt vanuit stilstand als een vrachtauto die aan komt rijden en afremt voor de bocht. Die metingen zijn vervolgens gebruikt om een gedetailleerd computermodel te maken van het gedrag van de vrachtauto.

Voor fietsers was de situatie in de computermodellen eenvoudiger, dus hier was het doen van metingen niet nodig.

3.2
Computersimulatie van (bijna-) ongevallen.

De computermodellen maken het mogelijk om allerlei dode hoek ongeval situaties door te rekenen en zo te onderzoeken wat er in de laatste secondes gebeurt[10]. En dat niet alleen voor standaard situaties maar ook voor een groot aantal varianten waarbij allerlei parameters gevarieerd worden binnen redelijke grenzen. De standaard instellingen komen zowel uit de metingen, als de literatuur en als wat experts zeggen.

De standaard beginwaardes waarop gevarieerd is, zijn hieronder weergegeven:

Vrachtauto-bestuurder

• Bij rijdend aankomen:	
- Beginsnelheid	40 km/u
- Bochtsnelheid	15 km/u bij kruispunt 10 km/u bij rotonde
- Bocht-deceleratie	1 m/s2
• Bij optrekken uit stilstand:	
- Acceleratie	1 m/s2
• Na waarschuwing	
- Reactietijd chauffeur	1.5 sec
- Noodstop-deceleratie	4 m/s2

Fietser

• Fietssnelheid	15 km/u

Omgeving

• Afstand tussen fietsstrook en de rijstrook voor de vrachtauto	0 m

Een belangrijke parameter is de tijd tussen het geven van een waarschuwingssignaal aan de chauffeur en de start van de noodstop: de reactietijd van de chauffeur. De tijd van 1,5 sec lijkt op het eerste gezicht lang maar zowel de literatuur als de praktijkgegevens[11] laten zien dat snellere reacties eerder uitzondering dan regel zijn.

10 De simulaties zijn met behulp van het Prescan simulatiepakket van TNO uitgevoerd.

11 Tijdens een recente chauffeursdag bij Van Gansewinkel zijn als spel de reactietijden van de aanwezige chauffeurs opgemeten. De metingen bevestigen dat reactietijden korter dan 1,5 sec in de minderheid zijn. Aangezien deze meting zonder andere druk of last van vermoeidheid gedaan zijn, is het aannemelijk dat de praktijk slechter zal zijn.

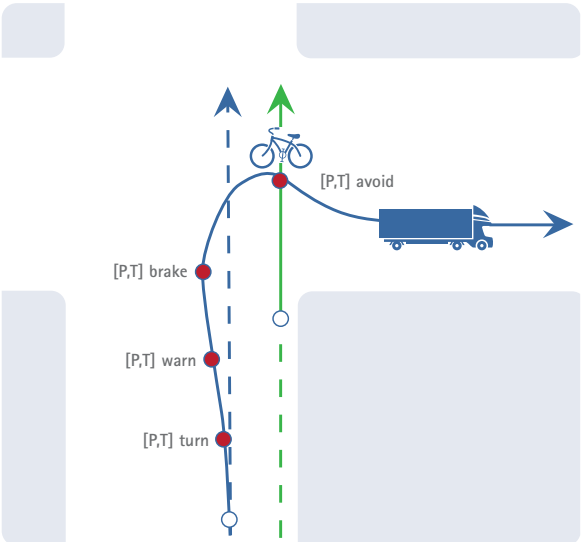
Simulatiemodel vrachtauto

Simulatiemodel fietser

Het uitgangspunt in de computersimulaties is het ongeval: en wel het moment waarop de fietser en de vrachtauto elkaar raken. Vanuit dit punt wordt in de simulatie terug-gerekend wat daarvoor gebeurt. Had de vrachtauto door een noodstop het ongeval helemaal kunnen voorkomen, of was het een bijna-ongeval geworden?

En wat is dan het laatste moment waarop de chauffeur nog gewaarschuwd kan worden om een ongeval of een bijna-ongeval te voorkomen? In het geval van een bijna-ongeval staat in ieder geval de vrachtauto stil: een fietser die tegen een stilstaande vrachtauto botst heeft wel een ongeval maar zal niet overreden worden.

- **[P,T]avoid**
  Plaats en tijd waarop botsing *net* is voorkomen
- **[P,T]brake**
  Plaats en tijd waarop chauffeur van de vrachtauto had moeten gaan remmen om botsen te voorkomen
- **[P,T]warn**
  Plaats en tijd waarop chauffeur van de vrachtauto gewaarschuwd had moeten worden om tijdig te kunnen remmen en zo botsen te voorkomen
- **[P,T]turn**
  Plaats en tijd waarop de vrachtauto de bocht indraait



Als de vrachtauto dan stil moet staan, zal de noodstop een paar secondes daarvoor worden ingezet. De chauffeur zal gezien zijn reactietijd op waarschuwingen weer ca. 1,5 sec eerder *op zijn laatst* een waarschuwing moeten krijgen (uitgaande van een waarschuwend DDSS). Alles wat een DDSS doet (detecteren, beoordelen of er gevaar dreigt, waarschuwing starten) moet daarvoor plaats vinden[12].

12 Een ingrijpend DDSS kan later reageren omdat de reactietijd niet meegenomen hoeft te worden.

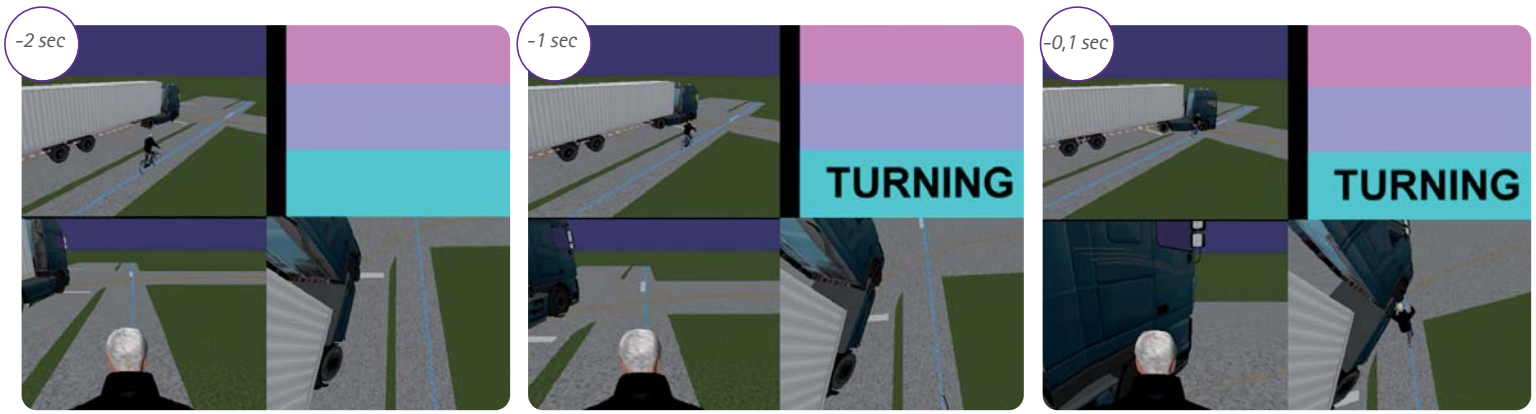
3.3
Resultaten simulaties

De dode hoek ongevalssituaties die volgens het onderzoek van de SWOV het meeste voorkomen zijn gesimuleerd:

- Een kruispunt waarbij de fietser rechtdoor gaat en de vrachtauto rechtsaf wil slaan.
  - Waarbij de vrachtauto stil staat voor het stoplicht
  - En waarbij de vrachtauto aan komt rijden om de bocht te nemen
- Een rotonde[13] waarbij de fietser de rotonde volgt en de vrachtauto na een kwart de rotonde gevolgd te hebben rechtsaf wil slaan
- Met het raakpunt op de rechtervoorzijde van de vrachtauto, of verder naar achteren bij de achterwielen van de trekker.

De simulatie van het kruispunt is het meest uitgebreid. De fietser kan vanuit stilstand vertrekken bij het stoplicht of aan komen rijden, kan met dezelfde snelheid het kruispunt oprijden of remmen als de vrachtauto toch rechtsaf slaat. De simulatie van de rotonde gaat uit van een rijdende fietser en een vrachtauto die of aan komt rijden, of vanaf stilstand bij een stoplicht optrekt.

Van een aantal simulaties zijn animaties gemaakt die een goed beeld geven van de afwikkeling in de tijd. De onderstaande figuren laten de situatie zien vanuit een aantal verschillende gezichtshoeken op respectievelijk 2,1 en 0,1 seconde voor het ongeval, allereerst voor de situatie dat de vrachtauto stilstaat voor het stoplicht en de fietser komt aanrijden.

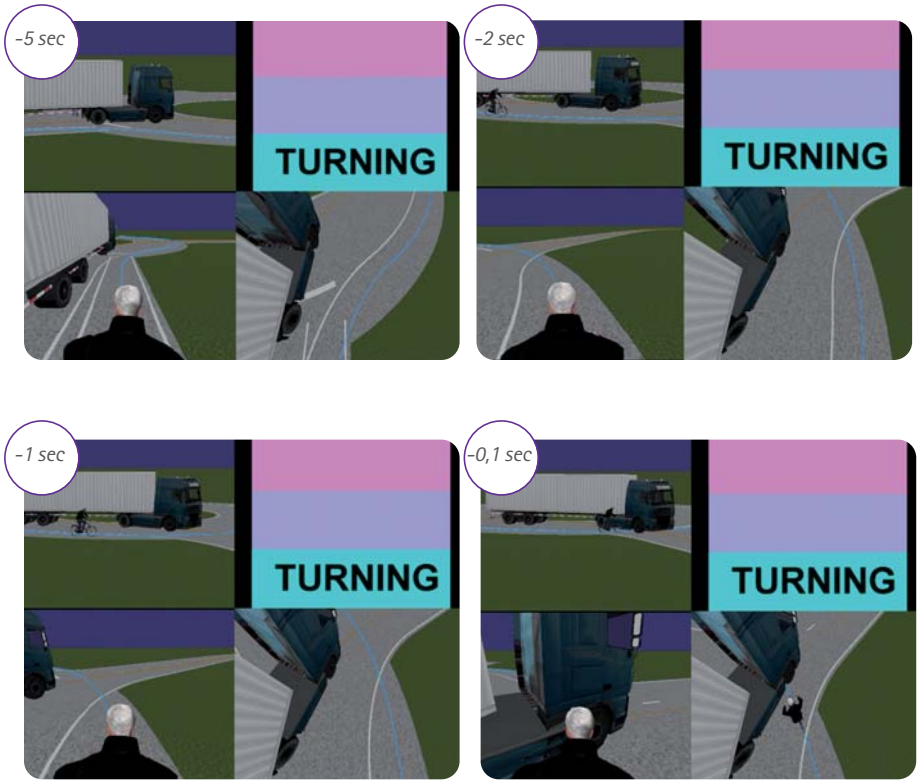


Stoplicht, fietser komt aanrijden

13 *De gebruikte rotondeconfiguratie, met fietspad aansluitend aan de rijbaan, is gekozen omdat daar volgens de ongevalsanalyse de ongevallen op plaatsvinden. Tegenwoordig wordt door deskundigen aangeraden om de fietspaden van de rotonde te scheiden, daar waar dat mogelijk is. Die configuratie is kort doorgerekend: er is in die configuratie meer tijd beschikbaar maar de hoofdconclusies van dit rapport veranderen niet.*

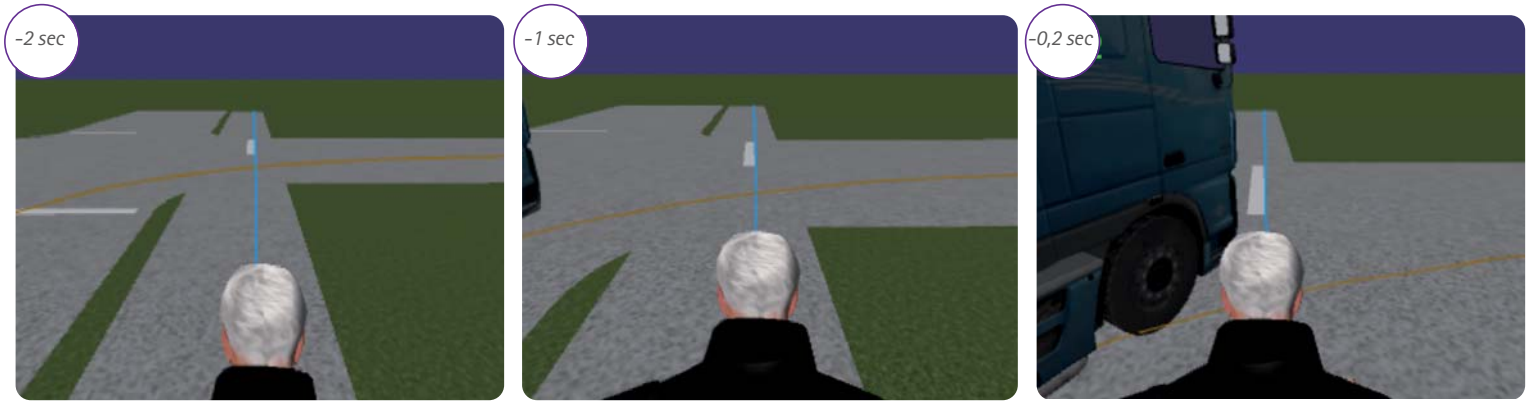
De tweede serie is voor de situatie waarbij de fietser de rotonde volgt en de vrachtauto na een kwart de rotonde gevolgd te hebben rechtsaf wil slaan. Hierbij valt op dat de fietser zich in een moeilijk zichtbare hoek bevindt omdat de trekker ingedraaid is, zowel op het moment dat de vrachtauto de rotonde opdraait als het moment dat de vrachtauto van de rotonde afdraait.

Uit de simulaties blijkt hoe verrassend snel de situatie zich ontwikkelt van geen gevaar naar een (bijna-) ongeval in luttele secondes. Gezien vanuit het perspectief van de fietser is dat het meest duidelijk. In figuren op pagina 16 wordt alleen het fietsersperspectief weergegeven voor het kruispunt, zowel voor een stilstaande vrachtauto als een vrachtauto die komt aanrijden.



Rotonde

Fietsersperspectief : vrachtauto staat stil voor stoplicht



Fietsersperspectief : vrachtauto rijdt naar kruispunt

De tweede verrassing is dat de waarschuwing heel vroeg moet komen om het gewenste effect te hebben. In de meeste gevallen ligt dat 'laatst-mogelijke-moment-van-waarschuwing' duidelijk voor het punt dat de wielen van de trekker in gaan sturen in de 'rechts-af' bocht.

Anders gezegd: een DDSS kan niet aan de hand van de stuurbeweging van de vrachtauto *op tijd* detecteren dat er een bocht ingezet wordt en de situatie daarom veranderd van (relatief) veilig naar gevaarlijk. Dat geldt zowel voor het kruispunt als de rotonde. Bij een rotonde zijn er eerst

stuurbewegingen te zien die nodig zijn om de rotonde te volgen, en dan op het laatst de beweging om rechtsaf te slaan. Pas de laatste stuurbeweging laat zien dat de vrachtauto niet zijn weg over de rotonde vervolgt.

De fietser beweegt zich waarschijnlijk sneller over een kleine rotonde dan de vrachtauto, wat een extra risico met zich meebrengt. De fietser kan zich op het moment dat het DDSS de chauffeur moet waarschuwen zich op allerlei plekken bevinden: van direct voor de vrachtauto (1-2 meter) tot ca. 10 meter terug, van direct naast de vrachtauto tot enkele meters naast de vrachtauto op een apart fietspad. Die positie is onder andere afhankelijk van de uitgangssituatie en de rijmethode: staan fietser en vrachtauto eerst stil bij een stoplicht of rijdt een van de twee of allebei op het kruispunt af? Hoe hard rijdt de fietser (in de simulatie gevarieerd tussen 5 en 25 km/u)? Is er een apart fietspad of een fietsstrook op de weg? Haalt de chauffeur de combinatie eerst op (naar midden van de weg sturen om krappe bocht te kunnen halen) of is dat niet nodig?

3.4 Uitdaging voor detectie

De simulaties laten duidelijk zien hoe snel er een ongeval kan ontstaan en verklaren voor een deel waarom het blijkbaar iedereen kan overkomen. Een onoplettendheid van enkele secondes is voldoende.

Ze geven ook aan hoe groot de uitdaging voor een DDSS is in een stedelijke omgeving met vaak fietsers naast de vrachtwagen. Zoals eerder gezegd is het detecteren van die fietsers niet voldoende, het gaat om het ontstaan van gevaar.

Dat vraagt om :

- Goede detectie dat er mensen/biomassa('s) in de buurt zijn
  - Want er kunnen meerdere fietsers in de gevaarlijke zone komen
- Goede detectie van hun positie, snelheid en richting
- In een vrij grote zone, van 1 à 2 m vóór tot 8-10 meter achter de voorkant van de vrachtauto, en tot enkele meters opzij van de vrachtauto

Op het moment dat de wielen gaan insturen is het meestal al te laat om een ongeval geheel te voorkomen door de chauffeur te waarschuwen[14]. Een DDSS zal daarom andere triggers moeten gebruiken dan het insturen om de verandering van (relatief) veilig naar gevaarlijk te onderkennen.

In feite gaat het om het herkennen van **de intentie** van de chauffeur om af te slaan en de intentie van de fietser om rechtdoor te gaan. De intentie van de chauffeur zou bijvoorbeeld afgeleid kunnen worden uit het aanzetten van de richtingaanwijzer door de chauffeur, al dan niet in combinatie met het interne navigatiesysteem van de vrachtauto. Een navigatiesysteem dat aangeeft dat er een kruising aankomt of uit de route afleidt dat er afgeslagen gaat worden kan een trigger zijn. Geen van deze methodes geeft echter 100% zekerheid over de intentie.

14 Voor automatisch ingrijpen is in principe nog wel voldoende tijd, maar dat stelt zeer hoge eisen aan de betrouwbaarheid en kwaliteit van de automatische beoordeling van gevaar, wat verderop in het rapport besproken wordt.

4 Detectietechologie

De simulaties hebben laten zien hoe groot de uitdaging is voor de detectie in een DDSS. Dat onderscheidt een dode hoek situatie van andere soorten ongevallen.

4.1 Principes van detectietechnologie

De van oudsher bekende detectoren gaan van het reflectieprincipe uit: de detector stuurt eerst een signaal uit en de voorwerpen in de baan van het signaal kaatsen een deel van het signaal terug. De detector beoordeelt aan de hand van wat terugontvangen wordt of er objecten in de weg van het signaal stonden, en waar.
Het signaal kan bijvoorbeeld licht zijn (laserlicht, LIDAR), radiogolven (radar) of geluid (ultrasoon).

De afgelopen jaren zijn capacitieve detectie en beeldherkenning er bij gekomen. Capacitieve detectie werkt op het principe dat levende wezens vooral uit water bestaan en daardoor elektrische velden verstoren. Beeldherkenning werkt met digitale camera's en computers. De camera's nemen de omgeving op en snelle computers proberen met slimme algoritmes te herkennen of er mensen in beeld zijn.

4.2 Trends in de ontwikkeling van detectietechnologie

De reflectiedetectoren zijn wijdverspreid in allerlei toepassingen te vinden, ook buiten de vervoerswereld. Voor statische reflectiedetectoren is het niet eenvoudig maar wel mogelijk om onderscheid te maken tussen objecten en mensen, of om de positie, richting en snelheid van een object of mens te bepalen[15].

De snelle ontwikkeling van computertechnologie maakt een bijzondere vorm van een statische detector steeds bereikbaarder, het zogenaamde 'phased array'. Door een aantal detectoren naast elkaar te zetten en met veel computerkracht aan te sturen kan er een virtuele bewegende 'beam' gemaakt worden. Daarmee is een echte bewegende antenne na te bootsen. Die ontwikkeling is nog niet op de markt verkrijgbaar.

Met het betaalbaar worden van goede kleine camerachips heeft beeldherkenning een grote versnelling gekregen. Vooral de personenauto-branche investeert daar veel in.

Omdat elke detectietechnologie zijn eigen voor- en nadelen heeft is er een trend herkenbaar dat meerdere technologiëen gecombineerd worden om een beter resultaat krijgen (zogenaamde *sensor data fusion*).
Dat kan natuurlijk alleen als de kosten opwegen tegen de baten.

15 Bewegende detectoren zoals een radarantenne die ronddraait kunnen dat veel beter maar dat is niet praktisch toepasbaar voor de dode hoek.

4.3
Nog een lange weg te gaan

De simulatie heeft aangegeven hoe lastig en bijzonder de uitdaging is voor detectie in de dode hoek:

- Goede detectie dat er mensen/biomassa('s) in de buurt zijn
  - Want er kunnen meerdere fietsers in de gevaarlijke zone komen
- Goede detectie van hun positie, snelheid en richting
- In een vrij grote zone, van 1 à 2 m vóór tot 8-10 meter achter de voorkant van de vrachtauto, en tot enkele meters opzij van de vrachtauto

Met de huidige stand van de techniek komt het goed detecteren van biomassa in zicht, maar is er nog een behoorlijke weg te gaan om de andere uitdagingen technisch goed in te vullen, tegen een acceptabel kostenniveau.
Het is mogelijk dat een combinatie van detectie-technologieën een verdere stap voorwaarts betekent maar de mate waarin is op basis van de huidige inzichten nog niet te voorspellen.

De beperkingen in de detectie betekenen ook dat het automatisch ingrijpen door een DDSS (zelf remmen) nog ver weg ligt. Een systeem wat onverwacht ingrijpt moet uiterst betrouwbaar zijn om geen negatieve neveneffecten te hebben bij de chauffeur. Die neveneffecten kunnen lopen van uitschakelen of saboteren van het systeem tot verlies van zelfvertrouwen (slecht en onzeker gaan rijden) tot een overmaat van aandacht voor dit systeem waardoor andere gevaren niet opgemerkt worden.

4.4
Meervoudige inzetbaarheid detectietechnologie

De meeste detectoren kunnen makkelijker alle objecten herkennen dan alleen mensen. In sommige situaties kan die eigenschap nuttig zijn, zo werd opgemerkt door de vervoerders.

Daar waar er weinig ruimte is kan er makkelijk zogenaamde manoeuvreerschade ontstaan: kleine schades zoals een kras, een kapotte afdekplaat of knipperlicht, die niet verzekerd zijn.
Of schade aan de omgeving zoals in oude binnensteden. Een detectiesysteem wat (al dan niet bewust ingeschakeld door de chauffeur) die schade vermindert heeft een economische waarde[16].

Op verzoek van Connekt hebben Buck Consultants en NEA een quickscan gemaakt van de hoogte van die manoeuvreerschade bij Nederlandse vervoerders. De conclusie was dat het gemiddelde op meer dan € 600,- per vrachtauto-combinatie per jaar ligt, exclusief de schade aan straatmeubilair, gebouwen en eigendom van derden.

Een andere nuttige toepassing die de branche noemde is dat de detectie van mensen rond vrachtauto's kan helpen om diefstal te voorkomen. Er zijn in het kader van dit onderzoek geen getallen verzameld over mogelijke besparingen.

16 *Bij Van Gansewinkel in Rotterdam heeft na een proef met 10 vuilniswagens geconcludeerd dat de terugverdientijd van een detectiesysteem dat ook schade vermindert, relatief kort is. Alle vuilniswagens in de regio zijn vervolgens met een dergelijk systeem uitgerust.*

5 De rol van de mens

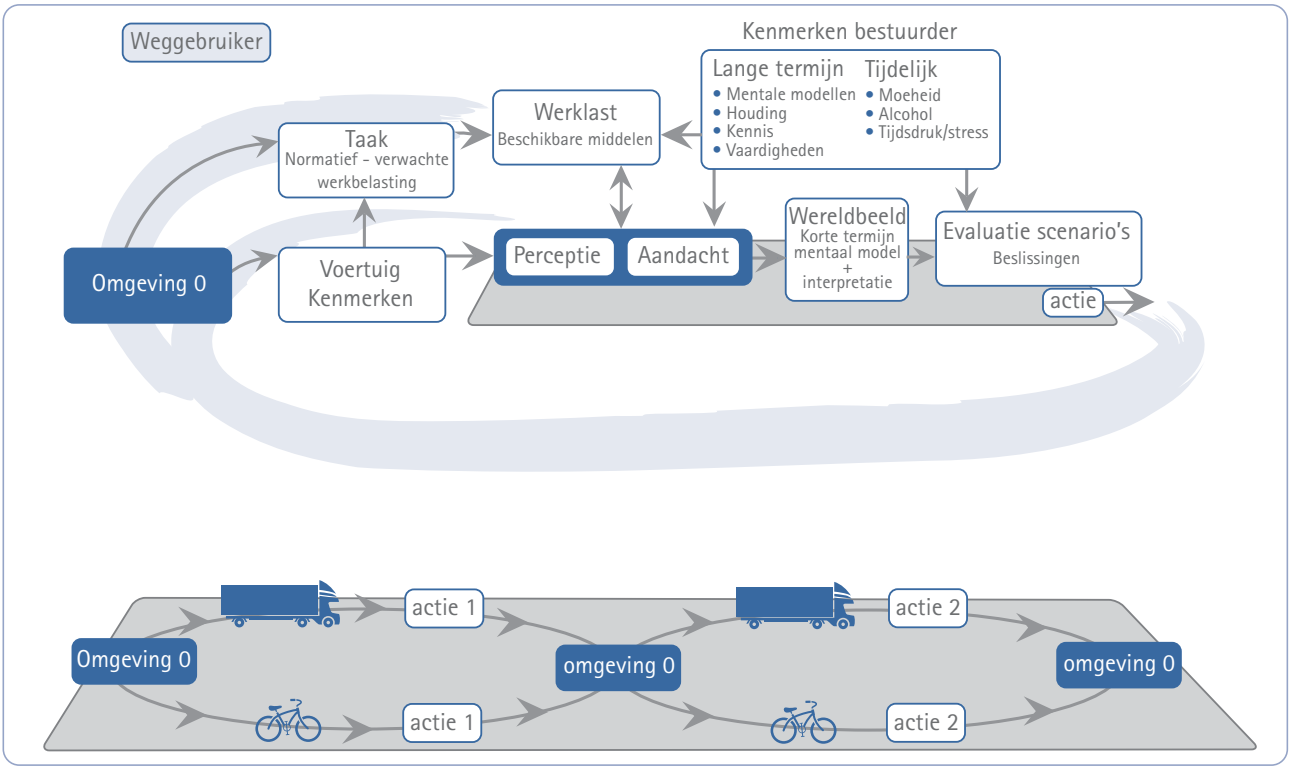
Het feit dat de detectietechnologie nog niet perfect is, hoeft nog niet te betekenen dat een DDSS geen nut zal hebben. De historie toont aan dat mensen heel slim gebruik kunnen maken van (op zich niet-ideale) technologie. De kunst is om goed te begrijpen hoe de driehoek omgeving-voertuig-mens in deze specifieke situatie functioneert.

Hoewel er in de wetenschappelijke literatuur allerlei modellen zijn over mensen die een rijtaak uitvoeren bleek het nodig te zijn om een specifiek model te ontwikkelen op basis van de literatuur[17].

5.1 Een model om te begrijpen wat de interactie is

Het onderstaande 'Omgeving Weggebruikers Interactie' (OWI) model is specifiek ontwikkeld op basis van een aantal bestaande modellen die de informatieverwerking en taakbelasting van vrachtautochauffeurs beschrijven. De omgeving is de weg waarop gereden wordt, de weers- en zichtomstandigheden waaronder gereden wordt, de directe omgeving van de weg (zoals bomen, huizen, borden, verkeerslichten) en niet te vergeten de andere verkeersdeelnemers. De omgeving bepaalt voor een belangrijk deel de vereiste handelingen in een dergelijke situatie (de normatieve taak van een chauffeur).

Het zijn vooral de voertuigkarakteristieken die voor dode hoeken zorgen; die locaties rond het voertuig waar een bestuurder moeizaam zicht op heeft. Een fietser neemt dezelfde omgeving waar vanuit een andere hoek en heeft hierbij ook 'beperkingen', zoals ander verkeer of obstakels in de omgeving. Bij een vrachtauto behoren ook de omvang, het gewicht en de draaicirkel tot de voertuigkarakteristieken.



17 *Hoedemaeker, D.M., Doumen, M., de Goede, M., Hogema, J.H., Brouwer, R.F.T., & Wennemers, A.S. (2010). Modelopzet voor Dodehoek Detectie- en Signalerings Systemen (DDSS). TNO Defensie en Veiligheid, Soesterberg./ SWOV, Leidschendam*

De vrachtautochauffeur neemt de omgeving vooral visueel waar en selecteert bepaalde informatie voor het uitvoeren van acties. Zowel de aandacht als de ogen van een weggebruiker kunnen maar op één plaats tegelijkertijd gefocust zijn, terwijl het totale te bestrijken blikveld veel groter is. De keuze waar zijn aandacht naar toegaat wordt door veel factoren bepaald, zoals de ervaring van de chauffeur, de specifieke wegsituatie op dat moment, of er veel afleiding is, of een onverwachte gebeurtenis alle aandacht trekt, enzovoorts. De eigenschappen van de chauffeur spelen dus een belangrijke rol.

De normatieve taak beschrijft de handelingen die een verkeersdeelnemer zou moeten uitvoeren (dat wat een chauffeur volgens zijn opleiding zou moeten doen). Of de werklast die dat oplevert te groot wordt hangt af van de chauffeur. Voor een onervaren of gestreste chauffeur kan het teveel zijn, voor een ervaren chauffeur niet.

Door zijn waarnemingen van de omgeving bouwt een chauffeur een mentale voorstelling op van de wereld om zich heen op een specifiek moment. Het stelt de chauffeur in staat een voorspelling te maken van de bewegingen van de andere verkeersdeelnemers in de nabije toekomst zonder dat die allemaal elke seconde gevolgd hoeven te worden. Dat is fysiek voor de chauffeur immers niet mogelijk.

Die voorspelling kan bestaan uit meerdere scenario's, elk met een verschillende waarschijnlijkheid ('de fietser blijft staan of kan ook plotseling wegrijden...'): de andere weggebruikers nemen immers hun eigen beslissingen. De chauffeur stelt continue de scenario's en hun risico's bij en baseert zijn beslissingen daarop: bijvoorbeeld rechtsaf slaan of even wachten, maar ook waar zijn aandacht naar toe gaat.
Door de uitvoering van acties (zoals remmen, afslaan, enz.) door één verkeersdeelnemer verandert de omgeving voor andere verkeersdeelnemers. Deze veranderde omgeving wordt vervolgens waargenomen door de andere verkeersdeelnemers die daar mogelijk weer op reageren, wat vervolgens weer een reactie van de overige verkeersdeelnemers kan vereisen, enzovoort, enzovoort.

5.2 Waar gaat het fout en hoe is dat te verbeteren?

Het OWI model geeft ons inzicht in de verschillende mogelijke oorzaken van dode hoek ongevallen.

De voertuigkenmerken

- Het zicht van de chauffeur kan belemmerd zijn.
- De spiegels kunnen verkeerd afgesteld zijn.

De taakbelasting van de chauffeur

- De taak kan te veeleisend zijn, zeer ingewikkelde verkeerssituatie.

De eigenschappen van de chauffeur

- De chauffeur kan moe zijn, te gespannen, onder invloed van middelen.
- De chauffeur kan weinig vaardigheden hebben, onervaren zijn, niet goed opgeleid zijn, een roekeloze instelling hebben.

De aandacht van de chauffeur

- De aandacht van de chauffeur kan afgeleid zijn (radio, telefoon, route, etc.).
- De aandacht van de chauffeur kan op andere risicovolle elementen gericht zijn, en niet op de dode hoek.

Het mentale model van de chauffeur

- Het model dat chauffeur mentaal van de situatie heeft kan onjuist of verouderd zijn.

De korte termijn scenario's van de chauffeur

- De scenario's die de chauffeur ontwikkelt, kunnen in aantal en kwaliteit te kort schieten.
- De beslissing die de chauffeur neemt, kan verkeerd of te risicovol zijn.

Voor de fietsers zijn vergelijkbare redenen te definiëren.

Het OWI model laat zien wat de introductie van de dode hoek spiegels voor effect heeft: de voertuigeigenschappen zijn verbeterd, er is meer waar te nemen. Een andere voor de hand liggende mogelijkheid om meer waar te nemen is de bouw van de vrachtauto: kortere vrachtauto's, of de speciaal voor stadsdistributie ontworpen vrachtauto's met een lage zit in de cabine en grote zijruiten. De dode hoek spiegels doen echter niets aan de andere invloedsfactoren.

Het is duidelijk dat de juiste mentale voorstelling van de verkeerssituatie een cruciale rol speelt. Die moet continu bijgesteld worden aan de hand van de waargenomen actualiteit. Als door afleiding, overbelasting of vermoeidheid de aandacht naar de verkeerde zaken gaat zal de mentale voorstelling snel verouderen, met een toenemende kans op fouten[18].

De vaardigheid van de chauffeur om continu goede korte termijn scenario's te bedenken en dan goede besluiten te nemen is ook belangrijk: wat kan er gebeuren, wat zijn de risico's in die gevallen en hoe zijn die op te vangen? Het is uit de praktijk van de verkeerspsychologie bijvoorbeeld bekend[19] dat chauffeurs die veel ongelukken veroorzaken zwak zijn in het van te voren ontwikkelen en evalueren van die korte termijn scenario's.

Om deze faalkansen te reduceren kan een DDSS helpen, bijvoorbeeld om de aandacht naar de juiste zaken te trekken, of door het inzicht van de chauffeur in welke korte termijn scenario's belangrijk zijn te verbeteren.

Het model geeft aan dat er nog andere verbetermogelijkheden zijn: bijvoorbeeld in termen van opleiding en stressverlaging, in de bouw van vrachtwagen en in de infrastructuur. Die vallen echter buiten het bestek van dit onderzoek.

5.3 De lessen uit de ongevalsanalyse

Uit de 37 bestudeerde ongevallen blijkt dat de vrachtautochauffeur de voertuigkenmerken of de taakbelasting als belangrijkste oorzaak noemt voor het ontstaan van het ongeval. Vaak is het zicht niet voldoende doordat de spiegels niet goed zijn afgesteld, soms liggen er zaken op het dashboard die het zicht belemmeren. Het leek erop dat in het merendeel van de ongevallen de fietser als de situatie kritiek werd (waarschijnlijk) niet zichtbaar was voor de vrachtautochauffeur. Vaak is de taak ingewikkeld: chauffeurs rijden in smalle straten en in een stad is er veel ander verkeer is waar rekening mee gehouden moet worden. Voor de fietsers lijken de verklarende factoren meer te liggen op het gebied van eigenschappen van de bestuurder, de leeftijd en alcoholgebruik. Vaak dachten de fietsers dat ze voorrang kregen zoals verwacht of dat de vrachtauto rechtdoor zou rijden.

Een DDSS dat de vrachtautochauffeur op tijd informeert en waarschuwt dat er een gevaarlijke situatie ontstaat zou wellicht tweederde[20] van de bestudeerde ongevallen voorkomen kunnen hebben. Van belang lijkt te zijn dat de vrachtautochauffeur de kans heeft om te kunnen zien wat het DDSS signaal veroorzaakt. Dat is een vraag voor een test: zal een vrachtautochauffeur reageren op een signaal als hij de oorzaak van de waarschuwing zelf niet kan zien?

De uitdaging voor een DDSS is dus gelegen in het op tijd detecteren van het ontstaan van gevaar en op de juiste wijze informeren c.q. waarschuwen van de chauffeur.

18 *Een recent intern onderzoek van SITA Nederland laat zien dat de chauffeurs, naast hun rijtaak, veel attentie vragende systemen hebben welke niet genegeerd mogen worden, zoals 7 spiegels, camera systemen, boordcomputer, bijrijder, dashboard. Het verdelen van de beschikbare en noodzakelijke aandacht wordt hierdoor als zeer belastend ervaren.*

19 *De Coninck Traffic Management*

20 *Hoedemaeker, D.M., Doumen, M., de Goede, M., Hogema, J.H., Brouwer, R.F.T., & Wennemers, A.S. (2010). Modelopzet voor Dodehoek Detectie- en Signalerings Systemen (DDSS). TNO Defensie en Veiligheid, Soesterberg./ SWOV, Leidschendam*

6 Hoe helpt een systeem de chauffeurs en fietsers?

In de vorige hoofdstukken is geconstateerd dat de dode hoek een bijzondere uitdaging vormt voor de detectietechnologie, vooral in de interpretatie wanneer de situatie verandert van relatief veilig naar gevaarlijk. De huidige stand van de techniek is nog ver verwijderd van het ideaal, maar niet onbruikbaar. Het OWI-model en de ongevallenanalyse laten zien waar er nog ruimte voor verbetering is, waar een DDSS de chauffeur of fietser zou kunnen helpen, en wat dat zou kunnen schelen in aantal ongevallen.

Dat roept de vraag op hoe, gegeven deze stand van de techniek, een systeem toch een bijdrage kan leveren aan de verkeersveiligheid.

Om die vraag te kunnen beantwoorden is de interactie tussen de mens en technische (hulp-)systemen nader bestudeerd[21].

6.1 De stand van de wetenschap

Het nieuwe vakgebied 'Persuasive Technology' bestudeert hoe gedrag van mensen beïnvloed wordt door technologie, door de technische systemen die ons ondersteunen. De wijze waarop die systemen ons signalen geven blijkt een grote invloed te hebben op hoe we reageren op die signalen.

In zijn algemeenheid is bijvoorbeeld bekend dat sommige signalen direct door ons onderbewuste systeem opgepikt worden, en andere type signalen eerst bewust verwerkt moeten worden[22]. Dat laatste is altijd trager, bovendien is het afhankelijk van de aandacht die iemand nog over heeft of het signaal wel opgepikt wordt. Mensen blijken gevoelig te zijn voor sociale signalen, oftewel signaleringsvormen die lijken op hoe we als mensen met elkaar omgaan[23].

We wennen aan bepaalde signalen als die gestandaardiseerd zijn, overal en altijd hetzelfde betekenen. Dat wennen vertaalt zich in het onderbewust oppikken en verwerken van het signaal[24]. Het is daarom verstandig om te proberen een gestandaardiseerde vorm van DDSS signalering te ontwikkelen.

Hoe minder ingrijpend de interventie is om een bepaalde gedragsverandering te bereiken, hoe beter de resultaten zijn op de lange termijn. Een DDSS zou dus in eerste instantie zo min mogelijk moeten interveniëren, bijvoorbeeld door te beginnen met een suggestie over waar fietsers zich waarschijnlijk bevinden. Maar wanneer de situatie urgenter of gevaarlijker wordt zal het systeem steeds dwingender en leidender moeten optreden.

Het vertrouwen dat een chauffeur in een systeem heeft is in hoge mate afhankelijk van zijn mentale model van het gedrag van dit systeem. Dat vertrouwen is zeer belangrijk wanneer er snel gereageerd moet worden op waarschuwingen. Vertrouwen is een subjectieve maat die aangeeft in hoeverre de bestuurder denkt dat de DDSS de dode hoek situatie betrouwbaar, adequaat en effectief kan detecteren. Om dit vertrouwen te kunnen opbouwen is zowel de verhouding tussen juiste detecties en valse alarmen/missers van belang, als de voorspelbaarheid van valse alarmen/missers. Hoe voorspelbaarder een systeem 'fouten' maakt, des te meer 'vergevingsgezindheid' er is bij de gebruiker.

21 Wilschut, E.S., Meijering,V., Merkus,B., IJsselsteijn, W., Ham, J. (2010). Dode hoek Detectie en Signalerings Systemen (DDSS): concepten van signalering TNO Defensie en Veiligheid, Soesterberg,/TUE Eindhoven.

22 Een voorbeeld is het snel groter worden van een object in het zichtveld.

23 Dat kan zo ver gaan als een blij kijkende 'smiley' versus een verdrietig kijkende 'smiley'

24 De achteruitrij-'piep'van vrachtwagens is een goed voorbeeld

Wanneer mensen interactieve technologieën gebruiken, reageren ze vaak op dezelfde manier als wanneer ze met andere mensen omgaan. Dat uit zich bijvoorbeeld in boos worden op een computer die niet doet wat verwacht wordt maar ook in positieve reacties als er sociale cue's gegeven worden. Dat geeft mogelijkheden om een DDSS op te laten treden als een sociale actor ('de digitale bijrijder') en sociale feedback gericht te gebruiken in de signaleringsopzet. Dit kan het vertrouwen in het systeem versterken.

Aan de hand van de theorie zijn vijf verschillende concepten opgesteld hoe de signalering van een DDSS vorm gegeven zou kunnen worden:
getrapte waarschuwingen, dynamisch waarschuwen, zelf instelbare waarschuwingen, laterale waarschuwingen en het waarschuwen van kwetsbare verkeersdeelnemers.

Deze concepten kunnen onafhankelijk van elkaar gebruikt worden, maar kunnen ook gecombineerd worden. In het volgende zijn die concepten vertaald naar gewenst gedrag van een DDSS systeem in de praktijk. Bij dat gedrag wordt de sociale factor benadrukt.

6.2
De chauffeur helpen

Een goed DDSS simuleert een 'digitale bijrijder'. Het gewenste gedrag van de digitale bijrijder is als volgt te beschrijven bij toenemend gevaar.

Een 'oogje' in het zeil houden

Als er nog geen gevaar is maar wel zou kunnen ontstaan, zal de digitale bijrijder de bestuurder en de situatie in de gaten gaan houden. Als een chauffeur dat merkt verhoogt dat zijn alertheid. Het systeem zal dan een sociaal element moeten bevatten om de indruk te geven dat de bestuurder geobserveerd wordt. Dit kan bijvoorbeeld door geen piepsignaal, maar een menselijk geluid weer te geven en in plaats van een lichtje een icoon met menselijke kenmerken.

Beter op de (verkeers)situatie letten

De gevoeligheid van het DDSS gaat omhoog wanneer het risico op een dode hoek ongeval vergroot is. Dit kan bijvoorbeeld komen doordat de bestuurder moe wordt, wanneer de bestuurder afgeleid wordt door bijvoorbeeld de radio, een telefoon gesprek of een navigatie systeem, of wanneer de wegsituatie de aandacht van de bestuurder weerhoudt om de dode hoek te controleren.

'Nerveus' worden

Een gewone bijrijder is in staat om op subtiele manier te communiceren dat hij ongerust wordt omdat de situatie steeds gevaarlijker wordt. Een chauffeur is als mens zeer gevoelig voor het oppikken van deze signalen, het is niet voor niks dat 80% van menselijke communicatie non-verbaal is. Een DDSS kan dit gedrag ook vertonen. Gezien de hoge werklast van een vrachtwagenbestuurder op dat moment zullen meer automatische/onbewuste informatieverwerkingsmechanismes de voorkeur hebben. Een DDSS zou bijvoorbeeld gebruik kunnen maken van meer periphere feedback, ook wel ambient feedback genoemd.

De bestuurder duidelijk maken dat hij z'n hoofd er bij moet houden

Een mens is goed in staat in te schatten wanneer iemand de aandacht bij een bepaalde taak heeft en wanneer niet. Wanneer een bestuurder afgeleid lijkt, kan zijn bijrijder duidelijk maken dat de bestuurder zijn aandacht moet verleggen. Een DDSS zou dit ook kunnen doen. In dit geval informeert/waarschuwt het systeem de bestuurder wanneer deze niet de gewenste aandacht heeft. De uitdaging is wel om dat te detecteren.

Mogelijke gevaren aanwijzen

Wanneer gevaar dreigt kan een bijrijder aanwijzen waar het mogelijke gevaar zit. Bijvoorbeeld door te wijzen of te zeggen waar het gevaar zit. Een DDSS kan dit ook doen door middel van visuele of auditieve waarschuwingssignalen uit de richting van het gevaar of juist gericht naar het gevaar. Het tweede voordeel van dit gedrag is dat de chauffeur zelf goed kan bepalen of het een nieuw gevaar is of dat hij het al kende.

Schreeuwen, gebaren, aanstoten

Naarmate het gevaar dreigender wordt kan een bijrijder de intensiteit van de zijn waarschuwing verhogen. Wanneer visueel of auditief waarschuwen niet werkt, kan de bijrijder de bestuurder aanstoten. Dit kan een DDSS ook bereiken door bijvoorbeeld een trilling in de stoel van de bestuurder, of een trilling in het gas- of rempedaal of het stuur.

Een ruk aan het stuur geven of op de rem trappen

Een laatste redmiddel dat een bijrijder kan inzetten is zelf de controle overnemen door bijvoorbeeld een ruk aan het stuur te geven of op de rem te trappen. Omdat onterecht ingrijpen zeer veel risico met zich meebrengt moet dit een laatste redmiddel zijn wat alleen bij hoge zekerheid van een ongeval wordt ingezet. Immers, onverwacht en onterecht ingrijpen ondermijnt het vertrouwen in het systeem direct in grote mate, het onverwachte kan weer leiden tot schrikreacties.

6.3
De fietser helpen

De kwetsbare weggebruikers kunnen passief worden gewaarschuwd door opvallende markeringen op de vrachtauto. Dit wordt sporadisch toegepast[26].

Ze kunnen ook actief worden gewaarschuwd door een DDSS waardoor hun aandacht gericht wordt op een mogelijk gevaarlijke situatie. Een voorbeeld is alerts (licht/geluid) buiten de vrachtauto naar de fietser.
Er zijn echter belangrijke bezwaren bij dit concept:

1 het is niet duidelijk voor de kwetsbare weggebruiker. Wanneer er geen signaal klinkt hoeft dit niet te betekenen dat de situatie veilig is. Het kan immers zo zijn dat de vrachtwagen niet is uitgerust met DDSS;

2 het ontkracht de voorrangsregel[27]. In het geval van een rechtdoor rijdende fietser en een naar rechtsafslaande vrachtwagen heeft de fietser voorrang. Die voorrang zou dan ook te allen tijde verleend moeten worden door de vrachtwagenbestuurder;

3 het neemt een deel van de verantwoordelijkheid weg van de chauffeur en legt die bij de kwetsbare verkeers-deelnemer;

4 dit concept zou risico compensatie *(behavioural adaptation*) kunnen uitlokken bij de chauffeur waardoor deze of minder oplet op kwetsbare verkeersdeelnemers of de bochten gewoon door rijdt onder de aanname dat de fietsers wel uit de weg gaan;

5 als de hoeveelheid preventieve waarschuwingen van dit systeem groot is dan zal de fietser er minder vertrouwen in hebben en daardoor neemt de effectiviteit van het systeem af.

De voordelen, zoals het feit dat fietsers en brommers wendbaarder zijn en sneller tot stilstand kunnen komen dan een vrachtwagen (inschatting) en dat de bestuurder geen extra systeem of schermpje in de cabine krijgt, wegen niet tegen dezen bezwaren op. Bovendien kan een stilstaande fietser juist weer moeilijk snel bewegen, vooral als beide voeten aan de grond staan. Het waarschuwen van de kwetsbare verkeersdeelnemer zou dus alleen als uiterste noodmaatregel mogen gebeuren bij vrijwel absolute zekerheid dat er een ongeluk zal plaats vinden.

26 Er zijn geen gegevens bekend over het effect.

27 In de UK heeft niet de fietser maar de vrachtauto voorrang bij het (in de UK naar links) afslaan. In dat geval heeft een actief signaal naar de fietser wel nut, net zoals bij de tram in Nederland die ook voorrang heeft op een fietser.

7 Conclusies

De gedetailleerde simulaties van (bijna-)ongevallen laten zien hoe snel de situatie kan wijzigen, hoe snel het gevaar kan ontstaan: een korte onoplettendheid van de chauffeur kan voldoende zijn om binnen enkele secondes de situatie van (relatief) veilig naar gevaarlijk om te laten slaan. Dat wijkt af van andere situaties in het verkeer die gevaar opleveren: te hard rijden vraagt bijvoorbeeld om een vermijdbare handeling (gas geven) die normaliter niet binnen secondes door onoplettendheid gevaar oplevert.

Dat maakt de uitdaging voor de detectietechnologie groot, groter dan in de meeste andere veiligheidssystemen. Het feit dat om op tijd te kunnen waarschuwen de intentie van rechts afslaan gedetecteerd moet worden, maakt het een lastige uitdaging. De koppeling met navigatiesystemen en richtingaanwijzer, die deze intentie min of meer kunnen aangeven, lijkt de enige praktische mogelijkheid. Elke verdere ontwikkeling van de technologie zal welkom zijn om deze uitdaging het hoofd te kunnen bieden.

Het OWI model geeft duidelijk aan waarom de invoering van dode hoek spiegels en de voorzichtspiegels een zeer belangrijke oorzaak van ongevallen wegneemt, maar niet alle oorzaken. Een DDSS kan daar in principe aanvullend aan zijn. Het model geeft aan dat er meer mogelijk is zoals specifieke aandacht in de opleiding en training voor scenario-ontwikkeling, bouw van de vrachtauto en aanpassingen aan de infrastructuur.

Een DDSS dat autonoom ingrijpt, heeft bij de huidige stand van de detectietechnologie grote nadelen en risico's. Een waarschuwend systeem moet rekening houden met de beperkingen van de detectietechnologie om effectief te zijn. In de wijze van signalering naar de chauffeur is er veel te verbeteren is door uit te gaan van het sociale gedrag van een 'digitale bijrijder'. En door dat gedrag tot op zekere hoogte te standaardiseren. Een waarschuwend systeem naar de fietser moet een laatste redmiddel zijn: structureel waarschuwen heeft grote nadelen.

Er is nog nergens in de wereld aangetoond of en in welke mate een DDSS daadwerkelijk leidt tot reductie van het aantal ongevallen. Dit onderzoek geeft belangrijke aanwijzingen hoe dat effect bereikt kan worden. Het blijkt dat Nederland relatief veel kennis heeft over de dode hoek problematiek, en een industrie die daarop inspeelt. Door de toenemende urbanisatie en de toename van het aantal fietsers in steden buiten Nederland neemt de belangstelling voor de dode hoek problematiek toe. Het is daarom aan te bevelen om de kennis die dit onderzoek opgeleverd heeft in gezamenlijkheid om te zetten naar steeds betere Dode hoek Detectie- en Signaleringssystemen. De tweede aanbeveling is dat het ontwikkelde OWI-model en de simulatieresultaten bekend gemaakt worden aan wegbeheerders, vrachtauto fabrikanten en rijopleidingen zodat ze deze kennis kunnen benutten.

VERHOEF
VERHUUR
REPARATIE

8 Hoe verder?

Verificatie proeven

In een vervolgonderzoek zouden één of meerdere concepten van DDSS signalering als prototype ontwikkeld kunnen worden. In een rijsimulator kunnen deze concepten van signalering geëvalueerd worden in gecontroleerde omstandigheden waarbij de kwaliteit van de detectie geen invloed heeft. Tegelijk kan in een rijproef met een combinatie van sensoren bekeken worden hoever de kwaliteit van detectie nog verbeterd kan worden.
Een daaropvolgende stap is de succesvol bevonden en bewezen signaleringsconcepten op de openbare weg te evalueren waarbij op de openbare weg wordt gereden met aangepaste vrachtauto's. Bij deze ritten wordt geëvalueerd wat het niveau van vertrouwen en acceptatie is in dit type DDSS en wat de werklast is van de bestuurder.

JUMBO
NHANGERS
TEL:0492-591000
FAX:0492-591001
www.jumbo.net
info@jumbo.net
ERKOOP
ERHUUR
EPARATIE
Helmond
OH-81-XT
JUMBO
AANHANGER
HELMOND
OPLEGGER
JUMBO
HELMOND

9 Rapporten

De rapportage van de deelonderzoeken waar in dit rapport naar verwezen wordt zijn de volgende.

Hoedemaeker, D.M., Doumen, M., de Goede, M., Hogema, J.H., Brouwer, R.F.T., & Wennemers, A.S. (2010). Modelopzet voor Dodehoek Detectie- en Signalerings Systemen (DDSS). TNO-DV 2010 C150. TNO Defensie en Veiligheid, Soesterberg. SWOV, Leidschendam

Wilschut, E.S., Meijering,V., Merkus,B., IJsselsteijn, W., Ham, J. (2010). Dode hoek Detectie- en Signalerings Systemen (DDSS): concepten van signalering TNO-DV 2010 C419. TNO Defensie en Veiligheid, Soesterberg,TUE Eindhoven.

Buck Consultants International, NEA Transportonderzoek (2010) De relatie tussen Dode hoek Detectie- en Signalerings Systemen (DDSS) en manoeuvreerschade

Hogema, J.H., (2010) 'Operational Envelope van Dode hoek Detectie- en Signalerings Systemen: Simulatie Kruispunt' 'Operational Envelope van Dode hoek Detectie- en Signalerings Systemen: Simulatie Rotonde' DDSS TNO Defensie en Veiligheid, Soesterberg.

Auteur
Connekt
Kluyverweg 6
2629 HT Delft
T 015 - 251 65 65
info@connekt.nl
www.connekt.nl

Websites
www.dodehoekpreventie.nl
www.blindspotprevention.nl

Opmaak
KlasseOntwerp Utrecht
30 november 2010

connekt
Dode hoek Detectie- en Signaleringssystemen