

Kampweg 5
Postbus 23
3769 ZG Soesterberg

www.tno.nl

T +31 346 356 211

F +31 346 353 977

info@tm.tno.nl

TNO-rapport

TM-04-C032

Voorrangsignalen opnieuw belicht

Datum	25 augustus 2004
Auteur(s)	J.W.A.M. Alferdinck, R. Drullman, H.J. Griffioen, M.H. Martens
Opdrachtgever	Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, Den Haag
Projectnummer	013.73211
Rubricering rapport	Ongerubriceerd
Titel	Ongerubriceerd
Samenvatting	Ongerubriceerd
Rapporttekst	Ongerubriceerd
Bijlagen	N.v.t.
Aantal pagina's	55 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	Geen

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 onderzoeksopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

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

© 2004 TNO

Samenvatting

Vraagstelling

Voorrangssignalen (blauw waarschuwingslicht en meertonige hoorn) mogen gevoerd worden door voertuigen van politie, ambulance en brandweer als ze een “dringende taak” te doen hebben. Omdat regelgeving omtrent voorrangssignalen op allerlei punten als verouderd, onduidelijk en onvolledig wordt beschouwd heeft de werkgroep optische en geluidssignalen (WOG) voorstellen gedaan voor het aanpassen van de specificaties en de gebruiksregels voor voorrangssignalen. Deze zijn mede gebaseerd op een literatuuronderzoek van TNO-TM uit 1998. Door het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK) is gevraagd deze voorstellen te toetsen aan de huidige stand van wetenschap en techniek en aan de bestaande praktijk en te komen met voorstellen voor regelgeving.

Werkwijze

We hebben een literatuuronderzoek gedaan naar licht- en geluidssignalen en de gedragsaspecten. Daarnaast hebben we interviews gehouden met een aantal gebruikers van voorrangsvoertuigen. Aan de hand van de resultaten werd het WOG-rapport beoordeeld. Bij deze verificatie is aandacht besteed aan elementen als detecteerbaarheid, herkenbaarheid, begrijpelijkheid en geloofwaardigheid van de waarschuwingssignalen, en het gedrag van bestuurders van voorrangsvoertuigen en medeweggebruikers.

Resultaten

De voornaamste resultaten van het literatuuronderzoek zijn als volgt. Voor een goede zichtbaarheid van het voorrangsvoertuig voor de voorligger moeten de extra blauwe waarschuwingssignalen aan de voorkant bij voorkeur in het midden moeten zitten. Contourmarkering en juist gekozen kleur verhogen de zichtbaarheid en herkenbaarheid van voertuigen. Een cognitieve taak in de auto (bijv. telefoneren) vermindert de visuele waarneming.

Het luisteren naar muziek veroorzaakt extra vermindering van de hoorbaarheid van geluidssignalen, met name bij ouderen. Als geluidssignaal dient een tweetonige hoorn te worden gebruikt (toonhoogten van 375 en 500 Hz) met een geluidsterkte tussen 110 en 120 dBA en een breed frequentiegebied met deeltonen tot tenminste 5000 Hz. Attentiewaarde en lokaliseerbaarheid moeten verder verhoogd worden door gebruik te maken van korte on- en offsets.

Rondom de plaats van een incident moet bij voorkeur geen blauw maar geel waarschuwingslicht gebruikt worden. Er bestaan technische systemen waarbij voorrangsvoertuigen bij verkeerslichten automatisch groen licht krijgen en andere weggebruikers worden extra geïnformeerd.

Uit de interviews bleek dat chauffeurs van voorrangsvoertuigen vinden dat de richtlijnen vaak te rigide zijn. Ze houden zich vaak niet aan de regels om snel ter plaatse te zijn bij een calamiteit. Desondanks vinden ze zeker dat er gedragscodes moeten zijn.

Conclusie

Wij bevelen aan om een aantal voorstellen van de WOG aan te passen. Wij stellen voor om de extra blauwe lichtsignalering middenvoor te plaatsen, retroreflecterende striping toe te staan en terughoudend te zijn met het gebruik van alternerende koplampen en groene signaalverlichting. De eisen voor geluidssignalen moeten op verschillende punten worden aangepast. De richtlijnen voor chauffeurs van voorrangsvoertuigen moeten duidelijk zijn en moeten aangeleerd worden in trainingen.

Summary

Purpose

Emergency signals (blue warning light and siren) can be used by vehicles of police, ambulance, and de fire brigade when they have to do an emergency task. The legislation on emergency signals is considered to be outdated, unclear, and incomplete on several points. Therefore the working group emergency signals (WOG) has proposed adjustments of the specifications and application rules for emergency signals. These are also based on a literature survey by TNO-HF in 1998. The Dutch Ministry of Interior Affairs (BZK) asked us to check these proposals and to compare them to the state of the art of technology, science, and the current practice and to come with proposals for legislation.

Methods

A literature survey was performed on light and sound signals and the behavioural aspects of emergency signals. In addition, we interviewed emergency vehicles drivers. On basis of the results the WOG-report was assessed. During this verification we paid attention to elements such as visibility, recognizability, comprehensibility, and credibility of the emergency signals and also to the behaviour of the emergency vehicle drivers and the other road users.

Results

The main results of literature are as follows. For good visibility of the emergency vehicle for the car in front, the blue light at the front of the emergency vehicle should be located in the centre. Contour marking and a proper colour can improve the visibility and recognizability of vehicles. A cognitive task in the car (e.g. using the telephone) has a negative effect on visual perception.

Listening to music in a car causes an extra reduction of the audibility of sirens, particularly for the elderly. The siren should consist of a two-tone horn (pitches of 375 and 500 Hz) with a sound level between 110 and 120 dBA and a broad frequency range with partial tones up to at least 5000 Hz. Alerting and localisation should be improved by using short on- and offsets.

In the vicinity of an incident it is proposed to use yellow warning lights rather than blue warning lights. There are technical systems that switch the traffic lights automatically to green and informs other traffic when an emergency vehicle approaches.

The interviews showed that drivers of emergency vehicles find the rules too rigid. Often they do not obey the rules because they want to arrive in time at the incident location. They nevertheless find that proper rules of behaviour are important.

Conclusion

We recommend readjusting some of the proposals of the WOG. We propose to put the extra blue warning light in the front centre of the vehicle, to allow retroreflective striping, and to be careful with the use of alternating headlamps and green signal light. The specifications for sound signals have to be adapted at several points. The rules for the emergency vehicle drivers have to be clear and must be part of their professional training.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	9
2	Literatuuronderzoek	11
2.1	Inleiding	11
2.2	Waarneming, beslissing en actie.....	11
2.3	Optische signalen.....	12
2.3.1	Literatuuroverzicht.....	12
2.3.2	Intensiteit van de waarschuwingslampen.....	12
2.3.3	Kleur van waarschuwingslichten	13
2.3.4	Alternerende koplampen als waarschuwinglicht	14
2.3.5	Kleur van het voertuig	15
2.3.6	Configuratie	16
2.3.7	Striping en retroreflectie	17
2.3.8	Normen	19
2.3.9	Samenvatting literatuur optische signalen	20
2.4	Geluidssignalen.....	21
2.4.1	Literatuuroverzicht.....	21
2.4.2	Eigenschappen geluidssignaal	21
2.4.3	Plaatsing.....	22
2.4.4	Alternatieve signaleringsmethoden.....	23
2.4.5	Optimale sirene?	23
2.4.6	Samenvatting literatuur geluidssignalen	24
2.5	Gedragsaspecten	24
2.5.1	Overzicht.....	24
2.5.2	Ongevallen met voorrangsvoertuigen	25
2.5.3	Rondom de plaats van het incident	26
2.5.4	Hightech oplossingen.....	26
2.5.5	Training.....	27
2.5.6	Samenvatting literatuur gedragsaspecten	27
3	Interviews	29
3.1	Inleiding	29
3.2	Methode	29
3.3	Verslag van de interviews.....	30
3.3.1	Inleiding	30
3.3.2	Vragen over geconstateerde problemen in het WOG-rapport.....	30
3.3.3	Vragen over voorgestelde oplossingen in het WOG-rapport	33
3.3.4	Toegevoegde vragen.....	36
3.4	Conclusies interviews	37
4	Beoordeling rapport	39
4.1	Algemeen.....	39
4.2	Optische signalen.....	39
4.2.1	Blauwe signaalverlichting.....	39
4.2.2	Gele signaalverlichting	40
4.2.3	Groene signaalverlichting	40
4.2.4	Lichtkrant.....	40
4.2.5	Richtingaanwijzers.....	40
4.2.6	Striping	41

4.2.7	Alternerende koplampen.....	41
4.2.8	Periodieke keuring	42
4.3	Geluidssignalen.....	42
4.3.1	Toonhoogte en spectrum.....	42
4.3.2	Geluidssterkte	42
4.3.3	On- en offset	43
4.3.4	Wisselfrequentie	43
4.3.5	Geluidsniveau in het voertuig	43
4.3.6	Periodieke keuring	44
4.4	Gedragsaspecten	44
4.4.1	Voorrangsignalen en “dringende taak”	44
4.4.2	Gedragscodes.....	45
4.4.3	Brancherichtlijnen.....	45
5	Conclusies en aanbevelingen.....	47
5.1	Optische signalen.....	47
5.2	Geluidssignalen.....	47
5.3	Gedragsaspecten	48
6	Dankwoord	49
7	Referenties	51
8	Ondertekening.....	55

1 Inleiding

Het gebruik van licht- en geluidssignalen voor voorrangvoertuigen is nog steeds niet goed in de wet geregeld. Oorspronkelijk waren deze voorrangssignalen (blauw zwaailicht en meertonige hoorn) alleen bedoeld voor politie, ambulance en brandweer. Ze mogen alleen door deze hulpdiensten gebruikt worden als ze een “dringende taak” te doen hebben. Andere weggebruikers moeten voertuigen met deze voorrangssignalen dan doorgang verlenen. Er is echter onduidelijkheid omtrent andere groepen die ook van deze signalen gebruik willen maken. Daarnaast zijn er door de voortschrijdende ontwikkeling van de techniek nieuwe situaties en mogelijkheden ontstaan waarin de wet niet voorziet. Dit kan leiden tot verwarring, wildgroei en mogelijk onveilige situaties.

Er is een “Werkgroep Optische en Geluidssignalen” (WOG) opgericht die bestaat uit vertegenwoordigers van de betrokken ministeries Verkeer en Waterstaat, Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK), Volksgezondheid, Welzijn en Sport, Justitie en vertegenwoordigers van de brandweer-, politie- en ambulancesector en het Openbaar Ministerie. Deze werkgroep heeft het rapport “Voorrangssignalen tegen het licht gehouden” geschreven waarin alle knelpunten van de huidige regelgeving zijn geïnventariseerd en mogelijke oplossingen worden voorgesteld (WOG, 2003). In dit WOG-rapport zijn ook eerdere bevindingen van TNO Technische Menskunde (TNO-TM) verwerkt aangaande het waarnemen van en de eisen voor optische en geluidssignalen (Alferdinck & Drullman, 1998). Deze studie, waarin ook de resultaten van eerder onderzoek (Alferdinck & Walraven, 1993; Alferdinck, 1996a) zijn verwerkt, zal in het vervolg van dit rapport worden aangeduid met TNO-TM98.

BZK heeft TNO-TM gevraagd om een verificatie-onderzoek uit te voeren waarbij de inhoud van het WOG-rapport moet worden beoordeeld op juistheid, haalbaarheid en relevantie en vergeleken moet worden met de huidige stand van de techniek en wetenschap. Daarom is een literatuuronderzoek uitgevoerd en zijn er interviews gehouden onder gebruikers van voorrangvoertuigen. De resultaten zijn samen met de bevindingen uit TNO-TM98 gebruikt om het WOG-rapport te beoordelen.

Het onderzoek is opgesplitst in drie werkpakketten, een literatuuronderzoek, interviews en de beoordeling van het WOG-rapport. Alle werkpakketten zijn uitgevoerd voor optische signalen, geluidssignalen en gedragsaspecten. De gedragsaspecten zijn in de eerder genoemde TNO-TM-rapporten (TNO-TM98) niet aan de orde geweest. De striping¹ van voorrangvoertuigen is ook niet behandeld in TNO-TM98. Dit is wel onderdeel van het huidige onderzoek.

¹ *Striping* is het geheel van markeringen, teksten en logo's die op een voertuig zijn aangebracht. Door gebruik van fluorescerend en retroreflecterend materiaal kan in principe de opvallendheid zowel overdag als 's nachts gewaarborgd worden (Alferdinck e.a., 1999).

2 Literatuuronderzoek

2.1 Inleiding

Er is gezocht naar relevante literatuur over de voorrangssignalen die is gepubliceerd sinds de literatuurstudie van TNO-TM98. Om er zeker van te zijn geen belangrijke publicaties te missen is als begindatum voor de nieuwe publicaties 1996 genomen. Door middel van een computerrecherche werd gezocht naar literatuur in buitenlandse databestanden zoals TRIS (Transport Research Information Systems), Ergonomic Abstracts en Psychinfo. De volgende sleutelwoorden zijn gebruikt: (police) emergency vehicle, ambulance, police-vehicle, fire engine, police pursuit driving, (traffic, road, automobile) accident, warning light, strobe light, hazard warning light, hazard warning device, warning signal, warning sound, auditory signal, siren, police, emergency responder (crash), safety, crash injury, driving behavio(u)r. Lang niet alle publicaties die gevonden werden met de combinatie van de deze sleutelwoorden waren bruikbaar. Uiteindelijk bleken ongeveer 40 publicaties relevant te zijn voor dit onderzoek.

Verder werd ook gebruik gemaakt van eigen publicaties en van publicaties van derden die al in ons bezit waren. Daarnaast werden de (inter)nationale standaardisatie-organisaties (ECE, ISO, NEN) geraadpleegd voor het opsporen van eventuele nieuwe en aangepaste normen en regelgeving die betrekking hebben op voorrangsvoertuigen.

Hierna volgen de resultaten van het literatuuronderzoek, waarin na een algemeen deel de optische signalen, geluidssignalen en gedragsaspecten aan de orde komen. Alleen de nieuwe inzichten die niet in TNO-TM98 zijn opgenomen zijn vermeld.

2.2 Waarneming, beslissing en actie

Bij het waarnemen van voorrangsvoertuigen met waarschuwingssignalen en de reactie daarop van de weggebruikers kunnen we een aantal stadia onderscheiden (Solomon & Hill, 2002). Elk van deze stadia zal enige tijd in beslag nemen. Voor een optimale verkeersveiligheid is het dus zaak om bij elk stadium afzonderlijk na te gaan of de tijd verkort zou kunnen worden.

- *Detectie*. De weggebruiker moet erop geattendeerd worden dat er zich iets op zijn of haar pad is of komt. Daarom moet het hulpvoertuig opvallend genoeg zijn om een snelle detectie mogelijk te maken. Ook als het voertuig zich in de periferie van het gezichtsveld bevindt moet het voldoende aandacht trekken. Knipperende waarschuwingslichten, opvallende kleur en striping en sirene vergroten de opvallendheid.
- *Herkenning*. Als het voertuig is gedetecteerd en de afstand niet te groot is dan zal de weggebruiker het voertuig moeten gaan herkennen als een voorrangsvoertuig. Daarvoor is het herkennen van de waarschuwingssignalen (kleur licht, tonen sirene) voldoende. Als ook de basiskleur van het voertuig kan worden waargenomen dan is voor de weggebruiker in principe duidelijk van welke hulpdienst het voertuig is; wit voor politie, geel voor ambulance en rood voor brandweer (Alferdinck e.a., 1999).
- *Begrijpen*. De weggebruiker moet in dit stadium begrijpen hoe hij of zij zich t.o.v. het voorrangsvoertuig in de verkeerssituatie bevindt en of er eventueel actie moet worden ondernomen; bijvoorbeeld, op welke baan rijdt het voorrangsvoertuig en

waar rijdt de weggebruiker en moet deze uitwijken. Dit stadium wordt overigens niet genoemd in Solomon en Hill maar is wel essentieel voor het nemen van een snelle en juiste beslissing.

- *Beslissing*. Nu moet de weggebruiker een beslissing nemen voor een eventuele actie. De aard van de actie hangt af van de mate waarin de verkeerssituatie bedreigend is voor de weggebruiker en of de weggebruiker doorgang moet, kan of wil geven. De duur van die beslissing hangt af van de complexiteit van de situatie. De beslissing van de weggebruikers zal ook afhangen van de geloofwaardigheid van het waarschuwingssignaal. Als de weggebruiker denkt dat het waarschuwingssignaal onterecht is dan zal deze minder bereid zijn om doorgang te verlenen.
- *Actie*. Nu zal daadwerkelijk een (eventuele) actie ondernomen worden. Dit kan bijvoorbeeld een uitwijkmanoeuvre zijn of een remactie.

Samengevat, om een adequate reactie van weggebruikers te bewerkstelligen moeten aan voorrangsvoertuigen met waarschuwingssignalen dezelfde eisen worden gesteld als aan verkeersborden, ze moeten opvallend, herkenbaar, begrijpelijk en geloofwaardig zijn (CIE, 1988).

2.3 Optische signalen

2.3.1 Literatuuroverzicht

Van de relevante publicaties gaan er weinig direct over de zichtbaarheid van voorrangsvoertuigen, maar ze verschaffen indirect wel meer inzicht in deze problematiek. Het gaat vaak over de zichtbaarheid van niet-voorrangsvoertuigen zoals voertuigen van wegbeheerders, sleepdiensten, schoolbussen en vrachtauto's. Ze bevatten aanvullende inzichten inzake intensiteit, kleur, configuratie van waarschuwingslichten en striping van voertuigen. Een van de publicaties is een boek over de preventie en reconstructie van ongevallen met voorrangsvoertuigen (Solomon & Hill, 2002). In een vijftal hoofdstukken komen de visuele aspecten aan de orde. Daarnaast zijn er internationale normen bekeken die betrekking hebben op de visuele eigenschappen van voorrangsvoertuigen.

2.3.2 Intensiteit van de waarschuwingslampen

In landen waar veel schoolbussen worden gebruikt wordt veel aandacht besteed aan de opvallendheid van deze voertuigen. Omdat de bussen, vaak tijdens de spits, veelvuldig moeten stoppen om kinderen in en uit te laten is dit een gevaarlijke verkeerssituatie. Veel bussen zijn daarom voorzien van gele of rode waarschuwingslichten. Een van de problemen is om overdag voldoende intensiteit te hebben om de bus opvallendheid te laten zijn en tegelijkertijd 's nachts niet te veel intensiteit te hebben om verblinding te voorkomen. In Australië is onderzoek gedaan naar de benodigde intensiteit (Paine & Fisher, 1996). Uitgangspunt voor het ontwerp van de verlichting is dat het verkeer een snelheid van 100 km/u heeft en dat de waarschuwinglichten overdag op een afstand van 250 m voldoende opvallend moeten zijn. Er wordt aanbevolen om voor gele waarschuwingslichten in het midden van de bundel een lichtsterkte van 1400 cd aan te houden. Verder moet de lichtbundel naar beneden toe afvallen tot maximaal 200 cd bij een hoek van 10° naar beneden. Omdat de waarschuwingslichten hoog zijn gemonteerd (ca. 3,4 m) zal de lichtsterkte vanzelf afnemen als de medeweggebruikers de bus naderen. Voor rode waarschuwinglichten is de lichtsterkte 1/3 van die van de gele. De waarschuwingslichten van deze bussen knipperen met een frequentie van 1 Hz.

De aanbevolen lichtsterkte voor de schoolbussen is veel hoger dan de minimumeisen voor gele en blauw knipperlichten voor voorrangsvoertuigen. Voor overdag zijn deze eisen respectievelijk 230 en 105 cd. In het vorige literatuuronderzoek (TNO-TM98) is ook gemeld dat de door de ECE geëiste lichtsterkten laag zijn in vergelijking met bijvoorbeeld de Amerikaanse normen.

2.3.3 *Kleur van waarschuwinglichten*

In Canada werd onderzoek gedaan naar de optimale kleur voor de waarschuwinglichten van schoolbussen (Bruneau, 2002). Het ging hierbij om de kleur van de knipperende lichten die voorafgaan aan het eigenlijke stopsignaal van de bus: knipperende rode lichten (2 voor en 2 achter) en een stoparm, waarna het verkeer in alle richtingen verplicht moet stoppen. In het onderzoek werden twee typen waarschuwingssignalen getest die het stopsignaal voorafgaan, extra knipperende rode lichten of extra knipperende gele lichten. Het bleek dat bij de gele knipperlichten minder overtredingen werden gemaakt tegen het stopgebod en dat ze de snelheid van het verkeer beter reduceren dan rode waarschuwinglichten. Als verklaring voor dit effect wordt aangedragen dat de weggebruikers gewend zijn aan de gele waarschuwinglichten die aan de normale verkeerslichten voorafgaan en het als zodanig beter past in het normale verwachtingspatroon van de weggebruiker.

Voertuigen van wegbeheerders, wegwerkers, en sleepdiensten staan vaak op de weg in gevaarlijke situaties. Daarom zijn ze meestal voorzien van gele waarschuwinglichten om de opvallendheid te vergroten. In de VS wordt echter getwijfeld aan de effectiviteit van de gele waarschuwinglichten voor zeer gevaarlijke verkeerssituaties. Daarom worden in veel staten extra blauwe knipperlichten toegestaan bij bijvoorbeeld sneeuwruimers. Er is een onderzoek gedaan om de optimale kleur en kleurcombinaties voor de waarschuwinglichten van deze niet-voorrangsvoertuigen te bepalen (Ullman & Lewis, 2000; Ullman, 2000). Er werd een enquête gehouden waarbij aan weggebruikers werd gevraagd hoe gevaarlijk ze een verkeerssituatie zouden inschatten als ze een voertuig zouden zien met een waarschuwinglicht op het dak van een bepaalde kleur (geel, blauw, rood, geel + blauw, geel + rood, blauw + rood, geel + blauw + rood) en welke actie ze zouden ondernemen. Het bleek dat rood, blauw en geel worden geassocieerd met, respectievelijk, zeer, matig en een beetje riskante verkeerssituaties. Een combinatie van rood en blauw of een van alle drie kleuren wordt ook als zeer riskant ervaren. De te ondernemen acties zijn dienovereenkomstig; bij zeer riskante situaties zal hard worden geremd en bij een beetje riskante situaties zeggen de geïnterviewden alleen hun voet van het gaspedaal te halen. Rode waarschuwinglichten worden meestal geassocieerd met brandweer en ambulance, de combinatie rode en blauwe waarschuwinglichten met politie en gele waarschuwinglichten met voertuigen van wegbeheerders, wegwerkers, en sleepdiensten. Bij metingen op de weg bleek er een trend te zijn dat weggebruikers voor de combinatie van geel en blauw vaker remmen dan voor gele lichten alleen.

Er is een literatuuronderzoek en enquête uitgevoerd in de VS om een overzicht te krijgen van de huidige praktijk van het verhogen van de zichtbaarheid van wegwerkvoertuigen (Kamyab e.a., 2002). Het blijkt dat in de meeste Amerikaanse staten een geel knipperlicht wordt gebruikt voor wegwerkvoertuigen, hoewel de kleur van waarschuwinglichten niet federaal is voorgeschreven. Soms worden ook witte, rode, of blauwe knipperlichten toegevoegd. Verder wordt in vrijwel alle staten een of andere vorm van retroreflecterend materiaal gebruikt om de voertuigen opvallender te maken en is de kleur van de meeste wegwerkvoertuigen oranje. Op

sneeuwruimvoertuigen wordt ook vaak gebruik gemaakt van waarschuwingsvlaggen, waarschuwingbordjes en extra (waarschijnlijk geen knipperende) koplampen.

Groene knipperlichten worden in de VS vaak gebruikt door de vrijwillige ambulance (Solomon & Hill, 2002).

2.3.4 *Alternerende koplampen als waarschuwinglicht*

Soms worden alternerende koplampen gebruikt om de voorrangvoertuigen extra opvallend te maken in de dagsituatie (WOG, 2003). Als bestuurders van de hulpvoertuigen denken dat het andere verkeer het voorrangvoertuig, ondanks het blauwe zwaailicht en de sirene, niet heeft opgemerkt wordt knipperend groot licht ingeschakeld, waarbij beurtelings de linker en de rechter koplamp worden ingeschakeld (alternerende koplampen). Deze methode wordt bij een aantal hulpdiensten in Nederland gebruikt (zie interviews, hoofdstuk 3).

Er zijn in de literatuur echter geen studies gevonden waarbij een directe vergelijking is gedaan van de opvallendheid en herkenbaarheid van (en de reactie op) voorrangvoertuigen met en zonder knipperende koplampen. We kunnen wel analyseren wat de verschillen zijn tussen de twee situaties voor de snelheid van detectie, herkenning, begrijpen en beslissen (zie ook 2.2).

Opvallende signalen zullen snel gedetecteerd worden. We kunnen een idee krijgen van de verhoging van de opvallendheid door alternerende koplampen als we de lichtintensiteiten van het blauwe zwaailicht en de koplampen vergelijken. Een blauw knipperlicht moet overdag een lichtsterkte hebben van minstens 105 cd in het midden van de bundel (verticaal) met een maximum van 1680 cd (ECE, 2002b). Tot 4° naar beneden is het minimum 55 cd en voor grotere verticale hoeken is er geen eis voor blauw. De lichtsterkte van een enkele koplamp met groot licht kan in het midden van de lichtbundel gemakkelijk een waarde van 20.000 cd of meer bereiken (Helmers & Rumar, 1975). Dit zijn dus lichtsterkten die tussen 10 tot 200 keer hoger kunnen liggen. Dat betekent dat de koplampen zeker opvallend genoeg zullen zijn. Naast verblinding zouden de hoge lichtsterkten ook schrikreacties teweeg kunnen brengen bij weggebruikers. Ter vergelijking: een normale gedimde koplamp heeft in de praktijk een lichtsterkte van ongeveer 400 cd (Alferdinck & Padmos, 1988). Een probleem van deze zeer hoge lichtsterkten is dat er verblinding kan optreden, zeker 's nachts.

Zoals reeds eerder is opgemerkt in sectie 2.3.2 zijn de intensiteiten van de blauwe lichten overdag aan de lage kant. Hieruit komt ook de behoefte voort om alternatieve signaleringen zoals alternerende koplampen te gebruiken. Om overdag dezelfde mate van verblinding (en opvallendheid) te krijgen als 's nachts zal de lichtsterkte overdag 10 tot 50 keer hoger moeten zijn dan de lichtsterkte bij nacht (Schmidt-Clausen & Bindels, 1974). De minimum en maximum eisen van het blauwe zwaailicht bij nacht zijn respectievelijk 42 cd en 670 cd. Voor een goede opvallendheid overdag zal dus de lichtsterkte minstens tussen 420 cd en 6700 cd moeten liggen. De huidige normen voor het blauwe licht liggen een stuk lager (105 cd en 1680 cd).

Een voorrangvoertuig moet opvallend zijn maar ook zo snel mogelijk herkend kunnen worden als voorrangvoertuig met een dringende taak. In eerste instantie zal de aandacht van de weggebruiker worden getrokken door de knipperende koplampen. In dit stadium zou de weggebruiker kunnen denken dat de knipperende koplampen afkomstig zijn van een agressieve medeweggebruiker. Dit zou enige verwarring en misschien wel enige agressie kunnen oproepen. Hierdoor kan de weggebruiker

aanvankelijk de neiging krijgen om juist geen doorgang te verlenen. Daarna zal waarschijnlijk toch het blauwe zwaailicht zichtbaar worden en eventueel de sirene hoorbaar. Dan zal de weggebruiker de conclusie trekken dat de alternerende koplampen en het zwaailicht bij hetzelfde voorrangsvoertuig horen; het voertuig wordt dan dus herkend als een voorrangsvoertuig met een urgente taak. De verwarring tijdens de herkenningperiode zou tijd kunnen kosten.

Na de herkenning zal er een beslissing genomen worden en er een eventuele actie volgen. Als de signalen van het voorrangsvoertuig geloofwaardig zijn dan zal de weggebruiker in de regel doorgang verlenen aan het voorrangsvoertuig.

Samenvattend kunnen we concluderen dat de opvallendheid van voorrangsvoertuigen met alternerende koplampen zal groter zijn dan van een voorrangsvoertuig met alleen de normale blauwe waarschuwingslichten. De herkenbaarheid zal waarschijnlijk minder zijn. We weten niet of dit voor- en nadeel elkaar opheffen. Het beste is om de verwarring in de herkenningsfase op te voorkomen. Dat kan door in plaats van alternerende koplampen een knipperend blauw licht aan de voorzijde van het te gebruiken dat goed zichtbaar is voor de voorligger. Dan is er geen onzekerheid over de aard van het voertuig.

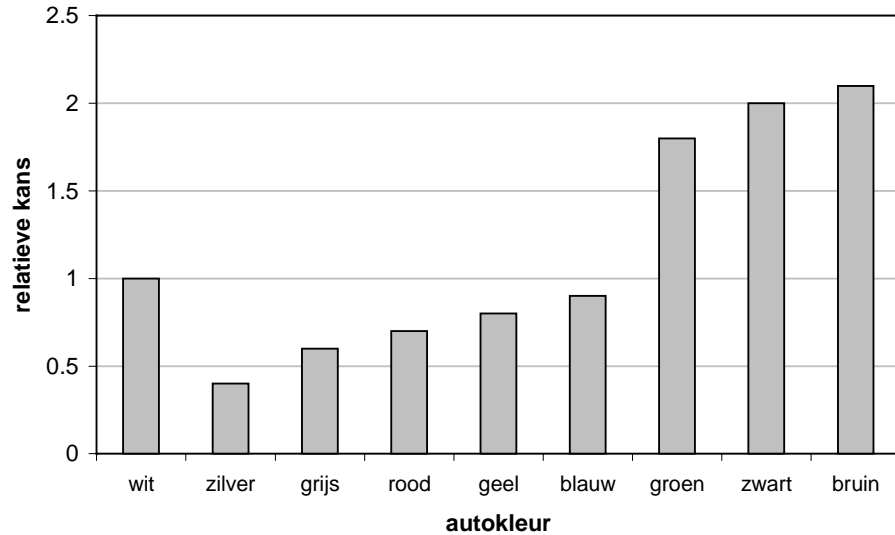
2.3.5 *Kleur van het voertuig*

Er zijn een paar publicaties gevonden waarin het effect wordt beschreven van de kleur van het voertuig op de kans dat het voertuig betrokken zal zijn bij een ongeluk.

Het blijkt dat brandweervoertuigen met een rode of een rood-witte kleurstelling vaker betrokken zijn bij ongevallen dan brandweervoertuigen die citroengeel (lime-yellow) met wit zijn (Solomon & King, 1995). Deze conclusie is getrokken uit een ongevallen-onderzoek dat gebaseerd is op bijna 300.000 keer uitrukken van de brandweer in Dallas, Texas, over een periode van 4 jaar, waarbij er evenveel rood-witte als citroengele voertuigen waren betrokken. Hierbij zijn 28 ongevallen gebeurd, waarvan er 20 bruikbaar waren voor het onderzoek omdat er 8 niet visueel gerelateerd waren (botsing van brandweerauto met een stilstaande of geparkeerde auto of een stationair object). Van deze ongevallen waren er 4 met citroengele voertuigen en 16 met roodwitte voertuigen. Dat betekent dat citroengele voertuigen significant veiliger zijn ($p=0.013$). De resultaten kloppen met het verschil in opvallendheid van de twee kleuren. De laterale hoek waarbij een citroengeel voertuig net kan worden gedetecteerd is groter (72°) dan van een rood voertuig (58°) (Solomon & Hill, 2002).

In een recent onderzoek in Nieuw-Zeeland is gevonden dat zilverkeurige auto's minder dan de helft zoveel kans hebben om betrokken te zijn bij aanrijdingen dan witte auto's (Furness e.a., 2003). Ook rode, gele, grijze en blauwe auto's zijn veiliger dan witte (Fig. 1). Groene, zwarte en bruine auto's zijn ongeveer twee keer zo onveilig. Rood is veiliger dan wit en geel. Deze resultaten ondersteunen niet het onderzoek van Solomon dat rode brandweerauto's juist vaker bij ongevallen betrokken zijn dan citroengele. Het is waarschijnlijk dat de gele kleur van de Amerikaanse brandweervoertuigen helderder en lichter is dan de gemiddelde gele kleur van de auto's in Nieuw-Zeeland, die als zodanig geregistreerd staan.

Uit de resultaten blijkt dat de grondkleuren van de hulpvoertuigen in Nederland (wit, rood, geel) redelijk veilig zijn maar niet optimaal (Fig. 3). De zichtbaarheid kan verhoogd worden door een opvallende striping toe te passen. Hierover in sectie 2.3.7.



Figuur 1 – Relatieve kans van de betrokkenheid bij een aanrijding van auto van verschillende kleur (Furness e.a., 2003).

2.3.6 Configuratie

Een waarschuwinglicht op een voorrangvoertuig zal het voertuig opvallender maken, maar de vraag is hoeveel waarschuwinglichten je moet gebruiken en waar ze moeten worden geplaatst. Om goed zichtbaar te zijn in de achteruitkijkspiegel van de voorligger mag het waarschuwinglicht niet te hoog en niet te laag zitten, vooral niet als het voorrangvoertuig dicht op de voorligger rijdt. Een methode is om naast de waarschuwinglichten op het dak een extra licht middenvoor te plaatsen, liefst op dezelfde hoogte als het oog (achteruitkijkspiegel) van de weggebruikers (Solomon & Hill, 2002). Dan zal het altijd voldoende zichtbaar zijn voor de voorligger. Er wordt gewaarschuwd voor een afname van de opvallendheid van de richtingaanwijzers als de extra blauwe waarschuwinglichten te dicht bij de richtingaanwijzers worden gemonteerd, hetgeen in de praktijk vaak het geval is bij de twee extra waarschuwinglichten aan de voorzijde (Solomon & Hill, 2002). Er is eerder onderzoek gedaan waarbij de opvallendheid is gemeten van de richtingaanwijzers onder invloed van de koplampen met verschillende intensiteiten (Alferdinck, 1996b). Voor een hoge intensiteit van de koplampen (6250 cd) bleek de opvallendheid van richtingaanwijzers voldoende te zijn als de hart-op-hart afstand van de twee lampen minstens 22 cm bedraagt. Bij kleinere afstanden neemt de opvallendheid snel af en is vrijwel nul als de afstand 5 cm is. Het knipperen van de blauwe waarschuwinglichten is in dit verband nadelig. Het vermindert het verschil tussen de richtingaanwijzers en de blauwe waarschuwinglichten, en dus de opvallendheid van de richtingsaanwijzers. Overigens zijn er geen studies bekend die hebben onderzocht wat het optimum is voor het aantal waarschuwinglichten op een voorrangvoertuig (Solomon & Hill, 2002).

Een onderwerp dat gerelateerd is aan de configuratie van de waarschuwinglichten is de oriëntatie van het voorrangvoertuig; onder welke hoeken is een voorrangvoertuig het beste zichtbaar? In Engeland is een onderzoek gedaan naar de opvallendheid van politieauto's (Langham e.a., 2002). Hierbij is de opvallendheid vergeleken van een politieauto die schuin op de weg staat met een politieauto die met de rijrichting mee staat opgesteld op een autosnelweg. In het laboratorium werden videobeelden getoond

van het naderen van een stilstaand politievoertuig op de snelweg. Het bleek dat stilstaande politieauto's die van achteren worden waargenomen vaak als rijdende worden waargenomen. Schuin geplaatste politieauto's worden sneller herkend als een stilstaand object omdat dit een ongewone verkeerssituatie is. Er wordt aanbevolen om bij calamiteiten de politievoertuigen schuin op de rijbaan te plaatsen en als de voertuigen geparkeerd staan lang de weg niet het blauwe zwaailicht te gebruiken (Solomon & Hill, 2002).

In de Engelse studie werd ook de invloed onderzocht van een extra afleidende taak op het detecteren van een politieauto (Langham e.a., 2002). De extra taak bestond uit het detecteren van betekenisvolle zinnen (bijv. 'slippers worden verkocht in paren') die waren verstopt tussen betekenisloze zinnen ('aartsbisschoppen worden gemaakt in fabrieken'), die in blokken van vijf auditief werden gepresenteerd. Verder moesten de proefpersonen per blok het laatste woord in elke zin onthouden. De taak is qua belasting op de cognitieve en geheugencapaciteit te vergelijken met een gesprek via de mobiele telefoon. De proefpersoon bleef onderwijl kijken naar de video. Er werd een effect gemeten van deze extra taak; de reactietijden waren significant langer. Dat betekent dus dat een cognitieve taak, zoals een telefoon- of mobilifoongesprek, ook al is die niet visueel afleidend, toch een negatieve invloed heeft op de visuele detectie van gevaarlijke verkeerssituaties. In een andere studie is een soortgelijk effect gemeten (Strayer e.a., 2003). Chauffeurs van voorrangsvoertuigen zijn waarschijnlijk vaker dan normale weggebruikers betrokken zijn bij overleg en communicatie tijdens de vaak toch al meer riskante rit. De bevindingen van deze studie zou dus extra aanleiding moeten zijn om de chauffeurs van voorrangsvoertuigen zo min mogelijk af te leiden met additionele taken.

2.3.7 *Striping en retroreflectie*

Met retroreflecterende materialen kan een voorrangsvoertuig opvallend gemaakt worden in het licht van de voertuigverlichting van medeweggebruikers. Het is belangrijk dat de retroreflecterende materialen zo zijn aangebracht dat de contouren van het voertuig goed zichtbaar worden. Als een patroon wordt gebruikt dat niet de lijnen van de voertuigvorm volgt kan er juist een camouflage effect optreden (Solomon & Hill, 2002).

In Duitsland is onderzoek gedaan naar het gebruik van retroreflecterende materialen op voertuigen (Schmidt-Clausen, 2000). Het was vooral gericht op vrachtwagens met contourmarkeringen. Naast een inventarisatie van de bestaande situatie op de weg (aantal vrachtwagens met markering, luminanties, ongevallen, etc.) zijn er waarnemingsproeven uitgevoerd waarbij vrachtwagens met verschillende contourmarkeringen (punten, lijnen, contouren). Het bleek dat voertuigen met het grootste oppervlak aan retroreflecterend materiaal met de hoogste luminantie het snelst werden opgemerkt. De voertuigen met volledige contouren werden het best herkend als een voertuig. Er wordt aanbevolen om eventuele opschriften en afbeeldingen (zoals reclame) alleen in retroreflecterend materiaal mag worden uitgevoerd als het is aangebracht binnen contourmarkering. De retroreflecterende eigenschappen van de contourmarkering moeten beter zijn (meer reflecteren) dan die van de reclame.

Dat het herkennen van een voertuig en de verkeerssituatie belangrijk is bleek uit een onderzoek naar de zichtbaarheid van manoeuvrerende opleggers (Alferdinck & Hoedemaeker, 2002; Alferdinck e.a., 2003). Een truck die achteruitrijdend insteekt in een oprit aan de andere kant van de weg, komt schuin over de weg te staan (Fig. 2). Dit bleek een gevaarlijke situatie te zijn. De gele zijmarkeringslichten werden verward met

de retroreflecterende berm paaltjes. Ondanks het feit dat de lichten op meer dan een halve kilometer zichtbaar waren (bij nat weer 300 m) werden ze niet herkend als een deel van de oplegger. Het tegemoetkomend verkeer zag een truck met een normale snelheid vooruit reed en had niet door dat deze daarentegen langzaam achteruit manoeuvreerde en deels schuin over de weg stond. De verkeerssituatie werd pas correct ingeschat op een fataal korte afstand (25–50 m). Door de oplegger te voorzien van contourmarkering (ECE 104, klasse C, 5 cm breed) werd deze herkend op veilige afstanden van enkele honderden meters, in droge en natte weersomstandigheden.



Figuur 2 – Manoeuvrerende truck met oplegger (achteruit instekend in een oprit), zoals gezien door tegemoetkomend verkeer; met alleen zijmarkeringslichten (links) en met additionele contourmarkering (rechts) (Alferdinck e.a., 2003).

In de vorige rapportage TNO-TM98 is niets gezegd over de striping van voorrangsvoertuigen, omdat we ons toen beperkt hebben tot de waarschuwinglichten. Toch is striping algemeen gebruikelijk bij de Nederlandse hulpvoertuigen. Als bij de striping fluorescerend en retroreflecterend materiaal gebruikt wordt dan is het mogelijk om de opvallendheid van een voertuig zowel overdag als 's nachts te waarborgen. Door BZK is een uniforme striping voorgeschreven waarbij elk hulpdienst herkenbaar is aan een eigen grondkleur; wit voor politie, rood voor brandweer en geel voor ambulance (Fig. 3). Een eigen kleur voor elk type hulpdienst maakt met name de coördinatie van de hulp bij rampen e.d. gemakkelijker.



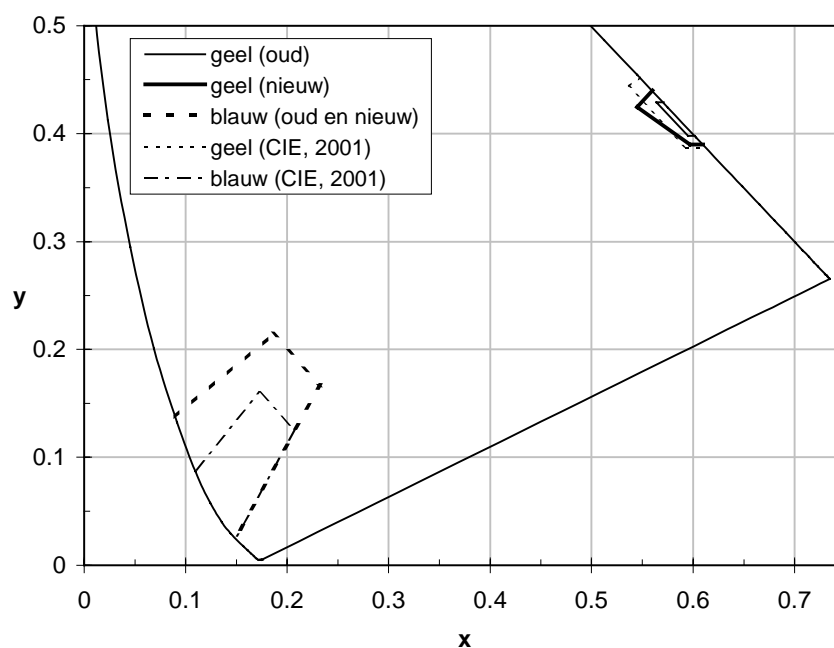
Figure 3 – Voertuigen van politie, brandweer en ambulance in de uniforme striping (Alferdinck e.a., 1999).

In het Verenigd Koninkrijk zijn politieauto's voorzien van een striping die is voorgeschreven in een specificatie van een brancheorganisatie van de politie (Thomas, 1998). Aan de zijkant zijn de voertuigen voorzien van blauwe en geel-fluorescerende blokken; aan de achterkant worden schuin strepen (chevrons) voorgeschreven in de kleuren geel-fluorescerend en oranje-fluorescerend. Alle kleuren zijn tevens retro-

reflecterend, zodat een goede zichtbaarheid 's nachts verzekerd is. In de specificatie is een lijst van fabrikanten van retroreflecterend materiaal opgenomen die waarvan de producten worden aanbevolen.

2.3.8 Normen

De internationale eisen voor waarschuwingslampen zijn vastgelegd in het ECE-reglement nr. 65 (ECE, 2002b). Deze zijn sinds het vorige onderzoek nauwelijks veranderd. Alle eisen voor lichtsterkten en uitstralingshoeken zijn gelijk gebleven. Er is wel een kleine verandering van de kleureisen. In het laatste amendement van het ECE reglement (nr.3, 11-10-2002) is het kleurgebied voor geel (amber) aangepast; het toegestane kleurgebied iets groter geworden. Dit is in Figuur 4 weergegeven. Ter vergelijking zijn ook de internationale eisen volgens de CIE standaard voor signaallichten weergegeven (CIE, 2001). Deze komen niet helemaal overeen met het ECE-reglement.



Figuur 4 – Kleurgebieden voor blauwe en gele waarschuwingslichten volgens de oude en nieuwe ECE-reglement 65 vergeleken met de CIE standaard voor signaallichten (CIE, 2001).

Het ECE-reglement 104, dat ook in Nederland van kracht is, regelt de retroreflecterende striping voor zware voertuigen (ECE, 2003). Tot voor kort gold deze richtlijn alleen voor voertuigen met een maximumgewicht van 3500 kg of hoger en aanhangers met een toegestane maximum massa van 750 kg. Vrij recent is het toegestaan om de contourmarkering toe te passen op alle voertuigen behalve personenauto's (ECE, 2004). In de praktijk blijkt dat voorrangvoertuigen die beplakt zijn met retroreflecterende materialen bij de periodieke keuringen niet worden afgekeurd, maar gedoogd worden, zolang ze in de "geest van de ECE 104" zijn beplakt (Van Dijk, 2004).

Volgens het ECE-reglement 104 moeten de contouren (of delen ervan) aan de zijkanten en achterkant van het laaddeel van een voertuig worden gemarkeerd met een strook retroreflecterend materiaal met een breedte van 5 cm. De cabine moet minstens voorzien zijn van een enkele horizontale lijn. De kleur van de markering is wit of geel

aan de zijkant en wit, geel of rood aan de achterkant. De kleuren en de eigenschappen van het retroreflecterend materiaal zijn vastgelegd in het reglement. Er worden drie klassen voor retroreflectie gedefinieerd, C, D, en E. De retroreflectiecoëfficiënt (R') voor de klassen C, D, en E is respectievelijk 450, 150 en 50 $\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lx}^{-1}$ voor een observatiehoek van $1/3^\circ$ en een invalshoek van 5° . Dat betekent dat de luminantie van klasse C een factor negen hoger is dan van klasse D. De klasse C is bedoeld voor contourmarkering, klasse D voor de grafische markeringen met een relatief klein oppervlak, en klasse E voor grafische markeringen met een relatief groot oppervlak. Grafische vormen, zoals logo's, letters en afbeeldingen, bijvoorbeeld t.b.v. reclame-uitingen, mogen alleen met retroreflecterend materiaal worden uitgevoerd als ze binnen een gesloten contourmarkering vallen. Het ECE-reglement stelt aan de totale oppervlakte van deze markering een maximum van 2 m^2 . Volgens de Nederlandse wetgeving mag de totale oppervlakte van deze markering niet meer zijn dan $1/3$ van de totale oppervlakte binnen de contourmarkering (Voertuigreglement, 2004). De eisen van de ECE 104 zijn conform de bevindingen van het Duitse onderzoek naar contourmarkering (Schmidt-Clausen, 2000).

Er is een commissie aan het werk om normen te maken voor het gebruik van retroreflectie op voorrangsvoertuigen (Van Gelder, 2004). Het is een CEN-commissie die werkt aan uitbreiding van de EN 1789 norm voor ambulances (CEN, 2003). In het huidige voorstel voor de norm worden eisen gesteld aan retroreflecterend en fluorescerend materiaal voor hulpvoertuigen. Er worden acht verschillende kleuren onderscheiden (fluorescerend geelgroen, fluorescerend oranje, blauw, wit, rood, groen, geel, oranje). De kleuren en de (retro)reflecterende eigenschappen zijn vastgelegd voor dag en nacht. De voorgeschreven retroreflectiecoëfficiënt is hoger dan van de klassen D en E van de ECE 104, die worden voorgeschreven voor het maken van afbeeldingen (reclame) binnen de contourmarkering op zware voertuigen. De voorgestelde minimumwaarde voor wit is $170 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lx}^{-1}$; hetgeen iets hoger is dan de waarde van $150 \text{ cd}/\text{m}^2$ voor de klasse D van de ECE 104.

In het voorstel wordt gesproken van microprismatisch retroreflecterend materiaal. Dat betekent dat het de eisen niet onafhankelijk zijn van de soort technologie. Dit is niet gewenst voor normen. Een andere bekende technologie om retroreflecterend materiaal te maken is gebaseerd op glasparsels. Deze worden veel gebruikt op verkeersborden en onderverdeeld in twee klassen. In een internationale norm voor verkeersborden zijn de eisen voor de retroreflectiecoëfficiënt van de klassen I en II respectievelijk 50 en $180 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lx}^{-1}$ (CEN, 2001). De CIE heeft als eerder deze twee klassen gedefinieerd voor visuele signalering (CIE, 1983).

2.3.9 *Samenvatting literatuur optische signalen*

De voornaamste conclusies van het literatuuronderzoek naar optische signalen van voorrangsvoertuigen zijn:

- Een extra cognitieve taak in de auto (telefoneren) kan de visuele waarneming negatief beïnvloeden. Daarom zouden chauffeurs van voorrangsvoertuigen, die vaak een riskante ritten maken, extra taken als overleg en communicatie tot een minimum moeten beperken.
- Een extra blauw waarschuwinglicht midden voor maakt een hulpvoertuig beter zichtbaar voor voorliggers.
- De opvallendheid van de waarschuwingslichten kan verminderen door de nabijheid van richtingaanwijzers.

- Er is een kleine aanpassing van de norm voor de kleur van gele waarschuwingslichten.
- De kleur van voertuigen is van invloed op de kans op betrokkenheid bij een ongeval.
- Contourmarkering maakt voertuigen beter herkenbaar.

2.4 Geluidssignalen

2.4.1 Literatuuroverzicht

In de literatuurstudie die is gerapporteerd in TNO-TM98 is een groot aantal aspecten aan de orde geweest om te komen tot criteria waaraan geluidssignalen moeten voldoen. Hierbij is ingegaan op een fundamentele onderbouwing vanuit de wetenschappelijke literatuur. Ten opzichte van die aspecten uit TNO-TM98 zijn er sindsdien geen nieuwe, principieel andere inzichten. Dit geldt met name voor punten als geluidsverzwakking en achtergrondlawaai, atmosferische omstandigheden en audiologische kenmerken. Ten aanzien van eigenschappen van het geluidssignaal zelf zullen we hieronder de belangrijkste conclusies uit de recente literatuur behandelen en zonodig zaken verduidelijkingen en/of aanscherpen die in TNO-TM98 en in het WOG-rapport zijn genoemd.

2.4.2 Eigenschappen geluidssignaal

Steeds terugkerende punten in de literatuur zijn hoorbaarheid en lokaliseerbaarheid van sirenes, of juist het gebrek daaraan. Deze hangen samen met de geluidsterkte en de spectro-temporele structuur. De minimale in Nederland geldende geluidsterkte zou verhoogd kunnen worden van de huidige 100 dBA naar 110–115 dBA (gemeten recht voor het voertuig op 7 m afstand), maar dit zal geen structurele oplossing bieden. De hoorbaarheid op grotere afstand zal wel verbeteren maar het zal ten koste gaan van geluidsoverlast en schrikreacties op korte afstand. Bovendien zal de lokaliseerbaarheid niet verbeteren. In de VS geldende aanbevelingen (regels kunnen per staat verschillen) gaan uit van ca. 112 dBA als minimum; maxima liggen daarbij op ca. 117 dBA (National Institute of Justice, 2000).² Schuin vóór het voertuig, op $\pm 50^\circ$, liggen deze waarden 8–10 dB lager. Er is dus een beperkte bandbreedte tussen minimum- en maximumniveau en de niveaus moeten redelijk goed worden gehandhaafd in het gebied rond de voorkant van het voertuig. Deze getallen gelden in principe voor de Amerikaanse sirenes ‘wail’ en ‘yelp’, maar zullen voor tweetonige hoorns niet anders hoeven zijn. In Nederland wordt alleen iets gezegd over het minimumniveau rechtvoor het voertuig, dus 0° t.o.v. de middenas (MVW, 2004b). Eisen t.a.v. minimumniveaus vanuit andere richtingen worden niet geformuleerd.

Zoals gezegd zijn er altijd praktische situaties waarbij de hoorbaarheid van de sirene door automobilisten in het gedrang komt (bijv. op grotere afstand), hoe hoog de niveaus ook zullen zijn. Geluiden van buiten de auto dringen minder makkelijk door (isolatie); lawaai van motor, wind en banden hebben een maskerende werking; en gebruik van airco en met name muziek zorgen voor nog meer reductie van de hoorbaarheid. Sirenes zijn daardoor niet altijd zo effectief als gedacht, terwijl bestuurders van voorrangsvoertuigen daar wel van uitgaan (Solomon, 2002b). T.a.v. het beluisteren van muziek heeft onderzoek aangetoond dat dit drempelverhogend werkt op de waarneembaarheid

² De waarden die in de referentie worden genoemd liggen 3 dB hoger, aangezien deze gelden voor een afstand van 10 voet, ongeveer gelijk aan 3 meter.

van sirenegeluid (Slawinski & MacNeil, 2002). Zelfs wanneer het totale niveau van stoornis in de auto (rijgeluiden met of zonder muziek) gelijk blijft, is met muziek aan toch een 6–7 dB luider sirene nodig om die te kunnen waarnemen. Muziek is een effectievere maskeerder vanwege overeenkomstige geluidseigenschappen met de sirene, alsook vanwege emotionele beïnvloeding, waardoor waarschuwingssignalen in het algemeen minder goed worden waargenomen. In dezelfde studie kwam ook naar voren dat ouderen zo'n 8 dB extra nodig hebben om de sirenes te kunnen horen (zowel zonder als met muziek).

Lokaliseerbaarheid van de sirenes is ook een lastig probleem. Zoals in TNO-TM98 reeds beschreven, hangt dit samen met de spectrale structuur van het geluid en met de (korte) onset. Het blijkt dat er complexe signalen met ruime frequentie-inhoud nodig zijn, veel meer dan de 500–1800 Hz die nu worden gebruikt (Withington, 1999). De huidige regelgeving geeft geen duidelijkheid over de frequentie-inhoud. In artikel 11.5 van de Regeling toelatingseisen wordt verwezen naar richtlijn 70/388/EEG over de geluidssignaalrichting van motorvoertuigen, waarin §1.2.3.1 van Bijlage I het frequentiegebied van 1800–3550 Hz als meest prominent wordt genoemd (MVW, 2004b). Het is ons niet duidelijk in hoeverre deze aanwijzingen worden toegepast in de huidige beoordeling/keuring van sirenes.

Over een mogelijke verbetering van de lokaliseerbaarheid van sirenes zal sectie 2.4.5 in meer detail worden ingegaan.

Als laatste in deze sectie nog enkele opmerkingen over de urgentie van geluidssignalen. In TNO-TM98 worden toonhoogte en wisselfrequentie (tussen laag en hoog bij de tweetonige hoorn) genoemd als mogelijke bronnen waarmee de urgentie kan worden gevarieerd. Onderzoekers hebben zich afgevraagd hoeveel verandering van enkele fysische parameters nodig is om een significante verhoging van de waargenomen urgentie te krijgen (Hellier & Edworthy, 1999). Resultaten van deze experimenten geven aan dat voor een urgentieverdubbeling de toonhoogte of wisselfrequentie resp. 6 maal of 1,6 maal zo hoog moet worden. Voor 50% meer urgentie zijn deze waarden 2,8 resp. 1,3. Willen we binnen het in TNO-TM98 gestelde bereik van 200–500 Hz voor de toonhoogte blijven, dan biedt toonhoogteverandering onvoldoende ruimte voor een behoorlijke urgentieverhoging. In praktische zin is verandering van de wisselfrequentie dus een effectievere manier.

2.4.3 *Plaatsing*

Plaatsing van de sirene op of aan het voorrangvoertuig is een punt dat vooral in de discussie wordt betrokken als het gaat om geluidbelasting voor bestuurders en bijrijders van de voertuigen. De keuze is op het dak of aan de voorkant, bij de bumper of achter de grille. Hoge niveaus in de cabine spelen vooral bij plaatsing op het dak (National Institute of Justice, 2000; Solomon, 2002b). Plaatsing aan de voorkant vermindert de geluidbelasting, geeft meer comfort in de cabine, verbetert de communicatie en draagt bij aan de verkeersveiligheid, aangezien (te) luide sirenes als psychologisch bijeffect hebben dat bestuurders van voorrangvoertuigen harder gaan rijden (Solomon, 2002b). Nadeel van plaatsing aan de voorkant is dat geluidsgolven afgebogen worden door andere objecten (auto's) die er voor staan. Ook is het een gevoeliger plek bij eventuele aanrijdingen en voor storingen door vuil en neerslag (sneeuw, hagel).

2.4.4 *Alternatieve signaleringsmethoden*

Wanneer sirenes door automobilisten in de praktijk vaak niet goed (niet op tijd) worden gehoord, is het mogelijk een idee om andere technieken te gebruiken om de waarneembaarheid te verbeteren. Niet door aanpassingen aan de bron (sirene zelf), maar door aanpassing aan de kant van de ontvanger, i.c. de automobilist. Er is onderzoek gedaan naar de mogelijkheden van directe signalering bij automobilisten (Jenkins, 1999). Het gaat om apparaten die een sirene op afstand waarnemen en de bestuurder waarschuwen via een (licht)signaal op het dashboard. Dergelijke systemen (gebaseerd op geluidsherkenning) worden nu gebruikt door doven en slechthorenden. Deze systemen hebben een beperkt bereik; systemen die werken met radio- of radargolven hebben daarom de voorkeur. De audiosystemen in auto's zouden uitgeschakeld moeten kunnen worden als er een voorrangsvoertuig in de buurt is, analoog aan het RDS-signaal dat autoradio's beïnvloedt om verkeersinformatie voorrang te geven. Doel is steeds signalering in de auto, met hoge waarneembaarheid op grote afstand. De huidige systemen ondersteunen de lokaliseerbaarheid echter niet.

Deze technieken hebben veel weg van preventieve systemen die in de VS worden gebruikt wanneer een voorrangsvoertuig een kruising nadert ('traffic signal pre-emption'). Dit gebeurt door beïnvloeding van de verkeerslichten: groen voor het voorrangsvoertuig, rood voor andere richtingen. Het verbetert de veiligheid op de kruising en voorkomt ongelukken die anders ontstaan wanneer een voorrangsvoertuig met hoge snelheid door rood rijdt (Federal Highway Administration, 1997). Op dit moment worden er in Nederland (Ede) proeven gedaan met een dergelijk systeem.

2.4.5 *Optimale sirene?*

Verbetering in de geluidskwaliteit van de sirene moet zorgen voor snellere en meer adequate reacties van weggebruikers, verkorting van de reistijd en verhoging van de veiligheid voor voorrangsvoertuigen. Onderzoek in Engeland door de universiteit van Leeds en het gelieerde bedrijf Sound Alert Ltd. heeft een nieuw type sirene opgeleverd dat naar eigen zeggen significante verbeteringen in hoorbaarheid en lokaliseerbaarheid oplevert (Withington & Paterson, 1998; Catchpole e.a., 1999; Withington, 1999; Withington, 2000).

Het onderzoek van de groep concentreerde zich vooral op de slechte lokaliseerbaarheid van bestaande sirenes. In een laboratoriumexperiment is de lokalisatie van o.a. hi-lo, wail en yelp sirenes te gemeten (in een rijnsimulator). De resultaten gaven met name veel voor-achterverwisselingen (56%) en in mindere mate links-rechtsverwisselingen (21%). Er werden nieuwe geluiden ontwikkeld met grotere bandbreedte, bestaande uit snelle toonsweeps gevolgd door ruisstoten, die in een tweede laboratoriumexperiment slechts 18% voor-achterverwisselingen opleverden en 3% links-rechtsverwisselingen.

In een vervolgonderzoek zijn in enkele Engelse steden veldstudies verricht met ambulance, brandweer en politie, zowel met bestaande als nieuwe sirenes. Verschillende parameters in de dagelijkse praktijk werden onderzocht m.b.v. video-registraties. Vergeleken met de oude sirene hadden voorrangsvoertuigen met de nieuwe sirene drie maal minder rijstrookwisselingen nodig (vloeiender doorgang), verbeterde de directe herkenning van de richting door automobilisten met 25% en verminderde de totale reistijd voor het voorrangsvoertuig met 10%, doordat andere weggebruikers sneller en beter reageerden.

De ontwerpers van het nieuwe sirenesignaal (Localizer® gedoopt) beweren twee cruciale elementen bij elkaar te hebben gebracht: alarmeren van de weggebruikers (toonsweeps) en richting van waaruit het komt (ruisstoten) in één geluid. Ander genoemd positief punt is de lagere geluidbelasting in de cabine van het voorrangsvoertuig, wat minder risico op gehoorschade en op onveilig rijden oplevert.

Het principe van lokaliseren door aanbieden van ruisstoten (zonder tonale componenten) wordt door Sound Alert ook gebruik voor het auditief begeleiden van mensen naar vluchtwegen, zg. geluidsbakens. In een experiment waarbij mensen in dichte rook uit een tunnel moesten vluchten is o.a. dit systeem door TNO-TM geëvalueerd (Boer, 2003; Boer & Van Wijngaarden, 2004). Zonder te vertellen over de geluidsbakens, bleek echter dat slechts 20% van de proefpersonen de uitgang kon vinden, veel minder dan de 90% die Sound Alert zelf claimde.³

Sound Alert claimt zeer goede resultaten van hun sirenegeluid. Een zwak punt is volgens ons dat de publicaties over het systeem zonder uitzondering uit de eigen groep komen en niet zijn onderzocht door onafhankelijke instanties. Gezien de bovengenoemde ervaringen van TNO-TM met de geluidsbakens van Sound Alert, geeft dit te denken over de effectiviteit van hun sirenegeluid.

2.4.6 *Samenvatting literatuur geluidssignalen*

De voornaamste conclusies van het literatuuronderzoek naar geluidssignalen van voorrangsvoertuigen zijn:

- In de VS is de minimum geluidsterkte 10 tot 15 dB hoger dan in Nederland en worden eisen gesteld aan de afstraalkarakteristiek.
- Muziek beluisteren in de auto geeft een verhoging van de waarnemingsdrempel met 6–7 dB, die bij ouderen kan oplopen tot 14–15 dB.
- Om de (gesuggereerde) urgentie van een geluidssignaal te verdubbelen moet de frequentie 6 keer zo hoog of de wisselfrequentie 1,6 keer zo hoog zijn.
- Plaatsing sirene: op het dak: nadelig voor de bestuurder (te hoog geluidsniveau), achter de grille: nadelig voor medeweggebruikers.
- Er bestaan systemen om sirenes waar te nemen met een sensor buiten de auto en de automobilisten waarschuwen door (licht)signaal op dashboard. Andere systemen zetten de verkeerslichten automatisch op groen om voorrangsvoertuigen vrij doorgang te verlenen.
- De lokaliseerbaarheid verbetert bij gebruik van complexe signalen met een ruime frequentie-inhoud. De optimale sirene zou een combinatie zijn van toonsweeps en ruisstoten. De experimentele resultaten met commerciële systemen zijn echter niet eenduidig.

2.5 Gedragsaspecten

2.5.1 *Overzicht*

In de literatuur is redelijk wat te vinden over ongevallen en onveiligheid die wordt veroorzaakt door het uitrukken van hulpdiensten of het werken ter plaatste. Dit hoofdstuk concentreert zich met name op de gedragsaspecten die hierbij een rol spelen.

³ 20% is op basis van onvoorbereide proefpersonen; 90% wordt gehaald als proefpersonen vooraf verteld wordt waar de geluidsbakens zich bevinden en eerst een geluidsdemonstratie krijgen (Withington, 2002).

2.5.2 *Ongevallen met voorrangsvoertuigen*

In het laatste decennium is er een dramatische toename in doden bij brandweerlieden die reageren op een brand of op weg zijn van een brand naar huis (Wilbur, 1997). Oorzaken die worden genoemd in interviews of zijn waargenomen zijn vermoeidheid, adrenaline rush, tijdsdruk, ambigue informatie, te veel taken tegelijkertijd, en reacties van het overige verkeer (Burke e.a., 2001). Deze factoren zouden een rol kunnen spelen bij alle hulpdiensten. Men werkt toch vaak in een rush: er is spanning, men staat onder druk en het is belangrijk snel ergens te zijn. In die gevallen is bekend dat de kans groot is dat het perifere gezichtsveld verkleind is, d.w.z. dat de perifere visuele stimuli wel zichtbaar zijn maar niet doordringen (Solomon & Hill, 2002). De veiligheid kan met name verbeterd worden wanneer hulpdiensten zich zelf veiliger zouden gedragen, als men zou oefenen met stresstraining, als men zou oefenen op het bewust waarnemen van de omgeving tijdens het uitrukken, als het publiek beter geïnformeerd zou worden over hoe te handelen bij het waarnemen van een voorrangsvoertuig, en als het publiek meer gewezen zou worden op de boete die staat op het niet verlenen van voorrang aan dergelijke voertuigen (Burke e.a., 2001).

Bij ongevallen wordt vaak de schuld gegeven aan de automobilist die geen voorrang heeft verleend of die niet op zat te letten (State of New York, 1995). Dit is echter een al te simpele redenering. De meeste weggebruikers houden zich aan de wet en gaan ervan uit dat andere weggebruikers dit ook doen (Solomon & Hill, 2002). Maar als dit patroon wordt verbroken, bijv. wanneer een politie door het rode licht rijdt, kan dit voor gevaarlijke situaties zorgen. Uit getuigenverklaringen blijkt ook dat mensen de sirene soms niet horen. Toch is het gehoor van getuigen (mensen bij het ongeval) niet erg betrouwbaar. Zo blijkt dat mensen signalen hebben gehoord wanneer deze er niet waren en andersom. Er ligt dus ook duidelijk een taak bij de hulpdiensten zelf. Vaak wordt men in de opleiding wel op gevaren gewezen, maar wordt in de praktijk niet geoefend met het omgaan met deze gevaren. Daarnaast is uit onderzoek bekend bij ambulances dat er eigenlijk niet veel tijd bespaard wordt met het rijden met zwaailicht en sirene (Hunt e.a., 1995), hetgeen betekent dat er dus selectief moet worden omgegaan met het activeren van optische en geluidssignalen.

Een ander aspect is de onveiligheid die ontstaat wanneer twee hulpdiensten elkaar ontmoeten in het verkeer. Twee hulpdiensten die elkaar onder een hoek van 90° naderen horen elkaars sirenes slecht (Solomon & King, 1995). Wanneer hulpdiensten zich naar een ongeval begeven, zouden deze wellicht altijd via dezelfde route gestuurd moeten worden. Dit verkleint de kans op aanrijdingen onderling. Ook is het verkeer dan wellicht beter voorbereid op het passeren van voorrangsvoertuigen. Een ambulance neemt een aparte plaats in bij de hulpdiensten, aangezien deze niet alleen met zwaailichten en sirene naar de plaats toe rijden (zoals brandweer en politie doet) maar ook weer met sirene en zwaailicht naar het ziekenhuis rijdt. Men rijdt dus meestal langere afstanden als voorrangsvoertuig. De overeenkomst tussen ambulance en brandweer is dat men op een hoofdlocatie aanwezig is waar het verzoek uit te rukken binnenkomt. Bij de politie is dit vaak niet het geval aangezien men op patrouille is. De politie neemt ook nog een aparte plaats in omdat de politie soms ook andere voertuigen moet achtervolgen, hetgeen wellicht een nog gevaarlijkere situatie met zich meebrengt. De vraag die zowel in Nederland als in de VS wordt gesteld is: hoe ver gaat de verantwoordelijkheid van de politie? Wanneer men iemand achtervolgt die een bekende is van de politie (men weet waar hij woont) en die persoon veroorzaakt een ongeval, dan was de achtervolging wellicht niet nodig geweest. Hoe wordt hier in de opleiding mee omgegaan? Het probleem in rechtszaken is dat het wellicht niet aan de rechtbank is

om te oordelen of er sprake is van een noodgeval. Hoe komen de boodschappen eigenlijk binnen, op welke manier wordt men opgedragen ergens heen te rijden? In de Amerikaanse wet staat nu dat je moet stoppen met achtervolgen als (1) de identiteit is vastgesteld van de achtervolgde en er geen reden is om hem op dat moment te stoppen en als (2) het gevaar niet opweegt tegen het voordeel van nu pakken. Dit is echter in de praktijk moeilijk te beoordelen.

2.5.3 *Rondom de plaats van het incident*

Naast het gedrag tijdens het rijden met waarschuwingssignalen is ook gedrag rondom de plaats van het incident van belang. In the VS is een aantal regels van kracht over het plaatsen van hulpdienstvoertuigen langs de weg bij een ongeval of incident. Daar wordt gesteld dat indien mogelijk (bijv. bij brand) al het verkeer uit de straat wordt geweerd. Indien dit niet mogelijk is zouden er (bijv. op autosnelwegen) duidelijk vroegtijdig waarschuwingssignalen moeten worden geplaatst die weggebruikers voorbereiden op een incident en die aangeven van rijstrook te wisselen. Hierbij moet rekening gehouden worden met een reactietijd tot 6 seconden (dus rekening houden met bijv. een blinde bocht). Ook moet men rekening houden met mensen die daar te hard rijden, aangezien zij ook voldoende tijd moeten hebben om te stoppen. Bij snelwegen zal meer tijd nodig zijn (dus moet het nog eerder aangeduid worden) dan op lagere orde wegen. Daarbij geldt ook dat alle hulpdiensten aan dezelfde zijde van de weg geplaatst zouden moeten worden. Dit voorkomt afleiding aan 2 kanten van de weg. Ten derde geldt dat alle zwaailichten moeten worden uitgezet behalve het gele zwaailicht (met gloeilamp, nonstrobe flasher genoemd). In de VS stelt men dat de combinatie van blauwe, witte, gele en rode lichten voor verwarring en afleiding zorgen (zie ook 2.3.3). Verder moeten de koplampen worden gedimd aangezien dit anders verblinding van tegenliggers kan veroorzaken. Indien mogelijk moeten alle auto's op de vluchtstrook of in de berm worden geparkeerd. Indien dit niet mogelijk is moet de hele strook worden afgekruid. Hierbij wordt aangegeven dat het heel gevaarlijk is om een stuk van de rijstrook in beslag te nemen en andere weggebruikers dan te laten passeren (i.v.m. beslissingen ten aanzien van tegemoetkomend verkeer). Verder moet de auto zo geparkeerd worden dat men uit kan stappen aan een veilige kant van het voertuig, waarbij men niet direct met rijdend verkeer wordt geconfronteerd. Passerend verkeer zal waarschijnlijk proberen iets op te pikken van het ongeval of incident in plaats van goed te letten op eventuele voetgangers ter plaatse (Solomon, 2002a). In de VS krijgen sommige vrijwilligers een specifieke kleur waarschuwingslichten, hoewel daar geen nationaal geaccepteerde conventie voor is. Aangeraden wordt om alle zwaailichten uit te doen wanneer men op de plek van het incident staat. Het personeel moet goed zichtbare kleding aan hebben, voorzien van fluorescerend en retroreflecterend materiaal, overdag en 's nachts.

2.5.4 *Hightech oplossingen*

In een Japanse studie wordt gekeken naar hightech mogelijkheden om ervoor te zorgen dat hulpdiensten tijdig op locatie zijn en er zo min mogelijk ongevallen gebeuren (Shibuya e.a., 2000). Dit wordt al toegepast in Japan, waar men ongeveer 140.000 hulpvoertuigen heeft. Een van de maatregelen is ervoor te zorgen dat men groen licht krijgt bij kruispunten (zie ook sectie 2.4.4). Daarbij worden normale weggebruikers geïnformeerd dat er een hulpvoertuig aankomt. Het zogenaamde FAST systeem berekent de snelste route. Daarna wordt gebruik gemaakt van infrarood bakens. Wanneer men door zo'n baken rijdt krijgt men informatie over de route en de situatie ter plaatse. Informatiepanelen bij kruisingen waarschuwen automobilisten dat er dadelijk een hulpdienst aankomt, zodat men hier beter op is voorbereid.

2.5.5 *Training*

Training voor chauffeurs van hulpdiensten is weliswaar belangrijk, het is alleen niet toereikend (Ullman, 2002). Voor het verbeteren van de veiligheid moeten alle facetten meegenomen worden. Voordat iemand op een voorrangsvoertuig mag rijden zouden alle overtredingen die deze persoon ooit heeft begaan bekeken moeten worden. Daarnaast moeten de interne procedures voor het gebruik van bijv. de sirene ook gehandhaafd en gecheckt worden. De mensen moet geleerd worden wanneer er sprake is van urgentie en wanneer niet. Er moet van hogerhand bepaald worden wat acceptabele snelheden zijn, hoe weer- en wegcondities in beslissingen meegenomen moeten worden en het gebruik van gordels zou verplicht moeten zijn.

2.5.6 *Samenvatting literatuur gedragaspecten*

De voornaamste conclusies van het literatuuronderzoek naar gedrag en voorrangsvoertuigen zijn:

- Hulpdiensten moeten beter worden getraind en het publiek moet beter worden voorgelicht.
- Gebruik rondom de plaats van het incident zo min mogelijk waarschuwingslichten, die bij voorkeur niet blauw maar geel zijn.
- Er zijn hightech oplossingen mogelijk waarbij voorrangsvoertuigen bij verkeerslichten automatisch groen licht krijgen en andere weggebruikers worden geïnformeerd.

3 Interviews

3.1 Inleiding

Als aanvulling op de verificatie van hoofdstuk 5 van het WOG-rapport over het gedrag van bestuurders van voorrangsvoertuigen hebben wij een kort validatie-onderzoek uitgevoerd door middel van interviews met bestuurders van voorrangsvoertuigen. Deze enquêtes moeten inzicht geven in de mate waarin de bestuurders vinden dat de geschetste problemen in het WOG-rapport overeenkomen met de door hun ervaren werkelijkheid en of de voorgedragen oplossingen naar hun mening werkbaar zijn en tot verbetering van de huidige situatie zullen leiden.

Naast de technische problemen worden in het WOG-rapport een vijftal problemen gesignaleerd die voornamelijk te maken hebben met het gedrag van chauffeurs van voorrangsvoertuigen of van medeweggebruikers. Het gaat over bevoegdheden en verantwoordelijkheden van chauffeurs van voorrangsvoertuigen, inflatie van het voorrangssignaal, definitie “dringende taak”, effectiviteit meertonige hoorn, en het gebruik van de voorrangsignalen door andere hulpverleningsorganisaties.

Vervolgens zijn een aantal oplossingen aangedragen van zowel een technische als een gedragsmatige aard. Deze hebben niet per definitie een één op één relatie met de geïdentificeerde problemen maar meer een algemeen karakter waardoor de problemen voor een groot deel wel worden aangepakt. Zo worden voorstellen gedaan voor betere criteria voor het begrip “dringende taak”, duidelijke gedragscodes (maximumsnelheden), brancherichtlijnen, prioritering van de melding, training en opleiding, en terugdringen gebruik blauw licht bij stilstand.

3.2 Methode

Er zijn interviews afgenomen met zes ervaren chauffeurs van voorrangsvoertuigen, twee van de verkeerspolitie, twee van de ambulancedienst en twee van de brandweer. De interviews kenden vier fases:

- 1 Het voorleggen van de in het rapport geïdentificeerde problemen met het verzoek aan te geven of deze problemen een accurate weerspiegeling zijn van de problemen die zij in de praktijk tegenkomen.
- 2 Het voorleggen van de in het rapport geïdentificeerde oplossingen waarbij de chauffeurs is gevraagd wat zij ervan vonden en of problemen in de praktijk hiermee effectief aangepakt zouden kunnen worden.
- 3 Of de geïnterviewden nog problemen of oplossingen misten.
- 4 Het beantwoorden van een vijftal toegevoegde vragen.
 - Heeft u ervaring met altemerende koplampen? Wat vindt u ervan?
 - Welke andere gedragscodes zijn er dan maximumsnelheden?
 - Mogen meer diensten dan alleen ambulance, politie, KMar en brandweer gebruik maken van voorrangssignalen (huisarts, brandweer in eigen auto enz.)?
 - Hoe wilt u dat de overige verkeersdeelnemers reageren op het gedrag van een voorrangsvoertuig?
 - Bij het televisieprogramma Netwerk was enkele maanden geleden een reportage over het toenemende aantal verkeersongelukken met voorrangsvoertuigen. Dit

zou worden veroorzaakt door een toename in agressief weggedrag bij mede-weggebruikers. Wat vindt u hiervan? Waar is volgens u deze toename in ongelukken aan te danken?

Onderstaand wordt verslag gedaan van de interviews. Hierbij zullen de problemen, oplossingen en toegevoegde vragen één voor één aan bod komen met daarbij een geïntegreerde opsomming van de antwoorden van de geïnterviewden. Daarna zullen wij kijken naar de algemene conclusies die uit de interviews kunnen worden getrokken en wat deze betekenen voor de inhoud van het WOG-rapport.

3.3 Verslag van de interviews

3.3.1 *Inleiding*

In dit verslag wordt telkens de vraag gegeven gevolgd door de samenvatting van de antwoorden van de geïnterviewden. De vragen sluiten aan bij de geconstateerde problemen en de voorgestelde oplossingen in het WOG-rapport. Eerst worden de geconstateerde problemen behandeld en dan de voorgestelde oplossingen uit het WOG-rapport. Daarna zijn nog een aantal toegevoegde vragen gesteld.

3.3.2 *Vragen over geconstateerde problemen in het WOG-rapport*

1 Er bestaat onduidelijkheid ten aanzien van de bevoegdheden en verantwoordelijkheden van chauffeurs van voorrangsvoertuigen.

a Wanneer mogen/moeten voorrangssignalen worden gebruikt?

Alle geïnterviewden geven aan dat het duidelijk is wanneer officieel wel en wanneer niet met voorrangssignalen gereden mag worden: bij een dringende taak mogen signalen worden gebruikt wanneer de meldkamer daar toestemming voor geeft.

De meldkamer bepaalt wanneer iets dringend is of niet. De criteria die door de meldkamer worden gehanteerd zijn meestal wel duidelijk (levensbedreigende situatie, melding van brand) maar niet altijd. Vooral bij de politie zijn de gehanteerde criteria niet zo goed bekend.

Verder heeft een voertuig alleen een voorrangstatus wanneer deze zowel de optische als de geluidssignalen voert. Dit is bekend maar er zijn verschillende factoren die de duidelijkheid belemmeren:

- Er verandert veel in de wetgeving waardoor het moeilijk is inzicht te krijgen (en te behouden) in wat wel en niet mag.
- De hoofdcommandant van een brandweercorps mag de gebruiksregels deels naar eigen inzicht invullen.
- Wat te doen als het druk is op de weg. Mogen er dan wel of geen signalen worden gebruikt om vertraging te voorkomen?
- Wat zijn de gevolgen van het gebruik van voorrangssignalen voor jezelf (je concentratie), de medeweggebruikers (schrikreactie), de patiënt (verandering in zijn/haar toestand), en andere aanwezige collega's.
- Onduidelijkheid over wie verantwoordelijk is voor mogelijke nadelige gevolgen (bijv. verkeersongelukken bij onrechtmatig gebruik van voorrangssignalen).

b Wie mogen voorrangsignalen gebruiken?

Voor de geïnterviewden is in ieder geval duidelijk dat ambulances, brandweer, politie en Kmar gebruik mogen maken van voorrangsignalen. Hoe het zit met andere diensten is niet altijd even helder. Correct wordt genoemd dat instanties die door de minister zijn aangewezen optische en geluidssignalen mogen voeren. Toch vindt men dit vreemd en twijfelt hier toch aan.

2 *Er dreigt een inflatie te ontstaan in het gebruik van voorrangsignalen door*

a Het onjuiste gebruik van de signalen (onrechtmatig gebruik door voertuigen anders dan ambulance, politie en brandweer).

Wordt inderdaad waargenomen, maar meer in termen van dat er veel diensten zijn die er gebruik van maken, maar niet dat dit aantal over de tijd toeneemt.

b Het ongecontroleerde gebruik van de signalen (bij taken anders dan 'dringende taken', zoals deze gedefinieerd zijn).

Bij alle nooddiensten wordt soms afgeweken van de door de meldkamer opgegeven prioritering. Soms gaat dit in overleg met de meldkamer en soms niet.

De geïnterviewden vragen zich af of het misschien terecht is dat soms de voorrangsignalen wel (of niet) gebruikt worden, terwijl de wet het officieel anders voorschrijft. Met name worden een aantal afwijkende situaties genoemd waarin vaak van het wettelijk gebruik wordt afgeweken:

- Er wordt vaak met optische signalen gereden maar zonder geluid. Voorbeelden zijn:
 - in een woonwijk om overlast voor de omwonenden te voorkomen,
 - weggebruikers schrikken van het geluid en dat kan tot gevaarlijke verkeerssituaties leiden,
 - je duidelijk wilt maken dat je haast hebt, terwijl het geen dringende taak betreft,
 - om vrije baan te maken als je in het verkeer vaststaat,
 - geluidssignalen worden vaak toch niet gehoord.
- Het is een ongewenste situatie dat er geen ambulances of brandweerwagens voorradig zijn op de kazerne. Om dit te voorkomen wordt vaak opdracht gegeven om met spoed (dus met voorrangsignalen) terug naar de kazerne te rijden.
- Wanneer de rijafstand groot is. Er is wel eens sprake van geen dringende taak, maar je moet zo snel mogelijk ter plaatse te zijn.
- Het kan voorkomen dat een patiënt erg ziek is maar dat het geen levensbedreigende situatie is. In dergelijke gevallen is een rit in een ambulance zeer oncomfortabel voor de patiënt en wil het vaak leiden tot een achteruitgang in zijn of haar toestand. In dergelijke gevallen wordt vaak met voorrangsignalen gereden ondanks het feit dat het leven van de patiënt niet in gevaar verkeert.
- De toestand van een passagier kan een gevaar vormen voor het personeel (denk hierbij aan gewelddadige psychiatrische patiënten). In dergelijke gevallen wil men nog wel eens met voorrangsignalen rijden, vooral wanneer de rit oponthoud kent door bijvoorbeeld file.

Of van deze situaties officiële melding wordt gemaakt is afhankelijk van de dienst. Bij ambulances wordt dat meestal wel gedaan maar bij de politie niet.

3 *Er bestaat onduidelijkheid over de vraag wat er verstaan moet worden bij het begrip 'dringende taak'.*

Hier is geen eenduidig antwoord op te geven. Bij de ambulancedienst is de definitie van een dringende taak glashelder, namelijk levensbedreigend. Bij de brandweer en

politie is het wat vager. Brand en rook zijn altijd dringend evenals bedreiging voor mens of dier. Bij de politie zijn het assisteren van collega's of een aanrijding met gewonden altijd een dringende taak.

Toch dekken deze criteria de lading niet omdat iedere situatie anders is en omdat het wel of niet dringend labelen van een taak erg subjectief is. In principe is er aardige overeenstemming over wat spoedeisend is onder professionelen. Toch zijn harde criteria haast niet te specificeren. Dit is vooral een probleem wanneer de melding binnenkomt bij een multidisciplinaire meldkamer: politiepersoneel is bijvoorbeeld niet goed in staat de ernst van de toestand van een medisch geval accuraat in te schatten door een gebrek aan specialistische kennis.

Een belemmerende factor in de prioritering van een melding is vaak de onvolledigheid van die melding. Soms is hiervan de oorzaak de melder: deze weet het ook niet allemaal goed te vertellen, spreekt geen goed Nederlands, soms is de melder een kind. Soms is de oorzaak van een onvolledige melding de centralist: deze vraagt niet door of komt inhoudelijke kennis te kort om volledig te begrijpen wat er aan de hand is. In gevallen waarbij de melding onduidelijk is wordt vaak overgegaan tot een hoge prioritering om het op safe te spelen.

4 De meertonige hoorn verliest aan effectiviteit door voortschrijdende ontwikkelingen op het gebied van de autotechniek (bijv. geluidsisolatie).

Dit is absoluut een probleem. De geïnterviewden merkten het op bij het rijden zowel privé als professioneel. Uit ervaring zeiden de geïnterviewden dat licht beter de aandacht trekt dan geluid maar dat dit sterk samenhangt met de plaatsing van de verlichting. Zo zou een zwaailicht op het dak niet effectief zijn doordat het bijna niet zichtbaar is voor autorijders. Het harder maken van geluidssignalen wordt ook niet als optie gezien. Deze zijn al zo hard, dat sommige bestuurders van voorrangsvoertuigen zelfs oordoppen dragen onder het rijden. Hierdoor wordt de communicatie met de meldkamer bemoeilijkt.

Ook wordt genoemd dat hoewel auto's beter geïsoleerd zijn, deze ook zelf stiller zijn geworden, wat de betere isolatie iets compenseert. Het grootste probleem is niet zozeer de geluidsisolatie van een auto maar de geluidsinstallatie. Radio's staan vaak erg hard of een bestuurder draagt oordopjes van een telefoon of een discman.

Het gevolg van een slechte waarneembaarheid en lokaliseerbaarheid van een voorrangsvoertuig is vaak een schrikreactie van medeweggebruikers. Deze kan vele vormen aannemen maar wordt vooral gekenmerkt door of gevaarlijk rijgedrag (de berm in, plotseling op de rem staan) of door gedrag dat vaak meer hinderlijk is dan behulpzaam voor het voorrangsvoertuig (harder vooruit rijden). Dergelijke reacties worden verergerd doordat mensen vaak niet weten wat van hen verwacht/verlangd wordt wanneer een voorrangsvoertuig voorbij komt.

5 Er bestaat in de praktijk van de hulpverleningsinstanties behoefte aan andere signalen.

a Zo is het gebruikelijk dat bij incidenten van grotere omvang één van de voertuigen van een hulpdienst zich kenbaar maakt als commandopost door het ontsteken van een groen licht.

Gebeurt nu alleen nog bij de ambulance dienst in combinatie met het uitzetten van het blauwe licht. Bij voorkeur is het groene lamp een flitslicht omdat een gewone lamp

overdag niet zo goed zichtbaar is. Meestal in combinatie met het dragen van een groen hesje. Een dergelijke maatregel is vooral goed omdat het vaak erg druk is bij een groot incident. Hesjes zijn ook belangrijk omdat je een persoon (bepaalde functionaris) moet herkennen en niet een auto.

Politie en brandweer gebruiken groene lichten niet en hebben er ook geen behoefte aan. Wel zijn ze voorstanders van het gebruik van gekleurde hesjes. Het probleem met de hesjes is echter dat veel mensen, die eigenlijk weinig te zoeken hebben bij een incident (oud brandweer, commandanten die alleen even een kijkje komen nemen), ook te pas en te onpas hesjes dragen. Het identificeren van de persoon die je moet hebben op basis van zijn hesje wordt dan erg lastig.

b Voor het geven van aanwijzingen aan het overige verkeer heeft de politie behoefte aan het tonen van teksten (bijv. stopsignaal) middels een matrix-bordje of lichtkrant.

Alleen de politie maakt hiervan gebruik. De teksten stop en volgen zijn volgens de geïnterviewden officieel toegestaan. Andere teksten (bijv. gordel om) worden alleen dedoogd. Er is geen behoefte aan deze vrijblijvende teksten een officieel wettelijke status te geven.

Ambulances en brandweer gebruiken dergelijke teksten niet. Wel kwamen drie aanbevelingen naar voren:

- Politievoertuigen treden vaak op als begeleiding voor een ambulance. Het komt voor dat medeweggebruikers het politievoertuig zien en denken dat al het voorrangverkeer voorbij is, terwijl de ambulance nog langs moet. Dit veroorzaakt dan ook veel ongelukken. Voorgesteld is om de lichtkrant van de politie dan ook uit te rusten met de tekst ‘ambulance volgt’ of iets dergelijks.⁴
- Soms zijn ambulance de eerste hulpverleners ter plaatse bij een verkeersongeluk. Zij zijn niet uitgerust met middelen om de weg af te zetten, wat een gevaar vormt voor het personeel zelf, de medeweggebruikers en de slachtoffers van het incident. Een lichtkrant uitgerust met tekst waarmee verkeer geregeld kan worden zou nuttig zijn.
- Een bord met een pijl om aan te geven welke kant het overige verkeer op moet zou handig zijn.

3.3.3 Vragen over voorgestelde oplossingen in het WOG-rapport

1 Beter criteria voor het begrip ‘dringende taak’:

- a Een voor de mens levensbedreigende situatie die directe hulp van hulpverleningsdiensten vergt;***
- b Het voorkomen van een voor de mens levensbedreigende situatie of een situatie waarin ernstige schade aan gebouwen of goederen ontstaat;***
- c Een verstoring van de openbare orde of de rechtsorde, waarvoor een directe en snelle inzet noodzakelijk is.***

Duidelijke criteria, al vonden de geïnterviewden die al duidelijk. Hoewel deze drie criteria de lading redelijk goed dekken, vinden de geïnterviewden deze criteria juist te algemeen. Hierdoor is er wel ruimte voor eigen invulling in positieve zin, maar ook in negatieve zin. De brandweer miste naast gevaar voor mens ook gevaar voor dier.

⁴ Volgens de politie is deze tekst al beschikbaar, maar omdat het door de ambulancechauffeur expliciet wordt genoemd, wordt het kennelijk niet in heel Nederland gebruikt.

2 Duidelijke gedragscodes over veelvoorkomende en tevens gevaarlijke situaties ter verbetering van de voorspelbaarheid voor het overige verkeer van het gedrag van chauffeurs van voorrangsvoertuigen.

- a Rood licht passeren slechts met max. 20 km/u**
- b Vluchtstroken passeren met slechts 20 km/u boven de snelheid van het overige verkeer, met een maximum van 80 km/u. Bij snelheid van het andere verkeer lager dan 30 km/u, mag op de vluchtstrook 50 km/u worden gereden.**
- c Snelheden moeten in het algemeen een beperking kennen van 40 km/u boven de ter plaatse toegestane maximumsnelheid.**

Meningen over deze gedragscodes zijn niet echt positief, al zijn de redenen verdeeld. In het algemeen vinden de geïnterviewden dat je kennis van je regio belangrijker is in het bepalen wat wel en niet onder veilig rijgedrag moet worden verstaan dan snelheidsregels. Verder vinden de geïnterviewden de aangegeven snelheden soms te snel en soms te langzaam. Zo is met 70 km/u door een woonerf niet echt verantwoord terwijl de verkeerspolitie al een surveillancesnelheid van 160 km/u zegt te hanteren.

Hoe dan ook zijn de geïnterviewden het er over eens dat het neerkomt op je eigen professionele verantwoordelijkheid. Toch vinden zij dat gedragscodes en richtlijnen wel nodig zijn, maar dat beleidsmakers toch in hun achterhoofd moeten houden dat chauffeurs zich daar niet altijd aan houden.

Bij de brandweer wordt ook genoemd dat vooral een lage snelheidslimiet bij een kruising verwarrend kan werken voor het overige verkeer. Dit heeft vooral te maken met de lange remweg van een brandweerwagen: andere bestuurders zien dat een brandweerwagen rustig afremt (kan eigenlijk niet anders dan rustig) en twijfelen aan de bedoelingen van die wagen. Gaat de wagen stoppen? Waarom remt hij af?

Er wordt opgemerkt dat bestuurders van voorrangsvoertuigen snelheidsrichtlijnen vaak niet als maxima zien maar als voorschriften: ik mag hier 90 km/u rijden, dus doe ik het ook.

3 Brancherichtlijnen wanneer voorrangssignalen toegestaan zijn rekening houdend met wat bij de betreffende branche gedefinieerd wordt als een dringende taak.

De geïnterviewden onderkennen dat de verschillende branches verschillende behoeften hebben voor wat betreft richtlijnen voor het gebruik van voorrangssignalen. Wederom wordt echter de nadruk gelegd op de behoefte aan flexibiliteit van de voorschriften, omdat het bepalen wat een dringende taak is enerzijds en wanneer signalen bij een niet-dringende taak gebruikt mogen worden anderzijds erg subjectief is. Wel zou een flexibele handelingsprotocol praktisch zijn waarin niet alleen staat hoe je protocollair moet handelen maar ook hoe je omgaat met afwijkingen.

De geïnterviewde ambulancechauffeurs stellen voor om ambulances gebruik te laten maken van voorrangssignalen in situaties waarbij er wel spoed is, maar geen sprake van levensbedreiging. Met name zijn genoemd:

- Paraatheid op de kazerne afdekken,
- Wanneer de patiënt slecht reageert op de rit,
- Bij gevaar voor het personeel.

4 Prioritering van de melding en de rol van de meldkamer bij het verlenen van toestemming om met voorrangssignalen te mogen rijden.

Men vindt dat dit eigenlijk al goed gebeurt. De meldkamer geeft een prioriteit aan een melding. Wanneer de chauffeur hier niet mee eens is (kent de persoon, weet dat verkeersongelukken op een bepaalde weg vaak ernstiger zijn dat aanvankelijk gedacht) mag hij of zij beargumenteerd en in samenspraak met de meldkamer de status van een melding verhogen. Problemen treden voornamelijk op wanneer de intake niet zorgvuldig is. Voorgesteld wordt dat centralisten beter zouden zijn wanneer zij ook ervaringsdeskundig zijn.

5 Training van de chauffeur

a Praktisch component (bijv. simulator)

Een betere praktisch training vinden alle geïnterviewden noodzakelijk. Een goede simulator is daarbij erg behulpzaam. Beter zou echter zijn het kunnen oefenen op de openbare wegen met ontheffing van de gebruiksregel voor voorrangssignalen. Nu wordt de opleiding voor het rijden met voorrangssignalen provisorisch en onsystematisch opgelost. De brandweer laat 'onervaren' chauffeurs naar spoedmeldingen rijden waarvan vermoed wordt dat de situatie niet erg dringend is (bijv. een automatisch melding die vaker losalarm is). De ambulancedienst zet onervaren chauffeurs gewoon in bij spoedmeldingen zonder dat deze mensen eerder op de openbare weg hebben geoefend met voorrangssignalen (dit is eigenlijk zoals het wettelijk moet). De verkeerspolitie laat onervaren chauffeurs tijdens de rijopleiding oefenen met voorrangssignalen op de openbare weg onder begeleiding van een rij-instructeur in een lesauto met dubbele bediening. Hoewel niet wettelijk toegestaan, heeft deze aanpak mogelijk veiligheidsvoordelen.

b Theorie (o.a. over wettelijke aansprakelijkheid)

In principe gebeurt dit al.

c Regelmatige bijscholing en hertoetsing

Dit gebeurt eigenlijk al. Alle chauffeurs worden regelmatig bijgeschoold. Bij de ambulancedienst vindt twee keer per jaar een hertoetsing plaats van zowel theorie als praktijk. De verkeerspolitie heeft geen hertoetsing en heeft er ook geen behoefte aan.

In het algemeen zeggen de geïnterviewden dat al deze componenten reeds in de opleiding zitten, maar dat er toch behoefte is aan verbetering. De geïnterviewden van de politie stellen voor themadagen te organiseren waarin specifieke problemen uit de praktijk behandeld worden.

6 Terugdringen van het gebruik van blauwe signaalverlichting door het gebruik van geen of gele lichtsignalen bij stilstand. Hiertoe moeten alle voorrangsvoertuigen worden uitgerust met blauwe en gele lichten.

De meningen zijn hierover verdeeld. Geïnterviewden vinden dat geel licht bij stilstand goed zou zijn, en zeggen dat dit nu al vaak plaatsvindt in de vorm van het ontsteken van de noodverlichting. Maar terwijl de één vindt dat het blauwe licht absoluut uit moet bij stilstand omdat het te veel aandacht van medeweggebruikers zou trekken en te afleidend zou werken voor het personeel, vindt de ander het blauwe licht juist veiligheidsverhogend.

Naast de geïdentificeerde oplossingen, droegen de geïnterviewden zelf ook enkele oplossingen aan voor problemen die zij in de praktijk waren tegengekomen.

- Optische signalen moeten mikken op de spiegels van een voertuig omdat je meestal met je optische signalen de aandacht wil trekken van het voorliggend verkeer.
- De kleuren van voorrangsvoertuigen (en eigenlijk ook kenmerkende kleding, zoals de hesjes die bij grotere incidenten worden gedragen) moet beschermd zijn om verwarringen met andere voertuigen te voorkomen.
- Ambulances, politie en brandweer moeten allemaal dezelfde geluidstonen gebruiken: òf tweetonig òf drietonig hoorns.
- Eén geïnterviewde stelde voor een technisch systeem waarbij autoradio's en mobiele telefoons tijdelijk uitgeschakeld worden opdat de geluidssignalen van voorrangsvoertuigen beter hoorbaar worden.
- Bij sommige meldingen is het overbodig dat meerdere voertuigen met voorrangssignalen er naartoe rijden. In dergelijke gevallen stellen de geïnterviewden voor dat één auto met voorrangssignalen rijdt en de andere auto's met spoed maar niet als voorrangsvoertuigen.
- Er wordt door meerdere van de geïnterviewden op de rol van de medeweggebruiker gewezen. Vaak weten mensen niet hoe zij vrije doorgang moeten maken voor een voorrangsvoertuig en wat hun rechten en verantwoordelijkheden zijn hierin. Er wordt erop aangedrongen dat er in de algemene rijopleiding meer aandacht aan deze zaken wordt besteed. Verder leek het de geïnterviewden beter als de verantwoordelijkheden van een medeweggebruiker duidelijker in de wet waren omschreven.

3.3.4 *Toegevoegde vragen*

1 *Heeft u ervaring met alternerende koplampen? Wat vindt u ervan?*

Ambulance en politie maken reeds gebruik van alternerende koplampen en waren allebei onverdeeld positief. Alternerende koplampen zijn erg effectief in het trekken van de aandacht van voorliggers. Vooral overdag (in de zomer) zijn alternerende koplampen uiterste bruikbaar. In het donker zijn ze echter te fel en verblindend. De brandweer heeft geen alternerende koplampen, maar flitst wel eens met de grote lichten om aandacht te trekken. De politie vindt dat alle auto's en motorfietsen ermee moeten worden uitgerust.

2 *Welke andere gedragscodes zijn er dan maximale snelheden?*

Het gaat volgens de geïnterviewden inderdaad vaak fout op snelheid. Het opstellen van gedragscodes omtrent bijvoorbeeld ook volgafstand zou misschien handig zijn. Ook het gebruik van waaieren op de weg zou effectief zijn om opvallendheid te vergroten en daarmee doorrijdruimte te creëren. Het is moeilijk te realiseren, maar gedragscodes waaruit een defensief en rustig rijgedrag blijkt zouden goed zijn.

3 *Moeten meer diensten dan alleen ambulance, politie (KMAR) en brandweer van voorrangssignalen gebruik mogen maken (huisarts, brandweer in eigen auto enz.)?*

De geïnterviewden zijn het er over eens dat niet meer diensten gebruik mogen maken van voorrangssignalen. Zij noemen hierbij als argument dat andere chauffeurs niet de juiste rijopleiding hebben en dat het gebruik van voorrangssignalen over het algemeen niet zo veel tijdswinst oplevert.

4 *Hoe wilt u dat de overige verkeersdeelnemers reageren op het gedrag van een voorrangsvoertuig?*

Dat weggebruikers in beide richtingen aan de kant moeten gaan, zoals in Duitsland gebeurt, heeft duidelijk de voorkeur bij ambulance en brandweer. Verder wordt genoemd:

- Niet in paniek raken,

- Niet remmen,
- Geef rustig gas bij,
- Rustig invoegen wanneer het kan bijvoorbeeld waar de weg breder wordt of in een parkeerhaven of bushalte,
- Vooral niet aan de kant in een zachte berm of iets dergelijks,
- Vooral goed blijven kijken!

5 *Het televisieprogramma Netwerk vertoonde enkele maanden geleden een rapportage over het toenemende aantal verkeersongelukken met voorrangsvoertuigen. Dit zou worden veroorzaakt door een toename in agressief weggedrag bij medeweggebruikers. Wat vindt u hiervan? Waar is volgens u deze toename in ongelukken aan te danken?*

Responsies waren verschillend. Waar de ene chauffeur in de afgelopen 18 maanden steeds vaker agressief rijgedrag van medeweggebruikers meemaakte, had de ander er nauwelijks mee te maken. Wel waren zij het er over eens dat er duidelijk een normverschuiving was: agressie of niet, de overige bestuurders hadden steeds minder respect of ontzag voor voorrangsvoertuigen. Mensen hebben minder geduld bij het verlenen van voorrang aan of het doorlaten van een voorrangsvoertuig. Agressieve incidenten waarover de ene chauffeur wist te vertellen betroffen verbaal of fysiek geweld richting de chauffeur zelf maar ook richting het voertuig (dat het bijvoorbeeld opzettelijk klem werd gezet door een medeweggebruiker). Agressie lijkt ook wel eens het gevolg te zijn van een schrikreactie wanneer een bestuurder de aanwezigheid van een voorrangsvoertuig opmerkt. Het voorkomen van een dergelijke schrikreactie wordt tevens genoemd als reden om wel optische signalen te gebruiken maar geen geluidssignalen.

Naast een toename van agressie in het verkeer als oorzaak voor de toename van verkeersongelukken, werden ook andere oorzaken genoemd:

- een drukker verkeersbeeld zorgt 1) ervoor dat het moeilijker is om met voorrangssignalen te rijden en 2) voor meer riskante situaties die (kunnen) resulteren in ongelukken,
- cijfers worden nu systematischer bijgehouden dan vroeger,
- de rijopleiding is korter en minder diepgaand dan vroeger.

Er moet ook worden gezegd dat een toename in ongelukken was bij brandweer en politie niet opgevallen.

3.4 Conclusies interviews

Sommige van de in het WOG-rapport gesignaleerde problemen worden inderdaad ervaren als problemen in de praktijk, zoals de inflatie van het gebruik van voorrangssignalen en de afgenomen effectiviteit van de geluidssignalen. Hierbij worden de slechte lokaliseerbaarheid van het geluidssignaal en het vaak slecht zichtbare zwaailicht op het dak genoemd. Andere gesignaleerde problemen leven niet zo. Wanneer wel en niet met voorrangssignalen mag worden gereden, wie officieel met voorrangssignalen mag rijden en wie niet, en wat onder een 'dringende taak' moet worden verstaan zijn helder, al blijkt in de praktijk dat de beoordeling erg subjectief is. Wanneer het gaat om ambigue situaties of situaties waarbij andere belangen een rol spelen (paraatheid van een voertuig in de kazerne) bestaat er soms twijfel wat leidt tot het handelen naar eigen inzicht, al is dit tegenstrijdig met de regelgeving.

Voor wat betreft de oplossingen, gebeuren sommige dingen al, zoals het gebruik van de criteria voor een dringende taak, de prioritering van de melding, uitgebreide bijscholing en hertoetsing en het gebruik van gele verlichting bij stilstand. Er is vooral behoefte aan flexibiliteit in de oplossingen: gele lichten bij stilstand zijn soms goed, maar men geeft aan dat er soms een voorkeur is voor blauwe lichten in verband met de verhoogde veiligheid die blauwe lichten met zich mee brengen; brancherichtlijnen zijn prima maar moeten ook ruimte maken voor ambigue gevallen; men ziet de zin wel in van snelheidslimieten maar wijst erop dat chauffeurs zich er waarschijnlijk er niet aan zullen houden wanneer deze te rigide zijn (de minder vast te leggen factoren, kennis van de regio en professionele verantwoordelijkheid, worden gezien als betere indicatoren voor veilige snelheden).

Uit de interviews komen ons inziens een tweetal problemen herhaaldelijk aan bod: 1) richtlijnen zijn vaak te rigide en zouden flexibeler moeten zijn om onverwachte of extreme situaties te kunnen omvatten en 2) chauffeurs houden zich niet altijd aan de regels. Het spreekt voor zich dat chauffeurs van voorrangsvoertuigen ieders veiligheid hoog in het vaandel hebben: die van een patiënt, die van de medeweggebruikers en uiteraard die van zichzelf. Zij ervaren dat regels echter vaak in strijd zijn met het effectief en efficiënt uitoefenen van hun taak. Het wordt bijvoorbeeld ambulances steeds moeilijker gemaakt om de 15 minuten grens te halen. Zij zijn daarom niet onverdeeld positief over regelgevingen omtrent snelheidslimieten en dergelijke, maar zien wel in dat enige objectieve handscriteria noodzakelijk zijn. De boodschap die herhaaldelijk naar voren komt uit deze interviews is dat er vanzelfsprekend richtlijnen moeten zijn, maar dat men ook officieel beleid moet hebben voor situaties waarin er van de richtlijnen mag worden afgeweken. Met name zou moeten worden gekeken naar wanneer en in hoeverre het afwijken ervan toegestaan moet worden.

4 Beoordeling rapport

4.1 Algemeen

Het WOG-rapport werd beoordeeld met betrekking tot licht- geluid- en gedragsaspecten, waarbij rekening is gehouden met de aanbevelingen in TNO-TM98 en de uitkomsten van het literatuuronderzoek en de interviews. Bij deze verificatie is aandacht besteed aan elementen als detecteerbaarheid, herkenbaarheid, begrijpelijkheid en geloofwaardigheid van de waarschuwingssignalen, en het gedrag van bestuurders van voorrangsvoertuigen en medeweggebruikers. We zullen in principe alleen commentaar geven op zaken waarvan wij denken dat ze afwijken van de aanbevelingen in TNO-TM98 of omdat ze op grond van nieuwe inzichten uit de literatuur of onze expertise aangepast moeten worden. Met de niet besproken tekst stemmen we in.

4.2 Optische signalen

4.2.1 *Blauwe signaalverlichting*

In artikelen 29 en 30 van het Reglement Verkeersregels en Verkeerstekens (RVV) wordt beschreven dat hulpvoertuigen en voertuigen een met “bepaalde werkzaamheden” een blauw of geel zwaai- of knipperlicht mogen voeren (RVV, 1990). Voor verdere details wordt er verwezen naar de Regeling optische en geluidssignalen (MVW, 2004a). Hierin staat dat het waarschuwinglicht blauw of geel moet zijn en aan de bovenzijde van het voertuig geplaatst moet zijn. Eventueel mogen het twee lichten zijn als door de bouw van het voertuig één licht niet in alle verkeersrichtingen voldoende zichtbaar is. Bij motorfietsen kan ook aan de voorzijde een blauwe waarschuwinglicht zijn aangebracht dat zowel van voren als van opzij zichtbaar is. Brandweervoertuigen mogen een extra blauw waarschuwinglicht hebben aan de voorzijde op een hoogte van 1,2 m om de zichtbaarheid voor op korte afstand vóór het voertuig rijdende bestuurders. Uit deze regeling blijkt dat de voertuigen van de ambulance en politie geen extra waarschuwinglicht aan de voorzijde mogen hebben. Verder wordt in de regeling niet aangegeven aan welke fotometrisch en colorimetrische lichttechnische eisen de lichten moeten voldoen, laat staan dat er een meetmethode wordt beschreven. Voor geluidssignalen wordt wel doorverwezen naar andere regeling met duidelijke fysische eisen en bijbehorende meetmethoden (MVW, 2004b).

In het WOG-rapport (6.1) wordt daarom terecht voorgesteld om alle waarschuwinglichten te laten voldoen aan het ECE-reglement 65 (ECE, 2002b). Verder wordt voorgesteld om aan de voorzijde van alle voorrangsvoertuigen (dus niet alleen brandweervoertuigen) een extra set blauw waarschuwinglicht te plaatsen (0,4 tot 1,2 m hoogte) dat goed zichtbaar is voor de voorligger als het waarschuwinglicht op het dak niet zichtbaar is. Deze eis is in overeenstemming met in de literatuur gevonden aanbevelingen om extra lichten te plaatsen aan de voorzijde van hulpvoertuigen (zie sectie 2.3.6 en TNO-TM98). In de literatuur wordt echter nog genoemd dat de richtingaanwijzers onopvallender worden als er waarschuwinglichten vlak naast worden gemonteerd. Dit pleit voor één waarschuwinglicht midden voor (zie ook sectie 4.2.5).

4.2.2 *Gele signaalverlichting*

In de literatuur is gevonden dat stilstaande voorrangsvoertuigen bij voorkeur geen blauw maar geel waarschuwinglicht moeten voeren. Geel wordt door weggebruikers ervaren als minder urgent en zal waarschijnlijk tot minder gevaarlijk gedrag leiden. Ook in de interviews kwam dit naar voren. In de brancherichtlijn van de brandweer wordt ook onderkend dat in verband met het alarmerend effect van blauw licht geel licht de voorkeur heeft bij stilstaande voertuigen en een uitruk met een lage prioriteit (BZK, 2003). Deze bevindingen ondersteunen het WOG-plan om een secundaire gele in plaats van blauwe signaalverlichting te gebruiken als voorrangsvoertuigen stilstaan.

4.2.3 *Groene signaalverlichting*

In het WOG-rapport (pag. 24 en 43) staat dat een voertuig alleen voorzien mag worden van groene signaalverlichting als het ook is voorzien van voorrangssignalen. Het mag dus niet op een niet-voorrangsvoertuig gemonteerd zijn. Het groene licht mag alleen aangezet worden als het voorrangsvoertuig stilstaat.

Groene signaalverlichting is niet bedoeld voor de “burger” bestuurder. Het is geen waarschuwingssignaal maar een identificatiesignaal voor een beperkte groep specialisten van hulpdiensten. Waarschijnlijk zal het daarom niet worden begrepen door de meeste gewone weggebruikers. Door de verwarring zal het in het verkeer alleen maar leiden tot een late reactie en dus een onveilige situatie. Het is daarom niet logisch om er een speciale categorie van te maken in het rijtje van waarschuwingssignalen. In de literatuur is slechts één melding gevonden over groene signaalverlichting zonder dat er een waardeoordeel werd gegeven middels een onderbouwd onderzoek. Uit de interviews blijkt dat er vaak niet zozeer een voertuig maar een persoon (verantwoordelijk commandant) wordt gezocht.

Er is dus een verwarrend verschil tussen de blauwe en groene signaleringslichten wat betreft de functie (waarschuwing, identificatie) en de doelgroepen (hulpverleners, normale weggebruikers). Uit het oogpunt duidelijkheid voor de weggebruiker en dus van de verkeersveiligheid lijkt het ons niet gewenst om een groen signaleringslicht toe te staan in het verkeer. Het is de vraag of er een goede gedragscode voor het gebruik van groene lichtsignalering kan worden aangeleerd die geen verwarring oplevert voor de weggebruiker. Voor stilstaande hulpvoertuigen die afgeschermd zijn van het normale verkeer lijkt het gebruik van groene lichtsignalering geen probleem; de hulpverleners weten wat het groene licht betekent.

4.2.4 *Lichtkrant*

Een wildgroei van lichtkranten (matrixbordjes) kan verwarrend zijn voor de medeweggebruikers, vooral als de teksten te lang zijn en moeilijk te begrijpen (Janssen e.a., 1996). In de interviews wordt een lichtkrant voor politievoertuigen (hoofdstuk 3). Daarom wordt de lichtkrant toch door ons aanbevolen als de tekst beperkt en begrijpelijk is en er normen zijn voor afmetingen, kleur en fotometrische eigenschappen.

4.2.5 *Richtingaanwijzers*

In het WOG-rapport wordt voorgesteld om de lichtsterkte van de richtingaanwijzers te verhogen als er blauwe knipperlichten in de buurt worden gemonteerd. Dit is niet in overeenstemming met de (internationale) bestaande eisen voor voertuigverlichting (ECE-reglementen) en hiervoor zal dan een ontheffing aangevraagd moeten worden (ECE, 2002a). Als er gestreefd wordt naar een enkel blauw waarschuwinglicht aan de voorzijde van het voorrangsvoertuig dan zal de behoefte aan richtingaanwijzers met een

hogere lichtsterkte waarschijnlijk minder zijn. Uit het literatuuronderzoek bleek dat een blauw waarschuwinglicht middenvoor om twee redenen de voorkeur verdient boven twee blauwe waarschuwingslichten voor, ten eerste is het goed zichtbaar voor de automobilist vlak voor het voorrangvoertuig en ten tweede zijn de richtingaanwijzers beter zichtbaar. Dit kan echter sterk afhangen van de specifieke situatie en zou eigenlijk nader onderzocht moeten worden.

4.2.6 *Striping*

Wij stellen voor de retroreflecterende striping voor voorrangvoertuigen wettelijk toe te staan. Het zou dan conform internationale normen moeten gebeuren. Hiervoor is een aanpassing van het ECE 104-reglement nodig of de goedkeuring van bijvoorbeeld het voorstel voor aanpassing van EN 1789. In het EN 1789 voorstel worden eisen gesteld aan de kleuren en (retro)reflectie van de striping. Er zijn meer kleuren mogelijk (8 stuks) dan nu in het ECE 104 worden omschreven (3 stuks). Verder is de voorgestelde minimumeis die gesteld wordt aan de reflectie van grote vlakken (logo's, strepen) hoger dan in ECE 104. Deze hogere eis is ook gerechtvaardigd omdat de zichtbaarheid van de striping van een hulpvoertuig een hogere prioriteit heeft dan de reclame op een vrachtauto. Voor voorrangvoertuigen moet het officieel toegestaan zijn om de kleuren rood, blauw toe te passen als retroreflecterend materiaal.

Het is belangrijk dat de contouren van het voertuig goed worden geaccentueerd; één enkele horizontale lijn is dan niet voldoende. Een voertuig met goede contourmarkering aan alle zijden zal door de weggebruiker op grote afstand als voertuig herkend worden. De voor- en achterzijde van het voertuig zullen op tijd kunnen worden onderscheiden en de verkeerssituatie kan daardoor adequaat worden ingeschat. Om camouflage-effecten te voorkomen zou retroreflecterende striping van de hulpvoertuigen alleen toegestaan mogen worden als ook de contouren van het voertuig duidelijk worden aangegeven in retroreflecterend materiaal. Het maakt in principe niet uit of de contour bestaat uit een gesloten (doorgetrokken) lijn, of uit stippen of strepen. Het belangrijkste is dat de weggebruiker de contour van het voertuig herkent.

Voor een optimale herkenning is belangrijk dat bij de voertuigen 's nachts dezelfde striping zichtbaar is als overdag. Daarom is het beter om bij de huidige striping voor de politievoertuigen de rode strepen ook uit te voeren in retroreflecterend materiaal. Nu zijn 's nachts alleen de blauwe strepen zichtbaar in het licht van autokoplampen; de rode strepen zijn alleen overdag zichtbaar.

Als alle striping van de hulpvoertuigen retroreflecterend zou zijn dan zal het nog moeilijk zijn om 's nachts, in het licht van koplampen, de hulpvoertuigen van de verschillende hulpdiensten uit elkaar te houden. Dit zou opgelost kunnen worden door ook de grondkleur van de voertuigen retroreflecterend te maken. Dit kan eventueel ook deels gebeuren, als de contouren van het voertuig maar zichtbaar zijn.

4.2.7 *Alternerende koplampen*

In het WOG-rapport wordt advies gevraagd over het gebruik van alternerende koplampen als ondersteuning van de primare blauwe waarschuwingslichten in de dagsituatie. De gebruikers zijn zeer positief en zeggen dat ze zeer effectief zijn in het aandacht trekken van weggebruikers (zie sectie 3.3.4). Er is echter geen directe literatuur beschikbaar die dat ondersteunt. Wel kan worden ingeschat dat uit oogpunt van de lichtsterkten de opvallendheid zeer groot moet zijn, zeker als de waarnemer zich midden in de koplampbundel bevindt. Het voorrangvoertuig zal waarschijnlijk trager herkend worden maar dat wordt waarschijnlijk goedgemaakt door de uitstekende

opvallendheid. 's Nachts is er echter een groot probleem met de verblinding en moet het gebruik van alternerende koplampen dus niet toegestaan worden.

Wij geven er de voorkeur aan om prioriteit te leggen bij het opvallend maken van het voorrangsvoertuig met extra blauwe waarschuwingslichten aan de voorzijde. De intensiteiten zullen dan wel hoger moeten zijn dan de huidige norm toestaat (zie sectie 2.3.4). In tweede instantie zouden eventueel, alleen overdag, alternerende koplampen gebruikt kunnen worden.

4.2.8 *Periodieke keuring*

In het WOG-rapport wordt voorgesteld om een periodieke keuring uit te voeren van de optische en geluidssignalen. De optische signalen zijn niet te meten met een standaard lichtmeter, bijv. een luxmeter of luminantiemeter. Er is een speciale meter nodig die de snelle veranderingen van een knipper- of flitslicht kan volgen en het licht kan integreren over de tijd om de effectieve lichtsterkte te kunnen bepalen (Alferdinck & Drullman, 1998; ECE, 2002b). In principe is het echter wel mogelijk, mits de methode nog wat beter wordt uitontwikkeld en het personeel goed geschoold is.

4.3 **Geluidssignalen**

4.3.1 *Toonhoogte en spectrum*

In het WOG-rapport wordt gekozen voor een tweetonige hoorn voor alle voorrangsvoertuigen. Hiermee komt het gebruik van de drietonige hoorn (nu voor ambulances) te vervallen. Die keuze is in overeenstemming met de aanbeveling uit TNO-TM98. Er wordt in het WOG-rapport ook gezegd dat de toonhoogte van de lage en hoge toon ca. 200 resp. 500 Hz dienen te zijn. Dit is echter wat voorbarig. Hierbij is de verhouding van laag naar hoog 1:2,5, terwijl op dit moment een verhouding 1:1,33 (muziekinterval kwart) wordt gebruikt. In TNO-TM98 wordt alleen gesproken over 200 en 500 Hz als onder- resp. bovengrens waarbinnen de toonhoogten zouden moeten variëren.

Als toonhoogten moeten worden genoemd, dan stellen wij voor toonhoogten van 375 Hz resp. 500 Hz te gebruiken.

Een minstens zo belangrijk aspect dat niet in het WOG-rapport wordt genoemd is de spectrale inhoud van de geluiden. In TNO-TM98 wordt aanbevolen harmonische signalen te gebruiken met deeltonen tot ca. 5000 Hz. Uitgaande van een toonhoogte van 375 Hz geeft dit een opeenvolging van 14 deeltonen met frequenties 375, 750, 1125, ... 4875 Hz. Voor een toonhoogte van 500 Hz zijn dit 11 deeltonen met frequenties 500, 1000, 1500, ... 5000 Hz.

4.3.2 *Geluidssterkte*

Gemeten volgens hoofdstuk 11 van de Regeling toelatingseisen geldt nu een minimale geluidssterkte van 100 dBA. In het WOG-rapport wordt een verhoging en een differentiatie voorgesteld. Het voorgestelde maximum van 120 dBA is nieuw. Gedurende de dag wil men het minimum verhogen naar 110 dBA. Uit de interviews kwamen verschillende redenen waarom de geluidssignalen niet werden gebruikt. Zo werd genoemd dat geluidssignalen toch slecht hoorbaar zijn. Met een verhoging van de geluidssterkte is dit geen issue meer. Ander argumenten om geluidssignalen niet te gebruiken worden met deze verhoging echter juist sterker. De vraag is in hoeverre dit

binnen de bebouwde kom leidt tot verhoging van hinder of schrik voor bewoners, of niet-gemotoriseerde weggebruikers als fietsers en voetgangers, zoals ook genoemd in TNO-TM98. Het bestaande minimum van 100 dBA wil men handhaven voor de nacht. Voor automobilisten die de sirene moeten kunnen waarnemen betekent dit een effectieve vermindering van de hoorbaarheid t.o.v. overdag. Weliswaar is er 's nachts minder verkeer, maar de waarneembaarheid van het sirenegeluid wordt veroorzaakt door de (vaste) geluidsisolatie in combinatie met (variabel) lawaai van motor, wind en banden van het eigen voertuig. Lawaai van de omgeving, in dit geval ander verkeer, speelt een ondergeschikte rol. Dus het feit dat er 's nachts minder verkeer op de weg is, betekent niet dat de hoorbaarheid van de sirene vanzelf verbetert. Onderzocht zou kunnen worden of de verbeterde zichtbaarheid van de zwaailichten 's nachts een verlaging van de geluidssterkte van de sirene mogelijk zou maken.

4.3.3 *On- en offset*

De genoemde on- en offset van tonen tussen 1 en 10 dB/ms voor veranderingen in geluidssterkte bij in- en uitschakelen van de sirene zijn conform TNO-TM98. Het is een compromis tussen gewenste snelle verandering om een goede lokalisatie te krijgen en langzame verandering om schrikreacties te voorkomen. De beschrijving in TNO-TM98 is niet helemaal duidelijk over on- en offset bij wisseling van de tonen van laag naar hoog en vice versa. Dit gebeurt nu vrij geleidelijk, zonder abrupte verandering in geluidssterkte. Om zowel de attentiewaarde als de lokaliseerbaarheid te optimaliseren, zou de effectiviteit onderzocht kunnen worden van het introduceren van stiltes van ca. 200 ms tussen de wisselingen.⁵ Dit betekent dus dat voor elke afzonderlijke toon de on- en offset van 1–10 dB/ms moet worden aangehouden.

4.3.4 *Wisselfrequentie*

Het genoemde bereik van 0,5 tot 5 Hz voor het wisselen tussen hoge en lage tonen is conform TNO-TM98. Wanneer gekozen wordt voor een verhoging (verdubbeling) van de wisselfrequentie om de urgentie te verhogen⁶ moet deze de 5 Hz evenmin overschrijden. Voor alle duidelijkheid: Het gaat hier om één cyclus van laag en hoog, die beide een even lange duur hebben. Stel, die duur is gelijk aan 600 ms, dus een laag-hoogsequentie van 1,2 s (wisselfrequentie \approx 0,8 Hz), dan kan de urgente variant duren hebben van 300 ms per toon (laag-hoogsequentie 0,6 s, wisselfrequentie \approx 1,6 Hz). Eventueel kan dit nog verhoogd worden, wanneer men in de buurt wil komen van de 'yelp' (snelle toonsweep) die o.a. in de VS en Groot-Brittannië voor extra urgentie wordt gebruikt (wisselfrequentie 3-4 Hz). Maar bedacht moet worden dat de tweetonige sirene een geluid is met heel andere temporele eigenschappen.

4.3.5 *Geluidsniveau in het voertuig*

Het maximale geluidsniveau in het voorrangsvoertuig moet beperkt worden, t.b.v. gezondheid en veiligheid van de bestuurder en bijrijders. Uit de interviews met bestuurders van ambulances blijkt dat men soms oordoppen gebruikt om de last van het te harde sirenegeluid te verminderen. Verschillende plaatsen voor de hoorns (op het dak of voor in de grille) kunnen zorgen voor flinke verschillen in geluidsniveau binnen, evenals rijden met open of gesloten ramen. In het algemeen geldt volgens de Arbo-wet dat de totale geluidsbelasting moet worden beperkt tot 80 dBA gedurende een 8-urige

⁵ Een minimale stilte van 200 ms is nodig om te voorkomen dat twee elkaar opvolgende geluiden door de integrerende eigenschappen van het gehoor versmelten tot een enkel geluid (met name door namaskering).

⁶ Zoals in sectie 2.4 is beschreven, levert een verhoging van de wisselfrequentie met een factor 1,6 een waargenomen verdubbeling van de urgentie (Hellier & Edworthy, 1999). Verdubbeling van de wisselfrequentie zal dan dus meer dan verdubbeling van het gevoel van urgentie teweeg brengen.

werkdag. Voor elke halvering van de blootstellingstijd mag de belasting met 3 dB worden verhoogd. Dus 83 dBA gedurende 4 uur, 86 dBA gedurende 2 uur, etc. Voor methoden om de geluidbelasting te bepalen willen we verwijzen naar twee internationale normen: NEN-ISO 9612 en NEN-ISO 5128 (NEN, 1990; NEN, 1997). De eerste behandelt algemene aspecten m.b.t. het meten van geluid op de werkplek; de tweede is specifiek gericht op geluidsmetingen in het interieur van motorvoertuigen.

4.3.6 *Periodieke keuring*

In sectie 6.8.2 van het WOG-rapport wordt voorgesteld een periodieke keuring van de uitrusting met voorrangssignalen uit te voeren (bijv. samen met de APK). Een eenvoudige keuring kan worden verricht met de signaalinrichting op- of ingebouwd, volgens de beschrijving in hoofdstuk 11 van de Regeling toelatingseisen. Een uitgebreidere technische keuring van de geluidssignalen zou moeten gebeuren aan de hand van gecontroleerde laboratoriummetingen, in een zgn. dode of echovrije ruimte. Hierbij gaat het om elektro-akoestische en mechanische metingen waarvan enkele beschreven worden in een Amerikaanse rapport (National Institute of Justice, 2000). Testen die daarin genoemd worden omvatten o.a.:

- metingen aan vermogen, geluidsterkte en spectrum in verschillende richtingen
- invloeden van temperatuur, vocht, stof, trillingen en corrosie
- bepalen van de duurzaamheid
- richtlijnen voor installatie op of aan het voertuig.

Een gedetailleerde specificatie van eisen, meetprocedures, instrumentatie, meetomstandigheden, etc. voor een dergelijke technische keuring valt echter buiten het bereik van onderhavig rapport.

4.4 **Gedragsaspecten**

4.4.1 *Voorrangssignalen en “dringende taak”*

In het WOG-rapport (pag.7) wordt de definitie gegeven van voorrangssignalen, te weten het blauwe zwaailicht gecombineerd wordt met de meertonige hoorn. Er wordt verwezen naar artikel 29 van de RVV, waarin staat dat bestuurders ten dienste van politie en brandweer en ziekenauto's of door de minister aangewezen hulpverleningsorganisaties een blauw zwaai- of knipperlicht en een twee- of drie-tonige hoorn mogen voeren om kenbaar te maken dat zij een dringende taak vervullen (RVV, 1990). In het WOG-rapport (pag. 13) wordt een aanbeveling gedaan voor definitie van het begrip “dringende taak”.

In de praktijk komt het echter wel voor dat alleen het zwaailicht gevoerd wordt waardoor het hulpvoertuig officieel geen voorrangvoertuig meer is. Dit werd door de geïnterviewde chauffeurs van voorrangvoertuigen bevestigd (hoofdstuk 3). Genoemd werd bijvoorbeeld het vermijden van overlast in een woonwijk, andere weggebruikers niet te laten schrikken, en tegelijkertijd toch duidelijk willen maken dat je haast hebt terwijl het geen dringende taak betreft. Het wel of niet gebruiken van het geluidssignaal is afhankelijk van de inschatting van de situatie door de bestuurder van het voorrangvoertuig. In de brancherichtlijn van de brandweer mag bij een prioriteit 2 uitruk (noodzaak om ter plaatse te komen, maar geen dringende taak) blauw licht worden gevoerd zonder dat de sirene aanstaat (BZK, 2003). Voor medeweggebruikers kan het echter verwarrend zijn en misschien zelfs ongelooftwaardig. Men weet niet

welke prioriteit dit voertuig heeft en welk gedrag van hen verlangd wordt. Volgens de wet zijn dit blijkbaar geen voorrangsvoertuigen.

Uit de interviews blijkt dat er bij chauffeurs van voorrangsvoertuigen onzekerheid bestaat over de wetgeving, aansprakelijkheid en de verantwoordelijkheid voor de eventuele nadelige gevolgen van het gebruik van de voorrangsvoertuigen. Deze onzekerheid is onnodig; in de opleiding zou dergelijke informatie moeten worden ingebed.

4.4.2 *Gedragscodes*

De regel dat het verkeer niet in gevaar mag worden gebracht of onnodig mag worden gehinderd geldt ook voor bestuurders van hulpvoertuigen (artikel 5, Wegenverkeerswet 1994). Dit is echter een lastige regel om aan te voldoen, aangezien het altijd een inschatting blijft of verkeer in gevaar werd gebracht en of het onnodig was of niet. Dit verschaft voor de bestuurders van hulpdiensten waarschijnlijk ook grote onzekerheid over hoe te handelen.

In het WOG-rapport (pag. 13) worden gedragscodes voorgesteld voor voorrangsvoertuigen. Onder andere wordt gesteld dat vluchtstroken slechts met 20 km/u boven de snelheid van het overige verkeer mogen worden bereden, met een maximum van 80 km/u. De vraag is of men informatie krijgt over pechgevallen op de vluchtstrook of over wegwerkzaamheden waarbij de vluchtstrook is opgeofferd. Welke informatie krijgt men en hoe lost men deze situaties op? Zijn daar regels voor vastgelegd?

Uit de interviews blijkt dat de chauffeurs van voorrangsvoertuigen sommige voorgestelde snelheidslimieten niet erg zinvol vinden. Het staat op gespannen voet met andere eisen die aan hun worden gesteld, bijv. voor ambulances de 15 minutengrens halen. Wel erkennen ze de zin van objectieve handelscriteria.

De gedragscodes moeten aangevuld worden om deze knelpunten op te lossen.

Er wordt gesteld dat een voorspelbaar verkeersbeeld ongevallen voorkomt en dat daarom het gedrag van chauffeurs van voorrangsvoertuigen voorspelbaar moet zijn (pag. 13 en 37, WOG-rapport). Wij wijzen erop dat het ook belangrijk is dat het gedrag van de medeweggebruikers voorspelbaar is. Het verkeersbeeld moet voorspelbaar zijn voor alle weggebruikers, inclusief de chauffeurs van voorrangsvoertuigen. Daarom is het belangrijk dat de voorrangssignalen naast opvallend en herkenbaar, ook geloofwaardig moeten zijn.

Uit het literatuuronderzoek bleek dat een extra cognitieve taak in de auto, zoals telefoneren en overleggen met mede-inzittenden, de waarneming negatief beïnvloeden, ondanks het feit dat de bestuurder wel gewoon blijft kijken naar buiten. Dit is extra van belang voor bestuurders van hulpvoertuigen. Zij moeten vaak veelvuldig communiceren via mobilofoon en telefoon tijdens een rit naar een calamiteit. Zij zullen tijdens hun opleiding gewezen moeten worden op dit fenomeen. Bij meerdere inzittenden zal de communicatie niet door de chauffeur gedaan moeten worden. Dit betekent ook dat andere weggebruikers minder alert zijn wanneer ze bezig zijn met extra cognitieve taken.

4.4.3 *Brancherichtlijnen*

Op pag. 15 van het WOG-rapport staat dat dat chauffeurs in veel gevallen “training on the job” krijgen. Officieel mag er niet gereden en geoefend worden met voorrangssignalen als er geen echte calamiteit is. Waarschijnlijk wordt hier bedoeld dat chauffeurs van voorrangsvoertuigen het vak leren in de praktijk en dus leren uit

ervaring met echte calamiteiten. Dit gebrek aan mogelijkheden om te trainen kan gezien worden als een probleem en zou als zodanig genoemd moeten worden in de lijst van geconstateerde problemen (pag. 9, WOG-rapport). De verschillende diensten hebben verscheidene provisorische maatregelen genomen om toch te kunnen oefenen met voorrangssignalen. Als alternatief hiervoor is het heel goed mogelijk om bepaalde ingewikkelde scenario's die niet uit te voeren zijn in het echte verkeer te oefenen in een rijnsimulator.

De werkgroep adviseert om een regelmatige bijscholing en hertoetsing te verplichten (pag. 15, WOG-rapport). Wij vragen ons af welke instantie zoiets gaat verplichten en wie er gaat over de inhoud en frequentie van de bijscholing.

5 Conclusies en aanbevelingen

Aan de hand van een literatuurstudie en interviews met gebruikers van voorrangsvoertuigen hebben we gezocht naar onderbouwing voor de specificaties en de gebruiksvoorschriften van voorrangssignalen. Deze bevindingen hebben we vergeleken met de aanbevelingen die zijn gedaan door de werkgroep optische en geluidssignalen (WOG). Onze conclusies en aanbevelingen zijn als volgt.

5.1 Optische signalen

- De WOG stelt voor om een tweede blauw signaleringslicht toe te staan aan de voorkant van voorrangsvoertuigen. Het blijkt dat hierdoor de richtingsaanwijzers slechter zichtbaar kunnen worden. Om te voorkomen dat daarom de lichtsterkte van de richtingsaanwijzers verhoogd moet worden stellen wij voor om slechts een enkel blauw signaleringslicht in het midden aan de voorkant toe te staan. Deze is dan tevens optimaal zichtbaar in de achteruitkijkspiegel van de automobilist vlak voor het voorrangsvoertuig.
- Resultaten van het literatuuronderzoek ondersteunen het WOG-plan om een secundaire gele in plaats van blauwe signaalverlichting te gebruiken als voorrangsvoertuigen stilstaan.
- Er is een verwarrend verschil tussen de blauwe en groene signaleringslichten wat betreft de functie (waarschuwing, identificatie) en de doelgroepen (hulpverleners, normale weggebruikers). Het gebruik van een groen signaleringslicht wordt daarom alleen aanbevolen als het voertuig stilstaat en is afgeschermd voor het normale verkeer en de chauffeurs goed zijn geïnstrueerd.
- Te veel en onbegrijpelijke tekst op een lichtkrant (matrixbordje) kan tot onveilige situaties leiden. We adviseren normen te stellen aan tekst, afmetingen, kleur en fotometrische eigenschappen.
- Contourmarkering kan bijdragen tot een betere opvallendheid en herkenning van voorrangsvoertuigen bij nacht. Aanbevolen wordt om retroreflecterende striping toe te staan, mits het voldoet aan de internationale normen, die overigens nog niet van kracht zijn.
- De opvallendheid van een voorrangsvoertuig met alternerende koplampen is groot maar herkenning zou wel eens matig kunnen zijn. Wij geven er de voorkeur aan om prioriteit te leggen bij het opvallend maken van het voorrangsvoertuig met extra knipperende blauwe waarschuwingslichten aan de voorzijde. In tweede instantie zouden eventueel, alleen overdag, alternerende koplampen gebruikt kunnen worden.
- Een periodieke keuring van de lichtsignalen is alleen mogelijk als de meetmethode beter wordt uitontwikkeld en het personeel goed geschoold is.

5.2 Geluidssignalen

- Voor voorrangsvoertuigen adviseren we een tweetonige hoorn met de toonhoogten van 375 Hz en 500 Hz. De signalen moeten breedbandig en harmonisch zijn met deeltonen tot ten minste 5000 Hz.
- De minimale geluidssterkte kan met 10 dB verhoogd worden tot 110 dBA; dit verbetert de hoorbaarheid in auto's bij grotere afstanden, maar kan tot meer hinder leiden bij omwonenden en weggebruikers op korte afstand. Het door de WOG

voorgestelde lagere niveau tijdens de nacht zal minder overlast voor omwonenden opleveren, maar tegelijk de hoorbaarheid voor automobilisten verminderen. De maximale geluidssterkte moet worden beperkt tot 120 dBA.

- Behalve minimum- en maximumwaarden voor de geluidssterkte recht voor het voorrangvoertuig, zouden er ook criteria moeten zijn voor de afstraling rondom.
- Om de attentiewaarde en de lokaliseerbaarheid te verhogen is een breed frequentiegebied nodig en moeten korte on- en offsets worden gebruikt.
- Om de (gesuggereerde) urgentie van een geluidssignaal tijdelijk te verhogen kan het beste de wisselfrequentie tussen de lage en hoge toon verhoogd worden.
- Muziek beluisteren in de auto geeft extra verhoging van de waarnemingsdrempel met 6–7 dB, zelfs 14–15 dB bij ouderen.
- Het maximale geluidsniveau t.g.v. de sirene in het voorrangvoertuig moet beperkt worden, t.b.v. gezondheid en veiligheid van de bestuurder en bijrijders. De ARBO-wet geeft hiervoor richtlijnen en er bestaan internationale normen met meetmethoden.
- Een eenvoudige periodieke keuring van de geluidssignalen is aan te bevelen. Specificaties van de eisen en meetprocedures moeten nader ontwikkeld worden.

5.3 Gedragsaspecten

- Bestuurders van voorrangvoertuigen zijn onzekerheid over de wetgeving, aansprakelijkheid en de verantwoordelijkheid voor de eventuele nadelige gevolgen van het gebruik van de voorrangvoertuigen.
- Door de WOG zijn gedragscodes voorgesteld voor het rijden met voorrangsignalen. De voorgestelde maximum snelheden moeten hier en daar heroverwogen worden. Het is belangrijk dat zowel de voorrangvoertuigen als andere weggebruikers een voorspelbaar gedrag vertonen als er gereden wordt met voorrangsignalen. Richtlijnen zijn vaak te rigide en zouden flexibeler moeten zijn om onverwachte of extreme situaties te kunnen omvatten.
- De instructie en training van de chauffeurs van voorrangvoertuigen is belangrijk. Bepaalde ingewikkelde scenario's kunnen worden geoefend in een rijnsimulator.
- Chauffeurs van voorrangvoertuigen ervaren dat regels vaak in strijd zijn met het effectief en efficiënt uitoefenen van hun taak.

Na het literatuuronderzoek bleven er de volgende open vragen over die nader onderzocht zouden moeten worden.

- Zou de verbeterde zichtbaarheid van de zwaailichten 's nachts een verlaging van de geluidssterkte van de sirene kunnen compenseren?
- Zijn waarschuwingssignalen beter lokaliseerbaar als er korte stiltes (200 ms) worden geïntroduceerd tussen de toonwisselingen?
- In hoeverre levert het door het Engelse Sound Alert ontwikkelde sirenegeluid (Localizer®) daadwerkelijk verbeteringen in hoorbaarheid en lokaliseerbaarheid? Een onafhankelijke instantie zou de effectiviteit hiervan moeten beoordelen.
- Is het mogelijk om een simulator te gebruiken als trainingsmiddel voor chauffeurs van voorrangvoertuigen?

6 Dankwoord

Wij danken de chauffeurs van de hulpvoertuigen voor hun deelname aan de interviews. De firma's 3M, Reflexite en Avery Dennison zijn we erkentelijk voor het leveren van technische informatie over retroreflecterend materiaal.

7 Referenties

- Alferdinck, J.W.A.M. (1996a). Flitslicht of zwaailicht: hoe opvallend zijn waarschuwingssignalen? *Verkeersknooppunt* (oktober 1996, nr. 5), 2-4.
- Alferdinck, J.W.A.M. (1996b). Traffic safety aspects of high-intensity discharge headlamps: Discomfort glare and direction indicator conspicuity. In A.G. Gale (Ed.), *Vision in Vehicles V* (pp. 269-276). Amsterdam: Elsevier.
- Alferdinck, J.W.A.M. & Drullman, R. (1998). *Licht- en geluidssignalen ten behoeve van de herkenbaarheid van voorrangsvoertuigen; een literatuurstudie* (Rapport TM-98-C071). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Alferdinck, J.W.A.M. & Hoedemaeker, M. (2002). *Zichtbaarheid van opleggers; Praktijkproef* (Rapport TM-02-C012). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Alferdinck, J.W.A.M., Hoedemaeker, M. & Brouwer, R.F.T. (2003). Visibility of trailers; model predictions and field test. In A.G. Gale (Ed.), *Vision in Vehicles 10*. Derby: Vision in Vehicles Press (in press).
- Alferdinck, J.W.A.M., Kooi, F.L. & Walraven, J. (1999). *Opvallendheid van ambulances* (Rapport TM-99-C012). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Alferdinck, J.W.A.M. & Padmos, P. (1988). Car headlamps: Influence of dirt, age and poor aim on glare illumination intensities. *Lighting Research and Technology*, 20, 195-198.
- Alferdinck, J.W.A.M. & Walraven, J. (1993). *Blauw-licht signaalapparatuur voor politievoertuigen; een verkennende literatuurstudie* (Rapport IZF 1993 C-41). Soesterberg: Instituut voor Zintuigfysiologie TNO⁷.
- Boer, L.C. (2003). *Praktijkproef geluidsbakens bij ontruiming tunnel in dichte rook* (Rapport TM-03-C060). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Boer, L.C. & Wijngaarden, S.J. van (2004). Directional sound evacuation from smoke-filled tunnels. In *Safe and Reliable Tunnels: Innovative European Achievements* (pp. 33-41). Gouda, The Netherlands: Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving (CUR).
- Bruneau, J.F. (2002). *Comparison of two advance stop signalling systems used on Canadian school buses: amber lights and red lights* (Report: TP 13903E). Montreal, QB: Transport Canada, Transportation Development Centre.
- Burke, C.S., Salas, E. & Kincaid, J.P. (2001). Emergency Vehicles That Become Accident Statistics: Understanding and Limiting Accidents Involving Emergency Vehicles. In: Human Factors/Ergonomics: It Works. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 45th Annual Meeting*, Minneapolis/St Paul, Minnesota, October 8-12, 2001 (pp. 508-512). Santa Monica, California: The Human Factors and Ergonomics Society.

⁷ Oude naam van TNO Technische Menskunde, tot 1994.

- BZK (2003). *Brancherichtlijn optische en geluidsignalen Brandweer* (Herziene druk, december 2003). Den Haag: Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK).
- Catchpole, K.R., McKeown, J.D. & Withington, D.J. (1999). Localisable auditory warnings: integral ‘where’ and ‘what’ components. In D. Harris (Ed.), *Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics*, Vol. Four: Job Design, Product Design and Human-Computer Interaction (pp. 439-446). Aldershot, UK: Ashgate Publishing Ltd.
- CEN (2001). *Fixed vertical road signs – Part 1: Fixed signs* (Draft European Standard prEN 12899-1, December 2001). Brussels: European Committee for Standardisation (CEN).
- CEN (2003). *Prismatic film specification for the livery of emergency services vehicles* (Proposal for annex of EN1789, Feb. 2003).
- CIE (1983). *Recommendations for surface colours for visual signalling* (Publication CIE nr. 39-2). Vienna, Austria: International Commission on Illumination CIE.
- CIE (1988). *Roadsigns* (Publication CIE Nr. 74). Vienna: International Commission on Illumination CIE.
- CIE (2001). *Colours of light signals* (Standard CIE S 004/E-2001). Vienna, Austria: International Commission on Illumination CIE.
- Dijk, O. van (2004). *Persoonlijke communicatie met 3M over gebruik van retroreflectie op voorrangvoertuigen*.
- ECE (2002a). *Uniform provisions concerning the approval of direction indicators for motor vehicles and their trailers* (Regulation No. 6). Geneva: United Nations, Economic Commission for Europe.
- ECE (2002b). *Uniform provisions concerning the approval of special warning lights for motor vehicles* (Regulation No. 65, Rev.1/Add.64/Amend. 1, 2, 3). Geneva: United Nations, Economic Commission for Europe.
- ECE (2003). *Uniform provisions concerning the approval of retro-reflective markings for heavy and long vehicles and their trailers* (Regulation No. 104). Geneva: United Nations, Economic Commission for Europe.
- ECE (2004). *Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the installation of lighting and lighting-signalling devices* (Regulation No. 48). Geneva: United Nations, Economic Commission for Europe.
- Federal Highway Administration (1997). *Technology in rural transportation “simple solution” #11. Emergency vehicle traffic signal pre-emption* (Publication FHWA-RD-97-108). Washington, DC: US Department of Transportation, Federal Highway Administration.
- Furness, S., Connor, J., Robinson, E., Norton, R., Ameratunga, S. & Jackson, R. (2003). Car colour and risk of car crash injury: population based case control study. *British Medical Journal*, 327, 1455-1456.
- Gelder, P.H.P. van (2004). *Persoonlijke communicatie met Reflexite Europe A/S over gebruik van retroreflectie op voorrangvoertuigen*.
- Hellier, E. & Edworthy, J. (1999). On using psychophysical techniques to achieve urgency mapping in auditory warnings. *Applied Ergonomics*, 30, 167-171.
- Helmers, G. & Rumar, K. (1975). High beam intensity and obstacle visibility. *Lighting Research and Technology*, 7 (1), 35-42.

- Hunt, R.C., Brown, L.H., Cabinum, E.S., Whitley, T.W., Prasad, N.H., Owens, C.F. & Mayo, C.E. (1995). Is ambulance transport time with lights and siren faster than that without? *Annals of Emergency Medicine*, 15 (4), 507-511.
- Janssen, W.H., Alferdinck, J.W.A.M. & Martens, M.H. (1996). *Uitvoeringsvorm en positionering van het PRIP nabij Urmond* (Rapport TM-96-C076). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Jenkins, J. (1999). *Suitability of optical, radio and radar technologies as potential emergency vehicle siren system enhancements* (Report SWUTC/99/472840-00003-4). College Station, TX: Texas Transportation Institute.
- Kamyab, A., McDonald, T. & Storm, B. (2002). *Synthesis of the best practice for increasing protection and visibility of highway maintenance vehicles* (Final report, Iowa DOT Project TR-475, CTRE Project 02-107). Ames, IA: Center for Transportation Research and Education, Iowa State University.
- Langham, M., Hole, G., Edwards, J. & O'Neil, C. (2002). An analysis of "looked but failed to see" accidents involving parked police vehicles. *Ergonomics*, 45 (3), 167-185.
- MVW (2004a). *Regeling houdende aanwijzing hulpverleningsdiensten, omschrijving werkzaamheden en omstandigheden en vaststelling van optische en geluidssignalen* (geldend op 5 januari 2004). Ministerie van Verkeer en Waterstaat.
- MVW (2004b). *Regeling houdende vaststelling toelatingseisen voertuigen op basis van hoofdstuk 3 van het Voertuigreglement* (Hoofdstuk 11 over de meting geluidssterkte van hoorns van voertuigen, geldend op 5 januari 2004). Ministerie van Verkeer en Waterstaat.
- National Institute of Justice (2000). *Guide to test methods, performance requirements, and installation practices for electronic sirens used on law enforcement vehicles* (NIJ Guide 500-00, NCJ 181622; www.ncjrs.org/pdffiles1/nij/181622.pdf). Washington, DC: US Department of Justice.
- NEN (1990). Akoestiek – Meten van geluid binnen motorvoertuigen (Norm NEN-ISO 5128). Delft: Nederlands Normalisatie-Instituut (NNI).
- NEN (1997). Akoestiek – Leidraad voor de meting en beoordeling van de blootstelling aan geluid op de werkplek (Norm NEN-ISO 9612). Delft: Nederlands Normalisatie-Instituut (NNI).
- Paine, M.P. & Fisher, A.J. (1996). Flashing warning lights for school buses. *Proceedings of the 15th International Conference on the Enhanced Safety of Vehicles*, Melbourne, Australia, 13-16 May 1996 (pp. 1954-1960). Washington, DC: US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration.
- RVV (1990). *Reglement Verkeersregels en Verkeerstekens*.
- Schmidt-Clausen, H.J. (2000). *Retroreflective marking of vehicles* (Vols. 7). Munich, Germany: Herbert Utz Verlag - Wissenschaft.
- Schmidt-Clausen, H.J. & Bindels, J.T.H. (1974). Assessment of discomfort glare in motor vehicle lighting. *Lighting Research and Technology*, 6 (2), 79-88.
- Shibuya, S., Yoshida, T., Yamashiro, Z. & Miyawaki, M. (2000). Fast Emergency Vehicle Preemption Systems. *Transportation Research Record*, 1739, 44-50.

- Slawinski, E.B. & MacNeil, J.F. (2002). Age, music, and driving performance: detection of external warning sounds in vehicles. *Psychomusicology*, 18, 123-131.
- Solomon, S.S. (2002a). Parked emergency vehicles. In *Emergency Vehicle Accidents* (pp. 193-202). Tucson, AZ: Lawyers & Judges Publishing Company Inc.
- Solomon, S.S. (2002b). Sirens and Audible Devices. In *Emergency Vehicle Accidents* (pp. 59-67). Tucson, AZ: Lawyers & Judges Publishing Company Inc.
- Solomon, S.S. & Hill, P.F. (2002). *Emergency vehicle accidents: Prevention, reconstruction and survey of state law* (2nd ed.). Tucson, Arizona: Lawyers & Judges Publishing Company.
- Solomon, S.S. & King, J.G. (1995). Influence of color on fire vehicle accidents. *Journal of Safety Research*, 26 (1), 41-48.
- State of New York (1995). *Department of Motor Vehicles* (MV-144A, Jan - Dec 1995).
- Strayer, D.L., Drews, F.A. & Johnston, W.A. (2003). Cell phone-induced failures of visual attention during simulated driving. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 9 (1), 23-32.
- Thomas, A. (1998). *Specification of the livery on police patrol cars* (Publication No. 2/98). Hertfordshire, UK: Police Scientific Development Branch.
- Ullman, G.L. (2000). Special flashing lights for construction, maintenance, and service vehicles: Are amber beacons enough? *Transportation Research Record*, 1715, 43-50.
- Ullman, G.L. & Lewis, D. (2000). Texas DOT vehicle fleet warning light policy. *Transportation Research Circular, 12th Equipment Management Workshop* (pp. 22-35). Austin, TX: Transportation Research Board Committee on Equipment Maintenance and Texas Department of Transportation.
- Ullman, R.N. (2002). Can it help fight the No.2 threat to responders? *Every Second Counts*, May/June, 18-21.
- Voertuigreglement (2004). Hoofdstuk 5. Permanente eisen (Artikel 5.3.57). www.overheid.nl.
- Wilbur, M. (1997). Emergency vehicle operations – Top ten list. *Firehouse* (52).
- Withington, D.J. (1999). Localisable alarms. In N.A. Stanton & J. Edworthy (Eds.), *Human Factors in Auditory Warnings* (pp. 33-40). Aldershot, UK: Ashgate Publishing Ltd.
- Withington, D.J. (2000). The use of directional sound to improve the safety of auditory warnings. *Proceedings of the XIVth Triennial Congress of the International Ergonomics Association and 44th Annual Meeting of the Human Factors and Ergonomics Society*, July 29–August 4, 2000 (pp. 726-729). San Diego, CA, USA: Human Factors and Ergonomics Society.
- Withington, D.J. (2002). Life saving applications of directional sound. In M. Schreckenberg & S.D. Sharma (Eds.), *Pedestrian and Evacuation Dynamics* (pp. 277-296). Berlin/New York: Springer.
- Withington, D.J. & Paterson, S.E. (1998). Safer sirens. *Fire Engineers Journal*, 48, 6-10.
- WOG (2003). *Vorrangssignalen tegen het licht gehouden* (juli 2003, VM55/23646). Den Haag: Werkgroep Optische en Geluidssignalen, p/a Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties.

8 Ondertekening

Soesterberg, 25 augustus 2004

TNO Technische Menskunde

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'J.W.A.M. Alferdinck', written over a horizontal line.

Ing. J.W.A.M. Alferdinck
1^e Auteur, Projectleider

Distributielijst

Onderstaande instanties/personen ontvangen een volledig exemplaar van het rapport.

- 1–5 Opmrachtgever
- 6 Archief TNO-TM in bruikleen aan ing. J.W.A.M. Alferdinck, afdeling Waarneming (auteur)
- 7 Archief TNO-TM in bruikleen aan dr. R. Drullman, afdeling Waarneming (auteur)
- 8 Archief TNO-TM in bruikleen aan dr. H.J. Griffioen-Young, afdeling Teamfunctioneren (auteur)
- 9 Archief TNO-TM in bruikleen aan drs. M.H. Martens, afdeling Vaardigheden (auteur)
- 10 Koninklijke Bibliotheek (Stg. Confidentieel)
- 11–15 Reserve