

TNO Defensie en Veiligheid

ONGERUBRICEERD

Kampweg 5
Postbus 23
3769 ZG Soesterberg

www.tno.nl

T +31 34 635 62 11
F +31 34 635 39 77
info-DenV@tno.nl

TNO-rapport

TNO-DV 2010 C080

Striping van voertuigen voor openbare orde en veiligheid

Datum	maart 2010
Auteur(s)	ing. J.W.A.M. Alferdinck
Oprachtgever	LFR, Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
Projectnummer	032.30436
Rubricering rapport	Ongerubriceerd
Titel	Ongerubriceerd
Samenvatting	Ongerubriceerd
Rapporttekst	Ongerubriceerd
Aantal pagina's	37

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 belanghebbenden is toegestaan.

© 2010 TNO

ONGERUBRICEERD

Samenvatting

Vraagstelling

Voertuigen van de brandweer, de diensten voor spoedeisende medische hulp en de politie zijn voertuigen voor openbare orde en veiligheid (OOV). Deze zogenaamde OOV-voertuigen moeten voldoende opvallend en herkenbaar zijn voor andere weggebruikers. Door gebruik van fluorescerende en retroreflecterende striping kan in principe de opvallendheid zowel overdag als 's nachts gewaarborgd worden. Bij de uitvoering van de huidige voorschriften van de striping, die stammen uit 1993, is een aantal vragen gerezen die betrekking hebben op het toestaan van hogere retroreflectieklassen, contourmarkering, het verbeteren van de herkenbaarheid en de meerwaarde van de zogenaamde KLPD-variant waarbij op de achterkant van voertuigen meer reflecterend materiaal is aangebracht. De Landelijke Faciliteit Rampenbestrijding (LFR) heeft TNO gevraagd te onderzoeken op welke manier striping en contourmarkering van OOV-voertuigen verbeterd kunnen worden.

Werkwijze

Er is een literatuuronderzoek gedaan naar normen, wetenschappelijke publicaties en rapporten over striping van OOV-voertuigen. Daarnaast is er een enquête gedaan onder gebruikers van de striping. Er zijn visualisaties gemaakt van de huidige striping en een verbeterde versie van de striping met betere contourmarkering en retroreflecterende materialen met een hogere reflectieklasse. Van deze twee versies van de striping zijn detectieafstanden berekend met behulp van een waarnemingsmodel.

Resultaten

Het blijkt dat de Nederlandse eisen voor de striping van OOV-voertuigen laag zijn in vergelijking met die in het buitenland. Hierdoor is de zichtbaarheid en de herkenbaarheid van de Nederlandse OOV-voertuigen slechter dan van die in bijvoorbeeld Groot-Brittannië en Duitsland. Ook de contourmarkeringen van Nederlandse vrachtwagens en voertuigen van Rijkswaterstaat zijn beter zichtbaar dan de Nederlandse OOV-voertuigen. Uit de enquête blijkt dat er veel klachten zijn over politievoertuigen die niet opvallend genoeg zijn. Als de retroreflecterende materialen van de huidige striping, met een ECE 104 klasse E, worden vervangen door materialen van de hogere klasse C en als de contourmarkering van stippen (30 mm diameter) wordt vervangen door een streep met een breedte van 30 mm, dan worden de detectieafstanden 2 tot 3 keer groter. De herkenbaarheidafstand kan hierdoor tot een factor tien worden verbeterd. De KLPD-variant levert nauwelijks een verbetering van de detectieafstand op.

Conclusie

De zichtbaarheid en de herkenbaarheid van de Nederlandse OOV-voertuigen loopt achter bij die van OOV-voertuigen in het buitenland, vrachtwagens en voertuigen van Rijkswaterstaat. Daarom wordt aanbevolen de eisen voor striping aan te passen. Hierbij moeten de stippen in de huidige contourmarkering vervangen worden door een streep van klasse C van de ECE 104 norm voor vrachtwagens of klasse 3 van de norm DIN 67520 voor verkeersborden. Daarnaast moeten de schuine strepen van de huidige markering vervangen worden door retroreflecterende materialen van een hogere reflectieklasse, van minstens klasse 2 voor verkeersborden, zodat ze bij dag en nacht goed zichtbaar zijn. Dat geldt ook voor aanvullende vlakmarkering zoals logo's en opschriften. De roodoranje striping van de politie mag ook fluorescerend zijn. Reclame-uitingen moeten binnen de contourmarkering vallen en voldoen aan ECE 104 klasse E.

Summary

Purpose

Emergency vehicles of the fire brigade, ambulance and police, should be seen and recognized from a sufficiently large distance by other road users. These requirements can be met during day and night by using fluorescent and retroreflecting striping. During the implementation of the current requirements for emergency vehicle striping questions came up with relation to the allowance of higher retroreflection classes, contour marking, the improvement of the recognition and the surplus value of the so-called KPLD-variant, which has more reflecting striping at the rear of police vehicles.

National Disaster Response Agency (LFR) has asked TNO to investigate how the striping and contour marking of emergency vehicles can be improved.

Methods

A literature survey was performed on standards, scientific publications and reports on emergency vehicle striping. Also a survey was done among users of the striping. The current striping and an improved striping version with better contour marking and retroreflective sheeting of a higher reflection class were visualised. The detection distances of these two striping versions were calculated using a perception model.

Results

It appears that the Dutch requirements for emergency vehicle striping are low in comparison to the requirements used in other countries. Because of this the visibility and recognition distances of the Dutch emergency vehicles are shorter than in other countries. Also the visibility of contour markings of the Dutch trucks and the vehicles of the Dutch road authorities is better than the visibility of the Dutch emergency vehicles. The survey revealed that there are many complaints on the poor visibility of the police vehicles. The detection distance of the striping becomes a factor 2 to 3 larger when the current striping, with ECE 104 class E retroreflecting materials, is replaced by the higher class C and when the current contour marking with 30 mm dots is replaced by a 30 mm wide strip. The recognition distance can be improved up to a factor ten times larger by this replacement. The KPLD-variant hardly improves the detection distance.

Conclusion

The visibility and recognisability of Dutch emergency vehicles is worse than the visibility and recognisability of emergency vehicles in other countries, Dutch trucks and vehicles of Dutch road authorities. We recommend improvement of the requirements for striping. The dots of the current contour marking should be replaced by a strip of class C of the regulation ECE 104 standard for truck contour marking or class 3 of the standard DIN 67520 for traffic signs. The sloped strips of the current striping should be applied with retroreflecting materials of at least class 2 for traffic signs, for good day and night visibility. This applies also to additional markings such as logos and lettering. The red-orange police striping may be also fluorescent. Advertising should be within the contour and must meet the class E requirement of the ECE 104.

Inhoudsopgave

	Samenvatting	2
	Summary	3
1	Inleiding	5
2	Retroreflecterende en fluorescerende materialen	7
2.1	Algemeen.....	7
2.2	Retroreflectie	7
2.3	Fluorescentie.....	8
3	Methode	9
3.1	Normen en literatuur.....	9
3.2	Enquête	9
3.3	Berekening detectieafstanden	9
3.4	Visualisatie	10
4	Normen	11
4.1	Huidige striping	11
4.2	Contourmarkering ECE 104	15
4.3	Ambulances	17
5	Literatuur	18
5.1	Experimenten met contourmarkering	18
5.2	Andere striping ontwerpen en voorschriften.....	19
6	Enquête	23
7	Vernieuwd striping ontwerp	25
7.1	Inleiding	25
7.2	Vergelijking contourmarkering vrachtwagen en OOV-voertuigen.....	25
7.3	Vergelijking van uitvoeringen	26
7.4	KLPD-variant	29
8	Voorstel	33
8.1	Inleiding	33
8.2	Aanpassingen van de huidige eisen	33
9	Conclusies	35
10	Referenties	36
11	Ondertekening	37

1 Inleiding

Voertuigen van de brandweer, de diensten voor spoedeisende medische hulp en de politie (OOV¹-voertuigen) moeten voldoende opvallend en herkenbaar zijn voor andere weggebruikers. Dit kan, naast zwaailichten en sirenes, onder andere gerealiseerd worden met een opvallende *striping*. 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.



Figuur 1 Voertuigen van politie, brandweer en spoedeisende medische hulp in de uniforme OOV-striping (Alferdinck e.a., 1999).

De striping van de Nederlandse OOV-voertuigen is in 1993 ontworpen door studio Dumbar en de kleur, maatvoering en reflectie-eigenschappen van de striping is vastgelegd in voorschriften. De OOV-voertuigen hebben een uniforme en eenduidige striping waarbij de grafische vormen gelijk zijn voor alle hulpdiensten en de kleuren per hulpdienst verschillen (figuur 1). De politie heeft een witte basiskleur met roodoranje en blauwe strepen, de brandweer heeft een rode basiskleur met witte en blauwe strepen en de medische hulpdiensten hebben een gele basiskleur met rode en blauwe strepen. Daarnaast zijn er de laatste jaren andere diensten bijgekomen die de striping hebben overgenomen. Een voorbeeld hiervan is de Reddingsbrigade Nederland². Zij hebben voertuigen met een oranje basiskleur en witte en blauwe retroreflecterende schuine strepen.

De striping van OOV-voertuigen wordt beheerd door de Landelijke Faciliteit Rampenbestrijding (LFR). Bij de uitvoering van de voorschriften van de striping zijn een aantal vragen gerezen. Het gaat hierbij om de eisen die aan de striping worden gesteld en of de materialen die voor de striping worden gebruikt nog wel voldoet aan de huidige stand van de techniek. Daarnaast zijn de wettelijke eisen voor zware voertuigen per 1 juli 2008 aangepast waardoor deze moeten voorzien zijn van contourmarkering volgens de eisen van ECE 104 (ECE, 2008). De vraag is of de huidige striping van OOV-voertuigen dan nog wel voldoende opvalt in het huidige verkeersbeeld.

De LFR vraagt daarom van TNO het volgende:

- het opstellen van een advies over het wel of niet mogen/moeten toepassen van reflectiematerialen met een hogere reflectieklasse,
- het opstellen van een advies over de verbetering van de contourmarkering in relatie tot de nieuwe wettelijke eisen (ECE 104),

¹ Openbare Orde en Veiligheid

² <http://www.reddingsbrigade.nl>.

- het opstellen van een advies over het toe mogen/moeten passen van aanvullende vlakmarkering (zoals gedefinieerd in ECE 104),
- het opstellen van een advies over het fluorescerende deel van de politiestriping in relatie tot de dag/nacht zichtbaarheid en de striping van de brandweer en de diensten voor spoedeisende medische hulpverlening,
- het opstellen van een advies over de verkeersveiligheid van de striping op de achterkant van de voertuigen. Is de door de KLPD³ gebruikte variant veiliger dan de voorgeschreven variant.

TNO heeft onderzoek verricht om te kunnen adviseren over deze onderwerpen. In dit rapport wordt verslag gedaan van dit onderzoek. Na een algemene uitleg over retroreflectie en fluorescentie wordt de methode van onderzoek beschreven. Daarna worden de huidige normen en de relevante literatuur behandeld. Vervolgens worden de detectieafstanden berekend voor een aantal huidige en nieuwe striping uitvoeringen. Daarnaast worden visualisaties gemaakt van deze striping uitvoeringen. Tenslotte worden aanbevelingen gedaan voor aanpassing van de huidige striping.

³ KLPD = Korps landelijke politiediensten

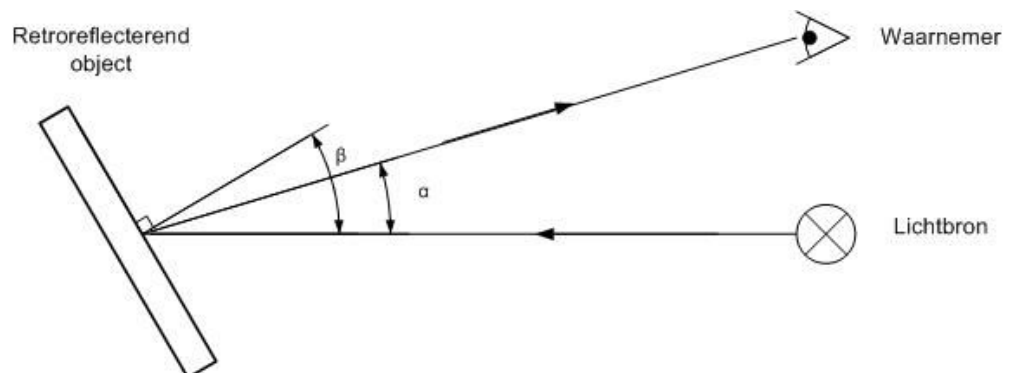
2 Retroreflecterende en fluorescerende materialen

2.1 Algemeen

Bij het zichtbaar maken van objecten in het verkeer, zoals borden, wegbelijning, voertuigen, veiligheidshesjes enz., wordt gebruik gemaakt van materialen met retroreflecterende en fluorescerende eigenschappen. Objecten die voorzien zijn van deze materialen hebben een hogere luminantie dan de objecten in de directe omgeving zonder die eigenschappen en zijn daardoor opvallend. Voor striping van voertuigen worden deze materialen ook gebruikt, meestal in de vorm van retroreflecterende en fluorescerende folie. In dit hoofdstuk zullen de voornaamste eigenschappen van deze materialen worden besproken.

2.2 Retroreflectie

Een object is retroreflecterend als een groot deel van het licht dat op het object valt, wordt teruggekaatst in de richting van de lichtbron. Als de waarnemer zich in de buurt van de lichtbron bevindt dan zal het object zichtbaar worden doordat het object helder oplicht. De hoek tussen lichtbron-object-waarnemer wordt de observatiehoek (α) genoemd (figuur 2). De hoek tussen de invallende lichtstraal en de normaal op het oppervlak van het object wordt de invalshoek (β) genoemd. De retroreflecterende eigenschappen van een materiaal wordt gespecificeerd met de retroreflectiecoëfficiënt R' ($\text{cd.m}^{-2}.\text{lx}^{-1}$). Deze is gelijk aan de luminantie L (cd/m^2) van het materiaal gedeeld door de hoeveelheid opvallend licht van de lichtbron, de verlichtingssterkte E (lx), dus $R' = L/E$. De luminantie van een object is de hoeveelheid licht dat per oppervlakte-eenheid wordt uitgestraald. Het is dus een maat voor de oppervlaktehelderheid van een object. De grootte van de retroreflectiecoëfficiënt is afhankelijk van de materiaal-eigenschappen, de observatiehoek en de invalshoek. Over het algemeen is de retroreflectiecoëfficiënt het hoogst als de observatiehoek en de invalshoek klein zijn.



Figuur 2 Hoeken bij retroreflectie. α = observatiehoek, β = invalshoek.

Bij veel toepassingen in het verkeer (borden, veiligheidsvesten, striping) worden retroreflecterende folies gebruikt. Op de oppervlakte van deze folies zijn kleine glasparels of microprijsmaatjes die het materiaal retroreflecterend maken. Bij microprijsmatische materialen is de retroreflectiecoëfficiënt hoger dan bij materialen die gebaseerd zijn op glasparels. De retroreflectie van microprijsmatische materialen is vaak ook afhankelijk van de rotatiehoek (rotatie rond de lijn waarnemer-object).

Een typische situatie in het verkeer is een bestuurder in een personenauto die een retroreflecterend object waarneemt op een afstand van 100 m. Als we aannemen dat de koplamphoogte 0,6 m is en de ooghoogte van de bestuurder 1,2 m, dan is de observatie hoek ongeveer gelijk aan $\arctan [(1,2-0,6)/100] = 0,33$ graden (20 boogminuten). Deze observatiehoek wordt daarom veel gebruikt in normen met eisen voor de retroreflectie. In de norm ECE 104 voor contourmarkering worden bijvoorbeeld eisen gesteld bij een observatiehoek (α) van 0,33 graden in combinatie met invalshoeken (β) tussen 5 en 60 graden (ECE, 2008).

Objecten met normale heldere en niet retroreflecterende kleuren zijn overdag goed zichtbaar maar vallen 's nachts in het niet bij retroreflecterende materialen. Een wit retroreflecterend materiaal van klasse C van de ECE 104 heeft een retroreflectie-coëfficiënt van minimaal $450 \text{ cd.m}^{-2}.\text{lx}^{-1}$ bij een observatiehoek van 0,33 graden en een invalshoek van 5 graden. Ter vergelijking: Een normaal wit materiaal dat niet retroreflecterend is, zoals bijvoorbeeld stuk wit papier met een reflectie van 90%, heeft een retroreflectiecoëfficiënt van $0,9/\pi = 0,29 \text{ cd.m}^{-2}.\text{lx}^{-1}$. Dat betekent dus dat het witte retroreflecterende materiaal een factor $450/0,29 = 1571$ keer hogere luminantie zal hebben dan het wit papier. Daarom zullen retroreflecterende vlakken van een voertuig in het schijnsel van aanstralende koplampen helder oplichten ten opzichte van de normaal reflecterende delen zullen die er zeer donker en zwart zullen uitzien.

2.3 Fluorescentie

Fluorescerende materialen zijn materialen die een deel van het opvallende licht omzetten in licht met een grotere golflengte. Bij fluorescerend roodoranje wordt bijvoorbeeld een blauw, groen en onzichtbaar ultraviolet licht weer uitgezonden als roodoranje. Hierdoor wordt de kleur verzadigd en bij vaak onnatuurlijk helder in vergelijking met een normale kleur roodoranje. Het resultaat is dat de kleur zeer opvallend is in een verkeersituatie, zeker als het bewolkt weer is en het daglicht relatief veel blauw licht bevat. Fluorescerende kleuren werken alleen goed overdag, 's nachts in het licht van de koplampen werkt de fluorescerende eigenschap niet. Er zijn materialen in de handel die de retroreflecterende en fluorescerende eigenschappen combineren in één folie. Deze gecombineerde materialen zijn dus geschikt voor dag en nacht.

3 Methode

3.1 Normen en literatuur

Er zijn zo veel mogelijk internationale normen verzameld die relevant zijn voor striping van OOV-voertuigen. Daarnaast zijn ook essentiële wetenschappelijke publicaties en rapporten betrokken bij het onderzoek.

3.2 Enquête

Er is een enquête uitgevoerd onder de gebruikers van de OOV-striping. Hierbij is gevraagd of men de voertuigen van hun eigen dienst volgens voorschrift voorzien van striping, welk materiaal gebruikt is en of ze de voertuigen voldoende opvallend vinden. Daarnaast is ook gevraagd of het voorkomt dat de voertuigen juist minder opvallend moeten zijn. In tabel 1 is de vragenlijst weergegeven.

Tabel 1 Vragenlijst.

Nr.	Vraag
1	Firmanaam, adres en telefoonnummer hulpdienst
2	Zijn de voertuigen van de hulpdiensten volgens voorschrift voorzien van striping?
3	Wat is het fabricaat van het striping materiaal (retroreflecterende of fluorescerende folie)?
4	Vindt u dat uw voertuigen voldoende opvallend zijn? Zo niet: In welke omstandigheden is dat het geval?
5	Komt het voor dat de voertuigen juist minder opvallend moeten zijn? Zo ja, in welke gevallen is dat?

De vragen zijn opgestuurd naar de vertegenwoordigers van de brancheverenigingen van de verschillende diensten van ambulance, brandweer en politie die onderling verder verspreid zijn over meerdere locaties en diensten.

3.3 Berekening detectieafstanden

Van een aantal striping varianten is de detectieafstand berekend. De detectieafstand van een object in het algemeen is gedefinieerd als de afstand waarop de een object nèt zichtbaar is. De detectieafstand is afhankelijk van de waargenomen grootte van het object, luminantie van het object en de luminantie van de directe omgeving. Hierbij wordt veronderstelt dat niet naar het object gezocht hoeft te worden en de omgeving van het object een egale luminantie heeft. De kleur van het object en de omgeving is ook enigszins van belang maar wordt bij de huidige berekeningen ter wille van de eenvoud buiten beschouwing gelaten. Bij de huidige berekeningen is het waarnemingsmodel van Adrian (1989) gebruikt. Hiermee kan uitgerekend worden welk contrast een cirkelvormig object met een bepaalde grootte (visuele hoek van de diameter) bij bepaalde achtergrondluminantie moet hebben om zichtbaar is. Dit is het drempelcontrast.

Bij het berekenen van de detectieafstand van de striping is een auto op een bepaalde afstand van het voertuig met de striping gezet. De auto is voorzien van standaard Europese dimlichten van een gemiddelde lichtsterkte (Sivak et al., 1994) en is gericht op het voertuig met de striping. De striping is gemaakt van een bepaald soort

retroreflecterend materiaal waarvan de retroreflectiecoëfficiënt bekend is voor verschillende observatiehoeken en invalshoeken. De afstand tussen de koplampen en de striping, de locatie van de ogen van de chauffeur en de koplampen bepaalt de observatiehoek. De stand van het oppervlak van de striping bepaalt de invalshoek. De luminantie van de striping is te berekenen uit de verlichtingssterkte E op de striping en de retroreflectiecoëfficiënt R' met $L = E \cdot R'$. De verlichtingssterkte op de striping neemt omgekeerd evenredig af met het kwadraat van de afstand. Nu wordt de afstand net zo lang vergroot tot het contrast het drempelcontrast heeft bereikt. Dan is de afstand gelijk aan de detectieafstand. In het verkeer moeten objecten goed zichtbaar zijn. Daarom wordt in de praktijk een drempelcontrast aangehouden die een factor hoger is dan het minimale drempelcontrast dat in het laboratorium gemeten wordt. Deze factor wordt de veldfactor genoemd. Adrian (1989) zegt dat voor visuele elementen in het verkeer waarschijnlijk een veldfactor van 10 voldoende. Welke veldfactor gehanteerd moet worden hangt onder meer af van het risico dat een object niet gezien wordt. Zo is het niet zien van een striping van een OOV-voertuig riskanter dan het missen van een bewegwijzeringbord. Padmos en Vos (1974) hebben voor het waarnemen van landingsbaanlichten een veldfactor van 25 gebruikt. Bij de huidige berekeningen is ook een veldfactor van 25 gebruikt. Het gaat bij het berekenen van de detectieafstand in de eerste plaats om de relatieve verschillen tussen de verschillende stripinguitvoeringen. Daarom is de waarde van de veldfactor niet van groot belang. De grootte van de veldfactor moet in een praktijkproef getest worden.

Het model houdt rekening met verzwakking in de atmosfeer die afhankelijk is van de heigheid van de atmosfeer. Er werd een goed meteorologisch zicht van 10 km verondersteld met een verzwakking van 10% over 350 m. Bij een slechter zicht zullen de detectieafstanden korter worden.

De gezamenlijke lichtsterkte van de koplampen was 988 cd in de richting van het voertuig met de striping. De achtergrond luminantie was gesteld op $0,1 \text{ cd/m}^2$. Omdat het waarnemingmodel van Adrian (1989) uitgaat van cirkelvormige objecten is uitgegaan van cirkels met dezelfde oppervlakte als de totale oppervlakte van de striping. Bij de berekening van de detectieafstand is dus de vorm van het object niet van belang, maar slechts de totale oppervlakte van het retroreflecterend materiaal.

De berekeningen van de detectieafstanden zijn uitgevoerd voor verschillende delen van de striping (contour, schuine strepen) en voor verschillende typen retroreflecterend materiaal.

3.4 Visualisatie

Van verschillende striping uitvoeringen zijn visualisaties gemaakt van de een politievoertuig bij nacht als deze aangestraald worden door de koplampen van een auto. Hierbij is uitgegaan van een tekening van de internetsite voor politiestriping. Voor het visualiseren van de nachtsituatie is het maximaal wit ($R,G,B = 255,255,255$) gelijkgesteld aan het wit van de hoogste retroreflectieklasse. De andere (lagere) klassen en kleuren zijn aangepast op lagere luminanties relatief ten opzichte van maximaal wit. Hierbij is uitgegaan van een standaard sRGB-monitor waarbij rekening gehouden wordt met het feit dat het verband tussen luminanties in werkelijkheid niet lineair zijn met de RGB-waarden van een beeld op een monitor.

4 Normen

4.1 Huidige striping

De huidige striping van de Nederlandse OOV-voertuigen is vastgelegd op websites van BZK (www.politiestriping.nl, www.brandweersstriping.nl, www.ambulancesstriping.nl). Hierna volgt een samenvatting van de essentiële elementen van de voorschriften.

4.1.1 *Politiestriping*

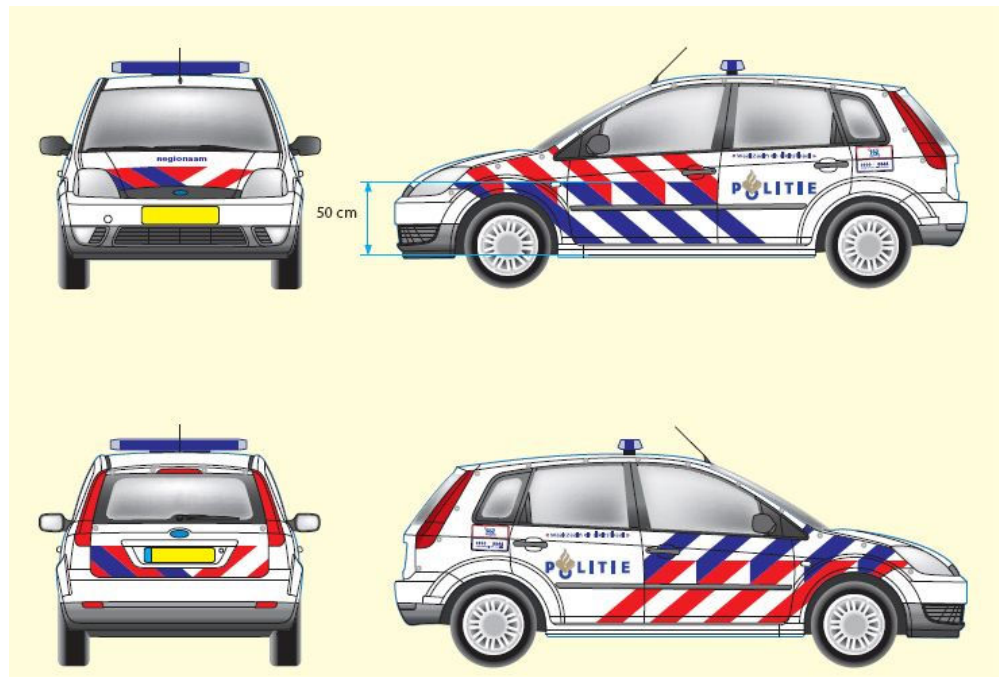
Op de website van de politiestriping staat vermeld: “operationele voertuigen, zoals surveillanceauto's worden in een tweekleurige striping uitgevoerd: fluorescerende roodoranje diagonalen die de zichtbaarheid overdag optimaliseren en blauwe diagonalen die bij aanstraling 's nachts, het licht reflecteren”.

Over contourmarkering wordt vermeld: “op de contour van de zijkanten van het voertuig zijn retroreflecterende witte streppen aangebracht. Overdag zijn deze stippen op de carrosserie nauwelijks zichtbaar.” Uit tekeningen is op te maken dat de stippen een diameter van 30 mm hebben.

Het is moeilijk om op de site voor politiestriping de eisen te vinden voor de reflecterende materialen. Alleen bij de specificaties van het politiemotto worden de termen “politie-blauw” en “politie-rood” genoemd waarbij wordt verwezen naar respectievelijk de 3M typenummers Scotchlite 7725-414 en Scotchlite 580-75⁴. Het gaat hierbij om respectievelijk roodoranje fluorescerend materiaal en blauw retroreflecterend materiaal. Het is niet duidelijk of deze eisen ook gelden voor de rest van de politiestriping, maar ik ga er wel van uit gezien de term politie-rood en politie-blauw. In de aanvullende informatie over de politiestriping wordt vermeld dat destijds voor een materiaalspecificatie van een leverancier is gekozen omdat er nog geen objectieve norm voorhanden was. Om de marktwerking te bevorderen is aan deze omschrijving toegevoegd “of gelijkwaardig”. Deze laatste term blijkt in de praktijk tot problemen te leiden. In de huidige eisen voor politie, brandweer en ambulance voertuigen wordt nu aangesloten bij ECE-reglement 104 voor contourmarkering van Verenigde Naties (ECE, 2008). De toe te passen materialen moeten op dit moment voldoen aan klasse E van ECE reglement 104. Toepassing van materialen met een hogere reflectiewaarde dan klasse E is momenteel niet toegestaan.

De maatvoering van de politiestriping moet overgenomen worden uit de tekeningen die voor verschillende automerken en -typen beschikbaar zijn. Figuur 3 geeft een voorbeeld van een van deze tekeningen.

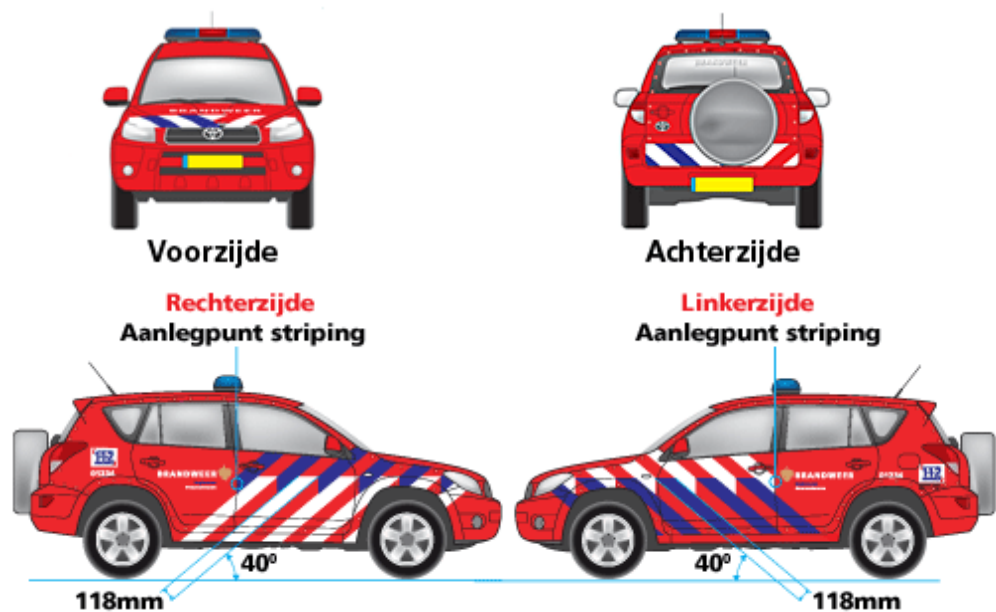
⁴ De typenummers van de retroreflecterende folies zijn vermeld op de site voor politiestriping op een tekening van het politielogo: <http://www.politiestriping.nl/content/gfx/waakzaam.pdf>.



Figuur 3 Politiestriping (bron: www.politiestriping.nl).

4.1.2 Brandweer

Op de website voor de brandweerstriping wordt aangegeven aan welke maten de schuine witte en blauwe banen op de voertuigen moeten voldoen. De banen staan onder een hoek van 40 graden met de horizontaal en zijn 118 mm breed (figuur 4).



Figuur 4 Brandweerstiping (bron: www.brandweerstiping.nl).

De blauwe banen zijn retroreflecterend en moeten van het materiaal 3M Scotchlite 580-75 of gelijkwaardig zijn. De witte banen zijn retroreflecterend en moeten van het materiaal 3M Scotchlite 580-10 of gelijkwaardig zijn.

De carrosserie van brandweervoertuigen moet rood zijn, overeenkomstig RAL 3000, en is niet retroreflecterend. De contourmarkering moet bestaan uit stippen van 30 mm diameter. Er wordt niet bij vermeld welk retroreflecterend materiaal hier gebruikt moet worden. Wel wordt er rode opschriften en logo's 3M Scotchlite 580-82 of gelijkwaardig aanbevolen.

Voor het extra zichtbaar maken van openstaande deuren bij nacht moeten op de kopskant aan de binnenzijde van de portieren witte, hoog reflecterende stippen worden geplakt. Diameter van deze stippen is 30 mm, het materiaal is 3M Scotchlite 3970 (Diamond Grade) of gelijkwaardig.

4.1.3 Ambulance

De ambulances moeten voorzien zijn van schuine blauwe en rode retroreflecterende banen van de materialen 3M Scotchlite-75 en 3M Scotchlite-72 of vergelijkbaar. De banen hebben een breedte van 118 mm en moeten onder een hoek van 40 graden met de horizontaal staan (figuur 5).



Figuur 5 Ambulancestripping (bron: www.ambulancestripping.nl).

De carrosserie van ambulances moet geel zijn, overeenkomstig RAL 1016 en is niet retroreflecterend.

De contourmarkering bestaat uit stippen met een diameter van 30 mm van het materiaal 3M Scotchlite 580-81 of vergelijkbaar. Dit is de kleur *lemon yellow* die niet meer in het huidige assortiment van 3M zit. Het *star-of-life* logo moet in het blauw zijn gedrukt en de witte delen moeten voorzien zijn van het witte retroreflecterende folie 3M Scotchlite 580-10 of vergelijkbaar.

4.1.4 Samenvatting

In tabel 2 staat een overzicht van de eisen die aan striping van OOV-voertuigen wordt gesteld.

Tabel 2 Samenvatting van de eigenschappen van de striping van OOV-voertuigen.

Aspecten	Politie	Brandweer	Ambulance
Basiskleur Voertuig	Wit	Rood (RAL 3000)	Geel (RAL 1016)
Striping			
Afmetingen	Schuine strepen 118 mm breed, onder een hoek van 40 graden met de horizontaal.		
Rood	-	-	3M Scotchlite 580-72 of gelijkwaardig
Roodoranje	3M Scotchlite 7725-414 (roodoranje, fluorescerend)	-	-
Wit	-	3M Scotchlite 580-10 of gelijkwaardig	-
Blauw	3M Scotchlite 580-75 of gelijkwaardig	3M Scotchlite 580-75 of gelijkwaardig	3M Scotchlite 580-75 of gelijkwaardig
Contourmarkering	Stippen 30 mm diameter	Stippen 30 mm diameter, 184 mm tussenafstand	Geel: 3M Scotchlite 580-81 of gelijkwaardig
Logo's en opschriften	Zie bij Roodoranje en blauw	Rood: 3M Scotchlite 580-82 (robijnrood) of gelijkwaardig	Star-of-life logo: 3M Scotchlite 580-10 of vergelijkbaar.
Algemeen	Retroreflecterend materiaal: Maximaal ECE 104, klasse E	Retroreflecterend materiaal: Maximaal ECE 104, klasse E	Retroreflecterend materiaal: Maximaal ECE 104, klasse E

Volgens opgave van 3M is de maximale retroreflectiecoëfficiënt voor wit van de Scotchlite 580 serie $50 \text{ cd.m}^2.\text{lx}^{-1}$. Dit is gelijk aan de maximum eis van de ECE 104 voor klasse E (zie paragraaf 4.2). De retroreflectiecoëfficiënten van de andere gekleurde materialen zijn lager dan die van wit (tabel 3). Merk op dat het politierood (roodoranje) het enige materiaal is dat *niet* retroreflecterend maar fluorescerend is. De typische retroreflectiecoëfficiënt van dit materiaal is daardoor zeer laag (zie tabel 3).

Tabel 3 Typische waarden)* voor de retroreflectiecoëfficiënt van 3M Scotchlite retroreflecterende folie waarvan de typenummer vermeld zijn in de huidige stripingvoorschriften voor OOV-voertuigen.

Kleur	Type	Typische retroreflectiecoëfficiënt R' ($\text{cd.m}^2.\text{lx}^{-1}$)
Wit	3M Scotchlite 580-10	50
Limoengeel)** (Lemon yellow)	3M Scotchlite 580-81	40
Rood	3M Scotchlite 580-72	25
Roodoranje	3M Scotchlite 7725-414	0,038)***
Blauw	3M Scotchlite 580-75	10
Robijnrood (Ruby red)	3M Scotchlite 580-82	15

)* Product Bulletin 580 E, Release A, Effective August 2001.)** De kleur limoengeel zit niet meer in het huidige assortiment van 3M maar wordt vermeld in een eerder Product Bulletin 580, Release (UK) June 1998.)*** Is geen retroreflecterend materiaal waardoor de effectieve R' gelijk is aan de normale reflectie (luminantiefactor) bij nacht gedeeld door π .

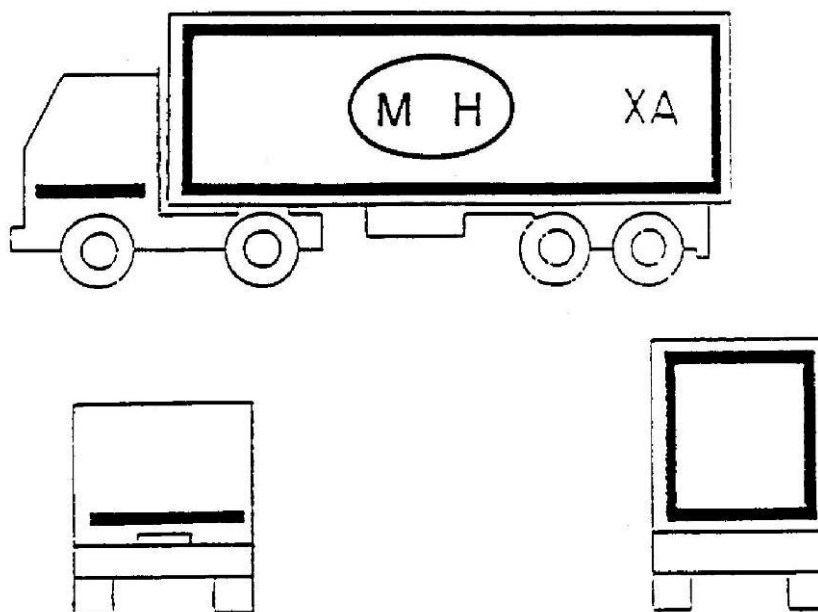
De stippen van de contourmarkeringen hebben een diameter van 30 mm en moeten met een tussenafstand (hart-op-hart) van 184 mm worden aangebracht. De tussenafstand is

afgeleid van de breedte van de schuine banen onder een hoek van 40 graden ($118/\sin(4)$).

De kleuren van de huidige striping is niet duidelijk gespecificeerd. Er wordt steeds verwezen naar de 3M Scotchlite producten of vergelijkbare producten. Van de 3M Scotchlite producten zijn de kleuren echter niet volledig gepubliceerd. De kleurcoördinaten en de reflectie bij daglicht (luminantiefactor) en de retroreflectie bij nacht (retroreflectiecoëfficiënt) zouden gespecificeerd moeten zijn.

4.2 Contourmarkering ECE 104

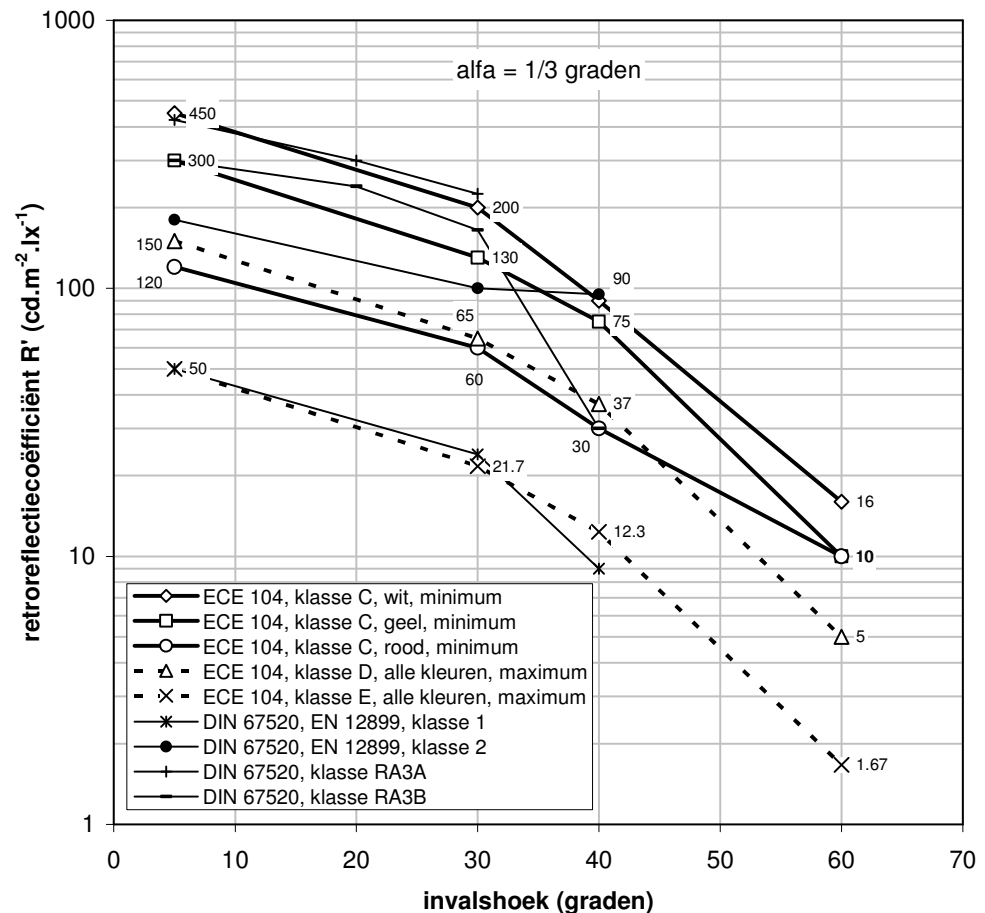
Voor vrachtwagens met een laadvermogen van meer dan 7,5 ton of trailers met een laadvermogen groter dan 3,5 ton geldt sinds 2008 dat ze voorzien moeten zijn van contourmarkering volgens ECE 104 (ECE, 2008). Deze moeten de randen van het voertuig zo goed mogelijk volgen. In figuur 6 is een voorbeeld gegeven van een contourmarkering op een vrachtwagen. Binnen de contourmarkering mogen retroreflecterende opschriften, zoals reclame-uitingen, worden aangebracht.



Figuur 6 Voorbeeld van een contourmarkering met reclame-uitingen op een vrachtwagen volgens ECE 104 (Bron: ECE, 2008).

In de ECE 104 zijn de klassen C, D en E gedefinieerd voor retroreflecterende materialen voor contourmarkering. Voor klasse C zijn er eisen aan het minimum van de retroreflectiecoëfficiënt bij een observatiehoek van $1/3$ graad en invalshoeken van 5, 30, 40 en 60 graden. Voor klasse D en E zijn er eisen aan het maximum van de retroreflectiecoëfficiënt bij dezelfde hoeken. In figuur 7 zijn deze eisen weergegeven in een grafiek waarbij de retroreflectiecoëfficiënt is uitgezet tegen de invalshoek. De retroreflectiecoëfficiënt neemt af met de invalshoek omdat de bestaande materialen bij grotere invalshoeken minder goed reflecteren dan bij kleine invalshoeken. Dat betekent dus dat een striping minder helder reflecteert als het oppervlak van het voertuig niet loodrecht op de kijkrichting staat.

Voor klassen C is een onderscheid gemaakt in kleuren wit, geel en rood waarbij de retroreflectiecoëfficiënt van wit het hoogst is en dat van rood het laagst. Voor de klassen D en E zijn de maximum eisen voor alle kleuren gelijk.



Figuur 7 Minimum en maximum eisen voor klassen C, D en E van retroreflecterende markeringen van zware en lange vrachtwagens ECE 104. De observatiehoek α is 1/3 graad. Ze zijn vergeleken met de normen voor verkeersborden, DIN 67520 en EN 12899. Klasse 3 van de DIN 67620 bestaat uit twee subklassen RA3A en RA3B.

De eisen voor de contourmarkering zijn als volgt:

- De contourmarkering moet minimaal voldoen aan retroreflectie klasse C.
- De breedte van de contourmarkering moet 50 (+10/-0) mm zijn. De contour mag onderbroken worden en bestaan uit verschillende losse elementen. Openingen mogen niet groter zijn dan 50% van het kortste element.
- De kleur moet wit, geel of rood zijn aan de achterzijde en wit of geel aan de zijkanten⁵.
- Retroreflecterende reclame-uitingen mogen alleen binnen de contourmarkering worden aangebracht (figuur 6). Omdat de reclame-uitingen de contourmarkering niet mogen overstralen gelden er maximum waarden voor de retroreflectie met de klassen D voor een beperkte oppervlakte en klasse E voor een grotere oppervlakte. De ECE 104 is onduidelijk over het verschil tussen deze beperkte en grotere oppervlakten. Wel wordt gezegd dat de oppervlakte van de retroreflecterende reclame-uitingen niet groter mogen zijn dan 2 m². Het aantal letters/tekens moet

⁵ Regeling voertuigen. Artikel 5.3.53, Hoofdstuk 5 "Permanente eisen".

minder zijn dan 15 en de letterhoogte moet liggen tussen 30 cm en 100 cm. Volgens de Nederlandse wetgeving mogen retroreflecterende reclame-uitingen geen nadelige invloed hebben op de effectiviteit van de contourmarkering en de verplichte lichten en retroreflecterende voorzieningen op een voertuig. In ieder geval mogen de retroreflecterende cijfers, letters of afbeeldingen niet meer dan 1/3 deel van de totale oppervlakte binnen de omtrek van de volledige contourmarkering uitmaken⁶.

In figuur 7 zijn de eisen voor de retroreflectie van de ECE 104 vergeleken met de eisen voor de retroreflectie van verkeersborden, de DIN 67520 en de EN 12899 (DIN, 2008; CEN, 2002). De klasse E van de ECE 104 komt vrijwel overeen met klasse 1 van de verkeersborden. De klasse D van de ECE 104 ligt onder klasse 2 van de verkeersborden, waarmee klasse 2 (minimum norm) dus niet voldoet aan de maximum norm van klasse D van de ECE 104. De ECE 104 klasse C sluit goed aan bij de klasse 3 voor verkeersborden (RA3A). De retroreflecterende folies van de klassen 1 en 2 voor verkeersborden worden meestal gemaakt met kleine glasparels; de klasse 3 wordt gemaakt met microprisma's.

4.3 Ambulances

De internationale norm EN 1789 voor medische voertuigen en hun uitrusting heeft de status van Nederlandse norm en stelt technische eisen aan ambulances (CEN, 1994). Het gaat hierbij om verschillende aspecten van het voertuig, zoals motor, accu, remmen, ruimte, brandveiligheid, binnenverlichting en intern geluidniveau. In de informatieve annex van de norm worden de volgende aanbevelingen gedaan om de herkenbaarheid en zichtbaarheid van ambulances te verhogen:

- Basiskleur voor ambulances: geel (RAL 1016) of wit.
- Als wit als basiskleur wordt gebruikt kunnen extra fluorescerend geel, geel (RAL 1016) of fluorescerend rood (RAL 3024) worden gebruikt.
- Voor de zichtbaarheid bij nacht wordt aanbevolen om microprismatisch retroreflecterend materiaal te gebruiken.
- Blauw reflecterend Star-of-life embleem (minimaal 500 mm) en een identificatienummer of –symbool op het dak.
- Blauw reflecterend Star-of-life embleem en in reflecterende letters het woord “ambulance” (100 mm letterhoogte) aan de zijkanten en de achterkant.

De bovengenoemde specificaties staan in de *informatieve* annex en niet in een *normatieve* annex. Dit betekent dat het geen harde eisen zijn maar slechts aanbevelingen die niet perse opgevolgd hoeven te worden.

⁶ Regeling voertuigen. Artikel 153 van Bijlage VIII behorende bij Hoofdstuk 5 “Permanente eisen”.

5 Literatuur

5.1 Experimenten met contourmarkering

Schmidt-Clausen (2000) heeft een rapport gepubliceerd waarin een aantal onderzoeken naar retroreflecterende markeringen op voertuigen zijn gebundeld die hij en zijn onderzoeksgroep gedurende de periode 1983 – 1993 in Duitsland hebben verricht. Het onderzoek 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) vergeleken. 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 uit te voeren als het is aangebracht binnen contourmarkering. De retroreflecterende eigenschappen van de contourmarkering moeten beter zijn (meer reflecteren) dan die van de reclame. Deze bevindingen zijn ook opgenomen in de ECE 104 richtlijn voor contourmarkering (ECE, 2008).

Het herkennen van een voertuig en de oriëntatie van het voertuig in de verkeerssituatie is belangrijk. Dat werd aangetoond door een onderzoek naar de zichtbaarheid van manoeuvrerende opleggers (Alferdinck & Hoedemaeker, 2002). Een truck die achteruitrijdend insteekt in een oprit aan de andere kant van de weg, komt schuin over de weg te staan (figuur 8). Dit bleek een gevaarlijke situatie te zijn. De gele zijmarkeringslichten werden verward met de retroreflecterende bermpaaltjes. 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 manoeuvrerende 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 8 Manoeuvrerende truck met oplegger (achteruit instekend in een oprit), zoals gezien doortegemoetkomend verkeer; met alleen zijmarkeringslichten (links) en met additionele contourmarkering (rechts) (Alferdinck e.a., 2002).

5.2 Andere striping ontwerpen en voorschriften

In paragraaf 4.1 hebben we gezien dat in Nederland de retroreflectiecoëfficiënt voor de striping van OOV-voertuigen niet meer mag zijn dan klasse E van de ECE 104. Dat betekent een retroreflectiecoëfficiënt van niet meer dan $50 \text{ cd.m}^{-2}.\text{lx}^{-1}$ (observatiehoek = $1/3$ graad, invalshoek = 5 graden). In andere landen liggen de eisen voor de striping van brandweer- ambulance- en politievoertuigen meestal hoger.

5.2.1 *Battenburg-striping*

In het Groot-Brittannië is in 1995 een functionele eis opgesteld voor de zichtbaarheid van politievoertuigen op autosnelwegen (Harrison, 2004). De eis is dat:

- politievoertuigen dag en nacht zichtbaar moeten zijn op een afstand van 500 m voor andere weggebruikers; en
- duidelijk herkenbaar als een politievoertuig.

Overdag geldt de eis voor zichtbaarheid ook bij regen en mist, met uitzondering van zware regen en dikke mist. De minimum verlichting 's nachts komt van de koplampen van het naderende voertuig in een gedimde stand. Verder wordt hierbij aangenomen dat de zwaailichten van het politievoertuig niet ingeschakeld zijn; het is immers mogelijk dat deze falen.

Deze onderzoek heeft geresulteerd in de Battenburg-striping. In figuur 9 is een voorbeeld te zien van een Battenburg-striping op een politieauto. Dit ontwerp is in Groot-Brittannië ingevoerd voor de meeste OOV-voertuigen.



Figuur 9 Battenburg-striping op een politievoertuig in Groot-Brittannië.

De zijkanten van voertuigen met een Battenburg-striping zijn voorzien van de soort schaakbordpatroon met grote blokken in met twee contrasterende kleuren. De blokken hebben afmetingen van minstens 300 mm x 600 mm. Hierdoor zijn ze op grote afstand al zichtbaar als afzonderlijke blokken en is het voertuig herkenbaar als een OOV-voertuig. De politievoertuigen hebben aan de zijkant een combinatie van een fluorescerend/retroreflecterend geelgroen en retroreflecterend blauw. Door het

fluorescerend geelgroen is de striping overdag goed zichtbaar. 's Nachts is de striping ook goed zichtbaar omdat beide kleuren retroreflecterend zijn. Merk op dat het geelgroen een combinatiemateriaal is dat zowel fluorescerend en retroreflecterend is.

Aan de achterzijde van de Britse politievoertuigen is striping aangebracht in de kleuren aangebracht oranje en geelgroen, die zowel fluorescerend als retroreflecterend zijn. Ze zijn in een chevronvorm aangebracht in strepen van 150 mm breed.

De minimum vereiste retroreflectiecoëfficiënten voor de geelgroen, oranje en blauw zijn respectievelijk 80, 80 en 10 $\text{cd.m}^{-2}.\text{lx}^{-1}$, bij een observatiehoek van 1/3 graad en een invalshoeks van 5 graden. Het bijbehorende wit heeft een retroreflectiecoëfficiënt van 150 $\text{cd.m}^{-2}.\text{lx}^{-1}$. Deze waarden komen ongeveer overeen met klasse D van de ECE 104 voor contourmarkering en klasse 2 voor verkeersborden. Voor de kleur wit is dit ongeveer drie keer zo hoog als de huidige eis voor striping in Nederland.

5.2.2 *Rijkswaterstaat Nederland*

In Nederland gebuikt Rijkswaterstaat op hun voertuigen retroreflecterend materiaal van minstens klasse C (Reflexite) voor de striping⁷. Dit materiaal is dus van een hogere klasse dan van de retroreflecterende materialen die nu op OOV-voertuigen is toegestaan.

5.2.3 *Ambulances UMCG*

De ambulances van het Universitair Medisch Centrum van de Universiteit van Groningen (UMCG) hebben een striping die afwijkt van de huidige voorschriften. De meest opvallende afwijking is de brede gele retroreflecterende (en fluorescerende) streep die aan de zijkanten is aangebracht. In figuur 10 is de ambulance te zien in daglicht, bij bewolkt weer. Het valt op dat de kleur van de gele streep afwijkt van de achtergrondkleur van de ambulance. Dit wordt voor een deel veroorzaakt door het fluorescerende eigenschappen van het reflecterende materiaal. Figuur 11 toont de ambulance 's avonds in het licht van de straatlantaarns. Nu is het kleurverschil tussen de gele streep en de achtergrondkleur van de ambulance verdwenen. Dit komt omdat er in de straatlantaarns weinig blauw licht zit. Figuur 12 laat dezelfde ambulance zien in het licht van de koplampen van een auto. De gele streep geeft een grote reflectie waardoor de opvallendheid van de ambulance groot is. Het zou wel zo kunnen zijn dat het voertuig minder snel als ambulance wordt herkend omdat de het grote gele vlak wat verwarring zou kunnen geven over de identiteit van de striping.

De specificaties van de gele streep komt overeen met die van de Britse normen⁸. De specificatie van de schuine striping strepen komen niet overeen met die van de huidige eisen, maar zijn van een hogere reflectieklasse (microprismatisch retroreflecterende folie van Reflexite).

⁷ Informatie van Jan Eppink, Rijkswaterstaat

⁸ Informatie van Harry Meijer, UMCG Ambulancezorg.



Figuur 10 Ambulance van het UMC-RUG overdag.



Figuur 11 Ambulance van het UMC-RUG, 's avonds, zonder aanstraling van koplampen.



Figuur 12 Ambulance van het UMC-RUG, 's avonds, met aanstraling van koplampen.

5.2.4 *Duitsland*

In de Duitse norm DIN 30710 voor veiligheidsmarkering voor voertuigen en apparaten wordt een retroreflectiecoëfficiënt van $180 \text{ cd.m}^{-2}.\text{lx}^{-1}$ geëist voor het wit van markeringen (DIN, 1990). Deze eis komt overeen met klasse 2 voor verkeersborden DIN 67520 (DIN, 2008).

In Duitsland is begin 2009 de norm DIN 14502-3 van kracht geworden waarin voor brandweervoertuigen eisen worden gesteld aan de striping. Zo wordt ECE 104 contourmarkering voorgeschreven voor de nachtzichtbaarheid en fluorescerende vlakken toegepast voor de dagzichtbaarheid (Behrens, 2009).

5.2.5 *FEMA*

In de USA is door het Federal Emergency Management Agency (FEMA) een studie gepubliceerd over de zichtbaarheid en opvallendheid van OOV-voertuigen (FEMA, 2009). Hierin is de stand van zaken omtrent de striping voor OOV-voertuigen en op een rij gezet. De voornaamste bevindingen uit deze studie zijn:

- Het meer toepassen van retroreflecterende materialen kan een grote verbetering zijn van de opvallendheid van OOV-voertuigen.
- Zichtbaarheid en herkenbaarheid zijn beide belangrijk voor OOV-voertuigen.
- Contrasterende kleuren kunnen de weggebruikers helpen bij het lokaliseren van de plaats van het ongeval.
- Fluorescerende kleuren (vooral groengeel en oranje) zorgen voor een grote zichtbaarheid overdag.
- Er is nauwelijks wetenschappelijke evidentie dat weggebruikers in de richting zouden worden “getrokken” door zeer opvallende voertuigen.
- Theoretisch is het mogelijk dat een voertuigen “te opvallend” zijn, waardoor andere gevaren op de weg minder opvallend worden.
- De effectiviteit van de Battenburg-striping in Groot-Brittannië is primair gerelateerd aan de associatie met politievoertuigen in dat land.

De aanbevelingen uit dat rapport zijn:

- Markeer de grenzen van de voertuigen met contourmarkering, vooral de grote voertuigen.
- Pas de retroreflecterende materialen vooral toe op de lage delen van de voertuigen omdat deze dan goed worden verlicht door de naderende voertuigen.
- Overweeg het toepassen van materialen die fluorescerend en retroreflecterend zijn voor toepassingen waarbij hoge opvallendheid voor dag en nacht vereist is.
- Het gebruik van materialen met een hoge reflectiewaarde kan de opvallendheid verhogen terwijl het gebruikte oppervlak kleiner is.
- Voor sommige politievoertuigen kan het handig zijn om het retroreflecterend materiaal alleen aan de achterkant toe te passen, zodat de voertuigen niet als politievoertuig zichtbaar tijdens zijn tijdens controles op de weg.
- Het gebruik van logo's met retroreflecterend materiaal kan de opvallendheid en de herkenbaarheid van OOV-voertuigen vergroten.

6 Enquête

De resultaten van de enquête zijn samen gevat in tabel 4. Er zijn in totaal 34 vragenformulieren ingevuld teruggestuurd, waarvan 13 van de politie, 7 van de ambulance en 14 van de brandweer. Omdat de formulieren onderling door zijn gestuurd in de organisaties is niet bekend hoeveel functionarissen de formulier hebben gezien.

Tabel 4 Samenvatting van de resultaten van de enquête.

Nr	Vraag	Politie	Ambulance	Brandweer
1	Firmanaam, adres en telefoonnummer hulpdienst	13 stuks	7 stuks	14 stuks
2	Zijn de voertuigen van de hulpdiensten volgens voorschrift voorzien van striping?	10: Ja. 3: Ja met uitzonderingen (belettering: telefoonnr's, OVD-voertuigen ⁹ , FTO-voertuigen ¹⁰)	7: Ja, 2: Ja/Nee.	7: Ja, 4: Nee, 3: Ja/Nee
	Zo nee, wat zijn de afwijkingen?	FTO-voertuigen. OVD-voertuigen. Snelweg (surveillance) voertuigen zijn aan de achterzijde afwijkend.	Amsterdam deels afwijkend. Groningen: iets afwijkend grondkleur	Oude voertuigen. Te veel en afwijkende tekst en logos
3	Wat is het fabricaat van het striping materiaal (retroreflecterende of fluorescerende folie)?	3M Scotchlite volgens stripingvoorschrift	6: 3M, 1: Reflexite, 1: retroreflecterend, 1: niet retroreflecterend ??? (Groningen)	10: 3M, 2: retroreflecterend, 2: onbekend
4	Vindt u dat uw voertuigen voldoende opvallend zijn?	5: Ja. 8: Kan beter	5: Ja, 2: Nee	10: Ja, 4: Nee
	Zo niet: In welke omstandigheden is dat het geval?	Achterkanten van MPV's. Zijkanten en achterkanten kunnen beter. KLPD: achterkant onvoldoende.	In fend off stand. Groningen: Kan beter. Amsterdam: Voorzijde beter onderscheidbaar maken t.o.v. andere OOV-voertuigen (doelwit bij rellen).	-
5	Komt het voor dat de voertuigen juist minder opvallend moeten zijn? Zo ja, in welke gevallen is dat?	Nee. Normale politievoertuigen moeten zo opvallend mogelijk zijn.	Nee.	Nee. LFO-auto ¹¹ heeft geen roepnummer. l.v.m. inzet ontmanteling druglaboratoria.

⁹ Officier van dienst

¹⁰ Forensisch Technische Ondersteuning

¹¹ Landelijke Faciliteit Ondersteuning Ontmantelen

De meeste respondenten zeggen dat hun voertuigen voorzien zijn van een striping volgens de huidige stripingvoorschriften, maar er zijn hier en daar afwijkingen. De Amsterdamse ambulances zijn nog niet allemaal volgens stripingvoorschrift en in Groningen is de grondkleur iets afwijkend.

Op de vraag welk retroreflecterend of fluorescerend materiaal toegepast wordt antwoorden de meesten dat de het volgens voorschrift of 3M Scotchlite is. Een respondent noemt het merk Reflexite en drie respondenten weten het niet.

Gemiddeld vindt 60% van de respondenten hun OOV-voertuig opvallend genoeg. Bij de politie ligt dat percentage lager; 8 van de 14 respondenten zeggen dat de opvallendheid van hun voertuigen beter kan. De zijkanten en achterkanten van de voertuigen moet beter. Met name worden hier genoemd de achterkanten van MPV's en de KLPD vindt de achterkant van de politievoertuigen onvoldoende. Zij hebben een striping toegepast die meer oppervlakte retroreflecterend en fluorescerend materiaal aan de achterkant heeft. Aan deze KLPD-variant zal in paragraaf 7.4 apart aandacht worden besteed.

Het merendeel van de ambulance respondenten vinden hun voertuigen voldoende opvallend en zeggen geen klachten te krijgen uit het veld dat ze onvoldoende opvallend zijn. Een paar respondenten vinden dat de ambulance meer opvallend moet zijn bij gebruik in de *fend-off* stand. Dit een stand waarbij de ambulance schuin op de weg staat bij een calamiteit. Respondenten uit Amsterdam vinden dat de voorzijde van de ambulance beter te onderscheiden moet zijn van andere OOV-voertuigen omdat ze anders doelwit worden bij rellen.

De meeste brandweer respondenten vinden de brandweervoertuigen opvallend genoeg.

Op de vraag of de OOV-voertuigen soms juist niet opvallend moeten zijn antwoorden vrijwel alle respondenten dat dit niet voorkomt. Er is een uitzondering voor sommige auto's die worden ingezet bij het ontmantelen van druglaboratoria.

Samenvattend kunnen we concluderen dat de meeste klachten over te onopvallende voertuigen komen van de politie. De achterkant en de zijkanten zouden verbeterd kunnen worden. De KLPD heeft een afwijkende variant op de huidige striping met meer retroreflecterend en fluorescerend materiaal aan de achterzijde.

7 Vernieuwd striping ontwerp

7.1 Inleiding

Uit de literatuur blijkt dat de huidige eisen voor de striping van de Nederlandse OOV-voertuigen achterblijft bij de eisen die worden gesteld aan andere voertuigen op de weg zoals vrachtwagens en voertuigen van wegbeheerders. Bovendien worden in andere landen hogere eisen gesteld aan de reflecterende materialen van OOV-voertuigen. Bij Nederlandse OOV-voertuigen mag de retroreflectiecoëfficiënt niet meer zijn dan de klasse E van het ECE 104. Andere voertuigen of OOV-voertuigen in andere landen hebben eisen voor de retroreflectie die overeenkomen met klasse C of D van ECE 104, wat een factor 3 of 5 hogere retroreflectiecoëfficiënt betekent. Op basis van die bevindingen is een aantal nieuwe striping ontwerpen gemaakt met andere contourmarkering en aangepaste eisen voor de retroreflectiecoëfficiënt. Deze ontwerpen zijn gevisualiseerd en er zijn detectieafstanden uitgerekend. Op grond van deze gegevens zal een voorstel worden gedaan voor een nieuwe eisen voor de striping van OOV-voertuigen. Ter onderbouwing van de keuzen die worden gemaakt bij het vernieuwde striping ontwerp wordt eerste een vergelijking gemaakt met de contourmarkering voor vrachtwagens.

7.2 Vergelijking contourmarkering vrachtwagen en OOV-voertuigen

Een groot deel van de vrachtauto's en trailers moeten sinds 2008 voorzien zijn van ECE 104 contourmarkering van klasse C. De witte contourmarkering van klasse C heeft een retroreflectiecoëfficiënt van minimaal $450 \text{ cd.m}^{-2}.\text{lx}^{-1}$. De striping van de OOV-voertuigen daarentegen heeft een retroreflectiecoëfficiënt van maximaal $50 \text{ cd.m}^{-2}.\text{lx}^{-1}$. Dat is dus minstens een factor negen lager. Daarnaast is de oppervlakte van de striping van OOV-voertuigen veel kleiner dan die van vrachtwagens. De contouren van een OOV-voertuig worden gemarkeerd met stippen met een diameter van 30 mm die op tussenafstanden van 184 mm op het OOV-voertuig zijn aangebracht. Per lengte-eenheid bestaat de contour van een vrachtwagen uit een factor 13 keer meer retroreflecterende materiaal. Omdat dit materiaal een factor vijf meer reflecteert is dus de totale lichtsterkte van de retroreflecterende contour een factor $13 \times 9 = 117$ hoger. Omdat een vrachtwagen in de regel veel groter is dan een OOV-voertuig is de totale contour van een vrachtwagen ruim meer dan honderd keer zo opvallend.

Dit enorme verschil in opvallendheid kan worden verkleind door de oppervlakte van de retroreflecterende materialen voor de striping van OOV-voertuigen te vergroten en de retroreflectiecoëfficiënt te verhogen. In plaats van stippen met een diameter van 30 mm zou een band met een breedte van 30 mm toegepast kunnen worden. In dat geval is de oppervlakte van de contourmarkering voor vrachtwagens maar een factor $5/3 = 1,7$ groter. Als daarnaast een klasse C voor de retroreflectiecoëfficiënt wordt gebruikt dan is de totale opvallendheid per lengte-eenheid maar een $3/5 = 0,6$ van de contourmarkering voor vrachtwagens.

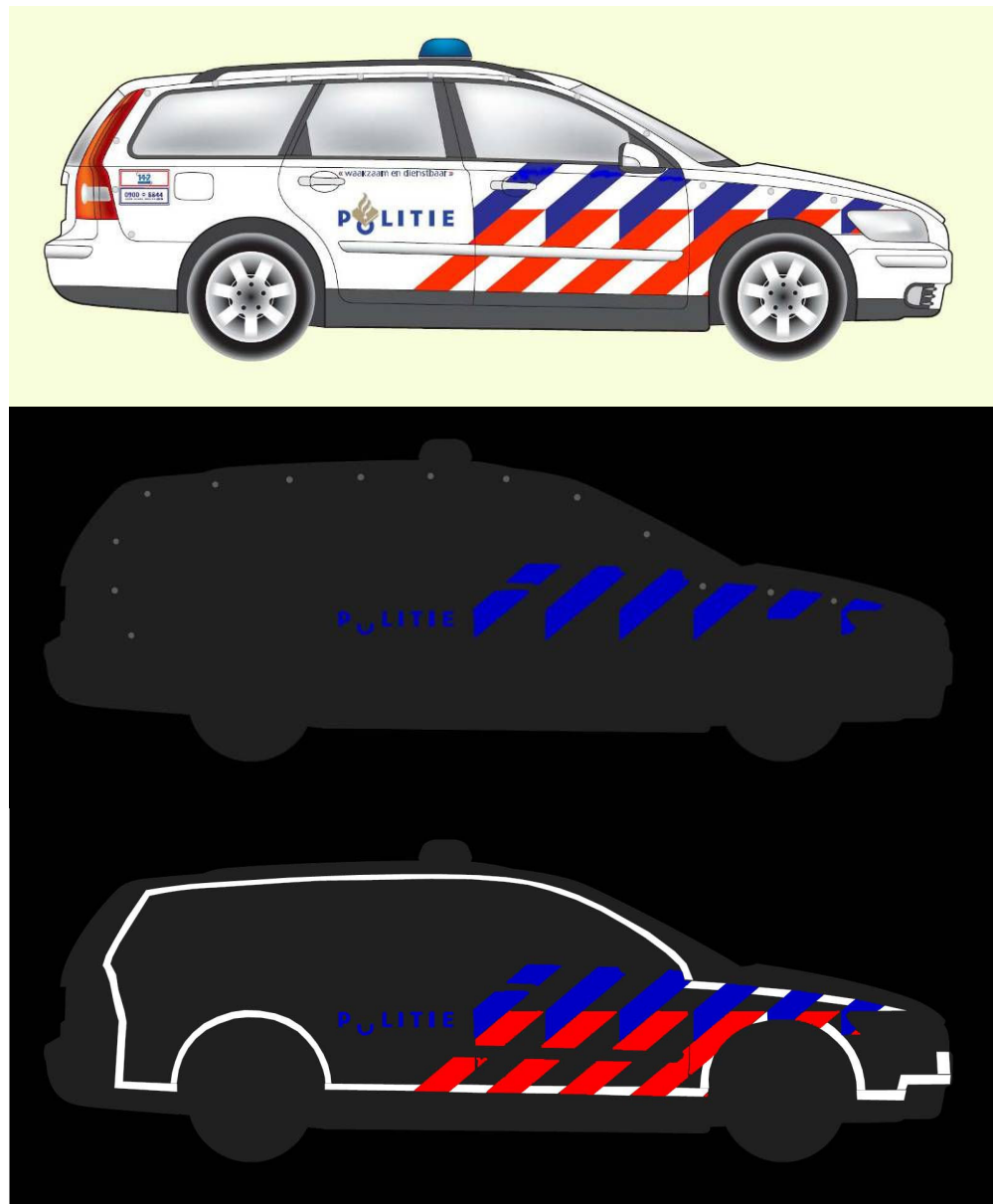
7.3 Vergelijking van uitvoeringen

Er is een aantal verschillende stripinguitvoeringen gemaakt van een politieauto waarbij de volgende voorwaarden als uitgangspunt zijn genomen:

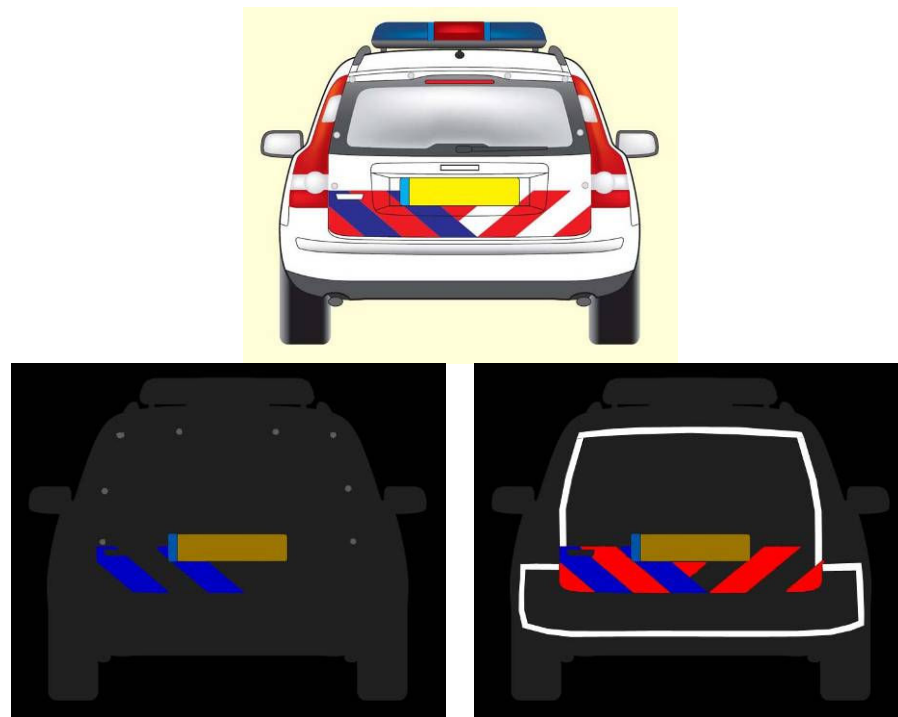
- Zichtbaar op grote afstand. De striping moet op voldoende grote afstand gedetecteerd kunnen worden. Hierbij wordt gestreefd naar dezelfde detectieafstand als bij de Britse Battenburg-striping: 500 m. De nadruk ligt hierbij op voldoende detectieafstand bij nacht.
- Veel betere herkenbaarheid. De striping moet er voor zorgen dat de voertuigen beter en op grotere afstand als een voertuig herkend worden.
- Dag en nacht gelijke "Gestalt". OOV-voertuigen moeten in de dag- en de nachtsituatie er hetzelfde uitzien. Bij de huidige striping hebben politievoertuigen een fluorescerend deel dat 's nachts niet zichtbaar is. Hierdoor ziet het voertuig er 's nachts anders uit dan overdag.
- Zo veel mogelijk behoud van ontwerp studio Dumbar. Er is geprobeerd om het huidige striping ontwerp zo veel mogelijk in stand te houden omdat bij een totale aanpassing van het striping ontwerp rekening moet worden gehouden met een leerperiode van het publiek.

7.3.1 *Visualisatie*

In figuur 13 en figuur 14 is een politieauto (Volvo V50) te zien in twee verschillende verlichtingsomstandigheden, overdag en bij nacht. Het is duidelijk dat het beeld van het voertuig in de nachtsituatie er anders uitziet dan overdag. De witte grondkleur van de auto wordt bij nacht donker omdat deze kleur niet retroreflecterend is en daardoor heel weinig licht in vergelijking met de delen van de striping die wel retroreflecterend zijn. Dat geldt ook voor het fluorescerende roodoranje dat niet meer zichtbaar in het licht van de koplampen. Alleen de blauwe strepen die retroreflecterend zijn, blijven zichtbaar. Hierdoor is het voertuig minder goed herkenbaar als een OOV-voertuig. In de verbeterde versie is het roodoranje retroreflecterend gemaakt waardoor het 's nachts goed zichtbaar is. Alle retroreflecterende materialen zijn nu van ECE 104 klasse C. Het plaatje lijkt nu meer op de situatie overdag waardoor de beelden overdag en 's nachts consistent zijn en is daardoor beter herkenbaar.



Figuur 13 Politieauto (rechterzijde) in huidige striping, overdag (boven), 's nachts in huidige striping (midden) en 's nachts in verbeterde striping (onder).



Figuur 14 Politieauto (achterzijde) in huidige striping, overdag (boven), 's nachts in huidige striping (linksonder) en 's nachts in verbeterde striping (rechtsonder).

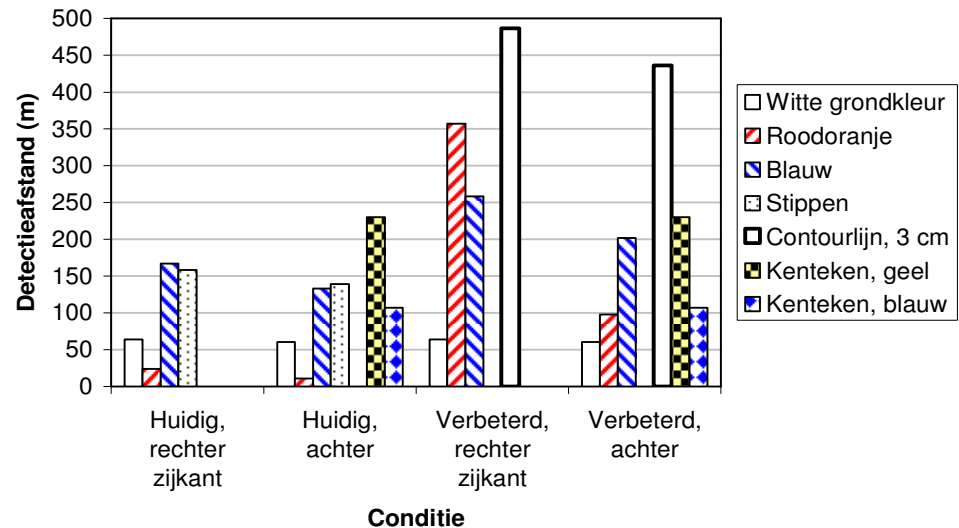
Bij de huidige striping is de contour van het voertuig aangegeven door een aantal retroreflecterende witte stippen (30 mm diameter) van de ECE 104 retroreflectie klasse E. Bij de verbeterde versie zijn de stippen vervangen door een streep met een breedte van 30 mm van ECE 104 klasse C. De streep moet zoveel mogelijk de contour van het voertuig volgen. De contour van de verbeterde versie is daardoor veel beter zichtbaar dan de huidige stippen contour. Bovendien is in de contour ook beter een voertuig te herkennen.

7.3.2 Detectieafstand

Van de huidige en de verbeterde versie van de striping zijn de detectieafstanden berekend voor de nachtsituatie waarbij een auto met gedimde koplampen de politieauto van de zijkant of van achter nadert. De politieauto heeft alle lichten uit, inclusief het zwaailicht. De resultaten zijn weergegeven als staafdiagram in figuur 15 en getalsmatig in tabel 5. De berekeningen zijn apart uitgevoerd voor verschillende onderdelen van de striping, kentekenplaat en de witte grondkleur van de auto zelf.

Het blijkt dat de witte politieauto op ongeveer 60 m afstand zichtbaar is. De witte grondkleur is niet retroreflecterend en heeft een effectieve retroreflectiecoëfficiënt van $0,28 \text{ cd.m}^{-2}.\text{lx}^{-1}$ ($0,9/\pi$). Het roodoranje van de politie is ook niet retroreflecterend en heeft daardoor 's nachts ook een zeer lager reflectie vergeleken met de materialen die wel retroreflecterend zijn (tabel 3) en is pas te zien op 24 m afstand. Het blauw van de huidige striping is wel retroreflecterend en is zichtbaar op ongeveer 160 m. Datzelfde geldt voor de contourmarkering met de stippen van de huidige striping. De verbeterde contourmarkering is op veel grotere afstand zichtbaar. De verbeterde contourmarkering is op 487 m zichtbaar. Dat is de afstand waarop het voertuig gedetecteerd wordt. Het voertuig is herkenbaar als een politievoertuig als zowel de roodoranje als de blauwe striping gedetecteerd kan worden. Bij de verbeterde striping is dit op een afstand van

258 m. Bij huidige striping is dat maar 24 m. De zichtbaarheid van de achterkant van de huidige striping wordt bepaald door de retroreflecterende kentekenplaat die al op 230 m zichtbaar is. De blauwe striping en de contourstippen op de achterkant worden pas op ruim 130 m gedetecteerd en het roodoranje pas bij 11 m. Bij de verbeterde striping is de achterkant op grotere afstand zichtbaar. De contour is evenals bij de zijkant met een detectieafstand van 436 m het beste zichtbaar. De achterkant is op een afstand van 98 m herkenbaar als een OOV-voertuig omdat dan zowel blauw als roodoranje dan zichtbaar zijn.



Figuur 15 Berekende detectieafstanden van de rechter zijkant en de achterkant van een politieauto Volvo V50, voor de huidige en de verbeterde striping.

Tabel 5 Berekende detectieafstanden van de rechter zijkant en de achterkant van een politieauto Volvo V50, voor de huidige en de verbeterde striping. Zie ook figuur 15.

Deel van het voertuig	Detectieafstand (m)			
	Huidige striping		Verbeterde striping	
	Rechter zijkant	Achterkant	Rechter zijkant	Achterkant
Witte grondkleur	64	60	64	60
Roodoranje	24	11	357	98
Blauw	167	133	258	202
Stippen	158	139	-	-
Contourlijn, 3 cm	-	-	487	436
Kenteken, geel	-	230	-	230
Kenteken, blauw	-	107	-	107
Maximum =>	167	230	487	436
Roodoranje en blauw zichtbaar =>	24	11	258	98

Samenvattend: Als de huidige striping van politievoertuigen wordt vervangen door een verbeterde versie dan wordt de detectieafstand van het voertuig vergroot met een factor 2 tot 3. De herkenningafstand wordt verbeterd met ongeveer een factor 10.

7.4 KLPD-variant

Op dit moment worden er door KLPD politievoertuigen gebruikt die niet helemaal conform de voorschriften van de huidige striping zijn. Deze KLPD-variant heeft op de

achterzijde een alternatieve striping die niet overeenkomt met het originele ontwerpvoorschrift (figuur 17, figuur 16). De striping is gemaakt om de opvallendheid van het voertuig aan de achterzijde te verhogen. De vraag is of de opvallendheid van de KLPD-variant inderdaad groter is en hoeveel de detectieafstand groter is dan die van de originele striping.



Figuur 16 Originele politiestriping op de achterkant van een Volvo V50 (www.politiestriping.nl).



Figuur 17 Alternatieve politiestriping op de achterkant van een Volvo V50.

Om deze vraag te kunnen beantwoorden heb ik de oppervlakte bepaald van de originele en de KLDP-striping en een schatting gemaakt van de verandering van de detectieafstand op basis van een methode die eerder is toegepast bij het bepalen van de zichtbaarheid van opleggers (Alferdinck & Hoedemaeker, 2002).

Voor het bepalen van de oppervlakte van de striping zijn de roodoranje en blauwe vlakken op tekeningen met striping voorschriften van een Volvo V50 opgemeten (figuur 16). Daarnaast is de oppervlakte van striping vlakken van de KLDP-variant (figuur 17) bepaald door deze dezelfde schaal op de originele striping te projecteren. De resultaten van de metingen staan in tabel 6.

Tabel 6 Oppervlakte van de retroreflecterende (blauw) en fluorescerende (roodoranje) striping van een Volvo V50 voor twee uitvoeringsvormen.

Kleur	Oppervlakte (cm ²)		Vergrotingsfactor		Toelichting
	Origineel	KLDP	Oppervlakte	Detectieafstand	
Blauw (retroreflecterend)	682	1274	1,87	1,17	's Nachts
Roodoranje (fluorescerend)	1113	2936	2,59	1,61	Alleen overdag

Het blijkt dat de striping van de KLDP-variant een factor 1,87 en 2,59 groter is dan de originele striping voor respectievelijk blauw en roodoranje. Deze vergroting van de oppervlakte van het reflecterende materiaal heeft in principe een positieve invloed op de detectieafstand van de striping. De toename van de detectieafstand is echter niet lineair evenredig met de toename van de oppervlakte van de striping. Voor het schatten van de toename ga ik er van uit dat de striping wordt waargenomen op een afstand die veel groter is dan de afmetingen van de striping, waardoor de kwadratenwet mag worden toegepast. Hierbij geldt dat de verlichtingssterkte ten gevolge van een lichtbron (in dit geval de reflecterende striping) evenredig met de oppervlakte van de lichtbron en omgekeerd evenredig is met het kwadraat van de afstand (zie ook Alferdinck &

Hoedemaeker, 2002). De detectieafstand van een lichtbron is gedefinieerd als de afstand waarop een bepaalde verlichtingssterkte is bereikt. De toename van de detectieafstand is dus te berekenen door de wortel te trekken uit de vergrotingsfactor van het oppervlak. Het fluorescerend roodoranje dat overdag goed zichtbaar is heeft een vergrotingsfactor van het oppervlak van 2,59. De toename van de detectieafstand is hierdoor dus een factor $(2,59)^{0,5} = 1,61$. Dit geldt alleen voor de situatie overdag, als de striping wordt verlicht door het daglicht.

's Nachts wordt de retroreflecterende striping zichtbaar in het licht van autokoplampen. In deze nachtsituatie moet het licht de afstand van tussen waarnemer en striping twee keer afleggen, eerst van de koplampen naar de striping en dan van de striping naar de ogen van de waarnemer. Als gevolg hiervan moet de toename van de detectieafstand berekend worden door vierdemachtswortel te trekken uit de vergrotingsfactor van het oppervlak. Het retroreflecterend blauw is 's nachts zichtbaar en heeft een vergrotingsfactor van het oppervlak van 1,87. De toename van de detectieafstand is hierdoor dus een factor $(1,87)^{0,25} = 1,17$.

Bij de berekening van de vergroting van de detectieafstanden door de oppervlaktevergroting is aangenomen dat alleen de striping bijdraagt aan de detectieafstand. In werkelijkheid zijn er nog andere factoren die invloed hebben. Overdag zorgt ook de witte basiskleur van de politieauto voor een goede zichtbaarheid, zeker als de auto tegen een donkere achtergrond wordt waargenomen. Door dit effect zal de verwachte toename van de detectieafstand in de praktijk waarschijnlijk kleiner zijn. 's Nachts wordt de zichtbaarheid van politievoertuigen ook bepaald door de voertuigverlichting en de retroreflecterende eigenschappen van de nummerplaat die veel grotere retroreflectie heeft dan de blauwe striping. Daarom is de verwachting dat er in de praktijk nauwelijks een voordeel is van de vergroting van de striping.

In vergelijking met de normale striping beslaat de striping van de KLDP-variant ongeveer twee keer zoveel van de achterkant van het voertuig. Hierdoor zou het kunnen zijn dat de KLDP-variant beter als een politieauto wordt herkend. Dit mogelijke voordeel zou is een waarnemingsexperiment kunnen worden onderzocht.

8 Voorstel

8.1 Inleiding

Uit de huidige studie blijkt dat de Nederlandse eisen voor de striping van OOV-voertuigen laag zijn in vergelijking met eisen die elders gesteld worden. Dat geldt voor zowel de klasse van het retroreflecterend en fluorescerend materiaal als voor de hoeveelheid materiaal dat op een voertuig aangebracht moet worden. Hierdoor is de zichtbaarheid en de herkenbaarheid van de Nederlandse OOV-voertuigen slechter dan die in bijvoorbeeld Groot-Brittannië en Duitsland. Op de Nederlandse wegen zijn de contourmarkeringen van vrachtwagens en voertuigen van Rijkswaterstaat beter zichtbaar dan de OOV-voertuigen. Deze bevindingen zijn in deze studie onderbouwd met berekeningen van de detectieafstanden van de huidige politiestriping van een verbeterde versie van deze striping. De detectieafstanden van de verbeterde striping zijn twee tot drie keer zo groot dan die van de huidige striping. Daarom wordt een voorstel gedaan om de eisen van de striping aan te passen.

8.2 Aanpassingen van de huidige eisen

Op basis van de analyses gedaan in dit onderzoek stel ik voor de voorschriften striping van OOV-voertuigen aan te passen op de volgende punten:

- Het oorspronkelijke striping ontwerp van Studio Dumbar moet zo veel mogelijk in stand blijven om leereffecten van de weggebruiker te vermijden.
- De huidige contourmarkering met stippen met een diameter van 30 mm moet vervangen worden door een contourmarkering met zo veel mogelijk doorgetrokken strepen. De minimale opening mag niet meer zijn dan 50% van het kortste deel. De breedte van de streep moet liggen tussen 25 mm en 50 mm¹².
- De klasse van het retroreflecterend materiaal van de contourmarkering moet voldoen aan klasse C van de ECE 104 (ECE, 2008), of aan klasse 3 voor verkeersborden volgens DIN 67520 (DIN, 2008).
- De contourmarkering moet aan de zijkanten en aan de achterkant worden aangebracht.
- Overdag moet de kleur van de contourmarkering zo veel mogelijk overeenkomen met die van de grondkleur van het voertuig (wit, rood of geel).
- Zorg voor duidelijke contourmarkering bij nacht de contouren van het voertuig overdag zo goed mogelijk benaderen.
- Bij de contourmarkering van de grotere ambulancevoertuigen is aan de bovenkant een rode streep aangebracht (zie figuur 10 tot en met figuur 12). Naast deze streep hoeft geen gele contourmarkering te worden aangebracht. Deze rode streep maakt deel uit van de contourmarkering. De rode streep moet een retroreflectie hebben van klasse C van ECE 104, of klasse 3 van DIN 67520.
- De schuine striping strepen in de kleuren rood, roodoranje, blauw en wit, moeten allemaal retroreflecterend zijn, zodat deze ook bij nacht zichtbaar zijn. De klasse van retroreflectie moet minstens die van klasse 2 voor verkeersborden zijn DIN 67520 (DIN, 2008).

¹² De berekeningen van de detectieafstand in deze studie zijn gemaakt met een breedte van 30 mm. Bij leveranciers van contourmarkering blijkt 25 mm en 50 mm echter een meer courante breedte te zijn.

- De schuine roodoranje strepen van de politiestriping mogen naast retroreflecterend ook fluorescerend zijn. De fluorescerende eigenschappen moeten minimaal voldoen aan de internationale normen voor fluorescerende oppervlaktekleuren van de CIE (1983).
- De aanvullende vlakmarkering zoals logo's en opschriften zoals die beschreven staan in de voorschriften van de huidige striping moeten binnen de contourmarkering vallen en moeten minimaal voldoen aan de klasse 2 voor verkeersborden DIN 67520.
- Reclame-uitingen moeten binnen de contourmarkering vallen en mogen retroreflecterende eigenschappen hebben van maximaal klasse E van de ECE 104.
- De kleuren van de retroreflecterende schuine strepen moeten zoveel mogelijk overeenkomen met die van de huidige striping.

Toelichting

- De kleur roodoranje van de politiestriping kan zowel overdag als 's nachts zichtbaar zijn als een combinatiemateriaal wordt gebruikt dat zowel fluorescerend als retroreflecterend is.
- Klasse 1, 2 en 3 voor verkeersborden DIN 67520 (DIN, 2008) komt ongeveer overeen met respectievelijk de klassen E, D en C van de ECE 104. Hierbij dient te worden opgemerkt dat de klassen E en D van de ECE 104 een maximum retroreflectie aangeven.
- Bij de eisen voor verkeersborden worden er voor de verschillende kleuren eisen gesteld aan de retroreflectiecoëfficiënt. De verhouding tussen die retroreflectiecoëfficiënten is zodanig dat deze klopt als de kleuren van dezelfde retroreflectie klasse in combinatie met elkaar gebruikt worden.
- In tabel 7 is het voorstel voor de specificatie van de striping samengevat.

Tabel 7 Voorstel voor specificatie van de striping van OOV-voertuigen. De retroreflectieklassen verwijzen naar normen voor contourmarkering (ECE 104) en verkeersborden (DIN 67520).

Deel van de striping	Vorm/Afmetingen	Retroreflectie klasse	Norm	Minimum/Maximum
Contourmarkering	Streep. Breedte 25 mm tot 50 mm Rode horizontale strepen ambulances	Klasse C	ECE 104	Minimum
		Of		
		Klasse 3	DIN 67520	Minimum
Striping (schuine strepen)	Schuine rode, witte en blauwe strepen	Klasse 2	DIN 67520	Minimum
	Schuine roodoranje strepen (politiestriping)*	Klasse 2	DIN 67520	Minimum
Vlakovulling	Logo's, letters, cijfers	Klasse 2	DIN 67520	Minimum
	Reclame	Klasse E	ECE 104	Maximum

)* De kleur overdag moet minimaal voldoen aan de kleureisen van de CIE (1983) voor fluorescerende kleuren.

9 Conclusies

In deze studie zijn de mogelijkheden bestudeerd in de huidige eisen voor de striping van OOV-voertuigen aan te passen dat de zichtbaarheid en herkenbaarheid verbeteren.

Hiervoor zijn literatuur en normen inzake striping bestudeert, is een enquête gehouden onder gebruikers van OOV-voertuigen en zijn detectieafstanden berekend. Hieruit zijn de volgende conclusies te trekken:

- De Nederlandse eisen voor de striping van OOV-voertuigen zijn laag in vergelijking met eisen die elders gesteld worden. Dat geldt voor zowel de klasse van het retroreflecterend en fluorescerend materiaal als voor de hoeveelheid materiaal dat op een voertuig aangebracht moet worden. Hierdoor is de zichtbaarheid en de herkenbaarheid van de Nederlandse OOV-voertuigen slechter dan die in bijvoorbeeld Groot-Brittannië en Duitsland. Op de Nederlandse wegen zijn de contourmarkeringen van vrachtwagens en voertuigen van Rijkswaterstaat beter zichtbaar dan de OOV-voertuigen.
- Uit de enquête blijkt dat de meeste klachten over te onopvallende voertuigen komen van de politie. De achterkant en de zijkanten van politievoertuigen zouden verbeterd kunnen worden.
- Als de retroreflecterende materialen van de huidige striping, met een ECE 104 klasse E, worden vervangen door materialen van de hogere klasse C en als de contourmarkering van stippen (30 mm diameter) wordt vervangen door een streep van 30 mm, dan worden de detectieafstanden 2 tot 3 keer groter. Ook de afstand waarop het OOV-voertuig als zodanig wordt herkend wordt groter. Bij politievoertuigen is dit ongeveer een factor 10.
- De KLPD-variant, waarbij de achterkant van politieauto's is voorzien van meer retroreflecterend en fluorescerend materiaal, levert nauwelijks een verbetering van de detectieafstand op.

Aanbevolen wordt om de richtlijnen voor striping op een aantal punten aan te passen. Deze kunnen als volgt worden samengevat:

- Het oorspronkelijke striping ontwerp van Studio Dumbar moet zo veel mogelijk in stand blijven om leereffecten van de weggebruiker te vermijden.
- De huidige contourmarkering met stippen een contourmarkering met zo veel mogelijk doorgetrokken strepen van met een breedte tussen 25 mm en 50 mm.
- De retroreflecterende contourmarkering, in de grondkleur van het voertuig, moet aan de zijkanten en aan de achterkant worden aangebracht en moet voldoen aan klasse C van de eisen voor contourmarkering ECE 104 of klasse 3 voor verkeersborden DIN 67520.
- De schuine striping strepen in de kleuren rood, roodoranje, blauw en wit, moeten allemaal retroreflecterend zijn, zodat deze ook bij nacht zichtbaar zijn. De klasse van retroreflectie moet minstens die van klasse 2 voor verkeersborden DIN 67520 zijn. De schuine roodoranje strepen van de politiestriping mogen naast retroreflecterend ook fluorescerend zijn.

De aanvullende vlakmarkering zoals logo's en opschriften zoals die beschreven staan in de voorschriften van de huidige striping moeten binnen de contourmarkering vallen en moeten minimaal voldoen aan de klasse 2 voor verkeersborden. Reclame-uitingen moeten binnen de contourmarkering vallen en mogen retroreflecterende eigenschappen hebben van maximaal klasse E van de ECE 104.

10 Referenties

- Adrian, W. (1989). *Visibility of targets: Model for calculation*. Lighting Research and Technology, 21, (4), 181-188.
- Alferdinck, J.W.A.M., Kooi, F.L., & Walraven, J. (1999). *Opvallendheid van ambulances* (TNO-rapport TM-99-C012). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Alferdinck, J.W.A.M. & Hoedemaeker, M. (2002). *Zichtbaarheid van opleggers; Praktijkproef* (TNO-rapport TM-02-C012). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Alferdinck, J.W.A.M., Drullman, R., Griffioen, H.J., & Martens, M.H. (2004). *Voorrangsignalen opnieuw belicht* (TNO-rapport TM-04-C032). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Behrens, M. (2009). *Neues Erscheinungsbild für Sicherheit*. Feuerwehr freak (1), 44-45.
- CEN (1994). *Medical vehicles and their equipment* (European Standard EN 1789, May 2007). Brussels: European Committee for Standardisation (CEN).
- CEN (2002). *Fixed vertical road signs - Part 1: Fixed signs* (European Standard EN 12899-1, December 2001). Brussels: European Committee for Standardisation (CEN).
- CIE (1983). *Recommendations for surface colours for visual signalling* (Publication CIE nr. 39-2). Vienna, Austria: International Commission on Illumination CIE.
- DIN (1990). *Sicherheitskennzeichnung von Fahrzeugen und Geräten* (DIN 30710, März 1990). Berlin: Beuth-Vertrieb GmbH.
- DIN (2008). *Retroreflektierende Materialien zur Verkehrssicherung - Lichttechnische Mindestanforderungen an Reflexstoffe [Retro-reflecting materials for traffic safety - Photometric minimum requirements for retro-reflective sheetings]* (DIN 67520, November 2008). Berlin: DIN Deutsches Institut für Normung
- ECE (2008). *Uniform provisions concerning the approval of retro-reflective markings for heavy and long vehicles and their trailers* (Regulation No. 104, updated 7 August 2008). Geneva: United Nations, Economic Commission for Europe.
- FEMA (2009). *Emergency vehicle visibility and conspicuity study* (Report FA-323, August 2009). Emmitsburg, Maryland, USA: Federal Emergency Management Agency, Department of Homeland Security, U.S. Fire Administration.
- Harrison, P. (2004). *High conspicuity livery for police vehicles* (Publication No. 14/04). Sandridge, St. Albans, Hertfordshire, AL4 9HQ, UK: Home Office, Police Scientific Development Branch.
- Padmos, P. & Vos, J.J. (1974). *Intensity control of approach and runway lighting at low visibility at night. A theoretical study*. (TNO-report IZF 1974-C2). Soesterberg, The Netherlands: Institute for Perception TNO.
- Schmidt-Clausen, H.J. (2000). *Retroreflective marking of vehicles*. (Vols. 7) München, Germany: Herbert Utz Verlag - Wissenschaft.
- Sivak, M., Flannagan, M., & Sato, T. (1994). *Light output of U.S., European and Japanese low-beam headlamps*. Transportation Research Record (1456).

11 Ondertekening

Soesterberg, maart 2010

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke at the end.

ir. P.A.J. Punte
Afdelingsmanger

TNO Defensie en Veiligheid

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

ing. J.W.A.M. Alferdinck
Auteur

Distributielijst

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

5 ex. LFR, Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties

2 ex. TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Soesterberg

2 ex. TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Soesterberg
ing. J.W.A.M. Alferdinck
ir. P.A.J. Punte