

**RETROFLECTERENDE KENTEKENPLATEN  
EN ALTERNATIEVE MIDDELEN**



DE WAARNEEMBAARHEID VAN VOERTUIGEN

# retroreflecterende kentekenplaten

## en alternatieve middelen

Functie, vormgeving en toepassing



1969. 5

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid  
Deernsstraat 1 - Postbus 3071 - Voorburg - Nederland

# Inhoud

<b>Voorwoord</b>	9
<b>I. Samenvatting</b>	11
<b>II. Conclusies ten aanzien van de vormgeving van retroflecterende kentekenplaten</b>	13
II.1. De waarneembaarheid van retroflecterende kentekenplaten	13
II.1.1. De leesbaarheidsafstand	13
II.1.2. De zichtbaarheidsafstand	15
II.2. Het effect van retroflecterende kentekenplaten op de ongevalkans	15
II.3. Mogelijkheden voor het fotograferen van retroflecterende kentekenplaten	15
II.4. Keuringseisen	16
<b>III. Discussie ten aanzien van de toepassing van retroflecterende kentekenplaten en alternatieve middelen</b>	17
III.1. De achterkant van voertuigen	17
III.1.1. De reeds verplichte reflectoren	17
III.1.2. Retroflecterende strips	19
III.1.3. De retroflecterende kentekenplaat	19
III.1.4. Aparte voorzieningen voor twee- en vierwielige motorvoertuigen	19
III.1.5. Categoriseren van voertuigen naar afmetingen en bewegingskenmerken	20
III.2. De voorkant van voertuigen	20
III.2.1. Retroflecterende kentekenplaten en strips	21
III.2.2. Retroflecterend materiaal in de koplantaarns	21
III.2.3. Onderscheid tussen twee- en vierwielige motorvoertuigen	22
<b>HET ONDERZOEK</b>	
<b>1. De functie van retroflecterende kentekenplaten</b>	27
1.1. Zichtbaarheid van motorvoertuigen	27
1.2. Herkenbaarheid van motorvoertuigen als zijnde twee-, resp. vierwielig	28

1.3	Het beoordelen van positie, snelheid en afstand	28
1.4	Het identificeren van motorvoertuigen	28
<b>2</b>	<b>Het effect van retro reflecterende kentekenplaten op de ongevalkans</b>	<b>30</b>
2.1	Onderzoek in de staat Maine (U.S.A.)	30
2.2	Onderzoek in de staat Minnesota (U.S.A.)	30
2.3	Onderzoek in Polk County, Iowa (U.S.A.)	31
<b>3</b>	<b>De waarneembaarheid van retro reflecterende kentekenplaten</b>	<b>33</b>
3.1	De leesbaarheidsafstand van de symbolen	33
3.1.1	Omstandigheden die de leesbaarheidsafstand beïnvloeden	33
3.1.2	De keuze van het lettertype en de daarbij behorende karakteristieken	33
3.1.3	Afmetingen, symbolen en leesbaarheidsafstand van de huidige kentekenplaten in Nederland	37
3.1.4	Empirisch bepaalde leesbaarheidsafstanden voor kentekenplaten	40
3.2	De zichtbaarheidsafstand	42
3.2.1	Analytische benadering	42
3.2.2	Empirisch bepaalde zichtbaarheidsafstanden	47
3.3	Het schatten van snelheden en afstanden	48
<b>4</b>	<b>Aanbevolen reflectie-eigenschappen en kleur van retro reflecterende kentekenplaten op vierwielige motorvoertuigen</b>	<b>51</b>
4.1	Minimum reflectiewaarden	51
4.2	Maximum reflectiewaarden	54
4.3	Diffuse reflectie	54
4.4	Kleurcoördinaten	55
4.5	De houdbaarheid van de reflectie-eigenschappen	55
<b>5</b>	<b>Aanbevolen reflectie-eigenschappen en kleur van retro reflecterende kentekenplaten op tweewielige voertuigen</b>	<b>56</b>
<b>6</b>	<b>Mogelijkheden en aanbevelingen voor het fotograferen van voertuigen met retro reflecterende kentekenplaten</b>	<b>57</b>
6.1	Inleiding	57
6.2	Probleemanalyse	57

6.3	Onderzoekprogramma	58
6.3.1	Opdracht tot onderzoek	58
6.3.2	Invloed afstand en waarnemingshoek	59
6.3.3	Invloed kleurfilter	60
6.3.4	Invloed film, ontwikkelaar, papier en belichting	60
6.4	Resultaten	60
6.5	Samenvatting van het onderzoek	61
6.6	Aanbevelingen	62
6.6.1	Bij ongevalregistratie (korte afstand)	62
6.6.2	Bij statische radarcontrole	62
6.6.3	Bij mobiele radarcontrole	62
6.6.4	Bij belastingcontrole	63
7.	<b>Literatuur</b>	64
8.	<b>Bijlage behorende bij het SWOV-rapport Retroflecterende keurtekenplaten: Rapport van de reflectie metingen aan een tiental monsters retroflecterende materialen opgesteld door de N.V. tot Keuring van Electrotechnische Materialen (KEMA) te Arnhem</b>	67





# Voorwoord

In november 1967 verzocht de Minister van Verkeer en Waterstaat de SWOV een onderzoek in te stellen naar de uit een oogpunt van waarneembaarheid vereiste vormgeving van kentekenplaten in retroflecterende uitvoering. Daarbij moest rekening gehouden worden met de mogelijkheden tot identificatie van motorvoertuigen, speciaal door middel van het fotograferen van dergelijke kentekenplaten, door de politie en de belastingdienst.

In dit rapport worden aanbevelingen gedaan voor de reflectie, de diffuse reflectie, de kleur, de afmetingen van de platen en de daarop toe te passen letter- en cijfervormen. Oplossingen voor het fotograferen van de kentekenplaten zijn eveneens vermeld.

Een aantal eisen komt in dit rapport niet aan de orde. Deze zijn technisch van aard en betreffen de weerstand tegen stoten, buigen, trillen, corrosie en aantasting door benzine, alsmede de hechtingseisen te stellen aan de retroflecterende laag en de eisen voor de bevestiging van de platen. Ook werd niet ingegaan op vermoedens dat door middel van chemische middelen het fotograferen van kentekenplaten opzettelijk zou kunnen worden bemoeilijkt. Eventueel optreden hiertegen wordt als een politietaak gezien.

Een tussentijds verslag met een aantal bevindingen uit dit onderzoek kwam in mei 1968 gereed.

Deze bevindingen werden aan beleidsinstanties toegelicht tijdens een laboratoriumdemonstratie en een demonstratie op de weg.

Deze demonstraties werden op verzoek van de SWOV verzorgd door het Instituut voor Zintuigfysiologie RVO-TNO (afdeling Visuologie) te Soesterberg. De conclusies na deze demonstratie waren:

1. Uitgaande van de huidige kennis is het mogelijk aanbevelingen op te stellen voor de vormgeving van retroflecterende kentekenplaten.
2. Verder onderzoek is noodzakelijk naar de toepassing van retroflecterende kentekenplaten, in vergelijking met alternatieve middelen, bij:
  - a. groepen motorvoertuigen: het herkenbaar maken in categorieën van snelheid, lengte en breedte;
  - b. individuele motorvoertuigen: het ontdekken en beoordelen van snelheid- en afstandverschillen ten opzichte van elkaar.

Met de voorbereidingen voor de onder punt 2 genoemde onderzoeken werd inmiddels een begin gemaakt.

Ten behoeve van het onderzoek naar de vormgeving verrichtte de N.V. tot Keuring van Electrotechnische Materialen (KEMA) te Arnhem reflectiemetingen. Een verslag hiervan is als Bijlage in dit rapport opgenomen.

Met de Gemeentepolitie te Wassenaar (de heren G. J. Boven en J. J. Flamman) werd samengewerkt bij het nagaan van de mogelijkheden tot het fotograferen van retroflecterende kentekenplaten.

Het rapport werd samengesteld door drs. D. J. Griep (afdeling Menselijke Factoren SWOV). Met ir. E. Thoënes (SWOV) werd samengewerkt voor wat betreft het fotograferen van de kentekenplaten. Dr. ir. D. A. Schreuder (afdeling Basiswetenschappen SWOV) gaf adviezen voor de analytische benadering van de zichtbaarheidsafstand van de retroflecterende kentekenplaat.

De berekening van de leesbaarheidsafstand van de symbolen, alsmede de aanbeveling voor het gekozen lettertype en de afmetingen van de kentekenplaat, werden bepaald op basis van de principes zoals aangegeven in het (niet gepubliceerde) rapport Verkeerstekens van de SWOV. Het literatuuronderzoek voor dit rapport werd uitgevoerd door mej. A. Kranenburg (SWOV).

Ir. E. Asmussen  
Directeur SWOV

# I Samenvatting

1. Het toepassen van het lettertype D ontworpen door het Amerikaanse Bureau of Public Roads <sup>1)</sup> op de thans gebruikelijke kentekenplaten, geeft bij duisternis een 25 % grotere leesbaarheidsafstand dan het huidige lettertype.

Indien men dit lettertype D zou toepassen, en tevens de internationaal aanbevolen letterhoogte, op kentekenplaten met afmetingen die internationaal zijn aanbevolen leesbaarheidsafstand toenemen met in totaal 35 %.

2. De zichtbaarheidsafstand van wit retroflecterende kentekenplaten bij aanstraling des nachts is 5 à 6 maal groter dan die van gelakte kentekenplaten.

3. De functie van retroflecterende kentekenplaten voor de verkeersveiligheid ligt vooral in een verhoging van de zichtbaarheid van motorvoertuigen waarvan de (achter)verlichting niet brandt.

Ook wanneer de verlichting van het voertuig conform de wettelijke eisen is, kunnen retroflecterende kentekenplaten de zichtbaarheid verhogen. Dit geldt bijvoorbeeld voor de zichtbaarheid van voertuigen die zonder licht geparkeerd staan in een slecht verlichte straat. Het geldt ook voor voertuigen die in een onverlichte straat bij duisternis slechts aan hun parkeerlichten zichtbaar zijn.

4. Aannemelijk is dat retroflecterende kentekenplaten en alternatieve vormen van retroflecterend materiaal die achterop motorvoertuigen zijn aangebracht, de kans op kop-staartbotsingen ook tussen rijdende voertuigen doen afnemen.

5. Alternatieve vormen van retroflecterend materiaal kunnen, voor wat betreft het verhogen van de zichtbaarheid van motorvoertuigen, gelijkwaardig zijn aan retroflecterende kentekenplaten. De zichtbaarheidsafstand wordt sterker bepaald door het oppervlak en het reflecterend vermogen, dan door de vorm.

6. Aannemelijk is dat voor het ontdekken en juist beoordelen van een verschil in snelheid met een voorligger (waarvan slechts één achterlicht brandt) alternatieve vormen, die de breedte van het voertuig aanduiden, doeltreffender zullen zijn.

7. Onzekerheid over de bewegingskarakteristieken (speciaal de snelheid), alsmede over de afmetingen van een voorligger, kan worden gereduceerd door informatie over de categorie waartoe dit voertuig behoort. Hierbij is van belang de mogelijkheid tot het maken van onderscheid tussen twee- en vierwielige motorvoertuigen. Binnen elk van deze categorieën kunnen echter nog grote verschillen optreden.

Vierwielige voertuigen zouden kunnen worden gecategoriseerd met een aanduiding van de breedte of een links-rechts onderscheid (aspecten die bij tweewielers ontbreken). De kentekenplaat komt hiervoor niet in aanmerking.

---

<sup>1)</sup> Dit lettertype is ter beschikking gesteld aan het Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Motoren en scooters zouden van bromfietsen en fietsen kunnen worden onderscheiden doordat zij behalve achterlicht en reflector, zoals thans voorgeschreven, wel, respectievelijk juist géén extra configuratie voeren in de vorm van een – (wit) retro reflecterende – kentekenplaat of een – retro reflecterend (wit) – achterspatbord.

Fietsen zouden dan van overige tweewielige voertuigen onderscheidbaar gemaakt kunnen worden door een configuratie – van reflectoren – in de pedalen (naast de reeds verplichte configuratie van reflector en achterlicht).

De grootste verschillen binnen de categorie treden op bij vierwielige voertuigen. Daarom zou daarin nader onderscheid moeten worden aangebracht. Het aantal benodigde onderscheidingen in de configuraties die hiervoor in aanmerking komen, verdient nader onderzoek.

Een oplossing die optimaal is, ook voor het geval de achterlichten niet branden, zou kunnen worden verkregen wanneer de gekozen configuraties zijn samengesteld uit zowel achterlichten als retro reflectoren.

8. Het gebruik van retro reflecterende kentekenplaten en alternatieve vormen van retro reflecterend materiaal aan de voorzijde van voertuigen zal de herkenbaarheid van deze voertuigen als zijnde twee-, respectievelijk vierwielig (als één van de dimlichten niet brandt) niet noemenswaardig doen toenemen. De kans op frontale botsingen zal dan ook niet afnemen.

Voor het bij duisternis zichtbare onderscheid tussen motoren en scooters enerzijds en brommers en fietsen anderzijds is hier wellicht enige mogelijkheid een verschil in kleur (wit respectievelijk geel) tussen de koplichten.

Voor het onderscheid tussen twee- en vierwielige voertuigen kan dan van de kleur van de koplichten geen gebruik meer worden gemaakt — omdat een éénogige vierwieler dan wordt verward met een tweewieler. Hiervoor is echter een oplossing naar configuratie van koplichten mogelijk, bijvoorbeeld door van vierwielers het (afzonderlijk zichtbare) stadslicht steeds te laten branden als het dimlicht aanstaat. Lichtsterkte, oppervlak en plaatsing van de stadslichten dienen te worden bepaald. In het SWOV-rapport Stads- en dimlichten binnen de bebouwde kom komt dit aan de orde.

Wanneer ook rekening wordt gehouden met de mogelijkheid dat twee naast elkaar rijdende tweewielers (bijvoorbeeld geel licht voerende brommers) kunnen worden verward met een vierwieler (die gele lichten voert) is het wenselijk dat de kleur van de koplichten zou worden voorgeschreven (in het voorbeeld: witte lichten voor vierwielers). De kans dat deze verwarring optreedt zal echter kleiner zijn naarmate onder meer omstandigheden de koplichten van de vierwieler als configuratie herkenbaar zijn.

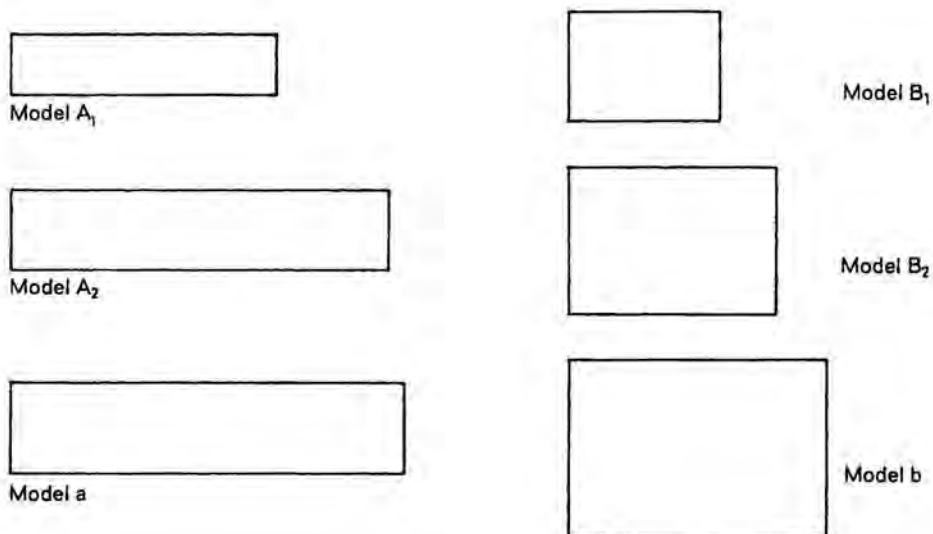
## II Conclusies ten aanzien van de vormgeving van retroflecterende kentekenplaten

### II.1 De waarneembaarheid van retroflecterende kentekenplaten

#### II.1.1 De leesbaarheidsafstand

De maximale afstand waarop witte retroflecterende kentekenplaten met donkere letters en cijfers nog juist leesbaar zijn, behoeft bij duisternis niet geringer te zijn dan overdag. Dit geldt wanneer deze platen worden aangestraald door de dimlichten van een naderend voertuig. Dit zou ook kunnen gelden bij aanstraling door een zaklantaarn, die bij de Franse politie wordt gebruikt (Estival, 1964). In deze situaties is de leesbaarheidsafstand bij duisternis circa twee maal groter dan die van gelakte kentekenplaten.

In het geval de kentekenplaat de internationaal aanbevolen afmetingen heeft, ontstaat een leesbaarheidsafstand van maximaal circa 40 m als het optimale letter- en cijfertype wordt gekozen.



Afbeelding 1. Vergelijking van de afmetingen van kentekenplaten zoals vastgesteld voor Nederland (model A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>) en als internationaal aanbevolen (model a en b), schaal 1 : 10.

Gelet op de breedte/hoogteverhouding van de, op dergelijke kentekenplaten beschikbare tekstruimte komt, voor het verkrijgen van een maximale leesbaarheidsafstand, een letter- en cijfertype van het Amerikaanse Bureau of Public Roads (type D) thans het meest in aanmerking. Het B.P.R.-type D heeft bovendien gunstige eigenschappen voor wat betreft het verminderen van de overstraling van de (donkere) symbolen door de retroflecterende achtergrond. Het letter- en cijfertype dat thans wordt gebruikt op kentekenplaten is minder geschikt dan B.P.R.-type D, gelet op de resulterende leesbaarheidsafstand (naar schatting circa 25 % geringer). Dit geldt nog sterker bij toepassing van het huidige letter- en cijfertype op retroflecterende kentekenplaten, vanwege de dan te verwachten relatief sterke overstraling van de (donkere) symbolen door de (witte) retroflecterende achtergrond.

I  
A B 1 2 3 4

II  
A B 1 2

III  
A B 1 2

Afbeelding 2. Vergelijking (op schaal 1 : 2) van het thans gebruikte lettertype op model A<sub>1</sub> en B<sub>1</sub> (I) en op model A<sub>2</sub> en B<sub>2</sub> (II) en het BPR-type D in internationaal aanbevolen afmetingen (III).



Bij het toepassen van de internationaal aanbevolen afmetingen voor kentekenplaten en een keuze van de optimaal te gebruiken symbolen kan naar verwachting een circa 35 % grotere leesbaarheidsafstand worden verkregen dan bij handhaving van de huidige afmetingen en symbolen op de huidige kentekenplaten.

#### **II.1.2 De zichtbaarheidsafstand**

De afstand, waarop kentekenplaten in de hierboven voorgestelde retroflecterende uitvoering zichtbaar zijn, bedraagt meer dan 240 m, in het geval deze plaat achterop een voertuig, wordt aangeschreven door de dimlichten van een naderend voertuig.

In het geval de kentekenplaat met het voorgestelde reflecterend vermogen aan de achterzijde van een door een naderend bestuurder wordt waargenomen naast de dimlichten van een tegenligger, zal de zichtbaarheidsafstand, afhankelijk van de afstand (d) tussen de kentekenplaat en de dimlichten van de tegenligger, als regel circa 130-200 m bedragen (voor d = 2 en 3 m, resp. 2,4 en 3,6 m). Wanneer de kentekenplaat met het voorgestelde reflecterend vermogen, aan de voorzijde van de auto naast één ontstoken dimlicht wordt waargenomen, is de zichtbaarheidsafstand, afhankelijk van de afstand tussen kentekenplaat en dimlicht (50 à 90 cm), circa 60 à 130 m.

## **II.2 Het effect van retroflecterende kentekenplaten op de ongevallenkans**

Een positief effect van retroflecterende kentekenplaten op de kans op ongevallen bij duisternis, met name op het aantal botsingen met geparkeerde voertuigen en het aantal kop-staartbotsingen, is aannemelijk. Aanwijzingen voor een dergelijk effect, hoewel niet geheel ondubbelzinnig, werden verkregen uit Amerikaans onderzoek. In een aantal Amerikaanse staten zijn dergelijke kentekenplaten toegestaan, respectievelijk wettelijk verplicht gesteld.

## **II.3 Mogelijkheden voor het fotograferen van retroflecterende kentekenplaten**

Bij retroflecterend materiaal neemt de hoeveelheid teruggekaatst licht af als functie van de waarnemingshoek. Hierdoor kan een eenvoudige oplossing worden gevonden voor het probleem van de overbelichting bij het fotograferen van retroflecterende kentekenplaten. Door de Gemeentepolitie van Wassenaar werd

op basis van dit principe en het kiezen van een juiste fotografische procedure een acceptabele werkwijze voor het fotograferen van retroflecterende kentekenplaten opgesteld. Bij de toepassing van deze werkwijze kunnen ook niet-retroflecterende kentekenplaten met acceptabel resultaat worden gefotografeerd.

## **II.4 Keuringseisen**

In dit rapport staan aanbevelingen voor de reflectie, de diffuse reflectie en de kleurcoördinaten van retroflecterende materialen voor kentekenplaten. Behalve ten aanzien van de reflectie-eigenschappen en de kleur dienen doelmatige retroflecterende kentekenplaten aan eisen te voldoen betreffende de weerstand tegen stoten, trillen, buigen, corrosie, benzine, water, alsmede aan de hechtingseisen te stellen aan de retroflecterende laag en eisen voor de bevestiging op de auto.



### III Discussie ten aanzien van de toepassing van retroflecterende kentekenplaten en alternatieve middelen

De belangrijkste aspecten van de waarneembaarheid van voertuigen zijn:

- a. de zichtbaarheid of opvallendheid, speciaal voor stilstaande voertuigen;
- b. de herkenbaarheid, speciaal voor rijdende voertuigen; voor de herkenbaarheid is met name van belang het verschil tussen twee- en vierwielige voertuigen, en meer in het algemeen: de afmetingen in lengte en breedte, en de snelheid van het voertuig.

#### III.1 De achterkant van voertuigen

##### III.1.1 De reeds verplichte reflectoren

De eisen die thans gelden voor het oppervlak en het reflecterend vermogen van de voorgeschreven reflectoren zijn gepubliceerd in de Nederlandse Staatscourant van 18 mei 1967 nr. 94. Bij deze eisen is een onderscheid gemaakt tussen de afmetingen van reflectoren op motorvoertuigen en die van lengtedriehoeken voor aanhangwagens en opleggers.

Teneinde voor deze reflectoren en lengtedriehoeken een **zichtbaarheidsafstand** te verkrijgen die ongeveer gelijk is aan die van een kentekenplaat in de in dit rapport aanbevolen uitvoering, zou het reflecterend vermogen hoger moeten zijn dan de huidige voorschriften aangeven (10 cd/m<sup>2</sup> per lux). Een reflecterend vermogen van 100 cd/m<sup>2</sup> per lux, zou de zichtbaarheidsafstand, ook indien een naderende bestuurder wordt gehinderd door de dimlichten van een tegenligger, ongeveer verdubbelen.

De voorgeschreven reflectoren van motorvoertuigen (en de lengtedriehoeken van aanhangwagens en opleggers) zijn bedoeld als middel ter verhoging van de zichtbaarheid van een vierwielig motorvoertuig. Indien van een dergelijke voertuig slechts één achterlicht brandt zal, in het geval de van achteren naderende bestuurder wordt gehinderd door de dimlichten van een tegenligger, er een verschil bestaan tussen de rechter en de linker reflector voor wat de de zichtbaarheidsafstand betreft. Op een bepaalde afstand zal dan slechts één reflector zichtbaar zijn. Hierdoor ontstaat de kans dat een van achteren naderende

bestuurder een vierwielig voertuig, waarvan één der achterlichten niet brandt, aanziet voor een tweewielig voertuig.

Deze verwarring is echter minder riskant, naarmate de naderende bestuurder meer tijd en gelegenheid heeft zijn koers en snelheid aan te passen, gerekend vanaf het tijdstip dat hij behalve één achterlicht, tevens een reflector ter plaatse van het niet-brandende achterlicht waarneemt (en dus het voorliggende voertuig als vierwielig kan herkennen).

Deze verwarring zou overigens worden weggenomen door het toepassen van configuraties van reflectoren, waardoor de breedte of het links-rechts onderscheid zichtbaar is. Dit geldt op analoge wijze ook voor de achterlichten.

Berekend kan worden welke eisen, voor wat betreft oppervlak en reflecterend vermogen, aan de reflectoren dienen te worden gesteld om op voldoende afstand zichtbaar te zijn.

Hierbij wordt dan uitgegaan van het feit dat verblinding door tegenliggers vooral zal voorkomen op tweestrookswegen en dat de breedte van deze wegen niet meer bedraagt dan  $2 \times 3,00$  m.

Aangenomen is tevens dat de afstand tussen twee dimlichten van de tegenligger 1,20 m bedraagt (gerekend vanuit het hart van de lampen), de afstand tussen de twee reflectoren op het voorliggende voertuig eveneens 1,20 m bedraagt (van hart tot hart gerekend), en de positie van de twee voertuigen in het midden van hun rijstrook is. De afstand tussen de linker reflector van de voorligger (gezien vanuit de positie van de naderende bestuurder) en de twee dimlichten van de tegenligger zal dan 1,80 (=  $d_1$ ), resp. 3,00 m (=  $d_2$ ) bedragen. Wanneer de linker reflector zichtbaar is zal de rechter reflector dit ook zijn (de waarden voor  $d$  zijn voor de rechter reflector immers groter). Niet onaannemelijk is, dat de vereiste zichtbaarheidsafstand in de meeste gevallen 130 m à 240 m zal kunnen bedragen (zie blz. 42).

Dan kan berekend worden het minimaal vereiste oppervlak ( $O$ ) en het minimaal vereiste reflecterend vermogen ( $r$ ), opdat de (linker) reflector zichtbaar zal kunnen zijn op de vereiste afstand ( $R$ ).

Met het thans minimaal vereiste reflecterend vermogen ( $10 \text{ cd/m}^2$  per lux) zou voor  $d_1 = 1,80$  m en  $d_2 = 3,00$  m, voor  $R = 240$  m, een afmeting zijn benodigd van 30 boogminuten.

$$(r = \frac{\Delta L}{l}, \Delta L = 0,02 \times 10 = 0,20 \text{ cd/m}^2; L_s \approx 10 \text{ cd/m}^2;$$

uit afbeelding 3 op blz. 45 (Adrian, 1965) volgt dan de minimaal noodzakelijke objectgrootte). Deze is  $2,5 \times$  groter dan het thans maximaal toegestane oppervlak.

De huidige voorschriften betreffen uitsluitend het maximaal toegestane oppervlak. De reflectoren van motorvoertuigen moeten beschreven kunnen worden binnen een cirkel met een diameter van 200 mm.

Voor dit oppervlak zou, voor een zichtbaarheidsafstand  $R = 240$  m en voor de genoemde verblindingsconditie, het reflecterend vermogen circa  $100 \text{ cd/m}^2$  per lux moeten bedragen.

Voor  $R = 130$  m, zou voor deze omstandigheden, voor een retro reflecterend oppervlak dat tenminste zo groot is als het thans maximaal toegestane oppervlak, kunnen worden volstaan met het thans minimaal vereiste reflecterend vermogen ( $10 \text{ cd/m}^2$  per lux).

Vergroting van het oppervlak tot een minimumwaarde die thans als maximum geldt (en/of verhoging van het reflecterend vermogen tot circa 100 cd/m<sup>2</sup> per lux) is dus noodzakelijk, opdat de thans reeds verplichte reflectoren achterop voertuigen, doeltreffend kunnen zijn voor het verminderen van de kans op verwarring tussen vierwielige motorvoertuigen waarvan slechts één achterlicht brandt en tweewielige motorvoertuigen die bij duisternis rijden op tweestrooks-wegen zonder openbare verlichting. Dit geldt in het geval deze worden genaderd door een met dimlichten rijdend motorvoertuig, waarvan de bestuurder wordt gehinderd door de dimlichten van een tegenligger. Voor het geval de naderende bestuurder niet wordt gehinderd door de dimlichten van een tegenligger zou het thans voor de reflectoren minimaal vereiste reflecterend vermogen voldoende kunnen zijn, mits het thans maximaal toegestane oppervlak als minimaal vereist oppervlak wordt gesteld (zie blz. 43 voor de te hanteren formule).

### **III.1.2 Retroflecterende strips**

Voor extra retroflecterende materialen achterop voertuigen, gelden dezelfde bezwaren als ten aanzien van de verplichte reflectoren. Er is een verschil in zichtbaarheidsafstand  $e_n$  daarmee kans op verwarring tussen twee- en vierwielige voertuigen in het geval de naderende bestuurder wordt gehinderd door de dimlichten van tegenliggers.

Ook hier zal de kans op verwarring geringer zijn bij het toepassen van retroflecterend materiaal over de volle breedte van het voertuig, en of bij het toepassen van configuraties waarbij het links-rechts onderscheid zichtbaar is.

### **III.1.3 De retroflecterende kentekenplaat**

De kentekenplaat in retroflecterende uitvoering zal aan de in paragraaf III.1.1 en III.1.2 genoemde middelen gelijkwaardig kunnen zijn voor wat betreft de zichtbaarheidsafstand, maar niet voor wat betreft het ontdekken en beoordelen van snelheid- en afstandverschillen.

Dit geldt indien ervan wordt uitgegaan dat ten aanzien van het laatstgenoemde waarnemingsproces een beoordeling van de schijnbare breedte van de zichtbare delen van het voertuig – de kentekenplaat, een strip over de volle breedte of (de afstand tussen) de twee (configuraties van) reflectoren – van enig belang is (de kentekenplaat heeft een geringe breedte).

### **III.1.4 Aparte voorzieningen voor twee- en vierwielige motorvoertuigen**

Voor het verhogen van de mogelijkheden tot het onderscheiden van twee- en vierwielige motorvoertuigen, speciaal in de gevallen waarbij van een vierwielig motorvoertuig één der voorgeschreven (configuraties van) achterlichten niet brandt, zou het toepassen van eenzelfde configuratie van reflectoren op vierwielige motorvoertuigen zijn te overwegen. De (configuratie met de) retroflecterende kentekenplaat zou dan uitsluitend gereserveerd kunnen worden voor tweewielige motorvoertuigen (motorfietsen en scooters). Tweewielige motorvoertuigen bieden bovendien weinig andere mogelijkheden ter verhoging van de zichtbaarheid, in het geval de achterverlichting niet brandt.

Het oppervlak van de kentekenplaat voor tweewielige motorvoertuigen is een factor 1,5 kleiner dan die van vierwielige motorvoertuigen. Voor het behoud van de vereiste zichtbaarheidsafstand zou daarom een (circa 1,5 x) hoger reflecterend vermogen gekozen moeten worden.

Opgemerkt moet echter worden dat deze oplossing geen informatie geeft ten aanzien van het gewicht, minstens even belangrijke onderscheid tussen tweewielige voertuigen onderling, speciaal motoren en scooters enerzijds, en (brom-)fietsen anderzijds.

### III.1.5 Categoriëren van voertuigen naar afmetingen en bewegingskenmerken

Het benodigde onderscheid tussen twee- en vierwielige voertuigen kan worden verkregen door een breedte-aanduiding of een links-rechts onderscheid in de vormgeving van de achterlichten, respectievelijk retro reflecterende middelen op vierwielige voertuigen.

Voor het onderscheid tussen tweewielige voertuigen onderling kan worden gedacht aan het toepassen van extra configuraties van retro reflecterende middelen, bijvoorbeeld de fiets voorzien van reflectoren in de pedalen, de bromfiets (of de motor, scooter) van een (wit) retro reflecterend spatbord of kentekenplaat. De motor, scooter (of de bromfiets) is dan te herkennen aan zijn achterlicht, respectievelijk reflector zoals thans is voorgeschreven. De overige tweewielige voertuigen aan de combinatie van achterlicht, reflector en de genoemde extra (retro reflecterende) middelen.

Deze maatregelen met betrekking tot de mogelijke onderlinge verwarring zijn echter niet afdoende. De weggebruiker beschikt daarmee nog niet over voldoende informatie omtrent de bewegingskenmerken (positie, snelheid) van individuele voertuigen.

De grootste individuele verschillen treden op bij vierwielige voertuigen. Nader onderscheid is daarom vooral in die groep noodzakelijk. Het bepalen van het aantal benodigde onderscheidingen en van de configuraties die hiervoor in aanmerking komen vergt nader onderzoek. Een optimale oplossing zou worden verkregen wanneer de configuraties zijn samengesteld uit zowel achterlichten als reflectoren. Slechts in dat geval is een eenduidig onderscheid mogelijk, ook wanneer de achterlichten niet branden.

## III.2 De voorkant van voertuigen

In het geval van een vierwielig motorvoertuig één van de koplantaarns niet brandt, bestaat voor een tegenligger de kans op verwarring met een tweewielig voertuig. Deze verwarring zou kunnen worden verminderd door waarneming van de kentekenplaat of andere vormen retro reflecterend materiaal.

Hetgeen in paragraaf III.1 werd vermeld ten aanzien van verblinding, geldt in deze situatie in nog sterkere mate, omdat in dit geval de afstand tussen de

verblindende lichtbron en het waarnemingsobject (de kentekenplaat, strips) kleiner is. De benodigde zichtbaarheidsafstand daarentegen zal groter zijn!

### **III.2.1 Retroflecterende kentekenplaten en strips**

Voor het verkrijgen van de benodigde zichtbaarheidsafstand zou het voor-schrijven van een zeer hoog reflecterend vermogen en/of een groter oppervlak voor de kentekenplaat of strips aan de voorzijde van voertuigen gewenst zijn. Hierdoor zou echter een extra verblindingsbron kunnen ontstaan voor de naderende bestuurder. Deze zou dan weliswaar op voldoende grote afstand het vierwielige voertuig als zodanig kunnen herkennen, maar hij zou door de hiertoe getroffen voorziening, tevens hinder kunnen ondervinden bij het waarnemen van het verloop van de weg.

Materiaal dat in aanmerking komt voor deze toepassing en eveneens voldoet aan de eisen voor breukvastheid en dergelijke, wordt thans door de industrie echter niet geleverd (maximaal reflecterend vermogen: 55 cd/m<sup>2</sup> per lux).

Deze mogelijkheid is behalve theoretisch aanvechtbaar, dus bovendien praktisch niet uitvoerbaar. Een additionele mogelijkheid zou kunnen zijn het voorschrijven van een minimaal vereiste afstand tussen de koplantaarns en het retroflecterende materiaal, teneinde de sluiherhelderheid die wordt geleverd door het dimlicht, te verminderen.

Een uniforme afstand zal evenwel moeilijk te verwezenlijken zijn door enerzijds de verschillen tussen (brede en smalle) voertuigen in afstand tussen de koplantaarns, en anderzijds de verschillen tussen voertuigen voor wat betreft de mogelijkheden voor de plaats van bevestiging van het retroflecterend materiaal.

### **III.2.2 Retroflecterend materiaal in de koplantaarns**

Voor het aanbrengen van retroflecterend materiaal op nog verder van de koplantaarns verwijderde plaatsen lijken nog minder mogelijkheden voor uniformiteit aanwezig, gelet op de verschillen in de vormgeving van auto's.

De nog het meest in aanmerking komende plaats lijkt dan de koplantaarn zelf. Verschillen in onderlinge afstand tussen deze lantaarns blijven weliswaar als storingsbron aanwezig. In de U.S.A. (Hanson en Palmquist, 1967) werd een dergelijke oplossing bepleit.

Het aanbrengen van retroflecterend materiaal in de koplantaarn biedt evidente voordelen in vergelijking met een bevestiging aan de buitenzijde, bij voorbeeld rondom de lantaarns (onder andere voor wat betreft de slijtage van de toplaag en de vervuiling). Hanson en Palmquist vonden, voor het speciaal ontwikkelde retroflecterende materiaal (geen verdamping bij hoge temperatuur), dat een reflecterend vermogen van circa 70 cd/m<sup>2</sup> per lux heeft, een zichtbaarheidsafstand van circa 140 m (voor de situatie waarin een 'éénogige' vierwieler (dimlicht) wordt genaderd door een dimlichten voerende tegenligger, en de afstand tussen de wel- en niet-brandende lamp 1,40 m bedraagt).

Hierbij zij opgemerkt dat voor het Europese wagenpark veelal kleinere afstanden tussen de koplantaarns gelden, zodat eveneens de zichtbaarheidsafstand (aanzienlijk) geringer zal zijn. (Als vuistregel geldt dat een 50 % geringere afstand tussen deze lantaarns, de zichtbaarheidsafstand halveert. Voor het behoud van



de oorspronkelijke zichtbaarheidsafstand zou dan een tienmaal hoger reflecterend vermogen zijn vereist).

De genoemde oplossing is principieel de meest juiste, omdat hierbij de configuratie van de koplichten wordt herhaald door de reflectoren. Door een constante afstand tussen de koplantaarns en een hoger reflecterend vermogen van het materiaal zou de praktische waarde van deze oplossing voor rijdende voertuigen nog kunnen toenemen. Zij zou overigens wel een verandering van het optische systeem van de Europese koplantaarn vergen.

### III.2.3 Onderscheid tussen twee- en vierwielige motorvoertuigen

#### A. Naar kleur van koplichten

Een doeltreffender oplossing van de verwarring tussen twee- en vierwielige motorvoertuigen, in het geval van een vierwielig voertuig één van de koplantaarns niet brandt, lijkt te zijn het voorschrijven van in kleur onderscheidbare lichten, bijvoorbeeld wit voor vierwielige en geel voor tweewielige motorvoertuigen. Met het kiezen van deze oplossing voor het probleem van de onderlinge verwarring tussen twee- en vierwielige voertuigen zou evenwel tevens een belangrijke, en wellicht de enig doeltreffende, mogelijkheid verloren gaan voor het maken van het bij duisternis zichtbaar onderscheid tussen tweewielige voertuigen onderling, met name fietsen en bromfietsen enerzijds en motorfietsen en scooters anderzijds.

#### B. Naar configuratie van lichten

Rekening houdende met de mogelijkheid van het onderscheiden binnen de groep tweewielige voertuigen, naar de kleur van de koplichten, zou de verwarring tussen twee- en één-ogige vierwielers met andere middelen dan de kleur van de koplichten dienen te worden opgelost.

Een mogelijkheid hiertoe lijkt te zijn vierwielige motorvoertuigen, behalve aan de dimlichten ook herkenbaar te maken aan het tevens ontstoken stadslucht. In het geval een der dimlichten niet brandt, zou het vierwielige voertuig dan als zodanig nog herkenbaar kunnen zijn aan het ontstoken stadslucht. Wil deze oplossing doeltreffend zijn, dan is vereist dat de lichtsterkte van het stadslucht wordt opgevoerd. Tevens zou dan het aangeven van een minimaal vereist oppervlak aanbeveling verdienen. Bovendien zou dan een minimaal vereiste afstand tussen het stadslucht en het dimlicht in acht moeten worden genomen.

Een dergelijke oplossing voor het probleem van de verwarring tussen twee- en vierwielige motorvoertuigen (in het geval van een vierwielig motorvoertuig de verlichting niet brandt) zal namelijk niet doeltreffend zijn, wanneer de afstand tussen het stads- en dimlicht te gering (en de verschillen in lichtsterkte te groot) om op de vereiste afstand de lichten als afzonderlijk te kunnen waarnemen. Wanneer met bovenstaande oplossing geen rekening zou worden gehouden, en die van in kleur verschillende lichten zou worden gereserveerd voor het opheffen van de verwarring tussen tweewielige voertuigen onderling, bijvoorbeeld geel voor bromfietsen enerzijds en wit voor motoren en scooters anderzijds, dan moet rekening gehouden worden met de mogelijkheid dat twee (naast elkaar rijdende) bromfietsen verward kunnen worden met een auto die gele koplichten voert. Wenselijk ware dan behalve dat voor bromfietsen uitsluitend gele (of witte) lichten, voor auto's uitsluitend witte (of gele) lichten zouden worden toegestaan.

Met een dergelijk voorschrift zou evenwel toch de kans op verwarring tussen een vierwielig motorvoertuig en naast elkaar rijdende scooters en/of motoren blijven bestaan (beide groepen voertuigen voeren immers dezelfde kleur verlichting).

Ook in het geval dat de vormgeving van de (2 × 2) koplichten van vierwielige motorvoertuigen wel aan de eisen voldoet, is één soort verwarring echter niet voorkomen, namelijk die tussen fietsen enerzijds en motoren en scooters anderzijds, die beide een zelfde kleur (wit) licht uitstralende koplantaarns voeren.

Zeker is dus dat de voorgestelde oplossingen niet geheel afdoende zijn. In vergelijking met de huidige situatie zullen zij evenwel een verbetering geven voor wat betreft het bij duisternis zichtbare onderscheid tussen voertuigen van verschillende categorieën. Duidelijk is dat de genoemde maatregelen, onderscheiding naar configuratie en kleur van de koplichten, geen effect zullen sorteren voor geparkeerde voertuigen.

Teneinde voor dat geval een oplossing te verkrijgen zou retroflecterend materiaal additioneel kunnen worden toegepast, bijvoorbeeld wit retroflecterend materiaal in de koplantaarns.





## HET ONDERZOEK



# 1 De functie van retroflecterende kentekenplaten

Retroflecterend materiaal weerkaatst licht in de richting vanwaar wordt aangeschreven. Dit verschijnsel wordt bereikt door een systeem van (half) bolvormige of prismatische elementen.

De zichtbaarheidsafstand van het materiaal op motorvoertuigen wordt niet alleen bepaald door het oppervlak en het reflecterend vermogen. Het wordt ook bepaald door de hoeveelheid licht die het materiaal ontvangt vanuit de richting van het naderende voertuig, alsmede door de helderheid van de omgeving. Naarmate de hoeveelheid licht dat wordt weerkaatst geringer is dan de hoeveelheid licht dat wordt geleverd door lichtbronnen in de omgeving, zal de zichtbaarheidsafstand van het retroflecterende materiaal afnemen. Dit betekent dat retroflecterend materiaal op motorvoertuigen effectief kan zijn op wegen en in straten met geen of onvoldoende openbare verlichting. Daarbij is het uitsluitend effectief voor een naderende bestuurder wanneer dit materiaal wordt aangeschreven door het hoofdlicht of het dimlicht van zijn motorvoertuig.

Buiten de bebouwde kom zal dit meestal het geval zijn. Binnen de bebouwde kom meestal niet.

## 1.1 Zichtbaarheid van motorvoertuigen

De huidige gelakte kentekenplaten dienen uitsluitend als middel om de identiteit van motorvoertuigen te kunnen vaststellen. Bekend is dat de zichtbaarheid van motorvoertuigen door deze platen onvoldoende wordt gegarandeerd, ook wanneer bij duisternis de verlichting voor de kentekenplaat brandt.

Retroflecterende kentekenplaten zouden bij duisternis, op wegen zonder of met een slechte openbare verlichting, de zichtbaarheid van motorvoertuigen wellicht verhogen. Dit geldt in het bijzonder voor motorvoertuigen, waarvan de verlichting in het ongereede is. Ook wanneer de verlichting van het motorvoertuig functioneert kunnen retroflecterende kentekenplaten een bijdrage leveren tot de zichtbaarheid van motorvoertuigen. Dit kan het geval zijn voor motorvoertuigen die onverlicht geparkeerd staan in een slecht verlichte straat en voor motor-

voertuigen waarvan in onverlichte straten, bij duisternis slechts de parkeerlichten branden.

## **1.2 Herkenbaarheid van motorvoertuigen als zijnde twee-, respectievelijk vierwielig**

Retroflecterende kentekenplaten kunnen de herkenbaarheid van motorvoertuigen verhogen, vooral wanneer het gaat om het verschil tussen een twee- of vierwielig voertuig. Deze herkenbaarheid is vooral bij het inhalen van belang. Een vierwielig motorvoertuig waarvan slechts één kop- of achterlicht brandt, wordt immers bij duisternis op een niet of slecht verlichte weg gemakkelijk verward met een tweewielig motorvoertuig. De kans op een dergelijke verwarring kan worden verkleind wanneer de naderende bestuurder over additionele aanwijzingen beschikt om twee-, dan wel vierwielige motorvoertuigen te herkennen. Het waarnemen van een retroflecterende kentekenplaat naast de koplamp of het achterlicht zou hiervoor wellicht een oplossing zijn.

## **1.3 Het beoordelen van positie, snelheid en afstand**

Met het zichtbaar zijn van een motorvoertuig en het herkennen ervan weet de naderende bestuurder nog niets over de positie van, de afstand tot en het verschil in snelheid met dit motorvoertuig. Een onjuiste schatting van positie, snelheid en afstand kan een rol spelen bij het ontstaan van kop-staartbotsingen.

## **1.4 Het identificeren van motorvoertuigen**

Voor het vaststellen van de identiteit van motorvoertuigen is de kentekenplaat onmisbaar. Bij rijdende motorvoertuigen is de afstand waarop de kentekenplaat kan worden gelezen of gefotografeerd, hiervoor maatgevend. Door toepassing van retroflecterend materiaal zal bij duisternis de leesbaarheidsafstand worden vergroot indien de kentekenplaat wordt aangestraald.

De vergroting van de identificatieafstand is op de eerste plaats van belang voor de opsporing van verkeersovertreders.

Voor een vergroting van de zichtbaarheid en herkenbaarheid van motorvoertuigen,

alsmede voor wat betreft het beoordelen van snelheid en afstand is men echter niet uitsluitend aangewezen op de retroflecterende kentekenplaat.

## **2 Het effect van retroflecterende kentekenplaten op de ongevalenkans**

Onderzoeken in het buitenland indiceren een positieve invloed van retroflecterende kentekenplaten op de verkeersveiligheid

### **2.1 Onderzoek in de staat Maine (USA)**

In de Amerikaanse staat Maine zijn retroflecterende kentekenplaten verplicht sinds 1950 (zie tabel 1).

Er zijn aanwijzingen dat het aantal botsingen (met dodelijke afloop) met geparkeerde motorvoertuigen bij duisternis, buiten de bebouwde kom, is afgenomen na het invoeren van retroflecterende kentekenplaten in deze Amerikaanse staat. Niet bekend is evenwel of en in welke mate deze vermindering ook kan worden geconstateerd in andere staten, waar het gebruik van retroflecterende kentekenplaten in dezelfde periode niet verplicht was gesteld. Bovendien zijn de aantallen ongevallen met dodelijke afloop en botsingen met geparkeerde motorvoertuigen te gering om hieruit verantwoorde conclusies te kunnen trekken.

### **2.2 Onderzoek in de staat Minnesota (USA)**

In de staat Minnesota zijn sinds 1956 retroflecterende kentekenplaten verplicht.

Er is een onderzoek verricht naar het aantal doden als gevolg van kop-staartbotsingen met geparkeerde motorvoertuigen, gedurende de nachtelijke uren buiten de bebouwde kom, voor en na 1956. Dit geeft als resultaat een procentuele vermindering van het aantal bij duisternis buiten de bebouwde kom optredende ongevallen.

**Tabel 1. Het aantal ongevallen naar type en afloop, bij duisternis, buiten de bebouwde kom, voor en na 1.1-1950, in de staat Maine (U.S.A.)**

gemiddeld aantal ongevallen per jaar, buiten de bebouwde kom	over de periode 1945—1949	over de periode 1950—1963
totaal	2363	6023
waarvan bij duisternis	968	2070
met geparkeerde voertuigen	142	121
waarvan bij duisternis	87	37
met dodelijke afloop bij duisternis	39	42
waarvan met geparkeerd motorvoertuig	3,8	1,6

Ook deze gegevens zijn evenwel niet ondubbelzinnig, omdat van jaar tot jaar het aantal (ongevallen met) doden naar verhouding veel minder sterk toeneemt dan het totaal aantal ongevallen. Het aantal (ongevallen met) doden als percentage van het totaal aantal ongevallen zal daarom van jaar tot jaar afnemen. Niet bekend is of na de introductie van retroflecterende kentekenplaten, deze daling werd geaccentueerd.

### 2.3 Onderzoek in Polk County, Iowa (USA)

In Polk County, Iowa bedroeg in 1959 het aantal geregistreerde motorvoertuigen: 99.831; daarvan was 60 % voorzien van retroflecterende kentekenplaten.

Tabel 2 geeft een overzicht van het aantal botsingen met geparkeerde motorvoertuigen, naar afloop en betrokken motorvoertuigen, dat in 1959 bij duisternis plaats vond.

Van het aantal geparkeerde motorvoertuigen dat werd aangereden blijken er 78, dat is 24 % van het totaal (326), te zijn voorzien van retroflecterende kenteken-

	met dodelijke afloop	niet met dodelijke afloop (met inbegrip van uitsluitend materiële schade)	totaal
motorvoertuigen met retroflecterende kentekenplaten	—	78	78
motorvoertuigen zonder retroflecterende kentekenplaten	2	246	248
totaal	2	324	326

**Tabel 2. Het aantal botsingen bij duisternis met geparkeerde motorvoertuigen, naar betrokken motorvoertuigen (wel en geen retroflecterende kentekenplaat) in Polk County, Iowa (U.S.A.) 1959**

platen. In de totale populatie motorvoertuigen bedraagt het aantal met retroflecterende kentekenplaten voorziene motorvoertuigen 60 %.

Hieruit zou kunnen worden geconcludeerd dat voor bij duisternis geparkeerde motorvoertuigen met retroflecterende kentekenplaten, de kans te worden aangereden relatief geringer is. Deze conclusie geldt wanneer van alle bij duisternis geparkeerde motorvoertuigen 60 % met en 40 % zonder retroflecterende kentekenplaat zouden zijn voorzien. Of dit zo was is niet bekend.

Er bestaan dus aanwijzingen dat retroflecterende kentekenplaten een gunstige uitwerking op de verkeersveiligheid hebben. Maar deze aanwijzingen zijn niet geheel ondubbelzinnig. Nadere ongevalstudies zouden daarom wenselijk kunnen zijn.

Eenzelfde conclusie kan worden getrokken uit een recente voor- en nastudie in de Amerikaanse staat Californië (Campbell en Rouse, 1968).



## **3 De waarneembaarheid van retroflecterende kentekenplaten**

### **3.1 De leesbaarheidsafstand van de symbolen**

#### **3.1.1 Omstandigheden die de leesbaarheidsafstand beïnvloeden**

Ten aanzien van de indentificatie is niet alleen de maximale afstand waarop de letters en cijfers op de kentekenplaat kunnen worden gelezen van belang. De leesbaarheidsafstand wordt ook beïnvloed door onder meer de helderheid van de omgeving, alsmede de contrastgevoeligheid en de gezichtsscherpte van de waarnemer.

#### **3.1.2 De keuze van het lettertype en de daarbij behorende karakteristieken**

- A. De leesbaarheidsafstand van letters en cijfers wordt beïnvloed door o.m.
1. De hoogte van het letter- en cijferbeeld.
  2. De breedte van het letter- en cijferbeeld.
  3. De stokdikte van het letter- en cijferbeeld.
  4. De spatiëring (de afstand tussen de letters en cijfers onderling).
  5. De ontwerpdetails.
  6. Het absolute helderheidsniveau (en de kleur) van de letters en cijfers, resp. die van de kentekenplaat, en die van de omgeving (bijvoorbeeld de auto, het wegdek, de hemel, het verkeer).
  7. Het contrast in helderheid (en kleur) van de letters en cijfers ten opzichte van de kentekenplaat.
  8. Het contrast in helderheid (en kleur) van de kentekenplaat als geheel ten opzichte van de omgeving (bijvoorbeeld de auto, het wegdek, de hemel, het verkeer).

Over de exacte bijdrage aan de leesbaarheidsafstand van elk van deze omstandigheden, en combinaties daartussen, is nog onvoldoende bekend. Aannemelijk is evenwel dat – afgezien van de helderheid en de kleur (contrasten) – de hoogte en de breedte van het letterbeeld (verder te noemen respectievelijk letterhoogte en (gemiddelde) letterbreedte<sup>1)</sup>), alsmede de stokdikte en de spatiëring factoren zijn van de eerste orde voor de leesbaarheidsafstand. Ontwerpdetails kunnen dan als van tweede orde worden beschouwd.

---

<sup>1)</sup> Met de letterhoogte wordt hier bedoeld de hoogte van het letterbeeld van de kapitaal (op kentekenplaten wordt alleen gebruik gemaakt van kapitalen). De letterbreedte (van de kapitalen) is per lettertype voor een aantal groepen karakters verschillend. Omdat echter op kentekenplaten letters en cijfers in alle mogelijke combinaties kunnen voorkomen is, voor het stellen van algemene regels voor de keuze van het toe te passen lettertype, uitgegaan van de gemiddelde letterbreedte per lettertype.

Bij deze aanname zouden letter- en cijfertypen gekenmerkt kunnen worden door de gemiddelde breedte/hoogteverhouding van de letters en cijfers en de daarbij behorende stokdikte en spatiëring

De keuze van het letter- en cijfertype kan dan worden bepaald naar:

- het per letter en/of cijfer beschikbare oppervlak, uitgedrukt in de gemiddelde breedte/hoogte verhouding ( $x$ )
- de gemiddelde breedte/hoogte verhouding van een aantal beschikbare letter- en cijfertypen  $\left(\frac{b}{h}\right)$
- de leesbaarheidsafstand van een aantal letter- en cijfertypen, uitgedrukt in meters per cm letterhoogte ( $l$ )

B. Het probleem is nu, op basis van efficiency (benodigd oppervlak versus leesbaarheidsafstand) het gebruik van verschillende lettertypen te indiceren naar verschillen in de breedte/hoogte-verhouding van het beschikbare oppervlak. Gelet op deze efficiency komen vier letter- en cijfertypen in aanmerking voor toepassing. Deze zijn de typen C, D, E en F van het B.P.R., het Amerikaanse Bureau of Public Roads.

Tabel 3 geeft een overzicht van de gemiddelde breedte/hoogte-verhouding <sup>1)</sup> en de (gemiddelde) leesbaarheidsafstand per cm letterhoogte ( $l$ ). De waarden voor  $l$  gelden voor zwarte letters op een witte niet-retro reflecterende achtergrond (Kneebone, 1964).

Wanneer  $x \geq \left(\frac{b}{h}\right)_F$  zouden alle lettertypen kunnen worden gebruikt. In dat geval zou evenwel toepassing van type F de voorkeur verdienen, vanwege de grotere leesbaarheidsafstand. Het probleem is nu om voor het gebied  $x < \left(\frac{b}{h}\right)_F$  overgangswaarden aan te geven voor het gebruik van de typen E, D en C.

Type E kan worden gebruikt wanneer  $\left(\frac{b}{h}\right)_F > x > \left(\frac{b}{h}\right)_E$ . Het beschikbare tekstoppervlak zou dan echter niet ten volle benut worden.

Om het bredere type F te kunnen gebruiken zou  $h_F$  moeten voldoen aan:

$$h_F = \frac{x}{\left(\frac{b}{h}\right)_F} \cdot h_E \quad (1)$$

Het kiezen van F in plaats van E heeft echter alleen zin wanneer

$$l_F > l_E, \text{ dat wil zeggen } l_F \cdot h_F > l_E \cdot h_E \quad (2)$$

Substitutie van (1) en (2) geeft:

$$l_F \cdot \frac{x}{\left(\frac{b}{h}\right)_F} \cdot h_E > l_E \cdot h_E$$

<sup>1)</sup> De gemiddelde breedte/hoogte verhouding is berekend met inbegrip van de spatiëring tussen de symbolen.

**Tabel 3. De gemiddelde breedte/hoogte-verhouding en de gemiddelde leesbaarheidsafstand van een aantal lettertypen**

lettertype B.P.R.	gemiddelde breedte/hoogte-verhouding	gemiddelde leesbaarheidsafstand per cm letterhoogte, voor donkere letters op een lichte achtergrond
C	0,61	4,7 m
D	0,73	5,8 m
E	0,88	6,2 m
F	0,98	6,6 m

$$I_F \cdot \left(\frac{b}{h}\right)_F^x > I_E$$

$$x > \frac{I_E}{I_F} \cdot \left(\frac{b}{h}\right)_F$$

$$x > \frac{6,2}{6,6} \cdot 0,98 \rightarrow x > 0,92$$

Het toepassen van type F is dus geïndiceerd bij  $x > 0,92$ .

Op analoge wijze kan worden berekend uit  $L_E > L_D$  dat het gebruik van type E in plaats van type D is geïndiceerd voor  $x > 0,82$ . Het toepassen van type E is dus geïndiceerd voor  $0,92 \geq x > 0,82$ .

De analoge berekening geeft  $x > 0,59$  voor het gebruik van type D. Deze waarde is zelfs kleiner dan de waarde voor  $\left(\frac{b}{h}\right)_C$ .

Voor  $x < 0,82$  is dus het gebruik van type D geïndiceerd.

Type C verdient slechts toepassing wanneer wordt uitgegaan van een vaste letter- en/of cijferhoogte, terwijl tevens de beschikbare tekstruimte, gelet op het aantal letters en/of cijfers, te weinig breedte heeft voor het toepassen van een ander type.

#### Opmerking:

De waarde van  $x$  behoeft voor het toepassen van de verschillende typen, niet gelijk te zijn aan de  $\frac{b}{h}$ -waarde van het gekozen type. Bij het berekenen van de letterhoogte, respectievelijk -breedte, kan dit verschillen geven. Om moeilijkheden met de spatiering te voorkomen geldt als uitgangspunt:

de letterbreedte, wanneer  $x < \left(\frac{b}{h}\right)$ -type

de letterhoogte, wanneer  $x > \left(\frac{b}{h}\right)$ -type.

C. Het op kentekenplaten toe te passen letter- en cijfertype kan nu worden bepaald als volgt.

De afmetingen van kentekenplaten worden internationaal aanbevolen als: (E.C.E., 1967) (zie afbeelding 1, blz. 13).

Model a:  $520 \times 120$  mm

Model b:  $340 \times 240$  mm

#### Model a

Voor de letters en cijfers is een tekstbreedte van 470 mm beschikbaar op kentekenplaten volgens model a, in het geval dat voor de horizontale afstand tussen de tekst op en de rand van de kentekenplaat een, voor (Amerikaanse) verkeerstekens gebruikelijke, waarde wordt gekozen die gelijk is aan twee maal de stokdikte van de symbolen ( $2 \times 2 \times 1,25 = 5$  cm voor B.P.R.-type D)<sup>1)</sup>. De letterhoogte is internationaal bepaald op 8 cm.

Het beschikbare tekstoppervlak is dus  $470 \times 80$  mm.

Het aantal symbolen voor Nederlandse kentekenplaten is acht (zes letters en/of cijfers en twee verbindingstrepen). Van het per symbool beschikbare oppervlak is de gemiddelde breedte/hoogte-verhouding  $x = 0,73$ . Deze waarde voldoet aan  $x \leq 0,82$ , waaruit volgt dat het gebruik van B.P.R.-type D is geïndiceerd. Tabel 4 geeft een overzicht van de benodigde tekstbreedte en de resulterende leesbaarheidsafstand voor een tekst van acht symbolen met een hoogte van 8 cm, voor de gevallen waarbij type D of de typen C, E of F zouden worden toegepast.

Ook wanneer voor de typen E en F, die een grotere leesbaarheidsafstand per cm letterhoogte bezitten dan type D (en type C), een letterhoogte kleiner dan 8 cm zou worden gekozen, zou een geringere leesbaarheidsafstand worden verkregen. Dit is af te leiden uit de vergelijkingen (1) en (2) van deze paragraaf. (Voor type E zou dan een letterhoogte van 6,7 cm resulteren, met een leesbaarheidsafstand van 41,5 m, voor type F:  $h_F = 6$  cm,  $L_F = 39,6$  m; voor type C:  $h_C = 9$  cm,  $L_C = 42,3$  m).

#### Model b

Kentekenplaten volgens model b van de internationaal aanbevolen afmetingen bevatten twee regels tekst.

Op de eerste regel worden vier symbolen met één verbindingstreep aangebracht. De per symbool beschikbare breedte/hoogte-verhouding bedraagt 0,72. Deze waarde voldoet aan  $x \leq 0,82$ , waaruit volgt dat het gebruik van type D is geïndiceerd.

Op de tweede regel worden twee symbolen aangebracht. Uit de per symbool beschikbare breedte/hoogte-verhouding volgt het gebruik van type F.

De totale leesbaarheid van de kentekenplaat, wordt bepaald door de regel met de letters en/of cijfers met de kleinste  $\frac{b}{h}$ -verhouding. Om die reden is voor beide regels van model b het gebruik van hetzelfde lettertype, namelijk D, aan te bevelen.

---

<sup>1)</sup> Deze waarde beïnvloedt de keuze van het lettertype niet. Zelfs wanneer voor de beschikbare tekstbreedte wordt uitgegaan van 520 mm, zou het geïndiceerde lettertype niet anders zijn dan hierna wordt afgeleid.

**Tabel 4. Benodigde tekstbreedte en resulterende leesbaarheidsafstand per lettertype voor kentekenplaten, van de internationaal aanbevolen afmetingen, (Model a)**

lettertype B.P.R.	benodigde tekstbreedte	resulterende leesbaarheidsafstand
C	$8 \times 0,61 \times 8 = 39 \text{ cm}$	$8 \times 4,7 = 37,6 \text{ m}$
D	$8 \times 0,73 \times 8 = 46,7 \text{ cm}$	$8 \times 5,8 = 46,4 \text{ m}$
E	$8 \times 0,88 \times 8 = 56,3 \text{ cm}$	$8 \times 6,2 = 49,6 \text{ m}$
F	$8 \times 0,98 \times 8 = 62,7 \text{ cm}$	$8 \times 6,6 = 52,8 \text{ m}$

Opgemerkt zij dat is uitgegaan van leesbaarheidsafstanden per cm letterhoogte, zoals die werden gevonden voor waarneming overdag voor donkere letters op een witte achtergrond (zie Kneebone, 1964). Voor waarneming bij duisternis en met retroflecterend materiaal zijn dergelijke gegevens nog onvoldoende bekend. Lettertakens met een, voor waarneming overdag, optimale leesbaarheidsafstand kunnen voor waarneming bij duisternis, en bij toepassing van retroflecterend materiaal als achtergrond een geringere leesbaarheidsafstand opleveren (relatief geringe stokdikte van de letters, groter helderheidscontrast en daarmee meer kans op overstraling). Voor donkere letters op een lichte (retroflecterende) achtergrond kan de overstraling worden tegengegaan, bijvoorbeeld door het toepassen van lettertypen met een dikkere stok.

Bij toepassing van B.P.R.-type D zal de kans op overstraling relatief gering zijn, door de karakteristieken die voor toepassing op retroflecterende achtergrond relatief gunstig zijn.

### 3.1.3 Afmetingen, symbolen en leesbaarheidsafstand van de huidige kentekenplaten in Nederland

A. Door de hoofdcommissie voor de Normalisatie in Nederland, werden in 1950 de afmetingen vastgesteld van kentekenplaten. De normbladen N 1147 en N 1148 geven als waarden aan (zie ook afbeelding 1, blz. 13).

Voor motorvoertuigen op twee wielen met of zonder zijspanwagen:

Model A<sub>1</sub>: 350 (maximaal) × 80 mm

Model B<sub>2</sub>: 200 (maximaal) × 145 mm

De in deze normbladen voorgeschreven hoogte van letters en cijfers, inclusief interliniëring (ruimte tussen de regels), bedraagt 60 mm, de letterbreedte blijkt gemiddeld 31,5 mm te bedragen, met inbegrip van de spatiëring (ruimte tussen letters en cijfers).

Voor motorrijtuigen op meer dan twee wielen:

Model A<sub>2</sub>: 500 (maximaal) × 105 mm

Model B<sub>2</sub>: 275 (maximaal) × 195 mm

De letterhoogte is 90 mm, inclusief interliniëring; de letterbreedte bedraagt gemiddeld 47,0 mm, spatiëring inbegrepen.

Over de leesbaarheidsafstand per cm letterhoogte van de huidige Nederlandse letter- en cijfervormen is onvoldoende bekend. Gelet op de breedte/hoogte- en letterhoogte/stokdikte-verhouding van de thans voorgeschreven letter- en cijfer-typen zou deze conform die van B.P.R.-type C kunnen zijn (4,7 m per cm letterhoogte). Voor de huidige kentekenplaten en de daarop voorgeschreven letter- en cijfervormen, en uitgaande van een feitelijke symboolhoogte van 48 mm (voor model A<sub>1</sub> en B<sub>1</sub>), resp. 72 mm (voor model A<sub>2</sub> en B<sub>2</sub>), zou dan een leesbaarheidsafstand, conform die bij toepassing van B.P.R.-type C, kunnen worden bereikt van  $4,8 \times 4,7 = 22$  m en  $7,2 \times 4,7 = 34$  m, voor zwarte letters op een witte achtergrond. Deze afstand zal evenwel niet kunnen worden verkregen wanneer de kentekenplaat retroflecterend zou worden uitgevoerd, vanwege de te verwachten overstraling door de te geringe stokdikte van de huidige letter- en cijfervormen (letterhoogte/stokdikte-verhouding 8 : 1).

B. Wanneer de huidige afmetingen van de kentekenplaten zouden blijven gehandhaafd, met de voorgeschreven feitelijke symboolhoogten van 48 mm (voor model A<sub>1</sub> en B<sub>1</sub>) en 72 mm (voor model A<sub>2</sub> en B<sub>2</sub>) kan het toe te passen letter- en cijfer-type als volgt worden bepaald.

De modellen A<sub>1</sub> en A<sub>2</sub>, B<sub>1</sub> en B<sub>2</sub> zijn in de normbladen omschreven als:  
Oppervlakte:

$$A_1: 350 \times 80 \text{ mm}$$

$$B_1: 200 \times 145 \text{ mm}$$

$$A_2: 500 \times 105 \text{ mm}$$

$$B_2: 275 \times 195 \text{ mm}$$

Beschikbare tekstbreedte:

$$A_1: 350 - 24 = 326 \text{ mm}$$

$$B_1: 200 - 24 = 176 \text{ mm}$$

$$A_2: 500 - 24 = 476 \text{ mm}$$

$$B_2: 275 - 24 = 251 \text{ mm}$$

Feitelijke letterhoogte:

$$A_1 = 48 \text{ mm}$$

$$A_2 = 72 \text{ mm}$$

Het per symbool beschikbare oppervlak, in breedte/hoogte-verhouding is dan:

$$x_{A_1} = \frac{326}{8 \times 48} = 0,85$$

$$x_{A_2} = \frac{476}{8 \times 72} = 0,83$$

$$x_{B_1} = \frac{176}{5 \times 48} = 0,73 \text{ (eerste regel)}, \quad x'_{B_1} = \frac{176}{2 \times 48} = 1,83 \text{ (tweede regel)}$$

$$x_{B_2} = \frac{251}{5 \times 72} = 0,70 \text{ (eerste regel)}; \quad x'_{B_2} = \frac{251}{2 \times 72} = 1,74 \text{ (tweede regel)}$$

Het toe te passen lettertype is dan als volgt te bepalen.

Voor  $x_{A_1}$  en  $x_{A_2}$  wordt voldaan aan  $0,92 > x > 0,82$ , waardoor type E is geïndiceerd. Maar  $x_{A_1}$  en  $x_{A_2}$  zijn kleiner dan  $\left(\frac{b}{h}\right)_E$  (= 0,88). Hierdoor dient niet de letterhoogte, maar de letterbreedte als uitgangspunt te worden genomen.



**Tabel 5** Benodigde tekstbreedte en resulterende leesbaarheidsafstand van de huidige Nederlandse kentekenplaten, bij toepassing van lettertype D

model	$b_0$ nodige tekstbreedte	resulterende leesbaarheidsafstand
$A_1$	$8 \times 0,73 \times 48 = 280$ mm	$4,8 \times 5,8 = 27,8$ m
$A_2$	$8 \times 0,73 \times 72 = 420$ mm	$7,2 \times 5,8 = 41,8$ m
$B_1$ regel 1	$5 \times 0,73 \times 48 = 175$ mm	$4,8 \times 5,8 = 27,8$ m
regel 2	$2 \times 0,73 \times 48 = 70$ mm	$4,8 \times 5,8 = 27,8$ m
$B_2$ regel 1	$5 \times 0,73 \times 72 = 263$ mm	$7,2 \times 5,8 = 41,8$ m
regel 2	$2 \times 0,73 \times 72 = 105$ mm	$7,2 \times 5,8 = 41,8$ m

Bij toepassing van type E zou dan een letterhoogte kleiner dan de voorgeschreven waarde resulteren. Daarom is voor deze gevallen type D aan te bevelen.

Voor  $x_{B_1}$  en  $x_{B_2}$  wordt voldaan aan  $x \leq 0,82$ , waardoor type D is geïndiceerd. Voor  $x_{B_2}$  geldt echter:  $x_{B_2} < \left(\frac{b}{h}\right)_D$ , waardoor of type C dient te worden gekozen of bij toepassing van type D een geringere spatiering in acht dient te worden genomen.

De laatstgenoemde oplossing verdient in dit uitzonderlijk geval de voorkeur. Voor  $x_{B_1}'$  en  $x_{B_2}'$  is toepassing van type F geïndiceerd.

Omdat de totale leesbaarheid van de kentekenplaat wordt bepaald door de regel met de letters en/of cijfers met de kleinste  $\frac{b}{h}$ -verhouding is echter voor de beide regels van de modellen  $B_1$  en  $B_2$  het toepassen van type D geïndiceerd.

Tabel 5 geeft een samenvatting.

### Conclusies:

Voor toepassing op kentekenplaten (hetzij gelakt, hetzij retroflecterend), komt serie D in aanmerking, gelet op de benodigde en beschikbare tekstbreedte. De resulterende leesbaarheidsafstand is 27,8 m voor de modellen  $A_1$  en  $B_2$  en 41,8 m voor de modellen  $A_2$  en  $B_1$ . Dit is circa 25 % meer dan de leesbaarheidsafstand die verwacht mag worden bij toepassing van het huidige lettertype.

Als naast het gebruik van het geïndiceerde B.P.R.-type D, tevens de internationaal aanbevolen letterhoogte en afmetingen voor kentekenplaten worden gekozen, zou de leesbaarheidsafstand ten opzichte van die bij de modellen  $A_2$  en  $B_1$  in totaal met 35 % toenemen.

Voor de modellen  $A_1$  en  $B_1$  zou deze toename meer dan 100 % bedragen. Het voor motorvoertuigen op twee wielen toepassen van kentekenplaten met dergelijke grote afmetingen zou echter op praktische bezwaren kunnen stuiten.

### 3.1.4 Empirisch bepaalde leesbaarheidsafstanden voor kentekenplaten

De leesbaarheidsafstand van teksten op gelakte kentekenplaten en die voor retroflecterende kentekenplaten werden onderzocht door Rumar (1965) en Herrington (1960).

Rumar gebruikte hierbij een lettertype met een hoogte/stokdikte-verhouding van 5 : 1 (deze is nagenoeg gelijk aan die van B.P.R.-type F) en een breedte/hoogte-verhouding van 0,6 (deze komt overeen met die van B.P.R.-type C). Hij onderzocht de leesbaarheidsafstand van donkere letters (7 1/2 cm letterhoogte) op wit retroflecterend materiaal (reflective sheeting) en op een witte lak achtergrond. De kentekenplaten werden steeds aangestraald door de dimlichten van een naderend voertuig. In dit voertuig zat de waarnemer. Zijn bevindingen zijn samengevat in tabel 6.

De bevindingen van Rumar zijn conform de verwachtingen op grond van de eigenschappen van retroflecterend materiaal. Bij gerichte aanstraling (door dimlichtbundel) is de leesbaarheidsafstand van teksten op retroflecterende kentekenplaten groter dan die op gelakte. Bij diffuse aanstraling (overdag, en bij duisternis door middel van de kentekenverlichting) zijn geen verschillen te constateren.

Herrington onderzocht de leesbaarheidsafstand bij aanschijnen door (Amerikaanse) dimlichten in een onverlichte omgeving met teksten van 7 1/2 cm hoog. Het lettertype was echter ongelijk aan dat waarvan Rumar gebruik maakte, namelijk B.P.R.-type C.

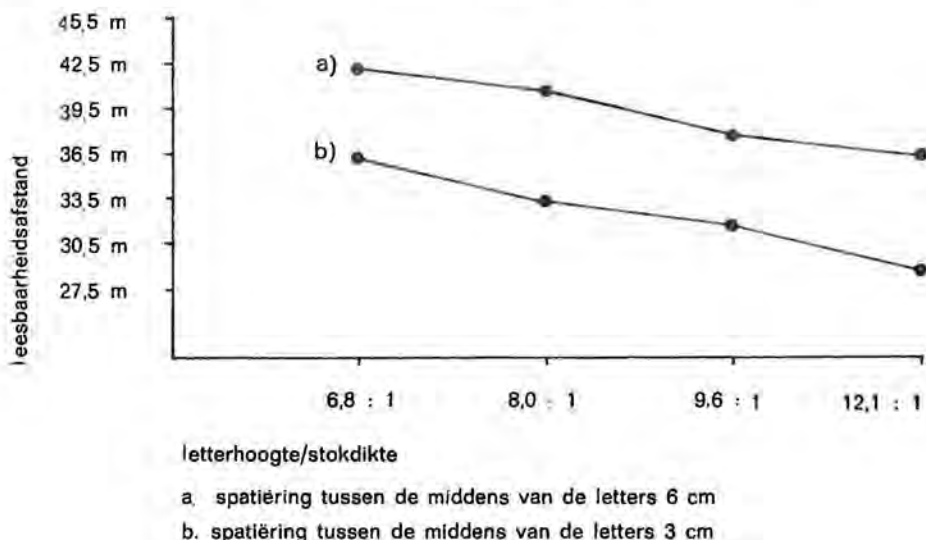
De keuze van dit lettertype is geïnduceerd door de breedte/hoogte-verhouding van Amerikaanse kentekenplaten. Deze is kleiner dan die van de internationaal genormaliseerde kentekenplaten. Herrington varieerde de stokdikte en de spatiering van dit lettertype. Voor donkere (blauwe) letters op een witte retroflecterende achtergrond werd onder andere een hoogte/stokdikte-verhouding van 6,8 : 1 gebruik. Deze is nagenoeg gelijk aan de verhouding tussen de hoogte en de stokdikte die geldt voor de letters en cijfers van B.P.R.-type C, namelijk 7 : 1.

waarnemingscondities	lakuitvoering	reflective sheeting	% winst t.o.v. lakuitvoering
<b>overdag</b>	40 m	40 m	—
<b>'s nachts</b>			
kenteken in verlichte toestand	25 m	25 m	—
— aangestraald door dimlicht	28 m	36 m	+ 30 %
kenteken in overlichte toestand	19 m	36 m	+ 90 %
— aangestraald door dimlicht	13 m	33 m	+ 150 %

Tabel 6. Leesbaarheidsafstand van donkere teksten op witte lak en retroflecterende achtergrond (Rumar, 1965)



Tabel 7. Leesbaarheidsafstand van donkere teksten op wit retroflecterende achtergrond als functie van de letterspatiëring en de verhouding tussen letterhoogte en stokdikte van de letters (Herrington, 1960)



De spatiering (tussen de middens van de letters) was 3,8 cm. Tabel 7 geeft een overzicht van de resultaten.

Uit de gegevens van Herrington blijkt dat de leesbaarheidsafstand toeneemt, naarmate de verhouding tussen letterhoogte en stokdikte afneemt, en ook als de spatiering tussen de letters toeneemt. B.P.R.-type D heeft in vergelijking met B.P.R.-type C een relatief grotere stokdikte en spatiering. Voor kentekenplaten van de internationaal aanbevolen afmetingen is dan ook B.P.R.-type D geïndiceerd. Voor Amerikaanse kentekenplaten is, gelet op de per symbool beschikbare breedte/hoogte-verhouding evenwel toepassing van B.P.R.-type C, in qua stokdikte en spatiering aangepaste uitvoering, geïndiceerd.

De naar theoretische verwachting (zie paragraaf 3.1) te lage waarde die Rumar constateerde, kan worden verklaard door het ten aanzien van overstraling relatief ongunstig gekozen lettertype. Dit lettertype is qua hoogte/stokdikte-verhouding, gelijk aan B.P.R.-type C; de gemiddelde breedte/hoogte-verhouding en de spatiering van dit lettertype zijn groter dan die van B.P.R.-type C, maar kleiner dan die van B.P.R.-type D.

Uit het bovenstaande volgt dat van de thans beschikbare letter- en cijfertypen, het B.P.R.-type D optimaal is voor toepassing op kentekenplaten, ook wanneer deze platen in retroflecterend materiaal zijn uitgevoerd. Dit betreft zowel kentekenplaten van de internationaal aanbevolen afmetingen als de huidige Nederlandse kentekenplaten.

## 3.2 De zichtbaarheidsafstand

### 3.2.1 Analytische benadering

#### 3.2.1.1 Zichtbaarheidsafstand en remafstand

A. Als de zichtbaarheidsafstand – de maximale afstand waarop de kentekenplaat nog juist zichtbaar is – groter moet zijn dan de remafstand – de afstand waarin de bestuurder tot stilstand komt – dan kan voor een voertuig met een snelheid van 120 km/h, een zichtbaarheidsafstand worden berekend van tenminste 240 m. Dit geldt bij een aanname voor de reactietijd van bestuurder + voertuig  $RT = 3$  sec, en een remvertraging van het motorvoertuig op natte wegdekken  $a = 4$  m/sec<sup>2</sup>. Een zichtbaarheidsafstand van 240 m voor retro reflecterende kentekenplaten kan dan als een noodzakelijk minimum worden gesteld.

B. Deze zichtbaarheidsafstand geldt in het geval de bestuurder wordt geconfronteerd met een in zijn baan stilstaand motorvoertuig. Op wegen buiten de bebouwde kom stilstaande motorvoertuigen zullen echter als zodanig reeds herkenbaar kunnen zijn aan een gevarendriehoek. Zeer langzaam rijdende motorvoertuigen zijn echter niet voorzien van een speciaal waarschuwingsteken. Op autowegen worden uitsluitend motorvoertuigen toegelaten die harder kunnen en mogen rijden dan 40 km/h. Ten hoogste toegestane snelheden zijn op die wegen niet algemeen voorgeschreven. Uitgaande van metingen op autowegen, zijn op deze wegen snelheidsverschillen van 80 km/h niet uitzonderlijk. Voor een dergelijk snelheidsverschil en  $RT = 3$  sec,  $a = 4$  m/sec<sup>2</sup>, bedraagt de benodigde remafstand circa 130 m. Deze redenering zou een zichtbaarheidsafstand van tenminste 130 m impliceren.

C. Zichtbaarheid van een motorvoertuig is, hoewel noodzakelijk, echter niet voldoende voor het waarnemen van de bewegingskenmerken ervan, met name de snelheid. De bestuurder die een in zijn baan stilstaand of rijdend voertuig nadert, dient een verschil in snelheid te ontdekken. Tevens dient hij onder meer de grootte van dit snelheidsverschil te beoordelen, voordat hij tot juist handelen kan overgaan. Snelheden (en afstanden) worden echter meestal onderschat en dit des te sterker naarmate de snelheid hoger is.

Over het verkeersgedrag, zoals het tijdig snelheid minderen voor een voorliggend voertuig, is nog weinig bekend in termen van (de juistheid van) het beoordelen van de eigen snelheid en positie, het verschil in snelheid met en afstand tot het voorliggende motorvoertuig, en de benodigde remvertraging. Dit geldt in het bijzonder voor de bijdrage die hiertoe kan worden geleverd door retro reflecterende kentekenplaten. Het stellen van nauwkeurige eisen voor de benodigde zichtbaarheidsafstand van retro reflecterende kentekenplaten is daarom niet goed mogelijk. Een niet onaannemelijke schatting is dat de voor kentekenplaten vereiste zichtbaarheidsafstand, in de meeste omstandigheden, zal liggen tussen 130 m bij het naderen van een voorliggend voertuig en 240 m bij het naderen van een stilstaand voertuig.

#### 3.2.1.2 Zichtbaarheidsafstand en retro reflecterend vermogen

in het geval van een zeer groot contrast in helderheid tussen object en omgeving.

en bij een bepaalde drempelwaarde voor de zichtbaarheid, kan een relatie tussen de zichtbaarheidsafstand  $R$  (in m) en het reflecterend vermogen  $r$  (in  $\text{cd/m}^2$  per lux) van objecten worden afgeleid als volgt.

De verlichtingssterkte op het retro reflecterend oppervlak is  $E = \frac{I}{R^2}$ , als  $I$  de lichtsterkte van de lichtbron(nen) is en  $R$  de afstand tussen lichtbron(nen) en kentekenplaat.

De luminantie  $L$  van het oppervlak is  $L = rE$  met  $r$  het reflecterend vermogen. Wanneer het oppervlak van de kentekenplaat  $O$  is, is de lichtsterkte van de plaat

$$I_p = L \cdot O = r \cdot E \cdot O = \frac{r \cdot I \cdot O}{R^2}$$

De verlichtingssterkte  $E_o$  op het vlak van het oog van de waarnemer is dan:

$$E_o = \frac{I_p}{R^2} = \frac{r \cdot I \cdot O}{R^4}$$

Met  $E_o = 2.10^{-7}$  lux (drempelwaarde voor signaallichten),  $I = 1200$  cd (twee dimlichten) en  $O = 0,05$   $\text{m}^2$  volgt voor de afstand  $R$  die nu identiek is met de zichtbaarheidsafstand  $R = 131,1 \cdot r$ .

Bij deze afleiding is verondersteld dat

- de koplampen puntvormig zijn en samenvallen met de waarnemer
- het reflecterend vermogen onafhankelijk is van de luminantie van de lichtbron
- de retro reflecterende kentekenplaat als puntvormig kan worden beschouwd
- de drempelwaarde voor de verlichtingssterkte  $E_o$  onafhankelijk is van de verlichtingssituatie.

Voor een zichtbaarheidsafstand van 240 m, zou  $r$  circa  $11,3$   $\text{cd/m}^2$  per lux dienen te bedragen.

### 3.2.1.3 De invloed van verblinding

Het effect van verblinding is te beschrijven als het optreden van een extra sluier in het gezichtsveld van de waarnemer. De luminantie van de sluier ( $L_s$ ) is voor één lichtbron te bepalen volgens:

$$L_s = \frac{K \cdot E_o}{\theta^n}$$

waarin:

$E_o$  = de verlichtingssterkte op het oog, die door de verblindende lichtbron wordt geleverd (lux)

$K$  = afhankelijke, onder meer van  $\theta$  en de leeftijd van de waarnemer

$n$  = exponent, afhankelijk van  $\theta$

$\theta$  = hoek tussen de verblindende lichtbron en het waarnemingsobject (in graden); uitgedrukt in radialen:  $\theta = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{d}{R}$ , voor  $d \ll R$ , waarin  $d$  = laterale afstand tussen de kentekenplaat en de verblindende lichtbron en  $R$  = distale afstand tussen waarnemer en waarnemingsobject.

Er van uitgaande dat verblinding door tegenliggers vooral op wegen zonder gescheiden rijbanen voorkomt en dat deze wegen veelal niet breder zullen zijn dan circa 3 m per rijstrook kan voor het geval vierwielige motorvoertuigen een breedte van 1,50 m bezitten en hun positie ongeveer in het midden van hun rijstrook is, voor de afstand  $d_1$  tussen het hart van de kentekenplaat en het hart van het (voor de naderende bestuurder) rechter dimlicht van de tegenligger een afstand van circa 2,40 m worden berekend.

De afstand  $d_2$  tot het hart van het linker dimlicht is dan circa 3,60 m. Voor bredere vierwielige motorvoertuigen (als tegenliggers) zal  $d_1$  kleiner en  $d_2$  groter zijn dan bovenstaande waarden. De invloed van verblinding zal dan sterker zijn, door de ten opzichte van het linker dimlicht sterkere bijdrage hiertoe van het rechter dimlicht, dat een geringere afstand heeft tot de waar te nemen kentekenplaat.

De hoek  $\theta$  tussen de verblindingsbron (= rechter dimlicht van tegenligger) en het midden van de kentekenplaat is bij een distale afstand van 240 m circa  $30'$ . Op een afstand van 130 m bedraagt  $\theta$  circa  $1^\circ$ .

Voor  $0,25 < \theta < 1,5^\circ$  geldt  $n = 3,5$ ,  $K = 50 \pm 6$ ; voor  $\theta > 1,5^\circ$  geldt  $n = 2$ ;  $K = 17,7 \pm 2,6$  (Hartmann en Moser, 1968).

Toegepast op de situatie van de kentekenplaat geeft dit (met  $R = 240$  m,  $I = 600$  cd per lantaarn;  $d_1 = 2,40$  m;  $d_2 = 3,60$  m) voor de gemiddelde sluiërhelderheid  $L_S$ :  $L_S = L_{S_1} + L_{S_2} = \frac{50 \cdot 600}{240^2 \cdot (0,57)^{3,5}} + \frac{50 \cdot 600}{240^2 \cdot (0,86)^{3,5}} = 4,54$  cd/m<sup>2</sup>.

Het minimaal noodzakelijke luminantieverschil tussen de kentekenplaat en de omgeving kan uit afbeelding 3 worden geschat (Adrian, 1965). Hierbij moet worden bedacht dat de sluiër zich zowel over de kentekenplaat als over de directe omgeving uitbreidt. Dit wil zeggen dat de luminanties van kentekenplaat en omgeving zoals de waarnemer hen ziet beide een bedrag  $L_S$  hoger zijn dan de intrinsieke luminantie zoals ze in feite ter plaatse van de objecten bestaan. De intrinsieke luminantie van de omgeving kan onder de hier beschreven omstandigheden gelijk nul worden gesteld, zodat het gezochte luminantieverschil tussen plaat en omgeving gelijk is aan de intrinsieke - door de eigen dimlichten veroorzaakte - luminantie van de kentekenplaat.

Voor de afmeting  $\alpha$  (in hoekmaat) van de kentekenplaat wordt genomen de diameter van een cirkel met hetzelfde oppervlak als de kentekenplaat (circa 0,05 m<sup>2</sup>). Dit geeft voor  $R = 240$ :  $\alpha = 3,5'$ .

Uit afbeelding 3 volgt dan dat het luminantieverschil tussen de kentekenplaat en de omgeving tenminste 1 cd/m<sup>2</sup> zou moeten bedragen.

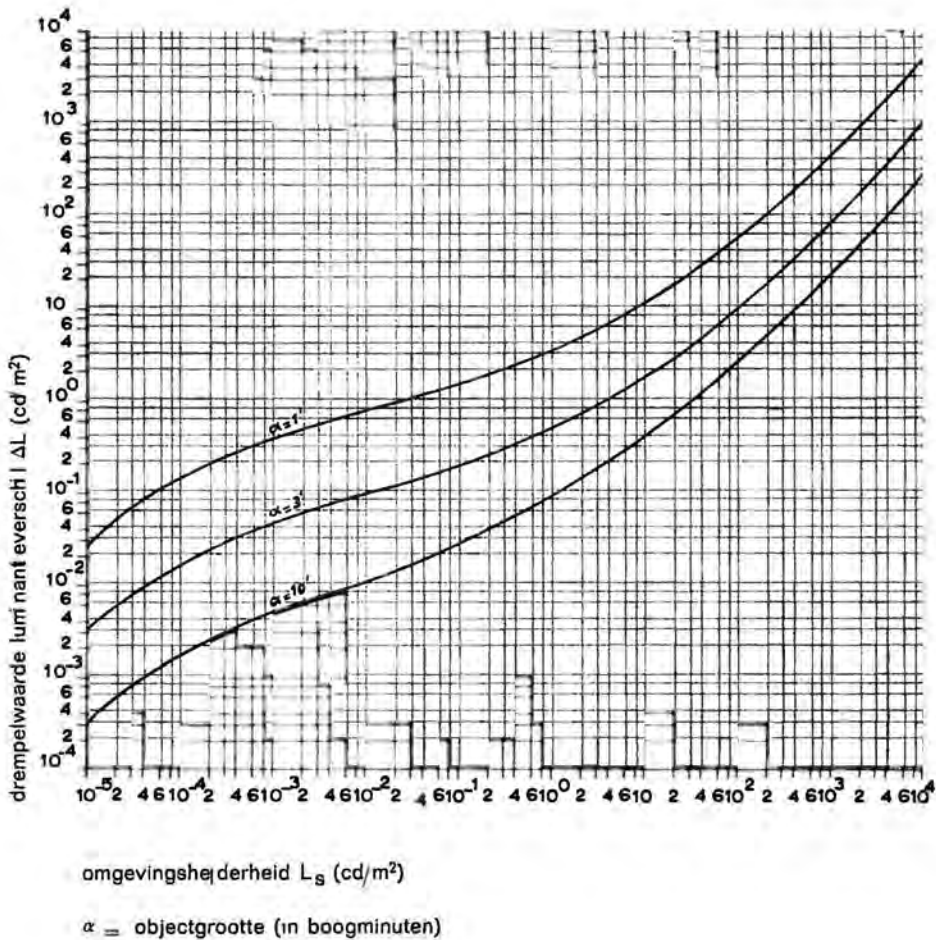
De verlichtingssterkte op de kentekenplaat op 240 m is circa 0,02 lux.

Het reflecterend vermogen van de kentekenplaat, benodigd voor een zichtbaarheidsafstand van 240 m, bij verblinding van de waarnemer door de dimlichten van een tegenligger op 2,4, respectievelijk 3,6 m naast het midden van de kentekenplaat zou dan circa  $1/0,02 = 50$  cd/m<sup>2</sup> per lux moeten zijn, omdat de luminantie van de omgeving gelijk aan nul is gesteld.

Voor een zichtbaarheidsafstand van 130 m kan voor deze omstandigheden een sluiërhelderheid worden berekend van 1,91 cd/m<sup>2</sup>.

Voor  $\alpha = 6'$ ,  $E = 0,075$  lux geldt dan  $L = 0,3$  cd/m<sup>2</sup>; en een reflecterend vermogen van  $0,3/0,075 = 4$  cd/m<sup>2</sup> per lux.

Afbeelding 3. Drempelwaarde van het luminantieverschil als functie van de omgevingshelderheid bij verschillende objectgrootten. (Adrian, 1965)



Het voor de zichtbaarheid vereiste reflecterend vermogen is sterk afhankelijk van de voor  $d_1$  en  $d_2$  gekozen waarden. Voor een zichtbaarheidsafstand van 240 m, voor  $d_1 = 2$  en  $d_2 = 3$  m, kan een sluijhelderheid worden berekend van circa  $10 \text{ cd}/\text{m}^2$ . Het reflecterend vermogen zou dan circa  $90 \text{ cd}/\text{m}^2$  per lux dienen te zijn.

#### 3.2.1.4 Zichtbaarheid van kentekenplaten op tegemoetkomende vierwielige motorvoertuigen

In het geval de kentekenplaat aan de voorzijde van de auto naast één ontstoken dimlicht wordt waargenomen zal de afstand tussen (het midden van) de kentekenplaat en (het hart van) het dimlicht  $d =$  circa 50 cm voor een smal voertuig en circa 90 cm voor een breed voertuig kunnen zijn.

#### A. Smalle vierwielige motorvoertuigen

Voor  $R = 240$  m is  $\theta = 7^\circ$ . Voor  $\theta < 0,25^\circ$  zijn geen formules bekend voor het afleiden van de sluiierhelderheid

Toepassing van de benadering volgens Hartmann en Moser voor  $0,25^\circ < \theta < 1,5^\circ$  zal dan niet meer dan een grove schatting kunnen opleveren van het benodigde reflecterende vermogen.

$$L_s = \frac{50 \cdot 600}{240^2 \cdot (0,12)^{3,5}} = 866 \text{ cd/m}^2 \text{ per lux}$$

Voor  $\alpha = 3,5'$  bedraagt  $\Delta L = 60 \text{ cd/m}^2$ .

$$E_{240 \text{ m}} = 0,02 \text{ lux}$$

$$r = \frac{60}{0,02} = 3000 \text{ cd/m}^2 \text{ per lux.}$$

Voor  $R = 130$  m bedraagt de sluiierhelderheid  $256 \text{ cd/m}^2$ .

Voor  $\alpha = 6'$  dient  $\Delta L$  dan  $20 \text{ cd/m}^2$  te zijn.

$$E_{130 \text{ m}} = 0,075 \text{ lux}$$

$$r = \frac{20}{0,075} = 266 \text{ cd/m}^2 \text{ per lux}$$

(Hierbij is steeds aangenomen dat  $L_s$  gelijk is aan het adaptatieniveau).

#### B. Brede vierwielige motorvoertuigen

Voor  $d = 0,90$  m en  $R = 240$  m kan de sluiierhelderheid worden geschat op  $113 \text{ cd/m}^2$ .

Voor  $\alpha = 3,5'$  zou dan gelden  $\Delta L = 8 \text{ cd/m}^2$ .

Het reflecterend vermogen zou dan zijn  $\frac{8}{0,02} = 400 \text{ cd/m}^2 \text{ per lux}$ .

Voor  $R = 130$  m zou in dit geval de sluiierhelderheid als  $45 \text{ cd/m}^2$  kunnen worden berekend.

Voor  $\alpha = 6'$  zou dan gelden  $\Delta L = 2,5 \text{ cd/m}^2$ .

$r$  zou dan zijn  $\frac{2,5}{0,075} = 33 \text{ cd/m}^2 \text{ per lux}$ .

(Aangenomen is steeds dat  $L_s$  gelijk is aan het adaptatieniveau).

#### Conclusies:

1. De schattingen van het voor een bepaalde zichtbaarheidsafstand benodigde reflecterend vermogen van de kentekenplaat, in het geval deze wordt waargenomen naast één ontstoken dimlicht en wordt aangestraald door de dimlichten van het motorvoertuig van een naderende bestuurder, worden sterk bepaald door de afstand tussen de kentekenplaat en het verblindende dimlicht. Voor een afstand van  $0,50$  respectievelijk  $0,90$  m bedraagt het verschil in het voor de zichtbaarheidsafstand vereiste reflecterend vermogen reeds een factor 10!

**Een minimaal vereiste afstand tussen de kentekenplaat en de koplantaarns zou daarom aan te bevelen zijn opdat enige garanties aanwezig zijn voor het zichtbaar zijn van de kentekenplaat op een tegemoetkomend vierwielig motorvoertuig, waarvan één der dimlichten niet brandt.**



2. Het vereiste reflecterend vermogen voor de zichtbaarheid van kentekenplaten achterop motorvoertuigen, in het geval de naderende bestuurder wordt verblind door de dimlichten van een tegenligger, wordt eveneens, hoewel in minder sterke mate – de absolute waarden van  $d$  zijn hier hoger – bepaald door de voor  $d$  gekozen waarden.

Een afname van de afstand tussen het midden van de kentekenplaat en het hart van het linker dimlicht van de tegenligger van 3,60 m tot 3 m, vereist reeds een tweemaal hoger reflecterend vermogen voor een zichtbaarheidsafstand van 240 m. In bochten kunnen voor  $d$  nog aanzienlijk lagere waarden optreden dan hier gekozen zijn.

3. Door kentekenplaten retroflecterend uit te voeren zal een motorvoertuig, waarvan de verlichting in het ongerede is, niet onder alle omstandigheden zichtbaar zijn op de vereiste afstand. Dit geldt speciaal voor (smalle) tweestrookswegen.

(Een doeltreffender middel voor het zichtbaar doen zijn van motorvoertuigen lijkt bijvoorbeeld het aanbrengen van openbare verlichting op dit type wegen. Onvoldoende zichtbaarheid van voertuigen lijkt bovendien juist op tweestrookswegen relatief extra gevaarlijk, wegens het op dat type wegen veelal ontbreken van uitwijkmogelijkheden, zoals vluchtstroken).

### 3.2.2 Empirisch bepaalde zichtbaarheidsafstanden

Rumar (1965) onderzocht de zichtbaarheidsafstand voor kentekenplaten met donkere tekst op witte retroflecterende achtergrond, en kentekenplaten in lakuitvoering bij duisternis. Tabel 8 geeft een overzicht van zijn resultaten.

De conclusie is dat retroflecterende kentekenplaten op aanzienlijk grotere afstand zichtbaar zijn dan gelakte platen, ook in de ten aanzien van de zichtbaarheid kritische verblindingsconditie (kentekenplaat naast één ontstoken dimlicht).

Het door Rumar op zichtbaarheidsafstand onderzochte materiaal was scotchlite zilver nr. 3270. Het reflecterend vermogen van dit materiaal bedraagt circa 55 cd/m<sup>2</sup> per lux. (Zie KEMA metingen in de Bijlage).

Deze waarde is aanzienlijk groter dan het in paragraaf 3.2.1.2 afgeleide reflecterend vermogen, benodigd voor een zichtbaarheidsafstand van 240 m, voor het

zichtbaarheidscondities	zichtbaarheidsafstand	
	lakuitvoering	uitvoering in retroflecterend materiaal
Kentekenplaat in met verlichte toestand achterop een auto, aangeschoten door dimlichten van een naderend motorvoertuig.	60 m	meer dan 250 m
Kentekenplaat aan de voorzijde van een auto, naast één ontstoken dimlicht aangeschoten door dimlichten van een tegenligger.	20 m	120 m

Tabel 8. Zichtbaarheidsafstand van kentekenplaten in lakuitvoering en die in retroflecterend materiaal

geval de kentekenplaat aan de achterzijde van het vierwielig motorvoertuig wordt aangestraald door (het strooi)licht van de dimlichten van een naderende auto. Voor deze situatie zal de feitelijke zichtbaarheidsafstand van het door Rumar onderzochte materiaal, daarom 240 m nog ver overtreffen.

In het verslag van Rumar wordt niet vermeld welke waarde wordt aangenomen voor het geval de kentekenplaat naast één ontstoken dimlicht werd waargenomen, zodat een toetsing van een berekende waarde aan de geobserveerde waarde van het reflecterend vermogen in dit geval niet mogelijk is. Voor een reflecterend vermogen van  $55 \text{ cd/m}^2$  per lux, blijkt de zichtbaarheidsafstand gemiddeld 120 m te zijn, volgens Rumar. In paragraaf 3.2.1.4 werd voor een zichtbaarheidsafstand van 130 m en  $d =$  respectievelijk 0,50 en 0,90 m een reflecterend vermogen berekend van 266, respectievelijk  $33 \text{ cd/m}^2$  per lux. De door Rumar toegepaste afstand tussen het verblindende dimlicht en de kentekenplaat kan door interpolatie worden geschat op circa 80 cm. Een dergelijke afstand lijkt niet onaanvaardbaar.

### 3.3 Het schatten van snelheden en afstanden

**A.** In het geval de voorgeschreven verlichting van een motorvoertuig in het ongerede is, kunnen retroflecterende kentekenplaten een compensatie geven voor de zichtbaarheid van het voertuig en het herkennen van het motorvoertuig als twee-, dan wel vierwielig.

Hiermede beschikt de bestuurder evenwel nog niet over informatie aangaande snelheid van en afstand tot dit motorvoertuig.

In de literatuur – Rumar (1965) geeft een overzicht – wordt de verwachting uitgesproken dat retroflecterende kentekenplaten een doeltreffend hulpmiddel zijn voor het beoordelen van verschillen in snelheid en afstand, in het bijzonder bij hoge snelheden. De kans op kop-staartbotsingen en op botsingen met geparkeerde motorvoertuigen zou dan in gunstige zin kunnen worden beïnvloed.

**B.** Wanneer ervan wordt uitgegaan dat de waarneming van een verschil in snelheid tussen een motorvoertuig en dat van een naderende bestuurder is te beschrijven als functie van de, voor de naderende bestuurder schijnbare vergroting van (de afstand tussen de achterlichten en/of re(tro)flectoren van) het voorliggende voertuig (zie afbeelding 4), dan kan een relatie worden afgeleid tussen de detectie-afstand en de grootte van het snelheidsverschil, waarbij:

- $q$  = detectie-afstand, dit is de afstand waarop een snelheidsverschil kan worden ontdekt (m)

- $p$  = breedte van het voorliggende motorvoertuig (m)

- $v$  = snelheidsverschil (m/sec)

- $\Delta$  = beeldhoek van het voorliggende motorvoertuig (waarvan slechts achterlichten en/of re(tro)flectoren zichtbaar zijn) (radialen)

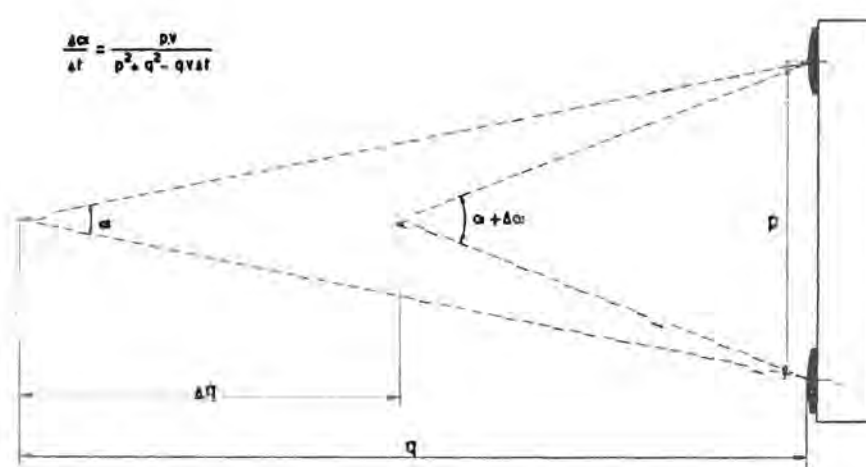
- $\Delta q$  = verplaatsing van het naderende motorvoertuig in een tijd  $\Delta t$

- $\Delta \alpha$  = verandering van de beeldhoek bij een verplaatsing  $\Delta q$

- $\Delta t$  = waarnemingstijd.



Afbeelding 4. Detectie van snelheidsverschillen door beoordeling van de verandering in de schijnbare grootte van obstakels.



Daar  $p$  zeer klein is ten opzichte van  $q$  en daarom ook  $\alpha$  en  $\Delta\alpha$  zeer kleine waarden hebben, geldt bij benadering:

$$\text{tg } \alpha = \alpha$$

$$\text{tg } (\alpha + \Delta\alpha) = \alpha + \Delta\alpha$$

$$\Delta\alpha = \frac{p}{q - \Delta q} - \frac{p}{q} = -\frac{p \cdot \Delta q}{q^2 - q \Delta q}$$

Wanneer de snelheid van elk der motorvoertuigen constant is, geldt:

$$\frac{\Delta\alpha}{\Delta t} = \frac{p \cdot v}{q^2 - q \cdot v \cdot \Delta t}$$

De breedte van de kentekenplaat (50 cm) is – afhankelijk van de breedte van het voertuig – drie- à viermaal kleiner dan de afstand tussen de achterlichten en/of de re(tro)reflectoren. Daarmee zal tevens de detectie-afstand verschillen: een driemaal kleinere waarde voor  $p$ , resulteert in een driemaal geringere detectie-afstand.

C. Niet uitgesloten is evenwel dat naderende bestuurders niet of in veel geringere mate de schijnbare vergroting van het oppervlak van retro reflecterende kentekenplaten gebruiken in hun beoordeling van snelheid en afstand, maar wel of in sterkere mate, de verandering in de helderheid van de retro reflecterende kentekenplaat, die toeneemt naarmate de afstand tussen lichtbron (dimlichten van een naderend motorvoertuig) en object afneemt. In dit geval zou waarneming van de retro reflecterende kentekenplaat reeds op aanzienlijk grotere afstand een betrouwbare aanwijzing over snelheid- en afstandverschillen kunnen geven.

D. Wanneer het uitsluitend of in hoofdzaak deze waargenomen verandering in helderheid zou zijn, op grond waarvan bestuurders een verschil in snelheid, respectievelijk afstand, ontdekken en interpreteren, dan zou deze detectie afstand voor retro reflecterende kentekenplaten niet geringer (of groter) zijn dan die voor alternatieve vormen retro reflecterend materiaal, mits het reflecterend vermogen en het oppervlak gelijk zijn.

E. Wanneer, behalve veranderingen in luminantie, ook veranderingen in de waargenomen breedte van het zichtbare gedeelte van het voertuig van belang zijn voor het schatten van snelheden en afstanden met dit motorvoertuig, zullen retro reflecterende materialen over de volle breedte van het voertuig en/of op de plaats waar zich de achterlichten bevinden (of een achterbumper in retro reflecterende uitvoering), doeltreffender kunnen zijn dan retro reflecterende kentekenplaten.

Empirisch onderzoek ter toetsing van deze veronderstelling is echter noodzakelijk voordat de uiteindelijke keuze uit deze twee alternatieven kan worden gemaakt.

F. Zonder nader onderzoek kan worden geconcludeerd dat, voorzover aanwezig, de bijdrage aan het juist schatten van snelheden en afstanden, groter zal zijn voor retro reflecterende kentekenplaten dan voor gelakte kentekenplaten, gelet op het verschil in afstand, waarop de kentekenplaten in beide uitvoeringen, zichtbaar zijn.

Vervolgens kan worden geconcludeerd dat bij gelijke oppervlakte en vorm, deze bijdrage zal toenemen met een verhoging in het reflecterend vermogen.

## 4 Aanbevolen reflectie-eigenschappen en kleur van retroflecterende kentekenplaten op vierwielige motorvoertuigen

### 4.1 Minimum reflectiewaarden

In Engeland gelden onder meer de volgende eisen voor het reflecterend vermogen van materiaal voor toepassing op kentekenplaten (in  $\text{cd/m}^2$  per lux) (BS-AU 145, 1967) Onder waarnemingshoek wordt verstaan de hoek tussen de lichtinval- en de waarnemingsrichting. De oriëntatiehoek duidt aan de invalrichting van het licht ten opzichte van de normaal op het aangeschreven vlak.

kleur	waarnemingshoek	oriëntatiehoek $\pm 5^\circ$	(horizontaal) $\pm 30^\circ$
wit	$1/5^\circ$	35	18
	$2^\circ$	3,5	2
geel	$1/5^\circ$	18	7
	$2^\circ$	2	0,75

In de U.S.A. gelden de waarden (LS-300, 1965):

kleur	waarnemingshoek	oriëntatiehoek $\pm 5^\circ$	(horizontaal) $\pm 30^\circ$
wit	$1/5^\circ$	35	18
	$1/2^\circ$	20	10
	$2^\circ$	4	2,2
geel	$1/5^\circ$	25	9
	$1/2^\circ$	10	4
	$2^\circ$	2,2	1,0

In West-Duitsland (RAL-F7) gelden minimumeisen voor witte en gele retroflecterende materialen die gelijk zijn aan de Amerikaanse, bij  $1/5^\circ$ ,  $1/2^\circ$  en  $2^\circ$  waarnemingshoek. Bovendien worden in de Duitse norm eisen gegeven voor de bij Nederlandse keuringsinstanties gebruikelijke waarnemingshoek van  $1/3^\circ$ . Deze luiden (in  $\text{cd}/\text{m}^2$  per lux):

kleur	waarnemingshoek	oriëntatiehoek $\pm 5^\circ$	(horizontaal) $\pm 30^\circ$
wit	$1/3^\circ$	28	17
geel	$1/3^\circ$	17	7

In de Duitse norm wordt rekening gehouden met een vermindering van 10 % van het reflecterend vermogen in natte toestand, door bij de keuring in droge toestand de minimaal vereiste waarde met 10 % te verhogen. Het lijkt niet onredelijk de Duitse waarden voorlopig ook voor Nederland aan te bevelen; althans voor wat betreft wit retroflecterend materiaal (zie Toelichting punt B).

#### **Toelichting op het voor kentekenplaten aanbevolen reflecterend vermogen**

Vooropgesteld wordt dat de genoemde reflectie-eisen uitsluitend zijn gebaseerd op (een benadering van) de daarmee corresponderende zichtbaarheidsafstand onder optimale waarnemingscondities. Het zichtbaar zijn van de kentekenplaat onder deze optimale condities houdt evenwel niet in dat de plaat eveneens onder alle omstandigheden in het verkeer zichtbaar zal zijn.

In paragraaf 3.2.1.2 werd, bij de aanname dat de koplampen samenvallen met de waarnemer, dat wil zeggen de waarnemingshoek = 0, afgeleid dat een reflecterend vermogen van circa  $11 \text{ cd}/\text{m}^2$  lux vereist is voor een zichtbaarheidsafstand van 240 meter.

De hoeveelheid geretroflecteerd licht wordt sterk bepaald door de waarnemingshoek. Naarmate deze hoek groter wordt neemt het gemeten reflecterend vermogen af. Voor waarnemingshoeken kleiner dan  $1/5^\circ$  is het verloop van deze afname onvoldoende bekend. Het is dan ook onbekend met welke waarde gemeten bij  $1/5^\circ$  of  $1/3^\circ$  waarnemingshoek, zoals gebruikelijk bij keuringsinstanties, het reflecterend vermogen correspondeert zoals dat werd afgeleid in paragraaf 3.2.1.2. Wel kan worden gesteld dat deze waarde hoger zal zijn dan die welke in genoemde paragraaf werd afgeleid.

De voorgestelde waarden voor het reflecterend vermogen dienen daarom als minimaal vereist te worden geïnterpreteerd.

#### **A. De oriëntatiehoek**

In paragraaf 3.2.1.2 werd afgeleid dat voor zichtbaarheidsafstand van 240 m een reflecterend vermogen is vereist van circa  $11 \text{ cd}/\text{m}^2$  per lux (bij een waarnemingshoek van circa  $0^\circ$ ). Kentekenplaten uitgevoerd in materiaal met tenminste deze reflectie-eigenschap, zullen als regel op deze afstand zichtbaar zijn wanneer de oriëntatiehoek circa  $0^\circ$  is.

Op een afstand van 240 m zal de oriëntatiehoek voor evenwijdig langs de weg geparkeerde voertuigen veelal niet groter zijn dan  $0,5$  à  $1^\circ$ . Deze hoek kan evenwel groter zijn in bochten en voor niet evenwijdig langs de weg geparkeerde motorvoertuigen op rechte wegen. Het stellen van eisen voor het reflecterend vermogen voor grotere oriëntatiehoeken zou daarom wenseijk kunnen zijn.

#### **B. Geel en wit**

De in de Engelse, Amerikaanse en Duitse norm gegeven waarden voor geel voldoen bij een oriëntatiehoek van  $30^\circ$  niet voor een zichtbaarheidsafstand van 240 m. Op grond hiervan zouden voor geel hogere waarden dienen te worden gesteld, of zou voor de voor- en achterzijde van voertuigen één kleur dienen te worden aanbevolen. Voor dit laatste zou als bezwaar kunnen gelden dat daarmee het bij duisternis zichtbare onderscheid tussen de voor- en achterzijde van een motorvoertuig vermindert. Op een afstand van 240 m zal de kleurindruk van de (gele) kentekenplaat zeer zwak zijn, de naderende bestuurder zal daarom met deze kleurindruk als regel terzake geen voldoende informatie kunnen verkrijgen. Wanneer desondanks voor de achterzijde geel zou worden voorgeschreven zou een hoger reflecterend vermogen dienen te worden geëist dan de huidige normen in het buitenland aangeven ( $7 \text{ cd/m}^2$  per lux, zie RA\_L-F7). Gele retroreflecterende materialen die voldoen aan deze eis zijn echter niet opgenomen in het huidige (Europese) productie assortiment.

#### **C. Zichtbaarheid van de kentekenplaat bij verblinding door tegenliggers**

De voor een bepaalde zichtbaarheidsafstand vereiste waarde voor het reflecterend vermogen, wordt sterk bepaald door de afstand tussen de dimlichten van de tegenligger, alsmede de afstand tussen de kentekenplaat en deze dimlichten. Systematische registraties van deze afstanden zijn niet beschikbaar. Verblinding door tegenliggers zal vooral op tweestrookswegen optreden. Er van uitgaande dat deze wegen een breedte hebben die als regel niet meer dan circa  $2 \times 3 \text{ m}$  bedraagt en aannemende dat de afstand tussen (het hart van) de dimlichten als regel circa  $1$  à  $1,20 \text{ m}$  bedraagt, kan voor een afstand tussen (het hart van) de kentekenplaat en deze dimlichten van  $2$  à  $2,40 \text{ m}$ , respectievelijk  $3$  à  $3,60 \text{ m}$  een zichtbaarheidsafstand worden verkregen van circa  $130$  à  $200 \text{ m}$ , voor een kentekenplaat met het voorgestelde reflecterend vermogen. Een afstand van  $130 \text{ m}$  zou bij benadering minimaal vereist kunnen zijn voor het vermijden van een kop-staartbotsing tussen twee motorvoertuigen die met een snelheidsverschil van  $80 \text{ km/h}$  in dezelfde richting rijden. Teneinde een grotere zichtbaarheidsafstand te verkrijgen, zou het reflecterend vermogen sterk moeten toenemen. Als vuistregel geldt dat voor een tweemaal zo grote zichtbaarheidsafstand een circa tienmaal hoger reflecterend vermogen is vereist. Door de industrie thans leverbaar wit retroreflecterend materiaal dat voor toepassing op kentekenplaten in aanmerking kan komen, heeft een maximaal reflecterend vermogen van  $55 \text{ cd/m}^2$  per lux bij  $1/3^\circ$  waarnemingshoek en  $\pm 5^\circ$  oriëntatiehoek. Toepassing van materiaal met een reflecterend vermogen van  $55 \text{ cd/m}^2$  per lux in plaats van  $28 \text{ cd/m}^2$  per lux zou de zichtbaarheidsafstand van de kentekenplaat in dit geval op  $145$  à  $225 \text{ m}$  in plaats van op  $130$  à  $200 \text{ m}$  brengen.

#### **D. Zichtbaarheid van de kentekenplaat naast één ontstoken dimlicht**

In het geval de kentekenplaat aan de voorzijde van een auto met één ontstoken dimlicht wordt waargenomen, zal de zichtbaarheidsafstand sterk worden bepaald door de afstand tussen (het hart van) het dimlicht en het (midden van) de

kentekenplaat. In het geval de kentekenplaat op een afstand van 50-90 cm tot het dimlicht is bevestigd, zal het voorgestelde reflecterend vermogen corresponderen met een zichtbaarheidsafstand van 60-130 m. Deze afstand zal als regel te gering zijn om een uitwijkmanoeuvre te kunnen uitvoeren.

Aangenomen wordt dat een uitwijktijd is vereist van tenminste 3 sec, zou voor het geval twee auto's elkaar naderen met een snelheidsverschil van 200 km/h, de zichtbaarheidsafstand tenminste 165 m dienen te bedragen. Voor een afstand van 50 cm tussen de kentekenplaat en het dimlicht zou voor deze zichtbaarheidsafstand een circa 15 maal zo groot reflecterend vermogen zijn vereist dan het thans voorgestelde (Als vuistregel geldt immers dat voor een tweemaal zo grote zichtbaarheidsafstand een circa tienmaal zo groot reflecterend vermogen is vereist). Materiaal met deze reflectie-eigenschap, dat bovendien voldoet aan overige voor kentekenplaten te stellen eisen (met name breukvastheid, weerstand tegen trillen en schokken), is niet leverbaar door de industrie. Verwacht mag daarom worden dat de bijdrage van retro reflecterende kentekenplaten aan het verhogen van de herkenbaarheid van vierwielige motorvoertuigen, waarvan één dimlicht niet brandt, onvoldoende zal zijn.

**De functie van retro reflecterende kentekenplaten (en alternatieve vormen van retro reflecterend materiaal) ten aanzien van het verminderen van de kans op frontale botsingen, door het verhogen van de herkenbaarheid van motorvoertuigen als zijnde twee-, respectievelijk vierwielig (in het geval één der dimlichten niet brandt) zal daarom gering of afwezig zijn.**

## 4.2 Maximum reflectiewaarden

Maximaal toegestane waarden voor het reflecterend vermogen van kentekenplaten worden in buitenlandse voorschriften niet genoemd. Het stellen van dergelijke normen zou aanbeveling kunnen verdienen, omdat voor de bestuurder die een motorvoertuig nadert, de kans aanwezig is dat hij een relatief weinig retro reflecterende kentekenplaat ten onrechte als relatief ver verwijderd zou interpreteren. Dit kan gelden in het geval de bestuurder geen hinder ondervindt van de (dim)lichten van tegenliggers (er is hiervan nauwelijks sprake bij verblinding door tegenliggers: zie 4.1 onder Toelichting punt C). In de praktijk zal deze verwarring door een verschil in reflecterend vermogen evenwel te verwaarlozen zijn: het grootste reflecterend vermogen van de kentekenplaten zou circa 55 cd/m<sup>2</sup> per lux kunnen zijn, gelet op het thans beschikbaar materiaal. Daarmee zou een circa 10 % grotere zichtbaarheidsafstand te bereiken zijn.

## 4.3 Diffuse reflectie

De eisen voor de diffuse reflectie voor witte retro reflecterende materialen die in West-Duitsland en Amerika gelden zijn identiek.

Deze minimum-eisen kunnen ook voor Nederland worden aanbevolen.

	LS. 300	RAL F7
wit	37	37

#### 4.4 Kleurcoördinaten

De coördinaten voor witte retro reflecterende materialen zoals die zijn vermeld in de Amerikaanse (en Duitse) norm, luiden:

	1		2		3		4	
	x	y	x	y	x	y	x	y
wit	0,309	0,308	0,337	0,343	0,323	0,354	0,295	0,322

Het kleurgebied wordt hier gedefinieerd door de kleurcoördinaten van de snijpunten van de lijnen die dit gebied begrenzen.

#### 4.5 De houdbaarheid van de reflectie-eigenschappen

Deze blijkt uit een Engels onderzoek (Rutley, 1966) betrekkelijk gering. Na één jaar bleek een afname van 24 % in het reflecterend vermogen geconstateerd te kunnen worden.

Het onderzochte materiaal was evenwel ruw van oppervlak, waardoor een grote vuilaanslag kon optreden. Er zijn eveneens materialen in de handel met een beschermende laag (flat reflective sheeting), waarbij deze vuilaanslag veel geringer is, en die ook goed bestand zijn tegen schoonmaakmiddelen. De vermindering van reflectie wordt veroorzaakt door aantasting van de toplaag door stof, zand, water, wind en reinigingsmiddelen.

In het buitenland gelden eisen voor de maximaal toegestane vermindering van het reflecterend vermogen van retro reflecterend materiaal. Volgens de LS-300-norm mag het reflecterend vermogen na twee tot drie jaar gebruik niet meer dan 30 % zijn afgenomen. Een dergelijke eis voor retro reflecterende kentekenplaten is in de praktijk moeilijk te controleren. Wel is het mogelijk eisen te stellen voor de weerstand van de toplaag in nieuwe toestand tegen stof, zand, reinigingsmiddelen, enz., te controleren met een zgn. versnelde verouderingstest.



## 5 Aanbevolen reflectie-eigenschappen en kleur van retroflecterende kentekenplaten op tweewielige motorvoertuigen

In de buitenlandse normen wordt geen onderscheid gemaakt tussen de voor twee- en vierwielige motorvoertuigen vereiste kentekenplaten, voor wat betreft de reflectie-eigenschappen.

Het oppervlak van de kentekenplaten voor deze twee groepen voertuigen verschilt evenwel (circa een factor 1,5). Voor het behoud van de vereiste zichtbaarheidsafstand zou dan een (circa 1,5 x) hoger reflecterend vermogen zijn vereist. Als de **minimum reflectiewaarden** zouden dan aanbevolen kunnen worden de reeds bestaande (en identieke) Amerikaanse en Duitse normen betreffende zilver wit retroflecterend materiaal.

Voor een waarnemingshoek van  $1/3^\circ$  en een oriëntatiehoek van  $\pm 5^\circ$ , respectievelijk  $\pm 30^\circ$  luiden deze (in  $\text{cd/m}^2$  per lux).

kleur	waarnemingshoek	oriëntatiehoek	
		$\pm 5^\circ$	$\pm 30^\circ$
zilver wit	$1/3^\circ$	35	18

Voor **diffuse reflectie** gelden voor wit en zilver wit dezelfde waarden in de Amerikaanse (en Duitse) norm (zie 4.3).

Voor de **kleurcoördinaten** voor zilver wit worden in de Amerikaanse (en Duitse) norm de volgende waarden gegeven:

	1		2		3		4	
	x	y	x	y	x	y	x	y
zilver wit	0,309	0,308	0,350	0,359	0,338	0,371	0,295	0,322



## **6 Mogelijkheden en aanbevelingen voor het fotograferen bij nacht van voertuigen met retroflecterende kentekenplaten**

### **6.1 Inleiding**

Het reflecterend vermogen van retroflecterende kentekenplaten resulteert in moeilijkheden bij het bij nacht fotografisch registreren van voertuigen die met dergelijke kentekenplaten zijn uitgerust. Het verschil in luminantie tussen de plaat en de rest van het beeld kan namelijk dermate groot zijn dat een normale foto-emulsie dit niet meer kan verwerken.

### **6.2 Probleemanalyse**

De grootte van het contrast, dat door fotografische emulsies kan worden geregistreerd, is afhankelijk van de kwaliteit van de emulsies. Bij filmemulsies is de contrastomvang groter dan bij papieremulsies.

Indien de helderheidsverschillen in het voorwerp te groot zijn om door een emulsie geregistreerd te kunnen worden, zal de onderbelichte emulsie zich onbelicht voordoen, terwijl in een krans rondom de overbelichte emulsiedelen zwarting gaat optreden (overstraling). Het fotografisch beeld zal op de plaatsen waar zwarting door overstraling optreedt vervagen of zelfs verdwijnen.

Uit eerder in het buitenland genomen proeven met het fotograferen van voertuigen met retroflecterende kentekenplaten bij nacht blijkt dat op de negatieven deze kentekenplaten sterke overstraling vertonen. Ook blijkt dat in het algemeen het beeld in de overstraalde zone wél vervaagt, maar niet verdwijnt. Bij het afdrucken van deze negatieven zijn echter de helderheidsverschijnselen in het beeld zo groot, dat deze niet door papieremulsies kunnen worden weergegeven.

Men kan in het algemeen de belichting bij het afdrucken zó regelen, dat:

- a. de normaal belichte partijen als beeld op de foto komen, terwijl de op het negatief overbelichte en overstraalde delen zich op de afdruk onbelicht voordoen (wit blijven),
- b. de overbelichte en overstraalde delen als beeld op de foto komen, waarbij op de afdruk overstraling gaat optreden in de andere partijen, hetgeen een totale of bijna totale zwarting van deze delen van de foto oplevert.

Door nu de overbelichte en overstraalde delen extra te belichten kan alle op het negatief geregistreerde informatie op de papieremulsie worden overgebracht.

Foto's van voertuigen met retroflecterende kentekenplaten kunnen, indien de foto's met de hand worden vergroot door toepassing van schablonen in twee trappen worden belicht.

Bij automatische afdrukprocedures zal dat doorgaans niet mogelijk zijn. Apparaten voor automatische multi-trapsbelichting (Dodging-printers) moeten, gezien hun kostprijs, buiten beschouwing blijven, evenals andere apparatuur, waarvan kan worden aangenomen dat het de betreffende diensten niet ter beschikking staat.

Indien de overstraling gering is, kunnen de optredende moeilijkheden bestreden worden door keuze van film, papier en ontwikkelaar. In eerste instantie dient de overstraling echter bestreden te worden door een juiste opnametechniek.

De contourvervalsing door overstraling is bij een bepaald brandpunt van het camera-object omgekeerd evenredig met de afstand tussen camera en kentekenplaat. De overstraling is een functie van de waarnemingshoek.

Indien de waarnemingshoek verandert van  $1/2^\circ$  tot  $2^\circ$  neemt de lichtopbrengst af met circa 90%<sup>1)</sup>. Verdere vergroting van de waarnemingshoek heeft een progressief afnemend effect op de vermindering van de lichtopbrengst. Uitgaande van de bij de diensten aanwezige foto-apparatuur kan in eerste instantie het effect van de waarnemingshoek en de afstand op de overstraling worden nagegaan.

Indien de overstraling wordt veroorzaakt door gekleurd licht (gekleurde kentekenplaat), bestaat de mogelijkheid deze te bestrijden door toepassing van een geschikt kleurfilter.

Kleurfilters hebben de eigenschap bepaalde kleuren uit het spectrum tegen te houden; het filter dient die kleur tegen te houden die de overstraling veroorzaakt. Dit kan worden nagegaan in tweede instantie.

In principe zouden voertuig en kentekenplaat kunnen worden geregistreerd met twee camera's, waarbij het diafragma van de ene is afgesteld op het voertuig en dat van de andere op het kenteken. Zowel op technische, economische als juridische gronden lijkt dit echter minder doeltreffend dan de hierboven aangegeven oplossing.

## 6.3 Onderzoekprogramma

### 6.3.1 Opdracht tot onderzoek

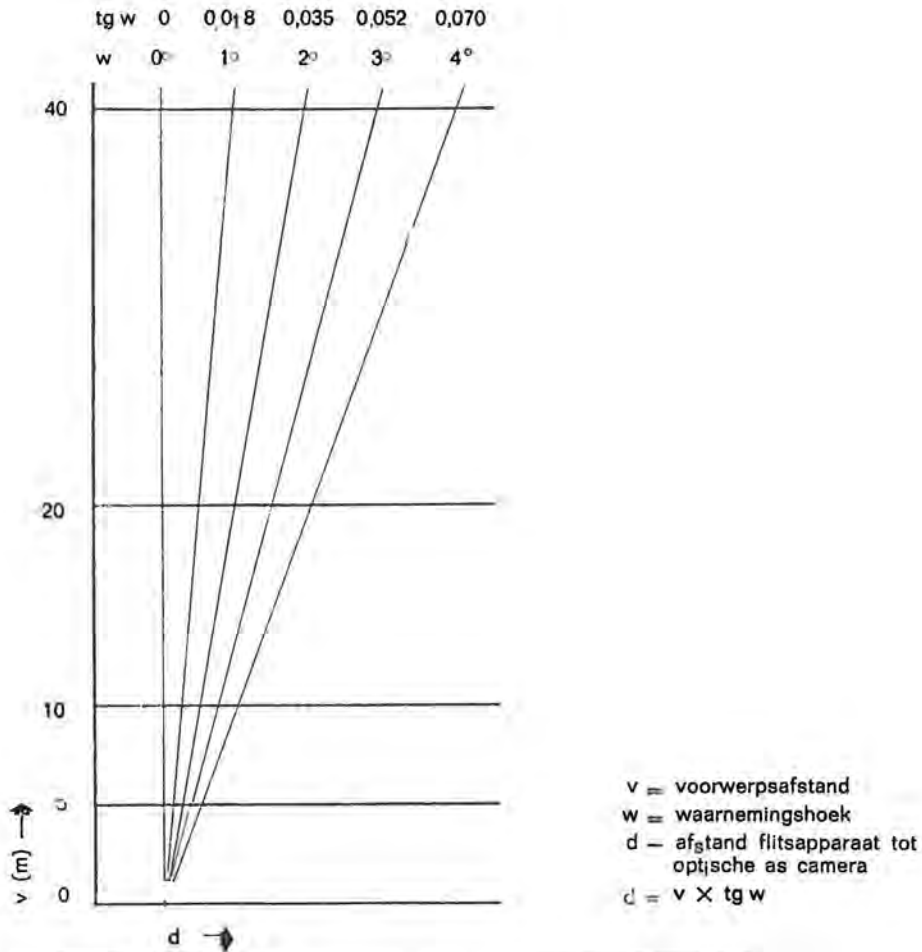
Op verzoek van de SWOV is door de heer G. J. Boven en de heer J. J. Flamman van de Gemeentepolitie te Wassenaar de invloed nagegaan van de afstand, de waarnemingshoek en kleurfilters op overstraling bij fotograferen bij duisternis van retroflecterende kentekenplaten.

Hierbij werd een reeks van veertig foto's gemaakt en wel in de combinaties van

---

<sup>1)</sup> Zie afbeelding 1 van de Bijlage.

**Afbeelding 5. Schema van de posities van de camera ten opzichte van het flitsapparaat en het object**



de afstanden 5, 10, 20 en 40 m, met de waarnemingshoeken 0°, 1°, 2°, 3° en 4°, met en zonder filter. De werking van kleurfilters werd separaat nagegaan. Daarnaast werd het effect van film en ontwikkelaar bezien.

### 6.3.2 Invloed afstand en waarnemingshoek

In afbeelding 5 zijn horizontaal afstandslijnen en verticaal waarnemingslijnen afgezet. Op posities die overeenkomen met de snijpunten van deze lijnenseries is een reeks van twintig foto's gemaakt van diverse typen kentekenplaten. Bij de bepaling van het richtgetal van het flitsapparaat werd het evenueel optreden van overstraling genegeerd.

Hierbij is de normaal gebruikte negatiefkwaliteit gebruikt, welke op de te doen gebruikelijke wijze werd ontwikkeld.

De twintig negatieven werden afgedrukt zonder en met behulp van schablonen, waarbij werd genoteerd hoeveel de overstraalde partijen moesten worden overbelicht om tot een goed beeld op de foto te komen.

### **6.3.3 Invloed kleurfilter**

Een zelfde reeks van twintig foto's is opgenomen van dezelfde platenserie onder toepassing van filters. Het surplus aan licht dat het flitsapparaat levert (het aantal diafragmastoppen, dat het diafragma moet worden dichtgedraaid ten opzichte van de volle opening) is maatgevend voor de maximaal toelaatbare vertragingfactor van het toe te passen filter.

Verdere procedure als onder 6.3.2.

### **6.3.4 Invloed film, ontwikkelaar, papier en belichting**

Een zelfde reeks foto's is opgenomen op een film met een grote contrastomvang waarbij de film twee diafragma's werd onderbelicht. De film is in een daarop afgestemde ontwikkelaar ontwikkeld. De negatieven zijn afgedrukt als onder 6.3.2, waarbij echter de aard van het vergrotingspapier en de papierontwikkelaar als variabelen zijn opgenomen.

## **6.4 Resultaten**

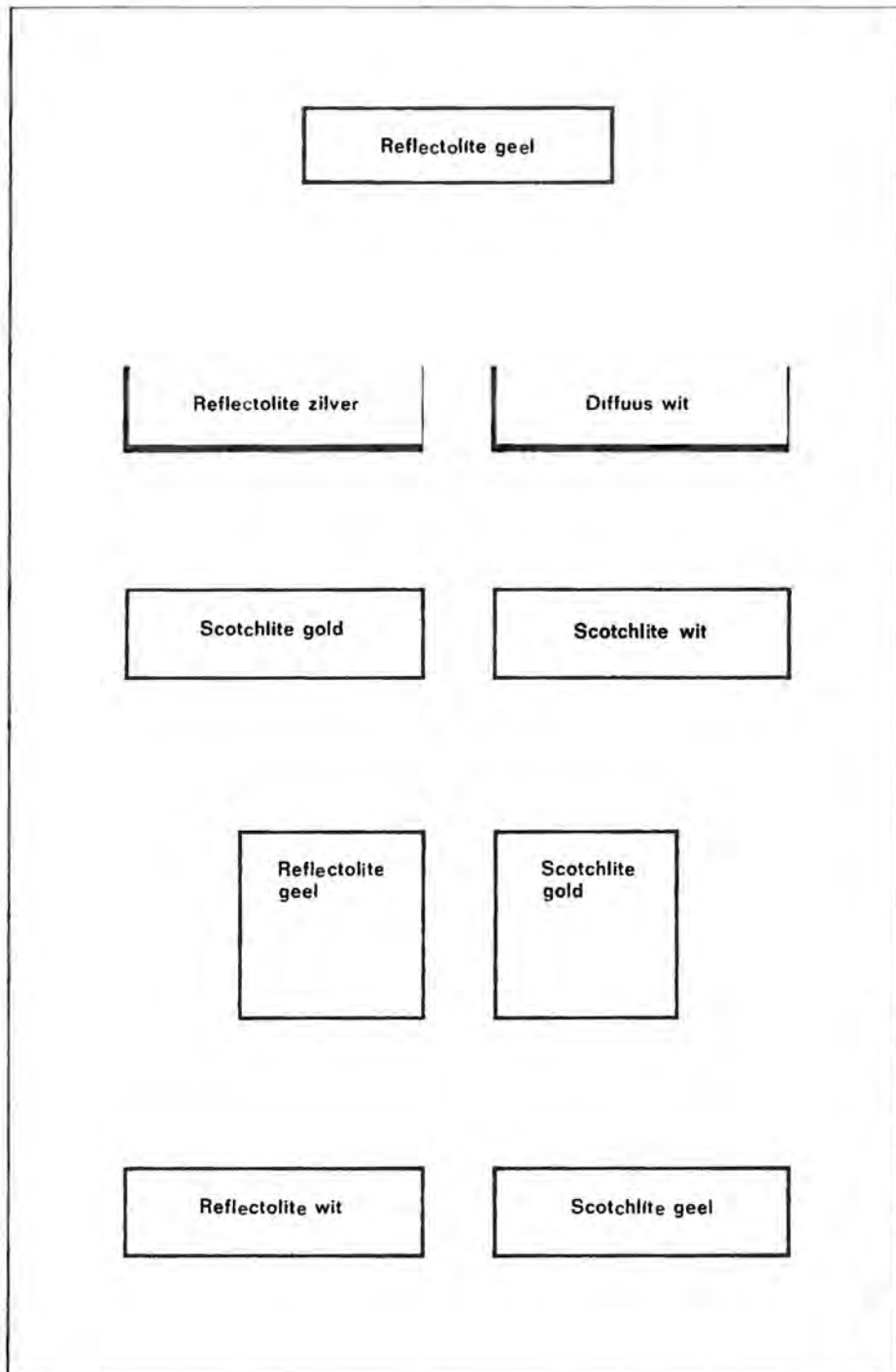
Bij alle foto-opnamen zijn de kentekenplaten op het negatief leesbaar. Indien het flitsapparaat op de camera staat (circa  $0^\circ$  waarnemingshoek) zijn alle retro-reflecterende kentekenplaten op de afdruk onleesbaar. Vergroting van de waarnemingshoek en toepassing van een kleurfilter kan de overstraling op het negatief zodanig beperken dat de kentekenplaten op de afdrukken leesbaar zijn. Een blauw gekleurd filter onderdrukt de overstraling het best.

Bij opnamen, gemaakt onder een waarnemingshoek van  $0^\circ$  of meer zijn bij toepassing van een blauwfilter gele kentekenplaten op de afdrukken leesbaar. Bij opnamen, gemaakt onder een waarnemingshoek van  $1^\circ$  of meer, zijn bij toepassing van een blauwfilter gele en goudkleurige kentekenplaten op de afdrukken leesbaar.

Bij opnamen, gemaakt onder een waarnemingshoek van  $2^\circ$  of meer, zijn bij toepassing van een blauwfilter alle kentekenplaten op de afdrukken leesbaar. Bij een waarnemingshoek van  $3^\circ$  of meer zijn ook zonder filter alle kentekenplaten op de afdruk leesbaar.

Als gevolg van de korreligheid van het beeld en van de steeds aanwezige overstraling, neemt de leesbaarheid van de letters en cijfers van de kentekenplaat

**Opstelling van de kentekenplaten bij het fotografisch onderzoek**



A<sub>1</sub> t/m A<sub>4</sub> Afdrukken van een serie opnamen gemaakt op een afstand van 5 m en met waarnemingshoeken van resp.  $\pm 0^\circ$ ,  $1^\circ$ ,  $2^\circ$  en  $3^\circ$ . Afstand flitsapparaat-lens is resp.  $\pm 10$  cm, 9 cm, 18 cm en 27 cm. Belichtingstijd bij afdrukken 4 sec.



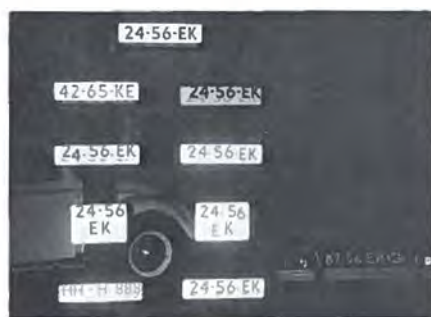
A<sub>1</sub>



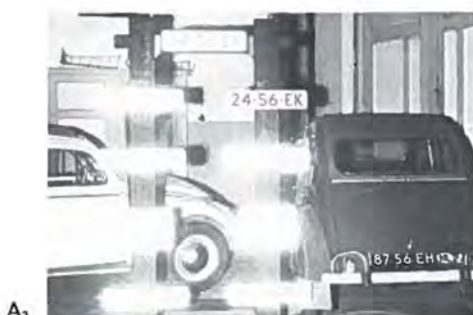
B<sub>1</sub>



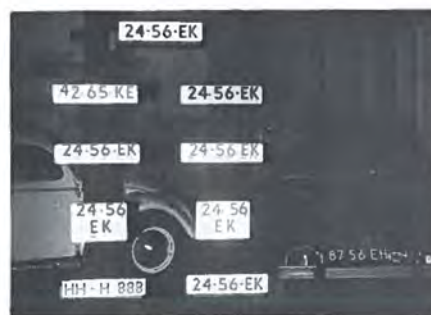
A<sub>2</sub>



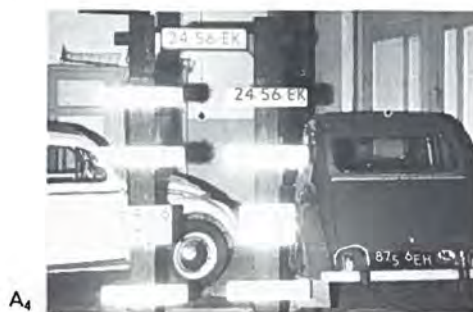
B<sub>2</sub>



A<sub>3</sub>



B<sub>3</sub>



A<sub>4</sub>



B<sub>4</sub>

B<sub>1</sub> t/m B<sub>4</sub>. Deze vier negatieven als ook der A<sub>1</sub> t/m A<sub>4</sub>, zodanig belicht dat een goed afbeeldingsaftryk ontstaat. De belichtingstijd is bij afdrukken als volgt verlengd: B<sub>1</sub> t.o.v. A<sub>1</sub> 10 maal, B<sub>2</sub> t.o.v. A<sub>2</sub> 8 maal, B<sub>3</sub> t.o.v. A<sub>3</sub> 6 maal, B<sub>4</sub> t.o.v. A<sub>4</sub> 4 maal.



C<sub>1</sub> t/m C<sub>4</sub>. Afdrukken van opnamen onder dezelfde omstandigheden als bij A<sub>1</sub> t/m A<sub>4</sub>, doch met blauwfilter en het diagram 1 stop groter. Belichtingstijd bij afdrukken 4 sec. Vooral de afleesbaarheid van opnamen van gele kentekenplaten wordt sterk verhoogd.



C<sub>1</sub>



D<sub>1</sub>



C<sub>2</sub>



D<sub>2</sub>



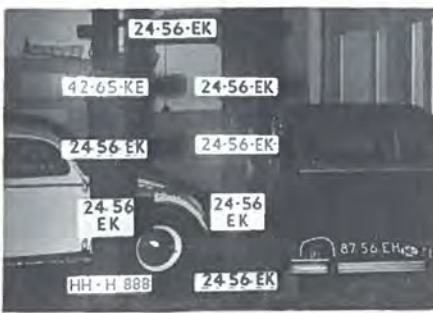
C<sub>3</sub>



D<sub>3</sub>



C<sub>4</sub>



D<sub>4</sub>

D<sub>1</sub> t/m D<sub>4</sub>. Dezelfde negatieven als onder C<sub>1</sub> t/m C<sub>4</sub>, zodanig belicht dat een goede afleesbare afdruk ontstaat. De belichtingstijd is bij afdrukken als volgt verlengd: D<sub>1</sub> t.o.v. C<sub>1</sub> 5 maal, D<sub>2</sub> t.o.v. C<sub>2</sub> 4 maal, D<sub>3</sub> t.o.v. C<sub>3</sub> 2½ maal, D<sub>4</sub> t.o.v. C<sub>4</sub> 2 maal.

## 6.6 Aanbevelingen

Naar de gebruiksgebieden zijn de volgende mogelijkheden te rubriceren.

### 6.6.1 Bij ongevallenregistratie (korte afstand)

Door de afstand flitsapparaat lens minimaal gelijk aan 5% van de voorwerpsafstand te nemen (bij voorwerpsafstand 5 m is dit 25 cm) krijgt men negatieven die automatisch of met de hand zonder toepassing van schablonen af te drukken zijn.

Indien het flitsapparaat op het toestel is gemonteerd, moeten de negatieven met de hand worden afgedrukt onder toepassing van een schabloon. Toepassing van een blauwfilter bij de opname vereenvoudigt het afdrukken, maar is niet noodzakelijk.

### 6.6.2 Bij statische radarcontrole

Bij statische radarcontrole zijn twee opstellingen van de daarbij gebruikte registratieapparatuur in gebruik:

- a. met het flitsapparaat op de camera gemonteerd
- b. met los flitsapparaat

In het algemeen zullen van de opnamen slechts de negatieven bekeken worden, indien afdrukken vereist zijn, worden deze met de hand gemaakt.

Negatieven van gele reflecterende kentekenplaten zijn bij toepassing van een blauwfilter steeds automatisch, of met de hand zonder schabloon, af te drukken. Bij goudkleurige retroreflecterende kentekenplaten dient onder toepassing van een blauwfilter de afstand flitsapparaat-lens tenminste 2% van de voorwerpsafstand te zijn (voor 25 m is dit 50 cm).

Bij statische radarcontrole met los flitsapparaat dient de afstand flitsapparaat-lens tenminste 5% van de voorwerpsafstand te zijn om het gebruik van een filter overbodig te maken. In andere situaties opgenomen negatieven moeten met de hand worden afgedrukt onder toepassing van schablonen.

### 6.6.3 Bij mobiele radarcontrole

In het algemeen zullen ook hierbij de negatieven slechts bekeken worden, indien een afdruk vereist is kan deze meestal met de hand worden gemaakt. De toe passen techniek loopt parallel aan de in 6.6.2 beschreven methode. Men zal voor het verkrijgen van negatieven, die automatisch of met de hand zonder schabloon afgedrukt kunnen worden, geen grotere voorwerpsafstand mogen nemen dan twintig maal de afstand flitsapparaat lens of dertig maal deze afstand bij gebruik van een blauwfilter (voor een afstand flitsapparaat-lens van 70 cm is dit 14 m, respectievelijk 21 m, voor een afstand flitsapparaat-lens van 1,20 m is dit 24 m, respectievelijk 36 m).



Indien de voorwerpsafstand groter is moeten de foto's met de hand worden afgedrukt onder toepassing van een schabloon.

#### **6.6.4 Bij belastingcontrole**

Bij de belastingcontrole worden ook in het algemeen de negatieven slechts bekeken, als afdrukken vereist zijn worden deze automatisch gemaakt.

Zowel bij mobiele belastingcontrole als bij statische belastingcontrole geldt dat voor het verkrijgen van automatisch af te drukken negatieven de maximum voorwerpsafstand twintig maal de afstand flitsapparaat.lens dient te zijn of dertig maal deze afstand bij toepassing van een blauwfilter.

Bij retroflecterend geel zijn bij toepassing van een blauwfilter de negatieven steeds automatisch af te drukken.

N.B. Bij statische controle uit auto's dient het voertuig zoveel mogelijk evenwijdig te worden geplaatst met de optische as van de camera.

## 7 Literatuur

- Adrian, W.:** Experimentelle Untersuchung der Blendung durch Signallichten auf Wasserstrassen. *Lichttechnik* 17 (1965) 9
- Campbell, B. J. en Rouse W.S.:** Reflectorised license plates and rear end collisions at night. *Traffic Safety Research Review* 12 (1968) 2.
- E.C.E.:** Commission Economique pour l'Europe, Comité des Transports Intérieurs, Sous-comité des transports routiers, Groupe de travail de la sécurité de la circulation, Groupe de travail de la construction des véhicules:
- a. Rapport du groupe de rapporteurs pour la lisibilité des plaques d'immatriculation des automobiles, 6 avril 1967 + Additif 1, 13 déc. 1967
  - b. Registration plates. advantages and disadvantages of the use of reflectorized registration plates; Note by the secretariat.
- Estival, L.:** The reflectorisation of motor vehicle registration number plates, a report of trials carried out in France. *International Road Safety and Traffic Review*, Vol XII no. 1.
- Fürst, W. (ed):** Sehen + gesehen werden. Sicherheitskennzeichen. Albis Verlag, 1967.
- Hanson, D. R. en Palmquist, Th. V.:** Effectiveness of the reflectorised roadlamps. Highway Research Board nr. 164, (1967), Highway Research Board, Washington D.C.
- Hartmann, E. en Mose, E. A.:** Das gesetz des physiologischen Blendung bei sehr kleinen Blendwinkeln. *Lichttechnik* 20 (1968) 6: 67A-69A.
- Herrington, C. G. et al:** The functions and design of motor vehicle license plates. Engineering Experiment Station Bulletin nr. 457, University of Illinois, 1960.
- Kneebone, F.:** D. C. Sign legends. Australian Road Research Board. Proceedings 1964 Vol. 2, part 1: 542-553.
- Maine State Police, Traffic Division, Bureau of Traffic Records:** A study of rural traffic accidents prior to and since use of reflective registration plates.
- Minnesota Highway Department,** reported in: "The case for Adoption of Reflective Safety License Plate Program". Publ. by Minnesota Mining and Manufacturing Company, 1963.
- Motor Vehicle Accident Study,** Polk County, Iowa (USA), 1960.
- Eisen voor reflectoren voor motorvoertuigen en lengtedriehoeken voor aanhangwagens en opleggers.** Nederlandse Staatscourant, 18 mei 1967, nr. 94.
- Kentekenplaten voor motorrijtuigen op twee wielen met of zonder zijspanwagen.** Normblad 1147, 2de druk dec. 1950, gewijzigd. Uitgegeven door de Hoofdcmissie voor de Normalisatie in Nederland.
- Kentekenplaten voor motorrijtuigen op meer dan twee wielen.** Normblad 1148, 2de druk, dec. 1950, gewijzigd. Uitgegeven door de Hoofdcmissie voor de Normalisatie in Nederland.
- Rumar, K.:** Comparison of the visibility and readability between conventional license plates and license plate with a reflective background. *International Police Chronicle*, Jan/Febr. 1965.
- Rumar, K.:** The reflective registration plate, a factor of discipline and safety in modern road traffic. Vth Meeting of the International Road Federation, September 1966, London.
- Rumar, K.:** Reflectorised license plates. *Traffic Engineering & Control* (1967) 9: 555-557.

**Rutley, K. S.:** Reflectorsed license plates, R.R.L. 1966

**RAL:** Reflex Farben RA<sub>L</sub>\_F7, Farbbregister RAL 840 HR. RAL beim DNA, 6 Frankfurt/M 1.

**Sluis, G. A. van der:** Reflecterende kentekenplaten veiliger. Verkeerstechniek 17 (1966) 1: 18.19

**SWOV (Schreuder, D. A. en Carlquist, J. C. A.):** Stads- en dimlichten binnen de bebouwde kom (nog niet gepubliceerd)

**U.K. British Standards Institution.** BS.AU 145, 1967, British Standard. Automobile series, specification for reflex reflecting number plates

**U.S.A. Federal Specification, LS.300,** September 7, 1965, Sheetting and tape, reflective, non exposed lens, adhesive backing



**BIJLAGE**  
**behorende bij het SWOV-rapport**  
**Retroflecterende kentekenplaten**

Rapport van de reflectie-metingen aan een 10-tal monsters retroflecterende materialen, opgesteld door de N.V. tot Keuring van Electrotechnische Materialen (KEMA) te Arnhem.



## Inleiding

Op verzoek van de Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV) werden de reflectie-eigenschappen nagegaan en werd de kleur bepaald van een tiental monsterplaatjes van retro reflecterende materialen, welke van voornoemde Stichting werden ontvangen.

Het onderzoek werd in de onderstaande volgorde verricht:

- A. Beoordeling van het lichtverstrooiend vermogen.
- B. Beoordeling van het spiegelend vermogen.
- C. Bepaling van het reflecterend vermogen, in droge en natte toestand.
- D. Bepaling van de invloed van de waarnemingshoek op de grootte van het reflecterend vermogen.
- E. Bestudering van de invloed van een behandeling met schoonmaakmiddelen op de grootte van het reflecterend vermogen.
- F. Bepaling van de kleur van het diffuus gereflecteerde licht.

Bij het onderzoek werden de aanwijzingen gevolgd, welke door de SWOV werden vastgelegd.

### A Beoordeling van het lichtverstrooiend vermogen

Het lichtverstrooiend vermogen werd beoordeeld bij belichting van de meetplaats met de standaarddaglichtbron C. De hoek tussen de gemiddelde licht-invalsrichting en de normaal op de meetplaats werd daarbij op  $45^\circ$  aangehouden; de waarneming geschiedde in de richting van de normaal op de meetplaats. De meetplaats bezat steeds eenzelfde grootte, die maar weinig kleiner was dan het oppervlak van de beschouwde monsters.

De waarneming werd verricht met behulp van een Weston-Viscorcel, die zich op een afstand van circa 0,5 m van het beproefde object bevond.

De opstelling werd geijkt met behulp van een door magnesiumoxyde intensief beroekt plat oppervlak, waarvan eenzelfde grootte als boven vermeld in beschouwing werd genomen.

Het lichtverstrooiend vermogen van de onderzochte monsters werd tenslotte aangegeven in procenten van de waarde, die voor het magnesiumoxyde oppervlak was gemeten (zie tabel B-1, blz. 70).

**Tabel B.1. Het lichtverstrooiend vermogen en het spiegelend vermogen van een tiental monsterplaatjes van retro reflecterende materialen**

monster- nummer	kleur	% licht- verstrooiend vermogen	% spiegelend vermogen
1	rood	8,8	36 000
2	rood	9,5	53 000
3	wit	49,6	—
4	wit	46,6	—
5	geel	31,4	—
6	wit	38,0	—
7	geel	49,5	—
8	geel	45,9	—
9	wit	47,7	—
10	wit	65,4	—

## B Beoordeling van het spiegelend vermogen

Het spiegelend vermogen werd bepaald in een opstelling als uitvoerig beschreven in het tijdschrift *Electrotechniek* nr. 20 van 7 oktober 1954 (zie ook onder hoofdstuk C van dit rapport). De meetplaats, die een diameter had van 5,0 cm, werd zodanig ten opzichte van de lichtinstralingsrichting, respectievelijk de waarnemingsrichting, gesitueerd dat een maximale terugstraling in de waarnemingsrichting optrad.

Het spiegelend vermogen werd uiteindelijk uitgedrukt (zie tabel B-1) in procenten corresponderend met de maximale terugstraling, te verminderen met het aan hetzelfde oppervlak ( $\varnothing$  5 cm) gemeten reflecterend vermogen (zie hoofdstuk C). De geringe invloed van de lichtverstrooiende reflectie in de totale terugstraling werd buiten beschouwing gelaten.

Het spiegelend vermogen werd uiteindelijk uitgedrukt (zie tabel B-1) in procenten van het reflecterend vermogen van een volkomen diffuus en totaal reflecterend wit oppervlak, dat beantwoordt aan  $\frac{10^{-1}}{\pi}$  mcd/lux per  $\text{cm}^2$  of aan  $\frac{1,96}{\pi}$  mcd/lux per  $19,6 \text{ cm}^2$  (geldend voor een oppervlak met een diameter van 5 cm).

## C Bepaling van het reflecterend vermogen

Het reflecterend vermogen werd bepaald in een opstelling als beschreven in het tijdschrift *Electrotechniek* nr. 20 van 7 oktober 1954. Deze opstelling beantwoordde ten volle aan het 'Règlement nr. 3: Prescription uniformes relatives à l'homologation des dispositifs catadioptriques pour véhicules automobiles' (Commission Economique pour l'Europe des Nations Unies, Genève 20 maart 1958). Voor de volledigheid zij aangetekend dat de onderhavige meting werd verricht bij waarneming onder een hoek van  $1/3^\circ$  met de gemiddelde lichtinvalsrichting en bij toepassing van oriëntatiehoeken van resp.  $0^\circ$  (of circa  $0^\circ$ ),  $\pm 30^\circ$  en  $\pm 45^\circ$ . De meting bij de oriëntatiehoek  $0^\circ$  (of circa  $0^\circ$ ) werd in alle gevallen



**Tabel B.2. Het reflecterend vermogen bij verschillende invalshoeken, respectievelijk in droge en natte toestand (in mcd/20 cm<sup>2</sup> per lux)**

monster- nummer	kleur	-45°		-30°		0°		+30°		+45°	
		droog	nat	droog	nat	droog	nat	droog	nat	droog	nat
1	rood	0,23	0,22	1,53	1,50	6,75	6,50	1,43	1,40	0,22	0,21
2	rood	0,20	0,18	1,53	1,40	8,09	7,13	1,50	1,40	0,20	0,20
3	wit	1,56	1,39	8,60	7,77	36,82	33,18	8,09	7,58	1,59	1,40
4	wit	24,20	23,12	41,21	39,62	57,71	55,54	41,21	39,24	24,65	23,50
5	geel	12,99	8,79	36,31	27,39	71,33	59,36	32,80	27,18	11,97	8,60
6	wit	22,33	17,77	73,89	68,15	117,20	117,83	75,16	64,97	20,83	16,18
7	geel	0,41	0,42	0,64	0,64	0,96	0,92	0,63	0,66	0,42	0,34
8	geel	0,76	0,61	1,53	1,02	2,07	1,46	1,43	1,01	0,74	0,61
9	wit	1,02	0,70	2,45	1,40	10,38	5,22	2,36	1,37	1,02	0,69
10	wit	1,66	1,07	2,29	1,46	2,71	1,75	2,32	1,50	1,69	1,08

N.B. Een waarde, die in de kolommen voor de natte toestand vet gezet is, is telkens gelijk aan of kleiner dan het 0,8voud van de bijbehorende waarde voor de droge toestand.

zo ingericht dat de witte spiegeling op de voorkant van het monster de waarneming juist niet meer beïnvloedde, hetgeen visueel werd geverifieerd. Het volledige oppervlak van het monster werd bij meting betrokken, dat wil zeggen 104 cm<sup>2</sup> voor het monster nr. 4 en telkens 100 cm<sup>2</sup> voor de overige monsters. De kleurtemperatuur van de bestralingsbron bedroeg circa 2850° K.

Het bepaalde reflecterend vermogen werd wederom uitgedrukt in procenten van het reflecterend vermogen van een volkomen diffuus en totaal reflecterend wit oppervlak.

Conform het verzoek van de SWOV werden de monsters zowel in droge als in natte toestand beoordeeld. De laatste toestand werd verkregen door de verticaal geplaatste monsters met fijnverdeeld water te bestuiven; de waterbestuiving werd telkens beëindigd op het moment dat het te beproeven oppervlak volledig en nagenoeg homogeen met separate kleine waterdruppels bedekt was. (De ervaring leerde dat een voortgaande bestuiving tot de vorming van grote druppels, respectievelijk plaatselijk afvloeien van water, c.q. plaatselijke droging aanleiding zou kunnen geven).

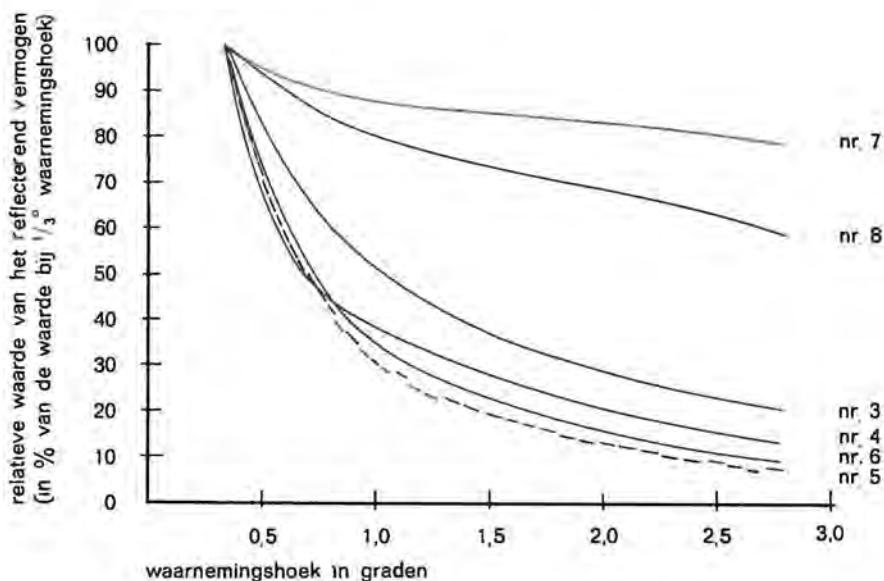
De resultaten van het uitgevoerde onderzoek zijn in tabel B.2 samengevat.

#### **D Invloed van de waarnemingshoek op de grootte van het reflecterend vermogen**

Dit effect werd bestudeerd aan de droge monsters; een en ander vond plaats in de opstelling welke in hoofdstuk C is genoemd, waarbij de waarnemingshoek werd gevarieerd doch de oriëntatiehoek constant werd gehouden op 0° (of nagenoeg 0°).

Het uiteindelijke berekende relatieve verloop van het reflecterend vermogen in afhankelijkheid van de waarnemingshoek is in afbeelding B.1 weergegeven; hier-

**Afbeelding B.1.** De invloed van de waarnemingshoek op de grootte van het reflecterend vermogen Oriëntatiehoek circa  $0^\circ$ . Monsters nr. 3 t/m 8



bij is de waarde van het reflecterend vermogen optredende onder een waarnemingshoek van  $1/3^\circ$  (en bij een oriëntatiehoek van  $0^\circ$  of daaromtrent) op 100 % gesteld.

#### **E Invloed van schoonmaakmiddelen op de grootte van het reflecterend vermogen**

De invloed van de behandeling met een aantal schoonmaakmiddelen werd bestudeerd in de opstelling, welke in hoofdstuk C is genoemd; de waarnemingshoek werd daarbij steeds op  $1/3^\circ$  ingesteld, terwijl de oriëntatiehoek constant werd gehouden op  $+5^\circ$ .

De volgende schoonmaakmiddelen werden achtereenvolgens in het onderzoek betrokken:

1. 'Dubro', synthetisch wasmiddel van het fabrikaat De Fenix, Zwolle, 12 cm<sup>3</sup> van dit wasmiddel werd opgelost in 4 liter lauw warm water
2. 'Valma' liquid Auto Was, with Silicones van het fabrikaat Valma Ltd, Amersfoort
3. Wasbenzine.

1. De behandeling met 'Dubro' geschiedde door de voorzijde van het monster met een in de betrokken oplossing gedoopte spons intensief te wassen; hierna werd het monster onder stromend leidingwater afgespoeld en vervolgens met een papieren handdoekje drooggewreven.

Tabel B.3. De relatieve waarde van het reflecterend vermogen

monster- nummer	beg.n. waarde %	behande- ling met Dubro (%)	behande- ling met Valma (%)	behande- ling met wasben- zine (%)	na herha- ling ben- zineproef (%)	na herha- ling Val- ma.proef (%)	na herha- ling ben- zineproef (%)
3	100	103	105	97	—	—	—
4	100	94	80(?)	98	—	97	102
5	100	104	107	99,5	—	—	—
6	100	103	104	91,5	93,5	—	—
7	100	96,5	96,5	101	—	—	—
8	100	107	108	115	—	—	—

2. De behandeling met 'Valma' werd verricht door het retroflecterend oppervlak intensief te bevochtigen met een van de betrokken vloeistof doordrenkte prop watten; na 15 à 20 minuten drogen (en verdampen van het oplosmiddel) werd het zo behandelde oppervlak met een wollen doek opgewreven.

3. De behandeling met wasbenzine vond plaats door het oppervlak af te nemen met een in deze benzine gedoopte wollen doek.

De resultaten van het uitgevoerde onderzoek zijn in tabel B.3 samengevat. Daaruit blijkt dat de toegepaste schoonmaakmiddelen slechts een geringe invloed op de waarde van het reflecterend vermogen hebben uitgeoefend. De invloed van de eerste 'Valma'-behandeling op het monster nr. 4 was weliswaar duidelijk waarneembaar, een dergelijke teruggang kon echter na een herhalingsproef niet worden gereproduceerd; het monster nr. 8 bleek na de diverse behandelingen merkbaar beter te reflecteren, wellicht als gevolg van successievelijke verwijdering van aan het oppervlak gehechte optisch schadelijke bestanddelen.

## F Bepaling van de kleur van het diffuus gereflecteerde licht

De spectrale energieverdeling in het gereflecteerde licht werd gemeten voor het geval dat het monster diffuus werd belicht door een lichtbron met een kleurtemperatuur  $T_K$  van 2850°K. Uit deze resultaten konden de kleurcoördinaten worden berekend, die zouden gelden voor het licht, dat gereflecteerd zou worden bij aanstraling van het monster door de standaarddaglichtbron C ( $T_K = 6500$  °K). De definitieve resultaten van dit onderzoek zijn in tabel B.4 samengevat.

monster-nummer	x-coördinaat	y-coördinaat
1	0,661	0,328
2	0,654	0,325
3	0,342	0,359
4	0,337	0,358
5	0,511	0,474
6	0,340	0,362
7	0,508	0,466
8	0,497	0,452
9	0,330	0,346
10	0,345	0,362

Tabel B-4. Kleurcoördinaten van het door het monster diffuus gereflecteerde licht en bij belichting met de standaarddaglichtbron C.

