

VEILIGHEIDSKLEDING VOOR WERK OP DE WEG

Rapport 1968-1

Voorburg, 1968

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV



# Inhoud

<b>Voorwoord</b>	blz.
<b>1. Inleiding en probleemanalyse.</b>	9
1.1. Gebruikssituatie	9
1.2. Waarneembaarheid.	10
1.3. Draagbaarheid.	12
1.4. Houdbaarheid en economische aspecten.	12
<b>2 De huidige kleding.</b>	13
2.1. Kleding van de „wegengroep“.	13
2.2. Kleding van de „verkeersgroep“.	13
<b>3. Specificatie van de onderzoeken.</b>	14
3.1. Kleuren	14
3.2. Materialen.	14
<b>4. Opdrachten tot onderzoek.</b>	14
Instituut voor Zintuigfysiologie RVO-TNO (IZF) te Soesterberg	14
Vezelinstituut TNO te Delft.	15
Kunststoffeninstituut TNO te Delft.	15
Ned. Instituut voor Toegepast Huishoudkundig Onderzoek (N.I.T.H.O.) te Wageningen.	15.
<b>5. Resultaten van het onderzoek.</b>	15
5.1. Waarnemingsonderzoek.	15
5.2. Materiaalonderzoek.	16
<b>6. Conclusies.</b>	18
6.1. Kleur.	18
6.2. Materiaal.	18
6.3. Oplossing.	18
<b>7. Evaluatie van onderzoekresultaten.</b>	19
7.1. Kleding voor de „verkeersgroep“.	19
7.2. Kleding voor de „wegengroep“.	19
7.3. Model en uitvoering.	20
7.4. Keurmerk.	20

**Inhoud van de bij dit rapport behorende bijlage:**

1. Keuringseisen, opgesteld door de N.V. tot Keuring van Electrotechnische Materialen (KEMA) te Arnhem en de hieronder genoemde instituten.
2. Gebruksomstandigheden.
3. Het waarnemingsonderzoek door het Instituut voor Zintuigfysiologie RVO-TNO (IZF) te Soesterberg.
4. Het materiaalontwikkelingsonderzoek door het Nederlands Instituut voor Toegepast Huishoudkundig Onderzoek (N.I.T.H.O.) te Wageningen
5. Het materiaalonderzoek door het Vezelinstituut TNO en het Kunststoffen instituut TNO te Delft.

## Voorwoord

Wanneer degenen, die hun werkzaamheden langs en op de weg verrichten, beter waarneembaar worden gemaakt, lopen zij minder gevaar te worden aangereden. Deze gedachte heeft er toe geleid, dat indertijd onder meer het dragen van speciale veiligheidskleding werd geïntroduceerd. Deze kleding is inmiddels verkrijgbaar in een bonte verscheidenheid van kleuren, modellen en materialen.

Het was echter niet bekend in welke uitvoering de veiligheidskleding het best voldoet in de meest voorkomende gebruikssituatie, nl. overdag of bij schemering. Wel was duidelijk geworden, dat vele gebruikers grote bezwaren hebben tegen het dragen van een aantal vormen waarin veiligheidskleding voorkomt; zij voelen zich gestoken in een soort narrepak. Deze overwegingen leidden er toe, dat het Ministerie van Verkeer en Waterstaat aan de SWOV verzocht een onderzoek in te stellen naar de waarneembaarheid van deze kleding voor de verkeersdeelnemers en de draagbaarheid voor de gebruikers. Gevraagd werd daarbij aanbevelingen te doen voor eventuele verbeteringen.

Door de SWOV werd een werkwijze vastgesteld, waarbij deelproblemen van het onderzoek werden uitbesteed aan andere instituten. Deze onderzoeken werden door afd. Menselijke Factoren van de SWOV (hoofd Drs. D. J. Griep) gecoördineerd. Het Instituut voor Zintuigfysiologie RVO-TNO (IZF) te Soesterberg verrichtte onderzoek naar de waarneembaarheid van de kleuren en de modellen van de kleding. Het Vezelinstituut TNO en het Kunststoffeninstituut TNO te Delft onderzochten het materiaal van de kleding. De N.V. tot Keuring van Electrotechnische Materialen (KEMA) te Arnhem stelde, op basis van de onderzoekresultaten, keuringseisen op, waaraan veiligheidskleding dient te voldoen.

De resultaten van deze deelonderzoeken gaven aanleiding de textielindustrie te stimuleren tot het ontwikkelen van een nieuw weefsel, dat, geleverd in de vereiste kleur en helderheid, zou voldoen aan de eisen tot bescherming tegen regen en koude enerzijds en afvoer van, door arbeid ontstane, warmte en vocht anderzijds. Het Nederlands Instituut voor Toegepast Huishoudkundig Onderzoek (N.I.T.H.O.) te Wageningen, waar reeds ervaring was opgedaan met werkkleding, verzorgt deze ontwikkeling, op basis van het thans afgesloten onderzoek. Volgens mededelingen van het N.I.T.H.O. mag verwacht worden, dat materiaal voor veiligheidskleding in de handel gebracht kan worden, dat aan

de in dit rapport gestelde eisen zal voldoen. Het is echter niet wenselijk gebleken met het publiceren van dit rapport te wachten tot dit gerealiseerd zal zijn.

De SWOV is deze instituten erkentelijk voor hun medewerking aan het onderzoek. Een beschrijving van hun werk werd opgenomen in een bij dit rapport behorende bijlage.

De Centrale Politie Verkeerscommissie (C.P.V.C.) heeft inmiddels landelijke aanbevelingen gedaan om de grootste groep gebruikers, de schoolverkeersbrigadiertjes, te voorzien van oranje fluorescerende veiligheidskleding. Deze dient in de plaats te komen van de tot nog toe gebruikelijke witte of gele kleding. De aanbevelingen werden opgesteld op basis van een voorlopig SWOV-rapport. Aangenomen mag worden, dat in verscheidene gemeenten de oranje fluorescerende kleding voor schoolverkeersbrigadiertjes successievelijk zal worden ingevoerd. Deze kleding is inmiddels verkrijgbaar bij het Verbond voor Veilig Verkeer.

Voor sommige gebruikersgroepen blijkt te gelden, dat het aanschaffen van oranje fluorescerende kleding niet alleen afhankelijk is van veiligheidsoverwegingen, maar tevens van economische motieven.

De S.A.S.-groep van de Rijkspolitie heeft inmiddels de witte patrouillewagens voorzien van oranje fluorescerende vlakken.

Ir. E. Asmussen  
Directeur

## 1. Inleiding en probleemanalyse

In het onderzoek naar veiligheidskleding voor werk op de weg werd uitgegaan van de eisen, die kunnen worden gesteld aan de kleding voor meerdere groepen van gebruikers, namelijk kantonniers van Rijks- en Provinciale Waterstaat, wegwerkers van waterstaatsdiensten en aannemers, politiefunctionarissen, „verkeersbrigadiers” en ANWB personeel van de afdeling Bewegwijzering.

Behalve deze, verrichten ook nog andere personen werkzaamheden langs en op de weg, zoals douanebeambten, controleurs van het Ministerie van Landbouw en Visserij en controleurs van de Rijksverkeersinspectie, personeel van garages, sleepdiensten en ambulances en de Wegenwacht.

Deze groepen gebruiken echter zelden of nooit veiligheidskleding, zoals bedoeld wordt in dit rapport. Hoewel zij oorspronkelijk niet zijn bedoeld als veiligheidskleding, hebben de gele jassen van de Wegenwacht wel een dergelijke functie, vooral wanneer wegenwachters, bij voorbeeld bij ongevallen, verkeersregelend optreden in afwachting van de komst van de politie. Daar, waar dat noodzakelijk werd geacht, werd daarom de gele wegenwachtjas onder veiligheidskleding gerangschikt.

### 1.1. Gebruikssituatie.

De aan de kleding te stellen eisen kunnen worden bepaald naar de gebruikssituatie. Twee groepen gebruikers zijn te onderscheiden: <sup>1)</sup>

#### een „wegengroep”

- a. werkzaamheden: controle en onderhoud van de weg met toebehoren;
- b. samenstelling: werkheden van Waterstaatsdiensten en aannemers, ANWB-personeel van de afdeling Bewegwijzering en kantonniers;
- c. arbeidsomstandigheden: in hoofdzaak buiten de bebouwde kom. Overdag is vaak een (rood-witte) afzetting op de weg als visuele bescherming aanwezig. Na zonsondergang wordt gewerkt bij openbare verlichting of speciale werkverlichting.  
Uitzondering is de inspecterende, zich steeds verplaatsende, kantonnier, voor wie dergelijke beschermende voorzieningen slechts zelden aanwezig zijn.

#### een „verkeersgroep”

- a. werkzaamheden: controle en regulatie van het verkeer;
- b. samenstelling: politie, verkeersbrigadiers en tevens kantonniers en wegenwachters, indien zich een ongeval heeft voorgedaan en de politie nog niet aanwezig is;
- c. arbeidsomstandigheden: binnen de bebouwde kom (politie, verkeersbrigadiers) en daarbuiten (politie, kantonniers). Zowel overdag als 's nachts werken zij vaak zonder andere beschermende voorzieningen dan de veiligheidskleding.

<sup>1)</sup> Hoofdstuk 2 van de bijlage geeft een uitvoeriger beschrijving.

Verkeersbrigadiers werken vrijwel altijd bij daglicht. Hun waarneembaarheid wordt enigermate verhoogd door het „spiegel“. De waarneembaarheid van politiefunctionarissen wordt soms verhoogd door attributen behorende bij de verkeersregende taak, zoals een stopteken, een baton of een „klapbord“. De waarneembaarheid van verkeersregelaars op vaste posten wordt soms benoed door het opvoeren van het verlichtingsniveau ter plaatse. Ook wordt gebruik gemaakt van op de regelaar gerichte schijnwerpers.

Aan de kleding van de „verkeersgroep“ moeten zware eisen kunnen worden gesteld, ten aanzien van de waarneembaarheid van deze groep, daar veelal geen andere afdoende en universeel bruikbare voorzieningen worden getroffen of te treffen zijn.

De aanwezigheid van deze voetgangers op of bij de rijbaan is voor de verkeersdeelnemer bovendien vaak onzeker naar plaats en tijd. In het bijzonder is dit het geval bij ongevallen buiten de bebouwde kom waarbij de weggebruiker onverwacht wordt geconfronteerd met een verkeersregelaar op of vlakbij de rijbaan. Hierdoor kunnen zich gevaarlijke situaties ontwikkelen. Ten aanzien van het gebruik van de kleding door politiefunctionarissen en kantonniërs, blijkt behalve de waarneembaarheid ook nog een ander aspect van de kleding mee te spelen, namelijk de mate waarin deze door de drager wordt beoordeeld als passend bij de taak en functie.

Voor de „wegengroep“ speelt (naast de waarneembaarheid) de draagbaarheid van de veiligheidskleding de meest belangrijke rol. Er moet een ruime bewegingsvrijheid mogelijk zijn en ook dient er een goede afvoer te zijn van door de arbeid ontstane warmte en vocht.

## 1.2. Waarneembaarheid.

Uit de hiervoor omschreven gebruikssituatie volgt, dat ook ten aanzien van de waarneembaarheid van veiligheidskleding zeer verschillende voorwaarden in het geding zijn. Deze betreffen:

- a de kleur en helderheid van de omgeving buiten en binnen de bebouwde kom waarbij betrokken zijn de weg, de eventueel aanwezige bebouwing, het verkeer, de lucht, de beplanting (waarbij rekening moet worden gehouden met het jaargetijde en de daarmee gepaard gaande kleurverandering in de natuurlijke omgeving);
- b de atmosferische gesteldheid, zoals bij voorbeeld regen, mist en sneeuw en de invloed daarvan op kleur- en helderheidscontrasten;
- c de verlichtingsomstandigheden, die variëren van daglicht tot schemer en duisternis op wegen en straten met en zonder voorzieningen voor openbare verlichting, en de invloed daarvan op kleur- en helderheidscontrasten;
- d het verkeer op drukke en minder drukke wegen en straten waardoor de aandacht kan worden afgeleid en de bestuurder door tegemoetkomend verkeer soms kan worden verblind.

De waarneembaarheid van de veiligheidskleding dient bovendien voldoende groot te zijn voor personen met een gebrekkig gezichtsvermogen, zoals bij voorbeeld weggebruikers met beperkingen of afwijkingen in het kleurenzien.

De waarneembaarheid is te onderscheiden in zichtbaarheid, opvallendheid, herkenbaarheid en localiseerbaarheid.



### 1.2.1. Zichtbaarheid.

Zichtbaarheidsafstand wil zeggen de grootste afstand waarop de aanwezigheid van een object kan worden ontdekt. Deze wordt bepaald door de fysiologische eigenschappen van het gezichtsvermogen en is afhankelijk van fysische grootheden, met name van het luminantieniveau, het helderheidscontrast, de afmetingen etc.

Voor een doeltreffend functioneren van veiligheidskleding is een goede zichtbaarheid noodzakelijk.

Gegeven de gebruikssituatie, is de zichtbaarheid van de kleding te beïnvloeden door:

- a. de afmeting en de vorm;
- b. het contrast in helderheid en kleur met de omgeving;
- c. contrasten in kleur, helderheid en vorm aan het oppervlak van de kleding.

Een goede zichtbaarheid is weliswaar noodzakelijk maar niet voldoende. Het is zelfs niet uitgesloten, dat een goed zichtbare kleur, bij voorbeeld wit, een relatief geringe opvallendheid bezit, ook in het geval, dat de helderheid van verschillende kleuren, bij voorbeeld wit en geel, gelijk zou zijn.

### 1.2.2. Opvallendheid.

Opvallendheid is bij voorbeeld uit te drukken als functie van de tijd, die benodigd is om een object binnen de zichtbaarheidsafstand te ontdekken. Dit is een psychologische grootheid, afhankelijk van de primaire taak (bij voorbeeld de rijtaak van de weggebruiker).

Naast optimale zichtbaarheid van veiligheidskleding geldt de eis van opvallendheid door middel van afwijkingen van de kleuren en vormen van die, waarmee de weggebruiker normaliter wordt geconfronteerd. In het huidige verkeer, waar vaak snel moet worden waargenomen en gehandeld, is de opvallendheid primair. De opvallendheid is vooral van belang, omdat de dragers van veiligheidskleding op, voor verkeersdeelnemers, onverwachte plaatsen en tijden aanwezig kunnen zijn.

### 1.2.3. Herkenbaarheid.

Herkenbaarheidsafstand wil zeggen de afstand waarop een object binnen de zichtbaarheidsafstand kan worden geïdentificeerd.

De herkenbaarheid speelt een rol voor personen, die de bevoegdheid bezitten verkeersregelend op te treden, zoals politiefunctionarissen, verkeersbrigadiers en in sommige omstandigheden kantonniers en wegenwachters. Teneinde door de verkeersdeelnemers als verkeersregelaar herkend te worden, zijn voorwaarden van zichtbaarheid en opvallendheid noodzakelijk maar niet voldoende. De verkeersregelende bevoegdheid van de drager van de veiligheidskleding dient bekend te zijn.

Een gebrek aan herkenbaarheid, voorzover te beïnvloeden door de kleding, kan als volgt worden gespecificeerd:

- a. de mate, waarin politiefunctionarissen en verkeersbrigadiers tengevolge van hun veiligheidskleding worden verward met personen, die geen verkeersregelende bevoegdheid hebben.

Deze verwarring kan worden tegengegaan door het creëren van bij voorbeeld in helderheid en kleur specifieke kleding voor „verkeersregelaars“ op basis van de voor de herkenbaarheid primaire eisen van zichtbaarheid en opvallendheid;

- b. de, door de kleding ontstane, onderlinge verwarring tussen de tot regeling van het verkeer bevoegde personen.  
Het is niet aannemelijk, dat door deze eventueel optredende onderlinge verwarring de veiligheid van de „verkeersregelaar“ in gevaar wordt gebracht.<sup>1)</sup>

#### 1.2.4. Localiseerbaarheid.

Localiseerbaarheid wil zeggen de afstand waarop, respectievelijk de tijd waarin de positie en de positieverandering (detectie van beweging) van een object ten opzichte van de omgeving kan worden bepaald.

De localiseerbaarheid van de drager van veiligheidskleding wordt in hoofdzaak bepaald door omstandigheden buiten de kleding en zal daarom verder buiten beschouwing blijven.

### 1.3. Draagbaarheid.

De draagbaarheid van veiligheidskleding wordt bepaald door:

- a. de afvoer van warmte en vocht, die door het verrichten van de taak ontstaan is;
- b. de bescherming tegen weersinvloeden.  
Deze eigenschappen worden behalve door de afmetingen van het kledingstuk, in hoofdzaak bepaald door de soort en de dichtheid van het materiaal en eventueel de kenmerken van de impregnering;
- c. de aantrekkelijkheid, te omschrijven als de mate, waarin de kleding past bij de taak en de functie van de gebruikers.

Deze eigenschap wordt beïnvloed door de stijfheid van het materiaal (bewegingsvrijheid) en door de kleur en helderheid, maar vooral ook door het model van de kleding.

### 1.4. Houdbaarheid en economische aspecten.

Deze hangen niet alleen af van de soort en de kwaliteit van het materiaal, maar ook van de houdbaarheid van de ten aanzien van de waarneembaarheid essentiële aspecten van de kleding, zoals de kleur en de helderheid.

---

<sup>1)</sup> Het eventuele verlies aan duidelijk onderscheid in de kleding van officiële verkeersregelaars onderling, is ten aanzien van hun persoonlijke veiligheid geen wezenlijk probleem. Voorzover die herkenbaarheid in specifieke zin binnen de groep verkeersregelaars noodzakelijk geacht wordt voor het uitoefenen van de functie, zijn hiervoor mogelijkheden aanwezig zonder dat deze afbreuk doen aan de eisen van zichtbaarheid en opvallendheid. Door verschillen in het model van de kleding of door het aanbrengen van tekens, die de functie aangeven, kan een zeker onderscheid worden verkregen. De uitwerking hiervan valt evenwel buiten het kader van dit onderzoek.

## 2. De huidige kleding

De voor veiligheidskleding gebruikte materialen bestaan meestal uit kunststof zoals vinylpolymeer, synthetische rubber en dergelijke. Er is een grote verscheidenheid in gebruikte kleuren. De politie gebruikt in het algemeen witte kleding. Politiefunctionarissen, die belast zijn met verkeerssurveillance, beschikken vaak over witte vesten, voorzien van retro-reflecterend materiaal, dat in V-vorm op voor- en achterzijde van het vest is aangebracht. Een grote minderheid van de verkeersbrigadiers heeft witte kleding. Wegwerkers, de meerderheid van de verkeersbrigadiers en sommige kantonniers zijn uitgemonsterd in geel. Het personeel van de ANWB, afdeling Bewegwijzering, beschikt over oranje kleding en een aantal kantonniers gaat in oranje of rood veiligheidsmateriaal gekleed. Soms wordt op de kleding een opdruk of opstiksel aangebracht in de vorm van een chevron in wit, grijs, zwart of rood. In een aantal gevallen is deze chevron uitgevoerd in retro-reflecterend materiaal, maar soms ook in fluorescerend materiaal. Het model van de kleding kan een vest zijn of een overgooier, maar ook een lange jas. Deze variëteit wordt soms nog uitgebreid met losse arm- en beenstukken. De sluitingen van de kleding bestaan uit knopen of drukknopen, of al of niet elastische strik of drukbanden. De kleuren blauw en groen worden niet gebruikt vanwege het geringe kleurcontrast met de natuurlijke omgeving (lucht en begroeiing). De kleuren geel, rood en oranje zijn meer opvallend. Zij zijn leverbaar in fluorescerende uitvoering.

### 2.1. Kleding van de „wegengroep”.

Gebruikers uit de „wegengroep” blijken weerstanden te hebben tegen de huidige materialen. Een belangrijke reden hiervan is, dat kunststof de warmte en het vocht, ontstaan door arbeid, slecht afvoert. Tevens blijken er klachten te zijn over een geringe bruikbaarheid; men klaagt het meest over het opbollen van de kleding bij het bukken, andere gevolgen van de stijfheid van het materiaal en de afwezigheid van zakken. Ook het contrast in kleding door middel van chevrons en sommige modellen van vesten worden veelal niet acceptabel geacht; het merendeel van de gebruikers in de „wegengroep” voelt zich gestoken in een „clownspak”.

### 2.2. Kleding van de „verkeersgroep”.

Ook in de „verkeersgroep” blijken bezwaren te leven speciaal ten aanzien van de vormgeving van de kleding. De gemeentepolitie blijkt geen bezwaren te hebben tegen de huidige kleding, die bestaat uit een lange witte jas, zonder chevron, op basis van synthetische rubber of in specifieke gevallen een vest. Wel heeft men bezwaar tegen eventuele veranderingen in de kleur uit overwegingen van esthetiek en vanuit de overweging, dat de politiefunctaris dan wellicht door verkeersdeelnemers met andere verkeersregelaars kan worden verward. Een beoordeling of dit de uitvoering van de politieke taak zou belemmeren valt buiten het bestek van dit onderzoek, dat zich alleen bezighoudt met de veiligheidsaspecten. Wel kan worden opgemerkt, dat, gezien de frequentie waarin witte of bijna witte kleding onder verkeersdeelnemers voorkomt, de herkenbaarheid van de witte veiligheidskleding niet optimaal is. Vanuit het veiligheidsaspect kan worden gesteld, dat witte veiligheidskleding relatief slecht waarneembaar is (zie 5.2.).

### 3. Specificatie van de onderzoeken

#### 3.1. Kleuren.

- a. Bepaling van de maximaal opvallende kleur bij de verschillende condities, zoals deze in de praktijk voorkomen.
- b. Bepaling van de opvallendheid van contrasten, aangebracht op de kleding.
- c. Bepaling van het minimaal benodigde kleuroppervlak in de richting van de waarnemer.
- d. Bepaling van de maximaal opvallende kleur voor personen met defecten in het kleurenzien.
- e. Vergelijking tussen retro.reflecterend en fluorescerend materiaal, voor wat betreft opvallendheid.

Van geen van de vele onderzoeken, die op het gebied van de kleurwaarneming reeds werden verricht, was de doelstelling het bepalen van opvallende kleuren tegen achtergronden op de weg. In de meeste onderzoeken werden kleuren uitsluitend onderzocht tegen een grijze achtergrond. Vrij veel onderzoek is verricht teneinde de voor vliegtuigen meest opvallende kleur te bepalen. Siegel en Federman (1965) hebben hiervan een overzicht samengesteld.<sup>1)</sup>

#### 3.2. Materialen.

- a. De bepaling van de eigenschappen van tot nog toe gebruikte materialen voor werkkleding op de weg, zoals samenstelling, stijfheid, houdbaarheid, lichtechtheid, reflectievermogen en sterkte.
- b. Het ontwikkelen van een materiaal, dat de gunstige eigenschappen van kunstvezels, voor wat betreft sterkte, heiderheid en kleur, paart aan een voldoende warmte- en vochttransport, zonder afbreuk te doen aan de eis tot bescherming tegen weersinvloeden.

### 4. Opdrachten tot onderzoek

De hierna volgende gespecialiseerde onderzoeksinstituten voerden deelonderzoeken uit.

#### **Instituut voor Zintuigfysiologie RVO-TNO, te Soesterberg.**

Bepaling van de opvallendheid van door de industrie leverbare materialen voor veiligheidskleding voor werk op de weg, in afhankelijkheid van:

- a. kleuren;
- b. afmetingen;
- c. contrast in de kleding zelf;

<sup>1)</sup> Arthur I. Siegel en Philip Federman: Development of a paint scheme for increasing aircraft detectability and visibility. *Journal of Applied Psychology*. 1965. vol. 49, no. 2, 93-105.

- d. vouwen (chevrons),
- e. defecten in het kleuren.

De bepaling van de opvallendheid dient te geschieden onder condities, zoals die zich voordoen bij het gebruik van de kleding.

**Textielinstituut TNO te Delft.**

Onderzoek van bestaande kleding op:

- a. lichtechtheid,
- b. reflectievermogen na een half jaar gebruik (gesmuleerd);
- c. doorschijnendheid.

**Kunststoffeninstituut TNO te Delft.**

Onderzoek van bestaande kleding op:

- a. stijfheid,
- b. samenstelling;
- c. effect van de veroudering op de stijfheid;
- d. scheurweerstand.

**Nederlands Instituut voor Toegepast Huishoudkundig Onderzoek te Wageningen.**

Ontwikkeling van materiaal, dat voldoet aan:

- a. reflectievermogen en kleur, zoals gespecificeerd in het waarnemingsonderzoek van het IZF;
- b. afvoer warmte en vocht, ontstaan door arbeid;
- c. bescherming tegen weersinvloeden.

## Resultaten van het onderzoek

### 5.1. Waarnemingsonderzoek.<sup>1)</sup>

De meest relevante factor voor onderzoek bleek de opvallendheid te zijn (zie 1.2.).

Beproefd werden wit<sup>2)</sup>, geel, fluorescerend oranje, fluorescerend rood, fluorescerend geel, met grijs als standaardreferentie.

Deze kleuren werden gekozen op grond van resultaten van reeds verricht onderzoek naar de opvallendheid van kleuren. Daaruit blijkt, dat rood, oranje, geel en blauw in fluorescerende toestand veelal beter opvallend zijn dan in niet fluorescerende toestand. Van de fluorescerende kleuren is oranje relatief het meest opvallend (Segel en Federman 1965). Wit werd bij het onderzoek betrokken, omdat de door de politie gebruikte kleding veelal hierin is uitgevoerd en ongeveer een derde van het aantal verkeersbrigadiers in het wit is gestoken. Geel werd onderzocht vanwege het gebruik van deze kleur voor kleding onder andere ten behoeve van verkeersbrigadiers en wegenwachters.

<sup>1)</sup> Verslagen van dit onderzoek van het IZF werden opgenomen in hoofdstuk 3 van de bijlage.

<sup>2)</sup> Volgens informatie van het Textielinstituut TNO is de houdbaarheid van fluorescerend wit gering. Daarnaast treden vrij sterke kleurafwijkingen op. Het fluorescerend vermogen is bovendien relatief zwak. Om deze redenen werd fluorescerend wit niet gekozen.

In zwen voor het gebruik langs de weg representatieve omstandigheden werden kleuringen van kleding beproefd in een laboratoriumsituatie waarin de waarnemingsstatik van de automobilist ten de e werd gesimuleerd. Hierna volgde een praktijkonderzoek als controle op de bevindingen van het laboratoriumonderzoek.

De resultaten van laboratorium- en praktijkproeven zijn als volgt

- a. Van de onderzochte kleuren verdient voor overdag fluorescerend oranje voor de voorkeur voor wat betreft de opvallendheid. Onder alle geteste omstandigheden was deze kleur tenminste even goed en in de meeste omstandigheden meer opvallend dan de andere, ook voor personen met defecten in kleurenzien.
- b. Grijs en wit blijken overdag ondubbelzinnig het minst opvallend te zijn. Na grijs is wit het minst opvallend. Geel is beter dan wit en grijs, maar deze kleur blijft nog verre ten achter bij fluorescerend oranje. Fluorescerend rood vo'doet minder goed dan fluorescerend oranje. De resultaten van deze praktijkonderzoek op de weg blijken overeen te komen met de uit onderzoeken naar de meest opvallende kleur voor vliegtuigen.
- c. Een invloed van contrasten, bij voorbeeld door chevrons, kon niet worden aangetoond. Ook deze resultaten zijn in overeenstemming met de door Siegel en Federman geinventariseerde kleuersonderzoeken voor vliegtuigen. Daarbij werd geconstateerd, dat zaneengesloten oppervlakken een beter effect geven dan geschieden oppervlakken. Een contrast, zoals bij voorbeeld een chevron, zal echter wel effect hebben bij duisternis, indien hij wordt uitgevoerd in retro-reflecterend materiaal.
- d. Voor het gebruik bij duisternis verdient retro-reflecterend materiaal de voorkeur boven fluorescerend materiaal. Bij het aanschijnen door de koplichten van voertuigen is de teruggekaatste hoeveelheid licht in de richting van de bestuurder 10 maal hoger voor retro-reflecterend materiaal; daarmee zal eveneens de opvallendheid verschillen. Wit, dat overdag of bij schemering het minst zichtbaar is, heeft, mits uitgevoerd in retro-reflecterend materiaal, en aangestruid, bij duisternis het hoogst retro-reflecterende vermogen. Het zou mogelijk zijn de oranje fluorescerende kleding te voorzien van bv. wit retro-reflecterend materiaal, teneinde de kleding ook voor gebruik bij duisternis voldoende opvallend te maken. Zie echter punt 7.1 en punt 7.3.

## 5.2. Materiaalonderzoek.<sup>1)</sup>

5.2.1. Op basis van een inventarisatie van de, door de industrie leverbare, materialen voor veiligheidskleding werden 14 monsters onderzocht op samenstelling, stijfheid, ondoorschijnendheid, lichtechtheid, reflectievermogen, scheurweerstand en houdbaarheid.

Op grond van de uitkomsten van het onderzoek inzake lichtechtheid en reflectievermogen werden door de industrie pogingen tot verbetering van verschillende materialen gedaan. Teneinde het resultaat hiervan na te gaan, werden acht

<sup>1)</sup> Verslagen van dit onderzoek door het Vezelinstituut TNO en het Kunststoffeninstituut TNO werden opgenomen in hoofdstuk 5 van de bijlage.

materialen additioneel onderzocht. Hierbij kwamen geen nieuwe gezichtsputten naar voren.

- a. Een van de bevindingen is, dat de huidge oranje fluorescerende — en daaronder meest opvallende — werkkleding veelal een betrekkelijk geringe lichtechtheid bezit en dus snel verkleurt.
- Ter toelichting op het in de bijlage opgenomen onderzoekverslag zij vermeld, dat bij een lichtechtheidswaarde 3 een ernstige verkleuring reeds na circa 20 zonuren optreedt; voor een lichtechtheidswaarde 5 is dit het geval na circa 200 zonuren en voor een lichtechtheidswaarde 7 na circa 1000 zonuren. Een sterke ontkleuring is nadelig voor de opvallendheid en beïnvloedt het aanzicht van het kledingstuk ongunstig. Tot nu toe is er geen procédé bekend waardoor de lichtechtheid tot een hoger niveau is te brengen. Een lichtechtheid van 5—6 kan, volgens de in de bijlage aangegeven bepaling, door de industrie worden gepaliseerd voor oranje fluorescerende kleding. Deze waarde is aan te bevelen als minimumeis. Voor de opvallendheid is het reflecterend vermogen echter belangrijker dan de kleur. Bij wijze van spreken zou men kunnen stellen, dat een verschoten oranje fluorescerend kledingstuk te preferen is boven een niet verschoten exemplaar van een andere kleur.
- b. Het reflectievermogen (0 voor zwart, 10 voor absoluut wit) wordt door de verkleuring in het algemeen niet nadelig beïnvloed, zoals uit het verslag in de bijlage blijkt. Het reflectievermogen blijft na 500 uren bestraling in de Xenon-test over het algemeen gelijk aan de oorspronkelijke waarde of neemt zelfs toe. De in de Xenon-test gebruikte belichtingstijd komt overeen met circa een half jaar gebruik, wanneer wordt uitgegaan van circa 4 uur zonschijn per werkdag.
- c. De samenstelling van de voor de kleding gebruikte kunststoffen is veelal een met weekmaker geplastificeerde polyvinyl chloride of een copolymeer van vinylchloride en vinylacetyl.
- Dit materiaal heeft, op een enkele uitzondering na, een zodanige stijfheid, dat als resultaat van een 24 uren vouwproef bij 0 °C, veelal een blijvende vouw ontstaat zonder dat evenwel scheurtjes optreden.
- De kans, dat het reeds voor veiligheidskleding toegepaste materiaal na vrij korte tijd harder en brosser wordt (zoals geïndiceerd door de mate van vluchtigheid van de weekmaker), is vrij gering. Dit gold echter niet voor één der onderzochte materialen. Aan te bevelen is een afname van de weekmaker, d.i.e. naar TNO-bepaling, na 12 uur bij 100 °C, niet meer bedraagt dan 2,5 gewichtsprocent.
- d. De ondorschijnendheid van alle geteste materialen is voldoende (0,85 tot 0,99).
- e. Wat betreft de scheurweerstand van ketting en inslag doen zich vrij grote verschillen voor tussen de geteste materialen (1,3 tot 13 kg).
- Een aanbeveling voor minimaal of maximaal toelaatbare waarden kan slechts worden bepaald naar de aard van de te verrichten taak, de eventuele kans te worden meegesleurd door het verkeer (kleine scheurweerstand), economische overwegingen (vervangingskosten), alsmede naar de aard van de sluiting van de kleding.

Voor de „wegengroep“ lijkt in verband met de werkzaamheden een sterkere kleding noodzakelijk dan voor de „verkeersgroep“. De „wegengroep“ heeft ook minder kans op aanrijdingen door de aanwezigheid van bebakening en andere veiligheidsvoorzieningen.

Een minimaal vereiste scheurweerstand van ketting en inslag van 1,5 kg (volgens TNO bepaling) kan worden aanbevolen voor de kleding van beide groepen gebruikers.

## 6. Conclusies

### 6.1. Kleur.

Fluorescerend oranje verdient verre de voorkeur als kleur voor veiligheidskleding voor werk op de weg, zowel voor overdag als gedurende de schemer.

Wit is af te raden. Geel, hoewel meer opvallend dan wit, blijft zeer ten achter bij vergelijking met fluorescerend oranje. Hierin treedt geen verbetering op bij het fluorescerend maken van geel. Fluorescerend geel blijkt zelfs slechter waarneembaar dan gewoon helder geel. Fluorescerend rood blijft ten achter bij fluorescerend oranje.

De lichtechtheid is bij alle kleuren gering.

### 6.2. Materiaal.

Warmte- en vochttransport, soepelheid en lichtechtheid zijn aspecten, die in de praktijk kritiek blijken te zijn voor de huidige materialen voor veiligheidskleding voor werk op de weg. Onvoldoende transport van warmte en vocht en een geringe soepelheid van het materiaal zijn nadelen, die vooral in het geding zijn voor de „wegengroep“, die bestaat uit personen, die relatief zware lichamelijke arbeid verrichten.

Deze bezwaren zijn van minder gewicht voor de „verkeersgroep“, bestaande uit personen die een toezichthoudende, verkeerregende functie vervullen. De huidige materialen (P.V.C. of synthetische rubber) in oranje fluorescerende uitvoering geleverd, zouden daarom kunnen voldoen voor de „verkeersgroep“. Bezwaren van fysiologische onbehaaglijkheid van de kleding kunnen echter ook in deze groep gebruikers worden verwacht, wanneer de buitentemperatuur hoog is.

Ook voor de „verkeersgroep“ zou daarom een ander materiaal dan thans door de industrie voor veiligheidskleding leverbaar is, uiteindelijk de voorkeur verdienen.

### 6.3. Oplossing.

De materialen, die voor veiligheidskleding geschikt zouden zijn, dienen te voldoen aan twee eisen:

1. Zij moeten uitgevoerd kunnen worden in fluorescerend oranje, dat een acceptabele lichtechtheid behoudt.
2. Zij moeten bescherming bieden tegen regen en koude, maar ook dienen zij warmte en vocht (waterdamp) te transporteren.

Textielweefsels- of breisels, gemaakt van fijne garens, die geleverd zijn in fluorescerend oranje en die waterafstotend zijn gemaakt, zouden aan deze eisen kunnen voldoen. Uit contacten met de industrie, die op verzoek van de SWOV door het Nederlands Instituut voor Toegepast Huishoudkundig Onderzoek werden gelegd<sup>1)</sup>, blijkt, dat polyacrylnitrilvezels gebruikt kunnen worden als



grondstof voor de voldoende lichtechte, oranje fluorescerende weefsels. De enige moeilijkheid is nog dat polyacrylnitril weefsels in poplin of gabardine-uitvoering nog niet in het produktieassortiment van de industrie werden opgenomen. Thans zijn besprekingen met fabriekanten gaande om een dergelijk weefsel te leveren, dat dan tevens voldoende waterafstotend is.

## 7. Evaluatie van onderzoekresultaten

### 7.1. Kleding voor de „verkeersgroep“.

Voor degenen, die hun functie kunnen vervullen met, in het algemeen, geringe lichamelijke inspanningen, met name politie verkeersbrigadiers en kantonniers, kan worden volstaan met de thans leverbare materialen voor veiligheidskleding voor werk op de weg (kunstvezels). Wel dienen deze materialen te worden uitgevoerd in oranje fluorescerende kleur, terwille van de opvallendheid overdag en gedurende de schemer. In hoofdstuk 1 van de bijlage werden specificaties (keuringssoorten) van dit materiaal opgenomen.

Voor het gebruik bij duisternis, op onverlichte wegen, verdient retro-reflecterend materiaal (scotchlite) de voorkeur boven fluorescerend materiaal. Dit materiaal zou bij voorbeeld in banden bevestigd kunnen zijn op borst en rug van het kledingstuk. Een chevron is niet noodzakelijk voor de zichtbaarheid. Tegen een dergelijke vorm („sergeantsstreep“) bestaan bezwaren bij de gebruikers. Tevens bestaan er bezwaren tegen het dragen van retro-reflecterend materiaal om de enkels. Dit is voor de zichtbaarheid van de drager voor naderende bestuurders ook niet noodzakelijk gebleken. Bij de waarnemingsafstanden, die in het geding zijn, valt het object namelijk buiten de bundel van het dimlicht en ontvangt dus slechts het strooilight van de dimlichtbundel van het naderende voertuig. In dit geval is de verlichtingssterkte op de enkels nagenoeg gelijk aan die bij voorbeeld op het bovenlichaam. Voor het bij duisternis herkennen en onderscheiden van de verschillende groepen gebruikers van retro-reflecterend materiaal voor veiligheidskleding, zou het toepassen van verschillende vormen evenwel een hulpmiddel kunnen zijn.

### 7.2. Kleding voor de „wegengroep“.

Voor personen voor wie de werkzaamheden doorgaans met relatief zware lichamelijke inspanning gepaard gaan, zoals werklieden van waterstaatsdiensten en van aannemers, ANWB-personeel van de afdeling Bewegwijzering en soms ook kantonniers van de waterstaatsdiensten, voldoet het materiaal van de thans beschikbare kleding niet.

Voor de kleding van deze groep is een weefsel noodzakelijk, dat door de arbeid ontstane warmte en vocht transporteert en anderzijds ook voldoende waterdicht is.

Een dergelijk weefsel dient oranje fluorescerend geverfd te kunnen worden, zoals omschreven in 5.2.

Voorzover personen uit deze groep ook bij duisternis, op onverlichte wegen werkzaamheden verrichten — en dat kan met name voor de kantonniers en

<sup>1)</sup> Een verslag van de werkzaamheden van het N.I.T.H.O. werd opgenomen in hoofdstuk 4 van de bijlage.

ook wel voor wegwachten het geval zijn — is het op de kleding aanbrengen van retro-reflecterend materiaal, zoals genoemd onder 5.1 d en 7.1, wenselijk.

Weefsels, die voldoen aan de eisen, worden thans nog niet door de industrie geleverd. De mogelijkheid hertoe wordt thans door het N.I.T.H.O. onderzocht en de kans van slagen worden volgens het N.I.T.H.O. redelijk groot geacht. Een tussentijdse oplossing zou kunnen zijn om de kleding gedeeltelijk in oranje fluorescerende kunststof uit te voeren en gedeeltelijk in waterafstotend textielweefsel. Hierbij zou een oppervlak van minstens 1500 cm<sup>2</sup> oranje fluorescerend materiaal zichtbaar moeten zijn, in de richting van de waarnemer, dat wil zeggen de naderende bestuurder.

Het materiaal zou door middel van drukknopen, een ritssluiting of innaaien bevestigd kunnen worden op de gebruikelijke beroepsleding.

**Men dient echter hierbij wel te bedenken, dat deze oplossing niet wezenlijk is en ook weinig praktisch zal zijn.**

### 7.3. Model en uitvoering.

De vormgeving van de kleding dient zodanig te zijn, dat zij niet meer wordt geïnterpreteerd als een lastige, speciale veiligheidskleding, maar als een redelijk aantrekkelijk en voor de uitoefening van beroep of functie praktisch bruikbaar kledingstuk.

Hierbij kan worden gedacht aan bij voorbeeld een windjack voor wegwerkers en ANWB-bewegwijzeringspersoneel, een jekker voor kantonniers en wegwachten en een langere jas voor politiefunctionarissen en verkeersbrigadiers. Door het toepassen van speciale uitmontering kan het, door verschillende gebruikersgroepen gewenste, onderscheid naar functie worden bereikt. Overwogen kan worden een dergelijke uitmontering in retro-reflecterend materiaal uit te voeren. Wit retro-reflecterend materiaal zou daarbij de voorkeur verdienen vanwege een hoog retro-reflecterend vermogen bij relatief kleine oppervlakken. Bij de keuze van andere retro-reflecterende kleuren zou het optimale oppervlak groter dienen te zijn.

De mogelijkheid tot het aanbrengen van een uitknoopbare voering ter bescherming tegen koude in de wintermaanden, zou de algemene bruikbaarheid van de kleding verhogen.

Het model en de uitvoering van de kleding per gebruikersgroep zou kunnen worden vastgesteld. Dit zou kunnen geschieden door een werkgroep, samengesteld uit vertegenwoordigers van de gebruikersgroepen, de Rijkskledingscommissie en industriële ontwerpers. Deze werkgroep zou tevens de ontwikkeling van nieuwe materialen kunnen volgen. Men zou in deze werkgroep tevens kunnen bepalen voor welke gebruikersgroepen het op de veiligheidskleding aanbrengen van retro-reflecterend materiaal nodig is en welke kleuren en vormen het meest doelmatig moeten worden geacht.

### 7.4. Keurmerk.

Het is aan te bevelen, dat veiligheidskleding kan worden voorzien van een kwaliteitskeurmerk, dat eventueel tevens aangeeft voor welke groepen gebruikers de kleding is bestemd. Op deze wijze kan het aanschaffen van kleding, die niet aan de eisen voldoet, worden voorkomen. Bovendien kan hiermede het door sommige gebruikersgroepen gewenste onderscheid in kleding worden vastgelegd.

BIJLAGEN

bij

VEILIGHEIDSKLEDING VOOR WERK OP DE WEG



Deze bijlage werd samengesteld uit de beschrijvingen van de deelonderzoeken, die werden verricht ten behoeve van het rapport Veiligheidskleding voor werk op de weg. Dit rapport werd door de Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid uitgebracht op verzoek van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat.

De Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid betuigt gaarne haar dank aan de in de inhoudsopgave genoemde instellingen, waarmee in dit onderzoek op vruchtbare wijze werd samengewerkt.

Ir. E. Asmussen  
Directeur

# Inhoud

	blz.
1. Keuringseisen, opgesteld door de N.V. tot Keuring van Electrotechnische Materialen (KEMA) te Arnhem en de hieronder genoemde instituten	7
2. Gebruiksomstandigheden.	9
3. Waarnemingsonderzoek, verricht door het Instituut voor Zintuigfysiologie RVO-TNO te Soesterberg	11
4. Materiaal-ontwikkelingsonderzoek, verricht door het Nederlands Instituut voor Toegepast Huishoudkundig Onderzoek te Wageningen.	38
5. Materiaalonderzoek, verricht door het Vezelinstituut TNO en door het Kunststoffeninstituut TNO, beide te Delft	40

## 1. Keuringseisen

opgesteld door de KEMA, in samenwerking met de overige in dit onderzoek samenwerkende instituten

### 1.1. Diffuse reflectie, kleur en ondoorschijnendheid.

#### 1.1.1 Diffuse reflectie.

Onder de diffuse reflectie van een materiaal wordt verstaan de reflectie van het licht, waarvan de gemiddelde invalrichting een hoek van  $45^\circ$  maakt met de normaal op het — vlak gehouden — materiaal, in de richting van de normaal.

Onder de diffuse reflectiefactor van een materiaal verstaat men de verhouding van de lichtsterkten in de richting van de normaal respectievelijk optredend, enerzijds bij de diffuse reflectie aan een monster van het materiaal, dat tegen een zo zwart mogelijke achtergrond is aangebracht, anderzijds bij de diffuse reflectie aan een door magnesiumoxyde intensief beroekt plat vlak, dat deze fde grootte bezit en op dezelfde wijze wordt bestraald als het eerder beschouwde monster.

De diffuse reflectiefactor wordt gemeten met licht, dat dezelfde relatieve spectrale energieverdeling heeft als de C.I.E. standaardlichtbron C (kleurtemperatuur ca.  $6500^\circ\text{K}$ ) en mag niet kleiner zijn dan 0,40.

#### 1.1.2 Kleur.

De kleur van het materiaal wordt vastgelegd met behulp van drie kleurcoördinaten  $x$ ,  $y$  en  $z$  in het trichromatisch coördinatenstelsel van de Commission Internationale de l'Eclairage (CIE), dat in 1931 is vastgesteld. De som van de kleurcoördinaten  $x$ ,  $y$  en  $z$  bedraagt 1, zodat de kleur kan worden weergegeven door middel van een kleurpunt — bepaald door twee van deze coördinaten — in een kleurenvlak, zie fig. 1.

De kleurcoördinaten worden, volgens een der in de colorimetrie gebruikelijke methoden, bepaald van het door het materiaal diffuus gereflecteerde licht. Hierbij wordt het materiaal — dat tegen een zo zwart mogelijke achtergrond is aangebracht — bestraald met licht, dat dezelfde relatieve spectrale energieverdeling heeft als de C.I.E. standaardlichtbron C (kleurtemperatuur ca.  $6500^\circ\text{K}$ ). De kleurcoördinaten moeten voldoen aan de volgende eisen:

$y < 0,176x + 0,262$  grens naar oranje  
 $x > -y + 0,900$  grens naar wit  
 $y > 0,048x + 0,301$  grens naar rood

#### 1.1.3 Onddoorschijnendheid.

Onder de ondoorschijnendheid van het materiaal wordt verstaan de verhouding van de diffuse reflectiefactoren van het materiaal wanneer dit eerst wordt aangebracht op een donkere achtergrond (diffuse reflectiefactor maximaal 0,03) en vervolgens op een lichte achtergrond (diffuse reflectiefactor minimaal 0,90). De ondoorschijnendheid moet tenminste 0,90 bedragen.

### 1.2 Additionele eisen voor kunstvezels.

#### 1.2.1 Stijfheid.

Na een 24-uur vouwproef bij  $0^\circ\text{C}$  geen blijvende vouw of scheurtjes.

#### 1.2.2 Hardheid.

Een afname van de weekmaker, die naar TNO-bepaling na 12 uur, bij  $100^\circ\text{C}$  niet meer bedraagt dan 2,5 gewichtsprocent.

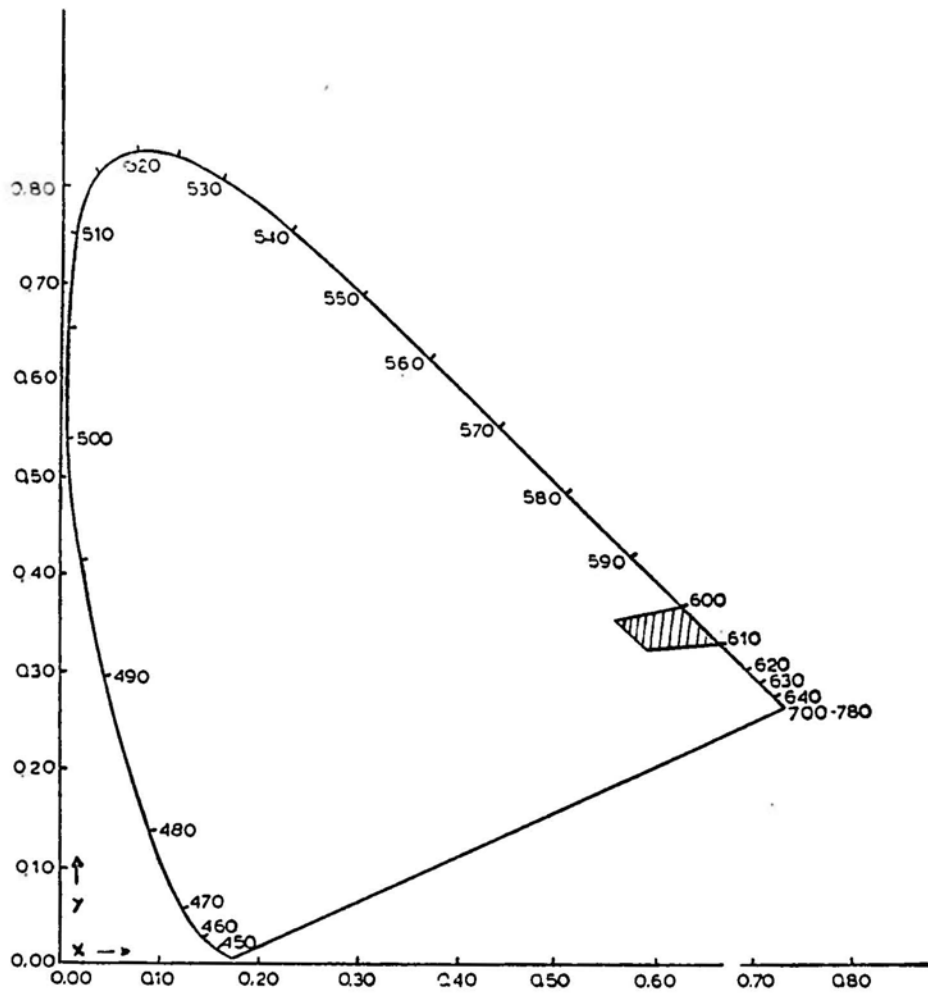


Fig. 1. CIE-kleurendriehoek met daarin het kleurgebied voor fluorescerend oranje verklieding.

### 1.2.3 Scheurweerstand ketting en inslag.

Minimaal 1,5 kg, bepaald volgens de enkele tongmethode.

### 1.2.4 Lichtetheid.

De lichtetheid wordt bepaald volgens NEN 5230 (echtheid tegen licht, kunstmatig daglicht), met dien verstande, dat de beoordeling plaats heeft wanneer de kleurverandering in het proefstuk gelijkwaardig is aan trap 3 respectievelijk trap 2 van de standaard grijsschaal. Onder kleurverandering wordt in dit geval uitsluitend het verbleken van de kleur verstaan.

In hoofdstuk 5 van deze bijlage is de lichtetheid van een aantal monsters vermeld. Op grond van deze gegevens wordt een minimumwaarde van 4-5 aanbevolen.



## 2. Gebruiksomstandigheden

### 2.1. Kantonniers.

#### a. Werkzaamheden.

Inspectie van wegen, bij ongevallen ook de regeling van het verkeer, totdat de politie aanwezig is.

#### b. Houding.

Gestrekt

#### c. Plaats.

Fietsen gewoonlijk langs de vluchtberm, maar kunnen plotseling de weg oversteken wanneer er een onregelmatigheid, zoals bijvoorbeeld een slecht wegdek of een middenbermdoorkruising wordt opgemerkt.

#### d. Tijd.

Overdag. Bij gladheidsbestrijding en mist ook 's nachts.

### 2.2. Werklieden Rijks- en Provinciale Waterstaat en personeel van de ANWB (afd. Bewegwijzering).

#### a. Werkzaamheden.

Kleine herstellingen van het wegdek. Papier prikken en vuil verwijderen en het onderhoud van bermplanken. Het plaatsen van borden voor richtingaanduiding. Toezicht op uitbestede werk. Gladheidsbestrijding. Het knippen van heggen.

#### b. Houding.

Zowel gestrekt als gebukt.

#### c. Plaats.

Op de weg, vaak langs de linkerkant, altijd éénrichtingsverkeer. Werken achter afzetting, bestaande uit rood/wit gestreepte latten, die 's avonds aangelicht zijn door zogenaamde Pottenkijkers.

#### d. Tijd.

Meestal overdag. Ook wel 's nachts bij openbare verlichting of speciale werkverlichting.

### 2.3. Werklieden aannemingsbedrijven.

#### a. Werkzaamheden.

Aanleg en reparatie van wegen.

#### b. Houding.

Vaak gebukt, soms rechtop, vaak naast machines.

#### c. Plaats.

Zeer vaak aan de linkerkant van de weg, met schoppen naast machines, zowel aan de linker- als aan de rechterkant. Altijd éénrichtingsverkeer. Achter rood-witte afzetting. Buiten de bebouwde kom (voor gemeentearbeiders ook wel er binnen).

d. Tijd.

Overdag en 's nachts, 's Nachts bij openbare verlichting of verkeerverlichting.

**2.4. Politie.**

a. Werkzaamheden

Regelen van verkeer.

b. Houding.

Gestrekt

c. Plaats.

Meestal op de rijbaan, zowel in als buiten de bebouwde kom.

d. Tijd.

Zowel overdag als na zonsondergang.

**2.5. Verkeersbrigadiers.**

a. Werkzaamheden

Verkeer bewegen tot stoppen ten behoeve van voetgangers.

b. Houding.

Gestrekt.

c. Plaats.

Meestal in de bebouwde kom. Zelden buiten de bebouwde kom. Veelal bij voetgangersoversteekplaatsen.

d. Tijd.

Bijna altijd overdag. Bij uitzondering ook na zonsondergang.

**2.6. Wegenwachters.**

a. Werkzaamheden.

Eenvoudige reparaties aan motorvoertuigen. Soms regeling van het verkeer in afwachting van de komst der politie.

b. Houding.

Staand, gebukt staand, liggend.

c. Plaats.

Binnen de bebouwde kom, veelal op de rijbaan, buiten de bebouwde kom meestal naast de rijbaan.

d. Tijd.

Zowel overdag als bij duisternis.

### 3. Waarnemingsonderzoek

verricht door het Instituut voor Zintuigfysiologie RVO.TNO

Laboratoriumproeven

door Dr. J. A. Michon, H. J. Leebeek en J. Boogaard

#### Opdracht

In opdracht van de Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid is nagegaan welke kleur voor veiligheidskleding op de weg het meest in aanmerking komt, en of het aanbrengen van een patroon (strepen) voordien biedt met betrekking tot het waarnemen van zulke kleding.

De opvallendheid van verschillende kleuren is onderzocht in een laboratorium experiment. Eveneens werd op de weg, de zichtbaarheid op grote afstand onderzocht.

#### Inleiding

Er zijn verschillende groepen personen, die uit hoofde van hun werk gedwongen zijn op of langs de verkeerswegen te werken, met name politiebeambten, kantoniers van Rijkswaterstaat, wegwerkers, wegwachten en verkeersbrigadierjes. Het is om redenen van veiligheid van belang, dat deze mensen zo goed mogelijk zichtbaar zijn onder de meest uiteenlopende omstandigheden. Ook is het wenselijk, dat hun opvallendheid zo hoog mogelijk wordt opgevoerd. Zichtbaarheid en opvallendheid zullen in het algemeen een samenhang vertonen, maar men mag beide niet zonder meer aan elkaar gelijk stellen.

In dit rapport wordt in de eerste plaats de vraag van de opvallendheid aan de orde gesteld: welke kleur, en eventueel, welk patroon bezit onder de meest uiteenlopende omstandigheden de grootste opvallendheid.

De zichtbaarheid op afstand wordt in het tweede gedeelte besproken.

Opzettelijk is afgezien van de problemen die samenhangen met de draagbaarheid (eenvoudig aan te trekken, bewegingsvrijheid, ventilatiemogelijkheden) en van subjectieve factoren (het accepteren door de drager), hoewel het duidelijk is, dat deze punten bij het invoeren van veiligheidskleding van eminent belang zijn. Ze houden echter niet rechtstreeks verband met de waarneembaarheid voor de weggebruiker.

Systematisch onderzoek op het gebied van de waarneembaarheid van veiligheidskleding is uiterst schaars en, met betrekking tot de optimale kleur, is uitsluitend het in Massachusetts<sup>1)</sup> verrichte onderzoek over de kleur van jagerskleding vergelijkbaar.

De vraag, die in dat onderzoek gesteld werd, was, welke kleur jagers de beste waarborg biedt tegen ongelukken. Het komt meermaals voor, dat een jager voor een jachtbuit wordt gehouden en aangeschoten wordt, uitsluitend omdat hij onvoldoende duidelijk tegen de achtergrond afsteekt.

Iets soortgelijks kan ook de man op de weg overkomen, vooral onder ongunstige lichtomstandigheden, zoals schemer.

<sup>1)</sup> O. W. Richards, R. W. Woolner and J. Panian: What the well dressed deer hunter will wear. *National Safety News* 1960 (82) 43-50

Het is dus van groot belang dat men zo goed mogelijk opvat tegen de gebruikelijke achtergrond van weg bomen, huizen of lucht (Zeer in het algemeen betekent dit, dat grijze, blauwe en groene tinten vermeden moeten worden.) Er staan ons in feite twee middelen ter beschikking om de waarneembaarheid van een object te vergroten, vergroting van het helderheidscontrast en vergroting van het kleurcontrast.

In de praktijk zijn dit gewoonlijk twee elkaar tegenwerkende factoren. Naarmate een kleur „dieper“, „intensier“, wordt vermindert zijn helderheid: rood en blauw ervaren wij als „donkerder“ dan geel, en omgekeerd lijkt geel minder intens. Als we groen en blauw om de eerder genoemde reden willen vermijden, kunnen we een globale volgorde van „kleurigheid“ opstellen, die tegelijk een omgekeerde volgorde van helderheid is (fig. 1).

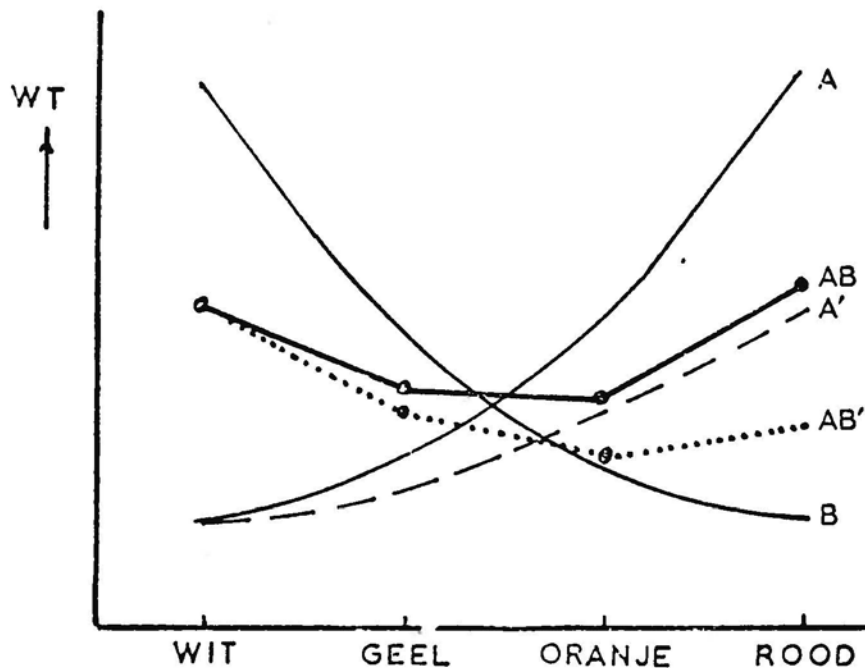


Fig. 1. Het tegengestelde effect van helderheidscontrast (A) en kleurcontrast (B). De empirische waarnemings tijden zijn een resultante van beide effecten.

We nemen hier — en in het vervolg — aan, dat een grotere opvallendheid gekenmerkt is door een geringere tijd nodig voor het opmerken (waarnemings-tijd; WT). Ongeacht de feitelijke gedaante van de curven verwachten we van wit naar rood een toename van WT ten gevolge van de daarmee gepaard gaande vermindering van het helderheidscontrast ten opzichte van een grijze achtergrond (curve A). Anderzijds verwachten we een afname ten gevolge van de toename van het kleurcontrast (curve B). De feitelijke gedaante van de WT-curve zal een combinatie van deze twee curven zijn, afhankelijk van de omstandigheden (kleur en helderheid van de achtergrond) en de eigenschappen van de proefpersonen (curve AB). Een kleurenblinde (protanoop of deuteranoop) zal geen voordeel van het kleurcontrast ondervinden in het rode gebied, maar slechts de nadelen van de geringere helderheid van het rood.

Een ander voorbeeld is het ontbreken van helderheidscontrast tussen het gekleurde object en zijn achtergrond. In die situatie speelt alleen het kleurverschil een rol en dus zal de resulterende curve de neiging gaan vertonen evenveelzijdig aan curve B te gaan lopen. Dit „model“ geeft ons ook een aanwijzing in welke richting een verbetering kan worden gevonden. Indien het mogelijk is, de helderheid van de intense kleuren (oranje en rood) op te voeren, dan verminderd de helling van de A curve, waardoor de gemiddelde WT niet alleen kleiner wordt, maar bovendien het optimum verder in het „kleurgebied“ komt te liggen (= naar rood verschoven wordt (curve AB')). De nieuwe fluorescerende verpigmenten stellen ons tot deze procedure in staat, en op grond van de algemene werkhypothese, dat zowel kleur, als helderheidscontrast zo hoog mogelijk moeten worden opgevoerd, zijn deze kleuren in het onderzoek betrokken.

## Het onderzoek

### a. De opvallendheid (experiment 1 en 2)

In de experimenten is de aandachttrekkende waarde (opvallendheid) van een aantal mogelijke uitvoeringen van veiligheidskleding (in het vervolg zal kortheids-halve van jasjes gesproken worden) nagegaan, onder uiteenlopende omstandigheden.

Experimenteel kunnen drie soorten variabelen worden onderscheiden.

1. Variabelen, die met de jasjes samenhangen: kleur, helderheid en patroon. Op grond van de reeds voor veiligheidskleding in gebruik zijnde kleuren hebben we ons in het onderzoek beperkt tot de kleuren wit, geel, oranje en rood. De beide laatste kleuren waren fluorescerend. De Munsell-waarden van deze kleuren zijn (bij benadering) in tabel 1 weergegeven.

Tabel 1. Kleurpunten volgens Munsell (gemeten bij lamplicht) en totale remissie ten opzichte van wit

Kleur	Afkorting	Kleurpunt (Munsell)	Relatieve remissie (in % van wit)
Grijs	GR	100 B — 9/0	50
Wit	W		100
Geel	G	50 Y — 4/12	80
Fluoresc. oranje	O*	75 R — 5/12	80
Fluoresc. rood	R*	tussen { 75 R — 7/10 50 R — 4/10	75

N.B. Van de fluorescerende kleuren is alleen de tint aangeduid, en niet de helderheid die bij deze Munsell-waarden behoort. Fluorescentie wordt hier en in het vervolg aangeduid met \*.

Het grijze jasje werd toegevoegd om een vergelijking met de gebruikelijke situatie mogelijk te maken. (Gewone kleding is hoofdzakelijk grijs- of bruinachtig.) Uit de tabel blijkt, dat wit duidelijk de grootste helderheid bezit. De fluorescentie van O\* en R\* is niet in staat de „donkerte“ van de kleuren oranje en rood geheel te compenseren. De helderheden van de verschillende jasjes zijn gekozen

in overeenstemming met de ter beschikking staande in de praktijk gebezigde modellen.

Aan deze vijf jasjes is nog een zesde toegevoegd om de invloed van een patroon te bestuderen. Het is namelijk niet duidelijk of blokken en dergelijke enig voordeel bieden. Men verkleint namelijk het reflecterend oppervlak, aangezien de strepen meestal sterk in helderheid afwijkend zijn, terwijl men ook de vrees koestert, dat zich onder bepaalde omstandigheden een camouflage-effect zal voordoen, bij voorbeeld wanneer de drager gehurkt zit. Het zesde jasje was fluorescerend oranje met een enkele chevron (sergeantsstreep) met omhoog wijzende punt.

## 2. Omgevingsvariabelen.

Veiligheidskleding moet in een groot aantal uiteenlopende situaties gebruikt kunnen worden. Derhalve zijn de jasjes onder een aantal omstandigheden beproefd. Deze omstandigheden zijn in tabel 2 nader omschreven.

Tabel 2. Beproevingomstandigheden

Cond. nr.	Omschrijving	
I	normale contrasten, grijze achtergrond (stenen)	heldere achtergrond 6 cd/m <sup>2</sup> (contrast jasje wit/achtergrond 5/1)
II	natriumverlichting tegen grijze achtergrond (I)	heldere achtergrond 5 cd/m <sup>2</sup> (contrast jasje wit/achtergrond 6/1)
III	verblindend tegenlicht, grijze achtergrond (I)	2 lichten van elk $1,3 \times 10^4$ cd
IV	verlaagde contrastverhouding tussen jasjes en achtergrond, grijze achtergrond (I)	contrastverhouding 1/3 van conditie I (contrast jasje wit/achtergrond 1 5/1)
V	schemer, grijze achtergrond	heldere achtergrond 0,6 cd/m <sup>2</sup> (contrast jasje wit/achtergrond 5/1)
VI	normale contrasten, groene achtergrond (bomen)	heldere achtergrond 2 cd/m <sup>2</sup> (contrast jasje wit/achtergrond 16/1)
VII	regen op voorruit, groene achtergrond (VI)	idem

Bij deze keuze is niet naar volledigheid gestreefd; er is een aantal representatieve omstandigheden gekozen, waarvan twee (I en VI) de overgrote meerderheid van dagelijks optredende mogelijkheden vertegenwoordigen.

De natriumverlichting (II) is speciaal gekozen om de invloed van afwijkende belichting op de diverse kleuren na te gaan. Verblindend (III), schemer (V) en regen (VII) spreken voor zichzelf, terwijl in de conditie (IV) de contrastverhouding tussen jasjes en achtergrond verlaagd is, een situatie, die onder meer bij bepaalde zonnestand en bij mistig weer voorkomt (ook al is de oorzaak in beide gevallen verschillend).

In de tweede plaats is als 'omgevingsvariabele' opgenomen de afstand van het jasje tot het centrum van het gezichtsveld teneinde na te gaan of bepaalde kleuren voor perifere waarneming, dus ver uit de gezichtsas, de voorkeur verdienen. Gekozen zijn 8°, 18° en 26° perifere waarneming.

### 3. Variabelen van proefpersonen

Hoewel het bij een groot aantal mogelijkheden zich aanbeedt, zoals bij voorbeeld vermoeidheidstoestand, gezichtsscherpte etc., is in het onderzoek uitsluitend gelet op het verschil tussen normaal kleurgevoeligen en kleurenblinden. Meer dan andere visuele defecten — die hun invloed op alle visuele aspecten van het verkeer uitoefenen — is kleurenblindheid een essentieel punt in een advies over optimale veiligheidskleding.

#### Apparatuur

De proefopstelling is weergegeven in fig. 2. Zie pag. 16.

Met behulp van de twee projectoren werd ofwel een grijze achtergrond (kleurendapostieven van grijze stenen) aangeboden, ofwel een groene achtergrond van bomen. Deze achtergronden werden enigszins uit focus geprojecteerd om te voorkomen, dat de jasjes los van de achtergrond gezien zouden worden. Vlak voor het achtergrondscherp bewoog een rood lichtje over een kort horizontaal traject op onregelmatige wijze heen en weer. De proefpersoon, gezeten in een cabine op circa 6 m van deze achtergrond, regelde de snelheid door op een „gaspedaal“ te drukken. Hij kreeg de opdracht „vol gas“ te rijden. Verder had hij de opdracht het rode lichtje te „volgen“ door een wit lichtje er zo dicht mogelijk bij in de buurt te houden. Dit vollicht werd met een projector op de achtergrond geprojecteerd. Deze projector was gekoppeld aan een stuurwiel. De proefpersoon volgde dus het rode lichtje door aan zijn stuurwiel te draaien. Deze opdracht diende ervoor de blik van de proefpersoon zoveel mogelijk op het centrum van het scherm gericht te houden. Aan deze voorwaarde voldeden de meeste proefpersonen sportaan.

Circa 1,5 m voor de achtergrond was verticaal een dun nylon net gespannen. In dit net waren de „jasjes“ bevestigd, rechthoekjes van de in tabel 1 gespecificeerde kleuren. De oppervlakte van deze rechthoekjes, van de proefpersoon uit gezien, bedroeg 40 × 20 boogminuten. De jasjes, 4 van elke soort, waren volgens een toevallige rangschikking (op drie afstanden van het centrum, 8°, 18° en 26° perifeer) over het veld verdeeld op de wijze, die in fig. 2c is aangegeven. Elke soort kwam daarbij minstens eenmaal per afstand voor.

De „jasjes“ waren horizontaal in het net opgehangen en konden elk afzonderlijk met behulp van een hefboomconstructie door de proefleider in een verticale stand getrokken worden, en daarmee zichtbaar gemaakt voor de proefpersoon. De proefpersoon moest hierop reageren door het loslaten van het gaspedaal. Op het moment van de presentatie van het jasje startte automatisch een elektronische teller, die weer stopte bij het loslaten van het gaspedaal. De tussenliggende tijd (waarnemingstijd WT) werd door de proefleider geregistreerd en vormt de basis van de resultaten.

De verlichting van de „jasjes“ was regelbaar onafhankelijk van de achtergrond. Extra voorzieningen, in de figuren 2a en 2b aangegeven, waren: natriumverlichting (cond. II), regen op de voorruit en bijbehorende ruitwissers (cond. VII), en verblindend tegenlicht (cond. III).

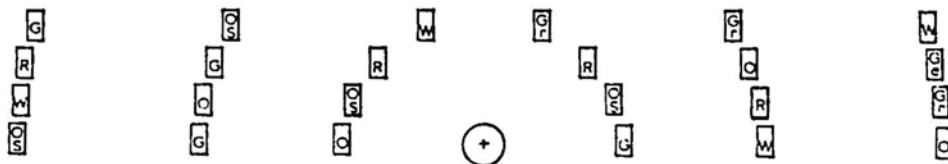
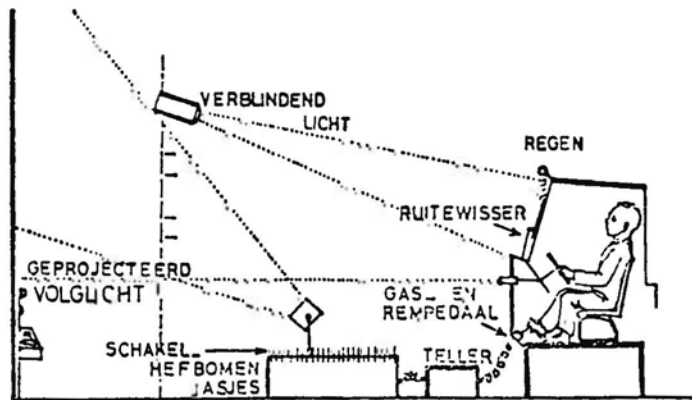
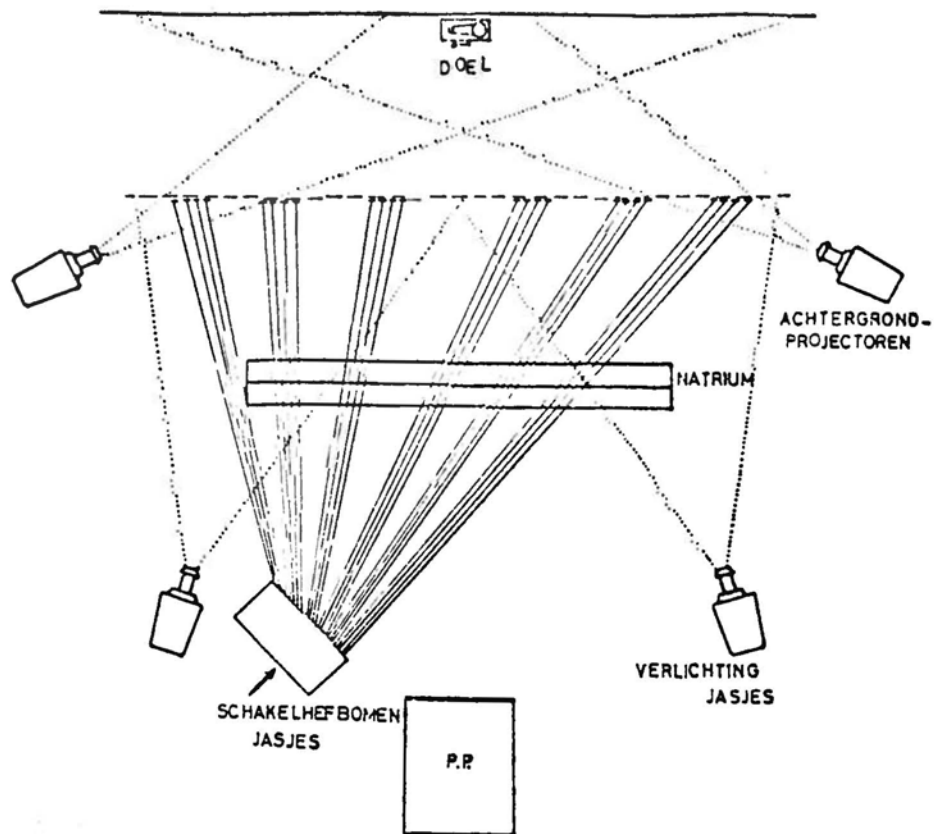


Fig. 2. De proefopstelling:  
 a. bovenaanzicht;  
 b. zijaanzicht;  
 c. plaatsing der jasjes.



## Experiment

In totaal namen 6 normale en 4 kleurenblinde proefpersonen aan het experiment deel. Allen hadden, afgezien van eventueel defect kleurenzien, normaal gezichtsvermogen al of niet met correctie door een bril.

De experimenten werden afgenomen in een aantal zittingen van ongeveer een half uur, gedurende welke steeds onder één conditie werd gewerkt.

De volgorde van de omstandigheden was voor elke proefpersoon anders teneinde eventuele leereffecten uit te middelen.

Gedurende een zitting werden de 24 jasjes in een willekeurige volgorde en met variabele intervallen van 30 sec tot 2 min aan de proefpersoon aangeboden, terwijl deze zijn volgtak uitvoerde. De waarnemingstijden (WT) werden geregistreerd, met dien verstande, dat als na 30 sec (40 sec voor kleurenblinden) nog geen reactie was gegeven, de proefpersoon gewaarschuwd werd. Dergelijke lange WT kwam bij normaal zienden vrijwel nooit voor, bij kleurenblinden om onopgehelderde reden wat vaker.

Het experiment valt in twee delen uiteen: in het eerste deel zijn de 6 normaalziende proefpersonen gebruikt.

## Resultaten

### Experiment 1

De resultaten, die voor de huidige vraagstelling interessant zijn, zijn samengevat in tabel 3 en fig. 3 en 4. De resultaten zijn geanalyseerd met behulp van een variantieanalyse, waarvan de resultaten zijn neergelegd in tabel 4.

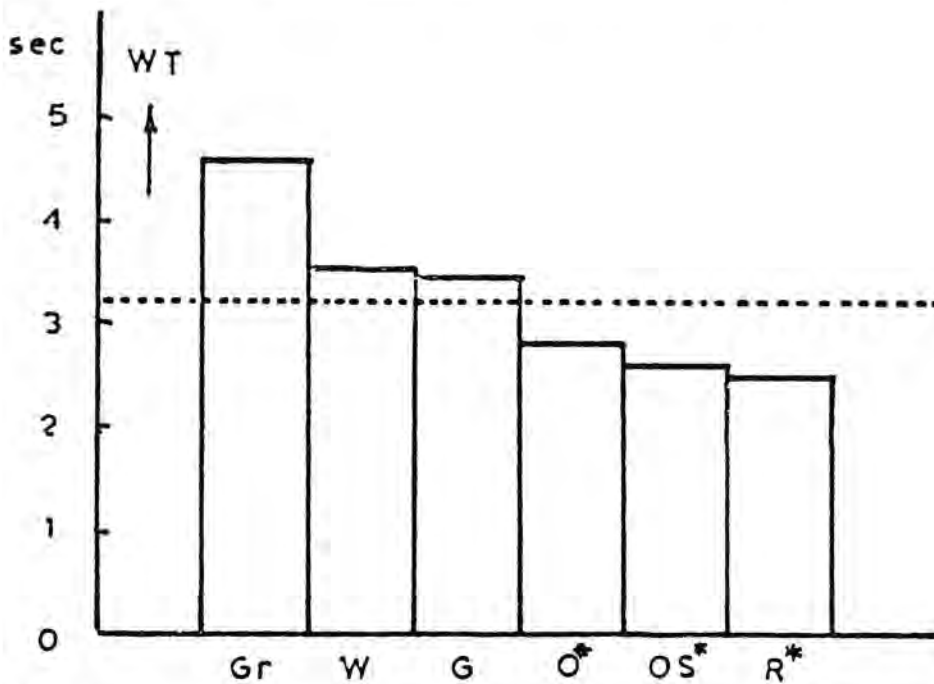


Fig. 3. Waarnemingstijden voor de onderzochte jasjes, gemiddeld over alle proefpersonen en omstandigheden.

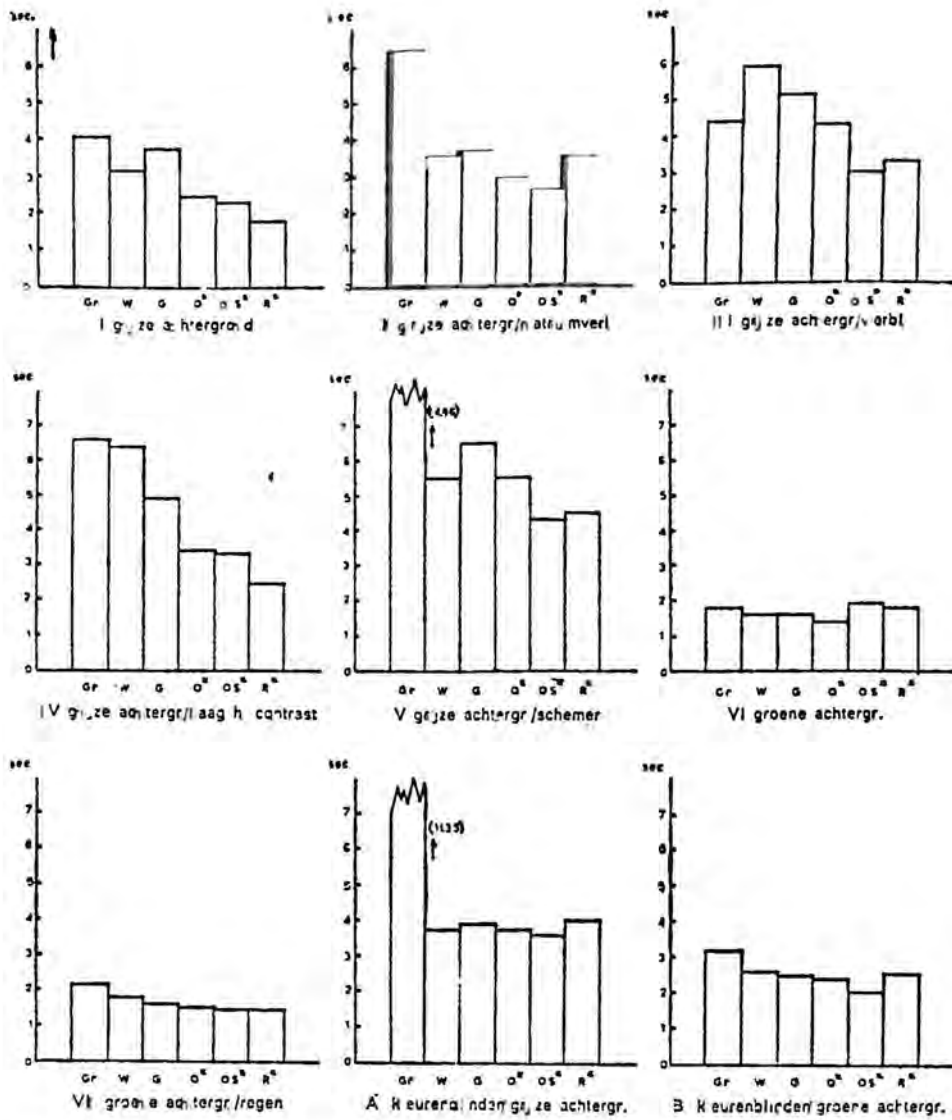


Fig 4 Gemiddelde waarnemings tijden voor jas'es. Alle condities van de experimenten 1 en 2 zijn afzonderlijk weergegeven.

Tabel 3. Resultaat van experiment I met zes normaal zonde proefpersonen.

- a. Gemiddelden van log WT  
 b. Gemiddelden van WT  
 c. Gemiddelden van WT voor proefpersonen en afstanden van het centrum van het gezichtsveld

condities	jasjes						gemiddelde
	grijs	wit	geel	oranje <sup>x</sup>	or. str <sup>x</sup>	rood	
I	1.613	1.503	1.576	1.392	1.363	1.239	1.449
II	1.808	1.548	1.560	1.468	1.410	1.541	1.556
III	1.641	1.770	1.713	1.633	1.474	1.518	1.625
IV	1.817	1.805	1.691	1.533	1.522	1.386	1.623
V	2.175	1.738	1.811	1.737	1.631	1.648	1.790
VI	1.251	1.213	1.214	1.143	1.283	1.256	1.227
VII	1.332	1.255	1.205	1.187	1.164	1.156	1.235
gemiddelde	1.662	1.547	1.539	1.443	1.407	1.392	1.498

condities	jasjes						gemiddelde
	grijs	wit	geel	oranje <sup>x</sup>	or. str <sup>x</sup>	rood <sup>x</sup>	
I	4.10	3.19	3.77	2.51	2.31	1.74	2.82
II	6.43	3.53	3.63	2.94	2.57	3.48	3.60
III	4.38	5.89	5.10	4.29	2.98	3.30	4.22
IV	6.56	6.38	4.91	3.42	3.33	2.43	4.20
V	14.96	5.47	6.47	5.46	4.28	4.45	6.17
VI	1.78	1.63	1.64	1.39	1.92	1.80	1.69
VII	2.15	1.80	1.61	1.54	1.46	1.43	1.72
gemiddelde	4.58	3.53	3.46	2.78	2.55	2.46	3.17

c.	1	2	3	4	5	6
proefpersonen						
WT:	4.95	5.43	6.12	4.37	6.70	6.32
afstanden:						
WT:	1.80	3.62	4.81			

Tabel 4. Samenvatting variatie-analyse over alle resultaten der normaalzonde proefpersonen.

variatiebron	som der kwadraten	f	variatie-schatting	F	p
jasjes	6.843	5	1.369	21.06	< .001
proefpersonen	2.312	5	0.462	7.11	< .001
afstanden	24.423	2	12.212	197.88	< .001
omstandigheden	29.783	6	4.964	76.36	< .001
J x P	1.310	25	0.052	< 1	n.s.
J x A	1.644	10	0.164	2.52	< .01
J x O	4.749	30	0.158	2.44	< .01
P x A	1.025	10	0.103	< 1	n.s.
P x O	7.214	30	0.240	3.70	< .01
A x O	4.172	12	0.347	5.34	< .01
Residu <sup>1)</sup>	40.824	620	0.065		
totaal	124.299	755			

<sup>1)</sup> residu: 2e en 3e orde interacties samen genomen, omdat geen der 2e orde interacties significant was.

De waarnemingstijden (WT) vertonen een karakteristieke scheve distributie, die ook reactietijden vertonen. Daarom is de variantieanalyse op logaritmisch getransformeerde waarden uitgevoerd ( $y = 1 + \log WT$ ). De in de tabellen vermelde gemiddelde waarnemingstijden zijn berekend op grond van de getransformeerde waarden en zijn derhalve de geometrische gemiddelden.

$$\overline{WT} = (\prod_i WT_i)^{1/n}$$

Gezien de scheefheid der distributies verdient ook vermelding der resultaten als geometrische gemiddelde de voorkeur boven het aritmetisch gemiddelde. Elk der zes jasjes kwam op een der drie afstanden tot het centrum van het gezichtsveld tweemaal voor. Om tot één enkele score voor ieder jasje op iedere afstand te komen, werd in deze gevallen van de beide waarnemingen het geometrische gemiddelde als waarnemingstijd beschouwd. Daarmee omvat het totale geanalyseerde materiaal 756 waarnemingstijden verdeeld over 6 proefpersonen, 7 condities, 3 afstanden en 6 jasjes ( $6 \times 7 \times 3 \times 6 = 756$ ).

Van de resultaten zijn voor ons in het bijzonder van belang de uitkomsten betreffende de jasjes. De analyse leert ons, dat de jasjes onderling zeer sterk in waarneembaarheid verschillen ( $F = 21.06$ ,  $p < .001$ ). De kans dat dit een gevolg van toevalsvariaties is, kan vrijwel verwaarloosd worden.

Teneinde dit resultaat iets specifiekier te kunnen omschrijven is een verdere analyse van de gemiddelde WT voor de jasjes onderling uitgevoerd. Hiervoor is met de q-test (een conservatieve variatie op de minder strenge en meer gebruikelijke t-test) bepaald hoe groot het verschil tussen de WT van de verschillende jasjes moet zijn, opdat de statistische overschrijdingskans  $< 5$  pct. of  $< 1$  pct. is.

Deze kritische waarden  $\bar{W}$  bedragen voor de onderhavige gegevens:

$\bar{W}_{.05} = 0.092$  en  $\bar{W}_{.01} = 0.108$  (voor  $\log WT$ ).

In onderstaande tabel zijn de  $\log WT$ -waarden voor de jasjes weergegeven, met de verschillen tussen de opeenvolgende paren waarden en de overschrijdingskans ( $p$ ).

Tabel 5. WT en significante verschillen voor jasjes onderling.

jasje	$\log WT$	$\Delta$	$p$	
grijs	1.662	+ 0.115	<.01	
wit	1.547	- 0.008	n.s.	GR > (W + G); $p < .01$
geel	1.539	+ 0.096	<.05	
oranjex	1.443	+ 0.036	n.s.	(W + G) > (Ox + OSx + Rx); $p < .01$
oranje streepx	1.407	+ 0.015	n.s.	
roodx	1.392			

De tabel kan men als volgt lezen: grijs is significant slechter dan elk ander jasje. Wit en geel zijn onderling gelijkwaardig, maar blijven duidelijk ten achter bij de drie fluorescerende kleuren. Aan de kleine verschillen tussen fluorescerend oranje en fluorescerend rood mag geen betekenis worden gehecht.

Hoe gedragen zich nu de jasjes onder verschillende omstandigheden?

Allereerst blijkt, dat de proefpersonen allen op dezelfde wijze op de jasjes reageren, dat wil zeggen we vinden niet dat voor de ene proefpersoon het gele jasje het best voldoet en voor de andere proefpersoon bij voorbeeld het rode. de interactie tussen jasje en proefpersoon is niet significant ( $J \times P: F < 1$ ). Er lijkt wel enige invloed te zijn van de diverse omstandigheden op de waarneembaarheid. Deze invloed voort uit de overwegingen in de inleiding. Een vergelijking van de condities IV en VI in de tabel 2 (fig. 4) laat bij voorbeeld zien, dat bij hoog helderheidscontrast de afname van de WT van grijs naar wit, geel, oranje naar rood geringer is dan bij laag helderheidscontrast (IV) en zelfs gedeeltelijk tegengesteld.

Dit is in overeenstemming met de verwachtingen volgens het „model“ (fig. 1). Praktisch is dit resultaat echter niet van groot belang, omdat de variantie, die door deze halingsverschillen wordt verklaard een betrekkelijk gering percentage van de totale variantie bedraagt. Bovendien blijkt uit de resultaten, dat de kortste waarnemingstijd voor alle zeven condities voor één van de drie fluorescerende jasjes geldt.

Iets soortgelijks geldt voor de invloed van de afstand van het jasje tot het centrum van het gezichtsveld. Ook hier is sprake van een verschil: sommige jasjes zijn meer naar het centrum zichtbaar dan aan de omtrek van het gezichtsveld. Dit is begrijpelijk: naarmate men het netvlies meer perifeer prikkelt is er minder kleuronderscheiding. Men verwacht derhalve een grotere invloed van de helderheidscomponent, met name dus een snellere zichtbaarheidsafname van de meer gekleurde jasjes ten opzichte van de helderder jasjes. Dit vinden we bevestigd, maar ook dit is relatief onbelangrijk, omdat ook hier de variantiebijdrage gering is. Bovendien zal in de praktijk perifere waarneming van jasjes verder dan  $15^\circ$  à  $20^\circ$  uit het centrum van het gezichtsveld zelden of nooit van belang zijn voor de verkeersveiligheid.

## Conclusies

Onder alle onderzochte omstandigheden blijken de fluorescerende kleuren, ofschoon ze minder remissie vertonen dan een wit of een geel jasje, betere (6 condities) of even goede (1 conditie) resultaten op te leveren. Dit geldt voor alle proefpersonen in gelijke mate. Tussen de fluorescerende jasjes onderling wordt geen significant onderscheid gevonden: de WT voor oranje en rood zijn niet voldoende verschillend, en men kan niet concluderen, dat de aanwezigheid van een patroon (sergeantsstreep) bijdraagt tot de opvallendheid. Het gevonden verschil tussen oranje en oranje/streep kan zeer wel op toevallige fluctuaties berusten.

Uit dit deel van het onderzoek blijkt derhalve, dat het gebruik van „fluorescerend oranje“ of „fluorescerend rood“ aan te bevelen is voor veiligheidskleding.

Blijkbaar leveren kleur en helderheid onder normale omstandigheden ongeveer gelijkwaardige bijdragen tot de opvallendheid en kunnen ze elkaars functie, naar gelang de omstandigheden dit vereisen, overnemen.

De verdere uitkomst van het experiment, die laat zien, dat er een aanmerkelijk verschil bestaat tussen de proefpersonen onderling, tot wel 50 pct., is mogelijk wel interessant vanuit algemene veiligheidsoverwegingen, maar verschaft geen verder inzicht over de vraagstelling. Hetzelfde geldt voor de toename in benodigde waarnemingstijd als functie van de afstand tot het centrum van het gezichtsveld. Deze gegevens zijn wel in tabel 3 opgenomen.

De aanwezigheid van een sterk contrasterende streep (chevron) heeft geen merkbare invloed op de opvallendheid van een jasje in de periferie.

## Experiment 2

Een vraag, die wel van belang is in verband met de conclusies van de vorige paragraaf, is, wat het effect van fluorescerend rood en oranje is op kleurenzwakke proefpersonen, protanopen en deutanopen. Protanopen zijn weinig gevoelig voor rood en kunnen evenmin als de deutanopen niet tussen rood en groen onderscheiden. Het effect is in beide gevallen, dat rood als signaalkleur niet gebruikt kan worden.

Als gevolg kunnen we verwachten, dat oranje of rood relatief minder bruikbaar zal zijn voor deze groep, die, inclusief de zogenaamde protanomalen en deutanomalen (verminderd kleurgevoeligen), ongeveer 8 pct. van de mannen en 1/2 pct. van de vrouwen omvat.

Teneinde de consequenties voor het gebruik van fluorescerend oranje of rood na te gaan zijn vier kleurenzwakke proefpersonen getest op condities I en VI uit het eerste experiment, te weten: 1 protanop (rood-blindheid), 1 protanomaal (rood-zwakke) en 2 deutanomalen (verminderde rood-groen onderscheiding). De resultaten van dit experiment zijn weergegeven in tabel 6 en fig. 4.

Het komt door tot dusver onverklaarde factoren bij de kleurenblinden voor, dat een jasje in het geheel niet wordt opgemerkt (binnen 40 sec.). Daardoor ontbreekt in de resultaten een aantal waarnemingen en was het tevens niet mogelijk een variantieanalyse uit te voeren, zoals op de resultaten van exp. I is gebeurd.

In plaats daarvan zijn in de tabel de  $\overline{\log WT}$ , de standaardafwijking van de logwaarden alsmede  $\overline{WT}$  weergegeven. De standaardafwijking is berekend, nadat de variantie-bijdragen van proefpersonen en afstanden uit de resultaten geëlimineerd waren en geven dus de zuivere spreiding rond de gemiddelde WT voor de diverse jasjes aan.

Tabel 6. Resultaten van vier kleurenblinde proefpersonen.

jasje	Achtergrond					
	A grijs (N = 63)			B groen (N = 72)		
	$\overline{\log WT}$	st. afw.	$\overline{WT}$	$\overline{\log WT}$	st. afw.	$\overline{WT}$
grijs	2.073	0.324	11.85	1.499	.187	3.16
wit	1.572	0.516	3.73	1.409	.153	2.57
geel	1.589	0.251	3.68	1.370	.197	2.44
oranje*	1.572	0.320	3.73	1.332	.359	2.37
or. str.*	1.556	0.200	3.60	1.305	.169	2.02
rood*	1.601	0.179	3.99	1.398	.073	2.51
gemidd.	1.661		4.58	1.386		2.43

Uit deze resultaten valt af te leiden, dat er tussen WT bij conditie B (groene achtergrond) „geen” significante verschillen bestaan. Dit is in overeenstemming met de overeenkomstige resultaten van exp. I (conditie VI). Bij de grijze achtergrond (A) is het grijze jasje, eveneens overeenkomstig de verwachtingen slecht waarneembaar, terwijl hier ook geen verschillen tussen de overige jasjes bestaan.

## Conclusie

We kunnen uit dit tweede experiment de conclusie trekken, dat er voor kleuren-zwakken en blinden geen overwegende bezwaren bestaan tegen het gebruik van de onderzochte fluorescerende kleuren. Het kleurcontrast is weliswaar sterk verminderd voor deze proefpersonen, maar aardiglijk biedt de relatief hoge helderheid van de kleuren daarvoor voldoende compensatie.

Kleuren blinden vormen dus geen beletsel voor het gebruik van de fluorescerende kleuren oranje en rood, waarbij oranje wellicht toch enige voorkeur heeft.

### b. Waarneembaarheid op afstand

Een geheel andere vraagstelling dan de opvallendheids die van de waarneembaarheid op afstand. In het laatste geval wordt gevraagd op welke afstand een jasje nog net zichtbaar is. Hierbij wordt het jasje met het centrum van het gezichtsveld waargenomen en niet buiten de as van het gezichtsveld, zoals bij de opvallendheidsproeven. Ook de onzekerheid in tijd is in dit experiment opgeheven.

De afstandmetingen zijn verricht met behulp van model-jasjes op een schaal 1:60, doch buiten het laboratorium, namelijk op één van de proefbanen van het terrein De Vlasakkers.

De gemeten afstanden zijn met 60 vermenigvuldigd om de werkelijke afstanden in de praktijk weer te kunnen geven en uitgezet in fig. 5.

Aan de absolute afstanden moet overigens niet teveel waarde gehecht worden. Veel belangrijker zijn de onderlinge verhoudingen in afstanden waarop nog waarneming van de diverse jasjes mogelijk is.

Twee experimentele situaties zijn bekeken, namelijk de jasjes afstekend tegen een betonweg, en afstekend tegen de bewolkte hemel vlak boven de horizon. De helderheden van de jasjes, de betonweg en de hemel werden gemeten onder de proefomstandigheden. Daar de helderheid van de objecten recht evenredig is met de remissiefactoren van de jasjes, was het mogelijk de corresponderende remissies van de jasjes eveneens (aan de bovenkant van de grafieken) uit te zetten.

Vergeleken bij het laboratoriumonderzoek (met uitzondering van conditie IV) was het helderheidscontrast in deze experimenten vrij laag. De contrastverhouding tussen jasje wit en betonachtergrond bedroeg 1.67/1 en tussen jasje wit en hemel 1.2/1. Het ligt dus voor de hand, dat de waarnemings-„afstand” voor een belangrijk deel door de „kleur” wordt bepaald.

De remissies van de gebruikte „jasjes” i.c. papier zijn iets anders dan in het opvallendheidsonderzoek. Daar werden de helderheden ingesteld conform de helderheden van verkrijgbare jasjes, hier werd papier gebruikt, zoals dat in de handel verkrijgbaar is. Rood-oranje<sup>x</sup> en geel-groen<sup>x</sup> werden in deze in deze experimenten nog toegevoegd.

Uit fig. 5 blijkt, dat de volgorde in afstand dezelfde is voor beide achtergrondshelderheden. Bij de hoge achtergrondshelderheid, waarbij het helderheidscontrast dus geringer was, was de maximale waarnemingsafstand over de gehele linie kleiner. In het laatste geval doet de component van het helderheidscontrast nog veel minder mee en hangt de waarneembaarheid dus nog meer van het kleurcontrast af.

In deze experimenten is het oranje<sup>x</sup> duidelijk het beste.

De gegeven resultaten zijn gemiddelden van twee waarnemers met normaal kleurenzien. De spreiding in de meetwaarden bedroeg ongeveer 10 pct. in de afstand. De gegevens zijn weergegeven in fig. 5.

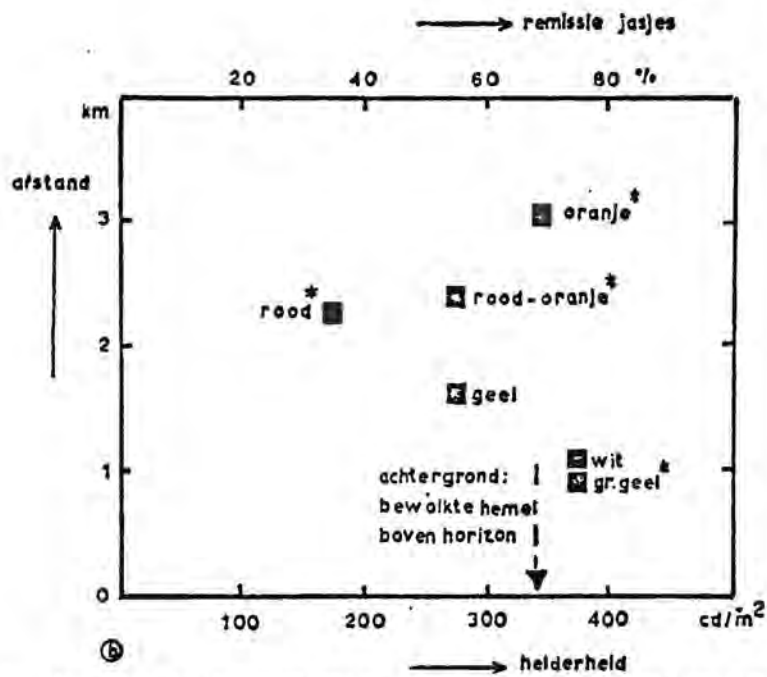
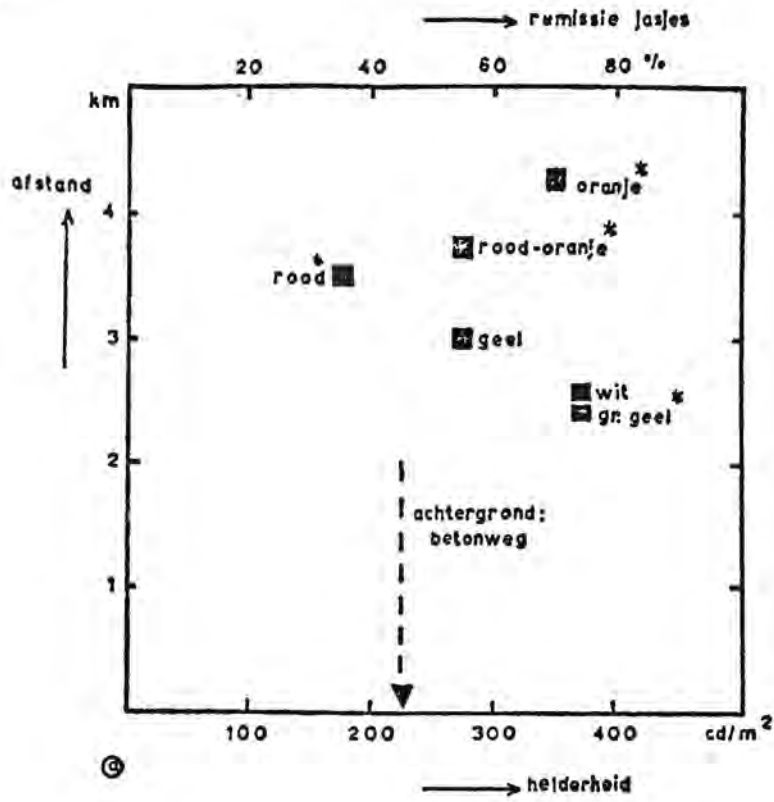


Fig. 5. Maximale waarnemingsafstanden, als functie van helderheid en remissie.



### Conclusie

Ook op grote afstand, ofwel wanneer slechts een „klein“ oppervlak zichtbaar is (doordat bij voorbeeld de drager gedeeltelijk schuil gaat achter een obstakel) vóór doen de oranje<sup>x</sup> en rood<sup>x</sup> het best, waarbij oranje<sup>x</sup> nog iets beter naar voren komt dan in het opvallendheidsonderzoek.

Merkwaaardig is, dat geel-groen<sup>x</sup> zeer slecht waarneembaar blijkt. Dit betekent, dat, wanneer om enige reden de keus op fluorescerend geel zou vallen, dit geel<sup>x</sup> toch zover mogelijk verschoven dient te zijn naar het oranje gebied van het spectrum.

### Algemene samenvatting en conclusies

Onderzocht zijn enkele in aanmerking komende kleuren voor veiligheidskleding, te gebruiken op de rijweg.

Fluorescerend oranje bleek daarbij onder de meeste omstandigheden een „betere“ en onder geen enkele omstandigheid een significant slechtere waarneembaarheid te bezitten dan de andere onderzochte kleuren grijs, wit, geel en fluorescerend rood. Dit geldt zowel voor opvallendheid als de zichtbaarheid op grote afstand.

Op grond van de fysische eigenschappen van fluorescerende stoffen kan bovendien nog worden voorspeld, dat in de praktijk de eigenschappen van zulk materiaal nog gunstiger zullen uitkomen dan in de resultaten van de opvallendheidsexperimenten. In het laboratoriumexperiment is om technische redenen gebruik gemaakt van lamplicht. Dit is wat geliger dan daglicht, zodat het tintverschil tussen wit, geel en oranje minder goed tot zijn recht komt dan het geval is onder daglichtomstandigheden. Dit blijkt uit het zichtbaarheids-experiment.

Op grond van de experimentele resultaten kunnen we voor de vier onderzochte tinten (we laten grijs buiten beschouwing) de volgende rangorde van voorkeur opstellen (we zien daarbij af van de eventuele statistische significantie van de onderlinge verschillen tussen de kleuren).

	opvallendheidsexp.		zichtbaarh.exp.	gemidd.
	normaalzenden	kleurenblinden		
oranje <sup>x</sup>	2	1	1	1.3
rood <sup>x</sup>	1	4 (1)	2	2.3
geel	3	2	3	2.7
wit	4	3	4	3.7

Tenslotte kan nog worden opgemerkt, dat het onwaarschijnlijk lijkt, dat fluorescerend geel een beter resultaat zou geven dan fluorescerend oranje, gezien de ervaringen met het groen-geel<sup>x</sup> in het zichtbaarheids-experiment.

Het eerder genoemde Massachusetts-onderzoek (pag. 11) vond eveneens, dat oranje beter voldeed dan fluorescerend geel. Enerzijds was dit op grond van overwegingen omtrent het voorkomen van geel in de natuur (i.c. in bossen in de herfst), anderzijds berust het waarschijnlijk mede op het feit, dat geel in de schemering snel zijn kleur pleegt te verliezen, terwijl in zeer kleine oppervlakjes een soortgelijk verschijnsel zich voordoet.

Fluorescerend geel zal echter in een veldstudie nog nader worden onderzocht, evenals het aanbrengen van een strepenpatroon op de jasjes, waarvan het nut in dit onderzoek niet is gebleken. Nut kunnen deze strepen eventueel wel bij nacht hebben, indien ze van sterk reflecterend materiaal gemaakt zijn (scotch-lite).

## Praktijkproeven

door Dr. J. A. Michon, J. Th. Ernst en Ir. G. A. Koutstaal.

### Opdracht

In opdracht van de Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid is nagegaan welke kleur voor veiligheidskleding op de weg het meest in aanmerking komt en of het aanbrengen van een patroon op deze kleding voordelen biedt met betrekking tot de waarneembaarheid.

### Inleiding

Reeds eerder werd op grond van laboratoriumexperimenten een aantal conclusies getrokken ten aanzien van deze vraagstelling. Deze zijn thans verder getoetst in een praktijkexperiment, dat de feitelijke situatie op de weg zeer goed benadert. In het verslag over de laboratoriumexperimenten vinden we de volgende conclusies.

- 1°. Fluorescerend oranje voldoet onder de meeste omstandigheden beter dan wit, geel of fluorescerend rood en is onder geen enkele omstandigheid slechter.
- 2°. Het verschil tussen fluorescerend oranje en de andere kleuren, met name wit en geel, zal naar onze verwachting in de praktijk nog sterker worden benadrukt.
- 3°. Van de uiteindelijk in aanmerking komende kleuren is de algemene rangorde van voorkeur 1: fl. oranje, 2: geel, 3: wit.
- 4°. Het aanbrengen van een patroon heeft geen effect en zal derhalve niet nodig zijn bij ontwerp voor veiligheidskleding.

Deze vier punten zijn in de praktijkproef nader onderzocht. Tevens is in het verslag met de opdrachtgever nog een vijfde punt naar voren gekomen, verband houdend met de draagbaarheid.

- 5°. Aangezien de huidige fluorescerende materialen alleen op plastic basis geproduceerd worden, is het in verband met uitwaseming en dergelijke van belang, dat een zo gering mogelijk deel van het lichaam met het gekleurde plastic is bedekt. Tevens heeft een kleiner oppervlak het voordeel, dat goedkoper vervanging mogelijk is. Regelmatige vervanging is noodzakelijk, daar de houdbaarheid van het fluorescerende materiaal gering is.

Het eigenlijke vraagpunt van dit praktijkexperiment was echter of de resultaten van het (statische) laboratoriumexperiment ook dan geldig zouden zijn, wanneer de positie van de verkeersdeelnemer ten opzichte van de in veiligheidskleding gestoken wegwerker of kantonnier zou veranderen, zoals tijdens het rijden gebeurt.

De overgang van schaal 1 : 50 naar ware grootte zou een tweede punt van twijfel kunnen zijn, de overgang van kunstlicht op daglicht een derde (zie echter punt 2. op blz. 14).

## Het onderzoek

### Terrein en omstandigheden

Voor het onderzoek werd gebruik gemaakt van het proefterrein De Masakkers te Amersfoort (Fig. 1.) Op dit terrein werd een route van 12 km uitgezet (Na pp. 16 werd dit ingekort tot 10 km). Op 16 punten langs deze route was een opstelling aangebracht waarmee „jasjes“ konden worden aangeboden. Er was voor zorggedragen dat deze posities zeer gevarieerd waren wat betreft hun achtergrond (bos, heide, weg of lucht), terwijl de afstanden tussen opeenvolgende punten sterk uiteenliepen. Tevens was er voor zorggedragen, dat evenveel punten links van de rijweg werden aangeboden als rechts, en daar de afstand, waarop een jasje zichtbaar werd, 100 of 200 meter was (in willekeurige volgorde) bevatte de terreinsituatie voldoende onzekere componenten om het waarnemen van een „jasje“ niet al te eenvoudig te maken.

Het onderzoek vond plaats bij overwegend wisselend bewolkt en droog weer en matige westelijke wind.

### Proefpersonen

Als proefpersonen namen aan dit experiment deel 25 personeelsleden van de Rijkswaterstaat te Overijssel en Utrecht en de Provinciale Waterstaat van Overijssel, alsmede 6 medewerkers van het Instituut voor Zintuigfysiologie RVO-TNO. Alle proefpersonen waren onbekend met het proefterrein en de route en allen waren in het bezit van een rijbewijs. Hun leeftijd varieerde tussen 30 en 60 jaar; 3 der proefpersonen waren in vrij lichte mate kleurenblind.

### Uitvoering

De proefpersoon nam plaats in de proefauto (Ford Taunus Turnier Stationcar), waar hij werd geïnstrueerd in de bediening van de wagen. Vervolgens reed hij naar het startpunt vanwaar een vliegende start werd gemaakt. De route werd hem al rijdend aangegeven door de naast de proefpersoon gezeten gids. De opdracht was de route met een redelijke snelheid (ca. 60 km/h op de rechte stukken) af te leggen en te kens, wanneer een „jasje“ zou worden waargenomen, zo snel mogelijk te claxoneren. De tijd nodig voor het afleggen van het gehele traject van 12 km was gemiddeld 20 minuten.

De kritieke „punten“ werden gepasseerd in een bepaalde volgorde, die voor alle proefpersonen dezelfde was. De jasjes werden na elke rit één positie opgeschoven, zodat elk jasje op elke positie voorkomt.

Een extra man in de proefauto stond in voortdurend radiocontact met de centrale post, teneinde bijzonderheden over het verloop van de proef door te geven en eventueel de reparatieploegen te dirigeren naar punten waar defecten optraden.

### Technische uitvoering

#### a. De „jasjes“.

Deze bestonden uit beschilderde rechthoekige stukken hardboard van 80 × 30 cm

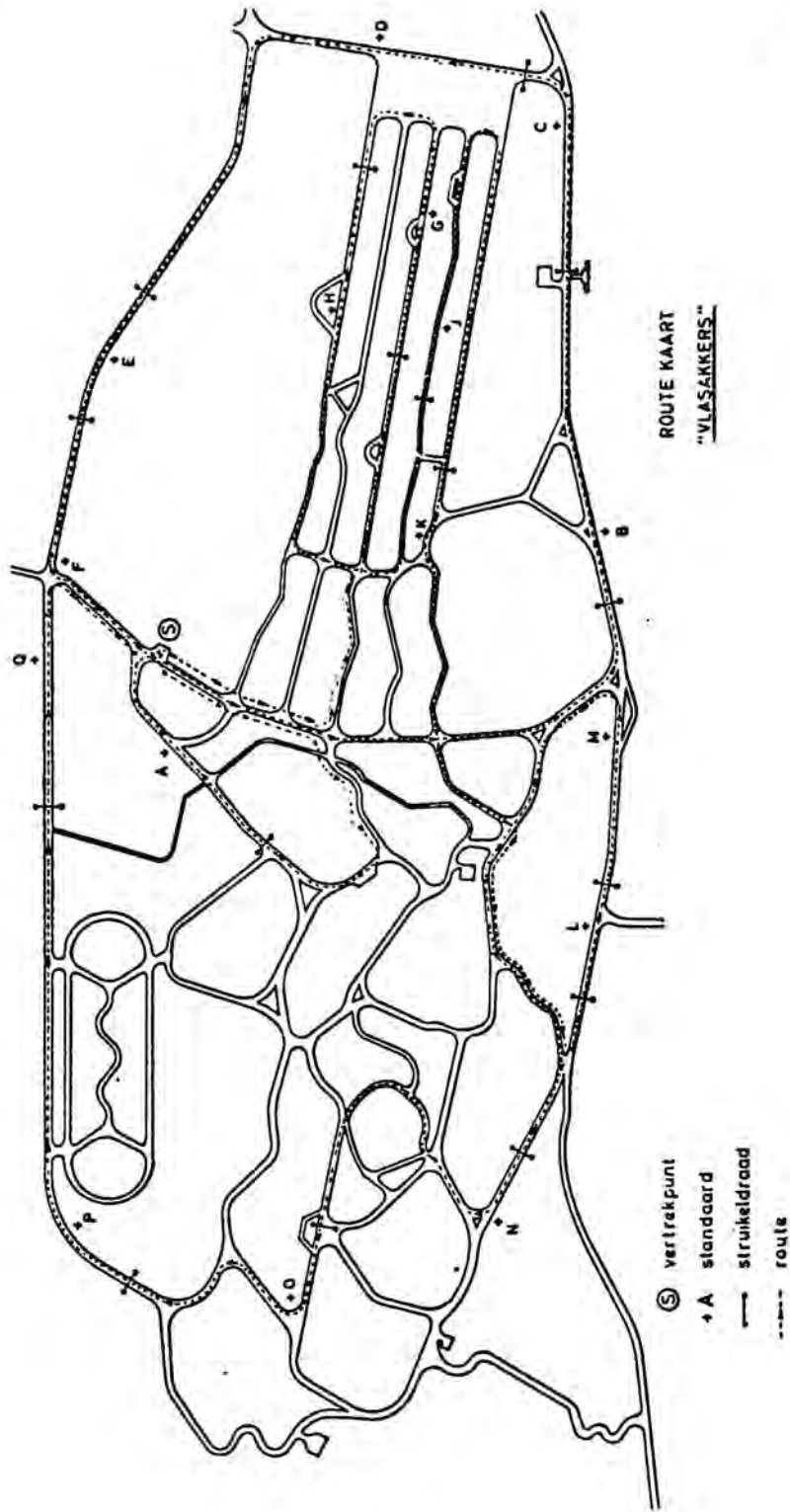


Fig 1.

(i.e. een kortjasje in zij-aanzicht) De opzet van de proef voorzag in  $4 \times 4$  jasjes, later (vanaf pp. 17) gereduceerd tot  $4 \times 3$  jasjes.

De gebruikte kleuren waren: wit, geel, fluorescerend geel en fluorescerend oranje. Bij een niet geheel gekleurd jasje werd grijs als neutrale kleur gebruikt. De benaderde kleurpunten volgens Munsell en de remissie-factor zijn weer gegeven in tabel 1 (men vergelijk met tabel 1 in het verslag van de laboratoriumproeven)

Er zijn vier „vormen” voor de „jasjes” gebruikt, op schaal afgebeeld in fig. 1. Hiermee wilden we nagaan in hoeverre een reductie van het gekleurde oppervlak tot 75 of 50 pct. van het totaal invloed zou hebben op de waarnemingstijden. Vorm C (fig. 1) is later (vanaf pp. 17) geelimineerd, toen de oorspronkelijke opzet door het frequente falen van vier van de posities niet gehandhaafd kon worden.

In de tweede plaats moest worden nagegaan of het aanbrengen van een patroon tot extra opvallendheid zou voeren.

Tabel 1. Kleurpunten volgens Munsell, gemeten bij daglicht en totale remissie ten aanzien van het gebruikte wit van de bij de praktijkproeven gebruikte kleuren van de „jasjes”.

kleur	Munsell aanduiding	remissie
wit	5 G 9/0,5	100 %
geel	2,5 Y 8/12	85 %
fl. geel	2,5 GY 8/10	130 %
fl. oranje	10,0 R 5/12	85 %
grijs	5 PB 5,75/1	40 %
Voor niet gekleurd deel der jasjes.		

N.B. Van de fluorescerende kleuren is alleen de tint aangeduid en niet de helderheid die bij deze Munsellwaarde behoort.

Een monster van de gebruikte kleuren is bij de SWOV aanwezig.

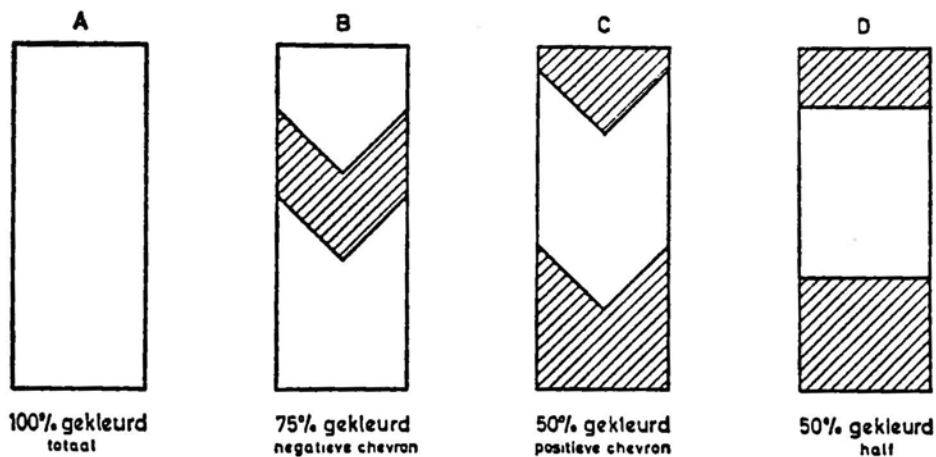


Fig. 2. Vormen van de „jasjes”.

### b. De presentatie.

Deze geschiedde door het jasje op het gewenste moment uit een stand in de rijrichting om te laten klappen om een verticale as tot een stand loodrecht op de rijrichting. Fig 3A toont het hiervoor gebruikte mechanisme. In gespannen toestand (het omklappen gebeurde door middel van een veer) werd de as met het jasje vastgehouden door een elektrisch te ontgrendelen deurslot.

Over de weg op 100 of 200 m voor de opstelling van het „jasje“ was een strukeldraad gespannen, die een micro-schakelaar bediende, zie fig. 3B. Als nu de auto met proefpersoon over de strukeldraad reed, werd via een voedingsnet (totaal uitgelegd 13 km) het deurslot bekrachtigd, waardoor het jasje omklapte en zichtbaar werd.

De proefauto werd gevolgd door een tweede auto met een bemanning, die zorg droeg voor het opnieuw spannen van de jasjeshouders, het opschuiven van de „jasjes“ en eventueel het uitvoeren van kleine reparaties. Om dubbele bekrachtiging van het deurslot te voorkomen, hetgeen storend was voor de tijdmeting werd de bekrachtiging van het deurslot door een eindschakelaar in de omgeklapte stand van het jasje onderbroken.

### c. De reactietijdmeting.

Op hetzelfde moment, dat het jasje gepresenteerd werd, kreeg een elektronische teller in de centrale post een startsignaal.

Zodra de proefpersoon het jasje opmerkte en claxoneerde, werd deze teller weer gestopt door middel van een stopsignaal, dat via een korte golfzender radiografisch uit de auto naar de centrale post werd overgebracht. De aldus in sec geregistreerde tijden vormen de basis van het resultatenmateriaal.

Inden een proefpersoon een jasje in het geheel niet zag, is steeds een tijd van 6.00 sec genoteerd, teneinde de resultaten numeriek te kunnen verwerken. (Dit begunstigt in feite 'die' kleuren en vormen welke dikwijls in het geheel niet gezien werden — met name wit — zodat de resultaten daarvan ietwat geflatteerd zijn.)

Fig 3C geeft een schematisch overzicht van de presentatie en tijdmeting.

Vanaf proefpersoon 11 reed bovendien een tijdwaarnemer mee, die met behulp van een stopwatch in 0.1 sec de reactietijden registreerde ter controle, en zondig ter vervanging, van de elektronisch geregistreerde tijden, die soms door stoortjes (passerende treinen, indringers op proefterrein en dergelijke) verloren gingen. Op alle door de tijdwaarnemer afgedrukte tijden is later een correctie van  $-0.1$  sec aangebracht, zijnde de systematische afwijking ten opzichte van de elektronische tellerscores.

### Het schema van het experiment

Dit voorzag in twee latijnse kwadraten van  $16 \times 16$ . Het aantal gemiste waarden over de eerste 16 ppn was echter zo groot, dat een variantie-analyse niet verantwoord werd geacht. De resultaten van deze proefpersonen zijn op andere wijze verwerkt (zie Resultaten).

De ppn 17 /tm 31 zijn gebruikt om een  $12 \times 12$  latijns kwadraat te vullen. De ppn 23, 24 en 25 zijn hieruit weggelaten op grond van het aantal ontbrekende waarden en het anticiperen op het verschijnen van het jasje door pp 23. Aan de proefpersonen 29, 30 en 31 is het experiment in dezelfde volgorde als respectievelijk aan pp 23, 24 en 25 afgenomen. Daardoor ontbraken uiteindelijk slechts 6 waarden aan de 144.

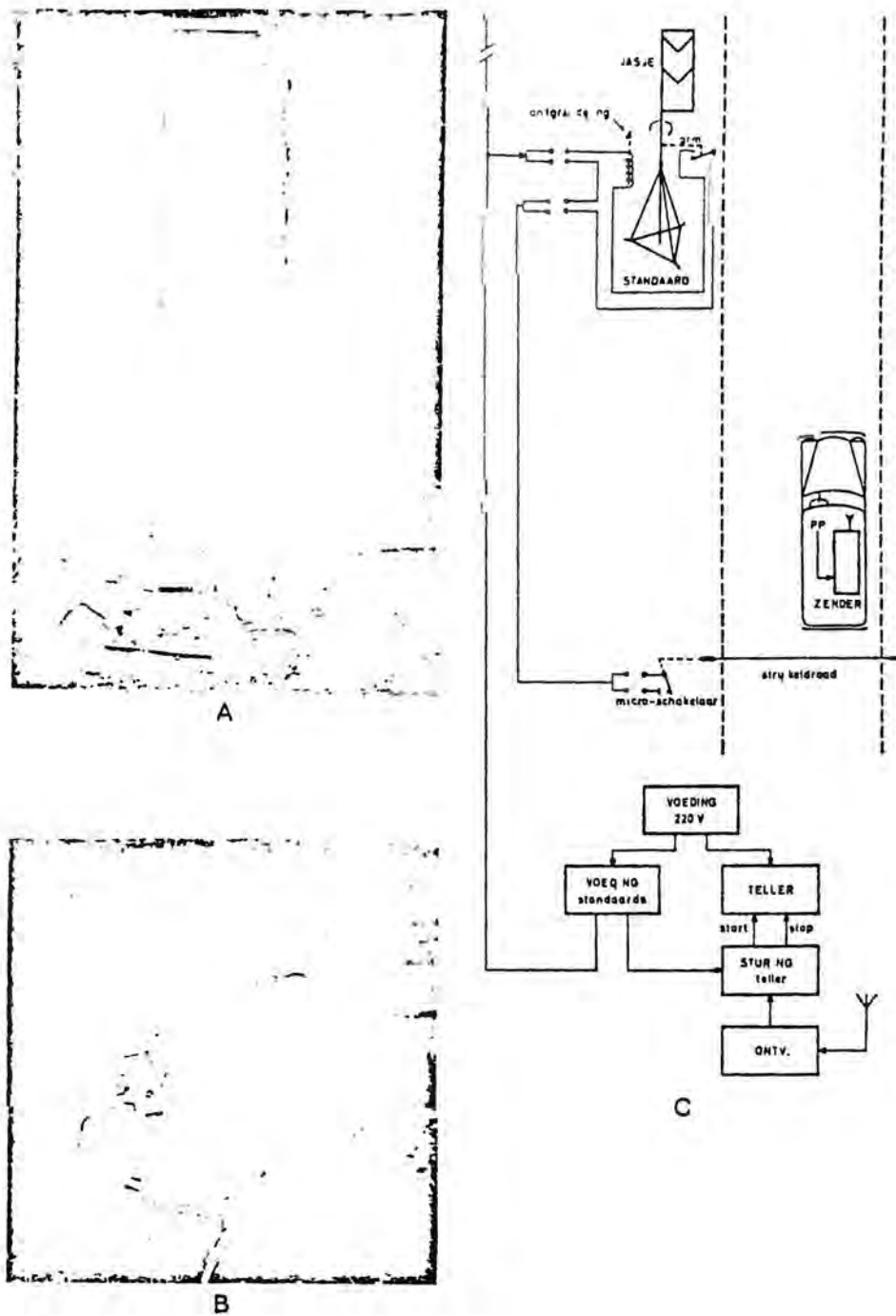


Fig 3.  
 A. presentatie mechanisme met „jasje“.  
 B. struikeldraad met microscharelaar.  
 C. elektrisch schema van de presentatie en reactietijd meting.

### Resultaten

De resultaten van de eerste 16 en de in het  $12 \times 12$  vierkant ondergebrachte proefpersonen zijn afzonderlijk samengevat in fig. 3 en 4 en in de tabellen 2 en 3. De weergegeven gemiddelde waarnemingstijden (WT) zijn geometrische gemiddelden ( $\overline{WT} = (\prod WT_i)^{1/n}$ ), aangezien op deze wijze rekening gehouden wordt

met de scheve verdeling van reactietijden. De variantie-analyse van tabel 4 is dan ook op logaritmisch getransformeerde waarden ( $\log WT$ ) uitgevoerd.

Door het optreden van technische storingen is een gedeelte van de metingen van de eerste 16 proefpersonen verloren gegaan. Tevens zijn alle waarnemingstijden korter dan 0,3 sec gemiddeld, omdat deze zeker of met zeer grote waarschijnlijkheid een gevolg zijn van anticipatie van de proefpersoon op het verschijnen van een jasje, dit was soms mogelijk als een struikeldraad glinsterde in het zonlicht, of als de proefpersoon de bevestiging van een struikeldraad in de berm ontdekte.

De gegevens van tabel 2 en fig. 4 zijn gebaseerd op een totaal van 138 metingen, gespecificeerd in tabel 2.

Tabel 2. Gemiddelde waarnemingstijden in sec voor elke conditie, gemiddeld over 16 proefpersonen (ppn 1.16). Behalve  $\overline{WT}$  zijn voor kleuren en vormen opgenomen standaarddeviaties (s) en aantal waarnemingen waarop  $\overline{WT}$  en s gebaseerd zijn.

Kleur/vorm	Totaal	Neg. chevron	Pos chevron	Half	Gemidd.	s
Wit	1.69 N = (9)	2.50 (9)	1.18 (9)	0.71 (6)	1.46 (33)	0.13
Geel	1.01 (8)	0.82 (8)	1.17 (11)	0.66 (7)	0.92 (34)	0.08
Fl. geel	1.10 (9)	0.90 (8)	0.94 (8)	1.48 (8)	1.08 (33)	0.10
Fl. oranje	0.79 (9)	1.05 (9)	0.75 (10)	0.99 (10)	0.89 (38)	0.05
Gemidd.	1.11 (35)	1.00 (38)	1.20 (34)	0.94 (31)	1.06 (138)	
s	0.10	0.06	0.11	0.12		

De weergegeven gemiddelden en standaarddeviaties zijn berekend, nadat voor het effect van de prestatieverschillen van de proefpersonen gecompenseerd was, evenals voor mogelijke volgorde-effecten. De berekende standaarddeviaties en t-toetsen betreffen dus uitsluitend de „jasjes“.

Uit de resultaten valt het volgende te concluderen:

1°. De gemiddelde waarnemingstijden voor de onderzochte kleuren vertonen statistisch betekenisvolle verschillen. Met een t-toets kon worden vastgesteld, dat „wit“ slechter is dan alle andere kleuren ( $p < 0.01$ ), en dat bovendien fluores-



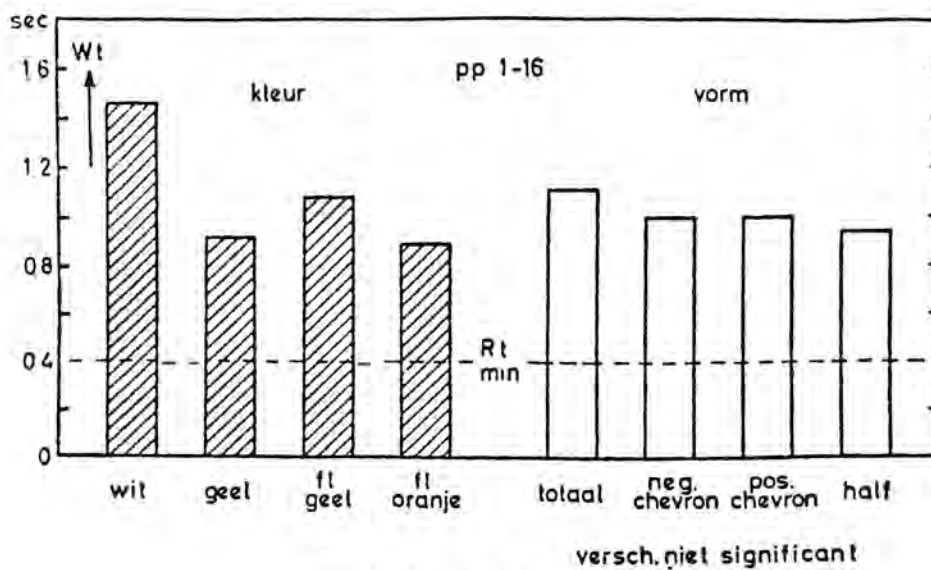


Fig. 4. Resultaten ppn 1-16.

cerend geel significant slechter is dan fluorescerend oranje ( $p < 0.05$ ). Wit geeft gemiddeld een WT, die 65 pct langer is dan die op fl. oranje; neemt men bovendien nog in aanmerking, dat een reactietijd nooit veel onder 0.4 sec zal komen, waardoor het verschil tussen wit en fl. oranje nog pregnanter wordt, dan blijkt wit als veiligheidskleur weinig aanbevelenswaard.

2°. Het feit, dat de WT voor de patronen (vorm) van de jasjes geen significante verschillen vertonen, bevestigt in de eerste plaats de uitkomst van het laboratoriumexperiment. In de tweede plaats impliceert het een ruime mate van vrijheid in de vormgeving van de kleding. Kennelijk is het door ons getoetste kleinste oppervlak voldoende groot voor adequate waarneembaarheid op 200 m (1200 cm<sup>2</sup>).

#### Resultaten proefpersonen 17-22 en 26-31

De resultaten van deze 12 proefpersonen, samengevat in tabel 3 en fig. 5 leenden zich voor variantie-analyse. De 6 ontbrekende waarden werden geschat, zodanig dat geen nieuwe informatie aan de gegevens werd toegevoegd (Cochran en Cox, 1957). De samenvatting van deze analyse is weergegeven in tabel 4.

Tabel 3 Gemiddelde waarnemings tijden in sec voor elke conditie, gemiddeld over 12 proefpersonen (ppn 17-22, 26-31).

Kleur/vorm	Totaal	Negatieve chevron	Half	Gemiddeld
Wit	1.20	0.72	1.50	1.09
Geel	0.65	0.85	1.05	0.83
Fluor. geel	0.97	0.94	0.86	0.92
Fluor. oranje	0.57	0.65	0.63	0.62
Gemiddeld	0.82	0.78	0.96	0.85

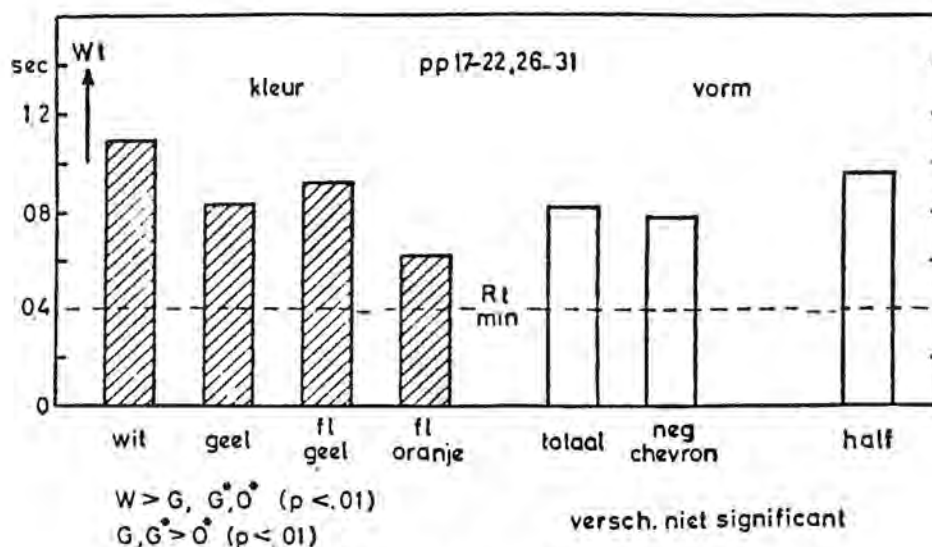


Fig 5. Resultaten ppn 17-22, 26-31.

Tabel 4. Samenvatting der variante-analyse op de resultaten van het 12 x 12 latjns kwadraat.

Bron	Som der kwadraten	$\varphi$	var. schatting	F	p
Volgorde der jasjes	3.273	11	0.298	4.64	<.01
Proefpersonen	2.097	11	0.191	2.98	<.01
Kleur	1.162	3	0.387	6.04	<.001
Vorm	0.223	2	0.112	1.74	n.s.
Kleur/vorm	0.724	6	0.121	1.88	n.s.
Residu	6.663	104	0.064		
	14.142	137 *)			

NB. \*) 6 vrijheidsgraden zijn verloren door de schatting der zes ontbrekende waarden.

De volgende conclusies kunnen naar aanleiding van dit gedeelte van het experiment worden getrokken:

1°. De uitkomsten ten aanzien van de kleuren en de onderzochte vormen zijn gelijk aan die van het zojuist behandelde gedeelte van de resultaten. Wederom is wit aanmerkelijk slechter dan de drie andere kleuren ( $p < .01$ ). In dit geval is bovendien fl. oranje significant beter dan alle drie de andere kleuren.

2°. Uit het significante volgorde-effect viel niet op te maken, dat links of rechts geplaatst zijn van de jasjes, of hun zichtbaarheid op 100 dan wel 200 m enige invloed heeft gehad op de resultaten. Wel bleek iets van grotere moeilijkheid van waarneming tegen de heldere hemel, vooral bij tegenlicht en (bijna vanzelfsprekend) op onoverzichtelijke punten of onverwachte momenten.

3°. Ook uit deze resultaten blijkt, dat patroon op de veiligheidskleding niet of nauwelijks van belang is. In dit geval lag de gemiddelde WT voor het "active"

jasje iets hoger, maar niet zover, dat van een statistisch betrouwbaar resultaat gesproken kan worden. Bij verdere verkleining van het oppervlak kan echter wel degelijk verslechtering optreden. Als minimum richtlijn zouden wij daarom een gekleurde band van minstens 30 cm breed „rond” het lichaam willen aanbevelen zodat ca 1500 cm<sup>2</sup> gekleurd oppervlak in elke richting zichtbaar is. De vorm van deze band doet niet terzake.

4°. Fluorescerend geel blijkt minder goed te voldoen dan gewoon geel. Weliswaar is de helderheid zeer groot (130 pct. ten opzichte van wit) maar onze ervaring is dat snel „kleurverlies” optreedt, vooral bij tegenlicht en in zeer fel zonlicht.

Ter keuze bijv en naar onze mening dan ook alleen fluorescerend oranje en niet-fluorescerend helder geel over, waarbij onze voorkeur sterk naar eerstgenoemde kleur uitgaat.

Dit werd tenslotte nog bevestigd in een analyse van wat we het „dodencijfer” zouden kunnen noemen.

In totaal werd in het minder dan 24 gevallen het jasje in het geheel niet opgemerkt (hoewel de proefpersonen speciaal op het waarnemen van jasjes waren ingesteld). Van deze 24 niet geziene jasjes waren eerst 12 wit! Verder werden 6 gele en 6 fl. gele jasjes niet opgemerkt, terwijl alle oranje jasjes werden opgemerkt (tabel 5).

Tabel 5 Aantal malen dat jasjes niet zijn waargenomen.

kleur	niet waargenomen
wit	12 x
geel	6
fluor. geel	6
fluor. oranje	0
	— +
totaal	24 x

### Conclusies en advies

Teruggrijpend op de in de inleiding genoemde punten valt bij wijze van samenvatting het volgende op te merken:

1. De praktijkproef heeft de eerder verrichte experimenten volledig bevestigd; de dynamische situatie heeft geen essentieel nieuwe gezichtspunten geopend in vergelijking met de statische laboratoriumproef.

2. Fluorescerend oranje verdient verre de voorkeur boven de andere onderzochte kleuren, wit, geel en fluorescerend geel. Met name voor wit vallen in deze praktijkbeproeving de resultaten zeer ongunstig uit: de gemiddelde waarnemingstijd is 80 pct. hoger dan die voor fluorescerend oranje en de helft van de niet opgemerkte jasjes was wit.

Dat het geel gebruikt bij deze proeven beter voldeed dan het gebruikte fluorescerend geel, was te verwachten op grond van het oranje karakter van het geel vergeleken met het groene karakter van het fluorescerend geel (zie rapport over laboratoriumproeven).

Het is opvallend hoe snel fluorescerend geel „kleur verliest” en grauw of wit wordt. Tabel 6 geeft een samenvatting van het tijdens de experimenten geobserveerde effect van verschillende belichtingsomstandigheden op de kleuren.

Indien men om organisatorische redenen toch verschillende kleuren zou willen gebruiken, dan verdienen fluorescerend oranje en niet fluorescerend helder geel aanbeveling. Wit wordt sterk afgeraden.

3 Er is geen overtuigende evidentie, dat het aanbrengen van een patroon enig tastbaar nut heeft. Anderszins is gebleken, dat het niet nodig is een volledig gekleurde uitrusting aan te trekken. Halvering van het oppervlak ( $80 \times 30$  cm), dat in dit experiment werd gebruikt, is klaarblijkelijk mogelijk zonder dat een kritisch punt wordt bereikt. Er is echter een tendens tot toenemende waarnemingstijden en het is, naar onze mening, raadzaam om een gekleurd oppervlak van niet minder dan  $1500 \text{ cm}^2$ , zichtbaar in de richting van de autobestuurder, aan te bevelen. Dit komt overeen met een band (of chevron) van minstens 30 cm breedte rondom het (boven)-lichaam.

Tabel 6. Bruikbaarheid van kleuren onder diverse omstandigheden en eventuele bijzondere effecten.

	wit	geel	fluor. geel	fluor. oranje
normale belichting	zie de totale resultaten			
donkere achtergr. (bomen)	++	++	++	++
lichte achtergr. (weg)	— steekt niet af	++	+	++
lucht (helder)	— steekt niet af	+	+	++
schemer	— grijs	— grijs	— grijs	+
tegenlicht	— grijs	+	— grijs	+
verminderd contrast	— verdwijnt	+	— wit	+

**Literatuurverwijzingen**

- Cochran, W. G. en Cox, G. M. ————— Experimental Designs. New York:  
Wiley, 1957, 2<sup>nd</sup> ed.  
Michon, J. A., Leebeek, H. J. —————  
en Boogaard, J. ————— Laboratoriumproeven (pag. 11 van  
deze publicatie).

Wij zijn dank verschuldigd aan de Rijkswaterstaat van Overijssel en Utrecht en aan de Provinciale Waterstaat van Overijssel, die ons welwillend voortreffelijke proefpersonen ter beschikking stelden en aan de Commandant van de Bernhardkazerne te Amersfoort voor de geboden mogelijkheid gebruik te maken van het proefterrein „De Vlasakkers”. De terrein-officier, de Adj. O.O. J. Stavast, zijn wij zeer erkentelijk voor de medewerking, die hij ons bij de voorbereiding van het onderzoek heeft geboden.

## 4. Materiaal-ontwikkelingsonderzoek

door het Nederlands Instituut voor Toegepast Huishoudkundig Onderzoek te Wageningen

De probleemstelling werd als volgt geformuleerd:

- a. de kleding moet goed zichtbaar zijn;
- b. de kleding moet zowel in zomer als winter gedragen kunnen worden;
- c. de kleding moet de drager beschermen tegen regenval;
- d. de kleding mag fysiologisch niet onbehaaglijk zijn.

Uit deze eisen volgt.

a. Voor goede zichtbaarheid blijkt het kledingoppervlak volgens het door het Instituut voor Zintuigfysiologie RVO-TNO uitgevoerde onderzoek, zowel aan borst- als aan rugzijde minimaal 1500 cm<sup>2</sup> te moeten bedragen. Voor de kleur van de kleding dient aan fluorescerend oranje de voorkeur te worden gegeven. De kleding zou dus in deze kleur geverfd of van pigmenten moeten worden voorzien.

b. De beschermende kleding is geen specifieke zomer- of winterkleding. Beschermende kleding met goede warmte-isolerende eigenschappen zou 's zomers ongeschikt zijn (zie punt d). De beschermende kleding moet dan ook gezien worden als een kledingstuk, dat over de normaal gebruikelijke kleding wordt aangetrokken. De normaal gebruikelijke kleding moet 's winters tegen de koude beschermen. Enkelvoudige weefsels of breisels, gemaakt uit fijne garens, kamgarens of 3-cylindergarens, zouden voor de kleding geschikt materiaal kunnen zijn.

c. Bescherming tegen regenval kan verkregen worden door de onder b genoemde weefsels of breisels te „coaten" met bij voorbeeld een PVC of kunst-rubber. Een andere mogelijkheid is een permanent waterafstotende finish aan te brengen. Dit heeft echter alleen een grote kans van slagen indien het weefsel uit fijne garens is vervaardigd en de ruimte tussen de garens klein is.

d. Indien waterdamptransport (transpireren) door de beschermende kleding verhindert wordt, zal bij de drager een onbehaaglijk gevoel ontstaan. Het kledingmateriaal moet dus poreus zijn.

Uit het voorgaande volgt, dat „coaten" van weefsels met een niet-poreuze PVC of kunst-rubber een voor beschermende kleding ongeschikt materiaal oplevert.

Textielweefsels (of -breisels) gemaakt van fijne garens, geverfd in fluorescerend oranje en permanent waterafstotend gemaakt, zouden geschikt materiaal kunnen zijn voor de vervaardiging van beschermende kleding.

De eerste berichten van de kleurstoffabrikanten over de lichtechtheid van fluorescerende kleurstoffen waren niet zeer bemoedigend. In het algemeen bleek, dat de echtheid van dit soort kleurstoffen niet erg groot is. Hierop was één uitzondering. Voor het verven van polyacrylnitrilvezels waren nieuwe fluorescerende kleurstoffen ontwikkeld, waarvan de echtheid goed te noemen is. Nieuwe contacten met N.V. CIBA te Arnhem boden op het terrein van regendichtheid van kleding nieuwe perspectieven. Door deze firma werd een nieuwe micro-

poreuze „coating“ voor regenkleding getest op bruikbaarheid. Proeven, die in Zwitserland waren genomen met kleding, die met behulp van deze coating waterdicht was gemaakt, waren veelbelovend.

Het bleek in het dragen een behaaglijke, regendichte bescherming te bieden. Deze „coating“ moet aan de binnenzijde van een weefsel (in poplin- of eventueel gabardinebinding) worden aangebracht, waarna hieruit regenkleding kan worden vervaardigd.

Hiermee zou het probleem van een permanent waterdichte, fysiologisch behaaglijk beschermende kleding voor wegwerkers kunnen worden opgelost, indien deze kleding ook nog aan de zichtbaarheidseis zou voldoen.

Hierin schuilt echter nog een moeilijkheid. Tot op dat moment was alleen ervaring verkregen met katoenen gecoate weefsels. Deze zijn echter niet te verven in het gewenste fluorescerend oranje met hoge lichtechtheid.

Een onderzoek naar de mogelijkheid mengweefsels van polyester en katoen in deze tint te verven, waarbij gebruik werd gemaakt van de fluorescerende werking van de optische witmiddelen, die in wasmiddelen worden gebruikt, had een negatief resultaat. De enige mogelijkheid bleek polyacrylnitrilvezels als grondstof voor de weefsels te gebruiken.

Uit contacten met fabrikanten bleek echter, dat polyacrylnitrilweefsels in poplin of gabardine uitvoering gemaakt van 3-cylindergarens niet in het produkten-assortiment zijn opgenomen. Het aanmaken hiervan is echter in principe mogelijk voor de industrie. Thans zijn besprekingen gaande met fabrikanten om een dergelijk weefsel te leveren.

## 5. Materiaalonderzoek

door het Vezelinstituut TNO en het Kunststoffeninstituut TNO te Delft

monster no.	kleur	licht- eigenschap	reflectievermogen (%)		ondoor- schijnend- heid	scheurweerstand (kg)		
			voor 500 uur Xenotest belichting	na		ketting	inslag	
1	oranje	fluorescerend	3-4	42	70	0,93	1,4	1,6
2	grijs		8					
3	geel		7	46	43	0,94	7,6	8,2
4	zwart		8					
5	geel		7-8	53	53	0,94	1,9	1,3
6	bruin		3					
7	geel		6-7	46	43	0,85	8,1	7,7
8	wit		8	82	82	0,99	1,9	2,4
9	rood		6-7*					
10	groengeel	fluorescerend	6					
11	wit		8	86	85	0,99		
12	geel		2*	52	44*	0,92	1,7	1,4
13	oranje	fluorescerend	2-3	37	50	0,99		
14	oranje	fluorescerend	4	38	62	0,90		
15	wit	fluorescerend	3-4					
16	oranje	fluorescerend	3	47	71	0,91		
17	geel		6-7	54	52	0,99		
18	geel		7-8	56	56	0,94		
19	geel		5*			0,89		
20	geel		6*			0,95		
21	wit		8			0,94	13,0	7,2
22	rood	fluorescerend	5-6					
23	geel	fluorescerend	3-4					
24	rood	fluorescerend	5-6					
25	oranje	fluorescerend	5-6					
26	geel	fluorescerend	4					
27	rood	fluorescerend	5-6					
28	oranje	fluorescerend	4-5	35	50			
29	oranje	fluorescerend	3-4	36	66			
30	oranje	fluorescerend	4	39	62			

\* Deze monsters zijn verdonkerd door belichting.

De lichtechtheid werd bepaald volgens NEN 5230 (middelbare vochtigheid) met behulp van de Xenotest type 150. De lichtechtheid wordt uitgedrukt in de schaal 1 t/m 8, waarbij 1 wijst op een zeer slechte en 8 op een uitstekende lichtechtheid.

Het reflectievermogen werd gemeten met behulp van de Zeiss Elrepho fotometer met het groene (FMY) filter. Het reflectievermogen wordt uitgedrukt in % ten opzichte van de reflectie van MgO. Om de toestand na 1/2 jaar gebruik na te bootsen werd een belichting gedurende 500 uren in de Xenotest toegepast. De ondoorschijnendheid werd bepaald als de verhouding van reflectievermogen van 1 laag materiaal met een zwarte resp. witte achtergrond. De ondoorschijnendheid is 1 voor een volledig ondoorschijnend en 0 voor een volledig doorschijnend materiaal. De scheurweerstand werd bepaald volgens de enkele tongmethode.



Monster no.	Stijfheid bij lage temperatuur								Samanstelling <sup>1)</sup>	Weekmakerverlies <sup>2)</sup>	
	24 h. bij 0 °C		24 h. bij -14 °C		24 h. bij -20 °C		24 h. bij -30 °C			afname in gewichts % na 6 h bij 100 °C	afname in gewichts % na 12 h bij 100 °C
	vouwproef	scheurtjes	vouwproef	scheurtjes	vouwproef	scheurtjes	vouwproef	scheurtjes			
1	blijvende vouw	geen	blijvende vouw	geen	blijvende vouw	geen	blijvende vouw	geen	vinyl + weekmaker	1,3	1,9
2											
3	geen vouw	idem	geen vouw	idem	geen vouw	idem	geen vouw	idem	idem	0,8	1,4
4											
5	blijvende vouw	idem	blijvende vouw	idem	blijvende vouw	idem	blijvende vouw	idem	idem	1,0	1,6
6											
7	geen vouw	idem	geen vouw	idem	geen vouw	idem	geen vouw	idem	idem	1,0	1,6
8	blijvende vouw	idem	blijvende vouw	idem	blijvende vouw	idem	blijvende vouw	idem	idem	0,6	1,0
9											
10											
11	idem	idem	idem	idem	idem	idem	idem	idem	idem	1,0	1,7
12	idem	idem	idem	idem	idem	idem	idem	idem	idem	1,2	2,0
13	geen vouw	idem	geen vouw	idem	geen vouw	idem	geen vouw	idem	waarschijnlijk synth rubber	—	—
14	blijvende vouw	idem	blijvende vouw	idem	blijvende vouw	idem	blijvende vouw	idem	vinyl + weekmaker	3,2	4,9
15											
16	idem	idem	idem	idem	idem	idem	idem	idem	idem	0,9	1,4
17	idem	idem	idem	idem	idem	idem	idem	idem	idem	1,7	2,6
18	idem	idem	idem	idem	idem	idem	idem	idem	idem	1,1	1,7
19	idem	idem	idem	idem	idem	idem	idem	idem	idem	3,9	4,9
20	idem	idem	idem	idem	idem	idem	idem	idem	idem	1,6	2,4
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											

<sup>1)</sup> Er is geen volledige analyse uitgevoerd, doch uitsluitend een oriënterende bepaling.

<sup>2)</sup> Bepaald volgens analyse-voorschrift Kunststoffeninstituut No. 1.1.17.

