

RETROREFLECTEREND MATERIAAL OP VERKEERSBORDEN BINNEN DE BEBOUWDE KOM
EN DE VERKEERSVEILIGHEID

R-90-42

Drs. M.P. Hagenzieker & drs. P.C. Noordzij

Leidschendam, 1990

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

INHOUD

1. Inleiding
 - 1.1. Vraagstelling
 - 1.2. Achtergrond

2. Onderbouwing van omstandigheden
 - 2.1. Ongevallen
 - 2.1.1. Algemeen
 - 2.1.2. Slachtoffers naar wijze van vervoer en tegenpartij
 - 2.1.3. Slachtoffers naar kruispuntkenmerken
 - 2.1.4. Ongevallen bij daglicht en duisternis
 - 2.2. Voorstel voor te kiezen omstandigheden

3. Waarnemingsafstand
 - 3.1. Stopafstanden
 - 3.2. 'Vuistregel'

4. Het IZF-experiment
 - 4.1. Vraagstelling
 - 4.2. Resultaten

5. Keuze van verkeersborden

6. Conclusies en aanbevelingen

Literatuur

Tabellen 1 t/m 3

1. INLEIDING

1.1. Vraagstelling

Wat is het verschil voor de verkeersveiligheid tussen verkeersborden binnen de bebouwde kom uitgevoerd met retroreflecterend materiaal van klasse II en die van klasse I?

1.2. Achtergrond

In het nieuwe Reglement Verkeersregels en Verkeerstekens (RVV 1990) en het Besluit Administratieve Bepalingen Wegverkeer (BABW 1990) wordt een aantal uitvoeringsvoorschriften van verkeersborden herzien. Bij de werkgroep belast met deze herziening is o.a. de vraag gerezen welke eisen gesteld moeten worden aan de retroreflectiekwaliteit van verkeersborden binnen de bebouwde kom. Het gaat hierbij vooral om de vraag of het zinvol is alle verkeersborden uit te voeren met retroreflecterend materiaal van klasse II; als alternatief wordt overwogen om in beginsel alle borden uit te voeren met materiaal van retroreflectieklasse I en slechts een beperkt aantal borden met dat van klasse II.

De Dienst Verkeerskunde van Rijkswaterstaat heeft daarom het Instituut voor Zintuigfysiologie TNO gevraagd een experiment uit te voeren naar de verschillen in 'opvallendheid' tussen de verschillende retroreflecterende materialen. De bedoeling was om proefpersonen naar gefotografeerde verkeerssituaties te laten kijken en op die manier de kans dat een verkeersbord uitgevoerd met retroreflecterend materiaal van klasse I of II werd waargenomen, vast te stellen. Voorafgaand aan dit experiment was het nodig eerst te bepalen wat het verschil in luminantie is tussen beide klassen van retroreflecterend materiaal. De Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV is verzocht aan dit onderzoek enige elementen toe te voegen, om het mogelijk te maken het IZF-onderzoek in de context van verkeersveiligheid te plaatsen. De aanvullende elementen betreffen de keuze van de omstandigheden waaronder de borden worden aangeboden op grond van verkeersveiligheidsoverwegingen. Ook de keuze van te gebruiken verkeersborden is hierbij van belang; het zal duidelijk zijn dat niet alle verkeersborden even belangrijk zijn voor de veiligheid en dat een zorgvuldige keuze gemaakt moet worden van afzonderlijke en/of groepen verkeers-

borden. Dergelijke aanvullende elementen maken het mogelijk een bijdrage te kunnen leveren aan de vertaling van de onderzoekresultaten in termen van verkeersveiligheid en aan het maken van beleidskeuzen op grond van de onderzoekresultaten.

2. ONDERBOUWING VAN OMSTANDIGHEDEN

Omdat bij duisternis relatief veel ongevallen gebeuren, is het van belang onder deze omstandigheden extra zorg aan veiligheid te besteden; één van de wijzen waarop dit kan gebeuren is aandacht te besteden aan de zichtbaarheid van verkeersborden. Retroreflecterende borden zijn alleen van belang in situaties waarin koplampen van auto's er op schijnen; derhalve zijn die borden relevant voor het onderzoek die bestemd zijn voor automobilisten ('bij duisternis'). Verondersteld kan worden dat het vooral bij omstandigheden waaronder veel ongevallen plaatsvonden van belang is verkeersborden te plaatsen die zijn voorzien van retroreflecterend materiaal, en dat derhalve ook dergelijke omstandigheden dienen te worden gekozen voor het experiment. Het is echter voor het huidige onderzoek van belang dat daar dan ook borden in voorkomen die bestemd zijn voor automobilisten; dit voorkomen van 'relevante borden' geldt tevens als criterium voor het kiezen van 'omstandigheden'. Gezien de vraagstelling van het onderzoek, komen alleen situaties binnen de bebouwde kom in aanmerking voor de te kiezen relevante omstandigheden. Hieronder volgt daarom een beschrijving van ongevalgegevens binnen de bebouwde kom, waarbij o.a. rekening wordt gehouden met de aanwezigheid van verkeersborden; tevens wordt een uitsplitsing gemaakt naar ongevallen bij dag of bij nacht .

2.1. Ongevallen

2.1.1. Algemeen

Een groot deel van de verkeersslachtoffers valt op wegen binnen de bebouwde kom. Dat geldt met name voor fietsers en bromfietsers. Binnen de bebouwde kom valt weer een groot deel van de slachtoffers op kruispunten. Als binnen de bebouwde kom onderscheid wordt gemaakt tussen verkeersaders en woonstraten blijken letselongevallen zich vooral voor te doen op verkeersaders, zowel in absolute zin als ook uitgedrukt in ongevallen per lengte van het wegdeel (dit lijkt vooral het gevolg te zijn van de verkeersintensiteit). In eerder onderzoek naar voorrangregels is bijzondere aandacht besteed aan de onveiligheid van fietsers en bromfietsers op kruispunten binnen de bebouwde kom. In deze notitie wordt die aandacht uitgebreid tot auto-inzittenden en voetgangers voorzover deze slachtoffer zijn van een botsing met een personenauto.

2.1.2. Slachtoffers naar wijze van vervoer en tegenpartij

Noordzij (1989) geeft een overzicht van aantallen overleden auto-inzittenden, bromfietzers, fietsers, en voetgangers (1986 + 1987).

Bij ongevallen binnen de bebouwde kom is het opmerkelijk dat zoveel auto-inzittenden (ca. 55 per jaar) overlijden als gevolg van een botsing zonder tegenpartij op een weggedeelte (zie Noordzij, 1989, Tabel 3.1). Bij auto-inzittenden die in het ziekenhuis zijn opgenomen is het aandeel bij ongevallen binnen de bebouwde kom op 50 km/uur-wegen groter (dan bij overleden slachtoffers). Daarbinnen is een belangrijk aandeel weggelegd voor botsingen met een andere personenauto op een kruispunt.

De verdeling van fietsers- en bromfietzersslachtoffers (zie Noordzij, 1989, Tabellen 3.2 en 3.3) vertoont gelijkenis. In beide gevallen overlijden veel slachtoffers ten gevolge van ongevallen op kruispunten met een auto als tegenpartij (bromfietzersdoden ca. 30 per jaar; fietsersdoden ca. 120 per jaar). Bovendien is bij ongevallen binnen de bebouwde kom op kruispunten het aantal zware motorvoertuigen als tegenpartij opvallend (bromfietzersdoden ca. 15 per jaar; fietsersdoden ca. 40 per jaar). Bij de ziekenhuisopnamen overweegt het aandeel slachtoffers als gevolg van ongevallen binnen de bebouwde kom op 50 km/uur-wegen met daarbinnen voor ongeveer de helft botsingen met personenauto's op kruispunten.

Bij de overleden voetgangers (zie Noordzij, 1989, Tabel 3.4) overweegt het aandeel ongevallen binnen de bebouwde kom op 50 km/uur-wegen met daarbinnen weer vooral botsingen met een auto op een weggedeelte (ca. 50 per jaar). Dat is ook het beeld dat hoort bij voetgangers die in een ziekenhuis worden opgenomen.

Op basis van deze gegevens kan in eerste instantie de volgende selectie van te kiezen omstandigheden voor het experiment worden gemaakt: kruispunten binnen de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 50 km/uur, omdat vooral daar relatief veel doden vallen, vooral onder de groepen auto-inzittenden, bromfietzers en fietsers. Veel auto-inzittenden komen om als gevolg van een botsing zonder tegenpartij op een weggedeelte; het is in het kader van het onderhavige onderzoek niet zo interessant om dergelijke situaties op te nemen in het onderzoek, aangezien het niet duidelijk is of, en welk soort, borden hier een rol zouden kunnen spelen. Veel slachtoffers onder (brom)fietsers en voetgangers vallen op weggedeelten. Borden die betrekking hebben op de aanwezigheid van langzaam verkeer op wegge-

deelten zijn over het algemeen geplaatst vlak na een kruispunt, bijvoorbeeld in de vorm van borden met open- of gesloten-verklaringen. De 'overkant' van kruispunten met dergelijke borden zouden opgenomen kunnen worden in de 'omstandigheden'.

2.1.3. Slachtoffers naar kruispuntkenmerken

De grootste aantallen letselongevallen waarbij de betrokkenen auto's of (brom)fietsers enerzijds en auto's anderzijds (tegenpartij) zijn, zijn te vinden bij volledige kruispunten met verkeerslichten, bij volledige kruispunten met voorrangstekens en bij drie-armige kruispunten met voorrangstekens (zie Noordzij, 1988, Tabel 3.2).

Een volgende criterium om omstandigheden voor het experiment te kiezen op basis van ongevalgegevens zou dus kunnen inhouden dat juist deze drie typen kruispunten gekozen worden. Gezien de vraagstelling van het onderzoek zijn echter vooral de volledige kruispunten met voorrangstekens en de drie-armige kruispunten met voorrangstekens van belang (en niet zozeer de volledige kruispunten met verkeerslichten, aangezien daar de rol van borden niet zo groot is). Tevens blijkt dat de aantallen letselongevallen waarbij de auto op de hoofdweg reed het grootst zijn (Noordzij, 1988, Tabel 3.2). De aantallen letselongevallen waarbij de auto op de zijweg reed zijn kleiner; echter, juist op de zijweg zullen vaak (voor automobilisten) relevante borden aanwezig zijn, namelijk borden waaruit blijkt dat de automobilist voorrang moet verlenen. Bij het fotograferen van de omstandigheden voor het experiment zou dan ook een aantal kruispunten vanuit de zijweg en een aantal vanuit de hoofdweg genomen kunnen worden.

2.1.4. Ongevallen bij daglicht en duisternis

Er zijn nieuwe tabellen gemaakt met aantallen slachtoffers om het verband na te gaan met omstandigheden. Bij de Tabellen 2 en 3 is steeds uitgegaan van aantallen slachtoffers verdeeld naar wijze van verkeersdeelname en als gevolg van een botsing met een personenauto. Daarmee zijn de slachtoffers als gevolg van botsingen met andere tegenpartijen of zonder tegenpartij verwaarloosd. Het betreft kleine aantallen die weggelaten zijn om een zuiverder beeld te krijgen van de overblijvende slachtoffers. Wijze van verkeersdeelname betekent hier inzittende van personenauto, bromfietser, fietser, voetganger. Ook hierbij is dus een kleine restgroep weggelaten.

Omdat ernstig-gewonde slachtoffers vollediger geregistreerd staan dan licht-gewonde is gewerkt met aantallen slachtoffers die in een ziekenhuis zijn opgenomen of zijn overleden, d.w.z. ernstig-gewonde slachtoffers. Het zijn allemaal slachtoffers op 50 km/uur-wegen, wat vrijwel gelijk is aan binnen de bebouwde kom. De tabellen zijn gebaseerd op aantallen voor heel Nederland, voor de jaren 1984 t/m 1989.

Bedacht moet worden dat de beschikbare gegevens alleen een grove aanduiding geven van de omstandigheden.

In Tabel 1 zijn de slachtoffers verdeeld naar verlichting en aantal armen van het kruispunt. Het grootste aantal slachtoffers betreft fietsers, daarop volgen bromfietsers en auto-inzittenden met ieder ongeveer 70% van het aantal voor fietsers. Het aantal slachtoffers onder voetgangers is tenslotte nog geen 30% van dat van fietsers.

De verdeling naar verlichting verschilt tussen de wijzen van verkeersdeelname. Bij fietsers en bromfietsers is het aantal slachtoffers ongeveer vier maal groter bij daglicht dan bij duisternis. Bij auto-inzittenden liggen de aantallen het dichtst bij elkaar en levert daglicht ruim anderhalf maal zoveel slachtoffers als duisternis. De verhouding tussen daglicht en duisternis bij voetgangersslachtoffers ligt er tussenin met ruim twee maal meer slachtoffers bij daglicht. Overigens is het totale aantal slachtoffers als voetganger klein.

De meeste slachtoffers vallen op vier-armige kruispunten. Maar voor auto-inzittenden is het verschil tussen vier en drie armen veel groter dan voor de langzame wijzen van vervoer.

Voor Tabel 2 zijn de maanden van het jaar in vier groepen van drie maanden verdeeld, zoveel mogelijk gelijklopend met de verlichtingsomstandigheden. Voor alle wijzen van vervoer is bij daglicht de periode december - februari het laagst in aantal slachtoffers, en zijn de overige drie perioden bij benadering gelijk. Het aantal slachtoffers bij duisternis is voor alle wijzen van vervoer het hoogst in de perioden december - februari en september - november. Voor inzittenden van personenauto's is van december - februari het aantal slachtoffers bij duisternis zelfs groter dan bij daglicht. Als opgeteld wordt over verlichtingsomstandigheden is ook het totaal beeld voor de drie maandperioden verschillend per wijze van vervoer. Bij fietsers en bromfietsers heeft de periode september - november de grootste aantallen slachtoffers. Voor voetgangers is dat juist de periode

december - februari, terwijl het aantal auto-inzittenden bij benadering even groot is voor alle vier de perioden.

Tabel 3 vertoont een verdeling van de week in zes perioden die ook weer gedeeltelijk samenvalt met verlichtingsomstandigheden. In de eerste plaats wordt het weekeinde onderscheiden van werkdagen, in de tweede plaats wordt de dag ingedeeld in ochtend, middag en nacht (resp. 04-12 uur, 12-22 uur en 22-04 uur). De nachten van vrijdag, zaterdag en zondag zijn bij het weekeinde gerekend. Voor de ochtend en middag gelden alleen de zaterdag en zondag als weekeinde. Uit de aantallen slachtoffers blijkt overduidelijk dat de gekozen nachturen vrijwel samenvallen met duisternis en de ochtenduren voor het overgrote deel met daglicht. Bij de middaguren van door-de-weekse dagen horen toch nog flinke aantallen slachtoffers bij duisternis. Behalve voor auto-inzittenden is dat zelfs de periode met de grootste aantallen bij duisternis. Voor het overgrote deel betreft dit slachtoffers uit de maanden september - februari. Overigens zijn de aantallen slachtoffers bij duisternis in weekeindnachten gelijk aan of groter dan bij duisternis in door-de-weekse nachten.

Voor iedere wijze van vervoer is de door-de-weekse middag verreweg de belangrijkste periode (zowel totaal als alleen bij daglicht). Bij auto-inzittenden wordt de tweede plaats gedeeld door de door-de-weekse ochtend en door de middag en nacht van het weekeinde. Dat geldt ook voor bromfietzers en voetgangers, met uitzondering van de weekeindnacht. Bij fietsers blijft alleen de door-de-weekse ochtend als tweede over (na de door-de-weekse middag).

2.2. Voorstel voor te kiezen omstandigheden

Bovenbeschreven ongevallengegevens bieden de mogelijkheid om enkele voorstellen te doen over de omstandigheden die - gezien de aantallen ongevallen - van belang zijn voor het onderzoek naar retroreflecterende verkeersborden binnen de bebouwde kom:

- In de eerste plaats komen vier-armige kruispunten in aanmerking, maar als gelet wordt op de slachtoffers bij duisternis onder langzame verkeersdeelnemers ook drie-armige kruispunten.
- Duisternis heeft zowel betrekking op de door-de-weekse middagen (spitsuur) tijdens de donkere maanden, als de (stillere) nachten van weekeinde en door-de-weekse dagen.

Ook zijn enige aanwijzingen over het belang van bepaalde verkeersborden te vinden; dit zijn dan vooral:

- borden die aangeven hoe te reageren op andere verkeersdeelnemers op en bij kruispunten, d.w.z. voorrangsborden,
- borden die aangeven welke vervoerwijzen van welke kant verwacht kunnen worden.

(Deze typen verkeersborden komen op basis van de soorten ongevallen die het meest voorkomen het eerst in aanmerking om uitgevoerd te worden met retroreflecterend materiaal; hiermee is nog niet gezegd dat andere typen verkeersborden niet van belang zouden zijn.)

3. WAARNEMINGSAFSTAND

3.1. Stopafstanden

Het moge duidelijk zijn dat de benodigde waarnemingsafstand (voor verkeersborden) samenhangt met de gereden snelheid. Noordzij (1988) geeft een aantal voorbeelden voor situaties binnen de bebouwde kom, waarin afstanden worden berekend die benodigd zijn bij verschillende vertragingen, te vergelijken met omstandigheden variërend van een 'noodstop' tot 'comfortabel afremmen'.

In deze voorbeelden (Noordzij, 1988, pp. 24-27) wordt uitgegaan van twee snelheden van twee voertuigen: 15 m/sec (54 km/uur) en 3,75 m/sec (13,5 km/uur). De eerste snelheid komt globaal overeen met de snelheid van een auto binnen de bebouwde kom, de tweede snelheid met die van een fiets. De uiterste vertraging, benodigd voor een 'noodstop', was gesteld op $-7,5 \text{ m/sec}^2$; een vertraging van -2 m/sec^2 werd beschouwd als makkelijk uit te voeren. Uit de rekenvoorbeelden blijkt dat een voertuig met iets meer dan de toegestane snelheid binnen de bebouwde kom, op een afstand van 15 m tot de baan van het tweede voertuig nog net een botsing kan vermijden met afremmen als dit afremmen gebeurt met de uiterste vertraging; bij 'comfortabel' afremmen bedraagt de benodigde afstand 43,1 m, d.w.z. om gemakkelijk te kunnen afremmen moet al op 43,1 m afstand gezien zijn dat het tweede voertuig met ongeveer dezelfde snelheid nadert. Om makkelijk voorrang te verlenen aan een langzaam voertuig moet al op een afstand van 54,5 m gezien zijn dat een botsing dreigt. Bij de voorbeelden is geen rekening gehouden met de reactietijd van bestuurder en voertuig. De waarde die daarvoor moet worden aangehouden kan sterk wisselen; als bijvoorbeeld een reactietijd van 1 sec wordt aangenomen, dan moet nog eens een afstand van 15 m bij de hierboven genoemde afstanden opgeteld worden. Als een (zeer royale) reactietijd van 2 sec wordt aangenomen, dan moet derhalve nog een extra afstand van 30 m erbij gerekend worden. Dit impliceert dat op grond van veiligheidsoverwegingen (d.w.z. dat tenminste een 'noodstop' gemaakt moet kunnen worden) de waarnemingsafstand tenminste 30-45 m moet bedragen bij snelheden van ongeveer 50 km/uur.

Als we dit rekenvoorbeeld uitbreiden met snelheden van meer dan 15 m/sec, dan zijn de afstanden die nodig zijn om 'veilig' een noodstop te kunnen maken als volgt:

Snelheid	Uiterste stopafstand (vertraging = $-7,5 \text{ m/sec}^2$)	Reactietijd	
		1 sec	2 sec
16 m/sec (58 km/uur)	17 m	+16=33 m	+32=49 m
18 m/sec (65 km/uur)	22 m	+18=40 m	+36=58 m
20 m/sec (72 km/uur)	27 m	+20=47 m	+40=67 m
22 m/sec (79 km/uur)	32 m	+22=54 m	+44=76 m
24 m/sec (86 km/uur)	38 m	+24=62 m	+48=86 m

Lozano (1976) geeft een overzicht van benodigde afstanden om nog comfortabel te kunnen afremmen bij verschillende snelheden en onder verschillende wegdekstandigheden (nat of droog). Zijn overzicht geeft aan dat de benodigde afstand bij een snelheid van 40 km/uur bij droog weer 45 m en bij nat weer 61 m bedraagt, waarbij dan nog 28 m moet worden opgeteld voor de reactietijd; bij 50 km/uur zijn de benodigde afstanden resp. 57 en 78 m voor droge en natte wegdekken, waarbij nog eens 35 m moet worden opgeteld voor reactietijd. Bij 60 km/uur zijn de benodigde afstanden resp. 69 m en 95 m voor droge en natte wegdekken, bij 70 km/uur resp. 84 m en 116 m, bij 80 km/uur 100 m en 141 m en bij 90 km/uur 118 m en 167 m voor droge, resp. natte wegdekken.

De afstanden die Lozano (1976) geeft, liggen derhalve hoger dan die van Noordzij (1988); blijkbaar heeft Lozano zowel een 'nog comfortabeler' vertraging gekozen dan de -2 m/sec^2 die Noordzij hanteerde voor comfortabel afremmen, als ook een langere reactietijd dan de hierboven veronderstelde 1 à 2 sec. Uit het betreffende artikel is niet op te maken hoe men precies aan de gepresenteerde waarden gekomen is.

3.2. 'Vuistregel'

Al met al blijkt uit het voorgaande dat bij een snelheid van ongeveer 50 km/uur de afstand die noodzakelijk is uit veiligheidsoverwegingen - d.w.z. de afstand die nodig is om een 'noodstop' te kunnen maken - minimaal 15 m is. Deze afstand vermeerderd met de reactietijd, levert waarnemingsafstanden (van bijvoorbeeld verkeersborden) op van tenminste 30-45 m. Voor 'comfortabel' afremmen zijn bij deze zelfde snelheid afstanden vanaf tenminste

58 m nodig. Omdat 'comfortabel' voor veiligheid niet strikt noodzakelijk is, lijkt het hanteren van een benodigde waarnemingsafstand van ongeveer 50 m voor verkeersborden binnen de bebouwde kom als 'vuistregel' te rechtvaardigen; het moge echter duidelijk zijn uit bovenstaande berekeningen, dat deze 50 m niet zo maar en altijd correct is. Zo zijn bijvoorbeeld, als voertuigen (ook al rijden zij binnen de bebouwde kom) veel harder plegen te rijden dan 50 km/uur, grotere waarnemingsafstanden nodig om nog te kunnen afremmen.

4. HET IZF-EXPERIMENT

4.1. Vraagstelling

Het onderzoek van het Instituut voor Zintuigfysiologie TNO (Theeuwes & Alferdinck, 1990) was gericht op de vraag of retroreflecterend materiaal van klasse I en II van elkaar verschilt in opvallendheid binnen een waarnemingsafstand van 50 m. Om deze vraag te kunnen beantwoorden, was het ten eerste nodig om te bepalen wat het verschil in luminantie is tussen beide klassen van retroreflecterend materiaal; klasse I en II verschillen namelijk alleen van elkaar in de mate waarin ze licht reflecteren.

4.2. Resultaten

Uit de resultaten van deze metingen kwam naar voren dat beide materialen nauwelijks van elkaar verschillen wat betreft retroreflectie bij waarnemingsafstanden van 50 m of minder. Pas vanaf 60 m ontstaat een klein verschil tussen beide materialen; bij relatief grote waarnemingsafstanden (meer dan 100 m) is klasse II tenminste twee maal zo helder als klasse I.

Gezien deze resultaten is vervolgens afgezien van verder onderzoek naar 'opvallendheid' van beide materialen bij afstanden tot 50 m, omdat vanuit de positie van de bestuurder bij deze afstanden de borden fysisch identiek zijn aan elkaar (Theeuwes & Alferdinck, 1990).

5. KEUZE VAN VERKEERSBORDEN

Het lag in de bedoeling om in het kader van het onderzoek de keuze van verkeersborden die in aanmerking zouden kunnen komen (op grond van veiligheidsoverwegingen) voor uitvoering volgens retroreflecterend materiaal klasse II verder uit werken. Voorafgaand aan het IZF-experiment kon verondersteld worden dat er tenminste enig verschil tussen de materialen van klasse I en II zou bestaan voor waarnemingsafstanden tot 50 m. De resultaten van het IZF-experiment lieten echter zien dat beide materialen niet van elkaar verschillen wat betreft retroreflectie bij dergelijke waarnemingsafstanden. Daarnaast bleek uit de ongevallanalyses dat op grond van veiligheidsoverwegingen slechts een beperkt aantal situaties - plus daarbij behorende verkeersborden - in aanmerking komen voor het plaatsen van verkeersborden uitgevoerd volgens een retroreflecterend materiaal. Op basis van deze twee bevindingen is afgezien van het nader uitwerken van de keuze van afzonderlijke of groepen verkeersborden.

6. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Voorzover er prioriteiten gesteld moeten worden bij het plaatsen van verkeersborden voorzien van een retroreflecterend materiaal, is het belangrijk om uit te gaan van ongevalgegevens. Op die basis komen vooral vier- en drie-armige kruispunten in aanmerking, omdat juist daar veel ongevallen plaatsvinden.

De toepassing van retroreflecterend materiaal van klasse I of van klasse II hangt samen met de plaatselijke rijsnelheden. Uit het oogpunt van veiligheid kan de vuistregel gehanteerd worden dat binnen de bebouwde kom een waarnemingsafstand van 50 m volstaat, behalve wanneer de werkelijke rijsnelheden boven de 50 km/uur uitgaan. Retroreflecterend materiaal van klasse I en II reflecteert bij een waarnemingsafstand van 50 m of korter even veel licht; bij een waarnemingsafstand vanaf circa 100 m is materiaal van klasse II tenminste twee maal zo helder. In situaties waar harder gereden wordt dan 50 km/uur heeft retroreflecterend materiaal van klasse II uit het oogpunt van veiligheid de voorkeur (ook al is er geen definitief antwoord op de vraag of verkeersborden uitgevoerd met materiaal van retroreflectieklasse II dan ook 'opvallender' zijn dan die met klasse I). In situaties waarin het uitzicht dusdanig is dat waarnemingsafstanden van 100 m of meer niet mogelijk zijn (belemmering van uitzicht door bijvoorbeeld bomen, huizen, wegmeubilair), is het overigens niet zinvol om verkeersborden uit te voeren met retroreflecterend materiaal van klasse II. Bij lagere snelheden biedt klasse II meer gelegenheid tot comfortabel afremmen bij het verlenen van voorrang.

Bij een verdere prioriteitsstelling op grond van het soort verkeersbord komen vooral voorrangsborden en borden die aangeven welke vervoerwijzen van welke kant verwacht kunnen worden in aanmerking om uit te voeren met een retroreflecterend materiaal.

LITERATUUR

Lozano, R.D. (1976). Measurement standards for retroreflective materials used on road signs. *Lighting Research & Technology* 8(2), 107-112.

Noordzij, P.C. (1988). Voorrang op kruispunten en de veiligheid van langzaam verkeer. Werkgroep Veiligheid R-88/22. R.U. Leiden.

Noordzij, P.C. (1989). Rangordening van problemen met het gedrag van weggebruikers. R-89-21. SWOV, Leidschendam.

Theeuwes, J. & Alferdinck, J.W.A.M. (1990). Retroreflecterende verkeersborden in de bebouwde kom: klasse I versus klasse II. IZF-TNO, Soesterberg.

Verkeersdeel- nemer	Lichtom- standigheden	Type kruispunt		Totaal
		4 arm	3 arm	
<hr/>				
<u>Inzittenden</u>				
<u>pers. auto</u>	licht	2591	788	3379
	duister	1682	399	2081
	totaal*)	4397	1236	5633
<u>Bromfietzers</u>	licht	2578	1728	4306
	duister	707	462	1169
	totaal	3416	2277	5693
<u>Fietzers</u>	licht	3752	2724	6476
	duister	815	565	1380
	totaal	4743	3430	8173
<u>Voetgangers</u>	licht	905	554	1459
	duister	415	234	649
	totaal	1379	827	2206

*) daglicht + duister + rest

Tabel 1. Aantallen slachtoffers als gevolg van botsingen met personen-
auto's op kruispunten van 50 km/uur-wegen (overleden + ziekenhuisopname,
1984 t/m 1989, Nederland) naar lichtomstandigheden en type kruispunt.

Verkeersdeel- nemer/Licht- omstandigheden	Periode					Totaal
	dec	mrt	jun	sept		
	jan	apr	jul	okt		
	febr	mei	aug	nov		

Inzittenden

pers. auto

licht	606	963	989	821	3379
duister	686	414	329	652	2081
totaal*)	1340	1426	1350	1517	5633

Bromfietsers

licht	607	1145	1340	1214	4306
duister	406	177	142	444	1169
totaal	1070	1357	1520	1746	5693

Fietsers

licht	1177	1720	1720	1859	6476
duister	652	202	102	424	1380
totaal	1979	1958	1853	2383	8173

Voetgangers

licht	306	430	339	384	1459
duister	305	101	42	201	649
totaal	660	542	387	617	2206

*) daglicht + duister + rest

Tabel 2. Aantallen slachtoffers als gevolg van botsingen met personen-
auto's op kruispunten van 50 km/uur-wegen (overleden + ziekenhuisopname,
1984 t/m 1989, Nederland) naar lichtomstandigheden en periode van het
jaar.

Verkeersdeel- nemer/Licht- omstandigheden	Weekeinde			Door de week			Totaal
	ochtend	middag	nacht	ochtend	middag	nacht	
<u>Inzittenden</u>							
<u>pers. auto</u>							
licht	258	694	6	798	1615	8	3379
duister	24	263	676	87	586	445	2081
totaal*)	287	998	684	921	2286	457	5633
<u>Bromfietzers</u>							
licht	130	675	13	984	2491	13	4306
duister	9	130	231	62	552	185	1169
totaal	142	832	250	1095	3170	204	5693
<u>Fietzers</u>							
licht	237	716	11	1815	3670	27	6476
duister	14	124	204	149	691	198	1380
totaal	253	865	219	2065	4540	231	8173
<u>Voetgangers</u>							
licht	58	192	3	308	889	9	1459
duister	4	69	112	35	347	82	649
totaal	65	278	115	366	1291	91	2206

*) daglicht + duister + rest

Tabel 3. Aantallen slachtoffers als gevolg van botsingen met personen-
auto's op kruispunten van 50 km/uur-wegen (overleden + ziekenhuisopname,
1984 t/m 1989, Nederland) naar lichtomstandigheden en tijdstip van de dag
("ochtend": 04-12 uur; "middag": 12-22 uur; "nacht": 22-04 uur).

