

Verkeerstechnische ontwerpelementen met oog voor de oudere verkeersdeelnemer

Drs. R.J. Davidse

R-2002-8

Verkeerstechnische ontwerpelementen met oog voor de oudere verkeersdeelnemer

Een literatuurstudie

R-2002-8
Drs. R.J. Davidse
Leidschendam, 2002
Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

Documentbeschrijving

Rapportnummer:	R-2002-8
Titel:	Verkeerstechnische ontwerpelementen met oog voor de oudere verkeersdeelnemer
Ondertitel:	Een literatuurstudie
Auteur(s):	Drs. R.J. Davidse
Onderzoeksthema's:	Weggebruikers: de relatie tussen gedrag, omgeving en ongevallen / Voorwaarden voor veilig gedrag
Themaleider:	Drs. I.N.L.G. van Schagen / Drs. D.A.M. Twisk
Projectnummer SWOV:	69.152
Oprachtgever:	Verkeers- en Vervoersberaad Drenthe (voorheen Regionaal Orgaan voor de Verkeersveiligheid Drenthe)
Trefwoord(en):	Old people, driver, cyclist, pedestrian, accident rate, severity (accid, injury), ageing, safety, improvement, junction, traffic engineering, layout, Netherlands.
Projectinhoud:	Dit rapport doet verslag van een deelstudie binnen het project 'Ouderen in het Drentse verkeer'. Binnen dit project worden oplossingsrichtingen gezocht voor een reductie van het aantal slachtoffers onder oudere verkeersdeelnemers in Drenthe. Deze deelstudie heeft tot doel na te gaan welke <i>infrastructurele aanpassingen</i> bij kunnen dragen aan een verlaging van het aantal slachtoffers onder oudere verkeersdeelnemers. Op basis van de beschikbare literatuur is geïnventariseerd om welke maatregelen het hierbij gaat. Daaraan voorafgaand wordt eerst geschetst welke functiebeperkingen met het ouder worden gepaard gaan en voor welke ongevalstypen oudere verkeersdeelnemers vaker verantwoordelijk lijken te zijn.
Aantal pagina's:	50 blz.
Prijs:	€ 11,25
Uitgave:	SWOV, Leidschendam, 2002

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV
Postbus 1090
2260 BB Leidschendam
Telefoon 070-3173333
Telefax 070-3201261

Samenvatting

Dit rapport doet verslag van een deelstudie binnen het project 'Ouderen in het Drentse verkeer'. Binnen dit project worden oplossingsrichtingen gezocht voor een reductie van het aantal slachtoffers onder oudere verkeersdeelnemers in Drenthe. De onderhavige deelstudie heeft tot doel na te gaan welke *infrastructurele aanpassingen* bij kunnen dragen aan een verlaging van het aantal slachtoffers onder oudere verkeersdeelnemers.

Het aandeel ouderen in de samenleving zal de komende jaren flink toenemen. Hiervoor is een aantal oorzaken aan te wijzen, zoals de toegenomen levensverwachting, de na-oorlogse geboortegolf die de gepensioneerde leeftijd zal bereiken en afgenomen geboortecijfers. Als gevolg van de vergrijzing zal het aandeel ouderen in het totale aantal verkeersdeelnemers ook stijgen. Dit geldt voor fietsers en voetgangers, maar vooral voor automobilisten, aangezien meer ouderen in de toekomst in het bezit van een rijbewijs zullen zijn. Tevens is de verwachting dat toekomstige ouderen mobieler zullen zijn dan de huidige generatie. Met deze toenames van het aandeel ouderen in de samenleving en in het totale aantal verkeersdeelnemers en met de verwachte toename van hun mobiliteit, zal ook het aandeel ouderen in het totaal aantal verkeersslachtoffers toenemen.

Het ongevalsrisico van oudere autobestuurders (met name in de leeftijdsgroep van 75 jaar en ouder) is - in vergelijking tot dat van de andere leeftijdsgroepen - als volgt te omschrijven: (i) zij hebben een hoger ongevalsrisico wanneer dit gemeten wordt aan de hand van de expositie; (ii) zij hebben ongevallen met ernstigere consequenties en vaker een dodelijke afloop; (iii) en zij worden vaker op juridische gronden als 'schuldige' (of verantwoordelijke) partij aangewezen.

Het laatstgenoemde punt biedt aanknopingspunten voor het verlagen van het toekomstig aantal ernstige gewonde verkeersslachtoffers onder ouderen. Door maatregelen te ontwerpen die specifiek gericht zijn op ongevalstypen waarbij ouderen vaker de verantwoordelijke partij zijn, kan het *aantal ongevallen* met ouderen worden gereduceerd. Daarmee neemt ook het *aantal slachtoffers* onder ouderen af, aangezien zij door hun grotere lichamelijke kwetsbaarheid vaak zelf het ernstigst gewond raken als gevolg van de ongevallen waarbij zij betrokken zijn.

Op basis van de beschikbare literatuur is geïnventariseerd welke infrastructurale maatregelen genomen kunnen worden ter bevordering van de veiligheid van de oudere verkeersdeelnemer (zowel de automobilist, fietser als voetganger). De relevante maatregelen worden in dit rapport besproken. Het gaat hier om maatregelen die tegemoetkomen aan de functiebeperkingen van de oudere verkeersdeelnemer en die relevant zijn voor de verkeerssituaties waarin relatief veel ongevallen met ouderen voorkomen, waarbij ouderen de verantwoordelijke partij zijn. Daaraan voorafgaand wordt eerst geschetst welke functiebeperkingen met het ouder worden gepaard gaan en voor welke ongevalstypen oudere verkeersdeelnemers vaker verantwoordelijk lijken te zijn.

Ontwerpelementen die aan bod komen hebben alle betrekking op gelijkvloerse en ongelijkvloerse kruisingen. De aanbevelingen omtrent de uitvoering van deze ontwerpelementen zijn erop gericht:

- de verkeersdeelnemer meer tijd te geven om dingen waar te nemen, op basis daarvan beslissingen te nemen en vervolgens een manoeuvre uit te voeren (door onder andere grote zichtafstanden, vroegtijdige aankondiging van wijzigingen in de rijstrookconfiguratie en lange invoegstroken);
- duidelijke en overzichtelijke situaties te creëren (door onder andere positieve asverspringing van tegenover elkaar gelegen linksaf-stroken en verkeerseilanden ten behoeve van gefaseerd oversteken); en
- belangrijke kenmerken van de infrastructuur prominent aanwezig te laten zijn (door onder andere contrastrijke markering (inclusief onderhoud) en het benadrukken van de juiste rijrichting).

Een aantal van de besproken aanbevelingen is al terug te vinden in de Nederlandse richtlijnen voor weginrichting. In die gevallen leidt de navolging van de richtlijnen al tot een voor ouderen verkeersveilige situatie. Daar waar de bestaande richtlijnen marges aangeven waarbinnen de wegbeheerder de vrijheid heeft om voor een bepaalde uitvoering te kiezen, zal de oudere verkeersdeelnemer gebaat zijn bij de meest verkeersveilige waarde in plaats van de minimale waarde (bijvoorbeeld de lengte van de invoegstrook, of de hoek waaronder straten elkaar kruisen).

Een aantal andere maatregelen is echter nieuw, zoals richtlijnen voor het onderhoud van markeringen op een bepaald contrastniveau en een positieve asverspringing van tegenover elkaar gelegen linksaf-stroken. Deze maatregelen zijn geselecteerd op het vermogen de veiligheid van oudere verkeersdeelnemers te vergroten. Zij zullen echter ook een bijdrage leveren aan de veiligheid van de andere verkeersdeelnemers. Het feit dat infrastructurele aanpassingen ten gunste van oudere verkeersdeelnemers ook (minder grote) positieve effecten hebben op de veiligheid van andere verkeersdeelnemers, is een extra argument voor het nemen van dergelijke maatregelen.

Summary

Road design elements taking the older road user into account; A literature study

This report is of a study within the project 'The Elderly in the Traffic of Drenthe'. Within this project, solutions are looked for to reduce the number of victims among older road users in (the northern Province of) Drenthe. This study aims to discover which *infrastructural adjustments* can contribute towards reducing the number of older road accident victims.

The proportion of the elderly in the population will increase considerably during the coming years. There are a number of reasons for this, such as: the increased life expectancy, the post-war baby boom which will reach the pension age, and the reduction in the birth rate.

The ageing will also increase the share of the elderly in the total number of road users. This applies to cyclists and pedestrians, but especially to car drivers, since more of the elderly will have a driving licence in the future. At the same time it is expected that the future elderly will travel more than the present generation. These increases in the elderly's share of the population, and share of the total number of road users, together with their increased mobility, will lead to a greater share of the total number of road accident victims.

The accident risk of older car drivers (especially those of 75 years and older) - when compared with other age groups - can be described as follows: (i) they have a greater accident rate (per kilometre travelled); (ii) their accidents have more severe consequences and are more often fatal; and (iii) they are more often indicated, on legal grounds, as the 'guilty' (or responsible) party.

This last point offers starting points for decreasing the future number of seriously injured victims among the elderly. By designing measures that are specifically aimed at accident types in which the elderly are more often the responsible party, the *number of accidents* involving the elderly can be reduced. This also results in the reduction of their *number of victims*. This is because their greater bodily vulnerability often leads to them being the most severely injured as a result of the accidents they are involved in.

Based on the available literature, an inventory has been made of which infrastructural measures can be taken to increase the safety of older road users (car drivers as well as cyclists and pedestrians). The relevant measures are discussed in this report. We are concerned here with measures that take the functional limitations of the older road user into account and that are relevant for the traffic situations in which there are relatively many accidents involving the elderly in which they are the responsible party. Preceding this, the concomitant functional limitations of old age are described, and those accident types in which the elderly appear to be more often responsible.

The design elements offered all concern intersections (at-grade) and (grade separated) interchanges. The recommendations regarding their implementation are aimed at:

- giving the road user more time to observe things, to base decisions on these observations, and then carry out a manoeuvre. These include greater sight distances, timely warnings of changes in the lane configuration, and long acceleration lanes;
- creating clear and orderly situations. These include positive offsets of opposite left-turn lanes and traffic islands for phased crossing over;
- allowing important features of the infrastructure to be prominently present. These include clearly contrasting marking (including maintenance) and emphasizing the correct driving direction.

A number of the recommendations discussed can already be found in the Dutch guidelines for road designing. In these cases, following the guidelines already leads to a safer road situation for the elderly. Where the existing guidelines indicate margins, within which the road authority has the freedom to choose a particular implementation, the older road user will benefit from implementation of the safest value instead of the minimum value. An example of this is the length of the acceleration lane or the angle at which roads cross each other. However, a number of measures are new, such as guidelines for the maintenance of markings at a particular contrast level and a positive offset of opposite left-turn lanes.

These measures have been selected on their capacity to increase the safety of the older road users. They will, however, also make a contribution to the safety of other road users. The fact that infrastructural adaptations benefiting older road users also have (less great) positive effects on the safety of other road users, is an additional argument to take such measures.

Inhoud

Lijst van begrippen	9
Voorwoord	10
1. Inleiding	11
1.1. Onderzoekskader	11
1.2. Doel en opzet van deze studie	12
1.3. Opbouw van het rapport	12
2. De oudere verkeersdeelnemer	14
2.1. Functiebeperkingen	14
2.1.1. Sensorische functiebeperkingen	14
2.1.2. Cognitieve functiebeperkingen	15
2.1.3. Motorische functiebeperkingen	17
2.1.4. De mogelijkheden van ouderen en enkele afwegingen	18
2.2. Ongevalstypen	19
2.2.1. Verantwoordelijkheid voor het ongeval	19
2.2.2. Ongevalstypen waarbij relatief vaak oudere automobilisten betrokken zijn	22
2.2.3. Ongevalstypen die relatief vaak voorkomen bij oudere fietsers en voetgangers	24
2.3. Kader voor infrastructurele maatregelen	24
3. Kruispuntenmerken	26
3.1. Zicht op het kruispunt	27
3.2. Voorzieningen voor links afslaand verkeer	28
3.3. Bebakening, markering en bewegwijzering	30
3.3.1. Straatnaamborden	31
3.3.2. Rijstrookconfiguratie	32
3.3.3. Verplichte rijrichting en voorrangssituatie	32
3.3.4. Bebakening en markering	33
3.4. Verkeerslichten en openbare verlichting	35
3.4.1. Verkeerslichten	35
3.4.2. Openbare verlichting	36
3.5. Fietsvoorzieningen	36
3.6. Voorzieningen voor voetgangers	37
4. Toe- en afritten op ongelijkvloerse kruisingen	39
4.1. Bebording ten behoeve van afritten	39
4.2. Ontwerpelementen voor in- en uitvoegstroken	40
4.3. Openbare verlichting	41
4.4. Bebakening ter voorkoming van spookrijden	41
5. Slotbeschouwing	44
Literatuur	46

Lijst van begrippen

Gezichtsscherpte wordt omschreven als de mate waarin het oog in staat is details te onderscheiden.[1]

Helderheid (luminantie) is de hoeveelheid licht die door een oppervlakte wordt uitgestraald (in cd/m²).[1]

De *opvallendheid* van een object is gerelateerd aan de mate waarin een object de aandacht kan trekken van een waarnemer zonder dat deze de intentie had om naar dit object te kijken.[1]

Perceptie-reactietijd is de tijd die een voertuigbestuurder nodig heeft om achtereenvolgens een waarneming te doen, deze te verwerken, een eventueel noodzakelijke handeling te bepalen en de handeling in te zetten.[2]

Stopzicht is de afstand waarover een weggebruiker de weg moet kunnen overzien om een eventueel aanwezig obstakel op de rijbaan te kunnen waarnemen, dit als zodanig te herkennen en zijn voertuig tijdig tot stilstand te kunnen brengen.[3]

Uitzichtdriehoek is het driehoekig gebied tussen twee takken van een kruispunt, waarin zich geen objecten bevinden die de bestuurder een voldoende uitzicht op de kruisende weg benemen.[3]

Zichtafstand is de afstand die een voertuigbestuurder kan overzien vanaf een daartoe gedefinieerd punt.[4]

[1] Noordzij, P.C., Hagenzieker, M.P. & Theeuwes, J. (1993). *Visuele waarneming en verkeersveiligheid; Een overzicht van theorie en praktijk*. SWOV, Leidschendam.

[2] Commissie RONAI (1986). *Richtlijnen voor het ontwerpen van niet-autosnelwegen buiten de bebouwde kom: Voorlopige richtlijnen Kruispunten, hoofdstuk III*. Staatsuitgeverij, Den Haag.

[3] CROW (1996). *Aanbevelingen voor verkeersvoorzieningen binnen de bebouwde kom* (ASVV). CROW-publicatie 110. CROW, Ede.

[4] s.n. (1987). *Technisch woordenboek voor wegen en verkeer. Nederlandstalige versie van de Technical Dictionary of Road Terms*. Nationale comités voor België en Nederland van de Permanente Internationale Vereniging van Wegencongressen PIARC/AIPRC, Brussel.

Voorwoord

Het onderhavige rapport maakt deel uit van een studie naar de verkeersveiligheid van oudere verkeersdeelnemers in Drenthe. Een studie die wordt uitgevoerd in opdracht van het Verkeers- en Vervoersberaad Drenthe. Contactpersonen bij het Verkeers- en Vervoersberaad zijn Foppe Koen en Jan Lever.

Deze studie heeft tot doel de verkeersveiligheid van oudere verkeersdeelnemers in Drenthe te verbeteren. Daartoe is in de eerste plaats de verkeersveiligheid van Drentse ouderen in kaart gebracht (Mesken & Davidse, 2001). Vervolgens wordt in twee deelstudies onderzocht op welke wijze voorlichting en educatie en infrastructurele aanpassingen bij kunnen dragen aan een reductie van het aantal slachtoffers onder oudere verkeersdeelnemers.

Het onderhavige rapport gaat in op verkeerstechnische ontwerpelementen die rekening houden met de oudere verkeersdeelnemer en zijn/haar functiebeperkingen. Na een schets van de functiebeperkingen die gepaard gaan met het ouder worden en een analyse van de ongevalstypen die onder oudere verkeersdeelnemers vaker voor lijken te komen, worden verkeerstechnische ontwerpelementen besproken die tegemoetkomen aan de functiebeperkingen van de oudere verkeersdeelnemer en relevant zijn voor de verkeerssituaties waarin relatief veel ongevallen met ouderen voorkomen.

De auteur dankt Ton Hummel en Atze Dijkstra voor hun kritische blik op de verkeerstechnische inhoud van dit rapport.

1. Inleiding

1.1. Onderzoekskader

Het aandeel ouderen in de samenleving zal de komende jaren flink toenemen. Hiervoor is een aantal oorzaken aan te wijzen, zoals de toegenomen levensverwachting, de na-oorlogse geboortegolf die de gepensioneerde leeftijd zal bereiken en afgenomen geboortecijfers. Deze situatie geldt ook voor de provincie Drenthe. Het is zelfs mogelijk dat de vergrijzing in Drenthe sterker is dan in andere delen van het land, als gevolg van het zogenaamde drenthenieren (rentenieren in Drenthe). Uit bevolkingscijfers blijkt dat zowel het aandeel van ouderen als de jaarlijkse toename van het aandeel van ouderen in Drenthe hoger is dan het landelijk gemiddelde.

Als gevolg van de vergrijzing zal het aandeel ouderen in het totale aantal verkeersdeelnemers ook stijgen. Dit geldt voor fietsers en voetgangers, maar vooral voor automobilisten, aangezien meer ouderen in de toekomst in het bezit van een rijbewijs zullen zijn. Tevens is de verwachting dat toekomstige ouderen mobieler zullen zijn dan de huidige generatie. Met deze toenames van het aandeel ouderen in de samenleving en in het totale aantal verkeersdeelnemers en met de verwachte toename van hun mobiliteit, zal ook het aandeel ouderen in het totaal aantal verkeersslachtoffers toenemen.

Vanuit het oogpunt van verkeersveiligheid vormen ouderen bovendien een groep die speciale aandacht behoeft. Ouderen hebben een iets verhoogde kans om betrokken te raken bij een verkeersongeval, maar zijn vooral fysiek kwetsbaarder, waardoor de kans op een dodelijke afloop of ernstige verwondingen als gevolg van een ongeval groter is. Functiebeperkingen spelen daarbij een belangrijke rol.

Een en ander is voor het Verkeers- en Vervoersberaad Drenthe aanleiding geweest om de verkeersveiligheid van ouderen (60+) tot een van de actiepunten van zijn beleid te benoemen. Andere actiepunten zijn jonge automobilisten en verkeersdeelnemers uit het basisonderwijs. Het algemene doel van het Verkeers- en Vervoersberaad met betrekking tot oudere verkeersdeelnemers is het reduceren van het aantal slachtoffers binnen deze groep. Om dit te bewerkstelligen zijn een aantal subdoelen gesteld. Deze zijn onder andere geformuleerd in termen van resultaten die behaald moeten worden met de inzet van educatie en infrastructurele aanpassingen. Om te kunnen bepalen op welke wijze deze middelen het best ingezet kunnen worden, heeft het Verkeers- en Vervoersberaad de SWOV gevraagd de verkeersveiligheid van de oudere verkeersdeelnemers in Drenthe nader te bestuderen.

Het project bestaat uit vier fasen:

- analyse van de verkeersveiligheid van oudere verkeersdeelnemers in Drenthe;
- literatuuronderzoek naar kenmerken van de infrastructuur in relatie tot de oudere verkeersdeelnemer;

- analyse van verkeerssituaties in Drenthe;
- inventarisatie van kennisleemten en -behoeften: vragenlijstonderzoek onder ouderen in Drenthe ten behoeve van voorlichting en educatie.

1.2. Doel en opzet van deze studie

Het voorliggende rapport doet verslag van het literatuuronderzoek naar kenmerken van de infrastructuur die de verkeersveiligheid van oudere verkeersdeelnemers kunnen verbeteren. Op basis van de internationale literatuur is nagegaan welke verkeerstechnische ontwerpelementen kunnen compenseren voor de functiebeperkingen die gepaard gaan met het ouder worden. Vooral in de Verenigde Staten is aan dit onderwerp veel aandacht besteed, blijkend uit de vele artikelen die de afgelopen decennia over dit onderwerp verschenen zijn. Onder andere op het terrein van kruispuntontwerp, voetgangersvoorzieningen en wegmarkeringen. Veel van deze literatuur is - te zamen met literatuur uit andere landen - samengebracht in het 'Older Driver Highway Design Handbook' (Staplin, Lococo & Byington, 1998). Dit handboek bevat aanbevelingen voor het ontwerp van 'highways', inclusief verwijzingen naar het onderzoek waarop de aanbevelingen gebaseerd zijn. Een pluspunt van het 'Older Driver Highway Design Handbook' is dat alle aanbevelingen zijn voorgelegd aan praktijkdeskundigen, met onder andere het verzoek na te gaan of deze aanbevelingen bij zouden dragen aan een oplossing voor bestaande problemen met betrekking tot oudere verkeersdeelnemers en of zij zelf de aanbevelingen ook in de praktijk zouden toepassen. Hun opmerkingen zijn in het handboek verwerkt. Daarmee kan het 'Older Driver Highway Design Handbook' worden gezien als een belangrijk naslagwerk op het terrein van de afstemming van het wegontwerp op de oudere verkeersdeelnemer.

Dit was ook de reden om het 'Older Driver Highway Design Handbook' in dit rapport als uitgangspunt te nemen. Na elk van de aanbevelingen eerst te hebben beoordeeld op de (on)mogelijkheid en de wenselijkheid om deze te vertalen naar de Nederlandse situatie, zijn de geschikt geachte aanbevelingen in dit rapport opgenomen. Daarbij wordt steeds eerst aangegeven waarom het nuttig is om de infrastructuur conform de aanbeveling in te richten, vervolgens wordt aangegeven in hoeverre de Nederlandse richtlijnen (met name Aanbevelingen voor verkeersvoorzieningen binnen de bebouwde kom (ASVV) en Richtlijnen voor het ontwerp van niet-autosnelwegen (RONA)) reeds in dergelijke aanpassingen voorzien, waarna de aanbevelingen puntsgewijs worden opgesomd. Daarnaast worden deze aanbevelingen - waar mogelijk - aangevuld met informatie uit recentere publicaties of publicaties die niet in de referentielijst van het 'Older Driver Highway Design Handbook' zijn opgenomen.

1.3. Opbouw van het rapport

De oorzaak van de problemen die ouderen hebben met sommige aspecten van het infrastructureel ontwerp, heeft vaak te maken met de functiebeperkingen die gepaard gaan met het ouder worden. Derhalve wordt in *Hoofdstuk 2* eerst een korte schets gegeven van de oudere verkeersdeelnemer. Er wordt ingegaan op de functiebeperkingen van de oudere verkeersdeelnemer, welke invloed dit heeft op zijn/haar verkeersdeelname, en tot welke ongevalstypen dit kan leiden.

Vervolgens wordt in de *Hoofdstukken 3 en 4* ingegaan op verkeers-technische ontwerpelementen die rekening houden met de oudere verkeersdeelnemer en zijn/haar beperkingen. Elk hoofdstuk gaat in op een wegkenmerk waarmee ouderen moeite hebben, zoals is gebleken uit nationale en internationale studies. Het onderdeel van de infrastructuur waarmee ouderen de meeste moeite hebben, is zonder twijfel het kruispunt. In *Hoofdstuk 3* komen diverse ontwerpelementen van het kruispunt aan bod, die de problemen van ouderen kunnen verminderen. Een andere verkeerssituatie waar ouderen problemen mee hebben, is het invoegen en veranderen van rijbaan. Aanbevelingen op dit terrein komen aan bod in *Hoofdstuk 4*. Het rapport wordt afgesloten met een kort overzicht waarin de maatregelen nog een keer de revue passeren aan de hand van de overeenkomsten die zij hebben in hun tegemoetkoming aan de functiebeperkingen van oudere verkeersdeelnemers (*Hoofdstuk 5*).

2. De oudere verkeersdeelnemer

In dit hoofdstuk wordt een korte schets gegeven van de oudere verkeersdeelnemer. Twee aspecten worden belicht. Enerzijds de functiebeperkingen en het gedrag van de oudere, en anderzijds de ongevalstypen die in de leeftijdsgroep van 60 jaar en ouder oververtegenwoordigd zijn. In beide gevallen wordt beschreven in welke opzichten de oudere verkeersdeelnemer zich onderscheidt van jongere verkeersdeelnemers, en wordt een relatie gelegd met het gebruik van de infrastructuur. Het hoofdstuk wordt afgesloten met aanknopingspunten voor maatregelen die de infrastructuur voor oudere verkeersdeelnemers veiliger kunnen maken.

2.1. Functiebeperkingen

Kenmerken van ouderen die mogelijk verband houden met de problemen waarmee zij in het verkeer worden geconfronteerd, zijn onder te verdelen in drie typen functiebeperkingen: sensorische, cognitieve en motorische functiebeperkingen. In de volgende paragrafen wordt op elk van deze drie typen ingegaan. Per type worden de belangrijkste functiebeperkingen beschreven, evenals hun relatie met verkeersdeelname. Daarbij is niet gestreefd naar een uitputtende opsomming. Het doel is inzicht te geven in het algemene beeld en de mogelijke consequenties voor de verkeersveiligheid. In de afsluitende paragraaf worden de besproken functiebeperkingen afgewogen tegen de sterke punten van oudere bestuurders. Deze afweging levert aanknopingspunten voor maatregelen ter verlaging van hun ongevalskans.

2.1.1. Sensorische functiebeperkingen

Gezichtsvermogen

Van alle zintuigen is het zichtvermogen voor verkeersdeelname de belangrijkste. De meeste sensorische input die nodig is om te kunnen autorijden of fietsen is immers visueel van aard. Het gezichtsvermogen van ouderen is op een aantal aspecten beperkt. De gezichtsscherpte neemt af, ze hebben een verminderde perifere visie, en hebben meer problemen met waarnemen in het donker. Dit laatste wordt vaak nog versterkt door gevoeligheid voor verblinding.

De *gezichtsscherpte* neemt af vanaf het vijftigste levensjaar. Het verlies van gezichtsscherpte is een zeer langzaam verlopend continu proces. Daardoor is men zich niet snel van dit verlies bewust, en wordt het eigen gezichtsvermogen overschat. In veel gevallen is de gezichtsscherpte van autobestuurders beneden de wettelijke norm zonder dat ze zich dit realiseren, met ongevallen als mogelijk gevolg. Behalve voor het waarnemen van borden en verkeerstekens is een goede gezichtsscherpte ook van groot belang bij het waarnemen op grote afstand, zoals bij inhalen nodig is (Aizenberg & McKenzie, 1997; Groot, 1999).

Een visuele aandoening die de rijgeschiktheid van oudere automobilisten kan beperken is de leeftijdsgebonden macula-degeneratie; een aandoening van het centrale gedeelte van het netvlies die naar schatting bij 10% van de 75-plussers zodanig ernstige vormen aanneemt dat men niet meer voldoet aan de minimumstandaard voor gezichtsscherpte (Shinar & Schieber,

1991). De macula is nodig voor het zien van kleur en details zoals het lezen van verkeersborden. De perifere waarneming blijft intact, dus de mensen die hieraan lijden, kunnen zich vaak nog wel goed ruimtelijk oriënteren (Brouwer & Davidse, in druk).

De *perifere visie* bepaalt in welke mate dingen of gebeurtenissen die zich buiten het fixatiepunt bevinden of afspelen, zichtbaar zijn. Het bewustzijn van wat er in de periferie gebeurt is een van de belangrijkste voorwaarden voor veilig rijden. De perifere visie kan in drie gebieden worden onderverdeeld: verre periferie, midden-periferie en het pericentrale gebied. Verperifere visie is van belang om auto's in naastgelegen rijbanen te kunnen zien wanneer er van rijbaan veranderd wordt. Midden-perifere visie is van belang om te kunnen zien of een voetganger aanstalten maakt om over te steken of om te kunnen zien of een ander voertuig het kruispunt nadert. Ook bij koers houden wordt vertrouwd op de midden-perifere visie. Stoornissen in de pericentrale en midden-perifere visie komen vooral voor bij patiënten met glaucoom, bij cataract (vertroebeling van de ooglens) en na een beroerte. Dit zijn ziekten die over het algemeen vaker voorkomen bij oudere bestuurders. Scotoma's (blinde vlekken) in het pericentrale gebied kunnen kleine objecten verbergen, zoals verkeerslichten. Op deze problematiek kan geanticipeerd worden door regelmatig oogbewegingen te maken, zodat de locatie van de blinde vlek gevarieerd wordt (Groot, 1999).

De reden dat veel bestuurders problemen hebben met waarnemen in het donker is vaak gerelateerd aan *nachtblindheid* en *gevoeligheid voor verblinding*. De oogpupil wordt met het ouder worden kleiner, waardoor de retina (het netvlies) veel minder licht ontvangt. Daardoor wordt het lastiger dingen waar te nemen. Dat wordt alleen maar erger wanneer het donker is. Bij ouderen wordt gevoeligheid voor verblinding in de meeste gevallen veroorzaakt door cataract (Groot, 1999). Gevoeligheid voor verblinding neemt toe tussen het veertigste en zeventigste levensjaar, en leidt tot een minder snel herstel van verblinding door licht afkomstig van koplampen en andere reflecterende materialen.

Gehoor

Het gehoor is voor autorijden wellicht niet zo essentieel als het gezichtsvermogen. Maar voor voetgangers en fietsers levert het gehoor veel aanvullende informatie. Niet alleen de capaciteit geluidssignalen uit de verkeersomgeving op te vangen, maar ook het vermogen te bepalen uit welke richting deze signalen afkomstig zijn, is in potentie een belangrijke component van de verkeersdeelname.

Met het ouder worden, wordt het gehoor slechter als gevolg van een combinatie van verlies aan gevoeligheid van het binnenoer en veranderingen in de hersenfuncties. Ouderen zijn met name minder goed in staat om de hogere frequenties te horen, die informatie geven over de richting van het geluid. Dit heeft als gevolg dat de ruimtelijke gevoeligheid voor geluid verslechtert. Tegelijkertijd is het voor ouderen moeilijker om ongewenste geluiden te negeren (Arnold & Lang, 1995; Maycock, 1997).

2.1.2. *Cognitieve functiebeperkingen*

De besproken sensorische functiebeperkingen zijn van invloed op de input die een verkeersdeelnemer krijgt vanuit het verkeer. Om de juiste (relevante) informatie op te nemen, deze goed te interpreteren en een

bijpassende gedraging te selecteren, zijn perceptuele en cognitieve processen nodig. Een aantal perceptuele en cognitieve processen gaat met het ouder worden echter achteruit, waaronder de oplettendheid, de verdeelde en selectieve aandacht, het korte-termijngeheugen, de snelheid van informatieverwerking, en de bewuste uitvoering van taken (in tegenstelling tot automatische processen). Maycock (1997) geeft een korte opsomming van onderzoek dat de achteruitgang van deze cognitieve processen heeft aangetoond. Zo hebben studies aangetoond dat het vermogen om de aandacht langdurig vast te houden, afneemt met het ouder worden (Quilter, Giambra & Benson, 1983), evenals het vermogen om relevante van irrelevante informatie te onderscheiden (Ranney & Pulling, 1990; Brouwer et al., 1991; Hakamies-Blomqvist, 1994b). Het ligt voor de hand dat een afname van deze vermogens in een complexe verkeersomgeving met veel visuele informatie problemen kan opleveren.

Aanverwante vermogens waarvan eveneens is aangetoond dat ze achteruitgaan met het ouder worden, zijn het eerder genoemde vermogen om informatie te verwerken, het probleemoplossend vermogen, en het vermogen om ruimtelijke aanwijzingen te begrijpen en op basis daarvan beslissingen te nemen. Dit zijn cognitieve processen die in de verkeersomgeving snel aan bod komen.

De snelheid van informatieverwerking is vaak cruciaal voor het maken van veilige beslissingen in het verkeer. Essentieel voor dit aspect van de rijtaak is de tijd die een bestuurder nodig heeft om op een omgevingsstimulus te reageren, vaak de perceptie-reactietijd genoemd. In onderzoeksstudies wordt vaak gevonden dat reactietijden voor eenvoudige stimuli niet toenemen met het ouder worden (Olson & Sivak, 1986). De toegenomen reactietijd van oudere bestuurders is eerder het gevolg van beslissingen die in complexe situaties genomen moeten worden (Quimby & Watts, 1981).

Voor het traceren van de cognitieve subprocessen die verantwoordelijk zijn voor de toename van de reactietijd bij ouderen, hebben Stelmach & Nahom (1992) het traject tussen de presentatie van een stimulus en het initiëren van een respons (met andere woorden: de reactietijd) opgedeeld in vier fasen: de respons-voorbereiding, de respons-selectie, de respons-programmering, en de respons-complexiteit.

Met betrekking tot de *respons-voorbereiding* blijkt dat ouderen meer tijd nodig hebben om op basis van de aanwezige stimuli te bepalen welke actie/respons zij moeten ondernemen/uitvoeren. In de verkeersomgeving kan hierop geanticipeerd worden door verkeersborden verder uit elkaar te zetten, zodat de bestuurder genoeg tijd heeft om de informatie te bekijken en actie te ondernemen (Winter, 1985).

De keuze van de uit te voeren actie (*respons-selectie*) leidt bij ouderen tot een verdere vertraging van de reactietijd wanneer de keuzemogelijkheden toenemen. Ook voor jongere bestuurders neemt de reactietijd toe bij het toenemen van de keuzemogelijkheden, maar bij ouderen is deze toename groter. Stelmach & Nahom (1992) vermoeden dat in deze fase de leeftijds-effecten het grootst zijn.

Wanneer eenmaal voor een actie gekozen is, is het vervolgens voor ouderen lastiger om van deze keuze af te wijken (*respons-programmering*). Stelmach & Nahom (1992) verwachten dat dit bij een vertaling naar de verkeersomgeving betekent dat oudere bestuurders meer moeite zullen

hebben met situaties waarin voorgenomen acties plotseling herroepen moeten worden.

De uitvoering van de respons - in termen van een motorische reactie - leidt tot een verdere vertraging van de reactietijd naarmate het een complexere respons betreft (*respons-complexiteit*). Dit is niet zozeer het gevolg van de uitvoering van de complexe taak, als wel van de initiatie van de taak. Dit effect neemt af naarmate men meer ervaring met de taak heeft.

Een aan de reactietijd gerelateerde kwestie is de wisselwerking tussen snelheid en accuratesse van de actie. De bestuurder moet beslissen of hij/zij snel reageert met mogelijk negatieve consequenties voor de nauwkeurigheid van de actie, of kiest voor een 'nauwkeurige' actie met het risico van een lagere snelheid. Verschillende studies hebben aangetoond dat ouderen behoudender responsstrategieën hanteren dan jongeren, en dat deze behoudendheid vergroot kan worden door een verhoging van de taakvereisten (bijvoorbeeld Rabbitt, 1979; Salthouse & Somberg, 1982). Onderzoekers zijn het erover eens dat een deel van de vertraging die gepaard gaat met het ouder worden toe te schrijven is aan het belang dat ouderen hechten aan accuratesse. Uiteraard is accuratesse wenselijk, maar in verkeerssituaties ontbreekt vaak de tijd die ouderen hiervoor nodig hebben. In het ontwerp van de verkeersinfrastructuur kan hiermee rekening worden gehouden door het aanbod aan stimuli beperkt te houden en de beschikbare tijd om beslissingen te nemen zo groot mogelijk te maken (bijvoorbeeld door overzichtelijke situaties te creëren en de mogelijkheid te bieden om in fasen over te steken).

2.1.3. *Motorische functiebeperkingen*

In de literatuur genoemde (psycho-)motorische functiebeperkingen van ouderen zijn:

- verminderde flexibiliteit;
- verminderde spierkracht;
- verminderde elasticiteit van zachte weefsels (huid, spieren, en dergelijke);
- toenemende broosheid van botten;
- verslechterde coördinatie en een verslechterd evenwicht.

Deze veranderingen kunnen invloed hebben op in- en uitstappen, op- en afstappen, voertuigbesturing en -beheersing, en letsel en herstel (Sivak et al. 1995; Eby, 1999).

De afname van de *flexibiliteit* is niet voor alle lichaamsdelen gelijk. Daarnaast kan de flexibiliteit worden beïnvloed door ziekten als artritis; een ziekte die bij circa de helft van de 75-plussers in bepaalde mate voorkomt. Kuhlman (1993) geeft inzicht in de mate waarin de flexibiliteit van de verschillende lichaamsdelen afneemt. Uit vergelijkingsonderzoek bleek onder meer dat ouderen circa 12% minder cervicale (hals-/nek)rotatie hebben. De afname in het bereik van de nekrotatie kan met name zorgwekkend zijn in relatie tot de leeftijdsgebonden afname van de perifere visie (zie *Paragraaf 2.1.1.*). Een goede nekrotatie kan namelijk als compensatie dienen voor een beperkte perifere visie. Daarnaast kunnen beperkingen in de flexibiliteit van de nek, samen met een afgenomen frequentie van hoofdbewegingen, een rol spelen bij het controleren van de aanwezigheid van naderend verkeer bij het oversteken en links afslaan op kruisingen, en bij het invoegen bij doorgaand verkeer. Verminderde

flexibiliteit is derhalve een leeftijdsgebonden functiebeperking die een duidelijke invloed heeft op de verkeersdeelname.

De *spierkracht* neemt reeds af vanaf het vijftigste levensjaar. Spiersterkte kan een rol spelen bij het manoeuvreren (stuurbewegingen) en bij het beperken van letsel bij botsingen met een geringe impact (bijvoorbeeld nekspieren-airbag-whiplash). Daarnaast is een toenemende leeftijd gerelateerd aan langere herstelperioden en een verkleining van de kans op het overleven van een trauma. Dit komt onder meer door de *broosheid van botten* en de verminderde *elasticiteit van zachte weefsels*. Secundaire veiligheidsmaatregelen, zoals Side Impact Protection Systemen voor auto's, helmen voor fietsers en aanpassingen van autofronten ten gunste van voetgangers, kunnen de letselernst beperken.

De *verslechterde coördinatie en het verslechterde evenwicht* zijn met name van invloed op het fietsen. Als gevolg van deze motorische functiebeperkingen hebben ouderen meer moeite om een rechte koers te handhaven en verliezen zij eerder hun evenwicht wanneer zij slechts licht aangeraakt worden door een medeweggebruiker (Goldenbeld, 1992).

2.1.4. De mogelijkheden van ouderen en enkele afwegingen

De functiebeperkingen die in de bovenstaande paragrafen beschreven staan, hoeven niet automatisch te leiden tot onveilig verkeersgedrag. Oudere bestuurders hebben namelijk ook een aantal sterke punten, waaronder inzicht in de eigen beperkingen. Andere sterke punten van oudere bestuurders zijn dat zij niet geneigd zijn risico's op te zoeken, hun ervaring, en hun compensatiegedrag, onder meer in termen van de tijdstippen waarop ze rijden (minder in het donker en op drukke tijdstippen). Hierbij dient wel vermeld te worden dat het voorstelbaar is dat compensatie in sommige gevallen ook negatieve consequenties kan hebben. Met name wanneer - als gevolg van steeds verder achteruitgaande vermogens - de mate van compensatie steeds verder wordt opgevoerd. Situaties waarin dergelijke compensatie zich kan voordoen zijn:

- onbewuste compensatie voor achteruitgang in het gezichtsvermogen waardoor men zich niet bewust is van het slechte gezichtsvermogen;
- dusdanige verlaging van de snelheid om te compenseren voor achteruitgang in het reactievermogen, dat andere verkeersdeelnemers hier hinder van ondervinden en er een onveilige verkeerssituatie kan ontstaan.

Mogelijkheden voor compensatiegedrag worden, uitgaande van de drie hiërarchische niveaus van de taakverdeling (strategisch, tactisch en operationeel), vooral geboden door de hogere structuren. Op deze niveaus is geen of nauwelijks sprake van tijdsdruk, waardoor men voldoende tijd heeft om de juiste beslissing te nemen. Op strategisch niveau gaat het dan om vragen als 'waar ga ik naar toe?' en 'wanneer (hoe laat) ga ik daarnaar toe?', en op tactisch niveau om beslissingen over hoeveel afstand te bewaren en welke rijnsnelheid aan te houden. De laagste structuur, het operationele niveau, kent een grote tijdsdruk, en heeft - mede daardoor - juist betrekking op de taken waarvoor gecompenseerd kan of zou moeten worden. Zo heeft men voor het anticiperen op het gedrag van andere verkeersdeelnemers meer tijd door met een lagere snelheid een kruispunt te naderen. Mits de infrastructuur daar de ruimte voor biedt (Brouwer,

2000). De weginrichting kan de mogelijkheden voor compensatiegedrag namelijk ook beperken (bijvoorbeeld een kruising waarbij het zicht op de andere verkeersstromen beperkt wordt door bebossing of bebouwing, of korte invoegstroken waardoor alsnog een grote tijdsdruk ontstaat).

Uitgaande van de in dit hoofdstuk besproken functiebeperkingen enerzijds en de sterke punten van ouderen anderzijds, kan ten behoeve van de oudere automobilist op infrastructureel gebied het best worden ingezet op:

- voorspelbaarheid;
- een inrichting die de bestuurder zelf de tijdsdruk laat bepalen;
- een herstructurering van complexe kruisingen;
- aansluiting nieuwe ontwerpen op bestaande principes, zodat ouderen gebruik kunnen maken van ervaringskennis en bestaande automatismen (Brouwer, 1993; 2000).

Wat dat voor de infrastructuur concreet betekent, wordt beschreven in de volgende hoofdstukken. Als indicatie voor de infrastructurele aspecten die de meeste aandacht vragen - in termen van het aantal ongevallen met ouderen - wordt in dit hoofdstuk eerst nog ingegaan op de belangrijkste ongevalstypen waarbij oudere verkeersdeelnemers betrokken zijn.

2.2. Ongevalstypen

Oudere verkeersdeelnemers hebben een hoog overlijdensrisico. Dit hoge risico is vooral het gevolg van de fysieke kwetsbaarheid van ouderen, maar ook voor een deel het gevolg van een iets verhoogde ongevalsbetrokkenheid. De ongevalsbetrokkenheid van oudere automobilisten ligt weliswaar niet zo hoog als bij jongeren, maar *als* ze bij een ongeval betrokken raken, blijken oudere automobilisten wel relatief vaak de 'schuldige' (of verantwoordelijke) partij te zijn. Door de oorzaken van deze ongevallen te achterhalen - in termen van gedrag, interactie tussen weggebruikers en interactie tussen wegomgeving en automobilist - en deze oorzaken weg te nemen door gerichte maatregelen te treffen, kan de ongevalsbetrokkenheid van oudere automobilisten worden verlaagd. Daarmee wordt tevens een reductie van het aantal slachtoffers onder oudere automobilisten behaald, aangezien ouderen vaak zelf het zwaarste letsel oplopen bij ongevallen waarbij zij betrokken zijn.

2.2.1. *Verantwoordelijkheid voor het ongeval*

Om de relatieve verantwoordelijkheid van de autobestuurders van een bepaalde leeftijdsgroep te schatten, heeft Cooper (1989) het aandeel van bestuurders van die leeftijdsgroep in het totaal aantal verantwoordelijke bestuurders gedeeld door het aandeel van die leeftijdsgroep in het aantal niet-verantwoordelijke bestuurders. Voor de jongste leeftijdsklassen (t/m 25 jaar) komt hij uit op een ratio van 1,5, voor de leeftijdsklassen tot 65 jaar liggen de ratio's lager dan 1 (circa 0,80), terwijl de ratio's voor de leeftijdsgroepen boven de 65 jaar dramatisch stijgen van 1,20 voor 66- t/m 70-jarigen tot 5,67 voor 86- t/m 90-jarigen. Verhaegen, Toebat & Delbeke (1988) komen tot enigszins andere cijfers: lagere ratio's voor de jongste leeftijdsklasse (0,95) en hogere ratio's voor de klassen van 40 tot 60 jaar (1,00). Mogelijk houden deze verschillen verband met een andere samenstelling van de steekproef. Deze bevatte bij Cooper zowel letselongevallen als ongevallen met uitsluitend materiële schade (UMS), terwijl de

steekproef van Verhaegen, Toebat & Delbeke uitsluitend UMS-ongevallen bevatte.

Op basis van de verkeersongevallenregistratie van de Adviesdienst Verkeer en Vervoer, Hoofdafdeling Basisgegevens (AVV/BG) is voor Nederland op vergelijkbare wijze een schatting gemaakt van de verhouding van het aantal 'schuldige' versus het aantal 'onschuldige' bestuurders. De selectie bestond uit bestuurders van personenauto's die betrokken waren bij letselongevallen, in het bijzonder botsingen tussen personenauto's. Het resultaat is weergegeven in *Tabel 2.1.* in de kolommen met de kop 'Ratio'.

Leeftijd	Alle letselongevallen			Overleden	Ziekenhuis	Overig letsel
	'schuldigen' aantal (%)	'Onschuldigen' aantal (%)	Ratio S/O	Ratio	Ratio	Ratio
18-24	8148 (21,2)	5968 (15,6)	1,37	1,40	1,28	1,39
25-29	6258 (16,3)	6354 (16,6)	0,98	0,98	1,00	0,98
30-39	8522 (22,2)	10114 (26,4)	0,84	0,82	0,83	0,85
40-49	5711 (14,9)	7265 (18,9)	0,79	0,62	0,76	0,80
50-59	4053 (10,6)	4780 (12,5)	0,85	0,64	0,79	0,87
60-64	1363 (3,6)	1353 (3,5)	1,01	1,00	1,06	0,99
65-74	2351 (6,1)	1586 (4,1)	1,48	2,06	1,53	1,45
75+	1512 (3,9)	505 (1,3)	2,99	2,84	3,40	2,84
Totaal	38388 (100)	38388 (100)	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabel 2.1. Relatieve kans voor autobestuurders om de verantwoordelijke botspartner van een letselongeval te zijn, per leeftijdsklasse (1994-1998).

In de meest linker kolom met ratio's zijn de ratio's voor alle letselongevallen weergegeven. Deze ratio's zijn vergelijkbaar met de ratio's die Cooper vond, met uitzondering van de leeftijdscategorie van 60 t/m 64 jaar. De Nederlandse ratio ligt daar reeds op 1,00, terwijl Cooper een ratio van 0,89 vond. In de drie andere ratio-kolommen zijn de ratio's opgenomen voor de letselongevallen met respectievelijk overlijden, ziekenhuisopname en overig letsel als maximale letselernst. Globaal gezien kan gezegd worden dat voor de 18- t/m 39-jarigen, 60- t/m 64-jarigen en de 75-plussers de verantwoordelijkheid voor het ongeval niet gerelateerd is aan de ernst van het ongeval. De groep 40- t/m 60-jarigen is echter niet alleen in de minste gevallen verantwoordelijk voor het ontstaan van het ongeval, maar is ook minder vaak verantwoordelijk naarmate de letselernst zwaarder is. Dus als het ongeval al door een bestuurder uit deze leeftijdsgroep veroorzaakt is, dan is de letselernst over het algemeen minder zwaar. De 65- t/m 74-jarigen zijn daarentegen vaker verantwoordelijk voor het ongeval naarmate de letselernst zwaarder is. Uiteraard speelt hier opnieuw de kwetsbaarheid een rol. De zwaarste letselernst zal over het algemeen betrekking hebben op de oudere bestuurder zelf.

De belangrijkste conclusie die uit *Tabel 2.1.* getrokken kan worden is echter dat *oudere bestuurders niet alleen een hoger risico hebben dan de gemiddelde autobestuurder, maar dat de kans dat hij verantwoordelijk is voor het ongeval, eveneens dramatisch toeneemt naarmate de bestuurder*

ouder is. Dit biedt perspectieven voor het ontwerpen van maatregelen voor de oudere automobilist, opdat de ongevalstypen waarvoor hij/zij verantwoordelijk is, voorkomen worden, en een relatieve daling van de ongevals-betrokkenheid en het risico gerealiseerd kan worden.

Naar verwachting zullen deze maatregelen vooral tot een relatieve daling van de ongevalsbetrokkenheid en daarmee ook het ongevalsrisico van de oudere automobilist leiden, wanneer het blijkt te gaan om ongevallen die het resultaat zijn van een toenemend functieverlies, in plaats van ongevallen als gevolg van moedwillig risicovol gedrag. Maatregelen in de vorm van ondersteuning van de rijtaak zullen immers meer effect hebben voor ouderen dan voor andere verkeersdeelnemers, en zijn vermoedelijk eenvoudiger te realiseren dan gedragsbeïnvloeding. In *Paragraaf 2.2.2.* wordt besproken of er daadwerkelijk sprake is van een oververtegenwoordiging van 'schuldige' oudere automobilisten bij bepaalde ongevalstypen, en zo ja, welke ongevalstypen dit zijn.

Om de 'schuldige' partij te bepalen zijn enige aannames gedaan. Verondersteld is dat de eerste bestuurder die op het ongevalsformulier is aangegeven, de 'schuldige' partij is geweest. Hoewel dit een arbitraire keuze lijkt, zijn er de nodige aanwijzingen dat deze veronderstelling juist is. Zo luiden de instructies voor het invullen van het ongevalsformulier in het verleden, dat de eerste partij de 'schuldige' partij diende te zijn. Hoewel dit voor het huidige formulier niet meer geldt, wordt deze procedure ogenschijnlijk nog vaak gevolgd. Dit valt op te maken uit de toedrachten die aan de botspartners zijn toegekend. Elke botspartner die als (mede)schuldig wordt gezien krijgt een toedracht toegewezen. Als de botspartner niet als 'schuldige' partij wordt gezien, krijgt deze de categorie 'geen toedracht' toegewezen. In *Tabel 2.2* staat de verdeling van de toedrachten over de twee botspartners in alle botsingen tussen twee personenauto's in de periode 1994-1998 die letsel tot gevolg hadden.

Eerste botspartner	Tweede botspartner		Totaal
	Wel toedracht ('schuldig')	Geen toedracht ('onschuldig')	
Wel toedracht ('schuldig')	7,4%	89,8%	97,2%
Geen toedracht ('onschuldig')	1,5%	1,2%	2,8%
Totaal	8,9%	91,0%	100,0%

Tabel 2.2. Verdeling van de toedrachten over de twee botspartners in alle letselongevallen tussen twee personenauto's in de periode 1994-1998.

Uit *Tabel 2.2* blijkt dat in ruim 97% van de letselongevallen de eerste botspartner inderdaad een toedracht kreeg toegewezen en daarmee als (mede)'schuldige' werd gezien. Daar waar de eerste botspartner *geen toedracht* kreeg toegewezen, in slechts 2,8% van de botsingen, werd deze toegewezen aan de tweede botspartner (1,5%) of aan geen van beiden (1,2%).

Het bovenstaande resumerend kunnen we in navolging van Hakamies-Blomqvist (1993) het ongevalsrisico van oudere autobestuurders - in

vergelijking tot dat van de andere leeftijdsgroepen - als volgt omschrijven: (i) zij hebben een hoger ongevalsrisico wanneer dit gemeten wordt aan de hand van de expositie; (ii) zij hebben ongevallen met ernstigere consequenties en vaker een dodelijke afloop; (iii) en zij worden vaker op juridische gronden als 'schuldige' partij aangewezen. Hoewel de oudere autobestuurder eerder in dit rapport gedefinieerd werd als de autobestuurder van 60 jaar en ouder, hebben de bovengenoemde omschrijvingen vooral betrekking op de automobilist van 75 jaar en ouder.

In de volgende paragraaf wordt gekeken naar een mogelijke oververtegenwoordiging van 'schuldige' ouderen bij bepaalde ongevalstypen. Naar aanleiding van de betreffende ongevalstypen, en de functiebeperkingen van ouderen die mogelijk verband houden met deze ongevalstypen, kunnen maatregelen worden getroffen die het aantal ongevallen met ouderen kunnen reduceren. Dit zal niet alleen leiden tot een daling van het absolute risico van oudere automobilisten, maar kan ook de afstand tussen het gemiddelde risico en dat van de oudere automobilisten verkleinen.

2.2.2. *Ongevalstypen waarbij relatief vaak oudere automobilisten betrokken zijn*

De ongevalstypen die oververtegenwoordigd zijn bij oudere 'schuldige' autobestuurders kunnen worden geïdentificeerd door de algemene verhoudingen tussen het aantal 'schuldige' en 'onschuldige' autobestuurders van een leeftijdsgroep die betrokken zijn bij letselonevallen (zie ook *Tabel 2.1.*), te vergelijken met dezelfde verhoudingen voor de verschillende toedrachten en voorgenomen bewegingen. De toedracht en de voorgenomen beweging van de 'schuldige' bestuurder worden daarbij als beschrijving van de verschillende ongevalstypen gezien. Hierdoor wordt de gedragsmatige aanpak benadrukt; welke gedragingen van de 'schuldige' bestuurder leiden tot een ongeval. De volgende vraag kan dan zijn hoe voorkomen kan worden dat deze gedragingen ook in de toekomst tot ongevallen leiden.

De toedrachten en voorgenomen bewegingen die in de verkeersongevallenregistratie van AVV/BG worden onderscheiden zijn zeer divers. Om het overzicht te kunnen behouden zijn de toedrachten en voorgenomen bewegingen in *Tabel 2.3.* in klassen ingedeeld.

Mede op grond van de in de literatuur genoemde ongevalstypen die oververtegenwoordigd zijn bij de ouderen, zijn de toedrachten ingedeeld in de klassen 'teken/licht negeren', 'gedragsfout', 'geen voorrang/doorgang verlenen', 'alcohol/medicijnen', 'slaap/ziekte', 'externe oorzaken', en 'geen toedracht'. De toedracht 'gedragsfout' heeft onder meer betrekking op 'te hard rijden', 'inhalen', 'verkeerd in- of uitvoegen', 'onvoldoende afstand bewaren', en 'verkeerde positie op de rijbaan'. De voorgenomen bewegingen zijn ingedeeld in de categorieën 'rijden/stilstaan', 'afslaan naar rechts', 'afslaan naar links', 'rijbaan wisselen', 'keren', 'in-/uitvoegen bij doorgaand verkeer' en 'in-/uitvoegen na of tot stilstand'.

		Leeftijdscategorie							
		18-24	25-29	30-39	40-49	50-59	60-64	65-74	75+
Algemeen		1,37	0,98	0,84	0,79	0,85	1,00	1,48	2,99
Kruispuntongevallen		1,23	0,90	0,79	0,83	0,94	1,23	1,65	3,41
Toedracht	Teken/licht negeren	1,30	0,97	0,76	0,85	1,06	1,08	1,16	2,35
	Gedragsfout	1,67	1,08	0,90	0,71	0,73	0,70	1,19	2,23
	Geen voorrang/doorgang	1,01	0,81	0,77	0,90	1,05	1,47	2,00	4,24
	Alcohol/medicijnen	1,24	1,11	1,31	0,76	1,00	0,50	0,67	1,00
	Slaap/ziekte	1,73	1,02	0,58	0,63	0,78	1,79	2,65	5,67
	Externe oorzaken (o.a. dieren, klapband, weersomstandigheden)	2,44	1,44	0,89	0,65	0,62	0,56	0,63	1,56
	Geen toedracht	1,29	1,40	0,94	0,87	0,69	0,91	0,89	1,09
Voorgenomen beweging	Rijden/stilstaan	1,47	1,05	0,87	0,76	0,78	0,92	1,35	2,58
	Afslaan naar rechts	1,09	0,83	0,86	0,96	1,33	1,41	1,24	1,33
	Afslaan naar links	1,01	0,75	0,73	0,91	1,20	1,56	2,25	7,07
	Rijbaan wisselen	1,76	1,09	0,91	0,62	0,75	0,70	0,85	1,05
	Keren	1,03	0,75	0,77	0,91	1,15	1,54	2,26	8,25
	In-/uitvoegen bij doorgaand verkeer	1,47	1,00	0,70	0,92	0,70	1,50	2,71	3,50
	In-/uitvoegen na/tot stilstand	1,14	1,03	0,73	1,04	0,68	1,00	2,33	2,50

Tabel 2.3. *Verhouding tussen het aantal 'schuldige' en 'onschuldige' autobestuurders bij verschillende typen botsingen tussen twee personenauto's, naar leeftijd (1994-1998).*

In vergelijking tot de verhoudingen tussen 'schuldige' en 'onschuldige' bestuurders in de andere leeftijdsgroepen, en de algemene verhouding van 'schuldige' en 'onschuldige' bestuurders in de groep automobilisten van 75 jaar en ouder, blijken de volgende ongevalstypen oververtegenwoordigd te zijn in de groep van 'schuldige' automobilisten van 75 jaar en ouder (deze ongevalstypen worden gekenmerkt door grotere ratio's):

- kruispuntongevallen;
- geen voorrang/doorgang verlenen;
- slaap/ziekte;
- afslaan naar links;
- keren;
- in-/uitvoegen bij doorgaand verkeer.

Deze ongevalstypen/manoeuvres worden ook in de literatuur keer op keer aangemerkt als zijnde oververtegenwoordigd bij ouderen (onder andere Hakamies-Blomqvist 1993, 1994a; Aizenberg & McKenzie, 1997; Zhang et al., 1998; McGwin & Brown, 1999). Uit de analyses van Mesken & Davidse (2001) blijkt dat ook voor ouderen in Drenthe dezelfde ongevalstypen naar voren komen.

Ongevallen waarbij oudere bestuurders (in verhouding) *minder vaak* 'schuldig' zijn, zijn ongevallen die ontstaan zijn als gevolg van een gedragsfout, als gevolg van alcohol, als gevolg van externe oorzaken en als gevolg van het wisselen van rijbaan. Mitchell & Suen (1997) en Garvey, Gates &

Pietrucha. (1997) noemen het wisselen van de rijbaan wel als ongevalstype waarbij ouderen oververtegenwoordigd zijn. Dit betreft dan echter de rijbaanwisselingen ten behoeve van in- of uitvoegen op de snelweg, die voor onze analyse bewust in een aparte categorie werden ondergebracht. Als zodanig werden deze voorgenomen bewegingen wel als oververtegenwoordigd aangemerkt.

Het negeren van verkeerstekens en -lichten wordt op grond van de Nederlandse ongevallendatabase niet als oververtegenwoordigd ongevalstype onder ouderen gezien, terwijl deze wel als zodanig in de literatuur wordt genoemd (onder andere Maycock, 1997; McGwin & Brown, 1999). Een reden voor deze afwijking ten opzichte van de literatuur kan niet gegeven worden.

2.2.3. *Ongevalstypen die relatief vaak voorkomen bij oudere fietsers en voetgangers*

Een studie waarin vrij uitgebreid is gekeken naar de ongevallen van oudere fietsers werd uitgevoerd door Goldenbeld (1992). Hij constateerde dat oudere fietsers relatief vaker slachtoffer waren van ongevallen op door borden geregelde (T-)kruisingen dan jongere fietsers. Daarnaast worden oudere fietsers relatief vaak aangereden door achteropkomend snelverkeer. In een eerdere studie van de SWOV werden dezelfde ongevalstypen aangetroffen (Wouters et al., 1987).

In deze laatstgenoemde studie zijn ook ongevallen met oudere voetgangers bestudeerd. De belangrijkste botspartner van de voetganger is de personenauto. Maar naarmate de leeftijd hoger is, neemt het aandeel van de fiets en bromfiets als botspartner in omvang toe. De oorzaak hiervan wordt gezocht in de grotere fysieke kwetsbaarheid van ouderen, waardoor relatief weinig botskracht al tot ernstig letsel kan leiden. Ongevalstypen werden in deze studie niet nader gespecificeerd. Uit Mesken & Davidse (2001) blijkt dat ongevallen met oudere voetgangers in vergelijking met de andere leeftijdsgroepen relatief vaak het gevolg zijn van geen voorrang of doorgang verlenen. Uit deze cijfers is nog niet duidelijk of de voetganger of zijn/haar botspartner geen voorrang verleende.

2.3. **Kader voor infrastructurele maatregelen**

Op basis van de voorgaande paragrafen is een aantal verkeerssituaties aan te wijzen waarin relatief veel ongevallen met oudere verkeersdeelnemers voorkomen. De belangrijkste is het kruispunt. Ouderen - met name van 75 jaar en ouder - zijn op kruispunten relatief vaak betrokken bij ongevallen met links afslaan en geen voorrang verlenen. Daarnaast blijkt het in- of uitvoegen bij doorgaand verkeer, zoals bijvoorbeeld op de snelweg, bij ouderen relatief vaak problemen op te leveren. In de volgende hoofdstukken worden concrete infrastructurele maatregelen besproken die betrekking hebben op deze verkeerssituaties.

In het kader van de afstemming van het verkeerstechnisch ontwerp op de mogelijkheden en beperkingen van een bepaalde groep verkeersdeelnemers, is het van belang te vermelden dat de in het vervolg genoemde maatregelen weliswaar geselecteerd zijn voor het verhogen van de veiligheid van oudere verkeersdeelnemers, maar dat zij over het algemeen ook zullen bijdragen aan de veiligheid van de andere verkeersdeelnemers. Maatregelen die verkeersdeelnemers bijvoorbeeld meer tijd geven om een verkeerssituatie te beoordelen en die stapsgewijze uitvoering van

verkeerstaken mogelijk maken, verlichten de verkeerstaak voor alle verkeersdeelnemers. De afnemende complexiteit van de verkeerstaak zal in het algemeen minder menselijke fouten tot gevolg hebben en dus ook minder ongevallen. Het feit dat infrastructurele aanpassingen ten gunste van oudere verkeersdeelnemers ook (minder grote) positieve effecten hebben op de veiligheid van andere verkeersdeelnemers, is een extra argument voor het nemen van dergelijke maatregelen.

3. Kruispuntkenmerken

Diverse ongevallenstudies hebben aangetoond dat ongevallen op kruispunten oververtegenwoordigd zijn in de groep van 'schuldige' automobilisten van 75 jaar en ouder (Hakamies-Blomqvist 1993, 1994a; Zhang et al., 1998; McGwin & Brown, 1999; Davidse, 2000). Kruispunten zijn verkeerssituaties die onder tijdsdruk complexe beoordelingen van snelheid en afstand vergen. Dit is voor ouderen problematischer dan voor jongere verkeersdeelnemers.

Functiebeperkingen die verband houden met deze problemen, zijn met name de langere perceptie-reactietijd en de afname in het vermogen om relevante van irrelevante informatie te onderscheiden. Daarnaast speelt ook de verslechterde visuele waarneming een belangrijke rol in het veilig passeren van een kruispunt. Hierbij gaat het niet alleen om de verminderde gezichtsscherpte, maar ook om de verminderde midden-perifere visie. Dit laatstgenoemde aspect van de visuele waarneming is van belang om te kunnen zien of een voetganger aanstalten maakt om over te steken of om te kunnen zien of een ander voertuig het kruispunt nadert. Ook bij koers houden wordt vertrouwd op de midden-perifere visie. Dit is, net als goede coördinatie en evenwicht, met name van belang voor fietsers. Hoewel in feite alle van de in *Paragraaf 2.1.* genoemde functiebeperkingen van invloed zijn op het verkeersgedrag op kruispunten, is het nuttig er nog één specifiek te noemen: het afnemend gehoor. Met name voor fietsers en voetgangers biedt het gehoor namelijk veel aanvullende informatie over de aanwezigheid van andere verkeersdeelnemers en hun locatie op het kruispunt.

Interessant in het kader van infrastructurele maatregelen voor het bevorderen van de veiligheid van oudere verkeersdeelnemers, is wat zij zelf aangeven lastig te vinden. Benekohal et al. (1992) hebben deze vraag voorgelegd aan een groep oudere automobilisten. De meest genoemde onderwerpen waren:

- het lezen van borden met straatnamen in steden;
- het oversteken van een kruispunt;
- het vinden van het begin van de rijstrook voor links afslaan;
- links afslaan op een kruispunt;
- het volgen van wegmarkeringen; en
- het reageren op verkeerslichten.

Dezelfde onderzoeksgroep heeft ook informatie verzameld over de onderdelen van de infrastructuur die voor autobestuurders belangrijker worden naarmate men ouder wordt:

- verlichting op kruispunten;
- wegmarkeringen op kruispunten;
- het aantal linksafstroken op een kruispunt;
- breedte van de rijstroken;
- verhoogde kanalisatie van bochten op kruispunten;
- de grootte van verkeerslichten.

In de nu volgende paragrafen worden concrete aanbevelingen geformuleerd voor deze en andere verkeerstechnische ontwerpelementen van kruispunten.

3.1. Zicht op het kruispunt

Bij het naderen van een kruispunt wordt het uitzicht op ander verkeer dat het kruispunt nadert in grote mate bepaald door de *hoek waaronder straten elkaar kruisen*. Een hoek van 90 graden is optimaal. Het verkleinen van deze hoek maakt het lastiger om het kruispunt in zijn geheel te overzien, en om medeweggebruikers op te merken. De verkeersdeelnemer kan hiervoor compenseren door het hoofd (verder) te draaien. Door een over het algemeen verminderde flexibiliteit van nek en romp van oudere verkeersdeelnemers, hebben oudere verkeersdeelnemers meer moeite met kruispunten waar straten elkaar onder een kleine hoek kruisen. Ouderen zijn derhalve in het bijzonder gebaat bij de algemene richtlijn voor de hoek waaronder straten elkaar kruisen: een haakse aansluiting van de takken van een kruispunt. Een bijkomstig voordeel van een haakse aansluiting is dat deze het kruisingsvlak zo klein mogelijk houdt, zodat de kans op conflicten kleiner is.

Behalve dat ouderen meer moeite hebben een kruispunt te overzien, doordat ze minder makkelijk hun hoofd kunnen bewegen, hebben ouderen ook meer tijd nodig om te reageren (vertraagde perceptie-reactietijd). Slecht uitzicht - niet alleen door een kleine hoek tussen kruisende straten, maar bijvoorbeeld ook door bosschages of gebouwen die het zicht op de kruisende straat belemmeren - leidt ertoe dat naderend verkeer de kruisende weg pas laat kan overzien, waardoor er minder tijd overblijft om te reageren. De tijdsdruk die dit oplevert, levert voor ouderen eerder problemen op dan voor jongere verkeersdeelnemers. Jongere verkeersdeelnemers kunnen een eventuele tijdsdruk oplossen door vaart te minderen; een beperkte uitzichtdriehoek wordt soms zelfs aangewend om verkeersdeelnemers te dwingen hun naderingssnelheid te verlagen. Ouderen zullen over het algemeen al langzamer rijden, waardoor het verlagen van de snelheid nauwelijks tijdwinst oplevert; tijdwinst die kan worden gebruikt om op basis van de aangeboden informatie (bijvoorbeeld over naderend verkeer) actie te ondernemen. Voor ouderen is een beperkte zichtafstand of stopzicht dus nadeliger dan voor jongere verkeersdeelnemers. Door bij het bepalen van de uitzichtdriehoek en het stopzicht een langere perceptie-reactietijd te hanteren kan de tijdsdruk ook voor de oudere verkeersdeelnemer worden verlaagd.

Samenvattend wordt ten behoeve van het zicht op het kruispunt, aanbevolen de volgende richtlijnen te hanteren:

Hoek waaronder straten elkaar kruisen

- Bij het ontwerp van nieuwe wegen of het herontwerp van bestaande wegen moeten alle kruisende wegen bij voorkeur samenkomen onder een haakse hoek.

Uitzichtdriehoek

- De perceptie-reactietijd voor het berekenen van de uitzichtdriehoek en het stopzicht moet minimaal 2,5 sec zijn, zodat rekening wordt gehouden met de langere decisietijden van oudere bestuurders en de grotere afstand tussen opeenvolgende voertuigen die zij nodig hebben om in te kunnen voegen.

3.2. Voorzieningen voor links afslaand verkeer

Ongevallen bij links afslaan vormen het belangrijkste ongevalstype dat oververtegenwoordigd is in het totaal aantal ongevallen met oudere verkeersdeelnemers. Vaak zijn deze ongevallen het gevolg van geen voorrang verlenen aan rechtdoorgaand verkeer. Oorzaken van het geen voorrang verlenen zijn bij ouderen over het algemeen gelegen in het verkeerd inschatten van de snelheid van het naderende voertuig, een verkeerde inschatting van de ruimte die nodig is om de rijbaan over te steken, of het simpelweg niet opmerken van het naderende voertuig. Deze oorzaken sluiten aan bij verschillende functionele beperkingen die gepaard gaan met het ouder worden, zoals moeite met het waarnemen van diepte en beweging (nodig voor het bepalen van snelheid en afstand van tegemoetkomend verkeer), en een teruggang van de verdeelde en selectieve aandacht.

Op kruispunten met een verkeersregelininstallatie

Op kruispunten met VRI kunnen fouten in het verlenen van voorrang en de eventueel daaruit resulterende ongevallen worden voorkomen, doordat het kruispunt conflictvrij wordt geregeld. In dat geval hoeft immers geen beslissing meer te worden genomen over de mogelijkheid om vóór tegemoetkomend verkeer linksaf te slaan en de rijbaan over te steken. Deze aanbeveling is conform de RONA. Het geschetste conflicttype wordt uitsluitend toegestaan bij een overzichtelijk en kleinschalig kruispunt in een tweestrooksweg zonder middengeleider op de hoofdrichting (RONA-type VI en VII).

Verder verdient het de voorkeur om de groenfase voor links afslaand verkeer eerder in de cyclus te plaatsen dan de groenfase voor rechtdoorgaand verkeer vanuit de tegenoverliggende richting. Deze volgorde leidt tot minder ongevallen, en sluit aan op het verwachtingspatroon van de automobilist.

Daarnaast wordt aanbevolen elke rijstrook van een apart verkeerslicht te voorzien. Daarmee wordt voldaan aan de bij ouderen over het algemeen grotere behoefte aan informatie over de rijstrookconfiguratie (zie ook *Paragraaf 3.3.2.*).

Resumerend wordt voor kruispunten met VRI het volgende aanbevolen:

- Behalve daar waar het tot een onacceptabele reductie van de capaciteit leidt, wordt het aanbevolen het kruispunt conflictvrij te regelen.
- Bij een conflictvrije regeling de groenfase voor linksafslaand verkeer eerder in de cyclus plaatsen dan de groenfase voor rechtdoorgaand verkeer.
- Om verwarring bij het naderen van het kruispunt te vermijden, verdient het aanbeveling elke rijstrook van een apart verkeerslicht te voorzien.

Op kruispunten zonder verkeersregelininstallatie

Op kruispunten zonder VRI (of op kruispunten waar een conflictvrije regeling niet mogelijk is) met op de hoofdweg tegenover elkaar gelegen linksafvakken, kan de veiligheid worden vergroot door de uitvoering van de linksafvakken aan te passen. Tegenover elkaar gelegen linksafvakken, en

het verkeer dat zich op deze vakken begeeft, beïnvloeden namelijk de beschikbare zichtafstand van de links afslaande verkeersdeelnemer. De mate waarin het zicht op rechtdoorgaand verkeer wordt belemmerd, is afhankelijk van de positie van de tegenover elkaar gelegen linksafvakken en de omvang van de voertuigen die zich in deze vakken bevinden. Dit zicht kan worden verbeterd door de linksafvakken ten opzichte van elkaar naar rechts te verschuiven (een positieve asverspronging), zodat de twee rijen van links afslaand verkeer elkaars zichtveld niet blokkeren; in het bijzonder het zicht op rechtdoorgaand verkeer (Staplin et al., 1997).

Afbeelding 3.1. laat het verschil zien tussen recht tegenover elkaar gelegen linksafvakken ('no offset'), en linksafvakken met een positieve asverspronging ('positive offset').

Het is niet zozeer de mate van positieve asverspronging die van belang is, alswel de zichtafstand die een bepaalde mate van positieve asverspronging oplevert. Voor linksafvakken die veel worden gebruikt door vrachtverkeer is een grotere asverspronging nodig, doordat het vrachtverkeer een extra zichtbelemmering oplevert. Voor het bepalen van de optimale asverspronging hebben McCoy, Navarro & Witt (1992) een berekeningswijze opgesteld, die rekening houdt met de combinatie van asverspronging en de vereisten voor minimale zichtafstand dan wel onbeperkte zichtafstand.

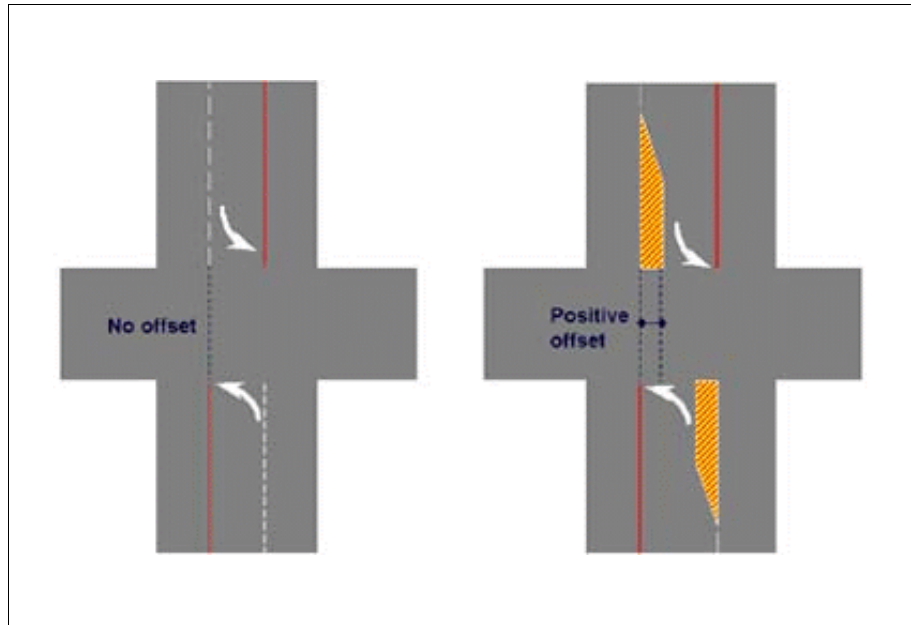
Een mogelijk negatief neveneffect van een positieve asverspronging met aan weerszijden van het linksafvak een middenberm, is dat afslaand verkeer dat uit de lagere orde zijwegen komt, te vroeg afslaat (na de eerste middenberm) en daardoor tegen de stroom in gaat rijden. Om dit te voorkomen, wordt aanbevolen de gebruikelijke maatregelen te nemen tegen het tegen de stroom in een straat of weg inrijden. Daarbij gaat het onder meer om het plaatsen van verkeersborden voor eenrichtingswegen, linksafvakken voorzien van een pijlmarkering en het gebruik van een stopstreep aan het eind van het linksafvak.

Aanbevelingen over positieve asversprongingen zijn noch in de ASVV noch in de RONA opgenomen. Zowel in de ASVV als in de RONA wordt uitsluitend gesproken over linksafvakken die op een rechte lijn liggen (zie bijvoorbeeld RONA hoofdstuk III, fig. 3 op p. 51), en linksafvakken met een negatieve asverspronging (zie bijvoorbeeld RONA hoofdstuk III, fig. 8 op p. 53).

Aanbevelingen om te voorkomen dat weggebruikers te vroeg afslaan zijn evenmin opgenomen in de bovengenoemde richtlijnen, maar wel in De Niet & Blokpoel (2000; zie ook *Paragraaf 4.4.*).

Resumerend wordt in het geval van tegenover elkaar gelegen stroken voor links afslaand verkeer het volgende aanbevolen:

- Waar mogelijk zouden onbeperkte zichtafstanden moeten worden gerealiseerd door een positieve asverspronging van tegenover elkaar gelegen rijstroken voor links afslaand verkeer (zie *Afbeelding 3.1.*). Dit creëert een veiligheidsmarge voor oudere bestuurders, die zich over het algemeen niet op een kruising opstellen alvorens links af te slaan.
- Op kruispunten waar veel links afslaand vrachtverkeer is, moeten asversprongingen worden gebruikt die rekening houden met de onbeperkte zichtafstanden van elkaar ontmoetende links afslaande vrachtwagens.



Afbeelding 3.1. Geen asverspringing versus positieve asverspringing (Uit: Staplin, Lococo & Byington, 1998).

- Daar waar het niet mogelijk is om onbeperkte zichtafstanden te realiseren, moet voor voldoende stopzicht worden uitgegaan van een langere perceptie-reactietijd.
- Op kruispunten waar de rijstroken voor links afslaan zijn uitgevoerd als gekanaliseerde stroken voor linksaf met asverspringing (i.e., een parallelle of taps toelopende rijstrook voor linkafslaand verkeer die gelegen is tussen twee verkeersgeleiders), worden de volgende maatregelen aanbevolen om de kans te verkleinen dat bestuurders tegen het verkeer in rijden als zij van een lagere-ordeweg links afslaan, een hogere orde kruisende weg in:
 - verkeersborden voor eenrichtingsverkeer plaatsen (C2 t/m C4);
 - gekanaliseerde rijstroken voor links afslaand verkeer voorzien van pijlmarkeringen;
 - kanalisatiestrepen op het kruisingsvlak aanbrengen;
 - aan het eind van de gekanaliseerde strook voor links afslaand verkeer een stopstreep aanbrengen;
 - de verkeersgeleiders markeren met behulp van retroreflecterende verf en andere behandelingen opdat hun zichtbaarheid wordt vergroot en bestuurders het kruispuntontwerp en de functie beter begrijpen.

3.3. Bebakening, markering en bewegwijzering

Oudere verkeersdeelnemers hebben over het algemeen een afgenomen gezichtsvermogen en meer moeite om de aandacht te verdelen over, bijvoorbeeld, verschillende facetten van het straatbeeld. Dit maakt het lastiger om verkeersborden en obstakels waar te nemen, en - als gevolg daarvan - de verkeerssituatie te begrijpen. In het infrastructureel ontwerp kan hiermee rekening worden gehouden, door onder meer stil te staan bij

de plaatsing en leesbaarheid van verkeersborden (waaronder straatnaamborden), de opvallendheid van obstakels (zoals trottoirs, verkeerseilanden en middengeleiders), en de herkenbaarheid van voorrangssituaties en beoogd rijstrookgebruik.

3.3.1. *Straatnaamborden*

Ten aanzien van de leesbaarheid van straatnaamborden is het van belang dat het lezen van de straatnaam niet te veel tijd en moeite kost. Situaties waarin de aandacht van de bestuurder te lang van het straatbeeld wordt afgeleid, en situaties waarin men bij het naderen van een straatnaambord afremt om het beter te kunnen lezen, kunnen immers gevaarlijke verkeerssituaties opleveren (Taoka, 1991; Malfetti & Winter, 1987).

Factoren die een rol spelen bij de leesbaarheid van straatnaamborden zijn onder andere het contrast, de helderheid, het lettertype, de letterhoogte, en de ruimte tussen letters en woorden. Aan deze factoren worden grotere eisen gesteld, naarmate het gezichtsvermogen van de verkeersdeelnemer slechter is. Voor ouderen - met een gemiddeld slechter gezichtsvermogen (zie ook *Paragraaf 2.1.1.*) - geldt dat zij meer contrast, een helderder achtergrond, en grotere letters nodig hebben om een straatnaambord te kunnen lezen. Dit kan worden bereikt door andere eisen te stellen aan lettergrootte en retroreflectiviteit van straatnaamborden.

In vergelijking met de Amerikaanse standaard voor de uitvoering van letters op straatnaamborden (minimaal 100 mm in kapitaalletters) en de nog scherpere richtlijn uit het 'Older Driver Highway Design Handbook' (minimaal 150 mm in kapitaalletters), zijn de Nederlandse richtlijnen voor ouderen zeer ongunstig (afhankelijk van de rijnsnelheid een verhouding van beginkapitaal/onderkast van 60/45, 80/60 of 110/83 (in mm)). De grote verschillen tussen de Amerikaanse en Nederlandse standaard zijn waarschijnlijk voor een deel te verklaren door verschillen in de infrastructuur (waaronder straatbreedte) die voor de Amerikaanse infrastructuur een grotere letterhoogte vereisen. Maar dat neemt niet weg dat de oudere automobilist gebaat zal zijn bij een grotere letterhoogte dan waarin de huidige Nederlandse richtlijnen voorzien.

Aangezien ouderen meer tijd nodig hebben om op basis van informatie (de straatnaam) over te gaan op actie (het inslaan van de betreffende straat), is het verder van belang straatnaamborden zodanig te plaatsen (in termen van zichtbaarheid en eventuele vooraankondiging) dat ouderen voldoende tijd hebben om een dergelijke actie voor te bereiden en uit te voeren. In de 'Richtlijnen bewegwijzering' (Ministerie van Verkeer & Waterstaat, 1993) wordt in het kader van de zichtbaarheid aanbevolen het straatnaambord op een flespaal of aanwezige lichtmast langs de kant van de rijbaan te plaatsen. Daarnaast wordt aanbevolen retroreflecterend materiaal te gebruiken voor een goede zichtbaarheid bij duisternis. Het gebruik van voorstraatnaamborden (vooraankondiging) verbetert de zichtbaarheid van straatnaamborden op/vanaf verkeersaders en ongelijkvloerse kruispunten.

Samenvattend wordt, ten aanzien van de uitvoering en plaatsing van straatnaamborden, het volgende aanbevolen:

- Om tegemoet te komen aan de afnemende gezichtsscherpte die gepaard gaat met het ouder worden, wordt voor hooggeplaatste straatnaamborden een zo groot mogelijke letterhoogte aanbevolen.

- Indien de kruisende straat aan beide zijden van het kruispunt een andere straatnaam heeft, moeten de namen op het straatnaambord worden gescheiden en worden voorzien van pijlen die in de richting van de bijbehorende straat wijzen.

3.3.2. Rijstrookconfiguratie

In verband met de vertraagde perceptie-reactietijd van ouderen is het van belang tijdig aan te geven dat de rijstrookconfiguratie ter hoogte van een kruispunt wijzigt. Pijlmarkeringen die voor dit doeleinde op het wegdek zijn aangebracht, hebben als nadeel dat deze aan slijtage onderhevig zijn, minder goed zichtbaar zijn bij slechte weersomstandigheden en bij grote intensiteiten door het verkeer worden afgedekt. Hooggeplaatste borden die reeds voor het kruispunt de rijstrookconfiguratie aangeven, zijn derhalve een belangrijke aanvulling. De Nederlandse richtlijnen voorzien hierin door middel van onder andere voorwegwijzers en verschillende typen beslissingswegwijzers, zoals rijstrookborden, aftakkingsborden en voorsorteerborden (Ministerie van Verkeer & Waterstaat, Richtlijnen Bewegwijzering, 1993). Over de plaatsing van deze borden zijn de Nederlandse richtlijnen weinig specifiek. Het 'Besluit administratieve bepalingen inzake het wegverkeer (BABW) spreekt in het geval van het voorsortieerbord over een plaatsing 'op enige afstand voor het begin van de voorsortieervakken'. De aanbeveling in het 'Older Driver Highway Design Handbook' geeft meer houvast voor de plaatsing van borden met informatie over de rijstrookconfiguratie, en waarborgt een tijdige aankondiging:

- De wegmarkering en borden met informatie over de rijstrookconfiguratie zodanig plaatsen dat ze minimaal 5 seconden (bij een snelheid conform de ontwerpssnelheid; 50 meter bij 36 km/uur) voor het kruispunt zichtbaar zijn, ongeacht de toegepaste verlichting, kanalisatie of markering.

3.3.3. Verplichte rijrichting en voorrangssituatie

Andere kenmerken van de kruispuntinrichting waarover de oudere verkeersdeelnemer vroegtijdig geïnformeerd dient te worden, zijn de verplichte rijrichting en de voorrangssituatie. Uit Amerikaans onderzoek is gebleken dat ouderen oververtegenwoordigd zijn onder de autobestuurders die worden aangehouden omdat zij *tegen het verkeer in rijden* (Crowley & Seguin, 1986; zie ook Blokpoel & De Niet (2000)). Als verklaring voor deze oververtegenwoordiging verwijzen Staplin, Lococo & Byington (1998) naar de beperkte perifere visie van ouderen, en hun afgenomen vermogen om relevante van irrelevante informatie te onderscheiden. De combinatie van deze functiebeperkingen leidt ertoe dat ouderen opvallender borden nodig hebben. Dit kan worden gerealiseerd door meer borden te plaatsen, borden van tevoren aan te kondigen, borden meer in het gezichtsveld te plaatsen en/of borden met een grotere omvang, groter contrast en grotere helderheid te gebruiken. Daarbij gaat het ter voorkoming van 'tegen het verkeer in rijden' met name om borden met de verplichte rijrichting en borden voor eenrichtingsverkeer. Dezelfde aanbevelingen gelden echter ook voor de bebording van voorrangskruisingen. Deze locaties verdienen eveneens de nodige aandacht, aangezien ook het *niet verlenen van voorrang* als oorzaak sterk oververtegenwoordigd is bij de ongevallen waarbij ouderen als verantwoordelijke partij betrokken zijn (zie *Paragraaf 2.2.2.*).

Ten aanzien van de uitvoering en plaatsing van borden ter voorkoming van het tegen de stroom inrijden en het geen voorrang verlenen, wordt aanbevolen de volgende richtlijnen te hanteren:

Bebording ten behoeve van eenrichtingsverkeer en ter voorkoming van 'tegen de stroom in rijden'

- Op T-kruisingen waarbij de rechtdoorgaande straat een eenrichtingsstraat is, wordt aanbevolen aan de rechterzijde van de aantakende straat een bord met de verplichte rijrichting (D5) te plaatsen en op het midden van de overzijde van de T-kruising een bord voor eenrichtingsverkeer (C4) te plaatsen. De aanbevolen plaatsing van het bord voor eenrichtingsverkeer is tegenover de as van de aantakende straat. Indien deze aanbevolen plaatsing niet mogelijk is (door bijvoorbeeld geblokkeerd zicht of een afleidende achtergrond) zal een - voor de bestuurder die nog geen afslaan beweging heeft gemaakt - zo opvallend mogelijke alternatieve locatie gezocht moeten worden.
- Het wordt aanbevolen toegangswegen tot gescheiden rijbanen altijd te bebakenen. In de Verenigde Staten wordt daarvoor gebruik gemaakt van een bord met daarop een eenvoudige situatieschets en de tekst 'DIVIDED HIGHWAY'. In Nederland zijn dergelijke borden niet voorhanden. Welke andere maatregelen genomen kunnen worden om er voor te zorgen dat de bestuurder een dergelijke situatie snel herkent en daardoor een snellere perceptie-reactietijd heeft, vraagt nader onderzoek.
- De aanbevelingen voor maatregelen voor het verkleinen van de kans dat bestuurders tegen het verkeer in rijden als zij van een lagere-ordeweg links afslaan, een hogere orde kruisende weg in (zie *Paragraaf 3.2.*), zijn hier ook van toepassing.

Bebording ten behoeve van kruispunten met een voorrangregeling

- Bij de toepassing van de borden B7 (stop) en B6 (verleen voorrang) dienen de standaardafmetingen en minimale reflectiviteitsniveaus als minimum te worden aangehouden.
- Vooraankondiging van een stopbord (stopbord met onderbord dat de afstand tot het stopbord aangeeft, of het woord 'stop' op het wegdek) zou gebruikt moeten worden in een situatie waarin de afstand waarbinnen het stopbord zichtbaar is, kleiner is dan het stopzicht bij de ontwerp-snelheid, plus een herkenningstijd van minimaal 2,5 seconde.

Daarnaast zou overwogen moeten worden om op de rijbaan voor het kruisingsvlak dwarsmarkeringen of rumble strips (rammelstroken) aan te brengen in situaties waar een beperkt zicht, hoge naderingssnelheden of andere geometrische of operationele kenmerken die strijdig zijn met de verwachting van de bestuurder, daar aanleiding toe geven.

3.3.4. *Bebakening en markering*

Voor het koers houden en het vooraf beoordelen van het wegverloop en van bochten, is men afhankelijk van de aanwezige bebakening en markering. De afgenomen contrastgevoeligheid van ouderen maakt dat het contrast tussen wegdek en belijning groter moet zijn om ervoor te zorgen

dat de belijning ook voor hen op voldoende afstand waarneembaar is en er voldoende tijd overblijft om vervolgens actie te kunnen ondernemen. Daarbij speelt ook de langere perceptie-reactietijd een rol. Hetzelfde geldt voor de markering van discontinuïteiten, zoals de randen van verkeersdruppels en middengeleiders. In diverse discussiegroepen gaven ouderen aan moeite te hebben dergelijke discontinuïteiten te onderscheiden, met als gevaar dat ze er tegenaan rijden (Staplin, Lococo & Sim, 1990; Benekohal et al., 1992; Staplin et al., 1997).

Amerikaans onderzoek (Blackwell & Taylor, 1969; Allen, O'Hanlon & McRuer, 1977) heeft uitgewezen dat voor goed koers houden het contrast tussen wegdek en belijning minimaal 2,0 moet zijn. Dit betekent dat de markering 3 keer zo helder moet zijn als het wegdek. Daarbij is nog geen rekening gehouden met de afgenomen contrastgevoeligheid van oudere verkeersdeelnemers. Voor hen zal het contrast groter moeten zijn. In het 'Older Driver Highway Design Handbook' (Staplin, Lococo & Byington, 1998) wordt aanbevolen het contrast tussen de geverfde rand van de rijbaan en het wegoppervlak op onverlichte kruispunten te onderhouden op een niveau van minimaal 3,0. Op verlichte kruispunten volstaat onderhoud van het contrast op een niveau van minimaal 2,0.

In de Nederlandse richtlijnen zijn geen aanbevelingen opgenomen omtrent het contrast tussen wegmarkering en wegdek. De Nederlandse richtlijnen voorzien uitsluitend in richtlijnen voor de helderheid van nieuw aangebrachte markering. Daarbij wordt geen onderscheid gemaakt naar de helderheid van het wegdek waarop de markering wordt aangebracht en er wordt evenmin gesproken over een minimaal te onderhouden helderheid van de markering of te onderhouden contrast. Het wordt aanbevolen de Nederlandse richtlijnen op deze punten uit te breiden. Met name ten aanzien van het onderhoud. Belijning is immers essentieel als informatiebron voor het verloop van de rijstrook en de informatie neemt af naarmate de helderheid van de belijning afneemt.

Ten aanzien van de wegmarkering en de bebakening van trottoirbanden, middengeleiders en obstakels, wordt aanbevolen de volgende richtlijnen te hanteren:

- . Het contrast tussen de geverfde rand van de rijbaan en het wegoppervlak moet voor kruispunten met lichtmasten onderhouden worden op een niveau van minimaal 2,0. Dit betekent dat de markering 3 keer zo helder moet zijn als het wegoppervlak.
- . Het contrast tussen de geverfde rand van de rijbaan en het wegoppervlak moet voor kruispunten *zonder* lichtmasten onderhouden worden op een niveau van minimaal 3,0. Dit betekent dat de markering 4 keer zo helder moet zijn als het wegoppervlak.
- . Ter aanvulling op kantstrepen wordt aanbevolen alle trottoirbanden op een kruispunt (inclusief die van verkeerseilanden en andere vormen van verhoogde kanalisatie) op de verticale zijde en op minimaal een deel van de bovenzijde te markeren.
- . Het wordt aanbevolen verticale oppervlakken in te leiden door middel van dubbel gearceerde wegdekmarkeringen.

3.4. Verkeerslichten en openbare verlichting

Ten aanzien van verkeerslichten en openbare verlichting is het van belang dat er rekening wordt gehouden met de over het algemeen grotere visuele beperkingen van ouderen. Er moet een afweging worden gemaakt tussen de grotere behoefte van ouderen aan verlichting en contrast om dingen te kunnen onderscheiden en de voor hen vergrote kans op verblinding.

3.4.1. Verkeerslichten

Voor de uitvoering van verkeerslichten levert de toepassing van achtergrondplaten een goed compromis tussen verlichting, contrast en verblinding. Achtergrondplaten zorgen voor een groter contrast tussen de verkeerslantaarn en zijn directe omgeving, zonder een toename van de kans op verblinding. Daarmee zijn achtergrondplaten een goed alternatief voor een grotere lichtsterkte.

In de verschillende aanbevelingen voor de regeling van verkeerslichten wordt aanbevolen altijd achtergrondplaten toe te passen, tenzij daarvoor de ruimte absoluut ontbreekt (CROW, 1996, p. 859; Regeling verkeerslichten 1997, Artikel 1.11). Om verblindingsverschijnselen te voorkomen, wordt in de Regeling verkeerslichten (s.n, 1997) aanbevolen bij nacht de lichtsterkte te reduceren, tenzij de omgevingsverlichting dit onnodig of ongewenst maakt.

In verband met de vertraagde perceptie-reactietijd van ouderen is extra aandacht voor de in de ASVV (CROW, 1996; p. 207) genoemde ont-ruimingstijd op zijn plaats.

Aanbevelingen ten aanzien van verkeerslichten op kruispunten zijn reeds aan bod gekomen in de paragraaf over voorzieningen voor links afslaand verkeer (*Paragraaf 3.2.*). In dat kader is vooral ingegaan op het belang van een conflictvrije regeling voor het links afslaande verkeer, om problemen met het verlenen van voorrang te voorkomen. Verkeerslichten ten behoeve van voetgangers komen in *Paragraaf 3.6.* aan bod.

In navolging van de reeds bestaande Nederlandse richtlijnen voor verkeerslichten, wordt ten behoeve van ouderen expliciet gewezen op de volgende aanbevelingen:

- Om of achter driekleurige verkeerslichten moeten achtergrondschilden worden aangebracht. De achtergrondschilden mogen slechts achterwege blijven, indien de beschikbare ruimte zo gering is dat het schild zich te dicht naast de rijbaan zou bevinden.
- Om verblindingsverschijnselen te voorkomen, wordt aanbevolen bij nacht de lichtsterkte te reduceren, tenzij de omgevingsverlichting dit onnodig of ongewenst maakt.
- Voor rijverkeer waarvoor een groenfase wordt beëindigd, dient ook na de geelfase tijd beschikbaar te zijn om het conflictvak te ontruimen, alvorens conflicterende stromen op het conflictvlak verschijnen.

3.4.2. Openbare verlichting

Verlichting is voor ouderen belangrijker dan voor de gemiddelde verkeersdeelnemer. Doordat de oogpupil met het ouder worden kleiner wordt, ontvangt het netvlies minder licht en wordt het lastiger om dingen waar te nemen. Extra verlichting kan hiervoor compenseren. Daarnaast zijn ouderen door hun vertraagde perceptie-reactietijd gebaat bij vroegtijdige aankondiging van onverwachte situaties en veranderingen in onder meer rijstrookconfiguratie en rijstrookbreedte. Verlichting van dergelijke locaties kan hierin voorzien.

Ten aanzien van de openbare verlichting wordt derhalve het volgende aanbevolen:

- Waar mogelijk, worden vaste lichtmasten aanbevolen (a) waar een verhoogde kans is op het tegen het verkeer in rijden; (b) in het geval van veel voetgangersverkeer; of (c) waar op of dichtbij het kruispunt een gewijzigd alignement van de rijstroken, een toekenning van een rijstrook voor afslaand verkeer, of een verandering van de rijbaanbreedte dwingt tot een aanpassing van de koers.
- Het wordt aanbevolen de lampenkappen regelmatig schoon te maken en de lampen te vervangen wanneer de lichtsterkte met meer dan 20% van de maximale sterkte is afgenomen.

3.5. Fietsvoorzieningen

In de buitenlandse literatuur worden nauwelijks maatregelen genoemd die specifiek ontworpen zijn voor fietsverkeer. Maar een aantal van de bovengenoemde maatregelen heeft ook gunstige effecten voor de veiligheid van oudere fietsers. Ongevalstypen van oudere fietsers zijn namelijk vaak dezelfde als die van oudere bestuurders (zie *Paragraaf 2.2.2.*).

Op basis van een studie naar de ongevallen van oudere fietsers noemt Goldenbeld (1992) in zijn aanbevelingen in het kader van infrastructurele maatregelen die de veiligheid van oudere fietsers kunnen verbeteren nog de volgende op fietsverkeer gerichte maatregelen:

- maatregelen die gericht zijn op het scheiden van fiets- en autoverkeer;
- veilige stopplaatsen waar de fietser vrij zicht heeft over het kruispunt;
- het breder maken van (te) smalle fietspaden.

Nadere specificaties over de exacte uitvoering van deze maatregelen worden door Goldenbeld (1992) echter niet gegeven.

In een recentelijk uitgevoerde Duitse studie naar oudere fietsers (Steffens et al. 1999), is oudere fietsers de vraag gesteld welk type maatregelen zij nodig achten om zich als fietser veiliger te voelen. Het bleek dat ouderen over het algemeen zeer positief zijn over het gebruik van fietspaden. Op deze paden kan men zonder stress en meer ontspannen fietsen dan op de rijbaan. Wensen voor verbetering van het verkeersbeleid hebben dan ook vooral betrekking op de aanleg van meer fietspaden, oftewel een uitbreiding van het fietspadennetwerk. Daarnaast wordt ook de verbreding van fietspaden genoemd en het afvlakken van de op- en afritten van fietspaden.

3.6. Voorzieningen voor voetgangers

In de periode 1998-2000 was in Nederland 46% van het aantal overleden en 24% van het aantal in een ziekenhuis opgenomen slachtoffers onder voetgangers, 60 jaar of ouder. De meeste ongevallen met oudere voetgangers vinden plaats tijdens het oversteken op een voetgangersoversteekplaats of tijdens het plotseling oversteken. In vergelijking met andere leeftijdsgroepen worden ouderen vaker op een oversteekplaats aangereden. Voor een deel kan dit worden verklaard doordat ouderen er eerder voor zullen kiezen om op een voetgangersoversteekplaats over te steken. Andere factoren die bij kunnen dragen aan een relatief groot aantal oversteekongevallen met oudere voetgangers zijn de over het algemeen lagere loopsnelheid van oudere voetgangers, de langere opstarttijd van oudere voetgangers, het minder goed kunnen onderscheiden van naderende voertuigen in de wirwar van de verkeersomgeving, het minder goed kunnen inschatten van de snelheid van naderende voertuigen, het minder snel opmerken van voertuigen die van opzij komen door een verminderde perifere visie en verminderde flexibiliteit van de nek en het feit dat ouderen hun botspartner minder snel kunnen ontwijken door een tragere reactietijd en motorische functiebeperkingen.

Dat oudere voetgangers meer tijd nodig hebben om over te steken kan ertoe leiden dat zij bij voetgangersoversteekplaatsen met VRI niet binnen de groenfase over kunnen steken. Maar deze langere oversteektijd betekent ook dat zij - bij oversteken zonder VRI - langere tijd worden blootgesteld aan het gevaar van het overige verkeer (Staplin, Lococo & Byington, 1998; Oxley et al., 1995).

Oxley et al. (1995) hebben het oversteekgedrag van oudere voetgangers vergeleken met het oversteekgedrag van jongere voetgangers, met als doel na te gaan of het oversteekgedrag van ouderen risicovoller is. Het oversteekgedrag van beide groepen voetgangers is geobserveerd op zowel complexe kruispunten (met verkeer uit beide richtingen) als minder complexe kruispunten (met gescheiden rijbanen). Een vergelijking van het gedrag op deze twee typen kruispunten wees uit dat vooral op complexere kruispunten het oversteekgedrag van oudere voetgangers onveilig was dan dat van jongere voetgangers. De aanwezigheid van een middengeleider (op het minder complexe kruispunt) maakt het nemen van beslissingen over de mogelijkheid om over te steken minder lastig. Men hoeft slechts te letten op het verkeer uit een rijrichting, de te overbruggen afstand is kleiner en bij het inschatten en tegen elkaar afwegen van de beschikbare opening in de verkeersstroom en de benodigde tijd om zelf over te kunnen steken zijn fouten in absolute zin minder groot, waardoor de kans op conflicten kleiner is.

Uitgaande van de bovengenoemde factoren die het oversteekgedrag van oudere voetgangers risicovoller maken, worden in de literatuur de volgende aanbevelingen geformuleerd (Staplin, Lococo & Byington, 1998; Oxley et al., 1995; Zegeer et al., 1993):

- het verkleinen van de oversteekafstand door middel van een middengeleider of uitstulpingen van het trottoir;
- meer oversteekplaatsen van een VRI voorzien;
- bij de cyclus van de VRI rekening houden met de lagere loopsnelheid van oudere voetgangers (Staplin, Lococo & Byington (1998) noemen een loopsnelheid van 0,85 m/sec);

- in gebieden waar veel voetgangersverkeer is, de snelheid van het overig verkeer naar beneden brengen of het gemotoriseerd verkeer in het geheel weren.

Bovengenoemde voorzieningen komen alle aan bod in de ASVV (CROW, 1996). Het plaatsen van verkeerslichten voor voetgangers dient echter als laatst mogelijke oplossing voor een probleemsituatie te worden beschouwd. Ten aanzien van de groenfase van geregelde voetgangersoversteekplaatsen wordt aanbevolen deze bij veel gehandicapten of ouderen af te stemmen op een loopsnelheid van 0,50 - 0,75 m/sec; ouderen krijgen hiermee nog meer tijd dan volgens de door Staplin, Lococo & Byington (1998) genoemde richtlijn. Verder noemt de ASVV (CROW, 1996, p. 892) de mogelijkheid van infrarooddetectie voor het verlengen van de groenfase.

Het verlagen van de snelheid van snelverkeer wordt niet alleen aanbevolen in gebieden waar veel voetgangersverkeer is, maar ook bij veel gebruikte voetgangersoversteekplaatsen. Een verlaging van de snelheid van het snelverkeer kan hier worden gerealiseerd door toepassing van een plateau, of door vóór de oversteekvoorziening drempels te plaatsen (zie Duurzaam veilige weginrichting van wegen binnen de bebouwde kom, p. 23, Infopunt Duurzaam Veilig Verkeer, 1998).

4. Toe- en afritten op ongelijkvloerse kruisingen

Uit de ongevalgegevens die in *Paragraaf 2.2.2.* zijn bestudeerd, kwam naar voren dat ouderen meer moeite hebben met het in- en uitvoegen in doorgaand verkeer. Deze manoeuvres komen veelvuldig voor op in- en uitvoegstroken in de buurt van ongelijkvloerse kruisingen. In- en uitvoegmanoeuvres op dit type kruisingen stellen hoge eisen aan een snelle informatieverwerking onder tijdsdruk en bij hoge snelheden, terwijl men tegelijkertijd de juiste koers moet blijven volgen. In deze omstandigheden spelen verschillende functiebeperkingen van de oudere automobilist een rol, waaronder de langzamere informatieverwerking, het meer moeite hebben om de aandacht te verdelen, de afname van de gezichtsscherpte en de perifere visie en de verminderde flexibiliteit van nek en romp. Wanneer de in- en uitvoegmanoeuvres in het donker en bij slechte verlichting moeten worden uitgevoerd, komt daar ook nog de problematiek van nachtblindheid en gevoeligheid voor verblinding bij.

Tijdens discussiebijeenkomsten die gehouden werden in het kader van het onderzoek van Lerner & Ratté (1991), gaven ouderen aan dat de situatie in hun optiek verbeterd zou kunnen worden door onder andere:

- in het ontwerp van toeritten geen gebruik te maken van weefsecties en korte invoegstroken;
- afritten te verbeteren door betere grafische weergave van bebording en meer informatie te geven over volgende afritten.

Concrete aanbevelingen voor deze en andere verkeerstechnische ontwerpelementen zijn hieronder opgenomen.

4.1. Bebording ten behoeve van afritten

De mate waarin men gebruik kan maken van de informatie die wordt geboden door de bebording en belijning van wegen, is afhankelijk van de zichtbaarheid van de bebording en belijning en van de snelheid waarmee de inhoud begrepen wordt. Slecht zichtbare en/of onduidelijke informatie kan leiden tot een vertraging in het nemen van beslissingen, afwijkend gedrag en manoeuvreerfouten.

In het geval van auto(snel)wegen zijn in dit kader de bewegwijzering en de belijning van afritten van belang. De leesbaarheid van de bewegwijzering wordt in belangrijke mate bepaald door de grootte van de letters. Door een afgenomen gezichtsscherpte hebben ouderen meer contrast, een helderder achtergrond en grotere letters nodig om wegwijzers te kunnen lezen. Dit kan worden bereikt door andere (strengere) eisen te stellen aan de lettergrootte en retroreflectiviteit van wegwijzers. De Nederlandse standaard voor de letterhoogte van kapitalen (een leesbaarheid van 6,2 meter per 10 mm letterhoogte) is overgenomen van de Amerikaanse standaard (Ministerie van Verkeer & Waterstaat, Richtlijnen bewegwijzering Deel I, 1993). Uit onderzoek is gebleken dat deze standaard voor 30 tot 40% van de bestuurders van 65-74 jaar niet toereikend is (Transportation Research Board, 1988). Op basis van onderzoek van Olson et al. (1979; 1983), beveelt het 'Older Driver Highway Design Handbook' aan om de huidige standaard aan te scherpen tot 4,0 meter per 10 mm letterhoogte. Voor Nederland wordt een zelfde aanscherping aanbevolen.

Behalve van een goede leesbaarheid van de informatie, is de bruikbaarheid van route-informatie afhankelijk van de tijd die de verkeersdeelnemer heeft om op basis van de verkregen informatie actie te ondernemen. Vroegtijdige en herhaalde aankondiging van afritten en informatie over de rijstrookconfiguratie ter plaatse kunnen ervoor zorgen dat de weggebruiker op tijd geïnformeerd wordt. Iets dat met name voor de oudere verkeersdeelnemer met een over het algemeen vertraagde perceptie-reactietijd van belang is. De Nederlandse richtlijnen voor bewegwijzering voorzien in deze informatievoorziening door het gebruik van voorwegwijzers (of aftakkingspanelen) en rijstrookpanelen. De voorwegwijzers kondigen de keuzemogelijkheden voorafgaand aan een afrit tweemaal aan, met daarbij een vermelding van de nog af te leggen afstand tot het punt waarop actie ondernomen dient te worden. Met behulp van rijstrookpanelen wordt - onder meer - de rijstrookconfiguratie aangegeven, door elke aanwezige rijstrook te visualiseren aan de hand van een rijstrookpijl.

Samenvattend wordt ten aanzien van de bebording ten behoeve van afritten het volgende aanbevolen:

- Het wordt aanbevolen de benodigde lettergrootte voor nieuwe of vervangende borden met afritinformatie te berekenen aan de hand van de stelregel dat elke 10 mm lettergrootte toereikend is voor een leesbaarheid op maximaal 4 meter afstand (dus voor leesbaarheid vanaf 100 meter, dienen de letters 25 cm hoog te zijn).
- Het aantal pijlen dat op de (voor)wegwijzers en rijstrookpanelen staat, dient overeen te komen met het aantal aanwezige rijstroken.

4.2. Ontwerpelementen voor in- en uitvoegstroken

In de inleiding van dit hoofdstuk is reeds ingegaan op de problemen die ouderen tegenkomen bij het in- en uitvoegen in doorgaand verkeer. Met name bij het invoegen op een auto(snel)weg gaat het om een taak die een beroep doet op een groot aantal functies op het vlak van de visuele, informatieverwerkende en fysieke vermogens van de verkeersdeelnemer; functies die met het ouder worden achteruitgaan. En daar komt dan nog bij dat deze taak onder grote tijdsdruk moet worden uitgevoerd, aangezien de mogelijkheid van invoegen begrensd wordt door het einde van de invoegstrook. De problemen die oudere automobilisten tijdens het invoegen ondervinden, komen - afgezien van de in de inleiding genoemd ongevallen - tot uiting in de langere tijd die zij nodig hebben om in te voegen. De belangrijkste infrastructurele maatregel die het invoegen voor oudere automobilisten veiliger kan maken, heeft betrekking op de lengte van de invoegstrook. Het verlengen van de invoegstrook geeft ouderen meer tijd om in te voegen en vermindert tegelijkertijd de tijdsdruk die de taak extra moeilijk maakt. Er is geen onderzoek verricht naar de voor ouderen minimale lengte van invoegstroken. Algemeen onderzoek naar de minimale lengte van invoegstroken (Reilly et al., 1989) en de richtlijnen van de AASHTO (1984) hieromtrent komen echter op lagere waarden uit dan de Nederlandse richtlijnen (Adviesdienst Verkeer en Vervoer, ROA deel IV, 1993). Daarmee is de minimale lengte van invoegstroken zoals deze in de Nederlandse richtlijnen vermeld staan, gunstiger voor de oudere automobilist dan de eerder genoemde richtlijnen.

Bij uitvoegstroken is het van belang dat het verloop van de daaropvolgende bocht goed zichtbaar is. Op basis van deze informatie kan men inschatten welke voertuigmanoeuvres (remmen, sturen) nodig zijn om de bocht goed te kunnen nemen. De zichtbaarheid van de bocht kan worden vergroot door de toepassing van reflectorpaaltjes en het gebruik van chevronmarkeringen; voorzieningen die vooral voor ouderen van belang zijn in verband met hun over het algemeen afgenomen visuele vermogens.

Samenvattend wordt ten aanzien van het ontwerp van in- en uitvoegstroken het volgende aanbevolen:

- De lengte van invoegstroken voor autosnelwegen dient minimaal 350 meter te zijn. Verder geldt dat hoe langer de invoegstrook is, dit des te meer ten goede komt aan de veiligheid van de oudere automobilist.
- Het verdient aanbeveling de bogen in afritten te bebakenen met reflectorpaaltjes en/of chevron-markeringen.

4.3. **Openbare verlichting**

Het belang van goede verlichting kwam reeds aan bod in het kader van ontwerpelementen voor gelijkvloerse kruispunten. Verlichting is voor ouderen belangrijker dan voor de gemiddelde verkeersdeelnemer. Doordat de oogpupil met het ouder worden kleiner wordt, ontvangt het netvlies minder licht en wordt het lastiger om dingen waar te nemen. Extra verlichting kan hiervoor compenseren. Daarnaast zijn ouderen door hun vertraagde perceptie-reactietijd meer gebaat bij vroegtijdige aankondiging van onverwachte situaties en veranderingen in onder meer rijstrookconfiguratie en rijstrookbreedte. Verlichting van dergelijke locaties kan hierin voorzien. Vanuit dit oogpunt is op auto(snel)wegen de verlichting van op- en afritten van belang. In het 'Older Driver Highway Design Handbook' wordt de voorkeur gegeven aan complete knooppuntverlichting. Als dat niet mogelijk is, wordt een gedeeltelijke knooppuntverlichting aanbevolen, bestaande uit twee hoge lichtmasten per toe- of afrit: een armatuur op de binnenbocht van de afrit, in de buurt van het puntstuk en een op de buitenbocht, halverwege de boog. Conform ROA Hoofdstuk IV (Adviesdienst Verkeer en Vervoer, 1993) wordt in dat geval aanbevolen ook een deel van de hoofdrijbaan mee te verlichten.

4.4. **Bebakening ter voorkoming van spookrijden**

Van het totaal aantal ongevallen op Nederlandse autosnelwegen is het aantal spookrij-ongevallen slechts een zeer klein percentage (0,06%). Dat geldt voor alle leeftijdsgroepen, maar met aanzienlijke onderlinge verschillen (van 0,02 procent tot 0,65 procent van alle ongevallen op autosnelwegen). Vanaf 55 jaar loopt het aandeel spookrijders onder bestuurders op. Het grootste percentage (0,65%) heeft betrekking op autobestuurders van 70 jaar en ouder. Wanneer gekeken wordt naar de spookritten die tot een dodelijk ongeval of letselongeval hebben geleid, dan blijkt dat in maar liefst één op de drie gevallen de spookrijder 70 jaar of ouder was (Blokpoel & De Niet, 2000).

Bijna de helft van alle spookritten die tot een ongeval leiden, is begonnen door de afrit op te rijden. Bij oudere automobilisten is dit vaker de aanleiding van de spookrit dan bij jongere autobestuurders. De Niet & Blokpoel

(2000) hebben onderzocht in hoeverre het wegontwerp een rol speelt bij het onopzettelijk oprijden van een afrit; iets dat vaak gebeurt door te vroeg linksaf te slaan. Daartoe hebben zij afritten bezocht waar spookritten begonnen zijn. Op deze locaties zijn verschillende situaties aangetroffen die het te vroeg afslaan in de hand kunnen werken: 1) doordat de afrit opvallend is en het zicht op de oprit slecht, kunnen bestuurders naar de afrit worden geleid; 2) door versleten belijning en niet (juist) geplaatste borden wordt niet duidelijk gemaakt welke handelingen zijn toegestaan; en/of 3) de bocht van de onderliggende weg naar de afrit is niet zodanig krap dat het te vroeg afslaan wordt verhinderd.

Verskillende kenmerken van deze situaties zorgen er - samen met de in *Hoofdstuk 2* besproken functiebeperkingen van ouderen - voor dat ouderen in deze situaties meer problemen zullen ondervinden dan de gemiddelde automobilist. Goede belijning is voor ouderen bijvoorbeeld van belang door hun grotere behoefte aan contrasten om dingen waar te kunnen nemen. En doordat ouderen meer moeite hebben om relevante van irrelevante informatie te onderscheiden en de aandacht vervolgens op de relevante informatie te richten (selectieve aandacht), is het voor hen van extra groot belang om de oprit opvallender te laten zijn dan de afrit. Hiermee wordt niet alleen de oververtegenwoordiging van ouderen in de groep spookrijders verklaard, maar wordt ook duidelijk dat maatregelen om spookrijden te voorkomen, in het bijzonder van belang zijn voor oudere verkeersdeelnemers.

Maatregelen die de meest voorkomende oorzaak van spookrijden onder ouderen - het te vroeg afslaan - tegen kunnen gaan, hebben vooral betrekking op het benadrukken van de oprit. De aandacht van de bestuurder moet als het ware naar de oprit worden getrokken.

Een van de belangrijkste maatregelen is het opvolgen van de bestaande voorschriften voor opvallendheid van opritten, bebording en het tijdig vervangen van de belijning.

Verder is gebleken dat 'ga terug'-borden in de middenberm tussen op- en afrit vaak voor bestuurders op de oprit bedoeld lijken te zijn. Door dit valse alarm leren bestuurders de borden te negeren en kan hun effectiviteit verminderen. Het is daarom aan te bevelen om de borden zodanig te plaatsen of af te schermen dat ze niet bedoeld lijken voor verkeer op de oprit. Daarnaast wordt aangeraden (pijl)markeringen op de afrit te plaatsen en een verlengde scheiding tussen de rijrichtingen op de onderliggende weg aan te leggen. Hierdoor worden links afslaande bestuurders naar de oprit geleid en wordt het oprijden van de afrit belemmerd (De Niet & Blokpoel, 2000).

Samenvattend wordt ten aanzien van de bebakening om ongewenste manoeuvres op op- en afritten van autosnelwegen te voorkomen, het volgende aanbevolen:

- Navolgen van bestaande voorschriften voor opvallendheid van opritten, bebording en tijdig vervangen van de belijning. Bij gedeelde verantwoordelijkheden tussen de wegbeheerders van een aansluiting, wordt nauwe samenwerking aanbevolen, opdat maatregelen en onderhoud beter op elkaar afgestemd kunnen worden.

- De borden C2 naar de afrit toe draaien of voorzien van schermen, zodat er geen effect van 'vals alarm' ontstaat voor verkeer dat correct de oprit oprijdt.
- Daar waar aangrenzende toe- en afritten kruisen met het onderliggend wegennet, wordt het gebruik van een middengeleider aanbevolen. Deze middengeleider dient aan de voorzijde gemarkeerd te zijn met witte reflecterende verf en zo dicht mogelijk tegen de weg van het onderliggende wegennet aan te liggen, zonder de draaicirkel van afslaande voertuigen te hinderen. Daarnaast wordt aanbevolen op het begin van de middengeleider aan te geven langs welke zijde deze gepasseerd dient te worden (D2).
- Het verdient aanbeveling het eind van een afrit te voorzien van pijlmarkeringen en rode wegdekreflectoren die gericht zijn op eventueel verkeer dat tegen de rijrichting in de afrit nadert. Indien plaatsing hiervan niet mogelijk is, kunnen chevronstrepen of stroommarkeringen als alternatief dienen.
- Toepassen van een verlengde scheiding tussen de rijrichtingen op de onderliggende weg om te vroeg links afslaan fysiek te verhinderen en de bestuurder naar de oprit te geleiden.

5. Slotbeschouwing

Oudere verkeersdeelnemers vormen een groep die in het verkeersveiligheidsbeleid meer aandacht vergt. Deze groep heeft namelijk een verhoogd overlijdensrisico en de omvang van deze groep verkeersdeelnemers zal de komende decennia sterk groeien door een veranderende bevolkingssamenstelling en een - vooral onder ouderen - toegenomen rijbewijsbezit. Hierdoor legt deze groep een belangrijke druk op het totaal aantal verkeersdoden.

Het ongevalsrisico van oudere autobestuurders (met name in de leeftijdsgroep van 75 jaar en ouder) is - in vergelijking tot dat van de andere leeftijdsgroepen - als volgt te omschrijven: (i) zij hebben een hoger ongevalsrisico wanneer dit gemeten wordt aan de hand van de expositie; (ii) zij hebben ongevallen met ernstigere consequenties en vaker een dodelijke afloop; (iii) en zij worden vaker op juridische gronden als 'schuldige' partij aangewezen.

Het laatstgenoemde punt biedt aanknopingspunten voor het verlagen van het toekomstig aantal ernstige gewonde verkeersslachtoffers onder ouderen. Door maatregelen te ontwerpen die specifiek gericht zijn op ongevalstypen waarbij ouderen vaker de verantwoordelijke partij zijn, kan het *aantal ongevallen* met ouderen worden gereduceerd. Daarmee neemt ook het *aantal slachtoffers* onder ouderen af, aangezien zij door hun grotere lichamelijke kwetsbaarheid vaak zelf het ernstigst gewond raken als gevolg van de ongevallen waarbij zij betrokken zijn.

Uit een analyse van de autobestuurders die als 'schuldige' of 'onschuldige' partij bij een ongeval betrokken waren, blijkt dat de volgende ongevalstypen oververtegenwoordigd zijn in de groep oudere 'schuldige' automobilisten (75 jaar en ouder):

- kruispuntongevallen;
- geen voorrang/doorgang verlenen;
- afslaan naar links;
- in-/uitvoegen bij doorgaand verkeer.

Functiebeperkingen die gepaard gaan met het ouder worden en die bij kunnen dragen aan de bovengenoemde ongevalstypen, zijn:

- een achteruitgang van verschillende visuele vermogens, zoals gezichtsscherpte, perifere visie, het vermogen beweging waar te nemen en contrastgevoeligheid, alsmede grotere gevoeligheid voor verblinding;
- een afgenomen vermogen om relevante van irrelevante informatie te onderscheiden;
- meer moeite om de aandacht te verdelen;
- een vertraagde perceptie-reactietijd;
- verminderde flexibiliteit van nek en romp;
- een verminderde spierkracht.

Een infrastructuur die rekening houdt met deze functiebeperkingen, kan bijdragen aan een verlaging van de ongevalsbetrokkenheid van ouderen. Aspecten waaraan een dergelijke infrastructuur zou moeten voldoen, zijn onder meer voorspelbaarheid, duidelijkheid en zichtbaarheid. Aan deze

aanbevelingen is een concrete invulling te geven door rekening te houden met de volgende aanbevelingen voor infrastructurele ontwerpelementen.

De verkeersdeelnemer meer tijd geven om iets waar te nemen, op basis daarvan beslissingen te nemen en vervolgens een manoeuvre uit te voeren door:

- grote zichtafstanden;
- verkeers- en straatnaamborden die vanaf grotere afstand leesbaar zijn;
- vroegtijdige aankondiging van wijzigingen in de rijstrookconfiguratie;
- vroegtijdige en meermalige aankondiging van afritten;
- lange invoegstroken.

Duidelijke en overzichtelijke situaties creëren door:

- straten in een rechte hoek te laten kruisen;
- positieve asverspringing van tegenover elkaar gelegen linksafstroken;
- pijlmarkeringen en kanalisatiestrepen met de beoogde rijrichting;
- verkeerseilanden ten behoeve van gefaseerd oversteken.

Belangrijke kenmerken van de infrastructuur prominent aanwezig laten zijn, door:

- goede verlichting (inclusief onderhoud);
- contrastrijke markering (inclusief onderhoud);
- benadrukken van de juiste rijrichting;
- bermpaaltjes.

Een aantal van de bovengenoemde aanbevelingen is al terug te vinden in de Nederlandse richtlijnen voor weginrichting. In die gevallen leidt de navorvolging van de richtlijnen al tot een voor ouderen verkeersveilige situatie. Daar waar de bestaande richtlijnen marges aangeven waarbinnen de wegbeheerder de vrijheid heeft om voor een bepaalde uitvoering te kiezen, zal de oudere verkeersdeelnemer gebaat zijn bij de meest verkeersveilige waarde in plaats van de minimale waarde (bijvoorbeeld de lengte van de invoegstrook, of de hoek waaronder straten elkaar kruisen).

Een aantal andere maatregelen is echter nieuw, zoals richtlijnen voor het onderhoud van markeringen op een bepaald contrastniveau en een positieve asverspringing van tegenover elkaar gelegen linksafstroken. Deze maatregelen zijn geselecteerd op het vermogen de veiligheid van oudere verkeersdeelnemers te vergroten. Zij zullen echter ook een bijdrage leveren aan de veiligheid van de andere verkeersdeelnemers. Maatregelen die verkeersdeelnemers bijvoorbeeld meer tijd geven om een verkeerssituatie te beoordelen en die stapsgewijze uitvoering van verkeerstaken mogelijk maken, verlichten de verkeerstaak immers voor alle verkeersdeelnemers. De afnemende complexiteit van de verkeerstaak zal in het algemeen minder menselijke fouten tot gevolg hebben en dus ook minder ongevallen. Het feit dat infrastructurele aanpassingen ten gunste van oudere verkeersdeelnemers ook (minder grote) positieve effecten hebben op de veiligheid van andere verkeersdeelnemers, is een extra argument om dergelijke maatregelen te nemen.

Literatuur

AASHTO (1984). *A policy on geometric design of highways and streets*. American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington DC.

Adviesdienst Verkeer en Vervoer (1993). *Richtlijnen voor het ontwerpen van autosnelwegen (ROA). Hoofdstuk IV: knooppunten en aansluitingen*. Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, Rotterdam.

Aizenberg, R. & McKenzie, D.B. (1997). *Teen and senior drivers*. California Dept. of Motor Vehicles Research & Development Section, Sacramento.

Allen, R.W., O'Hanlon, J.F., & McRuer, D.T. (1977). *Driver's visibility requirements for roadway delineation, Vol. I: Effects of contrast and configuration on driver performance and behavior*. FHWA-RD-77-165. Federal Highway Administration, Washington DC.

Arnold, K. & Lang, E. (1995). *Altern und Leistung im Straßenverkehr. Ältere Menschen im Straßenverkehr*. Symposium Verkehrsmedizin des ADAC, 1994, Baden-Baden, Germany.

Benekohal, R.F., Resende, P., Shim, E., Michaels, R.M. & Weeks, B. (1992). *Highway operations problems of elderly drivers in Illinois*. FHWA-IL-023. Illinois Department of Transportation, Springfield, Illinois.

Blackwell, H.R. & Taylor, J.H. (1969). Survey of laboratory studies of visual detection. NATO seminar on detection, recognition, and identification of line-of-sight targets. Den Haag.

Blokpoel, A. & Niet, M. de (2000). *Spookrijders en frontale botsingen op autosnelwegen*. SWOV, Leidschendam.

Brouwer, W.H. (1993). *Older drivers and attentional demands: consequences for human factors research*. In: Aging and human factor: Proceedings of the third Human Factors and Ergonomics Society HFES Europe Chapter annual meeting in Soesterberg, November 4-5, 1993, p. 93-106.

Brouwer, W.H. (2000). *Strong and weak cognitive characteristics of older drivers: implications for the traffic system*. In: Mehr Verkehrssicherheit für Senioren. Europäische Konferenz, 2.bis 4. Mai 2000, Köln.

Brouwer, W.H., et al. (1991). *Divided attention in experienced young and older drivers: lane tracking and visual analysis in a dynamic driving simulator*. Human Factors (33)5, p. 573-582.

Brouwer, W.H. & Davidse, R.J. (in druk). *Oudere verkeersdeelnemers*. In: Handboek psychologie van de volwassen ontwikkeling en veroudering. Van Gorcum, Amsterdam.

Commissie RONA, (1986). *Richtlijnen voor het ontwerpen van niet-autosnelwegen buiten de bebouwde kom: Voorlopige richtlijnen Kruispunten, hoofdstuk III*. Staatsuitgeverij, Den Haag.

Cooper, P.J. (1989). *Differences in accident characteristics among elderly drivers and between elderly and middle-aged drivers*. In: 33rd Annual Proceedings of the Association for the Advancement of Automotive Medicine. Baltimore, Maryland, October 2-4, p. 153-167.

CROW (1996). *Aanbevelingen voor verkeersvoorzieningen binnen de bebouwde kom (ASVV)*. CROW-publicatie 110. CROW, Ede.

Crowley, K.W. & Seguin, E.L. (1986). *Wrong way traffic control at intersections*. FHWA-RD-86-116. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington DC.

Davidse, R.J. (2000). *Ouderen achter het stuur*. D-2000-5. SWOV, Leidschendam.

Eby, D.W. (1999). *Older drivers and advanced traveler information systems*. UMTRI Research Review (30)3.

Garvey, Ph.M., Gates, M.T. & Pietrucha, M.T. (1997). *Engineering improvements to aid older drivers and pedestrians*. In: Traffic congestion and traffic safety in the 21st century: challenges, innovations, and opportunities. Proceedings of the conference. Chicago, Illinois, June 8-11, 1997, p.222-228.

Goldenbeld, Ch. (1992). *Ongevallen van oudere fietsers in 1991*. R-92-71. SWOV, Leidschendam.

Groot, H.A.M. (ed.) (1999). *Impaired vision and accident risks*. Commission Internationale des Examens de Conduite Automobile CIECA, Brussel.

Hakamies-Blomqvist, L. (1993). *Fatal accidents of older drivers*. Accident Analysis and Prevention, Vol. 25 (1), p. 19-27.

Hakamies-Blomqvist, L. (1994a). *Accident characteristics of older drivers: Can findings based on fatal accidents be generalized?* Journal of Traffic Medicine Vol. 22 (1), p. 19-25.

Hakamies-Blomqvist, L. (1994b). *Mental workload and compensation in older drivers*. In: K. Johansson & C. Lundberg (eds.), Proceedings of a Conference on Ageing and Driving. Stockholm, Sweden.

Infopunt Duurzaam Veilig Verkeer (1998) *Duurzaam veilige weginrichting van wegen binnen de bebouwde kom; Een gedachtevorming*. Infopunt Duurzaam Veilig Verkeer, Ede.

Kuhlman (1993). *Cervical range of motion in the elderly*. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation (74)10, 1071-1079.

Lerner, N.D. & Ratté, D.J. (1991). *Problems in freeway use as seen by older drivers*. Transportation Research Record 1325.

Malfetti, J.L. & Winter, D.J. (1987). *Safe and unsafe performance of older drivers: A descriptive study*. American Automobile Association, Foundation for Traffic Safety, Falls Church, VA.

Maycock, G. (1997). *The safety of older car-drivers in the European Union*. ERSF European Road Safety Federation ERSF, Brussels / Automobile Association AA Foundation for Road Safety Research, Basingstoke, Hampshire.

McCoy, P.T., Navarro, U.R., & Witt, W.E. (1992). *Guidelines for offsetting opposing left-turn lanes on four-lane divided roadways*. Transportation Research Record 1356.

McGwin, G. & Brown, D.B. (1999). *Characteristics of traffic crashes among young, middle-aged, and older drivers*. Accident Analysis and Prevention 31, 181-198.

Mesken, J. & Davidse, R.J. (2001). *De verkeersveiligheid van oudere verkeersdeelnemers in Drenthe*. R-2001-27. SWOV, Leidschendam.

Ministerie van Verkeer & Waterstaat (1993). *Richtlijnen bewegwijzering: Deel Aanduidingsbeleid; Deel I Autosnelwegen; Deel II Niet-autosnelwegen*. Ministerie van Verkeer en Waterstaat/Sdu, Den Haag.

Mitchell, C.G.B. & Suen, S.L. (1997). *ITS impact on elderly drivers*. In: Proceedings of the 13th International Road Federation IRF World Meeting, June 16 to 20, 1997. Toronto, Ontario, Canada.

Niet, M. de & Blokpoel, A. (2000). *Tegen de stroom in: Beschrijvend onderzoek naar spookrijden op autosnelwegen; Achtergronden, oorzaken, aansprakelijkheden en maatregelen*. D-2000-6. SWOV, Leidschendam.

Noordzij, P.C., Hagenzieker, M.P. & Theeuwes, J. (1993). *Visuele waarneming en verkeersveiligheid; Een overzicht van theorie en praktijk*. SWOV, Leidschendam.

Olson, P.L. & Bernstein, A. (1979). *The nighttime legibility of highway signs as a function of their luminance characteristics*. Human Factors 21, p. 145-160.

Olson, P.L., Sivak, M & Egan, J.C. (1983). *Variables influencing the nighttime legibility of highway signs*. UMTRI-83-36. University of Michigan Transportation Institute, Ann Arbor.

Olson, P.L. & Sivak, M. (1986). *Perception-response time to unexpected roadway hazards*. Human Factors 28 (1), p. 96-99.

Oxley, J., Fildes, Ihsen, E., Day.R. & Charlton, J. (1995). *An investigation of road crossing behaviour of older pedestrians*. Monash University Accident Research Centre, Melbourne, Australia.

Quilter, R.E., Giambra, L.M. & Benson, P.E. (1983). *Longitudinal age change in vigilance over an 18-year interval*. Journal of Gerontology, 38, p. 51-54.

Quimby, A.R. & Watts, G.R. (1981). *Human factors and driving performance*. Transport Research Laboratory Report LR 1004. TRL, Crawthorne, Berkshire, England.

Rabbitt, P.M.A. (1979). *How old and young subjects monitor and control responses for accuracy and speed*. British Journal of Psychology (70), p. 305-311.

Ranney, T.A. & Pulling, N.H. (1990). *Relation of individual differences in information processing ability to driving performance*. In: Proceedings of the Human Factors Society 33rd annual meeting.

Reilly, W.R., Pfefer, R.C., Michaels, R.M., Polus, A. & Schoen, J.M. (1989). *Speed change lanes. Final publication*. National Cooperative Highway Research Program, Project No. 3-35.

Salthouse, T.A. & Somberg, B.L. (1982). *Isolating the age deficit in speeded performance*. Journal of Gerontology (37), p. 59-63.

Shinar, D. & Schieber, F. (1991). *Visual requirements for safety and mobility of older drivers*. Human Factors (33), p. 507-519.

Sivak, M., et al. (1995). *The safety & mobility of older drivers: What we know & promising research issues*. UMTRI Research Review (26)1.

s.n. (1987). *Technisch woordenboek voor wegen en verkeer. Nederlandstalige versie van de Technical Dictionary of Road Terms*. Nationale comités voor België en Nederland van de Permanente Internationale Vereniging van Wegencongressen PIARC/AIPRC, Brussel.

s.n. (1997). *Regeling verkeerslichten*. Staatscourant no. 245, p. 14-15.

Staplin, L., Harkey, D., Lococo, K., & Tarawneh, M. (1997). *Intersection geometric design and operational guidelines for older drivers and pedestrians. Volume I: Final report*. FHWA-RD-96-132. Federal Highway Administration, Washington, D.C.

Staplin, L., Lococo, K. & Byington, S. (1998). *Older driver highway design handbook*. FHWA-RD-97-135. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington, D.C.

Staplin, L., Lococo, K. & Sim, J. (1990). *Traffic control design elements for accommodating drivers with diminished capacity*. FHWA-RD-90-055. Federal Highway Administration, Washington DC.

Steffens, U., Pfeiffer, K., Schreiber, N., Rudinger, G., Henning, G. & Hunner, G. (1999). *Ältere Menschen als Radfahrer*. Heft M112. Bundesanstalt für Strassenwesen BASt.

Stelmach, G.E. & Nahom, A. (1992). *Cognitive-motor abilities of the elderly driver*. Human Factor (34) 1, p. 53-65.

Taoka, G.T. (1991). *Distribution of driver spare glance durations*. Transportation Research Record 1318.

Transportation Research Board (1988). *Transportation in an aging society*. Special Report 218, Volume 1 & 2. Transportation Research Board, Washington DC.

Verhaegen, P.K., Toebat, K.L. & Delbeke, L.L. (1988). *Safety of older drivers: A study of their over-involvement ratio*. Proceedings of the 32nd Annual Meeting of the Human Factors Society, Anaheim, California, 1988: 185-188.

Winter, D.J. (1985). *Learning and motivational characteristics of older people pertaining to traffic safety*. In: Proceedings of the Older Driver Colloquium. AAA Foundation for Traffic Safety, Washington, DC.

Wouters P.I.J. et al.(1987). *Analyse van de verkeersveiligheid van oudere fietsers en voetgangers; Deel I en II*. R-87-9 I en II. SWOV, Leidschendam.

Zegeer, C.V., Stutts, J.C., Huang, H., Zhou, M. & Rodgman, E. (1993). Analysis of elderly pedestrian accidents and recommended countermeasures. *Transportation Research Record 1405*.

Zhang, J., et al. (1998). *Age-specific patterns of factors related to fatal motor vehicle traffic crashes: focus on young and elderly drivers*. Public Health 112, 289-295.