

Botsveiligheid van personenauto's, deel 1

J.P.M. Tromp

Botsveiligheid van personenauto's, deel 1

Achteraanrijdingen en nekletsel

R-98-27

J.P.M. Tromp

Leidschendam, 1998

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

Documentbeschrijving

Rapportnummer: R-98-27
Titel: Botsveiligheid van personenauto's, deel 1
Ondertitel: Achteraanrijdingen en nekletsel
Auteur(s): J.P.M. Tromp
Onderzoeksmanager: Ir. L.T.B. van Kampen
Projectnummer SWOV: 57.210
Projectcode opdrachtgever: HVVL 97.505
Opdrachtgever: De inhoud van dit rapport berust op gegevens verkregen in het kader van een project, dat is uitgevoerd in opdracht van de Adviesdienst Verkeer en Vervoer

Trefwoord(en): Rear end collision, cervical vertebrae, injury, car, delivery vehicle, safety, accident rate, head rest, seat (veh), man, woman, improvement, statistics, evaluation (assessment), Netherlands.

Projectinhoud: Het aantal achteraanrijdingen en kettingbotsingen van personen- en bestelauto's is de laatste jaren sterk toegenomen. In deze studie worden aan de hand van ongevalgegevens van Rijkswaterstaat omvang, aard en de ontwikkeling van achteraanrijdingen geanalyseerd. Hierbij wordt speciale aandacht besteed aan ongevallen op autosnelwegen.

Aantal pagina's: 50 + 3 blz.
Prijs: f 22,50
Uitgave: SWOV, Leidschendam, 1998

Samenvatting

Het aantal achteraanrijdingen en kettingbotsingen van personen- en bestelauto's is de laatste jaren sterk toegenomen. In deze studie worden aan de hand van ongevalgegevens van Rijkswaterstaat omvang, aard en de ontwikkeling van achteraanrijdingen geanalyseerd. Hierbij wordt speciale aandacht besteed aan ongevallen op autosnelwegen. Voor de analyse van het letselprobleem bij achteraanrijdingen (vooral nekletsel) zijn slachtoffergegevens uit medische bronnen gebruikt. Er is vooralsnog geen koppeling aanwezig tussen de gebruikte ongevallen- en letselgegevens.

Het aandeel achteraanrijdingen op autosnelwegen is groot: ongeveer 30% van alle ongevallen op dit wegtype. Er bestaat een sterke relatie met filevorming. Op de overige wegen is het *aandeel* kleiner, maar het *aantal* groter dan op autosnelwegen.

Uit ongevallen- en letselgegevens blijkt dat vrouwen meer kans hebben op een achteraanrijding dan mannen. Dit lijkt verklaard te kunnen worden door het grotere ongevalsrisico binnen de bebouwde kom, waar vrouwen relatief vaker ritten maken. Het grotere letselrisico kan verband houden met anatomische kenmerken van de nek, die bij vrouwen kwetsbaarder is dan bij mannen. Bovendien rijden vrouwen veelal in kleinere auto's dan mannen, waardoor een grotere slachtofferkans ontstaat. Het beschikbare materiaal levert geen afdoende duidelijkheid over deze verklaringen.

Uit de letselgegevens blijkt verder dat van de slachtoffers met nekletsel slechts een klein deel (3%) wordt opgenomen in een ziekenhuis, tegenover gemiddeld 14% bij alle verkeersslachtoffers. Dit geeft de relatief geringe mate van levensbedreiging van dit type letsel aan. Ook de ongevallengegevens duiden hierop: het aandeel overleden en opgenomen slachtoffers van een achteraanrijding is tweemaal kleiner dan bij alle letselongevallen in Nederland.

Het aantal slachtoffers van verkeersongevallen met whiplash-letsel wordt geschat op minimaal 14.000 en maximaal 26.000, waarbij in het laatste geval ook ander nekletsel dan whiplash is meegerekend. De marge is voor beide aantallen circa 40%.

Verkeerstechnische maatregelen om achteraanrijdingen te voorkomen, zijn onder meer: filebestrijding en -detectie, verkeersbeheersings- en -geleidingsystemen en voldoende zichtlengte.

Om de *gevolgen* van achteraanrijdingen te beperken, moet het ontwerp van kreukelzone, stoel en hoofdsteun op elkaar worden afgestemd. In elk geval is het ontwerpen van een stoel-plus-hoofdsteun ter voorkoming van nekletsel van groot belang. Hiermee kan verkeerd gebruik en verkeerde instelling van de hoofdsteun zoveel mogelijk worden uitgesloten.

Er zouden tevens wettelijke eisen gesteld moeten worden aan de botsveiligheidseigenschappen van voertuigen bij achteraanrijdingen en aan de bescherming die zij bieden tegen nekletsel. Hierbij verdienen voertuigen met een korte achterkant bijzondere aandacht.

Koppeling van ongevallen- en letselgegevens kan meer inzicht bieden in achteraanrijdingen met nekletsel. Het bepalen van de gevolgen (ook de maatschappelijke) van nekletsels door achteraanrijdingen is nodig om inzicht te krijgen in de effectiviteit van mogelijke maatregelen.

Ook wordt aanbevolen om de verschillen tussen mannen en vrouwen in het optreden van nekletsel nader te onderzoeken.

Summary

Passive safety of passenger cars: Part 1

The number of rear-end and multiple collisions involving passenger cars and delivery vans has increased dramatically in recent years. This study analysed the extent, nature and development of rear-end collisions, with a special focus on accidents occurring on motorways, as based on accident data from the Department of Public Works. In regard to injury problems caused by rear-end collisions (predominantly neck injuries), use was made of casualty data from medical sources. At the time of the study there was no link yet between the sets of accident and injury data which were used.

The percentage of rear-end collisions occurring on motorways is high: about 30% of all accidents on this type of road. There is a strong relationship between this type of accident and the development of traffic jams. On other roads, the *percentage* of these types of accidents is lower, but the *number* of them is greater than on motorways.

Accident and injury data show that women are more likely to be involved in rear-end collisions than men. This seems to be explained by the greater risk for accidents inside urban areas where women make relatively more trips. The greater risk for women to suffer injury can be linked to anatomical characteristics of the neck; women are more vulnerable in this regard than are men. Furthermore, since women are more likely to drive smaller cars than are men, they have a greater risk of becoming a casualty than do men. The material available provided an insufficient amount of clarity in regard to these explanations.

The injury data also showed that of the casualties suffering neck injuries, only a small percentage (3%) had been admitted to hospital as opposed to an average 14% for all road casualties. This indicates the relatively low degree of life-threatening risk involved in this type of injury. The accident data indicated this as well: the percentage of deaths and casualties admitted to hospital as a result of rear-end collisions is half as great as for the total number of injury accidents in the Netherlands.

The number of casualties suffering whiplash as a result of road accidents is estimated to range between 14,000 and 26,000 (the higher figure including not only whiplash but other types of neck injuries as well). The margin for both figures is approximately 40%.

Traffic engineering measures intended to prevent rear-end collisions include: queue detection and control, traffic management and supervision systems, and maintaining sufficient sight distances. To limit the *consequences* of rear-end collisions, the design of the crush zone, the seat and the head rest must be coordinated. In any case, the design of the seat and its head rest in preventing neck injury is extremely important (to minimise improper use and adjustment of the head rest as much as possible).

Legal requirements should also be made in regard to vehicles' characteristics intended to enhance passive safety in the event of rear-end collisions and the protection these characteristics offer for preventing neck injuries. Vehicles with a short rear end deserve special attention in this regard. The link between accident and injury data can offer more insight into rear-end collisions involving neck injury. Determining the consequences (including the social consequences) of neck injuries caused by rear-end collisions is necessary to gain insight into the effectiveness of possible measures. Also recommended is further investigation into the differences between men and women in the occurrence of neck injuries.

Inhoud

<i>Gebruikte afkortingen</i>	6
1. <i>Inleiding</i>	7
2. <i>Analyse van het probleem</i>	9
2.1. <i>Ontstaan van achteraanrijdingen</i>	9
2.2. <i>De afloop van achteraanrijdingen</i>	9
3. <i>Aanpak van analyse van achteraanrijdingen</i>	12
3.1. <i>Gegevensbestanden</i>	12
3.2. <i>Statistische significantie en relevantie</i>	13
4. <i>Ontwikkeling van achteraanrijdingen</i>	14
4.1. <i>Autosnelwegen</i>	14
4.2. <i>VOR</i>	16
4.3. <i>Conclusie</i>	19
5. <i>Omvang en aard</i>	20
5.1. <i>Autosnelwegen</i>	20
5.2. <i>VOR</i>	26
5.3. <i>VIPORS</i>	30
5.4. <i>Ongevallen in Nederland (OIN)</i>	33
5.5. <i>Samenvatting resultaten</i>	34
6. <i>Technische oplossingen</i>	38
6.1. <i>Voordat een botsing ontstaat</i>	38
6.2. <i>De afloop</i>	38
7. <i>Korte achterkant</i>	41
8. <i>Discussie</i>	43
9. <i>Conclusies</i>	45
10. <i>Aanbevelingen</i>	47
<i>Literatuur</i>	48
<i>Bijlage 1 Risico en file</i>	51
<i>Bijlage 2 Letselkennis</i>	53

Gebruikte afkortingen

ASW	Autosnelweg
AVV/BG	Adviesdienst Verkeer en Vervoer, hoofdafdeling Basisgegevens
OIN	Ongevallen In Nederland
PORS	het Privé Ongevallen Registratie Systeem van Consument en Veiligheid
VIPORS	Verkeersongevallen in PORS
VOR	Verkeersongevallenregistratie van AVV/BG
UMS	Uitsluitend materiële schade

1. Inleiding

In opdracht van de Adviesdienst Verkeer en Vervoer (AVV) van Rijkswaterstaat heeft de SWOV een tweeledig botsveiligheidsonderzoek uitgevoerd. Het onderhavige eerste deel gaat over achteraanrijdingen en nekletsel; het tweede deel (Van Kampen, 1998b) gaat over de realiseerbaarheid van een ranglijst van personenauto's, geordend naar de mate van botsveiligheid. Het centrale aandachtspunt in de onderhavige rapportage is de grote en naar verwachting nog groeiende omvang van whiplashletsel (een bijzonder soort nekletsel) in Nederland, in samenhang met een grote en eveneens nog toenemende omvang van kop/staart-botsingen. De studie spitst zich toe op inzittenden van personenauto's; ook aan inzittenden van bestelauto's wordt aandacht besteed.

Op dit moment is de hoofdsteun het belangrijkste middel om nekletsel als gevolg van verkeersongevallen te voorkomen. Bijna alle auto's zijn tegenwoordig voorzien van hoofdsteunen op de voorstoelen. Steeds vaker zijn er ook hoofdsteunen op de achterbank aanwezig. Toch werkt dit middel niet goed: de hoofdsteun wordt vaak niet hoog en dichtbij genoeg ingesteld. In veel gevallen laat de uitvoering van de hoofdsteun dit ook niet toe.

Inmiddels zijn er voorzieningen in ontwikkeling, zoals 'anti-whiplash'-stoelen. Hiermee zouden de nadelen van de standaard-hoofdsteun ondervangen kunnen worden.

Het verbeteren van de hoofdsteun is echter maar een deel-oplossing van het probleem van nekletsel bij achteraanrijdingen. Een *structurele* oplossing zal ook betrekking moeten hebben op het vermijden van achteraanrijdingen, de botscondities, het ontwerp van de structuur van het voertuig (overlevingsruimte en kreukelzones), het ontwerp van de stoel én de hoofdsteun, en de eigenschappen van het menselijk lichaam (vooral nek en hoofd).

Tot nu toe is de aandacht voor dit laatste probleem beperkt gebleven. Zo is de achterkreukelzone van personenauto's niet of nauwelijks ontwikkeld om nekletsel te voorkomen; er bestaan ook geen wettelijke eisen voor.

Op grond van de opdracht besteedt dit rapport aandacht aan de aard en omvang van achteraanrijdingen, alsmede aan de ontwikkeling in de tijd van dat type botsing; de gebruikte gegevens zijn letselongevallengegevens afkomstig uit de Verkeersongevallenregistratie van AVV/BG en gegevens van weg- en verkeerskenmerken van UMS- en letselongevallen van auto-snelwegen, eveneens afkomstig van AVV/BG.

Aan het (whiplash)letselprobleem wordt aandacht geschonken op basis van gegevens afkomstig uit VIPORS (een registratie van verkeersslachtoffers op Spoedeisende Hulpafdelingen van ziekenhuizen, die door de SWOV in opdracht van AVV is ontwikkeld) en op basis van OIN1992/93, een registratie van slachtoffers op basis van telefonische enquêtes.

Op grond van een summiere verkenning van de literatuur wordt aandacht aan mogelijke (vooral) technische oplossingen geschonken, met de bedoeling om tevens naar het potentiële effect daarvan te kijken.

Gezien de forse ontwikkeling in het aantal auto's met korte achterkanten, die als een potentiële probleemgroep met betrekking tot de kans op whiplashletsel bij achteraanrijdingen kan worden beschouwd, wordt dit onderwerp apart besproken.

Achtereenvolgens komt aan de orde:

- een analyse van het probleem (hoofdstuk 2);
- de aanpak van een analyse van ongevallen en slachtoffergegevens (hoofdstuk 3);
- de ontwikkeling van het aantal ongevallen (hoofdstuk 4);
- de omvang en aard van ongevallen met achteraanrijding (hoofdstuk 5);
- technische oplossingen (hoofdstuk 6);
- de korte achterkant bij personenauto's (hoofdstuk 7).

Het rapport wordt besloten met een discussie (hoofdstuk 8) en conclusies en aanbevelingen (hoofdstuk 9).

De begeleiding van het project aan AVV-zijde is in handen van de heer ing. H.G. Roodbol.

2. Analyse van het probleem

2.1. Ontstaan van achteraanrijdingen

De forse toename van het aantal kop/staart-botsingen met achteraanrijding van personenauto's en bestelwagens heeft te maken met de grote toename van de hoeveelheid verkeer en de beperkte capaciteit van het wegennet. Ook een maatschappelijk verschijnsel als de toegenomen 'haast' zou hier een rol kunnen spelen.

Door het drukker verkeer ontstaat een sterke toename van het aantal files op autosnelwegen en andere wegen buiten de bebouwde kom; de files worden ook langer en lossen langzamer op. Meer verkeer leidt niet alleen tot meer files, maar ook tot meer ongevallen, met extra files tot gevolg, en tot meer werkwerkzaamheden om de weg op peil te houden, eveneens met extra files tot gevolg.

Bij de huidige verkeersdrukte ontstaat een conflict tussen voldoende afstand houden (met een 'kleine' capaciteit van de weg) en te weinig afstand houden bij een redelijke doorstroming. Dit laatste is alleen 'goed' mogelijk als bestuurders waakzaam zijn en er redelijk vooruit gekeken kan worden. Het zicht op de voorliggers wordt echter nogal eens beperkt door geblindeerde ruiten, ruimte-auto's, bestelwagens en vrachtauto's. Daar komt bij dat de remsystemen van zowel bestelwagens als vrachtwagens behoorlijk verbeterd zijn. In dergelijke situaties ontstaan snel kop/staart-botsingen.

Veel autosnelwegen zijn al voorzien van verkeerssignalering. Dit systeem is in feite een regeling achteraf. Het is denkbaar dat bestuurders te veel op dit beperkte systeem vertrouwen en daardoor minder alert zijn op onverwachte situaties. Regen, mist en wegwerkzaamheden kunnen door beperkt zicht en door filevorming ook bijdragen aan het ontstaan van kop/staart-botsingen.

Binnen de bebouwde kom nemen de wachttijden bij verkeerslichten door de drukte toe, waardoor meer mensen geneigd zijn door oranje en zelfs door rood te rijden. Hier ontstaat het klassieke dilemma van de voorligger als 'brave' stopper en de achterligger als 'stoute' doorrijder. Dergelijke problemen kunnen ook ontstaan op kruisingen zonder verkeerslichten: hard remmen van het voorste voertuig in een rij als plotseling verkeer uit zijstraten opduikt. Ook plotseling afslaan zonder tijdig richting aangeven kan leiden tot kop/staartbotsingen. Behalve met snelheid en volgafstand hebben deze problemen veelal te maken met onvoldoende zicht, hetzij door de situatie, hetzij door voorliggers als bestelwagens enzovoort. De zichtbaarheid van verkeerslichten laat - vooral binnen de bebouwde kom - nogal eens te wensen over door optische vervuiling van de achtergrond.

De vraag is of binnen de bebouwde kom situaties niet te complex zijn: vooruit kijken, achteruit kijken, opzij kijken, rekening houden met vaak merkwaardig gedrag van fietsers en voetgangers, enzovoort. Met te weinig afstand houden wordt dan de speelruimte wel erg gering.

2.2. De afloop van achteraanrijdingen

Als een voertuig van achteren wordt aangereden, zal de passagierskooi - afhankelijk van de botssnelheid - in meer of mindere mate intact blijven. Deze kooi is meestal ontworpen op het weerstaan van frontale botsingen en

in beperkte mate van zijdelingse botsingen. Met achteraanrijdingen wordt weinig rekening gehouden.

Bij mini-auto's wordt de passagierskooi bij een achteraanrijding al snel ingedrukt, doordat de kreukelzone achter zeer kort is. Bij mini-ruimte-auto's zal bovendien door de relatief grote hoogte van de passagiersruimte en de grote achterklep de kooi minder goed bestand zijn tegen botsingen. Hierbij wordt snel de laatste zitrij geraakt. Bij ruimte-auto's speelt hetzelfde, hoewel de achterzijde iets minder kort is, de derde zitrij wat hoger gelegen is en de voertuigmassa groter is.

De kreukelzone achter moet de klap opvangen: het afbouwen van de botsenergie en het daardoor beperken van de versnellingen van en in de passagierskooi. Een lange kreukelzone is gunstig, zodat de botsenergie over een grote lengte, en dus tijd, afgebouwd kan worden. De versnellingen blijven dan relatief laag. Ongunstig is een zeer korte en dan noodgedwongen zeer stijve kreukelzone, zoals bij mini-auto's en ruimte-auto's.

In Europa is voor de achterzijde alleen een botsproef voorgeschreven die uitsluitel moet geven over de dichtheid van het brandstofsysteem: een massa van 1.100 kg met een snelheid van 38 km/uur tegen de achterzijde. In de Verenigde Staten zijn bovendien botsproeven voorgeschreven om de structuur van het voertuig en de belasting van de inzittenden te bepalen: een massa van 1.800 kg met een snelheid van 50 km/uur tegen de achterkant (Seiffert, 1997). Illustratief voor de geringe aandacht voor achteraanrijdingen is een speciale uitgave over de nieuwe Mercedes-Benz A-klasse (ATZ, 1997). Hierin worden slechts twee van de 112 pagina's gewijd aan frontale en zijdelingse botsingen, en slechts een kleine alinea aan achteraanrijdingen. Er wordt een summier omschrijving gegeven van een botsproef met een rijdende en deformeerbare barrière tegen de achterzijde. De botsnelheid is 55 km/uur en de belasting van de inzittenden zou laag zijn.

De bevestiging van de stoel aan de bodemplaat zal alleen ontworpen zijn voor frontale en wellicht zijdelingse botsingen. Het is de vraag of de stoelbevestiging bij de laatste zitrij (de tweede bij mini-auto's, de derde bij ruimte-auto's) voldoende is bij achteraanrijdingen. Ook de uitvoering van deelbare achterbanken is niet altijd even overtuigend.

Uit Amerikaans onderzoek (Viano & Gargan, 1995) waarbij 2.000 voertuigen in het verkeer betrokken waren, blijkt dat veel stoelleuningen onder een hoek van 25 graden met de verticaal zijn ingesteld. De bestuurders houden hun nek vanaf de schouders rechtop terwijl de hoofdsteun met de stoelleuning mee naar achteren loopt. Er bestaat dan een zekere afstand tussen hoofd en hoofdsteun. Het hoger zetten van de hoofdsteun maakt deze afstand alleen maar groter.

De stoelleuning veert bij een achteraanrijding naar achteren, en veert weer terug juist als het hoofd naar achteren buigt. Dit leidt tot een grote belasting van de nek (Foret-Bruno, et al., 1991). Overigens breekt het verstelmechanisme van de rugleuning nogal eens af.

Lange mensen moeten noodgedwongen de stoelleuning ver achterover zetten, als zij nog in het voertuig willen passen. Bij achteraanrijdingen is de belasting van de nek dan helemaal ongunstig.

De hoofdsteun is zeer belangrijk bij het voorkómen van nekletsel: deze moet het hoofd opvangen en de krachten op en de hoekverdraaiingen van de nek binnen aanvaardbare grenzen houden. Helaas zijn bij veel voertuigen de hoofdsteunen in de hoogste stand nog te laag voor lange mensen. Bovendien

is de afstand tussen hoofd en hoofdsteun vaak te groot, zodat al een flinke nekverdraaiing ontstaat voordat de steun het hoofd opvangt. Deze afstand is zeer bepalend voor het ontstaan van nekletsel (Svensson, 1996).

Er zijn weliswaar in sommige voertuigen kantelbare hoofdsteunen aanwezig, maar in veel gevallen klapt een dergelijke naar voren gekantelde hoofdsteun bij een botsing zo weer naar achteren.

Viano & Gargan (1995) stelden het relatieve risico bij een hoog ingestelde hoofdsteun en een kleine afstand tussen hoofd en hoofdsteun op 1; de berekende kans op whiplash-letsel bij de in de Verenigde Staten waargenomen situatie bij inzittenden van 2.000 voertuigen in hun onderzoek bedroeg dan 3,4.

Soms is de hoofdsteun smal, zodat bij scheef zitten het hoofd niet of niet goed wordt opgevangen. De bevestiging aan de stoel is ook niet altijd even overtuigend. Nog te weinig voertuigen zijn voorzien van goede hoofdsteunen op alle zitplaatsen. Zelfs al is alles af-fabriek in orde, dan nog blijft het probleem van de instelling door de gebruiker: te laag, te ver naar achteren.

Veiligheidsgordels zijn ook bij achteraanrijdingen zeer nuttig: het van achteren aangereden voertuig heeft vaak eerst fors geremd; de gordel houdt de inzittende dan in de stoel. Bij de achteraanrijding wordt voorkomen dat de inzittende langs de schuine rugleuning omhoog glijdt en tegen het dak komt. In een volgende fase van de botsing wordt het aangereden voertuig nogal eens op de voorligger geschoven. Ook hier bewijst de gordel zijn diensten. Het draagpercentage van gordels is - vooral binnen de bebouwde kom - echter relatief laag (Mulder, 1997).

Een apart probleem is dat vrouwen veel kwetsbaarder zijn voor nekletsel bij achteraanrijdingen dan mannen. Voor een deel is dit biomechanisch: Foret-Bruno et al. (1991) wijzen op de relatief geringere omvang van de nekspieren bij vrouwen. Een andere oorzaak kan te maken hebben met de gebruikte voertuigen en de omstandigheden bij de verkeersdeelname van vrouwen.

Of ook ouderen gevoeliger zijn voor nekletsel is niet bekend.

Kinderen tussen ongeveer zes en twaalf jaar kunnen in personenauto's het beste vervoerd worden op een stoelverhoger en met een gordel om.

Het hoofd van het kind steekt dan net boven de rugleuning uit. Meestal zitten kinderen achterin, waar geen hoofdsteunen zijn. Op de voorstoelen zijn wel hoofdsteunen; als deze verstelbaar zijn en in de hoogste stand staan, dan zullen zij in deze situatie weinig bescherming bieden. Zelfs bestaat dan de kans dat de hoofdsteun oorzaak is van een nog grotere hoekverdraaiing van de nek, als bij een achteraanrijding het hoofd van het kind net de onderkant van de hoofdsteun raakt. Kinderen hebben overigens een relatief zwaar hoofd.

3. Aanpak van analyse van achteraanrijdingen

3.1. Gegevensbestanden

De omvang, aard en ontwikkeling van achteraanrijdingen zullen worden beschreven met de volgende beschikbare ongevallen- en letselgegevens:

- De VOR-gegevens van de Adviesdienst Verkeer en Vervoer van Rijkswaterstaat (AVV/BG) van letselgevallen (1986-1996).
- Gegevens van weg- en verkeerskenmerken en gegevens van letsel- en UMS-ongevallen van (rijks)autosnelwegen uit de bestanden WEGGEG, INWEVA en IMPULSE van AVV/BG, kortweg ASW-bestanden genoemd (1987-1995).

UMS-ongevallen (uitsluitend materiële schade) worden meegenomen, omdat het aannemelijk is dat in veel gevallen het (nek)letsel pas op een later tijdstip medische klachten oplevert.

Voorts zijn bij de SWOV nog twee andere meer medisch gerichte bestanden beschikbaar met informatie over nekletsels (whiplash), aangevuld met globale ongevallengegevens:

- VIPORS, van Consument en Veiligheid (1994-1996).
- OIN (1992-1993): letselinformatie uit dit gegevensbestand is nog niet eerder gebruikt.

Uit de ASW- en de VOR-bestanden worden alleen ongevallen- en voertuiggegevens gebruikt: de slachtoffergegevens zijn zeer summier en er is niet bekend of de betrokken slachtoffers ook nekletsel hebben opgelopen. Hierbij wordt als *definitie* van een achteraanrijding gehanteerd:

Een kop/staart-botsing waarbij minstens één personenauto of één bestelwagen aan de achterzijde is geraakt.

Door het beperkte beschikbare aantal jaren kan de *ontwikkeling* alleen worden weergegeven met behulp van de ASW- en VOR-bestanden. Hierbij wordt het totaal aantal ongevallen en het aantal kop/staart-botsingen met achteraanrijding van minstens één personenauto of bestelwagen weergegeven. Bij de VOR-gegevens van letselgevallen wordt onderscheid gemaakt naar 'binnen de bebouwde kom' en 'buiten de bebouwde kom'; bij de ASW-gegevens van letselgevallen en UMS-ongevallen wordt onderscheid gemaakt naar 'twee rijstroken per rijbaan' en naar 'drie of vier rijstroken per rijbaan'.

Bij de *analyse* (over drie jaren: 1993-1995) wordt dezelfde indeling gehanteerd als bij de 'ontwikkeling', zij het dat de VOR-gegevens buiten de bebouwde kom zonder de categorie 'ongevallen op autosnelwegen' weergegeven worden. Verder wordt onderscheid gemaakt naar maand, dag van de week, tijdstip van de dag, en wegdek- en lichtgesteldheid. Voor autosnelwegen wordt nog de verkeersintensiteit beschouwd.

Uit het VIPORS-bestand worden voornamelijk slachtoffergegevens gebruikt. De *definitie* hierbij is: *elk slachtoffer met nekletsel (whiplash, contusie en nekpijn) in een personenauto of bestelwagen.*

Van deze groep slachtoffers worden tegenpartij, geslacht, soort ongeval, herkomst, vervolgbehandeling, leeftijd en tijdstip van behandeling beschouwd.

Ook uit het OIN-bestand worden gegevens van slachtoffers gebruikt. De *definitie* hierbij is: *elk slachtoffer met nekletsel (whiplash, contusie en nekpijn) als inzittende van een auto.*

3.2. Statistische significantie en relevantie

Gezien de grootte van de verschillende gegevensbestanden mag ook bij kleine verschillen op statistische significantie worden gerekend. Daarom wordt van tevoren aangenomen dat niet de statistische significantie maatgevend is, maar de grootte van het gevonden verschil:

- een verschil van minder dan één procentpunt tussen aandelen in overeenkomstige categorieën wordt als *erg klein* beschouwd;
- een verschil van één tot zes procentpunten wordt als *klein* beschouwd;
- een verschil dat zes tot tien procentpunten omvat, wordt als *groot* beschouwd;
- een verschil van tien procentpunten of meer wordt als *erg groot* beschouwd.

4. Ontwikkeling van achteraanrijdingen

4.1. Autosnelwegen

De ontwikkeling van het aantal kop/staart-botsingen met minstens één achter aangereden personenauto- of bestelauto, onderscheiden naar aantal rijstroken per rijbaan, is weergegeven in *Tabel 4.1* en *Tabel 4.3* (§ 4.1.1) voor personenauto's en *Tabel 4.2* en *Tabel 4.4* (§ 4.1.2) voor bestelwagens.

4.1.1. Twee rijstroken per rijbaan

ASW, 2 rijstroken	Personenauto's, kop/staart- botsingen met achteraanrijding		Alle ongevallen	
	letsel	UMS	letsel	UMS
1987	258	2.688	1.078	8.738
1988	277	3.161	1.315	10.481
1989	332	3.182	1.380	10.158
1990	351	3.339	1.564	11.061
1991	342	3.124	1.520	10.810
1992	362	3.292	1.588	11.200
1993	444	3.396	1.691	11.644
1994	537	3.797	1.897	12.935
1995	(115%) 556	(43%) 3.853	(82%) 1.963	(54%) 13.449

Tabel 4.1. *Ontwikkeling kop/staart-botsingen van personenauto's op autosnelwegen, twee rijstroken per rijbaan, in de periode 1987-1995.*

Het blijkt dat het aantal kop/staart-botsingen met achteraanrijding van personenauto's in de periode 1987 tot en met 1995 zeer sterk is toegenomen: bij letselongevallen met 115% en bij UMS-ongevallen met 43%. Dit is voor letselongevallen duidelijk meer dan bij *alle* ongevallen op autosnelwegen met twee rijstroken per rijbaan, en voor UMS-ongevallen minder.

Het aandeel letselongevallen binnen het totale aantal kop/staart-botsingen met achteraanrijding is toegenomen van 8,8% in 1987 naar 12,6% in 1995; wanneer gekeken wordt naar alle ongevallen, dan is dit aandeel 12,3% in 1987 en 14,6% in 1995. De letselernst van deze kop/staart-botsingen is dus minder groot dan bij alle ongevallen, en dat is zo gebleven.

Het aantal kop/staart-botsingen met achteraanrijding van bestelwagens is in dezelfde periode eveneens zeer sterk toegenomen: bij letselongevallen met 68% en bij UMS-ongevallen met 113%. Dit is voor letselongevallen minder dan bij *alle* letselongevallen op autosnelwegen met twee rijstroken per rijbaan (68% tegen 82%) en voor UMS-ongevallen méér (113% tegen 54%).

ASW, 2 rijstroken	Bestelwagens, kop/staart- botsingen met achteraanrijding		Alle ongevallen	
	jaer	letsel	UMS	letsel
1987	28	191	1.078	8.738
1988	35	251	1.315	10.481
1989	22	263	1.380	10.158
1990	41	291	1.564	11.061
1991	31	298	1.520	10.810
1992	44	306	1.588	11.200
1993	49	308	1.691	11.644
1994	69	391	1.897	12.935
1995	(68%) 47	(113%) 407	(82%) 1.963	(54%) 13.449

Tabel 4.2. *Ontwikkeling kop/staart-botsingen met achteraanrijding van bestelwagens op autosnelwegen met twee rijstroken per rijbaan, in de periode 1987-1995.*

Het aandeel letselongevallen van het totale aantal kop/staart-botsingen met achteraanrijding is afgenomen van 14,7% in 1987 naar 11,5% in 1995; bij alle ongevallen is dit aandeel 12,3% in 1987 en 14,6% in 1995. De letselernst van deze kop/staart-botsingen was groter dan bij alle ongevallen; nu is dat omgekeerd.

4.1.2. Drie of vier rijstroken per rijbaan

ASW, 3/4 rijstroken	Personenauto's, kop/staart- botsingen met achteraanrijding		Alle ongevallen	
	jaer	letsel	UMS	letsel
1987	98	963	323	2.707
1988	98	1.084	359	3.164
1989	137	1.209	400	3.537
1990	137	1.316	476	3.947
1991	140	1.160	481	3.714
1992	153	1.319	553	4.128
1993	201	1.403	589	4.387
1994	248	1.450	701	4.747
1995	(179%) 274	(75%) 1.689	(125%) 728	(93%) 5.222

Tabel 4.3. *Ontwikkeling kop/staart-botsingen met achteraanrijding van personenauto's, op autosnelwegen met drie en vier rijstroken per rijbaan in de periode 1987-1995.*

Het aantal kop/staartbotsingen met achteraanrijding van personenauto's in de periode 1987 tot en met 1995 zeer sterk toegenomen: bij letselongevallen met 179% en bij UMS-ongevallen met 75%. Dit is voor letselongevallen meer dan bij *alle* letselongevallen op autosnelwegen met drie of vier

rijstroken per rijbaan (179% tegen 125%) en voor UMS-ongevallen minder (75% tegen 93%).

Het aandeel letselongevallen binnen het totale aantal kop/staart-botsingen met achteraanrijding is toegenomen van 10,2% in 1987 naar 17,1% in 1995; wanneer gekeken wordt naar alle ongevallen, dan is dit aandeel 11,9% in 1987 en 13,9% in 1995. De letselernst van deze kop/staart-botsingen was dus kleiner dan bij alle ongevallen; dat is nu echter omgekeerd.

ASW 3/4 rijstroken	Bestelwagens, kop/staart- botsingen met achteraanrijding		Alle ongevallen		
	jaar	letsel	UMS	letsel	UMS
	1987	7	69	323	2.707
	1988	15	83	359	3.164
	1989	12	110	400	3.537
	1990	9	125	476	3.947
	1991	16	108	481	3.714
	1992	14	112	553	4.128
	1993	16	134	589	4.387
	1994	23	161	701	4.747
	1995	(200%) 21	(155%) 176	(125%) 728	(93%) 5.222

Tabel 4.4. *Ontwikkeling aantal kop/staart-botsingen met achteraanrijding van bestelwagens op autosnelwegen met drie en vier rijstroken per rijbaan in de periode 1987-1995.*

Verder blijkt dat het aantal kop/staart-botsingen met achteraanrijding van bestelwagens in deze periode eveneens zeer sterk is toegenomen: bij letselongevallen met 200% en bij UMS-ongevallen met 155%. Dit is duidelijk meer dan bij *alle* ongevallen, waarbij sprake is van een toename van 125% bij letselongevallen en van 93% bij UMS-ongevallen.

Het aandeel letselongevallen binnen het totale aantal kop/staart-botsingen met achteraanrijding is toegenomen van 10,1% in 1987 naar 11,9% in 1995, bij overigens kleine aantallen ongevallen; wanneer gekeken wordt naar alle ongevallen, dan is dit aandeel 11,9% in 1987 en 13,9% in 1995. De letselernst van deze kop/staart-botsingen was dus groter dan bij alle ongevallen, en dit is zo gebleven.

4.2. VOR

De ontwikkeling van het aantal kop/staart-botsingen met minstens één achter aangereden personenauto- of bestelauto, onderscheiden naar binnen of buiten de bebouwde kom, is weergegeven in *Tabel 4.5* en *Tabel 4.7* (§ 4.2.1) voor personenauto's en *Tabel 4.6* en *Tabel 4.8* (§ 4.2.2) voor bestelwagens.

4.2.1. *Binnen de bebouwde kom*

VOR-letselongevallen	Personenauto's bibeko	
	jaar	kop/staart met achteraanrijding
1986	1.031	30.853
1987	1.095	30.032
1988	1.123	29.781
1989	1.130	31.231
1990	1.274	31.926
1991	1.269	28.627
1992	1.482	28.560
1993	1.536	27.743
1994	1.737	28.233
1995	2.067	29.034
1996	(99%) 2.055	(-10%) 27.891

Tabel 4.5. *Ontwikkeling letselongevallen bij kop/staart-botsingen met achteraanrijding van personenauto's binnen de bebouwde kom, in de periode 1986-1996 (VOR).*

Het blijkt dat het aantal kop/staart-botsingen met achteraanrijding van personenauto's met letsel in de periode 1986 tot en met 1996 zeer sterk is toegenomen: met 99%. Dit is duidelijk veel meer dan bij *alle* ongevallen binnen de bebouwde kom: hier is een afname van 10% geconstateerd.

VOR-letselongevallen	Bestelwagens bibeko	
	jaar	kop/staart met achteraanrijding
1986	76	30.853
1987	79	30.032
1988	84	29.781
1989	114	31.231
1990	96	31.926
1991	101	28.627
1992	110	28.560
1993	110	27.743
1994	149	28.233
1995	166	29.034
1996	(90%) 144	(-10%) 27.891

Tabel 4.6. *Ontwikkeling letselongevallen bij kop/staart-botsingen met achteraanrijding van bestelwagens binnen de bebouwde kom, in de periode 1986-1996 (VOR).*

Het blijkt dat het aantal kop/staart-botsingen met achteraanrijding van bestelwagens met letsel in dezelfde periode eveneens zeer sterk is toe-

genomen: met 90%, terwijl het aantal binnen de categorie ‘alle ongevallen’ binnen de bebouwde kom is afgenomen met 10%.

4.2.2. Buiten de bebouwde kom

VOR-letselongevallen	Personenauto's bubeko		
	jaar	kop/staart met achteraanrijding	alle ongevallen
	1986	950	12.727
	1987	934	12.631
	1988	907	12.078
	1989	1.112	12.530
	1990	1.140	12.989
	1991	1.124	12.076
	1992	1.305	12.491
	1993	1.515	12.475
	1994	1.762	13.158
	1995	1.843	13.607
	1996	(97%) 1.870	(4%) 13.150

Tabel 4.7. Ontwikkeling letselongevallen bij kop/staart-botsingen met achteraanrijding van personenauto's buiten de bebouwde kom, in de periode 1986-1996 (VOR).

Het blijkt dat het aantal kop/staart-botsingen met achteraanrijding van personenauto's met letsel in de periode 1986 t/m 1996 zeer sterk is toegenomen: met 97%. Dat is veel meer dan bij *alle* ongevallen buiten de bebouwde kom (+ 4%).

VOR-letselongevallen	Bestelwagens bubeko		
	jaar	kop/staart met achteraanrijding	alle ongevallen
	1986	63	12.727
	1987	75	12.631
	1988	97	12.078
	1989	89	12.530
	1990	101	12.989
	1991	95	12.076
	1992	108	12.491
	1993	138	12.475
	1994	177	13.158
	1995	149	13.607
	1996	(141%) 152	(4%) 13.150

Tabel 4.8. Ontwikkeling letselongevallen bij kop/staart-botsingen met achteraanrijding van bestelwagens buiten de bebouwde kom, in de periode 1986-1996 (VOR).

Het blijkt dat het aantal kop/staart-botsingen met achteraanrijding van bestelwagens met letsel in deze periode zeer sterk is toegenomen: met 141%, terwijl het aantal binnen de categorie 'alle ongevallen' buiten de bebouwde kom is gestegen met 4%.

4.3. Conclusie

Gebleken is dat het aantal kop/staart-botsingen met achteraanrijding van personenauto's en bestelwagens zowel binnen als buiten de bebouwde kom (letselongevallen) in de periode 1986-1996 zeer sterk is toegenomen; dit geldt ook voor 'autosnelwegen' (letsel en UMS) in de periode 1987 t/m 1995.

Deze toename is nogal eens groter dan de toename bij *alle* ongevallen. De grootste stijging bedraagt 200% - een verdrievoudiging - en de kleinste toename is nog altijd bijna 70% (meer dan anderhalf maal zo veel).

5. Omvang en aard

5.1. Autosnelwegen

5.1.1. Twee rijstroken per rijbaan

In de jaren 1993, 1994 en 1995 samen gebeurden op autosnelwegen met twee rijstroken per rijbaan 43.579 ongevallen (letsel + UMS) waarvan 15.284 kop/staart-botsingen (= 35%) en 12.583 kop/staart-botsingen met minstens één personenauto met achteraanrijding (= 29%). Er gebeurden 1.271 kop/staart-botsingen met minstens één bestelwagens met achteraanrijding (= 3% van 43.579).

ASW, 2 rijstroken	Personenauto's		Bestelwagens		Alle ongevallen	
Letsel	12%	1.537	13%	165	13%	5.551
UMS	88%	11.046	87%	1.106	87%	38.028
Totaal		12.583		1.271		43.579

Tabel 5.1. *Kop/staart-botsingen met achteraanrijding van minstens één personenauto of bestelwagen, naar letsel en UMS, op autosnelwegen met twee rijstroken per rijrichting, in de periode 1993 t/m 1995.*

De verschillen in de verdeling naar letsel en UMS, tussen alle ongevallen en kop/staart-botsingen met achteraanrijding van personenauto's en bestelwagens zijn klein (van één tot zes procentpunten, zie § 3.2.).

ASW, 2 rijstroken	Personenauto's		Bestelwagens		Alle ongevallen	
Januari	7,7%	974	6,9%	87	8,5%	3.706
Februari	7,3%	923	8,2%	104	7,5%	3.276
Maart	8,3%	1.042	9,5%	121	8,6%	3.752
April	8,3%	1.048	8%	101	7,8%	3.409
Mei	8,1%	1.022	8,3%	105	8,3%	3.601
Juni	7,8%	981	7,6%	96	8%	3.487
Juli	6,7%	841	7%	89	8%	3.497
Augustus	7,8%	975	6%	76	7,5%	3.268
September	10,1%	1.275	9,7%	123	9,2%	4.002
Oktober	10,8%	1.357	11,3%	143	9,2%	4.020
November	8,8%	1.102	10,5%	134	8,2%	3.565
December	8,3%	1.043	7,2%	92	9,2%	3.996
Totaal		12.583		1271		43.579

Tabel 5.2. *Kop/staart-botsingen met achteraanrijding van minstens één personenauto of bestelwagen, naar maand op autosnelwegen met twee rijstroken per rijrichting, in de periode 1993 t/m 1995.*

De verschillen in de verdeling naar maand tussen alle ongevallen en kop/staart-botsingen met achteraanrijding van personenauto's en bestelwagens zijn klein.

ASW, 2 rijstroken	Personenauto's		Bestelwagens		Alle ongevallen	
Maandag	14,2%	1.785	18,1%	231	14,9%	6.489
Dinsdag	14,9%	1.870	17,4%	221	14,5%	6.327
Woensdag	16,4%	2.061	18%	229	15,3%	6.659
Donderdag	16,4%	2.064	18,5%	235	15,3%	6.681
Vrijdag	19,7%	2.483	17,9%	228	17,3%	7.534
Zaterdag	9,3%	1.174	5,8%	74	11,4%	4.958
Zondag	9,1%	1.146	4,2%	53	11,3%	4.931
Totaal		12.583		1271		43.579

Tabel 5.3. *Kop/staart-botsingen met achteraanrijding van minstens één personenauto of bestelwagen, naar dag van de week, op autosnelwegen met twee rijstroken per rijrichting, in de periode 1993 t/m 1995.*

De verschillen in de verdeling naar dag van de week tussen alle ongevallen en kop/staart-botsingen met achteraanrijding van personenauto's en bestelwagens zijn erg klein tot klein, behalve voor bestelwagens op zaterdag en zondag: hier zijn de verschillen groot. Dit zal te maken hebben met het ontbreken van bedrijvigheid in het weekeinde.

ASW, 2 rijstroken	Personenauto's		Bestelwagens		Alle ongevallen	
19 tot 7 uur	14,1%	1.775	11,8%	150	26,1%	11.375
7 tot 10 uur	25,5%	3.206	28,5%	362	19,6%	8.565
10 tot 16 uur	28,8%	3.625	28,3%	360	30,8%	13421
16 tot 19 uur	31,2%	3.929	31,3%	398	23,0%	10.035
Onbekend	0,4%	48	0%	1	0,4%	183
Totaal		12.583		1.271		43.579

Tabel 5.4. *Kop/staart-botsingen met achteraanrijding van minstens één personenauto of bestelwagen, naar uren van de dag, op autosnelwegen met twee rijstroken per rijrichting, in de periode 1993 t/m 1995.*

Er zijn verschillen in de verdeling naar tijdstip van de dag tussen alle ongevallen en kop/staart-botsingen met achteraanrijding van personenauto's en bestelwagens. In de avond en in de nacht zijn er minder specifieke ongevallen: het verschil is erg groot. Overdag is het verschil klein en in de ochtend- en avondspits is het verschil groot: méér specifieke ongevallen.

ASW, 2 rijstroken	Personenauto's		Bestelwagens		Alle ongevallen	
Droog	60,1%	7.564	59,9%	761	58,7%	25.586
Nat of regen	15,9%	2.004	14,6%	185	13,6%	5.932
Overig	24%	3.015	25,6%	325	27,7%	12.061
Totaal		12.583		1.271		43.579

Tabel 5.5. *Kop/staart-botsingen met achteraanrijding van minstens één personenauto of bestelwagen, naar wegdekgesteldheid op autosnelwegen met twee rijstroken per rijrichting, in de periode 1993 t/m 1995.*

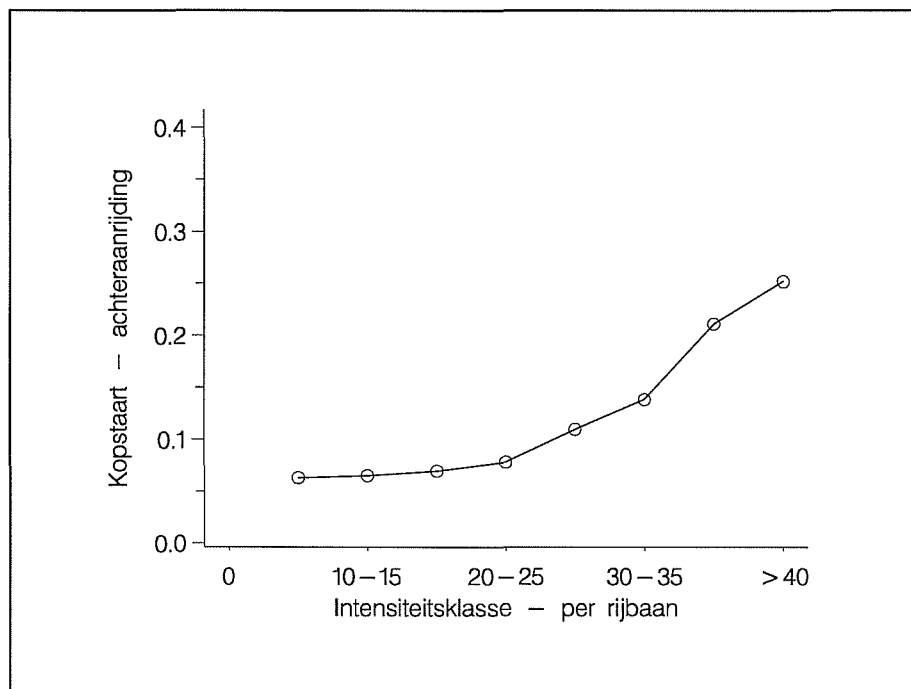
De verschillen in de verdeling naar toestand van het wegdek tussen alle ongevallen en kop/staart-botsingen met achteraanrijding van personenauto's en bestelwagens zijn klein.

ASW, 2 rijstroken	Personenauto's		Bestelwagens		Alle ongevallen	
Daglicht	76%	9.561	78,2%	994	67,7%	29.508
Schemer of duisternis	9%	1.138	8,8%	112	14,6%	6.354
Verlicht	13,6%	1.709	10,7%	136	15,1%	6.570
Overig	1,4%	175	2,3%	29	2,6%	1.147
Totaal		12.583		1.271		43.579

Tabel 5.6. *Kop/staart-botsingen met achteraanrijding van minstens één personenauto of bestelwagen, naar lichtgesteldheid op autosnelwegen met twee rijstroken per rijrichting, in de periode 1993 t/m 1995.*

Er zijn verschillen in de verdeling naar lichtgesteldheid tussen alle ongevallen en kop/staart-botsingen met achteraanrijding van personenauto's en bestelwagens. Zo is het verschil bij daglicht bij personenauto's groot en bij bestelwagens erg groot: er gebeuren meer specifieke ongevallen. Bij schemer en duisternis, en bij verlichting is het verschil klein.

In *Afbeelding 1* is te zien dat het aantal specifieke ongevallen, betrokken op het aantal afgelegde voertuigkilometers, boven circa 30.000 motorvoertuigen per rijbaan per etmaal, sterk begint toe te nemen. Dit zal te maken hebben met filevorming en met de capaciteit van de weg.



Afbeelding 1. *Aantal kop/staart-botsingen met achteraanrijding van minstens één personenauto, per miljoen voertuigkilometers, naar intensiteit van motorvoertuigen over één rijbaan op autosnelwegen met twee rijstroken per rijrichting, in de periode 1993 t/m 1995.*

5.1.2. Drie en vier rijstroken per rijrichting

In de jaren 1993 t/m 1995 samen gebeurden op autosnelwegen met *drie en vier rijstroken per rijbaan* 16.374 ongevallen (letsel + UMS), waarvan 6.301 kop/staart-botsingen (= 38%) en 5.265 kop/staart-botsingen met minstens één personenauto met achteraanrijding (= 32%). Er gebeurden 531 kop/staart-botsingen met minstens één bestelwagen met achteraanrijding (= 3% van 16.374).

ASW, 3/4 rijstroken	Personenauto's		Bestelwagens		Alle ongevallen	
Letsel	13,7%	723	11,3%	60	12,3%	2.018
UMS	86,3%	4.542	88,7%	471	87,7%	14.356
Totaal		5.265		531		16.374

Tabel 5.7. *Kop/staart-botsingen met achteraanrijding van minstens één personenauto of bestelwagen naar letsel en UMS op autosnelwegen met drie en vier rijstroken per rijrichting, in de periode 1993 t/m 1995.*

De verschillen in de verdeling naar letsel en UMS tussen alle ongevallen en kop/staart-botsingen met achteraanrijding van personenauto's en bestelwagens zijn klein (van één tot zes procentpunten, zie § 3.2.).

ASW, 3/4 rijstroken	Personenauto's		Bestelwagens		Alle ongevallen	
Januari	9,2%	483	10,3%	55	9,1%	1.482
Februari	7,6%	402	6,2%	33	7,6%	1.249
Maart	9,1%	479	10,7%	57	8,6%	1.412
April	7,1%	375	6,4%	34	7,1%	1.158
Mei	6,9%	361	7,2%	38	7,3%	1.198
Juni	7,5%	397	7,9%	42	7,9%	1.295
Juli	5%	264	5,8%	31	6,7%	1.092
Augustus	6,9%	364	6,6%	35	7,2%	1.181
September	10,3%	542	10,2%	54	9,8%	1.606
Oktober	10,4%	548	10,7%	57	9,2%	1.505
November	9,7%	510	10,2%	54	9,3%	1.526
December	10,3%	540	7,7%	41	10,2%	1.670
Totaal		5.265		531		16.374

Tabel 5.8. *Kop/staart-botsingen met achteraanrijding van minstens één personenauto of bestelwagen naar maand, op autosnelwegen met drie en vier rijstroken per rijrichting, in de periode 1993 t/m 1995.*

De verschillen in de verdeling naar maand tussen alle ongevallen en kop/staart-botsingen met achteraanrijding van personenauto's en bestelwagens zijn klein.

ASW, 3/4 rijstroken	Personenauto's		Bestelwagens		Alle ongevallen	
Maandag	13,7%	719	14,3%	76	14,6%	2.383
Dinsdag	15,5%	818	17,1%	91	15,4%	2.528
Woensdag	18,1%	955	19,4%	103	16,1%	2.641
Donderdag	17,3%	913	19,4%	103	16,2%	2.651
Vrijdag	20,1%	1.058	21,7%	115	18,1%	2.955
Zaterdag	8,2%	430	5,7%	30	10,4%	1.702
Zondag	7,1%	372	2,5%	13	9,3%	1.514
Totaal		5.265		1.271		16.374

Tabel 5.9. *Kop/staart-botsingen met achteraanrijding van minstens één personenauto of bestelwagen naar dag van de week op autosnelwegen met drie en vier rijstroken per rijrichting, in de periode 1993 t/m 1995.*

De verschillen in de verdeling naar dag van de week tussen alle ongevallen en kop/staart-botsingen met achteraanrijding van personenauto's en bestelwagens zijn klein. Op zondag is er wel een groot verschil voor bestelwagens (kleine aantallen ongevallen).

ASW, 3/4 rijstroken	Personenauto's		Bestelwagens		Alle ongevallen	
19 tot 7 uur	16,8%	883	11,7%	62	24,3%	3.971
7 tot 10 uur	24,5%	1.292	25,1%	133	20,2%	3.304
10 tot 16 uur	25,4%	1.337	33,3%	177	30,3%	49.531
16 tot 19 uur	32,7%	1.723	29,2%	155	24,7%	4.041
Onbekend	0,6%	30	0%	4	0,6%	105
Totaal		5.265		531		16.374

Tabel 5.10. *Kop/staart-botsingen met achteraanrijding van minstens één personenauto of bestelwagen naar uren van de dag op autosnelwegen met drie en vier rijstroken per rijrichting, in de periode 1993 t/m 1995.*

Er zijn verschillen in de verdeling naar uren van de dag tussen alle ongevallen en kop/staart-botsingen met achteraanrijding van personenauto's en bestelwagens. In de avond en in de nacht zijn er minder specifieke ongevallen: het verschil is groot tot erg groot. Overdag en in de ochtendspits is het verschil klein en in de avondspits is het verschil voor personenauto's groot: méér specifieke ongevallen.

ASW, 3/4 rijstroken	Personenauto's		Bestelwagens		Alle ongevallen	
Droog	58,8%	3.097	57,1%	303	58,1%	9.520
Nat of regen	15,8%	829	16,0%	85	13,7%	2.246
Overig	25,4%	1.339	26,9%	143	28,1%	4.608
Totaal		5.265		531		16.374

Tabel 5.11. *Kop/staart-botsingen met achteraanrijding van minstens één personenauto of bestelwagen, naar wegdekgesteldheid op autosnelwegen met drie en vier rijstroken per rijrichting, 1993 t/m 1995.*

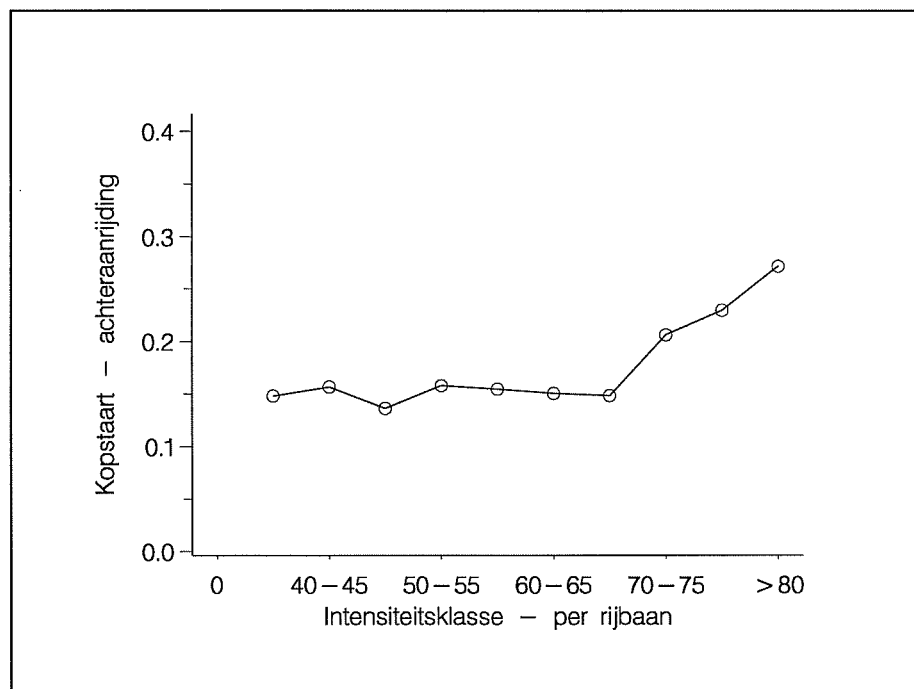
De verschillen in de verdeling naar toestand van het wegdek tussen alle ongevallen en kop/staart-botsingen met achteraanrijding van personenauto's en bestelwagens zijn erg klein tot klein.

ASW, 3/4 rijstroken	Personenauto's		Bestelwagens		Alle ongevallen	
Daglicht	71%	3.738	78,1%	415	67,5%	11.050
Schemer of duisternis	2,9%	155	1,7%	9	3,4%	554
Verlicht	24,3%	1.281	17,5%	93	26,3%	4.320
Overig	1,7%	91	2,6%	14	2,8%	450
Totaal		5.265		531		16.374

Tabel 5.12. *Kop/staart-botsingen met achteraanrijding van minstens één personenauto of bestelwagen, naar lichtgesteldheid op autosnelwegen met drie en vier rijstroken per rijrichting, in de periode 1993 t/m 1995.*

Er zijn verschillen in de verdeling naar lichtgesteldheid tussen alle ongevallen en kop/staart-botsingen met achteraanrijding van personenauto's en bestelwagens. Zo is het verschil bij daglicht bij bestelwagens groot: er gebeuren meer specifieke ongevallen. Het verschil bij bestelwagens bij verlichting is ook groot, maar slechts bij kleine aantallen ongevallen.

In *Afbeelding 2* is te zien dat het aantal specifieke ongevallen, betrokken op het aantal afgelegde voertuigkilometers, boven circa 70.000 motorvoertuigen per rijbaan per etmaal, sterk begint te toe te nemen. Ook dit zal te maken hebben met filevorming en met de capaciteit van de weg; deze is dan navenant groter dan bij (twee x) tweestrooks autosnelwegen.



Afbeelding 2. *Aantal kop/staart-botsingen met achteraanrijding van minstens één personenauto, per miljoen voertuigkilometers, naar intensiteit van motorvoertuigen van één rijbaan op autosnelwegen met drie en vier rijstroken per rijrichting, in de periode 1993 t/m 1995.*

5.2. VOR

Bij de analyse van VOR-gegevens is onderscheid gemaakt tussen 'binnen de bebouwde kom' en 'buiten de bebouwde kom' (zonder autosnelwegen). Hiervoor is het ASW-bestand aan het VOR-bestand gekoppeld om de letselongevallen op autosnelwegen te verwijderen. Omdat het ASW-bestand nog niet over 1996 beschikbaar was, heeft ook de VOR-analyse betrekking op de periode 1993 t/m 1995.

5.2.1. Binnen de bebouwde kom

VOR bibeko (zonder ASW)	Personenauto's		Bestelwagens		Alle ongevallen	
	%	Aantal	%	Aantal	%	Aantal
Januari	7,1%	374	7,7%	32	7,2%	6.087
Februari	7,1%	371	8,7%	36	6,5%	5.486
Maart	8,9%	466	8,2%	34	8,0%	6.749
April	8,2%	429	8,4%	35	8,6%	7.248
Mei	8,4%	444	8,2%	34	9,2%	7.807
Juni	9,8%	515	8,2%	34	9,9%	8.397
Juli	6,8%	356	8,4%	35	8,3%	6.979
Augustus	7,3%	385	6%	25	7,9%	6.711
September	10,8%	570	8%	33	9,5%	8.059
Oktober	9,0%	471	9,4%	39	9%	7.611
November	8,7%	455	9,4%	39	8,2%	6.978
December	8,1%	425	9,4%	39	7,6%	6.427
Totaal		5.261		415		84.539

Tabel 5.13. VOR-letselongevallen bij kop/staart-botsingen met achteraanrijding van minstens één personenauto of bestelwagen binnen de bebouwde kom, naar maand, in de periode 1993 t/m 1995.

De verschillen in de verdeling naar maand tussen alle ongevallen en kop/staart-botsingen met achteraanrijding van personenauto's en bestelwagens zijn klein tot erg klein.

VOR bibeko (zonder ASW)	Personenauto's		Bestelwagens		Alle ongevallen	
	%	Aantal	%	Aantal	%	Aantal
Maandag	13,6%	715	14,2%	59	14,5%	12230
Dinsdag	13,7%	720	18,3%	76	15,3%	12907
Woensdag	16,1%	846	19,2%	80	15,8%	13362
Donderdag	15,7%	827	17,4%	72	15,8%	13383
Vrijdag	17,4%	915	17,1%	71	17,2%	14522
Zaterdag	15%	790	8,7%	36	12,7%	10743
Zondag	8,5%	448	5,1%	21	8,7%	7392
Totaal		5261		415		84539

Tabel 5.14. VOR-letselongevallen bij kop/staart-botsingen met achteraanrijding van minstens één personenauto of bestelwagen, naar dag van de week binnen de bebouwde kom, in de periode 1993 t/m 1995.

De verschillen in de verdeling naar dag van de week tussen alle ongevallen en kop/staart-botsingen met achteraanrijding van personenauto's en bestelwagens zijn klein tot erg klein.

VOR bibeko (zonder ASW)	Personenauto's		Bestelwagens		Alle ongevallen	
19 tot 7 uur	16,2%	853	12,8%	53	23,1%	19.531
7 tot 10 uur	12,5%	657	13,7%	57	13,8%	11.654
10 tot 16 uur	44%	2.314	49,2%	204	37,6%	31.752
16 tot 19 uur	26,8%	1.411	24,3%	101	25,1%	21.252
Onbekend	0,0%	26	-%	0	0,4%	350
Totaal		5.261		415		84.539

Tabel 5.15. *VOR-letselongevallen bij kop/staart-botsingen met achteraanrijding van minstens één personenauto of bestelwagen, naar uren van de dag binnen de bebouwde kom, in de periode 1993 t/m 1995.*

Er zijn verschillen in de verdeling naar tijdstip van de dag tussen alle ongevallen en kop/staart-botsingen met achteraanrijding van personenauto's en bestelwagens. In de avond en in de nacht zijn er minder specifieke ongevallen: het verschil is groot. Overdag is het verschil groot tot erg groot: er vinden méér specifieke ongevallen plaats. In de ochtend- en avondspits is het verschil klein.

VOR bibeko (zonder ASW)	Personenauto's		Bestelwagens		Alle ongevallen	
Droog	62,5%	3.286	66,5%	276	70,7%	59.751
Nat of regen	15,8%	831	16,1%	67	12,4%	10.518
Overig	21,7%	1.144	17,4%	72	16,9%	14.270
Totaal		5.261		415		84.539

Tabel 5.16. *VOR-letselongevallen bij kop/staart-botsingen met achteraanrijding van minstens één personenauto of bestelwagen, naar wegdekgesteldheid, binnen de bebouwde kom, periode 1993 t/m 1995.*

Er zijn verschillen in de verdeling naar wegdekgesteldheid tussen alle ongevallen en kop/staart-botsingen met achteraanrijding van personenauto's en bestelwagens. Bij droog wegdek is het verschil voor personenauto's groot: er vinden minder specifieke ongevallen plaats. Verder zijn de verschillen klein.

VOR bibeko (zonder ASW)	Personenauto's		Bestelwagens		Alle ongevallen	
Daglicht	80,1%	4.213	82,4%	342	75,4%	63.765
Schemer of duisternis	1,3%	68	1,9%	8	1,8%	1.513
Verlicht	17,3%	912	14,5%	60	21,7%	18.304
Overig	1,3%	68	1,2%	5	1,1%	957
Totaal		5.261		415		84.539

Tabel 5.17. *VOR-letselongevallen bij kop/staart-botsingen met achteraanrijding van minstens één personenauto of bestelwagen, naar lichtgesteldheid binnen de bebouwde kom, in de periode 1993 t/m 1995.*

Er zijn verschillen in de verdeling naar lichtgesteldheid tussen alle ongevallen en kop/staart-botsingen met achteraanrijding van personenauto's en bestelwagens. Bij daglicht is het verschil voor bestelwagens groot: méér specifieke ongevallen. Bij verlichting is het verschil voor bestelwagens groot: minder specifieke ongevallen.

5.2.2. Buiten de bebouwde kom (zonder autosnelwegen)

VOR bubeko (zonder ASW)	Personenauto's		Bestelwagens		Alle ongevallen	
Januari	7,2%	209	5,7%	14	7%	2.250
Februari	6,3%	183	8,5%	21	6,1%	1.969
Maart	8,1%	237	8,5%	21	7,7%	2.471
April	9,3%	271	7,3%	18	8%	2.578
Mei	9,2%	270	10,6%	26	9,5%	3.046
Juni	9,8%	285	8,1%	20	10%	3.213
Juli	7,6%	223	7,3%	18	9,9%	3.171
Augustus	8,3%	241	9,1%	26	9,1%	2.899
September	8,9%	261	10,2%	25	8,8%	2.815
Oktober	8,5%	249	10,2%	25	8,7%	2.801
November	8,3%	242	7,3%	18	7,8%	2.503
December	8,6%	250	5,7%	14	7,3%	2.334
Totaal		2.921		246		32.050

Tabel 5.18. VOR-letselongevallen bij kop/staart-botsingen met achteraanrijding van minstens één personenauto of bestelwagen, naar maand buiten de bebouwde kom (zonder autosnelwegen), in de periode 1993 t/m 1995.

De verschillen in de verdeling naar maand tussen alle ongevallen en kop/staart-botsingen met achteraanrijding van personenauto's en bestelwagens zijn klein tot erg klein.

VOR bubeko (zonder ASW)	Personenauto's		Bestelwagens		Alle ongevallen	
Maandag	12,9%	376	16,3%	40	13,9%	4.468
Dinsdag	13,6%	397	15%	37	13,9%	4.464
Woensdag	15,3%	447	19,1%	47	14,1%	4.534
Donderdag	14,5%	423	16,7%	41	14,6%	4.666
Vrijdag	17,1%	500	18,3%	45	16%	5.113
Zaterdag	14,9%	436	11%	27	14,7%	4.702
Zondag	11,7%	342	3,7%	9	12,8%	4.103
Totaal		2.921		246		32.050

Tabel 5.19. VOR-letselongevallen bij kop/staart-botsingen met achteraanrijding van minstens één personenauto of bestelwagen, naar dag van de week, buiten de bebouwde kom (zonder autosnelwegen), in de periode 1993 t/m 1995.

De verschillen in de verdeling naar maand tussen alle ongevallen en kop/staart-botsingen met achteraanrijding van personenauto's en bestelwagens zijn klein. Er is wel een groot verschil voor bestelwagens op woensdag en zondag; dit geldt voor kleine aantallen ongevallen.

VOR bubeko (zonder ASW)	Personenauto's		Bestelwagens		Alle ongevallen	
19 tot 7 uur	13,5%	393	11%	27	26,6%	8.510
7 tot 10 uur	14,1%	413	22%	54	15,4%	4.944
10 tot 16 uur	43,3%	1.265	44,3%	109	34,1%	10.928
16 tot 19 uur	28,9%	843	22,8%	56	23,8%	7.625
Onbekend	0%	7	-%	0	0,1%	43
Totaal		2.921		246		32.050

Tabel 5.20. *VOR-letselongevallen bij kop/staart-botsingen met achteraanrijding van minstens één personenauto of bestelwagen, naar uren van de dag, buiten de bebouwde kom (zonder autosnelwegen), in de periode 1993 t/m 1995.*

Er zijn verschillen in de verdeling naar tijdstip van de dag tussen alle ongevallen en kop/staart-botsingen met achteraanrijding van personenauto's en bestelwagens. In de avond en in de nacht zijn er minder specifieke ongevallen: het verschil is erg groot. Overdag is het verschil groot tot erg groot: er vinden meer specifieke ongevallen plaats. In de ochtendspits is het verschil voor bestelwagens groot en meer. In de avondspits is het verschil voor personenauto's groot en meer.

VOR bubeko (zonder ASW)	Personenauto's		Bestelwagens		Alle ongevallen	
Droog	60,9%	1.779	57,3%	141	67,1%	21.506
Nat of regen	16,6%	486	17,5%	43	14,7%	4.702
Overig	22,5%	656	25,2%	62	18,2%	5.842
Totaal		2.921		246		32.050

Tabel 5.21. *VOR-letselongevallen bij kop/staart-botsingen met achteraanrijding van minstens één personenauto of bestelwagen, naar wegdekgesteldheid, buiten de bebouwde kom (zonder autosnelwegen), in de periode 1993 t/m 1995.*

Er zijn verschillen in de verdeling naar wegdekgesteldheid tussen alle ongevallen en kop/staart-botsingen met achteraanrijding van personenauto's en bestelwagens. Bij een droog wegdek is het verschil groot: er gebeuren minder specifieke ongevallen. Bij 'overig' (mist, sneeuw, ijzel, hagel) is het verschil voor bestelwagens groot.

VOR bubeko (zonder ASW)	Personenauto's		Bestelwagens		Alle ongevallen	
Daglicht	82,6%	2.414	82,1%	202	71,8%	22.995
Schemer of duisternis	5,5%	160	2,9%	7	12,4%	3.983
Verlicht	11,2%	327	14,2%	35	14,9%	4.759
Overig	0,7%	20	0,8%	2	1%	313
Totaal		2.921		246		32.050

Tabel 5.22. *VOR-letselongevallen bij kop/staart-botsingen met achteraanrijding van minstens één personenauto of bestelwagen, naar lichtgesteldheid, buiten de bebouwde kom (zonder autosnelwegen), in de periode 1993 t/m 1995.*

Er zijn verschillen in de verdeling naar wegdekgesteldheid tussen alle ongevallen en kop/staart-botsingen met achteraanrijding van personenauto's en bestelwagens. Bij daglicht is het verschil groot: er vinden meer specifieke ongevallen plaats. Bij schemer of duisternis is het verschil eveneens groot: er gebeuren minder specifieke ongevallen; voor bestelwagens bij kleine aantallen ongevallen.

5.3. VIPORS

Type nekletsel	1994				1995				1996			
	Auto		Rest		Auto		Rest		Auto		Rest	
Whiplash	13,7%	484		18	11%	402		33	8,3%	290		26
Nekcontusie	4,3%	153		13	10,4%	378		52	10,5%	367		67
Nekpijn	3,9%	139		10	7,6%	279		26	9%	312		27
Geen nekletsel	78%	2.756	99,6%	10.757	71,1%	2594	99%	11.102	72,2%	2.513	99%	10.332
Totaal		3.532		10.798		3653		11.213		3.482		10.452

Tabel 5.23. *Aanwezigheid van nekletsel in VIPORS, 1994 t/m 1996.*

De analyse van VIPORS-gegevens gaat over de periode 1994 t/m 1996. Nekletsels komen hoofdzakelijk voor bij auto-inzittenden en binnen die groep bij 20 tot 30% van de slachtoffers. In de drie beschikbare jaren is een ontwikkeling te zien in de aandelen van de diverse letselsoorten: het aandeel 'whiplash' (nekdistorsie) is teruggelopen van 14 naar 8%, terwijl elk van de aandelen 'nekcontusies' en 'nekpijn' is toegenomen van ongeveer 4 naar 10%. Dit zal voor een deel samenhangen met een verandering in de wijze van coderen na 1994.

Het totale aantal nekletsels is in deze periode toegenomen van circa 20 tot 30%. Uit de omschrijvingen van de toedracht van het ongeval blijkt het hoofdzakelijk te gaan om slachtoffers van achteraanrijdingen met min of meer hetzelfde klachtenbeeld. Aangenomen wordt dan ook dat het *totale aantal* nekletsels - inclusief contusies en nekpijn - een goede maat is voor de letselgevolgen van dit type aanrijding bij personenauto's.

Van de 43.130 slachtoffers in VIPORS 1994-1996 waren er 10.667 inzittende van een personenauto (24,7%). Hiervan waren 2.804 inzittende met nekletsel (26,3% van 10.667 en 6,5% van 43.130). Er zijn slechts vijf slachtoffers met nekletsel als inzittende van een bestelwagen. Dit heeft te maken hebben met de codering bij de PORS-registratie.

De groep van 2.804 slachtoffers met nekletsel als inzittende van een personenauto is onderwerp van nadere analyse.

VIPORS - tegenpartij	Aantal	Percentage
Personenauto/bestelwagen	2.343	83,6
Vrachtauto/bus	93	3,3
Motor	8	0,3
Langzaam verkeer en voetgangers	17	0,6
Overig	341	12,2

Tabel 5.24. *Nekletsel bij inzittenden van personenauto's naar tegenpartij, VIPORS 1994-1996.*

Het overgrote deel van de inzittenden van personenauto's met nekletsel heeft ook een personenauto als botspartner.

VIPORS - geslacht	Aantal	Percentage
Man	1.281	45,7
Vrouw	1.523	54,3

Tabel 5.25. *Nekletsel bij inzittenden van personenauto's naar geslacht slachtoffer, VIPORS 1994-1996.*

Meer vrouwen hebben als inzittende van een personenauto te maken met nekletsel.

VIPORS - Soort ongeval	Aantal	Percentage
Eenzijdig	99	3,5
Twee betrokken voertuigen	2.427	86,6
Botsing met object	164	5,8
Geparkeerd	53	1,9
Overig	61	2,2

Tabel 5.26. *Nekletsel bij inzittenden van personenauto's naar soort ongeval, VIPORS 1994-1996.*

Het overgrote deel van de inzittenden van personenauto's met nekletsel is betrokken geweest bij een botsing met een ander voertuig (86,6%). Een klein deel is ook betrokken geweest bij een eenzijdig ongeval (3,5%) of bij een botsing met een object (5,8%).

VIPORS - herkomst	Aantal	Percentage
Ambulance	979	34,9
Huisarts	124	4,4
Direct	1.671	59,6
Overig en onbekend	30	1,1

Tabel 5.27. *Nekletsel bij inzittenden van personenauto's naar herkomst, VIPORS 1994-1996.*

De grootste groep slachtoffers van nekletsel komt op eigen gelegenheid naar de Spoedeisende Hulpafdeling (59,6%), gevolgd door de groep die per ambulance vervoerd is (34,9%).

VIPORS - Vervolg	Aantal	Percentage
Zonder behandeling	26	0,9
Behandeld en ontslagen	1332	47,5
Behandeld en nacontrole	1067	38,1
Behandeld en doorverwezen	295	10,5
Opname	83	3,0

Tabel 5.28. *Nekletsel bij inzittenden van personenauto's naar vervolgbehandeling, VIPORS 1994-1996.*

De meeste slachtoffers worden na behandeling ontslagen (47,5%) of komen terug voor controle (38,1%); slechts 3% wordt opgenomen in het ziekenhuis.

VIPORS-leeftijd	Aantal	Percentage
0 - 14 jaar	48	1,7
15 - 24 jaar	687	24,5
25 - 39 jaar	1.340	47,8
40 - 54 jaar	521	18,6
> 55 jaar	208	7,4

Tabel 5.29. *Nekletsel bij inzittenden personenauto's naar leeftijd slachtoffer, VIPORS 1994-1996*

De grootste groep slachtoffers valt in de leeftijdsklasse 25- t/m 39-jarigen (47,8%), gevolgd door de groep 15- t/m 24-jarigen met 24,5%.

VIPORS - tijdstip behandeling	Aantal	Aantal per uur	Percentage
20 tot 8	691	63	24,6
8 tot 11	399	133	14,2
11 tot 17	1.085	181	38,7
17 tot 20	623	208	22,2
Onbekend	6	-	0,2

Tabel 5.30. *Nekletsel bij inzittenden van personenauto's naar tijdstip behandeling, VIPORS 1994-1996.*

Aangenomen is dat het tijdstip van de behandeling ongeveer 1 uur na het ongeval ligt. De hier gekozen indeling van tijdstip sluit aan bij de indeling bij de ASW- en VOR-bestanden (in en buiten de spits). Het aantal slachtoffers gedeeld door het aantal uren is het hoogste in (of als gevolg van) de avondspits, gevolgd door 'overdag'.

VIPORS-geslacht	Aantal		Percentage	
	man	vrouw	man	vrouw
Leeftijd				
0 - 14 jaar	24	24	1,9	1,6
15 - 24 jaar	273	414	21,3	27,2
25 - 39 jaar	661	679	51,6	44,6
40 - 54 jaar	219	302	17,1	19,8
> 55 jaar	104	104	8,1	6,8

Tabel 5.31. *Nekletsel bij inzittenden van personenauto's naar leeftijd en geslacht slachtoffer, VIPORS 1994-1996.*

Er zijn verschillen in de verdeling naar leeftijd tussen mannen en vrouwen: zo is er een groot verschil (zie § 2.2) tussen het aandeel mannen van 15 tot en met 24 jaar en dat aandeel vrouwen: er zijn meer vrouwen met nekletsel dan mannen (verschil 5,9%). In de groep 25 tot en met 39 jaar is dit omgekeerd: er zijn meer mannen met nekletsel dan vrouwen (verschil 7%).

VIPORS-geslacht	Aantal		Percentage	
	man	vrouw	man	vrouw
Tijdstip behandeling				
20.00 - 08.00 uur	374	317	29,2	20,8
08.00 - 11.00 uur	180	219	14,1	14,4
11.00 - 17.00 uur	449	636	35,1	41,8
17.00 - 20.00 uur	277	346	21,6	22,7
Onbekend	1	5	0,1	0,3

Tabel 5.32. *Nekletsel bij inzittenden van personenauto's naar tijdstip behandeling en geslacht slachtoffer, VIPORS 1994-1996.*

Er zijn ook verschillen in de verdeling naar tijdstip van behandeling tussen mannen en vrouwen: zo is er een groot verschil tussen het aandeel mannen en vrouwen dat tussen 20.00 en 08.00 uur behandeld is: er zijn meer mannen dan vrouwen in de periode medisch behandeld (verschil 8,4%). Overdag (van 11.00 tot 17.00) uur worden er juist meer vrouwen behandeld (verschil 6,7%).

5.4. Ongevallen in Nederland (OIN)

In 1992 en 1993 is een enquête gehouden onder 25.000 huishoudens: 'Ongevallen in Nederland', afgekort OIN (Mulder et al., 1995; Van Kampen & Harris, 1995). In deze enquête gaat het om personen met letsel als gevolg van een ongeval in de privé-sfeer, als gevolg van sport, als gevolg van werken of als gevolg van verkeersdeelname. Er bleken 683 slachtoffers van verkeersongevallen in de steekproef aanwezig te zijn.

De aantallen in de steekproef zijn gewogen opgehoogd naar geheel Nederland. Het gaat dan om 650.000 slachtoffers van verkeersongevallen. De steekproef is erg klein en kent daardoor zeer grote betrouwbaarheidsmarges: ongeveer 8% op dat totaal; bij onderverdelingen is dit nog groter. Van deze 650.000 verkeersslachtoffers komen 250.000 in aanmerking voor registratie door de politie ('registratiewaardig').

Whiplash-letsel in OIN

Nekletsel is te onderscheiden in nekdistorsies (whiplash-letsel), nekpijn en nek-contusies (overig nekletsel). Hoewel whiplash en andere nekkachten ook wel bij andere verkeersdeelnemers kunnen voorkomen, is het volgende overzicht beperkt tot inzittenden van auto's.

Soort nekletsel - auto-inzittenden	Registratiewaardig	Niet-registratiewaardig
Nekdistorsie (echte whiplash)	7.700	6.100
Overig nekletsel	13.000	-
Geen nekletsel	32.600	12.600
Totaal	52.300	18700

Tabel 5.33. *Nekletsel bij auto-inzittenden in OIN 92-93, gewogen en opgehoogd.*

In *Tabel 5.33* worden de gewogen, opgehoogde aantallen getoond.

De omvang van het nekletsel-probleem is bij registratiewaardige slachtoffers ruim 20.000 slachtoffers en omvat samen met de niet-registratiewaardigen ruim 26.000 slachtoffers. Whiplash-letsel vormt daarvan met 13.800 slachtoffers ruim de helft.

Gezien de kleine steekproef van deze specifieke groep met nekletsel is sprake van een grote statistische onzekerheid, die op circa 40% wordt geschat (13.800 ± 5.500).

De slachtoffers van niet-registratiewaardige ongevallen zijn vooral personen die niet medisch behandeld zijn. Bij dit type nekletsel komt dat veel voor, zeker als de klachten in het begin niet erger zijn dan wat pijn of een stijve nek.

Er is reden om aan te nemen dat zich ook onder de slachtoffers met overig nekletsel personen bevinden die whiplash-klachten (gaan) vertonen. Dit heeft vooral te maken met de moeilijke diagnose en de onzekerheid bij de geënquêteerden hierover.

Daarmee is de schatting van 7.700 plus 6.000 slachtoffers van verkeersongevallen met whiplash-letsel als gevolg als een ondergrens te zien. Een totale omvang van enkele duizenden meer is zeker niet uitgesloten.

Het maximum is 26.000 verkeersslachtoffers met nekletsel van welke aard dan ook.

5.5. Samenvatting resultaten

5.5.1. Autosnelwegen

ASW tweestrooks	Vershil = groot	Meer/minder
Zaterdag/zondag	B	-
Avond/nacht	P/B	--
Ochtendspits/avondspits	P/B	+
Daglicht	P/B	+ / ++

Tabel 5.34. *Samenvatting verschillen in verdeling, autosnelwegen met twee rijstroken per rijbaan.*

Kop/staart-botsingen met achteraanrijding op autosnelwegen met twee rijstroken per rijbaan komen minder voor in het weekeinde (alleen bestelwagens) en in de avond en nacht; ze vinden juist meer plaats in de ochtend- en avondspits en bij daglicht.

Het probleem van kop/staart-botsingen met achteraanrijding is groot (voor personenauto's bijna 30% van alle ongevallen op deze wegen; voor bestelwagens 3%) en het concentreert zich in de spits. Naar alle waarschijnlijkheid is er een sterke relatie met filevorming.

In *Bijlage 1* zijn de wegvakken weergegeven met een bovengemiddeld aantal kop/staart-botsingen met achteraanrijding van personenauto's per miljoen motorvoertuigkilometers. Ook is deze lijst vergeleken met de top-twintig van files.

ASW drie/vierstrooks	Vershil = groot	Meer/minder
Avond/nacht	P/B	-
Avondspits	P	+
Daglicht	B	+

Tabel 5.35. *Samenvatting verschillen in verdeling, autosnelwegen met drie of vier rijstroken per rijbaan.*

Kop/staart-botsingen met achteraanrijding op autosnelwegen met drie of vier rijstroken per rijbaan komen minder voor in de avond en nacht; ze vinden juist meer plaats in de avondspits (alleen personenauto's) en bij daglicht (alleen bestelwagens).

Ook hier is het probleem van kop/staart-botsingen met achteraanrijding groot (voor personenauto's meer dan 30% van alle ongevallen op deze wegen; voor bestelwagens 3%) en het concentreert zich in de avondspits. Naar alle waarschijnlijkheid is er een relatie met filevorming. Dit is echter minder duidelijk dan bij autosnelwegen met twee rijstroken per rijbaan. Dit zou te maken kunnen hebben met de grotere capaciteit van de weg.

5.5.2. VOR letselongevallen

VOR bibeko	Vershil = groot	Meer/minder
Avond-nacht	P/B	-
Overdag (9-16)	P/B	++
Droog wegdek	P	-
Daglicht	B	+
Verlicht	B	-

Tabel 5.36. *Samenvatting verschillen in verdeling, VOR-letselongevallen binnen de bebouwde kom.*

Kop/staart-botsingen met achteraanrijding met letsel binnen de bebouwde kom komen minder voor in de avond en nacht, bij droog wegdek (alleen personenauto's) en bij verlichting (alleen bestelwagens); ze komen juist meer voor overdag (09.00-16.00 uur) en bij daglicht (alleen bestelwagen). Het probleem van kop/staart-botsingen met achteraanrijding concentreert zich overdag (van 09.00 tot 16.00 uur). Het is qua aandeel minder groot dan

op autosnelwegen (voor personenauto's iets meer dan 6% van alle letselongevallen bibeko; voor bestelwagens 0,5%). Het aantal specifieke letselongevallen binnen de bebouwde kom (5.261 bij personenauto's) is echter nog altijd fors groter dan op autosnelwegen (twee rijstroken: 1.537; drie en vier rijstroken: 723; samen: 2.260).

VOR bubeko zonder ASW	Verschil = groot	Meer/minder
Avond/nacht	P/B	--
Overdag	P/B	+
Ochtendspits	B	+
Avondspits	P	+
Droog wegdek	P/B	-
Overig (mist en dergelijke)	B	+
Daglicht	P/B	+
Schemer/duisternis	P/B	-

Tabel 5.37. *Samenvatting verschillen in verdeling, VOR-letselongevallen buiten de bebouwde kom, zonder autosnelwegen.*

Kop/staart-botsingen met achteraanrijding met letsel buiten de bebouwde kom (zonder autosnelwegen) komen minder voor in de avond en nacht, bij droog wegdek en bij schemer en duisternis; ze komen juist meer voor overdag (09.00-16.00 uur), bij daglicht, in de ochtendspits (alleen bestelwagens), in de avondspits (alleen personenauto's) en bij mist, sneeuw en hagel (alleen bestelwagens).

Het probleem van kop/staart-botsingen met achteraanrijding concentreert zich hier overdag (van 09.00 tot 16.00 uur), maar ook in de spitsen. Het is qua aandeel minder groot dan op autosnelwegen (voor personenauto's iets meer dan 9% van alle letselongevallen bibeko; voor bestelwagens 0,8%). Het aantal specifieke letselongevallen buiten de bebouwde kom (zonder autosnelwegen) is echter ook hier groter dan op autosnelwegen (3.167 tegen 2.260).

5.5.3. *VIPORS-slachtoffers met nekletsel*

In de onderzochte groep slachtoffers met nekletsel, als inzittenden van personenauto's zijn de voornaamste resultaten als volgt.

- Er zijn meer vrouwen in deze groep; slechts 3% van de slachtoffers wordt opgenomen in een ziekenhuis; de leeftijdsklasse 25- t/m 39-jarigen heeft het grootste aandeel, gevolgd door de 15- t/m 24-jarigen.
- Bij 'tijdstip van behandeling' - gesteld op één uur na het ongeval - heeft de 'avondspits' het grootste aandeel, gevolgd door 'overdag'.
- Bij 'leeftijd naar geslacht' zijn er grote (6-10%) verschillen tussen mannen en vrouwen: in de leeftijdsklasse 15- t/m 24-jarigen zijn meer vrouwen vertegenwoordigd; in de klasse 25- t/m 39-jarigen zijn meer mannen vertegenwoordigd.
- Bij 'tijdstip van behandeling naar geslacht' zijn er eveneens grote verschillen tussen mannen en vrouwen: in de nacht worden er meer mannen behandeld, overdag worden er meer vrouwen behandeld.

5.5.4. *OIN-slachtoffers met nekletsel*

Uit de enquête *Ongevallen in Nederland* (OIN) blijkt de omvang van het aantal slachtoffers van verkeersongevallen met whiplash-letsel. Als ondergrens wordt een schatting gegeven van 7.700 plus 6.000 slachtoffers; een totale omvang van enkele duizenden meer is bepaald niet uitgesloten. Het maximum is 26.000 verkeersslachtoffers met nekletsel van welke aard dan ook.

6. Technische oplossingen

6.1. Voordat een botsing ontstaat

Het spreekt vanzelf dat een *beperking van de expositie* de eerste manier is om het aantal ongevallen in het algemeen, en achteraanrijdingen in het bijzonder te verminderen. Het reduceren van onnodige ritten en verschuiving van verplaatsingen naar het openbaar vervoer zijn hier mogelijkheden.

Omdat een samenhang tussen achteraanrijdingen en files voor de hand ligt, komt het gehele arsenaal aan middelen voor *filebestrijding* in beeld.

Een voorbeeld hiervan is een spreiding van verplaatsingen naar tijdstip. Eenmaal onderweg, is *filedetectie* door bijvoorbeeld matrix-signalering (voornamelijk op autosnelwegen) een mogelijke maatregel. In de nabije toekomst zijn intelligente, voorspellende *verkeersbeheersings- en -geleidingssystemen* te voorzien.

Voldoende *zichtlengte* en het vermijden van *onverwachte situaties* is bij het wegontwerp te realiseren. Het aanbieden van een zo hoog mogelijke wrijving tussen band en wegdek (de zogenaamde ‘stroefheid’), desnoods naar locatie gevarieerd, is ook een mogelijkheid. Dit geldt vooral in die situaties waarbij de voorligger al stil staat, zoals bij verkeerslichten. Een beperking van het zicht, zoals bij mist, is door adequate detectie en signalering op te vangen.

Bij mogelijkheden voor de bestuurder moet gedacht worden aan het tijdig herkennen van situaties waarin geremd moet worden. Dit betekent bijvoorbeeld een goede zichtbaarheid van verkeerslichten, voldoende aandacht voor het probleem in de rijopleiding en bij voorlichting, en zinnige waarschuwingen bij gladheid.

Bij het voertuig kan gedacht worden aan verbetering van de zichtbaarheid aan de achterzijde: bijvoorbeeld een derde remlicht, waardoor het remmen van een voorligger eerder wordt waargenomen. Anti-Blokkeer Systemen (ABS) met een kortere remweg en afstandsdetectie zijn andere mogelijkheden.

Na het ontstaan van een ongeval is het zaak om verdere ongevallen te voorkomen. Het gebruik van alarmknipperlichten en verkeerssignalering zijn hier mogelijkheden.

6.2. De afloop

Voertuigconstructie

Om bij achteraanrijdingen zoveel mogelijk nekletsel te voorkomen, kunnen aan het voertuig de volgende eisen worden gesteld:

- De *overlevingsruimte (passagierskooi)* moet intact blijven, ook ter plaatse van de laatste zitrij. De botspartner en de botsnelheid bij achteraanrijdingen zijn hierbij belangrijk: hieruit kunnen constructie-eisen voor de passagierskooi worden afgeleid.
- Aan de achterzijde van voertuigen moet een goede *kreukelzone* aanwezig zijn die de klap opvangt en de krachten op de inzittenden beperkt. Als de bouwlengte van de kreukelzone kort is, kunnen zowel in de hoogte als

over de breedte verspreid aangebrachte deformatie-elementen (zoals aluminium honingraatelementen) toegepast worden: bijvoorbeeld in de bodemplaat en in de achterklep. Aangezien bij achteraanrijdingen al met lage snelheden nekletsel kan ontstaan, zou het ontwerp van de *bumper* aangepast kunnen worden.

Op de 'korte achterkant' wordt in hoofdstuk 7 ingegaan.

Een inzittende die de klap in zijn spiegels aan ziet komen en zijn nek strak houdt, zal minder letsel oplopen. Op de rem staan, maakt wel uit voor de snelheidsverandering tijdens de achteraanrijding, maar niet voor de nekverdraaiing van de inzittende en de maximale versnelling van het aangereden voertuig (Emori, et al., 1990).

Bij achteraanrijdingen van personenauto's door vrachtwagens wordt de kreukelzone niet of nauwelijks effectief gebruikt. Dit is wel het geval als vrachtwagens aan de voorzijde een anti-onderschuifvoorziening zouden hebben. Deze voorziening is slechts bij een enkel vrachtwagenmerk standaard aanwezig. Het is bij weinig andere merken als extra voorziening te koop (Lubitz, 1998).

Stoel

Ook het ontwerp van de stoelbevestiging en de rugleuningverstelling zou afgestemd moeten worden op achteraanrijdingen, evenals het ontwerp van de vergrendeling van deelbare achterbanken.

Een stoel waarvan de rugleuning in beperkte mate naar achteren beweegt tijdens de botsing, tezamen met een stevige en goed aanliggende hoofdsteun (korte afstand hoofd - hoofdsteun), zijn gunstig voor de belasting van de nek (Foret-Bruno, 1991).

De rugleuning moet na de klap niet terugveren: juist dan gaat het hoofd naar achteren bewegen en het lichaam naar voren, zodat de hoekverdraaiing van de nek alleen maar groter zal worden. Hoe groter deze hoekverdraaiing, des te groter de kans op nekletsel.

Verder moet de stoel zodanig comfortabel en vanzelfsprekend zitten, dat scheef zitten zoveel mogelijk wordt voorkomen. Toepassing van (instelbare) zijwangen bij zitting en rugleuning biedt een correcte zitpositie, die ook bij het rijden van belang is.

Tegenwoordig worden al 'anti-whiplash'-stoelen aangeboden, waarmee bestaande voertuigen opgewaardeerd worden. Een bepaald ontwerp bestaat uit een stalen plaat in de rugleuning, met daaraan een hoofdsteun gekoppeld. Bij een achteraanrijding drukt het lichaam van de inzittende de stalen plaat naar achteren, waardoor de hoofdsteun naar voren komt en de afstand tot het hoofd wordt verkleind (Van Kampen, 1997).

De hoofdsteun moet niet te zacht en hoog genoeg zijn, met een zo klein mogelijke afstand tussen hoofd en hoofdsteun. Een vaste hoofdsteun is wellicht niet in alle gevallen optimaal (anatomieverschillen bij korte en lange mensen), maar biedt als voordeel dat instelfouten vermeden worden. Als alle hoofdsteunen alleen al in de hoogte correct zouden zijn ingesteld, zal dit volgens Viano & Gargan (1995) leiden tot bijna 30% minder whiplash-letsel. Volgens hen zijn vaste hoofdsteunen beter dan verstelbare: in hun onderzoek had 63% van de vaste hoofdsteunen de juiste hoogte, tegen 16,7% van de verstelbare. Als alle verstelbare hoofdsteunen in de hoogste positie zouden zijn geplaatst, dan zou 55,7% de juiste hoogte hebben gehad.

Een verstelbare hoofdsteun moet tijdens een achteraanrijding niet in- of wegklappen. Er zijn overigens verstelbare hoofdsteunen, die bij het hoger stellen naar voren komen doordat de bevestigingsstaven gebogen zijn.

Om een enigszins scheefzittend persoon bescherming te bieden, zou de hoofdsteun breed moeten zijn; dit kan echter nadelig zijn voor het zicht naar rechts-achter (bij rechts-rijdend verkeer).

Volgens Svensson et al. (1996) kan met kleine veranderingen in bestaande stoelontwerpen veel nekletsel voorkomen worden. Een stijf frame van de rugleuning, een relatief stijve vulling van het onderste rugleuninggedeelte, een dikkere vulling van het bovenste gedeelte en een hoofdsteun op de goede hoogte met een kleine afstand tot het hoofd minimaliseren rek-bewegingen in de nek-wervels en daarmee vermoedelijk ook de kans op nekletsel.

Gordels

Het gebruik van gordels bij achteraanrijdingen is zeer belangrijk. Er zijn vier redenen waarom gordels effectief zijn bij achteraanrijdingen:

1. de gordel verhindert het langs de stoelleuning omhoogschuiven van inzittenden tijdens de achteraanrijding (vermijden van contact met het dak);
2. de gordel vermindert de snelheid ten opzichte van het voertuiginterieur en verhindert contact hiermee;
3. de gordel minimaliseert het ongunstige effect van het afwijken van de meest gunstige zitpositie;
4. de gordel is effectief bij voorwaartse beweging van inzittenden voor (remmen) of ná de achteraanrijding (James, et al., 1991).

Samenvattend: van het grootste belang is een goede afstemming tussen passagierskooi, kreukelzone, bumper, en stoel plus hoofdsteun.

7. Korte achterkant

Een bijzonder probleem bij achteraanrijdingen zijn voertuigen met een korte achterkant; deze auto's bezitten bijna altijd een achterklep. In deze voertuigen zijn helemaal achterin zitplaatsen aanwezig, terwijl de lengte van de kreukelzone klein is. Bij bepaalde voertuigen staat zelfs de rugleuning van de achterste zitrij tegen de achterklep; de achterraut dient dan als hoofdsteun. De volgende categorieën auto's hebben een korte achterkant:

- Mini-auto's: Fiat Panda, Suzuki Alto, Smart (licht en klein).
- Mini-ruimte-auto's: Daihatsu Move, Suzuki Wagon (licht, klein, relatief hoog en smal).
- Midi-ruimte-auto's: Mercedes-Benz A-klasse (kort, relatief hoog).
- Ruimte-auto's: Renault Espace, Chrysler Voyager (massa groter dan gemiddeld, drie zitrijen mogelijk, relatief hoog).

In het algemeen is er weinig aandacht voor achteraanrijdingen en bij de bovengenoemde voertuigsoorten is er bovendien weinig ruimte beschikbaar voor een kreukelzone. Daardoor kunnen problemen ontstaan: de achterzijde is noodgedwongen vrij stijf om aan de eisen van botsproeven te voldoen; bij deze proeven gaat het om de dichtheid van het brandstofsysteem en soms ook om het te ver binnendringen van een botsend voertuig te bepalen. De optredende krachten bij een achteraanrijding worden dan maar weinig afgezwakt doorgegeven aan de inzittenden. Vooral bij mini-auto's bestaat het gevaar dat andere voertuigen de ruimte van de laatste zitrij binnendringen.

De genoemde voertuigsoorten worden nogal eens door gezinnen aangeschaft; het zijn vooral kinderen die zich achterin bevinden.

De volgende maatregelen zijn denkbaar, waarbij vooral een onderlinge afstemming belangrijk is:

- Een bumper als extra bots-element, dempend bij lage snelheden, vervormend bij grote krachthinwerking.
- Een minimum-afstand tussen achterste zitrij en de achterkant van het voertuig.
- Een achterklep met een stijve binnenschaal, voorzien van deformatie-elementen, verspreid over de hoogte en in de breedte.
- Een vervormbare achterklepoplegging, met deformatie-elementen in bodemplaat en zijstijlen.
- Een stijve bevestiging of vergrendeling van de laatste zitrij.
- Op achteraanrijdingen ontworpen stoelen en banken met verbeterde hoofdsteunen op alle zitplaatsen.

Omvang probleem en effectiviteit van maatregelen

In het tweede deel van het onderhavige project (Van Kampen, 1998) zijn na koppeling van ongevalgegevens met voertuiggegevens analyses uitgevoerd van in 1996 geregistreerde ongevallen, onder meer naar botstypen. Hierbij zijn achteraanrijdingen en kettingbotsingen van personenauto's en bestelauto's als afzonderlijke groep beoordeeld.

Hoewel afzonderlijke autotypen die in aanmerking komen voor de kwalificatie 'korte achterkant' niet zijn geïsoleerd, kan worden aangenomen dat een groot deel ervan behoort tot de kleinste en lichtste personenautocategorie.

Van deze categorie is in een (nog globale) analyse vastgesteld dat voor de inzittenden van deze lichtere auto's een gemiddeld ongunstiger afloop (vooral meer licht gewonden) optreedt dan voor inzittenden van zwaardere auto's.

Het is een aanwijzing dat juist bij deze categorie (waarvan bovendien verondersteld mag worden dat zij meer gebruikt worden door vrouwelijke bestuurders dan door mannen) een extra probleem aanwezig is en dat verbetering van de botsveiligheid bij achteraanrijdingen (nog) meer effect heeft dan bij zwaardere auto's. In genoemde studie (Van Kampen, 1998) wordt aanbevolen op dit aspect (en andere aspecten) nadere analyses met het beschikbare materiaal uit te voeren. Daarbij zal ook de omvang van het probleem nader kunnen worden vastgesteld, aangezien in het kader van de onderhavige studie (het eerste deel van het project) geen gekoppelde gegevens beschikbaar waren.

8. Discussie

In sommige rapporten wordt gesteld dat het probleem van nekletsel bij achteraanrijdingen gering zou zijn en dus een lage prioriteit zou moeten hebben. Als argument wordt dan gehanteerd dat dit soort letsel nauwelijks voorkomt in de officiële registratie van ongevallen.

Nekletsel levert echter wel slachtoffers op, die vaak langdurig slecht functioneren, zowel in sociaal als in lichamelijk opzicht. Dit brengt hoge maatschappelijke kosten met zich mee. De effectiviteit en de kosten van mogelijke maatregelen moeten hier tegen afgezet worden. Het is dan ook zaak om de nek verder uit te steken dan de registratie van ongevallen reikt.

Achteraanrijdingen leiden vaak, maar niet altijd tot nekletsel. Omgekeerd is nekletsel vaak, maar niet altijd een gevolg van achteraanrijdingen.

In Morris & Thomas (1996) wordt vastgesteld dat 'soft tissue neck injury' (whiplash) in 50% van de onderzochte gevallen optreedt bij frontale botsingen en in 25% bij zijdelingse botsingen. In deze studie wordt er ook op gewezen dat de diagnostiek van dit soort letsels betrouwbaarder zou moeten worden. De toename van het aantal nekletsels zou ten dele ook veroorzaakt kunnen zijn doordat het publiek beter bekend is met dit soort letsel; een ander deel zou kunnen voortvloeien uit dubieuze verzekeringsclaims.

Morris & Thomas vonden geen bewijs voor de veronderstelling dat hoofdsteunen effectief zijn bij achteraanrijdingen. Wel tekenen zij in dit verband aan dat de verkeerde afstelling van de hoofdsteun, zowel in de hoogte als in de afstand tot het hoofd, een grote rol kan spelen.

Net als in diverse andere studies, waaronder ook studies op basis van Nederlandse gegevens, bleek ook bij Morris & Thomas dat de kans van vrouwen op whiplash aanzienlijk groter was dan die van mannen; dit ondanks het feit dat vrouwen gemiddeld 12 cm kleiner waren dan mannen en dus in principe minder hinder van een te laag afgestelde hoofdsteun zouden moeten ondervinden.

Commentaar van SWOV-zijde is dat er verscheidene mechanismen een rol spelen bij het geconstateerde feit dat er een groot verschil bestaat in nekletselkans tussen mannen en vrouwen.

- Vrouwen (althans vrouwelijke bestuurders) rijden in gemiddeld kleinere auto's dan mannen (althans mannelijke bestuurders). Uit onderzoek is bekend dat de letselkans afhankelijk is van de grootte van de auto en groter is bij kleine auto's.
- Vrouwen rijden (als bestuurder) vaker binnen de bebouwde kom dan mannen. Uit onderzoek is bekend dat het ongevalsrisico van achteraanrijdingen binnen de bebouwde kom fors groter is dan dat buiten.
- Er bestaat tussen mannen en vrouwen een biomechanisch verschil in de bouw van de nek en het omliggend weefsel, waardoor aannemelijk is dat vrouwen bij een ongeval meer kans op nekletsel hebben.
- De afstelling van hoofdsteunen bij vrouwen is daadwerkelijk beter dan die bij mannen, ondanks het feit dat vrouwen in kleinere auto's rijden dan mannen.

Het laatste mechanisme zou een voordeel moeten opleveren, terwijl de drie eerstgenoemde invloeden nadelig werken voor vrouwen (althans ten aanzien van bestuurders).

Al met al blijkt het slachtofferrisico van vrouwen bij achteraanrijdingen ruim tweemaal groter dan dat van mannen (Van Kampen, 1998a), zonder de grootte van de bijdrage van één of meer van bovenstaande mechanismen daarbij geïsoleerd kan worden.

Een ander commentaar van SWOV-zijde bij het rapport van Morris & Thomas betreft het wel erg grote aandeel nekletsel bij frontale botsingen, en dientengevolge het betrekkelijk kleine aandeel nekletsel als gevolg van achteraanrijdingen. Dit strookt niet met kennis uit andere onderzoeken, waaronder SWOV-onderzoek. Bekend is wel dat whiplash *ook* bij andere typen botsingen kan ontstaan, zoals frontale en flankbotsingen. In de geraadpleegde literatuur zijn geen gegevens gevonden over de verdeling van de (bots)snelheden bij achteraanrijdingen. Wel wordt vaak opgemerkt dat whiplash al kan optreden bij zeer lage snelheden.

Bij een aantal onderzoeken (Foret-Bruno, 1991; Svensson, 1995) is een nekmodule voor de botspoppen ontwikkeld; standaard-botspoppen met een nabootsing van de nek bestaan nog niet. Dit illustreert eens te meer de betrekkelijk geringe aandacht voor het probleem.

Bij bijna alle botsproeven wordt de botspop alleen in een correcte zitpositie beproefd. Aan scheefzitten bijvoorbeeld wordt nauwelijks aandacht geschonken, terwijl dit behoorlijk invloed kan hebben op het ontstaan van nekletsel.

In Amerikaans onderzoek (onder meer Viano & Gargan, 1995; James et al., 1991; Warner et al., 1991) wordt veel aandacht besteed aan inzittenden die geen gordels dragen. In de Verenigde Staten gold tot voor kort in maar weinig staten een gordeldraagplicht. Stijvere rugleuningen worden afgewezen en argumenten daarvoor uit de literatuur zijn weinig sterk. Minder stijve rugleuningen zouden voordelen bieden voor inzittenden die een niet-correcte zitpositie innemen. Bovendien zou een reductie optreden in het naar voren terugwerpen van inzittenden na de klap. Gesteld wordt dat stijve rugleuningen het whiplash-probleem groter maken. Een bron als Foret-Bruno et al. (1991) wordt echter verkeerd geciteerd en veel geciteerde publikaties stammen uit jaren zestig.

Niet onderkend is dat een rugleuning ook de krachten op de hoofdsteun moet opvangen en dat een grote achterwaartse beweging in de kleinere Europese auto's voor de achterpassagiers een probleem kan vormen.

9. Conclusies

1. Gebleken is dat het aantal kop/staart-botsingen met achteraanrijding in de beschouwde perioden zeer sterk is toegenomen, bij zowel personenauto's als bestelwagens. Dit geldt niet alleen voor letselongevallen binnen en buiten de bebouwde kom in de periode 1986 tot en met 1996, maar ook voor autosnelwegen (letsel- en UMS-ongevallen) in de periode 1987 tot en met 1995. De toename van het aantal ongevallen varieert van anderhalf maal tot driemaal zoveel en is veelal groter dan de algemene toename van het aantal ongevallen.
2. Op *autosnelwegen met twee rijstroken per rijbaan* is het aandeel kop/staart-botsingen met achteraanrijding (letsel en UMS) groot: bij personenauto's gaat het om bijna 30% van alle ongevallen op deze wegen en bij bestelwagens betreft het 3%. De kop/staart-botsing komt vooral voor in de ochtend- en avondspits en hangt samen met filevorming. Ook op *autosnelwegen met drie of vier rijstroken per rijbaan* is het aandeel kop/staart-botsingen met achteraanrijding (letsel en UMS) groot: bij personenauto's betreft het meer dan 30% van alle ongevallen op deze wegen, en bij bestelwagens 3%. Ook hier doen de kop/staart-botsingen zich vooral voor in de spitsuren, met name de avondspits. Naar alle waarschijnlijkheid is er een relatie met filevorming, maar minder uitgesproken dan bij autosnelwegen met twee rijstroken per rijbaan.
3. *Binnen de bebouwde kom* gebeuren kop/staart-botsingen met achteraanrijding en resulterend letsel vooral overdag (van 09.00 tot 16.00 uur). Het aandeel is minder groot dan op autosnelwegen: bij personenauto's gaat het om iets meer dan 6% van alle letselongevallen binnen de bebouwde kom en bij bestelwagens betreft het 0,5 %. Het aantal is echter fors hoger dan op autosnelwegen.
Buiten de bebouwde kom (zonder autosnelwegen) gebeuren kop/staart-botsingen met achteraanrijding en resulterend letsel vooral overdag (van 09.00 tot 16.00 uur) en in de spitsen. Ook hier is het aandeel minder groot dan op autosnelwegen (bij personenauto's gaat het om iets meer dan 9% van alle letselongevallen buiten de bebouwde kom; bij bestelwagens 0,8 %), maar het aantal is ook hier groter dan op autosnelwegen. Uit separaat uitgevoerd onderzoek blijkt voorts dat de kans op dit type achteraanrijdingen (het aantal letselongevallen per voertuigkilometer) binnen de bebouwde kom een factor 3 groter is dan buiten. Dit geldt ook voor autosnelwegen.
4. Wat de aard van (slachtoffers van) achteraanrijdingen betreft is verder relevant dat deze aanrijdingen ten opzichte van alle letselongevallen een aanzienlijk minder ernstige afloop vertonen (absoluut en relatief veel minder doden en ziekenhuisopnamen).
Er blijken *relatief* iets meer vrouwen dan mannen slachtoffer te worden van een achteraanrijding. In termen van risico (het aantal slachtoffers per reizigerskilometer) blijkt zelfs sprake van een factor 2,5 verschil.
Bovenstaande conclusies zijn afkomstig uit separaat uitgevoerde onderzoeken; zij leveren geen eenduidige verklaring voor het geconstateerde verschil tussen mannen en vrouwen.

5. Uit VIPORS-gegevens blijkt dat van de *inzittenden van personenauto's met nekletsel* als gevolg van achteraanrijdingen slechts 3% wordt opgenomen in een ziekenhuis. De 25- tot en met 39-jarigen hebben het grootste aandeel, gevolgd door de 15- tot en met 24-jarigen. Er zijn verschillen (6-10%) tussen mannen en vrouwen: er zijn meer 15- tot en met 24-jarige vrouwen en meer 25- tot en met 39-jarige mannen onder de slachtoffers. In de nacht zijn er onder de slachtoffers meer mannen, en overdag meer vrouwen.
6. Uit OIN-gegevens blijkt dat het jaarlijks aantal slachtoffers van verkeersongevallen met whiplash-letsel minmaal minimaal rond de 14.000 en maximaal ongeveer 25.000 bedraagt, in welke laatste schatting ook andere op whiplash lijkende nekklachten zijn begrepen. Bij beide schattingen is met een betrouwbaarheidsmarge van circa 40% te rekenen.
7. Algemene maatregelen om achteraanrijdingen te voorkomen, zijn: een beperking van de expositie, filebestrijding en -detectie, alsmede verkeersbeheersings- en -geleidingssystemen. Voorts zou aandacht geschonken moeten worden aan het vermijden van onverwachte situaties, aan voldoende zichtlengte en aan een zo groot mogelijke wrijving tussen band en wegdek. Bij het voertuig is een verbetering van de zichtbaarheid van de achterzijde een mogelijkheid (bijvoorbeeld een derde remlicht); anti-blokkeersystemen (ABS) en afstandsdetectie zijn andere maatregelen.
8. Bij maatregelen aan personenauto's moet in de eerste plaats aandacht geschonken worden aan een structurele benadering van achteraanrijdingen en het voorkomen van nekletsel. Dit kan door het ontwerp van passagierskooi, kreukelzone, achterbumper, en stoel en hoofdsteun op elkaar af te stemmen. In elk geval is - ook voor de huidige voertuigen - de ontwikkeling van een op het voorkomen van nekletsel ontworpen stoel plus hoofdsteun van groot belang. Een dergelijk ontwerp zou verkeerd gebruik en verkeerde instelling van de hoofdsteun zoveel mogelijk moeten uitsluiten.
9. Bij voertuigen met een korte achterkant zou in achterklep en achterklepoplegging een kreukelzone geïntegreerd moeten worden, waarbij bijvoorbeeld over de hoogte en in de breedte deformatie-elementen toegepast worden. Ook een anders ontworpen bumper kan lichte klappen opvangen en hiermee de kans op nekletsel voorkomen of verminderen.
10. Een anti-onderschuifvoorziening aan de voorzijde van vrachtwagens kan meehelpen om de gevolgen van achteraanrijdingen te verminderen.

10. Aanbevelingen

1. Met een koppeling van ongevallen- en letselgegevens kan meer inzicht geboden worden in achteraanrijdingen met nekletsel. In dit rapport worden achteraanrijdingen en nekletsels noodgedwongen nog apart behandeld.
2. Het bepalen van de gevolgen van nekletsels door achteraanrijdingen, ook in maatschappelijk opzicht, is nodig om inzicht te krijgen in de effectiviteit van mogelijke maatregelen.
3. De verschillen in het optreden van nekletsel bij mannen en vrouwen, onder meer door de expositie en de gebruikte voertuigen, zouden nader onderzocht moeten worden.
4. Er zouden wettelijke eisen gesteld moeten worden aan het gedrag van voertuigen bij achteraanrijdingen en aan de bescherming die voertuigen bieden om nekletsel te voorkomen. Hierbij verdienen voertuigen met een korte achterkant bijzondere aandacht, mede omdat gebleken is dat de botsveiligheid van auto's minder wordt naarmate de massa afneemt. Deze eisen zouden onder meer gebaseerd moeten zijn op het aandeel achteraanrijdingen en de verdeling van botssnelheden. Voor deze proeven is het ontwikkelen van een standaard-nekmodule voor botspoppen noodzakelijk.

Literatuur

Andreassen, D. et al. (1996). *Study of Rear Accidents Final Report for VICROADS*. ARRB Transport Research.

ATZ (1997). *Die neue A-Klasse von Daimler-Benz*. In: Sonderausgabe, AutomobilTechnische Zeitschrift 99 (1997) 10.

Datta, T.K. et al. (1996). *Mitigation of Rear End Accidents Problems at Signalized Intersections*. In: Traffic Management and Road Safety. PTRC P 407, 1996.

Emori, R.I. & Horiguchi, J. (1990). *Whiplash in Low Speed Vehicle Collisions*. In: Vehicle Crashworthiness and Occupant Protection in Frontal Collisions. SAE SP 807.

Foret-Bruno, J.Y., Dauvilliers, F., Tarriere, C. & Mack, P. (1991). *Influence of the Seat and Head Rest Stiffness on the Risk of Cervical Injuries in Rear Impact*. 13th ESV-Conference, Parijs, 1991.

Haland, Y., Lindh, F., Fredriksson, R. & Svensson, M. (1997). *The effect of car seats on neck injuries in low-speed rear impacts*. In: ISATA magazine january 1997.

James, M.B., Strother, C.E., Warner, C.Y., Decker, R.L. & Perl, T.R. (1991). *Occupant Protection in Rear-end Collisions: I. Safety Priorities and Seat Belt Effectiveness*. In: 35th Stapp Car Crash Conference Proceedings, SAE P-251, 1991.

Kampen, L.T.B. van (1998a). *Whiplash, ontwikkelingen en preventie*. A-98-7. SWOV, Leidschendam. [Niet openbaar].

Kampen, L.T.B. van (1998b). *Botsveiligheid, deel II; een pilot onderzoek naar de ontwikkeling van een ranglijst*. R-98-28. SWOV, Leidschendam.

Kampen, L.T.B. van & Harris, S., (1995). *De werkelijke omvang van de verkeersonveiligheid in Nederland*. R-95-8. SWOV, Leidschendam.

Lubitz, A. (1998). *Vorbeugen ist besser*. In: Lastauto Omnibus 75 (1998) 2, p. 26-30.

Mulder, S. et al. (1995). *Ongevallen in Nederland, opnieuw bekeken*. Consument en Veiligheid, Amsterdam.

Mulder, J.A.G. (1997). *Gebruik van beveiligingsmiddelen in 1997*. SWOV Leidschendam, 1997.

Morris, A.P. & Thomas, P. (1996). *Neck Injuries in the UK Co-operative Crash Injury Study*. In: 40th Stapp Car Crash Conference Proceedings, SAE p. 305.

Seiffert, U. (1997). *Möglichkeiten und Grenzen der Neuen Frontal- und Seitenaufprall-Gesetzgebung*. In: *AutomobilTechnische Zeitschrift ATZ* 99 (1997) 9: p. 494-504.

Svensson, M.Y., Lövsund, P., Håland, Y & Larsson, S. (1996). *The Influence of Seat-Back and Head-Restraint Properties on the Head-neck Motion during Rear-Impact*. In: *Accident Analysis and Prevention* 28 (1996) 2: p. 221-227.

Viano, D.C. & Gargan, M.F. (1995). *Headrest Position during Normal Driving: Implications to Neck Injury Risks in Rear Crashes*. 39th Annual Proceedings AAAM.

Warner, C.Y., Strother, C.E., James, M.B. & Decker, R.L. (1991). *Occupant Protection in Rear-end Collisions: II. The Role of Seat Back Deformation in Injury Reduction*. in: 35th Stapp Car Crash Conference Proceedings, SAE p. 251.

In onderstaande tabel zijn die wegvakken van autosnelwegen weergegeven die in 1995 een bovengemiddelde score hadden op het aantal kop/staart-botsingen met achteraanrijding bij personenauto's per miljoen afgelegde voertuigkilometers (het kencijfer PS). Deze 47 wegvakken bezitten een PS die hoger is dan het gemiddelde plus 1,65 x de standaardafwijking (90 - percentiel).

Enkele lokaties vallen op door een hoog risico:

- Wegvak 37-43: RW 20 'Ring Rotterdam' Schiedam - Crooswijk.
- Wegvak 11-28: RW 10 'Ring Amsterdam', Watergraafsmeer - Coentunnel, in beide richtingen.
- Wegvak 33-35: RW 16 'Ring Rotterdam' Brienenoord - Terbregseplein
- Wegvak 29-30: RW 12 'Utrechtse Baan' Den Haag Centrum - Voorburg
- Wegvak 44-45: RW 20 'Ring Rotterdam' Terbregseplein - Kleinpolderplein (gedeeltelijk)

Deze weggedeelten kennen veel samenvoegingen en splitsingen van autosnelwegen, in- en uitvoegingen, en dagelijkse filevorming.

In de file top-20 van 1995 stond:

- wegvak 10 op de zesde plaats
- wegvak 8 en 9 op de zestiende plaats
- wegvak 44 en 45 op de zeventiende plaats
- wegvak 29 en 30 op de negentiende plaats

Er is dus weinig overeenstemming tussen deze wegvakken en de file top-20. Wel is er vermoedelijk een verband tussen filevorming, veel in- en uitvoegmanoeuvres, en een grote kans op kop/staart-botsingen met achteraanrijding. Bovendien moet bedacht worden dat een file een lopend verschijnsel is: incidenten vinden plaats aan het begin van de file, die zich steeds verder achterwaarts verplaatst. Deze incidenten kunnen dan over een zekere lengte verspreid plaats vinden en komen dan niet tot uitdrukking bij de gevolgde methode.

Wegvakken 1995

WEGVAK	RW	R	BEGIN	EIND	PS	NAAM_A	NAAM_B
1	1	1	8.5	9.5	14.0	Kp.Diemen	Muiden
2	1	2	5.6	3.5	14.3	Kp.Watergraafsmeer	Diemen N
3	2	1	62.6	63.8	14.2	Utrecht	Kp.Oudenrijn
4	4	1	46.1	48.2	13.3	Kp.Pr. Clausplein	Kp.Ypenburg
5	4	2	46.9	46.2	17.1	Kp.Pr. Clausplein	Kp.Ypenburg
6	7	1	142.5	143.3	18.8	Heerenveen W	Kp.Heerenveen
7	8	2	5.4	5.0	17.5	Oostzaan	Kp.Zaandam
8	9	1	32.2	32.8	13.3	Aalsmeer	Kp.Badhoevedorp
9	9	1	32.8	34.0	20.0	Aalsmeer	Kp.Badhoevedorp
10	9	1	51.6	53.8	18.2	IJmuiden	Beverwijk
11	10	1	11.5	13.0	19.3	Kp.Watergraafsmeer	Diemen S 113
12	10	1	13.9	14.8	13.3	Duivendrecht S 112	Ind.Amstel S 111
13	10	1	14.8	15.9	17.3	Ind.Amstel S 111	Kp.Amstel
14	10	1	17.6	20.0	13.3	RAI S 110-109	Amstelveen S 108
15	10	1	20.1	21.1	21.0	Amstelveen S 108	Kp.De Nieuwe Meer
16	10	1	21.5	22.0	40.0	Kp.De Nieuwe Meer	Sloten S 107
17	10	1	22.0	23.3	15.4	Sloten S 107	Osdorp S 106
18	10	1	23.3	24.9	18.1	Osdorp S 106	Geuzenveld 1 S 105
19	10	1	24.9	25.5	13.3	Geuzenveld 1 S 105	Geuzenveld 2 S 104
20	10	1	28.6	31.1	14.0	Hemhavens S 101	Kp.Coenplein
21	10	2	13.0	11.5	13.3	Kp.Watergraafsmeer	Diemen S 113
22	10	2	14.8	13.9	26.7	Duivendrecht S 112	Ind.Amstel S 111
23	10	2	20.0	17.6	13.8	RAI S 110-109	Amstelveen S 108
24	10	2	22.0	21.1	28.9	Kp.De Nieuwe Meer	Sloten S 107
25	10	2	22.6	22.0	35.0	Sloten S 107	Osdorp S 106
26	10	2	24.9	23.3	21.3	Osdorp S 106	Geuzenveld 1 S 105
27	10	2	25.5	24.9	15.0	Geuzenveld 1 S 105	Geuzenveld 2 S 104
28	10	2	27.2	26.7	14.0	Haarlem S 104-103	Havens W S 102
29	12	1	5.1	5.5	62.5	Voorburg	Kp.Pr.Clausplein
30	12	1	5.5	6.3	25.0	Voorburg	Kp.Pr.Clausplein
31	12	2	60.1	58.9	18.3	Nieuwegein	Utrecht
32	16	1	19.1	21.7	18.1	Rotterdam C	R'dam Feijenoord
33	16	2	16.8	16.0	13.8	Kp.Terbregseplein	R'dam Pr.Alexander
34	16	2	17.5	16.8	14.3	R'dam Pr.Alexander	R'dam Kralingen
35	16	2	21.7	19.1	27.3	Rotterdam C	R'dam Feijenoord
36	17	2	1.1	0.1	14.0	Kp.Klaverpolder	Moerdijk
37	20	1	26.2	27.4	27.5	Schiedam	Ind.Spaanse Polder
38	20	1	27.4	28.6	26.7	Ind.Spaanse Polder	Kp.Kl.Polderplein
39	20	1	28.6	29.0	27.5	Ind.Spaanse Polder	Kp.Kl.Polderplein
40	20	1	29.0	29.4	25.0	Kp.Kl.Polderplein	Rotterdam C
41	20	1	29.4	29.8	20.0	Kp.Kl.Polderplein	Rotterdam C
42	20	1	29.8	30.8	17.0	Kp.Kl.Polderplein	Rotterdam C
43	20	1	30.8	32.5	21.8	Rotterdam C	R'dam Crooswijk
44	20	2	30.8	30.3	16.0	Kp.Kl.Polderplein	Rotterdam C
45	20	2	34.5	32.5	14.0	R'dam Crooswijk	Kp.Terbregseplein
46	27	1	34.1	35.5	14.3	Sleeuwijk	Ind.Avelingen
47	59	1	102.2	102.7	32.0	Raamsdonk	Kp.Hoopolder

WEGV = Wegvak

RW = Rijkswegnummer

R = Richting 1 = oplopend, 2 = aflopend

PS = Aantal kop/staart-botsingen met achteraanrijding
van personenauto's, per miljoen voertuigkilometers

De naam 'whiplash' is langzamerhand ingeburgerd geraakt, mogelijk vanwege de aandacht in de media voor dit letsel en voor de gevolgen ervan. Er is sprake van een complex ontstaansmechanisme van dit type nekletsel, een gevolg van plotselinge en heftige bewegingen van het hoofd ten opzichte van de romp. In medische termen is dit een distorsie van de nekwerfels. Whiplash kan ook ontstaan bij plotselinge zijwaartse en voorwaartse bewegingen van het hoofd. In de meeste gevallen is de achterwaartse ruk het belangrijkste, temeer daar in die richting het hoofd niet op 'natuurlijke' wijze door andere lichaamsdelen wordt beperkt in de beweging.

Het letsel levert een diversiteit aan klachten, waarbij nauwelijks een objectieve diagnose valt te stellen zolang er geen verdere weefselbeschadigingen zijn. Behalve directe schade in de nek-regio treedt in veel gevallen ook indirecte schade aan de hersenen op. Hierdoor is het whiplash-letsel en met name de later optredende klachten te vergelijken met sommige soorten hersenletsel.

Hoewel bij veel patiënten de (pijn)klachten al direct optreden, komt het ook vaak voor dat zich pas na enige tijd klachten ontwikkelen.

Bekende klachten zijn behalve pijn ook slapeeloosheid, lusteloosheid en langdurige beperking van de bewegingsmogelijkheid van de nek. Bij een flink deel van de patiënten verdwijnen de klachten en is alleen sprake geweest van tijdelijke ongeschiktheid voor het verrichten van de normale activiteiten. Over de gevolgen is betrekkelijk weinig bekend. Onlangs verscheen een TNO-rapportage over de resultaten van een enquête onder leden van de Nederlandse Stichting Whiplash Patiënten.

Hoewel de geënqueteerde groep door het type enquête en door zelfselectie mogelijk een niet-representatieve doorsnede vormt, zijn er veel relevante observaties mogelijk gebleken.

Bevestigd wordt dat whiplash-klachten lang niet altijd terstond na het ongeval optreden, soms zelfs maanden later. Ook is duidelijk geworden dat de klachten bij een deel van de patiënten niet verdwijnen (mogelijk overigens een reden waarom men lid van de NSWP is geworden).

Het verschil in frequentie van whiplash letsel tussen de geslachten blijkt duidelijk, zonder dat echter een afdoende verklaring wordt gevonden.

Een vrij groot deel slachtoffers is niet afkomstig van achteraanrijdingen met auto's.

Over whiplash letsel in het algemeen en diverse medische en technische aspecten ervan is een Nederlandse publikatie verschenen, waarin artikelen van verschillende deskundigen zijn opgenomen (Het whiplash-probleem, onder redactie van Dr. A.J.E.M. Fischer, Dr H. Kingma en Dr. J. Patijn; Data medica 1992). Uit dit werk blijkt dat veel informatie vaak tegenstrijdig is en dat er bovendien veel nieuwe kennis nodig is. Zo is er nog nauwelijks objectieve informatie over de ernst en de duur van de gevolgen, ook al zijn er vele specifieke onderzoeken gedaan bij individuele slachtoffers en bij groepen slachtoffers.

(Van Kampen, 1998)