

# **Vermoeidheid achter het stuur**

Drs. I.N.L.G. van Schagen

R-2003-16



## **Vermoeidheid achter het stuur**

Een inventarisatie van oorzaken, gevolgen en maatregelen

## Documentbeschrijving

Rapportnummer: R-2003-16  
Titel: Vermoeidheid achter het stuur  
Ondertitel: Een inventarisatie van oorzaken, gevolgen en maatregelen  
Auteur(s): Drs. I.N.L.G. van Schagen  
Onderzoeksthema: Weggebruikers: de relatie tussen gedrag, omgeving en ongevallen  
Themaleider: Drs. I.N.L.G. van Schagen  
Projectnummer SWOV: 31.220

Trefwoorden: Accident, fatigue (human), cause, driver, skill (road user), driving (veh), steering (process), reaction (human), accident prevention, publicity, legislation, safety culture, Netherlands.

Projectinhoud: Literatuurstudie naar de oorzaken van vermoeidheid en de problemen die vermoeidheid veroorzaakt in relatie met verkeersveiligheid. Ook worden de mogelijkheden om maatregelen te treffen op de korte termijn evenals op de lange termijn geïnventariseerd.

Aantal pagina's: 42 + 3  
Prijs: € 11,25  
Uitgave: SWOV, Leidschendam, 2003

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

## Samenvatting

In toenemende mate wordt ook in Nederland onderkend dat vermoeidheid achter het stuur een belangrijke factor is bij het ontstaan van verkeersongevallen. Deze studie beoogt aan de hand van de literatuur een overzicht te geven van de kennis en inzichten over de relatie tussen vermoeidheid en verkeersveiligheid.

Uit de literatuur blijkt dat vermoeidheid veel meer oorzaken kent dan de tijd die iemand achter het stuur zit. Te weinig slaap of een slechte kwaliteit slaap (bijvoorbeeld vanwege een slaapstoornis, medicatie, maar ook lifestyle gerelateerd), tijd van de dag of stress-situaties werken alle het ontstaan van vermoeidheid in de hand. Dit betekent dat vermoeidheid achter het stuur niet alleen voorkomt in landen waar grote afstanden worden gereden, maar ook in kleinere landen als Nederland. Het betekent bovendien dat vermoeidheid achter het stuur niet alleen een probleem is voor beroepschauffeurs, maar ook voor de gewone autobestuurder.

Vermoeidheid leidt tot een verminderde handelingsbekwaamheid en een verminderde handelingsbereidheid. Er treedt een verslechtering op in de psychomotorische, perceptuele en cognitieve vaardigheden, en ook de stemming en de motivatie worden minder. Waar het gaat om de rijvaardigheid blijkt vermoeidheid zich vooral te manifesteren op operationeel niveau (minder goed koers houden, minder vloeiende stuurbewegingen), maar ook op tactisch niveau (minder alert reageren op snelheidsvermindering van een voorligger, minder adequaat reageren op informatie uit de omgeving).

Het is buitengewoon lastig om vast te stellen in welke mate vermoeidheid een rol speelt bij het ontstaan van ongevallen. De oorzaak hiervan ligt vooral in het feit dat vermoeidheid vrijwel niet op objectieve wijze is te diagnosticeren, in tegenstelling tot bijvoorbeeld alcoholgebruik. Wanneer de verschillende buitenlandse gegevensbronnen worden gecombineerd, moet geconcludeerd worden dat bij 10 tot 15% van de ernstige ongevallen vermoeidheid een (mede)oorzaak is. Er is geen reden aan te nemen dat dit percentage in Nederland wezenlijk anders ligt. In verschillende epidemiologische studies is bovendien gevonden dat vermoeide bestuurders een grotere kans hebben op een ongeval dan niet vermoeide bestuurders.

De kortetermijnmogelijkheden om maatregelen te treffen die het aantal vermoeidheidsgerelateerde ongevallen doen afnemen zijn beperkt, vooral voor de 'gewone' autobestuurder. Hier kan op dit moment eigenlijk alleen iets gedaan worden in de voorlichtende sfeer, waardoor mensen zich meer bewust worden van de rol van vermoeidheid in het verkeer; voorwaardelijk maar zeker niet afdoende om gedragsverandering te bewerkstelligen. Voor de beroepschauffeurs liggen er daarnaast mogelijkheden in wetgeving op het gebied van rij-, rust- en arbeidstijden en de handhaving daarvan en ook in het opzetten van zogenoemde 'fatigue management' programma's en, of in combinatie met, het propageren van een veiligheidscultuur (safety culture) bij de transportondernemingen.

In de verdere toekomst liggen er mogelijkheden op het gebied van intelligente systemen die vermoeidheid automatisch detecteren en eventueel ingrijpen. Er zijn verschillende veelbelovende ontwikkelingen gaande, maar grootschalige toepassing zal naar verwachting nog wel even op zich laten wachten.

# Summary

## **Fatigue while driving; Inventory of causes, effects, and measures**

Also in the Netherlands there is an increasing awareness that driving while tired is an important factor in the occurrence of road accidents. This literature study aims at providing an overview of the knowledge and insights about the relation between fatigue and road safety.

The literature study showed that fatigue has many more causes than the time somebody has been driving. Too little sleep or a poor quality sleep (e.g. because of a sleeping disorder, medication, but also because of lifestyle), the time of day, and stress situations all contribute to the occurrence of fatigue. This means that fatigue while driving does not only occur in countries where long distances are driven, but also in smaller countries such as the Netherlands. This means, moreover, that fatigue while driving is not only a problem for professional drivers, but also for the ordinary car driver.

Fatigue leads to a reduced action capability and a reduced action readiness. A decline of the psychomotoric, perceptual, and cognitive skills occurs, and also the mood gets worse and motivation is reduced. As far as driving skills are concerned, fatigue appears to manifest itself especially at the operational level (worse lane control, less smooth steering movements); but also at the tactical level (reacting less alertly to speed reduction of a vehicle in front and reacting less adequately to information from the surroundings).

Determining the extent to which fatigue plays a part in accidents occurring is extremely awkward. It is almost impossible to objectively diagnose fatigue; this in contrast with alcohol use. When the various foreign data sources are combined, it must be concluded that fatigue is a (partial) cause in 10-15% of all severe accidents. There is no reason to suppose that in the Netherlands this percentage is substantially different. In addition, various epidemiological studies have shown that tired drivers have a greater chance of having an accident than those not tired.

The short-term possibilities of taking measures to reduce the number of fatigue-related accidents are limited, especially for the 'normal' car driver. The only thing that can be done at the moment is in the sphere of information. More information can make people more aware of the role of fatigue in traffic; a precondition but by no means sufficient to achieve behavioural changes. In addition, for professional drivers there are legal possibilities concerning driving hours, duration, and rest periods and their enforcement, but there is also the possibility of starting so-called fatigue management programmes and/or in combination with propagating a safety culture within haulage companies. In the more distant future, there are possibilities in the sphere of intelligent systems that automatically detect and, if necessary, intervene. There are various promising developments, but their large-scale application will take some time.





# Inhoud

1.	<b>Inleiding</b>	9
2.	<b>Vermoeidheid: oorzaken en gevolgen</b>	11
2.1.	Het begrip vermoeidheid: fysiologische en psychologische connotaties	11
2.2.	Het ontstaan van vermoeidheid	11
2.3.	De prevalentie van vermoeidheid	12
2.4.	Gevolgen van vermoeidheid	14
2.5.	Conclusie	14
3.	<b>Vermoeidheid en de effecten op de rijvaardigheid</b>	16
3.1.	Stuurgedrag en positie op de weg	16
3.2.	Snelheidskeuze en volgafstanden	17
3.3.	Reacties op wijzigende verkeerssituaties	17
3.4.	Individuele verschillen	18
3.5.	Driving without awareness	18
3.6.	Conclusies	19
4.	<b>Vermoeidheid en verkeersongevallen</b>	20
4.1.	Gegevens uit politierapporten	20
4.2.	Schattingen op grond van vragenlijsten	21
4.3.	Schattingen op grond van in-depth studies	21
4.4.	De risicoverhogende werking van vermoeidheid	22
4.5.	Karakteristieken van vermoeidheidsongevallen en risicogroepen	24
4.6.	Conclusies	25
5.	<b>Maatregelen</b>	27
5.1.	Voorlichting	27
5.2.	Weginrichting	28
5.3.	Detectie- en waarschuwingssystemen	28
5.4.	Wet- en regelgeving	29
5.5.	Fatigue management en safety culture	30
5.6.	Conclusies	31
6.	<b>Samenvatting en conclusies</b>	33
	<b>Literatuur</b>	37
<b>Bijlage 1</b>	De Epworth Sleepiness Scale	43
<b>Bijlage 2</b>	De Stanford Sleepiness Scale	45



# 1. Inleiding

Vermoeidheid wordt in toenemende mate erkend als belangrijke factor in het ontstaan van verkeersongevallen. In veel landen heeft dit geleid tot allerlei groot- en kleinschalige onderzoeken naar de effecten van vermoeidheid op de rijvaardigheid: naar de relatie tussen vermoeidheid en ongevalsbetrokkenheid, naar de mogelijkheden vermoeidheid op objectieve wijze vast te stellen, en naar mogelijkheden de effecten van vermoeidheid te beperken.

Het fenomeen vermoeidheid in relatie tot verkeersonveiligheid kreeg in Nederland en ook in veel andere Europese landen tot voor kort nog nauwelijks aandacht. Dit in tegenstelling tot landen als Australië, de Verenigde Staten en Canada. Een belangrijke reden is vermoedelijk dat gedacht wordt dat vermoeidheid in relatief kleine landen zoals Nederland in veel mindere mate een rol speelt dan in grote landen, waar immers veel langere afstanden moeten worden afgelegd.

Het lijkt echter wat voorbarig om op grond daarvan te concluderen dat vermoeidheid dus geen aandacht verdient wanneer gekeken wordt naar de verkeersveiligheidssituatie in Nederland. In de eerste plaats is het verkeer op de Nederlandse wegen niet alleen verkeer dat zich uitsluitend binnen de grenzen van ons land beweegt. Een deel van de verkeersstromen bestaat uit voertuigen die van buiten de grenzen komen en die dus gemakkelijk al een duizend kilometer achter de rug kunnen hebben. In de tweede plaats is de tijd die iemand achter het stuur zit, slechts één van de vele factoren die vermoeidheid teweeg kunnen brengen. Andere factoren zijn bijvoorbeeld tijd van de dag of onvoldoende slaap. Kortom, er is geen reden om op voorhand te veronderstellen dat vermoeidheid in Nederland geen rol van betekenis speelt.

Inmiddels is dit ook de mening van het Nederlandse beleid, zij het dat tot op heden vermoeidheid vooral als potentieel probleem voor het beroeps-goederen en -personenvervoer wordt gezien (Brookhuis, Vlakveld & Kraay, 2001). Ook in andere Europese landen neemt de belangstelling voor vermoeidheid toe, hetgeen onder andere blijkt uit een groot aantal onderzoeksprojecten op dit gebied, zowel nationaal als in Europees verband (Brookhuis, 2002). Veel van deze projecten, zo concludeert Brookhuis, richten zich op technologische oplossingen om tekenen van vermoeidheid bij bestuurders te detecteren en hen vervolgens hierop te attenderen. In Australië en voor een belangrijk deel ook in de Verenigde Staten en Canada werkt men vooral aan de ontwikkeling van zogenoemde 'fatigue management programs' gericht op transportbedrijven (Hartley & Horberry, 2000). In de Verenigde Staten krijgt ook algemene publieksvoorlichting over het ontstaan en de effecten van vermoeidheid veel aandacht (NHTSA, 2001).

Dit rapport geeft een overzicht van wat er zoal speelt rondom vermoeidheid in relatie tot verkeersveiligheid. Aan de hand van de literatuur uit met name de Verenigde Staten en Australië, maar ook uit Europese landen, wordt beschreven op welke wijze en in welke mate vermoeidheid de verkeersveiligheid beïnvloedt. In *Hoofdstuk 2* worden eerst het begrip vermoeidheid

en de oorzaken en gevolgen in algemene zin besproken. *Hoofdstuk 3* geeft een overzicht van wat er bekend is over de effecten van vermoeidheid op de rijvaardigheid, terwijl *Hoofdstuk 4* de effecten op de ongevals-betrokkenheid behandelt. De mogelijkheden om de negatieve effecten van vermoeidheid te voorkomen of te beperken zijn het onderwerp van *Hoofdstuk 5*. In *Hoofdstuk 6* tenslotte worden de belangrijkste gegevens samengevat en voor zover mogelijk geïnterpreteerd naar hun betekenis voor de Nederlandse verkeers- en vervoerssituatie.

## 2. Vermoeidheid: oorzaken en gevolgen

### 2.1. Het begrip vermoeidheid: fysiologische en psychologische connotaties

In de literatuur worden veel verschillende definities van vermoeidheid (fatigue) en slaperigheid (sleepiness, drowsiness) gehanteerd; bovendien worden deze termen vaak door elkaar gebruikt. Er bestaat geen eenduidige definitie voor de begrippen. Slaperigheid kan gedefinieerd worden als de (neuro-biologische) behoefte om te slapen (NHTSA, 2001), voortkomend uit zogenoemde fysiologische waak-slaap krachten (Johns, 2000). Aan vermoeidheid (fatigue) ligt van oorsprong een meer fysieke connotatie ten grondslag. Vermoeidheid kan voortkomen uit fysieke arbeid of het langdurig uitvoeren van (hetzelfde soort) activiteiten; vermoeidheid kan lokaal zijn (bijvoorbeeld een spier) of meer algemeen. Daarnaast kan er ook sprake zijn van mentale vermoeidheid: niet de energie hebben om iets te doen (ETSC, 2001). Ook Brown (1994) geeft aan dat er aan vermoeidheid een psychologische kant zit. Volgens hem is vermoeidheid vooral een subjectieve ervaring van mensen die om welke reden dan ook verplicht zijn of zich verplicht voelen door te gaan met een taak terwijl ze onzeker zijn dat ze die taak nog efficiënt kunnen uitvoeren. Hij definieert vermoeidheid dan ook als de subjectief ervaren tegenzin om door te gaan met de taak waarmee men bezig is. Als men dan toch door gaat zal, volgens Brown, de ervaren vermoeidheid toenemen en zal uiteindelijk de taakuitvoering achteruit gaan. Dit sluit duidelijk aan bij de wijze waarop Meijman (1991; in Brookhuis, 2002) vermoeidheid omschrijft: vermoeidheid uit zich in een verminderde handelingsbereidheid en in een verminderde handelingsbekwaamheid. Vermoeidheid wordt op deze manier dus vooral gedefinieerd in termen van de consequenties. In *Paragraaf 2.3* wordt verder op de gevolgen van vermoeidheid ingegaan. In de volgende paragraaf worden eerst de biologische en fysiologische aspecten van het ontstaan van vermoeidheid beschreven.

### 2.2. Het ontstaan van vermoeidheid

Vermoeidheid kent vele oorzaken. Vroeger werd vermoeidheid direct en vrijwel uitsluitend gekoppeld aan de tijd die men met een bepaalde taak bezig is (time-on-task). Ook nu nog wordt dat als een van de belangrijke oorzaken gezien. Echter, in de loop der jaren is er steeds meer onderzoek gedaan naar het ontstaan van vermoeidheid en zijn andere minstens zo belangrijke factoren geïdentificeerd (zie bijv. Brown, 2001; NHTSA, 2001; TRB, 2000; NTSB; 1999, Rosekind, 1999; Milanovic & Klemenjak, 1999).

In de eerste plaats is dit een slaapttekort. Dit slaapttekort kan chronisch of acuut zijn. Een chronisch slaapttekort is het gevolg van te weinig slaap over een lange periode. Gemiddeld genomen heeft de mens 8 uur slaap per 24 uur cyclus nodig. Als dit systematisch niet wordt gehaald ontstaat een slaapschuld die zich over de tijd opbouwt. Hoe groter de slaapschuld, hoe groter de vermoeidheid en de neiging te gaan slapen. Naast de hoeveelheid slaap is ook de kwaliteit van de slaap van groot belang bij het voorkomen van een slaapschuld. Wanneer er regelmatig interrupties optreden in de slaap is er sprake van slaapfragmentatie en die leidt, net als

te weinig slaap, tot het ontstaan van een slaapschuld. Slaapfragmentatie komt bijvoorbeeld voor ten gevolge van slaapstoornissen zoals slaapapneu en narcolepsie, maar ook als bijwerking van chronische ziekten en/of medicatie en ook ten gevolge van externe factoren zoals een lawaaierige of oncomfortabele slaapomgeving.

Naast een chronisch, langzaam opgebouwd slaapttekort kan er ook sprake zijn van een acuut slaapttekort. Een acuut slaapttekort komt ook voort uit te weinig slaap, maar op een minder structurele manier dan bij een chronisch slaapttekort. Er is al sprake van een acuut slaapttekort na één slechte of korte nacht. Wanneer er te weinig is geslapen in een 24-uurs periode is er sprake van een partieel acuut slaapttekort. Van een volledig acuut slaapttekort is sprake wanneer er in een 24-uurs periode helemaal niet is geslapen.

Vermoeidheid of slaperigheid kan ook ontstaan zonder dat er sprake is van een slaapttekort. Deze vorm van vermoeidheid hangt meestal samen met de circadische slaapcyclus of het bioritme. Dit houdt in dat het menselijk lichaam op bepaalde tijden van de 24-uurs cyclus een grotere behoefte heeft aan slaap dan op andere tijden. Dit is het meest en het langst het geval vroeg in de ochtend (zo tussen middernacht en 6 uur 's ochtends) en, minder diep en korter, ongeveer 12 uur later (zo tussen 2 en 4 uur in de middag). Op die momenten bestaat er een natuurlijke neiging om te slapen en als daar niet aan toe kan worden gegeven ontstaat een gevoel van slaperigheid.

Leeftijd, lichamelijke conditie, het gebruik van alcohol, drugs en/of medicijnen, externe factoren zoals temperatuur, lawaai, vibraties, en ook de ervaring die iemand met een taak heeft zijn factoren die als mediërende factoren worden gezien. Verveling, bijvoorbeeld omdat men lange tijd in zijn eentje op een saaie weg rijdt, veroorzaakt op zichzelf geen vermoeidheid of slaperigheid, maar kan er wel voor zorgen dat de gevolgen ervan zich eerder manifesteren.

Brown (2001) gaat naast bovengenoemde factoren nog in op de factor stress bij het ontstaan van vermoeidheidsverschijnselen. Stress wordt in dit verband gezien als een situatie waarin de taakvereisten de beschikbare informatieverwerkingscapaciteit te boven gaat. Dit kan komen omdat ofwel de hoeveelheid te verwerken informatie te groot is, ofwel omdat de informatieverwerkingscapaciteit minder is dan normaal. Stress wordt gevoeld als werkdruk en, als dat (te) lang aanhoudt, uit zich dat in gevoelens van vermoeidheid.

### **2.3. De prevalentie van vermoeidheid**

Gezien de grote verscheidenheid aan oorzaken van vermoeidheid kan rustig gesteld worden dat iedereen zich wel eens moe voelt. In de Verenigde Staten zegt 75 procent van de mensen regelmatig overdag moe te zijn waarvan 32 procent op een ernstige manier (Rosekind, 1999). Caldwell & Caldwell (1998) verwijzen naar een Amerikaans bevolkingsonderzoek. Daarbij gaf ongeveer een derde van de respondenten aan sterk vermoeid te zijn, ongeveer 6% meldde zeer ernstig vermoeid te zijn en bijna 10% van de volwassen respondenten gaf te kennen te lijden aan een

serieuze vorm van slapeloosheid. In België wordt geschat dat eenderde van de bevolking slaapproblemen heeft (Alaerts, 1999). Het is dan ook niet verwonderlijk dat veel mensen aangeven vaak vermoeid achter het stuur te zitten en ook wel eens in slaap te zijn gevallen. Zoals uit de volgende paragrafen blijkt, geldt dat zowel voor de gewone automobilist als voor de beroepschauffeur.

In een telefonisch interview in New York State (McCartt et al., 1996) zei meer dan de helft (54,6%) van de 1000 respondenten met een rijbewijs het afgelopen jaar wel eens vermoeid en slaperig achter het stuur te hebben gezeten en een kwart (25,4%) gaf aan wel eens achter het stuur in slaap te zijn gevallen.

Een Franse studie, waarbij willekeurige passanten van een tolpoort bij Biarritz en Bordeaux een vragenlijst invulden (Philip et al., 1999) laat zien dat de helft van de automobilisten de voorgaande nacht minder dan normaal had geslapen; 12,5% van de automobilisten de nacht voorafgaande aan de trip 3 uur minder dan normaal heeft geslapen; 2,7% 5 uur minder dan normaal. Het ging hier over met name vakantieverkeer in Frankrijk (87% van de respondenten) en de gemiddeld gereden afstand op het moment van het interview was 377 km. Ongeveer eenderde had meer dan 500 km gereden; 10% had meer dan 8 uur gereden. Bijna 15% was de reis begonnen tussen 2 en 6 uur 's nachts een periode van laag circadisch ritme. Interviews vonden plaats tussen 8 uur 's ochtends en 8 uur 's avonds. In totaal zijn er 2196 automobilisten gestopt voor het interview, met een responspercentage van 91%.

Levelt (2002) ondervroeg 291 vrachtautochauffeurs schriftelijk. Er werd gevraagd hoe vaak men zijn vrachtauto aan de kant van de weg zet omdat men te moe is. Dit komt bij 7% bijna dagelijks of vaker voor, bij 29% een paar keer per maand of vaker en 59% zegt dat het (bijna) nooit voorkomt.

Uit een Finse vragenlijststudie (Häkkinen & Summala, 2000a/b) onder 317 mannelijke vrachtwagenchauffeurs bleek dat met name lange-afstandsrijders regelmatig met vermoeidheid achter het stuur te kampen hebben. Ruim 40% van de respondenten gaf aan de afgelopen drie maanden wel eens 'weggedommeld' te zijn achter het stuur, waarvan ruim de helft (ongeveer 25%) tenminste twee keer. Bij korte-afstandsrijders speelt vermoeidheid een minder grote rol, zo blijkt uit dit Finse onderzoek: ongeveer 15% van de ondervraagden zei de afgelopen drie maanden wel eens weggedommeld te zijn achter het stuur.

Uit een Israelisch onderzoek onder vrachtwagenchauffeurs (korte-afstandsrijders) blijkt dat 25% het afgelopen jaar tenminste éénmaal achter het stuur in slaap was gevallen (Oron-Gilad & Shinar, 2000). Uit een Amerikaanse studie komen vergelijkbare cijfers naar voren. Uit deze interviewstudie (McCartt et al., 2000) blijkt dat van de 593 ondervraagde vrachtwagenchauffeurs bijna de helft (47%) ooit wel eens in slaap was gevallen achter het stuur van hun truck. Een kwart zegt dat dit het afgelopen jaar nog is gebeurd. In slaap vallen achter het stuur blijkt samen te hangen met een gevoel van algemene slaperigheid overdag (volgens de Epworth Sleepiness Scale; zie *Bijlage 1*), lange werkdagen/weinig uren vrij, slecht slapen onderweg en de aanwezigheid van symptomen van

slaapstoornissen. Volgens deze studie zijn het vooral de oudere, meer ervaren chauffeurs die tijdens het uitoefenen van hun beroep last hebben van in slaap vallen achter het stuur.

Uit een al wat oudere interviewstudie onder in meerderheid (62%) Nederlandse internationale vrachtwagenchauffeurs (Van Ouwerkerk et al., 1986) blijkt dat 60% van de ondervraagde chauffeurs wel eens bijna en 24% wel eens daadwerkelijk achter het stuur in slaap is gevallen. Met name lange werktijden, onvoldoende rust en tijdsdruk werden als de belangrijkste oorzaken van het ontstaan van vermoeidheid genoemd.

#### 2.4. **Gevolgen van vermoeidheid**

Vermoeidheid heeft zowel invloed op psychomotorische en cognitieve functies als op de stemming en motivatie. Wat de effecten op de psychomotorische en cognitieve functies betreft, worden in algemene zin vaak genoemd (bijv. TRB, 2000; The Parliament of the Commonwealth of Australia, 2000): afname in alertheid, verminderde aandacht voor de taak, langere reactietijden, geheugenproblemen, een slechtere psychomotorische coördinatie, minder efficiënte en minder correcte informatieverwerking. Brown (2001) legt, wanneer het gaat om de effecten van vermoeidheid, de nadruk op de verminderde efficiëntie van de taakuitvoering. Hij stelt bijvoorbeeld dat vermoeidheid leidt tot een slechtere uitvoering van controle acties. Vermoeide mensen hebben bovendien meer informatie nodig over de taak en de omgeving alvorens zij reageren en zijn minder goed in staat op taakveranderingen te anticiperen. Dit komt, volgens Brown, mogelijk voort uit een verminderde sensorische en perceptuele effectiviteit, maar het is ook mogelijk dat dit voortkomt uit het feit dat vermoeide mensen onzekerder zijn over hun functioneren en daarmee de strategie van taakuitvoering aanpassen.

Williamson et al. (2000; 2001) hebben getracht de effecten van vermoeidheid te kwantificeren door een vergelijking te maken met de effecten van alcohol. Ze gebruikten daartoe een groot aantal psychomotorische en cognitieve tests, zoals reactietijdtaken, oog-handcoördinatie taken en vigilantietaken. Zij vonden dat de prestatie na 17 tot 19 uur zonder slaap vergelijkbaar was met de prestatie bij een bloedalcoholconcentratie van 0,5‰ en na 18 tot 20 uur zonder slaap met een bloedalcoholconcentratie van 1,0‰.

Naast een invloed op psychomotorische en cognitieve functies heeft vermoeidheid ook invloed op de stemming. Zo vermindert bij vermoeidheid de motivatie om een taak uit te voeren. De communicatie en interactie met de omgeving verslechtert. Men wordt agressiever, niet alleen tegenover mensen, maar ook tegenover dingen zoals gereedschap of het voertuig (Brown, 1994).

#### 2.5. **Conclusie**

Vermoeidheid ontstaat door een groot aantal factoren, die niet alleen te maken hebben met extreem lange werktijden (time-on-task), maar ook met een slechte kwaliteit en geringe kwantiteit van slaap, met de tijd van de dag, met stress-situaties en uiteraard met combinaties van deze factoren.



Op grond hiervan kan worden geconcludeerd dat vrijwel iedereen op meer of minder structurele wijze vermoeidheid ervaart. Dit blijkt ook uit het feit dat veel bestuurders, zowel beroepschauffeurs als 'gewone' automobilisten, zeggen regelmatig vermoeid achter het stuur te zitten en dat eveneens een aanzienlijk deel zegt wel eens in slaap te zijn gevallen achter het stuur. Wanneer iemand vermoeid is, uit dit zich met name in de kwaliteit en efficiëntie van de taakuitvoering: er treedt een verslechtering op in de psychomotorische, perceptuele en cognitieve vaardigheden. Daarnaast heeft vermoeidheid een negatief effect op de stemming en motivatie.

### 3. Vermoeidheid en de effecten op de rijvaardigheid

In diverse studies is nagegaan wat de effecten van vermoeidheid op de rijvaardigheid zijn. Over het algemeen zijn dit laboratoriumstudies waarin gebruik is gemaakt van een rij simulator. In een enkel geval is ook een veldstudie uitgevoerd. Vermoeidheid wordt meestal geïnduceerd door proefpersonen lange tijd niet te laten slapen (slaapdeprivatie) ofwel door proefpersonen lange tijd achter het stuur te laten zitten, al dan niet in combinatie met een veeleisende secundaire taak (time-on-task). In enkele studies worden de rijvaardigheidseffecten gerelateerd aan fysieke maten voor vermoeidheid (frequentie en duur van oogknipperingen en episoden van microslaap, een periode van slechts enkele seconden zeer lichte slaap, de zogenaamde stadium 1 slaap) en/of de mate waarin proefpersonen zelf zeggen zich vermoeid te voelen. Er worden verschillende maten gebruikt om het effect van vermoeidheid vast te stellen. De meeste van deze maten liggen op het operationele niveau van de rijtaak en betreffen de bediening van het voertuig zoals stuurgedrag en plaats op de weg. In een enkele studie wordt ook gekeken naar activiteiten op het tactisch niveau zoals snelheidskeuze, volgtijden en de reactie op wijzigingen in de verkeerssituatie. Hieronder worden enkele uitkomsten van deze onderzoeken gepresenteerd

#### 3.1. Stuurgedrag en positie op de weg

Vermoeidheid maakt het manoeuvreren op de weg minder adequaat. Van Winsum (1999) vond, in een studie waarin proefpersonen gedurende 3 uur in een simulator reden op een tweebaansweg buiten de bebouwde kom, dat de stuurbewegingen minder soepel werden en de amplitude van de stuurcorrectie groter werd. Ook de standaarddeviatie van de laterale positie nam toe; de (hypothetische) tijd totdat zonder stuurcorrectie de midden- of zijlijn zou worden overschreden, nam af. De meest gevoelige indicatie voor de mate van vermoeidheid was volgens deze studie de tijd dat de auto over een van de markeringslijnen reed. Ook Lenné et al. (1998) concluderen dat vermoeidheid, in deze studie geïnduceerd door proefpersonen 24-36 uur wakker te houden, een negatief effect heeft op de standaarddeviatie van de laterale positie. Het effect is sterker dan dat van bestuurders met een bloedalcoholconcentratie van 0,4‰. Van der Hulst et al. (2001) vonden dat na 2,5 uur rijden in een simulator het stuurgedrag slechter werd. Uit een simulatorstudie van Desmond (1998) blijkt dat de effecten van vermoeidheid op laterale positie en stuurbewegingen groter zijn op rechte stukken weg dan in bochten. Volgens de auteur wijst dat er op dat vermoeide bestuurders in situaties met relatief lage taakvereisten (rechte stukken weg) meer problemen hebben hun inspanning en prestatie te reguleren dan in situaties met hogere taakvereisten (bochten). In situaties met lage taakvereisten was de taakmotivatie kleiner en dit kan volgens de auteur een verklaring zijn voor de gevonden verschillen. In een veldstudie (Summala et al., 1999) werden overigens geen consistente effecten gevonden op de stuurbewegingen. In deze studie, waarin overigens maar vier proefpersonen participeerden en die als zodanig ook volgens de auteurs nauwelijks als representatief kan worden aangemerkt, werd gedurende een nacht een afstand van 1200 kilometer afgelegd; aan het eind van de rit hadden de proefpersonen 21 tot 25 uur niet geslapen.

### 3.2. Snelheidskeuze en volgafstanden

In een Duitse studie (Hargutt et al., 2000), waarin proefpersonen gedurende langere tijd in een simulator reden bleek dat men sneller ging rijden naarmate men langer achter het stuur zat. Dit ging echter niet ten koste van de accuratesse van de taakuitvoering. Door de onderzoekers wordt dit gezien als een bevestiging van de hypothese dat naarmate men langer achter het stuur zit, het aandachtsniveau daalt, maar dat bestuurders proberen hun aandachtsniveau te reguleren door een andere, meer aandacht vergende rijstrategie toe te passen. Overigens bleek uit een andere studie van deze onderzoekers (Hargutt & Krüger, 2000) dat bij zeer extreme vermoeidheid, zich uitend in langzame oogknippering en episoden van microslaap, de strategie weer verandert van het vergroten van de taakvereisten (hogere snelheden) naar het verkleinen van de taakvereisten (lagere snelheden).

Ook in de studie van Van der Hulst et al. (2001) werden indicaties van compensatiestrategieën gevonden en wel in de richting van het verkleinen van de taakvereisten. Zij vonden dat proefpersonen die aangaven meer vermoeid te zijn na 2,5 uur in een simulator te hebben gereden, een grotere afstand tot hun voorligger aanhielden dan mensen die aangaven minder vermoeid te zijn. Dit gold echter in mindere mate voor proefpersonen die de taak onder tijdsdruk moesten uitvoeren.

### 3.3. Reacties op wijzigende verkeerssituaties

In dezelfde studie van Van der Hulst et al. (2001) werd gekeken naar de reactie van de proefpersonen op het afremmen van hun voorligger. Nadat men langer achter het stuur had gezeten nam de accuratesse van de reactie op geleidelijke snelheidsverminderingen van een voorligger meer af dan de reactie op een abrupte snelheidsvermindering. Deze resultaten suggereren volgens de auteurs, dat bestuurders bij een lange rit taken met een hoge prioriteit op niveau handhaven, maar verslechtering toelaten op taken met een minder hoge prioriteit. Dit komt overeen met bevindingen uit de veldstudie van Summala et al. (1999). Deze onderzoekers vonden dat de frequentie van oogknippering toenam naarmate men langer achter het stuur zat; een teken dat men meer moeite moet doen om zich te concentreren. Maar de frequentie van oogknippering nam af op momenten dat er een tegenligger aankwam. Dit gebeurde zowel tijdens het eerste deel van een nachtelijke rit over 1200 kilometer als tijdens het tweede deel van de rit. De onderzoekers concluderen dat de tijd achter het stuur geen effect heeft op de aandacht bij potentieel gevaarlijke situaties.

Als dit soort compensatiestrategieën al bestaan, dan betekent het niet dat ze altijd effectief zijn en afdoende om ongevallen te voorkomen. Althans dat blijkt uit een studie naar de effecten van cumulatief of chronisch slaapttekort (Thomas et al., 1998). In deze studie werden 66 beroepschauffeurs aselect ingedeeld in 4 groepen die gedurende zeven dagen respectievelijk 9 uur, 7 uur, 5 uur en 3 uur in bed waren. Het aantal ongevallen in een rijnsimulator was voor deze groepen respectievelijk 80, 136, 182 en 379. Uit EEG-metingen tijdens de simulatorsessies bleek dat slechts 1 procent van de ongevallen onmiddellijk werd voorafgegaan door een microslaap-episode.

Dit wijst er volgens de onderzoekers op dat slaapgerelateerde ongevallen zelden het gevolg zijn van het achter het stuur in slaap vallen, maar dat de meest ongevallen het gevolg zijn van sterk verminderde cognitieve vaardigheden en aandacht.

#### 3.4. **Individuele verschillen**

Niet iedereen is in gelijke mate ontvankelijk voor vermoeidheid en slaperigheid en niet iedereen reageert op dezelfde wijze op vermoeidheid. Verweij & Zaidel (2000) vonden in een studie waarin proefpersonen in de nacht gedurende 2 uur en 15 minuten in een simulator moesten rijden, dat mensen die extravert en snel verveeld waren en een externe locus of control hadden, meer ernstige rijfouten lieten zien ten gevolge van vermoeidheid. Van Winsum (1999) vond dat ouderen en jongeren in gelijke mate vermoeid werden van het langdurig rijden in een simulator, vastgesteld aan de hand van de frequentie van oogknippering en het percentage tijd dat de ogen meer dan 80 procent gesloten waren. Vermoeidheid had zowel bij jongeren als bij ouderen een negatief effect op het koers houden, maar het effect was groter bij ouderen.

#### 3.5. **Driving without awareness**

Een van de belangrijkste effecten van vermoeidheid is een toenemende verslapping van de aandacht voor de weg- en verkeersomstandigheden. Hoewel het niet geheel duidelijk is wat precies de relatie is met vermoeidheid wordt, in dit verband ook regelmatig het fenomeen 'Driving without awareness' genoemd. Bij 'Driving without awareness', ook wel aangeduid als 'Highway hypnosis' of 'Driving without attention mode', verkeert de bestuurder in een staat waarin hij/zij geen enkele actieve aandacht heeft voor de rijtaak en als het ware op de automatische piloot rijdt. Bestuurders worden op een gegeven moment 'wakker' en herinneren zich helemaal niets van waar en hoe ze daarvoor hebben gereden. Dit wordt wel een 'time-gap' genoemd. Volgens Brown (1994) zijn er aanwijzingen dat dit vooral voorkomt in situaties waarin steeds dezelfde en voorspelbare visuele taakvereisten worden gesteld. Het visueel scannen van de omgeving wordt daarbij steeds meer ingegeven door de verwachting dat er toch niets verandert. Chapman et al. (1997) vonden in een laboratoriumonderzoek een sterke positieve correlatie tussen de zelfgerapporteerde incidentie van dit soort time-gaps bij het autorijden en een rijtaakgerelateerde reactietaak (zo snel mogelijk een knop indrukken wanneer er op een autosnelweg een auto inhaalt). Opvallend was het feit dat er pas een significant verband werd gevonden nadat proefpersonen tenminste 15 minuten bezig waren met de taak. Dit kan volgens de auteurs komen ofwel omdat de taak eerst geautomatiseerd moet worden, danwel omdat eerst een bepaalde mate van vermoeidheid en/of vervingeling moet zijn ontstaan voordat de taakuitvoering verslechtert.

Welke mate dit is, verschilt tussen mensen en verklaart individuele verschillen in zowel de frequentie van time-gap ervaringen als het effect op de taakuitvoering.

### 3.6. Conclusies

In een groot aantal studies zijn effecten van vermoeidheid op de rijtaak vastgesteld, zowel op operationeel als op tactisch niveau. Zo wordt er bij vermoeidheid minder goed koers gehouden en zijn de stuurcorrecties minder vloeiend. Er wordt minder alert gereageerd op de snelheidsvermindering van voorliggers, vooral als dit geleidelijk gebeurt. Over het algemeen leidt vermoeidheid vooral tot vermindering van aandacht voor de rijtaak waardoor er niet of niet adequaat wordt gereageerd op informatie uit de omgeving. Dit lijkt met name te gelden voor situaties waarin de taakvereisten laag zijn. Het lijkt er op dat bestuurders wel in staat zijn de mate van aandacht te reguleren: de effecten van vermoeidheid zijn minder groot in situaties die meer aandacht vergen, bijvoorbeeld in bochten, als er een tegenligger nadert of een voorligger plotseling hard remt. Bovendien zijn er verschillende aanwijzingen dat bestuurders bewust dan wel onbewust hun rijstijl aanpassen aan hun vermoeidheid. Dit lijkt in twee richtingen te werken. In eerste instantie proberen bestuurders hun verslappende aandacht op peil te houden door de taakvereisten te verhogen, bijvoorbeeld door harder te gaan rijden. In tweede instantie, als de vermoeidheid verder toeneemt, worden de taakvereisten juist weer naar beneden gebracht, bijvoorbeeld door langzamer te gaan rijden of door een grotere volgafstand aan te houden.

## 4. Vermoeidheid en verkeersongevallen

Uit voorgaand hoofdstuk blijkt dat vermoeidheid een aantal voor veiligheid toch tamelijk essentiële aspecten van de rijvaardigheid negatief beïnvloedt. De mate waarin dit gegeven zich vertaalt naar het ontstaan van verkeersongevallen is het onderwerp van dit hoofdstuk. Informatie over de mate waarin vermoeidheid een rol speelt bij het ontstaan van verkeersongevallen, komt uit verschillende bronnen: politierapporten, in-depth ongevallenstudies en interview- en vragenlijstonderzoek. De resultaten van deze studies laten ver uiteenlopende schattingen zien van de rol die vermoeidheid speelt bij verkeersongevallen: van minder dan 1% tot meer dan 25% van de ongevallen, waarbij vermoeidheid en/of in slaap vallen een rol gespeeld zou hebben.

### 4.1. Gegevens uit politierapporten

Wanneer in de politierapporten wordt gekeken, lijkt vermoeidheid slechts een marginale rol te spelen in de verkeersveiligheid. Maycock (1995) vermeldt gegevens uit verschillende graafschappen in het Verenigd Koninkrijk. Daar varieert het aandeel ongevallen waarbij volgens de politieregistratie vermoeidheid een rol heeft gespeeld van 0,5% in West Yorkshire tot 3,7% in Wiltshire. Maycock vermeldt tevens een studie naar de rol van vermoeidheid bij ongevallen waarbij een vrachtauto is betrokken, gebaseerd op politierapporten. Bij 55 van de 1247 (4,4%) ongevallen met vrachtverkeer werd vermoeidheid als een van de (mede)oorzaken genoemd. In de Amerikaanse staat North Carolina werd in de periode 1991-1992 door de politie in 0,46 procent van de ongevallen in slaap vallen als oorzaak geregistreerd (Pack et al., 1995).

Het Nederlandse ongevallendatabestand kent als een van de vele toedrachtcategorieën "slaap/ziekte". Als eerste toedracht wordt gemiddeld over de laatste 10 jaar deze categorie toegekend aan ongeveer 1% van de slachtoffers (alle ernstcategorieën). Bij dodelijke slachtoffers is dit ruim 1,2%; bij ziekenhuisgewonden bijna 1,6%; en bij lichtgewonden 0,8%.

Het is zeer de vraag of de officiële politieregistraties een goed beeld geven van de rol van vermoeidheid en in slaap vallen bij verkeersongevallen. Een bestuurder zal zelden toegeven dat het ongeval is ontstaan doordat hij/zij in slaap is gevallen dan wel erg vermoeid was. Daarnaast zijn er ook aanwijzingen dat men bij korte perioden van slaap helemaal niet weet dat men geslapen heeft. Bonnet & More (in Horne & Reyner, 2001) vonden dat slechts 50% van de mensen die 2 tot 4 minuten geslapen hadden, zich hiervan bewust waren. Overigens realiseren de meeste mensen het zich wel, als ze vermoeid zijn (Horne & Reyner, 2000). Ook is vermoeidheid moeilijk op objectieve wijze vast te stellen, niet in de laatste plaats omdat de betrokkenheid bij een ongeval eventuele verschijnselen van vermoeidheid weer grotendeels teniet zal doen. Schattingen op grond van vragenlijsten en in-depth ongevalsanalyses geven dan ook een aanzienlijk grotere rol van vermoeidheid bij verkeersongevallen zien.

#### 4.2. Schattingen op grond van vragenlijsten

Maycock (1995) concludeert, gebaseerd op een schriftelijke enquête onder 4600 mannelijke autobestuurders in Engeland, dat in ongeveer 9 à 10% van de ongevallen vermoeidheid (mede) een rol speelt. Het percentage is hoger op autosnelwegen (ca. 20% van de ongevallen) dan op andere wegen buiten de bebouwde kom (14%) en op wegen binnen de bebouwde kom (7%). Tussen middernacht en 4 uur 's ochtends is ongeveer 36% van de ongevallen gerelateerd aan vermoeidheid, terwijl tussen 8 uur en 12 uur 's morgens vermoeidheid een rol speelt in ongeveer 4% van de ongevallen.

Sagberg (1999) voerde in Noorwegen een vragenlijstonderzoek uit. Bijna 30.000 bestuurders die bij een ongeval betrokken waren en daarvoor als schuldig waren beoordeeld, kregen een vragenlijst toegestuurd, waarin onder andere vragen werden gesteld over het laatste ongeval dat aan hun verzekeringsmaatschappij was gemeld. Een kleine 10.000 bestuurders retourneerden de vragenlijst, hetgeen overeenkomt met een responspercentage van net boven de 30%. In slaap vallen en vermoeidheid was volgens de resultaten van dit onderzoek een factor bij 3,9% van de ongevallen. Bij ongevallen met persoonlijk letsel was dit bij 7,3% het geval. In nachtongevallen was de invloed van slaap en vermoeidheid aanzienlijk groter (18,6%), evenals bij "run-off-the-road accidents" (8,3%) en bij ongevallen die 150 km of meer na het begin van de reis gebeurden (8,1%).

#### 4.3. Schattingen op grond van in-depth studies

Bij in-depth onderzoeken wordt meestal gekeken naar de kenmerken van het ongeval om op die manier vast te stellen of vermoeidheid een rol bij het ontstaan ervan heeft gespeeld. Horne & Reyner (1995; 2001) hebben dit gedaan aan de hand van politierapporten en aanvullende gegevens. Zij hanteren de volgende criteria voor het vaststellen of een ongeval slaapgerelateerd is:

- Het betreft een run-off-the-road ongeval of een botsing met een ander voertuig.
- Er zijn geen remsporen of andere tekenen dat er hard geremd is (bijv. vanaf een tachograaf).
- De situatie is zo dat de betrokken bestuurder tenminste ongeveer 7 seconden van te voren het punt waar hij/zij van de weg raakte of met het voertuig botste kon zien aankomen.
- Andere oorzaken moeten zijn geëlimineerd (bijv. mechanisch defect, alcohol, hard rijden, fysieke/medische oorzaak).
- Als er getuigen zijn hebben zij wellicht eerder slingeren gerapporteerd.

Op grond van deze criteria hebben Horne & Reyner vastgesteld dat ongeveer 20% van de ongevallen op autosnelwegen gerelateerd is aan slaap. De gevolgen van deze ongevallen zijn over het algemeen ernstig omdat de botssnelheid hoog is. Er wordt immers niet geremd.

In Frankrijk hebben Philip et al. (2000) in grote lijnen de criteria van Horne & Reyner toegepast op ongevallen in de periode 1994-1998 waarbij tenminste één zwaar gewonde of dode viel. Er werd alleen gekeken naar enkelvoudige ongevallen van gemotoriseerde voertuigen, die onder goede weers- en wegomstandigheden plaatsvonden op wegvakken zonder

kruispunten. Dit laatste leidde er toe dat vrijwel alle ongevallen binnen de bebouwde kom buiten de analyse zijn gehouden. Zij vonden dat ongeveer 10% van 68.000 geanalyseerde ongevallen te maken had met vermoeidheid. Dit zal eerder een onderschatting dan een overschatting zijn aangezien botsingen met andere voertuigen die verder aan de criteria van Horne & Reyner voldeden in deze studie niet als vermoeidheidsgerelateerd ongeval zijn gekenmerkt.

In Zuid-Duitsland heeft men op soortgelijke wijze geconcludeerd dat in 1991 van de 204 dodelijke ongevallen op de Beierse Autobahn 24% te maken had met vermoeidheid (Anselm & Hell, 2002). Hoewel er weinig of geen informatie beschikbaar is over de precieze methode van in-depth onderzoek, komen Finse onderzoekers tot de conclusie dat in ongeveer 17% van de dodelijke ongevallen in de periode 1993-1997 vermoeidheid een rol heeft gespeeld; bij ongeveer 10% van de dodelijke ongevallen kwam vermoeidheid voort uit andere factoren dan alcoholgebruik. Hartley (2000) kwam in Australië via in-depth analyses van ongevallen tot de conclusie dat 29% van de dodelijke verkeersslachtoffers en 20% van de zwaar gewonden vallen bij ongevallen waarbij vermoeidheid in het spel is. Wanneer alleen naar vrachtwagenongevallen wordt gekeken, liggen de percentages iets lager: 25% van de dodelijke slachtoffers en 11% van de ernstig gewonden.

Uit een studie uit 1990 van de NTSB (in: NTSB, 1999) naar ongevallen waarbij een vrachtwagen betrokken was en waarbij de bestuurder van de vrachtwagen was omgekomen, blijkt dat in 57 (31%) van de 182 onderzochte ongevallen vermoeidheid een rol heeft gespeeld, waarbij in 19 gevallen ook sprake was van alcohol en/of drugs. In 53 gevallen (29%) was er sprake van alcohol/drugs zonder dat er aanwijzingen waren voor vermoeidheid.

#### 4.4. De risicoverhogende werking van vermoeidheid

Bovenstaande studies over de rol van vermoeidheid bij verkeersongevallen zijn in feite allemaal gebaseerd op weinig betrouwbare of op indirecte gegevens. Er zijn maar enkele epidemiologische studies die op methodologisch correcte wijze onderzocht hebben of vermoeidheid gepaard gaat met een hoger ongevalsrisico.

In de hierboven al geciteerde studie van Maycock (1995) onder Britse mannelijke automobilisten is aan de hand van de vragenlijst gekeken of mensen met een hoge mate van slaperigheid overdag (gemeten met de Epworth Sleepiness Scale) een hogere ongevalsbetrokkenheid hadden. Dit bleek het geval: zij hadden een driemaal zo hoge kans op een ongeval. Automobilisten die aangaven regelmatig 's nachts te snurken (dit wordt vaak gezien als een teken van een slechte kwaliteit nachtrust) bleken eveneens een driemaal zo hoog ongevalsrisico te hebben.

Terán-Santos et al. (1999) deden in Spanje een case-control studie waarin specifiek werd gekeken naar de relatie tussen slaapapneu, een relatief veel voorkomende slaapstoornis, en verkeersongevallen. In het onderzoek werden 102 bestuurders die spoedeisende hulp hadden gekregen in een Spaans ziekenhuis ten gevolge van een verkeersongeval, vergeleken met



152 qua leeftijd en sekse gematchte controlepatiënten, die medische hulp zochten maar niet vanwege een chronische ziekte en niet vanwege een verkeersongeval. Bij de analyses is gecontroleerd op een groot aantal factoren waaronder alcoholgebruik, medicijngebruik, lichaamsgewicht en jaarkilometrage. Het bleek dat mensen die last hadden van de slaapstoornis apneu (apneu index > 10) een ruim 6 maal grotere kans hadden op een verkeersongeval (95% betrouwbaarheidsinterval: 2.4-16.2).

Connor et al. (1998; 2001) hebben op systematische wijze alle hen bekende epidemiologische studies naar het risicoverhogend effect van vermoeidheid bestudeerd. In totaal vonden zij 18 studies, die aan hun criteria wat betreft de onderzoeksopzet (een maat voor vermoeidheid; een maat voor ongevalsbetrokkenheid en een controlegroep) voldeden, waaronder de twee bovengenoemde studies. Zij concluderen dat de epidemiologische studies vaak kleinschalig zijn en niet altijd op een juiste wijze op mogelijke relevante factoren controleren. Het wetenschappelijk bewijs voor een causale rol van vermoeidheid bij ongevallen is volgens hen zwak, maar de beter opgezette studies, waaronder de bovengenoemde Spaanse studie, suggereren wel een positief verband tussen vermoeidheid en ongevalskans.

Dit wordt bevestigd in een case-controlstudie die Connor et al. (2002) zelf hebben uitgevoerd. In deze studie werden 571 autobestuurders die bij een ongeval betrokken waren waarbij tenminste een van de inzittenden in een ziekenhuis moest worden opgenomen of is overleden, vergeleken met 588 bestuurders die in hetzelfde gebied in Nieuw Zeeland en op dezelfde tijden reden, maar niet bij een ongeval betrokken waren. Door middel van interviews, aangevuld met objectieve gegevens over bijvoorbeeld alcohol- en drugsgebruik, werd een grote hoeveelheid informatie over de ongevals-betrokken bestuurders en de controlebestuurders ingewonnen. Bij de analyses werd er gecontroleerd op allerlei mogelijk 'confounding' variabelen zoals sekse, leeftijd, sociaal-economische status, kilometrage, alcohol-/drugsgebruik, rijsnelheid, wegtype. Zij vonden een sterk verband tussen acute vermoeidheid en ongevalsbetrokkenheid. Zo was het risico bij een ongeval betrokken te raken ongeveer 8 maal groter bij bestuurders die zich zelf met een score  $\geq 4$  op de Stanford Sleepiness Scale (zie *Bijlage 2*) als vermoeid beschreven (95% betrouwbaarheidsinterval 3.4-19.7); ruim 5,5 maal groter bij het rijden tussen 2 en 5 uur 's morgens (95% betrouwbaarheidsinterval 1.4-22.7); en bijna 3 maal groter wanneer men de afgelopen 24 uur minder dan vijf uur had geslapen (95% betrouwbaarheidsinterval 1.4-5.4). In tegenstelling tot de studie van Maycock (1995) werd er geen verband gevonden tussen chronische vermoeidheid zoals vastgesteld aan de hand van de Epworth Sleepiness Scale (zie *Bijlage 1*). Evenmin werd er een verband gevonden tussen zelfgerapporteerde symptomen van slaapapneu (snurken, onderbrekingen in de ademhaling, ademnood) en ongevalsbetrokkenheid.

Ook in een recente Amerikaanse studie (Cummings et al., 2002) werd een sterk verband gevonden tussen bepaalde aspecten van vermoeidheid en ongevalsbetrokkenheid. In eveneens een case-control studie werden 200 ongevalsbetrokken bestuurders vergeleken met een even grote groep bestuurders die op dezelfde locatie, in dezelfde richting en op dezelfde tijd en dag van de week reden, maar niet bij een ongeval betrokken waren. Het

ongevalsrisico was 14 maal hoger bij bestuurders die aangaven bijna in slaap te zijn gevallen achter het stuur (95% betrouwbaarheidsinterval 1.4-147). Bestuurders die, naar eigen zeggen, de afgelopen 48 uur periode 9 uur of minder hadden geslapen en bestuurders die de afgelopen 48 uur extreem veel hadden geslapen (21 uur of meer), hadden een hoger ongevalsrisico. De relatie tussen symptomen van slaapapneu en de scores van de Epworth Sleepiness Scale (chronische vermoeidheid) en ongevalskans was in deze studie licht positief, maar statistisch niet significant.

#### 4.5. **Karakteristieken van vermoeidheidsongevallen en risicogroepen**

Over de kenmerken van vermoeidheidsgerelateerde ongevallen en de betrokken bestuurders bestaat in de literatuur een grote mate van overeenstemming.

Het 'typische' vermoeidheidsongeval vindt plaats gedurende de nachtelijke uren, op een autosnelweg, zonder passagiers en bij goede weg- en weersomstandigheden. Het gevolg is veelal een eenzijdig ongeval of een frontale botsing met ernstige lichamelijke gevolgen. Zo vond Sagberg (1999) in een vragenlijstonderzoek dat in ongeveer 4% van alle ongevallen slaap en vermoeidheid een rol had gespeeld. Bij ongevallen tijdens de nacht speelde vermoeidheid bij ruim 18,5% van de ongevallen een rol; bij bermongevallen (runn-off-the road accidents) was dit ruim 8%; bij ongevallen die na meer dan 150 kilometer plaatsvonden eveneens ruim 8% en bij ongevallen met persoonlijk letsel ruim 7%.

Een nadere analyse van ongevallen in de Amerikaanse staat North Carolina die door de politie waren toegeschreven aan het in slaap vallen van de bestuurder, liet zien dat van de 4.333 gerapporteerde slaapongevallen waarbij geen sprake was van intoxicatie, 78% eenzijdige bermongevallen waren en 62% plaatsvond op wegen met een snelheidslimiet van meer dan 50 mph (80 km/uur) (Pack et al., 1995). Een vergelijking met alcoholgerelateerde ongevallen en ongevallen die noch aan vermoeidheid noch aan alcohol waren toegeschreven laat zien dat er overeenkomsten zijn tussen alcoholongevallen en vermoeidheidsongevallen in zowel het soort ongeval als in de consequenties van het ongeval (zie *Tabel 1*).

	Characteristics of crash		
	Fall-asleep	Alcohol-related	All others
<i>% of reports</i>	0,46%	2,99%	96,55%
<i>Type of crash</i>			
% Drive off the road	78,5%	48,4%	9,0%
% Single vehicle	77,5%	50,7%	8,7%
% Speed > 50 mph	62,4%	41,6%	15,0%
<i>Level of injury</i>			
No personal injury	40,6%	35,2%	59,1%
Level C injury (mildest grade)	21,7%	20,6%	25,4%
Level B injury	22,8%	24,3%	9,9%
Level A injury (severest grade)	13,5%	17,8%	5,1%
Fatality	1,4%	2,1%	0,5%

Tabel 1. *Vergelijking van karakteristieken van slaapongevallen, alcoholongevallen en andere ongevallen in North Carolina, USA 1990-1992 (uit: Pack et al., 1995).*

Ook wat de bestuurders betreft kan een aantal groepen onderscheiden worden die relatief vaak bij een vermoeidheidsongeval betrokken zijn. Milanovic & Klemenjak (1999) noemen op grond van een literatuurstudie:

- mensen jonger dan 25 jaar;
- mensen met slaapstoornissen;
- mensen die 's nachts rijden;
- lange afstand rijders;
- beroepschauffeurs;
- mensen in ploegendienst.

Verder blijken (jonge) mannen vaker bij slaapgerelateerde ongevallen betrokken te zijn dan (jonge) vrouwen (Sagberg, 1999; McCartt et al., 1996; Pack et al., 1995) en zijn de betrokken bestuurders vaker hoog opgeleid (Sagberg, 1999; McCartt et al., 1996). Terwijl de meeste slaapongevallen plaatsvinden tijdens de nachtelijke uren, constateren sommigen ook een (kleinere) piek in slaapongevallen in de uren na de lunch. Het betreft dan met name oudere bestuurders (Pack et al., 1995; Anselm & Hell, 2002). Veel slaap gerelateerde ongevallen gebeuren nadat men al langere tijd achter het stuur heeft gezeten (Anselm & Hell, 2002; Sagberg, 1999).

#### 4.6. Conclusies

Er is geen eenduidige conclusie mogelijk over de rol van vermoeidheid bij het ontstaan van verkeersongevallen. De schattingen variëren sterk. Dit is niet verwonderlijk, aangezien het vrijwel onmogelijk is om op objectieve en betrouwbare manier vast te stellen of en in welke mate de ongevals-betrokken bestuurder vermoeid dan wel in slaap gevallen was.

Op grond van politierapporten wordt de incidentie van slaapgerelateerde ongevallen geschat op 1 tot 4% van het totaal aantal geregistreerde verkeersongevallen. Dit is echter naar alle waarschijnlijkheid een onderschatting van het probleem. In de meeste landen zullen politiemensen (nog) niet zo gespist zijn op vermoeidheid als ongevalsoorzaak. Daarnaast

zullen gewoon gezonde mensen niet zomaar zeggen dat ze sterk vermoeid waren of in slaap waren gevallen ten tijde van het ongeval. En, zoals al gezegd, is vermoeidheid op grond van uiterlijke, fysieke kenmerken erg moeilijk vast te stellen. Daar komt nog bij dat het ongeval zelf veelal de vermoeidheidsverschijnselen heeft doen verdwijnen.

Op grond van vragenlijstonderzoek en in-depth ongevallenanalyses komt men dan ook tot heel andere conclusies over de rol van vermoeidheid bij verkeersongevallen. Schattingen van het percentage slaapgerelateerde ongevallen op grond van deze benaderingen variëren sterk, maar liggen met 7 tot 25% aanzienlijk hoger dan op grond van politieregistraties kan worden geconcludeerd. De hogere percentages zijn met name gevonden in studies die hebben gekeken naar vrachtwagenongevallen en/of ongevallen met dodelijke afloop. Deze schattingen komen alle uit het buitenland. Voor zover bekend zijn er voor Nederland tot nog toe niet van dit soort schattingen gemaakt over de omvang van het probleem.

Het aantal (goede) epidemiologische studies naar het risicoverhogende effect van vermoeidheid is gering. In dergelijke studies is onder andere gevonden dat mensen met een slaapstoornis en mensen met een acuut slaaptekort een aanzienlijk grotere (3 tot 8 maal) kans hebben op een verkeersongeval met letsel. Bij mensen met chronische vermoeidheid is in sommige studies wel en in andere studies geen risicoverhogend effect gevonden.

Het typische slaap- en vermoeidheidsongeval kenmerkt zich als volgt: de bestuurder is een man met een hoge opleiding die zich in de late avonden en vroege ochtenden op een auto(snel)weg bevindt; er zijn geen of slapende passagiers. De auto raakt van de weg; er wordt niet geremd, waardoor de impactsnelheid hoog is en de consequenties relatief ernstig.

## 5. Maatregelen

Het is niet eenvoudig eenduidige, effectieve maatregelen te treffen die vermoeidheid achter het stuur en/of vermoeidheidsongevallen voorkomen. Toch zijn er mogelijkheden in de vorm van voorlichting, weginrichting en detectie- en waarschuwingssystemen. Waar het om beroepschauffeurs gaat, zijn er ook mogelijkheden met betrekking tot regelgeving op het gebied van rij-, rust- en arbeidstijden en elementen van de bedrijfscultuur (safety culture) (Brookhuis et al., 2000; Brookhuis, 2002).

### 5.1. Voorlichting

Voorlichting, zowel richting privébestuurders als beroepschauffeurs, zou zich in de eerste plaats moeten richten op bewustmaking van de gevaren van vermoeid achter het stuur zitten. Uit een onderzoek in Nieuw Zeeland blijkt bijvoorbeeld dat vrachtwagenchauffeurs wel de gevaren van vermoeidheid erkennen, maar dat zij dat meer als een probleem van collega-chauffeurs zien dan als een probleem waar zij zelf mee te maken hebben (Baas et al., 2000).

In de tweede plaats zouden via voorlichting de vele oorzaken en bronnen van vermoeidheid bekend moeten worden gemaakt. Eerdere publieks-campagnes (bijv. de slogan '2 uur rijden, een kwartier rust') en ook wettelijke maatregelen als het rij- en rusttijdenbesluit voor het beroepsvervoer richten zich vrijwel uitsluitend op de tijd die iemand achter het stuur heeft gezeten (time-on-task) als bron van vermoeidheid. Hoewel dat zeker een belangrijke bron van vermoeidheid is, zou er ook aandacht gegeven moeten worden aan effecten van tijd van de dag (circadische slaapcyclus / bioritme) en effecten van structureel of incidenteel slaapttekort, al dan niet samenhangend met lifestyle of (onbehandelde) slaapstoornissen.

In de derde plaats zou via voorlichting aandacht besteed moeten worden aan het herkennen van tekenen van vermoeidheid en slaperigheid en vooral ook aan het gehoor geven aan dergelijke tekenen. Het blijkt dat de meeste bestuurders wel weten wanneer ze moe zijn of worden, maar hier niet of nauwelijks consequenties aan verbinden (Brookhuis et al., in voorbereiding). Levelt (2002) vond echter dat ruim een kwart van de vrachtwagenchauffeurs hun auto regelmatig even aan de kant van de weg zetten omdat ze zich moe voelen. Er zijn verschillende mogelijkheden om in elk geval tijdelijk de effecten van vermoeidheid verminderen. Zo vonden Reyner & Horne (2000) in een simulatorstudie dat 200 mg cafeïne (2 à 3 koppen koffie) de rijprestatie gedurende 30 minuten verbeterde voor bestuurders die een hele nacht niet hadden geslapen, maar gedurende 2 uur voor bestuurders die een beperkte nachtrust (5 uur) hadden gehad. Brookhuis (2002) noemt op grond van de literatuur ook nog andere strategieën waarvan is aangetoond dat ze tijdelijk acute vermoeidheid tegengaan. Stoppen en even een kort tukje wordt daarbij beschreven als de meest veilige en efficiënte, maar ook van andere stimulerende middelen dan koffie, zoals amfetamines en 'energy drinks' kunnen voor beperkte duur de rijprestatie verbeteren. Brookhuis wijst daarbij wel op het feit dat dit soort stimulerende middelen slechts voor beperkte tijd een positieve werking heeft die daarna omslaat in een negatieve werking. Bovendien zijn

deze middelen op de lange termijn slecht voor de gezondheid. De effectiviteit van het openen van een raampje, radio aan, praten met een passagier is niet overtuigend aangetoond. Wel zijn er aanwijzingen dat een korte stevige wandeling een vermoeide, niet-energieke stemming kan verminderen (Levelt, 2002).

Voor zover bekend is er geen onderzoek verricht naar de effecten van voorlichting op het terrein van vermoeidheid.

## 5.2. Weginrichting

Op weginrichtingsniveau is er eigenlijk weinig mogelijk dat specifiek gericht is op het voorkómen van vermoeidheidsongevallen. De enige uitzondering is wellicht het gebruik van ribbelmarkering (rumble strips) in de lengterichting, die via auditieve en kinetische informatie de bestuurder waarschuwt als de wielen van het voertuig de rijbaan verlaten (Evans, 1998). De effectiviteit voor het voorkómen van vermoeidheidsongevallen is echter vrijwel onmogelijk aan te tonen. Aangezien veel vermoeidheidsongevallen eenzijdige ongevallen zijn met ernstige consequenties (zie *Paragraaf 4.5*) zijn (semi-)verharde berm, bermbeveiliging en obstakelvrije zones van groot belang om de ernst van vermoeidheidsongevallen te verminderen.

## 5.3. Detectie- en waarschuwingssystemen

In diverse nationale en internationale studies wordt gewerkt aan de ontwikkeling van intelligente detectie- en waarschuwingssystemen. Een dergelijk systeem detecteert automatisch of een bestuurder vermoeid is. Vervolgens is het de bedoeling dat het systeem de bestuurder attent maakt op de vermoeidheid, eventueel adviezen geeft, acties onderneemt om de bestuurder wakker te houden of zelfs het verder rijden onmogelijk maakt (Brookhuis, 2002).

Het grootste probleem bij dergelijke detectie- en waarschuwingssystemen is een valide en betrouwbare methode voor het detecteren van vermoeidheid, die bovendien gemakkelijk in een voertuig kan worden toegepast (Dinges & Mallis, 1998). Het meten van de hersenactiviteit door middel van EEG is waarschijnlijk de meest valide en betrouwbare methode, die in experimentele setting veelvuldig wordt gebruikt (Verwey & Zaidel, 1999; Muzet et al., 2000; Lal & Craig, 2001). In de dagelijkse praktijk is deze methode echter moeilijk te realiseren.

Ook wordt er veel geëxperimenteerd met de registratie van oogbewegingen als methode om vermoeidheid te detecteren (bijv. Wierwille, 1994; Galley et al., 1997; Van Winsum, 1999; Tietze, 2000; Erikson & Papanikopoulos, 2001). Er wordt over het algemeen een redelijk verband gevonden tussen oogbewegingen en de subjectieve mate van vermoeidheid. Een van de problemen is echter dat de correlaties verschillen tussen personen in de zin dat sommigen bij toenemende vermoeidheid minder met de ogen gaan knipperen (een deactivatieproces), terwijl anderen juist meer met de ogen gaan knipperen (een activatieproces om wakker te blijven) (Galley et al., 1997). Naast dit meer inhoudelijke punt, maakt ook de praktische toepasbaarheid van methoden om oogbewegingen te registreren, dat er

nog veel ontwikkelwerk te verrichten is vooraleer het op grote schaal kan worden toegepast.

Naast het gebruik van fysiologische parameters, wordt er ook gestudeerd en geëxperimenteerd op de mogelijkheden om aan de hand van rijgedragsparameters de mate van vermoeidheid vast te stellen. Dit is in feite een benadering die het dichtst bij de veiligheidsproblematiek ligt, aangezien het toch vooral gaat om de gevolgen van vermoeidheid in termen van 'gevaarlijk' gedrag (Brookhuis, 2002). Bovendien kunnen met deze benadering ook andere vormen van tijdelijke rijongeschiktheid (bijv. door alcohol, drugs, en medicijnen) worden gedetecteerd. Veelbelovende gedragsparameters zijn de plaats op de weg (time-to-lane-crossing), variaties in plaats op de weg (standaarddeviatie laterale positie), stuurbewegingen en de grootte van stuurcorrecties. Met name deze laatste variabele, de zogenoemde stuuramplitude, blijkt zeer gevoelig voor vermoeidheid (Van Winsum, 1999). Hoewel uit studies die zijn uitgevoerd in het kader van de Europese projecten SAVE en AWAKE is gebleken dat het zeer wel mogelijk is om continu het rijgedrag te meten en te beoordelen, moet er nog verder gewerkt worden aan enerzijds het vaststellen van criteria voor 'gevaarlijk' verkeersgedrag en anderzijds de consequenties van een negatieve beoordeling van het rijgedrag (Brookhuis, 2002). Daarnaast zal moeten worden nagegaan of dit soort systemen niet grensverleggend werken in de zin dat bestuurders er volledig op gaan vertrouwen en door blijven rijden tot het systeem ze waarschuwt.

#### 5.4. Wet- en regelgeving

Uitsluitend gericht op het beroepsvervoer zijn er mogelijkheden vermoeidheid tegen te gaan door middel van wet- en regelgeving en door zogenoemde fatigue management programma's van transportbedrijven.

Wet- en regelgeving op het gebied van rij- en rusttijden en arbeidstijden worden voor een groot deel op Europees niveau gemaakt. Nationale regelingen mogen hiervan afwijken zolang ze de Europese regelingen maar niet overschrijden. In maart 2002 is de Europese Richtlijn voor arbeidstijden aangenomen (Richtlijn 2002/15/EC). Deze richtlijn houdt voor mensen die beroepsmatig aan het wegverkeer deelnemen in dat de wekelijkse werktijd maximaal 48 uur mag bedragen met een uitloopmogelijkheid tot 60 uur als in een viermaandsperiode het gemiddelde maar niet boven de 48 uur komt.

Een voorstel van de Europese Commissie voor een Regeling voor rijtijden in het beroepswegvervoer (COM (2001) 573 final) staat gedurende enkele weken werktijden van gemiddeld meer dan 13 uur per dag toe. Hierdoor is het volgens ETSC (2002) mogelijk dat er gedurende twee opeenvolgende werkweken 80 uur per week wordt gewerkt. Niet alleen draagt deze voorgestelde regeling volgens ETSC niet bij aan het terugdringen van vermoeidheid onder beroepschauffeurs, bovendien wordt er in de regeling geen link gelegd met de genoemde en reeds aangenomen richtlijn arbeidstijden, aldus ETSC.

Volgens ETSC (2001) is het belangrijk dat rij- en rusttijden en werktijden in een en dezelfde regeling worden opgenomen, waarbij ervan uitgegaan moet worden dat gedurende ongeveer 70 procent van de werktijd in het

beroepsvervoer daadwerkelijk wordt gereden. In een dergelijke geïntegreerde regeling moet de kennis over het ontstaan van vermoeidheid en het voorkómen van vermoeidheid worden weerspiegeld. Er wordt een aantal principes genoemd. In de eerste plaats moet er dagelijks voldoende mogelijkheid zijn voor rust, waaronder de mogelijkheid voor een minimum van 8 uur slaap plus bijbehorende mogelijkheden voor maaltijden en persoonlijke verzorging. Een dagelijkse rustperiode van 11 uur is volgens ETSC het absolute minimum; in de Verenigde Staten wordt zelfs gepleit voor rustperiodes van 12 tot 14 uur (IIHS, 1997). Wekelijks moet er, zo stelt ETSC, de mogelijkheid zijn om twee nachten thuis te slapen, zodat een volgende werkweek niet met een slaapschuld wordt begonnen. Dit betekent in het geval van regelmatige diensten overdag een minimum wekelijkse rustperiode van 36 uur en in het geval van onregelmatige diensten met nachtwerk een minimum wekelijkse rustperiode van 48 uur; dit laatste om chauffeurs in de gelegenheid te stellen te slapen op een tijd dat het lichaam daar fysiologisch aan toe is.

Rekening houdend met circadische of biologische ritme van de mens geeft ETSC aan dat een werkperiode van 9 uur het maximum is voor diensten die geheel of gedeeltelijk in een periode vallen waarin het circadisch ritme laag (en de fysiologische neiging om in slaap te vallen hoog) is. Het aantal opeenvolgende nachtdiensten moet ook worden beperkt om de accumulatie van vermoeidheid te beperken. Ook voor diensten die niet in een circadisch lage periode vallen moeten maximale rij- en werktijden worden gesteld die gemiddeld genomen de respectievelijk 8 uur en 11 uur niet overschrijden, omdat dan het risico begint toe te nemen. Eventuele overschrijdingen moeten snel (binnen een dag of twee) worden gecompenseerd.

Uiteraard is het van groot belang dat een regeling effectief wordt gehandhaafd. Tachografen en meer geavanceerde board computers bieden, indien fraudebestendig, een mogelijkheid om op objectieve wijze naleving van de regelgeving vast te stellen. Nadeel van deze systemen is wel dat zij vooral geschikt zijn om rijtijden vast te stellen, hetgeen maar een van de vele aspecten van het beroep 'chauffeur' is die leiden tot de opbouw van vermoeidheid.

## 5.5. **Fatigue management en safety culture**

Naast een goede, wetenschappelijk onderbouwde regelgeving op het gebied van rij-, rust- en werktijden en een effectieve handhaving daarvan, ligt er ook een duidelijke taak bij de transportbedrijven. Zij moeten zich bewust zijn van de oorzaken van vermoeidheid en de gevolgen die vermoeidheid kan hebben voor de veiligheid van hun chauffeurs en derden. Zij moeten met hun plannings en inroostering het kader scheppen dat het chauffeurs mogelijk maakt zich ook daadwerkelijk te houden aan de regels voor rij-, rust en werktijden. Daarnaast hebben bedrijven ook een educatieve rol richting hun werknemers in termen van voorlichting over de invloed van de persoonlijke leefsfeer op het ontstaan van vermoeidheid en de eigen verantwoordelijkheid daarbij, als ook de invloed van (niet onderkende) slaapstoornissen. Ook het screenen van het personeel op met name slaapapneu kan als een taak van de transportbedrijven worden gezien.



In landen als Canada, Australië en de Verenigde Staten zijn dit elementen van fatigue management programma's die op grote schaal binnen het beroepsvervoer worden uitgevoerd (zie bijv. Gander et al., 1998; Mahon, 1998; Poore & Hartley, 1998). In Nederland zou een dergelijke aanpak deel kunnen uitmaken van initiatieven in het kader van de zogenoemde 'safety culture', waarbij transportbedrijven worden gestimuleerd aandacht te besteden aan het scheppen van de goede randvoorwaarden voor een veilige bedrijfsvoering. Een analyse van de kosten en baten van fatigue management programma's is, zo concluderen Hartley & Horberry (2000) naar aanleiding van de vierde internationale congres 'Fatigue and Transportation', een van de belangrijkste uitdagingen in het vermoeidheids-onderzoek in de komende jaren.

## 5.6. Conclusies

Het is tot nu toe, in tegenstelling tot bijvoorbeeld voor alcohol, onmogelijk om een wettelijke grens te stellen aan de mate van vermoeidheid waarmee men nog aan het verkeer mag deelnemen en vervolgens door de politie te laten handhaven. Dat wil echter niet zeggen dat er niets gedaan kan worden om de invloed van vermoeidheid op de verkeersonveiligheid terug te dringen.

Voor de korte termijn liggen de beste mogelijkheden op het terrein van het beroepsvervoer. In de eerste plaats bestaat daar de mogelijkheid door middel van regelgeving maximale rijtijden en arbeidstijden vast te stellen, die afdoende rekening houden met de menselijke behoefte aan rust en voldoende goede nachtrust. Vervolgens moeten natuurlijk de transportbedrijven het werk zo inplannen dat een chauffeur zich ook daadwerkelijk aan de regels kan houden. Controle op naleving van de regelgeving blijft daarbij van belang. Daarnaast zouden transportbedrijven ook een bepaalde verantwoordelijkheid moeten nemen bij het informeren van hun chauffeurs over de oorzaken en gevolgen van vermoeidheid, waarbij als het gaat om het ontstaan van vermoeidheid de invloed van persoonlijke leefomstandigheden (lifestyle) van individuele chauffeurs niet vergeten mag worden. De zogenoemde 'Fatigue Management Programma's' in met name Australië en de Verenigde Staten zijn op deze uitgangspunten gebaseerd, maar ook de ideeën rondom een 'safety culture' voor transportbedrijven sluiten hierbij duidelijk aan, een begrip dat in Nederland in toenemende mate in de belangstelling staat. Het objectief vaststellen van kosten en baten van dergelijke programma's wordt internationaal gezien als een van de uitdagingen in het vermoeidheids-onderzoek in de komende jaren.

De kortetermijnmogelijkheden om de 'gewone' bestuurder met adequate maatregelen te bereiken zijn kleiner, maar kijkend naar de rol van vermoeidheid bij verkeersongevallen met gewone personenauto's niet minder relevant. De mogelijkheden voor maatregelen richting bestuurders in zijn algemeenheid liggen op dit moment voornamelijk op het gebied van voorlichting: voorlichting over oorzaken, gevolgen, symptomen van vermoeidheid en adviezen over mogelijkheden om, althans voor even, de effecten van vermoeidheid te beperken. Hiermee kan tenminste het besef van de rol van vermoeidheid op de verkeersveiligheid worden vergroot, een voorwaarde voor, maar een op zichzelf zeker niet afdoende stap op weg naar gedragsverandering.

In de verdere toekomst liggen er mogelijkheden op het gebied van intelligente systemen die vermoeidheid (en eventueel andere vormen van tijdelijke rijongeschiktheid) detecteren en waarschuwen en/of ingrijpen. Er zijn verschillende veelbelovende ontwikkelingen gaande, maar grootschalige toepassing zal naar verwachting nog wel even op zich laten wachten.

## 6. Samenvatting en conclusies

Vermoeidheid in het verkeer is een fenomeen dat met name in Australië en de Verenigde Staten al heel lang op de verkeersveiligheidsagenda staat. In Europa, en niet in de laatste plaats in Nederland, was vermoeidheid tot voor kort een minder belangrijk issue bij onderzoek en beleid op het gebied van verkeersveiligheid. Dit is niet verwonderlijk indien men bedenkt dat vermoeidheid in het verkeer oorspronkelijk vooral gekoppeld werd aan de tijd die men achter het stuur doorbracht. Vermoeidheid achter het stuur zou voor relatief kleine landen als Nederland dan ook hooguit een probleem van betekenis zijn voor het internationale vrachtvervoer en de lange-afstandsbuspendeldiensten.

In de afgelopen decennia is echter steeds meer het besef doorgedrongen dat vermoeidheid niet alleen wordt veroorzaakt door langdurig achter het stuur te zitten, maar ook te maken heeft met de kwantiteit en de kwaliteit van slaap en de tijd van de dag dat iemand achter het stuur zit. Al heel snel ontstaat een chronisch of acuut slaapttekort dat te maken kan hebben met de werkomstandigheden, bijvoorbeeld onregelmatige werktijden, te korte rusttijden tussen twee diensten, oncomfortabele, lawaaierige slaapomgeving, maar ook met persoonlijke omstandigheden en 'lifestyle', psychische factoren, of met slaapstoornissen en het gebruik van bepaalde medicijnen. Al na één slechte of korte nacht is er sprake van een acuut slaapttekort. Wanneer iemand om welke reden dan ook structureel minder slaapt dan het lichaam nodig heeft wordt een chronische slaapschuld opgebouwd. Met andere woorden, vermoeidheid is een veelvoorkomend verschijnsel en uit buitenlands onderzoek blijkt dan ook dat niet alleen beroepschauffeurs maar ook 'gewone' autobestuurders zeggen regelmatig vermoeid achter het stuur te zitten.

Vermoeidheid heeft invloed op allerlei psychomotorische en cognitieve functies zoals afname in alertheid, langere reactietijden, geheugenproblemen, slechtere psychomotorische coördinatie en een minder efficiënte informatieverwerking. Vermoeidheid leidt dus tot en verminderde handelingsbekwaamheid. Vermoeidheid heeft ook invloed op de stemming en op de handelingsbereidheid: de motivatie om een taak uit te voeren vermindert; de communicatie en interactie met de omgeving verslechtert en men wordt agressiever richting mensen en dingen. Het is dan ook niet verwonderlijk dat vermoeidheid zich ook manifesteert in de uitvoering van de rijtaak. Verschillende studies hebben negatieve effecten gevonden op met name het operationele niveau (koers houden; stuurbewegingen). De effecten op het tactische niveau (snelheidskeuze, volgtijden) zijn minder eenduidig. Er zijn aanwijzingen dat bestuurders actief compenseren voor vermoeidheidsverschijnselen. Deze compensatie lijkt in twee richtingen te gaan. Enerzijds zijn er onderzoeken die laten zien dat vermoeide bestuurders sneller gaan rijden en kortere volgafstanden hanteren; dit, zo is de hypothese, om het ten gevolge van de vermoeidheid gedaalde aandachtsniveau op te vijzelen door de taakvereisten te vergroten. Anderzijds zijn er studies die vinden dat vermoeide mensen langzamer gaan rijden en op grotere afstand van hun voorligger en daarmee de taakvereisten juist verlagen. Er zijn indicaties dat een en ander samenhangt met de mate van vermoeidheid, waarbij men in eerste instantie de

taakvereisten vergroot en vervolgens als de vermoeidheid toeneemt de taakvereisten verkleint. Op dit moment is dit echter nog onvoldoende helder.

Blijft het feit dat vermoeidheid wel degelijk in negatieve zin een effect heeft op bepaalde componenten van de rijvaardigheid en onderliggende cognitieve en psychomotorische functies. De vraag die dan onmiddellijk rijst is of dit dan ook wordt gereflecteerd in de ongevalsbetrokkenheid. Buitenlands onderzoek heeft hier op twee manieren naar gekeken. In het overgrote deel van het onderzoek is getracht een schatting te maken van het aandeel verkeersongevallen of -slachtoffers waarbij vermoeidheid/in slaap vallen een causale rol heeft gespeeld. In een beperkter aantal studies is getracht via een epidemiologische benadering het risicoverhogend effect van vermoeidheid vast te stellen.

Het is erg lastig zo niet onmogelijk om op directe en objectieve wijze vast te stellen of vermoeidheid een rol heeft gespeeld bij het ontstaan van een verkeersongeval. Afhankelijk van de methode die wordt toegepast verschillen de schattingen ten aanzien van de rol van vermoeidheid (los van alcohol en drugs) dan ook aanzienlijk: tussen de 1 en 4 procent als gekeken wordt naar politieregistraties, tussen de 5 en 10 procent als de schatting wordt gebaseerd op zelfrapportages van ongevalsbetrokken bestuurders en tussen de 10 en 25 procent op grond van in-depth ongevalanalyses. Het 'typische' vermoeidheidsongeval vindt plaats gedurende de nachtelijke uren, op een auto(snel)weg, bij goede weer- en wegomstandigheden en met een jonge mannelijke bestuurder. Vaak ook is de bestuurder hoog opgeleid. Het gevolg is veelal een eenzijdig ongeval of een frontale botsing. De lichamelijke consequenties zijn over het algemeen ernstig, mede dankzij het feit dat de betrokken chauffeur niet of nauwelijks vermijdingsacties uitvoert. Zonder uitzondering wordt dan ook gevonden dat vermoeidheid vaker een rol speelt bij ongevallen met een ernstige afloop dan bij minder zware ongevallen.

Bovengenoemde schattingen van de rol van vermoeidheid bij verkeersongevallen zijn alle gebaseerd op buitenlandse studies en gegevens. Tot nu toe zijn helaas geen schattingen voor Nederland bekend. Echter, wanneer bovengenoemde schattingen worden geëxtrapoleerd naar Nederland en uitgegaan wordt van een conservatieve schatting van 10 - 15 procent, dan zouden jaarlijks 700 à 1000 geregistreerde ongevallen resulterend in ziekenhuisopname of overlijden waarbij geen alcohol in het spel was, (mede) te maken hebben met vermoeidheid of in slaap vallen achter het stuur.

Het aantal (goede) epidemiologische studies naar het risicoverhogende effect van vermoeidheid is gering. In dergelijke studies is onder andere gevonden dat mensen met een slaapstoornis en mensen met een acuut slaapttekort een aanzienlijk grotere (3 tot 8 maal) kans hebben op een verkeersongeval met letsel. Bij mensen met chronische vermoeidheid is in sommige studies wel en in andere studies geen risicoverhogend effect gevonden.

Al met al speelt vermoeidheid een niet te onderschatten rol bij het ontstaan van verkeersongevallen. Mensen die qua rij- en werkomstandigheden met

name vatbaar zijn voor vermoeidheidsgerelateerde ongevallen zijn beroepschauffeurs en mensen met onregelmatige werktijden en nachtdiensten. Zij bevinden zich vaker op de weg in omstandigheden die de kans op vermoeidheid vergroten. Daarnaast is vermoeid achter het stuur echter ook een probleem voor de 'gewone' chauffeur. Iedereen heeft wel eens een korte of slechte nacht en stapt vervolgens de volgende dag achter het stuur. Bovendien zijn er veel mensen die op een structurele wijze te kampen hebben met slaapproblemen al dan niet voortkomend uit fysieke slaapproblemen zoals slaapapneu.

Het is niet eenvoudig effectieve maatregelen te nemen tegen vermoeidheid in het verkeer, maar dat wil niet zeggen dat er niets aan gedaan kan worden. Op dit moment zijn er allerlei ontwikkelingen gaande om vermoeidheid (en andere vormen van tijdelijke rijongeschiktheid) bij bestuurders automatisch te detecteren, zodat tijdig kan worden ingegrepen. Dit zijn veelbelovende ontwikkelingen die echter niet op korte termijn tot groot-schalige toepassing zullen leiden. Eerste zullen nog een aantal technische kwesties (hoe kan vermoeidheid het beste worden gedetecteerd) en principiële kwesties (wanneer en hoe moet een systeem ingrijpen) worden opgelost. Het is zaak de ontwikkelingen te volgen en waar mogelijk te faciliteren en nu alvast na te denken over de wijze waarop dergelijke systemen te zijner tijd kunnen worden geïmplementeerd.

Op de kortere termijn zullen maatregelen met name gericht moeten zijn op bewustmaking (wat zijn de gevolgen van vermoeidheid in het verkeer; welke factoren spelen een rol bij het ontstaan van vermoeidheid) en het aanreiken van mogelijkheden om te voorkomen dat we vermoeid achter het stuur zitten.

Binnen het beroepsvervoer spelen hierbij drie partijen/elementen een rol. In de eerste plaats de wet- en regelgevende instanties op het gebied van arbeidstijden en rij- en rusttijden. Het betreft hier over het algemeen de minimale eisen die aan rij-, rust- en arbeidstijden worden gesteld. Vanuit veiligheidsoogpunt moeten deze regels zeker niet overtreden worden en een geïntensiveerd toezicht op naleving ervan is op zijn plaats. In de tweede plaats spelen de werkgevers in de transportsector een rol. Zij moeten zulke condities scheppen die garanderen dat werknemers zich aan de genoemde rij-, rust en arbeidstijden kunnen houden. De grote concurrentie in het beroepsvervoer en de stringente eisen ten aanzien van levertijden van de klanten van de transportbedrijven maken dit echter niet eenvoudig te realiseren. Daarnaast is het van belang dat de werkgevers in zijn algemeenheid een houding tentoonspreiden die laat zien dat veiligheid een belangrijk aspect van het werkklimaat is. Het verstrekken van informatie over vermoeidheid, het rekening houden met de kennis over het ontstaan van vermoeidheid bij het inplannen van chauffeurs en het stimuleren van chauffeurs om tekenen van vermoeidheid tijdens het rijden niet te negeren zijn voorbeelden van wat een werkgever kan bijdragen. Dit past uitstekend binnen het idee van het creëren van een veiligheidscultuur (safety culture) in een bedrijf, een begrip dat ook in Nederland in toenemende mate in de belangstelling staat. Bij de selectie van chauffeurs en eventueel bijbehorende medische keuringen zal specifiek gelet moeten worden op symptomen van slaapproblemen (slaapproblemen zijn over het algemeen goed behandelbaar). Tenslotte, in de derde plaats, moet ook

de beroepschauffeur zelf bewust worden gemaakt van zijn/haar eigen verantwoordelijkheid, niet alleen bij het zich houden aan de rij- en rusttijden, maar zeker ook waar het gaat om de persoonlijke leefomstandigheden met bijbehorende slaapgewoonten. Hier ligt een taak voor de opleidingen van beroepschauffeurs.

De mogelijkheden voor maatregelen richting de 'gewone' privébestuurders in zijn algemeenheid liggen op dit moment voornamelijk op het gebied van voorlichting; voorlichting over oorzaken, gevolgen, symptomen van vermoeidheid en adviezen over mogelijkheden om, althans voor even, de effecten van vermoeidheid te beperken. Hiermee kan tenminste het besef van de rol van vermoeidheid op de verkeersveiligheid worden vergroot, een voorwaardelijke, zij het op zichzelf zeker niet afdoende stap op weg naar gedragsverandering.

## Literatuur

- Alaerts, S. (1999). *Slapen en rijden, hou ze gescheiden*. In: Via Secura, 48, pp. 20-21.
- Anselm, D. & Hell, W. (2002). *Einschlafen am Steuer: eine häufig unterschätzte Unfallursache*. In: Verkehrsunfall und Fahrzeug Technik, Heft 3, Maart 2002, pp. 62-66.
- Baas, P.H., Charlton, S.G. & Bastin, G.T. (2000). *Survey of New Zealand truck driver fatigue and fitness for duty*. In: Transportation Research Part F, 3, pp. 185-193.
- Brookhuis, K.A. (2002). *Vermoeidheid in het Europese goederen en personenvervoer; initiatieven in Europa*. Rijksuniversiteit Groningen, Groningen.
- Brookhuis, K., Vlakveld, W. & Kraay, J.H. (2000). *Vermoeidheid achter het stuur op de vierkante kilometer*. Adviesdienst Verkeer en Vervoer, Rotterdam.
- Brookhuis, K.A., Waard, D. de, Kraaij, J.H. & Bekiaris, E. (in voorbereiding) *How important is driver fatigue and what can we do about it?* Aangeboden ter publicatie in Accident Analysis and Prevention.
- Brown, I. (1994). *Driver fatigue*. In: Human Factors, 36(2) pp. 298-314.
- Brown, I. (2001). *Coping with driver fatigue: is the long journey nearly over?* In: P.A. Hancock & P.A. Desmond (eds.) Stress, workload and fatigue (series: Human Factors in Transportation). pp. 596-606.
- Caldwell, J.A. & Caldwell J.L. (1998). *Identification and control of non-work-related contributors to operator sleepiness*. In: L. Hartley (ed.) Managing fatigue in transportation. Elsevier Science, Oxford.
- Chapman, P., Ismail, R. & Underwood, G. (1997). *Waking up at the wheel: accidents, attention and the time-gap experience*. In: Proceedings of the 7th International Conference on Vision in Vehicles, September 1997, Marseilles, pp. 131-138.
- Connor, J., Norton, R. & Ameratunga, S. et al. (2002). *Driver sleepiness and risk of serious injury to car occupants: population based case control study*. In: British Medical Journal, 324, pp. 1125-1130.
- Connor, J., Norton, R. & Jackson, R. (1998). *The role of fatigue in car crashes: a systematic review*. In: Proceedings of the Road Safety Research, Planning, Education Conference, Vol.2, pp. 19-22. Land Transport Safety Authority and New Zealand Police, Wellington, New Zealand.
- Connor, J., Whitlock, G., Norton, R. & Jackson, R. (2001). *The role of driver sleepiness in car crashes: a systematic review of epidemiological studies*. In: Accident Analysis and Prevention, 33, pp. 31-41.

Connor, J., Norton, R., Ameratunga, S., Robinson, E., Civil, I., Dunn, R., Bailey, J. & Jackson, R. (2002). *Driver sleepiness and risk of injury of serious injury to car occupants: population based case control study*. In: British Medical Journal, 324, pp. 1125 -1130.

Cummings, P., Koepsell, T.D., Moffat, J.M. & Rivara, F.P. (2002). *Drowsiness, counter-measures to drowsiness, and the risk of a motor vehicle crash*. In: Injury Prevention, 7, pp. 194-199.

Desmond, P.A. (1998). *Driver fatigue: performance and state*. In: L. Hartley (red.) *Managing fatigue in transportation*. Oxford, Elsevier Science, pp. 65-76.

Dinges, D.F. & Mallis, M.M. (1998). *Managing fatigue by drowsiness detection: can technological promises be realised?* In: L. Hartley (red.) *Managing fatigue in transportation*, pp. 209-229. Elsevier Science, Oxford.

Erikson, M. & Papanikopoulos, N.P. (2001). *Driver fatigue: a vision-based approach to automatic diagnosis*. In: *Transportation Research Part C*, pp. 399-413.

ETSC (2001). *The role of driver fatigue in commercial road transport crashes*. European Transport Safety Council ETSC, Brussel.

ETSC (2002). *New proposed rules on driving time unlikely to reduce fatigue*. Persbericht, 2 mei 2002. European Transport Safety Council ETSC, Brussel.

Evans, J. (1998). *Road based fatigue countermeasures*. In: *Proceedings of the Road Safety Research, Policing, Education Conference, Vol.2*, pp. 31-32. Land Transport Safety Authority and New Zealand Police, Wellington, New Zealand.

Galley, N., Andrés, G. & Reitter, E. (1997). *Driver fatigue as identified by saccadic and blink indicators*. In: *Proceedings of the Seventh International Conference on Vision in Vehicles, September 1997, Marseilles*, pp. 49-59.

Gander, P., Waite, D., Mckay, A., Seal, T. & Millar, M. (1998). *An integrated fatigue management programme for tanker drivers*. In: L. Hartley (red.) *Managing fatigue in transportation*, pp. 399-414. Elsevier Science, Oxford.

Häkkinen, H. & Summala, H. (2000a). *Sleepiness at work among commercial truck drivers*. In: *Sleep*, 23(1), pp. 49-57.

Häkkinen, H. & Summala, H. (2000b). *Driver sleepiness-related problems, health status, and prolonged driving among professional heavy-vehicle drivers*. In: *Transportation Human Factors*, 2(2), pp. 151-171.

Hargutt, V., Hoffmann, S., Vollrath, M. & Krüger, H.P. (2000). *Compensation for drowsiness & fatigue - a driving simulation study*. In: *Proceedings of the International Conference on Traffic and Transport Psychology ICTTP, 4-7 september 2000, Bern, Zwitserland*.



Hargutt, V. & Krüger, H.P. (2000). *Eyelid movements and their predictive value for fatigue studies*. In: Proceedings of the International Conference on Traffic and Transport Psychology ICTTP, 4-7 september 2000, Bern, Zwitserland.

Hartley, L.R. (2000). *Fatigue and driving*. In: Proceedings of the International Conference on Traffic and Transport Psychology ICTTP, 4-7 september 2000, Bern, Zwitserland.

Hartley, L.R. & Horberry, T. (2000). *The fourth International Conference on Fatigue and Transportation: an overview of the meeting and a synopsis of the main themes emerging*. In: Transportation Research Part F, 3, pp. 81-184.

Horne, J.A. & Reyner, L.A. (1995). *Sleep related vehicle accidents*. In: British Medical Journal, 310, pp. 565-567.

Horne, J. & Reyner, L. (2000). *Sleep related vehicle accidents - some guides for road safety policies*. In: Coping with the 24 hour society, Proceedings of the fourth International Conference on Fatigue and Transportation, 19-22 maart 2000, Fremantle, Australia.

Horne, J. & Reyner, L. (2001). *Sleep-related vehicle accidents: some guides for road safety policies*. In: Transportation Research Part F, 4, pp. 63-74.

Hulst, M. van der, Meijman, T. & Rothengatter, T. (2001). *Maintaining task set under fatigue: a study of time-on-task effects in simulated driving*. In: Transportation Research Part F, 4, pp. 103-118.

IIHS (1997). *Truck driver fatigue; Truckers need more rest, less highway time*. Status Report, 32(6), Insurance Institute for Highway Safety, Arlington.

Johns, M.W. (2000). *A sleep physiologist's view of drowsy driving*. In: Transportation Research Part F, 3, pp. 241-249.

Lal, S.K.L. & Craig, A. (2001). *A critical review of the psychophysiology of driver fatigue*. In: Biological Psychology, 55, pp. 173-194.

Lenné, M., Triggs, T. & Redman, J. (1998). *Sleep loss or alcohol: which has the greater impact upon driver ability?* In: Proceedings of the Road Safety Research, Policing, Education Conference, Vol.2, pp. 23-26. Land Transport Safety Authority and New Zealand Police, Wellington, New Zealand.

Levelt, P.B.M. (2002). *Literatuurstudie naar emoties in het verkeer; Nut en mogelijkheden van een affectieve benadering van verkeersgedrag*. R-2002-31. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Mahon, G.L. (1998). *The Queensland approach: the fatigue management program*. In: L. Hartley (red.) Managing fatigue in transportation, pp. 415-426. Elsevier Science, Oxford.

Maycock, G. (1995) *Driver sleepiness as a factor in car and HGV accidents*. TRL Report 169. Transport Research Laboratory TRL, Crowthorne.

McCartt, A.T., Ribner, S.A., Pack, A.I. & Hammer, M.C. (1996). *The scope and nature of the drowsy driving problem in New York State*. In: Accident Analysis and Prevention, 28(4), pp. 511-517.

McCartt, A.T., Rohrbaugh, J.W., Hammer, M.C. & Fuller, S.Z. (2000). *Factors associated with falling asleep at the wheel among long distance truck drivers*. In: Accident Analysis and Prevention, 32, pp. 493-504.

Milanovic, M. & Klemenjak, W. (1999). *Psychologische Massnahmen gegen ermüdungsbedingte Unfälle bei Fernfahrern*. Institut für Verkehrspsychologie, Wenen.

Muzet, A., Pebayle, T., Moessinger, M. & Rogé, J. (2000). *Is drowsiness occurring during driving in a similar manner in professional and non professional young drivers?* In: Proceedings of the International Conference on Traffic and Transport Psychology ICTTP, 4-7 september 2000, Bern, Zwitserland.

NTSB (1999). *Evaluation of U.S. Department of transportation efforts in the 1990s to address operator fatigue*. Safety Report NTSB/SR-99/01. National Transportation Safety Board NTSB, Washington D.C.

NHTSA (2001). *Drowsy driving and automobile crashes*. Report of the NCSDR/NHTSA expert panel on driver fatigue and sleepiness. National Highway Traffic Safety Administration, Washington D.C.  
<http://www.nhtsa.gov/>.

Oron-Gilad, T. & Shinar, D. (2000). *Driver fatigue among israeli truck drivers*. In: Proceedings of the International Conference on Traffic and Transport Psychology ICTTP, 4-7 september 2000, Bern, Zwitserland.

Ouwerkerk, F. van, Hoeven, W. van der & O'Hanlon, J.F. (1986). *Arbeidsomstandigheden van internationale vrachtwagenchauffeurs*. Rapport VK 86-04. Verkeerskundig Studiecentrum, Haren.

Pack, A.I., Pack, A.M., Rodgman, E., Cucchiara, A., Dinges, D.F. & Schwab, C.W. (1995). *Characteristics of crashes attributed to the driver having fallen asleep*. In: Accident Analysis and Prevention, 27(6), pp. 769-775.

Parliament of the Commonwealth of Australia (2000). *Beyond the midnight oil; an inquiry into managing fatigue in transport*. Standing Committee on Communication, Transport and the Arts, House of Representatives, Canberra

Philip, P., Talliard, J., Guilleminault, C., Quera Salva, M.A., Bioulac, B. & Ohayon, M. (1999). *Long distance driving and self-induced sleep deprivation among automobile drivers*. In: Sleep, 22, pp.475-480.

- Philip, P., Vervialle, F., Le Breton, P., Taillard, J. & Horne, J.A. (2001) *Fatigue, alcohol, and serious road crashes in France: factorial study of national data*. In: British Medical Journal, 322, pp. 829-830.
- Poore, L. & Hartley, L.R. (1998) *The Western Australian strategy for managing fatigue in the road transport industry*. In: L. Hartley (red.) *Managing fatigue in transportatio*, pp. 427-442. Elsevier Science, Oxford.
- Reyner, L.A. & Horne, J.A. (2000). *Early morning driver sleepiness: effectiveness of 200 mg caffeine*. In: Psychophysiology, 37, pp. 251-256.
- Rosekind, M.R. (1999). *Fatigue in Transportation: physiological, performance, and safety issues*. In: NTSB, Evaluation of U.S. Department of transportation efforts in the 1990s to address operator fatigue. Safety Report NTSB/SR-99/01, Appendix C, pp. 68-72. National Transportation Safety Board NTSB, Washington D.C.
- Sagberg, F. (1999). *Road accidents caused by falling asleep*. In: Accident Analysis and Prevention, 31, pp. 639-649.
- Summala, H., Häkkinen, H., Mikkola, T. & Sinkkonen, J. (1999). *Task effects on fatigue symptoms in overnight driving*. In: Ergonomics, 42, pp. 798-806.
- Terán-Santos, J., Jiménez-Gómez, A., Cordero-Guevara, J. & the cooperative Group Burgos-Santander (1999). *The association between sleep apnea and the risk of traffic accidents*. In: New England Journal of Medicine, 340(11), pp. 847-851.
- Thomas, M., Thorne, D., Sing, N., Redmond, T. et al. (1998). *The relationship between driving accidents and microsleep during cumulative sleep deprivation*. In: Journal of Sleep Research, 7, pp. 275.
- Tietze, H. (2000). *Stages of fatigue during long duration driving reflected in alpha related events in the EEG*. In: Proceedings of the International Conference on Traffic and Transport Psychology ICTTP, 4-7 september 2000, Bern, Zwitserland.
- TRB (2000). *Sleep deprivation countermeasures for motorist safety*. National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) Synthesis 287. Transportation Research Board TRB, Washington D.C.
- Verwey, W.B. & Zaidel, D.M. (1999). *Preventing drowsiness accidents by an alertness maintenance device*. In: Accident Analysis and Prevention, 31, pp. 199-211.
- Verwey, W.B. & Zaidel, D.M. (2000) *Predicting drowsiness accidents from personal attributes, eye blinks and ongoing driving behaviour*. In: Personality and Individual Differences, 28, pp. 123-142.

Wierwille, W.W. (1994). *Overview of research on driver drowsiness definition and driver drowsiness detection*. In: Proceedings of the 14th International Conference on Enhanced Safety of Vehicles ESV. München, 23-26 mei 1994; Vol I, Paper 94-s3-o-07, pp. 462-468.

Williamson, A., Feyer, A.-M., Friswell, R. & Finlay-Brown, S. (2000). *Development of measures of fatigue: using an alcohol comparison to validate the effects of fatigue on performance*. Road Safety Research Report CR 189. Australian Transport Safety Bureau, Canberra.

Williamson, A.M., Feyer, A., Mattick, R.P., Friswell, R. & Finlay-Brown, S. (2001). *Developing measures of fatigue using a alcohol comparison to validate the effects of fatigue on performance*. In: Accident Analysis and Prevention, 33, pp. 313-326.

Winsum, W. van (1999). *Age-related differences in effects of drowsiness on measures of driver behaviour and performance*. Rapport TM-99-C001. TNO Technische Menskunde, Soesterberg.

## Bijlage 1

## De Epworth Sleepiness Scale

The Epworth Sleepiness Scale (ESS) is een door dr. Murray Johns, Epworth Hospital, Melbourne, Australië ontwikkelde en gevalideerde korte vragenlijst om vermoeidheid overdag te kwantificeren. Hieronder volgt de Engelstalige instructie, de items van de vragenlijst en de betekenis van de scores (Bron: [www.silentpartners.org/sleep/patients/epworth.htm](http://www.silentpartners.org/sleep/patients/epworth.htm)).

How likely are you to doze off or fall asleep in the following situations, in contrast to just feeling tired? This refers to your usual way of life in recent times. Even if you have not done some of these things recently try to work out how they would have affected you. Use the following scale to choose the most appropriate number for each situation:

- 0 = no chance of dozing
- 1 = slight chance of dozing
- 2 = moderate chance of dozing
- 3 = high chance of dozing

SITUATION	CHANCE OF DOZING
Sitting and reading	0 - 3
Watching TV	0 - 3
Sitting inactive in a public space (e.g. a theater or a meeting)	0 - 3
As a passenger in a car for an hour without a break	0 - 3
Lying down to rest in the afternoon when circumstances permit	0 - 3
Sitting and talking to someone	0 - 3
Sitting quietly after a lunch without alcohol	0 - 3
In a car, while stopped for a few minutes traffic	0 - 3

Diagnosis	ESS Score	Range
Normal controls	5.9 ± 2.2	2 - 10
Primary snoring	6.5 ± 3.0	0 - 11
Obstructive Sleep Apnea	11.7 ± 4.6	4 - 23
Narcolepsy	17.5 ± 3.5	13 - 23
Idiopathic hypersomnia	17.9 ± 3.1	12 - 24
Insomnia	2.2 ± 2.0	2 - 16



## Bijlage 2

## De Stanford Sleepiness Scale

The Stanford Sleepiness Scale (SSS), ontwikkeld in de Verenigde Staten op de Stanford University, Centre of Excellence for the diagnosis and treatment of sleep disorders, is een snelle manier om vast te stellen hoe alert iemand zich op een bepaald moment voelt. Volgens de uitleg ([www.stanford.edu/~dement/sss.htm](http://www.stanford.edu/~dement/sss.htm)) hebben de meeste mensen twee pieken in alertheid: een om 9 uur 's ochtend en een om 9 uur 's avonds. Het laagste punt is om 3 uur 's middags, waarna de alertheid weer begint op te bouwen. Als de rating (zie hieronder) beneden de 3 komt op momenten dat iemand zich alert zou moeten voelen is dit een indicatie dat er sprake is van een serieuze slaapschuld.

---

### **An Introspective Measure of Sleepiness The Stanford Sleepiness Scale (SSS)**

<b>Degree of sleepiness</b>	<b>Scale rating</b>
Feeling active, vital, alert, or wide awake	1
Functioning at high levels, but not a peak; able to concentrate	2
Awake, but relaxed; responsive but not fully alert	3
Somewhat foggy, let down	4
Foggy; losing interest in remaining awake; slowed down	5
Sleepy, woozy, fighting sleep, prefer to lay down	6
No longer fighting sleep, sleep onset soon, having dream-like thoughts	7
Asleep	X

